学生手册 | 2026

IGCSE 生物小白书

Cambridge IGCSE Biology · 0610

目　录

生命特征与分类 8
1.1 生命的基本特征 8
题型 1：从具体过程判断生命特征 8
1.2 生物的命名 12
题型 1：从双名法识别属名与种名 12
1.3 生物的分类 14
题型 1：依据可见结构辨认生物类群 14
题型 2：结合细胞结构区分类群，并辨认病毒 19
题型 3：按成对特征逐步使用二歧检索表 23
题型 4：根据可见特征构建或补全二歧检索表 28
1.4 共同祖先与亲缘关系 36
题型 1：依据共同祖先和可比证据判断亲缘关系 36
细胞与生物体的组织 41
2.1 细胞结构与功能 41
题型 1：辨认细胞结构并联系其功能 41
题型 2：比较植物、动物和细菌细胞的共有结构 45
2.2 特化细胞 46
题型 1：由专门功能辨认特化细胞 46
2.3 细胞大小与放大倍数 49
题型 1：换算长度单位并使用放大倍数关系 49
2.4 生物体的组织层级 51
题型 1：区分细胞、组织、器官和器官系统 51
物质进出细胞 55
3.1 扩散 55
题型 1：判断扩散方向及影响扩散速率的条件 55
3.2 渗透 58
题型 1：比较水势预测渗透方向及质量变化 58
题型 2：由水势和细胞边界解释膨胀、松弛与质壁分离 63
3.3 主动运输 66
题型 1：根据浓度梯度和能量需求识别主动运输 66
生物分子 70
4.1 食物中的物质 70
题型 1：选择食物检测试剂并判断阳性颜色 70
题型 2：由元素、基本单位和用途辨认生物大分子 73
4.2 DNA 的互补配对 75
题型 1：利用互补配对计算 DNA 碱基数量或比例 75
酶 77
5.1 酶的作用 77
题型 1：根据底物与活性位点判断酶作用 77
5.2 影响酶活性的条件 80
题型 1：读取温度或 pH 对酶活性的影响 80
植物营养 86
6.1 叶片与光合作用 86

题型 1：从叶片结构判断组织名称与功能 86
题型 2：联系原料、产物与实验结果判断光合作用 91
题型 3：用碳酸氢盐指示剂解释净气体交换 96
6.2 无机离子与植物生长 98
题型 1：联系叶绿素形成和缺素症状判断无机离子需求 98
6.3 光合作用的限制因素 100
题型 1：读光合作用速率曲线并判断限制因素 100
人体营养 104
7.1 均衡饮食 104
题型 1：把饮食成分与身体需要对应 104
题型 2：根据饮食、症状和摄入量判断营养缺乏 107
7.2 消化道与牙齿 109
题型 1：根据牙齿结构判断名称与功能 109
题型 2：辨认牙齿内部结构并联系功能 112
题型 3：定位消化道器官并判断消化、吸收和排遗 116
7.3 消化液与消化酶 120
题型 1：比较胃酸与胆汁对消化条件的影响 120
题型 2：匹配消化酶的底物、产物和作用部位 123
7.4 营养物质的消化、吸收与同化 126
题型 1：从物质变化与移动区分营养过程 126
7.5 绒毛结构与吸收 129
题型 1：把绒毛结构特点与吸收作用对应 129
植物运输 135
8.1 水和无机离子的运输 135
题型 1：在根、茎和叶横切面定位输导组织 135
题型 2：根据木质部结构追踪水和无机盐运输 139
8.2 蒸腾 141
题型 1：由叶片失水解释木质部水柱上升 141
题型 2：根据环境条件解释蒸腾速率的变化 144
8.3 有机养分的转运 152
题型 1：根据源和库判断韧皮部的转运 152
人体运输 158
9.1 血液的流动与单、双循环 158
题型 1：顺血流方向辨认心脏和血管 158
题型 2：比较单循环与双循环并解释压力和心脏间隔 163
9.2 血液与血管 168
题型 1：辨认血细胞并判断其功能 168
题型 2：根据管壁、管腔和瓣膜辨认血管 170
9.3 心脏结构与瓣膜 172
题型 1：沿瓣膜位置与血流辨认心脏结构 172
题型 2：读取运动前后心率并解释供氧变化 177
题型 3：判断冠心病风险并解释血供受阻 182
疾病与免疫 185
10.1 传播与防御 185
题型 1：判断病原体传播途径与阻断措施 185

题型 2：由离子与水势解释霍乱引起的失水 186
10.2 免疫反应 188
题型 1：区分抗原、抗体、记忆细胞与免疫类型 188
人体气体交换 192
11.1 呼吸系统结构 192
题型 1：依据气道层级、标线和功能辨认呼吸系统结构 192
11.2 二氧化碳的检测 200
题型 1：按检测目的和现象选择二氧化碳检测试剂 200
11.3 肺部通气的机制 202
题型 1：由肌肉动作和胸腔容积判断吸气与呼气 202
题型 2：按二氧化碳变化解释呼吸频率调节 204
11.4 吸入与呼出空气的组成 207
题型 1：按气体成分比较吸入与呼出空气 207
呼吸作用 210
12.1 呼吸的原料与产物 210
题型 1：比较有氧和无氧呼吸的原料与产物 210
题型 2：用酵母实验说明呼吸条件与产气变化 212
12.2 呼吸供能与氧债 220
题型 1：辨认需要呼吸供能的生命活动 220
题型 2：按乳酸形成与清除解释氧债 222
人体排泄 225
13.1 尿素与尿液 225
题型 1：区分尿素的形成、运输与排出 225
题型 2：辨认肾的区域并追踪尿液排出路径 227
13.2 肾的滤过作用 233
题型 1：判断肾小球滤过的物质与部位 233
题型 2：比较血液、滤液和尿液解释选择性重吸收 234
协调与反应 238
14.1 神经传递与反射 238
题型 1：沿反射弧辨认神经元与传导方向 238
题型 2：沿突触传递过程辨认结构 240
14.2 眼与视觉 242
题型 1：辨认眼的结构并解释瞳孔反射和视网膜功能 242
题型 2：根据物距判断晶状体、肌肉和悬韧带变化 249
14.3 植物的向性 252
题型 1：根据刺激、生长方向和生长素分布解释向性 252
14.4 激素与体温调节 258
题型 1：辨认内分泌腺并判断激素的作用 258
题型 2：由血糖变化判断胰岛素和胰高血糖素 262
题型 3：根据散热需要判断体温调节反应 264
题型 4：比较神经与激素传递的路线和时间 269
药物 272
15.1 抗生素的作用范围 272
题型 1：按病原体及耐药性判断抗生素的适用范围 272
生殖 275

16.1 生殖方式与授粉 275
题型 1：根据亲本、配子和后代差异判断生殖方式 275
题型 2：从花部结构定位配子与授粉位置 279
题型 3：判断传粉路径并比较自花与异花授粉 282
题型 4：由花和花粉的特征判断传粉方式 285
题型 5：沿花粉管说明开花植物受精过程 288
16.2 人的生殖与发育 290
题型 1：根据男女生殖结构与配子适应解释生殖功能 290
题型 2：读取激素变化并解释月经与妊娠维持 296
题型 3：根据物质移动方向判断胎盘两侧血液 302
16.3 种子的萌发 304
题型 1：比较水、氧和温度判断种子萌发 304
16.4 性传播感染与预防 306
题型 1：按传播途径选择性传播感染的控制措施 306
遗传 309
17.1 遗传信息与表达 309
题型 1：区分基因、等位基因、基因型与遗传 309
题型 2：沿 DNA—mRNA—核糖体说明蛋白质合成 311
题型 3：区分相同基因与选择性表达 314
17.2 遗传组合与家系 315
题型 1：列配子与方格计算普通显隐性遗传概率 315
题型 2：根据共显性规则列全部子代基因型与表型 318
题型 3：根据 ABO 三等位基因规则计算血型概率 323
题型 4：用隐性纯合亲本测交并判断显性亲本基因型 324
题型 5：根据子代表型与家系推断显隐性和基因型 326
17.3 DNA 复制与细胞分裂 330
题型 1：根据每细胞 DNA 质量曲线判断复制与有丝分裂 330
题型 2：追踪染色体数目并区分有丝分裂与减数分裂 332
题型 3：区分干细胞分裂、分化与选择性基因表达 336
17.4 X 连锁遗传与子代概率 338
题型 1：从 X 连锁亲本列配子并求子代概率 338
变异与选择 342
18.1 变异的类型与来源 342
题型 1：由表型范围和成因判断变异类型 342
题型 2：判断突变及其诱因，区分有性生殖的重组作用 344
18.2 选择与适应 347
题型 1：根据选择者和生存繁殖差异判断选择 347
题型 2：联系生境解释适应性特征的意义 351
生物与环境 357
19.1 生态关系与能量 357
题型 1：区分种群、群落与生态系统 357
题型 2：沿食物网确定食物链和营养级 358
题型 3：追踪食物链的能量来源与转移形式 362
19.2 种群变化 364
题型 1：从种群数量曲线识别增长阶段 364

题型 2：根据食物、捕食和出生率预测种群变化 366
19.3 碳循环与氮循环 369
题型 1：根据碳的流向辨认循环过程 369
题型 2：根据氮的形态和细菌作用辨认循环过程 371
19.4 能量传递与生态金字塔 376
题型 1：沿能量损耗解释营养级数与总生物量 376
题型 2：按营养级的数量或生物量绘制生态金字塔 379
人类对生态系统的影响 383
20.1 农业与生物保护 383
题型 1：比较农业措施对产量和生态的影响 383
题型 2：根据保护对象选择维持生物多样性的措施 385
题型 3：按分解耗氧过程解释富营养化 387
题型 4：从资源补充与需求判断可持续利用措施 389
题型 5：比较人工授精与体外受精在繁育保护中的步骤 391
20.2 毁林的影响 394
题型 1：沿毁林因果链判断环境变化 394
20.3 塑料污染与气候变化 396
题型 1：联系食物链解释塑料污染对生物的影响 396
题型 2：沿温室气体增加解释增强温室效应和气候变化 398
生物技术与基因修饰 401
21.1 利用微生物与改变性状 401
题型 1：根据繁殖速率和合成能力选择生物技术菌株 401
题型 2：利用互补黏性末端与质粒解释基因修饰步骤 402
题型 3：按底物、微生物和产物辨认生物燃料流程 406
题型 4：根据性状变化判断基因修饰目的 408
21.2 工业酶的应用 410
题型 1：根据底物和产物判断工业酶的作用并解释实验结果 410
21.3 发酵罐与生产条件 414
题型 1：联系微生物生长解释发酵罐条件与收获时机 414
数据处理 419
22.1 百分比变化 419
题型 1：以基准数量计算百分比变化 419
22.2 数据表与折线图 423
题型 1：从数据表选择线性刻度并绘制单条折线图 423
题型 2：从表格作图并进行内插、外推、截距与梯度读值 428
22.3 变化量与速率 444
题型 1：用变化量与实际时间间隔计算速率 444
22.4 条形图与直方图 452
题型 1：按类别和数值绘制间隔条形图 452
题型 2：按连续组距绘制和读取直方图 458
22.5 异常结果与平均值 463
题型 1：按题目给定的异常值处理说明平均数计算 463
实验方法 467
23.1 实验变量 467
题型 1：从实验设置与测量步骤辨认自变量和因变量 467

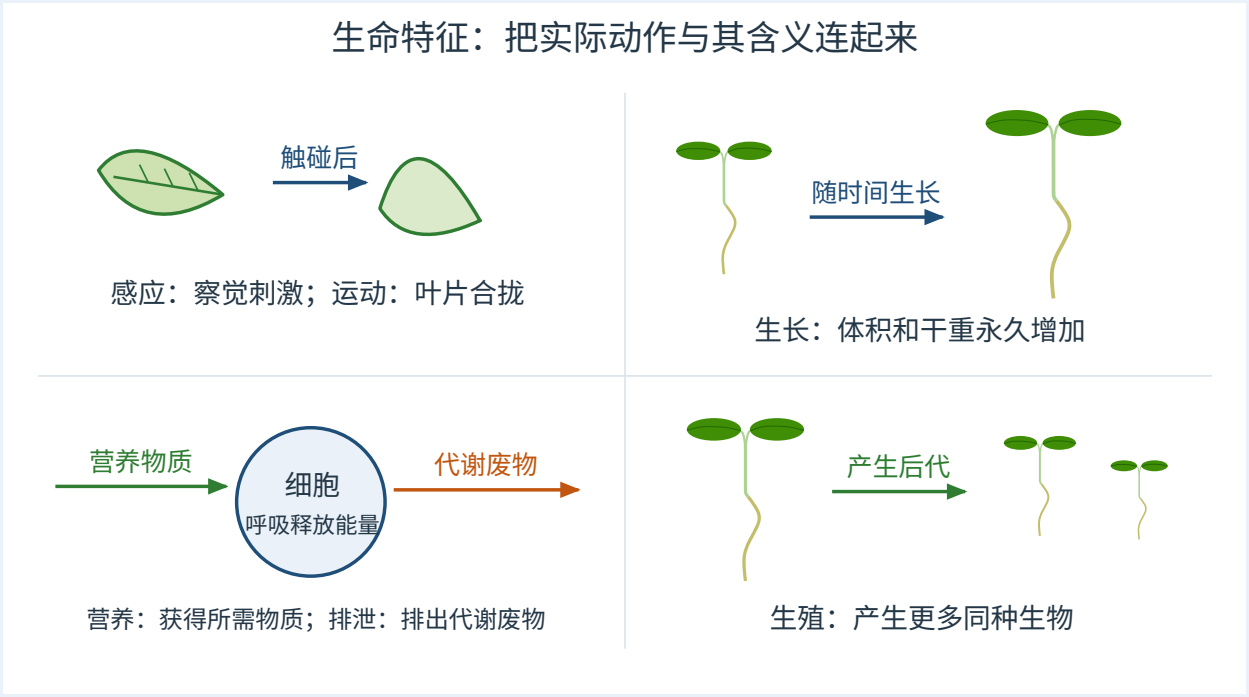
23.2 控制变量 470
题型 1：从实验方法找保持相同的控制变量 470
23.3 渗透实验设计 475
题型 1：用浸泡前后测量设计植物组织渗透实验 475
23.4 整理实际观察记录 477
题型 1：把实际观察整理为结果表 477
23.5 观察绘图与照片比较 483
题型 1：观察实物照片并绘制大幅生物图 483
题型 2：按对应特征比较两幅实物照片 487
23.6 配制不同浓度溶液 491
题型 1：按目标浓度计算原液和水的体积 491
23.7 阴性对照的设置与作用 493
题型 1：设置缺少被测因素的阴性对照并解释作用 493
23.8 实验误差与针对性改进 498
题型 1：把具体实验误差对应到可执行改进 498
23.9 完整实验方案 505
题型 1：围绕实际测量机制写出完整实验方案 505
23.10 重复与代表性样本 510
题型 1：说明重复测量与足够样本提高结果可靠性的作用 510
教学图来源与改编说明 516

生命特征与分类

1.1 生命的基本特征

题型 1：从具体过程判断生命特征

知识点 草食动物看到捕食者时，感知到了来自外界的信息。生物能察觉体内外的变化，并对这些变化作出反应，这种特征叫感应。幼苗的根向下生长，也是在对重力刺激作出反应，不必出现跑动才算感应。



示意图不按比例；一个现象可体现不止一种生命特征，水肿等暂时增大不等于生长。

生命特征可以从生物实际完成的事情来区分。运动是整个生物或其一部分的位置发生变化；生长是体积和干重的永久增加，来自细胞数量增加或细胞变大。干重是去掉水分后剩余物质的质量，用它可以避免把暂时吸水肿大误判成真正生长；生殖是产生更多同种生物。叶片合拢属于 _____，幼苗变大属于 _____，产生后代属于 _____。

营养是获得能提供能量、维持生命并支持生长和发育的物质。动物摄取食物，绿色植物则利用光、二氧化碳和水制造有机养分。呼吸作用是细胞内分解营养物质并释放能量的化学反应，植物和动物都需要呼吸作用。细胞内各种化学反应合称代谢。排泄是排出代谢产生的废物、毒性物质或体内过量物质，例如排出呼吸作用产生的二氧化碳；排出未消化的食物不属于排泄。

运动、呼吸作用、感应、生长、生殖、排泄和营养是生命的基本特征。消化、肺部通气和光合作用是某些生物具备的具体过程，不能代替所有生物共有的生命特征。绿色植物进行光合作用制造养分，体现的是 _____。

答案：运动；生长；生殖；营养

怎么认 题目描述一次变化或用箭头表示物质流动时，先说明生物实际做了什么，再与生命特征的含义对应。吸收原料或摄取食物看营养，排出代谢废物看排泄；体积增大看生长，察觉刺激或按刺激方向生长看感应。题目若强调 all living organisms，要判断所选特征是否为生物共有，不能只选图中发生的某个具体过程。

例题 1 （2025·May/June 0610/12 Q1） · 1 级

When a herbivore sees a carnivore, which characteristic of living things is involved?

A excretion

B growth

C reproduction

D sensitivity

解：题干给出的行为是草食动物看到了捕食者，即察觉到外界的变化。感知外界刺激属于感应，英文为 sensitivity，故选 D。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/21 Q1） · 2 级

Which characteristic of living things requires carbon dioxide to diffuse into a leaf?

A excretion

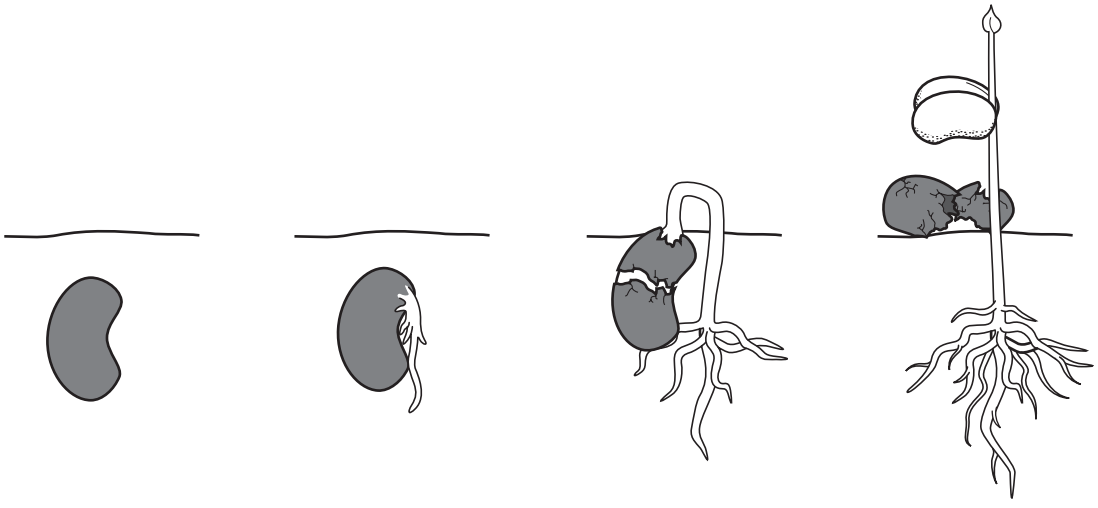
B movement

C nutrition

D respiration

2. （2025·May/June 0610/11 Q1） · 2 级

The diagram shows how a seed changes after it is planted in soil and watered.



Which characteristics of living things are demonstrated by the sequence shown in the diagram?

A growth only

B growth and sensitivity

C nutrition and reproduction

D reproduction and sensitivity

3. （2025·May/June 0610/13 Q1） · 2 级

The Venus flytrap is a plant that feeds on insects. When an insect lands on a specially adapted leaf, the leaf folds very quickly and traps the insect. The leaves produce enzymes which digest the insect.

Which characteristics of living organisms are involved?

A excretion, growth, nutrition

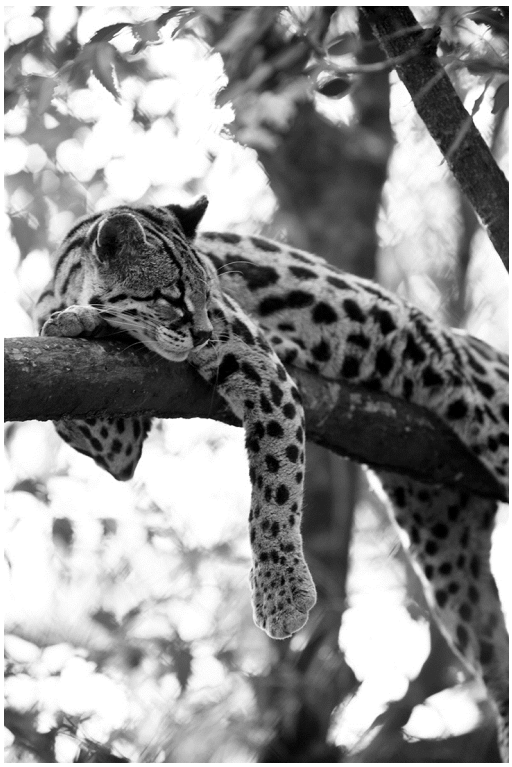
B movement, excretion, nutrition

C movement, sensitivity, growth

D movement, sensitivity, nutrition

4. （2025·May/June 0610/22 Q1） · 2 级

The photograph shows an animal called a margay.



Four processes that occur in the margay are listed.

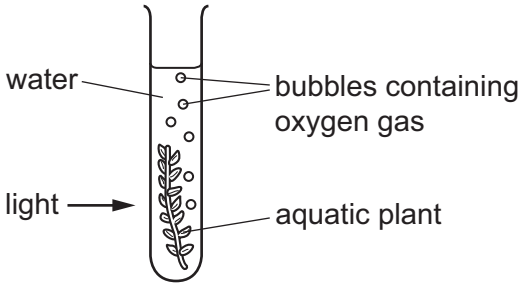
- excretion
- growth
- digestion
- respiration

How many of the processes that occur in the margay are characteristics of all living organisms?

A 1 **B** 2 **C** 3 **D** 4

5. （2025·May/June 0610/23 Q1） · 2 级

The diagram shows an aquatic plant in light.



What is a characteristic of **all** living things that is demonstrated in the diagram?

A breathing

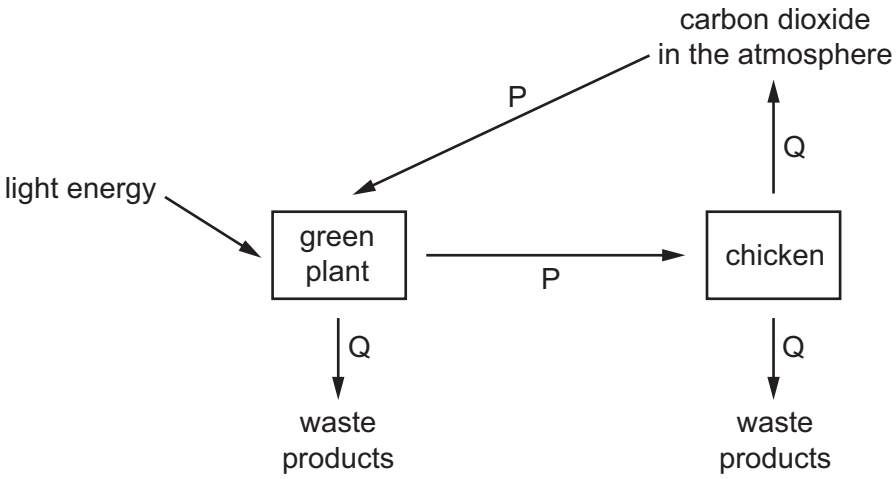
B nutrition

C photosynthesis

D respiration

6. （2025·February/March 0610/12 Q1） · 3 级

The diagram shows some of the processes carried out by living organisms.



Which two characteristics of living organisms are represented by arrows P and Q?

A excretion and sensitivity

B nutrition and excretion

C respiration and growth

D sensitivity and reproduction

1.2 生物的命名

题型 1：从双名法识别属名与种名

知识点 先弄清“同一种生物”是什么意思。一个物种是一组能相互繁殖，并产生可育后代的生物。可育（fertile）表示这些后代成年后仍能繁殖，产生下一代；只看到亲本有了后代，还没有检查完整个判据。体色、大小等外形相近可以帮助观察，却不能代替可育后代这个条件。

同一种生物能繁殖出可育后代

金毛犬与拉布拉多犬	母马与公驴
两种不同品种的家犬 交配后生下小狗 小狗成年后也能繁殖	母马与公驴交配 生下骡 骡通常不能继续繁殖
品种不同，仍属同一物种	家马与家驴属于不同物种

能生下后代，还要看后代是否可育。

可育：后代成年后仍有繁殖能力。

不同品种的家犬能产生可育后代；马与驴产生的骡通常不育。

金毛犬与拉布拉多犬的体形、被毛有所不同，但它们能够交配，生下的小狗成年后也能繁殖。因此，它们是家犬的不同品种，仍属于同一物种。母马与公驴也能交配，产生的后代叫骡；骡通常没有生育能力，所以马与驴属于不同物种。判断时，要从亲本能否交配一直看到后代能否继续繁殖，不能只停在“生下了后代”这一步。

同一种生物在不同语言中可能有不同的俗名。双名法给物种一个通用的学名，名称由前后两个拉丁化的词组成。

完整学名由两个词组成：先属名，再是种的第二部分

属名：首字母大写	第二部分：小写	
Panthera	*leo*	狮
Panthera	*tigris*	虎

两个物种同属 Panthera；完整种名需要两个词，排印时通常用斜体。

同一列比较同一个分类部分：相同属名可以搭配不同第二词，表示同属的不同物种。

例如，人的完整学名是 Homo sapiens。Homo 写在前，表示人所属的属；sapiens 写在后，用来区分同一属内的种。学名的第一部分是 _____，第二部分用于区分 _____。英文 genus 指属。学名中的第二个词叫种加词，用来区分同一属内的不同物种；一个物种的完整学名必须把前后两个词一起写出。

属名的首字母大写，第二个词的首字母小写；印刷时通常用斜体。两个部分可以有相同的字母拼写，例如 Rattus rattus，但仍由前后位置区分它们的意义。俗名即使也有两个单词，例如 Brown seaweed，也不因此成为双名法学名。

答案：属名；同一属内不同的种

怎么认 题干给出生物的学名，并询问 genus、species 或名称两部分的意义时，把学名按前后两个词分开。问 genus 取第一个词；问本型中的 species 取第二个词。若要从几个名称中认出学名，还要区分拉丁化的双名与英语俗名，不能只数单词。

例题 1 （2025·February/March 0610/12 Q2） · 1 级

The scientific name for a domesticated llama is *Lama glama*.

The scientific name for a domesticated sheep is *Ovis aries*.

What is the genus name for the llama and the species name for the sheep?

	genus name for the llama	species name for the sheep
A	*glama*	*aries*
B	*glama*	*Ovis*
C	*Lama*	*aries*
D	*Lama*	*Ovis*

解：题目分别询问羊驼的属名和绵羊学名中表示种的第二部分。羊驼的学名是 Lama glama，取第一个词得到属名 Lama；绵羊的学名是 Ovis aries，取第二个词得到 aries。对应的一行是 Lama、aries，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/11 Q2） · 1 级

Which row describes each part of the binominal system name for humans?

	Homo	*sapiens*
A	genus	kingdom
B	genus	species
C	species	genus
D	species	kingdom

2. （2025·May/June 0610/13 Q2） · 1 级

A rat has the scientific name *Rattus rattus*.

What do the two parts of this name refer to?

A genus and species

B kingdom and genus

C kingdom and species

D species and group

3. （2025·May/June 0610/12 Q2） · 2 级

Which organism has been named using the binomial system?

A *Brown seaweed*

B *Polar bear*

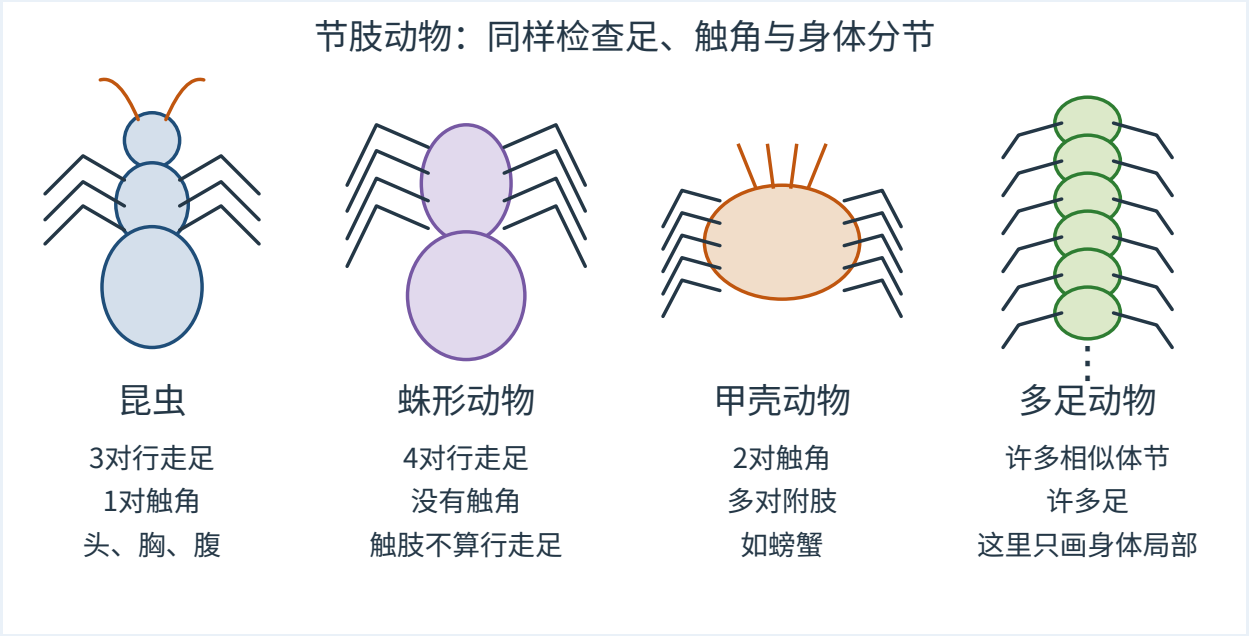
C *Red fox*

D *Vulpes vulpes*

1.3 生物的分类

题型 1：依据可见结构辨认生物类群

知识点 蚂蚁、蜘蛛、蜈蚣和螃蟹的外形不同，却都具有分节的身体、坚硬的外骨骼和分节的附肢，属于节肢动物。外骨骼是身体外面的坚硬支持和保护层；附肢是从身体伸出的可活动结构，包括足等；分节表示这些结构由一段段相连组成。昆虫、蛛形动物、甲壳动物和多足动物是节肢动物的四个主要类群。鱼、两栖动物和爬行动物具有脊柱，即由一块块椎骨相接组成的背部支持结构，不属于节肢动物。



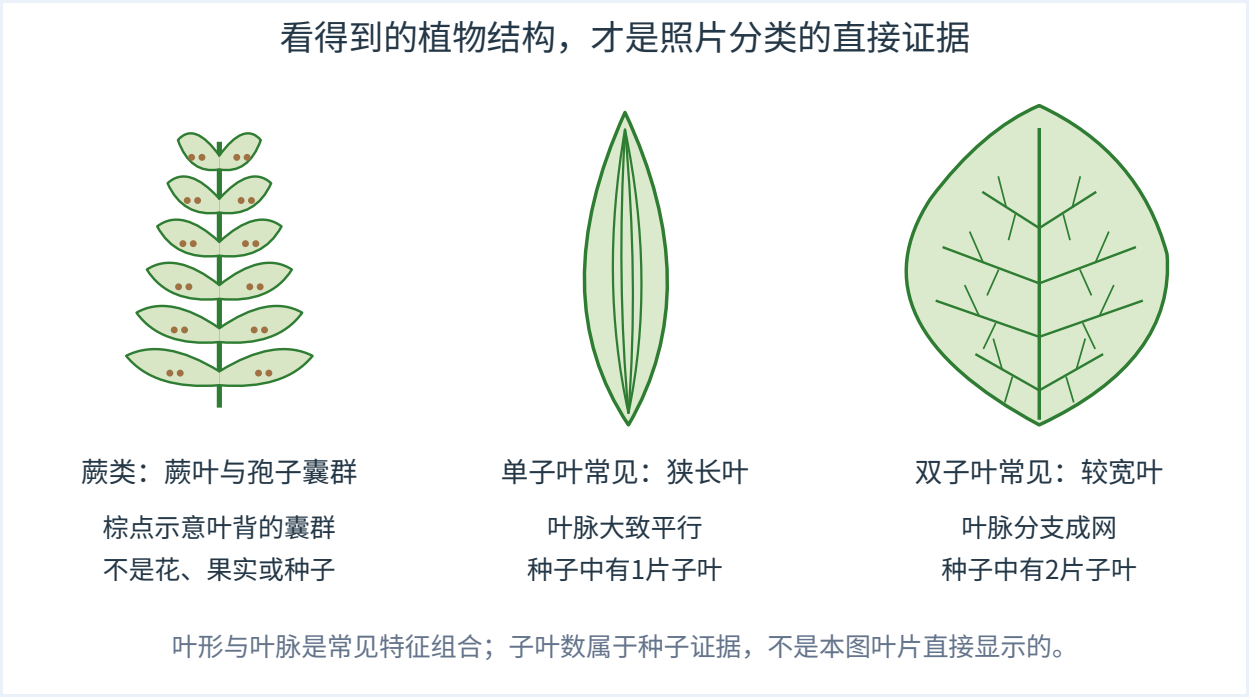
图形不按真实大小比例；多足动物只画局部体节，分类看结构而非纸面大小。

昆虫有头、胸、腹三个主要部分，胸部有三对足，即六条足，并有一对触角。触角是头部伸出的感受结构，不能与用来走路的足混数。蛛形动物有四对足，没有触角；蝎子前方像钳子的触肢不是行走足，不能把它和四对行走足混在一起计数。甲壳动物通常有两对触角和多对足，例如螃蟹；多足动物身体有许多相似体节和许多足，例如蜈蚣。蚂蚁有三对足，因此应归为 _____。

脊椎动物可分为鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类。鱼类通常有鳞片、鳍和鳃，体温随环境变化，卵外有胶状物，没有外耳。两栖类通常皮肤湿润；爬行类有干燥鳞片。鸟类有羽毛，并产有硬壳的卵；哺乳类具有毛发并用乳汁喂养幼体。翅膀本身不能独自证明属于鸟类，因为昆虫和蝙蝠也有翅膀。

判断一组特征或一个名称列表时，要逐项核对。若列表中出现鱼类，即使其他名称都是昆虫，也不能称为“只含节肢动物”。若看图辨类群，先数行走足并看身体分节，再结合触角和外骨骼，不能仅凭“看起来像虫”判断。

植物也要看一组可见结构。蕨类有真正的根、茎和叶，但不靠花和种子繁殖。蕨叶常被称为 fronds；一些蕨叶背面可见成群的小点，这些是孢子囊群。每群含有多个产生孢子的囊状结构，孢子参与繁殖。照片里通常能看清孢子囊群，不能把这些大点都说成单个微小孢子。



三幅是特征示意，不是同一物种的三个阶段；蕨叶背面的棕点表示孢子囊群。

开花植物可按子叶数分成单子叶植物和双子叶植物。子叶是种子中胚的叶片，胚是可发育成新植株的幼小个体；单子叶有一片，双子叶有两片。看整株或叶的照片时，种子未必露出来，因此应优先使用图中确实可见的证据。

常见单子叶植物的叶片狭长，叶脉大致平行；常见双子叶植物叶片较宽，叶脉分支相连成网状。叶脉中有运输物质的组织，含这些组织的一束结构称为维管束。单子叶茎中的维管束通常散布，双子叶茎中通常排成一圈，第 8 章会用横切面图定位。花部数量也常不同：单子叶多为 3 或 3 的倍数，双子叶多为 4、5 或其倍数。

同一物种可能没有把所有特征都显示出来。题目若要求“用照片中可见的特征解释”，就写看到的蕨叶、孢子囊群、叶宽及叶脉，不能把种子里的子叶数或未切开的茎维管束当成照片已经证明的事实。

答案：昆虫

怎么认 先区分有脊柱的动物与有分节附肢、外骨骼的节肢动物。节肢动物再按足的对数、触角和体节区分；鸟类用羽毛等特征判断，不能只看是否有翅。列表和表格必须每一项都相符。植物照片先分蕨类与开花植物，再用可见叶形和叶脉判断单子叶或双子叶；分类结果必须配对应的观察证据。

例题 1 （2025·February/March 0610/12 Q3） · 1 级

The photograph shows an arthropod, *Formica fusca*.



What is the reason for placing *Formica fusca* into the correct group?

A It is an arachnid, because the body is in segments.

B It is a crustacean, because the legs have joints.

C It is an insect, because there are three pairs of legs.

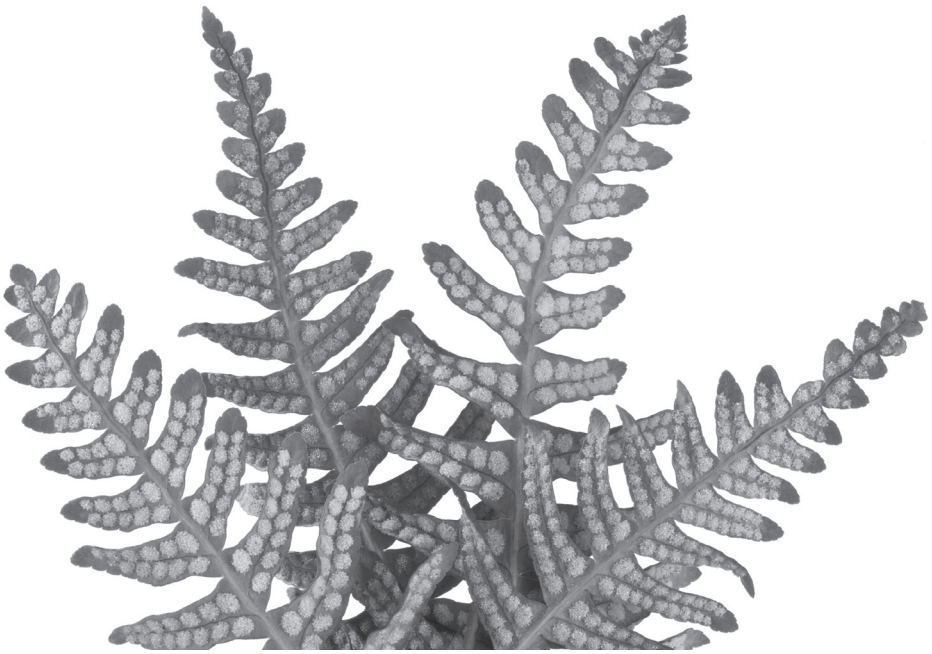
D It is a myriapod, because there are two antennae.

解：图中蚂蚁有三对行走足，这是昆虫的特征。身体分节和足具关节是节肢动物共有的特点，不能据此专门归入蛛形动物或甲壳动物；一对触角也不能说明属于多足动物。正确类群及理由是 insect、three pairs of legs，故选 C。

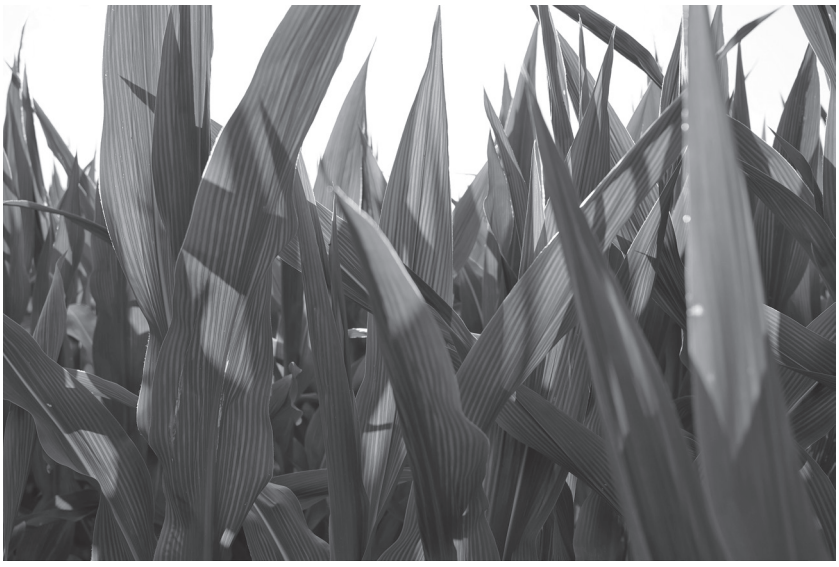
例题 2 （2025·October/November 0610/43 Q1(c)(ii)） · 2 级

Scientists use classification systems to study relationships between different groups of organisms.

(c) Fig. 1.1 shows photographs of two different species, **X** and **Y**.



species **X**



species **Y**

(ii) Using features visible in Fig. 1.1, identify the group in the plant kingdom that species **X** and **Y** belong to.

Explain your answer.

species **X**

species **Y**

解：物种 X 是蕨类。图中可看到蕨类的叶片（fronds），叶片背面有成群排列的圆点状结构，属于产生孢子的孢子囊群。这些可见特征支持蕨类判断。

物种 Y 是开花植物中的单子叶植物。照片中的叶片狭长，而且叶脉沿叶片长轴大体平行，符合单子叶植物常见的叶片特征。

题目要求使用照片中看得到的特征。因此 X 的解释写蕨叶及产生孢子的结构，Y 的解释写狭长叶片和平行叶脉；不要把照片中并未显示的种子子叶数当作直接观察证据。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/12 Q3） · 2 级

Which list contains **only** arthropods?

A amphibians, insects, myriapods

B arachnids, crustaceans, myriapods

C crustaceans, insects, fish

D insects, myriapods, reptiles

2. （2025·May/June 0610/21 Q2） · 2 级

Which set of features is characteristic only of birds?

A hair and wings

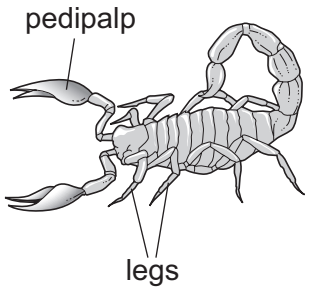
B hard-shelled eggs and feathers

C scales and soft-shelled eggs

D wings and soft-shelled eggs

3. （2025·February/March 0610/22 Q2） · 2 级

The diagram shows an arthropod.



To which group does it belong?

A arachnids

B crustaceans

C insects

D myriapods

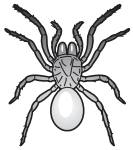
4. （2025·May/June 0610/13 Q3） · 2 级

Which of the animals shown is a crustacean?

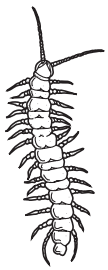
A



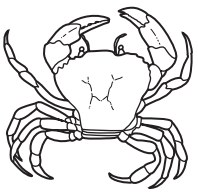
B



C



D



5. （2025·October/November 0610/41 Q4(b)） · 2 级

(b) Describe **two** ways the structure of a monocotyledonous plant differs from the structure of a dicotyledonous plant.

6. （2025·May/June 0610/11 Q3） · 3 级

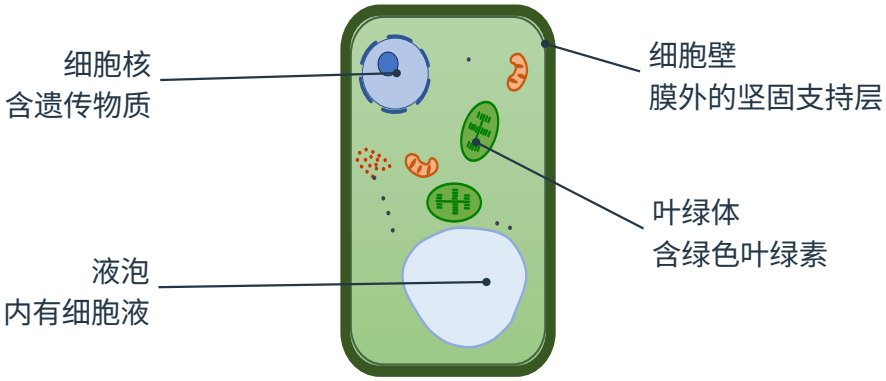
What are the characteristics of fish?

	maintain a constant body temperature	eggs covered in jelly	external ears present	scales present
A	yes	no	yes	no
B	yes	yes	no	yes
C	no	no	yes	no
D	no	yes	no	yes

题型 2：结合细胞结构区分类群，并辨认病毒

知识点 生物体由细胞组成。有些生物只由一个细胞构成，也能完成生命活动；有些生物则由许多细胞组成。细胞是构成生物并完成生命活动的基本单位。遗传物质保存生长和活动所需的信息，DNA 是一种遗传物质；细胞核是由核膜包围、含遗传物质的结构。细胞壁是膜外较坚固的支持层，叶绿体是含绿色色素、能利用光制造养分的结构，液泡是装有细胞液的空间。判断生物所属的界时，先看有没有细胞核，再结合单细胞或多细胞、细胞壁和叶绿体等条件。

进入分类之前，先认清四种细胞结构



以一枚绿色植物细胞为例；没有这些结构的细胞，也可能是活细胞。

单细胞表示整个个体只有一个细胞；多细胞表示个体由许多细胞组成。

这一页先提供分类需要的结构位置；第 2 章再逐一解释膜、细胞质和其他结构的功能。 图源：P01（见书末图源说明）。

有无细胞核先分开，再核对其他细胞特征



植物	通常多细胞；壁为纤维素，绿色细胞可有叶绿体
动物	多细胞；没有细胞壁和叶绿体
真菌	有细胞核和细胞壁；没有叶绿体
原生生物	结构多样；许多单细胞，有些含叶绿体

这张表用于有细胞结构的生物；不能只见一个特征就跳过其他条件。

箭头是分类查证次序，不是进化关系；单细胞并不自动等于细菌。

细菌属于原核生物，遗传物质没有被核膜包围，因而没有真正的细胞核。图中常可看到裸露的环状 DNA，而不是一个完整的细胞核。具有细胞核的生物中，植物通常为多细胞，细胞壁由纤维素构成，许多细胞具有叶绿体；动物为多细胞，细胞没有细胞壁和叶绿体。

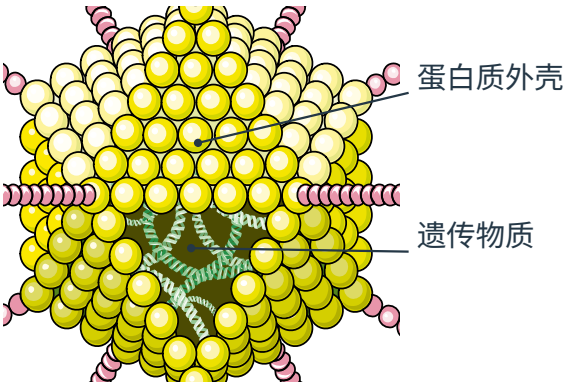
真菌具有细胞核和细胞壁，却没有叶绿体；酵母是单细胞真菌，图中常有细胞壁和较大的液泡。原生生物的结构多样，许多为单细胞：有的具有叶绿体和细胞壁，有的像变形虫一样没有固定形状。一个单细胞生物若有细胞核、细胞壁和叶绿体，应归入 _____，不能只看到叶绿体就断定是多细胞植物。

看示意图时，先辨认细胞核、环状 DNA 和细胞壁等实际结构；图形大小通常不按比例，不能把画得小当作原核生物的唯一理由。

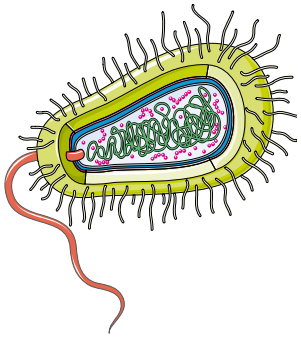
病毒不能当成一种没有细胞核的细胞。病毒的基本结构是遗传物质包在蛋白质外壳中；蛋白质外壳也叫衣壳，保护里面的遗传信息。不同病毒可用 DNA 或 RNA 保存信息，RNA 也是一种核酸，不是细胞核。图上卷曲的线表示遗传物质，外层规则的颗粒或多面体边界表示蛋白质外壳。

病毒没有细胞质和核糖体，不能像细菌那样具有完整的细胞活动结构。

病毒有外壳和遗传物质；细菌则是有细胞结构的个体



腺病毒局部剖开



细菌有细胞质、核糖体

示意大小不可比较；病毒外伸附着结构没有全画，不影响外壳与遗传物质的辨认。

使用腺病毒的真实科学图示外壳及内部核酸；病毒种类不同，外形可不同，基本结构仍须按标线辨认。图源：P06、P02（见书末图源说明）。

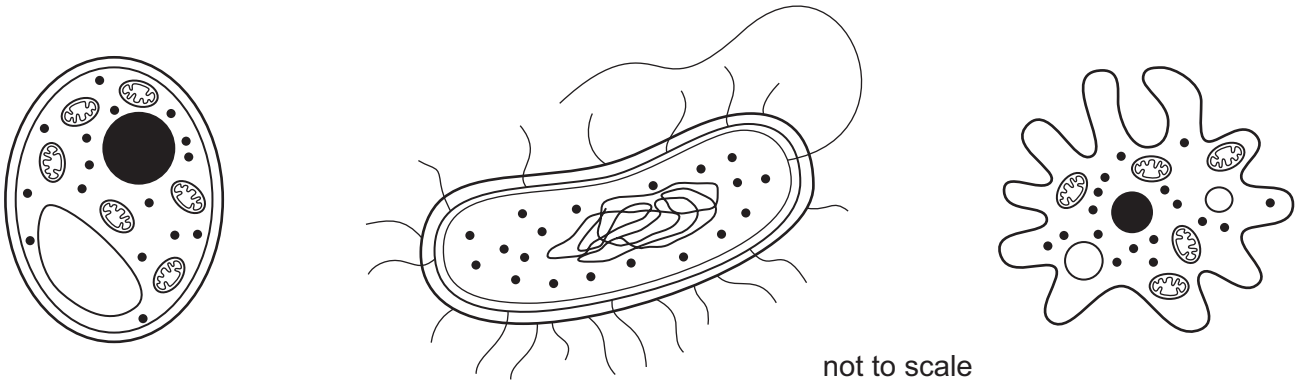
细菌有细胞膜、细胞质和核糖体；细胞膜控制物质进出，核糖体制造蛋白质。细菌的 DNA 没有核膜包围，所以它是原核细胞；病毒则根本不是细胞，不能把“无细胞核”作为二者完全相同的理由。
比较细菌与病毒时，若问细菌有而病毒没有的两个结构，细胞质和核糖体是清楚的一组答案。若问病毒图中的外壳与内部线团，则分别对应蛋白质外壳和遗传物质。两问的对象不同，不能把病毒外壳叫成细菌细胞壁。

答案：原生生物界

怎么认 先用有没有真正的细胞核区分原核生物与其他类群，再结合细胞数、细胞壁和叶绿体。单细胞且有叶绿体、细胞核可指向原生生物；有壁和核但无叶绿体可指向真菌。

例题 1 （2025·October/November 0610/22 Q2） · 3 级

The diagrams show cells of organisms from three different kingdoms.



not to scale

1　　2　　3

Which row shows the kingdoms for the organism cells labelled 1, 2 and 3?

	cell 1	cell 2	cell 3
A	fungus	protoctist	prokaryote
B	fungus	prokaryote	protoctist
C	prokaryote	fungus	protoctist
D	prokaryote	protoctist	fungus

解：细胞 1 有细胞壁、细胞核和液泡而没有叶绿体，是真菌细胞；细胞 2 没有真正的细胞核，中央为裸露的遗传物质，是原核生物；细胞 3 为有核、形状不固定的单细胞原生生物。三列依次为 fungus、prokaryote、protoctist，故选 B。

例题 2 （2025·October/November 0610/41 Q1(c)(i)） · 1 级

(c) Fig. 1.2 is a diagram of a virus.

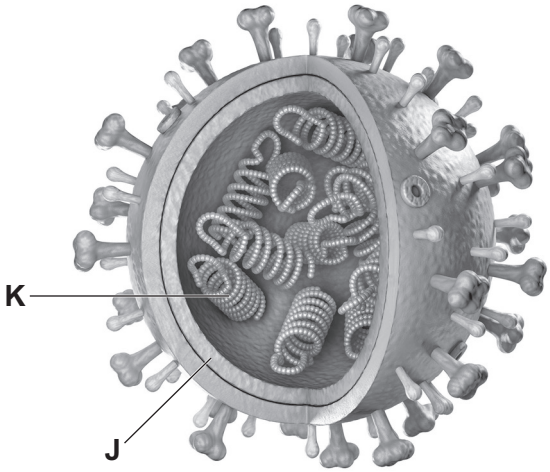


Fig. 1.2

(i) State the name of the parts labelled **J** and **K** in Fig. 1.2.

J

K

解：沿着标线读，而不要把病毒直接当作动物细胞。J 的标线指向包围内部物质的外壳，按本图应写蛋白质外壳（protein coat）。K 指向内部盘绕的物质，应写遗传物质（genetic material）。

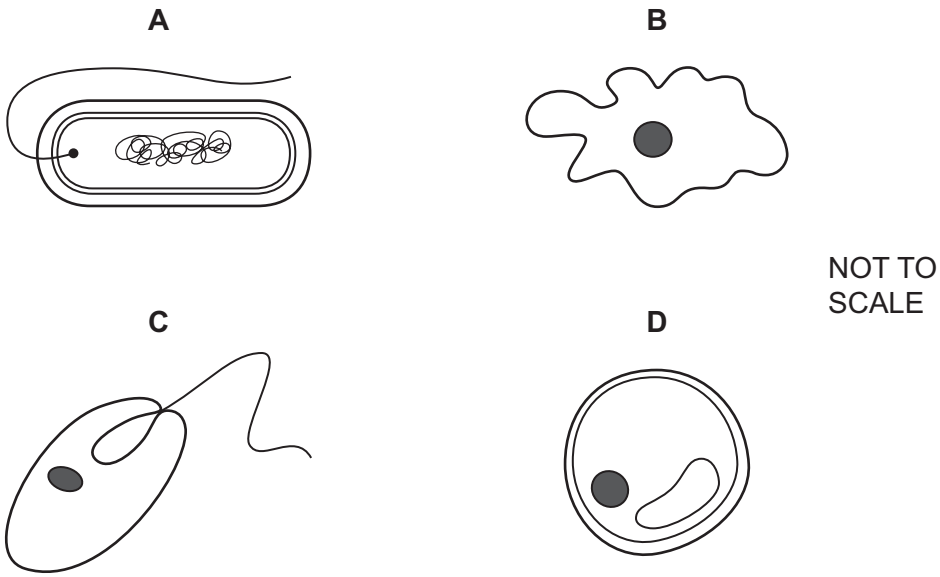
病毒不具有细胞核、细胞质等完整的细胞结构，因此不能因为 K 位于中央，就把它叫作细胞核。题图没有要求分辨遗传物质具体为 DNA 还是 RNA，写遗传物质即可。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/23 Q2） · 1 级

The diagrams show four organisms.

Which organism is a prokaryote?



2. （2025·May/June 0610/22 Q3） · 2 级

A single-celled organism has chloroplasts, a cell wall and a nucleus.

Which kingdom is this organism placed in?

A fungus

B plant

C prokaryote

D protoctist

3. （2025·October/November 0610/41 Q1(c)(ii)） · 2 级

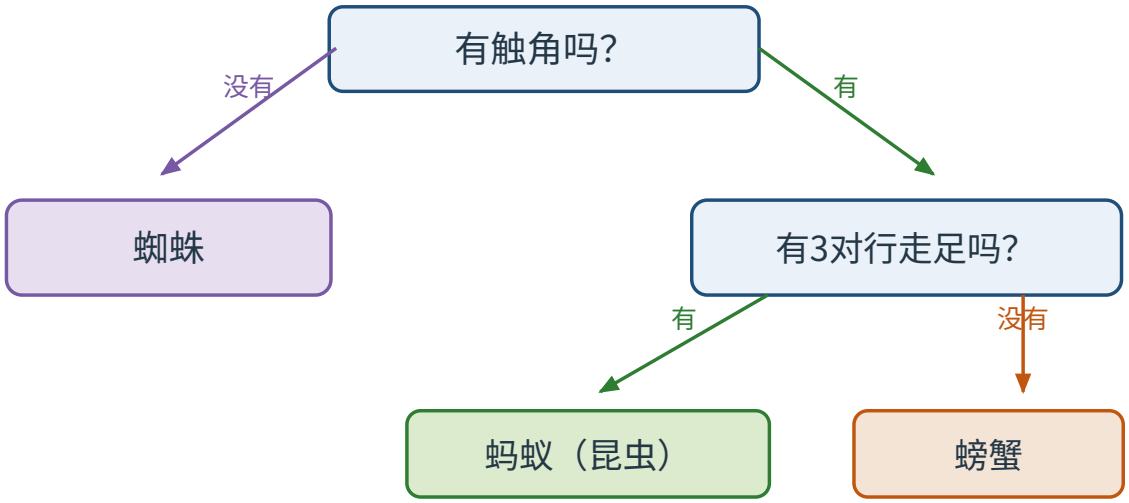
(ii) State **two** structures present in bacteria that are absent in viruses.

题型 3：按成对特征逐步使用二歧检索表

知识点 只见一幅陌生生物图，未必能立刻叫出它的名称。二歧检索表（dichotomous key）把辨认过程拆成连续的二选一：每一组提供两种互斥的描述，观察当前生物符合哪一种，就按该项指示走到下一组，或直接得到名称。

先看下方只包含蚂蚁、蜘蛛和螃蟹的示例。若没有触角，走到蜘蛛；若有触角，再数行走足。三对行走足对应昆虫中的蚂蚁，不是三对则在这个限定候选集中对应螃蟹。这个简化表不能拿来判定世界上所有节肢动物，例如它没有把多足动物列作候选。

二歧检索表示例：候选只有蚂蚁、蜘蛛、螃蟹



分叉箭头是判断路线，不表示这些动物从前一种变成后一种。

这个检索表只对列明的三个候选有效；实际题目一律沿原题给出的特征和编号查找。

正式题中的检索表可能画成分叉图，也可能写成 1(a)、1(b)、2(a)、2(b)的表格。每次只在同一个编号的两个描述中选择。例如“go to 4”表示跳到第 4 组继续观察，不表示答案是 4，也不能接着读刚才那一行的下一行。

遇到六七幅图要一一命名，给每个字母单独写一条路线。先查有无螯或毛状结构，再按表中要求查大小是否相同、体节是否可见、斑点数、是否形成链等。螯是能像钳子一样夹住物体的附肢；体节是身体重复排列的段；链状是个体首尾相连成串。题干使用哪些特征，才检查哪些特征，不能凭感觉选择一个拉丁学名。

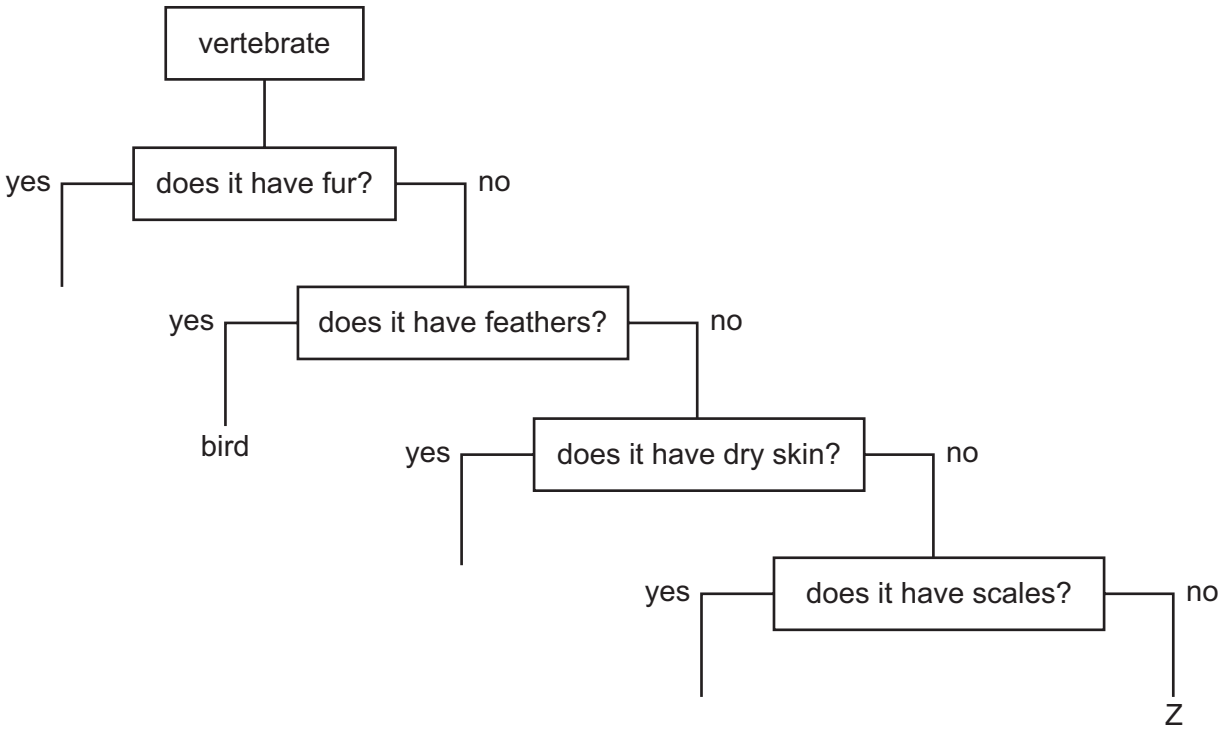
题目若已经填好一项，可以用它检查读表方向，但不能只靠剩余字母排除代替观察。每个结果都应能沿自己的特征路线回查。每一步在同一组 _____ 种描述中选一项；看到 go to 3，就去第 _____ 组继续。

答案：两；3

怎么认 先识别检索表而非亲缘树；从题目指定起点开始，每到一个分叉或编号只判断当前一对特征，直到得到终点。多图题逐个对象完成路线并核对。

例题 1 （2025·October/November 0610/13 Q3） · 1 级

Using the dichotomous key, which type of animal would be found at Z?



A amphibian

B fish

C mammal

D reptile

解：从起点 vertebrate（脊椎动物）沿通往 Z 的路径逐级读，不能从某个中间问题随意开始。

第一问“有毛吗？”沿 no，排除哺乳类；第二问“有羽毛吗？”也沿 no，排除鸟类。第三问“皮肤干燥吗？”沿 no，排除皮肤干燥、有鳞片的爬行类。第四问“有鳞片吗？”仍沿 no，到达 Z。

因此 Z 表示没有毛、没有羽毛、皮肤不干燥且没有鳞片的脊椎动物，对应两栖类 amphibian，选 A。鱼类虽然皮肤不干燥，但通常有鳞片，应在最后一问走 yes，不到 Z。

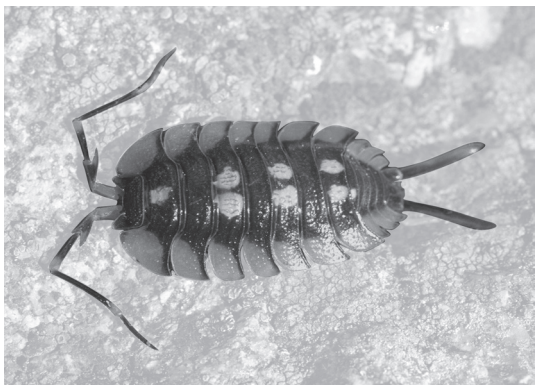
针对练习

1. （2025·October/November 0610/31 Q1(b)） · 3 级

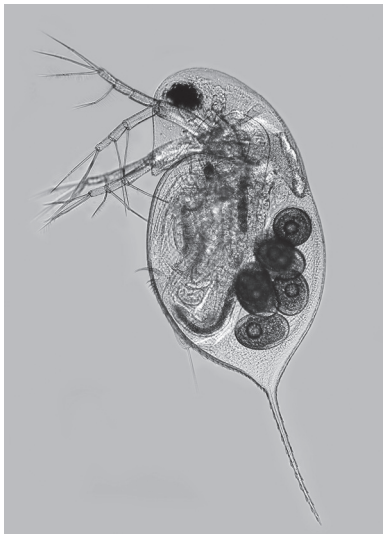
(b) Fig. 1.1 shows six species of crustacean.



A



B



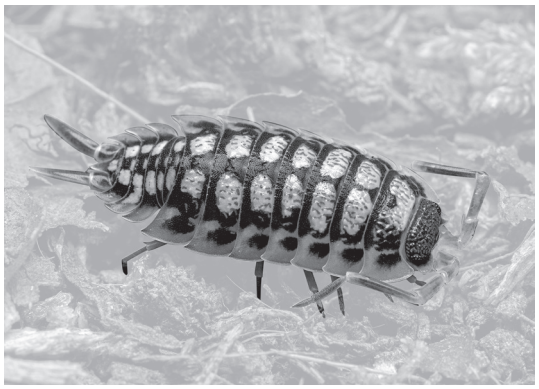
C



D



E



F

NOT TO SCALE

Fig. 1.1

Use the key to identify each species shown in Fig. 1.1.

Write the letter of each species (**A** to **F**) in the correct box in the key.

Key

1	(a)	pincers visible	*go to 2*	
	(b)	pincers **not** visible	*go to 4*	
2	(a)	pincers are the same size	*go to 3*	
	(b)	pincers are different sizes	*Minuca pugnax*	
3	(a)	body is nearly round	*Maja brachydactyla*	
	(b)	body is long	*Astacus leptodactylus*	
4	(a)	body has visible segments	*go to 5*	
	(b)	body has **no** visible segments	*Daphnia pulex*	
5	(a)	fewer than eight spots are visible on the body	*Porcellio expansus*	
	(b)	more than eight spots are visible on the body	*Porcellio haasi*	

2. （2025·October/November 0610/41 Q1(a)） · 3 级

(a) Fig. 1.1 shows drawings of seven species of bacteria.

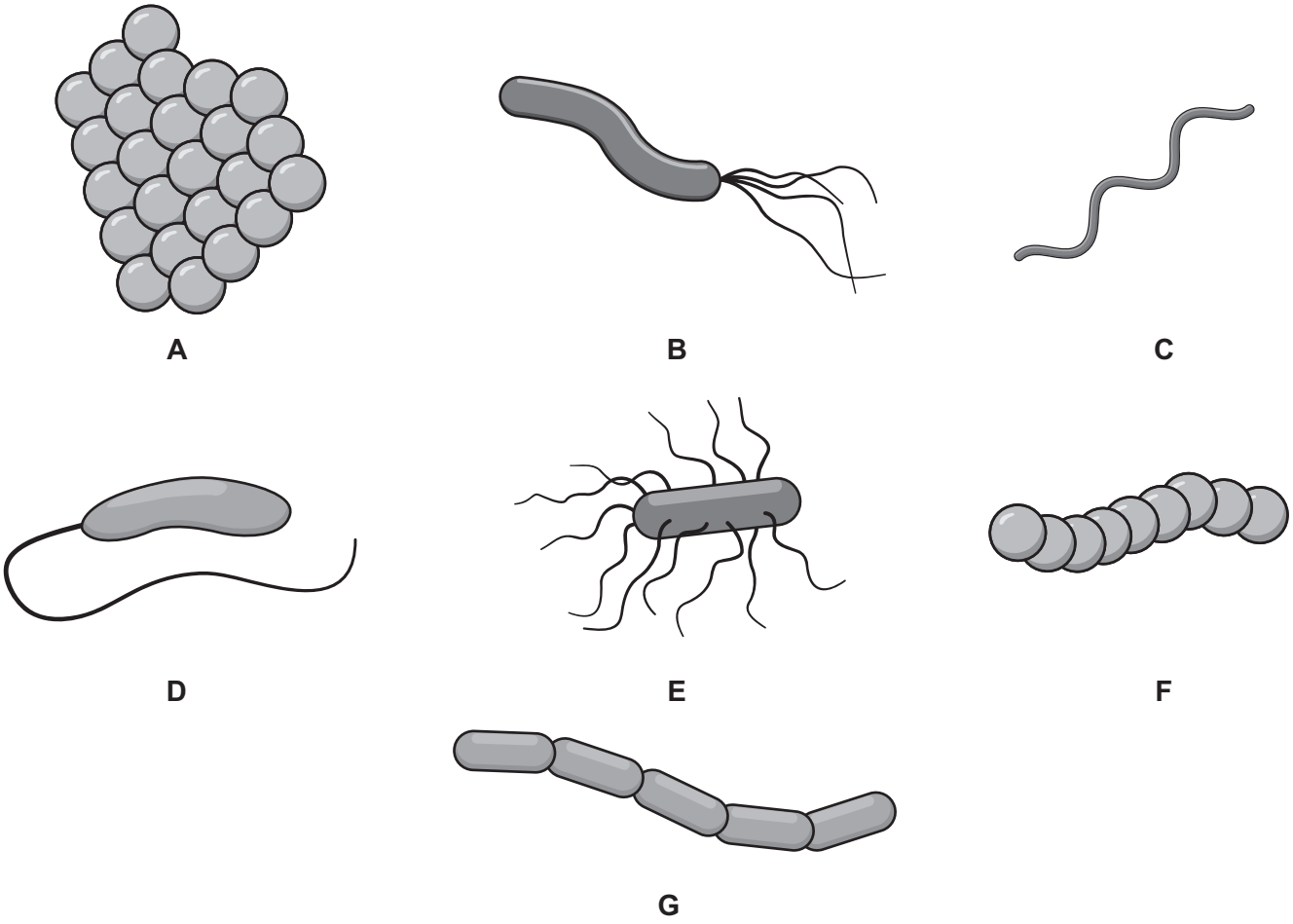


Fig. 1.1

Use the key to identify each species of bacteria in Fig. 1.1.

Write the letter of each species (**A** to **G**) in the correct box beside the key.

One has been done for you.

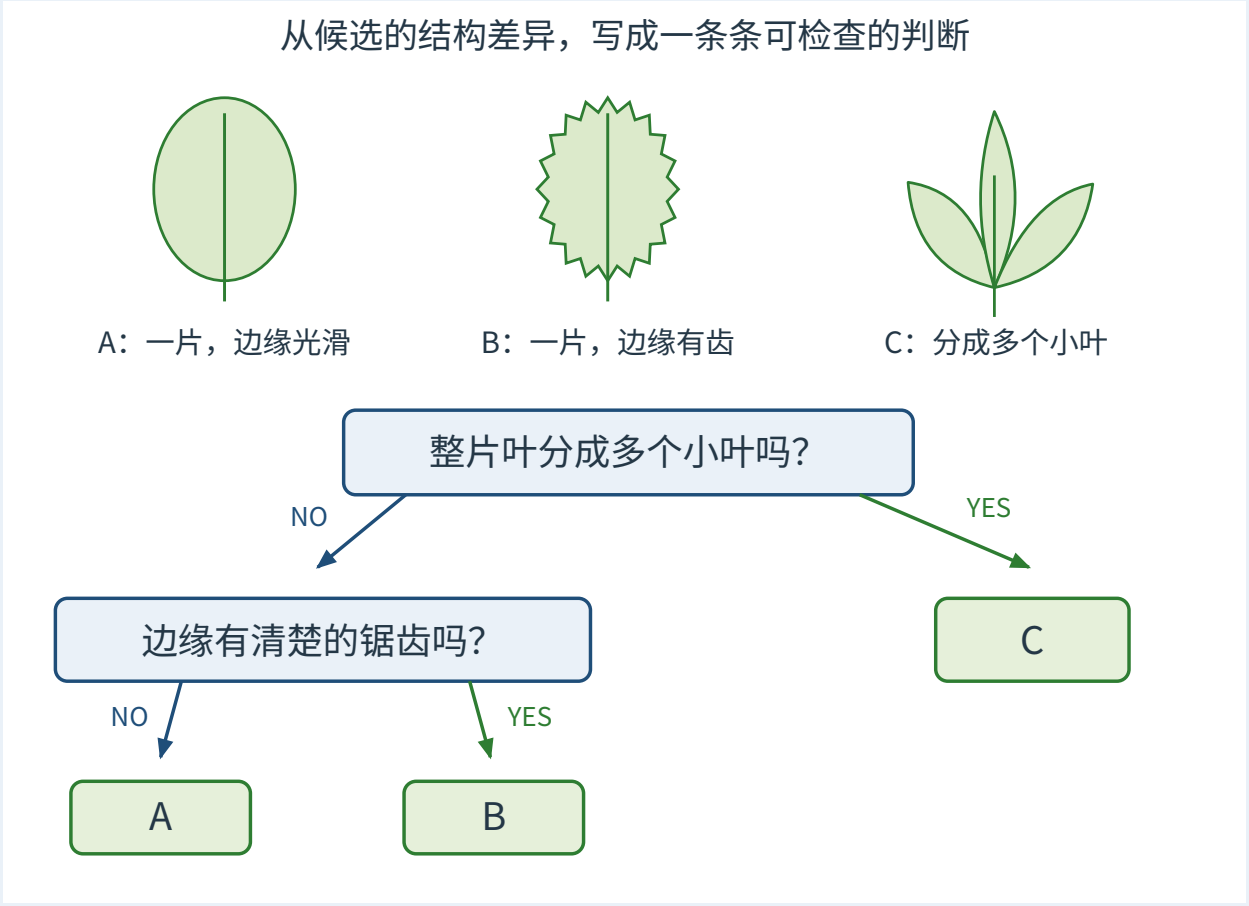
key

1	(a)	hair-like structure or structures visible	go to 2	
	(b)	no hair-like structures visible	go to 4	
2	(a)	more than one hair-like structure	go to 3	
	(b)	one hair-like structure only	*Vibrio cholerae*	
3	(a)	hair-like structures attached at one end only	*Helicobacter pylori*	
	(b)	hair-like structures attached all over	*Salmonella typhi*	
4	(a)	bacteria have a spiral shape	*Treponema pallidum*	
	(b)	bacteria do **not** have a spiral shape	go to 5	
5	(a)	bacteria are grouped to form a chain	go to 6	
	(b)	bacteria do **not** form a chain	*Staphylococcus aureus*	
6	(a)	bacteria in the chain are cylindrical in shape	*Streptobacillus moniliformis*	
	(b)	bacteria in the chain are circular in shape	*Streptococcus pyogenes*	**F**

题型 4：根据可见特征构建或补全二歧检索表

知识点 使用检索表，是按已经写好的判断找名称；构建检索表，则要自己选择这些判断。先列清本题需要区分的候选，观察每个候选的可见特征，再把候选一组组分开。每个分叉只能问一件能够回答“是”或“否”的事；也可以写成两句相反的描述，例如“边缘有锯齿”和“边缘没有锯齿”。两项必须互斥，即同一对象不能同时符合两项；也必须覆盖本组所有候选，不能让某个对象两项都不符合。

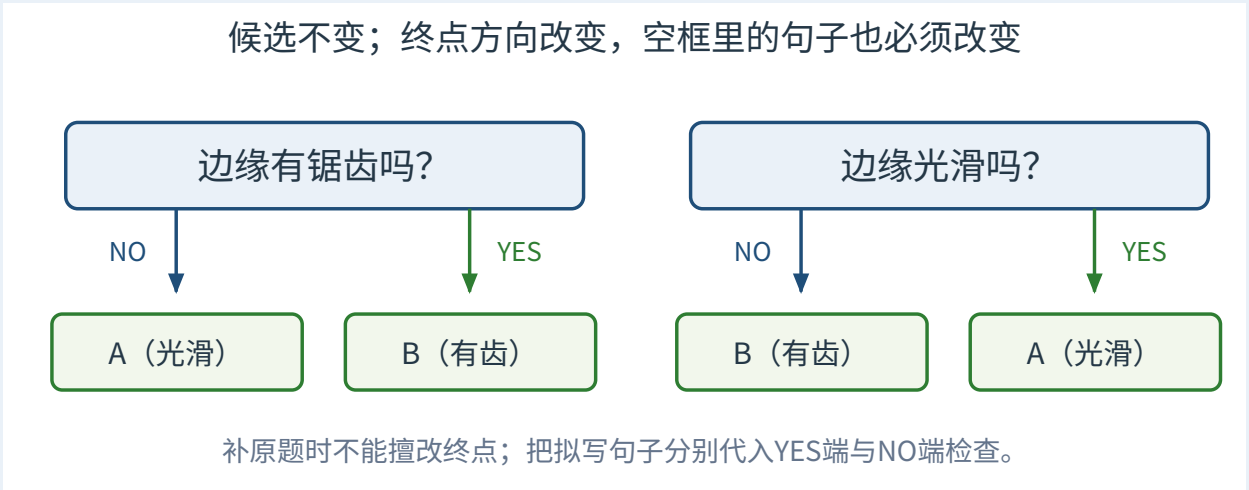
以下方三片概念示意叶为例。A 是一片边缘光滑的叶；B 也是一片，但边缘有清楚的锯齿；C 的一整片叶由几个小片共同组成，这种叶叫复叶，每个小片称为小叶。先问“整片叶分成多个小叶吗？”就能把 C 单独分出。另一条分支还剩 A、B，再问边缘有无锯齿，便能把这两片叶分开。到名称的分支表示已经识别完成；仍含多个候选的分支应继续指向下一判断。



三片叶是构建方法的概念示意；箭头表示对当前问题的判断结果，不表示生长或亲缘关系。

这张表的每一句都要接受回查：把 A、B、C 分别从起点代入，应当各有一条完整路线，最后到达自己的名称。第一步已经分出的 C，不必再拿去回答只为 A、B 设置的第二个问题。检索表也不要求每次把候选平均分成两半；每一步能明确分开当前候选即可。

补空框时，先看空框的两条箭头已经通向谁。假如 YES 通向 B、NO 通向 A，就要写“对 B 为真、对 A 为假”的特征，例如“边缘有锯齿吗？”若反而写“边缘光滑吗？”，虽然也能区别两片叶，却会让它们走向相反的名称。答案不只要有区别，还必须服从原题规定的方向。



两边使用同样的 A、B；只有终点的左右安排不同，因此上方的判断句也不同。

实际题会把这一步换成不同对象。节肢动物可比较行走足对数、有无翅或两只螯是否一样大；螯是像钳子一样夹持的附肢，不能把触角也数成足。图中已经有“超过十对足”的第一步时，先把符合它的对象排除，再选择后面空框的判断。不要再用一个让所有剩余对象都回答 YES 的共同特征，例如“有足”。

另一类题给微小生物图。纤毛（cilia）是细胞表面的细短毛状结构，图上可能排成环、排成行，或几根合在一起成为一束；fused cilia 表示纤毛融合成束。支柄（stalk）是图中向外伸出的细长支持部分。即使不知道生物的拉丁名，仍可根据图上这些已画出、已标明的结构写判断。写“没有支柄”也可以，但要把“没有”这句话本身当作判断：没有支柄的对象应走 YES。

比较复叶时，先认清图题说的是“整片叶”。一整片叶的多个小叶可能都连接在同一点，也可能沿一根中央轴两侧分布；这比只说“大叶”和“小叶”明确。若原图写 not to scale，表示各图不按统一比例画出，不能拿纸上的绝对长短当成生物真实大小。选好句子后，检查 YES 端符合、NO 端不符合，并让涉及的所有候选从起点走到终点。

构建时，两项描述必须互相 _____；补框时，所写句子对 YES 端必须为 _____，对 NO 端必须为 _____。

答案：排斥；真；假

怎么认 先找空框下游的候选和已固定的 YES/NO 方向；回到原图选一个可观察、界限明确的区别，再把每个候选代入句子检查。若要从零构建，先列特征、再分组，所有终点都要能回到唯一的候选。

例题 1 （2019·October/November 0610/42 Q1(a)(ii)） · 3 级

(a) Fig. 1.1 shows four arthropods.

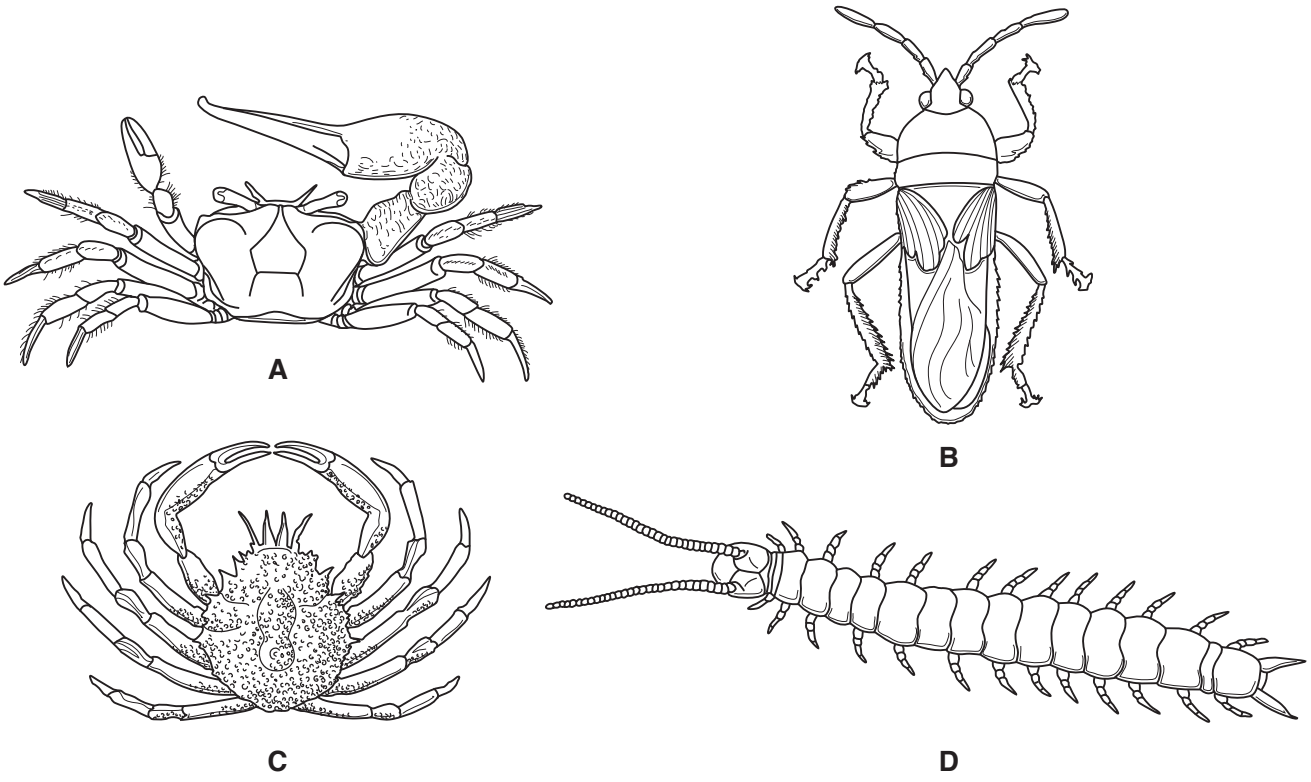


Fig. 1.1

(ii) Fig. 1.2 is a dichotomous key for the arthropods shown in Fig. 1.1.

Complete Fig. 1.2 by writing suitable statements in:

- box **2** to identify species **B**
- box **3** to separate species **C** and **A**.

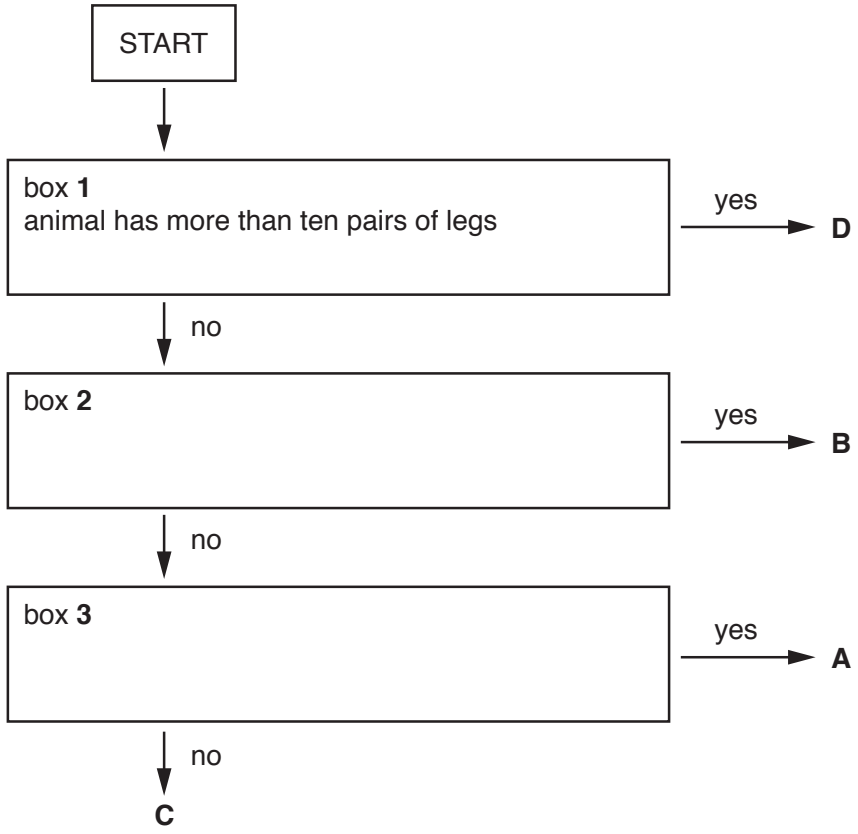


Fig. 1.2

解：先读已经写好的 Box 1："足超过十对"。图 D 有很多身体节和许多对足，走 YES 到 D；A、B、C 走 NO，才会到 Box 2。因此 Box 2 要区分的当前候选是 B 与 A、C，不必再替 D 设计判断。

Box 2 的 YES 箭头已经通向 B。看图 B，它有三对行走足；头前的一对触角不是足。A、C 的足数都不止三对，所以可写 **animal has three pairs of legs**（动物有三对足）。代入检查：B 符合，走 YES；A、C 不符合，走 NO 到 Box 3。只写"有足"会让三者都符合，不能完成这一分组。

Box 3 剩下 A 和 C，YES 通向 A，NO 通向 C。图 A 的一只螯明显大于另一只，图 C 的两只螯大小相近，所以写 **animal has claws of different sizes**（动物的两只螯大小不同）。这样 A 回答 YES，C 回答 NO，恰好到达各自的字母。

最后把四个对象从 START 各走一次：D 在 Box 1 结束；B 经 Box 1 的 NO、Box 2 的 YES 结束；A 经 NO、NO、YES；C 经 NO、NO、NO。每个对象都有唯一且正确的终点。官方评分每个空框 1 分；本解选用的"三对足"与"两螯大小不同"均是官方列出的可得分特征。

针对练习

1. （2020·May/June 0610/41 Q5(b)） · 3 级

(b) Fig. 5.1 shows five species of ciliate that are found in sewage treatment works.

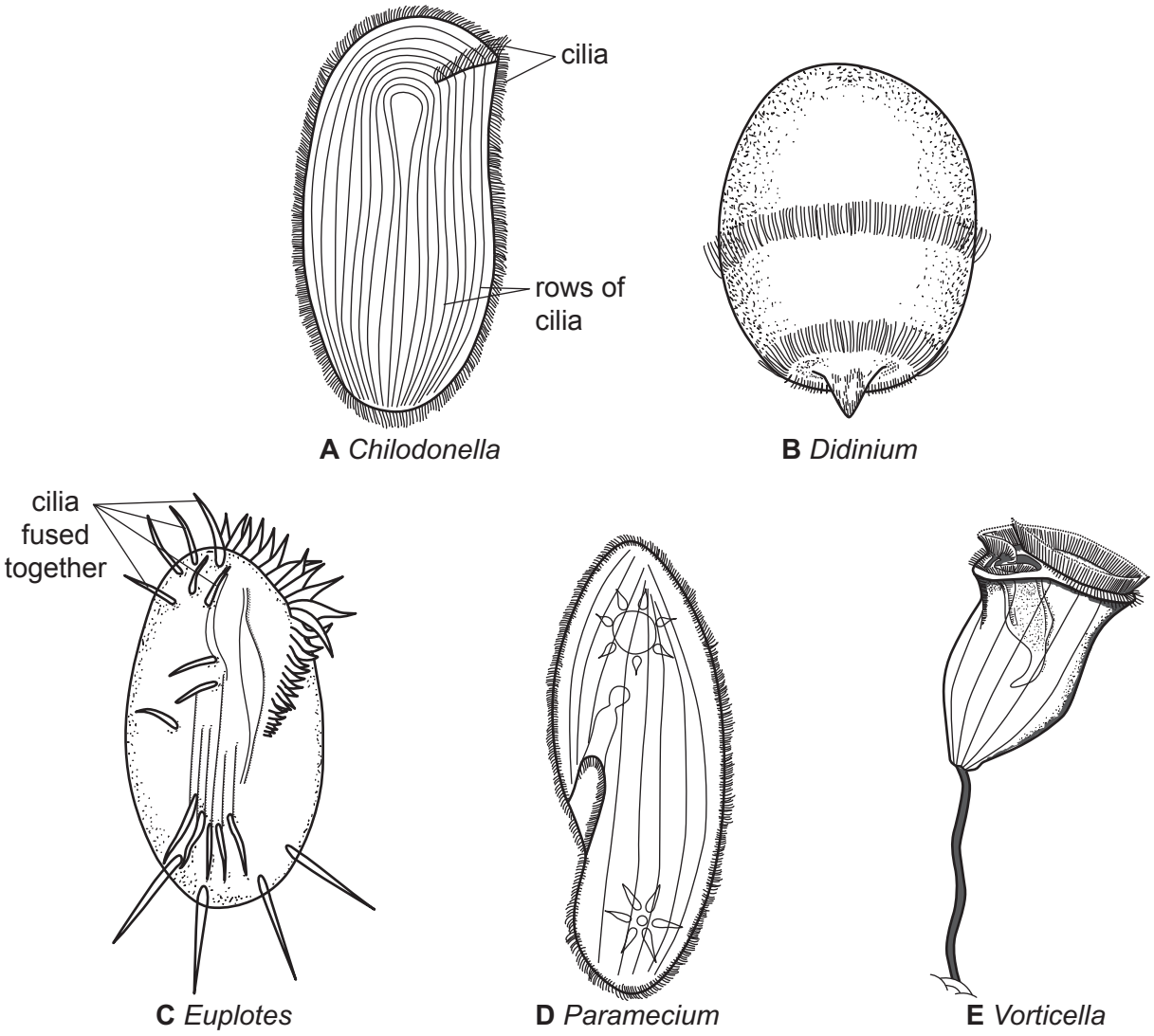


Fig. 5.1

Fig. 5.2 is a dichotomous key to identify the ciliates shown in Fig. 5.1.

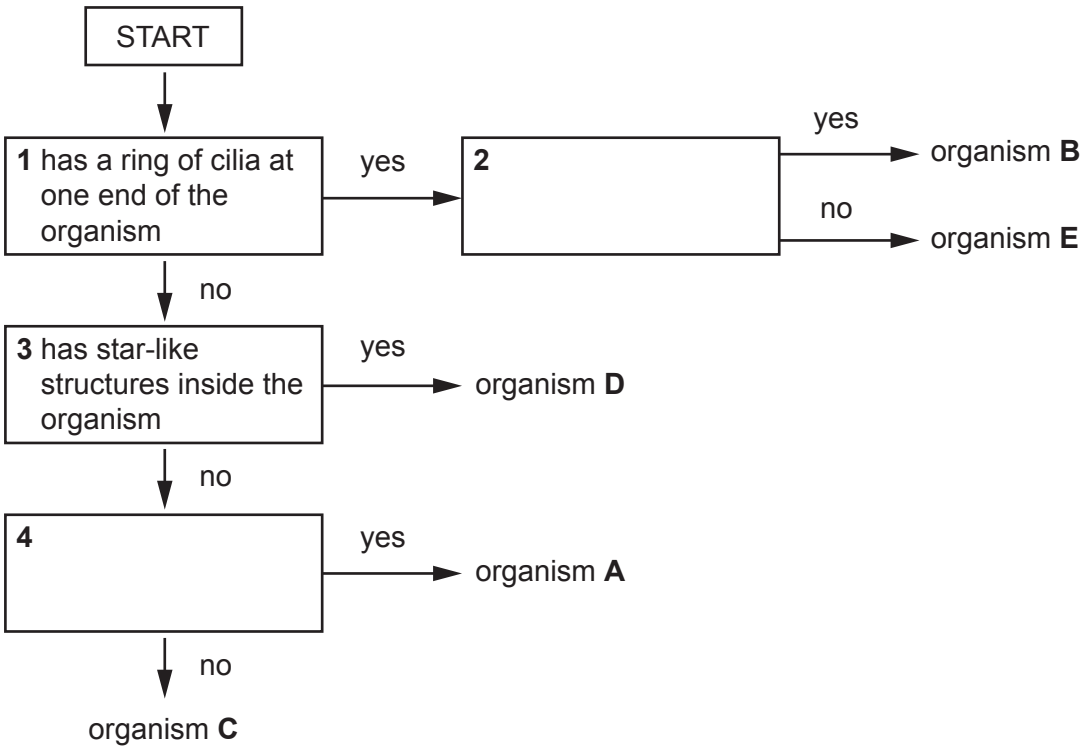


Fig. 5.2

Complete the key in Fig. 5.2 by writing suitable statements:

- for box 2 to distinguish species **B** and **E**
- for box 4 to distinguish species **A** and **C**.

text for box 2

text for box 4

2. （2017·May/June 0610/33 Q1(b)） · 3 级

(b) Fig. 1.1 shows whole leaves from five different trees.

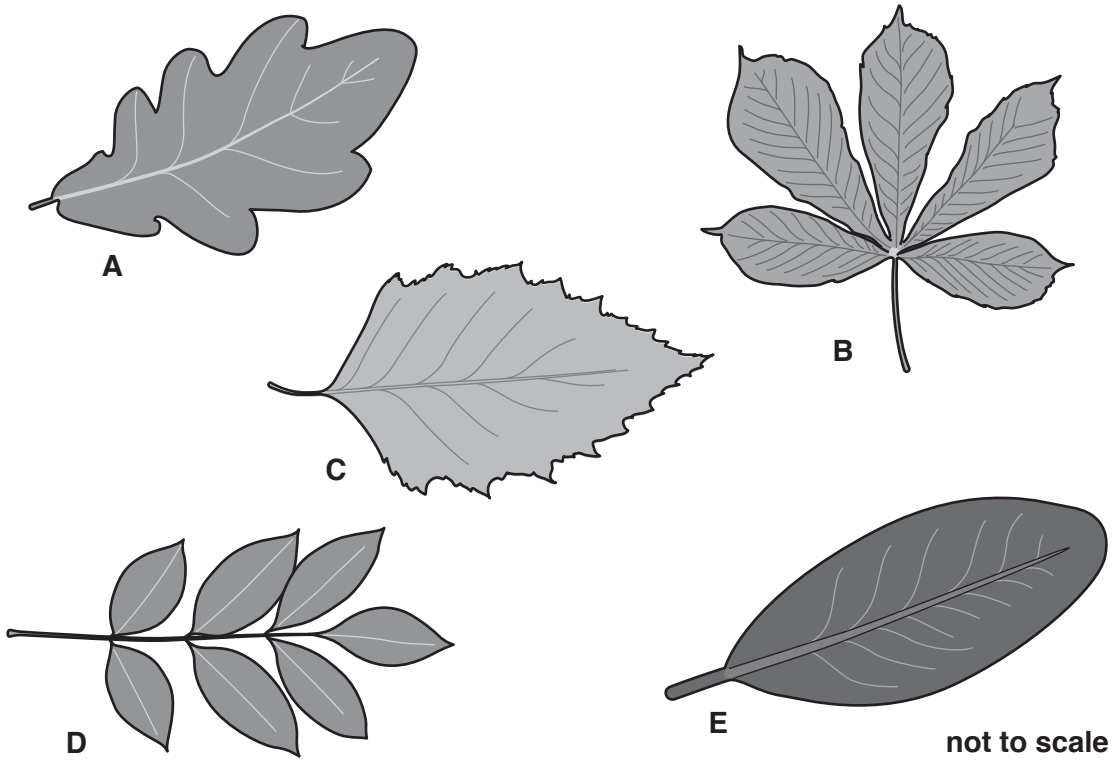


Fig. 1.1

Fig. 1.2 is a key which can be used to identify the five leaves shown in Fig. 1.1.

The key shows the scientific names of the five trees that the leaves came from.

In this key Box 4 is missing.

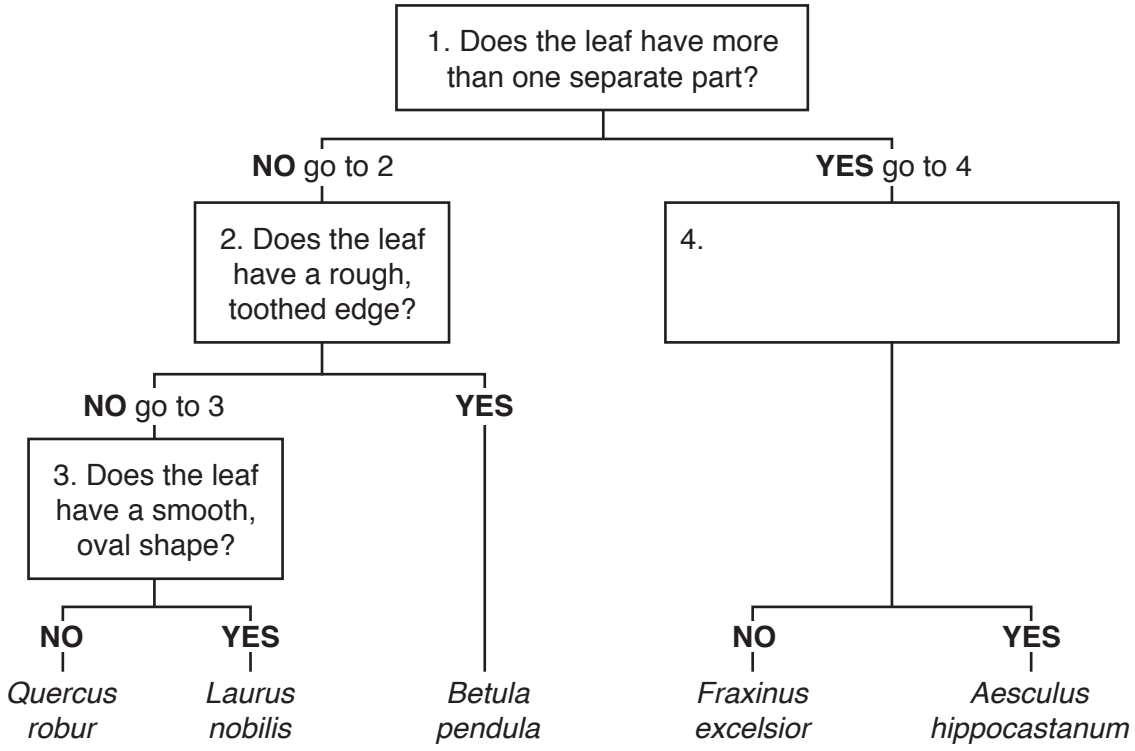


Fig. 1.2

(i) Use the key to identify the five leaves shown in Fig. 1.1.

The leaf labelled **B** has been identified for you.

Complete Table 1.1 by writing the correct letter next to the Latin name of each type of leaf.

Table 1.1

name of tree	letter
Aesculus hippocastanum	**B**
Betula pendula	
Fraxinus excelsior	
Laurus nobilis	
Quercus robur	

(ii) Suggest a suitable question which could be used to distinguish between the leaves of *Aesculus hippocastanum* and *Fraxinus excelsior*.

Write your answer in Box 4 on Fig. 1.2.

1.4 共同祖先与亲缘关系

题型 1：依据共同祖先和可比证据判断亲缘关系

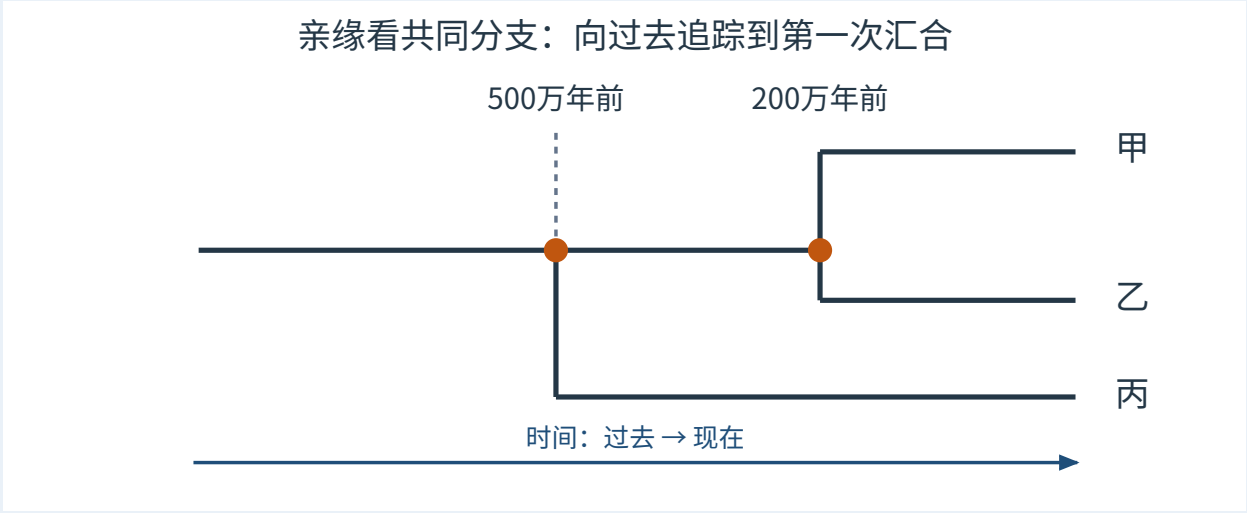
知识点 分类系统希望反映生物的进化关系，把具有较近共同祖先的生物归入较近的组。可见特征和可比较的 DNA 序列能提供证据；外形相近本身不是最终目的，判断仍要回到共同祖先与亲缘关系。

共同祖先 common ancestor 是不同生物分支向过去追溯时共同来自的祖先。进化关系图用分支表示关系：末端标出物种或类群，分支相接的位置表示它们共有的祖先。两个末端靠得近、图片相似，不能代替对分支连接关系的判断。

先找时间方向。present day 或 today 表示现在，millions of years ago 表示过去。时间箭头可能向右，也可能向上，不能把“图上更高”或“更右”永久当成“更近”。按本图箭头判断：共同祖先所在的分支点越靠近现在，分开的时间越近。图中没有具体时间刻度时，只比较先后，不自行给分支点编出年代。

从两个物种的末端沿各自的线向过去走，找到两条路径第一次汇合的位置，这就是它们最近的共同祖先。如果题目要求在所有类群中找最近的一对，要比较各对的共同分支点；不能只挑名字相邻的一对，也不能把某一个物种自身的末端当作共同祖先。

例如甲和乙在两百万年前由同一个分支分开，丙与甲、乙的共同祖先在五百万年前。比较的是两百万年与五百万年这两个共同分支，甲、乙共有的祖先更近，所以甲、乙之间的亲缘更近。即使丙的名字被画得紧挨乙，关系也不会因此改变。把这张关系图旋转成时间向上的画法，结论仍相同；需要跟着时间方向和连线走。



甲乙先在较近的 200 万年前汇合，丙要追溯到 500 万年前；这是虚构示例，不是真实物种年代。

有时题目不画图，而用句子给出关系。先把“甲、乙共有较近的祖先；丙与它们共有较早的祖先”读成一个分支组：甲、乙先在较近处汇合，再与丙在较早处汇合。若后来又有新物种从其中一个成员分出，新分支仍接在该成员这一侧，不会让原本较早分开的丙突然变得最近。画简短的分支草图或写出这种先合并、后合并的顺序，都能避免把物种数多误当作关系更远。

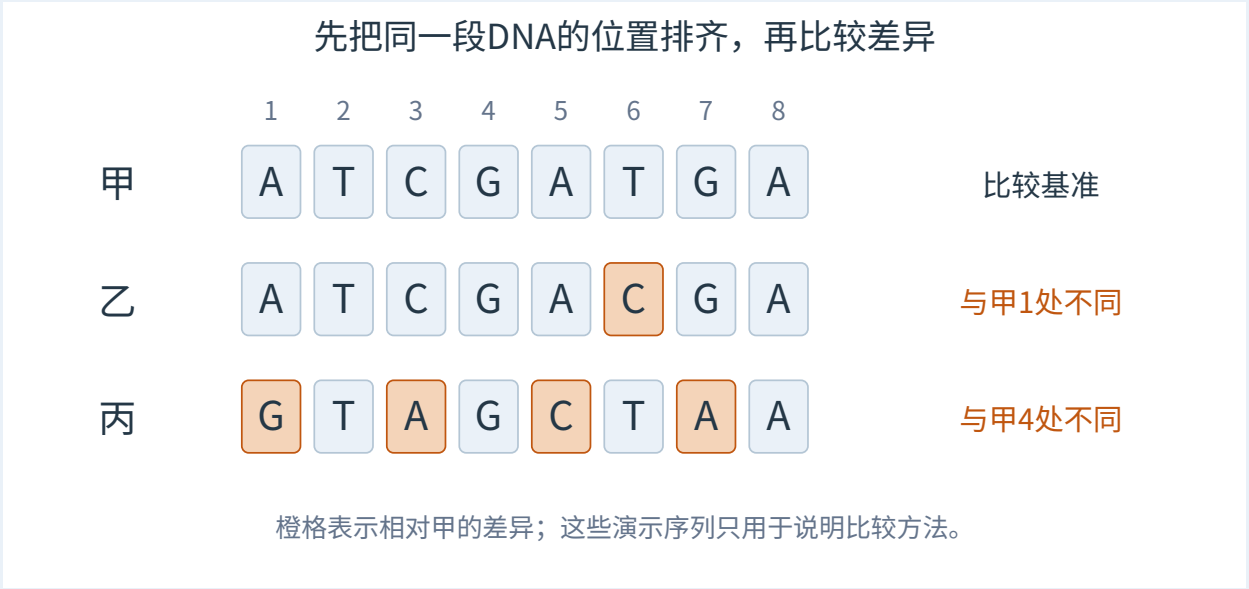
比较可比的 DNA 序列时，最近共同祖先更近通常意味着序列更相似。题目若已经给出共同祖先的先后，就按该关系判断相对亲缘；问 least similar 时，要找与其余成员共有祖先较早的分支，方向与 most closely related 相反。这里是在利用已给分支关系，不是在逐位计算 DNA 碱基差异，也不能从图中没有标注的线段长度推算 DNA 差异数量。

回答开放题时，先写清两个物种或类群的名字；若还要求解释，再指出它们共有最近的共同祖先，而不是只写“它们很相似”。英文 most recent common ancestor 指最近共同祖先，most closely related 指亲缘最近，least similar base sequences 指碱基序列最不相似。读题时先分清在找最近还是最远。

读进化关系图先确定 _____；判断两个类群亲缘时应追踪连线到 _____，而不是比较名字之间的距离。

没有画好的亲缘树，也可以比较亲缘证据。生物从祖先继承遗传信息。外形和身体结构的相似能提供线索，但生活在相似环境的生物也可能独立形成相近外形，不能只凭用途相同或看上去相似就确定最近共同祖先。

DNA 保存遗传信息。它有四类基本信息单位，叫碱基，分别用 A、T、C、G 表示；这些字母的排列顺序就是碱基序列。这里先把它看成一条按位置排列的信息，DNA 的双链配对在第 4 章再学。



固定同一段可对应的 DNA 及序列长度；序列相似性支持亲缘判断，不能单凭本图计算实际年代。

比较不同物种时，要选择同一段或可对应的 DNA，把对应位置排齐，再数相同和不同的碱基。

在可比较的片段中，序列越相似，通常表示从共同祖先分开后积累的差异较少，支持较近的亲缘和较近的共同祖先。图中的甲与乙只有一处不同，甲与丙有四处不同，所以这段证据支持甲乙较近；它不直接给出“几百万年前”这一时间。若题目只问科学家怎样判断近期共同祖先，写出比较 DNA 序列的方法，以及“更相似支持更近亲缘”的依据即可。

答案：本图从过去到现在的时间方向；最近的共同分支点

怎么认 先按本图时间箭头确定过去和现在，再从目标末端沿连线向过去追到共同分支；按题目要最近还是最不相似，比较共同祖先的先后。文字关系先整理成相同的分支顺序。没有树而问怎样确定亲缘时，说明比较可对应 DNA 序列及相似程度如何支持近期共同祖先。

例题 1 （2026·February/March 0610/42 Q1(c)(ii)） · 2 级

(c) Figure 1.2 shows the evolutionary relationships between several species of cat based on their DNA sequences. The diagram should be interpreted from left to right. Each branch shows the point at which a new species was formed.

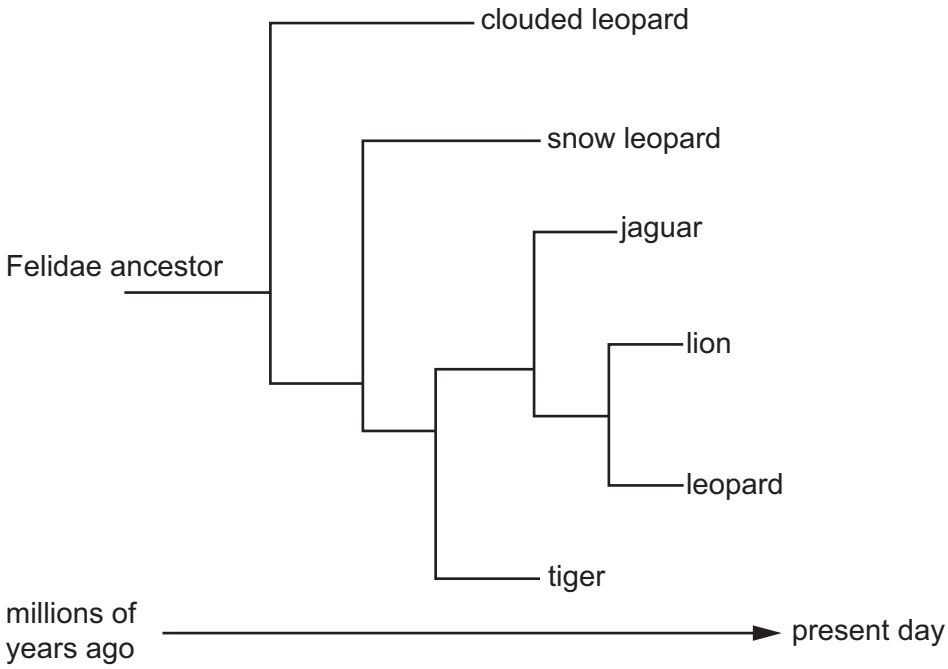


Figure 1.2

(ii) Use Figure 1.2 to determine which **two** species are most closely related.

Explain your answer.

解：先读图下方的时间箭头：过去在左，现在在右，因此更靠右的共同分支点表示更近的共同祖先。从 lion 的末端沿线向左追踪，再从 leopard 的末端向左追踪，两条路径首先在同一个竖直分支处汇合。这个共同分支点位于图中其他共同分支点的右侧，最靠近现在。继续向过去追踪，才会与 jaguar 的分支汇合，更早才与 tiger 等分支汇合。因此，不能因为 tiger 与 leopard 的名称上下相邻就选它们；两者路径实际要追到更左、较早的分支才相接。

答案为 lion and leopard，即狮与豹。解释应写：它们共有最近的共同祖先，或它们由最近的共同分支分开。图没有给这些分支的具体年份，不需要推算相隔多少年。

例题 2 （2025·October/November 0610/43 Q1(c)(iii)） · 2 级

(iii) Understanding evolutionary relationships between crop plants can help scientists and farmers improve agriculture.

Explain how a scientist could determine if different crop plant species share a recent ancestor (are closely related).

解：可以先取得不同作物的 DNA 信息，比较各物种相同或可对应的一段 DNA 碱基序列。比较的是每个对应位置上的碱基顺序，不能把完全不同的片段直接相配。

若两个物种有更多相同的碱基位置、较少序列差异，就说明它们保留下来较多共同祖先的遗传信息，通常支持它们具有较近的共同祖先、亲缘较近。完整回答包括两点：“比较 DNA 碱基序列”和“更相似支持更近亲缘”。仅看作物用途相同或照片外形相似，不能替代这里的分子证据。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/41 Q5(a)(ii)） · 2 级

(a) Organisms can be classified by their features and by studying the sequence of bases in their DNA.

Fig. 5.1 is a diagram showing the evolutionary relationships between some different groups of organisms.

Each branch shows the point at which organisms developed new features that classify them as a new group.

The point where the branch starts also indicates a common ancestor shared by the new groups.

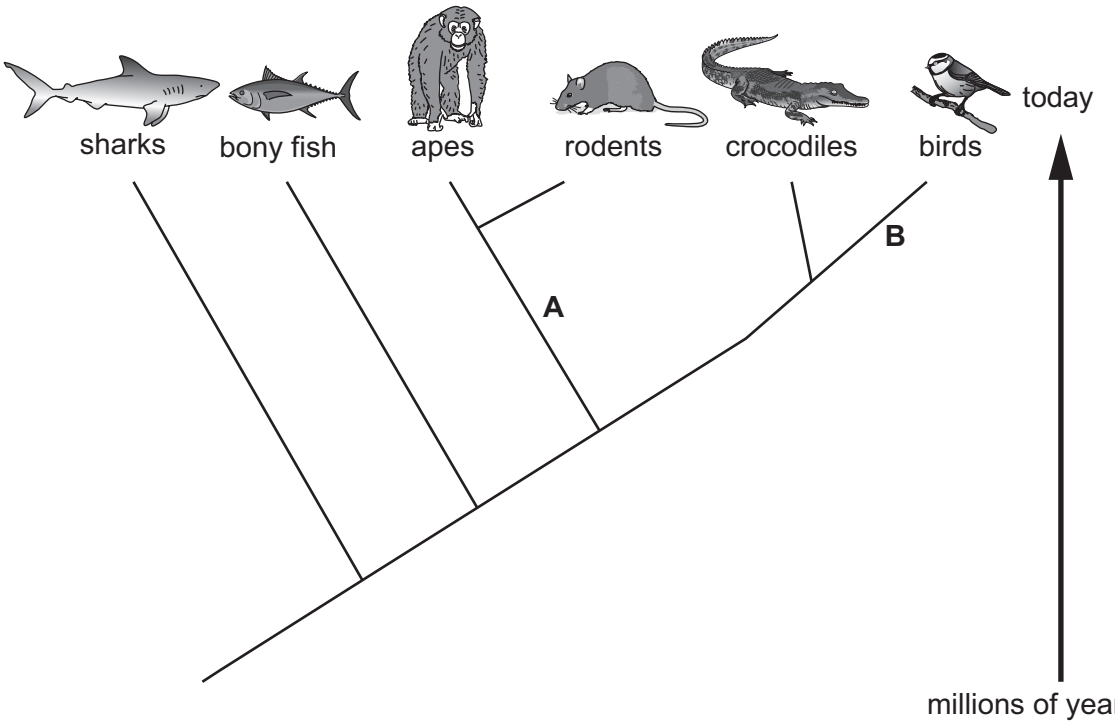


Fig. 5.1

(ii) Identify the names of the **two** groups that share the most recent common ancestor in Fig. 5.1.

2. （2025·February/March 0610/22 Q1） · 3 级

The relationships of four species of bacteria, P, Q, R and S, were compared.

- Species P and Q have a more recent common ancestor than either species has with species R.
- Species S developed recently from species P.

Which species has the **least** similar base sequences in their DNA compared to the other three species of bacteria?

A P **B** Q **C** R **D** S

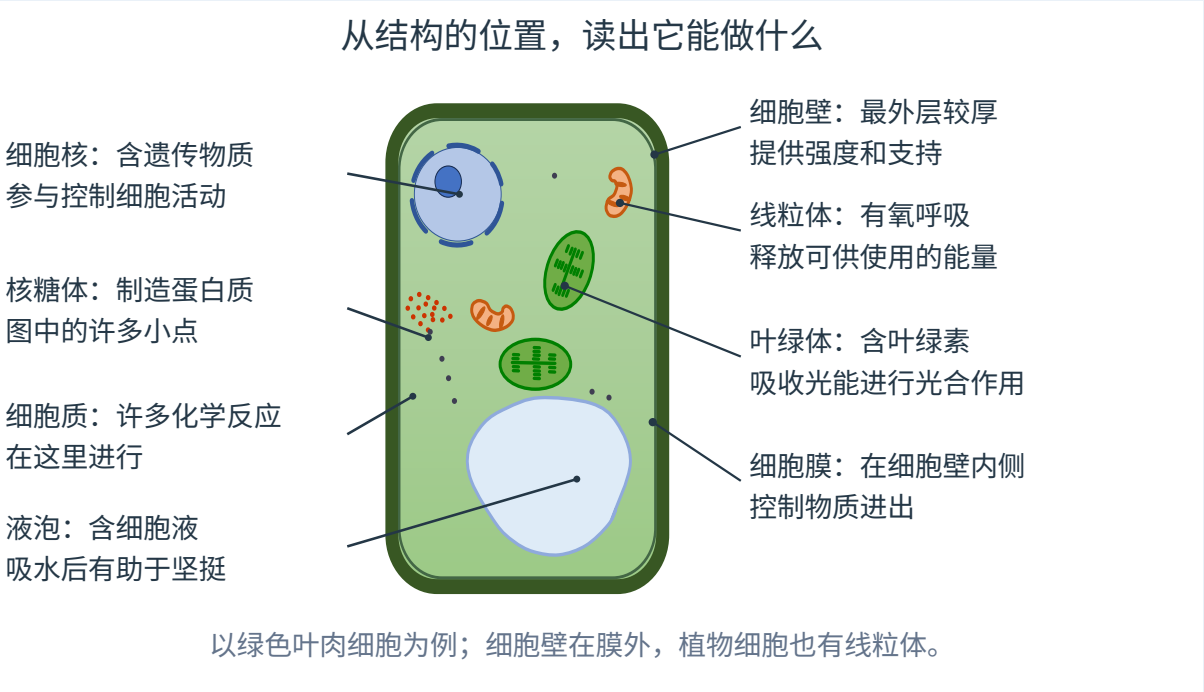
细胞与生物体的组织

2.1 细胞结构与功能

题型 1：辨认细胞结构并联系其功能

知识点 一片叶不是一个大细胞，而是由许多很小的细胞组成。细胞是生物体结构和功能的基本单位：它有自己的边界，内部有不同结构，能够完成维持生命的工作。

新细胞来自已经存在的细胞分裂；并不是叶片里凭空出现一个新细胞。分裂时的细节将在第 17 章展开，这里先明确细胞的来源。先看下面一枚绿色叶肉细胞，把包围它的边界与里面的结构分开读。



沿标线端点先找结构，再联系功能；本图未按比例。 图源：P01（见书末图源说明）。

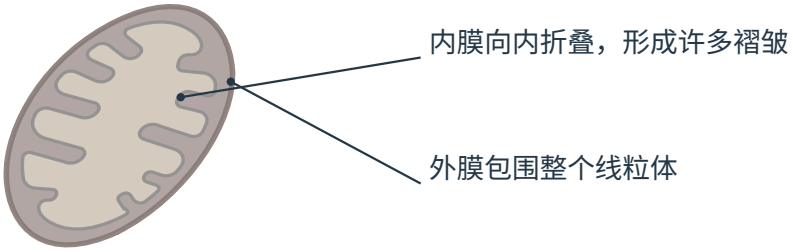
细胞膜是包围细胞内容物的薄层，控制哪些物质进入、哪些物质离开。植物细胞在膜外还有细胞壁，主要由纤维素组成；纤维素是一种给植物提供强度的物质。壁比较坚固，提供支持；膜负责控制进出。示意图把两层边界画开，是为了分清它们，不表示二者之间总有很宽的缝。

细胞质是膜内、细胞核以外的物质，许多化学反应在这里进行。细胞核含遗传物质；遗传物质保存生物生长和活动所需的信息，因此细胞核参与控制细胞活动。图中小点表示核糖体，它们制造蛋白质。蛋白质是构成细胞并完成多种工作的物质，第 4 章会继续学习。

叶绿体是细胞内的小结构，含有叫叶绿素的绿色色素。叶绿素吸收光能，供光合作用把二氧化碳和水转变为有机养分。因此绿色叶片内制造碳水化合物的场所是 _____。有叶绿体的细胞能进行光合作用；根部许多细胞没有叶绿体，不能因为属于植物就补画叶绿体。

线粒体与叶绿体不同。有氧呼吸利用氧分解营养物质，释放可供生命活动使用的能量，线粒体是这一过程的主要场所。植物细胞也需要运输物质、制造新物质和生长，因此也需要线粒体。在线粒体剖面中，内膜向内折叠成许多褶皱；它不等于植物细胞中央较大的液泡。

线粒体的内部褶皱，来自向内折叠的膜



显微照片不会沿用这套颜色；要找外边界及内部的折叠形态。

褶皱增加内膜的表面积；放大比例与前面的全细胞图不同。

液泡内含细胞液，即溶有多种物质的液体。成熟植物细胞通常有较大的中央液泡；吸水后内容物向细胞壁施压，有助于细胞和组织保持坚挺。细胞壁与液泡都与支持有关，但材料和位置不同。外部坚固的支持结构是 _____；有氧呼吸的主要场所是 _____。

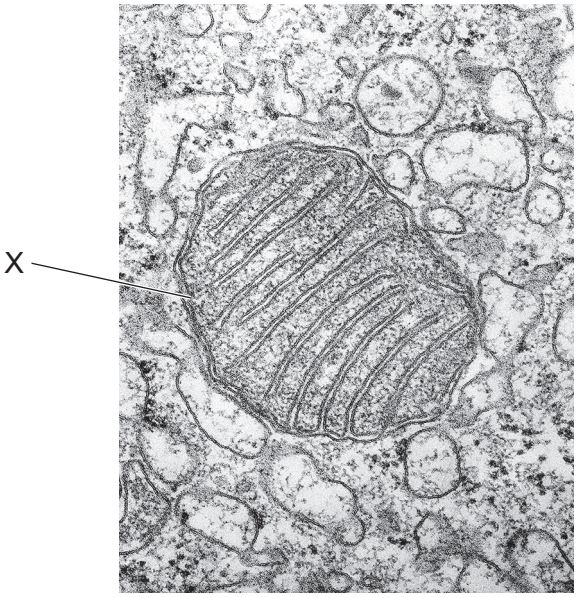
读带字母的细胞图，先沿标线找到真正端点，再说结构和功能。字母放在空白处只是为了不遮图，不能把字母旁边最近的结构当成答案。

答案：叶绿体；细胞壁；线粒体

怎么认 先判断题目问名称还是功能。问名称时沿标线看结构的边界、大小和内部形态；问功能时把制造有机物、有氧呼吸、控制进出、支持和制造蛋白质分别对应叶绿体、线粒体、细胞膜、细胞壁和核糖体。

例题 1 （2025·February/March 0610/12 Q4） · 1 级

The photomicrograph shows part of an animal cell.



What is the structure labelled X?

A chloroplast

B mitochondrion

C ribosome

D vacuole

解：X 指向一个椭圆形结构，内部有多条膜的折叠，这是线粒体的形态。题目说明它属于动物细胞，动物细胞没有叶绿体；图示也不是较小的核糖体或空腔状液泡，故选 B。

例题 2 （2025·October/November 0610/33 Q2(a)） · 2 级

(a) Fig. 2.1 shows a diagram of a cell found in the lungs of a human.

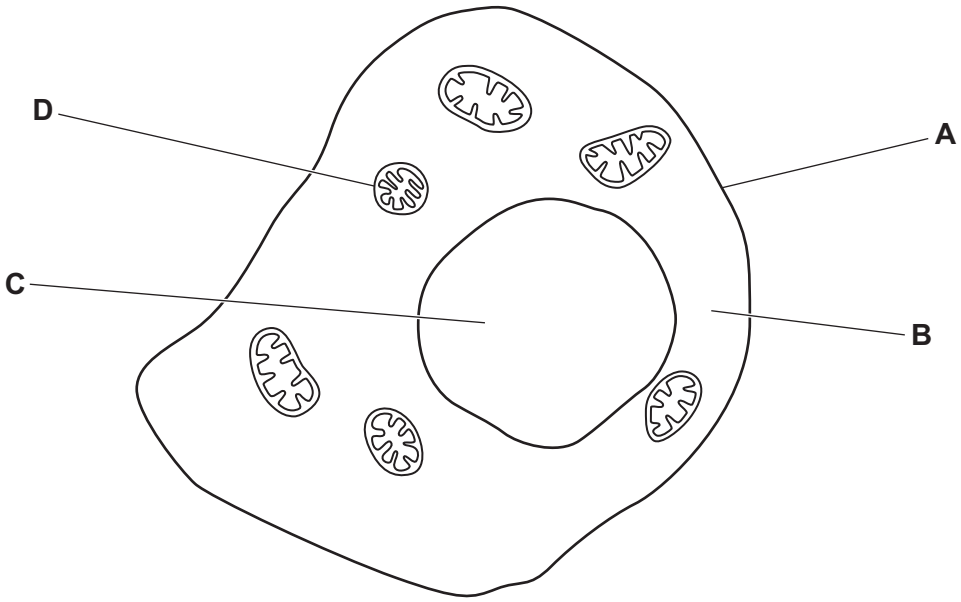


Fig. 2.1

(i) State the names of structures **A** and **B** in Fig. 2.1.

A

B

(ii) State the functions of structures **C** and **D** in Fig. 2.1.

C

D

解：(i) 顺着 A 的标线看端点，它停在细胞的外边界上。图示为人体细胞，没有植物那样的细胞壁，所以 A 是细胞膜。B 的标线进入膜以内、细胞核以外的区域，指向细胞质。

(ii) C 的线指向内部较大的细胞核。细胞核含有遗传信息，参与控制细胞活动。D 的线指向内部带褶皱的较小结构，是线粒体；它是有氧呼吸的主要场所，释放细胞活动可用的能量。

题目对 A、B 问名称，对 C、D 问功能。因此只把后两个写成“细胞核、线粒体”还未完成题目要求。题干说此细胞见于肺，不足以把图中未画出的纤毛自行补出来。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/13 Q19） · 1 级

Which structure is the site of aerobic respiration in plant cells?

A chloroplast

B mitochondrion

C nucleus

D ribosome

2. （2025·February/March 0610/12 Q5） · 2 级

Where are carbohydrates made in a green leaf?

A cell vacuoles

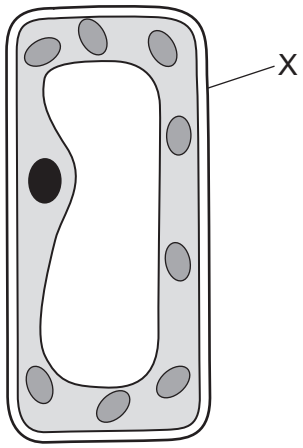
B chloroplasts

C phloem

D xylem

3. （2025·May/June 0610/11 Q5） · 2 级

The diagram shows a plant cell.



What is the function of the part labelled X?

A controls what enters and leaves the cell

B strength and support

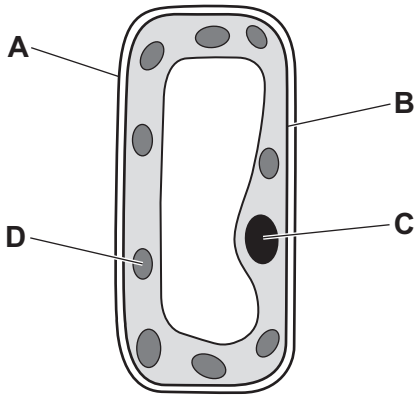
C photosynthesis

D protein synthesis

4. （2025·May/June 0610/12 Q4） · 2 级

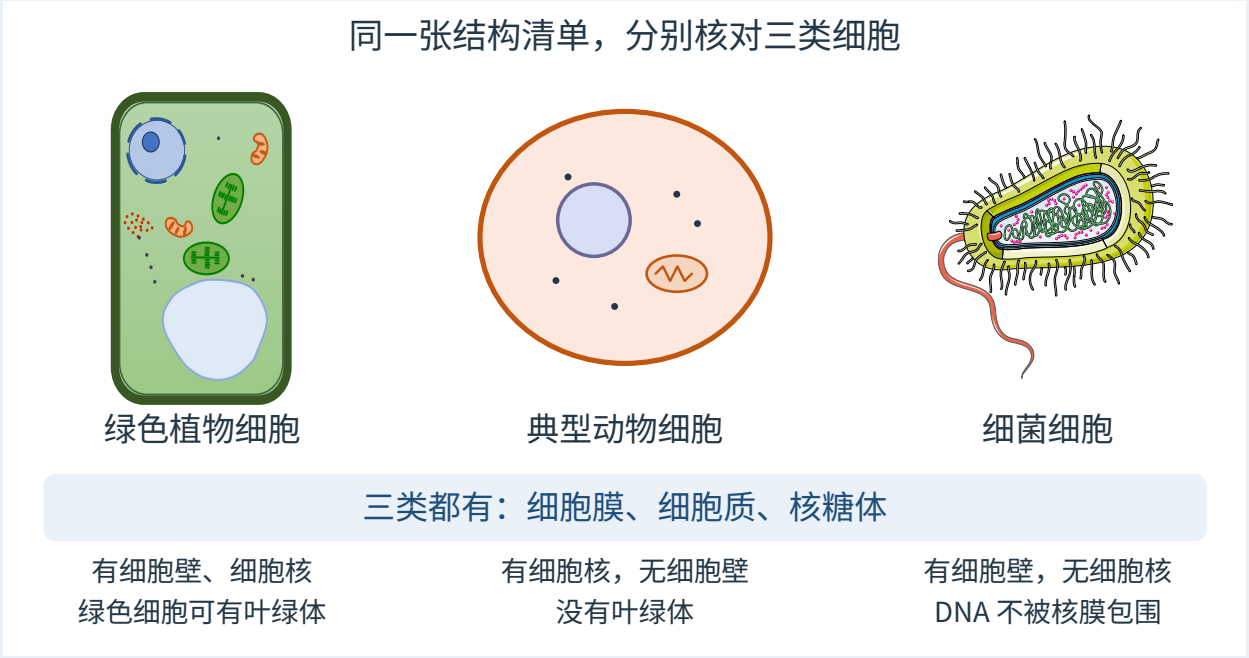
The diagram shows a plant cell.

Which letter identifies where photosynthesis occurs in the cell?



题型 2：比较植物、动物和细菌细胞的共有结构

知识点 比较两类细胞的共有结构，要求某结构在两类细胞中都存在。例如，典型植物细胞和典型动物细胞都有细胞膜，细胞膜就是二者的共有结构；植物细胞有细胞壁而动物细胞没有，细胞壁就不能算二者共有。



每项共有结构必须分别在所比较的各类细胞中核对；示意大小不表示比例。 图源：P01、P02（见书末图源说明）。

典型植物细胞和典型动物细胞都有细胞膜、细胞质、细胞核、线粒体和核糖体。植物细胞还具有细胞壁，许多植物细胞具有叶绿体和较大的中央液泡；动物细胞没有细胞壁和叶绿体。因此，比较植物与动物细胞时，细胞质应判断为 _____，叶绿体应判断为 _____。

细菌细胞也有细胞膜、细胞质、细胞壁和核糖体，但没有由核膜包围的细胞核，也没有线粒体或叶绿体。细菌的遗传物质主要是一条环状 DNA，还可能有较小的环状 DNA，叫质粒。

这些 DNA 都携带遗传信息。较大的环状 DNA 保存细菌完成主要生命活动所需的信息；质粒携带额外信息，例如某些质粒带有使细菌能抵抗某种抗生素的基因。基因是 DNA 中携带特定遗传信息的一段，并不是一整个细胞核；质粒在第 21 章还会用作携带基因的工具。质粒不是典型植物细胞的结构。比较植物与细菌细胞时，细胞壁和核糖体是共有的，而质粒不是共有的。

表格中的 yes 要理解为“题目比较的两类都具有”，no 要理解为“不是两类都有”。按列逐一核对结构，再寻找全部判断都相符的一行，不要因为某行只有一项正确就选它。

结构	典型植物细胞	典型动物细胞	细菌细胞
细胞膜、细胞质、核糖体	有	有	有
细胞壁	有	无	有
细胞核、线粒体	有	有	无
叶绿体	许多细胞有	无	无
质粒	无	无	可能有

答案：共有；不共有

怎么认 看到 both、share 或“共有”时，先写清比较哪两类细胞，再逐项检查同一个结构是否在两类中都存在。表格题先核对每一列的 yes/no，再匹配整行。

例题 1 （2025·February/March 0610/22 Q3） · 3 级

Which structures are found in both plant cells and bacterial cells?

	cell membrane	cell wall	plasmid	ribosomes
A	yes	yes	yes	no
B	no	yes	yes	yes
C	yes	no	yes	yes
D	yes	yes	no	yes

解：植物与细菌细胞都有细胞膜、细胞壁和核糖体，因此这三列均为 yes。质粒可存在于细菌细胞中，但不是典型植物细胞的结构，所以 plasmid 一列为 no。按表格列序得到 yes、yes、no、yes，故选 D。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/13 Q4） · 2 级

Which features do animal cells share with plant cells?

	chloroplast	cytoplasm	nucleus
A	yes	yes	yes
B	yes	yes	no
C	no	yes	yes
D	no	no	yes

2. （2025·May/June 0610/21 Q3） · 2 级

Which structures are found in both plant and animal cells?

A cell walls and cell membranes

B nuclei and cell walls

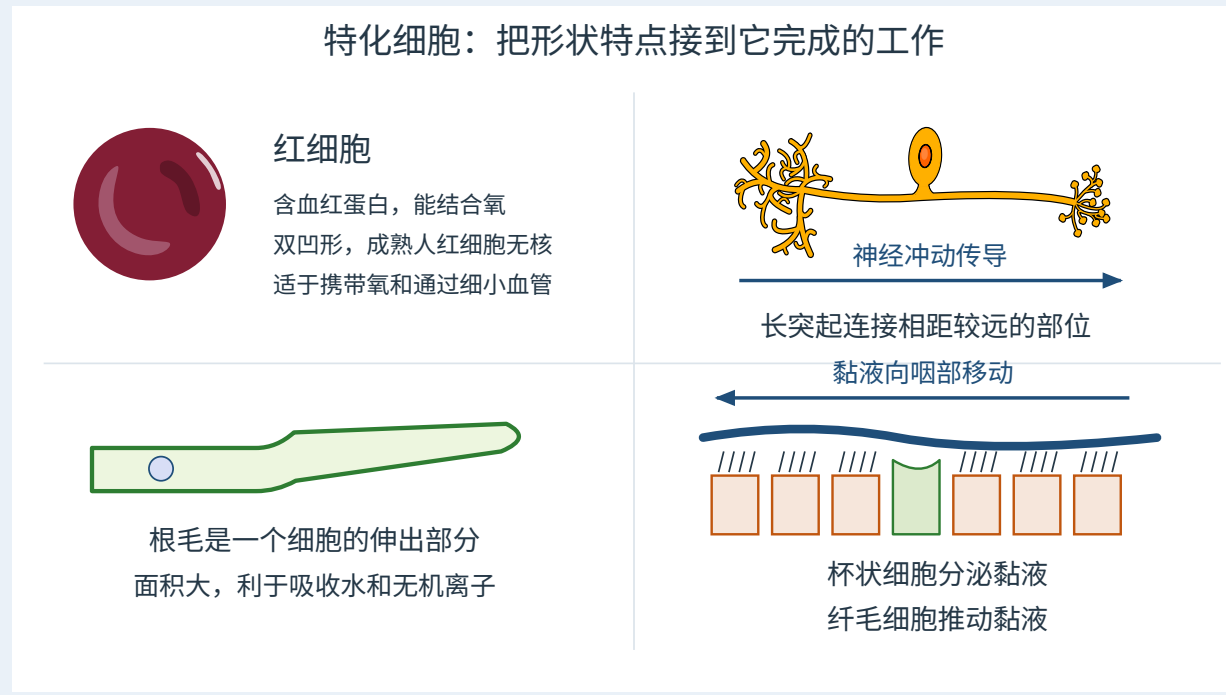
C cytoplasm and chloroplasts

D cell membranes and nuclei

2.2 特化细胞

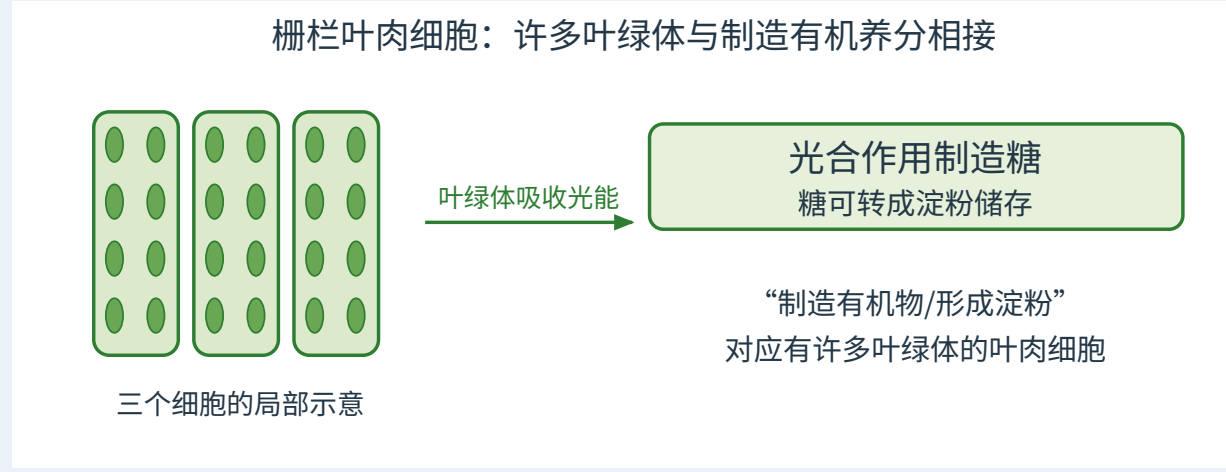
题型 1：由专门功能辨认特化细胞

知识点 红细胞是血液中的一种特化细胞，中央较薄、边缘较厚，呈双凹形。成熟人红细胞没有细胞核，可留下更多空间容纳血红蛋白这种结合氧的蛋白质。红细胞中含有血红蛋白，血红蛋白能与氧结合，帮助血液把氧从肺运输到身体各处。红细胞的主要功能是 _____。不同细胞承担不同工作，这种与特定功能相适应的细胞叫特化细胞。



神经元箭头为冲动传导；呼吸道箭头为黏液移动，不表示空气方向。 图源：P03（见书末图源说明）。

神经元具有较长的突起，传递神经冲动，即沿神经细胞传递的电信号；栅栏叶肉细胞含有许多叶绿体，进行光合作用并制造有机物，形成的糖可转变为淀粉。根毛细胞伸出细长的根毛，与土壤接触，吸收水和无机离子。根皮层细胞位于根毛细胞内侧，不能把二者的名称互换。



先识别细胞中大量叶绿体，再联系光合作用制造糖；图中深绿椭圆不是细胞核。

气管和支气管属于呼吸道；它们的内壁有杯状细胞和纤毛细胞。杯状细胞分泌黏液，黏液能黏住灰尘和病原体。病原体是能使生物患病的因子，包括某些细菌和病毒。邻近纤毛细胞表面有许多细短、能摆动的毛状结构，叫纤毛。纤毛摆动，把黏液移向咽部，使其被清除。因此，“分泌黏液”对应 _____，“移动黏液”对应 _____。白细胞参与防御病原体，不负责运输氧；淋巴细胞是参与免疫防御的白细胞，能产生抗体。抗体是与特定目标结合的防御蛋白，目标上的识别标志叫抗原；记忆细胞能长期保留再次识别的能力。这些防御细胞与分泌或移动黏液的细胞不同，具体过程在后面的免疫章节展开。

精子和卵细胞也是特化细胞，属于参与有性生殖的配子。精子是雄配子，卵细胞是雌配子；二者的细胞核在受精时融合，形成受精卵。这里的专门功能是把亲本的遗传信息传给下一代。第 16 章会通过精子与卵细胞的放大图，进一步解释精子的运动结构、卵细胞的营养储备以及受精过程。



配子是参与有性生殖的生殖细胞。

两个配子核融合后，形成新个体的第一个细胞。

先认识两种生殖细胞；精子与卵细胞分别放大，不按同一比例。箭头表示受精时核融合。

答案：运输氧；杯状细胞；纤毛细胞

怎么认 从题干的动作辨认细胞：运输氧找红细胞，传递神经冲动找神经元，光合作用找栅栏叶肉细胞，吸收土壤水和无机离子找根毛细胞。涉及呼吸道黏液时，要区分分泌黏液与移动黏液。

例题 1 （2025·May/June 0610/11 Q4） · 1 级

Which type of cell transports oxygen?

A ciliated cell

B neurone

C palisade mesophyll cell

D red blood cell

解：运输氧需要能结合氧的血红蛋白，红细胞含有血红蛋白，承担血液运输氧的功能。纤毛细胞移动黏液，神经元传递神经冲动，栅栏叶肉细胞进行光合作用，故选 D。

针对练习

1. （2026·February/March 0610/22 Q18） · 1 级

Which cells protect the lungs from pathogens by secreting mucus?

A ciliated cells

B goblet cells

C lymphocytes

D memory cells

2. （2025·October/November 0610/11 Q5） · 2 级

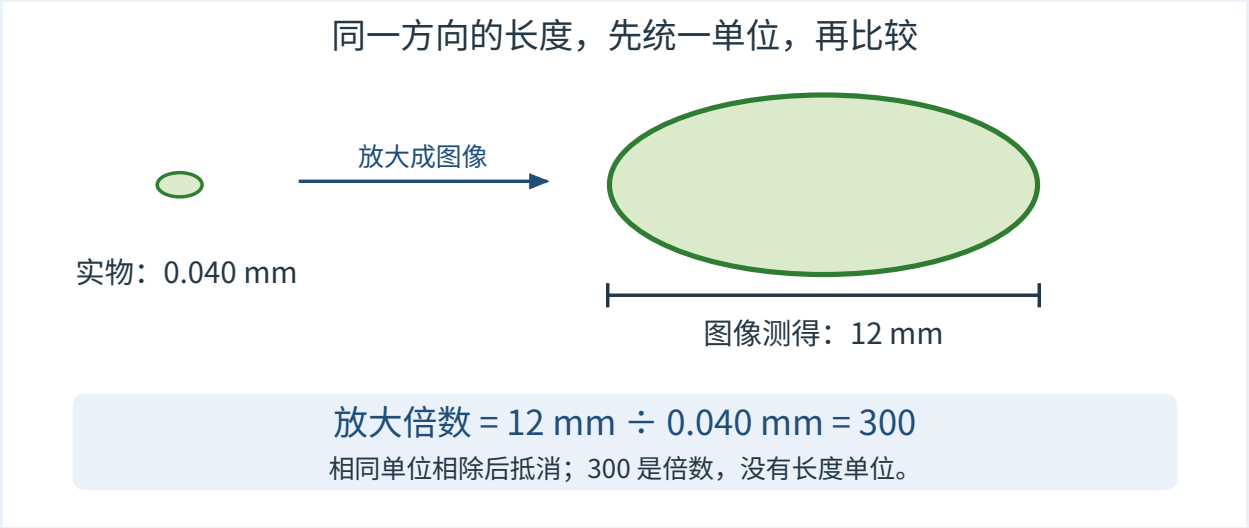
Which row correctly matches a type of specialised cell with its function?

	type of cell	function
A	ciliated cell	absorption of nutrients
B	palisade mesophyll cell	production of starch
C	root cortex cell	absorption of mineral ions from the soil
D	white blood cell	transport of oxygen

2.3 细胞大小与放大倍数

题型 1：换算长度单位并使用放大倍数关系

知识点 把实际长 1 mm 的结构画成 10 mm，图中长度是实际长度的 10 倍，放大倍数就是 10。比较图像和实物长度时，要先把两者化成同一单位，再用图像长度除以实际长度。因此，放大倍数等于 _____。放大倍数只表示倍数，本身没有长度单位。



这些数值是演示用已知测量值；本示意图的纸面标尺不保证恰为 12 mm。

毫米写作 mm，微米写作 μm。1 mm 等于 1000 μm。把微米换成毫米要除以 1000，例如 80 μm 等于 $\frac{80}{1000} = 0.080$ mm；把毫米换成微米要乘以 1000，例如 0.040 mm 等于 $0.040 \times 1000 = 40$ μm。

知道实际长度和倍数时，可以反过来求图像长度：图像长度等于实际长度乘放大倍数。例如实际长 0.10 mm、放大 200 倍，图像长 $0.10 \times 200 = 20$ mm。知道图像长度和倍数时，实际长度等于图像长度除以放大倍数；图像长 12 mm、放大 300 倍，实际长 $\frac{12}{300} = 0.040$ mm，也就是 40 μm。这里的除法是把被放大的长度还原。

若要比较几张图谁最长，要逐一计算实际长度乘倍数，不能只选倍数最大者。若要排列实物大小，要逐一计算图像长度除以倍数，再按这些结果排序。例如图像分别长 0.6 mm 和 0.8 mm，倍数分别为 100 和 200，实际长度分别为 0.006 mm 和 0.004 mm；图像更长的后者，实物反而更小。

绘图也可能比实物小，这时倍数小于 1，关系仍成立。选择答案前应检查题目要的是图像长度、实际长度还是倍数，并核对答案单位。题目中的 2.00×10^{1} 表示 $2.00 \times 10 = 20$，不要把科学记数形式误读成另一种单位。

答案：图像长度÷实际长度

怎么认 先圈出要求的量，再从题干找图像长度、实际长度和放大倍数中的已知量。单位不一致先换算；求倍数用图像÷实际，求图像用实际×倍数，求实际用图像÷倍数。比较题计算每一项后再排序。

例题 1 （2025·May/June 0610/13 Q5） · 1 级

A student makes a drawing of an animal.

The length of the animal in the drawing is 30 mm.

The actual length of the animal is 200 mm.

What is the magnification of the student's drawing?

A ×0.15 **B** ×6.67 **C** ×15 **D** ×6000

解：题目给出图像长 30 mm、实际长 200 mm，两者单位相同。放大倍数为 $\frac{30}{200} = 0.15$。绘图比动物实物小，所以倍数小于 1 是合理的，故选 A。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q6） · 1 级

What is the formula for calculating the magnification of specimens?

A actual size ÷ image size

B actual size × image size

C image size – actual size

D image size ÷ actual size

2. （2025·February/March 0610/22 Q4） · 1 级

A cell is 65 μm across.

What is this measurement in mm?

A 0.00065 mm **B** 0.0065 mm **C** 0.065 mm **D** 0.65 mm

3. （2025·May/June 0610/11 Q6） · 2 级

Four students used a microscope to view some onion plant cells. Each student drew one of the cells.

Each student calculated the actual length of the cell and the magnification of their drawing.

Which student produced the longest drawing of a cell?

	actual length of onion plant cell / mm	magnification of drawing
A	0.120	×150
B	0.125	×300
C	0.150	×225
D	0.200	×175

4. （2025·May/June 0610/12 Q5） · 2 级

The table shows the magnifications and image lengths of three specimens when seen with a light microscope.

specimen	magnification	image length / mm
X	×50	0.20
Y	×150	0.50
Z	×250	0.40

What is the order of increasing actual lengths of the specimens, from smallest to largest?

A X → Y → Z　**B** X → Z → Y　**C** Y → X → Z　**D** Z → Y → X

5. （2025·May/June 0610/22 Q5） · 2 级

A student measured the length of a structure using a microscope.

The magnification used was ×250.

The image size of the structure was 5.00 mm.

What was the actual length of the structure?

A 1.25×10^{3} mm

B 1.25×10^{3} μm

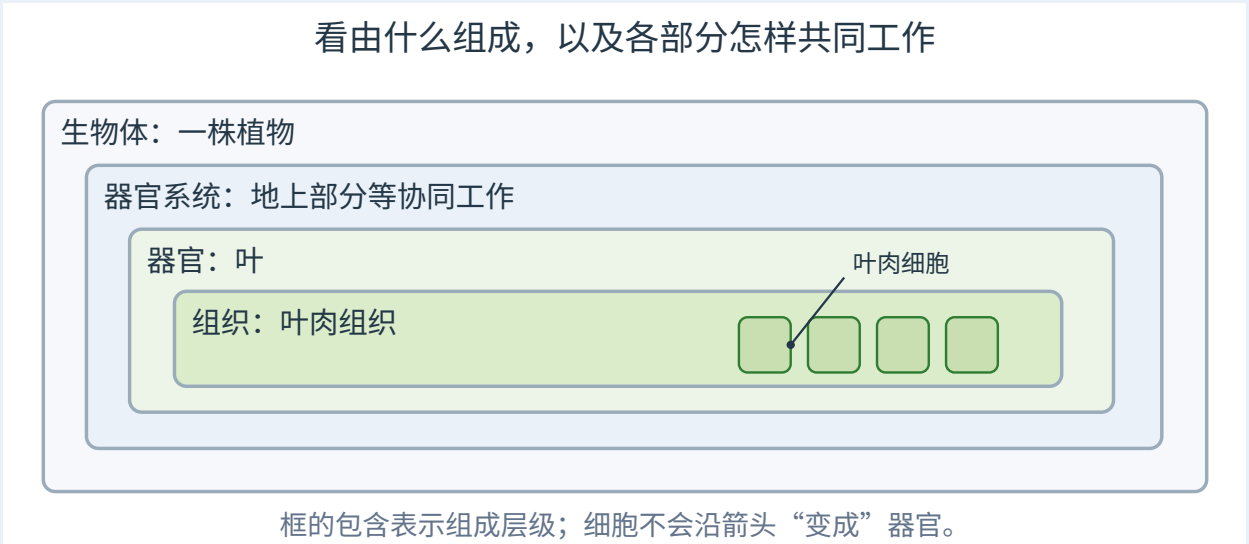
C 2.00×10^{1} μm

D 2.00×10^{-5} μm

2.4 生物体的组织层级

题型 1：区分细胞、组织、器官和器官系统

知识点　拿起一片叶，它不是一个巨大的细胞。叶的表皮组织保护内部，叶肉组织进行光合作用，维管组织运输物质；这些不同组织一起完成叶的工作。因此，叶属于器官。根、茎也都是植物的器官。



外框包含内层结构：多种组织组成器官，器官协同构成系统，并属于一个生物体。

细胞是生物体结构和功能的基本单位，例如神经元（neurone）是一个神经细胞。具有相似结构并共同完成某种功能的一组细胞，构成组织（tissue）；例如木质部（xylem）属于运输组织。不同组织协同工作，构成器官（organ）；多个器官共同完成较大的功能，构成器官系统（organ system）。完整的生物个体叫生物体（organism）。从小到大是：细胞、组织、器官、器官系统、生物体。

根毛（root hair）是根毛细胞伸出的部分，木质部则是一种组织。二者可以位于同一条根内，因此属于同一个器官，也属于同一株植物；这不意味着它们属于同一个细胞或同一种组织。遇到“属于相同的哪一级”时，要寻找能同时包含两者的层级。

脑（brain）和肝（liver）各由多种组织组成，都是器官；神经元仍是细胞。器官系统则由多个器官配合工作。例如消化系统中的食管（oesophagus）运输食物，胃（stomach）储存并消化食物，小肠（small intestine）继续消化并吸收。肝也参与消化系统的工作。气管（trachea）和肺（lungs）属于呼吸系统，膈（diaphragm）的收缩参与呼吸；心脏（heart）属于循环系统。不能只因几个器官都位于躯干，就把它们归为同一系统。

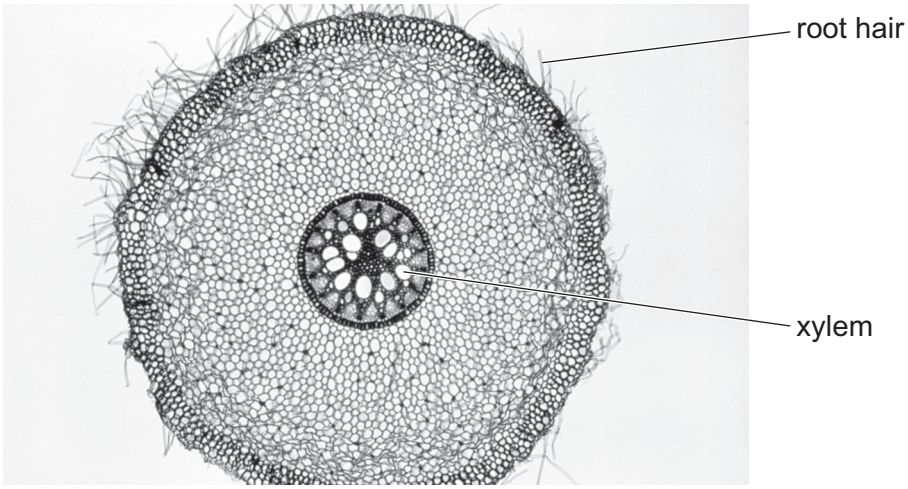
叶属于 _____；一组承担相似功能的细胞构成 _____。

答案：器官；组织

怎么认 先判断对象是单个细胞、一组相似细胞、多种组织组成的结构，还是多个器官。照片题沿标线认出各部分，再寻找能同时包含它们的层级；器官系统题按共同功能归组。

例题 1 （2024·October/November 0610/13 Q6） · 2 级

The photograph shows part of a cross-section of a root.



The root hair and the xylem are part of the same

A cell and organism.

B cell and tissue.

C organism and organism.

D tissue and organ.

解：图示是一条根的横切面。上方标线指向外侧伸出的根毛，下方标线指向中央的木质部。根毛是根毛细胞的一部分，木质部是运输组织，二者不是同一细胞，也不是同一种组织。它们都位于这条根内，所以属于同一个器官；这条根又属于同一株植物，所以二者也属于同一个生物体。需要同时满足的两个层级是 organ 和 organism，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/22 Q4） · 1 级

What is a leaf?

A a cell

B an organ

C an organ system

D a tissue

2. （2025·October/November 0610/22 Q4） · 2 级

Which term describes each structure?

	structure		
	brain	liver	neurone
A	organ	organ	cell
B	organ	tissue	cell
C	tissue	organ	tissue
D	tissue	cell	organ

3. （2024·October/November 0610/22 Q14） · 2 级

Which group of organs belongs to the same organ system?

A diaphragm, oesophagus, trachea

B heart, liver, lungs

C heart, stomach, trachea

D oesophagus, intestine, stomach

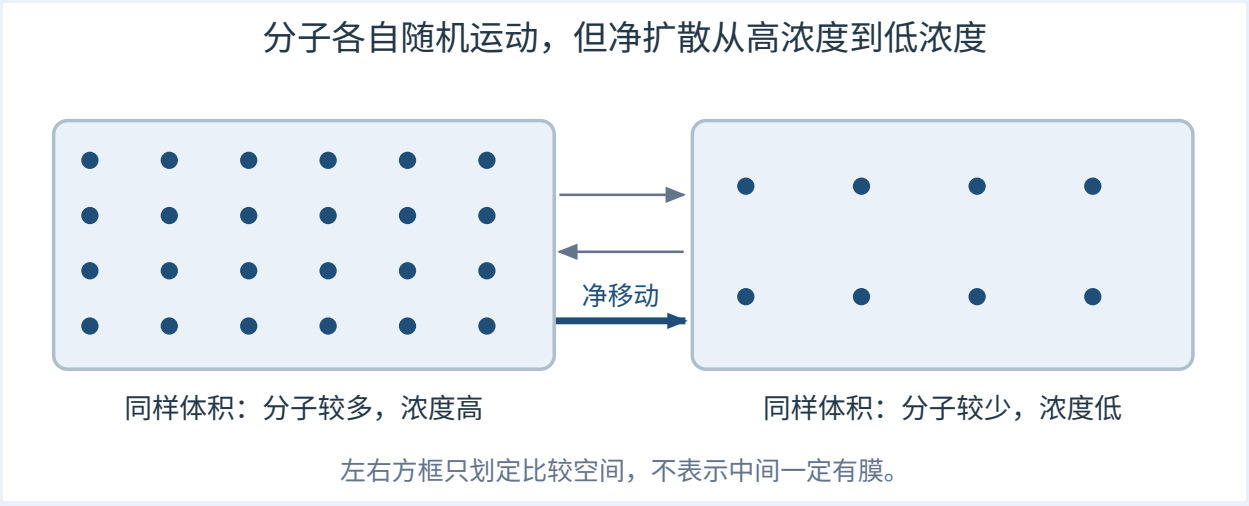
物质进出细胞

3.1 扩散

题型 1：判断扩散方向及影响扩散速率的条件

知识点 氧分子和二氧化碳分子都在不断作随机运动。

运动着的分子和离子具有动能，也就是与运动有关的能量；扩散所需的能量来自这种随机运动的动能。细胞不必为了这次扩散再直接用呼吸作用供能。若一个区域中某种分子比另一区域密集，单位时间内从密集区域离开的分子通常较多，结果表现为该物质由高浓度一侧向低浓度一侧的净移动，这叫扩散。净移动描述两个方向相抵后的总体结果，并不表示每一个分子都只向一个方向走。

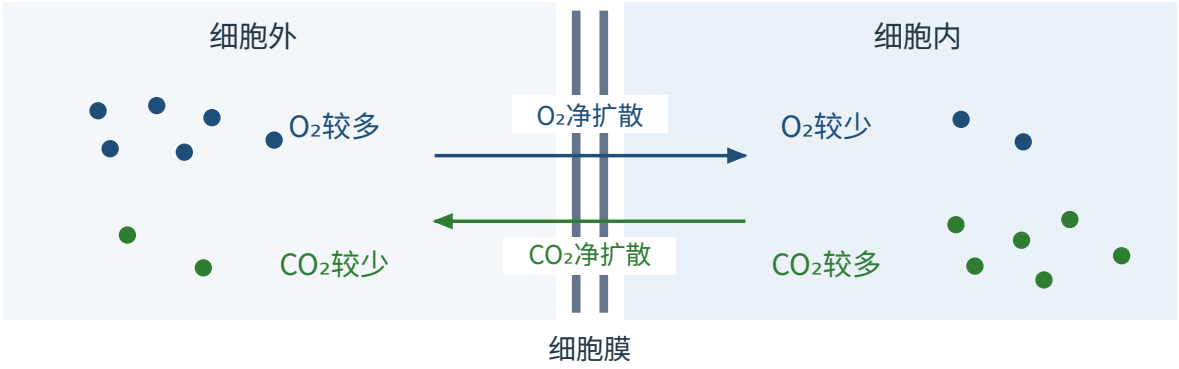


细箭头表示两个方向都有随机运动；粗箭头表示每段时间由高到低移动的净结果。

扩散的方向取决于所比较物质本身的浓度。例如，肺部血液中的二氧化碳浓度高于肺泡内时，二氧化碳就由血液扩散到肺泡。人体有氧呼吸产生二氧化碳，而氧是被消耗的原料；不能把“需要氧进行呼吸”误读成“呼吸产生氧”。

有些物质能通过细胞膜扩散进出细胞。例如，细胞持续消耗氧，外侧氧浓度较高时，氧可净扩散入细胞；细胞呼吸产生 CO_2，内侧 CO_2 浓度较高时，CO_2 可净扩散出去。同一张膜上的两种物质分别比较自己的浓度，净移动方向可以相反。

每一种物质分别比较膜两侧的浓度



箭头是净移动；分子仍随机运动，其动能提供扩散所需的能量。

示例固定膜可透过这两种小分子；氧和二氧化碳各按自己的梯度净移动。

扩散还帮助气体交换和可溶物质的运输。例如小肠内某种可吸收营养物质浓度较高时，它可以沿适当的梯度跨过吸收表面；后面的血流再把物质带走，帮助维持梯度。第 7 章会把扩散与需要能量的主动运输分开解释，不能把所有吸收都说成只有一种方式。

扩散的快慢与温度、浓度梯度、表面积和距离有关。温度升高使粒子运动更快；两侧浓度差更大，净移动更明显。供扩散的表面积增大，能同时通过的粒子更多；扩散路径缩短，粒子更快到达另一侧。因此，要使氧更快进入血液，应有较 _____ 的肺泡表面积、较 _____ 的浓度梯度和较 _____ 的扩散距离。

浓度梯度表示沿扩散方向浓度变化的程度。比较同一结构的几种条件时，可以先分别判断每个条件使扩散加快还是减慢，再选全部有利于加快扩散的一组。

怎样把“影响快慢”变成公平的调查？可以让一种可溶物质通过已知能透过它的材料，另一侧用相同的检测方法测出收到的量。每组在相同时间后比较通过的总量，或记录达到同一个规定总量所需的时间；重复测量，求平均。每次只改变温度、起始浓度差、接触面积或材料厚度中的一项。

调查扩散：只变一项，并用同一个测量指标比较

改变的因素	可以怎样比较	必须仍相同
温度	相同样品置于不同温度	材料、浓度差、面积、距离
浓度梯度	改变两侧起始浓度差	温度、材料、面积、距离
接触面积	改变同厚膜暴露的面积	温度、浓度差、膜厚
扩散距离	比较同材料不同厚度的层	温度、浓度差、接触面积

每次记录同一时长内到达另一侧的量，或达到同一检测终点的时间。

改小立方体会同时改变表面积和到中心的距离。

若两个因素同时变，就不能只凭结果断定其中某一个因素造成差异。

这是单因素比较的安排示意；实际材料须能测到所研究物质的扩散，所有组采用相同检测方法。

用能让葡萄糖通过的透析膜，把葡萄糖溶液与蒸馏水隔开。准备两个装置，一片膜露出 1 cm²，另一片露出 2 cm²；膜的材料和厚度、两侧初始液量、葡萄糖初始浓度、温度与测量时间都相同。5 min 后，用同一方法测出进入水侧的葡萄糖总量。若 2 cm²膜通过的葡萄糖较多，就支持增大接触面积能加快这次扩散。若要改为研究扩散距离，则保持膜的面积等条件相同，只比较厚薄不同的同种膜。

答案：大；大；短

怎么认 问向哪边移动时，比较该物质两侧的浓度，净移动由高到低。问速度时，分别核对温度、浓度梯度、表面积和扩散距离；不要用移动方向代替速度判断。

例题 1 （2025·May/June 0610/22 Q6） · 3 级

Which row shows the conditions when diffusion of oxygen into the blood is fastest?

	alveolar surface area	concentration gradient	diffusion path distance
A	high	high	short
B	high	low	short
C	low	high	long
D	low	low	long

解：氧进入血液的扩散要最快，应同时具有较大的肺泡表面积、较大的浓度梯度以及较短的扩散距离。对应 high、high、short 的一行，故选 A。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q7） · 1 级

What increases the rate of diffusion of oxygen into a cell?

A decreasing the concentration gradient

B decreasing the surface area

C increasing the diffusion distance

D increasing the temperature

2. （2025·May/June 0610/11 Q7） · 2 级

The table shows the concentration of gases in a blood vessel and in an alveolus.

Which row shows the conditions that cause a substance **produced** in respiration in humans to diffuse from the blood vessel into the alveolus?

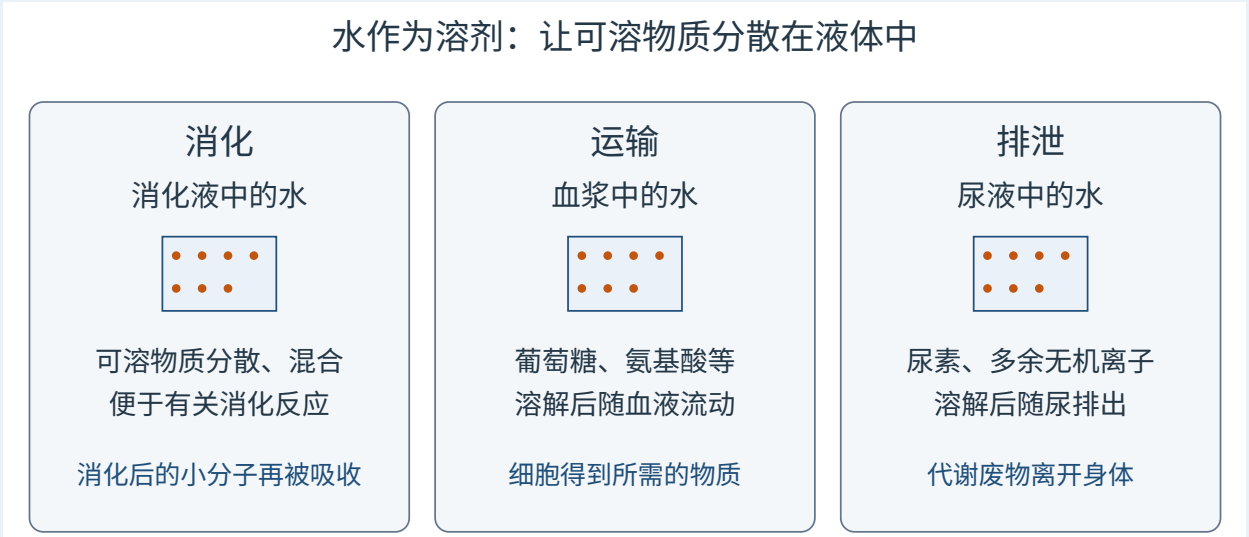
	substance produced in respiration	substance concentration in the blood vessel	substance concentration in the alveolus
A	carbon dioxide	low	high
B	carbon dioxide	high	low
C	oxygen	low	high
D	oxygen	high	low

3.2 渗透

题型 1：比较水势预测渗透方向及质量变化

知识点 先区分水和溶于水的物质。能把其他物质溶解、使其分散在液体中的物质叫溶剂；被溶解的物质叫溶质。水是生物体中重要的溶剂，但并不是所有物质都能溶于水。

消化液中的水让可溶物质分散和混合，为有关消化反应提供液体环境。血浆中的水溶解葡萄糖、氨基酸等，使它们能随血液运输。尿液中的水溶解尿素和多余无机离子，使这些物质能在排泄时离开身体。因此，消化、运输和排泄都是使用水作溶剂的过程。

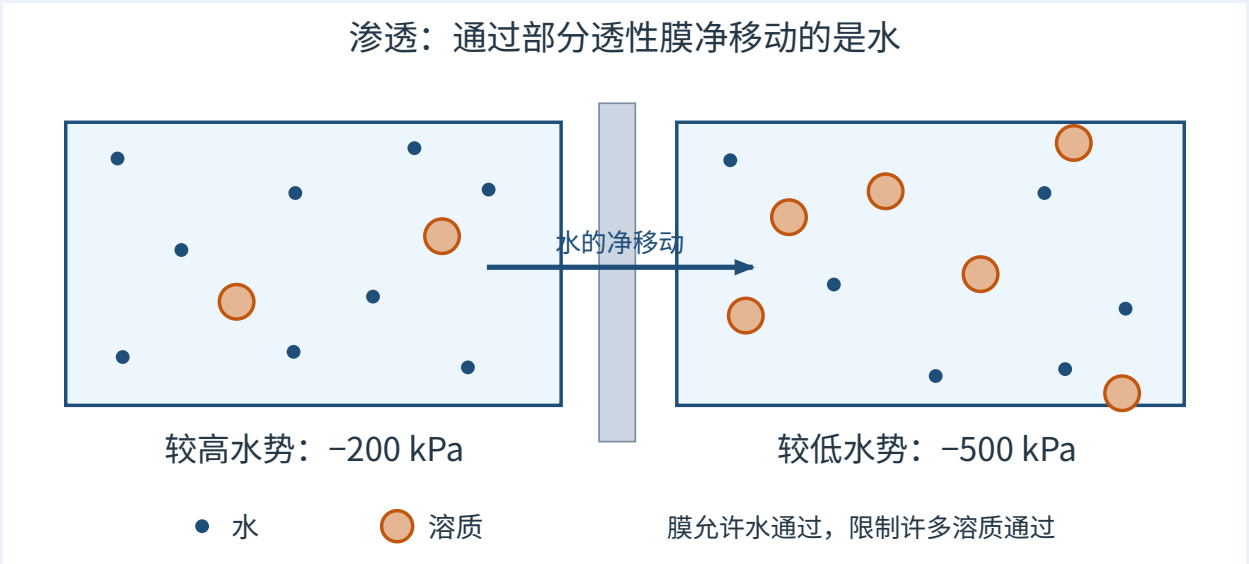


三栏是水的并列用途；不是消化液变成血浆，再变成尿液的过程图。

点示意溶于水的物质，未表示真实分子形状或浓度；水不会把所有食物都直接溶解。

饭后，小肠吸收的葡萄糖溶在血浆的水中，随血液到达肌肉等组织。肝脏产生的尿素也溶在血浆中，运到肾脏后随尿液排出。水是溶剂，葡萄糖和尿素是溶质；水使它们以溶解状态运输或排出。

把马铃薯放入蒸馏水，水可以通过细胞膜进入细胞。细胞膜允许水通过，却限制许多溶质通过，属于部分透性膜。水通过部分透性膜，从较高水势一侧向较低水势一侧的净移动，叫渗透作用。渗透移动的是_____，不是糖或盐等溶质。

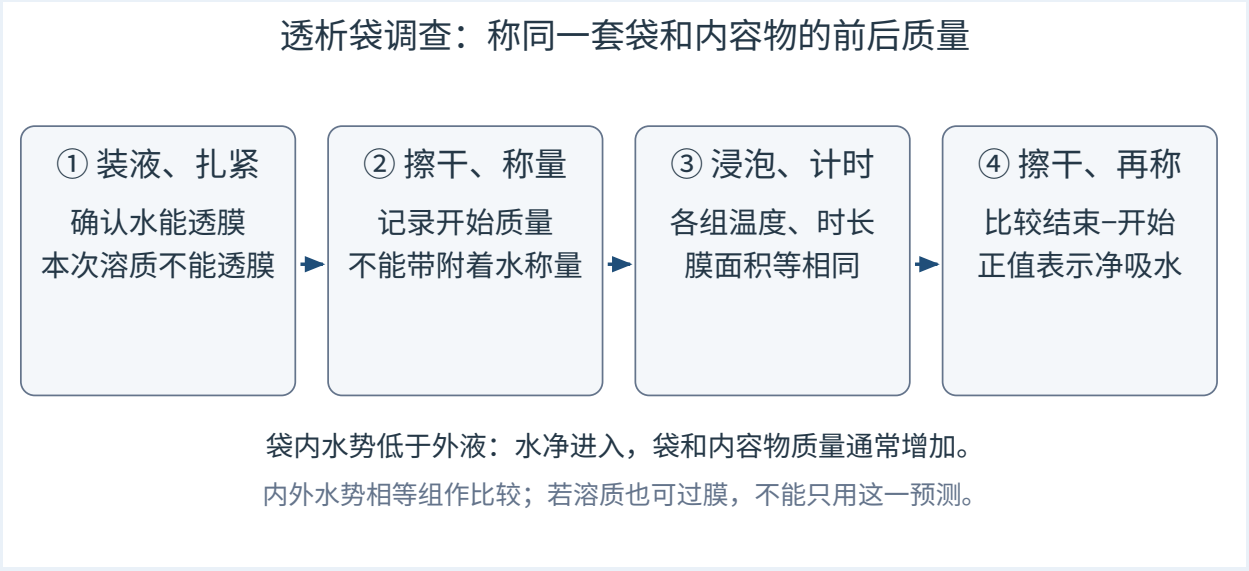


同温同压下比较；−200 高于−500。水没有变成溶质，溶质也不是渗透的移动对象。

在本型的相同条件下，纯水的水势最高；溶解的糖或盐越多，溶液水势越低。因此，细胞外溶液比细胞内稀，水净进入细胞；细胞外溶液比细胞内浓，水净离开细胞。若题目直接给出水势数值，按数值大小判断，不按负号后数字的大小判断。例如−200 kPa 高于−500 kPa，水由−200 kPa 一侧移向−500 kPa 一侧。两侧水势相同时，水仍能向两个方向移动，但没有净移动。

水进入组织或透析袋会使其质量增加，水离开则使质量减小。例如，若题目明确所用膜允许水而不允许本次盐溶质通过，袋内为 5% 盐溶液、外面为 10% 盐溶液时，外侧水势较低，水净流出袋，袋和内容物总质量减小。实际透析膜对不同溶质的通透性不同，不能把“所有盐都过不去”当作任何透析袋的固定性质。若内外换成相同浓度，便没有这种由水净流出造成的质量下降。先比较内外水势，再判断水的净移动方向，最后判断质量变化。

用透析袋调查时，先确认本次膜允许水通过、所选溶质不能通过，再装入溶液并扎紧。把袋外附着的水轻轻擦干，称袋和内容物的初始总质量；浸入外液并计时。规定时间后取出，以同样方式擦干外表，再称总质量。结束质量减去开始质量为正，支持净吸水；为负，支持净失水。



使用已知通透性的膜和溶质；前后称量对象、擦干方式及实验时长保持一致。

各组还要保持膜面积、袋内初始液量、温度和浸泡时长等相同。可设内外水势相等的比较组，预期没有明显的渗透净质量变化；若只把某组袋外水擦得特别少，多称进的附着水会造成假增重。盐或糖若也能过膜，就必须同时考虑溶质移动，不能直接套用上面的单一预测。

植物细胞吸水时，液泡增大，细胞内容物向细胞壁施压，细胞变得膨胀而坚挺，称为膨胀状态，英文 turgid。植物细胞失水后，内部压力下降，细胞变得松软，称为松弛状态，英文 flaccid。含许多细胞的马铃薯条吸水后，通常质量和长度都增加；失水则相反。在纯水中吸水的程度通常大于在稀糖溶液中，空气中则不能像浸在水里一样通过渗透吸水。

若用大小不同的圆表示分子，先读图例，区分水与溶质；再看哪一侧含有较多溶质。若表格给出一排细胞的水势，按箭头方向逐格比较，水必须从每个较高水势的细胞进入相邻较低水势的细胞。

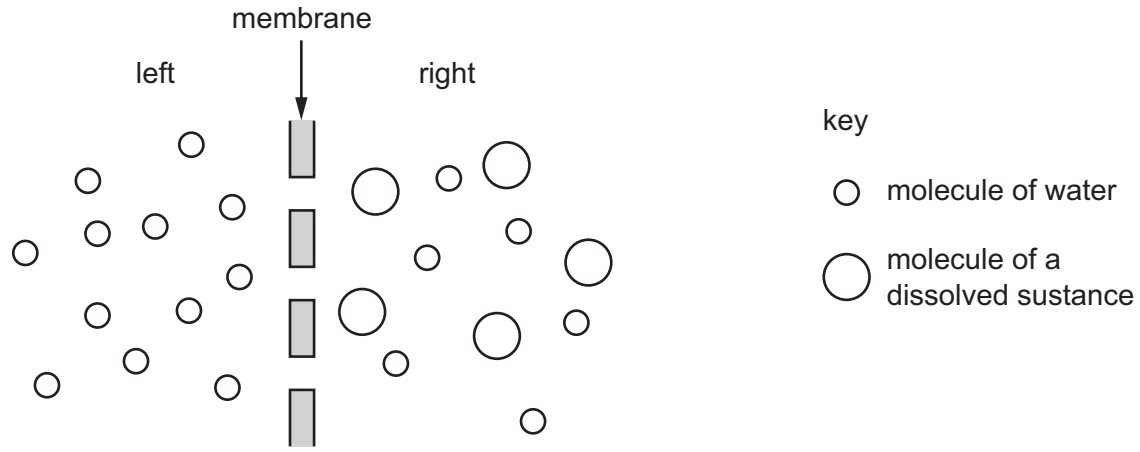
植物组织的完整浓度比较实验见第 23.3 节：制备相同大小的组织，前后以同样方式吸去表面液体再称重，统一浸泡时间，使用独立样品重复，并比较质量变化百分比。这里先掌握水势、净吸失水与质量变化之间的关系。

答案：水

怎么认 先找部分透性膜两侧或细胞内外，再比较水势。只给浓度时，本型中较稀一侧水势较高；给负数时先比较数值。水由高水势向低水势净移动，进入使质量增加并使植物细胞膨胀，离开使质量下降并使细胞松弛。

例题 1 （2025·May/June 0610/12 Q6） · 2 级

The diagram represents two liquids separated by a partially permeable membrane.



Which statement describes how the molecules will move by osmosis?

A Molecules of the dissolved substance move from left to right.

B Molecules of the dissolved substance move from right to left.

C Overall, water molecules move from left to right.

D Overall, water molecules move from right to left.

解：图例中小圆表示水分子，大圆表示溶质分子。左侧溶质少，水势较高；右侧溶质多，水势较低。水通过部分透性膜从左向右净移动，渗透不是溶质分子的移动，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/23 Q7） · 1 级

A potato was removed from a potato plant. A 5 g cube of potato was cut and put into a beaker of distilled water.

What is the most likely mass of the cube of potato after two hours?

A 2 g　　**B** 4 g　　**C** 5 g　　**D** 7 g

2. （2025·May/June 0610/13 Q6） · 2 级

Some pieces of potato plant tissue are placed in a very concentrated sugar solution. Other pieces of potato plant tissue are placed in distilled water.

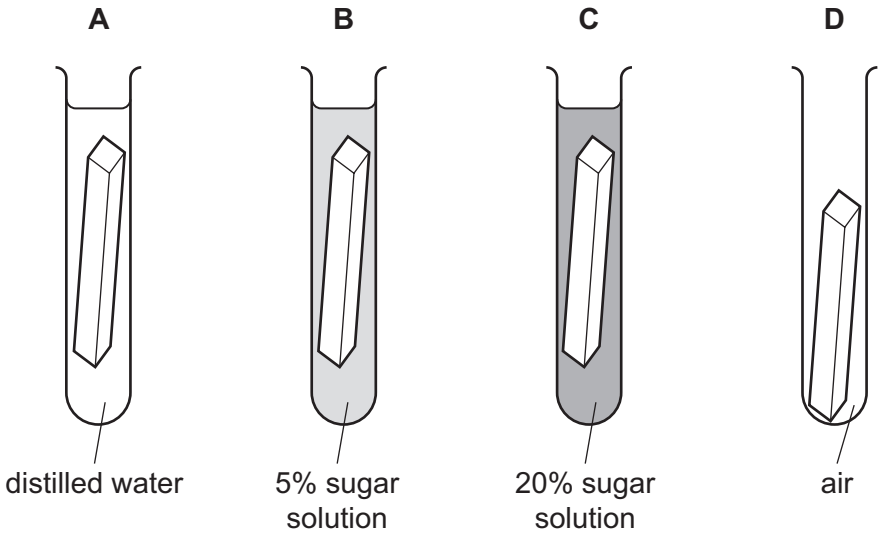
What happens to the mass of the potato pieces in the two liquids?

	mass of the potato pieces in a very concentrated sugar solution	mass of the potato pieces in distilled water
A	decreases	decreases
B	decreases	increases
C	increases	decreases
D	increases	increases

3. （2025·May/June 0610/11 Q8） · 2 级

The diagram shows four identical pieces of potato plant tissue in test-tubes. The pieces of potato were kept in the test-tubes for six hours.

Which piece of potato would have the greatest increase in mass after six hours?



4. （2025·May/June 0610/23 Q3） · 2 级

What happens when plant cells are placed in a sugar solution that has a lower water potential than the cytoplasm of the cells?

A The cells gain water and become flaccid.

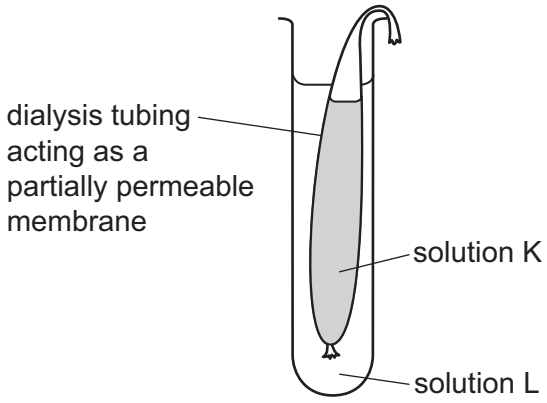
B The cells gain water and become turgid.

C The cells lose water and become flaccid.

D The cells lose water and become turgid.

5. （2025·February/March 0610/12 Q8） · 3 级

The apparatus shown is used to demonstrate osmosis.



The mass of the dialysis tubing and contents was 11.2 g at the start of the demonstration and 9.4 g at the end.

Which solutions would cause this change in mass?

	solution K	solution L
A	10% salt solution	5% salt solution
B	5% salt solution	10% salt solution
C	5% salt solution	water
D	10% salt solution	water

6. （2025·May/June 0610/22 Q7） · 3 级

Uncooked potato cylinders of identical size were placed in four different liquids for two hours.

The different liquids are listed.

1 pure water

2 a sugar solution that was less concentrated than the contents of the potato cells

3 a sugar solution that was more concentrated than the contents of the potato cells

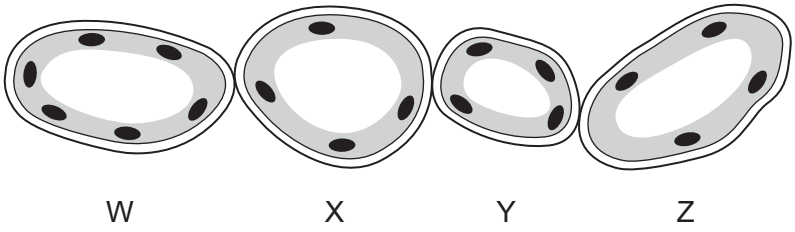
4 a sugar solution that was the same concentration as the contents of the potato cells

In which liquids will the potato cylinders increase in length?

A 1 and 2 **B** 1 and 3 **C** 2 and 4 **D** 3 and 4

7. （2025·February/March 0610/22 Q5） · 3 级

The diagram shows four mesophyll cells, W, X, Y and Z. Water moves through these cells.



Which arrow shows the direction of movement of water through these cells?

	direction of water movement	water potential / kPa			
		W	X	Y	Z
A	→	–600	–450	–350	–250
B	→	–350	–400	–450	–600
C	←	–400	–450	–500	–550
D	←	–200	–300	–350	–450

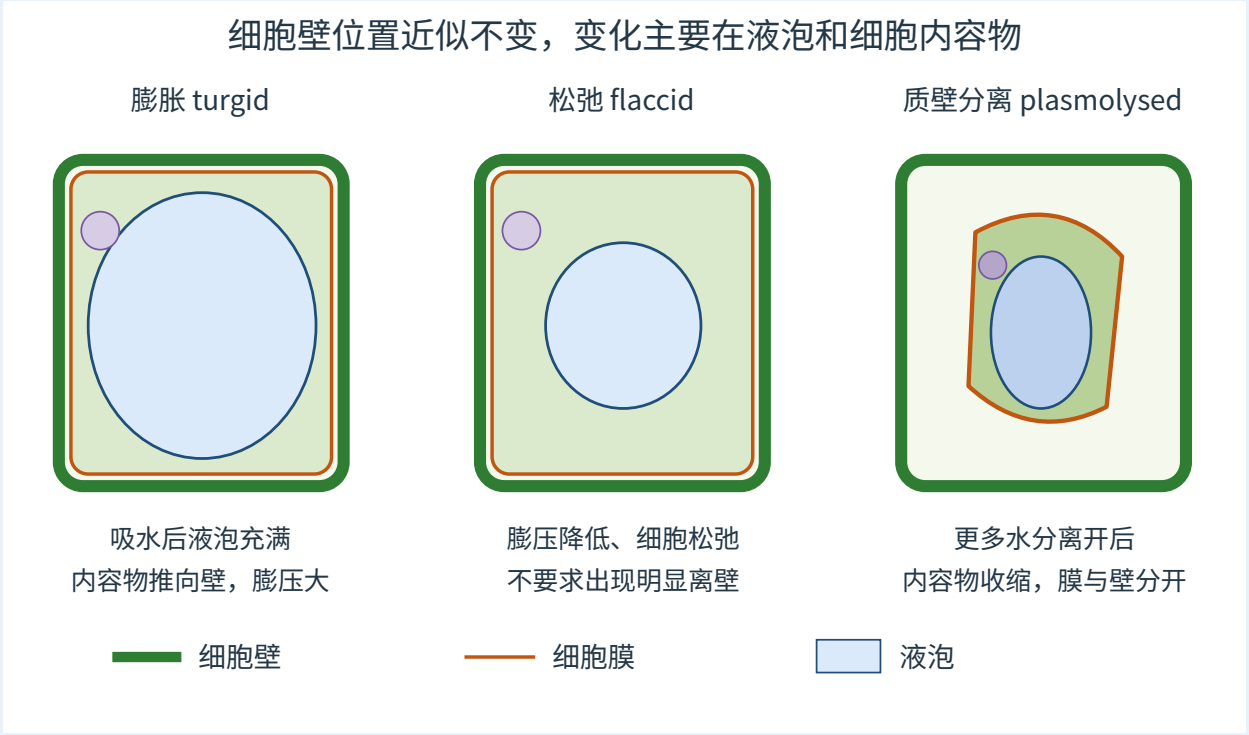
题型 2：由水势和细胞边界解释膨胀、松弛与质壁分离

知识点 把一枚植物细胞放进不同溶液，先比较外液与细胞内容物的水势，再用渗透判断水的净移动。

细胞膜具有部分透性：允许水通过，却限制许多溶质通过。细胞壁在膜外，主要提供强度，不是决定渗透选择性的那一层膜。

蒸馏水几乎没有溶质，水势通常高于细胞液。水由外向内净进入，液泡变得充满，细胞内容物把膜推向细胞壁，并对壁产生压力。这个向壁的压力叫膨压（turgor pressure）；细胞因此变得饱满、坚挺，称为膨胀状态（turgid）。坚固细胞壁抵抗继续胀大，所以正常植物细胞不像没有壁的动物细胞那样容易吸水胀破。

若外液水势降低，水可能净离开细胞。液泡和内容物体积减小，膨压下降，细胞变松弛（flaccid）。松弛不等于一定已经能看见膜与壁之间有大缝，不能看到“失去膨压”就擅自补画明显离壁。



比较同类成熟植物细胞的三种状态；膜与壁分开才是明确质壁分离，三图不代表所有实验都必经的固定时间顺序。

若外液足够浓、水势比细胞内容物低得多，细胞继续失水。膜包围的全部活内容物称为原生质体；它收缩后，细胞膜与较坚固、形状变化较小的细胞壁分开。这是质壁分离（plasmolysis），其中“质”指细胞内容物，“壁”指细胞壁，不是细胞核离开细胞膜。

读显微照片时，先找不容易移动的细胞壁，再看有色内容物和膜是否贴壁。内容物缩小、离壁以及颜色更浓，可以共同支持失水判断；颜色变浓是原有溶质集中到较小液体体积中，不能因此说新产生了更多色素。完整解释要写清水势方向、通过的膜以及水的净移动，然后再联系外观。

外液水势较高时，水经膜净 _____ 细胞；水势较低时净 _____ 细胞。内容物明显收缩并离开细胞壁，称为 _____。

答案：进入；离开；质壁分离

怎么认 先比较水势，再标出进水或失水方向；最后区别膨压变化与是否真正离壁。照片题沿外壁和内容物边界分别观察。

例题 1 （2024·May/June 0610/22 Q5） · 1 级

Some plant cells are placed in distilled water for 1 hour.

Which description of the condition of the plant cells after 1 hour is correct?

A burst

B flaccid

C plasmolysed

D turgid

解：题目给的是植物细胞，外液是蒸馏水。蒸馏水几乎不含溶质，水势高于细胞内的细胞液，因此水通过部分透性膜，沿水势由高到低的方向净进入细胞，这叫渗透作用。

水进入后，液泡增大，细胞内容物向细胞壁施压。坚固的细胞壁限制继续膨胀，使细胞坚挺，形成 turgid（膨胀）状态。因此选 D。A 的 burst 是破裂；这里的植物细胞有细胞壁提供支持，不会像没有细胞壁的细胞那样不断膨胀直到破裂。B 的 flaccid（松弛）和 C 的 plasmolysed（质壁分离）均不是这种吸水结果。

例题 2 （2025·February/March 0610/42 Q1(e)） · 3 级

(e) Fig. 1.2 is a photomicrograph of red onion cells.

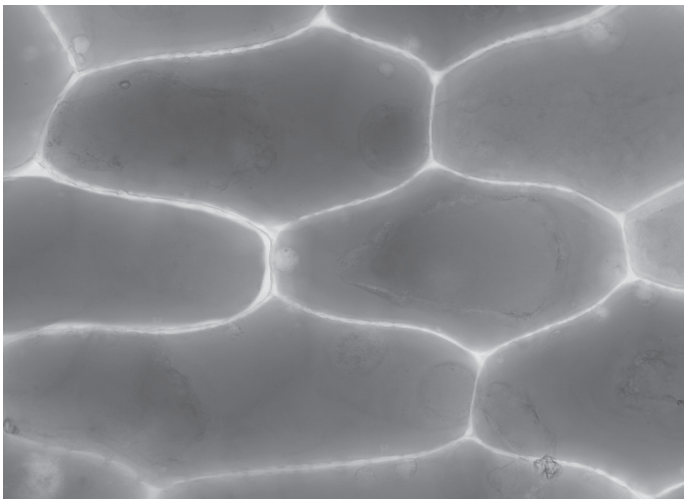


Fig. 1.2

Fig. 1.3 is a photomicrograph of the same red onion cells after being immersed in a salt solution.

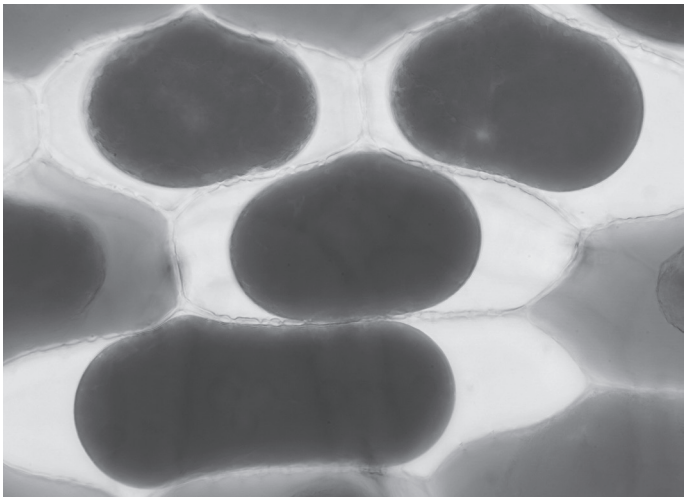


Fig. 1.3

Using Fig. 1.2 and Fig. 1.3, describe **and** explain the difference in appearance of the cells before and after immersion in salt solution.

解：先描述图上真正改变的部位。浸泡前，Fig. 1.2 中细胞内容物大体贴着细胞壁，细胞处于膨胀状态。浸泡后，Fig. 1.3 中原来的多边形细胞壁仍在原位置，壁内较深色的细胞内容物却缩成较小的团块；它与细胞壁之间出现清楚的空隙。这是细胞膜随内容物一起离开细胞壁的质壁分离，不能写成“细胞壁缩小”。盐溶液较浓，水势低于细胞质。水通过部分透性的细胞膜，由细胞内较高水势处净移向外液较低水势处，发生渗透。细胞失水后，液泡和细胞内容物的体积减小，向细胞壁施加的膨压下降，因此出现图中的收缩与分离。

浸泡后内部颜色也更深：水减少，使有色细胞液更浓。完整的解释要把“外液水势较低—水经部分透性膜向外净移动—液泡和内容物缩小—膨压下降、膜离壁”连起来；颜色变深再联系细胞液浓缩。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/32 Q2(c)） · 2 级

(c) Plant tissues can be used to investigate osmosis.

Describe the appearance of a plant cell after being placed in distilled water for one hour.

2. （2024·May/June 0610/21 Q5） · 3 级

Samples of plant cells from the same species are immersed in three different liquids. The low concentration sucrose solution has a higher water potential than the plant cell cytoplasm. The high concentration sucrose solution has a lower water potential than the plant cell cytoplasm.

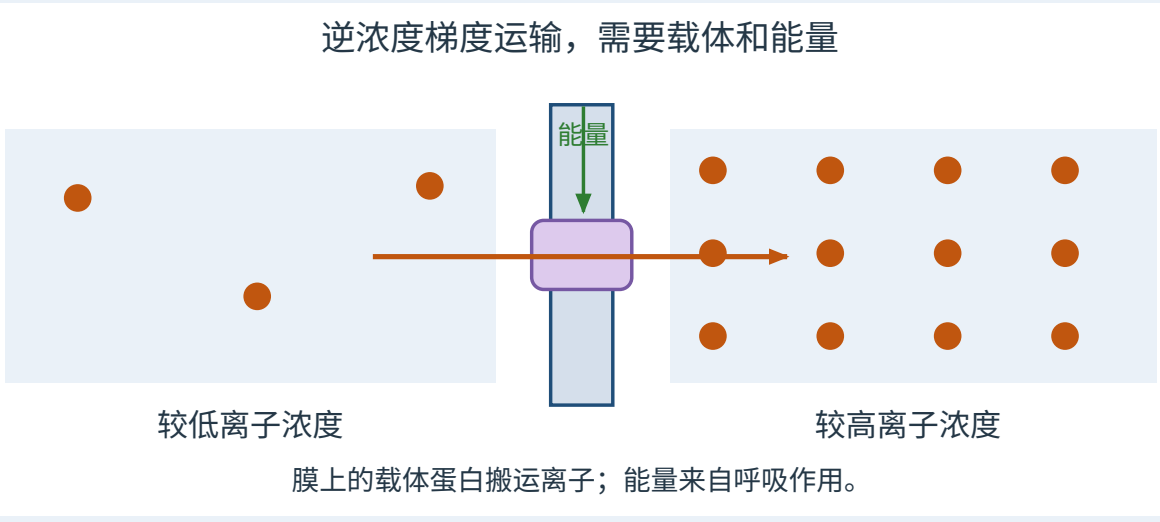
What is the state of the cells in the different liquids?

	distilled water	low concentration sucrose solution	high concentration sucrose solution
A	turgid	plasmolysed	flaccid
B	flaccid	turgid	plasmolysed
C	flaccid	plasmolysed	flaccid
D	turgid	turgid	plasmolysed

3.3 主动运输

题型 1：根据浓度梯度和能量需求识别主动运输

知识点 根毛细胞内的某种无机离子已经比土壤溶液中多，却仍可能继续吸收这种离子。这不是让离子顺着高浓度到低浓度的方向扩散，而是把离子从较低浓度一侧运到较高浓度一侧。这种逆浓度梯度、跨细胞膜的净移动叫主动运输，需要细胞呼吸作用提供的 _____。



比较同一种离子；物质箭头从低浓度到高浓度，绿色箭头表示向运输过程供能。

主动运输由细胞膜上的载体蛋白完成。载体能结合要运输的粒子，利用能量将其转移到膜的另一侧；因此“跨膜运输”“利用载体蛋白”和“根毛吸收离子”都可能涉及主动运输。它依赖活细胞的代谢，不能在已经死亡的细胞中持续进行。

扩散和主动运输都可以使粒子移动，但方向和能量要求不同。扩散的净移动由高浓度向低浓度，不需要呼吸供能；本型中的主动运输由低浓度向高浓度，需要能量。动物细胞有细胞膜而没有细胞壁，不能把“跨细胞壁”当作动物细胞主动运输的描述。题目问哪些过程 can involve 主动运输，是问它们是否可能采用这种方式，不等于这些过程在所有条件下都只能主动运输。

载体蛋白也可参与不消耗呼吸能量、顺浓度梯度的运输，所以单独看到载体不能证明一定是主动运输。需要把载体、移动方向和能量条件结合判断。

答案：能量

怎么认 题干同时出现逆浓度梯度、膜上载体或呼吸供能时，联系主动运输。先核对是否从低浓度向高浓度，再核对跨越的是细胞膜及是否需要能量。列举题逐条判断，注意 can 表示可能。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q4） · 3 级

A student made the following statements about the movement of ions by active transport.

1 It is the net movement of particles from a low concentration to a high concentration.

2 It is the net movement of particles from a high concentration to a low concentration.

3 It requires the use of energy from respiration.

4 It can only take place in living cells.

Which statements are correct?

A 1, 3 and 4 **B** 1 and 4 only **C** 2 and 4 **D** 2 only

解：陈述 1 描述由低浓度向高浓度的净移动，符合主动运输；陈述 2 给出高到低方向，不符合。主动运输需要呼吸作用释放的能量，并依赖活细胞代谢，所以 3 和 4 也正确。正确组合为 1、3 和 4，故选 A。

例题 2 （2025·February/March 0610/42 Q1(c)） · 2 级

Fig. 1.1 shows the movement of particles through an epithelial cell in the small intestine.

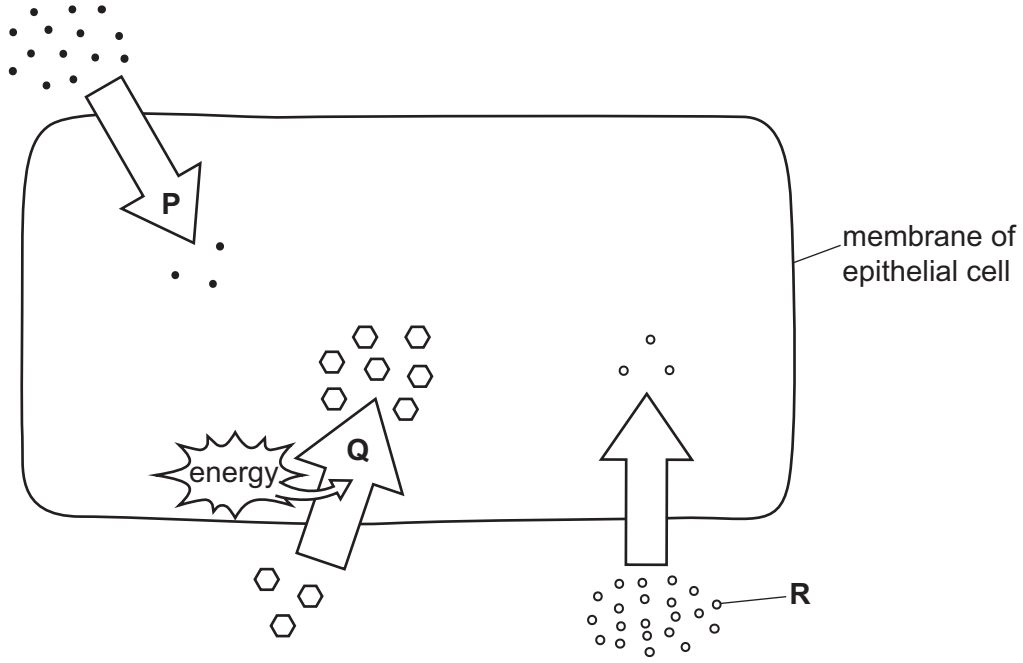


Fig. 1.1

(c) In Fig. 1.1, arrow **Q** represents another type of particle movement.

Identify the type of particle movement represented by arrow **Q**.

Explain your answer.

type of movement

explanation

解：只追踪 Q 所代表的六边形粒子。箭头起点在细胞外，外侧这种粒子较少；终点进入细胞内，内侧这种粒子较多。因此 Q 表示粒子从较低浓度处移向较高浓度处，是逆浓度梯度的移动。
图中还明确向 Q 的运输过程提供 energy（能量）。逆浓度梯度运输需要能量，所以这种移动为主动运输。
回答解释时写出两个图中证据：“从低浓度到高浓度”和“需要能量”。P、R 旁的其他粒子或箭头不能替代 Q 的比较对象。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/13 Q7） · 2 级

Which statement describes the net movement of particles by active transport in animal cells?

A from a higher concentration to a lower concentration across a cell membrane

B from a higher concentration to a lower concentration across a cell wall

C from a lower concentration to a higher concentration across a cell membrane

D from a lower concentration to a higher concentration across a cell wall

2. （2025·February/March 0610/22 Q6） · 3 级

Three processes are listed.

1 Molecules or ions are moved across membranes.

2 Molecules or ions are moved by protein carriers.

3 Ions are taken up by root hairs.

Which processes can involve active transport?

A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 1 and 3 only **D** 2 and 3 only

生物分子

4.1 食物中的物质

题型 1：选择食物检测试剂并判断阳性颜色

知识点　食物检测用特定试剂与样品反应，依据颜色判断是否含有某种物质。用双缩脲试剂检测蛋白质时，试剂原来呈蓝色，阳性结果为紫色；这项检测不需要加热。因此，样品变成 _____ 表示检测到蛋白质。

检验要同时对上：对象、试剂、操作和阳性现象

蛋白质	双缩脲	无需加热		紫色
淀粉	碘液	无需加热		蓝黑色
还原糖	本尼迪特	热水浴		绿至砖红
维生素C	DCPIP	无需加热		蓝色褪为无色
脂肪	乙醇，再加水	先振荡		白色乳浊

颜色只是辅助；阴性结果与试剂原色也要按所用检验判断。

每行是一种独立检验；还原糖阳性可随含量呈不同颜色，不能将不同检验的颜色混用。

碘液检测淀粉：有淀粉时由黄褐色变成蓝黑色，没有淀粉时仍为黄褐色。本尼迪特试剂检测还原糖，需放在热水浴中加热；阳性结果可由蓝色变成绿、黄、橙或砖红色，题中若给红色表示还原糖存在。检测维生素 C 使用蓝色 DCPIP 溶液，维生素 C 使它褪色。检测脂肪可用乙醇乳浊法：先与乙醇混合，再加入水，白色乳浊现象表示有脂肪。

判断多列检测结果时，先确定检测对象，再查对应试剂、是否加热与阳性颜色。例如，淀粉溶液经淀粉酶充分分解后，淀粉减少并产生还原糖；此时碘液可能仍为黄褐色，本尼迪特试剂加热后却出现红色。不能因为起初加入过淀粉，就断定反应后的样品一定仍呈蓝黑色。

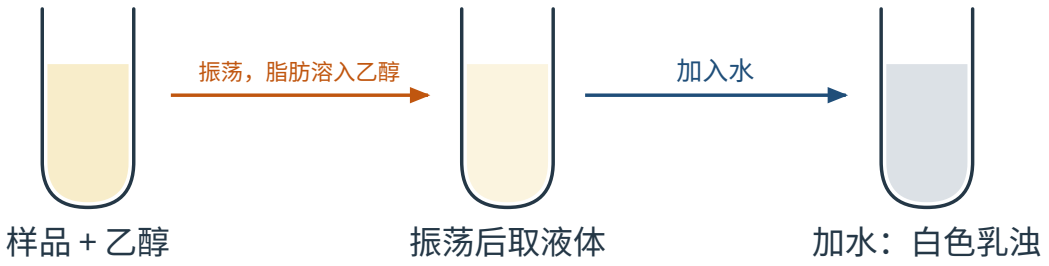
双缩脲阴性时保持蓝色，本尼迪特试剂加热后阴性仍为蓝色，维生素 C 检测阴性时 DCPIP 保持蓝色；乳浊法阴性时不出现白色乳浊。碘液、双缩脲、DCPIP 和乳浊法不需要像本尼迪特检测那样加热。

把名称落实为能完成的检验步骤。检测还原糖时，取少量液体样品，加本尼迪特试剂，在热水浴中加热；试剂原来呈蓝色，阳性可出现绿、黄、橙到砖红的沉淀或颜色变化。水浴是把装样品的试管放在热水中间接加热，不是把试管内容物用明火直接烧。

DCPIP 是一种检验维生素 C 的蓝色染料溶液。将待测液与 DCPIP 混合，维生素 C 可使它由蓝色褪成无色。测试马铃薯、苹果等固体食物时，可用少量水将样品压碎，取过滤或澄清后的提取液，再做检测；不能把“褪色”写成蓝黑色，蓝黑色属于碘液的淀粉检验。

脂肪的乳浊法先加乙醇并振荡，再加水。乙醇可溶解样品中的脂肪，随后加水时脂肪难溶于水，分散成细小液滴，形成白色浑浊的乳浊液。若有不溶固体，先取乙醇层继续加水，避免把原有固体本身的浑浊误当阳性。这里不需要加热；乙醇易燃，应远离火焰。

乳浊检验顺序：先让脂肪进入乙醇，再加水观察



白色来自分散的脂肪小液滴；乙醇易燃，整个过程远离火焰。

原液混浊可能来自固体食物，故要用适当的液体提取部分；图中箭头表示检验操作先后。

戴护目镜可以减少溅液入眼的风险，不能用“用火加热更快”代替正确步骤。

答案：紫色

怎么认 先看被检测的是淀粉、还原糖、蛋白质、脂肪还是维生素 C，再匹配试剂与颜色。出现酶处理时，要先判断处理后物质是否改变，再选检测结果。

例题 1 （2025·February/March 0610/12 Q9） · 3 级

A student placed amylase and starch solution in a test-tube.

After some minutes, the student tested samples of the liquid in the test-tube. They recorded the colour of the samples after testing for starch and reducing sugar.

Which row shows the test used and the expected results?

	test used		test result	
	to test for starch	to test for reducing sugar	test for starch	test for reducing sugar
A	DCPIP	Benedict’s solution	blue-black	red
B	DCPIP	biuret	yellow-brown	blue
C	iodine solution	Benedict’s solution	yellow-brown	red
D	iodine solution	biuret	blue-black	blue

解：淀粉酶把淀粉分解成还原糖。反应后检测淀粉用碘液，淀粉已被分解时仍呈黄褐色；检测生成的还原糖用本尼迪特试剂，加热后呈红色。试剂及两项结果全部相符的是 C，故选 C。

例题 2 （2025·February/March 0610/62 Q1(c)） · 1 级

(c) Describe how to do the emulsion test to show that fat is present in a food sample.

解：取少量食物样品，加入乙醇并振荡，使样品中的脂肪进入乙醇层；若有不溶固体，使用上面的液体继续检测。然后加入水，观察是否出现白色、浑浊的乳浊液。

脂肪能溶于乙醇，却难溶于水；加入水以后，脂肪以细小液滴分散，形成白色乳浊。因此操作顺序是“乙醇—振荡—水”，阳性现象为白色乳浊。只写乙醇，或把它与本尼迪特试剂混淆，都没有完成本题的脂肪检验。

例题 3 （2025·October/November 0610/62 Q1(c)） · 1 级

(c) Sports drinks often contain glucose, which is a reducing sugar.

State how you could test a sample of a sports drink for reducing sugar.

解：葡萄糖属于还原糖，应选择本尼迪特试剂。把试剂加入运动饮料样品，再将试管放入热水浴中加热。还原糖存在时，原来的蓝色会出现绿、黄、橙或砖红色沉淀，具体颜色与含量及检测条件有关；未检出还原糖时仍为蓝色。本题两个必需操作是“加本尼迪特试剂”和“加热”，不能只写颜色或只写试剂。

例题 4 （2024·May/June 0610/63 Q1(b)） · 1 级

(b) Describe how you could test samples of potato and apple to determine if vitamin C is present.

Give the result of a positive test.

test

result

解：分别取马铃薯和苹果样品，压碎或研磨并用少量水制成可接触试剂的提取液。各取一份提取液，加入蓝色 DCPIP 溶液，混合后观察颜色。
含有维生素 C 的样品能使蓝色 DCPIP 褪色，阳性结果应写为“蓝色褪为无色”。试剂名称回答 test 一栏，褪色现象回答 result 一栏。不能把蛋白质的紫色或淀粉的蓝黑色写到本题。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/12 Q8） · 1 级

A student used biuret reagent to test milk for the presence of protein.

The milk tested positive for protein.

Which colour did the sample change to?

A blue

B blue-black

C brick red

D purple

2. （2025·May/June 0610/11 Q10） · 1 级

Which substance is the DCPIP test used for?

A fat

B protein

C starch

D vitamin C

3. （2025·October/November 0610/62 Q1(d)(ii)） · 1 级

(ii) Suggest **one** safety precaution that should be followed when using ethanol.

4. （2025·May/June 0610/13 Q8） · 2 级

Which chemical tests should a student use to test lemon juice for reducing sugars and vitamin C?

	reducing sugars	vitamin C
A	Benedict's solution test	DCPIP solution test
B	Benedict's solution test	ethanol emulsion test
C	biuret test	DCPIP solution test
D	biuret test	ethanol emulsion test

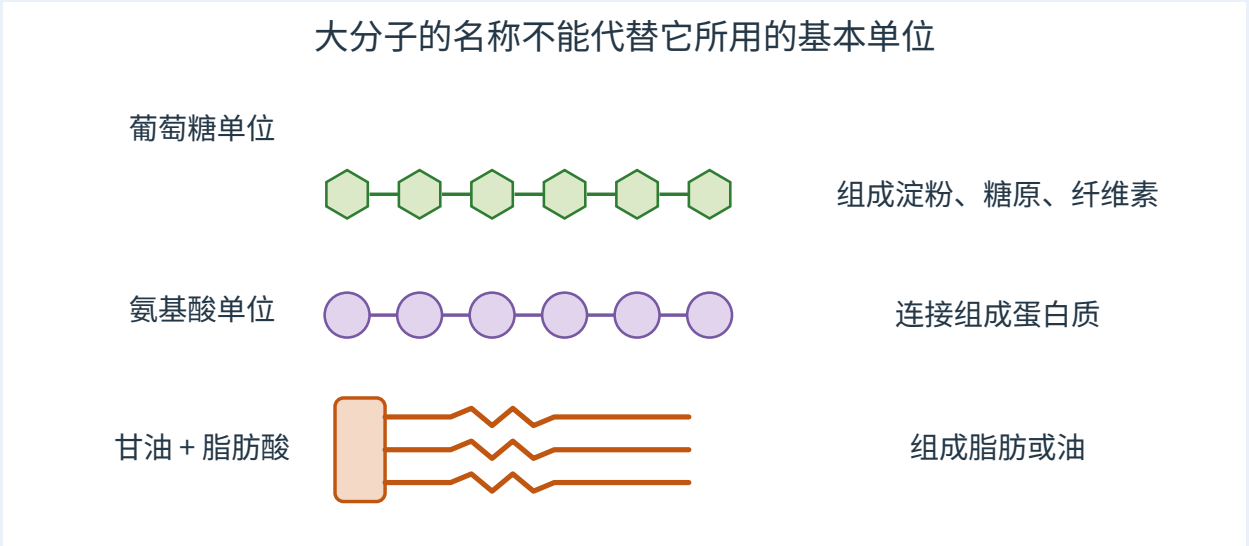
5. （2025·May/June 0610/21 Q6） · 2 级

What is the test for protein?

	name of the test	heat	colour change
A	Benedict's	yes	blue to purple
B	biuret	yes	blue to red
C	biuret	no	blue to purple
D	Benedict's	no	blue to red

题型 2：由元素、基本单位和用途辨认生物大分子

知识点 淀粉是由许多葡萄糖单位连接形成的大分子。葡萄糖和淀粉都含碳、氢、氧三种元素，不能因为淀粉分子大，就把它的基本单位改成脂肪的组成物质。植物细胞壁的主要成分是纤维素，淀粉则用于储存养分。



这里展示组成关系，没有把线段或圆点当成真实分子外形或原子比例。

碳水化合物主要含碳、氢、氧。淀粉、糖原和纤维素都是由许多糖单位组成的大分子，其中淀粉常用于植物储存，糖原常用于动物储存，纤维素提供细胞壁的支持。蔗糖也是碳水化合物，但不是植物细胞壁的主要成分。

蛋白质由氨基酸连接形成，除碳、氢、氧以外还含 _____。脂肪和油由甘油与脂肪酸组成，主要含碳、氢、氧。判断一行配对时，要同时检查元素、基本单位和大分子名称：葡萄糖可以组成淀粉，甘油与脂肪酸可以组成油，氨基酸可以组成蛋白质，不能把这三组互换。

答案：氮

怎么认 看到元素、基本单位或用途时，先锁定分子种类。淀粉对应葡萄糖，蛋白质对应氨基酸，脂肪和油对应甘油与脂肪酸；含氮可帮助区分蛋白质与碳水化合物。

例题 1 （2025·May/June 0610/11 Q9） · 2 级

Which row correctly shows the elements and small molecules that are found in a large molecule?

	elements	small molecules	large molecule
A	carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen	glucose	fat
B	carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen	glycerol	fat
C	carbon, hydrogen, oxygen	glucose	starch
D	carbon, hydrogen, oxygen	glycerol	starch

解：淀粉含碳、氢、氧，由许多葡萄糖单位组成。C 同时给出正确元素、基本单位葡萄糖和大分子淀粉；甘油属于脂肪或油的组成物质，故选 C。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/22 Q8） · 1 级

Which chemical element is found in proteins but **not** in carbohydrates?

A carbon

B hydrogen

C nitrogen

D oxygen

2. （2025·May/June 0610/12 Q7） · 1 级

Small molecules are used to synthesise large food molecules.

Which statement is correct?

A Amino acids are the basic units of carbohydrates.

B Fatty acids are the basic units of glycogen.

C Glycerol is a basic unit of oils.

D Simple sugar is the basic unit of protein.

3. （2025·May/June 0610/13 Q11） · 1 级

Which carbohydrate is used to build plant cell walls?

A cellulose

B glycogen

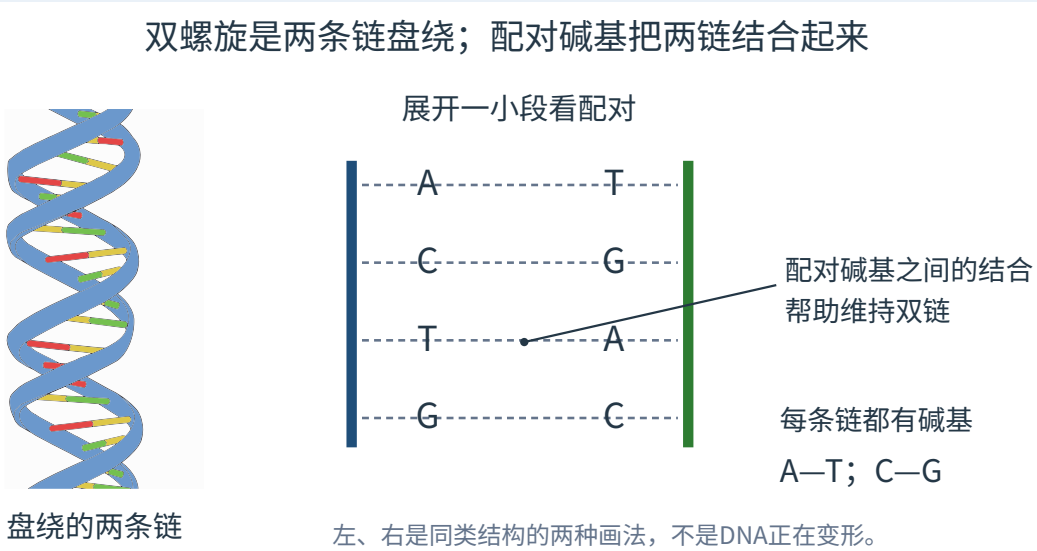
C starch

D sucrose

4.2 DNA 的互补配对

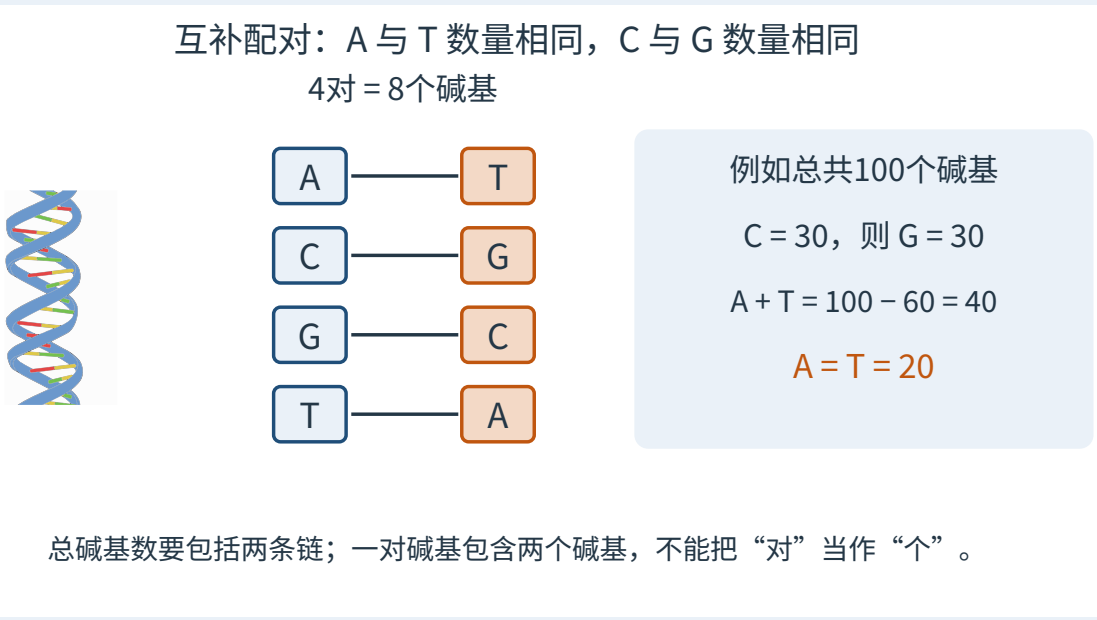
题型 1：利用互补配对计算 DNA 碱基数量或比例

知识点 DNA 分子由两条链组成，两条链围绕彼此盘绕，形成双螺旋。每条链上排列着碱基；两条链中相对的碱基配对，配对碱基之间的结合把两条链联系起来。先看盘绕的整体，再把一小段想象成展开的梯子，数量计算才有对应对象。



双螺旋底图与展开片段不按同一比例；连接线表示配对碱基间的结合。

DNA 的两条链通过碱基配对结合。四种碱基用 A、T、C、G 表示，配对规则是 A 与 T、C 与 G。因此，在完整双链 DNA 中，每有一个 A 就有一个与它配对的 T，A 与 T 的总数相同；C 与 G 的总数也相同。能与 T 配对的是 _____。



梯子式图只展开双链的一小段，左右相对的位置是一对；不表示这些虚构例数来自某一物种。

求碱基数时，先找已知碱基的配对伙伴，再从总数中扣除这一对。例如一段双链 DNA 共 100 个碱基，其中 C 有 30 个，G 也有 30 个。C 和 G 共 60 个，剩余 $100-60=40$ 个由 A 和 T 均分，所以 A 有 $\frac{40}{2}=20$ 个。扣除两种已知碱基后得到的是 A 与 T 的合计，不能直接当作 A 的数量。

比例计算遵循同一规则，四种碱基合计为 100%。若 T 占 30%，A 也占 30%，余下 40% 由 C 与 G 均分，各占 20%；若 C 占 35%，G 也占 35%，余下 30% 由 A 与 T 均分，各占 15%。当题目告诉 C—G 配对比 A—T 配对更牢固，且两段 DNA 碱基总数相同，含较少 C—G 配对、较多 A—T 配对的一段就较容易受热分开。应先算出两类配对的比例，再比较，不能只比较题干直接给出的两种不同碱基。

答案：A

怎么认 先确认比较的是完整双链 DNA。用 A=T、C=G 确定伙伴的数量或比例，再从总数或 100% 扣除已知一对，并把余量均分。比较受热分开难易时，结合题目给出的配对牢固程度。

例题 1 （2025·February/March 0610/22 Q7） · 2 级

A section of a chromosome contains 4500 bases. There are 1450 G bases.

How many A bases are there?

A 800 **B** 1450 **C** 1600 **D** 2900

解：已知 G 有 1450 个，与它配对的 C 也有 1450 个，两者共 2900 个。A 与 T 共 $4500-2900=1600$ 个，而且数量相同，所以 A 有 $\frac{1600}{2}=800$ 个，故选 A。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/21 Q5） · 1 级

A DNA molecule contains pairs of bases.

What is a correct combination of a pair of bases?

A A and G **B** C and A **C** G and T **D** T and A

2. （2025·May/June 0610/23 Q4） · 3 级

In a DNA molecule, bonds between pairs of bases hold two strands together. High temperatures can break these bonds to form two single strands of DNA.

The base pair C and G is held together more strongly than the base pair A and T.

Two DNA molecules containing the same number of bases were studied.

- In DNA molecule 1, 20% of bases are T.
- In DNA molecule 2, 20% of bases are C.

Which DNA molecule would require the lowest temperature to break into single strands?

A DNA molecule 1, because there are more A bases present.

B DNA molecule 1, because there are more G bases present.

C DNA molecule 2, because there are more A bases present.

D DNA molecule 2, because there are more G bases present.

酶

5.1 酶的作用

题型 1：根据底物与活性位点判断酶作用

知识点　淀粉酶能加快淀粉分解，反应后酶本身还可以继续作用。这类在生物体内加快反应而不被反应消耗的物质叫生物催化剂；本课程中的酶是作为生物催化剂的 _____，不是碳水化合物。

催化剂使反应加快，反应结束后自身没有被消耗或永久改变。酶与底物暂时结合，不等于酶被用掉；完成一轮反应后，它可以再次参与同一种反应。

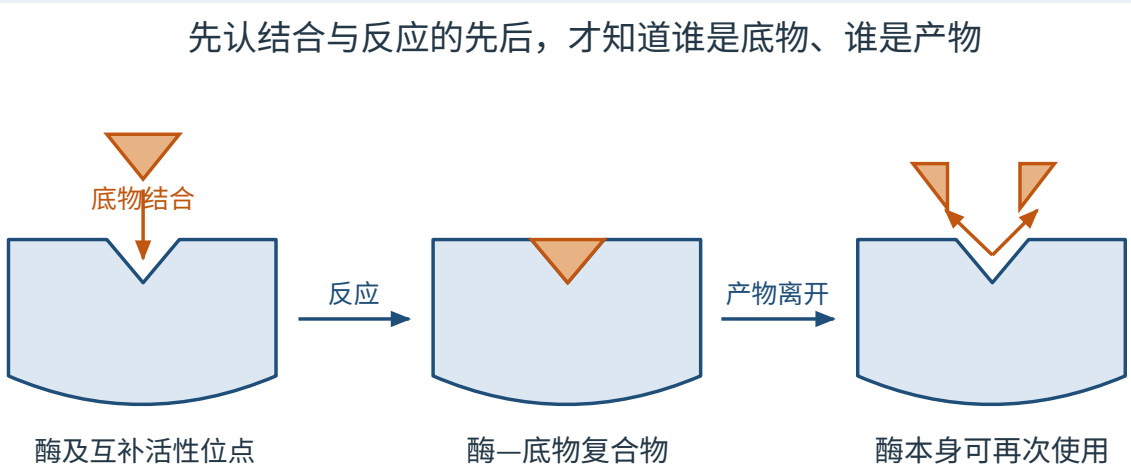
细胞内的化学反应合称代谢，既包括分解物质，也包括合成物质等。各类代谢反应需要相应酶的催化，才能以足够快的速率满足生命活动。假如反应虽然能够发生，却慢到不能及时提供能量或制造所需的新物质，细胞仍不能正常维持生命。



淀粉的量、温度和 pH 相同，比较有无淀粉酶时分解所需的相对时间。

咀嚼馒头时，唾液中的淀粉酶开始把淀粉分解成麦芽糖。温度和 pH 适宜时，淀粉酶使这一步反应较快发生：被分解的淀粉是反应前的物质，麦芽糖是形成的产物，淀粉酶完成一轮作用后仍能继续催化。这里体现的是消化反应加快。细胞内呼吸作用的许多步骤也需要相应的酶催化，才能及时释放生命活动所需的能量。

酶作用的反应物叫底物。底物与酶表面的一处区域结合，这处区域叫活性位点。两者需要形状互补，如凸出的三角形能嵌入三角形凹口；它们不是两个完全相同的整体形状。底物结合后转变成产物，产物离开，酶可以再次与底物结合。



示范一个分解反应；判断底物靠它在反应前与酶结合，不能把所有酶反应都当作大分子拆小。

高温或不适合的 pH 能改变酶的空间形状，使底物难以再进入活性位点，酶因此变性。酶不是生物个体，不应说“高温把酶杀死”；活性降低也不代表酶被用完。胃中的蛋白酶适应酸性条件，若题图显示这种酶在另一种酸碱环境中形状改变，应联系不适合它的碱性环境。

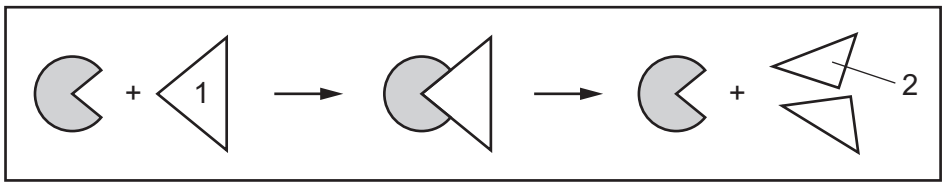
看酶作用示意图时，先找反应前与活性位点结合的物质，它是底物；反应后形成并离开的物质是产物。此类分解反应常是较大底物变成较小产物，但有的酶催化小分子连接成大分子，因此不能把大小当成底物或产物的通用定义。若另一幅图显示活性位点已变形，就检查温度或 pH 条件，而不是把产物当作底物。

答案：蛋白质

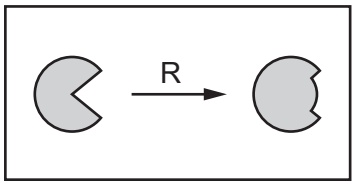
怎么认 辨认定义时看蛋白质、生物催化剂和加快反应；看图时沿底物结合、形成产物、产物离开的顺序辨认。活性位点变形说明变性，需结合该酶适合的温度或 pH 判断原因。

例题 1 （2025·May/June 0610/23 Q5） · 3 级

The diagram shows a process involving an enzyme in the human stomach.



The diagram shows another process, R, that affects this enzyme.



Which row identifies the substrate and the cause of process R?

	substrate	cause of process R
A	1	acidic conditions
B	1	alkaline conditions
C	2	acidic conditions
D	2	alkaline conditions

解：上图中 1 在反应开始时嵌入酶的活性位点，是底物；2 表示反应后离开的产物。下图 R 使胃中酶的活性位点变形。胃中酶适应酸性环境，不适合的碱性条件可使其变性。因此底物为 1、R 原因为碱性条件，故选 B。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/22 Q8） · 1 级

What is the correct definition of enzymes?

A carbohydrates that act as biological catalysts

B carbohydrates that act as substrates

C proteins that act as biological catalysts

D proteins that act as substrates

2. （2025·February/March 0610/22 Q9） · 2 级

Which statement describes enzymes?

A Enzymes are carbohydrates.

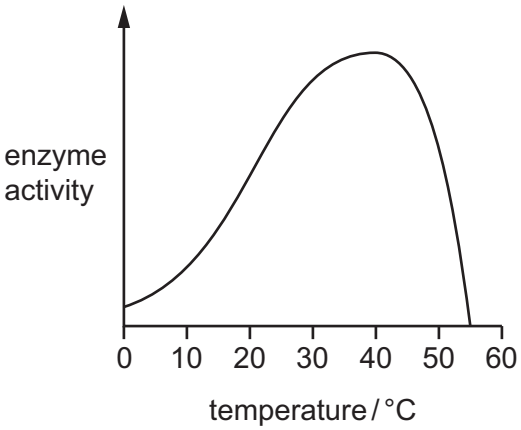
B Enzymes are involved in metabolic reactions.

C Enzymes decrease the rate of reaction.

D Enzymes have the same shape of active site as their substrate.

3. （2025·May/June 0610/21 Q7） · 2 级

The graph shows how enzyme activity is affected by temperature.



Why is enzyme activity lower at 55 °C than it is at 40 °C?

A Heat has killed the enzyme.

B The enzyme has been used up.

C The reactants are moving faster.

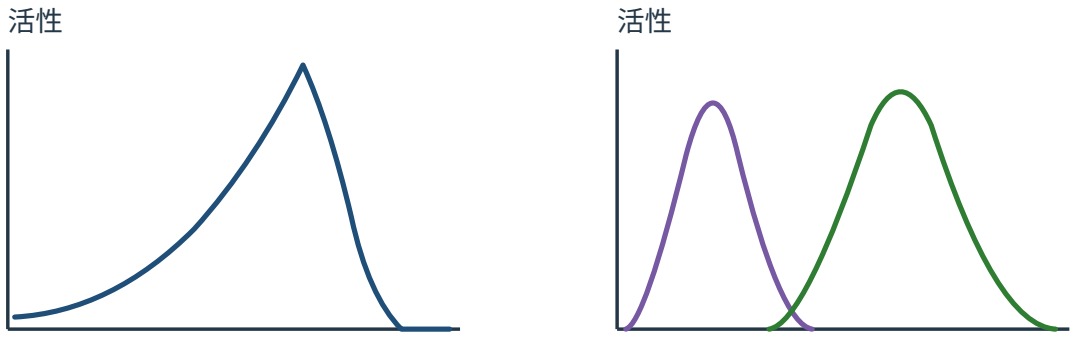
D The substrate is less likely to fit into the active site.

5.2 影响酶活性的条件

题型 1：读取温度或 pH 对酶活性的影响

知识点 胃中的蛋白酶在酸性环境中作用较快。比较含同量酶和蛋白质的试管时，不仅要看温度，也要看 pH 是否适合这种酶。pH 表示溶液的酸碱程度：pH 低于 7 为酸性，7 为中性，高于 7 为碱性。

酶活性随条件变化：先读横轴是什么，再找峰值



温度增加

低温：较慢；高温可变性

pH 增加

不同酶的最适 pH 可以不同

两图都是关系示意，没有虚构实验刻度；每条曲线比较同一种酶在其余条件相同的情况下。

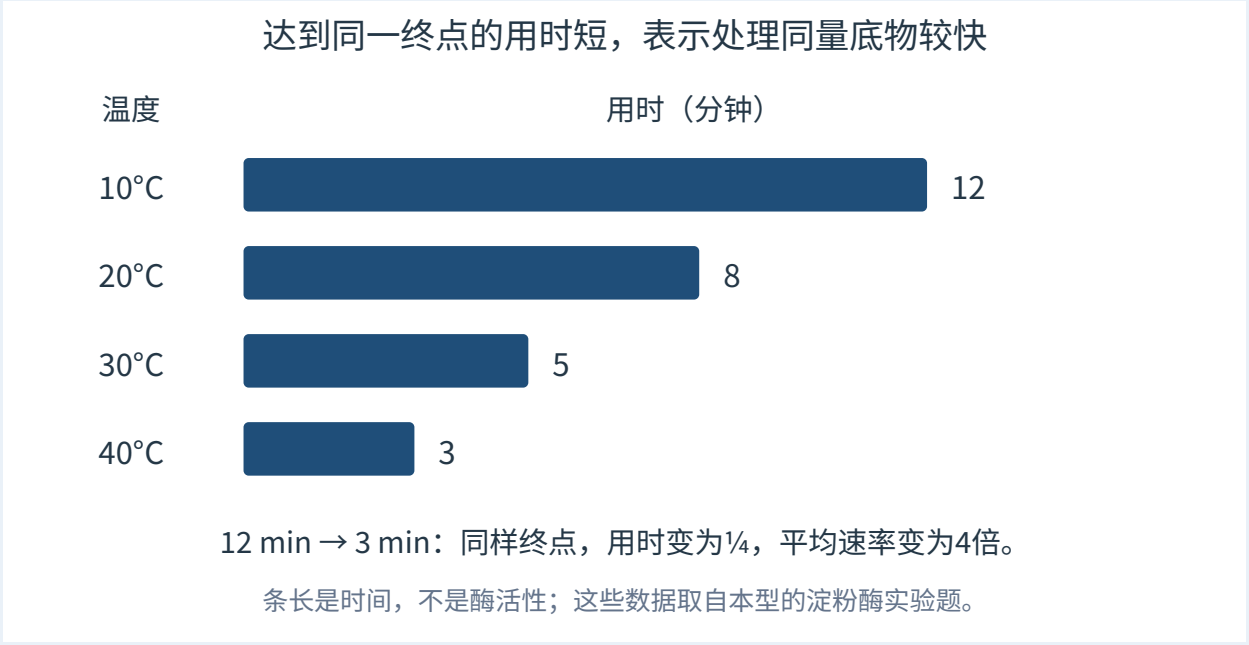
正常人体体温约为 37°C，胃中的蛋白酶适应接近这一温度的条件。在适宜温度以下，升温使粒子运动和有效碰撞增加，酶促反应加快；超过适宜温度后，酶的形状可能改变，活性下降，这种变化叫变性。因此温度曲线通常先上升，到最高点后下降，最高点对应 _____ 温度。低温时速率低，不等于酶已变

性；高温一侧速率降为零，表示这组条件下测不到反应；结合高温背景可用活性位点改变来解释。单凭一个零值，不能证明每个酶分子都已变性。

每种酶也有适宜 pH。偏离这个 pH 太远会改变活性位点的形状，使活性降低，因此 pH 曲线通常在中间某处达到高峰，两侧下降。不同酶的高峰位置可以不同，不能把所有酶的适宜 pH 都当作 7。

读曲线时，横轴给条件，纵轴给活性。问某 pH 下两种酶是否都活跃，就从该 pH 竖直向上看两条曲线是否都高于横轴，不要求两条曲线在这一点相交。问最高速率找峰顶；题目用这类高温曲线表示完全变性时，要读高温一侧的零速率位置，不把低温造成的暂时低速率当成变性。生物洗衣粉的去污速率若随温度先升后降，也符合其中酶受温度影响的特点。

表中记录的未必是速率。用淀粉酶消化淀粉时，可以每隔一分钟取样加碘液；仍为蓝黑色说明有淀粉，第一次不再呈蓝黑色说明淀粉已降到检测终点。若表中写的是到达这个终点的时间，数值越大表示反应花得越久，不是活性越高。



固定酶、初始淀粉量及碘液检测标准，才用终点时间比较平均速率；0°C 未到终点，未画成错误的零分钟。

比较时要固定起初淀粉量、酶浓度、总体积及同一终点。在这些条件相同时，平均速率与 1 除以所用时间成正比。例如 12 分钟才达到终点，比 3 分钟慢；若两组处理同量淀粉，3 分钟组的平均速率为 12 分钟组的 4 倍。“15 分钟一直蓝黑色”只说明观察时段结束仍有可检出的淀粉，不能把它当成一个已经测得的完成时间。

温度从很低逐步升高时，酶和底物分子的运动变快，成功碰撞及形成酶—底物复合物的机会增加，同量淀粉更快被分解，因此到终点的时间缩短。动能就是物体因运动具有的能量；本题中的分子动能增加，具体表现为分子运动更快。在给出的温度范围之外，不能无限外推“越热越快”；高温改变活性位点时，曲线会转而下降。

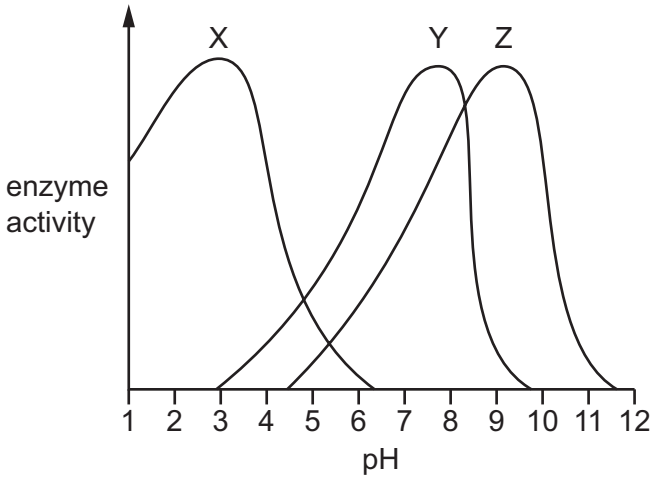
实际调查温度或 pH 时，每次只改变其中一项，另一项及酶和底物用量保持相同。第 23.9 节给出两种完整测量方法：定时取样检验淀粉是否消失，或计时观察蛋白悬液何时达到相同澄清程度，并示范怎样控制条件和进行独立重复。

答案：最适

怎么认 表格题先选择适合该酶的 pH，再在未使酶变性的温度范围比较快慢。曲线题分清峰顶、仍有活性的曲线段和高温侧零活性点；判断同一 pH 下两种酶时，分别读取两条曲线。

例题 1 （2025·May/June 0610/11 Q11） · 3 级

The graph shows the activity of three digestive enzymes at differing pH values.



Which statement is correct?

A Enzymes X and Y are both active at pH 7.

B Enzymes X and Z are both active at pH 4.

C Enzymes Y and Z are both active at pH 4.

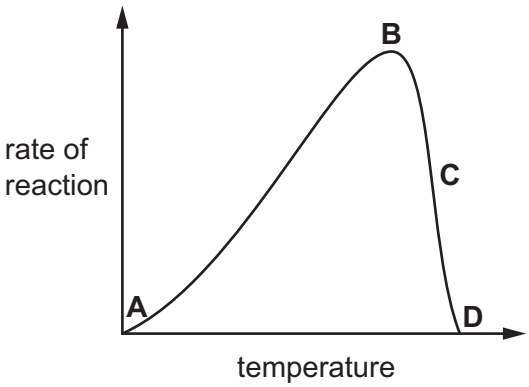
D Enzymes Y and Z are both active at pH 8.

解：在 pH8 处分别向上读取 Y、Z 两条曲线，两者都高于横轴，说明都具有活性。X 在 pH7 或更高处已无活性，Z 在 pH4 处也无活性，只有 D 正确，故选 D。

例题 2 （2025·May/June 0610/13 Q10） · 2 级

The graph shows the effect of temperature on an enzyme-controlled reaction.

At which point on the graph is the enzyme completely denatured?



解：先读横轴，温度从左向右升高；纵轴是反应速率，曲线高于横轴表示仍有活性。B 位于峰顶，表示最适温度，酶此时并未变性。再沿高温一侧向右读，曲线下降，到 D 才回到横轴，速率为零，表示题图中的酶已完全变性。A 在低温一侧，低速率不能作为变性依据，故选 D。

例题 3 （2025·October/November 0610/42 Q3(b)(i)） · 3 级

Enzymes are biological catalysts.

(b) A student investigated the effect of temperature on enzyme activity.

A starch suspension was kept at 0 °C.

Amylase solution was added to the starch suspension.

Samples of the starch and amylase mixture were tested with iodine solution at 1-minute intervals for 15 minutes.

The student recorded the time at which the starch and amylase mixture stopped turning a blue-black colour.

The student repeated this investigation at different temperatures.

Table 3.1 shows the results.

Table 3.1

temperature / °C	time at which the starch and amylase mixture stopped turning a blue-black colour / minutes
0	stayed blue-black
10	12
20	8
30	5
40	3
50	10
60	stayed blue-black

(i) Explain the results between 0 °C and **40 °C** in Table 3.1.

解：先说明这里怎样知道反应完成。淀粉酶分解淀粉；碘液遇到仍存在的淀粉会变成蓝黑色。当取出的样品不再使碘液变蓝黑时，说明淀粉已经被分解到检测不到的程度。因此，在相同起始淀粉量下，到达这个终点的时间越短，分解速率越高。

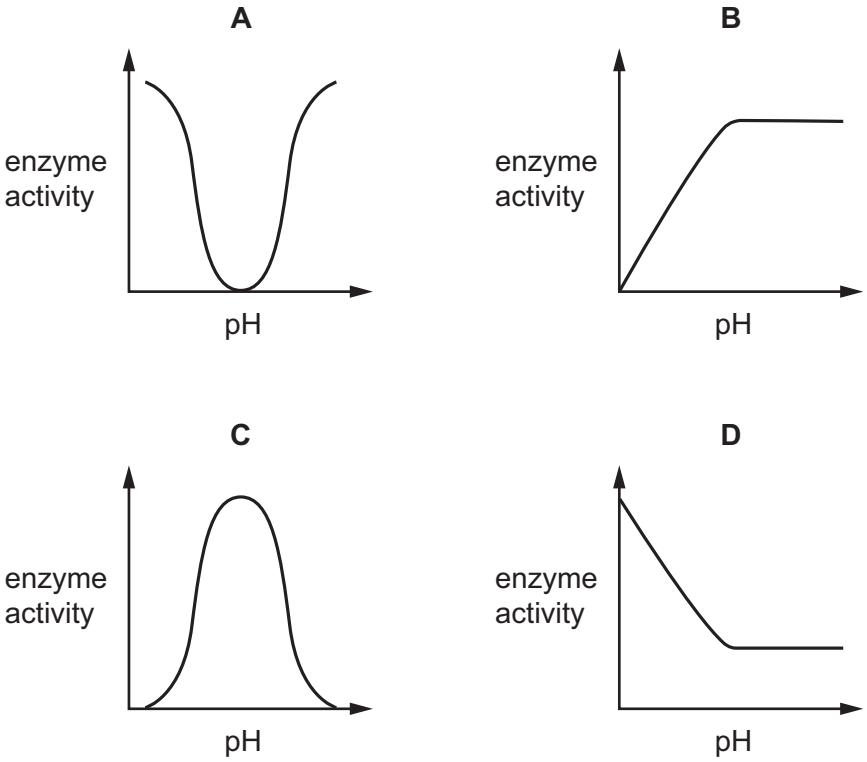
在 0°C 时，粒子动能小，淀粉与淀粉酶的有效碰撞很少，形成的酶—底物复合物少，分解非常缓慢。观察的 15 分钟内仍有淀粉，所以样品一直使碘液呈蓝黑色；这并不能证明低温使酶永久变性。

由 10°C 升到 40°C，达到终点的时间依次为 12、8、5、3 分钟。升温增加粒子动能，使粒子运动更快、酶与底物更频繁地有效碰撞，形成更多酶—底物复合物；淀粉因而更快被分解，终点出现得更早。表中 40°C 用时最短，是这些所测温度中的最适温度。题目限定解释 0–40°C，不需要把 50–60°C 的高温变化写成这段趋势的原因。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/13 Q9） · 1 级

Which graph shows the effect of pH on enzyme activity?



2. （2025·February/March 0610/12 Q10） · 2 级

Enzyme R digests protein in the stomach.

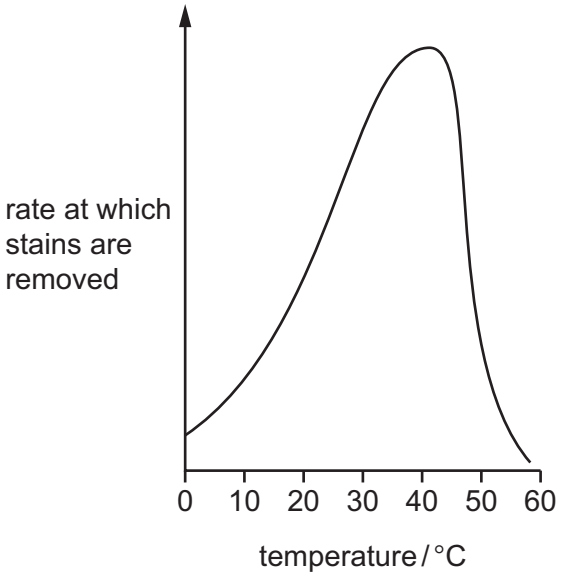
Four test-tubes are set up. Each contains the same amounts of protein and enzyme R. The test-tubes are kept at different levels of pH and temperature, as shown in the table.

In which test-tube will protein digestion be quickest?

	pH	temperature / °C
A	2	20
B	2	35
C	7	20
D	7	35

3. （2025·May/June 0610/12 Q39） · 2 级

The graph shows how changing the temperature affects the rate of stain removal from clothes, using a biological washing powder.



What does the graph suggest about biological washing powders?

A Biological washing powders contain enzymes.

B Biological washing powders work best at all temperatures above 40 °C.

C The optimum temperature for the reaction is between 10 °C and 30 °C.

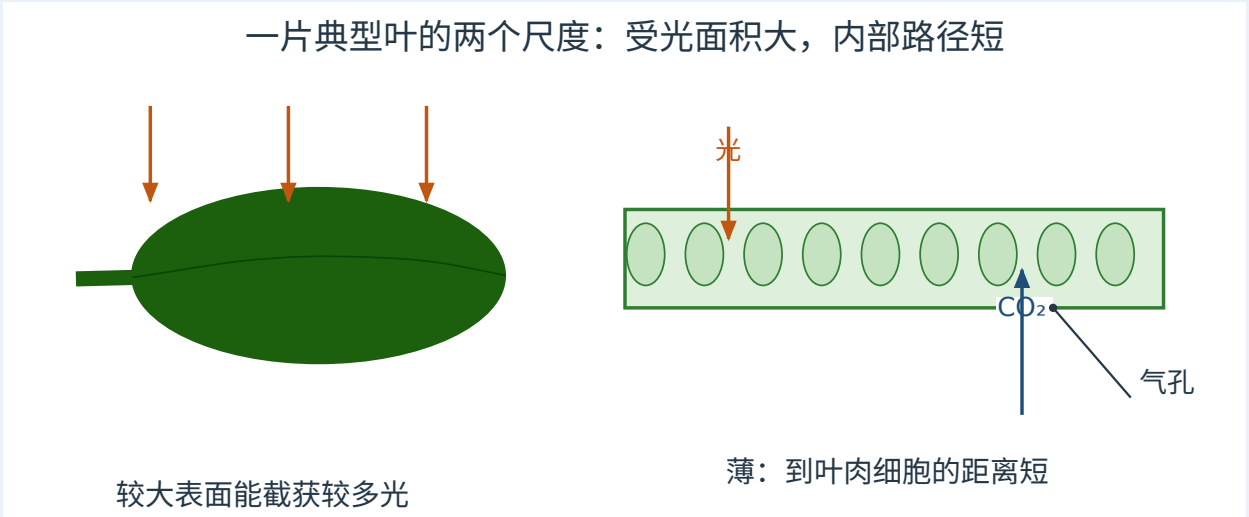
D There is a directly proportional relationship between the temperature used and the rate at which stains are removed.

植物营养

6.1 叶片与光合作用

题型 1：从叶片结构判断组织名称与功能

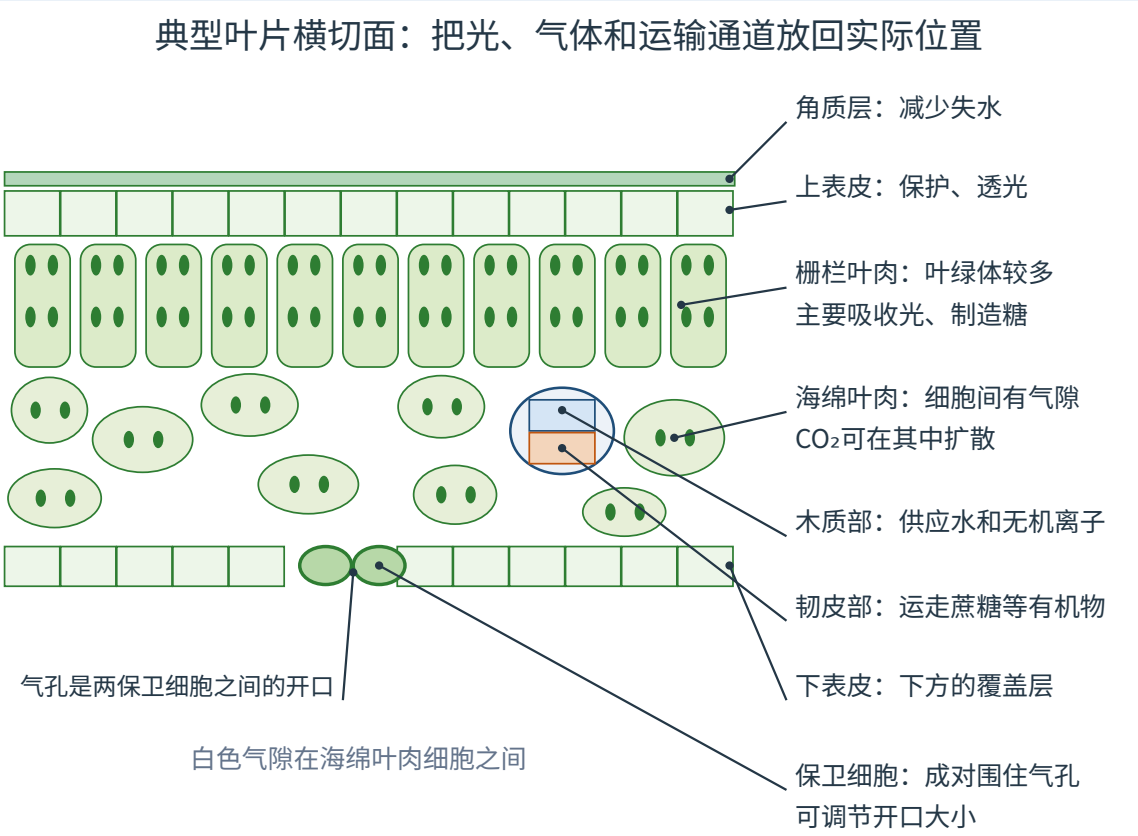
知识点　典型叶片通常有较大的表面积，而且比较薄。较大的叶面可以截获较多的光；较薄的结构使光较容易到达内部的光合细胞，也缩短 CO_2 从气孔进入后到叶肉细胞的扩散距离。面积和厚度说明两个不同方面，不能只把“薄”解释成颜色浅。



左为叶面，右为薄片局部的概念放大；表示典型适应，不表示所有叶片形状相同。

展开一片菠菜叶，正面能看到较宽的叶面，侧面却只看到很薄的一片。较宽的叶面有利于接收光；叶片薄，光较容易到达内部的光合细胞，CO_2 从气孔进入后到叶肉细胞的扩散路径也较短。因此，叶面的宽度帮助增加受光面积，叶片的薄度帮助缩短内部的光照路径和气体扩散距离。

从叶片上表面向内部看，最外面是一层蜡质角质层，帮助减少水分散失；其下为上表皮。表皮下方通常是一列或多列排列紧密、形状较长的栅栏叶肉细胞，含有许多叶绿体，适于吸收光并进行光合作用。再向下是排列较疏松的海绵叶肉，细胞间有较大的空气间隙，便于气体扩散。



沿每条标线末端区分层与孔；木质部朝上表皮，韧皮部朝下表皮，不能把整个叶脉都叫木质部。

因此，从上表面向下的顺序是角质层、表皮、_____、_____。看切面图时，不能把长而紧密的栅栏叶肉与形状不规则、间隙较大的海绵叶肉互换。

叶脉中的维管束由木质部和韧皮部等组成。典型叶切面中，木质部较靠上表皮，向叶片提供光合作用所需的水和无机离子；韧皮部较靠下表皮，把光合产物转成的蔗糖等有机物运往其他部位。切面中同一小束的上、下两部分要分别辨认，不能把整束都叫木质部。下表皮是覆盖叶片下方的一层细胞。叶片下表皮上常有气孔，每个气孔由一对保卫细胞围成，保卫细胞能调节气孔开闭。

CO_2可经气孔进入，再沿细胞间相连的空气间隙扩散到叶肉细胞；海绵叶肉疏松并有气隙，因而有利于这条气体通道。上表皮通常较透明，让光到达下方叶绿体较多的栅栏叶肉；栅栏叶肉细胞里的叶绿素吸收光能。看下表面显微照片时，中央是气孔开口，围在开口两旁的细胞才是保卫细胞；看横切面时则要先定位上下表皮与两类叶肉。

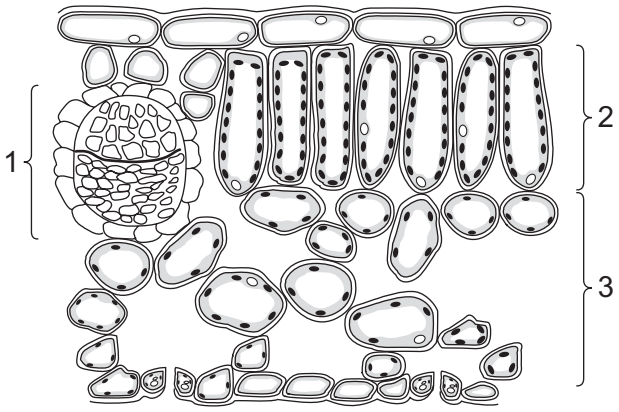
气体交换的空气间隙属于海绵叶肉的特点；长而紧密的细胞有利于吸收光，是栅栏叶肉的特点。题目同列两种适应时，要分别判断，不能因为二者都在叶片中就一律选 yes。

答案：栅栏叶肉；海绵叶肉

怎么认 先分清是叶片表面图还是横切面图。表面图从气孔开口找两旁保卫细胞；切面图按外层表皮、长而紧密的栅栏叶肉、疏松海绵叶肉和成束输导结构辨认，标线或括号范围必须逐一追踪。

例题 1 （2025·May/June 0610/11 Q13） · 2 级

The diagram shows a cross-section of part of a leaf.



What are the names of regions 1, 2 and 3?

	1	2	3
A	palisade mesophyll	vascular bundle	spongy mesophyll
B	spongy mesophyll	palisade mesophyll	vascular bundle
C	vascular bundle	palisade mesophyll	spongy mesophyll
D	vascular bundle	spongy mesophyll	palisade mesophyll

解：1 标出成束的输导结构，是维管束；2 标出长而紧密的栅栏叶肉；3 标出有空气间隙的海绵叶肉。对应 vascular bundle、palisade mesophyll、spongy mesophyll，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/13 Q12） · 1 级

In a cross-section of a leaf, what is the correct order of structures moving from the upper surface of the leaf towards the lower surface of the leaf?

A cuticle, epidermis, palisade mesophyll, spongy mesophyll

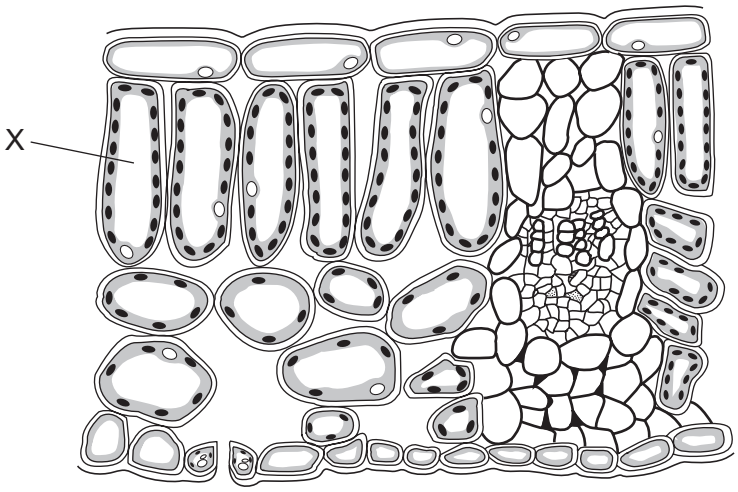
B cuticle, epidermis, spongy mesophyll, palisade mesophyll

C epidermis, cuticle, palisade mesophyll, spongy mesophyll

D epidermis, cuticle, spongy mesophyll, palisade mesophyll

2. （2025·May/June 0610/22 Q10） · 1 级

The diagram shows a cross-section of part of a leaf.



What is the cell labelled X?

A epidermis

B guard cell

C palisade mesophyll

D spongy mesophyll

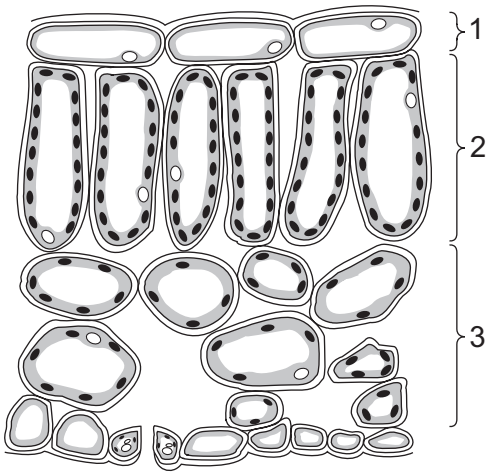
3. （2025·May/June 0610/21 Q8） · 2 级

Which descriptions of adaptations for photosynthesis are correct for spongy mesophyll tissue?

	air spaces for efficient gas exchange	long, rectangular cells to absorb light
A	yes	yes
B	yes	no
C	no	yes
D	no	no

4. （2025·May/June 0610/12 Q11） · 2 级

The diagram shows part of a cross-section of a leaf.

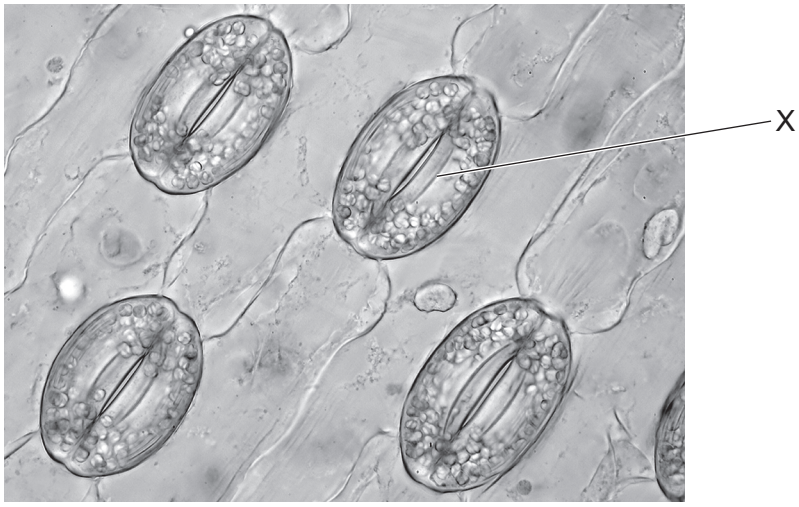


What are tissues 1, 2 and 3?

	1	2	3
A	epidermis	palisade mesophyll	spongy mesophyll
B	epidermis	spongy mesophyll	palisade mesophyll
C	palisade mesophyll	epidermis	spongy mesophyll
D	spongy mesophyll	palisade mesophyll	epidermis

5. （2025·February/March 0610/22 Q11） · 2 级

The photomicrograph shows part of the lower surface of a leaf.



What is the structure labelled X?

A guard cell

B palisade mesophyll cell

C spongy mesophyll cell

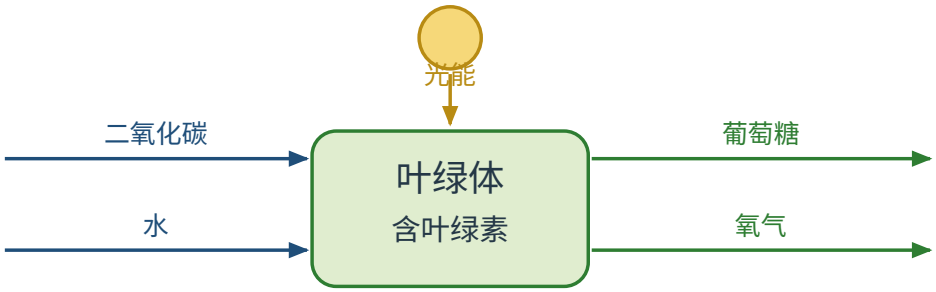
D xylem vessel

题型 2：联系原料、产物与实验结果判断光合作用

知识点 绿色植物利用光能，把二氧化碳和水转变为葡萄糖等有机物，同时释放氧气，这个过程叫光合作用。二氧化碳和水是被使用的原料，葡萄糖和氧气是形成的产物。光提供能量，叶绿素吸收光能，但光不是一种进入方程式的物质原料。

叶绿素把光能吸收进来，光合作用将这种光能转化为碳水化合物中储存的化学能。化学能是与物质有关、可在适当反应中释放的能量；之后呼吸作用分解这些营养物质时，才把一部分能量释放供生命活动使用。

光提供能量；二氧化碳和水提供制造有机物的材料



$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

系数表示物质的数量关系；光能既不是CO_2，也不是反应生成的气体。

蓝色箭头为原料进入，绿色为产物形成，金色为能量输入；方向含义不同。

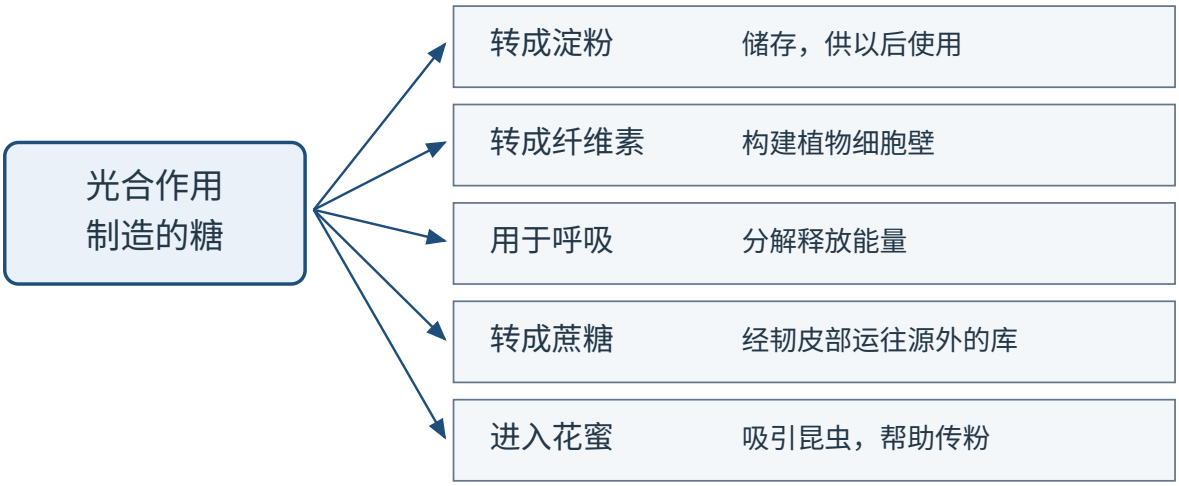
光合作用的文字关系为：二氧化碳＋水，在光能和叶绿素参与下，形成葡萄糖＋氧气。题目问 used 时选箭头左边的原料，问 produced 时选箭头右边的产物。原料是 _____ 和 _____。

化学式用 C、H、O 分别表示碳、氢、氧，右下角数字表示一个分子中对应原子的数目；化学式前的数字表示分子个数。葡萄糖写作 $C_6H_{12}O_6$，含 6 个碳、12 个氢和 6 个氧原子。因此每形成一个葡萄糖分子，要有 6 个 CO_2 提供 6 个碳，还要有 6 个 H_2O 提供 12 个氢。反应式为 $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$。检查氧原子时，左边共有 18 个，右边葡萄糖中 6 个、氧气中 12 个，合计也为 18 个，因而配平。

配平时改变的是化学式前的个数，不能把一个葡萄糖分子误写成六个，也不能交换氧气与二氧化碳所在的一侧。

光合作用制造的糖可以有几种不同去向：转成不溶的淀粉储存；用于合成植物细胞壁的纤维素；参与呼吸作用，分解释放能量；转成较适合运输的蔗糖，经韧皮部送到别处；还可进入花蜜，吸引昆虫来访，帮助传粉。花蜜是花分泌的含糖液体，传粉是花粉到达柱头的过程，第 16 章将结合花结构解释。

光合作用制造的糖有多种后续用途



每条箭头是一种可能的使用或转化；不是五步必须依次发生。

花蜜中的糖来自植物制造的有机物；源和库的运输关系在第 8 章展开。

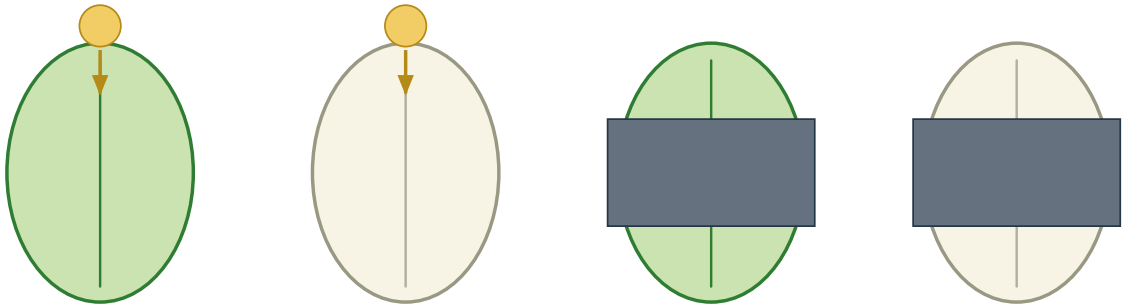
图上每条分支都从光合糖出发，表示可能的转化或用途；它们不是“先变淀粉、再变纤维素、最后变花蜜”的固定五步。问储存形式时想到淀粉，问运输形式时想到蔗糖，问细胞壁材料时想到纤维素。

用淀粉检验寻找光合作用的证据。光合作用先制造葡萄糖，叶片可把其中一部分转成不溶的淀粉储存。碘液遇淀粉变蓝黑色，所以淀粉检验能把看不见的物质制造转成看得见的颜色；它检测的是产物留下的证据，不是直接测量光能。

要判断本次处理是否形成淀粉，先把植物放在黑暗中足够长时间，让原有淀粉被消耗，这叫除淀粉处理。随后只改变要研究的条件，例如光照、是否有叶绿素或是否有 CO_2，其他条件尽量相同。黑纸遮光，不能把“有绿叶”误当成“收到光”；斑叶的绿色区有叶绿素、白色区缺少叶绿素，不能只因为两区属于同一片叶就认为结果相同。

在 CO_2、水和温度适当的共同条件下，同时有光且有叶绿素的区域可形成淀粉，碘液检测时变蓝黑色。缺少光或叶绿素的区域不能完成同样的制造过程。

四种区域只比较光照和叶绿素：两项同时具备才形成淀粉

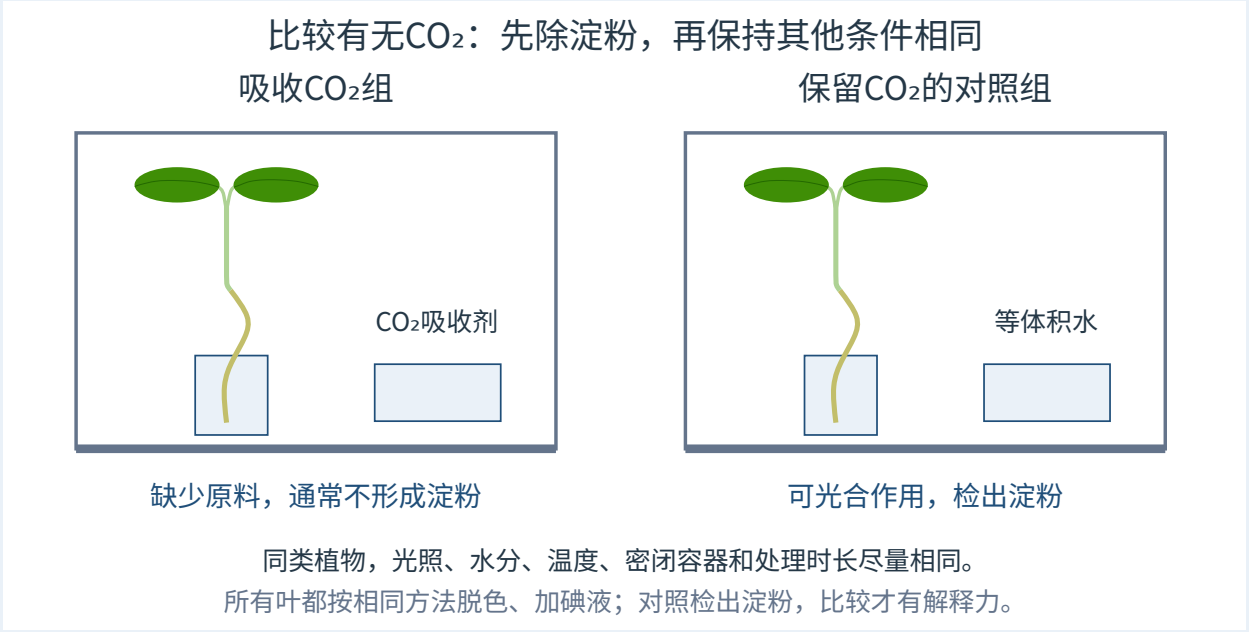


先除去原有淀粉；固定CO_2、水分、温度和实验时间。纸带只表示遮光。

该比较假定植物健康，CO_2、水、温度和时间适当；照片中具体部位仍须沿原题标线判断。

若装置用碱石灰或氢氧化钾吸收 CO_2，就要从原料减少解释速率下降，而不是只说容器外形不同。

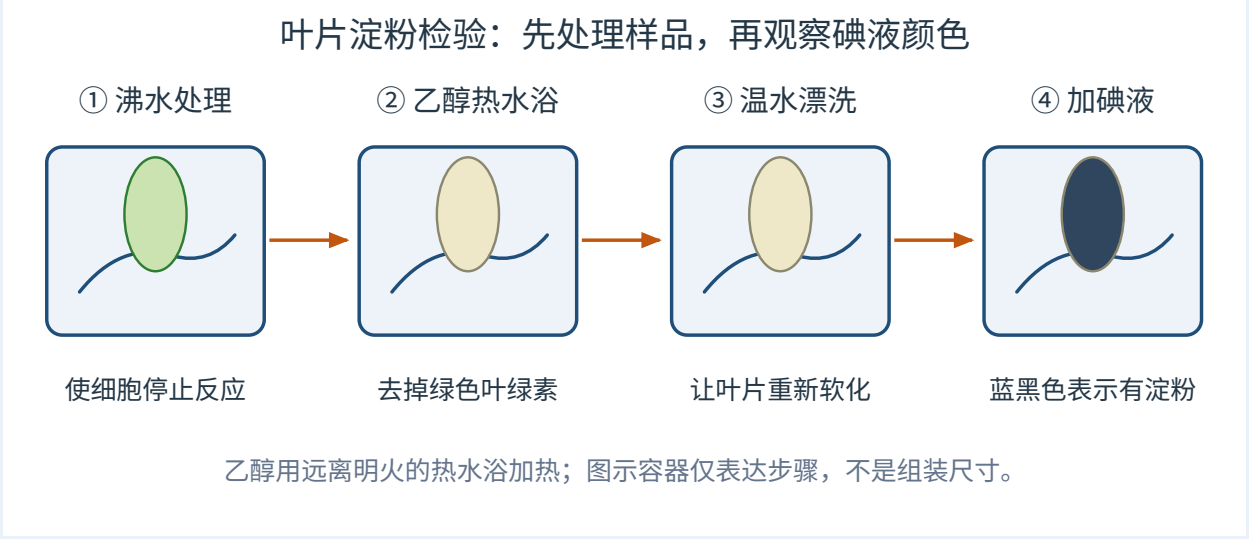
要具体检验 CO_2是否必要，可用两株同类、已除淀粉的植物，同时放进相同的密闭透明容器。第一组放与植物隔开的 CO_2吸收剂，另一组放等体积水作为比较；两组都保持适当且相同的光、水分、温度和处理时长。随后按同样步骤给两组叶片脱色、加碘液。



CO_2吸收剂须与叶片隔开并按实验安全要求使用；图比较原料条件，不代表装置的制造尺寸。

如果保留 CO_2的比较组检出淀粉，而去除 CO_2组未检出，结果支持 CO_2是制造新淀粉所需的条件。比较组也未检出时，可能连共同光照等条件都不足，不能单凭两个阴性结果证明 CO_2无用。操作吸收剂和加热乙醇都应按实验安全要求进行。

对叶片做淀粉检验时，可先用沸水处理叶片，使细胞停止反应，再把叶片放在乙醇中并用热水浴加热，去掉会遮挡观察的绿色叶绿素；随后用温水漂洗，使叶片软化，再加碘液。乙醇易燃，必须用远离火焰的热水浴，不能把装乙醇的试管直接放到明火上。蓝黑色支持有淀粉，保持碘液的黄棕色支持未检出淀粉。



叶绿素绿色会遮挡结果，故先脱色；最终颜色检验的是淀粉。乙醇步骤使用安全的间接加热。

答案：二氧化碳；水

怎么认 先区分原料与产物：二氧化碳和水进入，葡萄糖和氧气形成。需要配平方程式时，再按碳、氢、氧的原子数检查化学式前的系数。实验题先找预先除淀粉和实际改变的条件，再检查 CO_2、水、光、叶绿素是否同时具备；碘液颜色要解释为淀粉证据。

例题 1 （2025·May/June 0610/23 Q6） · 2 级

What is the balanced chemical equation for photosynthesis?

A $3CO_2 + 3H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 3O_2$

B $6CO_2 + 6O_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$

C $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

D $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow 6C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

解：配平关系为 6 个二氧化碳与 6 个水形成 1 个葡萄糖与 6 个氧气。C 行两侧碳、氢、氧原子数相同，且原料、产物方向正确。A 缺少碳和氢，B 交换了水与氧气，D 把葡萄糖误写成 6 个，故选 C。

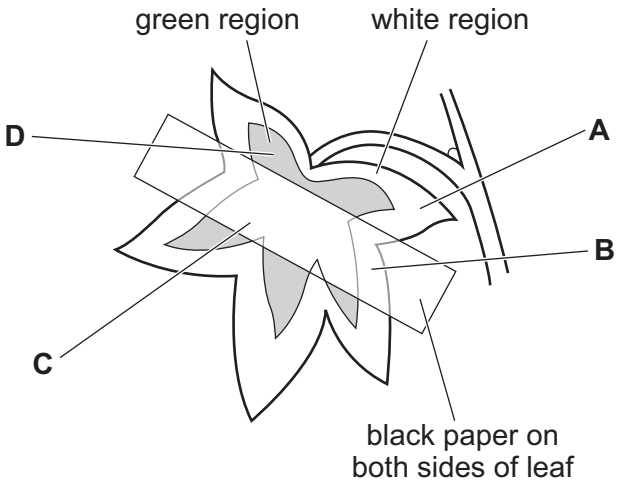
例题 2 （2024·February/March 0610/12 Q13） · 2 级

Some variegated leaves have white parts and green parts.

A plant with variegated leaves has the starch removed from its leaves by placing it in a dark cupboard for 48 hours.

Black paper is then fixed on one leaf as shown and the plant is exposed to light.

After 24 hours, which part of the leaf contains starch?



解：先用题目给的 48 小时黑暗处理排除“原来就有的淀粉”。植物在黑暗中不能继续光合作用，原有淀粉被消耗，因此实验后检测到的淀粉要与这次光照处理联系。

接着在图中分别核对两个条件：这一部分有没有绿色的叶绿素，以及有没有受到光照。绿色部分有叶绿素；白色部分缺少叶绿素。黑纸遮住的部分即使原来是绿色，也收不到光。

D 的标线指向未被黑纸遮住的绿色区域，同时满足“有叶绿素”和“有光”。这部分可以光合作用制造葡萄糖，并将一部分转成淀粉储存。A 指向白色区域，B、C 所在遮光区域不能同时满足上述条件，故选 D。不能只凭“这是一片叶”就认为每个区域都形成淀粉。

例题 3 （2024·February/March 0610/32 Q3(b)） · 2 级

(b) Explain why a student used iodine solution to show that photosynthesis had occurred in a leaf.

解：碘液不是直接检测“光合作用这个动作”，它检测的是淀粉。叶片进行光合作用会制造葡萄糖，其中一部分可转变成淀粉并储存在叶片中。

给处理好的叶片加碘液，若出现蓝黑色，说明该部位有淀粉。因此“光合作用形成葡萄糖—转成并储存淀粉—碘液检测到淀粉”把观察现象与过程联系起来。这一题写清检验对象、产物联系和阳性颜色，已经覆盖官方要求的三个评分点。

若要据此比较本次实验的光照、叶绿素或 CO_2 条件，还必须先去除原有淀粉并控制其他条件。单独看到一片未经处理的叶含淀粉，不能据此确定淀粉一定在刚才的实验中形成。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/12 Q9） · 1 级

Which substances are used for photosynthesis?

A carbon dioxide and glucose

B carbon dioxide and water

C glucose and oxygen

D glucose and water

2. （2025·May/June 0610/11 Q12） · 2 级

A student drew a diagram to show the substances used and produced in photosynthesis in a leaf.

1 + 2 are used by the leaf



3 + 4 are produced by the leaf

Which row shows the correct labels for the diagram?

	1	2	3	4
A	carbon dioxide	glucose	oxygen	water
B	water	carbon dioxide	glucose	oxygen
C	oxygen	water	carbon dioxide	glucose
D	glucose	oxygen	water	carbon dioxide

3. （2024·February/March 0610/32 Q3(a)） · 2 级

(a) Fig. 3.1 shows the apparatus used in an investigation to determine the effect of carbon dioxide on photosynthesis.

Soda lime and potassium hydroxide solution both absorb carbon dioxide from the air.

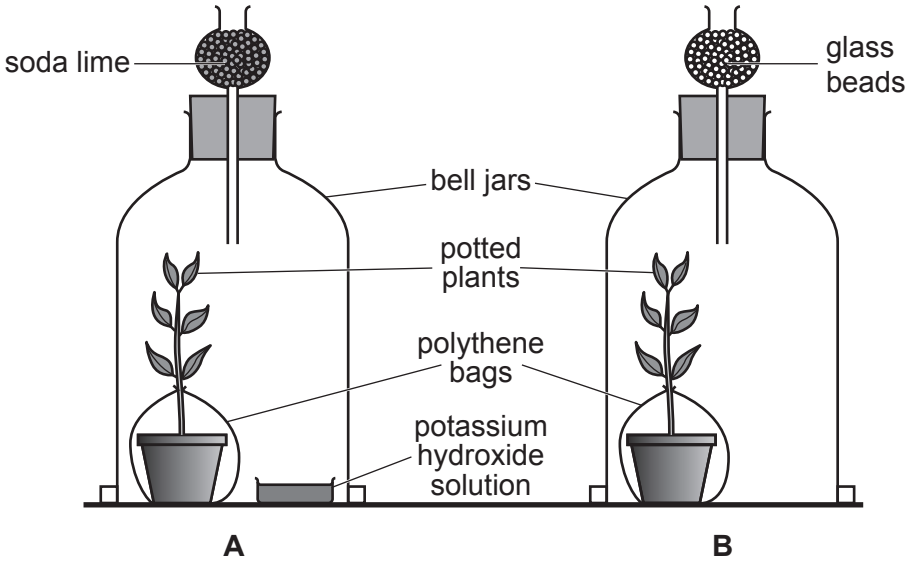


Fig. 3.1

Using the information in Fig. 3.1, predict which plant, **A** or **B**, will have the **lowest** rate of photosynthesis.

Explain your prediction.

prediction

explanation

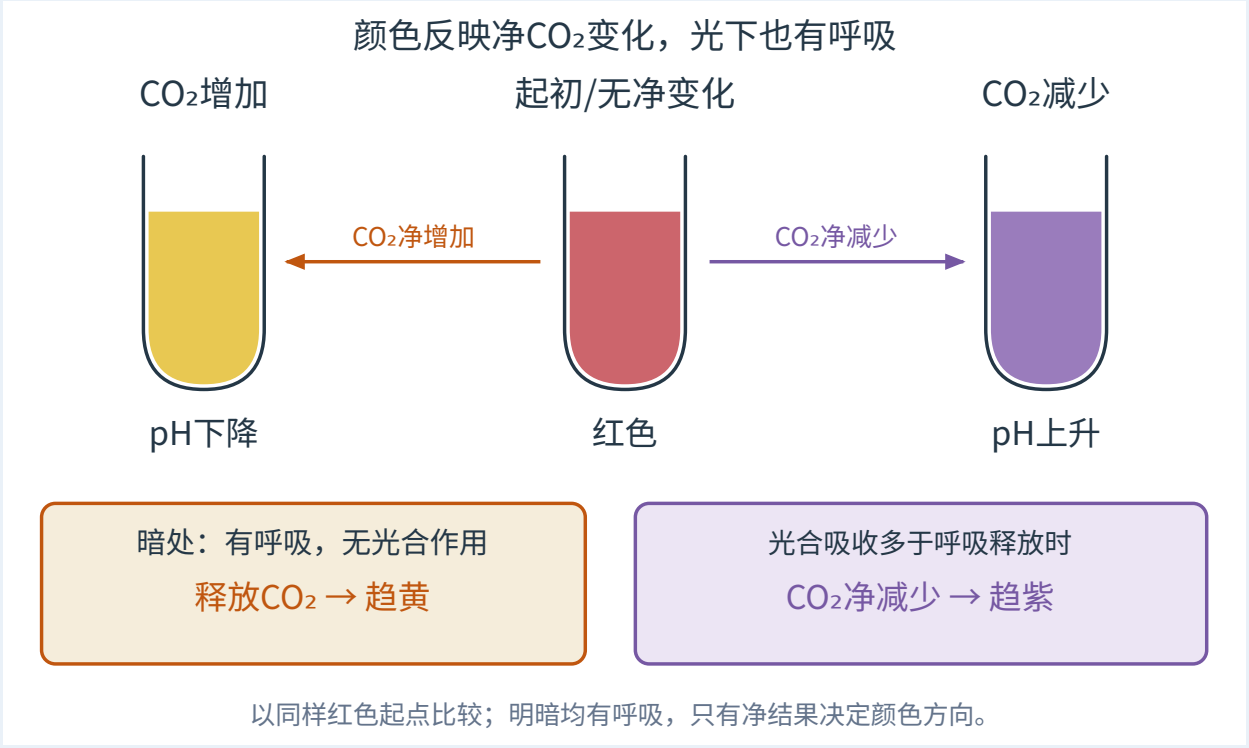
题型 3：用碳酸氢盐指示剂解释净气体交换

知识点 碳酸氢盐指示剂（hydrogencarbonate indicator）用颜色显示周围 CO_2 相对起点的变化。以通常红色起点比较：CO_2 增加时向黄色变化，CO_2 减少时向紫色变化。先判断 CO_2 的净变化，再查颜色，不按植物本身的绿色来猜。

pH 是表示水溶液酸碱程度的数值。CO_2 溶入水会使溶液的酸性增强、pH 下降；CO_2 减少则使 pH 上升。“更酸”是相对原来而言，不意味着读数一定已经低于 7。如果题目给出 pH 与颜色表，要优先按题给表读取；例如 7.6 为黄、8.4 为红、9.2 为紫，不能自行换掉这些数值。

植物和藻类的光合作用吸收 CO_2，呼吸作用释放 CO_2。呼吸是细胞分解营养物质并释放能量的过程，活细胞在光下和暗处都需要；光合作用则需要光。暗处没有光合作用，呼吸释放 CO_2，使指示剂趋黄。

光下两种过程可能同时发生。若光合作用吸收 CO_2 比呼吸释放得快，周围 CO_2 净减少，颜色趋紫；若两者相等，CO_2 无净变化，可保持原来颜色；若呼吸释放更多，CO_2 仍可净增加。这里的“净”就是把同时相反的变化合起来看：吸收量与释放量相互抵消以后，最后是增加还是减少。因此“有光”本身不自动等于紫色，需读题给的条件或观察结果。



上方是同一起点的两种可能变化，下面示意暗处与净光合吸收情境；并未声称任何光照强度都会使指示剂变紫。

完整解释一组明暗实验，按“在哪种条件—进行哪些过程—CO_2净增减—pH 变化—颜色”写出两条因果链。CO_2增加使颜色趋 _____；CO_2净减少使颜色趋 _____。

答案：黄；紫

怎么认 先用题给颜色表确定 CO_2或 pH 变化，再分别检查光合作用吸收与呼吸释放，解释净结果；保留两管起始条件和比较时间。

例题 1 （2024·February/March 0610/62 Q1(d)） · 1 级

(d) Carbon dioxide gas was bubbled through hydrogencarbonate indicator solution.

The indicator was red before the gas was bubbled through.

State the colour change that would occur.

解：题目直接把二氧化碳通入起初为红色的碳酸氢盐指示剂。通气后 CO_2含量增加，溶液的酸性增强、pH 下降，指示剂向黄色方向变化。

因此写“red to yellow”，或“红色变黄色”即可；官方也接受橙色。题目问颜色变化，写出起始色和最终色最清楚。紫色表示 CO_2比起初减少，方向恰好相反。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/62 Q2(d)） · 2 级

(d) Hydrogencarbonate indicator is used to test for the presence of carbon dioxide.

An aquatic plant was placed in red hydrogencarbonate indicator and put under bright light. The plant takes in carbon dioxide as it photosynthesises.

State the final colour of the hydrogencarbonate indicator.

2. （2024·May/June 0610/42 Q4(b)(i)） · 3 级

(b) A student investigated the effect of light on photosynthesis in algae, using hydrogencarbonate indicator solution.

Carbon dioxide is an acidic gas.

Table 4.1 shows the colour of the hydrogencarbonate indicator solution at different pH values.

Table 4.1

pH	7.6	8.4	9.2
colour of indicator	yellow	red	purple

(i) Two test-tubes were set up at the same time. Both contained algae and hydrogencarbonate indicator. At the start of the investigation the hydrogencarbonate indicator was red in both test-tubes.

One test-tube was placed in the dark and one test-tube was placed in the light.

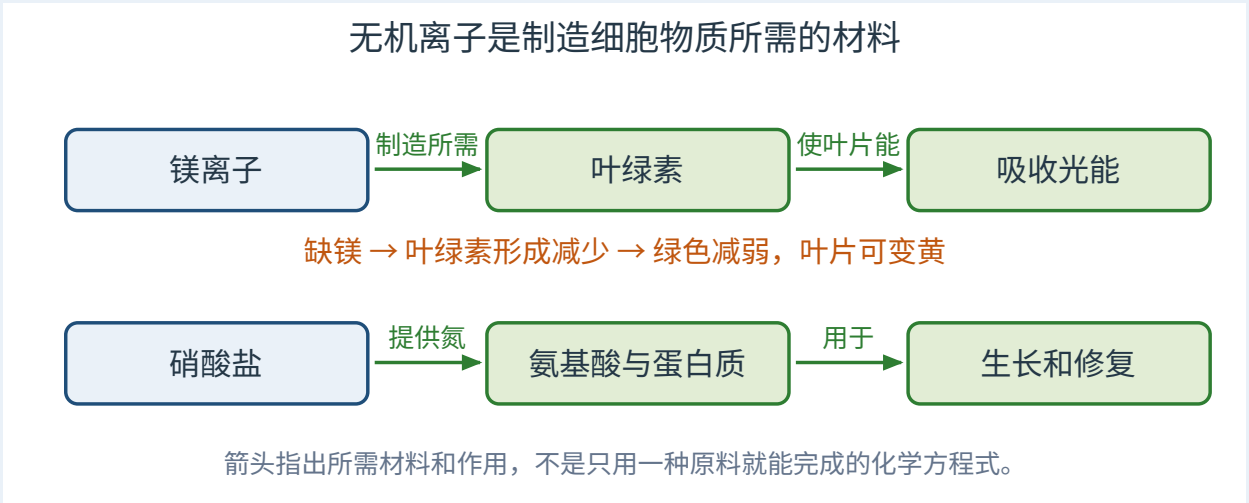
After 20 minutes, the contents of the test-tube in the dark were yellow and the contents of the test-tube in the light were purple.

Explain these results.

6.2 无机离子与植物生长

题型 1：联系叶绿素形成和缺素症状判断无机离子需求

知识点 叶绿素使叶片呈绿色，并帮助植物吸收光能。制造叶绿素需要镁离子；若缺少镁，叶绿素形成减少，绿色减弱，叶片可能变黄。因此，题目把叶片发黄与叶绿素形成联系起来时，要考虑缺少 _____。



硝酸盐是含氮的无机离子；氨基酸是组成蛋白质的小分子，镁的作用不能与氮互换。

植物从土壤溶液中吸收无机离子，根毛提供较大的接触面积，镁离子主要经根毛进入植物。气孔主要参与叶片气体交换与水蒸气散失，不是植物从土壤吸收镁离子的部位。

硝酸根离子则为合成氨基酸和蛋白质提供氮，缺乏时植物生长受限。要先看题目强调叶绿素还是蛋白质，不能把所有缺素症状都归为同一种离子。

答案：镁离子

怎么认 出现叶绿素形成减少或叶片变黄时，联系镁；问吸收部位，沿土壤溶液到根毛的路径判断。题目若强调氨基酸、蛋白质或生长受限，再考虑硝酸根。

例题 1 （2025·May/June 0610/12 Q10） · 2 级

What happens when a plant lacks magnesium ions?

	chlorophyll production	colour of leaves produced
A	decreases	green
B	decreases	yellow
C	increases	green
D	increases	yellow

解：缺镁使叶绿素合成减少，叶片绿色减弱而呈黄色。两列应为 chlorophyll production decreases、leaves yellow，故选 B。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/11 Q16） · 1 级

Which substance is an ion that is used to make chlorophyll?

A calcium

B iron

C magnesium

D starch

2. （2024·October/November 0610/22 Q11） · 2 级

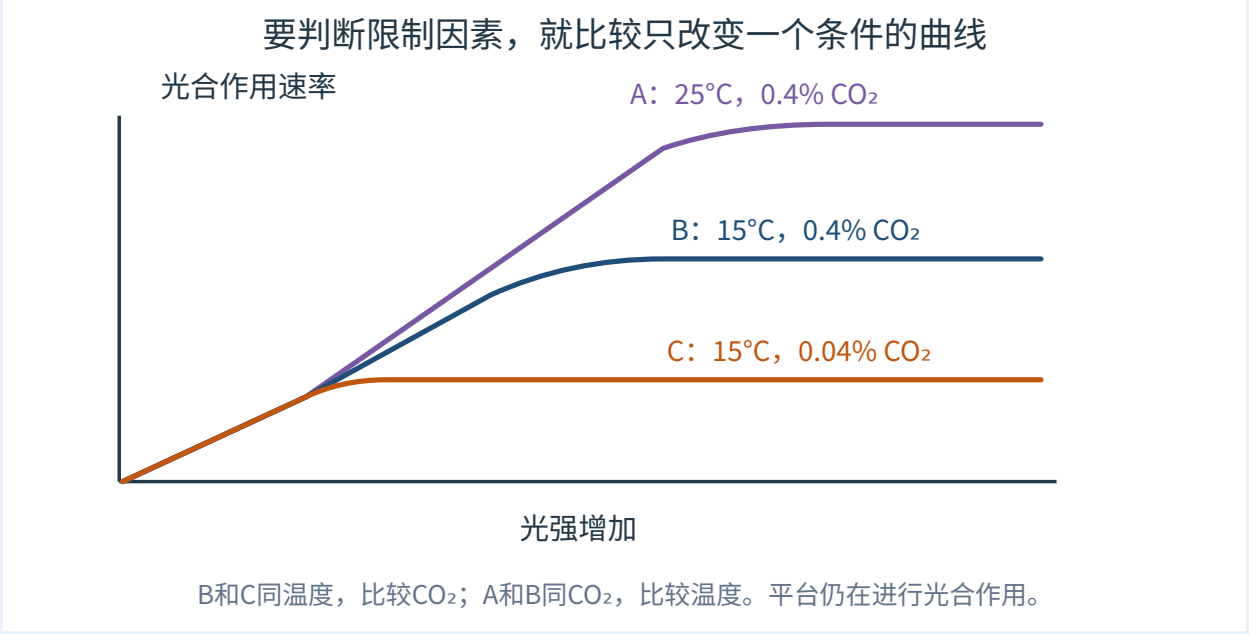
Which substance is needed to make chlorophyll and which part of the plant absorbs the substance?

	substance	part of the plant where the substance is absorbed
A	calcium	root hairs
B	calcium	stomata
C	magnesium	root hairs
D	magnesium	stomata

6.3 光合作用的限制因素

题型 1：读光合作用速率曲线并判断限制因素

知识点 光合作用把二氧化碳和水转变为有机物，并释放氧气；叶绿素吸收的光提供能量，反应过程也受酶的作用影响。光强、二氧化碳浓度和温度都可能影响光合作用速率，但在某一组具体条件下，最不足、使速率不能进一步增加的因素才是限制因素（limiting factor）。



定性示意三种条件的曲线，不把图上没有给出的速率坐标当成测量数据。

先读两个坐标轴。横轴表示实验改变的量，纵轴表示测量的速率。若横轴是光强，就沿横轴向右看增加光强会怎样；若横轴是二氧化碳浓度，就判断增加二氧化碳后的变化。纵轴的 rate 表示单位时间的变化，不是植物已经积累的总量。曲线达到一个大于零的平台，表示速率保持稳定，光合作用仍在进行。

在曲线上升的区域，增加横轴所表示的因素可以使速率增加，这个因素正在限制速率。光强较低时，增加光能使更多光能被吸收；二氧化碳浓度较低时，增加这种原料能使反应加快。曲线变平后，继续增加同一个因素却不能再提高速率，说明它已不再是当时的主要限制因素，应考虑其他条件。

要确定平台受什么限制，比较只改变一个条件的曲线。例如两次实验使用相同光强和二氧化碳浓度，温度分别为 18°C 与 28°C；若 28°C 时速率更高，就有证据说明较低温度限制了另一组的速率。适温以下升温可加快酶促反应，不能把较低温度下的较慢反应解释成酶已变性。高温造成的变性需要相应的高温条件和证据。

若两条曲线温度相同，但二氧化碳浓度不同，而较高浓度的曲线达到较高平台，就支持较低浓度下受二氧化碳供应限制。描述时把比较的条件、速率差异和生物学原因相连，不要只写“因为条件不同”。若图中只有一条曲线，它的平台通常只能说明横轴因素不再限制，不能单凭平台确定唯一的其他限制因素。对光强曲线，二氧化碳浓度或温度都可能限制平台速率。

“保持不变”也不等于“已经最适”。实验把温度固定，只表示比较各组时没有同时改变温度；这个固定温度仍可能使酶促反应不能更快。水的供应、叶绿素或叶绿体的数量也会影响光合作用，但有题目所给的对照曲线时，应优先用实际比较支持判断。

有些实验用水生植物释放的氧气表示反应的变化。纵轴若写每平方米、每秒的氧气体积，就先读清这三个量：氧气体积、植物面积和时间。植物也呼吸，因此收集到的氧气不一定等于光合作用产生的全部氧气；解释测量曲线时，仍应按实际的纵轴名称作答。

读曲线可依次写“怎样变化→在哪一段变化→什么因素限制→为什么”。上升段增加横轴因素能使速率 _____；平台段速率不再随它增加，表明它已不是当时的 _____；平台在零以上表示反应仍在 _____。

用同一个指标分别调查三种条件。可用同种、大小相近的水生植物，在适应实验条件后收集一段时间内放出的气体，并以氧气体积除以时间作为比较指标。只数气泡较粗略，因为每个气泡的体积未必相同。每组都重复测量、求平均，并保持植物数量或大小、测量时长及收集方法一致。

单独改变	具体安排	另外保持相同
光强	用同一盏灯改变灯距	CO_2供应、温度等；防止灯的热量同时升温
CO_2供应	使用不同浓度的碳酸氢盐溶液来改变供应条件	光强、温度、植物和液体体积等
温度	在不同温度的水浴中先平衡，再测量	光强、CO_2供应等

碳酸氢盐溶液能为水生植物提供可利用的无机碳，浓度设置在这里作为 CO_2 供应条件；不必把溶液浓度直接当成精确的 CO_2 浓度数值。改变灯距时用温度计检查水温，研究温度时则让其他组也有同样的光强和 CO_2 供应。只有这些条件可比，曲线差异才支持所研究因素的作用。第 23 章的光照调查还给出收集和处理数据的完整真题。

答案：增加；限制因素；进行

怎么认　先读横轴变量与纵轴速率，上升段找随横轴增加而改善的因素，平台段考虑其他限制。多曲线先比相同温度或相同二氧化碳浓度的组，再用变化条件解释速率差异；恒定条件仍可能限制。

例题 1　(2023·May/June 0610/41 Q4(a))　· 3 级

(a) Fig. 4.1 shows the effect of light intensity on the rate of photosynthesis at different temperatures and concentrations of carbon dioxide.

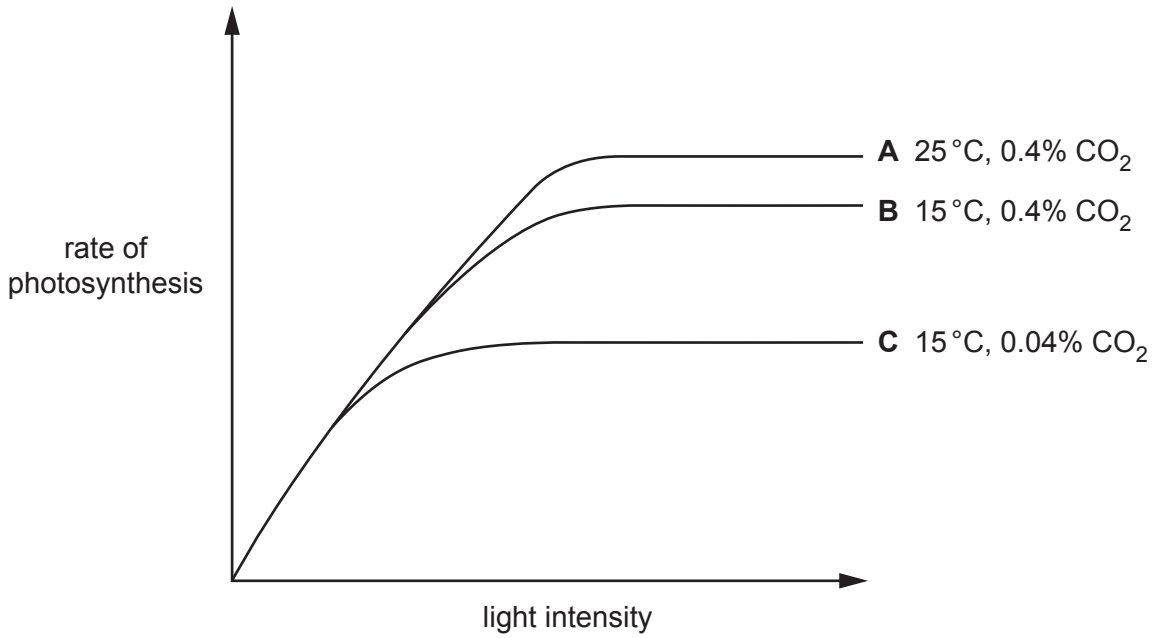


Fig. 4.1

Describe **and** explain the reasons for the shape of lines **B** and **C** in Fig. 4.1.

解：先读图例：A 为 25°C、0.4% 二氧化碳；B 为 15°C、0.4% 二氧化碳；C 为 15°C、0.04% 二氧化碳。横轴是光强，纵轴是光合作用速率。题目要求描述并解释 B 和 C，A 可作为判断温度影响的对照。

低光强时，B 和 C 起初有相同的速率；随着光强增加，二者的速率都升高。这时光强是限制因素，因为光合作用需要光提供能量，更多光能有助于反应加快。

C 较早变成水平线，平台也低于 B。B 和 C 同为 15°C，而 C 的二氧化碳浓度只有 0.04%，低于 B 的 0.4%。二氧化碳是光合作用的原料，较少的供应限制了 C 的速率。因此 C 先达到较低平台，继续增加光强也不能使它增加到 B 的速率。

B 在更高的光强下才到达平台，且平台高于 C。再比较 B 与 A：二者二氧化碳浓度相同，但 B 为 15°C，A 为 25°C，A 的平台更高。这说明 B 在高光强下受到温度限制。较低温度下酶促反应较慢，不能凭 15°C 就说酶已变性。

两条曲线的平台都仍高于零，表示光合作用继续进行，只是光强不再限制该段的速率。这里用 B 与 C 确定二氧化碳影响，用 B 与 A 确定温度影响，每一次比较都保持另一个条件相同。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/42 Q4(b)(ii)） · 2 级

(ii) Fig. 4.1 is a graph showing the effect of light intensity on the rate of photosynthesis.

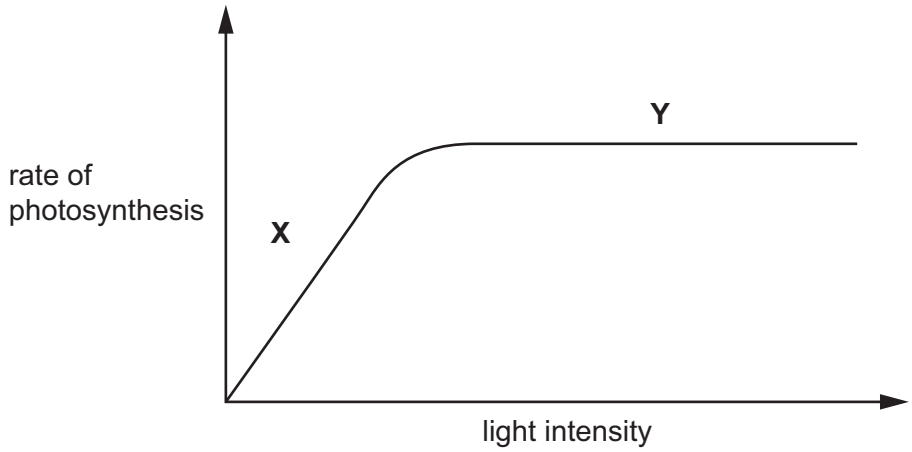


Fig. 4.1

State which factors could be limiting the rate of photosynthesis at **X** and at **Y** in Fig. 4.1.

2. （2021·February/March 0610/42 Q4(d)(ii)） · 3 级

(d) The effect of carbon dioxide concentration on the rate of oxygen production in an aquatic plant was measured.

- A lamp was used to keep the light intensity constant.
- The oxygen gas released by the plant was collected in a gas syringe.
- The plant was placed in water that was kept constant at 20 °C.

Fig. 4.2 shows the results.

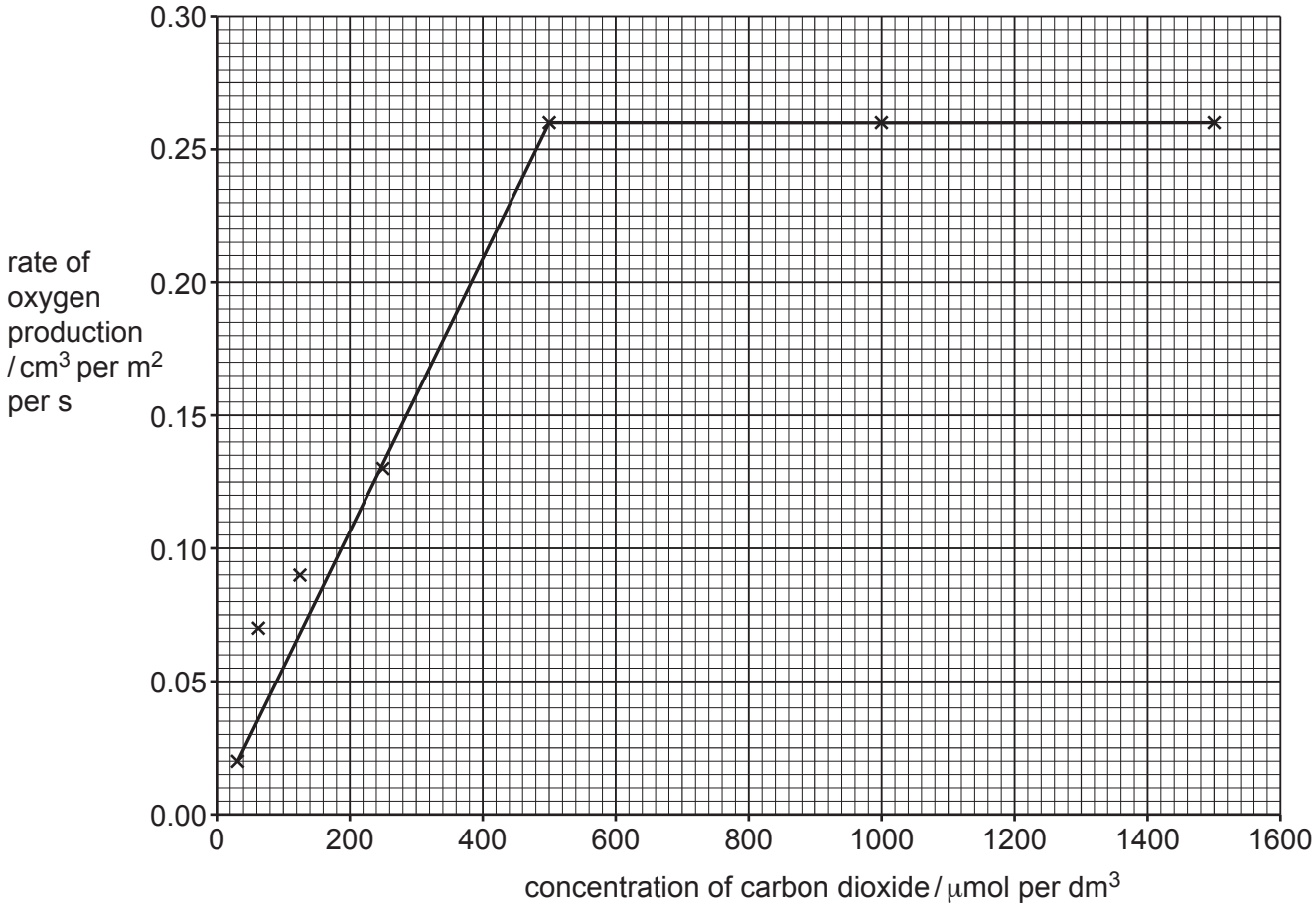


Fig. 4.2

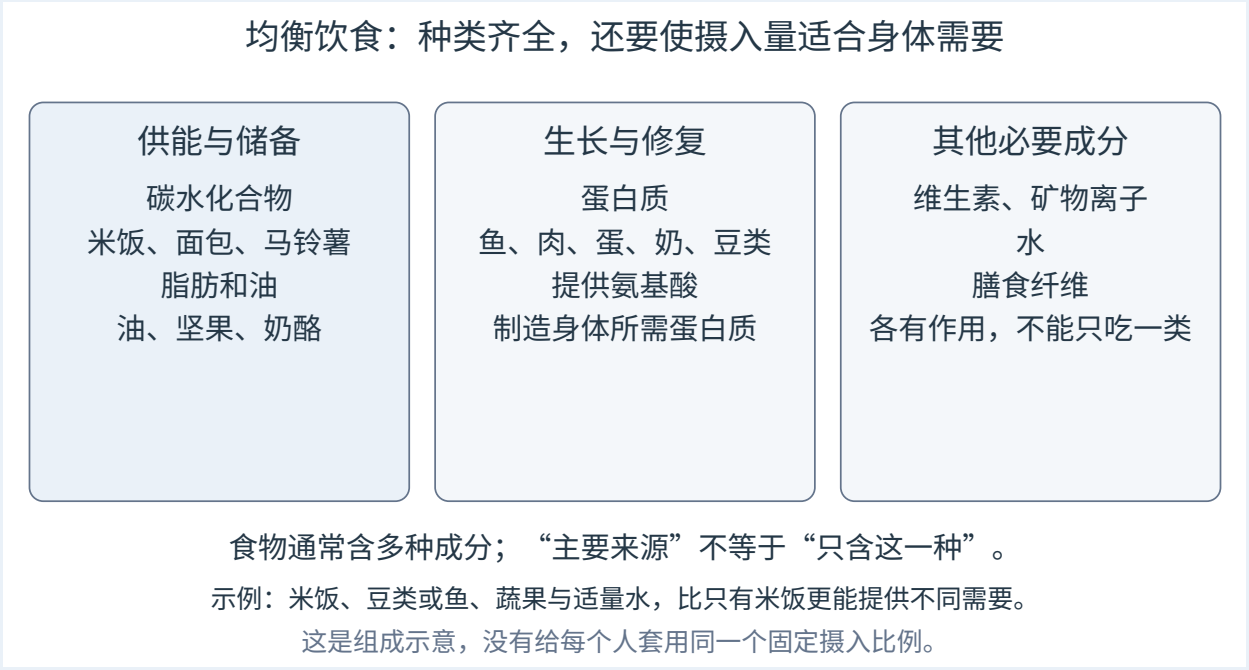
(ii) Explain the results shown in Fig. 4.2.

人体营养

7.1 均衡饮食

题型 1：把饮食成分与身体需要对应

知识点 饮食提供身体获得能量、生长、修复和维持生命所需的物质。均衡饮食（balanced diet）要包括各种需要的成分，而且数量和比例适合身体的需要；并不是“每样食物一样多”，也不是只要某一种维生素足量就算整体均衡。活动量、生长阶段等不同，能量和营养需要也会不同。



同一餐可以同时提供多种成分；是否均衡还要结合需要量和长期饮食，而不能只看某一种食物。

碳水化合物、脂肪和蛋白质是三类需要量较大的营养物质。米饭、面包和马铃薯等主要提供碳水化合物，葡萄糖可作为呼吸作用的原料，分解释放能量。脂肪和油也能储存和提供能量，脂肪还有保温等作用；植物油、坚果和奶酪等是来源。蛋白质提供氨基酸，用来制造身体的蛋白质，包括结构蛋白、酶和抗体，因此与生长和修复密切相关；鱼、肉、蛋、奶和豆类都可提供蛋白质。

成分	饮食来源举例	主要用途
碳水化合物	米饭、面包、马铃薯	呼吸作用的原料，提供能量
脂肪和油	植物油、坚果、奶酪	能量来源与储备，保温等
蛋白质	鱼、肉、蛋、奶、豆类	提供氨基酸，制造蛋白质以生长和修复
水	饮水、其他饮品、水果和蔬菜	溶剂，用于消化、运输和排泄
膳食纤维	蔬果、全谷物、豆类	增加残渣体积，帮助肠道蠕动
维生素与矿物离子	来源随种类而异，见下一型	少量仍不可缺，如维生素 C 维持结缔组织、钙用于骨和牙

水可以直接由饮水获得，也存在于许多食物中。它溶解葡萄糖等帮助血液运输，参与消化液的溶剂环境，并让尿素等溶于尿液排出。第 3.2 节的三栏图已把消化、运输、排泄分开说明。膳食纤维虽不被人体消

化成供能的小分子，仍有作用：它增加食物残渣的体积，帮助肠道推进残渣；长期不足可能增加便秘风险。蠕动就是消化道肌肉有节律地收缩，把内容物向前推动。

维生素和矿物离子的需要量较小，也不等于可以缺少。例如维生素 C 常来自新鲜果蔬，钙可来自奶类；下一型会把维生素 C、维生素 D、钙和铁逐一接到缺乏症。食物通常同时含几种营养成分：牛奶可以提供蛋白质和钙，不能把“钙的来源”理解成牛奶只含钙。

长期摄入能量超过消耗时，多余能量可转成脂肪储存，增加肥胖（obesity）的风险。长期摄入过多饱和脂肪等不良饮食因素还可增加冠心病（coronary heart disease）的风险：给心肌供血的冠状动脉变窄或堵塞，心肌可能得不到足够血液和氧。这里说的是风险增加，并不表示所有脂肪都有害或吃一次含脂肪食物就会患病；第 9 章再结合血管图解释冠状动脉。

读题时分清它问的是食物、营养成分类别还是功能。“rice”是食物名；“carbohydrate”是成分类别；“用于呼吸释放能量”才是功能。如果问除脂肪以外的两种营养类别，就先排除脂肪，再给出两组各自匹配的“类别＋作用”。

从词库完成整张表时，还要读是否规定每个词只用一次。先把每行与明确的来源对应，再检查全表有没有重复用词或漏填；不能因为一种食物含多种成分，就在题目不允许时把它填两次。

怎么认 先确认问的是营养类别、具体食物、身体用途还是整体均衡。表格限制每个词用一次时，先逐行核对营养来源，再回查全表。

例题 1 （2022·October/November 0610/31 Q4(a)） · 2 级

(a) A balanced diet is needed to maintain health.

(i) State what is meant by the term balanced diet.

(ii) Fat is an important component of a balanced diet.

Draw (circles) around **two** foods that are a good source of fat.

apples **beans** **bread** **cheese**

pasta **rice** **vegetable oil**

(iii) State **two** health problems associated with having an excessive amount of fat in the diet.

(iv) List **two** nutrient groups, other than fat, in a balanced diet and outline their dietary importance.

nutrient 1

importance 1

nutrient 2

importance 2

解：**(i)** 定义要同时有“包含什么”和“量是否合适”。均衡饮食包含所需的各种营养成分，并以适合身体能量和营养需要的数量、比例摄入。只写“吃健康食物”没有说清含义；只说食物种类多，也还没有交代摄入量是否适当。

(ii) 在原词库中选择良好的脂肪来源。cheese 是奶酪，vegetable oil 是植物油，两者应圈出。题目只要两个，不能为了保险把其余词也圈上。

(ii) Fat is an important component of a balanced diet.

Draw circles around **two** foods that are a good source of fat.

apples **beans** **bread** **cheese**

pasta **rice** **vegetable oil**

圈出的 cheese 与 vegetable oil 分别是奶酪和植物油，都是脂肪的重要食物来源。

(iii) 写两种与过量脂肪摄入相关的健康问题。可写肥胖（obesity）和冠心病（coronary heart disease，CHD）。长期能量摄入多于消耗，更多脂肪可能储存于体内；不良饮食因素还会增加冠状动脉变窄、心肌供血受影响的风险。这是在解释关联风险，不是说正常需要的脂肪应全部去掉。

(iv) 先遵守**"other than fat"**，再把每个类别与自己的作用配对。一组完整填写如下：

nutrient	dietary importance
carbohydrate（碳水化合物）	用于呼吸作用，分解释放能量
protein（蛋白质）	提供氨基酸，以制造身体蛋白质，支持生长和修复

两组都没有再使用 fat。也可以选择题前已学的水、纤维或有正确用途的具体维生素、矿物离子，但不能只写出名称而不给它对应的饮食作用。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/33 Q3(a)(ii)） · 1 级

(ii) Water is an important solvent in the body.

State **two** body processes that use water as a solvent.

2. （2021·October/November 0610/32 Q4(b)） · 3 级

(b) Table 4.1 shows some of the different components of a balanced diet and their principal sources.

Complete Table 4.1 using words from the list.

Each word can only be used **once** or not at all.

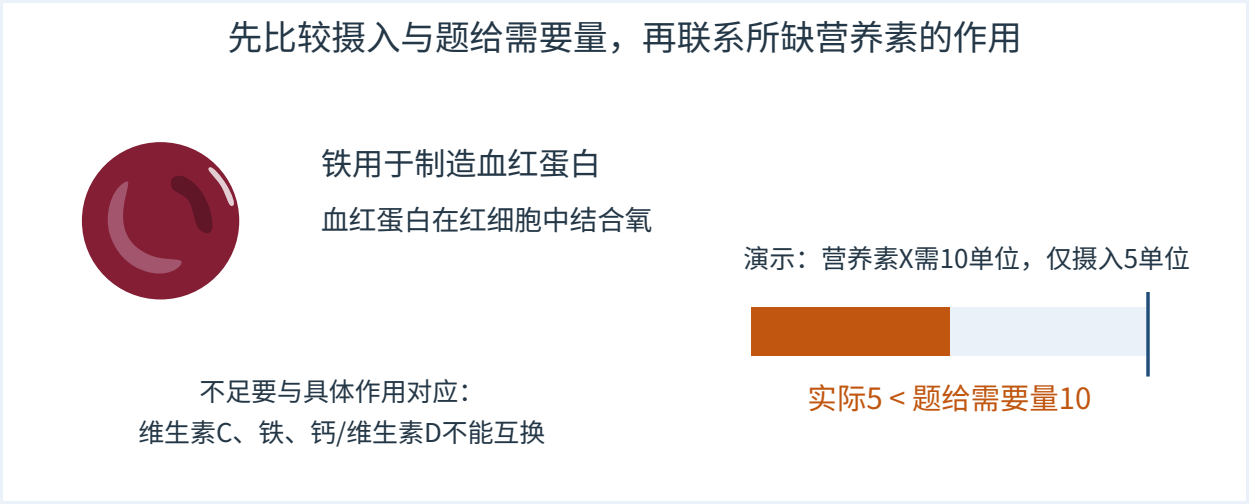
grapefruit **milk** **olive oil** **rice** **tuna fish** **water**

Table 4.1

component	example of principal source
calcium	
carbohydrate	
protein	
vitamin C	

题型 2：根据饮食、症状和摄入量判断营养缺乏

知识点　铁用于制造红细胞内的血红蛋白，帮助运输氧。长期缺铁可能导致贫血，红细胞数量不足或携氧能力下降。维生素 C 有助于维持结缔组织，缺乏可引起坏血病，出现牙龈肿胀出血、伤口愈合慢等症状。预防坏血病应摄入富含 _____ 的食物，例如柑橘类水果。



条长示范同单位下的比较；数值只作读表示例，完整题中须逐列读各营养素的单位。

钙与骨骼、牙齿的强度有关，维生素 D 有助于钙的吸收与骨骼形成。儿童长期缺少维生素 D 或钙，可能发生佝偻病。不能把缺铁引起的贫血、缺维生素 C 引起的坏血病和缺维生素 D 或钙引起的骨骼问题互换。

膳食纤维主要来自植物性食物，能增加食物残渣体积，帮助肠道蠕动。饮食中有大量植物材料时，通常不容易缺乏纤维；没有肉并不等于一定缺蛋白质，因为豆类等也能提供蛋白质，但仍要看整体饮食组成。

RDA 表示推荐每日摄入量。表格题要在同一种营养物质的一列比较实际摄入量与 RDA，不跨不同单位的列比大小。例如某营养素 RDA 为 10 μg 而每天只吃 5 μg，说明长期摄入不足；若 RDA 为 50 mg 而实际 54 mg，则不是缺乏。逐列找出不足的营养素，再联系相应缺乏症。

营养素	食物来源举例	主要作用	缺乏表现
铁	肉类、豆类	制造血红蛋白	贫血
维生素 C	柑橘等新鲜果蔬	维持结缔组织、伤口愈合	坏血病
钙	奶类等	骨骼和牙齿的形成与强度	骨骼发育受影响
维生素 D	鱼、蛋等	帮助钙吸收和骨骼形成	佝偻病

答案：维生素 C

怎么认 先从症状辨营养素，或从食物来源辨可能不足的成分。摄入量表按列比较同一营养素的实际量与 RDA，再判断长期风险；不要因为一列不足就把所有缺乏症都选上。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q9） · 3 级

The table shows the recommended daily allowance (RDA) of some nutrients for young children.

The table also shows the masses of these nutrients eaten by a child in one day.

	mass of vitamin C / mg	mass of vitamin D / μg	mass of iron / mg	mass of calcium / mg
RDA	50	10	11	260
mass eaten in one day	54	5	11	150

Which conditions will the child be at risk of developing if they consume the same diet for a long period of time?

1 anaemia (**not** having enough red blood cells)

2 rickets

3 scurvy

A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 1 and 3 only **D** 2 only

解：按列比较：维生素 C 为 54 mg，高于 50 mg；铁为 11 mg，等于 11 mg，二者不不足。维生素 D 为 5 μg，低于 10 μg；钙为 150 mg，低于 260 mg，长期缺乏增加佝偻病风险。因此所列情况只符合 2，故选 D。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/11 Q14） · 1 级

Why is iron an important component of the human diet?

A Iron is needed to make haemoglobin.

B Iron is needed to prevent rickets.

C Iron is needed to prevent scurvy.

D Iron is needed to strengthen teeth.

2. （2025·May/June 0610/23 Q10） · 1 级

A person has swollen, bleeding gums and slow wound healing.

This could be caused by a lack of which nutrient in a diet?

A calcium

B fibre

C iron

D vitamin C

3. （2025·February/March 0610/22 Q12） · 2 级

A student is told that their diet is **not** balanced and they may be at risk of developing scurvy.

What should the student do to reduce their risk of scurvy?

A The student should drink more milk which will provide more calcium.

B The student should drink more milk which will provide more vitamin C.

C The student should eat more citrus fruits which will provide more calcium.

D The student should eat more citrus fruits which will provide more vitamin C.

4. （2025·May/June 0610/13 Q13） · 2 级

What is the result of a diet lacking iron?

A bleeding gums

B poor wound healing

C reduced number of red blood cells

D weak bones and teeth

5. （2025·May/June 0610/12 Q12） · 2 级

A diet contains a lot of plant material, but **no** meat.

Which dietary component is **unlikely** to be deficient in this diet?

A fat

B fibre

C protein

D vitamin D

7.2 消化道与牙齿

题型 1：根据牙齿结构判断名称与功能

知识点 牙齿把大块食物切开、撕裂或磨碎，食物颗粒变小而组成物质不改变，属于物理消化。门齿位于口腔最前方，牙冠较薄，边缘适于切割；犬齿位于门齿两侧，较尖，适于撕裂。

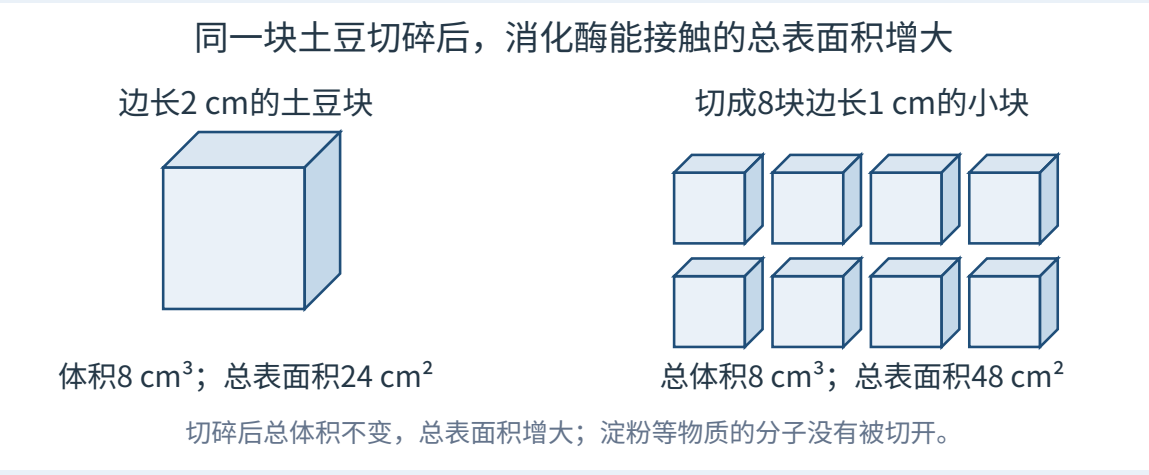


前臼齿和臼齿都能研磨；不能把“用于研磨”只指向嘴里最后一类牙。

前臼齿和臼齿位于后方，牙冠较宽，表面有凸起，能压碎和研磨食物。用于研磨的两类牙齿是 _____ 和 _____。不能因为臼齿通常较大，就漏掉同样能研磨的前臼齿。

看口腔图时，先找前方的门齿，再向两侧依次找犬齿、前臼齿和臼齿；看单颗牙齿图则比较牙冠形状。字母不一定按口腔中的前后顺序排列，应沿每条标线找实际牙齿。

咀嚼与胃壁的搅拌还会把大块食物分散成更小颗粒。总体积不变时，较多小颗粒的总表面积更大，消化酶可以同时接触更多表面，因此有助于随后的化学消化加快。物理消化本身仍没有把一种食物分子变成另一种分子。



土豆块切碎并分开后，总体积不变，能接触消化酶的总表面积增大。

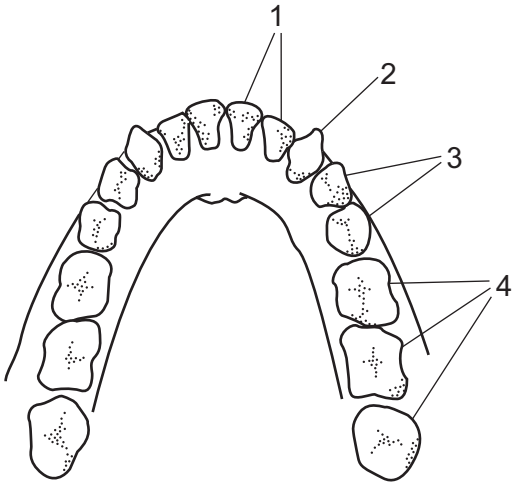
把一块边长 2 cm 的土豆切成 8 块边长 1 cm 的小块，再把小块分开。切前后总体积都是 8 cm³，外露总表面积却从 6×2×2＝24 cm²增加到 8×6×1×1＝48 cm²。更多表面暴露后，消化酶能接触更多食物，因此在其他条件相同时有利于加快化学消化。咀嚼时，牙齿也把食物分成小块而不改变其中淀粉分子的种类，这属于物理消化。

答案：前臼齿；臼齿

怎么认 问切割找前方薄而有切缘的门齿，问撕裂找尖犬齿，问研磨找后方宽大的前臼齿与臼齿。口腔示意图先定位前后，再追踪字母或数字标线。

例题 1 （2025·February/March 0610/12 Q13） · 2 级

The diagram shows human teeth in the mouth.



Which types of teeth can be used to grind food?

A 1, 2, 3 and 4

B 2, 3 and 4 only

C 3 and 4 only

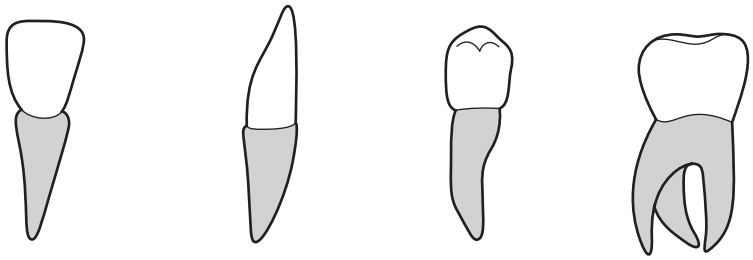
D 4 only

解：图中 1 指前方门齿，2 指犬齿，3 指前臼齿，4 指后方臼齿。用于研磨食物的是 3 和 4，不能只选最后面的臼齿，故选 C。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/22 Q13） · 1 级

The diagram shows the four types of human tooth.



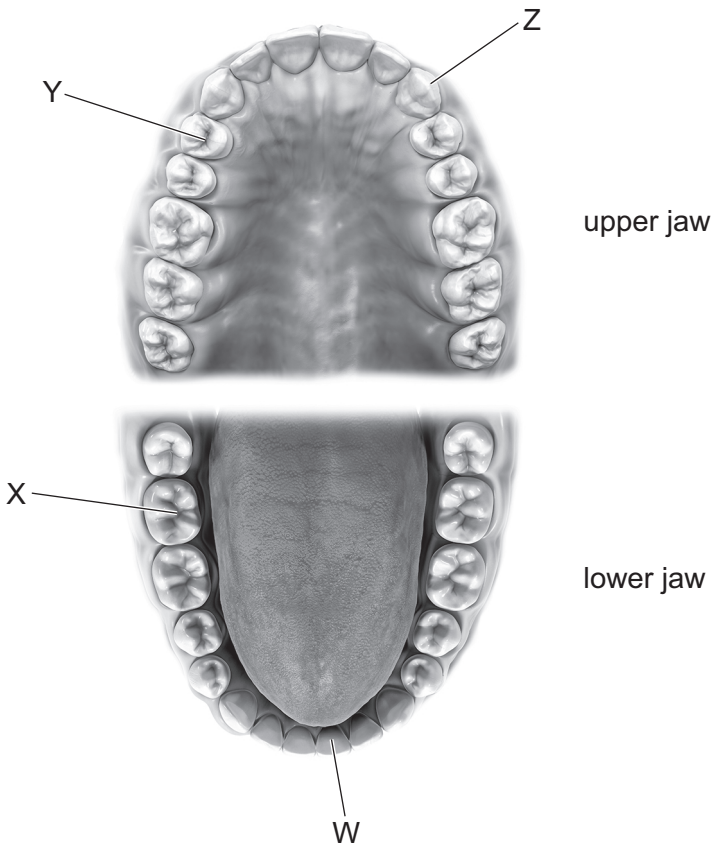
1 incisor　2 canine　3 premolar　4 molar

Which teeth are used for grinding food?

A 1 and 2　**B** 1 and 4　**C** 2 and 3　**D** 3 and 4

2. （2025·May/June 0610/11 Q16） · 3 级

The diagram shows four different types of teeth in the upper and lower jaws in a human mouth.



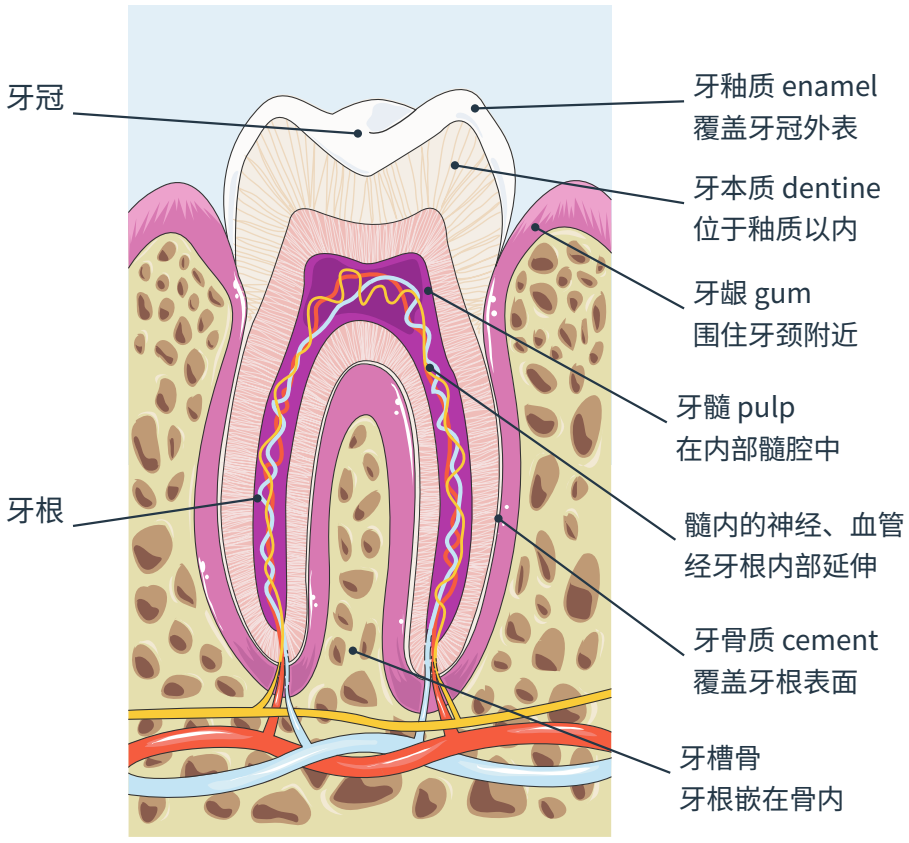
Which letters identify the types of teeth shown in the diagram?

	W	X	Y	Z
A	canine	premolar	molar	incisor
B	canine	molar	premolar	incisor
C	incisor	premolar	molar	canine
D	incisor	molar	premolar	canine

题型 2：辨认牙齿内部结构并联系功能

知识点 前一型比较的是四类牙的牙冠形状；现在把一颗牙纵向切开，看内部由哪些组织构成。牙冠是牙向口腔中露出的部分，牙根嵌在颌骨的牙槽内；牙龈是围在牙颈附近的软组织，不是最外层的硬釉质。

牙纵切面：外层保护、内部感觉与供血、牙根固定



牙髓是软组织；髓腔是容纳牙髓的内部空间。

标线只定位结构，不表示食物、血液或神经冲动的方向。

牙根表面的牙骨质位于牙根与周围支持组织之间，与外围牙槽骨是不同结构。 图源：P08（见书末图源说明）。

牙釉质（enamel）覆盖牙冠外表，是很硬的保护层。其内较厚的硬组织叫牙本质（dentine），构成牙体的大部分，并向牙根延伸。读切面时先沿外表找釉质，再向内找牙本质；牙本质不是中央画有血管和神经的空间。

牙内部的软组织叫牙髓（pulp），所处的内部空间叫髓腔（pulp cavity）。牙髓中有血管和神经；血管运送氧和营养物质并带走废物，神经传递感觉信息，例如疼痛。牙根内部的细通道把髓腔与下方进入的血管、神经联系起来。题目若分别要标牙髓与神经，应当把牙髓指向内部组织，把神经标线落在图中表示神经的细束上。

牙骨质（cement；cementum）是覆盖牙根表面的薄层，帮助牙根固定在周围支持组织中。它不等于外围较大块、包围牙根的牙槽骨，也不是覆盖牙冠的牙釉质。牙龈在牙颈周围的外侧，牙槽骨则包围和支持牙根；先分清牙本身的外层，再分清周围组织。

牙冠表面的龋洞逐渐向内加深时，会先穿过牙釉质，再进入牙本质；如果继续深入并累及牙髓，就可能刺激或损伤其中的神经，引起疼痛。沿这条由外到内的路径读牙齿纵切面，可以依次找到牙釉质、牙本质和牙髓。牙髓是含有血管与神经的软组织，髓腔则是容纳这部分软组织的内部空间。

自己加标签时，先选一处清楚可辨的组织，再从它画出不含糊的细标线，并写完整名称。不要只把“神经”写在牙根旁而没有指到神经，也不要让“牙骨质”的线停在外围骨中。

怎么认　沿标线末端由外到内判断：牙冠表面釉质、其内牙本质、中央牙髓；然后看牙根表面的牙骨质以及外侧牙龈、牙槽骨。要求画标线时，名称与线端必须同时正确。

例题 1　(2022·October/November 0610/32 Q4(a))　· 1 级

(a) Fig. 4.1 shows the structure of a human tooth.

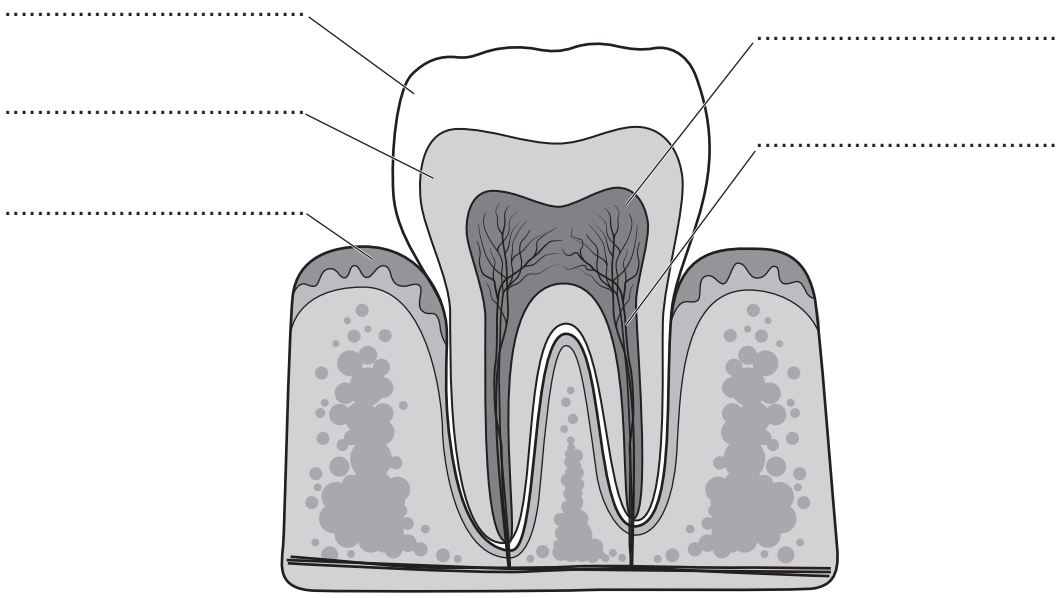


Fig. 4.1

Complete Fig. 4.1 by labelling the parts, in the spaces provided, using words from the list.

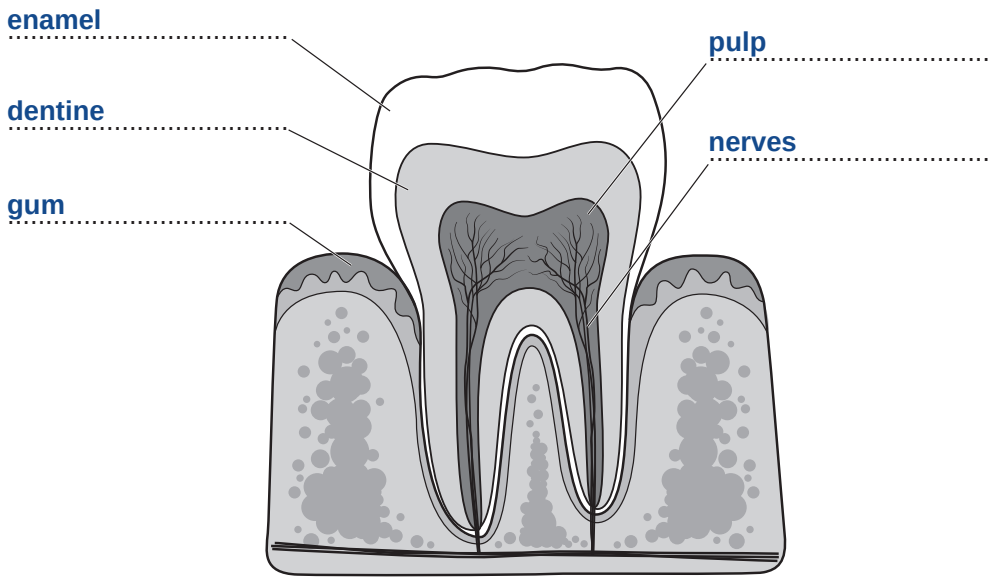
dentine　　enamel　　gum　　nerves　　pulp

解：先沿每条原标线找到末端，不按空格离哪个字母近来猜。

左上标线停在牙冠最外的白色硬层，是牙釉质，填 enamel。左中标线到达釉质内侧较厚的一层，是牙本质，填 dentine。左下标线指向牙颈外侧围着牙的软组织，是牙龈，填 gum。

右上标线指向中央内部的牙髓区域，填 pulp。右下标线落在牙髓中向牙根延伸的细束结构上，填 nerves。

题目给 pulp 这个词，不能另填没有列在词库中的 pulp cavity。五个空格都要完成。

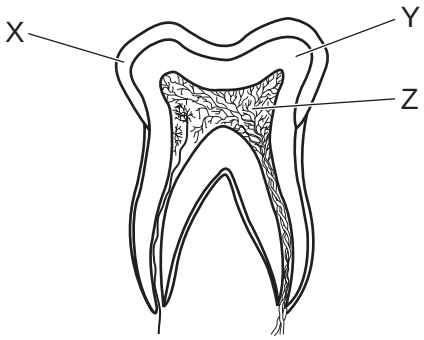


左侧从上到下是牙釉质、牙本质和牙龈；右侧从上到下是牙髓和神经。

针对练习

1. （2022·October/November 0610/12 Q14） · 1 级

The diagram shows a cross-section of a human tooth.



Which row identifies the labels in the diagram?

	X	Y	Z
A	dentine	enamel	pulp cavity
B	dentine	pulp cavity	enamel
C	enamel	pulp cavity	dentine
D	enamel	dentine	pulp cavity

2. （2021·May/June 0610/32 Q5(a)(i)） · 2 级

(a) Fig. 5.1 shows a section through a human molar tooth.

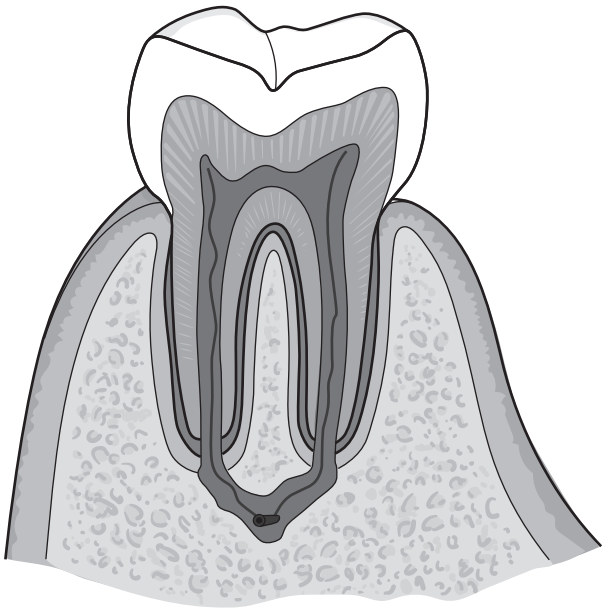


Fig. 5.1

(i) Use label lines and labels to identify these structures **on** Fig. 5.1:

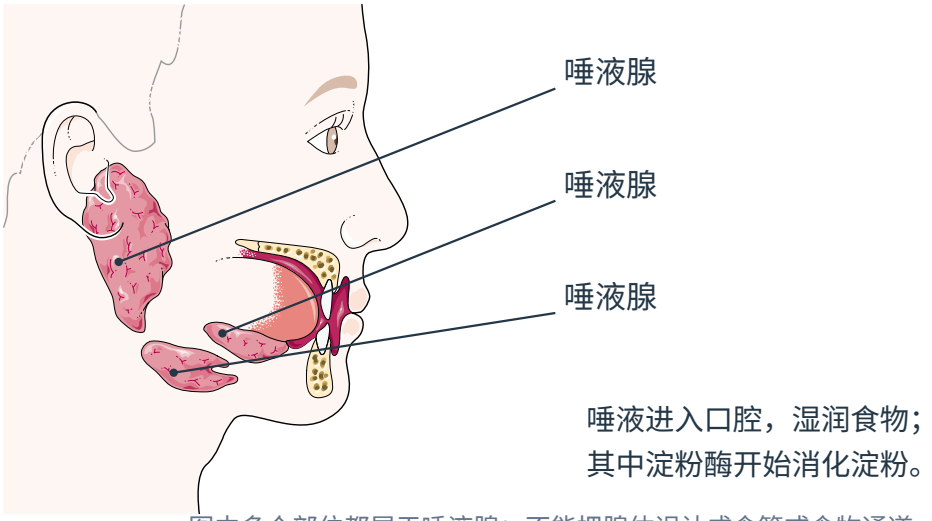
- cement
- gum
- nerves.

题型 3：定位消化道器官并判断消化、吸收和排遗

知识点 食物依次经过口腔、食管、胃、小肠、大肠的结肠和直肠，最后由肛门排出。食管也叫食道。小肠起始的短段是十二指肠（duodenum），从胃接收食物，并接收胆汁和胰液；后面的长段包括回肠（ileum），继续消化并吸收营养物质。回肠属于小肠，不能与大肠末端的直肠混淆。图中胃常呈袋状，位于食道下方；小肠为腹部中央较细、盘曲的长管，结肠是围在外围较粗的管道。胰腺在胃下方，形状较长，向小肠分泌消化液，但食物不直接穿过胰腺。

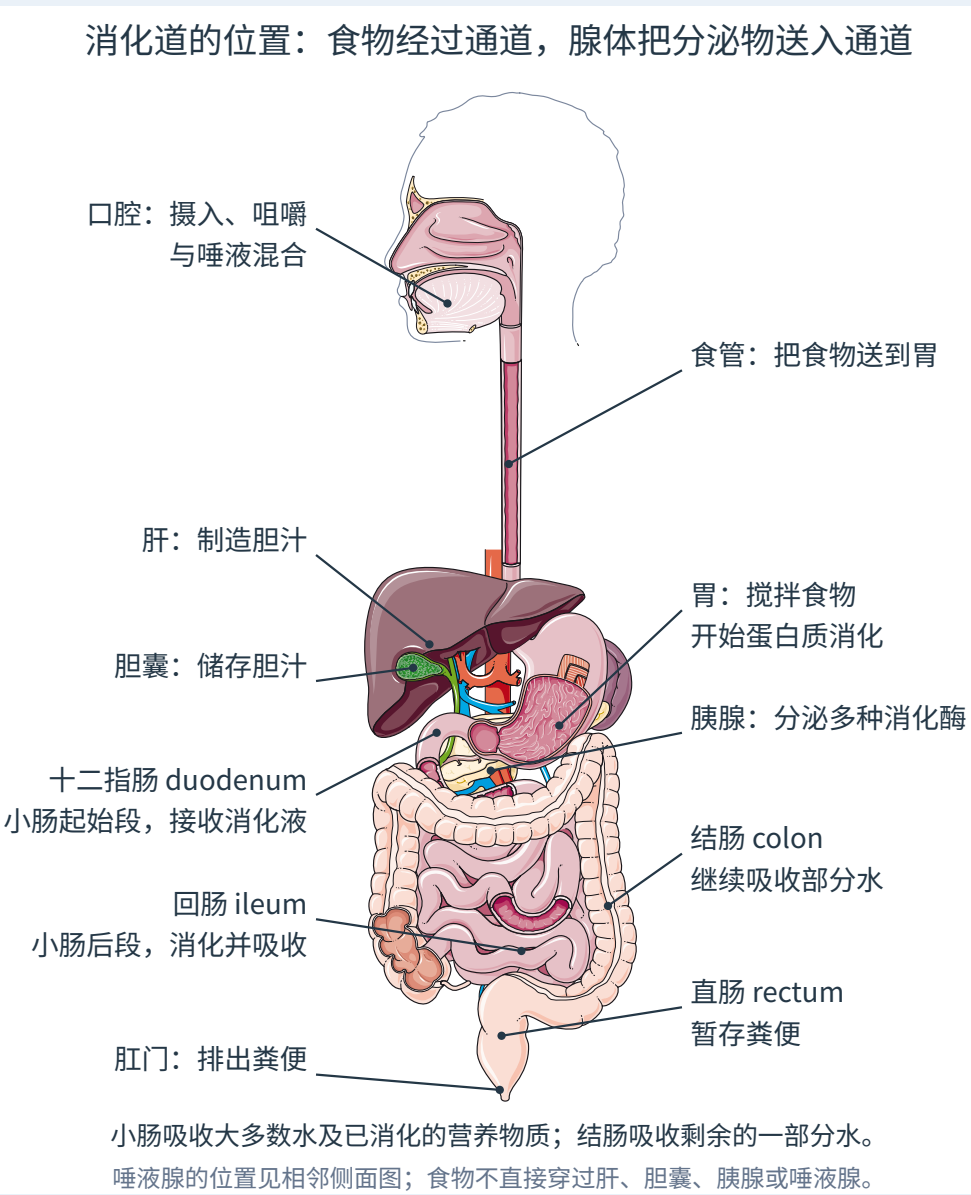
唾液腺位于口腔附近，会把唾液经导管送入口腔；唾液使食物湿润，其中的淀粉酶开始消化淀粉。腺体是制造并分泌物质的器官，唾液腺、肝、胆囊和胰腺都与消化有关，但不能把它们按次序画在食物必经的管道中。肝制造胆汁，胆囊储存胆汁，再把它送入十二指肠。

唾液腺把分泌物送入口腔，食物不穿过腺体



图中多个部位都属于唾液腺；不能把腺体误认成食管或食物通道。

标线定位口腔附近的唾液腺；唾液经导管进入口腔。 图源：P07（见书末图源说明）。



小肠的十二指肠、回肠与大肠末端的直肠位置不同；食物通道与腺体分泌的去向分开读。图源：P04（见书末图源说明）。

口腔中咀嚼和胃中肌肉搅拌都能使食物颗粒变小，属于物理消化；酶把大分子变成小分子，属于化学消化。消化后小分子通过肠壁进入血液或淋巴，叫吸收。大部分已消化的营养物质在 _____ 吸收。水也主要在小肠吸收，结肠再吸收剩余的一部分水；“结肠吸收水”并不表示结肠吸收了大部分水。

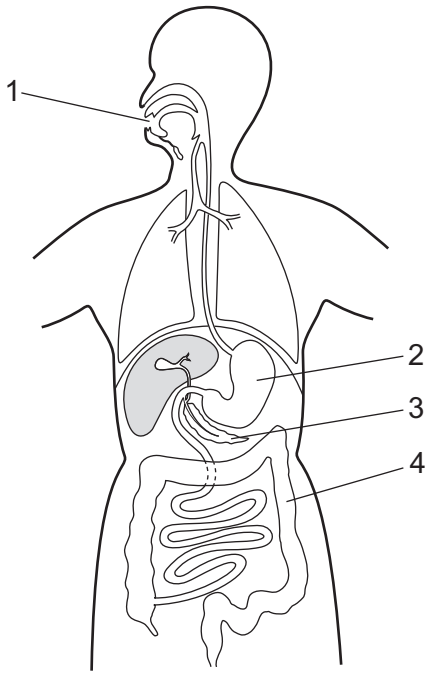
未消化的食物残余形成粪便，在直肠中暂存，之后经肛门离开身体，叫排遗，英文 egestion。直肠是最后的暂存段；肛门是排出的开口，二者位置相接而职责不同。排遗排出的是未消化食物，不是细胞代谢形成的废物，因此与排泄不同。题目问排遗的位置，要找消化道末端的肛门，而不是胃或小肠。

答案：小肠

怎么认 先根据管道的连接顺序、粗细和位置辨认器官，再按过程选择部位：咀嚼搅拌看口腔或胃，主要营养吸收看小肠，吸水兼看小肠和结肠，排遗看肛门。

例题 1 （2025·May/June 0610/22 Q11） · 3 级

In which parts of the digestive system does physical digestion occur?



A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 2 and 3 only **D** 4 only

解：图中 1 为口腔，2 为胃，3 指胃下方的胰腺，4 为结肠。口腔通过咀嚼、胃通过搅拌完成物理消化，食物不通过胰腺，结肠主要吸水。因此所列部位中符合的是 1 和 2，故选 B。

针对练习

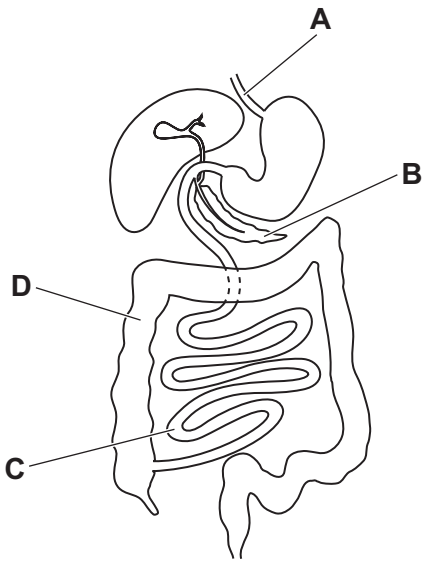
1. （2025·May/June 0610/12 Q15） · 2 级

What is absorbed in the colon and the small intestine?

	colon	small intestine
A	digested food only	digested food and water
B	digested food only	water only
C	water	digested food only
D	water	digested food and water

2. （2025·February/March 0610/12 Q15） · 2 级

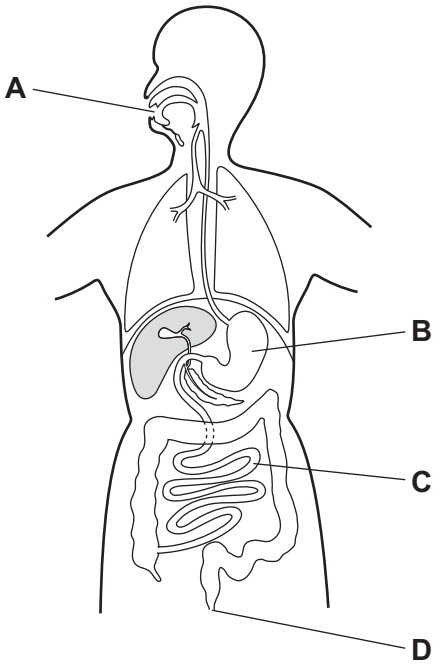
Where does **most** absorption of nutrients occur?



3. （2025·May/June 0610/11 Q15） · 2 级

The diagram shows the digestive system.

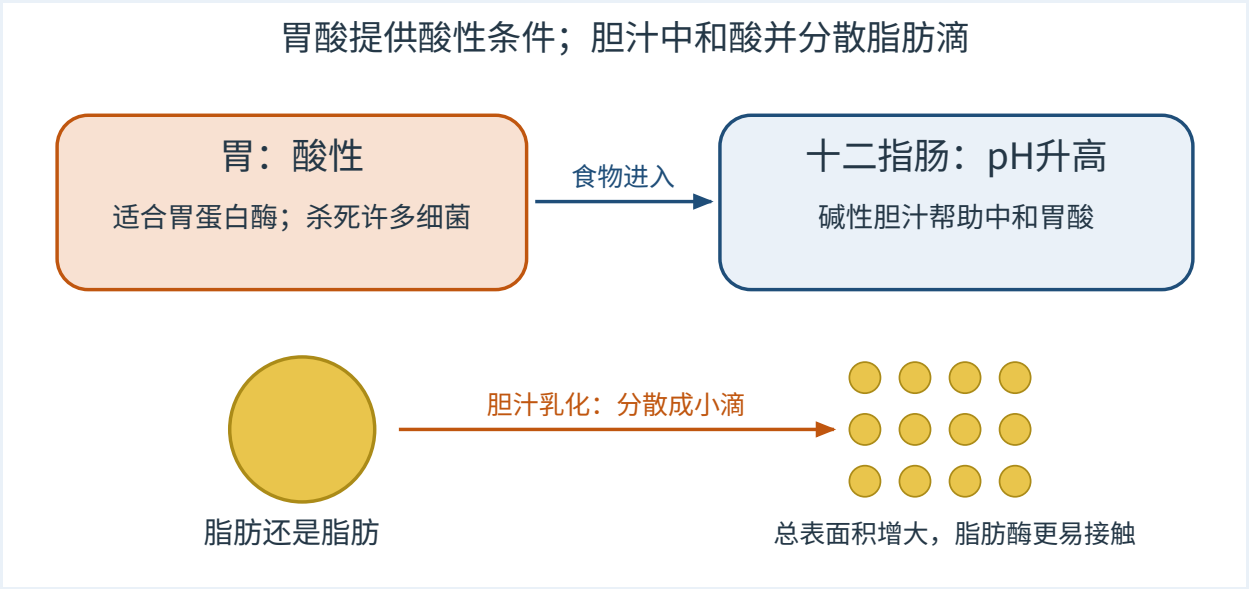
Where does egestion take place?



7.3 消化液与消化酶

题型 1：比较胃酸与胆汁对消化条件的影响

知识点 食物进入胃后与胃液混合。胃液中的盐酸使环境呈酸性，既给胃中蛋白酶提供适宜 pH，也能杀死随食物进入的许多细菌。因此，胃酸的两项作用是提供适宜酸度和 _____。



下方只示意同量脂肪被分成小滴，滴数和直径不按体积比例；乳化本身不产生脂肪酸和甘油。

食物离开胃进入小肠起始的十二指肠时，仍带有胃中的酸。胆汁为碱性液体，能帮助中和这些酸，使 pH 升高，为小肠中的酶提供更适合的条件。胆汁还可把脂肪分散成较小液滴，称为乳化，增大脂肪与脂肪酶接触的面积；胆汁本身不是消化酶。

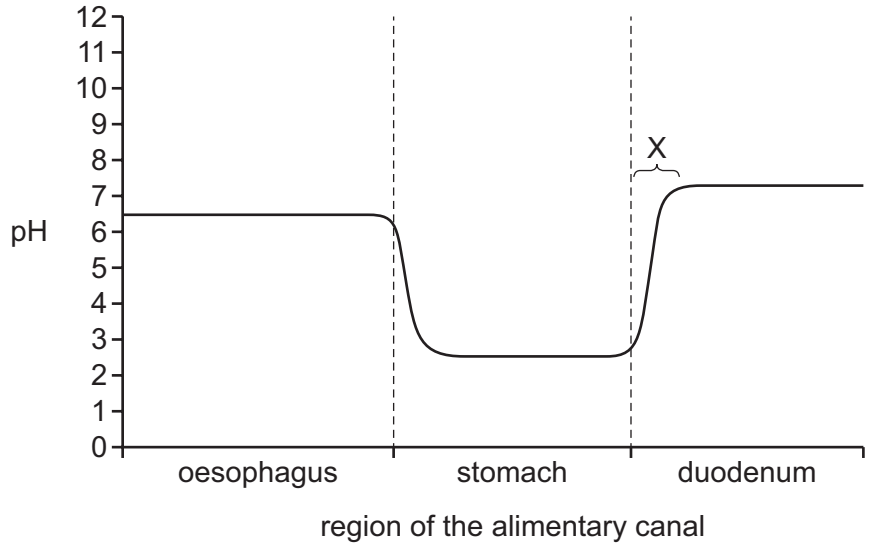
消化道 pH 曲线中，食道通常接近中性，进入胃时下降；离开胃进入十二指肠时升高。判断曲线中的某个转折点，要先定位它位于哪个器官交界，再看 pH 是升高还是降低，不能见到消化就一律选胃液。

答案：杀菌

怎么认 胃内变酸联系盐酸和胃液；胃到十二指肠处 pH 上升，联系碱性胆汁中和胃酸。区分调节酸碱环境的液体与催化分解的酶。

例题 1 （2025·October/November 0610/22 Q8） · 2 级

The graph shows the changes in pH in the oesophagus, stomach and duodenum.



Which substance causes the change in pH at the point labelled X?

A bile

B gastric juice

C glucagon

D trypsin

解：X 位于胃到十二指肠的交界处，曲线由酸性向较高 pH 上升。碱性胆汁能帮助中和胃酸，造成这一变化，故选 A。

例题 2 （2025·October/November 0610/42 Q1(c)） · 2 级

(c) Explain the role of bile in physical digestion.

解：题目限定 physical digestion，即物理消化，关注的是食物被分散成更小部分，分子本身还没有被酶切成其他物质。胆汁使大脂肪滴分散成许多小滴，这个过程叫乳化。

同量脂肪分成小滴后，暴露在外、可与酶接触的总表面积增大。脂肪酶因此更容易接触脂肪，随后脂肪的化学消化可更快进行。

按“乳化脂肪—增大表面积—利于脂肪酶作用”写出完整因果链。不要把胆汁称为酶，也不要说乳化直接把脂肪变成脂肪酸和甘油；这些小分子产物是后续脂肪酶催化分解的结果。中和胃酸是胆汁的另一作用，但不能代替本问要求的物理消化解释。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/22 Q14） · 1 级

Which substance causes the change in pH when food enters the small intestine?

A amylase

B bile

C gastric juice

D trypsin

2. （2025·February/March 0610/12 Q14） · 2 级

What are functions of the hydrochloric acid in gastric juice?

	giving the optimum pH for gastric enzymes	killing bacteria
A	✓	✓
B	✓	✗
C	✗	✓
D	✗	✗

key

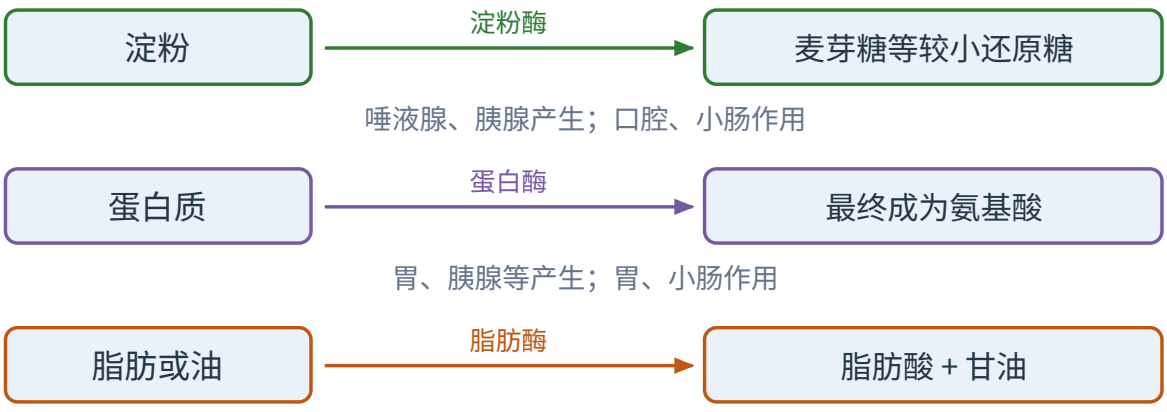
✓ = yes

✗ = no

题型 2：匹配消化酶的底物、产物和作用部位

知识点 淀粉、蛋白质和脂肪分子较大，需要消化成较小分子才能被有效吸收。淀粉酶作用于淀粉，形成麦芽糖等还原糖；蛋白酶作用于蛋白质，经过消化最终形成氨基酸；脂肪酶作用于脂肪或油，形成 _____ 和 _____。

同一种酶要核对底物、产物、产生处和作用处



例如胰蛋白酶由胰腺产生，进入小肠后催化蛋白质分解。

蛋白质消化可能经过较小肽等中间产物，本课程的最终小分子产物写氨基酸。

淀粉酶由唾液腺和胰腺产生，在口腔和小肠发挥作用。胃中有适应酸性环境的蛋白酶，蛋白质消化由胃开始。胰腺产生的胰蛋白酶属于蛋白酶，进入小肠后消化蛋白质。胰腺也产生脂肪酶，脂肪酶进入小肠作用；不能因为酶在小肠工作，就认定它一定由小肠产生。

小肠上皮细胞表面的膜上还有麦芽糖酶（maltase），把麦芽糖继续分解成葡萄糖。膜的这一位置在第 7.5 节的微绒毛放大图中可见：先由酶完成分解，再由吸收过程把小分子带入体内。

图中胃是较大的袋状器官，胰腺为胃下方较长的腺体，小肠开始的一段从胃下方弯出，称为十二指肠。判断标线时，要找到它末端指向胃、胰腺还是管状的小肠。肝和胆囊与胆汁有关，胆汁不是脂肪酶。

enzyme 表示酶，substrate 表示其作用的底物，products 表示产物。site of production 问在哪里产生，site of action 问在哪里作用。表格题要把这几个问题分开核对，不能只看酶名正确就选择整行。

胃中的胃蛋白酶英文为 pepsin，适于胃里的酸性条件；胰蛋白酶英文为 trypsin，适于小肠里的碱性条件。二者都属于蛋白酶，但适宜 pH 不同。胃酸进入十二指肠后被中和，有助于建立小肠酶发挥作用的条件。

酶	底物	消化产物	产生部位	作用部位
淀粉酶	淀粉	麦芽糖等还原糖	唾液腺、胰腺	口腔、小肠
蛋白酶	蛋白质	最终为氨基酸	胃、胰腺等	胃、小肠
脂肪酶	脂肪、油	脂肪酸、甘油	胰腺等	小肠
麦芽糖酶	麦芽糖	葡萄糖	小肠上皮细胞	小肠上皮表面的膜

答案：脂肪酸；甘油

怎么认 先按底物匹配酶，再核对产物，最后区分产生部位与作用部位。淀粉—淀粉酶—还原糖，蛋白质—蛋白酶—氨基酸，脂肪或油—脂肪酶—脂肪酸和甘油；胃开始蛋白质消化，胰腺产生多种进入小肠的酶。

例题 1 （2025·May/June 0610/11 Q17） · 2 级

Which row shows an enzyme with the correct site of production and products of digestion?

	enzyme	site of production	products of digestion
A	amylase	salivary glands	amino acids
B	amylase	stomach	simple reducing sugars
C	protease	salivary glands	simple reducing sugars
D	protease	stomach	amino acids

解：蛋白酶可由胃产生，蛋白质消化的最终小分子产物为氨基酸，因此 D 行相符。淀粉酶不产生氨基酸，胃也不是唾液淀粉酶的产生部位，故选 D。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/22 Q12） · 1 级

The table shows the substrates and end products in four enzyme-controlled chemical reactions.

Which reaction was controlled by lipase?

	substrate	end product
A	maltose	starch
B	oil	fatty acids and glycerol
C	protein	amino acids
D	starch	maltose

2. （2025·May/June 0610/13 Q15） · 2 级

Which row about an enzyme in the alimentary canal is correct?

	site of action	enzyme	substrate
A	mouth	amylase	protein
B	mouth	protease	starch
C	stomach	protease	protein
D	stomach	amylase	starch

3. （2025·May/June 0610/21 Q11） · 2 级

What is the function of trypsin in digestion?

A It catalyses the breakdown of maltose in the mouth.

B It catalyses the breakdown of maltose in the small intestine.

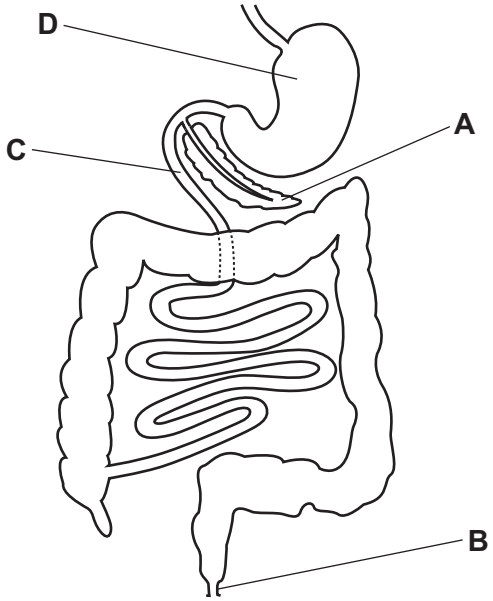
C It catalyses the breakdown of protein in the small intestine.

D It catalyses the breakdown of protein in the stomach.

4. （2025·May/June 0610/12 Q14） · 2 级

The diagram shows part of the human digestive system.

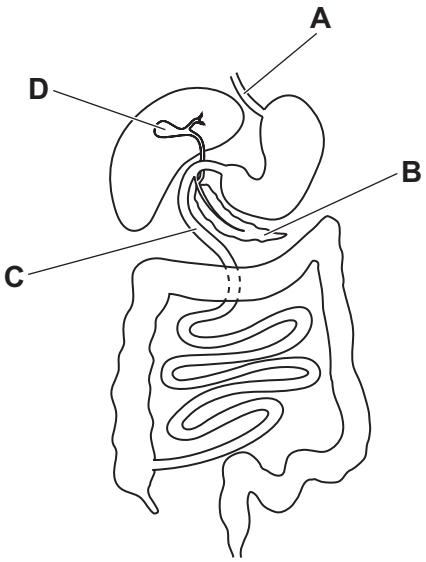
Where does amylase act on food?



5. （2025·May/June 0610/13 Q14） · 2 级

The diagram shows part of the human digestive system.

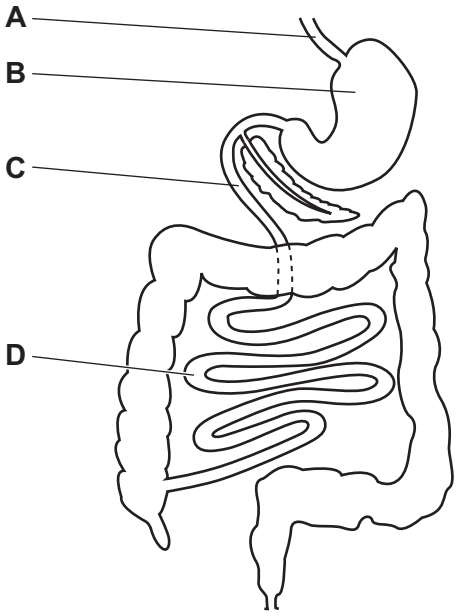
Where is lipase made?



6. （2025·May/June 0610/23 Q12） · 2 级

The diagram shows part of the human digestive system.

In which part does protein digestion **begin**?

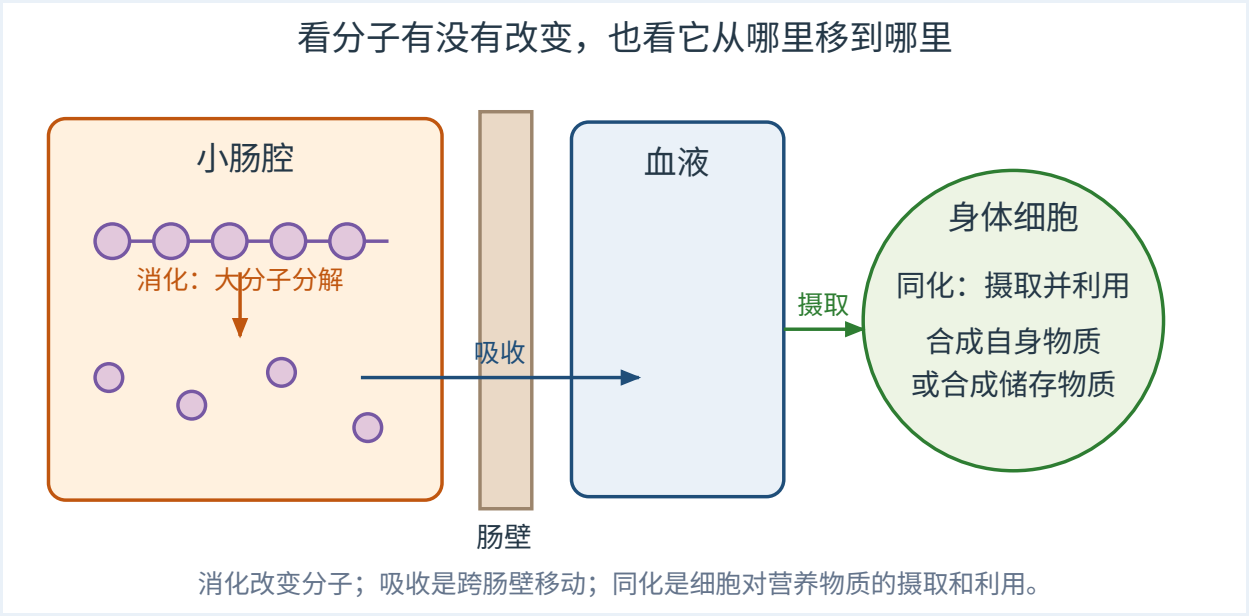


7.4 营养物质的消化、吸收与同化

题型 1：从物质变化与移动区分营养过程

知识点 吃一口面包后，食物要经历不同变化，才能供身体利用。先把食物和饮料取入口中，叫摄入（ingestion）。大块食物被切碎、磨碎属于物理消化；淀粉、蛋白质等大而不溶的分子被酶分解成小而可溶的分子，属于化学消化（chemical digestion）。前者改变颗粒大小，后者改变分子。

例如，唾液中的淀粉酶能把淀粉分解成较小的还原糖。淀粉分子太大，不能直接穿过小肠壁；形成的小分子才能被吸收。糖等已消化的小分子从小肠内穿过肠壁进入血液，这个移动过程属于吸收（absorption）。看到箭头从肠腔跨过肠壁指向血管，应判断移动的是已消化的物质，而不是把“移动”本身说成分子被分解。



消化改变分子；吸收是跨肠壁移动；同化是细胞对营养物质的摄取和利用。

线相连的圆点示意大分子，分开的圆点示意消化后的较小分子；不同箭头代表不同营养过程。

营养物质被细胞摄取并利用，叫同化（assimilation）。例如细胞利用营养物质合成自身蛋白质，或合成储存物质。定义的重点是细胞的摄取和利用，不能把仅穿过肠壁进入血液的吸收当作已经完成细胞利用。例如，肌肉细胞用运来的氨基酸制造自己的蛋白质，就是同化。物质穿过肠壁进入血液是吸收；被细胞摄取并利用是同化，二者不能只因都有物质移动就混为一谈。

有些装置用部分透性膜模拟肠壁。把淀粉与唾液放在膜袋内，袋外放清水：淀粉酶先把淀粉变成小分子还原糖，表示消化；小分子再穿过膜到外侧，模拟吸收。大淀粉分子不能直接通过这层膜，不能省略前面的消化。未消化的食物从肛门排出叫排遗（egestion），与上述两步不同。

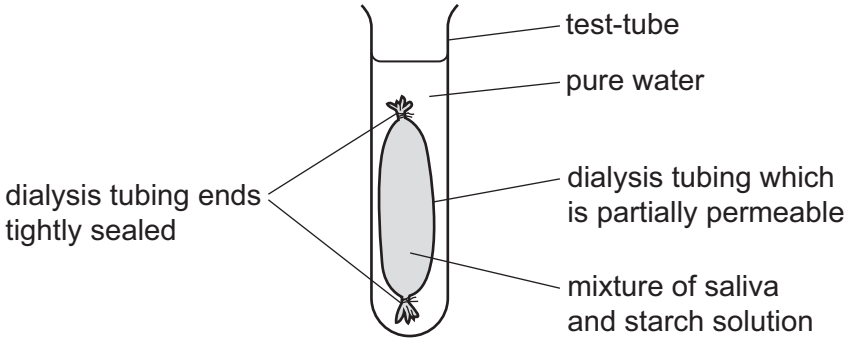
判断营养过程，先问物质发生了什么：取入口中是摄入，大分子被分解是消化，小分子穿过肠壁是_____，被细胞摄取并利用是_____。

答案：吸收；同化

怎么认 分清“取入”“分解”“穿过肠壁”“成为细胞组成”四个动作。装置题按先后追踪大分子变小和小分子跨膜，不用装置外观代替过程判断。

例题 1 （2024·October/November 0610/11 Q19） · 3 级

The diagram shows the apparatus used in an experiment to demonstrate two processes that take place in the body.



After one hour, the water outside the dialysis tubing contained reducing sugars.

Which two processes are represented by this experiment?

A absorption and digestion

B absorption and egestion

C digestion and egestion

D digestion and ingestion

解：袋内最初是唾液与淀粉溶液。唾液中的淀粉酶将淀粉分解成较小的还原糖，这一步改变了分子，表示消化。一小时后，袋外原来的清水中出现还原糖，说明这些小分子穿过部分透性膜移到外侧；膜在这里模拟肠壁，所以这一步模拟吸收。两步分别是 digestion 和 absorption，对应 A。装置没有把食物取入口中，也没有把未消化食物从肛门排出，因此不是摄入或排遗。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q12） · 1 级

Which stage of nutrition takes place when food molecules become part of a body cell?

A absorption

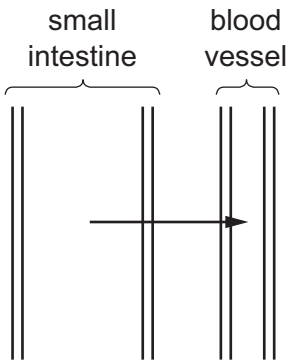
B assimilation

C digestion

D ingestion

2. （2024·May/June 0610/13 Q17） · 2 级

The diagram shows part of the small intestine and an associated blood vessel.



What is represented by the arrow?

A absorption of sugars

B assimilation of sugars

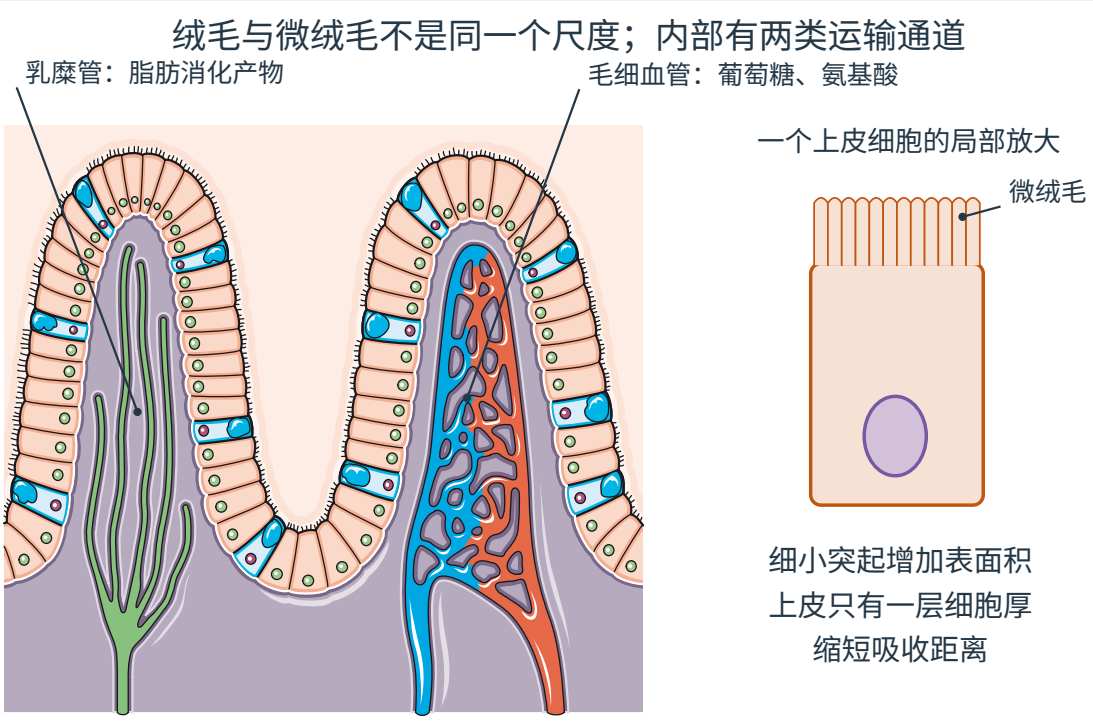
C digestion of sugars

D ingestion of sugars

7.5 绒毛结构与吸收

题型 1：把绒毛结构特点与吸收作用对应

知识点 消化把食物中的大分子分解为较小、可溶的分子；吸收则是这些物质穿过小肠上皮，进入血液或淋巴运输路线。解释小肠怎样适合吸收，不能只写“能消化食物”，要把一个结构特点与它怎样帮助物质进入体内连起来。



实际每根绒毛都有血管及乳糜管；左、右两根只分别突出一条内部路线。

原科学图左右分别突出淋巴和血液通道；不是一根只有乳糜管、另一根只有血管。右侧单细胞图是局部放大。图源：P05（见书末图源说明）。

小肠内壁有许多指状突起，叫绒毛（villi；单数 villus）。一根绒毛由许多细胞组成，内部有血管和乳糜管；它不是一个单独的细胞。吸收上皮细胞朝向肠腔的表面还有更小的突起，叫微绒毛（microvilli）。许多绒毛加上细胞表面的微绒毛，增大可供吸收的表面积，使更多物质能同时通过。

绒毛外面覆盖的上皮（epithelium）只有一层细胞厚。物质从肠腔穿过薄的上皮进入内部，经过的扩散距离短，因而有利于快速吸收。绒毛内的毛细血管（capillaries）也有薄壁，分布丰富，能吸收并运走葡萄糖、氨基酸等可溶性营养物质。若这些物质一直积在绒毛内部，与肠腔之间的浓度差就会减小；流动的血液不断把它们带走，有助于维持浓度差，使吸收继续进行。

绒毛中央较大的盲端管道是乳糜管（lacteal），属于毛细淋巴管，参与脂肪消化产物的吸收和运输。它通入较大的淋巴管，随后这条运输路线回到血液循环。葡萄糖和氨基酸主要由毛细血管运走；不能把血管和乳糜管都写成同一种营养物质的运输管。

上皮细胞可通过主动运输吸收葡萄糖，这需要呼吸作用释放的能量，细胞中的线粒体参与供能。微绒毛表面还可有消化酶，例如麦芽糖酶把麦芽糖分解为葡萄糖。分解形成小分子与随后吸收是相连的两个动作，不能把主动运输写成扩散，也不能说只要表面积大就不再需要能量。

看图先分清层级。整根指状绒毛的外面是一层上皮，里面的细分支网络是毛细血管，中央较大的管道是乳糜管；微绒毛则在上皮细胞朝向肠腔的一面，远小于整根绒毛。在显微照片中，它们可表现为细胞外缘一条细密的刷状边缘，不是细胞内部深色的椭圆形细胞核。辨认乳糜管要结合绒毛中央的位置和管腔形态，不能把照片里每一块浅色空隙都当作乳糜管。

例如解释“上皮只有一层细胞厚”，完整联系是“上皮薄→扩散距离短→有利于快速吸收”；解释“丰富的毛细血管”，应写“血液运走吸收的营养物质→维持浓度差→使吸收继续”。题目有字母时，追踪标线到端点，把字母、结构名称和具体作用连在同一句中。

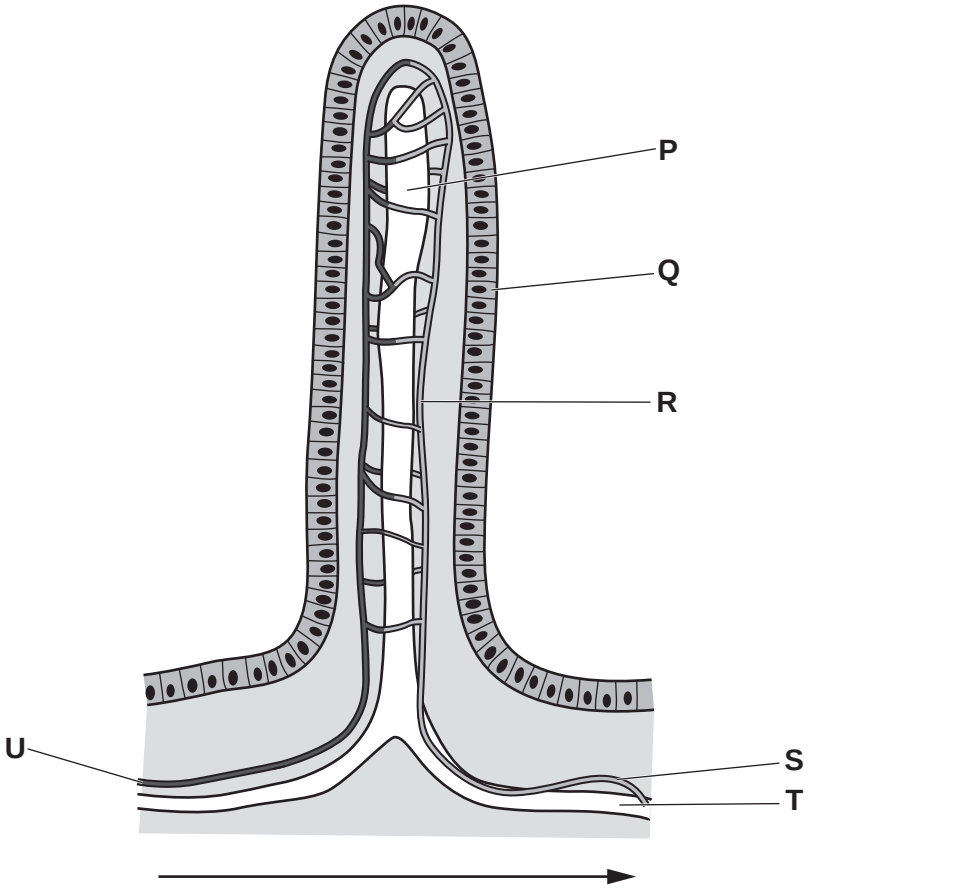
绒毛和微绒毛增大吸收的 _____；血流运走营养物质有助于维持 _____；参与脂肪吸收的中央管道叫 _____。

答案：表面积；浓度差；乳糜管

怎么认 先分清绒毛、上皮细胞和微绒毛的层级，再沿标线定位。把大表面积、薄壁、血流维持梯度、乳糜管脂肪运输分别写成结构与作用的完整联系。

例题 1 （2022·May/June 0610/43 Q4(b)） · 3 级

(b) Fig. 4.2 is a diagram of a villus. The arrow indicates the direction of blood flow.



not to scale

Fig. 4.2

Describe the structure of a villus **and** its role in the alimentary canal.

Use the letters in Fig. 4.2 to support your answer.

解：这道题要把图中字母与结构、作用相连，而不是只列出“表面积大、壁薄”。先找外层上皮，再找内部的血管网络与中央乳糜管。

Q 是上皮细胞，绒毛上皮只有一层细胞厚，使营养物质经过的扩散距离短，有利于快速吸收。Q 细胞朝向肠腔的表面有微绒毛，增大吸收表面积；它们比图中整根绒毛小得多，不能把整根突起叫作一根微绒毛。

R 是毛细血管，可吸收葡萄糖、氨基酸等可溶性营养物质。毛细血管壁薄；流动的血液把吸收的物质带走，维持肠腔与血液之间的浓度差。图中吸收的物质可经血液送入 S 所示的小静脉。

P 是乳糜管，参与脂肪及其消化产物的吸收。P 与 T 所示的淋巴管相连，这些物质随后经淋巴运输回到血液循环。不能把 P 写成运走葡萄糖的毛细血管。

小肠上皮还可用主动运输吸收葡萄糖；细胞表面的酶可完成部分消化，例如把麦芽糖分解为葡萄糖。绒毛的结构同时提供大的吸收表面、短的运输距离及两条适当的内部运输路线。

例题 2 （2025·October/November 0610/42 Q1(e)） · 3 级

(e) Fig. 1.2 is a photomicrograph of part of one villus in the small intestine.

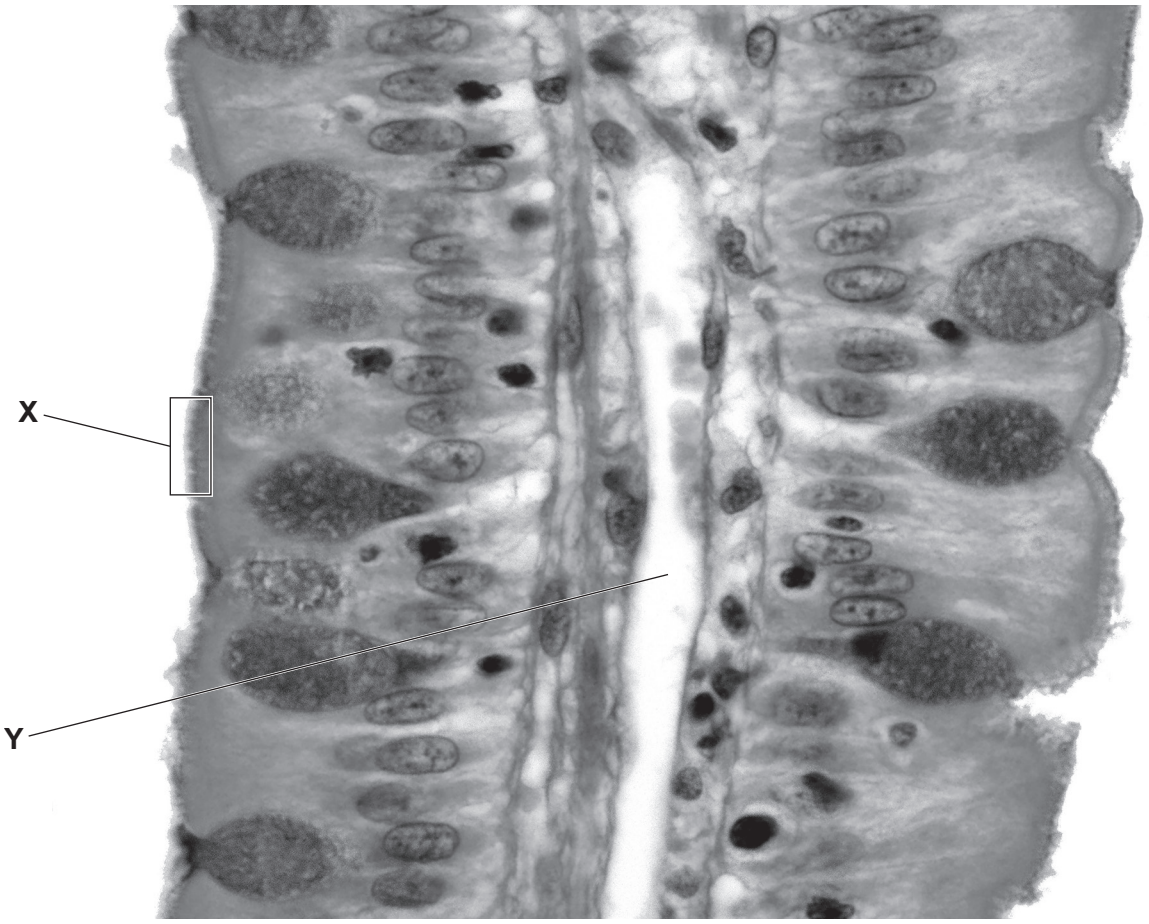


Fig. 1.2

Identify **and** explain the roles of the parts labelled **X** and **Y** in Fig. 1.2.

解：先把这幅显微照片与前面的绒毛示意图对应。照片显示一根绒毛的一部分：左右两侧排列着上皮细胞，许多细胞内可以看到深色的椭圆形细胞核；中央是绒毛内部。题目的放大倍数为×800，不能把一个上皮细胞或整根绒毛都叫作一根微绒毛。

沿 X 的标线走到左侧矩形框。框只圈住上皮细胞朝向肠腔的一小段外缘，并没有圈住内部的细胞核。这里的细密刷状边缘由许多微绒毛构成，因此 X 是微绒毛（microvilli）。把位置与作用相连：这些细小突起增大细胞膜的表面积，使更多营养物质能够同时被吸收；其表面也可带有参与消化的酶。

再从 Y 出发，沿细标线一直走到右上方的端点。标线经过左侧上皮，但终点落在照片中央、纵向延伸的较大浅色管腔中，不能把经过的深色细胞当成目标。结合整根绒毛内部中央乳糜管的结构，Y 是乳糜管（lacteal）。辨认时要同时看标线终点、中央位置和连续的管腔形态；不能只见到浅色区域就判为管道，也不能因为它在绒毛内部就一律叫作毛细血管。

乳糜管参与脂肪消化产物的吸收，并把它们送入淋巴运输路线。毛细血管主要运走葡萄糖、氨基酸等营养物质；乳糜管与毛细血管的运输对象要区分。因此本题应分别写出：X 为微绒毛，增大吸收表面积；Y 为乳糜管，吸收和运输脂肪消化产物。

针对练习

1. （2021·October/November 0610/42 Q1(d)） · 1 级

Fig. 1.1 shows several villi from the ileum, which is part of the small intestine.

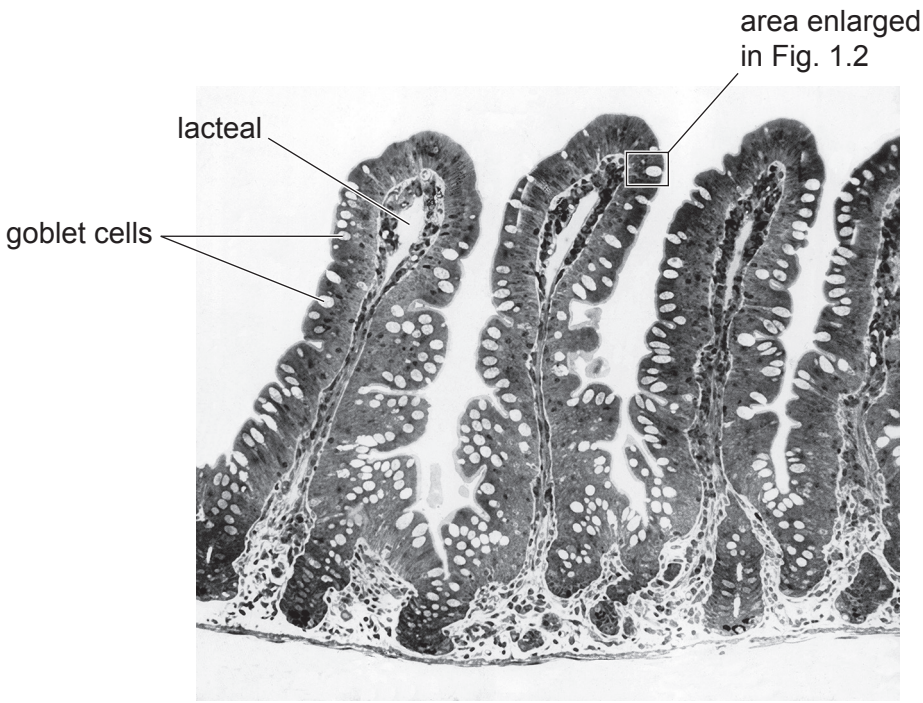


Fig. 1.1

Fig. 1.2 shows the tip of a villus in more detail.

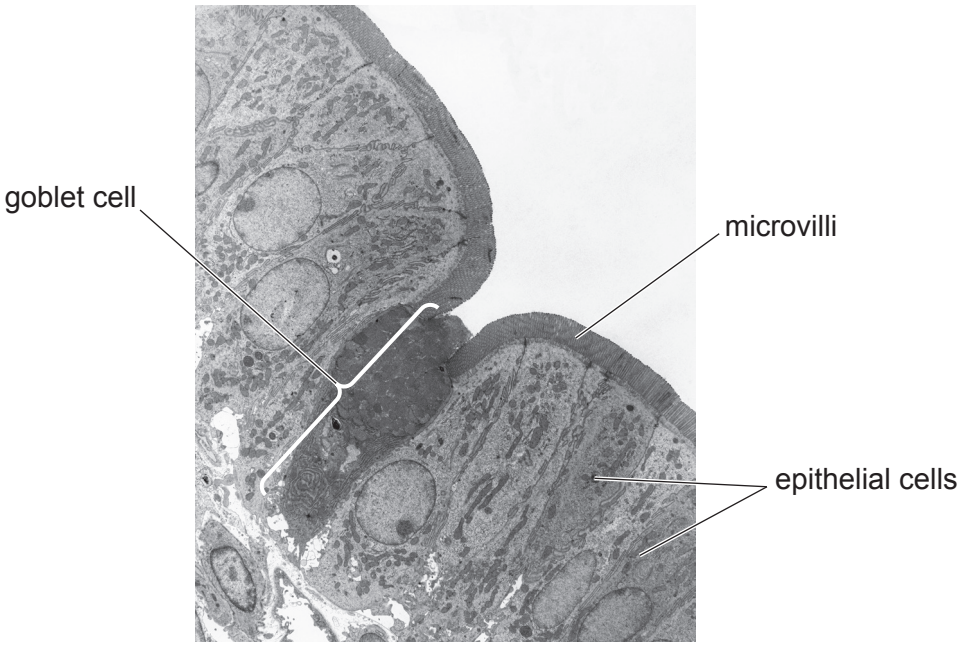


Fig. 1.2

(d) Fig. 1.1 shows a lacteal in the centre of each villus.

Describe the roles of lacteals.

2. （2023·October/November 0610/41 Q2(a)(iv)） · 3 级

(a) The small intestine is lined with many villi and is adapted to absorb glucose.

Fig. 2.1 shows two villi from the lining of the small intestine.

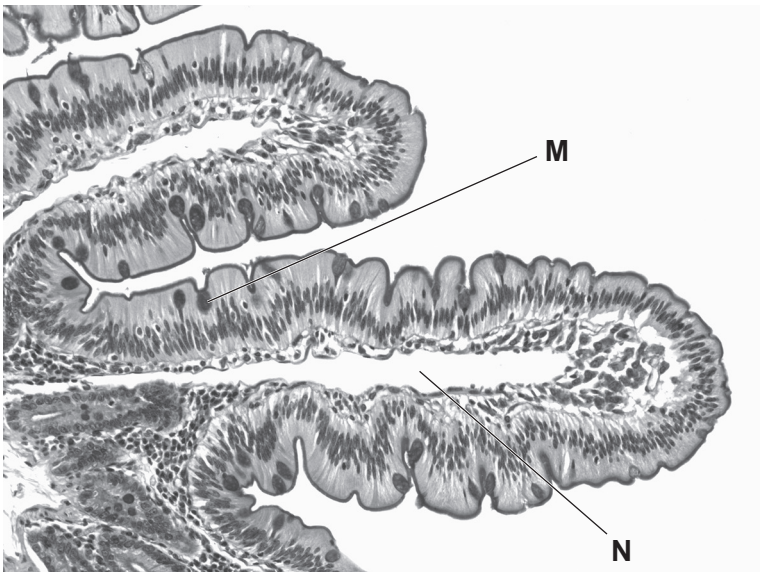


Fig. 2.1

(iv) Describe and explain how the structure of a villus is adapted for its function.

植物运输

8.1 水和无机离子的运输

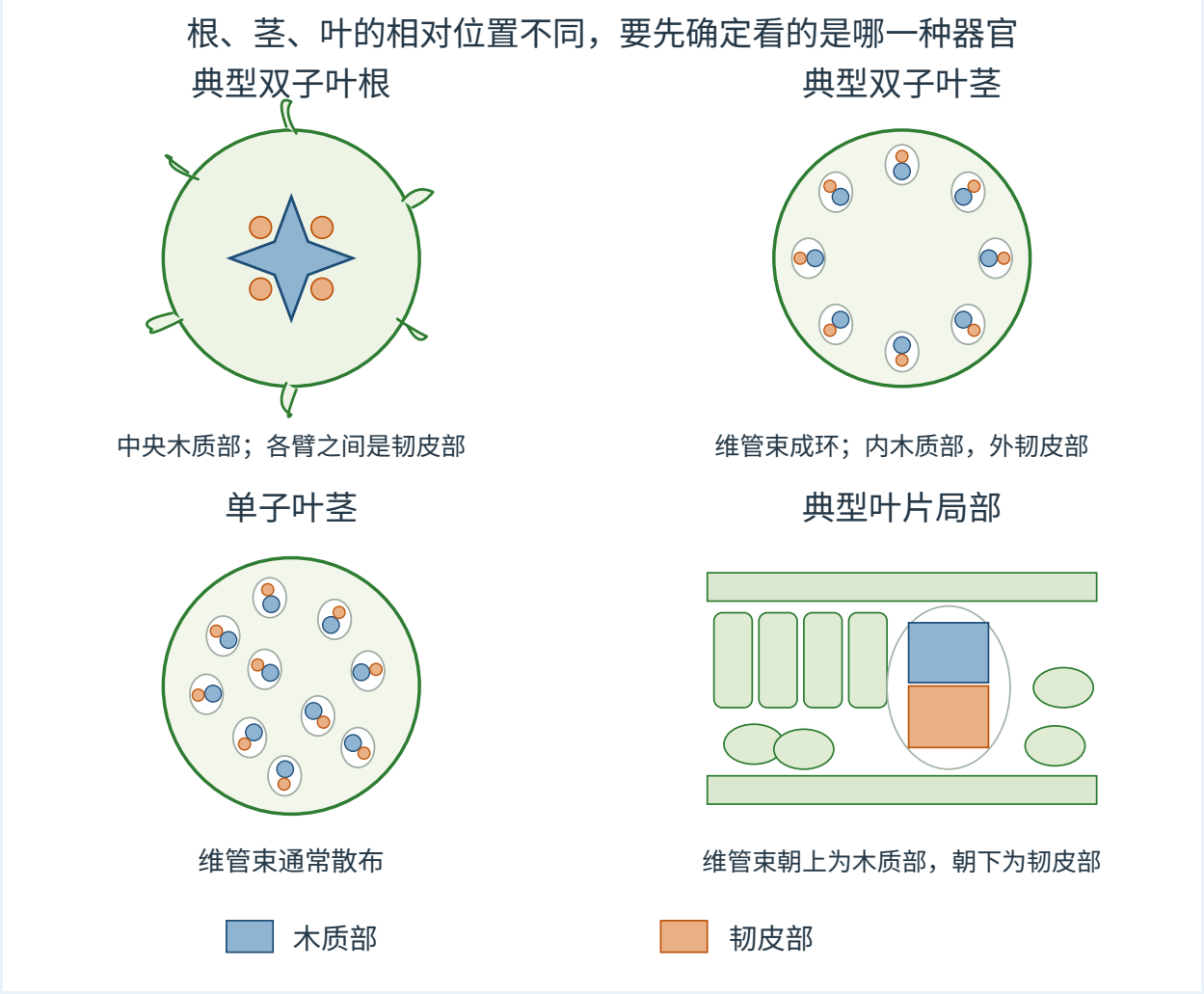
题型 1：在根、茎和叶横切面定位输导组织

知识点　横切面是沿器官的横向切开后看到的截面，像把一根茎切成薄片再从切口看进去。木质部输送水和无机离子；韧皮部输送蔗糖、氨基酸等有机养分。它们经常靠近，但相对位置要按根、茎或叶分别判断，不能把一幅图的外侧机械地套到所有器官。

在典型双子叶植物的根横切面中，木质部占中央，常画成星形或十字形；韧皮部分布在木质部各臂之间。根外缘伸出的细长部分是根毛，由表皮细胞延伸而成，不是从木质部向外生出的管子。

在典型双子叶茎中，许多个维管束围成一圈。每束的木质部在较靠茎中心的一侧，韧皮部在较靠外缘的一侧。单子叶茎的许多维管束通常散布在内部；“散布或成环”说的是多束组织在整个横切面的分布，不能与每一束内部的两种组织混淆。

在典型叶片的维管束中，木质部在朝上表皮的一侧，韧皮部在朝下表皮的一侧。先找到整个维管束，再分内部上、下两部分；上方长柱状的栅栏叶肉虽然也处在叶上部，却不是木质部。



颜色只是帮助追踪两种组织；图示典型分布，不代表每个物种的全部细胞数或真实比例。

染色水也能标出输水通道。把植物切口放进染色水，染料随水沿木质部移动，过一段时间切横截面，染色区域主要显示木质部位置。这是用运输功能确认位置，不是染料把某种细胞变成了木质部。蔗糖可随韧皮部转运，淀粉通常作为储存形式，不能把运输物写成淀粉。

双子叶茎的维管束通常排成 _____；同一束内，木质部较靠 _____。典型双子叶根的韧皮部则位于中央木质部各臂 _____。

答案：一圈；茎中心；之间

怎么认　先辨认器官及上下/中心方向，再定位维管组织；染色实验从水沿哪种组织移动判断，作图题需把位置和名称同时完成。

例题 1　(2025·October/November 0610/42 Q2(b))　· 1 级

(b) Fig. 2.1 is a diagram of a cross-section of a monocotyledonous stem.

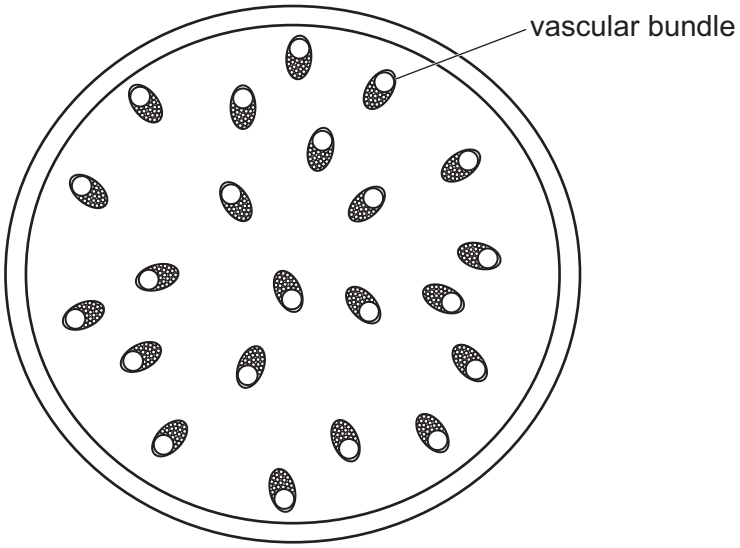


Fig. 2.1

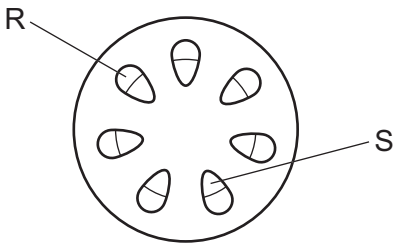
Describe how the distribution of vascular bundles in a dicotyledonous stem would differ from the monocotyledonous stem shown in Fig. 2.1.

解：题图已经标出一个 vascular bundle，即含输导组织的维管束。各束分散在茎的内部，并没有只排列在同一圈上，这是所给单子叶茎的分布特点。

问题问换成双子叶茎会怎样。应答“维管束排成一圈（in a ring）”。这里比较的是许多个维管束在整个茎横切面中的位置，不是说单个维管束本身变成空心圆。

例题 2 （2024·October/November 0610/12 Q21） · 2 级

The diagram shows a cross-section of a stem.



Which statement correctly describes the location and function of phloem?

A Structure R is phloem and transports amino acids and starch.

B Structure S is phloem and transports amino acids and starch.

C Structure R is phloem and transports amino acids and sucrose.

D Structure S is phloem and transports amino acids and sucrose.

解：先读组织位置。图中的维管束围成一圈，每束更靠茎外缘的部分是韧皮部，靠中心的部分是木质部。R 的标线落在维管束外侧，S 指向内侧，因此韧皮部是 R。

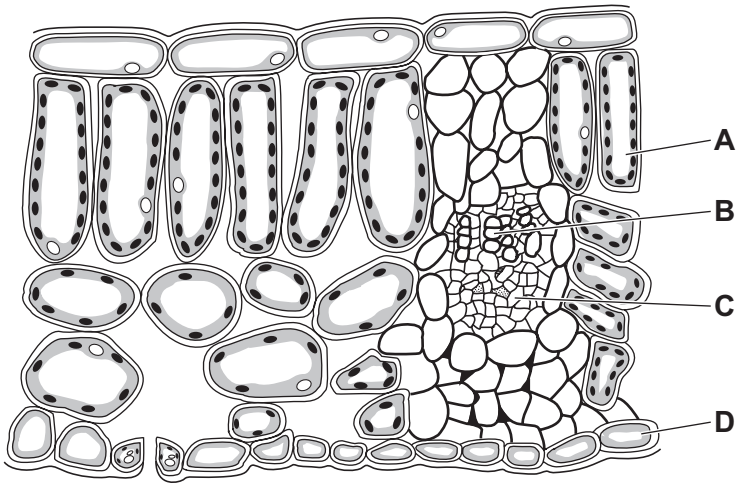
再核对运输物。韧皮部运输蔗糖、氨基酸等有机养分；淀粉是储存形式，不是这里沿韧皮部运输的糖。于是 A 的组织位置虽对，却把蔗糖换成了淀粉；B、D 把 S 当成韧皮部，也不符合图中位置。两个条件同时正确的是 C。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/23 Q9） · 1 级

The diagram shows part of a cross-section of a leaf.

Which part is the xylem?

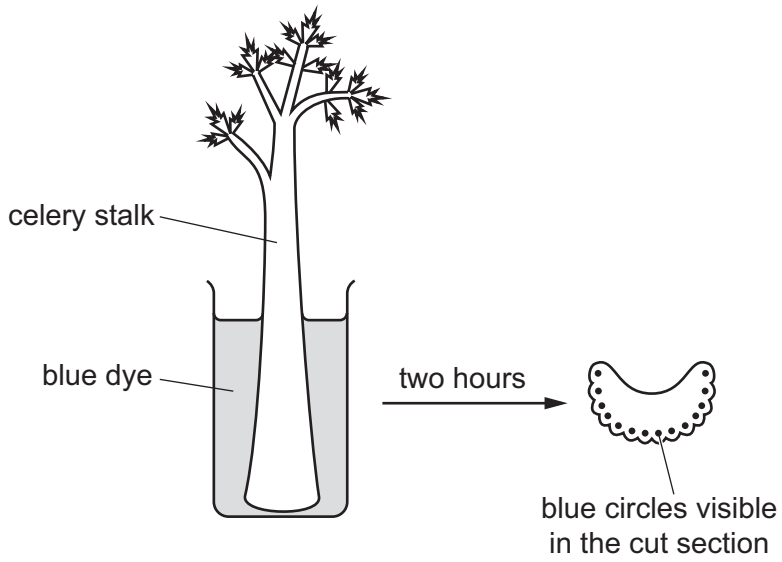


2. （2025·October/November 0610/22 Q10） · 1 级

A student cut one stalk of celery from a celery plant.

They put the celery stalk into a beaker of blue dye.

The celery stalk was removed from the blue dye after two hours and was cut into sections.



What is shown by the blue circles in the cut sections of celery stalk?

A position of the cortex cells

B position of the palisade cells

C position of the phloem cells

D position of the xylem vessels

3. （2025·October/November 0610/42 Q2(c)） · 2 级

(c) Fig. 2.2 is an incomplete drawing of a cross-section of a dicotyledonous root.

Complete Fig. 2.2 by:

- sketching the distribution of phloem and xylem
- labelling the phloem, xylem and a root hair.

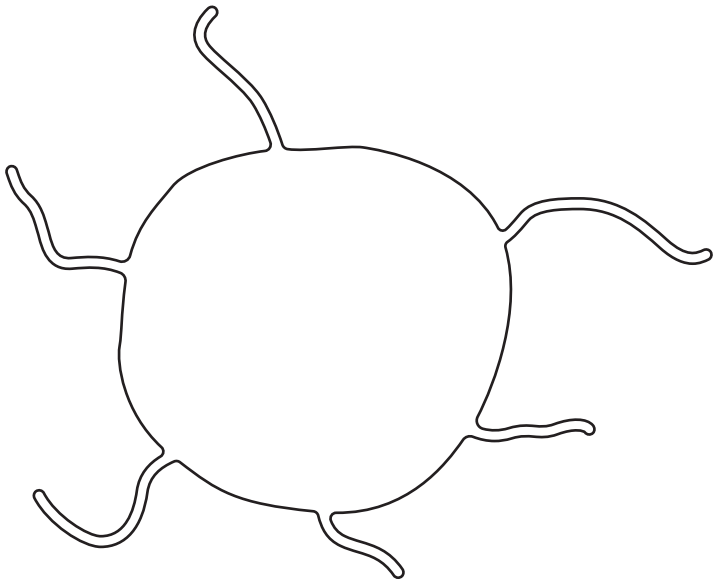
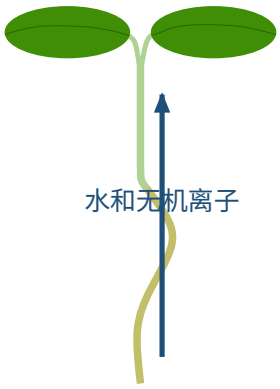


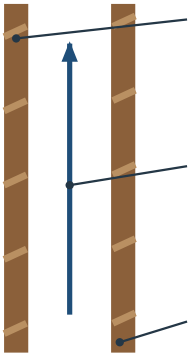
Fig. 2.2

题型 2：根据木质部结构追踪水和无机盐运输

知识点 根从土壤获得的水与无机离子，需要运到茎和叶。木质部导管提供连续通道，运输水和无机离子，并帮助支持植物。若把切下的茎放进红色染液，染液随水移动，颜色会出现在 _____ 中，而不是运输蔗糖与氨基酸的韧皮部中。

木质部是一条从根到叶的连续输水通道





木质素增厚的壁
提供强度和支持

成熟时细胞已死亡
内腔中空
没有细胞核或线粒体

纵向连接，端壁消失
水可连续向上流动

根毛 → 根皮层 → 木质部 → 叶肉

两侧粗壁表示增厚的管壁；中央中空而连续，没有封住管腔的端壁。

左侧是位置路线，右侧是导管局部放大；蓝色箭头均表示水及无机离子的移动。

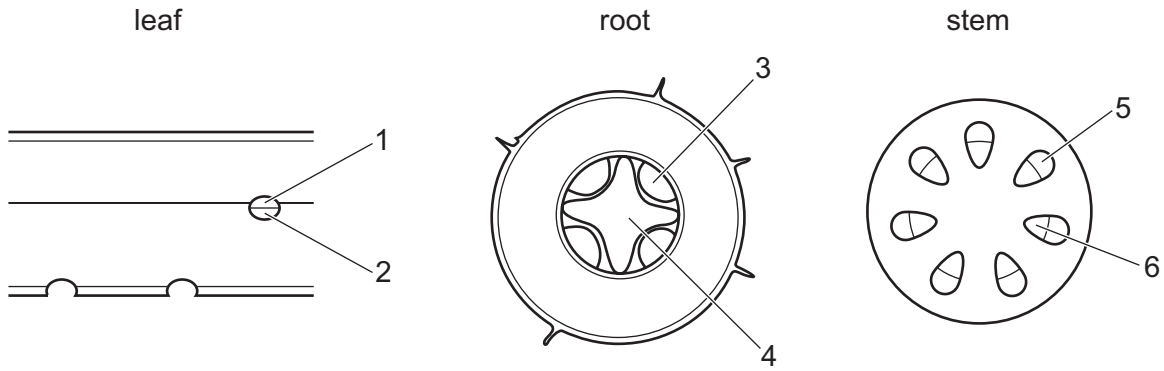
水先经外侧根毛进入根，再穿过内侧根皮层到达木质部，沿根和茎的木质部向上，最后到达叶肉细胞。不能把根毛与根皮层的先后倒置，也不能让水先到叶肉再进入根内木质部。
成熟木质部导管由已死亡、失去细胞内容物的细胞形成，末端相通，管壁经木质素加厚。因此它具有厚壁，没有线粒体。死亡的导管仍能作为通道运水，水的运输并不是依靠这些导管细胞自己呼吸供能。
横切面中木质部的位置随器官而不同：叶片维管束的木质部通常在靠上表面一侧；根内常位于中央，呈星形或十字形；茎的维管束中木质部通常靠中心，韧皮部靠外。辨认组合图时，要分别按叶、根、茎的这些位置定位，再读取数字，不能把同一数字位置套给三个器官。

答案：木质部

怎么认 问水和无机离子或染液上升，联系木质部；问蔗糖和氨基酸则要区别韧皮部。结构题核对厚壁、无细胞内容物；切面题分别找叶束上方、根中央和茎束内侧。

例题 1 （2025·May/June 0610/23 Q13） · 3 级

The diagrams show cross-sections of a leaf, a root and a stem.



NOT TO SCALE

In which row do the numbers represent the xylem in the leaf, the root and the stem?

	leaf	root	stem
A	1	3	5
B	1	4	6
C	2	3	5
D	2	4	6

解： 叶片中 1 位于维管束上部，表示木质部；根中 4 指向中央星形木质部；茎中 6 指向维管束内侧木质部。叶、根、茎依次为 1、4、6，故选 B。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q16） · 1 级

Which statement describes a function of xylem in a plant stem?

A transport of amino acids

B transport of carbon dioxide

C transport of mineral ions

D transport of sucrose

2. （2025·May/June 0610/13 Q16） · 2 级

What is the pathway taken by water through a plant?

A root cortex cells → root hair cells → mesophyll cells → xylem

B root cortex cells → root hair cells → xylem → mesophyll cells

C root hair cells → root cortex cells → mesophyll cells → xylem

D root hair cells → root cortex cells → xylem → mesophyll cells

3. （2025·May/June 0610/22 Q14） · 2 级

Which row shows the features of xylem vessels?

	vessel walls	mitochondria present
A	thick	yes
B	thick	no
C	thin	yes
D	thin	no

4. （2025·May/June 0610/11 Q18） · 2 级

The roots of a plant are cut off and the stem is placed in a beaker containing a liquid red stain.

After a few hours, in which part of the plant stem will the red stain be visible?

A cuticle

B phloem

C style

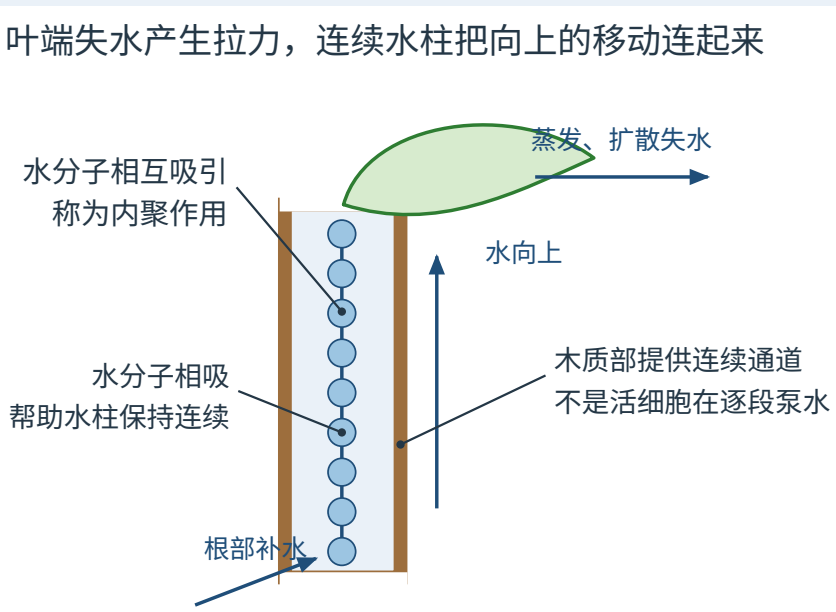
D xylem

8.2 蒸腾

题型 1：由叶片失水解释木质部水柱上升

知识点 根吸收的水经过根皮层进入木质部，沿根、茎和叶的木质部到达叶肉细胞。木质部提供连续的管道，但“有管道”还没有解释水为什么会上升。先从叶片看：叶肉细胞湿润表面的水蒸发到空气间隙，水蒸气随后主要通过气孔扩散出去，这个水分散失过程叫蒸腾。

叶片不断失水，对木质部中的水形成向上的拉力，称为蒸腾拉力（transpiration pull）。水分子之间有相互吸引，这种相同物质分子之间的吸引叫内聚作用（cohesion）。相吸使木质部里的水保持成连续水柱；叶端的拉力因此可以带动下方的水一起向上移动，而不是只把最靠近叶片的一点水带走。

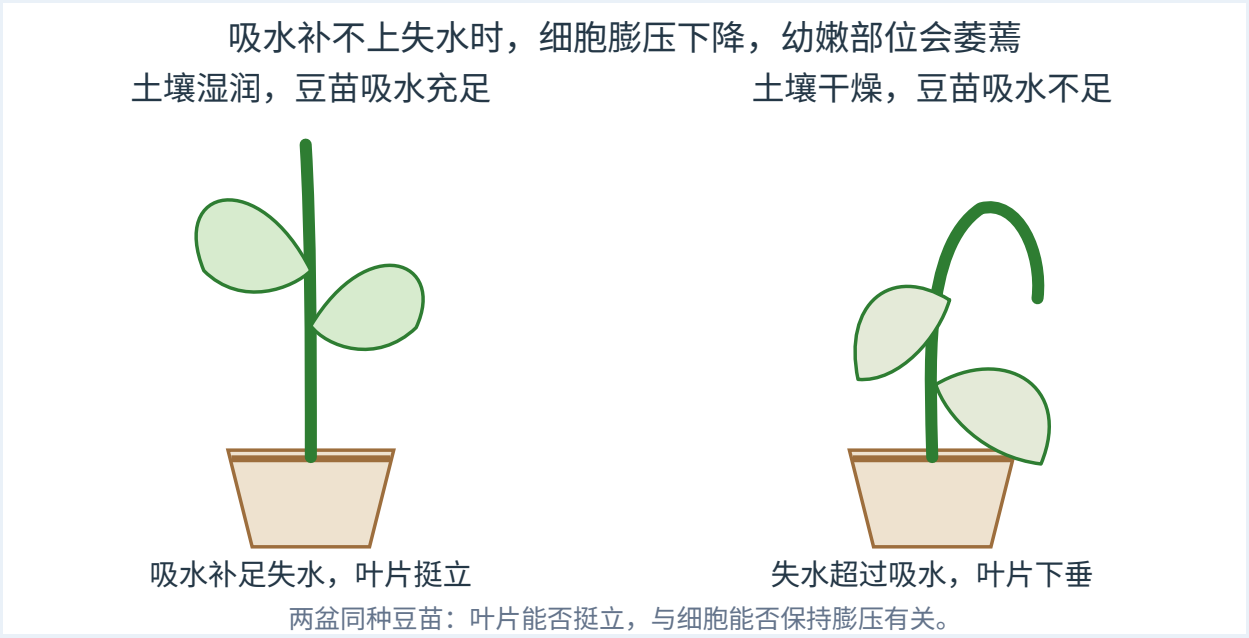


蓝色移动箭头表示水的运动；水分子间短线仅表示相互吸引，厚壁表示木质部提供通道和支持。

木质部导管的末端相通、内部没有细胞内容物阻挡，形成连续通道；坚固的木质化管壁还帮助支持，并抵抗拉力下的塌陷。成熟导管已经死亡，不能用“导管细胞自己呼吸产生能量，再一段段把水泵上去”解释这一过程。区分三个对象：蒸腾是叶端失水；蒸腾拉力是带动水柱上移的作用；内聚作用是水分子相吸、使水柱保持连续的原因。

若题目要求从土壤追踪到叶内空气间隙，就按位置写完整路线：水先通过渗透进入根毛细胞，穿过根皮层，进入根木质部；连续水柱在蒸腾拉力下沿茎木质部上升，再由叶木质部到达叶肉细胞；水从叶肉细胞表面蒸发，进入空气间隙。题目终点在空气间隙时，先把这一步写清，不能跳过它直接写“水出了植物”。问分子怎样结合时，回答内聚作用，而不是用渗透或主动运输代替。

吸水与失水也必须平衡。第 3 章已经解释膨压：细胞吸水后，内部内容物向细胞壁施压，帮助细胞坚挺。若一段时间内蒸腾失水超过根的吸水，叶片细胞净失水，液泡和内容物的水量下降，膨压减小；依靠膨压支持的幼叶、嫩茎不再挺立，就会萎蔫（wilting）。



两盆同种豆苗：叶片能否挺立，与细胞能否保持膨压有关。

豆苗失水过多会萎蔫；及时补水可使尚未严重受损的细胞恢复膨压。

把两盆同种、长势相近的豆苗放在相同光照和温度下，一盆保持土壤湿润，另一盆的土壤逐渐干燥。湿润土壤中的豆苗能不断吸水；缺水的一盆若持续失水多于吸水，叶片细胞的膨压就会下降，叶和嫩茎逐渐下垂。在组织尚未严重受损时及时浇水，细胞重新吸水、恢复膨压，豆苗可以重新挺起。叶片下垂说明组织失去足够的膨压；仅凭下垂还不能断定细胞已经发生质壁分离。

怎么认 解释上升时从叶端失水接到蒸腾拉力，再用水分子相吸说明连续水柱；若题目问完整路线，按土壤、根毛、皮层、木质部、叶肉、空气间隙依次写。

例题 1 （2023·May/June 0610/43 Q2(b)） · 3 级

Transpiration is the loss of water vapour from the leaves of a plant.

(b) Explain how water moves upwards in the xylem.

解：题目问“为什么能沿木质部向上”，只说木质部运输水还没有解释动力和连续性。

先写叶片蒸腾失水，对木质部中的水产生蒸腾拉力。再说明水分子彼此相互吸引，形成并维持连续水柱。叶端的拉力于是带动整条水柱中的水沿木质部向上移动，而不是仅移动最顶端的一小滴。

完整作答可写：叶片的蒸腾产生拉力，向上牵引木质部中的连续水柱；水分子之间的相互吸引使水柱保持相连，木质部中空、末端相通的导管提供连续通道。这里已经把蒸腾拉力、水柱和分子相吸三个关键关系接起来。成熟导管没有活细胞内容物，不能改写成导管细胞靠主动运输逐段把水泵上去。

针对练习

1. （2021·October/November 0610/21 Q17） · 1 级

What holds the water molecules together during the transpiration pull in the xylem?

A active transport

B cohesion

C diffusion

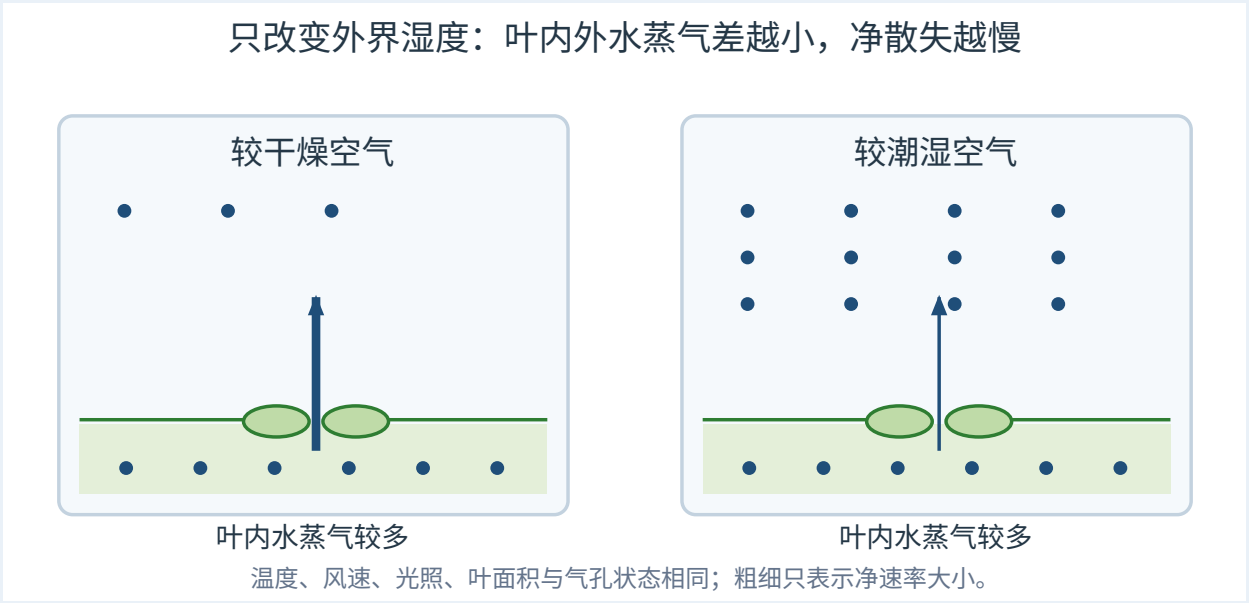
D turgor pressure

2. （2024·October/November 0610/41 Q1(c)） · 3 级

(c) Describe how water moves through a plant from the soil to the air spaces in a leaf.

题型 2：根据环境条件解释蒸腾速率的变化

知识点 叶肉细胞表面的水蒸发到叶片空气间隙，再以水蒸气形式主要通过气孔扩散到外界，这种水分散失叫蒸腾。外界空气越干燥，叶内与外界的水蒸气浓度差越大，蒸腾通常越快；空气湿度越高，浓度差越小，蒸腾通常越慢。因此，在其他条件相同时，湿度升高，蒸腾速率 _____。



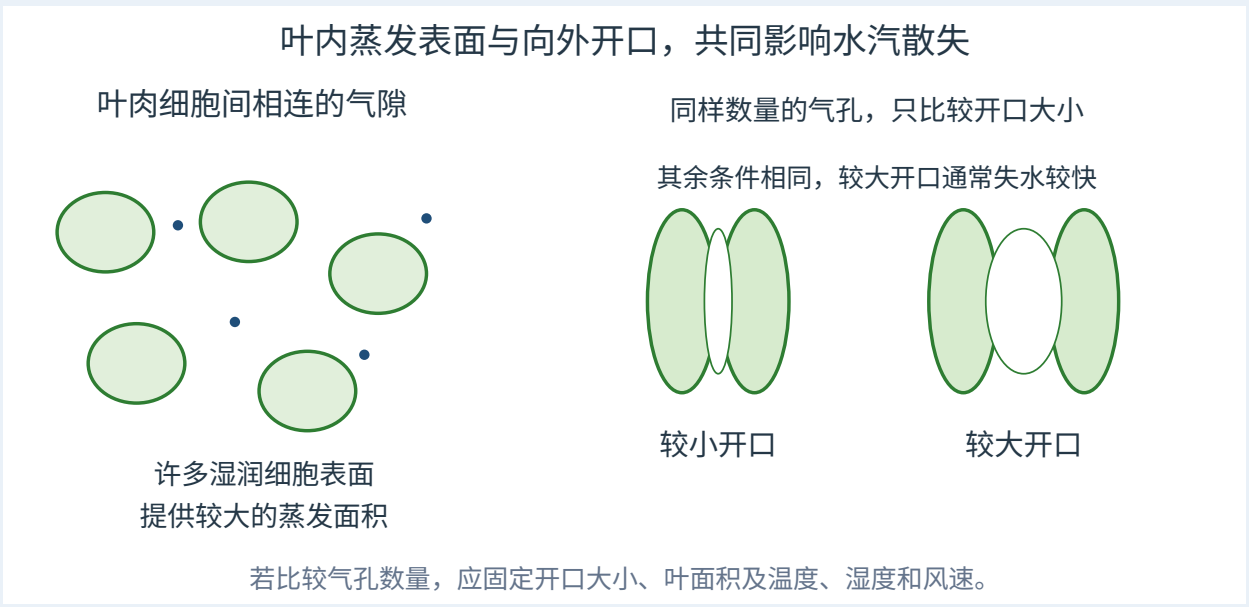
左右叶内条件相同；外界潮湿使水蒸气浓度梯度减小，蒸腾通常下降。

温度升高能加快水的蒸发；风速增加能带走叶片附近湿空气，维持较大的水蒸气浓度梯度。在气孔仍开放、其他条件相同的情况下，高温、高风速、低湿度共同使蒸腾较快。

把植物套在塑料袋内，会使叶片释放的水蒸气积累，袋内湿度升高，蒸腾减慢。若用试管水量减少来比较蒸腾，需比较起始质量减去结束质量，不能只比较结束质量。水面覆盖油层可减少水直接从试管蒸发，使测得的水分减少主要与植物蒸腾相关。读湿度曲线时，应找随湿度增大而下降的趋势。

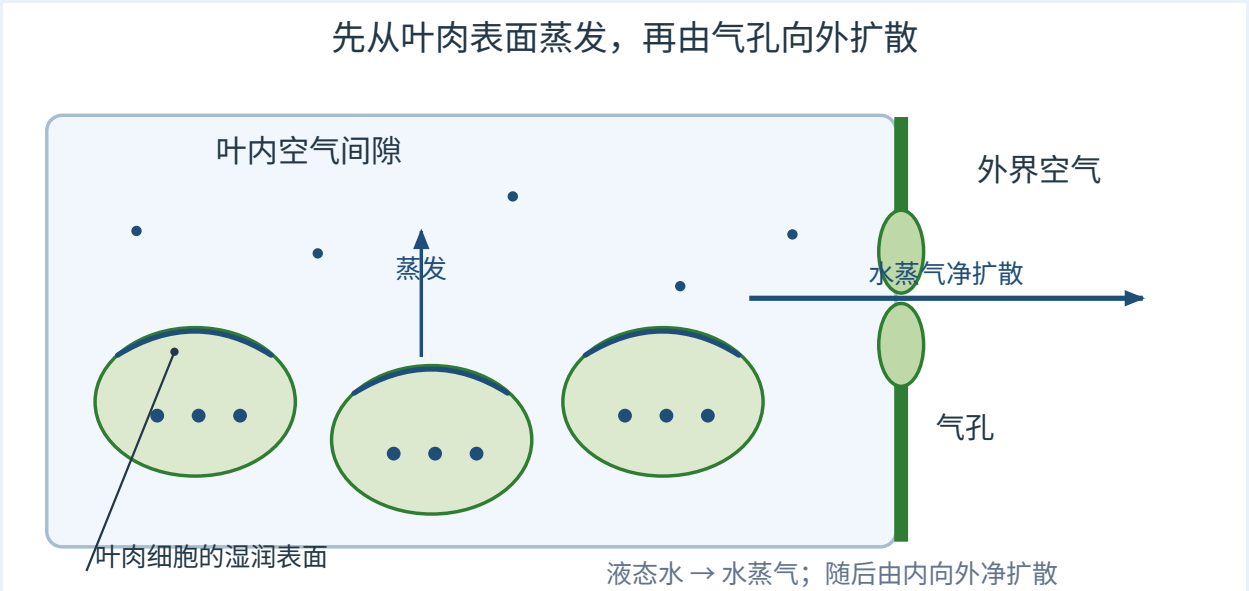
蒸发与扩散是相接的两个步骤。叶肉细胞表面湿润，液态水先蒸发成水蒸气，进入细胞间的空气间隙；之后水蒸气从叶内经气孔向外净扩散。蒸发描述液体变成气体，扩散描述水蒸气分子从较高浓度处向较低浓度处净移动，两个词不能随意互换。

海绵叶肉细胞间有许多相连的空气间隙，使较大的湿润细胞表面接触叶内空气，为蒸发提供较大的面积。水蒸气随后还要经气孔出去。其他条件相同时，气孔开口较大，或同样叶面积上开放的气孔较多，通常有利于较快散失水蒸气。



左图说明蒸发表面，右图只比较气孔开口大小；气孔数量的比较也必须控制其他条件。

比较开口大小时，先固定气孔数量；比较数量时，先固定叶面积和开口大小。温度、湿度、风速也要相同，不能看见某叶失水较快就无依据地断言它一定有更多气孔。

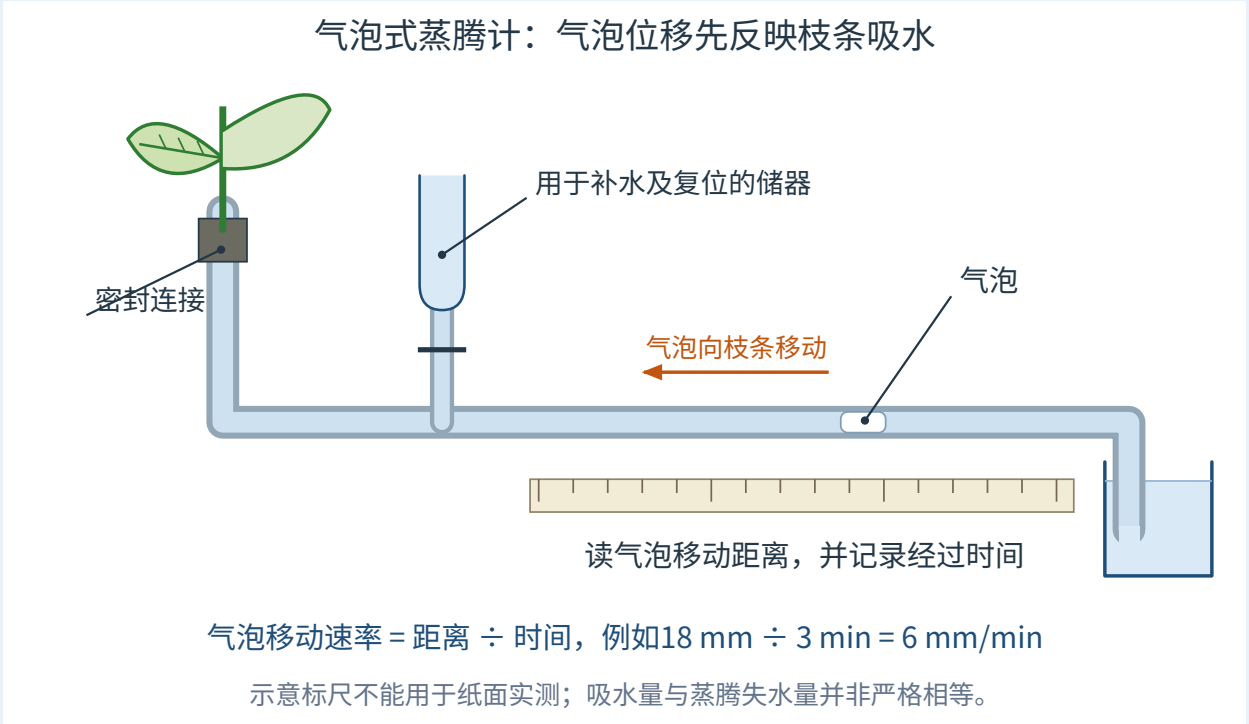


叶肉细胞表面的蓝线表示湿润表面，细点表示水蒸气；两种过程分别发生在细胞表面及叶内外之间。

温度较高时，水分子运动更快，叶内蒸发通常加快，水蒸气向外的扩散也加快；风带走叶片附近积累的湿空气，通常维持较大的浓度梯度；外界湿度高则使梯度减小。这些判断以其他条件相同、植物没有出现严重缺水关闭气孔等改变为前提，实验给出平台时要尊重数据，不把“通常增加”硬套成永远增加。

不同装置记录的量不同。称量整个植物、水和器材的质量变化，可以用“初始质量–最终质量”求失水量，再除以时间求平均失水速率。水面加油层是为减少容器水面直接蒸发，让质量损失主要反映植物的蒸腾。若记录失水百分数，则用失水质量除以开始质量，再乘 100%；比较两个百分数的差要说“百分点”，不能当作克数。

气泡式蒸腾计把枝条接到充满水的细管上，随着枝条吸水，气泡沿毛细管向枝条方向移动。毛细管是内径很细的管子，便于看见和量出气泡的位移。



同一根细管中，气泡向枝条的位移随吸水发生；实际实验还须保持密封及其他条件相同。

同一装置中可用气泡移动距离除以时间作为吸水快慢的指标，例如 18 mm 用 3 min，便是 6 mm/min。

把带叶女贞枝条接入充水并密封的蒸腾计。先关闭风扇，气泡移动稳定后记录 3 min 内的位移；再把风扇放在 50 cm 外，以固定档位吹风，适应后重测。每次复位气泡，各条件重复 3 次，保持叶面积、温度、湿度和光照相同。若开风扇后气泡在同样时间内移动更远，说明平均吸水更快：风带走叶旁湿空气，通常促进水蒸气扩散和蒸腾。另用相近的独立枝条重复比较。

研究温度时，另设不同温度的环境，让枝条先适应再计时，同时保持相同光照、湿度与空气流动。不能只把风扇搬近，却忽略风扇也改变了温度；也不能加热时让湿度随之变得不可比。切取枝条、连接装置时保持充水和密封，避免漏气或切口中进入空气影响气泡读数。

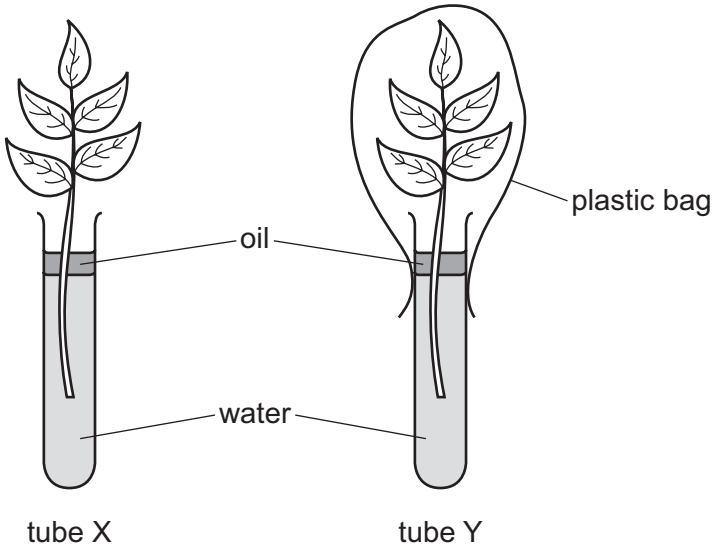
蒸腾计直接估计的是吸水，主要吸入的水用于补充蒸腾损失，但一部分也可用于生长、光合作用等，因此不能说它直接测到了叶片每一滴失水。图表里的累计量、移动距离和每分钟速率要分别读：两时刻间曲线越陡，表示这一段变化越快；一条上升到平台的曲线，表示后段变化停止或趋稳，具体取决于纵轴到底记录什么。

答案：下降

怎么认 按蒸发和水蒸气扩散解释条件：高温通常加快蒸发，风带走湿空气，低湿度增大梯度。套袋题先判断袋内湿度变化，再比较失水量；湿度图找整体下降趋势。实验结果先辨纵轴或表头是质量、累计百分数、气泡距离还是速率；按同时间或同条件比较，再用蒸发、扩散和梯度解释。

例题 1 （2025·May/June 0610/22 Q15） · 3 级

A student wanted to investigate the effect of humidity on transpiration. She set up two sets of apparatus with identical-sized plants of the same species.



The masses of the water in both tubes were measured at the start of the investigation and again after five days. The table shows the results of the investigation.

tube	mass of the water in the tube at the start / g	mass of the water in the tube at the end / g
X	40.3	34.6
Y	41.0	39.4

Which statement describes and explains these results?

A Transpiration in tube Y was higher than in tube X as the plastic bag decreased the humidity.

B Transpiration in tube Y was higher than in tube X as the plastic bag increased the humidity.

C Transpiration in tube Y was lower than in tube X as the plastic bag decreased the humidity.

D Transpiration in tube Y was lower than in tube X as the plastic bag increased the humidity.

解：X 失水 $40.3-34.6=5.7$ g，Y 失水 $41.0-39.4=1.6$ g，所以 Y 的蒸腾较低。Y 的塑料袋使水蒸气积累，湿度增加，降低扩散梯度，故选 D。

例题 2 （2025·October/November 0610/41 Q5(a)(ii)） · 3 级

A student investigated the effect of humidity on water vapour loss in plant leaves. As water vapour was lost, the mass of the leaves decreased.

Similar-sized leaves were collected from one species of plant.

The leaves were divided into two groups, **A** and **B**. The leaves in group **A** were placed in a low humidity environment and the leaves in group **B** were placed in a high humidity environment. The leaves in each group were kept in their environment for 12 hours.

The temperature in each environment was maintained at 20 °C.

The mass of the leaves in each group was measured at the start of the investigation and then every hour throughout the 12-hour period.

The student calculated the mass of water vapour lost as a percentage of the starting mass of the leaves for each group.

Fig. 5.1 shows the student's results.

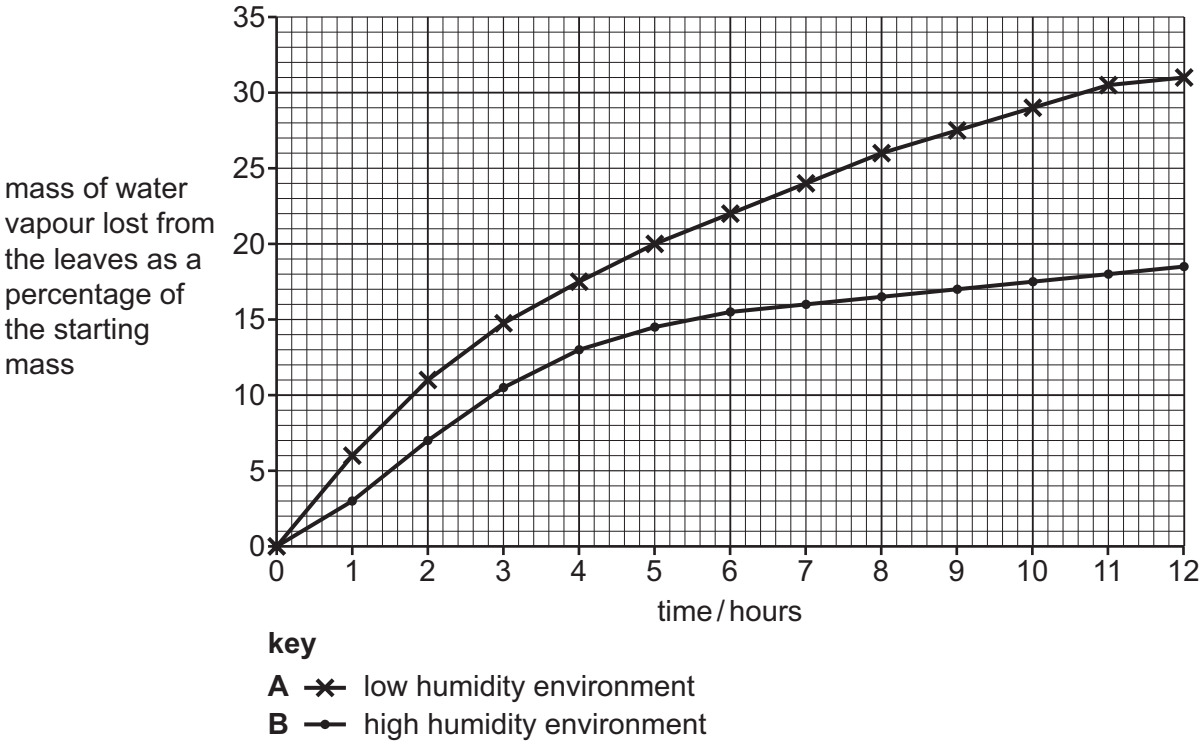


Fig. 5.1

(ii) Compare **and** explain the effects of high and low humidity shown in Fig. 5.1.

解：先比较相同时间。两条曲线都向上，表示两组叶片都持续损失水；同一时间，低湿度 A 的曲线始终高于高湿度 B。12 小时后 A 约失去起始质量的 31%，B 约失去 18.5%，所以 A 多失水约 12.5 个百分点。纵轴是“相对于起始质量的百分数”，不能把 31 直接写成 31 g。

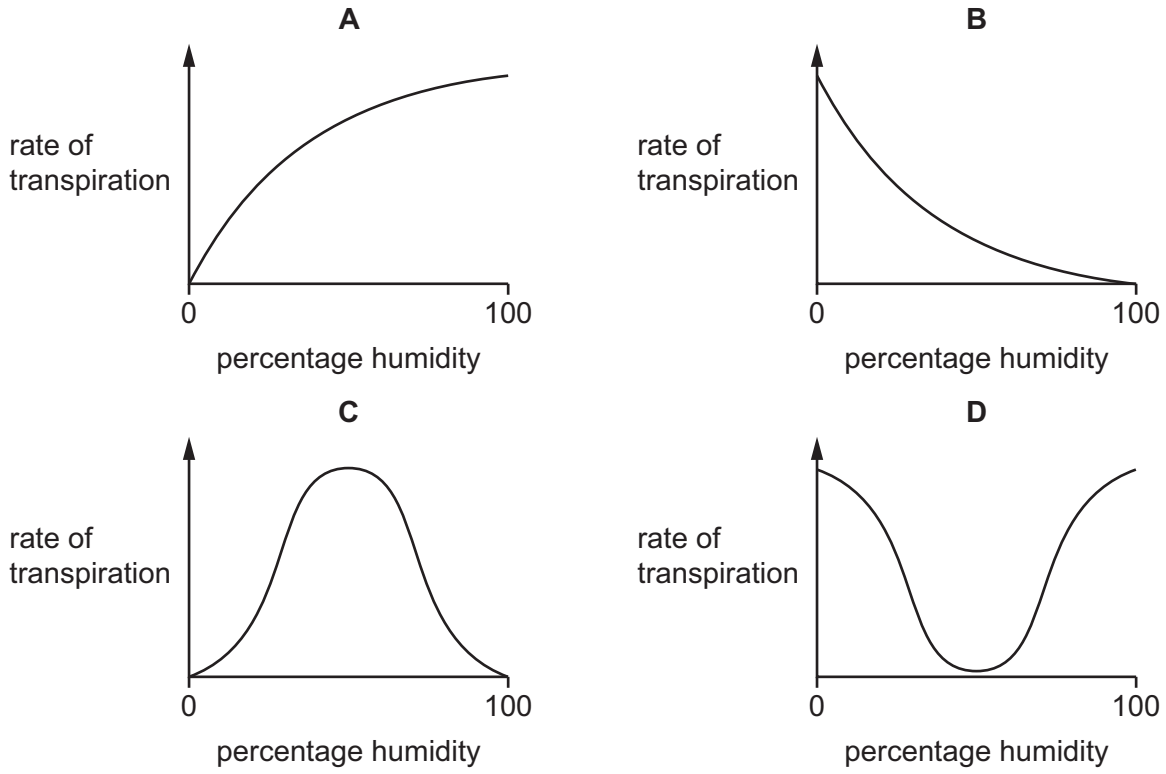
再比较速率。两组在前段曲线较陡，后来都较平缓，说明每小时增加的失水量后来变小；A 一般比 B 的增量更大。纵轴是累计失水量，曲线的高度本身不是瞬时速率，判断快慢要看同一时间段的增加量或曲线斜率。

解释高湿度 B 为什么较慢：高湿度表示外界空气中水蒸气较多。叶内空气通常较湿润；外界也较湿时，叶内到外界的水蒸气浓度梯度、相应水势梯度较小，因此经气孔向外净扩散的水蒸气较少，蒸腾和质量损失较慢。两组使用同种、相近大小叶片并保持 20°C，使比较主要针对湿度。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/21 Q13） · 1 级

Which graph shows the effect of humidity in the air on the rate of transpiration in a plant?



2. （2025·February/March 0610/22 Q15） · 3 级

Which conditions cause the highest rate of transpiration?

A high temperature, high wind speed and high humidity

B high temperature, high wind speed and low humidity

C low temperature, low wind speed and low humidity

D low temperature, low wind speed and high humidity

3. （2025·October/November 0610/43 Q3(b)(ii)） · 3 级

(b) A student investigated the effect of temperature on transpiration.

The student collected four small plants and placed them in beakers filled with water.

Fig. 3.1 shows the apparatus used.

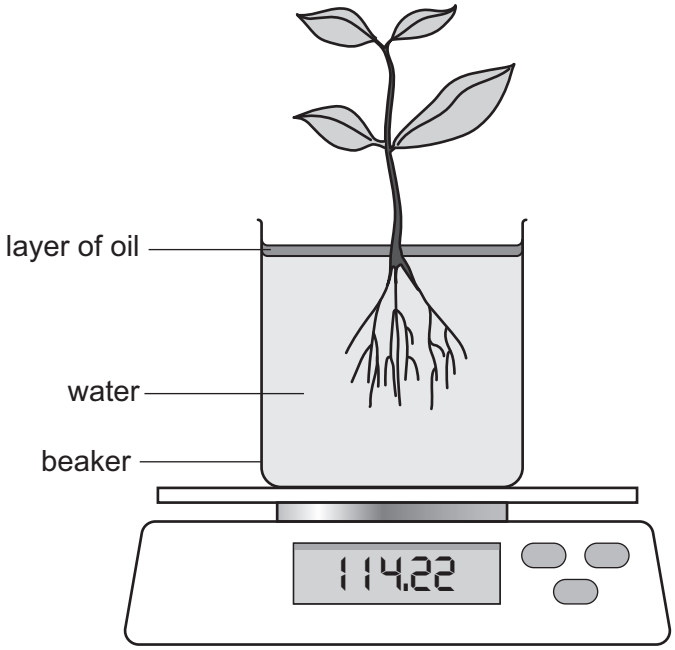


Fig. 3.1

For each plant, the student measured the initial masses of the equipment, water and plant.

Each plant was placed in a different temperature-controlled room for three hours.

After three hours, the student measured the final masses of the equipment, water and plants.

The results are shown in Table 3.1.

Table 3.1

temperature / °C	initial mass / g	final mass / g	transpiration rate / g per hour
15	138.2	135.5	0.9
20	136.1	132.5	1.2
25	137.8	128.5	3.1
30	135.7	118.3	

(ii) Describe **and** explain the difference in the results for the plants kept at 15 °C and 25 °C.

4. （2025·October/November 0610/33 Q3(b)(ii)） · 3 级

(b) A student investigated the effect of temperature on the rate of transpiration in a leafy shoot, using the apparatus shown in Fig. 3.1.

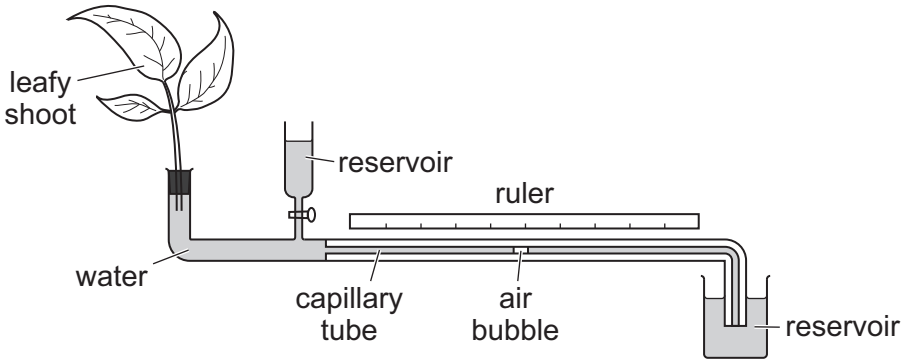


Fig. 3.1

The rate of transpiration was estimated by measuring the distance moved by the air bubble every 3 minutes.

This was repeated at six different temperatures.

The results are shown in Table 3.1.

Table 3.1

temperature / °C	distance moved by the air bubble in 3 minutes / mm	rate of transpiration / mm per minute
20	18	6
25	45	
30	54	18
35	66	22
40	69	23
45	69	23

(ii) The list shows six conclusions.

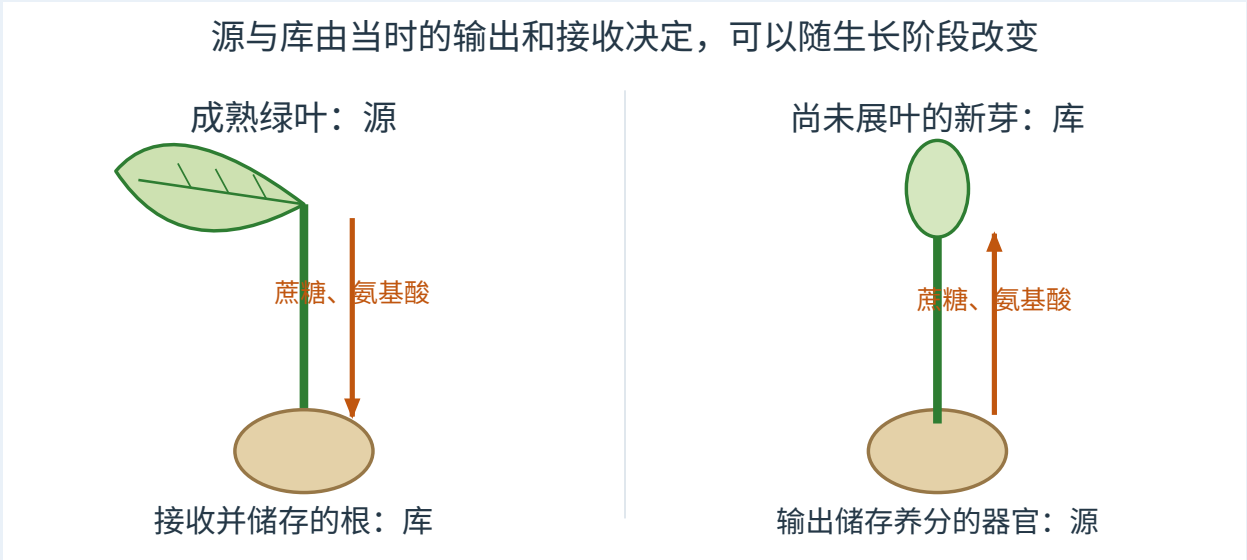
Tick (✓) **three** conclusions for the data shown in Table 3.1.

As temperature increases, the distance moved by the air bubble decreases.	
As temperature increases, the rate of transpiration decreases.	
As temperature increases, the rate of transpiration increases and then remains constant.	
From 20 °C to 30 °C, the rate of transpiration triples.	
From 20 °C to 45 °C, the rate of transpiration increases by 17 mm per minute.	
The maximum rate of transpiration was 22 mm per minute.	

8.3 有机养分的转运

题型 1：根据源和库判断韧皮部的转运

知识点 一片成熟绿叶制造的糖，既能供叶自身使用，也能运到正在生长的部位。输出有机养分的部位叫源（source）；接收并使用或贮存有机养分的部位叫库（sink）。判断源和库，要看有机物从哪里输出、在哪里被使用或储存。



两幅是不同阶段的例子；韧皮部沿源到库输送，可能向上或向下，不凭位置固定源库身份。

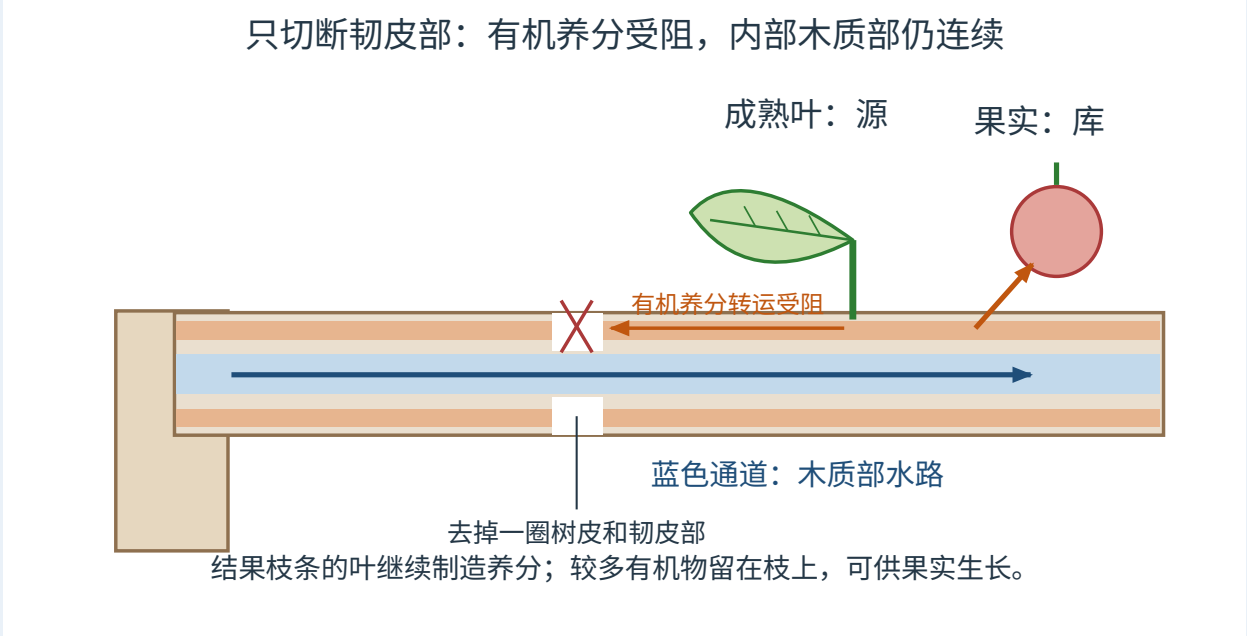
植物通过韧皮部（phloem）转运蔗糖和氨基酸，这一过程叫转运（translocation），方向是从源到库。蔗糖可在水中运输；淀粉是不溶的储存物，不是这里运输的糖。木质部运输水和无机离子，与韧皮部转运有机物的过程不同。

例如，成熟绿叶光合作用制造糖，再把糖送给不能制造足够糖的幼根。此时叶是源，幼根是库。正在形成的花、果实和种子需要有机物供生长，也常是库。若某植物没有能进行光合作用的绿叶，却从另一株植物获得有机养分，接受养分的那一方同样是库。

源和库不是给器官贴上的永久标签。贮藏器官积累养分时是库；以后把储存物转成可运输的有机物，供新芽生长时，又可成为源。幼叶还不能靠自身光合作用满足生长时也可能是库，不能把所有叶都判作源。

韧皮部转运的两类有机物是 _____ 和 _____，总体从 _____ 运往库。

通道被切断时，从运输物而非外形猜结果。环剥是沿枝条或树干去掉一圈树皮及其中的韧皮部。若内部木质部保留，水路短期内仍可连续，而蔗糖、氨基酸沿被切韧皮部的转运受阻。不能把“环剥韧皮部”说成木质部也全部消失。



这是结果枝条基部环剥的机制示意；两条橙色带表示表层韧皮部，蓝色表示内部未切断木质部，不按组织厚度比例绘制。

若结果枝条基部被环剥，枝上成熟叶继续制造有机养分，但这些物质难以沿被切路线运到枝条以外。正在生长的果实是库，可利用留在枝条中的物质生长，因此某些题给实验中果实质量更大。分析时分别写出叶为源、果实为库、韧皮部原来运什么、环剥挡住哪条路；这不是环剥凭空制造营养物质，也不意味着任何方式、任何时长的环剥都让植物更健康。

放射性碳可作追踪标签。若题目让一片叶吸收含标记碳的 CO_2，再说明含标记碳处会让摄影底片变黑，就按这条规则读结果：碳先经光合作用进入有机物，再随转运到达其他部位。叶上方和下方都出现标记，支持可向上、向下转运；生长点、根或花收到来自叶的物质，是库的证据，不能因为它们变黑就说它们也是源。

答案：蔗糖；氨基酸；源

怎么认 先找制造或释放有机物并向外输出的部位，再找接收、消耗或储存的部位。前者是源，后者是库；定义题还要核对运输物质是蔗糖和氨基酸。

例题 1 （2024·February/March 0610/22 Q21） · 2 级

Dodder is a plant that grows on other plants called hosts. The dodder plant connects to the host's vascular bundles.

The dodder plant does **not** have green leaves or roots.

What correctly describes the regions for translocation?

	host leaves	dodder
A	sink	sink
B	sink	source
C	source	sink
D	source	source

解：题干说明菟丝子连接寄主的维管束，而且自身没有绿色叶片或根。它不能依靠绿叶光合作用制造所需有机物，要从寄主接收养分，因此是库。寄主的绿叶制造并向外输出有机物，是源。按表格列序，host leaves 为 source，dodder 为 sink，故选 C。判断依据是养分的输出与接收，不是两株植物是否接在一起。

例题 2 （2025·October/November 0610/42 Q2(e)） · 3 级

(e) A farmer investigated the effect of girdling on the mass of apple fruit produced by apple trees.

The farmer removed a 3 mm strip of bark and phloem tissue from the branches that produce the fruit, as shown in Fig. 2.3.

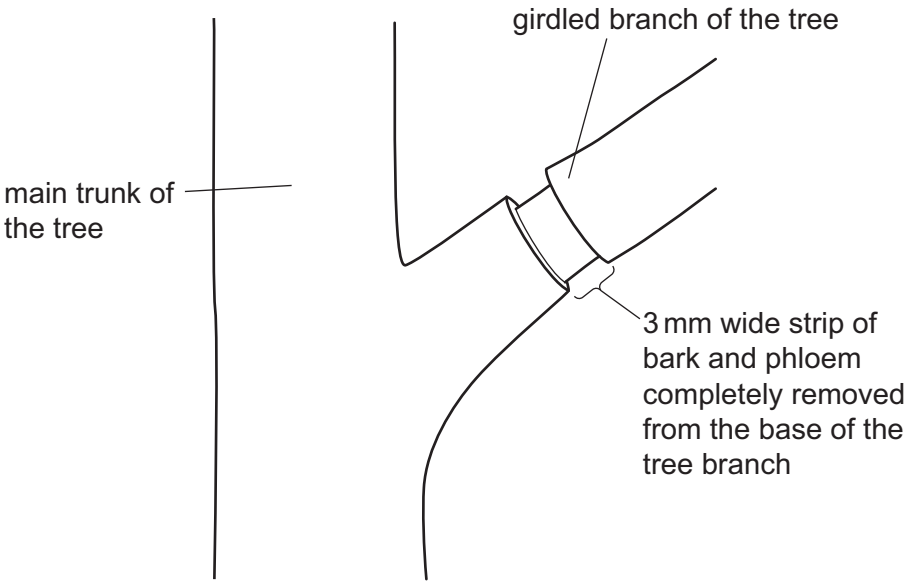


Fig. 2.3

The farmer girdled nine apple trees and left nine apple trees ungirdled.

The mass of ten fruits from the girdled trees and the mass of ten fruits from the ungirdled trees were compared.

Table 2.1 shows the results.

Table 2.1

treatment of trees	mass of ten fruits / g
girdled	1796
ungirdled	958

Describe the results shown in Table 2.1 **and** suggest an explanation for them.

解：先描述数值结果。环剥组十个果实共 1796 g，未环剥组为 958 g；环剥组多 1796 – 958 = 838 g，约为未环剥组的 1.87 倍。这些数值是每组十个果实的总质量，不能写成一颗苹果重 1796 g。

接着定位被改变的结构。农民在结果枝条基部完整去掉 3 mm 宽的树皮及韧皮部，所以这条枝上的韧皮部转运路线被切断。题目没有说内部木质部也被切掉，不能把它解释成水完全无法进入枝条。

枝条叶片进行光合作用制造糖，是输出有机养分的源；正在生长的苹果接收并利用这些物质，是库。正常韧皮部可把蔗糖和氨基酸运往其他部位；环剥后它们不能沿该通道向下离开结果枝条，更多有机养分留在枝条中，可供果实生长。因此可解释环剥组果实的总质量较大。

这里要说清“源—韧皮部转运—通道受阻—果实这一库获得养分”的关系，而不是说环剥凭空产生了糖。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/22 Q13） · 2 级

What is translocation?

A the movement of amino acids and water from sink to source

B the movement of starch and water from source to sink

C the movement of sucrose and amino acids from source to sink

D the movement of sucrose and mineral ions from sink to source

2. （2025·May/June 0610/21 Q14） · 2 级

In some countries, spring is the time of year when daffodil plants have green leaves and produce flowers.

Which parts of the daffodil plants act as sources and sinks in spring?

	flowers	leaves
A	sink	sink
B	source	source
C	sink	source
D	source	sink

3. （2024·October/November 0610/21 Q17） · 3 级

Scientists investigated the movement of sucrose through a plant.

They used carbon dioxide containing radioactive carbon, ^{14}C.

They covered one leaf on a plant with a clear plastic bag containing $^{14}CO_2$.

After 24 hours, the plant was placed onto photographic film. The photographic film went black where the radioactive carbon was present.

Diagram 1 shows the plant at the start of the experiment, and diagram 2 shows the photographic film at the end of the experiment.

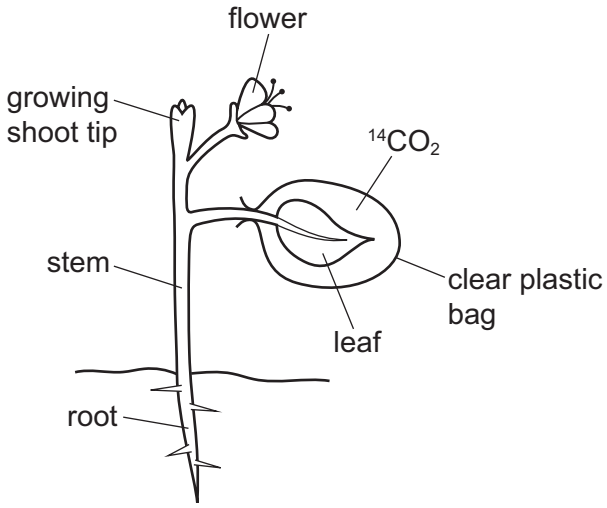


diagram 1

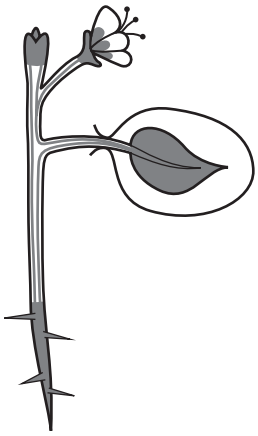


diagram 2

Which conclusions can be made from the experiment?

1 Translocation occurs in upwards and downwards directions.

2 The leaf and shoot tip are sources.

3 The roots and flowers are sinks.

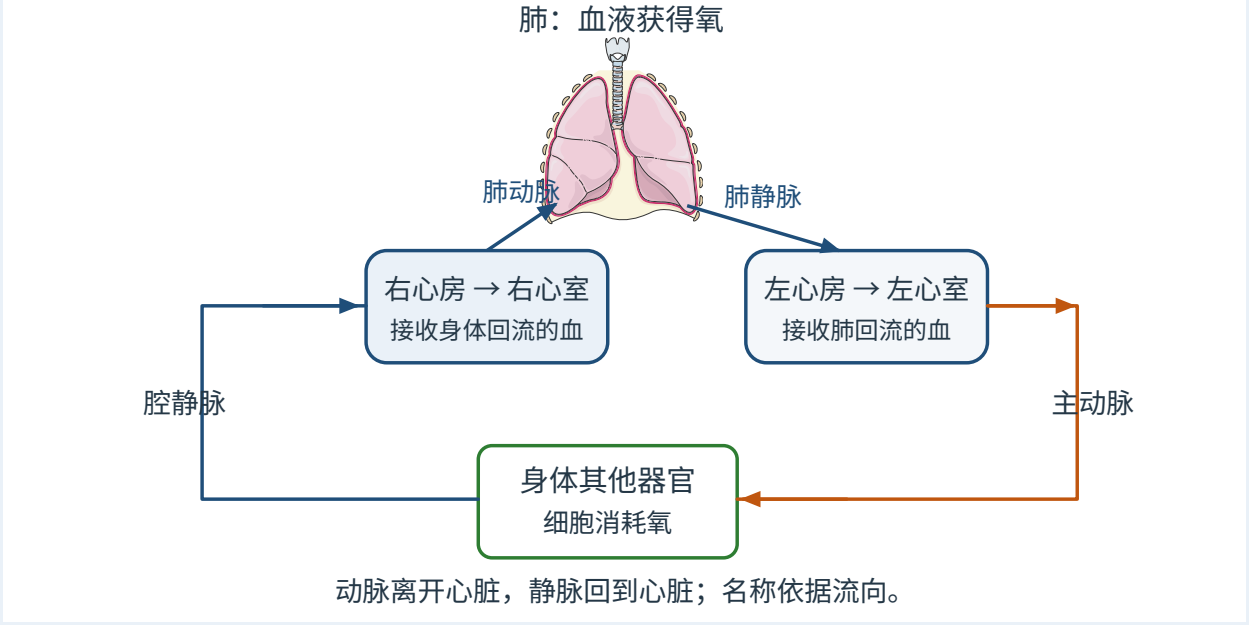
A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 1 and 3 only **D** 2 and 3 only

人体运输

9.1 血液的流动与单、双循环

题型 1：顺血流方向辨认心脏和血管

知识点 心脏通过肌肉收缩推动血液流动，是循环系统的泵。血液回到心脏时先进入心房 atrium（复数 atria），再流到心室 ventricle（复数 ventricles）；心室收缩，把血液通过 _____ 送离心脏。动脉的定义是把血液从心脏送出，静脉则把血液送回心脏，名称取决于相对心脏的流向，不只取决于含氧量。血液由心脏经肺动脉到肺，再由肺静脉回心脏。供身体其他部分的血液从主动脉离开心脏，最终经腔静脉回心脏。肾动脉把血液送到肾，肾静脉把血液从肾送回循环；冠状动脉则专门向心肌供血，不是通往肺的血管。



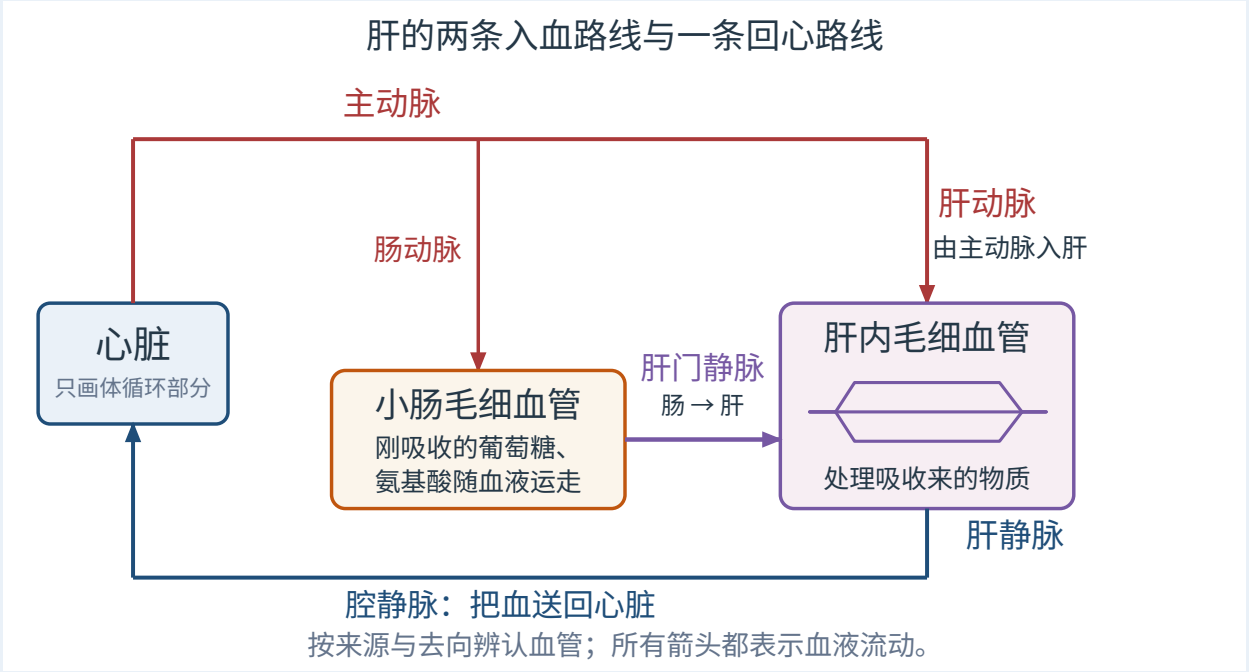
动脉离开心脏，静脉回到心脏；名称依据流向。

先沿箭头走完血流路线，再依据所连器官给血管命名。肺底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

看简化循环图，要沿箭头把路线走一遍。连接肺循环和身体循环、让两段血流都先回到再被送出的结构是心脏。判断某个器官的血管时，还要追踪它最终通向心脏还是从心脏出来；“离开肾”不等于“离开心脏”。

肝脏为什么有两条入血路线？ 肝动脉 hepatic artery 从主动脉分出，把含氧较多的血送进肝。小肠吸收的葡萄糖和氨基酸先进入肠内毛细血管，再随血液经过肝门静脉 hepatic portal vein 到肝；这条路线让吸收的营养物质先经过肝的处理。肝门静脉连接肠与肝的两组毛细血管，不能因为它流入肝，就把它改叫肝动脉。

两路血在肝内流过毛细血管后，经肝静脉 hepatic vein 离开肝，进入腔静脉，再回到心脏。图题也可能使用复数 hepatic veins。这里“静脉回心”说的是最终回流方向：肝门静脉先把血从肠送到肝，并不直接进入心脏。因而辨认肝血管必须同时看起点、终点和箭头，不能只看含氧量，也不能只问“是否进入肝”。



两路血入肝：肝动脉来自主动脉，肝门静脉来自小肠；肝静脉把血送入腔静脉。

用图完整走一次：从主动脉直接到肝的支路是肝动脉；从小肠毛细血管到肝的横向支路是肝门静脉；从肝流出、接到腔静脉的支路是肝静脉。把每一个名称反代入路线，检查“两路血进入肝，经肝静脉离开肝”，就能避免把门静脉与肝静脉对调。

若题目改问血液中的葡萄糖浓度，还必须读时间和进食条件。刚从小肠吸收葡萄糖时，进入肝门静脉的血可含有较多葡萄糖；肝会摄取、储存或释放葡萄糖，使离肝的血液组成受到调节。不能把“肝门静脉葡萄糖始终最高”当成不受条件限制的结论，也不能把血流方向直接当作浓度高低。

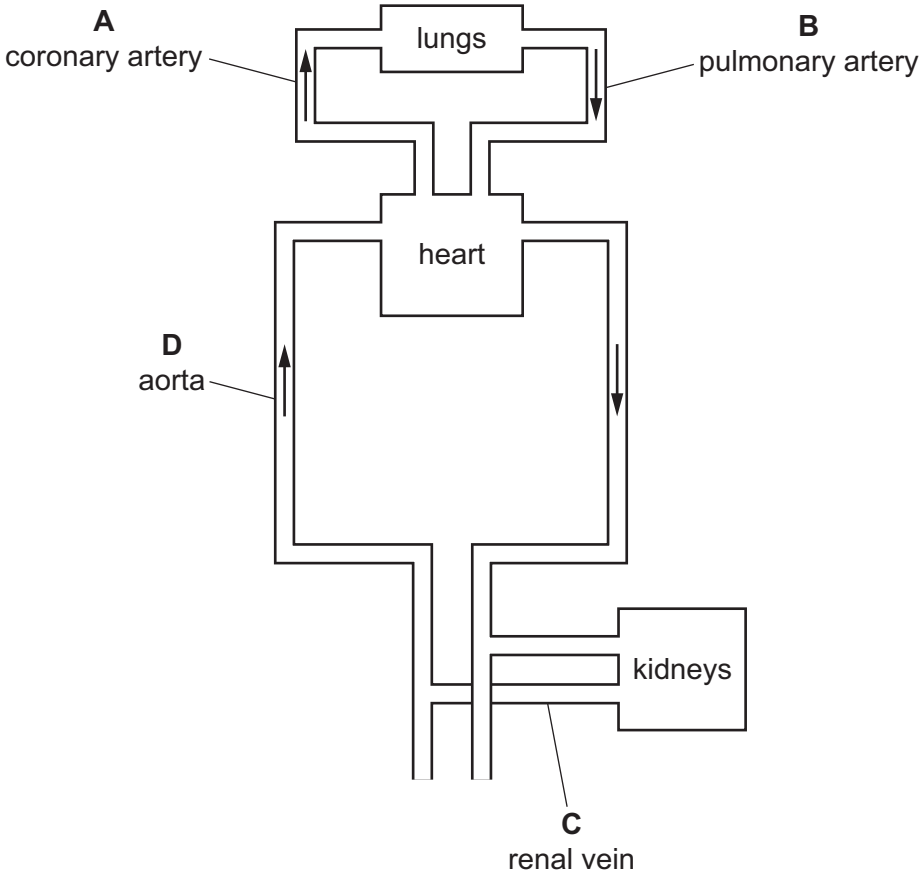
答案：动脉

怎么认　沿箭头追踪相对心脏的方向，再用所连接的器官确定名称。肝的三条血管要同时看来源与去向：主动脉入肝为肝动脉，小肠到肝为肝门静脉，离肝回心为肝静脉。

例题 1　(2025·May/June 0610/11 Q19)　· 2 级

The diagram shows the blood vessels between the lungs, heart and kidneys in a human. The arrows indicate the direction of blood flow.

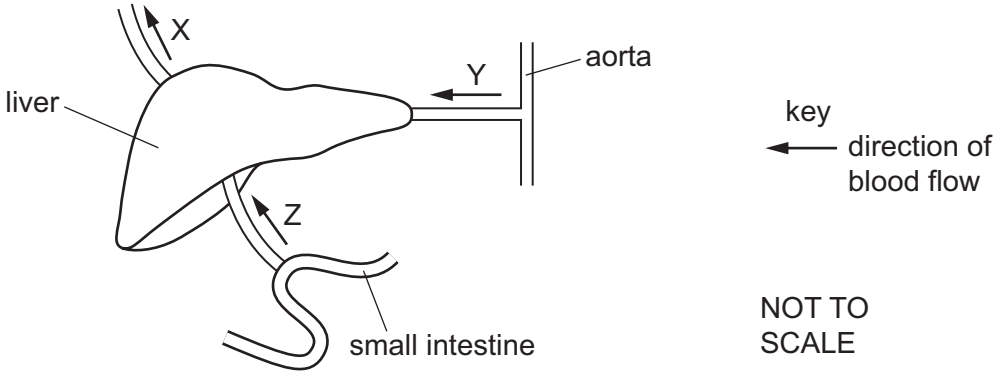
Which blood vessel is labelled correctly?



解：C 标出的血管把血从肾送回心脏方向，名称 renal vein 正确。A 实际通往肺，不能叫冠状动脉；B 的箭头由肺回心，是肺静脉；D 的箭头回心，不能叫主动脉。因此正确标注是 C，故选 C。

例题 2 （2023·October/November 0610/22 Q19） · 2 级

The diagram shows the blood vessels associated with the liver.



What are the blood vessels labelled X, Y and Z?

	X	Y	Z
A	hepatic artery	hepatic portal vein	hepatic vein
B	hepatic portal vein	hepatic artery	hepatic vein
C	hepatic vein	hepatic artery	hepatic portal vein
D	hepatic vein	hepatic portal vein	hepatic artery

解：先读图中的血流箭头，再逐条判断来源和去向。Y 从已标出的 aorta（主动脉）分出，箭头指向肝，所以 Y 是 hepatic artery（肝动脉）。

Z 把 small intestine（小肠）的血送到肝，是肝门静脉 hepatic portal vein。它先把肠部吸收的物质送到肝，不能因流入肝就称为肝动脉。

X 的箭头从肝向外，表示血经这条血管离开肝、回到心脏方向，所以 X 是 hepatic vein（肝静脉）。

按表头 X、Y、Z 的顺序写回：hepatic vein、hepatic artery、hepatic portal vein。这正是 C 行，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/12 Q18） · 1 级

Which blood vessel transports blood from the lungs to the heart?

A aorta

B pulmonary artery

C pulmonary vein

D vena cava

2. （2025·May/June 0610/13 Q17） · 1 级

Which blood vessel transports blood away from the kidney?

A pulmonary artery

B pulmonary vein

C renal artery

D renal vein

3. （2025·May/June 0610/23 Q15） · 2 级

Through which pathway does blood leave the heart?

A through arteries from the atria

B through arteries from the ventricles

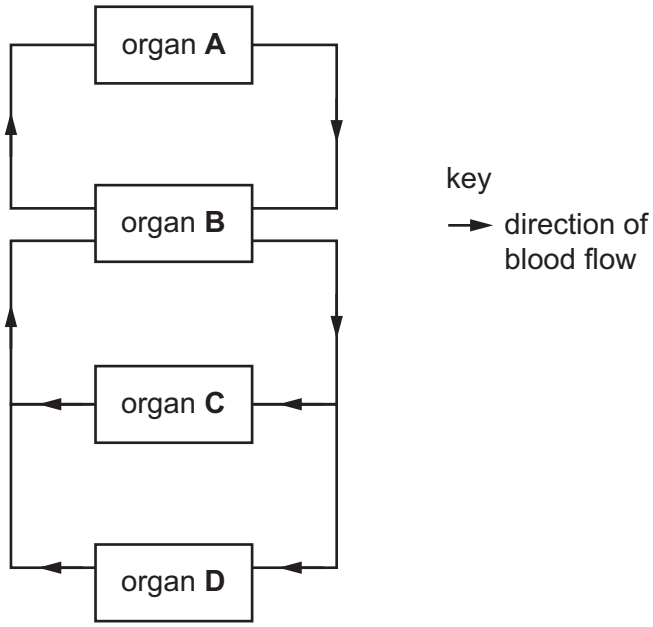
C through veins from the atria

D through veins from the ventricles

4. （2025·May/June 0610/12 Q17） · 2 级

The diagram shows a simplified circulatory system in humans.

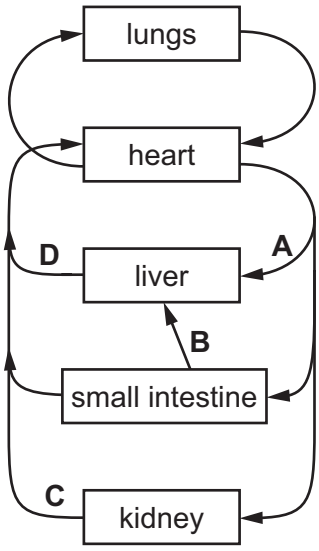
Which organ represents the pump in this circulatory system?



5. （2024·February/March 0610/22 Q22） · 2 级

The diagram shows part of the human circulatory system.

Which structure is the hepatic vein?



6. （2023·February/March 0610/42 Q1(a)(ii)） · 2 级

(a) Fig. 1.1 is a simplified diagram of the circulatory system in humans.

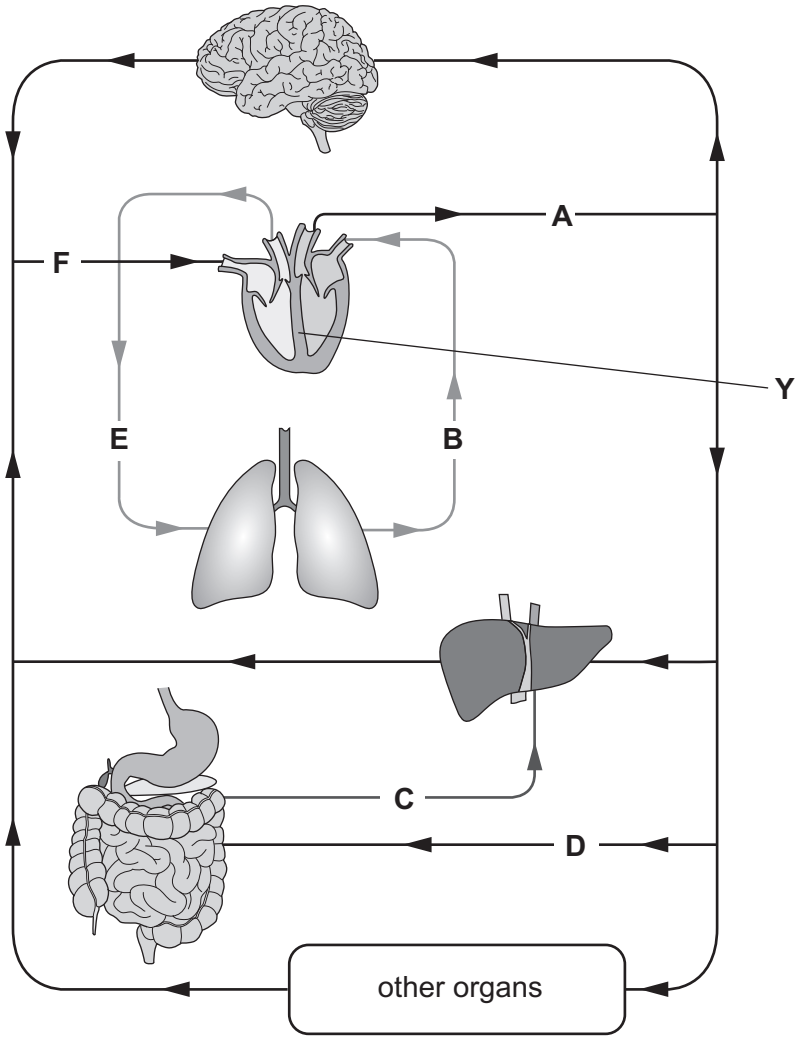


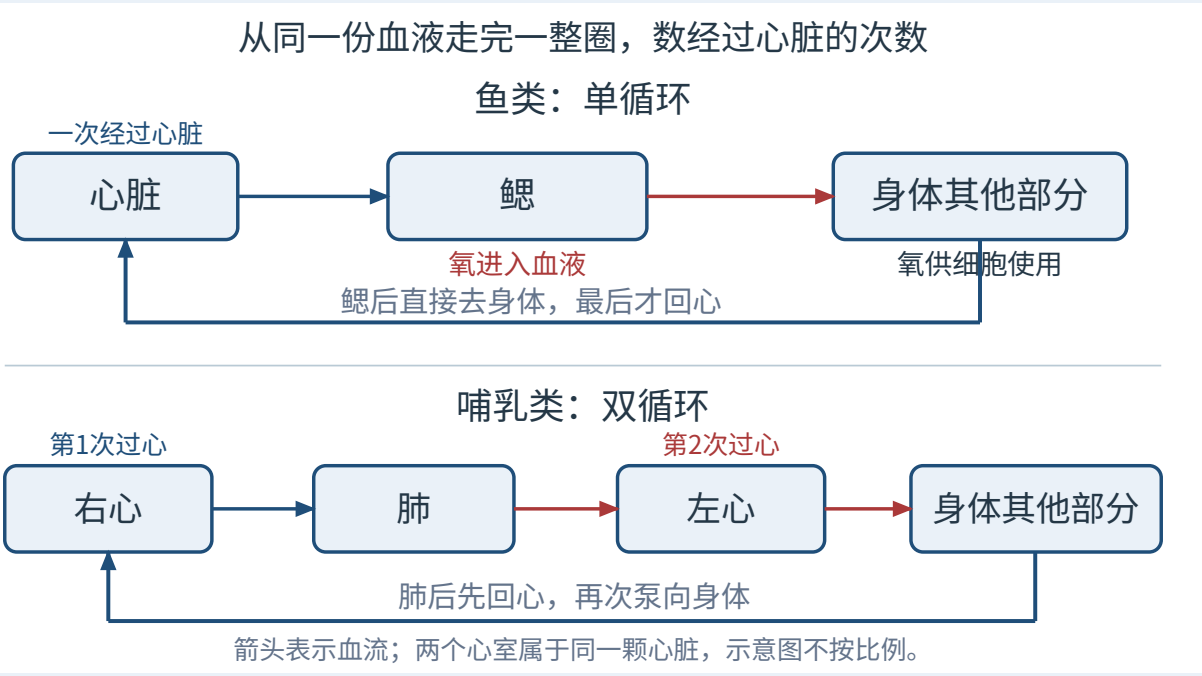
Fig. 1.1

(ii) State the letter from Fig. 1.1 that represents the hepatic portal vein.

题型 2：比较单循环与双循环并解释压力和心脏间隔

知识点 单循环和双循环，数的是什么？从一份血液离开心脏开始，沿它的路线走完一整圈，再回到原起点；数这一圈中有几次经过心脏。不是数图上画了几个器官，也不是数有几组毛细血管。

鱼的血液从心脏被泵到鳃。鳃是鱼从水中取得氧的气体交换部位，氧在这里进入血液；血随后直接流向身体其他部分，向细胞提供氧，再回到心脏。路线是“心脏→鳃→身体→心脏”，一整圈只经过心脏一次，叫单循环 single circulation。血液经过鳃的细小血管时压力下降，去身体前没有再次回到心脏加压。



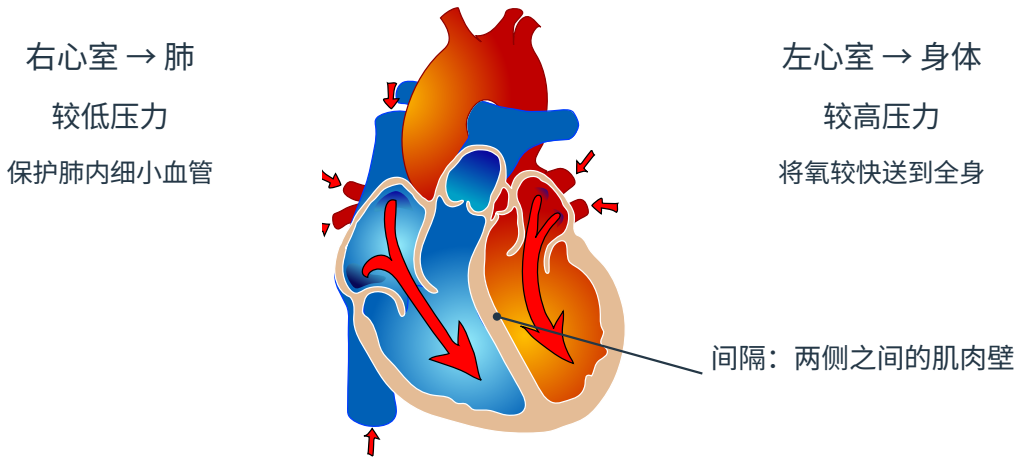
鱼：心脏→鳃→身体→心脏，一圈一次过心；哺乳类：右心→肺→左心→身体→右心，一圈两次过心。

在上图的鱼类路线中，把笔尖放在心脏，先到鳃，再到身体，最后才回心；鳃与身体之间没有第二个心脏泵血步骤。再沿哺乳类路线走：右心→肺→左心→身体→右心，先后经过心脏的右侧和左侧，两次受心脏推动，所以是双循环。两个心室属于同一个心脏，不是两个心脏；它们分别推动肺循环和体循环。

题图中的 oxygenated blood 指含氧较多的血，deoxygenated blood 指含氧较少的血，后者不是完全没有氧。沿上图找含氧较多的位置：鱼的血刚离开鳃时已经取得氧，接着沿鳃到身体的路线流动；哺乳类的血刚离开肺时已经取得氧，接着回左心，再流向身体。身体细胞取用氧后，回心的血含氧较少。因此遇到新的黑白图，先读图例，再从鳃或肺的出口顺着血流找，不能把纸面左边或右边当作固定答案。

哺乳类的血液完成一次完整循环，要先经心脏到肺再回心脏，然后经心脏到身体其他部分再返回，这叫双循环。肺循环适合较低压力，以保护肺内细小血管；血液从肺回到心脏后，可再次被左心室以较高压力送往全身，较快向细胞提供氧。

心脏左右两侧之间有称为 septum 的心脏间隔，能把含氧较多与含氧较少的血分开。分隔这两种血液的结构是 _____。瓣膜主要防止血液倒流，不能代替心脏间隔的分隔作用。



间隔分开左右两侧；两段循环分别适应不同的压力需求。

细胞通过分解葡萄糖等营养物质释放能量；有氧呼吸是其中需要氧的一种过程，释放的能量可供生长使用。若间隔出现孔洞，两侧血液可能混合，使送往身体的血含氧量下降。细胞有氧呼吸因此受到限制，释放的能量减少，可能影响生长。这里的关键链是血液混合、供氧下降、呼吸释放能量不足，不是把肺循环压力升高当作正常优势。

答案：心脏间隔

怎么认 判断单、双循环时，跟随同一份血液走完一圈，数经过心脏的次数；找含氧较多的位置，从鳃或肺的出口顺血流追踪。问双循环优势时区分肺的较低压力与身体的较高压力；问防止两种血混合找间隔。

例题 1 （2024·May/June 0610/22 Q18） · 1 级

Which pathway is taken by blood in a fish?

A gills → heart → body → gills

B body → gills → heart → body

C heart → gills → body → heart

D heart → body → gills → body

解：题目问鱼的血液依次经过哪些部位。先从心脏出发：心脏把血泵到鳃，血在鳃取得氧；离开鳃后，血直接到身体其他部分，把氧送给细胞，最后才回到心脏。

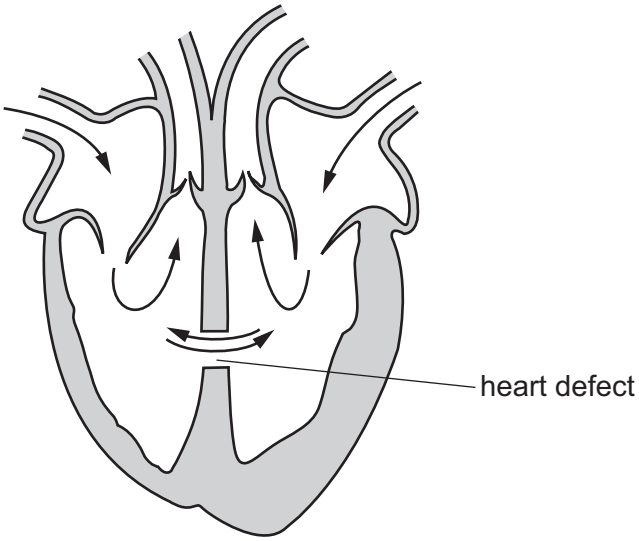
所以完整路线是 heart → gills → body → heart，与选项 C 一致。这一整圈中，鳃和身体之间没有第二次回心，因此是单循环。

A 把鳃后的下一站写成心脏，B 把身体后的下一站写成鳃，都改变了正确次序；D 从心脏直接去身体，漏掉先经过鳃取得氧的步骤。故选 C。

例题 2 （2025·February/March 0610/22 Q16） · 4 级

The diagram shows a heart defect that some babies are born with.

The arrows indicate direction of blood flow.



Which statement explains why this heart defect might cause the baby to have poor growth?

A Blood flows to the lungs at high pressure increasing rate of gas exchange.

B Blood flows to the lungs at low pressure decreasing rate of gas exchange.

C Mixing of blood results in less oxygen available for respiration.

D Mixing of blood results in more glucose available for respiration.

解：图中左右心室间的间隔有缺损，箭头显示两侧血液可混合。这使输往身体的血液供氧能力下降，细胞有氧呼吸释放能量减少，影响生长。对应 Mixing of blood results in less oxygen available for respiration，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/22 Q17） · 1 级

Which structure in the heart separates oxygenated and deoxygenated blood?

A atrioventricular valve

B muscle wall of left atrium

C semilunar valve

D septum

2. （2025·May/June 0610/22 Q16） · 2 级

What is an advantage of a double circulatory system?

A It allows the mixing of oxygenated and deoxygenated blood.

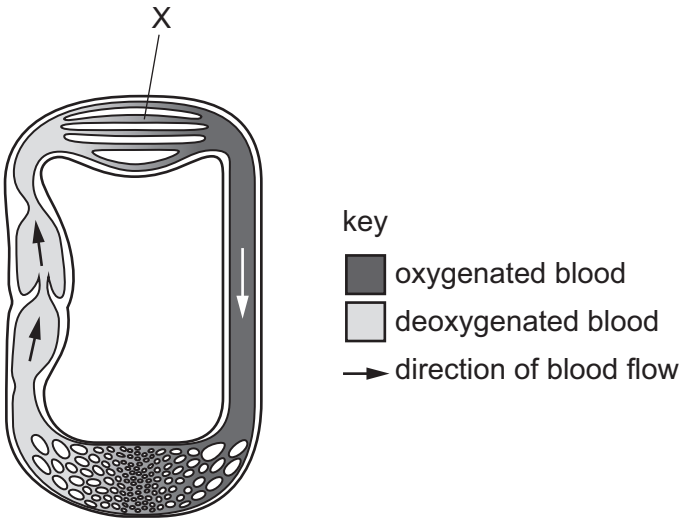
B It can keep blood pressure high in the lungs.

C Less carbon dioxide is removed from the body cells.

D Oxygen is supplied to body cells by blood at high pressure.

3. （2024·October/November 0610/22 Q18） · 2 级

The diagram shows the circulatory system of a fish.



What is the structure labelled X?

A aorta

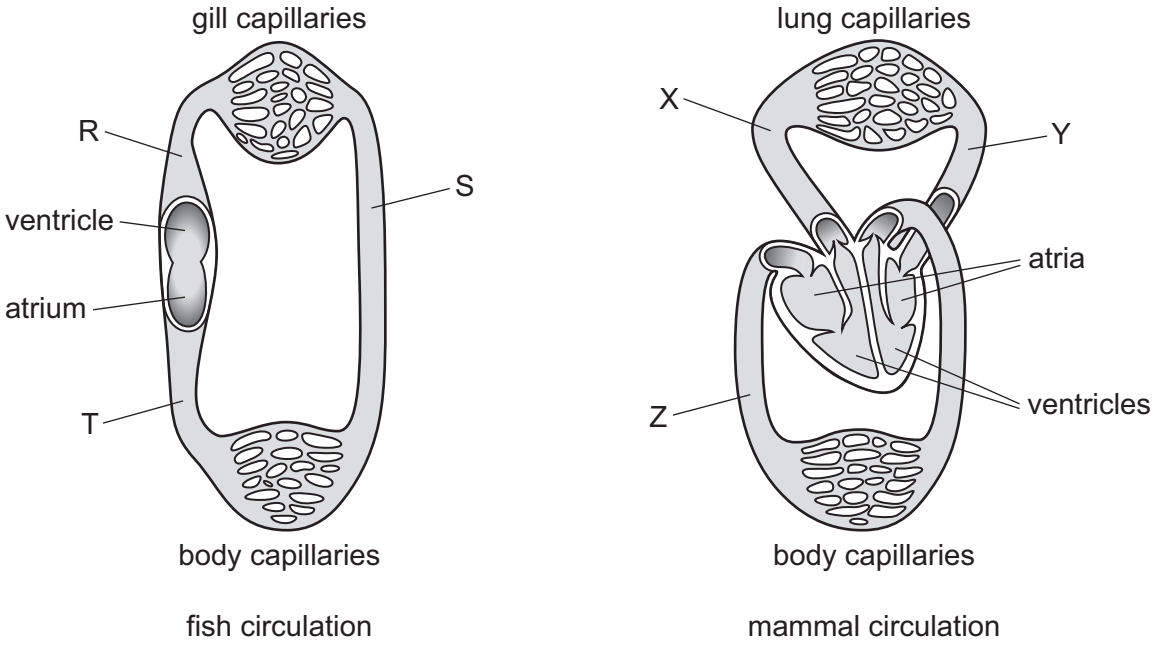
B gills

C heart

D vena cava

4. （2023·October/November 0610/21 Q18） · 3 级

The diagrams show the single circulation of a fish and the double circulation of a mammal.



Which letters represent areas with the most oxygenated blood?

A R and X **B** S and Y **C** T and Y **D** T and Z

9.2 血液与血管

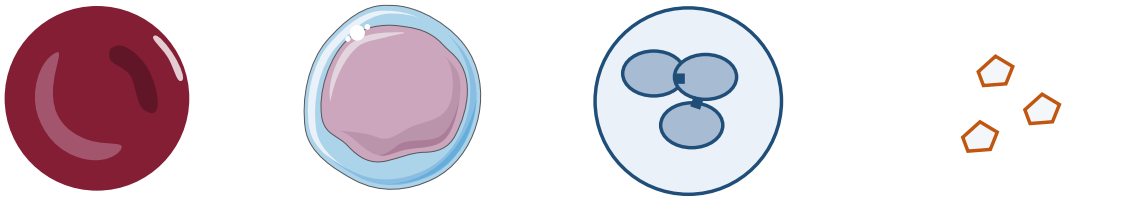
题型 1：辨认血细胞并判断其功能

知识点　红细胞含血红蛋白，主要运输氧；白细胞参与抵抗病原体。白细胞中，淋巴细胞能产生_____，吞噬细胞则能包围并吞入病原体。血浆 plasma 是血液的液体部分。血细胞悬浮在其中并随血浆流动；无机离子、葡萄糖等营养物质、尿素、激素以及大部分由组织运出的二氧化碳在血浆中运输。要把悬浮的血细胞与溶解的物质分开描述；红细胞依靠血红蛋白运输氧，不能把血浆的各项运输功能都归给白细胞。

血小板参与凝血，使伤口形成血凝块以减少失血。血小板数量减少时，伤口凝血可能较慢，这不直接等同于红细胞携氧减少或淋巴细胞产生抗体减少。

血液显微照片中，红细胞较小，成熟人红细胞没有细胞核；淋巴细胞的细胞核通常较大而较圆，吞噬细胞的核常分叶或形状不规则。先按核形态辨认细胞，再匹配“产生抗体”或“吞噬病原体”，不要只看到有核就认成同一种白细胞。

同一份人血中的不同成分（各图不按大小比例）



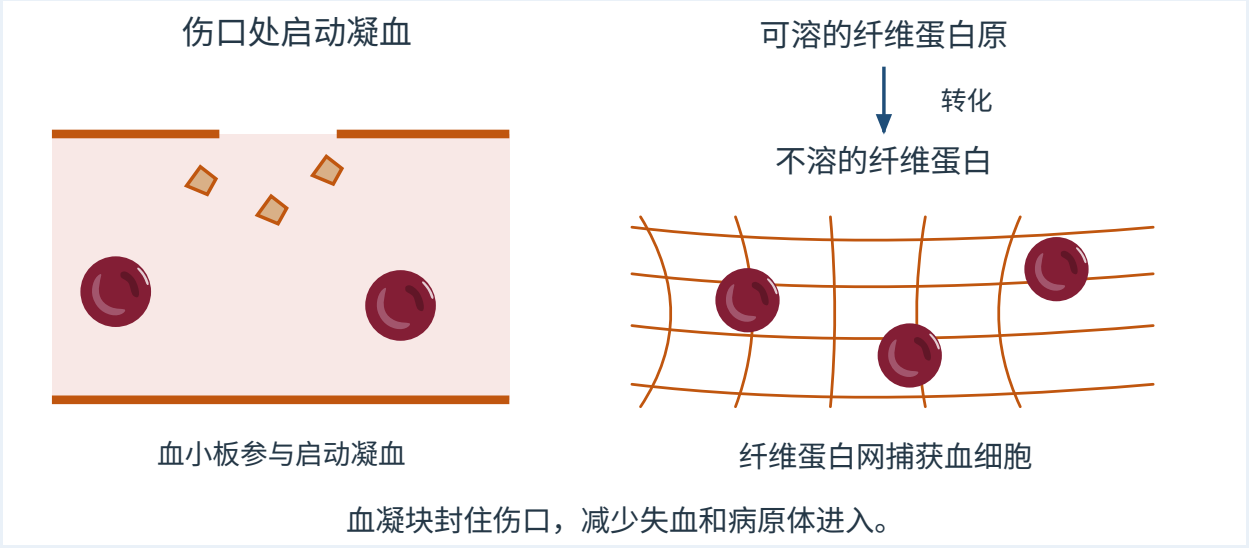
红细胞	淋巴细胞	吞噬细胞	血小板
成熟时无细胞核 血红蛋白运输氧	较大而圆的核 能产生抗体	常见分叶核 包围并吞入病原体	细胞碎片 参与凝血，减少失血

血细胞悬浮在血浆中，随血液流动；它们不是溶解在血浆中。

血浆运输离子、营养物质、尿素、激素和二氧化碳。

先辨有无细胞核及核形态，再联系功能。淋巴细胞底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

凝血怎样把液态血封在伤口处？血小板参与启动凝血，使血浆中可溶的纤维蛋白原转变为不溶的纤维蛋白。纤维蛋白形成网，捕获血细胞，形成血凝块，从而减少失血和病原体进入。先写蛋白质转化，再写成网与捕获，才是一条完整过程。



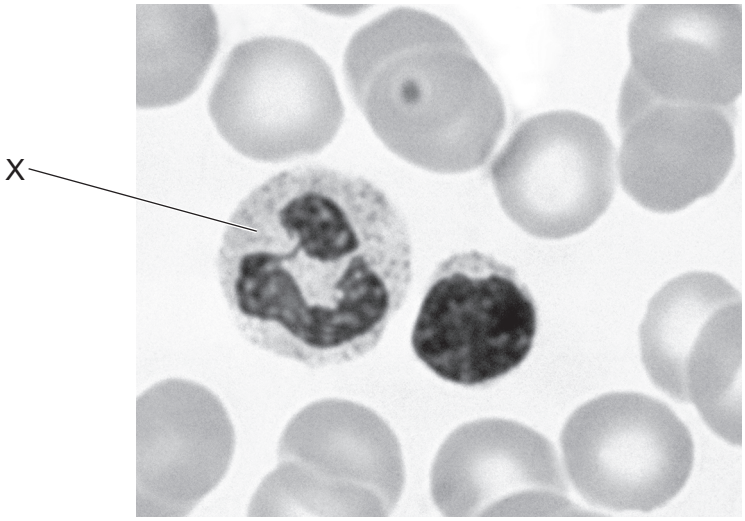
先看血小板参与启动，再看蛋白质转化、形成网并捕获血细胞。

答案：抗体

怎么认　功能题把运输氧、产生抗体、吞噬病原体和凝血分别联系红细胞、淋巴细胞、吞噬细胞与血小板。照片题先看是否有核及核形态，再核对功能。

例题 1　(2025·May/June 0610/23 Q16)　· 2 级

The photomicrograph shows some blood cells.



Which row shows the name and function of the cell labelled X?

	name	function
A	lymphocyte	engulfs pathogens
B	lymphocyte	produces antibodies
C	phagocyte	engulfs pathogens
D	phagocyte	produces antibodies

解：X 指向的白细胞具有分叶的细胞核，属于吞噬细胞，其功能是吞入病原体。淋巴细胞通常具有较圆的大核并产生抗体，故选 C。

例题 2 （2024·October/November 0610/43 Q6(a)(ii)） · 3 级

(ii) Describe the process of blood-clotting.

解：伤口处血小板参与启动凝血。血浆中可溶的纤维蛋白原（fibrinogen）转变为不溶的纤维蛋白（fibrin）。纤维蛋白形成网状结构，网捕获血细胞，形成血凝块，封住伤口，减少失血和病原体进入。

写答案时把方向写完整：soluble fibrinogen → insoluble fibrin → a mesh that traps blood cells。不能把纤维蛋白转回纤维蛋白原说成凝血。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q18） · 1 级

What is a function of white blood cells?

A antibody production

B blood clotting

C transport of oxygen

D transport of urea

2. （2026·February/March 0610/12 Q19） · 2 级

A patient has a blood test and the platelet count is found to be lower than usual.

Which effect will this have?

A Blood clotting at a cut will take longer.

B Fewer antibodies will be produced if microbes enter the bloodstream.

C Nutrient transport around the body will be restricted.

D Less oxygen will be carried to body cells.

3. （2025·October/November 0610/21 Q14） · 3 级

Which statements are correct descriptions of methods of preventing pathogens from entering the body?

1 Fibrin is converted to fibrinogen to form a mesh.

2 Phagocytes produce antibodies.

3 Platelets clot blood.

4 Lymphocytes engulf pathogens.

A 1, 3 and 4 **B** 1 and 3 only **C** 2 and 4 **D** 3 only

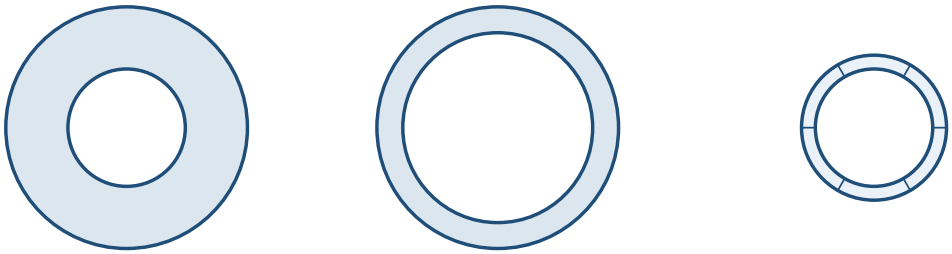
题型 2：根据管壁、管腔和瓣膜辨认血管

知识点 动脉把心室收缩产生的高压血送向身体或肺，需要较厚、含肌肉和弹性组织的管壁承受压力；与同等外径的静脉相比，管腔通常较窄。静脉中的血压较低，管壁较薄，管腔较宽，许多静脉还具有瓣膜，帮助防止血液倒流。

因此，本型中静脉的一组典型特征是薄壁、_____ 管腔和存在 _____。要同时检查这三项，不能把动脉的厚壁与静脉的宽腔拼成错误组合。

毛细血管的壁只有一层细胞，管腔很窄，适合物质交换。题目若同时给出低压、宽腔和瓣膜，应首先联系静脉；“低压”本身不能用来把所有细小血管都认成静脉。

动脉与静脉外径画成相同，比较管壁和管腔



动脉	静脉	毛细血管（另行放大）
厚而有弹性的管壁	较薄的管壁、较宽的腔	壁只有一层细胞

许多静脉有瓣膜防倒流；毛细血管薄壁有利于物质交换。

比较壁厚、腔大小，再核对是否有瓣膜。

答案：较宽；瓣膜

怎么认 按壁、腔、瓣膜三个条件合并判断。厚而有弹性的壁和较窄管腔联系动脉；低压、薄壁、较宽腔及瓣膜联系静脉；一层细胞的壁和极窄腔联系毛细血管。

例题 1 （2024·October/November 0610/21 Q19） · 2 级

Which row shows the features of a blood vessel that transports blood at low pressure?

	size of lumen	thickness of wall	valves
A	large	thick	absent
B	small	thin	present
C	small	thick	absent
D	large	thin	present

解：低压血流对应典型静脉，较宽管腔便于低压血回流，较薄的壁无需承受动脉式高压，瓣膜防止倒流。三项为 large、thin、present，故选 D。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/22 Q18） · 2 级

Which row shows the features of a vein?

	relative thickness of the wall to total vessel diameter	diameter of the lumen	presence or absence of valves
A	thick	large	absent
B	thick	small	present
C	thin	small	absent
D	thin	large	present

2. （2023·May/June 0610/12 Q20） · 2 级

Which row shows the features of an artery or a vein?

	blood vessel	diameter of lumen	thickness of wall
A	artery	large	thick
B	artery	small	thin
C	vein	large	thin
D	vein	small	thick

9.3 心脏结构与瓣膜

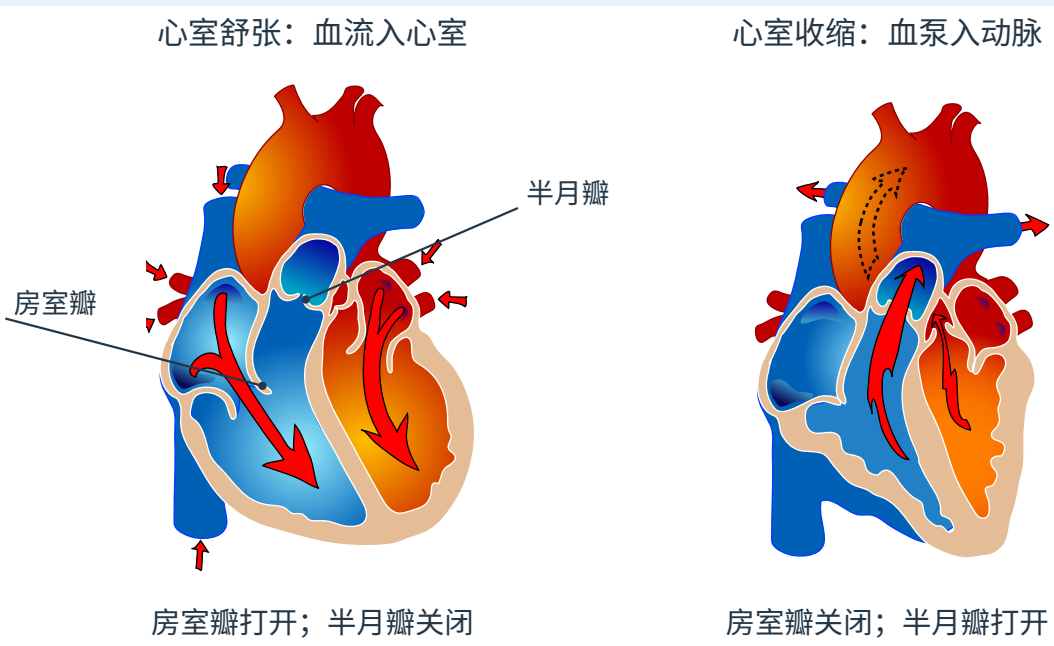
题型 1：沿瓣膜位置与血流辨认心脏结构

知识点 心脏的两个心房 atria 接受流回心脏的血，两个心室 ventricles 将血泵离心脏。每一侧的心房与同侧心室相通。右心房经右心室把血送向肺，左心房经左心室把血送向身体其他部位。左右指的是这个人的解剖方位；正面示意图常把人的右侧画在纸面左侧，但读题仍要检查血管连接、箭头与壁厚，不能仅凭纸面左右命名。

左心室 left ventricle 的肌壁比右心室厚。它需要产生较高压力，使血流经全身较大的循环阻力；右心室主要把血送入肺循环。心房只需把血送入紧邻的心室，距离短、所需压力较低，因此心房的肌壁通常比心室薄。读一条标线时，从字母沿线走到真正终点：终点落在腔内、瓣叶上或分隔壁上，所指对象不同；线经过一个部位不等于标注这个部位。

房室瓣 atrioventricular valve 位于心房与心室之间。它让血从心房流向心室，并在心室收缩时防止血从心室倒流回心房。左侧房室瓣又称二尖瓣或 mitral/bicuspid valve，右侧为三尖瓣 tricuspid valve。问两大类瓣膜时，写 atrioventricular valve 即可明确它与半月瓣的区别。

半月瓣 semilunar valve 位于心室通向大动脉的出口：一处在左心室与主动脉之间，另一处在右心室与肺动脉之间。它们让血从心室进入动脉，并防止血从动脉倒流回心室。瓣膜不是让血通过的空心管，也不是左右心室之间的肌肉分隔壁。



房室瓣位于“房—室”之间；半月瓣位于“室—大动脉”出口。

先找相邻腔室，再判断瓣膜阻止哪一方向的倒流。

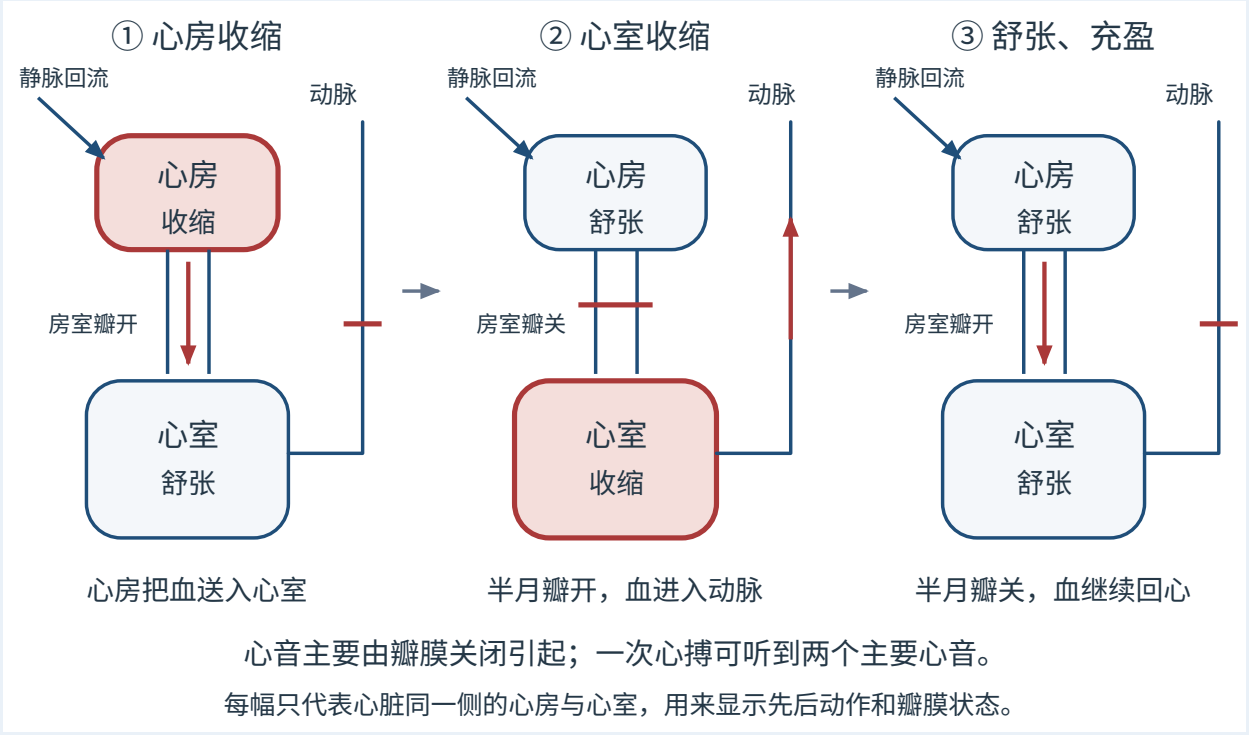
可用一段具体血流来判断半月瓣的作用：左心室收缩时，室内压力高于主动脉，出口半月瓣被血流推开，血进入主动脉。左心室舒张后压力下降，主动脉中的血有倒流回心室的趋势，半月瓣关闭，阻止这股反向血流。换到右心室与肺动脉，起点、终点改变，防止“动脉→心室”倒流的原理相同。瓣膜的开闭依靠两侧压力差，并不是自己主动收缩把血推走。

辨认两类瓣膜时，先确定相邻的腔或血管：在心房与心室之间的是房室瓣，在心室通向主动脉或肺动脉的出口是半月瓣。示意图有时把瓣叶画成长片，有时只画成很小的口袋状结构，仍需以标线终点与连接关系判断。不要把连到瓣叶的细线、血流箭头或另一侧瓣膜错当作终点。

命名与说明作用是连续的两步。先写明确结构名称；若题目再问 role 或 function，把它放回血流路径，例如“防止主动脉中的血倒流回左心室”。也可概括为 prevents backflow of blood 或 ensures one-way flow。不能只写“让血流动”而不说明单向性，也不能把房室瓣说成防止动脉血回到心室。

房室瓣防止血从心室倒流回 _____；半月瓣防止血从动脉倒流回 _____；泵血到全身、肌壁较厚的心室是 _____。

一次心搏中，心房先收缩，把血送入心室；接着心室收缩，房室瓣关闭、半月瓣打开，血被送入动脉；随后心室舒张，半月瓣关闭，心脏继续充盈。这一先后顺序反复进行。瓣膜关闭引起振动，是听到主要心音的原因：第一个主要心音与房室瓣关闭有关，第二个与半月瓣关闭有关。



依次看心房收缩、心室收缩和舒张充盈；关闭的瓣膜防止血液沿相反方向流动。

例如，听到与房室瓣关闭对应的心音时，应联系心室开始收缩、防止血回到心房；接着半月瓣打开，血才能流入动脉。不要把每个心音都单独算作一次完整心搏，也不能说心音主要由瓣膜打开产生。

答案：心房；心室；左心室

怎么认 沿标线追到终点，确定它位于心房—心室之间、心室—动脉出口或心室腔；按连接关系命名瓣膜与心腔，问作用时再说明防止哪一方向的回流。

例题 1 (2026·May/June 0610/42 Q6(a)(i)) · 2 级

When surgeons operate on a heart, the patient can be connected to a heart-lung machine to keep blood flowing around the body during the operation.

Figure 6.1 is a diagram of a heart-lung machine connected to a human heart.

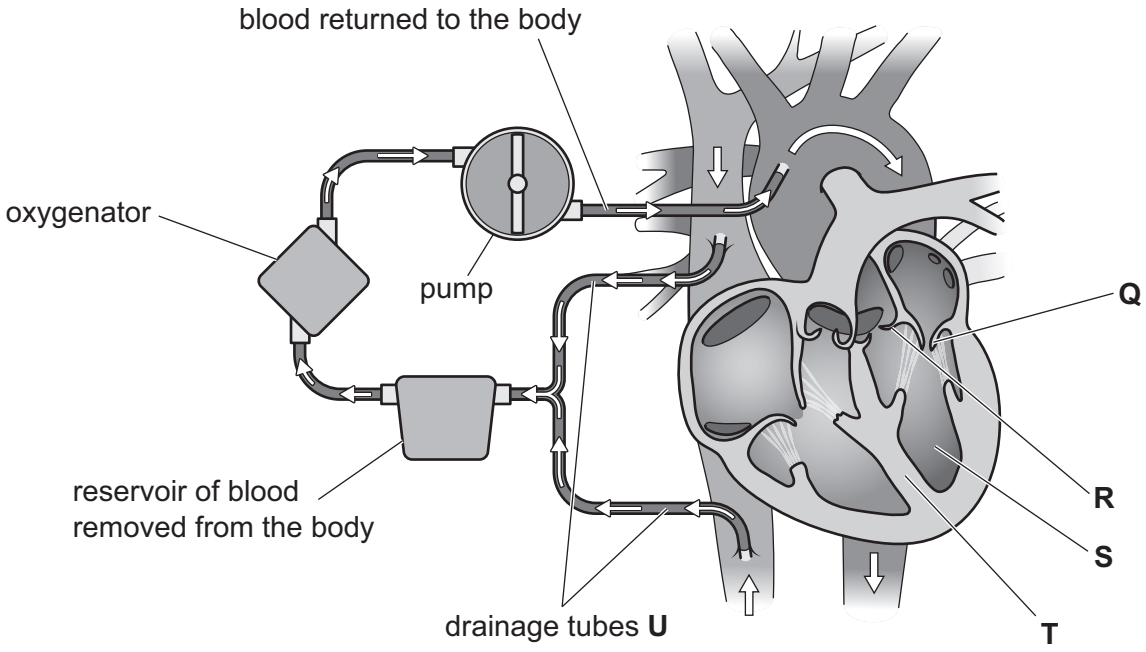


Figure 6.1

(a) (i) State the name of the heart structures labelled **Q**, **R** and **S** in Figure 6.1.

解：逐条追踪标线到端点，不以图外的字母位置代替端点。先看图右下方肌壁较厚的心腔，它把血送入通向身体的大动脉，因此是左心室。

Q 的线应追到图右侧心房与心室之间的瓣叶，而不是停在它经过的心房外缘。这是房室瓣，写 atrioventricular valve。它在心室收缩时关闭，防止血倒流回心房。

R 的线向左上方延伸，终点落在心室出口的小瓣叶上。这里连接心室与大动脉，所以是半月瓣，写 semilunar valve。它在心室舒张时防止动脉中的血倒流回心室，与 Q 所在的心房—心室入口位置不同。

S 的标线终点在上述图右下方的心室腔内，周围是较厚的肌壁，写 left ventricle。S 不是指向瓣膜，也不是仅因为它画在纸面右侧就叫右心室。

答案：Q atrioventricular valve；R semilunar valve；S left ventricle。图外的氧合器和泵属于手术辅助回路，本问要求命名的是 Q、R、S 三个心脏结构。

针对练习

1. （2024·February/March 0610/42 Q2(a)(ii)） · 2 级

Fig. 2.1 shows a cross-section of a human heart.

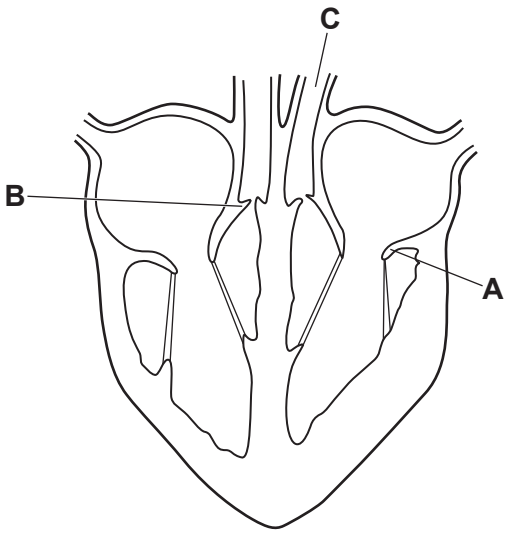


Fig. 2.1

(ii) State the names of the structures labelled **A** and **B** on Fig. 2.1.

2. （2022·May/June 0610/41 Q2(a)(iii)） · 2 级

Mammals have a double circulation.

Fig. 2.1 is a diagram of a section through the heart of a mammal. The arrows show the direction of blood flow through the heart and blood vessels.

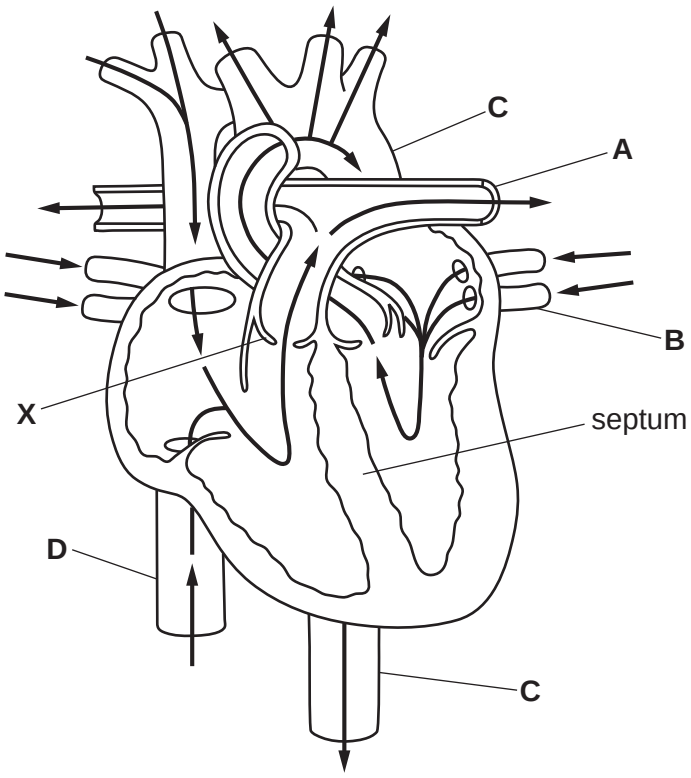


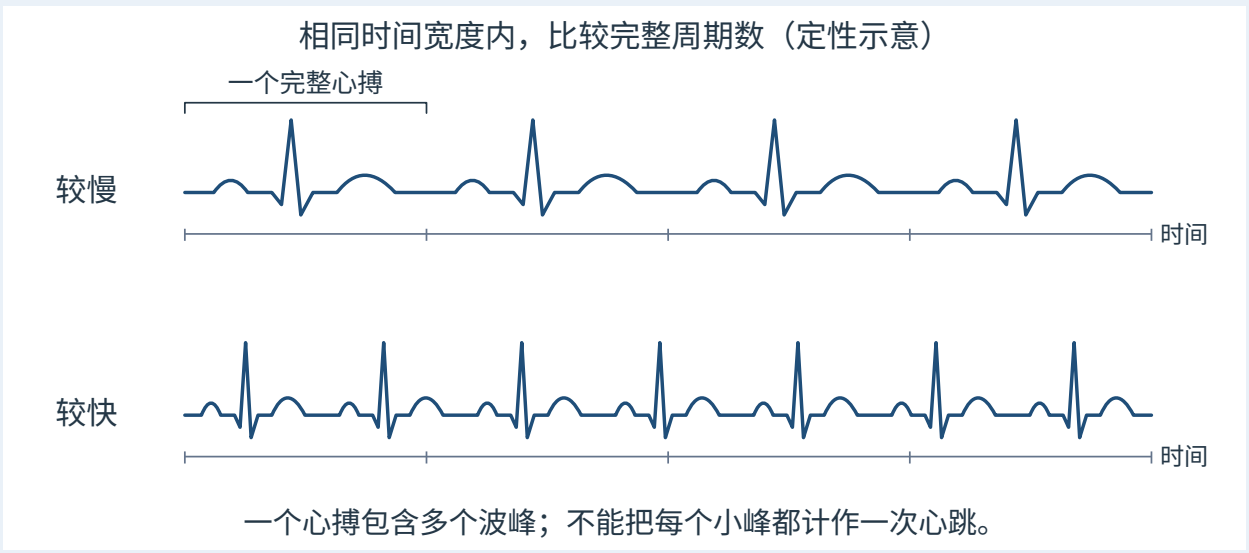
Fig. 2.1

(iii) Identify the structure labelled **X** in Fig. 2.1 **and** state its role in the heart.

题型 2：读取运动前后心率并解释供氧变化

知识点 把手指轻放在能摸到脉搏的位置，每一次搏动对应心脏把血推出的一次节律。心率是单位时间内的心搏次数，常用 beats per minute（次/分钟）表示。若 20 秒数到 24 次心搏，1 分钟是这段时间的 3 倍，心率就是 $24 \times 3 = 72$ 次/分钟。还可用听诊器听心音并计数；正常的一次心搏可听到两个主要心音，应把一组完整心音算作一搏，心脏活动也可用心电图 ECG 记录。

ECG 记录心脏的电活动。题图已标出 one heart beat 时，先认一个完整周期，再在相同时间宽度内比较周期数：周期越密，心率越高；相邻心搏间隔越长，心率越低。不要把一个周期内的每个小峰都当成一次心跳。



先认完整周期，再比较相同时间内出现多少次。

运动时肌肉收缩需要更多能量。细胞分解葡萄糖释放能量的过程叫呼吸，其中有氧呼吸需要氧；心率上升能增加血流，把氧和葡萄糖更快送到肌肉，并运走二氧化碳。

剧烈运动时若供氧不足，肌肉还可进行无氧呼吸并形成乳酸。运动停止后，身体仍需额外氧来处理乳酸，这种额外需氧与氧债有关；乳酸随血液运到肝处理。因此心率和呼吸频率不会总在停止运动的一刻立即恢复。读恢复曲线时，要分别确认哪条是心率、哪条是呼吸频率，并用各自纵轴。

相同时间宽度内，ECG 心搏越密，心率越 _____；恢复期继续供氧可帮助处理 _____。

答案：高；乳酸。

怎么认 看到 ECG 的重复周期，先比较相同时间内的次数；看到运动停止后的曲线，再解释继续供氧与恢复。

例题 1 （2025·February/March 0610/32 Q3(b)(i)） · 3 级

(b) The activity of the heart can be monitored using an ECG.

Fig. 3.2 shows the results of an ECG for a person who has been resting for 15 minutes.

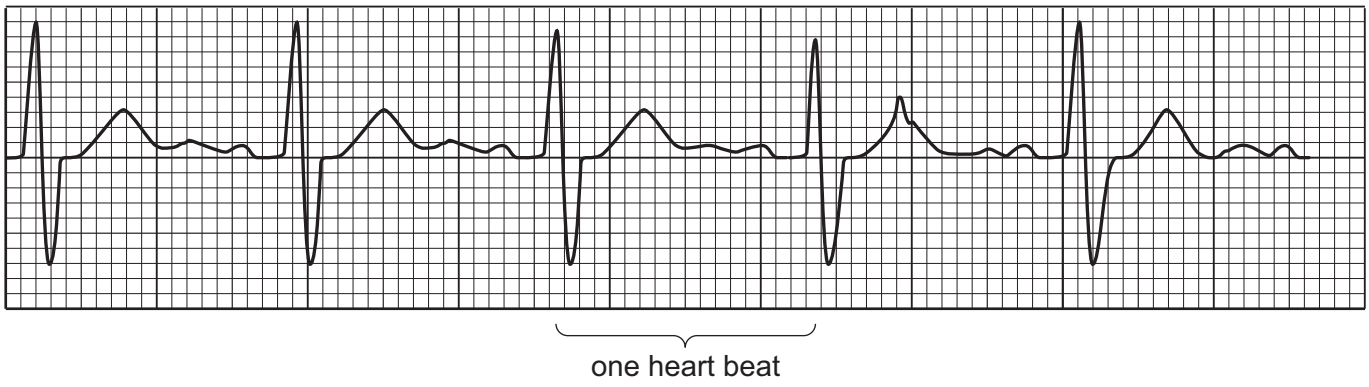


Fig. 3.2

Fig. 3.3 shows the results of ECGs for the same person:

- resting
- during vigorous physical activity
- one minute after physical activity
- one hour after physical activity.

(i) Draw lines to link each activity with its ECG. Draw **three** lines.

One has been done for you.

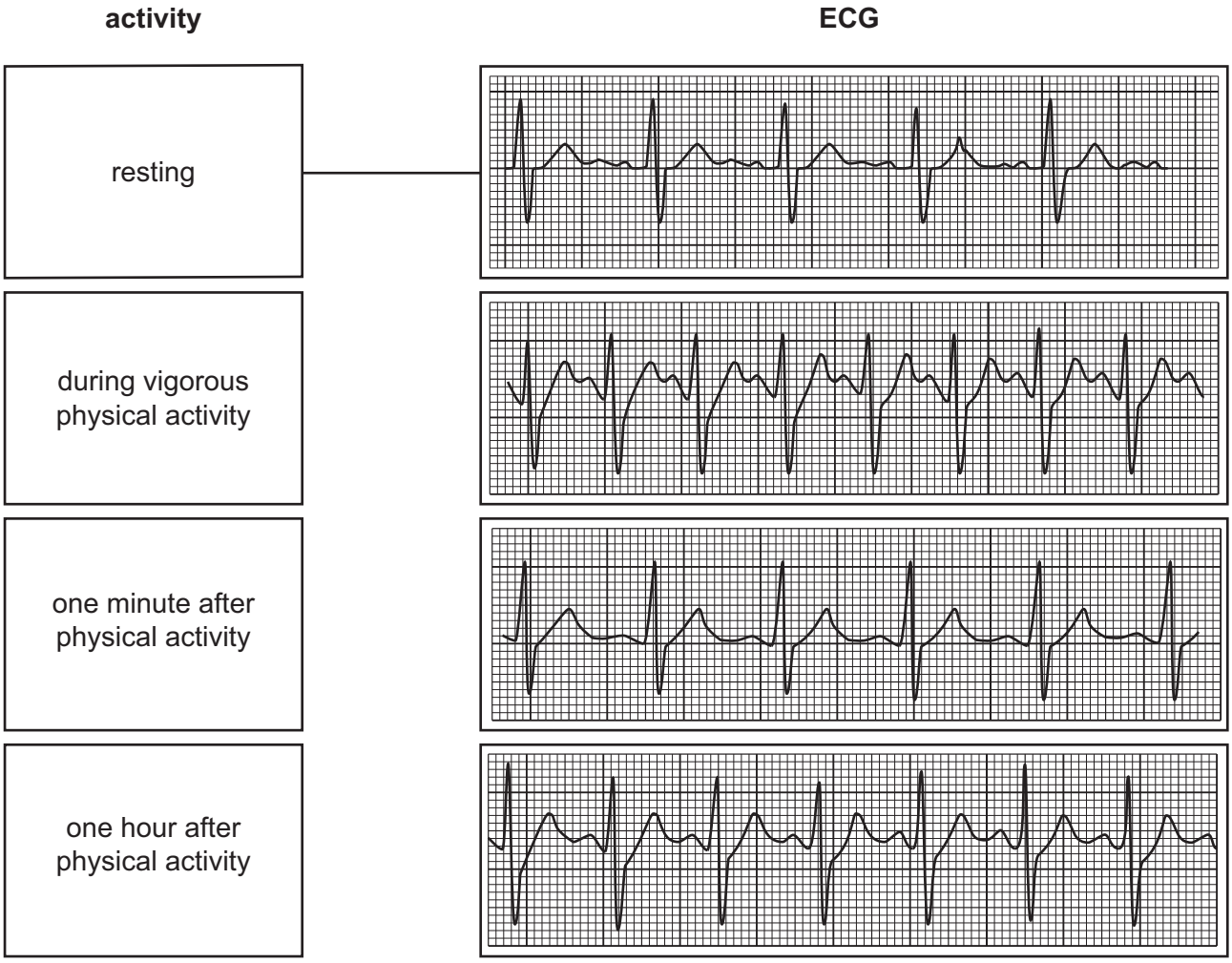


Fig. 3.3

解：先读 Fig. 3.2：题中标出的 one heart beat 是一个完整心搏周期。比较 Fig. 3.3 时，横向时间宽度相同，完整周期越密，单位时间内心跳越多。

右侧第 2 幅的心搏最密，对应 during vigorous physical activity。运动停止 1 分钟后，身体还在恢复，心率仍高于静息，因此连到第 4 幅。1 小时后最接近已给静息记录，因此连到第 3 幅。

完整连线结果：during vigorous physical activity → 右侧第 2 幅；one minute after physical activity → 第 4 幅；one hour after physical activity → 第 3 幅。resting → 第 1 幅是题目已完成的连线。

Fig. 3.3 shows the results of ECGs for the same person:

- resting
- during vigorous physical activity
- one minute after physical activity
- one hour after physical activity.

(i) Draw lines to link each activity with its ECG. Draw **three** lines.

One has been done for you.

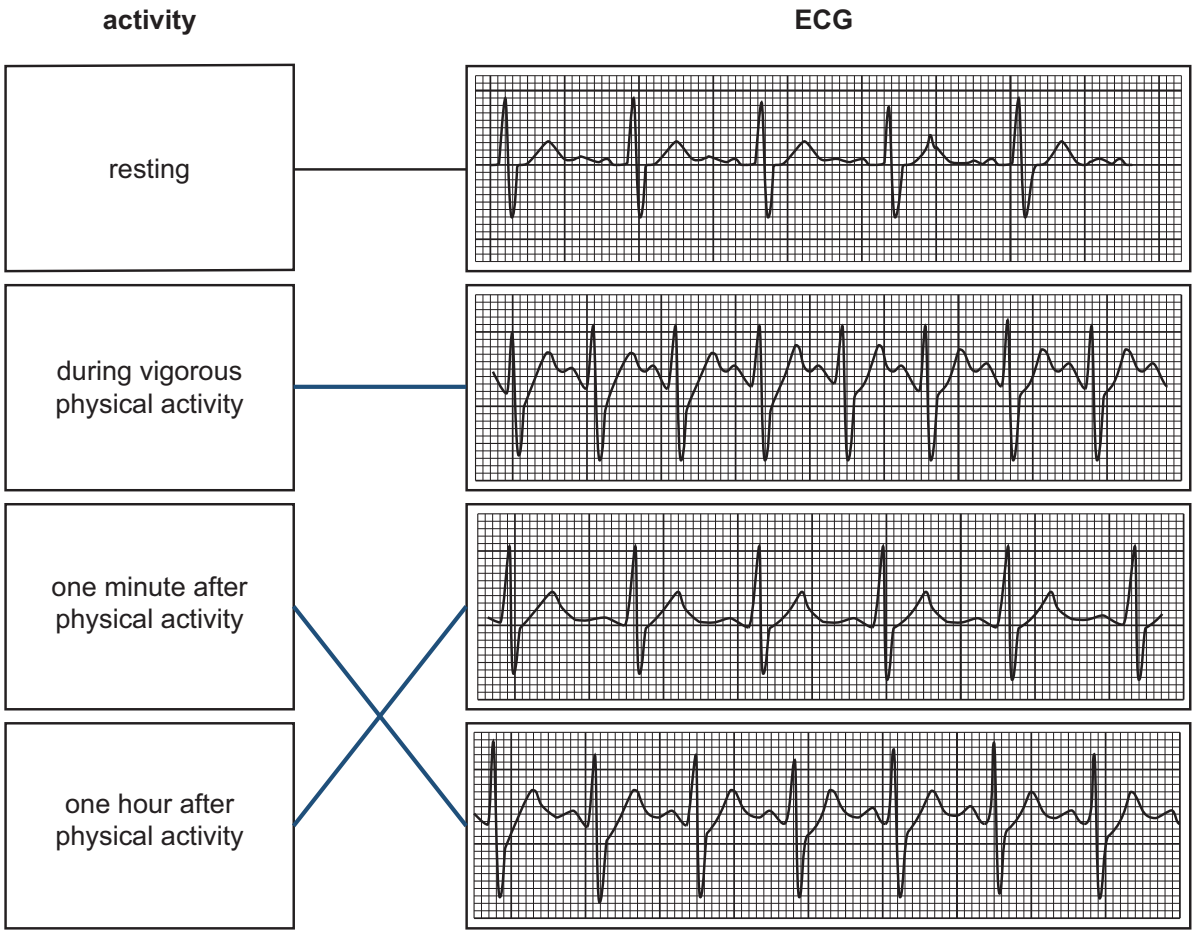


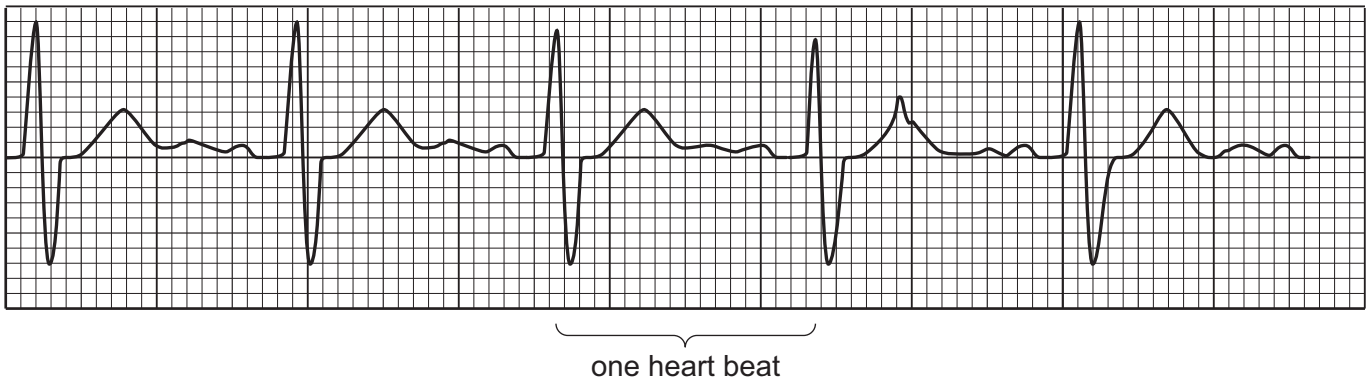
Fig. 3.3

把各活动连接到相应心电图。

例题 2 （2025·February/March 0610/32 Q3(b)(ii)） · 1 级

(b) The activity of the heart can be monitored using an ECG.

Fig. 3.2 shows the results of an ECG for a person who has been resting for 15 minutes.



(ii) State **two** other ways that the activity of the heart can be monitored.

解：题目问 two other ways，所以应给出 ECG 以外的两种办法。

第一种是数脉搏频率：触及脉搏后，在已知时间内计数，例如数 1 分钟的脉搏，得到每分钟搏动次数。第二种是用听诊器听心音并计数；一次心搏的成组心音作为一个周期。

可填写：1 counting the pulse rate；2 listening to the heart sounds using a stethoscope。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/43 Q4(b)(i)） · 4 级

(b) Fig. 4.2 shows the effect of exercise on heart rate.

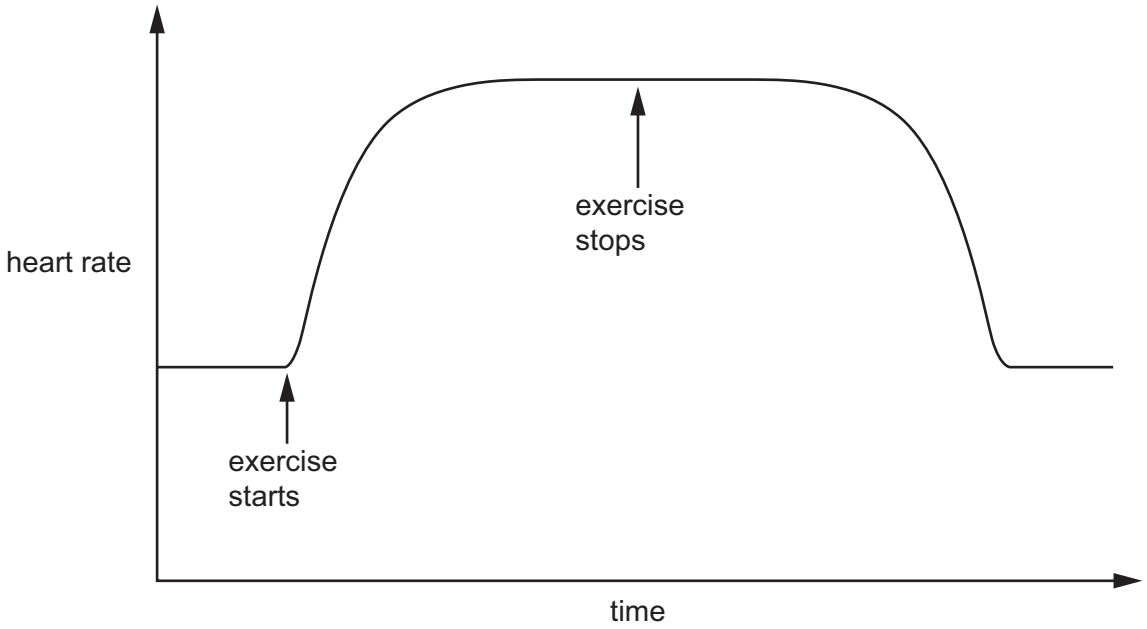


Fig. 4.2

(i) Explain the effect of exercise on heart rate shown in Fig. 4.2.

2. （2024·October/November 0610/43 Q4(b)(iii)） · 4 级

Human muscle cells use anaerobic respiration during vigorous exercise.

(b) An athlete runs a race which lasts 60 seconds.

Fig. 4.1 shows the heart rate and breathing rate of the athlete during the race and as he recovers after the race.

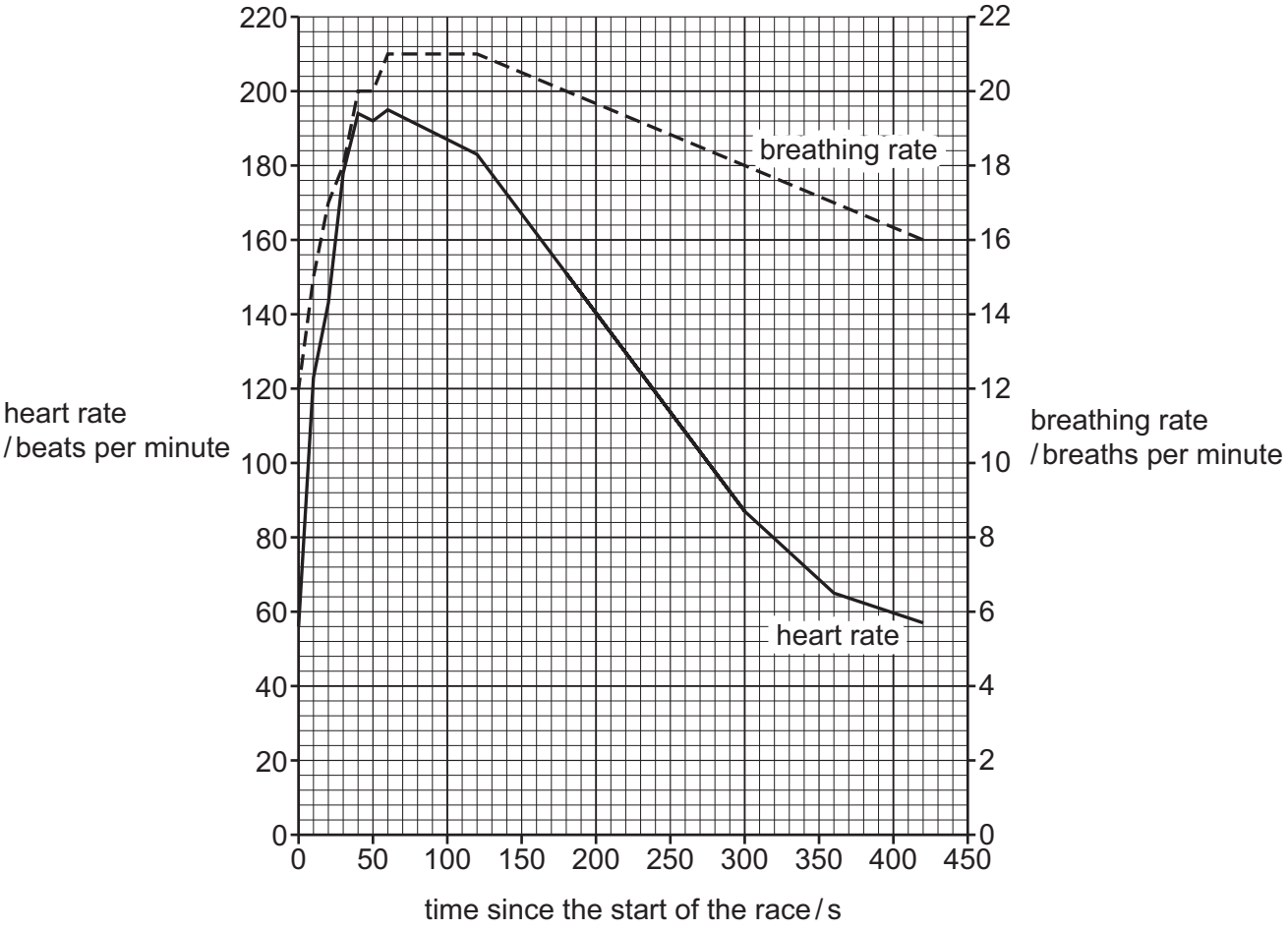


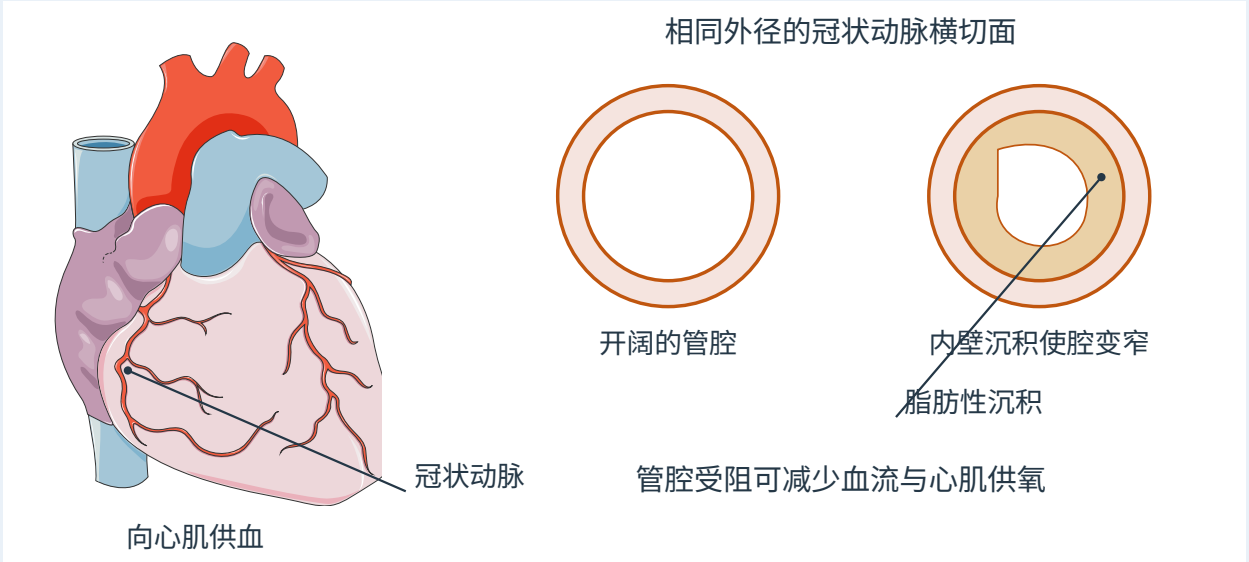
Fig. 4.1

(iii) Explain the results shown in Fig. 4.1 from 60 seconds until 420 seconds.

题型 3：判断冠心病风险并解释血供受阻

知识点 心脏不停收缩，心肌细胞也需要血液供应氧和葡萄糖。专门向心肌供血的是冠状动脉，它们由主动脉附近发出并在心脏表面分支。看心脏外观图时，先找贴着表面走的小分支，不能把所有进出心脏的大血管都叫冠状动脉。

冠状动脉壁内脂肪性沉积逐渐增多，可使管腔变窄，甚至形成阻塞。流向某部分心肌的血减少，供氧不足，影响心肌通过有氧呼吸释放能量，也会影响其收缩。这是冠心病的重要机制。



左图定位冠状动脉，右图比较其管腔变化。心脏底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

风险因素包括吸烟、缺乏运动、高饱和脂肪饮食、长期压力以及年龄增加、遗传倾向和生物学性别。风险因素表示患病机会增加，并不表示有一个因素就必然患病。规律运动和改善饮食可降低部分可改变风险，但年龄、遗传倾向和生物学性别不属于当天能选择改变的行为。比较风险时，应把这些因素与吸烟、运动和饮食等可改变因素分别辨认。

列举时写清不同因素；题干已经给出缺乏运动，又问 other factors，就应从其余因素中选择。冠心病主要涉及向 _____ 供血的 _____。

答案：心肌；冠状动脉。

怎么认 心脏外表面分支血管用来定位冠状动脉；风险题逐项检查增加还是降低风险，并注意 other。

例题 1 （2024·October/November 0610/22 Q19） · 2 级

Which factors increase the risk of developing coronary heart disease?

1 increased age
2 regular exercise
3 smoking
4 stress

A 1, 2 and 3　　**B** 1, 2 and 4　　**C** 1, 3 and 4　　**D** 2, 3 and 4

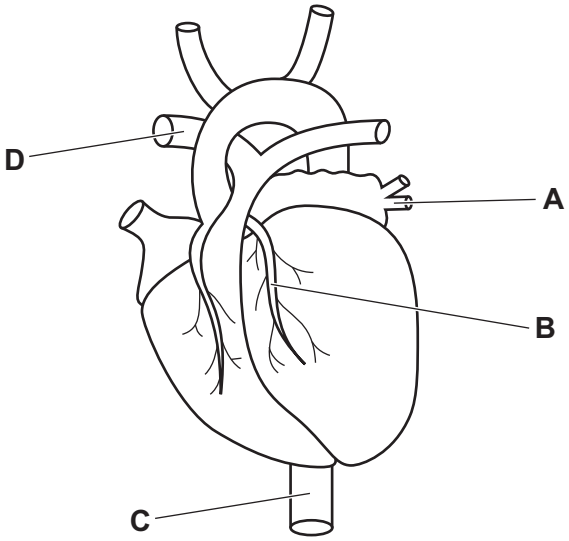
解：逐项判断风险方向。1 年龄增加会提高冠心病风险；2 规律运动通常有助于降低风险，所以不能选；3 吸烟提高风险；4 长期压力也会提高风险。

正确组合是 1、3 和 4，对应 **C**。注意题目问增加风险，不能因为运动与心脏健康有关，就把规律运动也列进去。

例题 2 （2024·May/June 0610/21 Q20） · 2 级

The diagram shows the external structure of the human heart.

Which part is blocked in coronary heart disease?



解：冠心病中的受阻血管是向心肌本身供血的冠状动脉。它沿心脏外表面分支，不是把血送往肺或由身体送回心脏的大血管。

从字母沿标线追到终点，B 指向心脏表面分支的血管，所以答案是 **B**。冠状动脉变窄会减少心肌的供氧，影响心肌正常收缩。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/31 Q4(b)） · 1 级

(b) Blockages in the coronary arteries can lead to coronary heart disease.

State **three** risk factors for coronary heart disease.

2. （2025·October/November 0610/43 Q4(b)(ii)） · 2 级

(ii) A lack of exercise can increase the risk of coronary heart disease.

State **three** other factors that can increase the risk of coronary heart disease.

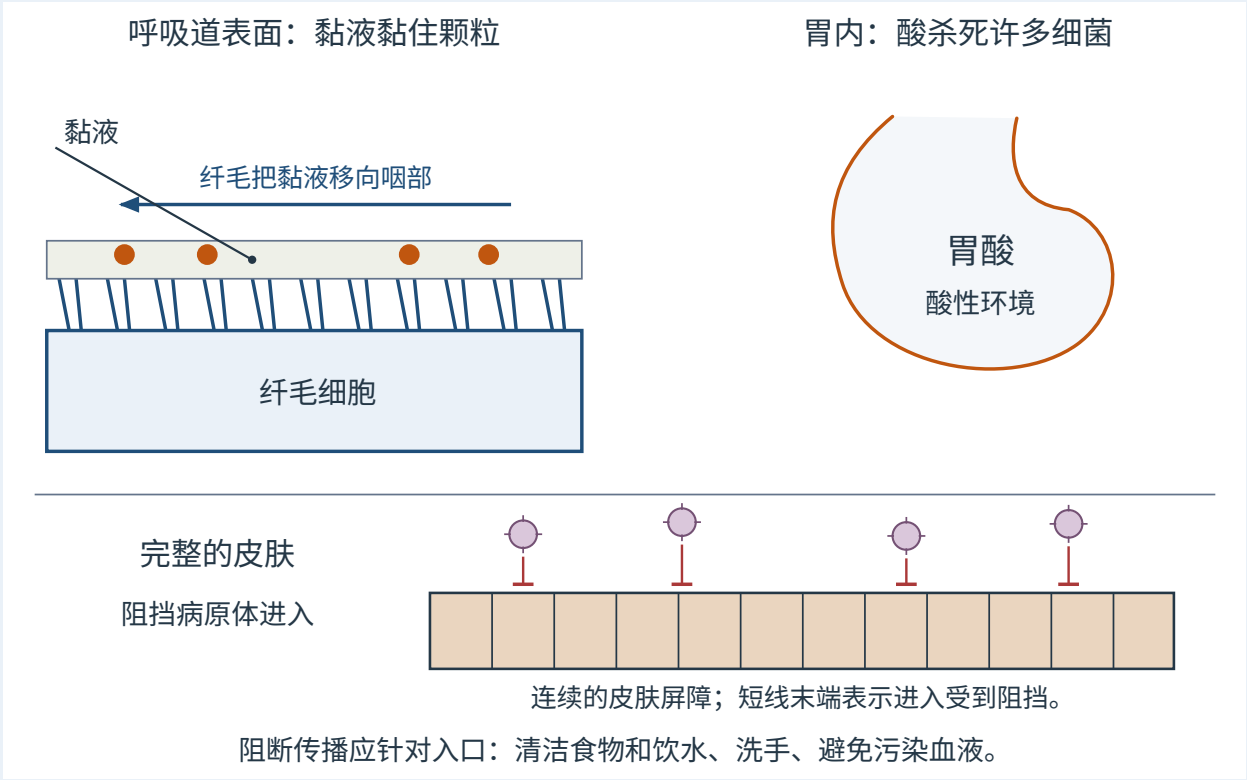
疾病与免疫

10.1 传播与防御

题型 1：判断病原体传播途径与阻断措施

知识点 病原体是能引起疾病的生物或病毒。传染病 transmissible disease 是其病原体能从一个宿主传播到另一个宿主的疾病；宿主指病原体寄生或生活的生物。它们可经空气、食物和水、污染的物体表面或人与人的直接接触传播。食物和水或受污染表面常构成间接传播；含病原体的血液直接进入另一人的身体，可属于直接接触传播。要按实际进入途径判断，不能只看是否出现“污染”一词。

完整的皮肤构成物理屏障，阻挡病原体进入身体；皮肤破损时，屏障出现缺口。黏液能黏住灰尘和病原体，胃酸能杀死许多随食物进入的细菌，二者都属于身体防御。红细胞主要运输氧，不是这类防御结构。能够防御的所列物质是黏液与 _____。



黏液先黏住颗粒，纤毛再移走黏液；胃酸在食物进入途径上发挥作用。

阻断传播应针对对应途径。处理生食前后洗手、分开处理生熟食、覆盖食物可降低食物污染风险；只在饭后洗手不能替代处理食物前的清洁。HIV 可通过性接触中的体液以及受污染血液传播，使用安全套可降低性传播风险；清洁饮水和污水处理主要针对水传播疾病，不能替代针对 HIV 传播途径的措施。生活垃圾妥善处理、污水与饮水分开并经过处理，可减少病原体从排泄物重新进入饮水或食物；保持个人卫生、清洁食物接触面也能减少手或物体把病原体送到口中。每项措施都要接到它切断的具体传播路线。

答案：胃酸

怎么认 先判断病原体从哪里进入身体，再选阻断相同路径的措施。区分直接的体液接触与食物、水或表面间接传播；身体防御题另核对黏液黏附与胃酸杀菌功能。

例题 1 （2025·May/June 0610/12 Q19） · 2 级

How can the spread of disease be prevented?

A leaving food uncovered

B only washing hands after meals

C using the same equipment to prepare raw and cooked food

D washing hands before and after handling raw food

解：处理生食前洗手可防止把手上的病原体带到食物，处理后洗手可减少生食病原体继续传播。食物敞放、生熟食共用器具和只在饭后洗手都不足以防止交叉污染，故选 D。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/11 Q24） · 1 级

Which type of pathogen transmission is by direct contact?

A contaminated air

B contaminated blood

C contaminated food

D contaminated surfaces

2. （2025·February/March 0610/12 Q19） · 2 级

Which substances act as body defences?

1 mucus

2 red blood cells

3 stomach acid

A 1 and 2 **B** 1 and 3 **C** 2 and 3 **D** 3 only

3. （2025·May/June 0610/11 Q31） · 2 级

What can reduce the transmission of HIV?

A clean water supplies

B hygienic food preparations

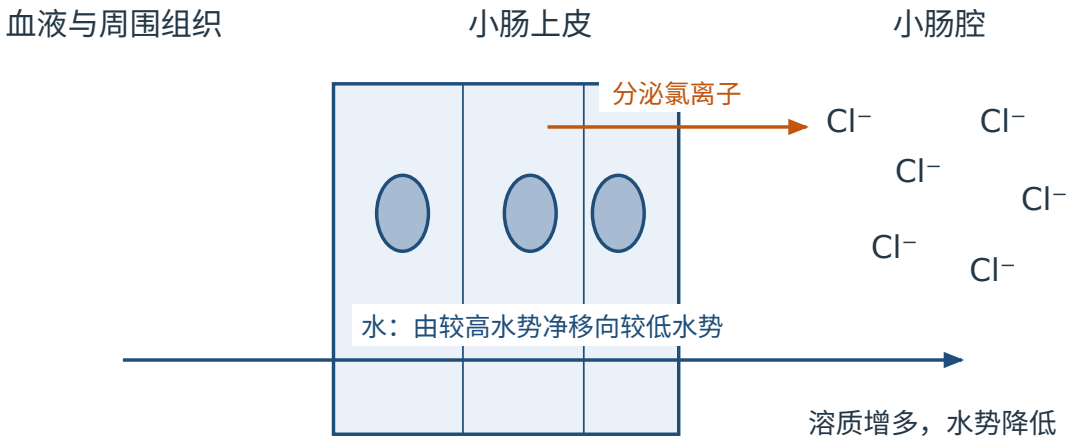
C use of condoms

D sewage treatment

题型 2：由离子与水势解释霍乱引起的失水

知识点 霍乱可经受霍乱细菌污染的饮水传播。带病原体的排泄物污染水源，其他人饮用未经适当处理的水后，细菌可到达其肠道；因而清洁饮水与污水处理能切断这条途径。

霍乱细菌在肠道内产生毒素，使氯离子分泌到小肠腔内，也就是食物通过的管内空间。小肠腔内溶质增多，水势降低，血液与周围组织中的水因而通过渗透净移入肠腔。肠腔中的水大量经肛门排出，形成水样腹泻，使身体丢失大量水和离子，可能造成脱水和离子失衡。



肠腔中水和离子随腹泻排出，造成脱水与离子失衡。

先看氯离子去向，再比较水势，最后判断水的净移动。

判断这一变化时，按离子、水势、水三个环节追踪：氯离子进入 _____，使那里的水势 _____，水随之净进入。不要把“进入小肠腔”与“进入血液”混为一谈；大量肠腔水排出身体也不等于水已经回到血液。这条因果链使用的是渗透规则：水由较高水势向较低水势净移动。题目只给毒素和水的去向时，仍可从这条链判断血液到肠腔的方向；题目给三列表格时，要让离子去向、水势改变与排水量变化同时一致。

答案：小肠腔；降低

怎么认 从毒素导致氯离子进入肠腔起步，逐步判断溶质增加、水势下降、水净进入与腹泻失水增加。每一步都检查移动方向，不把肠腔和血液互换。

例题 1 （2025·May/June 0610/23 Q17） · 4 级

Which row shows the effects of cholera on the human body?

	movement of chloride ions	effect of a build-up of chloride ions on water potential	effect on volume of water leaving the body through the anus
A	into blood	decreases	increases
B	into blood	increases	decreases
C	into small intestine	decreases	increases
D	into small intestine	increases	decreases

解：氯离子移入小肠腔而非血液，使肠腔水势降低，水因渗透大量进入肠腔，经肛门排出的水量增加。三列依次为 into small intestine、decreases、increases，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/21 Q17） · 1 级

Cholera is a disease caused by a bacterium called *Vibrio cholerae* which produces a toxin in the infected person's gut.

What is the effect of this toxin?

A The toxin causes loss of water from the gut into the blood.

B The toxin causes loss of water from the gall bladder into the blood.

C The toxin causes water to enter the gut from the blood.

D The toxin causes water to enter the gall bladder from the blood.

2. （2026·February/March 0610/22 Q17） · 4 级

The cholera bacterium produces a toxin that causes the secretion of chloride ions into the small intestine.

Which statement describes the consequence of this?

A The water potential in the small intestine decreases, so water moves into the small intestine.

B The water potential in the small intestine decreases, so water moves out of the small intestine.

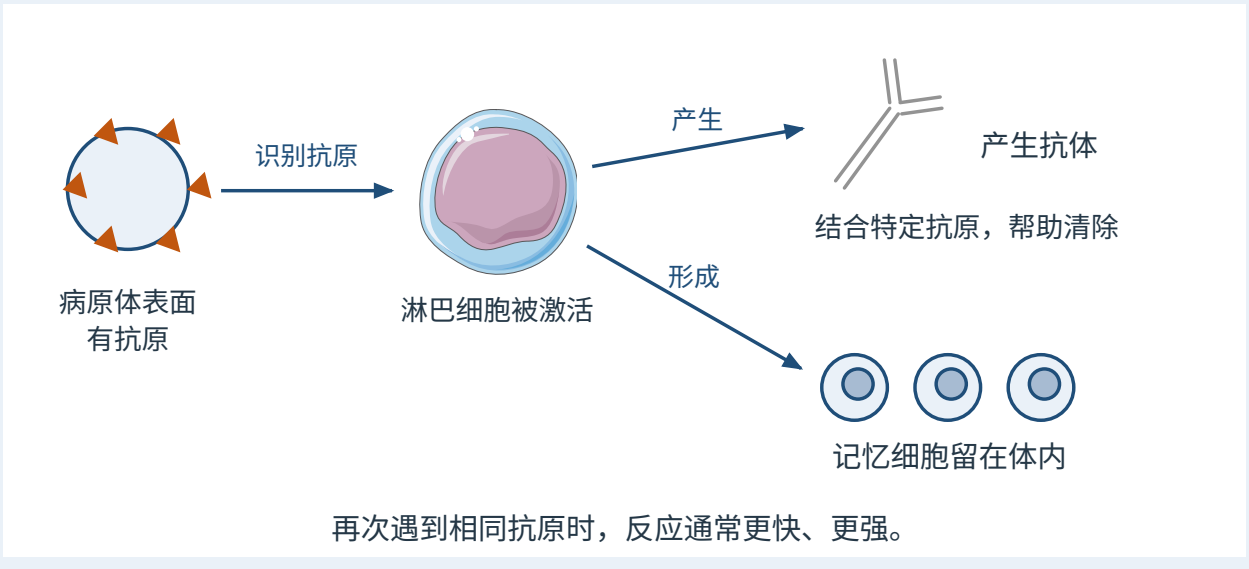
C The water potential in the small intestine increases, so water moves into the small intestine.

D The water potential in the small intestine increases, so water moves out of the small intestine.

10.2 免疫反应

题型 1：区分抗原、抗体、记忆细胞与免疫类型

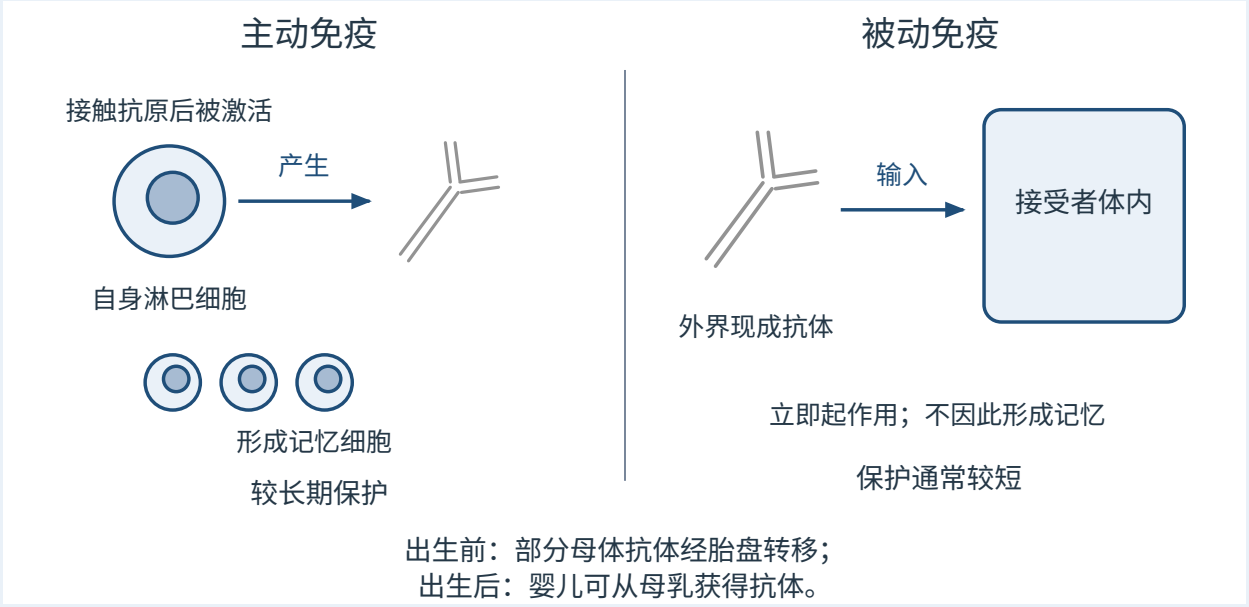
知识点 病原体表面的抗原可被免疫系统识别，刺激淋巴细胞产生与它相对应的抗体。抗体能与特定抗原结合，帮助中和病原体或把它们标记出来，使吞噬细胞更容易吞入并清除。抗原是被识别的标志，抗体是身体产生的防御蛋白质，不能互换。



分清抗原、抗体和记忆细胞的作用。底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

主动免疫中，身体自己对抗原作出反应并产生抗体，同时可形成记忆细胞。以后再次遇到相同抗原，反应更快、更强，因此记忆细胞提供较长期保护。疫苗使身体接触抗原并启动这一反应，所以接种疫苗获得的是 _____ 免疫。

被动免疫是直接从外界获得现成抗体，例如部分母体抗体在出生前通过胎盘到达胎儿，出生后婴儿也可从母乳获得抗体。胎盘是母胎之间进行物质交换的结构；这里转移的是已经形成的抗体，不是让胎儿先接触病原体后自己制造。现成抗体能立即起作用，却不会因此替婴儿形成针对该次输入的记忆细胞，保护通常较短。能够转移给他人并立即提供保护的是抗体；留在体内支持长期反应的是记忆细胞。



比较受保护者的抗体从何而来、是否建立记忆。抗体底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

看流程图时，从每个方框的功能反推对象：先被检测的是抗原；参与结合和中和的是抗体；吞入病原体的是吞噬细胞；与长期免疫有关的是记忆细胞。先确定功能，再按表格列序填字母，不能把流程图字母出现顺序当作答案顺序。

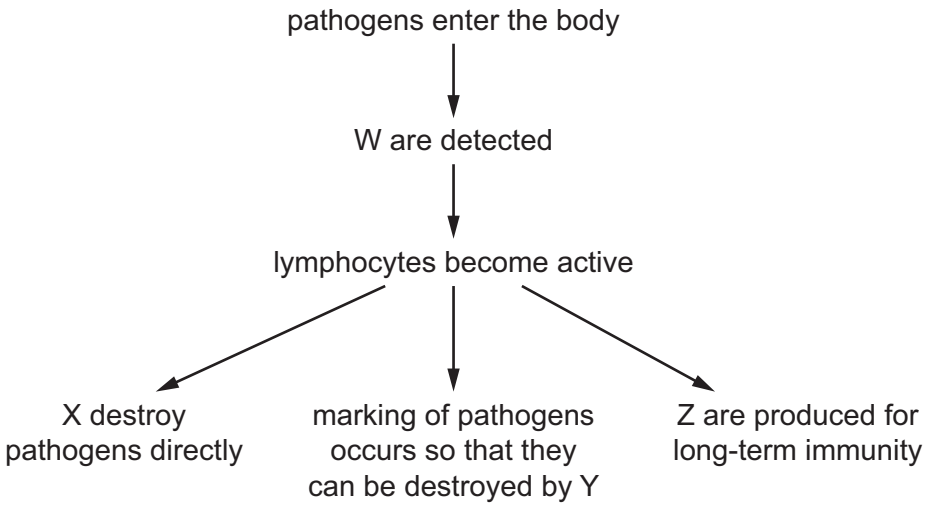
接种疫苗是让身体安全接触病原体抗原的一种方式。疫苗可以含已杀死或减弱的病原体，或其抗原成分。抗原启动特异性免疫反应，使身体产生抗体和记忆细胞；以后遇到相同抗原时能较快反应。若人群中有较多人获得保护，病原体从一个人传给下一人的机会减少，传播链较难维持。

答案：主动

怎么认 先分清识别标志、结合防御、吞噬清除和长期记忆分别对应什么。身体自己响应抗原为主动免疫，直接得到现成抗体为被动免疫；看图按功能而非字母次序匹配。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q16） · 3 级

The diagram shows what happens in the body during active immunity.



Which structures or cells represent W, X, Y and Z?

	antibodies	antigens	memory cells	phagocytes
A	W	X	Y	Z
B	W	X	Z	Y
C	X	W	Y	Z
D	X	W	Z	Y

解：W 是被检测的抗原；淋巴细胞产生 X 抗体，抗体可直接中和病原体或作标记；Y 为清除已标记病原体的吞噬细胞；Z 为提供长期免疫的记忆细胞。按表格列序“抗体、抗原、记忆细胞、吞噬细胞”依次填 X、W、Z、Y，故选 D。

例题 2 （2024·October/November 0610/41 Q3(d)） · 3 级

(d) Vaccination can help to prevent the spread of diseases such as cholera.

Outline the process of vaccination and explain how it can prevent the spread of diseases.

解：疫苗使身体接触病原体的抗原，例如来自已杀死或减弱的病原体的抗原。抗原刺激免疫反应，淋巴细胞产生相应抗体；抗体与互补的特定抗原结合，帮助清除病原体。

这一反应还形成记忆细胞，因此属于主动免疫。以后遇到相同抗原时，身体能更快、更强地产生抗体，较早控制感染，提供较长期保护。

若许多人接种，感染者把病原体传给易感者的机会减少，人际传播链较难维持，从而减少疾病传播。答案要同时写“接种者体内发生什么”和“为什么人群传播减少”，不能只写疫苗让人不生病。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/22 Q19） · 2 级

Three statements about immunity are listed.

1 The transfer of antibodies from mother to baby in breast milk is an example of passive immunity.

2 Passive immunity results in long-term immunity because of the production of memory cells.

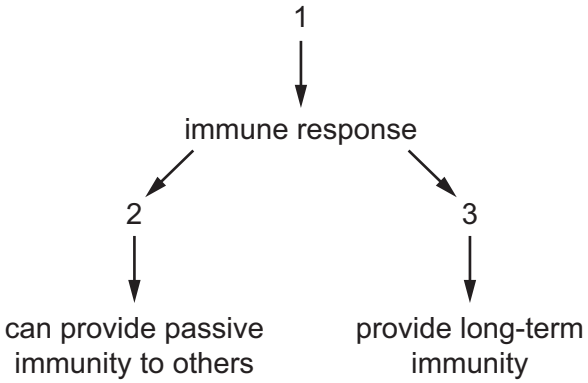
3 Active immunity is gained after vaccination with antigens.

Which statements are correct?

A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 1 and 3 only **D** 2 and 3 only

2. （2025·February/March 0610/22 Q17） · 2 级

The diagram shows the effect of vaccination on the human body. Three components in the diagram are represented by numbers.



Which components are memory cells?

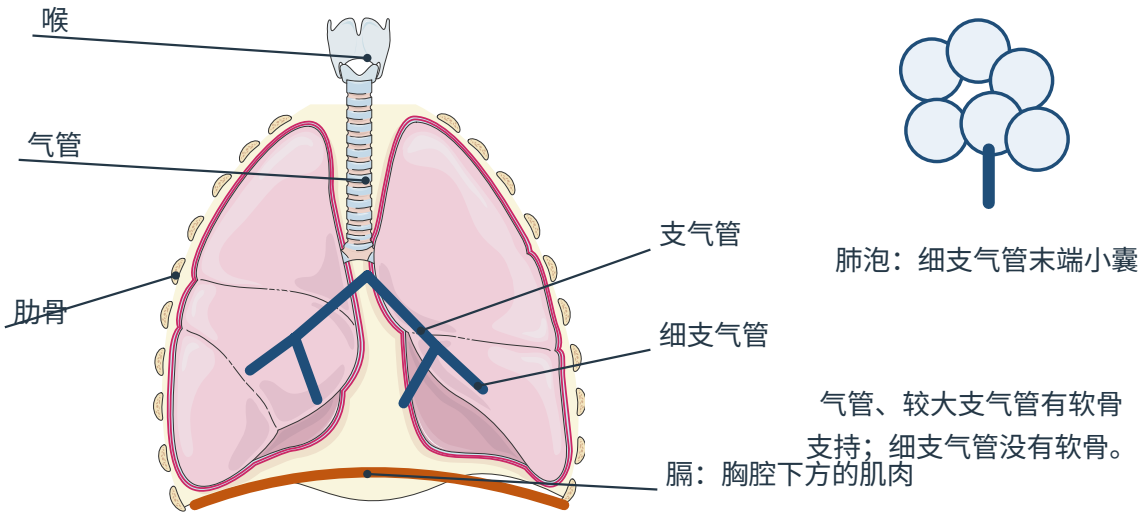
A 1 only **B** 2 and 3 **C** 2 only **D** 3 only

人体气体交换

11.1 呼吸系统结构

题型 1：依据气道层级、标线和功能辨认呼吸系统结构

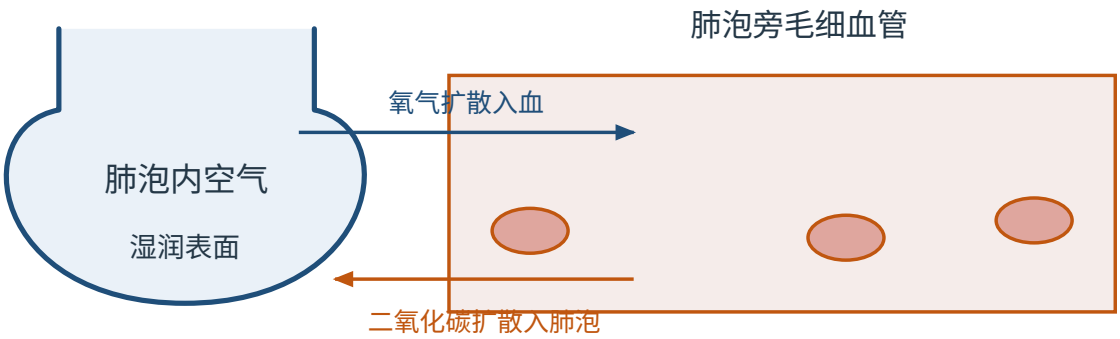
知识点 吸入的空气依次经过喉（larynx）、气管（trachea）、支气管（bronchus）、细支气管（bronchiole），最后到达肺泡（alveoli）。喉位于气管上端，也参与发声；气管向下，在进入两肺时分成支气管；支气管在肺内继续分成更细的细支气管。肺泡是细支气管末端一簇簇的小囊，不是另一根大气管。bronchi 是 bronchus 的复数，bronchioles 是 bronchiole 的复数。



沿气道分支追踪空气；肺内分支为位置示意。肺底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

读标线时，从字母沿线一直追到端点，再看端点所在结构。线可能从一簇肺泡旁穿过，最后却指向细管，不能把它经过的第一个结构当作答案。先找到气管这根主干，再沿第一次分叉找支气管，继续沿肺内细分支找细支气管，最后辨认末端小囊；不靠字母在图中高低或左右的位置判断。

气管和较大的支气管有软骨（cartilage）支持，防止管壁在呼吸时塌陷。细支气管没有软骨。鼻中的鼻毛（hairs in the nose）可阻挡吸入空气中的颗粒；气管、支气管和部分细支气管内壁的纤毛（cilia）摆动，把黏液及其黏住的颗粒向外移走。软骨负责支持，纤毛负责移动黏液，两种结构的作用不同。肺泡则是氧气和二氧化碳在空气与血液之间交换的部位。大量肺泡提供较大的总表面积；肺泡壁和紧邻毛细血管的壁都很薄，缩短扩散距离。肺泡内氧浓度较高，氧净扩散入血；到达肺部的血中二氧化碳较多，二氧化碳净扩散入肺泡。血流和持续通气帮助维持浓度差。



两种气体沿各自浓度梯度在肺泡与血液间交换。

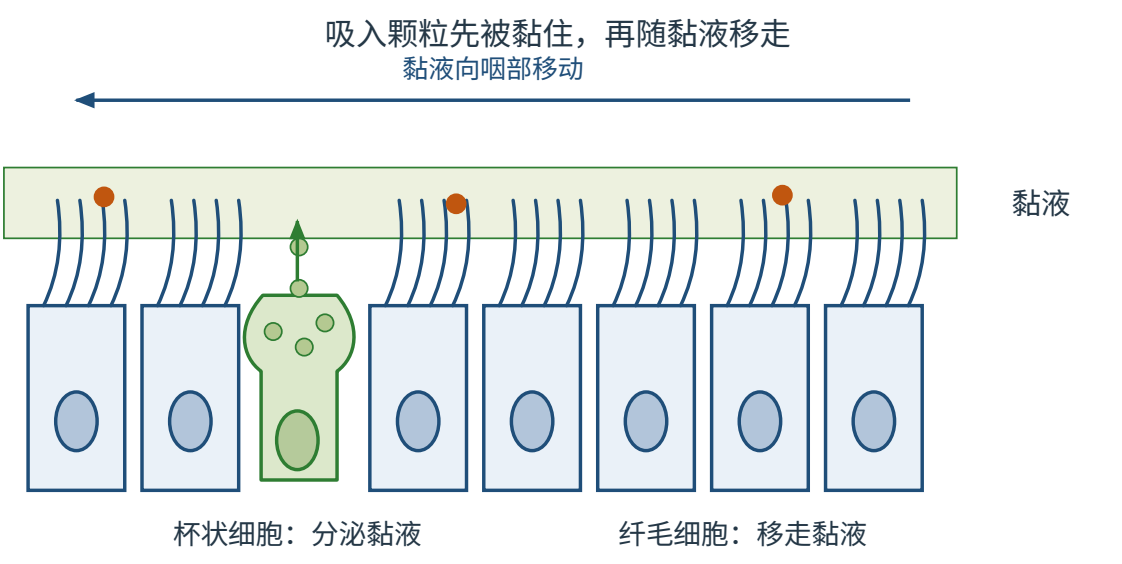
胸廓外侧一根根弯曲的骨是肋骨（ribs），可保护肺免受机械损伤。相邻肋骨之间是肋间肌（intercostal muscles）；外肋间肌（external intercostal muscles）收缩，可使肋骨向上、向外移动。胸腔下方弧形的肌肉是膈（diaphragm），它收缩时变平、向下移动。吸气时这些运动使胸腔容积增大，肺内气压降低，空气流入。因此“保护肺”对应骨骼，“收缩使胸腔气压降低”对应参与通气的肌肉。

结构与功能表可以从任一已知项出发。若给出“防止气道塌陷”，先想到软骨，再找图中有软骨支持的气道；若给出“膈”，先找胸腔底部的弧形肌肉，再写收缩时增大胸腔容积、降低气压的作用。最后检查名字、功能和标线是否指向同一对象。

若横轴为距喉的距离，纵轴为管腔相对直径，较近且较粗的结构更可能是有软骨的大气道；较远且较细、连接肺泡的结构更可能是细支气管。先同时读取两个坐标，再匹配支持结构。

维持气管开放的重要结构是 _____；肺内末端承担气体交换的小囊是 _____。

杯状细胞（goblet cells）分泌黏液，黏住吸入的灰尘和病原体；纤毛细胞（ciliated cells）的纤毛摆动，把黏液向咽部移动。两类细胞互相配合，一个提供能黏住颗粒的物质，一个负责移动它。肺泡壁、毛细血管壁薄可缩短扩散距离，大量肺泡提供大表面积，湿润表面、充足血流与通气共同利于气体交换。



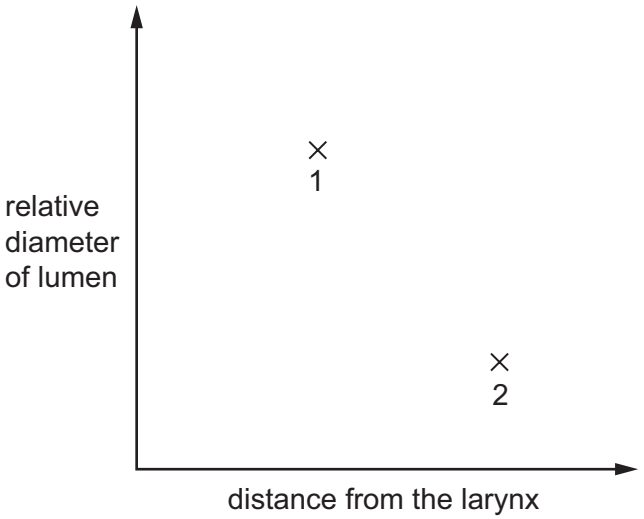
杯状细胞的分泌物与邻近纤毛的摆动配合，持续清除颗粒。

答案：软骨；肺泡

怎么认 沿字母标线追到端点，按气管主干、第一分支、细分支和末端小囊辨认层级，再用支持、清除、保护、收缩或气体交换功能核对。坐标图同时读取距喉距离与管腔大小。

例题 1 （2025·May/June 0610/23 Q18） · 3 级

The plotted points, 1 and 2, on the graph show two different types of structure in the breathing system of a human.



Which row identifies a structure attached to alveoli and a structure containing cartilage?

	a structure attached to alveoli	a structure containing cartilage
A	1	1
B	1	2
C	2	1
D	2	2

解： 1 距喉较近、管腔较大，符合含软骨的较大气道；2 距喉较远、管腔较小，符合直接通往肺泡的细支气管。因此“连接肺泡、含软骨”两列依次为 2、1，故选 C。

例题 2 （2022·October/November 0610/41 Q6(a)(i)） · 3 级

(a) Fig. 6.1 shows part of the human gas exchange system.

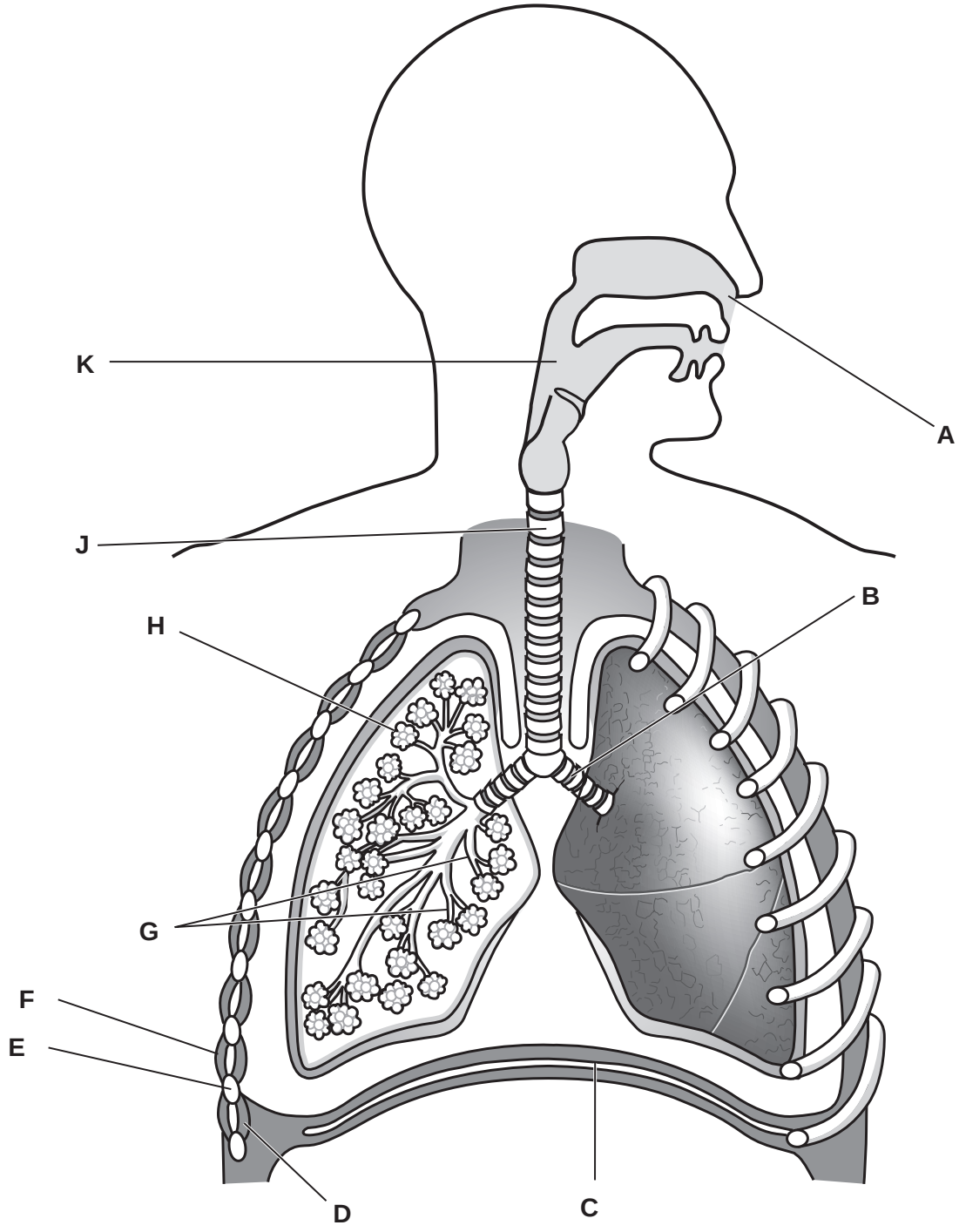


Fig. 6.1

(i) Table 6.1 shows the names of some parts of the human gas exchange system, their functions and the letters in Fig. 6.1 that identify the parts.

Complete Table 6.1.

Table 6.1

function	name of the structure	letter in Fig. 6.1
	hairs in the nose	**A**
prevents collapse of the airway		
contracts to decrease the pressure in the thorax		**F**
	diaphragm	
protects the lungs from mechanical damage		
contains cilia to move mucus out of the airway		
site of gas exchange	alveoli	

解：先读表中已有的名字或功能，再逐根追踪图 6.1 的标线。不要因为字母靠近一簇小囊就认作肺泡：H 的标线止于末端小囊簇；G 的两根标线止于通向小囊的细管，因此 H 是肺泡，G 是细支气管。

按表中顺序补全：

1. 鼻毛（hairs in the nose），A：阻挡颗粒进入气道，也可对部分病原体形成机械屏障。
2. 防止气道塌陷：软骨（cartilage）；字母可写 J 或 B。J 指气管，B 指支气管，两处都有软骨支持。
3. 收缩以降低胸腔内气压，F：外肋间肌（external intercostal muscles）。它位于肋骨之间，收缩使肋骨上移、外展。
4. 膈（diaphragm），C：收缩时变平，使胸腔容积增大、气压降低。
5. 保护肺免受机械损伤：肋骨（ribs）或肋骨架（rib cage），E。
6. 具有纤毛，将黏液移出气道：可写气管（trachea），J；也可写与图中字母相配的支气管（bronchi），B，或细支气管（bronchiole），G。结构名称与字母必须成对一致。
7. 气体交换的部位，肺泡（alveoli）：H。

骨骼的保护、软骨的支持、肌肉的收缩、纤毛的清除和肺泡的交换各有不同作用；不能用“帮助呼吸”一词替代具体功能。

例题 3 （2024·October/November 0610/32 Q8(a)(i)） · 1 级

(a) Alveoli are the gas exchange surfaces in humans.

(i) State **two** features of gas exchange surfaces in humans.

解：可以选择两个不同特征：large surface area 和 thin surface。

大量肺泡使总交换面积大；肺泡壁和毛细血管壁薄，使气体扩散的距离短。题目要求两个特征，正式填写“大表面积”和“薄”即可。

例题 4 （2024·October/November 0610/42 Q2(a)(iii)） · 1 级

(iii) State the names of **two** types of cells responsible for protecting the breathing system from particles.

解：第一类是杯状细胞（goblet cells），分泌能黏住颗粒的黏液。第二类是纤毛细胞（ciliated cells），其纤毛摆动，把黏液及其黏住的颗粒向咽部移动。

填写 goblet cells 和 ciliated cells，次序可以交换。软骨有支持作用，但它不是题目所问的这两种清除颗粒的细胞。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/22 Q18） · 1 级

What helps to keep the trachea open during breathing?

A cartilage

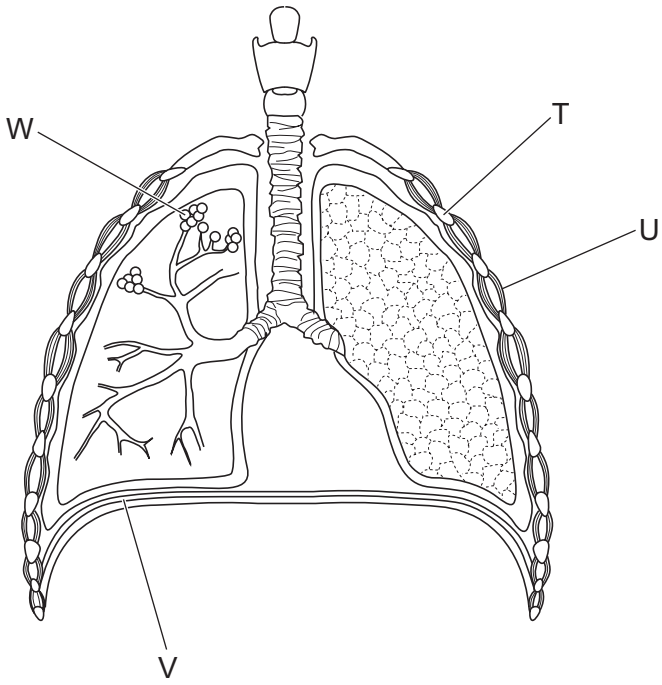
B cilia

C external intercostal muscles

D larynx

2. （2025·May/June 0610/13 Q18） · 2 级

The diagram shows part of the gas exchange system in humans.



Which row identifies the structures in the diagram?

	T	U	V	W
A	rib	intercostal muscle	diaphragm	alveoli
B	intercostal muscle	rib	alveoli	diaphragm
C	rib	intercostal muscle	alveoli	diaphragm
D	intercostal muscle	rib	diaphragm	alveoli

3. （2022·May/June 0610/42 Q5(a)(i)） · 2 级

Fig. 5.1 is a diagram of the human gas exchange system.

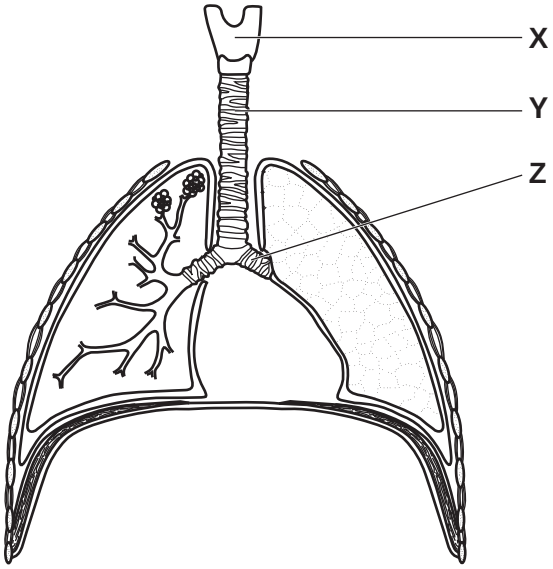


Fig. 5.1

(a) **(i)** Identify the parts of the gas exchange system labelled **X**, **Y** and **Z** in Fig. 5.1.

4. （2025·May/June 0610/42 Q1(a)(i)） · 2 级

(a) Fig. 1.1 shows part of the human gas exchange system.

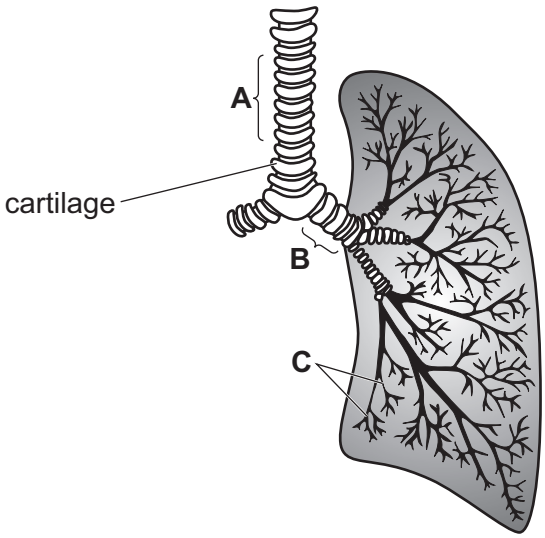


Fig. 1.1

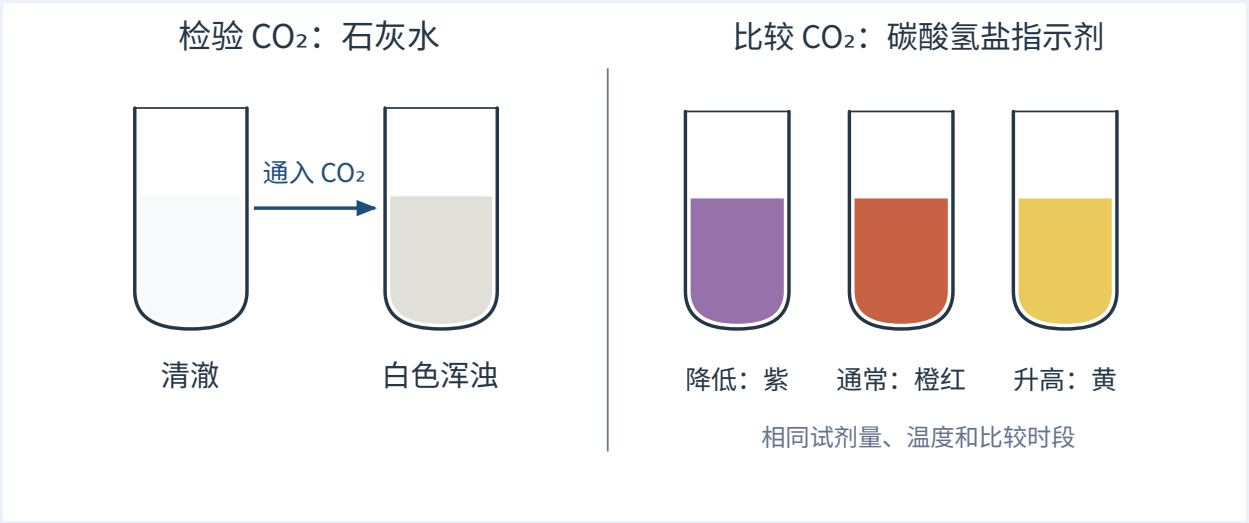
(i) Identify structures **A**, **B** and **C** shown in Fig. 1.1.

11.2 二氧化碳的检测

题型 1：按检测目的和现象选择二氧化碳检测试剂

知识点 二氧化碳是一种无色气体，不能靠肉眼看清它是否存在。让气体通过合适的试剂，可以把气体的变化转成可观察的现象。清澈的石灰水（limewater）遇到足够的二氧化碳会产生白色沉淀，变得浑浊；题中 cloudy 或 milky 就是在描述这种现象。

石灰水适合检验气体中是否有二氧化碳。若要比较两个容器中二氧化碳浓度的增减，可用碳酸氢盐指示剂（hydrogencarbonate indicator）。在通常空气的二氧化碳水平下，它呈红色或橙红色。可把两瓶相同的指示剂与空气平衡后再比较：第一瓶中增加二氧化碳，颜色由红或橙红转为黄；第二瓶中移走部分二氧化碳，颜色由红或橙红转为紫。前一种变化表示二氧化碳浓度升高，后一种表示降低。与“向石灰水通入二氧化碳，清澈变浑浊”的检验对照，读题先分清要看“是否存在”还是比较“浓度怎样变化”。



左侧观察浑浊；右侧以通常空气水平作参照比较颜色。

绿植物在光照下既进行呼吸作用，也能进行光合作用；呼吸作用释放二氧化碳，光合作用消耗二氧化碳。在黑暗中，光合作用停止而呼吸作用仍进行，容器中二氧化碳可能积累。因此，密闭容器里明、暗条件下的气体交换差异，可以通过碳酸氢盐指示剂的颜色变化比较。光照下的最终颜色还取决于两种作用的相对速率，不能仅凭“有光”就断言二氧化碳必定减少。

不要把气体试剂与食物检测试剂混淆：Benedict’s solution 检测还原糖，biuret reagent 检测蛋白质，iodine solution 检测淀粉，DCPIP 检测维生素 C。酵母利用糖时可释放二氧化碳；这类装置中的气体如果使试液变浑浊，应依据现象辨认试剂。

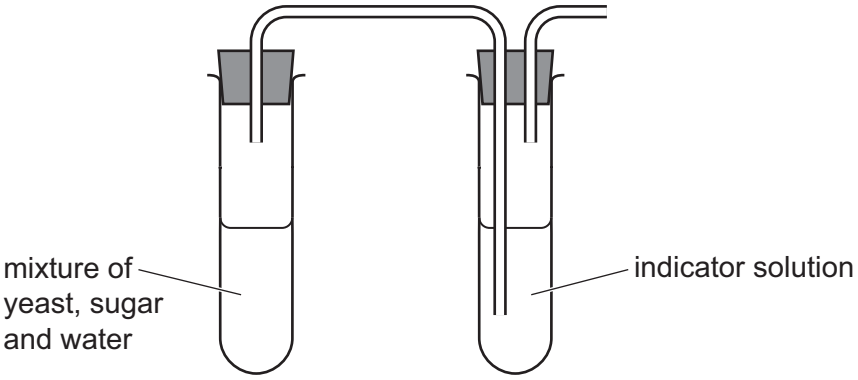
二氧化碳可使清澈的 _____ 变浑浊；比较二氧化碳浓度增减可用 _____。

答案：石灰水；碳酸氢盐指示剂

怎么认 看到气体使试液 cloudy 或 milky，联系石灰水检验二氧化碳；比较密闭装置的气体交换或二氧化碳增减，联系碳酸氢盐指示剂的颜色。

例题 1 （2026·February/March 0610/12 Q22） · 2 级

The apparatus shown is set up and left for one hour.



A gas is released by the mixture. It caused the indicator solution to go cloudy.

What is the indicator solution?

A alcohol

B Benedict's solution

C biuret solution

D limewater

解：左管的酵母、糖和水混合物释放气体，导管把气体带入右管的试液。题干给出的关键现象是试液变浑浊。二氧化碳能使石灰水产生白色沉淀，因而变浑浊；这与装置中酵母利用糖释放二氧化碳相符。因此指示液是 limewater，故选 D。酒精不是这种检验二氧化碳的试剂，Benedict 试剂和双缩脲试剂分别用于还原糖与蛋白质检测。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/12 Q20） · 1 级

Which substance can be used to test for carbon dioxide?

A DCPIP

B ethanol

C iodine solution

D limewater

2. （2024·May/June 0610/13 Q13） · 2 级

Aquatic plants were placed in two test-tubes. Each test-tube was sealed to prevent the entry or exit of gases. One test-tube was kept in the light and one test-tube was kept in the dark.

What needs to be added to the test-tubes to detect any differences in gas exchange?

A Benedict's solution

B biuret reagent

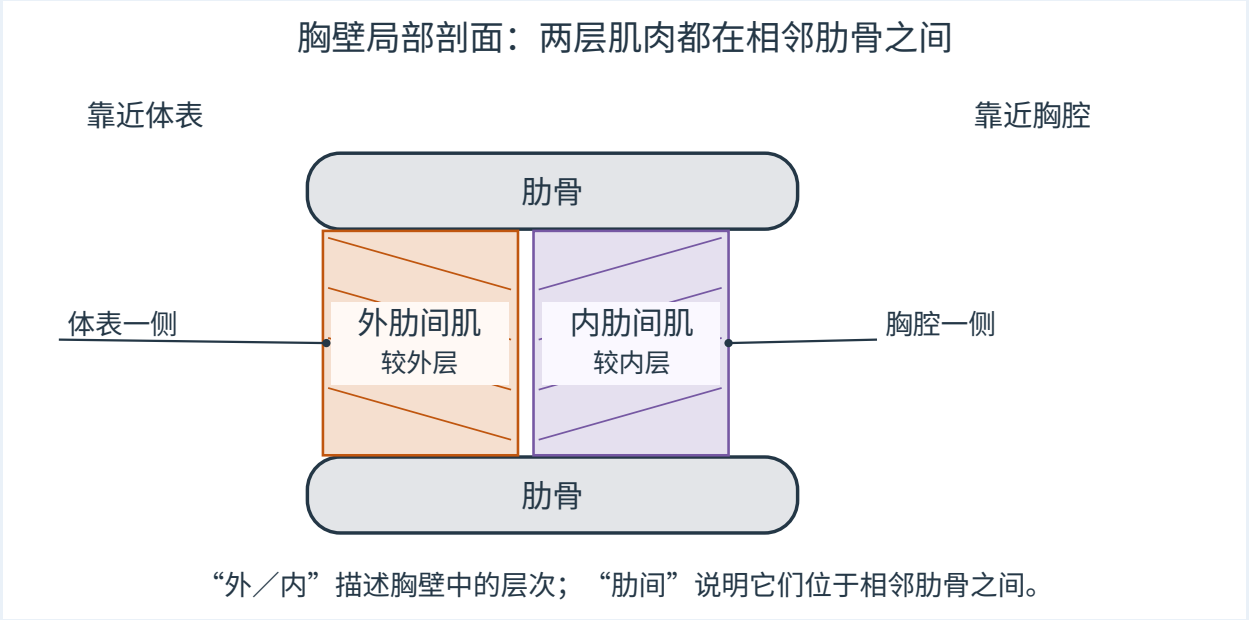
C hydrogencarbonate indicator

D iodine solution

11.3 肺部通气的机制

题型 1：由肌肉动作和胸腔容积判断吸气与呼气

知识点 胸廓由肋骨等结构围成。相邻肋骨之间的肌肉称肋间肌，外肋间肌位于较靠体表的一层，内肋间肌位于其内侧、较靠胸腔的一层。“外／内”是层次，“肋间”是相对肋骨的位置；下图先把这两个名称对应到实际位置。

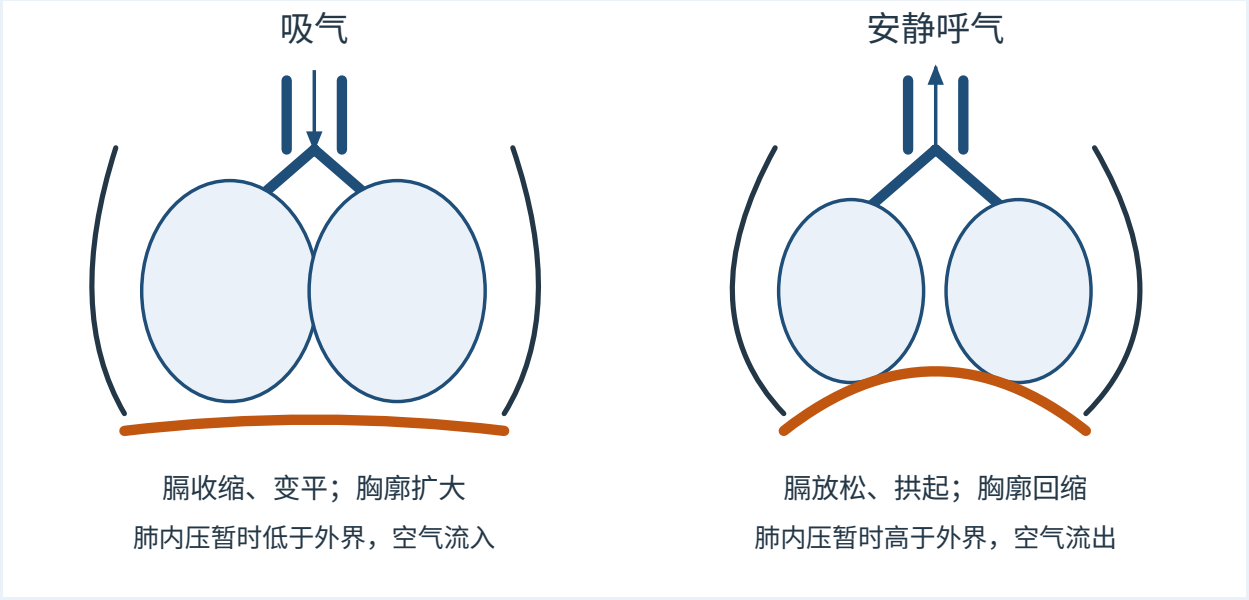


在胸壁的一小块剖面上辨认层次：外肋间肌较靠体表，内肋间肌较靠胸腔。

缓慢吸一口气，胸廓会扩大。膈（diaphragm）收缩时变得较平、向下移动；外肋间肌（external intercostal muscles）收缩，使肋骨向上、向外移动。胸腔（thorax）容积增大，肺内气压暂时低于外界大气压，空气便流入肺。这一过程是吸气，英文 inspiration 或 inhalation。

吸气时，膈肌和外肋间肌收缩，内肋间肌（internal intercostal muscles）放松。把胸腔容积、气压和气流连起来理解：容积增大使肺内气压降低，气体由外界流入，而不是肌肉直接把气体“吸住”。

安静呼气时，膈与外肋间肌放松，膈恢复较高的拱形，肋骨向下、向内移动。胸腔和肺的容积减小，肺内气压暂时高于外界，空气流出。用力呼气还可有内肋间肌参与收缩，不能把这种额外用力与安静呼气混为一谈。



比较安静呼吸中胸廓、膈与气流的变化。

看肺内气体容积随时间变化的图，应从左向右读曲线：上升表示空气流入，下降表示空气流出。例如，某一段肺内气体容积逐渐减少，这一段就是呼气；若题干说人在休息，就联系膈与外肋间肌放松。曲线高点是容积最大的位置，不等于气流流入最快的位置。

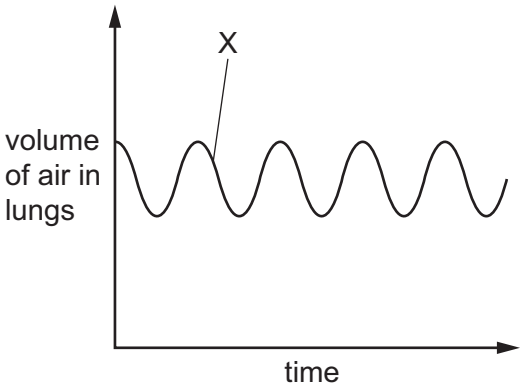
吸气时，膈肌 _____，胸腔容积 _____，肺内气压暂时 _____ 外界气压。

答案：收缩；增大；低于

怎么认 先判断空气是流入还是流出，再沿肌肉动作、胸腔容积、气压、气流的顺序核对。遇到 at rest，使用安静呼吸的动作；核对表格时，每一列都要符合这条因果链。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q18） · 3 级

The graph shows how the volume of air in lungs changes when a person is breathing at rest.



Which processes are occurring to change the volume at the point marked X?

A The diaphragm is relaxing and the external intercostal muscles are relaxing.

B The diaphragm is contracting and the internal intercostal muscles are contracting.

C The diaphragm is contracting and the internal intercostal muscles are relaxing.

D The diaphragm is relaxing and the external intercostal muscles are contracting.

解：先沿 X 的标线找到曲线，X 位于一个高点之后的下降段。横轴向右表示时间经过，纵轴是肺内气体容积，因此在 X 处肺内气体正在减少，属于呼气。 题干说明人在休息，安静呼气时膈和外肋间肌放松，

胸腔容积减小，使空气流出。A 同时写出 diaphragm relaxing 和 external intercostal muscles relaxing，故选 A。不能因曲线仍处于较高位置，就把下降过程读成吸气。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/23 Q17） · 2 级

Muscles are responsible for the ventilation of the lungs during breathing.

Which row describes their action during the inspiration of air?

	diaphragm muscles	external intercostal muscles	internal intercostal muscles
A	contract	contract	relax
B	contract	relax	contract
C	relax	contract	relax
D	relax	relax	contract

2. （2024·October/November 0610/22 Q21） · 3 级

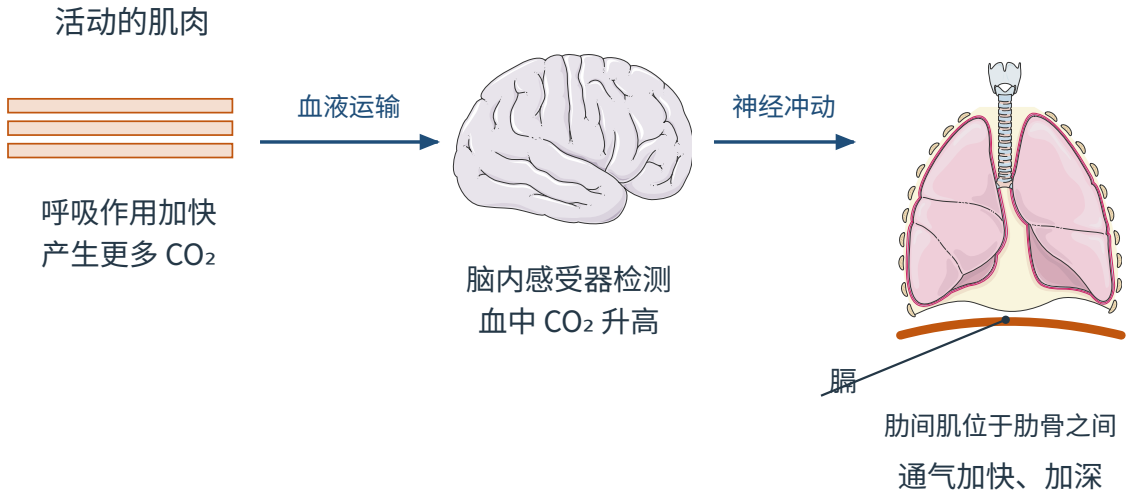
What causes air to enter the lungs?

	external intercostal muscles	volume of thorax	air pressure in thorax
A	contract	decreases	decreases
B	relax	decreases	increases
C	contract	increases	decreases
D	relax	increases	increases

题型 2：按二氧化碳变化解释呼吸频率调节

知识点 快速活动后，呼吸常会加快、加深。这里有两个不同过程：respiration 是细胞内分解营养物质、释放能量的呼吸作用；breathing 是空气进出肺的通气。要解释身体怎样调节通气，就从活动细胞产生了什么变化开始。

运动时肌肉的呼吸作用加快，产生更多二氧化碳，血液中的二氧化碳浓度升高。脑内感受器检测到这一变化；感受器是能够检测刺激的细胞或结构。脑随后沿神经元向肋间肌和膈发出神经冲动，改变这些呼吸肌的活动，使呼吸更快、更深。



从细胞产生二氧化碳，追到脑检测和呼吸肌的反应。器官底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

更快表示单位时间内呼吸次数增加，更深表示每次吸入和呼出的气体量增加。这样有助排出较多二氧化碳，并增加供氧。刺激是先被检测的变化；反应是检测后出现的活动，不能把呼吸加快放在因果链最前。

血液中的 _____ 浓度升高，由 _____ 检测，随后呼吸频率和深度增加。

答案：二氧化碳；脑。

怎么认 先区分细胞呼吸与通气，再按产生二氧化碳、检测、神经指令、呼吸肌反应排序。

例题 1 （2024·October/November 0610/43 Q4(b)(i)） · 2 级

Human muscle cells use anaerobic respiration during vigorous exercise.

(b) An athlete runs a race which lasts 60 seconds.

Fig. 4.1 shows the heart rate and breathing rate of the athlete during the race and as he recovers after the race.

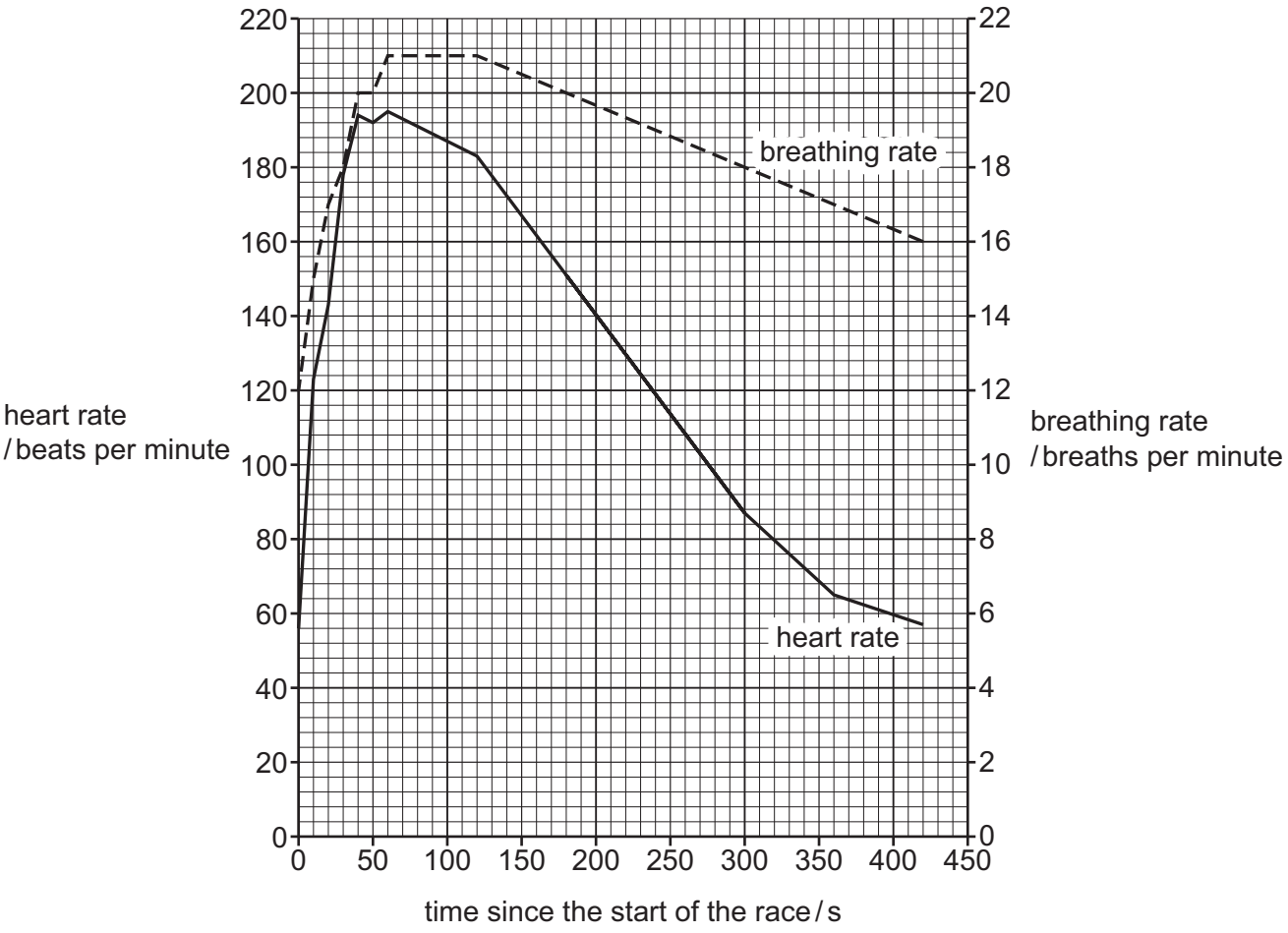


Fig. 4.1

(i) The rate of breathing increases during the race in response to a change detected by the body.

Identify the stimulus in this response **and** state the organ that detects the stimulus.

stimulus

organ

解：运动时细胞呼吸加快，产生更多二氧化碳。血液中二氧化碳浓度升高，是引起这次调节的刺激；检测这一变化的器官是脑。

填写：stimulus — increased carbon dioxide concentration in the blood；organ — brain。不要把呼吸频率增加写成刺激，它是检测后产生的反应。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/22 Q21） · 3 级

These changes occur in the human body during exercise.

1 breathing rate increases

2 the rate of respiration increases

3 nerve impulses sent from the brain to the intercostal muscles and diaphragm

4 receptors in the brain detect increased concentration of carbon dioxide in the blood

What is the correct order for these changes?

A 1 → 2 → 4 → 3

B 1 → 3 → 4 → 2

C 2 → 1 → 4 → 3

D 2 → 4 → 3 → 1

2. （2024·October/November 0610/42 Q2(c)） · 3 级

(c) Complete the sentences to describe the effect of carbon dioxide concentration on breathing.

During physical activity, the carbon dioxide concentration of the blood

..... .

This is detected by the ..... .

This results in an increased rate and greater ..... of breathing.

11.4 吸入与呼出空气的组成

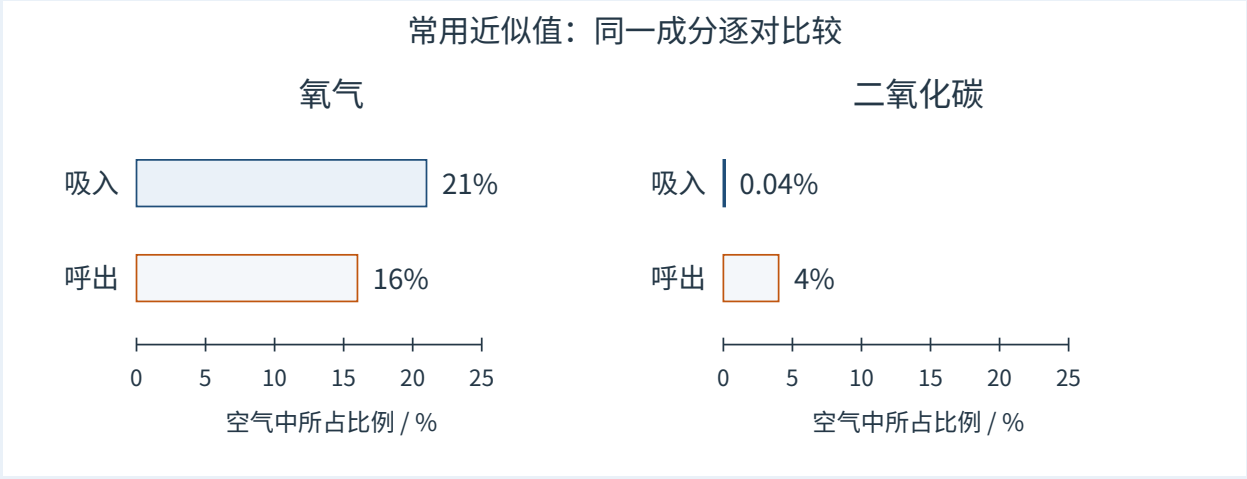
题型 1：按气体成分比较吸入与呼出空气

知识点 inspired air 指吸入空气，expired air 指呼出空气。先看清两列的方向，再比较同一种气体。不能因为两列都写 air，就把吸入与呼出的数字交换。

常见的空气组成近似值如下。百分数表示该气体在空气中所占的比例，不表示人体把吸入的空气全部利用了。

气体	吸入空气	呼出空气
氧气 oxygen	约 21%	约 16%
二氧化碳 carbon dioxide	约 0.04%	约 4%
氮气 nitrogen	约 78%	约 78%
水蒸气 water vapour	随环境而变	通常达到或接近饱和

这些是常用近似值，实际呼出气体的成分会随活动、呼吸深度等情况变化。题目已给测量数据时，应使用该题数据，不能强行改成表中的近似值。



两幅图使用相同百分数刻度；呼出空气仍含氧气。

氧气从肺泡内的空气扩散进入血液，由血液运往组织，再进入细胞参与有氧呼吸。因此呼出空气中的氧气比例低于吸入空气；但氧气没有全部被吸收，呼出空气仍含有较多氧气。

细胞呼吸产生二氧化碳，二氧化碳进入血液并被运到肺部，再从血液扩散到肺泡内，随呼气排出。因此呼出空气中的二氧化碳比例高于吸入空气。呼吸所用的氧气与呼吸生成的二氧化碳，不能把气体名称和增减方向互换。

氮气通常不作为人体有氧呼吸的反应物或产物，这里比较时其比例近似不变。空气经过湿润的呼吸道和气体交换表面，水会蒸发进入气流，使呼出空气含有较多水蒸气。variable 表示随环境温度、湿度等而变化；saturated 表示在该温度下水蒸气达到饱和，不是指空气中装满液态水。

表格可能给出气体名称，让你填吸入、呼出的比例；也可能给出比例，让你反过来辨认气体。两种填写都先读同一行的气体特征：氧气比例下降，二氧化碳比例上升，氮气近似不变，水蒸气由环境相关的含量变得较多。写数值时，逐行对照吸入列与呼出列，不把两种气体的数字串到一行。

遇到一句比较陈述，把主语和比较对象完整读出来。例如“呼出空气中的氧气少于吸入空气”与“吸入空气中的氧气多于呼出空气”说的是同一关系；调换主语时，不等号方向也要相应调换。氧气与二氧化碳的变化方向相反，不能把一个结论同时套到两种气体上。

吸入空气中的氧气通常比呼出空气 _____；呼出空气中的二氧化碳通常比吸入空气 _____；saturated 在此描述的是 _____。

答案：多；多；水蒸气含量

怎么认 把 inspired 与 expired 对应为吸入和呼出，逐行对照气体名称、比例及增减；氧气下降、二氧化碳上升，氮气近似不变，水蒸气较多。

例题 1 (2023·October/November 0610/43 Q3(a)(i)) · 2 级

(a) (i) Complete Table 3.1 by writing in the percentages of carbon dioxide and oxygen in inspired air and in expired air.

Table 3.1

component	percentage in inspired air	percentage in expired air
carbon dioxide		
oxygen		

解：先读两列标题：左侧空列是 percentage in inspired air（吸入空气中的百分含量），右侧空列是 percentage in expired air（呼出空气中的百分含量）。第一行是 carbon dioxide，不是 oxygen。

二氧化碳由细胞呼吸产生并随呼气排出，所以吸入空气的比例较低，约 0.04%；呼出空气约 4%。把 0.04 填入第一行左格，4 填入第一行右格。

第二行是氧气。氧气经肺泡进入血液并用于细胞呼吸，呼出比例较低，因此左格填约 21，右格填约 16。完整表为：

气体	吸入空气中的百分含量	呼出空气中的百分含量
carbon dioxide	0.04	4
oxygen	21	16

表头已经写 percentage，各格中的数字表示百分含量。这些是近似组成，不能把 0.04 写成 4，也不能把氧气的 21 和 16 填入二氧化碳一行。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/11 Q20） · 2 级

Which statements describe the difference between the composition of inspired air and expired air?

1 The percentage of carbon dioxide in inspired air is greater than in expired air.

2 The percentage of carbon dioxide in inspired air is less than in expired air.

3 The percentage of oxygen in inspired air is greater than in expired air.

4 The percentage of oxygen in inspired air is less than in expired air.

A 1 and 3 **B** 1 and 4 **C** 2 and 3 **D** 2 and 4

2. （2022·February/March 0610/42 Q1(c)(i)） · 2 级

(c) Table 1.1 compares the composition of inspired and expired air.

Table 1.1

gas	name of the gas	percentage in inspired air	percentage in expired air
A	nitrogen	78	78
B		21	16
C		0.04	4
D		variable	saturated

(i) Complete Table 1.1 by writing the names of gases **B**, **C** and **D**.

呼吸作用

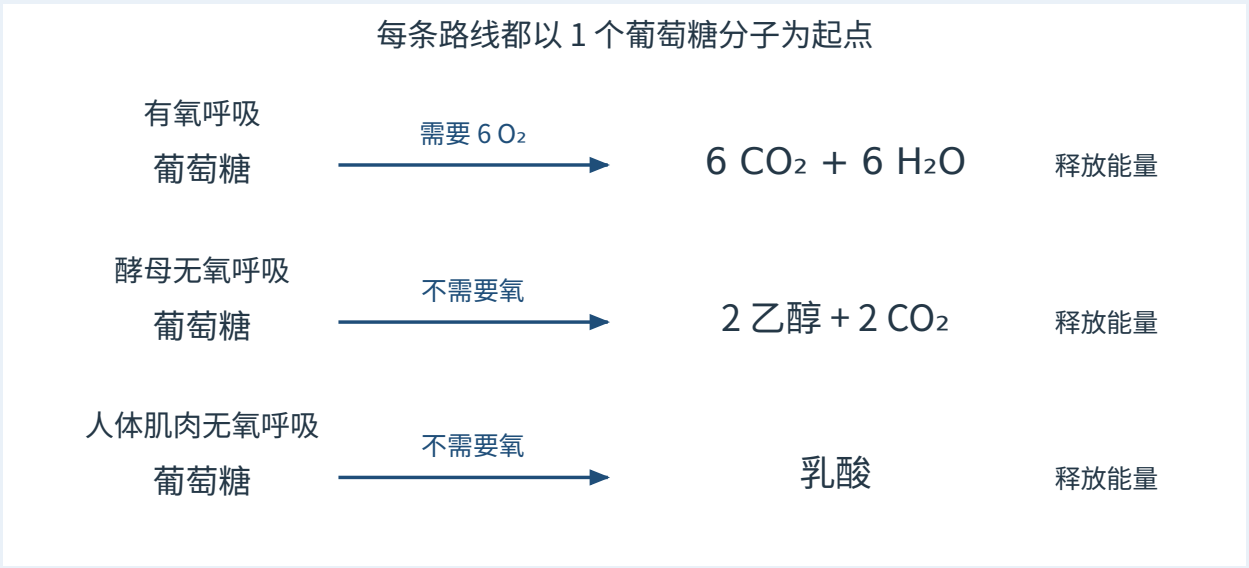
12.1 呼吸的原料与产物

题型 1：比较有氧和无氧呼吸的原料与产物

知识点 有氧呼吸利用氧分解葡萄糖，形成二氧化碳和水，同时释放可供细胞使用的能量。配平关系为 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$。每个葡萄糖分子形成 6 个二氧化碳分子，所以所需气体原料是 _____。

酵母缺氧时可进行无氧呼吸，葡萄糖转变成乙醇和二氧化碳，释放的能量少于有氧呼吸。关系为 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$。这里乙醇是酒精的一种，英文 ethanol 或 alcohol；每个葡萄糖形成 2 个二氧化碳。比较同量葡萄糖时，先读出两种反应的二氧化碳数 6 与 2，再相减，不能把 6 当作“多出的数量”。

人体肌肉的无氧呼吸与酵母不同：葡萄糖转变为乳酸，不产生酵母式的乙醇和二氧化碳。本课程比较原料与产物时，必须先看生物是酵母还是人体肌肉。能量是被释放的，不是与氧同类的物质产物。



先看生物与有无氧，再比较同量葡萄糖形成的产物。

化学方程式前的系数表示分子数量，配平须让两侧每种原子的总数相同。酵母无氧呼吸式中，一个葡萄糖分子对应 2 个乙醇和 2 个二氧化碳：右侧碳数为 2×2+2×1=6，氢数为 2×6=12，氧数为 2×1+2×2=6，分别与葡萄糖相同。能量释放可以在文字中说明，不把能量当作一种有化学式的物质。

答案：氧气

怎么认 先判断有氧或无氧，再看酵母或人体肌肉。酵母无氧产生乙醇和二氧化碳，肌肉无氧产生乳酸；同量葡萄糖的产物数量比较从配平系数起步。

例题 1 （2025·February/March 0610/22 Q19） · 2 级

Yeast can respire aerobically and anaerobically.

For each molecule of glucose used in yeast, how many more molecules of carbon dioxide gas are produced by aerobic respiration compared with anaerobic respiration?

A 1 more

B 2 more

C 4 more

D 6 more

解：每个葡萄糖在有氧呼吸中形成 6 个二氧化碳，在酵母无氧呼吸中形成 2 个。多出的数量为 $6-2=4$ 个，故选 C。

例题 2 （2025·October/November 0610/42 Q6(c)） · 2 级

(c) State the balanced chemical equation for anaerobic respiration in yeast.

解：先确定反应类型：酵母无氧呼吸把葡萄糖转成乙醇和二氧化碳，反应物中不加入氧气。

配平式为 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$。

检查原子数：右侧 2 个乙醇共有 4 个碳、12 个氢、2 个氧；2 个二氧化碳再提供 2 个碳和 4 个氧。两侧都是 6 个碳、12 个氢、6 个氧，因此两个产物前的系数都应为 2。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q21） · 1 级

Which substance is a gas needed for aerobic respiration?

A carbon dioxide

B glucose

C oxygen

D water

2. （2025·February/March 0610/12 Q22） · 1 级

Which substance is produced during anaerobic respiration in yeast?

A alcohol

B glucose

C lactic acid

D water

3. （2025·May/June 0610/13 Q20） · 1 级

Which substance is a product of anaerobic respiration in human muscles?

A alcohol

B carbon dioxide

C glucose

D lactic acid

4. （2025·May/June 0610/12 Q21） · 2 级

Which statement is a correct comparison of aerobic respiration and anaerobic respiration in **yeast**?

A Only aerobic respiration produces carbon dioxide.

B Only anaerobic respiration produces alcohol.

C They both produce water.

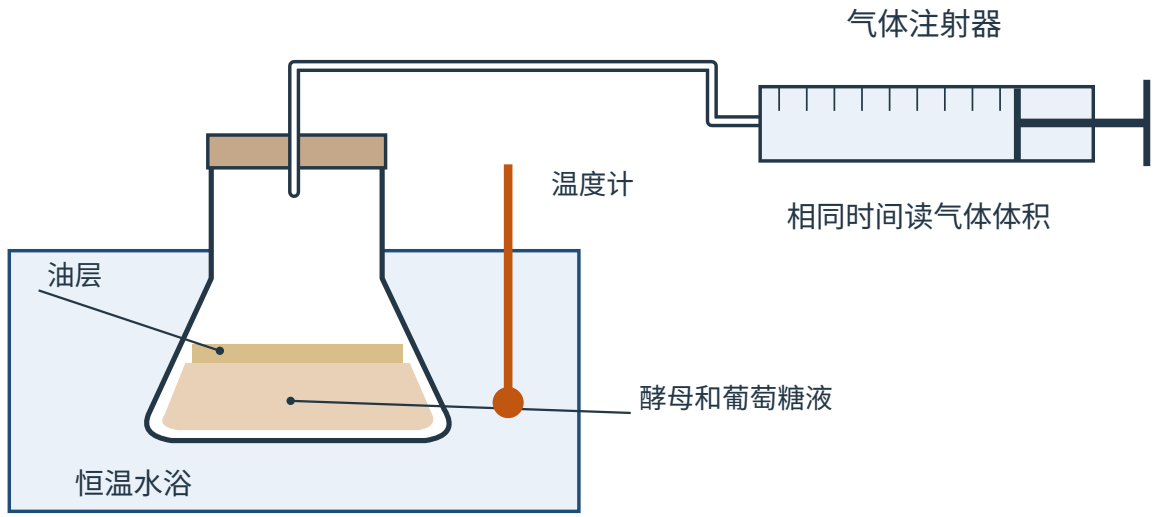
D They both use the reactants glucose and oxygen.

题型 2：用酵母实验说明呼吸条件与产气变化

知识点 把酵母放入含葡萄糖的温暖液体中，可以用它产生的二氧化碳研究呼吸。实验通常改变一个条件，例如糖浓度或温度，并在相同时间内收集气体体积或计数气泡。气体产生越快，通常表示呼吸速率越高。

气体注射器可直接读出收集气体的体积。相同管径的装置也可用气体推动液面造成的高度变化作比较，但必须读清题图到底标的是哪一段液体高度。只改变糖浓度时，应保持酵母用量、温度与观察时间等条件相同。气泡计数是近似指标；气泡大小不同会影响它代表的气体总体积。

若题目要维持无氧条件，可在液面覆盖油层，阻止空气中的氧进入液体；产生的二氧化碳仍能离开液体并被收集。油层的作用与恒温水浴不同：前者控制氧进入，后者帮助保持温度。



油层减少氧进入；水浴维持温度；导管把产生的气体送入注射器。

分清控制条件的部分与测量产气的部分。

温度改变时，先据数据描述实际趋势。若从 10°C 到 50°C 速率升高、60°C 下降，应写先升后降并指出本实验观察到的峰值，不把最后一次温度当作峰值。解释高温时再用酶的知识：酶变性，活性部位形状改变，不能正常结合底物，呼吸反应受阻。

写结论要把自变量和因变量连起来，例如在所比较浓度内，葡萄糖浓度较高的一组产气更快。相同时间产气量可用于比较 _____；油层可减少 _____ 进入液体。

答案：呼吸速率；氧气。

怎么认 先找改变的条件和测量指标，再分清描述结果、下结论与解释机制这三种任务。

例题 1 （2025·October/November 0610/62 Q1(a)(ii)） · 2 级

A student investigated the rate of respiration in yeast using different concentrations of glucose.

They used a 5% glucose solution to make a 1% glucose solution and a 4% glucose solution.

The student used this method:

Step 1 Label two small test-tubes **1%** and **4%**.

Step 2 Use a syringe to put 1 cm^3 of 5% glucose solution into the small test-tube labelled **1%**.

Put 4 cm^3 of 5% glucose solution into the small test-tube labelled **4%**.

Step 3 Use a clean syringe to put 4 cm^3 of distilled water into the small test-tube labelled **1%**.

Put 1 cm^3 of distilled water into the small test-tube labelled **4%**.

Step 4 Pour yeast suspension into the small test-tube labelled **1%** until it is completely full.

Step 5 Keep the small test-tube upright and carefully place a large test-tube over the top of the small test-tube labelled **1%**. Push the small test-tube up to the top of the large test-tube, as shown in Fig. 1.1**A**. Quickly invert the test-tubes, as shown in Fig. 1.1**B**.

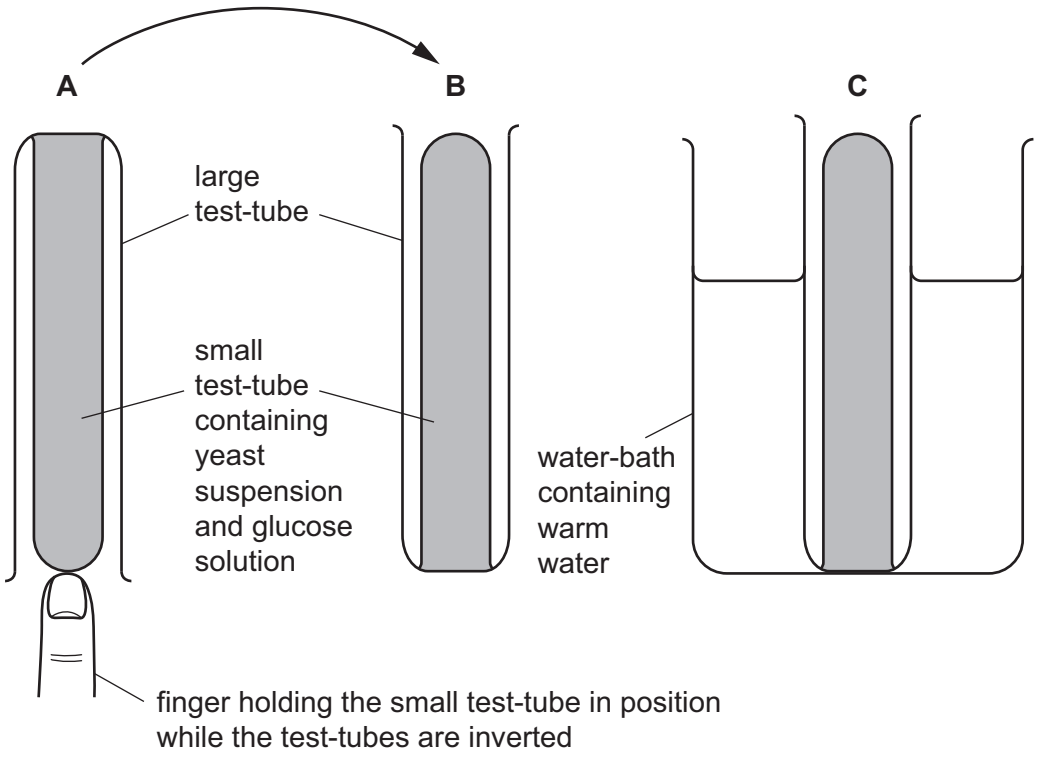


Fig. 1.1

Step 6 Put the large test-tube and the small test-tube labelled **1%** into a warm water-bath, as shown in Fig. 1.1**C**.

Step 7 Start the stop-clock and wait for five minutes.

Step 8 After five minutes, stop the stop-clock and use a ruler to measure the height of the yeast suspension in the **large** test-tube, as shown in Fig. 1.2.

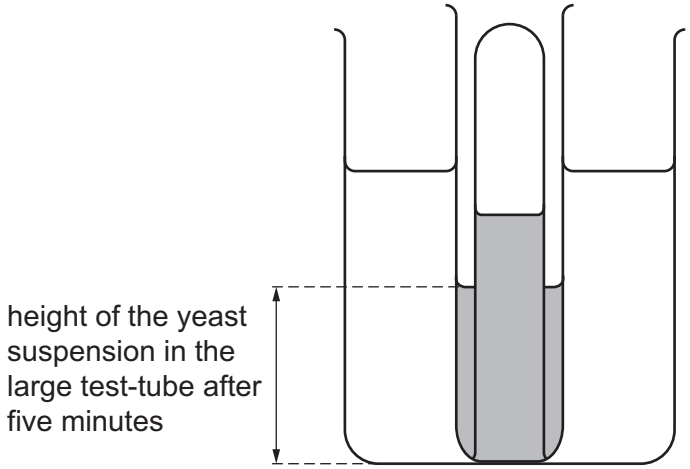


Fig. 1.2

Step 9 Remove the test-tubes from the warm water-bath and discard them.

Step 10 Pour yeast suspension into the small test-tube labelled **4%** until it is completely full.

Step 11 Repeat steps 5 to 8 with the small test-tube labelled **4%**.

(a) Fig. 1.3 is a diagram of the water-baths in steps 8 and 11.

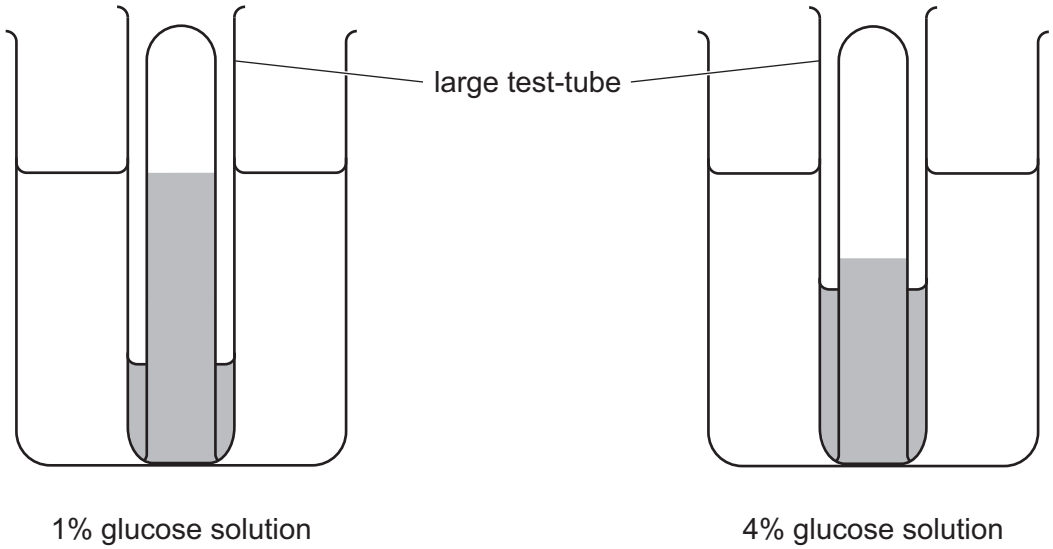


Fig. 1.3

(ii) State a conclusion for the results of this investigation.

解：先确认两组的差别是葡萄糖浓度 1% 与 4%，而两组都在温水浴中观察 5 分钟。Fig. 1.3 中 4% 组大试管内悬液高度较大，表示相同时间内产气较多。

因此，在本实验比较的 **1%** 和 **4%** 条件下，葡萄糖浓度越高，酵母呼吸速率越快。可以写：The higher the glucose concentration, the greater the rate of respiration in yeast。

结论要包含自变量“葡萄糖浓度”和因变量“呼吸速率”，不能只写 4% 比较高；也不据这两个浓度断言任意高浓度下速率都会持续上升。

例题 2 （2024·May/June 0610/42 Q1(c)(ii)） · 2 级

Fungal cells and plant cells contain mitochondria.

(c) A scientist investigated the effect of sugar on respiration in yeast cells.

One flask contained 100 cm^3 of a sugar solution and another flask contained 100 cm^3 of water. Both flasks contained the same mass of yeast. The temperature was maintained at 25 °C.

The scientist used the apparatus shown in Fig. 1.1.

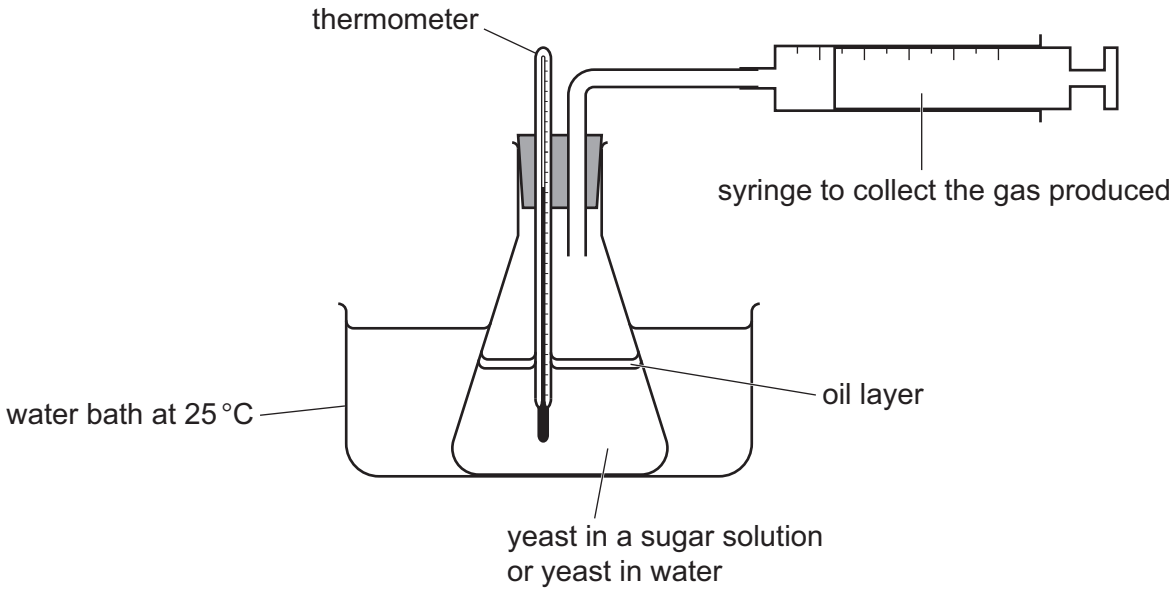


Fig. 1.1

Fig. 1.2 is a graph of the results of the investigation.

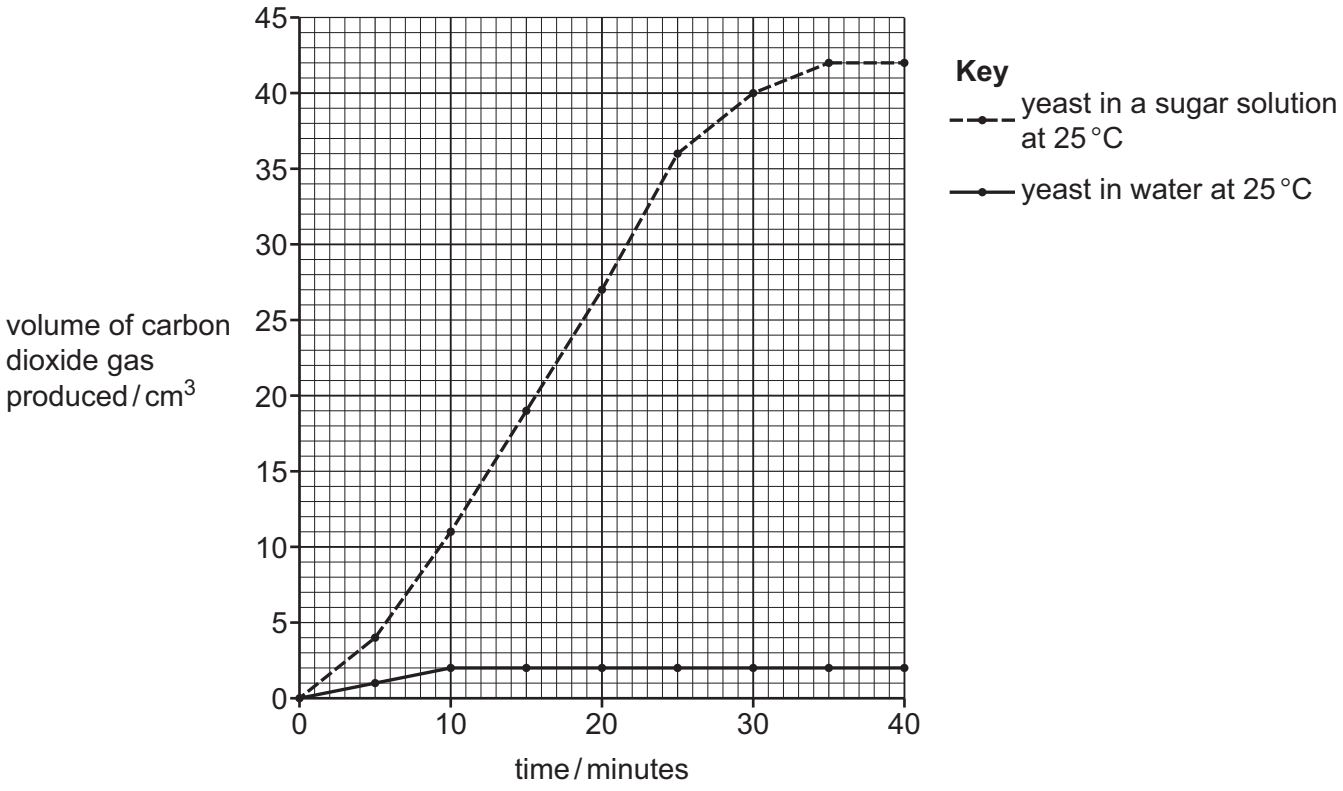


Fig. 1.2

(ii) Suggest the reason for the oil layer in the apparatus shown in Fig. 1.1.

解：油层覆盖液面，主要阻止空气中的氧进入酵母和糖溶液，从而保持无氧条件，让实验研究酵母无氧呼吸。

可写：To prevent oxygen entering the solution and maintain anaerobic conditions。油层不是把反应产生的二氧化碳永久封住；二氧化碳仍可离开液体并被气体注射器收集。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/63 Q2(b)(iii)） · 2 级

A student investigated the effect of temperature on the rate of respiration in yeast cells.

They used the apparatus shown in Fig. 2.1.

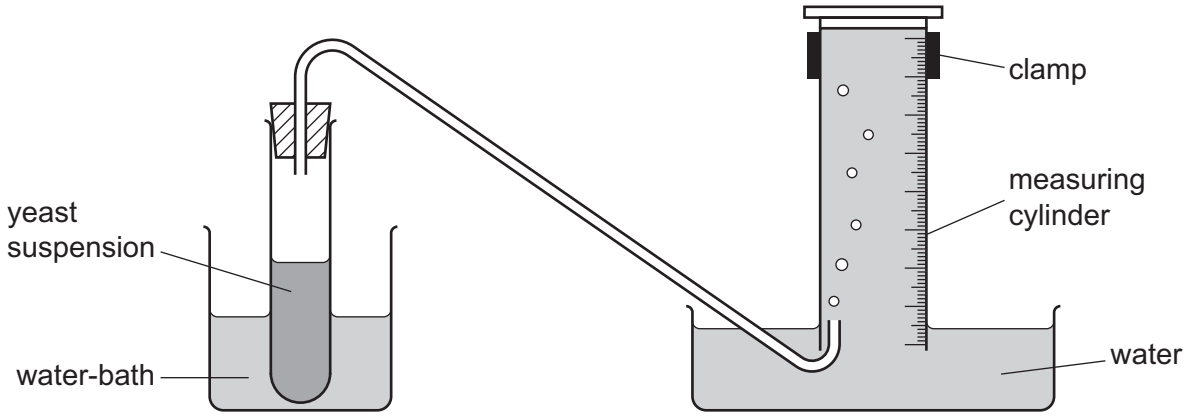


Fig. 2.1

The student used this method:

- Put 25 cm^3 of yeast suspension into a test-tube.
- Put the test-tube into a water-bath and add water at 10 °C to the water-bath.
- Leave the apparatus for five minutes before moving on to the next step.
- Start a stop-clock and count the number of bubbles produced by the respiring yeast cells in three minutes.
- Repeat the procedure using a water-bath maintained at different temperatures.

(b) Table 2.1 shows the results of the investigation.

Table 2.1

water-bath temperature / °C	number of bubbles produced in 3 minutes	rate of bubble production / bubbles per minute
10	33	11
20	45	15
30	79	
40	112	37
50	124	41
60	37	12

(iii) Describe the results of this investigation.

2. （2024·May/June 0610/42 Q1(c)(iv)） · 4 级

Fungal cells and plant cells contain mitochondria.

(c) A scientist investigated the effect of sugar on respiration in yeast cells.

One flask contained 100 cm^3 of a sugar solution and another flask contained 100 cm^3 of water. Both flasks contained the same mass of yeast. The temperature was maintained at 25 °C.

The scientist used the apparatus shown in Fig. 1.1.

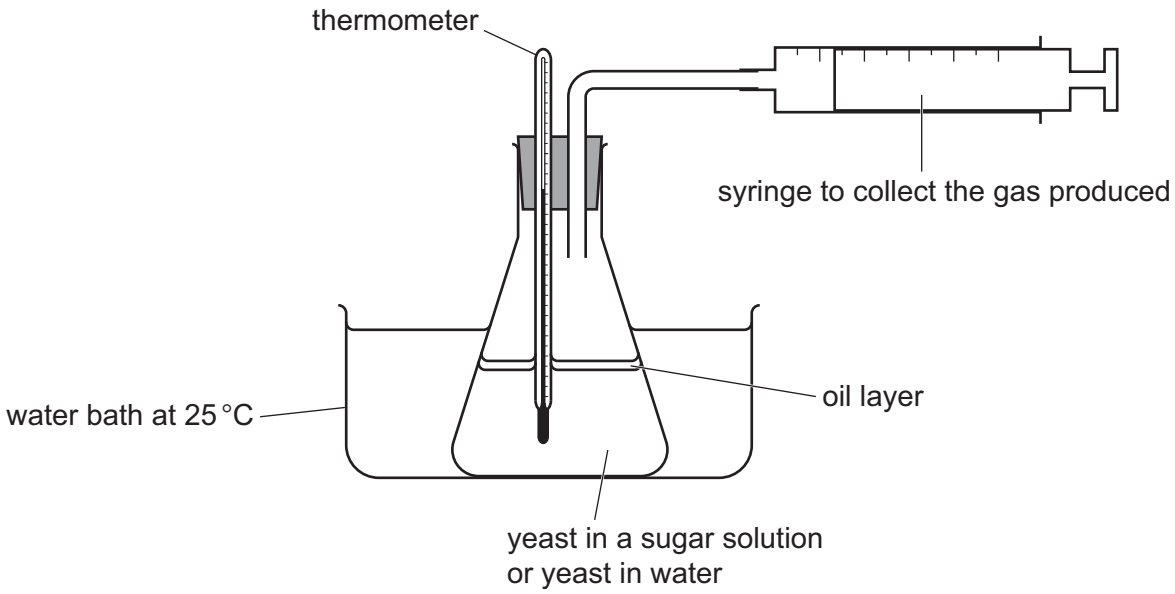


Fig. 1.1

Fig. 1.2 is a graph of the results of the investigation.

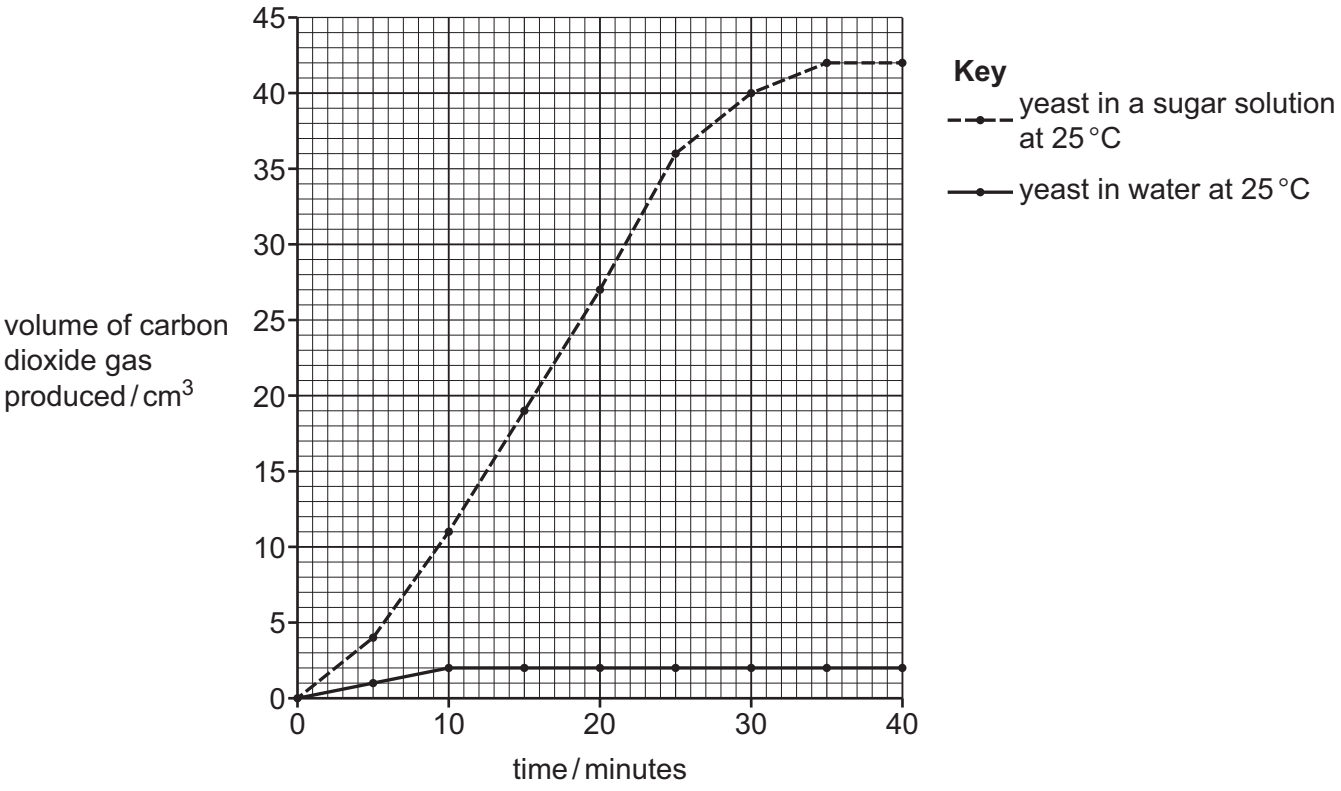


Fig. 1.2

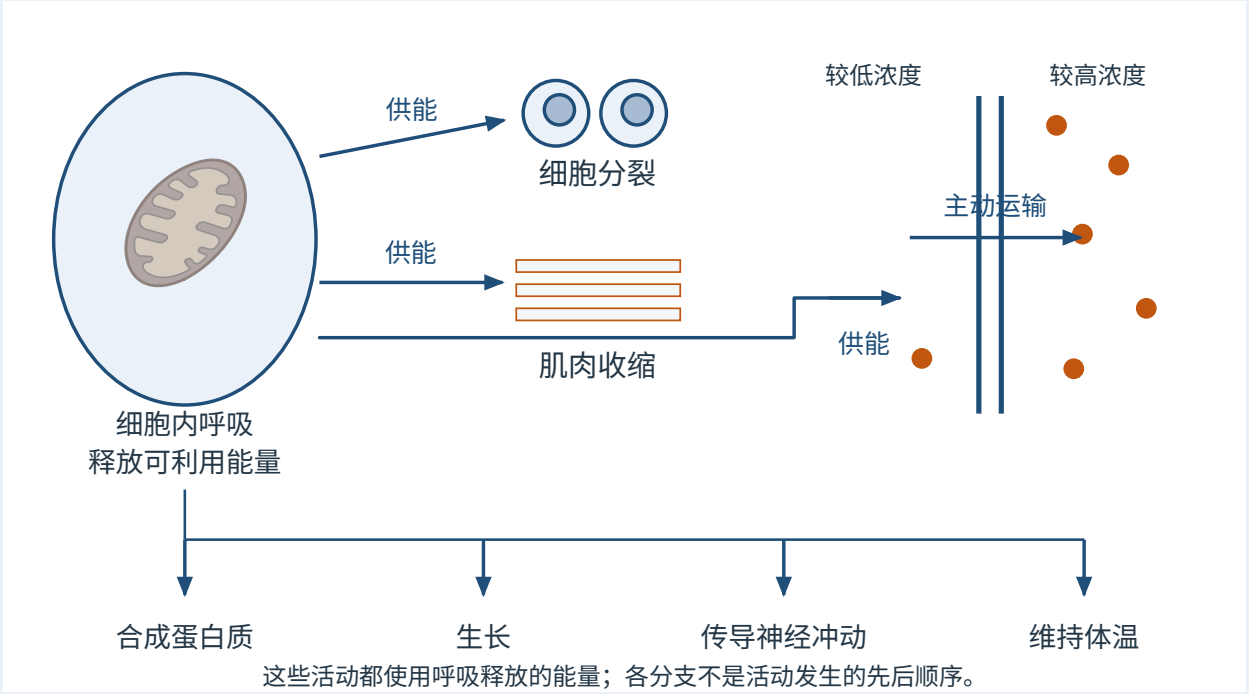
(iv) The scientist repeated the investigation using yeast and the sugar solution at a temperature of 95 °C.

Explain why no carbon dioxide was produced at a temperature of 95 °C.

12.2 呼吸供能与氧债

题型 1：辨认需要呼吸供能的生命活动

知识点 细胞分裂要复制物质、形成新结构，肌肉收缩要使蛋白质结构运动，主动运输要把粒子逆浓度梯度送过膜，这些活动都需要可利用的能量。细胞通过呼吸作用分解营养物质，释放维持这些活动的能量；生长所需能量也来自 _____。蛋白质合成要把氨基酸组成所需蛋白质，也需要能量；神经冲动相关过程的维持，以及恒温动物保持较稳定体温所需的产热，同样依赖呼吸释放的能量。因而需要联系的活动包括肌肉收缩、蛋白质合成、细胞分裂、主动运输、生长、神经冲动和保持较恒定体温。



呼吸供能可支持分裂、收缩与逆浓度梯度运输；线粒体示有氧呼吸主要场所。

扩散是粒子随机运动造成的由高浓度向低浓度净移动，渗透是水跨部分透性膜的净移动，二者不需要细胞呼吸直接供能。光合作用制造有机物主要利用光能，不能把“植物也呼吸”推成“光合作用由呼吸供能”。蒸腾中的水蒸发和水蒸气扩散也不属于直接消耗呼吸能量的过程。

列举题逐项判断：需要细胞主动完成物质合成或运动的活动，与顺梯度发生的被动移动分开，再组合正确编号。

答案：呼吸作用

怎么认 把细胞分裂、生长、肌肉收缩、主动运输与扩散、渗透区别；前者需要呼吸供能，后者不直接需要。植物的光合作用主要使用光能。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q19） · 4 级

The processes listed occur in living organisms.

1 cell division

2 diffusion

3 muscle contraction

4 osmosis

Which processes require energy from respiration?

A 1, 2, 3 and 4 **B** 1 and 3 only **C** 2 and 3 only **D** 3 and 4 only

解：1 细胞分裂和 3 肌肉收缩需要呼吸作用提供能量；2 扩散和 4 渗透是被动净移动，不需要呼吸直接供能。因此只选 1 和 3，故选 B。

针对练习

1. （2026·February/March 0610/22 Q1） · 1 级

Growth is a characteristic feature of living organisms.

Which process provides the energy for growth?

A excretion

B movement

C respiration

D sensitivity

2. （2025·May/June 0610/23 Q19） · 4 级

Which process in plants uses energy from respiration?

A cell division

B osmosis

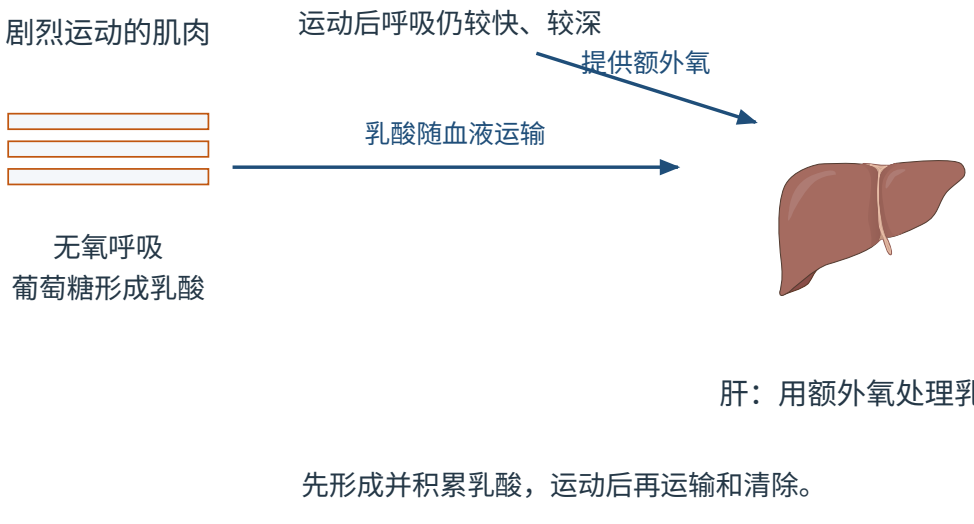
C photosynthesis

D transpiration

题型 2：按乳酸形成与清除解释氧债

知识点 剧烈运动时，肌肉对能量的需求迅速增加，供氧可能不足，部分葡萄糖通过无氧呼吸形成乳酸。乳酸在肌肉中积累，与运动后仍需额外供氧的氧债有关。

运动停止后，呼吸仍较快、较深，提供额外氧气。乳酸进入血液并被运到肝；氧参与乳酸的进一步有氧分解与清除，帮助恢复运动前状态。因此，清除氧债不是继续用无氧呼吸制造更多乳酸，而是利用额外_____处理已经形成的乳酸。



从肌肉中形成，读到血液运输和肝中处理。

排列流程时，先是肌肉进行无氧呼吸，再由葡萄糖形成乳酸，随后乳酸积累；运动后仍加快加深呼吸，提供氧用于乳酸处理。先分清形成阶段与清除阶段，再根据先后连接。

答案：氧气

怎么认 沿肌肉无氧呼吸→葡萄糖形成乳酸→乳酸积累→运动后额外供氧→乳酸有氧处理的顺序判断；乳酸经血到肝，不把形成与清除的呼吸方式互换。

例题 1 （2025·May/June 0610/23 Q20） · 3 级

Which sequence of statements explains the build-up and removal of an oxygen debt?

1 Anaerobic respiration occurs in muscles during vigorous exercise.

2 Faster and deeper breathing continues after exercise.

3 Glucose is converted to lactic acid.

4 Lactic acid builds up in muscles causing an oxygen debt.

5 Oxygen enables the continued aerobic respiration of lactic acid.

A 1 → 3 → 4 → 2 → 5

B 1 → 3 → 2 → 4 → 5

C 3 → 4 → 5 → 1 → 2

D 3 → 4 → 1 → 5 → 2

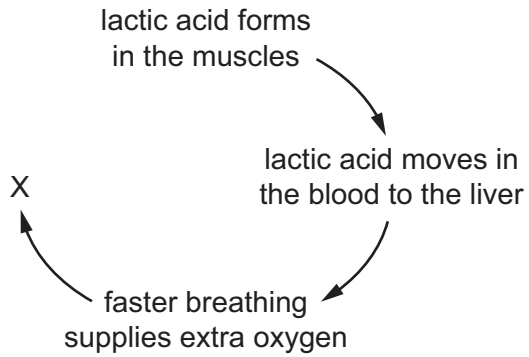
解：先有 1 肌肉无氧呼吸，再有 3 葡萄糖变成乳酸，继而 4 乳酸积累形成氧债。运动后 2 持续较快较深呼吸，提供氧以支持 5 乳酸的继续有氧处理。顺序为 1、3、4、2、5，故选 A。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/22 Q22） · 1 级

After a race, athletes experience oxygen debt.

The diagram shows how the oxygen debt is removed.



What happens at X?

A aerobic respiration of glucose

B aerobic respiration of lactic acid

C anaerobic respiration of glucose

D anaerobic respiration of lactic acid

2. （2025·October/November 0610/22 Q17） · 2 级

A person exercised vigorously for one minute and then rested for one hour.

Which statements about lactic acid are correct?

1 During exercise, lactic acid is produced in the muscles and diffuses into the blood.

2 The blood transports lactic acid to the liver.

3 Lactic acid is broken down by anaerobic respiration.

A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 2 and 3 only **D** 2 only

人体排泄

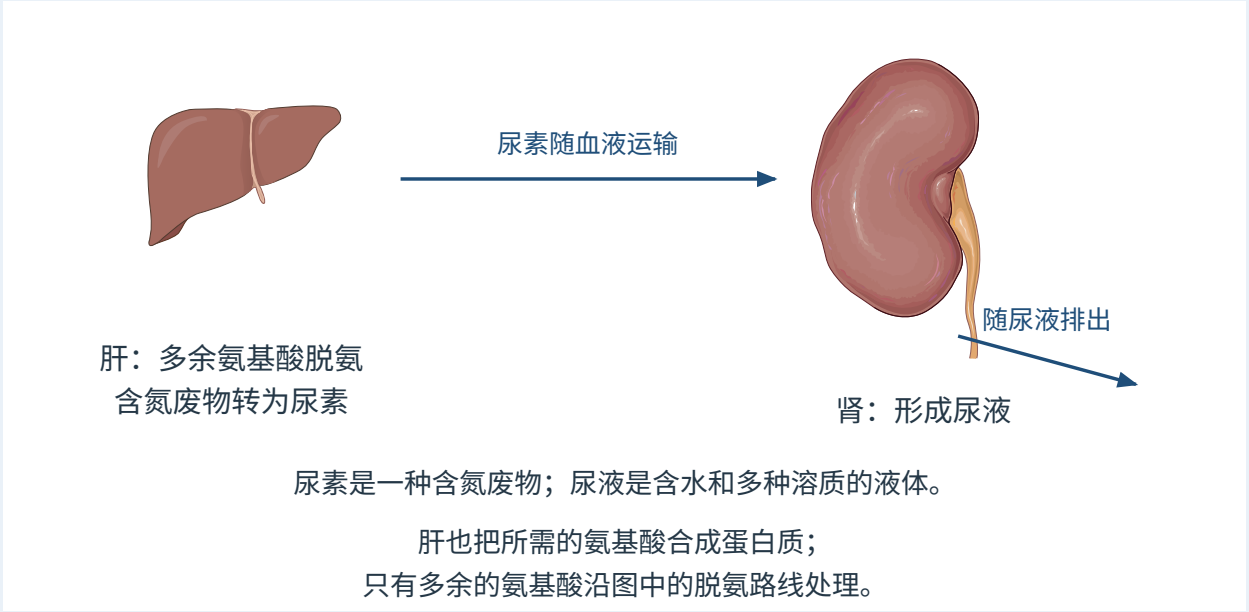
13.1 尿素与尿液

题型 1：区分尿素的形成、运输与排出

知识点 吸收后的氨基酸随血液到达肝。肝细胞可把氨基酸组成身体所需的蛋白质，这是氨基酸同化 assimilation 的一种方式；它把营养物质变成细胞或身体的组成部分。不是所有到肝的氨基酸都立刻形成尿素，只有多余的氨基酸需要按下面的路线处理。

多余氨基酸不能像糖原那样大量储存，肝会除去其中含氮的部分，这叫脱氨作用，并将含氮废物转变为尿素。尿素在 _____ 形成，随后随血液运输到肾。尿素若在体内积累到过高浓度会有毒害作用，因此需要持续排出。

肾从血液中移除尿素，使其进入尿液。尿液是水、尿素和其他排出物组成的液体，尿素只是其中一种物质。膀胱储存尿液，不负责制造尿素，也不是从血中去除尿素的主要器官。



先区分尿素产生的器官与把尿素排出的器官。肾底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

肾动脉把含尿素的血送入肾，肾静脉把经过肾处理的血送出，尿素浓度通常较低。肝动脉送血到肝，肝静脉带走肝生成的尿素。比较血管时，先确定器官是在增加尿素还是移除尿素，再按血流方向判断出口变化。

描述脱氨时，要说清被去掉的是氨基酸的含氮部分，而不是含糊地说氨基酸变小。肝移除这部分并形成尿素；随后的血液运输和肾排泄是后续过程，不能把它们当成脱氨发生在肾的证据。

答案：肝

怎么认 形成尿素找肝和多余氨基酸脱氨；从血中排出尿素找肾。血管比较先定位肝或肾，再比较流入动脉与流出静脉，不把尿素等同于整份尿液。

例题 1 （2025·February/March 0610/22 Q20） · 4 级

In a healthy human, in which blood vessel would you find the **lowest** concentration of urea?

A hepatic artery

B hepatic vein

C renal artery

D renal vein

解：肾从血液中移除尿素，流出肾的肾静脉血尿素浓度通常低于流入的肾动脉血。肝则形成尿素，肝静脉不能据此判断为最低。因此所列血管中是 renal vein，故选 D。

例题 2 （2025·October/November 0610/41 Q3(a)(v)） · 2 级

(v) Describe the process of deamination.

解：脱氨是移除氨基酸中含氮部分的过程，主要发生在肝。含氮部分随后被转变为尿素。

可写：The nitrogen-containing part is removed from amino acids, and urea is formed。不要只写氨基酸被分解；题目所需关键是“含氮部分被移除”和“形成尿素”。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q23） · 1 级

Where in the human body is urea excreted?

A bladder

B kidneys

C liver

D lungs

2. （2025·May/June 0610/22 Q23） · 1 级

Which organ produces urea?

A bladder

B kidney

C liver

D pancreas

3. （2025·May/June 0610/23 Q22） · 1 级

What can be broken down to form urea?

A amino acids

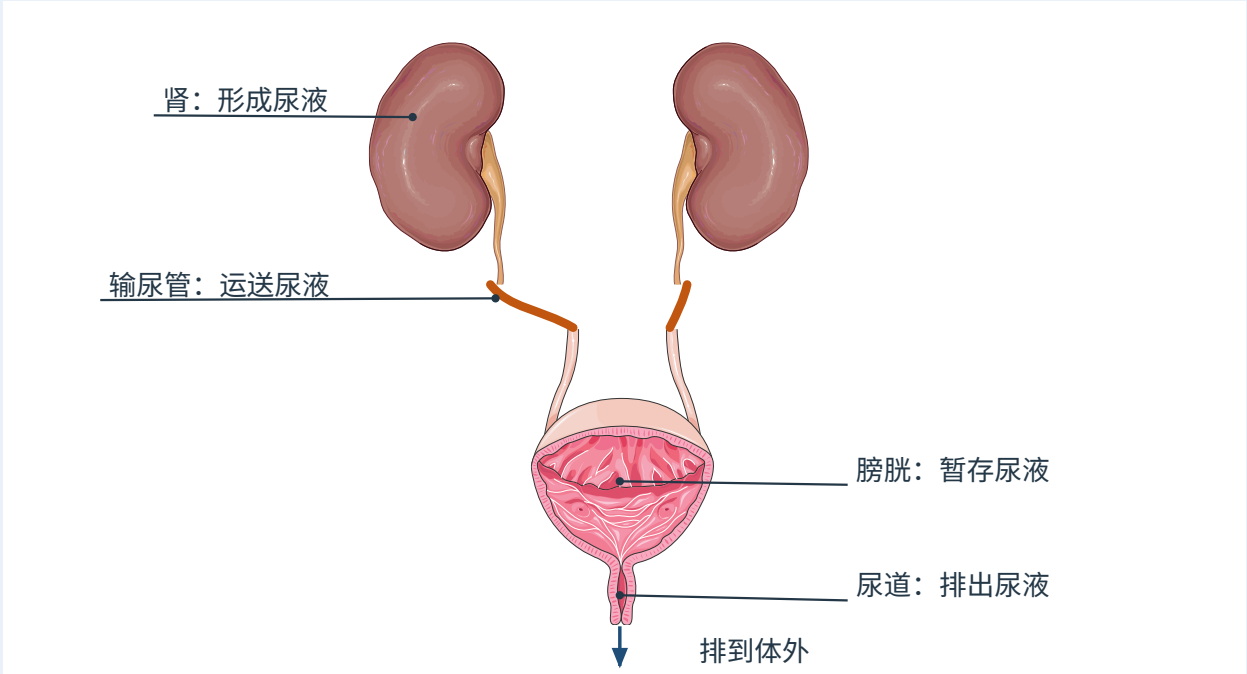
B fatty acids

C sugars

D vitamins

题型 2：辨认肾的区域并追踪尿液排出路径

知识点 肾形成的尿液先经输尿管进入膀胱储存，再经尿道排到体外。两条输尿管各连接一个肾与膀胱；尿道从膀胱下方通向外界。因此，肾到膀胱的管叫 _____，膀胱到外界的管叫 _____。



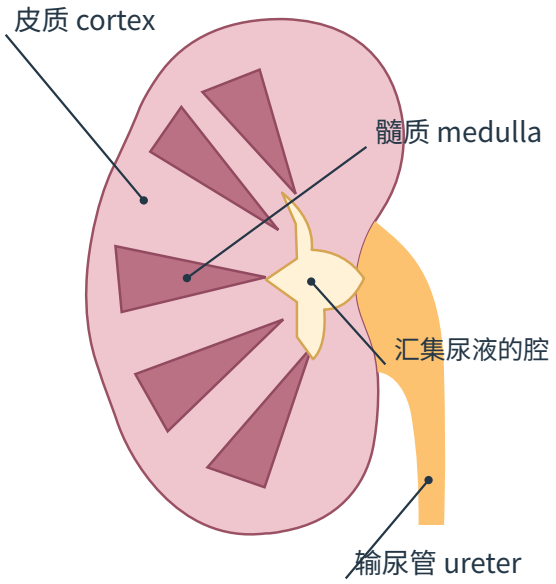
沿肾、输尿管、膀胱、尿道的连接读尿液路线。底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；镜像、加注并连接。

英文 ureter 为输尿管，urethra 为尿道，二者只差几个字母却连接不同部位。它们都运送尿液，尿液中都可有水、尿素和多余无机离子；两者也都直接连接膀胱，只有输尿管直接连接肾。

看图先找上方成对的肾、下方囊状膀胱，再沿连线区分成对的长输尿管与膀胱下方的短尿道。通向肾的短横向血管运输的是血液，不能仅因为它接在肾旁就叫输尿管。

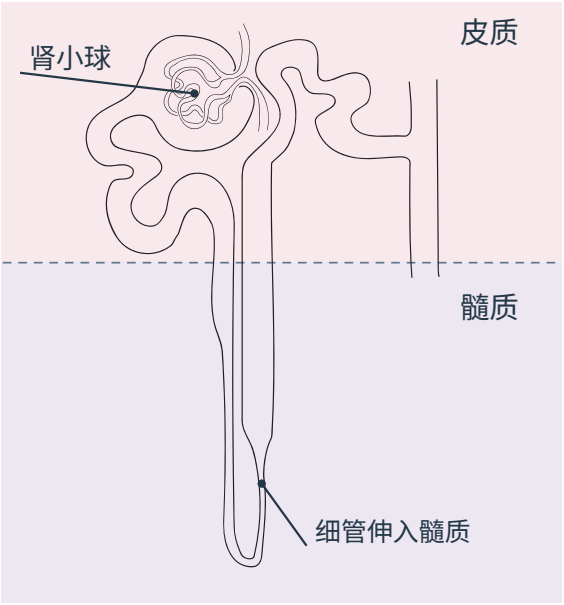
把一个肾沿纵向切开，最外侧的一层组织是皮质 cortex；更靠内侧的区域是髓质 medulla，常画成几个向中央突出的肾锥体。肾中央汇集尿液的腔通向输尿管，这个腔不能当作髓质。皮质与髓质都是肾内的区域，输尿管则是一根离开肾的管。

肾的纵剖面：整个器官



外侧为皮质；内侧的肾锥体属于髓质。

肾单位：放大的细小结构



肾小球位于皮质；部分细管向髓质伸展。

先认整个肾的外层皮质和内侧髓质，再看放大的肾单位位于哪些区域。肾外轮廓：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加绘剖面。肾单位：Emily A. Daniel，CC0；加注。

沿图中的标线完整判断一次：端点落在外围的组织层，写 cortex；端点落在内侧的肾锥体，写 medulla；端点落在由肾伸出、通向膀胱的管，写 ureter。随后把三个名称按题目给定的字母顺序排回去。题图可能有阴影，也可能只有轮廓，名称由区域位置和连接关系确定，不能靠某种固定颜色判断。

右侧放大的是肾单位 nephron，不是另一个完整的肾。一个肾含有许多肾单位；每个肾单位开始处有一团毛细血管，叫肾小球，位于皮质。与它相接的细管有一部分向髓质伸展。先认清“整个肾的区域”和“放大的肾单位”两个尺度，下一节才进一步追踪其中的滤过与重吸收。肾的外层是 _____，内侧区域是 _____。

答案：输尿管；尿道；皮质；髓质

怎么认　在整个泌尿系统中按肾→输尿管→膀胱→尿道追踪；在肾剖面中先认外围皮质和内侧髓质，再沿标线区别血管与输尿管。肾单位放大图与整个肾不是同一尺度。

例题 1　(2025·May/June 0610/41 Q4(c))　· 1 级

(c) Fig. 4.1 shows a simplified diagram of a cross-section of a kidney.

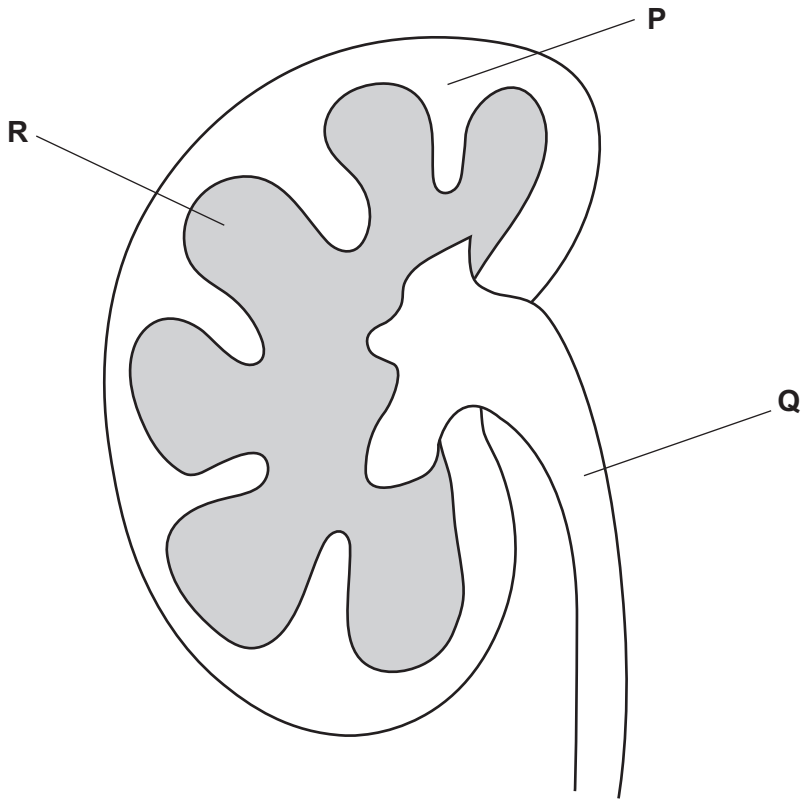


Fig. 4.1

State the names of the parts labelled **P**, **Q** and **R** in Fig. 4.1.

P

Q

R

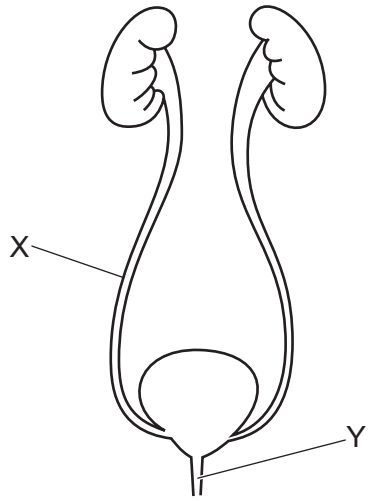
解：先把整幅图看成肾的剖面，分清外层、内侧组织和离开肾的管。再从每个字母沿标线追到端点，不按字母所在的纸面位置猜名称。

P 的端点在肾外缘以内、包围内侧组织的那一层，所指是皮质 cortex。R 的端点落在更靠内侧的灰色区域，所指是髓质 medulla。图把髓质画成连续而有突起的区域，换一种画法也仍以它在皮质内侧的位置判断。

Q 的端点在肾下方伸出的长管上。这根管把肾形成的尿液送向膀胱，是输尿管 ureter；尿道连接膀胱与外界，不直接从肾发出。因此依 P、Q、R 的顺序填写 cortex、ureter、medulla。

例题 2 （2025·May/June 0610/13 Q21） · 2 级

The diagram shows a human organ system.



What are the names of structures X and Y?

	X	Y
A	renal artery	renal vein
B	renal vein	renal artery
C	ureter	urethra
D	urethra	ureter

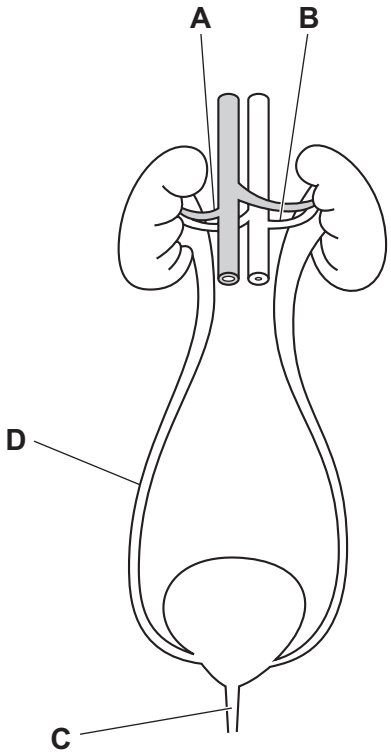
解：X 指从肾延伸到膀胱的长管，是输尿管 ureter；Y 指膀胱下方通向外界的尿道 urethra。两列依次如此，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/12 Q22） · 1 级

The diagram shows some of the organs involved in excretion.

Which label is a ureter?



2. （2025·October/November 0610/12 Q18） · 2 级

In humans, a ureter and a urethra are two structures involved in excretion.

Which comparison between a ureter and a urethra is correct?

A Only fluid passing through a ureter contains excess mineral ions and water.

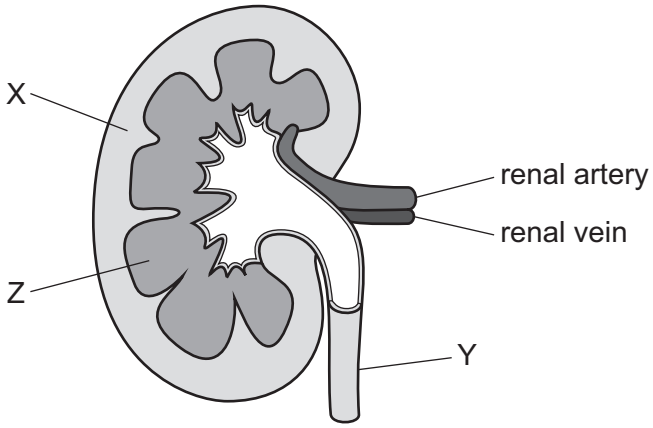
B Only fluid passing through a urethra contains urea.

C Only a ureter is directly attached to the bladder.

D Only a ureter is directly attached to the kidney.

3. （2021·October/November 0610/22 Q24） · 2 级

The diagram shows a mammalian kidney.

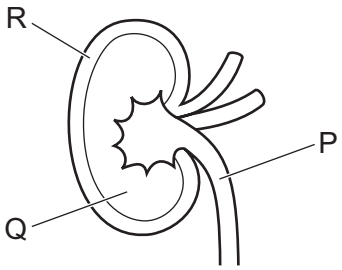


What are areas X, Y and Z?

	X	Y	Z
A	cortex	medulla	ureter
B	cortex	ureter	medulla
C	medulla	cortex	ureter
D	medulla	ureter	medulla

4. （2023·May/June 0610/22 Q23） · 2 级

The diagram shows a cross-section of a kidney.



What are the correct names for structures P, Q and R?

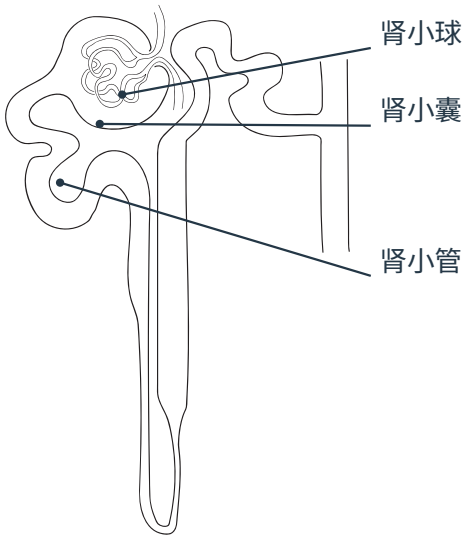
	P	Q	R
A	urethra	cortex	medulla
B	ureter	medulla	cortex
C	urethra	medulla	cortex
D	ureter	cortex	medulla

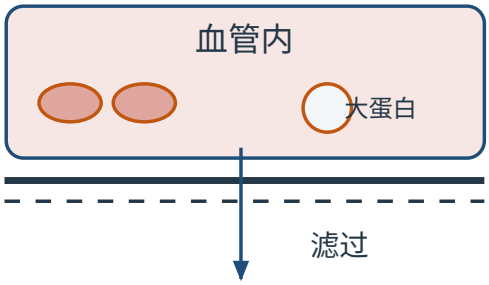
13.2 肾的滤过作用

题型 1：判断肾小球滤过的物质与部位

知识点 肾单位是形成尿液的基本结构。开始处的肾小球是一团毛细血管，血压使部分血浆成分进入包围肾小球的肾小囊腔，形成滤液，这个过程叫 _____。

水、葡萄糖、无机离子和尿素等小分子可以被滤出；正常情况下血细胞和较大的蛋白质被保留在血管内。滤液还不是最终尿液，因为流经肾小管时，健康人的全部葡萄糖、大部分水和一部分无机离子会被重新吸收入血。





滤液：水、葡萄糖、
无机离子、尿素

血细胞和较大蛋白质
通常留在血管中

进入肾小囊的滤液，还要沿肾小管继续处理。

先定位肾小球与包围它的肾小囊，再比较哪些物质能穿过滤过屏障。

因此，“葡萄糖能被滤出”与“正常尿液中有大量葡萄糖”不是同一结论。肾小球的滤过、肾小管的重吸收以及肝中氨基酸脱氨发生在不同部位，应先看题干具体问哪一处。

答案：滤过

怎么认 问肾小球时联系高压滤出小分子；问肾小管时再联系重吸收。区分滤液与最终尿液，并把肝中脱氨作用与肾的两项过程分开。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q20） · 1 级

What is a role of the glomerulus?

A assembling amino acids into proteins

B filtration of water, glucose, urea and ions from the blood

C reabsorption of glucose, ions and water back into the blood

D removal of the nitrogen-containing part of amino acids to form urea

解：肾小球通过滤过把水、葡萄糖、尿素和离子等小分子从血中滤入肾单位。重新吸收主要在肾小管，脱氨主要在肝，故选 B。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/22 Q25） · 1 级

Which process happens in a glomerulus in the kidney?

A assimilation

B deamination

C filtration

D reabsorption

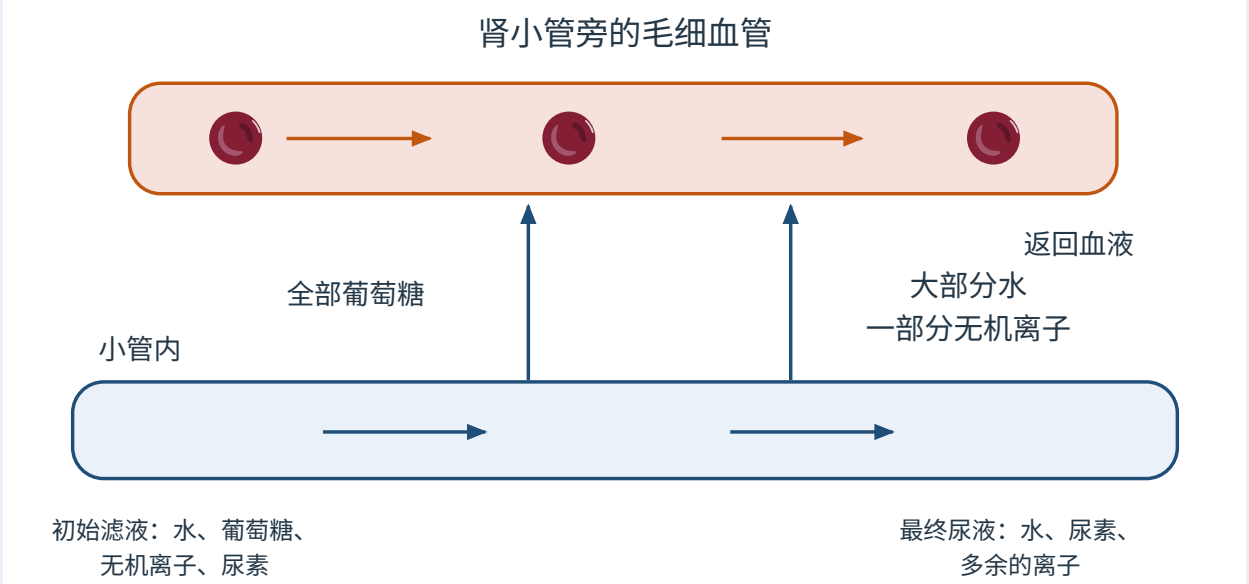
2. （2025·May/June 0610/23 Q21） · 2 级

What is filtered out of the blood in the glomerulus and into the nephron?

	glucose	urea
A	yes	yes
B	yes	no
C	no	yes
D	no	no

题型 2：比较血液、滤液和尿液解释选择性重吸收

知识点 把肾单位分成先后两段看。开始处肾小球滤过：水、葡萄糖、尿素和无机离子等小分子进入肾小囊，形成滤液；血细胞和较大蛋白质通常留在血液中。滤液包含有用物质，所以还不是最终尿液。滤液沿肾小管流动时，有用物质可以由小管内回到血液，这叫重吸收。健康人的葡萄糖被全部重新吸收；大部分水和一部分无机离子按身体需要回到血液，剩余的水、尿素和多余离子形成尿液排出。选择性重吸收意味着不同物质的回收程度不同。



小管内向右流动的是滤液；从小管到血管是重吸收。

读血液、滤液和尿液比较表时，可先找蛋白质：只在血液中而滤液中没有，与滤过屏障有关。再找葡萄糖：滤液中有而最终尿液中没有，说明它随后被重新吸收。最后比较水和离子的变化，不能说所有水都被回收，否则就无法解释正常尿液中的水。

> 百分浓度是某成分在一份液体中所占的比例；物质总量还取决于这份液体的总量。一个液体中水的百分数较大，不代表这份液体所含水的总量一定更多。描述表格要先写给定数据，再把差异与滤过或重吸收联系。
>
> 健康人的滤液沿肾小管流动时，_____ 被全部重吸收入血，而水被重吸收的比例通常是 _____，不是全部。

答案：葡萄糖；大部分。

怎么认　先定位三份液体处于哪个阶段，再用蛋白质判断滤过、用葡萄糖判断重吸收。

例题 1　(2024·October/November 0610/42 Q3(a)(ii))　· 3 级

(a) Fig. 3.1 shows a kidney nephron and its associated blood vessels.

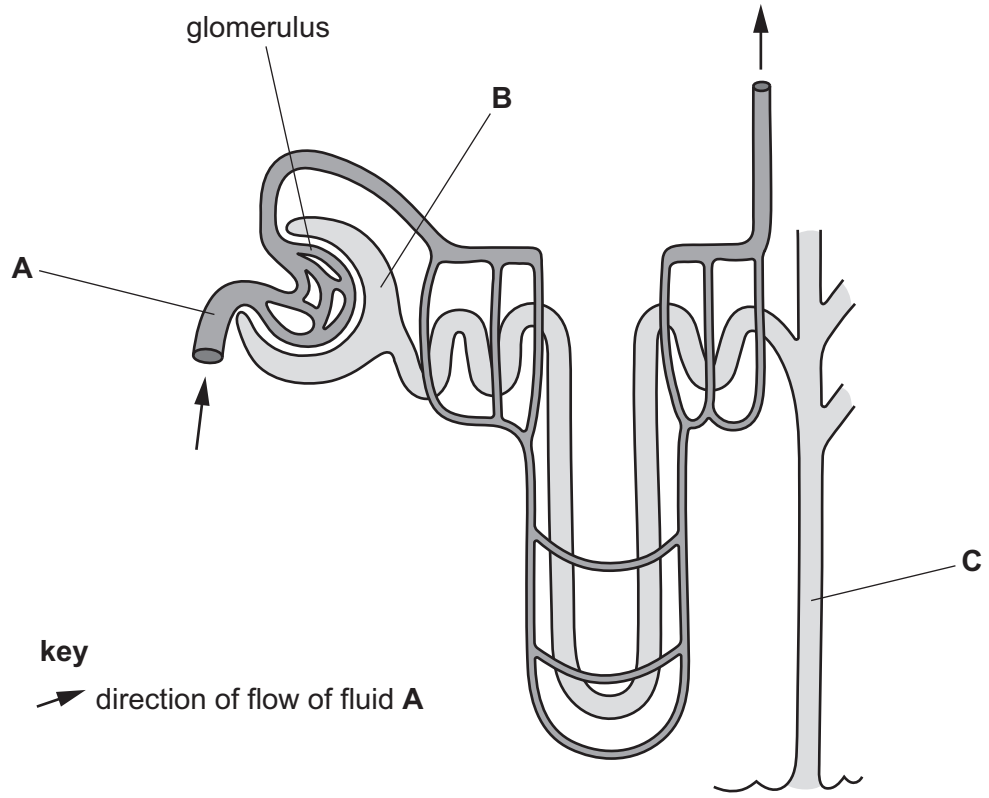


Fig. 3.1

The compositions of fluids **A**, **B** and **C** were analysed.

Table 3.1 shows the results for five components of the fluids.

Table 3.1

component	percentage concentration in fluid **A**	percentage concentration in fluid **B**	percentage concentration in fluid **C**
water	90.00	90.00	94.00
glucose	0.10	0.10	0.00
protein	8.00	0.00	0.00
urea	0.03	0.03	2.00
ions	0.72	0.72	1.50

(ii) Using the information in Fig. 3.1 and Table 3.1, describe **and** explain the differences in the compositions of fluids **A**, **B** and **C**.

解：先由 Fig. 3.1 定位：A 是流入肾小球的血液，B 是肾单位开始处的滤液，C 是流到后段的尿液。表中的百分数要逐行比较。

蛋白质在 A 中为 8.00%，在 B、C 中均为 0.00%。肾小球发生滤过时，大蛋白质分子不能通过滤过屏障，因此通常保留在血液中。

葡萄糖在 A、B 中均为 0.10%，说明它能随小分子进入滤液；C 中为 0.00%，因为健康人的葡萄糖沿肾小管被全部重新吸收入血。

尿素在 C 中为 2.00%，高于 A、B 的 0.03%。大量水被重吸收入血，使留下形成尿液的液体体积减少，待排出的尿素因而在较少液体中更集中。离子也被选择性重吸收，多余的部分随尿液排出；本表 C 中离子的百分浓度高于 A、B。

C 中水的百分数 94.00% 也高于 A、B 的 90.00%。百分浓度表示在该液体中所占比例，不能据此说肾没有重吸收水，更不能只比较百分数就断言某一液体中水的总量更多。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/21 Q25） · 1 级

In healthy people, which substance is completely reabsorbed into the blood from the kidney nephrons?

A glucose

B salts

C urea

D water

2. （2024·May/June 0610/23 Q23） · 1 级

Which process takes place as the filtrate from a glomerulus passes along a nephron?

A production of amino acids

B excretion of oxygen

C production of urea

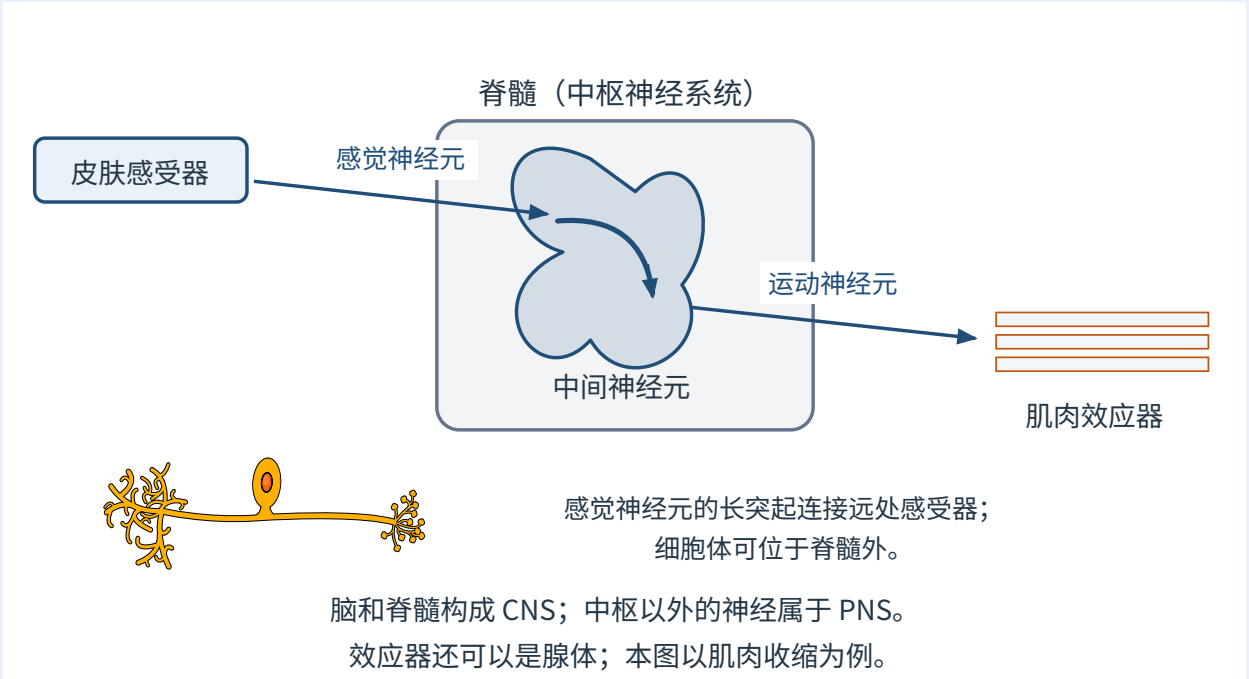
D reabsorption of glucose

协调与反应

14.1 神经传递与反射

题型 1：沿反射弧辨认神经元与传导方向

知识点 神经系统分为两部分：中枢神经系统 CNS 包括脑和脊髓，周围神经系统 PNS 包括中枢以外的神经，把身体各处与中枢连接。感受器是对特定刺激作出反应的细胞；感觉器官含有一组这样的感受器细胞。例如眼响应光，耳响应声音，皮肤中的感受器响应触碰或温度，鼻和舌中的感受器响应化学物质。手接触烫物时，皮肤中的感受器察觉高温，形成神经冲动。感觉神经元把冲动送往中枢神经系统，中继神经元在脑或脊髓中连接传入与传出的路线，运动神经元再把冲动送往效应器。效应器可以是肌肉，也可以是腺体；肌肉可收缩，腺体可改变分泌。本例肌肉收缩使手缩回。这种迅速而自动、不需要先有意识决定的反应叫反射 reflex。



从感受器沿冲动传递方向追到肌肉；下方另示感觉神经元形态。感觉神经元：Marnie Maddock，CC BY 4.0；加注。

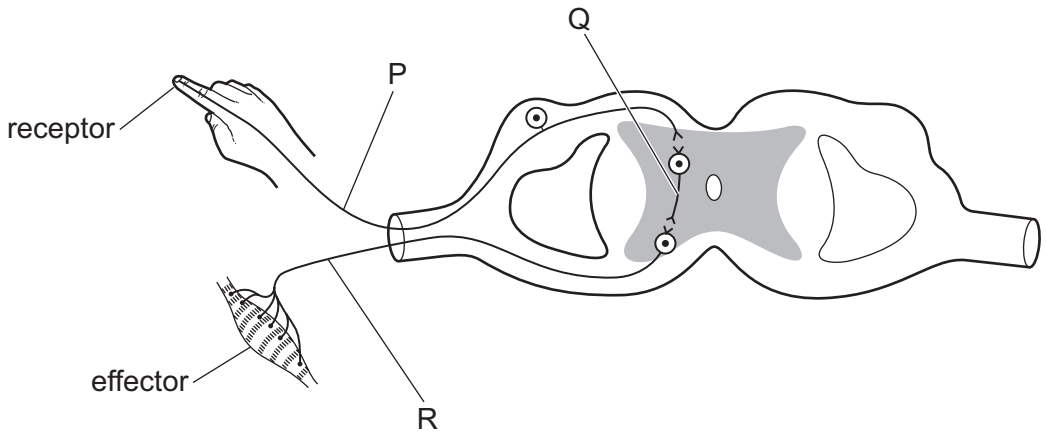
简单反射弧的顺序为感受器→_____神经元→中继神经元→_____神经元→效应器。感觉神经元的方向是向中枢，运动神经元的方向是离开中枢，不能按“手动了”就把从皮肤传入的神经称为运动神经。脊髓横切图中，中继神经元位于中央灰质内，感觉神经元从感受器进入脊髓，其细胞体可在脊髓外的膨大处；运动神经元从灰质通往效应器。看图先沿两端的感受器和效应器确定方向，再判断三种神经元。

答案：感觉；运动

怎么认 从刺激的接收处出发，顺感受器、感觉、中继、运动、效应器追踪。进中枢为感觉，出中枢到肌肉为运动，脊髓内部连接者为中继。

例题 1 （2025·May/June 0610/23 Q23） · 2 级

The diagram shows a simple reflex arc.



What are the names of the structures labelled P, Q and R?

	P	Q	R
A	motor neurone	relay neurone	sensory neurone
B	motor neurone	sensory neurone	relay neurone
C	sensory neurone	motor neurone	relay neurone
D	sensory neurone	relay neurone	motor neurone

解：P 从感受器进入脊髓，是感觉神经元；Q 在脊髓内部连接两条路线，是中继神经元；R 从脊髓到效应器，是运动神经元。三列依次 sensory、relay、motor，故选 D。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q24） · 1 级

What is the route taken by an electrical impulse in a simple reflex arc?

A effector → motor neurone → relay neurone → sensory neurone → receptor

B effector → sensory neurone → relay neurone → motor neurone → receptor

C receptor → motor neurone → relay neurone → sensory neurone → effector

D receptor → sensory neurone → relay neurone → motor neurone → effector

2. （2025·May/June 0610/12 Q23） · 2 级

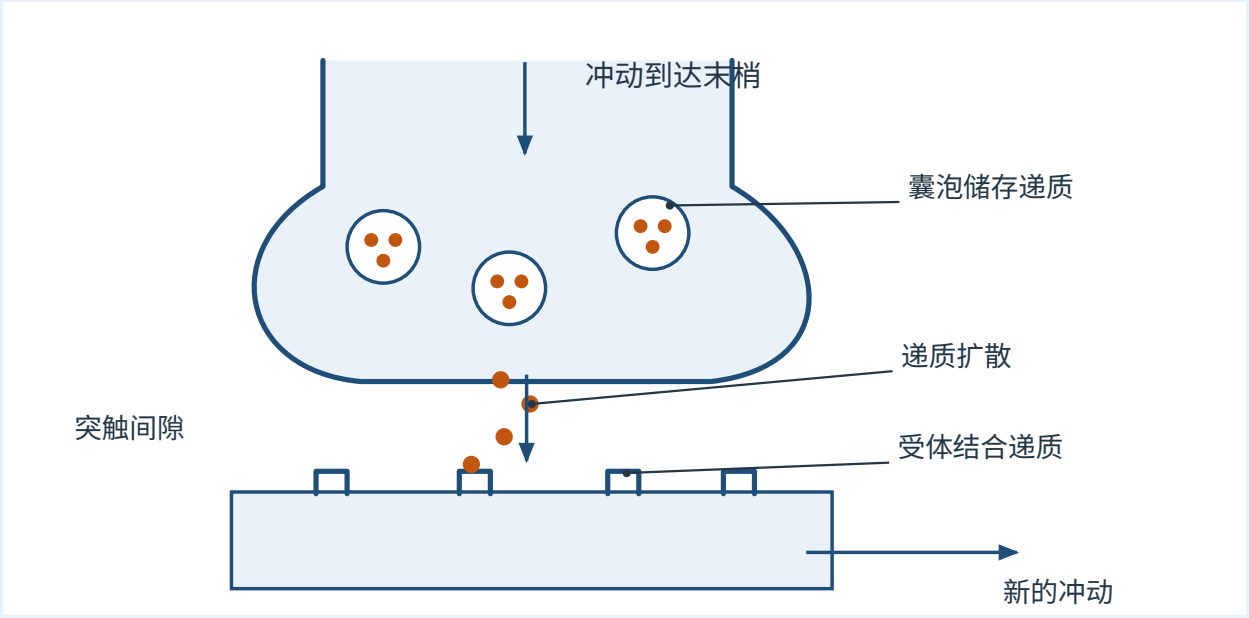
A person touches a hot object which stimulates structure P in the skin. This causes an electrical impulse to be sent through structure Q to the central nervous system.

Which row identifies structures P and Q?

	P	Q
A	effector	motor neurone
B	effector	sensory neurone
C	receptor	motor neurone
D	receptor	sensory neurone

题型 2：沿突触传递过程辨认结构

知识点 两个神经元之间传递信息的连接处叫突触。冲动到达前一个神经元末端时，刺激小囊泡释放神经递质。递质扩散跨过突触间隙，与后一个神经元膜上的受体蛋白结合，使后一个神经元产生新的冲动。



冲动到达后释放递质，递质跨过间隙并结合下一细胞上的受体。

因此，过程顺序为囊泡释放递质→递质 _____ 过间隙→与受体结合→下一个神经元产生冲动。递质不是把整个电冲动作为物质搬过间隙，而是用化学信号使下一细胞产生新的电信号。

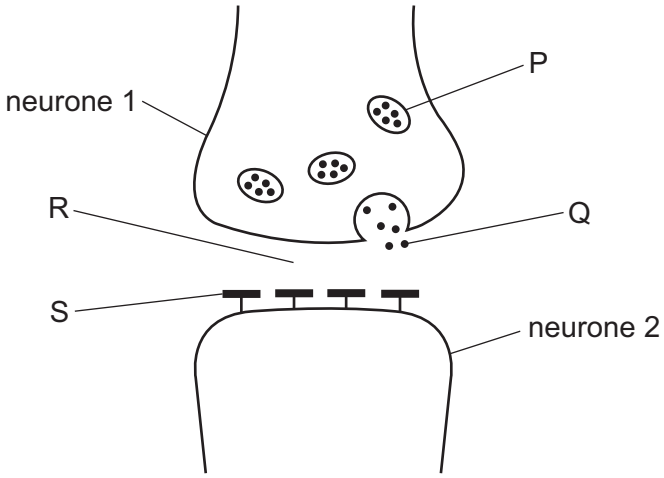
示意图中囊泡通常是前侧末端内装有小点的小圆，释放出的小点是递质，两细胞膜间的空隙是突触间隙，后侧膜上的结合结构是受体。释放结构与受体分居两侧，使传递通常为单向。反射弧图中，突触位于两个神经元相接的部位，不是整条神经纤维。

答案：扩散

怎么认 按释放、扩散、结合、下一冲动追踪。先看哪一侧有囊泡、哪一侧有受体，再辨间隙；在反射弧图上找两个神经元接合点。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q21） · 2 级

The diagram shows a synapse.



What are the labelled parts?

	P	Q	R	S
A	synaptic gap	neurotransmitter	vesicle	receptor
B	synaptic gap	receptor	vesicle	neurotransmitter
C	vesicle	neurotransmitter	synaptic gap	receptor
D	vesicle	receptor	synaptic gap	neurotransmitter

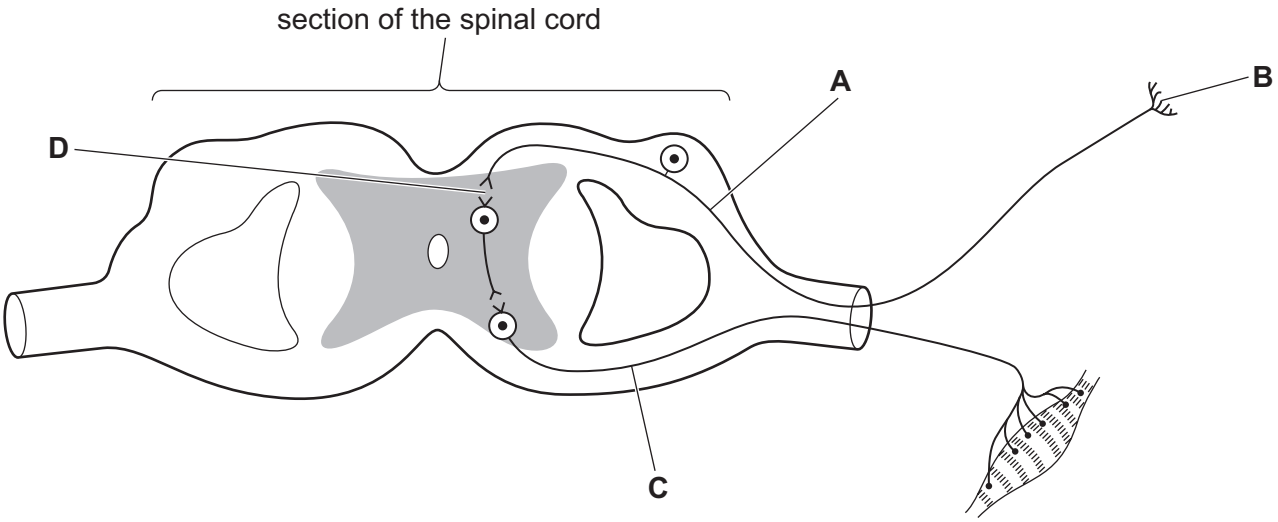
解：P 指前侧神经元末端内的囊泡；Q 指释放的小点，即神经递质；R 指两神经元之间的突触间隙；S 指后侧膜上的受体。四列为 vesicle、neurotransmitter、synaptic gap、receptor，故选 C。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/22 Q18） · 2 级

The diagram shows the parts of the nervous system involved in a reflex arc.

Which letter identifies a synapse?



2. （2025·October/November 0610/23 Q21） · 3 级

Events that occur at a synapse are listed.

They are **not** in the correct order.

1 An impulse is stimulated in the next neurone.

2 An impulse stimulates the release of neurotransmitter molecules from vesicles into the synaptic gap.

3 Neurotransmitter molecules bind with receptor proteins on the next neurone.

4 The neurotransmitter molecules diffuse across the gap.

What is the actual sequence of events?

A 2 → 4 → 1 → 3

B 2 → 4 → 3 → 1

C 4 → 2 → 1 → 3

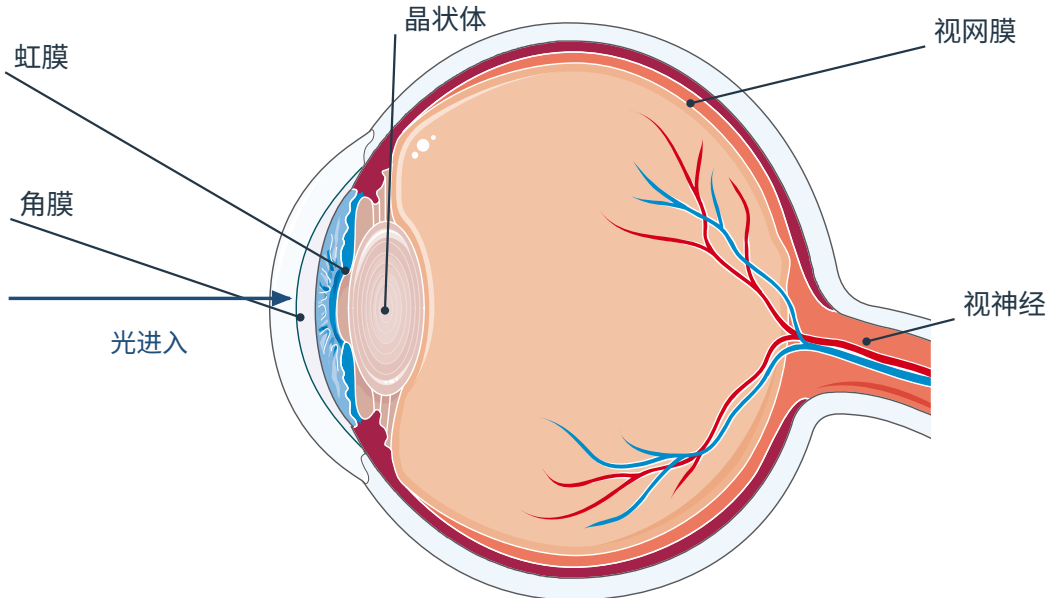
D 4 → 2 → 3 → 1

14.2 眼与视觉

题型 1：辨认眼的结构并解释瞳孔反射和视网膜功能

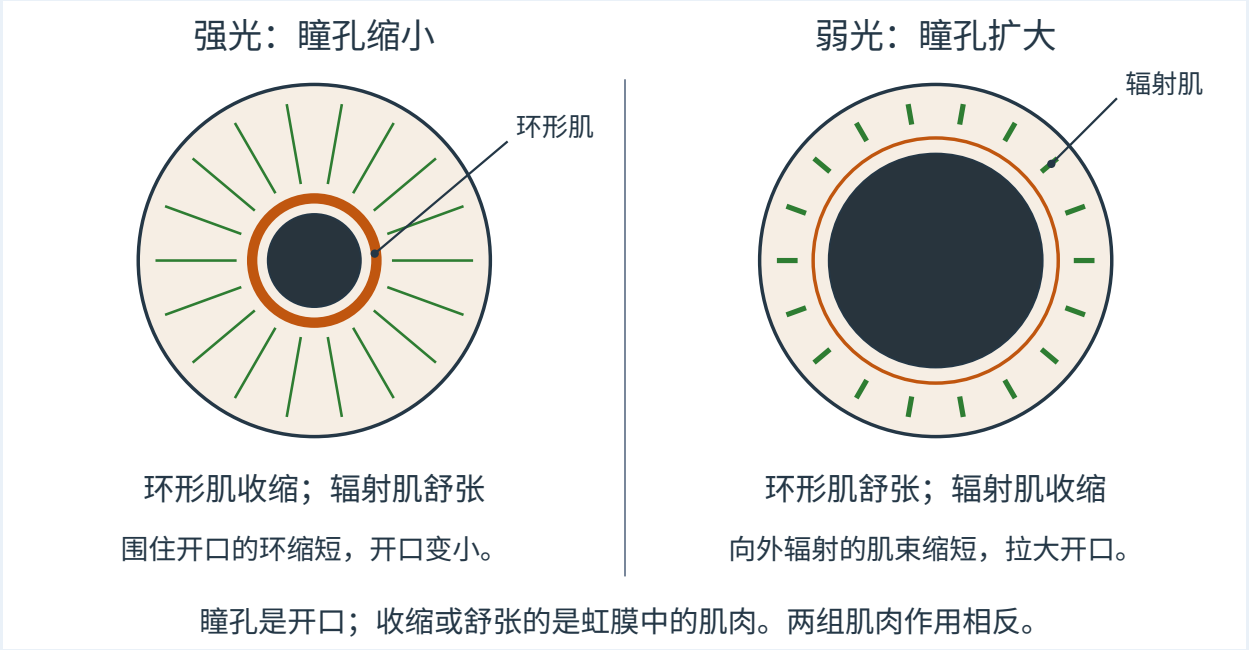
知识点 眼前方透明弯曲的角膜使进入的光发生折射，晶状体进一步聚焦，使物体的像落在眼球后部的视网膜上。视网膜中的感光细胞受到光刺激后产生冲动，视神经把信息传向脑。

虹膜在晶状体前方，中央开口是瞳孔。虹膜肌肉调节瞳孔大小，从而控制进入眼的光量。虹膜的主要作用是 _____，不是把冲动传到脑，也不是像晶状体那样调焦。



光从角膜进入，经瞳孔和晶状体，最终到达视网膜。底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

光线突然变强时，眼会自动缩小瞳孔，减少到达视网膜的光；光线变弱时，瞳孔扩大，使更多光进入。这种迅速而自动的反应叫瞳孔反射 pupil reflex。瞳孔本身是开口，真正收缩、舒张的是虹膜中的两组肌肉。环形肌 circular muscles 像环一样围着瞳孔，收缩时环缩短，开口变小；辐射肌 radial muscles 沿虹膜向外辐射，收缩时把瞳孔边缘向外拉，开口变大。因此强光下环形肌收缩、辐射肌舒张；弱光下环形肌舒张、辐射肌收缩。一组收缩时另一组舒张，产生相反作用，叫拮抗作用 antagonistic action。

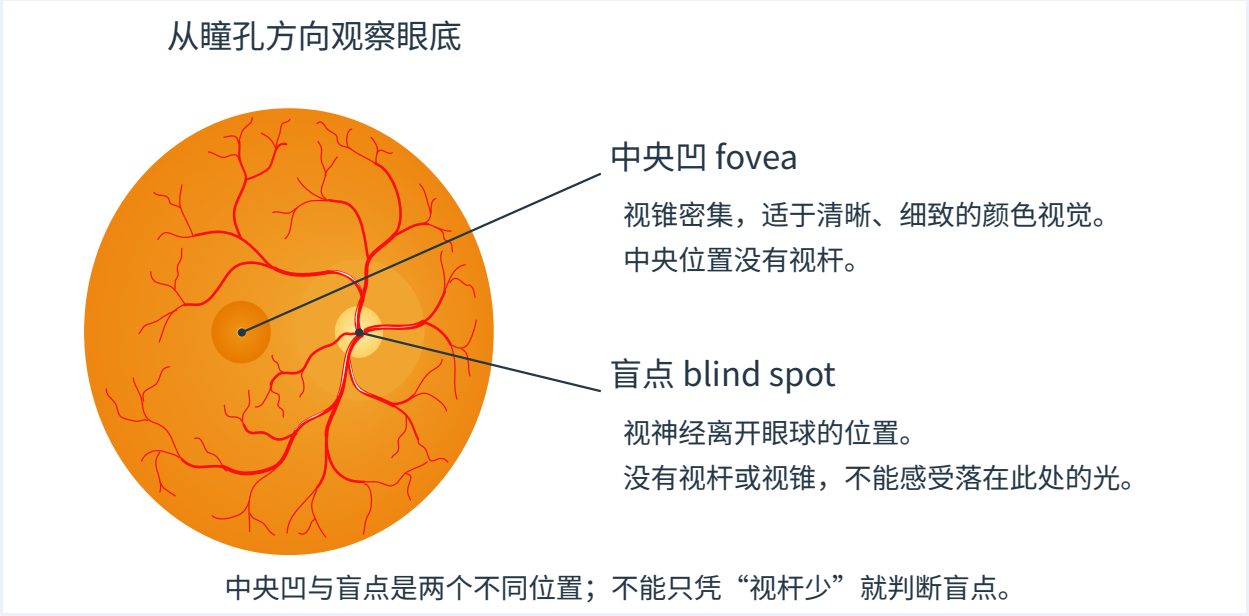


比较同一眼在强光和弱光下的虹膜肌肉状态；环形肌与辐射肌拮抗配合。

用“从亮处走到暗处”走完一条判断链：外界光变弱→需要让更多光进入→瞳孔扩大→辐射肌收缩、环形肌舒张。若改成强光，链中的方向相反。从眼的正面看，虹膜外缘近似不变；瞳孔缩小时，可见的虹膜环面积增大。因此“虹膜可见部分增大”与“瞳孔缩小”可以同时发生。强光下瞳孔会 _____。

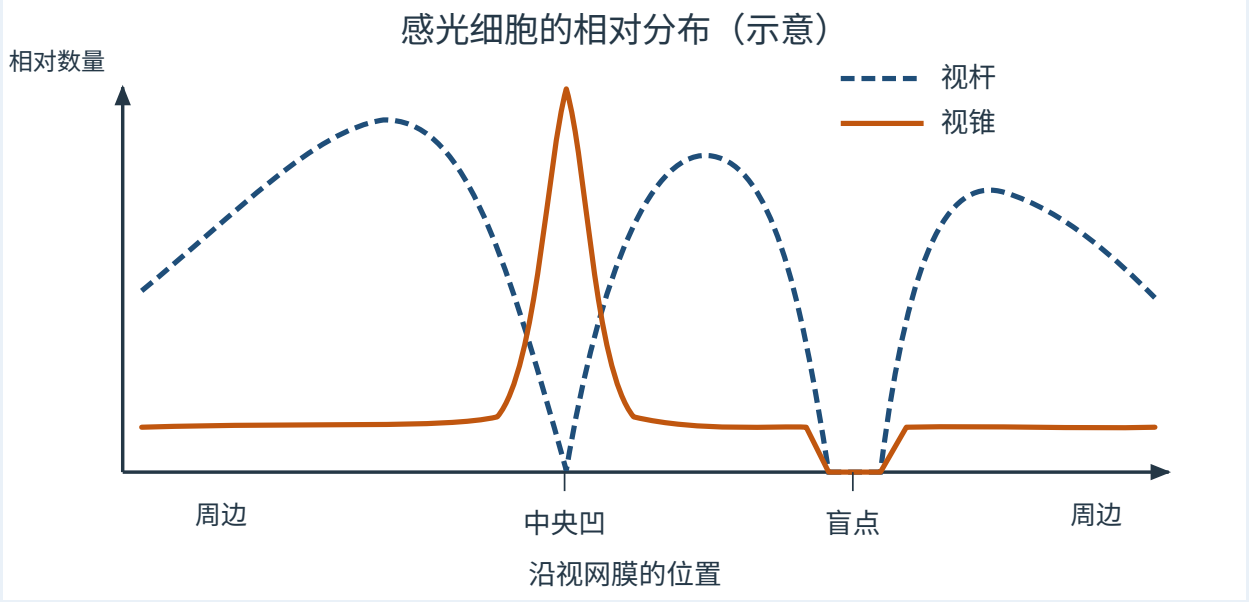
视网膜中的视杆 rod cells 和视锥 cone cells 含有能吸收光的感光色素；受到合适光刺激后，信息以神经冲动形式经视神经传向脑。视杆对微弱光较敏感，参与暗光和夜间视觉，但不提供颜色视觉。视锥需要较强光才能有效工作，有三种分别对不同颜色的光敏感的类型，共同提供颜色视觉。看眼球横切图时，视网膜沿眼球后方内壁分布，不在晶状体前面。

中央凹 fovea 是视网膜上视锥密集的部位，适于清晰、细致的颜色视觉，其中央位置没有视杆。盲点 blind spot 是视神经离开眼球的地方，没有视杆或视锥，不能感受落在这里的光。两处是不同位置，不能把“视杆为零”的所有位置都叫盲点。



中央凹有密集视锥；盲点是视神经离开的地方，没有这两类感光细胞。眼底底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；去背景、加注。

周边视网膜 peripheral retina 的视杆较多、视锥较少，但并非完全没有视锥。把各处的感光细胞数量画成曲线，可以将空间分布与功能对应起来。



先找视锥最高且视杆为零的中央凹，再找两条曲线都为零的盲点；周边仍有少量视锥。

读上图时先看两条曲线的图例，再找三个特征。视锥曲线最高而视杆为零的地方是中央凹；两种细胞同时为零的窄区是盲点；大部分周边位置视杆较多、视锥较少，适合联系视杆的暗光功能。左右两侧的曲线不必完全对称，描述差异应以本题图形为准。换一只眼或换观察方向，盲点在图上的左右位置可改变；换一幅曲线图，实线、虚线代表的细胞也可能对调，都要重新核对当前标线和图例。

描述分布时写哪里较多、哪里较少和哪里没有；解释时再联系光的吸收、暗光或颜色视觉。暗处不容易辨别颜色，是因为在该条件下有效工作的主要是视杆，不能把它解释成视杆也能辨色。视锥最密集的位置是 _____；两类感光细胞都没有的位置是 _____。

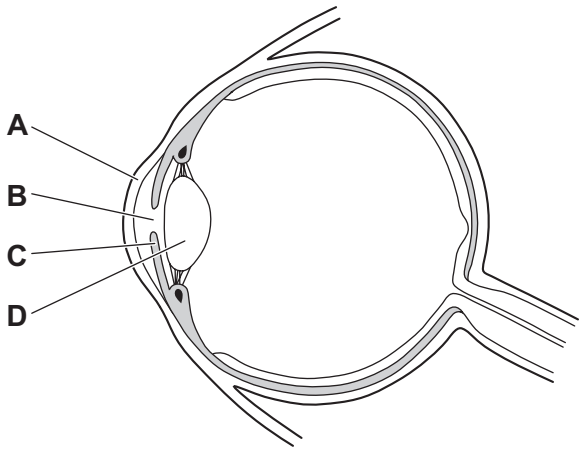
答案：控制进入瞳孔的光量；缩小；中央凹；盲点

怎么认 先区分角膜/晶状体聚焦、虹膜控制入光、视网膜感光、视神经传冲动。明暗变化先判瞳孔变大或变小，再判拮抗肌肉。分布图先读图例，中央凹是视锥最高而视杆缺少，盲点是两者都没有。

例题 1 (2025·May/June 0610/13 Q22) · 2 级

The diagram shows a section through the human eye.

Which label identifies the iris?



解：C 的标线指向晶状体前方、瞳孔边缘的虹膜。虹膜调节瞳孔大小，不能把它与凸透镜状晶状体混淆，故选 C。

例题 2 (2025·May/June 0610/41 Q2(c)) · 2 级

(c) In humans, the size of the iris increases in bright light conditions.

During this response one effector in the iris contracts and one effector relaxes.

(i) State the name of this response.

(ii) State the name of the effector that contracts in this response.

(iii) State the name of the type of action shown by the paired effectors during this response.

解：题干说强光下 iris 的可见部分增大，先分清虹膜与瞳孔：虹膜是围住开口的组织，瞳孔才是中央的孔。强光使瞳孔缩小，从前面看到的虹膜环面积因而增大，不能把这句话读成瞳孔扩大。

(i) 光强改变引起瞳孔大小自动改变，这个反应叫瞳孔反射 pupil reflex。

(ii) 要使中央开口变小，围绕开口的环形肌必须缩短，因此收缩的效应器是虹膜环形肌 circular muscle of the iris。此时辐射肌舒张，减少向外拉开瞳孔的作用。

(iii) 两组肌肉中一组收缩、另一组舒张，产生相反方向的作用，这叫拮抗作用 antagonistic action。这里描述的是两组效应器怎样配合，不是把虹膜说成只有一块肌肉。

例题 3 （2023·October/November 0610/41 Q3(c)(ii)） · 3 级

(c) Fig. 3.3 is a graph showing the distribution of rod cells and cone cells across the retina in a human eye.

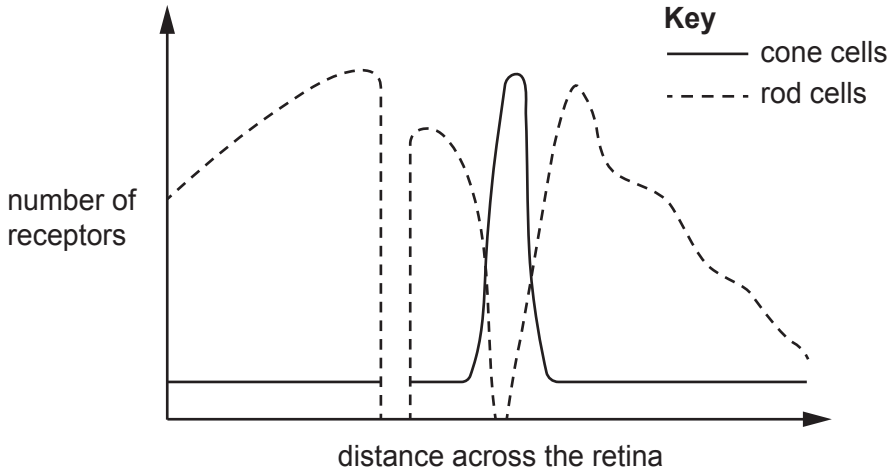


Fig. 3.3

(ii) Describe and explain the distribution of rod cells and cone cells shown in Fig. 3.3.

解：先读图例：本题实线是 cone cells，虚线是 rod cells。横轴表示沿视网膜的位置，纵轴表示感光细胞数量，不能把两条曲线当作同一细胞在不同时刻的变化。

在视网膜大部分位置，视杆曲线高于视锥曲线，说明视杆总体较多。视杆并非均匀分布：中央区域两侧的数量有高有低，图的左右也不完全相同。

实线在中部出现很高而窄的峰，这里是中央凹，视锥最密集；同一位置的视杆曲线降到零。视锥在较强光下有效工作，并有三种对不同颜色的光敏感的类型，因此集中视锥的中央凹适于清晰的颜色视觉。周边的视锥较少，并不表示整片周边完全没有视锥。

中央凹左侧还有一小段，两种感光细胞都没有，这是盲点。它是视神经离开眼球的部位，没有这两类感光细胞，不能把落在这里的光转化为视觉信息。盲点与“只有视杆降为零、视锥反而最多”的中央凹不同。

视杆中的感光色素能吸收很微弱的光，视杆因此适于暗光和夜间视觉，但不能提供颜色视觉。作答时把这些功能接在相应分布后面，便同时完成了题目要求的 describe 和 explain。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q25） · 1 级

What is the function of the iris?

A It carries impulses from the eye to the brain.

B It controls the amount of light entering the pupil.

C It focuses the light onto the retina.

D It refracts light entering the eye.

2. （2023·May/June 0610/22 Q25） · 1 级

During the pupil reflex in bright light, what describes the actions of the muscles in the iris?

A The circular muscles of the iris contract and the radial muscles relax.

B The circular muscles of the iris contract and the radial muscles contract.

C The circular muscles of the iris relax and the radial muscles contract.

D The circular muscles of the iris relax and the radial muscles relax.

3. （2025·May/June 0610/21 Q22） · 2 级

Which row shows the function of rod cells?

	night vision	colour vision
A	yes	yes
B	yes	no
C	no	yes
D	no	no

4. （2024·October/November 0610/22 Q27） · 2 级

Which responses occur in the iris of the eye when a person walks from a brightly lit area to a dimly lit area?

	circular muscles	radial muscles
A	contract	contract
B	contract	relax
C	relax	contract
D	relax	relax

5. (2022·May/June 0610/42 Q3(b)(ii)) · 2 级

(ii) Fig. 3.2 is a photograph showing regions of a human retina, as viewed through the pupil at the front of the eye.

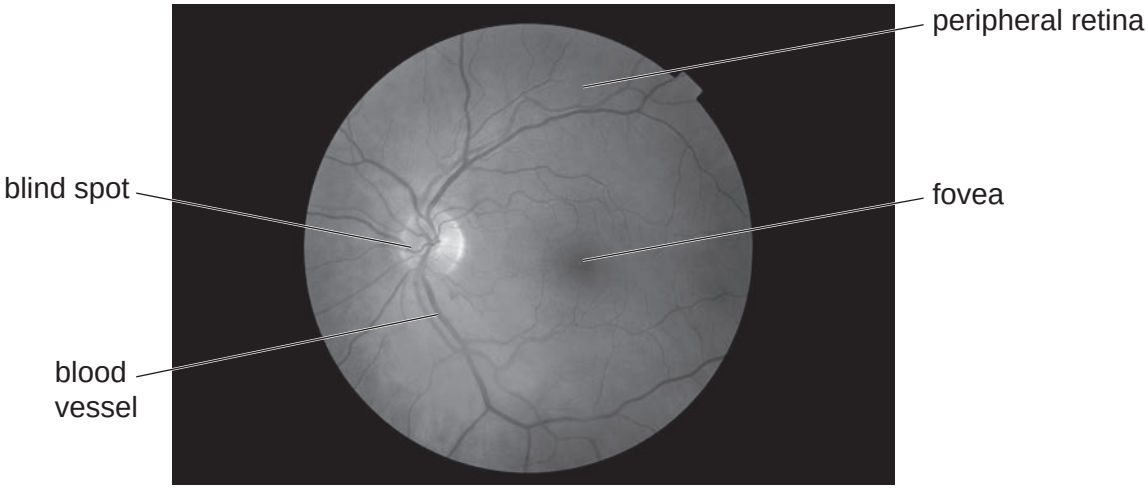


Fig. 3.2

Complete Table 3.1 to show the distribution of rods and cones across the retina.

Use these words to complete the table, each word may be used once, more than once or not at all:

many **few** **none**

Table 3.1

receptor	distribution across the retina		
	peripheral retina	blind spot	fovea
rods			
cones			

6. (2025·May/June 0610/41 Q2(a)) · 3 级

(a) The human retina contains receptor cells called rods and cones.

Fig. 2.1 shows the distribution of receptor cells in a human retina.

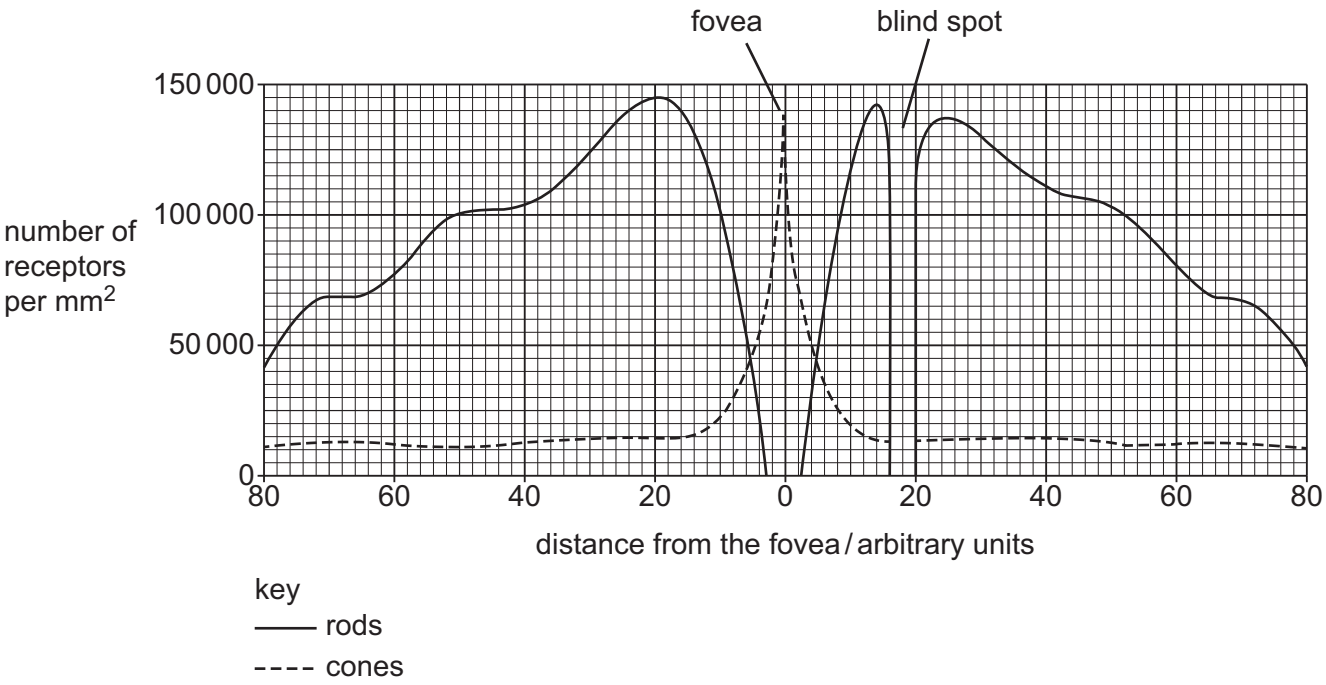


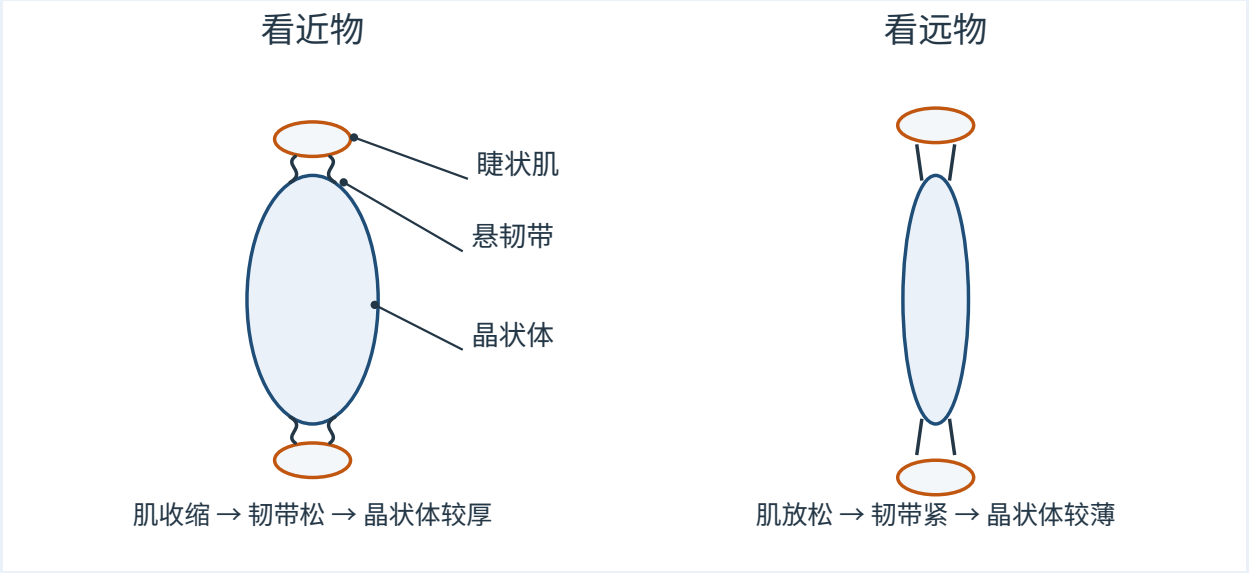
Fig. 2.1

Using the information in Fig. 2.1, describe the differences in the distribution of rods and cones.

题型 2：根据物距判断晶状体、肌肉和悬韧带变化

知识点 晶状体通过形状改变，使远近不同物体的像都能落在视网膜上。睫状肌围在晶状体周围，悬韧带把它与晶状体连接。睫状肌收缩时，环状肌肉围出的空间缩小，悬韧带张力减小；晶状体依自身弹性变得较厚，折射能力增强。

看近物时需要较强折射，所以睫状肌 _____，悬韧带松弛，晶状体变厚。看远物时相反：睫状肌放松，悬韧带拉紧，晶状体较薄，折射减弱。不能把“肌肉收缩”误认为悬韧带也必然更紧。



比较同一只眼看近、看远时睫状肌、韧带和晶状体的状态。

图中晶状体是中央透明凸透镜状结构；睫状肌位于其边缘外侧；悬韧带是把肌肉与晶状体连起来的细线。若肌肉长期保持收缩，就持续呈近物调节类似状态：悬韧带较松，晶状体较厚、折射较强。

答案：收缩

怎么认 从物体变近或变远起步，按肌肉→韧带→晶状体→折射的因果链判断。近物收缩、松、厚、强，远物则相反；先在实际图上定位三个结构。

例题 1 （2025·May/June 0610/22 Q24） · 3 级

The diagram shows a vertical section through part of a human eye. A fly is coming nearer to the eye. The eye begins to focus the image of the fly on the retina.



How do the labelled parts of the diagram change?

	Q	R	S
A	contracts	becomes thinner	becomes tighter
B	relaxes	becomes fatter	becomes slacker
C	contracts	becomes fatter	becomes slacker
D	relaxes	becomes thinner	becomes tighter

解：Q 是睫状肌，R 是晶状体，S 是悬韧带。苍蝇靠近，需要增强折射：Q 收缩，S 松弛，R 变厚。按表格 Q、R、S 顺序为 contracts、becomes fatter、becomes slacker，故选 C。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/22 Q21） · 3 级

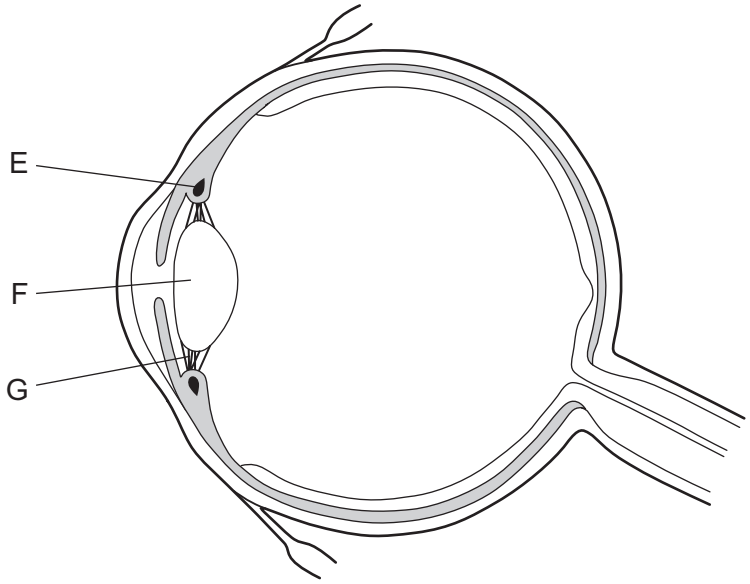
A specific eye condition can cause permanent contraction of the ciliary muscles.

Which row is correct for an eye **with** this condition compared to an eye without this condition?

	suspensory ligaments	refraction of light rays onto the retina
A	slack	less
B	slack	more
C	taut	less
D	taut	more

2. （2025·May/June 0610/23 Q24） · 3 级

The diagram shows a cross-section of an eye.



Which row is correct when a person views a near object?

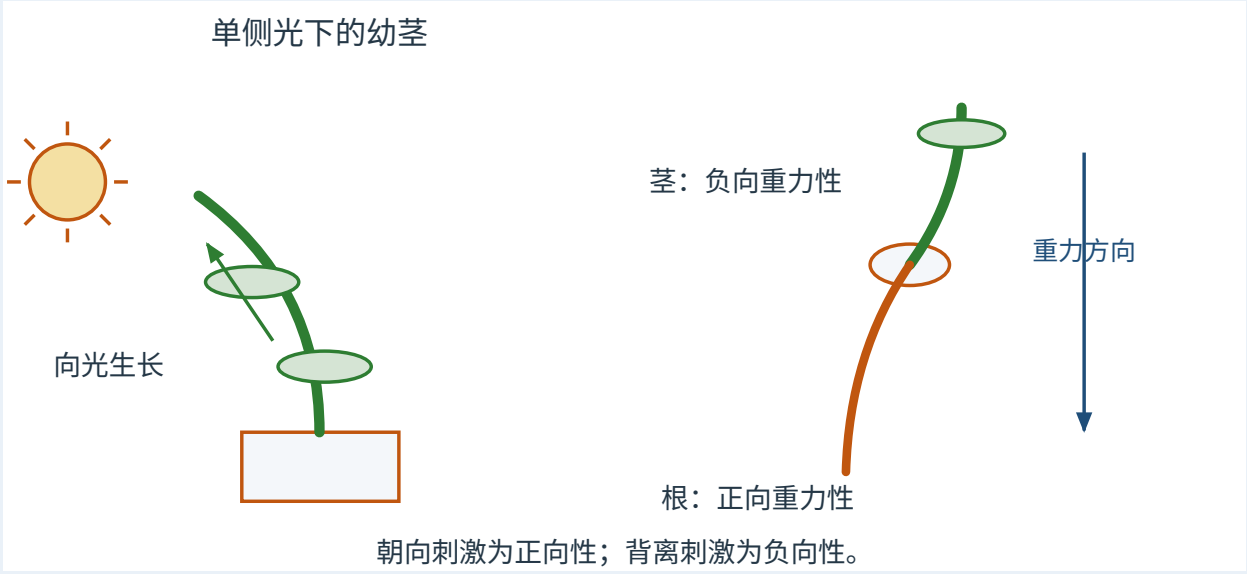
	E	F	G	refraction
A	contracts	becomes thinner	pulled less	more
B	contracts	becomes thicker	pulled less	more
C	relaxes	becomes thinner	pulled less	less
D	relaxes	becomes thicker	pulled more	less

14.3 植物的向性

题型 1：根据刺激、生长方向和生长素分布解释向性

知识点 植物的某一部分向刺激方向生长，称为正向性；背离刺激方向生长，称为负向性。向性是有方向的生长反应，不能只看到植物变大就断定是哪一种向性。

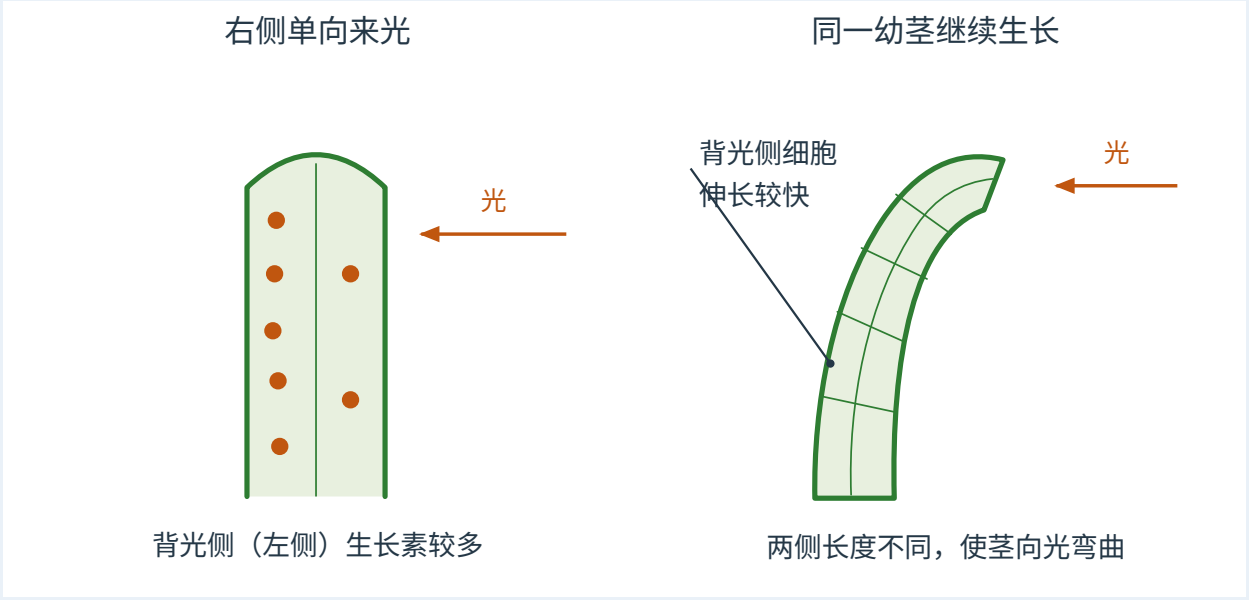
重力刺激始终向下。根通常向下生长，是正向重力性；茎背离重力向上生长，是负向重力性。光从一侧照来时，茎通常弯向光源，是 _____ 向光性；题图中的根可表现背离光源的负向光性。判断正负先找刺激方向，再找具体根或茎生长的方向。



先明确刺激方向，再比较植物的生长方向。

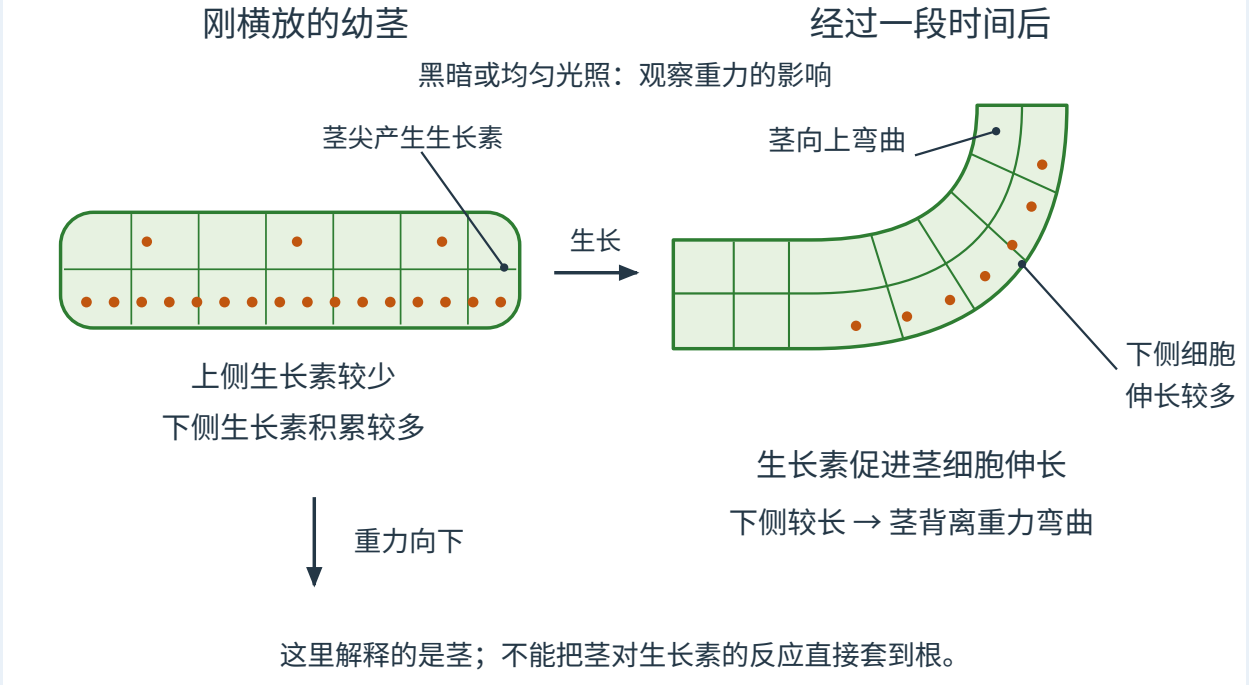
幼苗横放时，根仍会弯向下，茎会弯向上。黑暗中也能发生这两种重力反应；地下没有定向光照时，不能把茎向地表生长当作已经证明有向光性。光合作用是利用光制造有机物，与向光性这一生长方向反应不同。

生长素（auxin）是调节植物生长的化学物质，茎尖能形成生长素，生长素从茎尖扩散到茎的其他部分。单侧来光时，茎的背光侧生长素较多；在茎中，生长素促进细胞伸长，所以背光侧伸长得更快。两侧长度不同，使茎向光源弯曲。先指出哪一侧背光，再比较两侧伸长速度，不能把向光弯曲理解成向光侧一定长得更快。



先辨背光侧，再看细胞伸长的差异怎样改变茎的方向。

把幼茎横放，即使在黑暗中也会逐渐弯向上方。这时没有单侧来光，重力却一直向下；重力使生长素在横放茎的下侧积累较多。茎细胞受到生长素作用而伸长，下侧伸长较多，成为弯曲中较长的外侧，上侧相对较短，因此茎尖转向上方。



横放的茎下侧生长素较多，下侧细胞伸长较多，使茎向上弯曲，表现负向重性。

按图完整解释一次：茎尖产生生长素→从茎尖扩散→受重力影响，下侧积累较多→下侧细胞伸长较多→茎向上弯曲，表现负向重性。这里发生的关键生长动作是细胞伸长，不能用“下侧细胞分裂更多”替代。

若同一张幼苗图还画出根，先用标签把根、茎分开。判断弯曲的哪一侧伸长较多，可比较较长的外侧与较短的内侧；但不能把“生长素促进茎细胞伸长”直接照搬成同浓度对根也相同。横放茎中生长素较多的一侧是 _____；它促进茎细胞的 _____。

答案：正；下侧；伸长

怎么认 先分根与茎、光与重力，再判朝向或背离刺激。解释茎的机制时，把生长素的来源、积累较多的一侧、细胞伸长差异与弯曲方向连接；黑暗条件不能补造单侧光源。

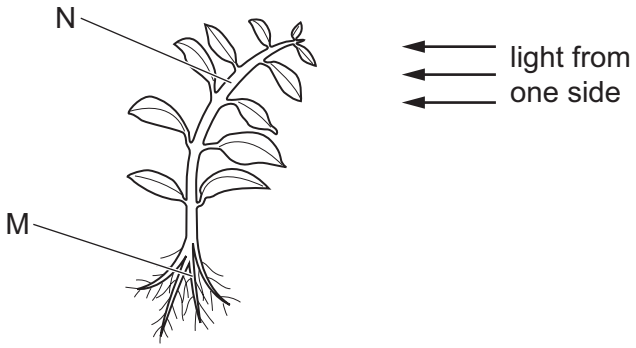
例题 1 （2025·February/March 0610/12 Q26） · 3 级

Tropic responses can be positive or negative.

When a plant grows towards the stimulus, the response is positive (+).

When a plant grows away from the stimulus, the response is negative (–).

The diagram shows a plant exhibiting tropic responses.



Which row states the tropic responses occurring at position M and at position N?

	position M		position N	
	gravitropism	phototropism	gravitropism	phototropism
A	+	+	–	–
B	+	–	–	+
C	–	+	+	–
D	–	–	+	+

解：M 指根，向重力方向生长为正向重力性，背离光为负向光性；N 指茎，背离重力为负向重力性，朝光为正向光性。四列依次+、–、–、+，故选 B。

例题 2 （2025·October/November 0610/43 Q5(b)(ii)） · 3 级

(b) A plant shoot was placed in a light-proof box. A hole was cut in one side of the box and a light was shone into the box.

Fig. 5.1 shows the plant shoot at the start of the investigation and after one week.

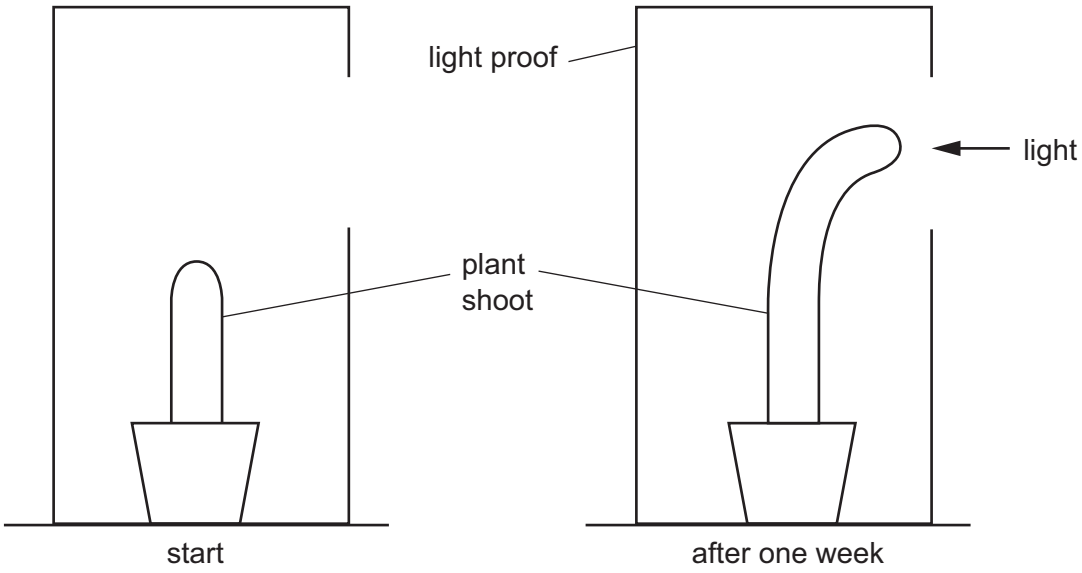


Fig. 5.1

(ii) Explain the chemical control of the tropic response shown by the plant shoot in Fig. 5.1.

解：先看题图：光从箱子的右侧小孔进入，茎一周后向右弯，说明茎朝光生长。

生长素（auxin）在茎尖形成，并从茎尖向下移动。在单侧光下，生长素在背光的一侧积累较多；本图背光侧是左侧。生长素促进茎细胞伸长，因此左侧细胞比右侧伸长更多。

较长的左侧使茎向较短的右侧弯曲，也就是向光源弯曲。完整链是茎尖形成生长素 → 背光侧较多 → 背光侧伸长较快 → 茎向光弯曲。

例题 3 （2024·February/March 0610/42 Q3(a)(ii)） · 3 级

(a) Fig. 3.1 shows a growing plant. The plant is growing in the dark.

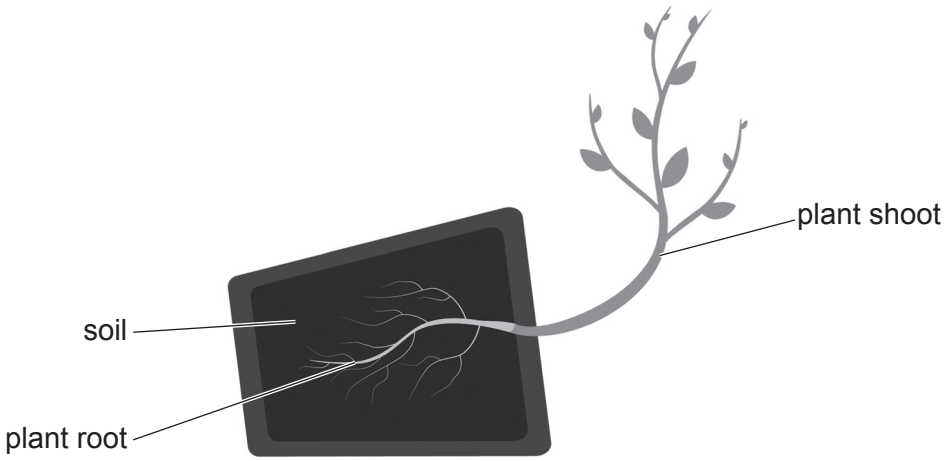


Fig. 3.1

(ii) Explain how the growth of the plant shoot in Fig. 3.1 is controlled.

解：题干明确植物在黑暗中，图中横向伸出的茎却弯向上方，所以应依据重力解释，不能把一侧光照作为原因。

茎尖产生生长素 auxin，生长素从茎尖扩散到茎的其他部分。受重力影响，横放茎的下侧积累较多生长素。在茎中，生长素促进细胞伸长。下侧生长素较多，下侧细胞伸长也较多，形成弯曲的较长外侧；上侧伸长较少，成为较短内侧，于是茎尖被带向上方。这是背离重力方向的负向重性。

把过程连起来，就是茎尖产生并传递生长素、下侧积累、下侧细胞伸长较多，最后导致茎向上弯曲。不能只写“茎喜欢向上长”来代替这一控制过程。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/21 Q25） · 1 级

What is an example of phototropism?

A the growth of a root in the direction of gravity

B the growth of a shoot towards light

C the release of energy from glucose using light

D the synthesis of glucose using light

2. （2025·February/March 0610/22 Q23） · 2 级

In the dark, plant shoots grow upwards and roots grow downwards.

What causes these responses?

	gravitropism	phototropism
A	no	no
B	no	yes
C	yes	no
D	yes	yes

3. （2025·May/June 0610/11 Q27） · 2 级

Which statements describe correct examples of tropic responses?

1 Gravitropism is the growth of plant roots away from gravity.

2 Gravitropism is the growth of plant roots towards gravity.

3 Phototropism is the growth of plant shoots away from light.

4 Phototropism is the growth of plant shoots towards light.

A 1 and 3 **B** 1 and 4 **C** 2 and 3 **D** 2 and 4

4. （2025·May/June 0610/12 Q25） · 2 级

A seedling was placed in a horizontal position.

Which diagram shows the expected gravitropic responses in the seedling?

A



B



C

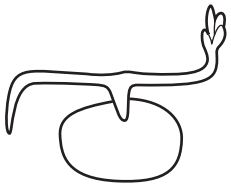


D



5. （2024·February/March 0610/22 Q31） · 2 级

The diagram shows the shoot and root of a seedling, responding to gravity.



Which row shows where the auxin accumulates and the effect of this in the shoot?

	accumulates	effect
A	lower surface	inhibits cell elongation
B	lower surface	promotes cell elongation
C	upper surface	inhibits cell division
D	upper surface	promotes cell division

6. （2025·May/June 0610/22 Q26） · 3 级

A young seedling is growing underground.

The shoot grows towards the surface of the ground.

The root grows away from the surface of the ground.

Which row describes the responses involved?

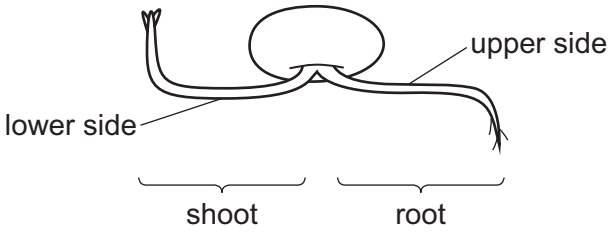
	gravitropism		phototropism	
	root	shoot	root	shoot
A	yes	yes	no	no
B	yes	no	no	yes
C	no	yes	yes	no
D	no	no	yes	yes

7. （2024·October/November 0610/21 Q25） · 3 级

A growing seedling was pinned sideways onto a wooden board that was covered in wet blotting paper.

The seedling was kept in a dark box.

The diagram shows the seedling after 24 hours. Auxin had become concentrated on the lower side of the shoot and the root.



What can be concluded from this experiment about the effect of auxin on the seedling?

A A high concentration of auxin stimulates cell elongation on the lower side of the root.

B A high concentration of auxin stimulates cell elongation on the lower side of the shoot.

C A low concentration of auxin stimulates cell elongation on the upper side of the shoot.

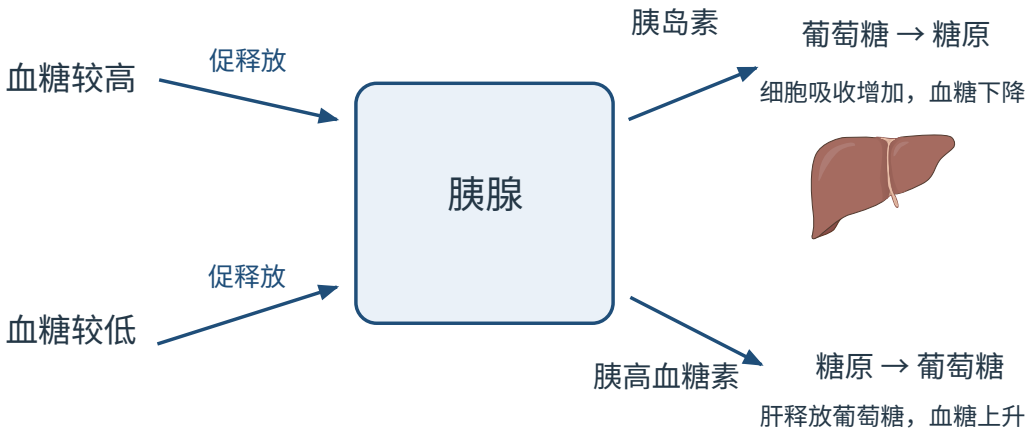
D A low concentration of auxin stimulates cell elongation on the upper sides of the shoot and the root.

14.4 激素与体温调节

题型 1：辨认内分泌腺并判断激素的作用

知识点 内分泌腺把激素释放到血液，激素运到相应器官后调节活动。激素是化学信号，不等同于催化消化反应的酶；胰腺既能产生消化酶，也能分泌激素，必须看题目所问的功能。

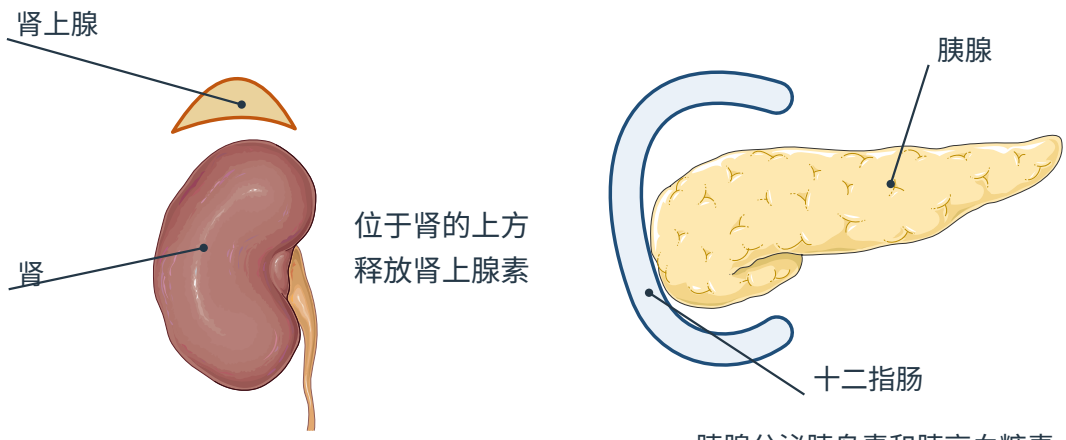
胰腺位于胃下方。血糖较高时，胰岛素促进细胞摄取葡萄糖以及肝把葡萄糖储成糖原，使血糖下降；血糖较低时，胰腺增加分泌胰高血糖素，促使肝的糖原转为葡萄糖释放入血，使血糖升高。降低血糖的激素是 _____。glycogen 是糖原，glucagon 是胰高血糖素，名称相似但一个是储存物质，一个是激素。



糖原是储存物质；胰岛素和胰高血糖素是激素。

血糖升高、降低时，胰腺释放不同激素，推动相反的调整。

肾上腺在肾的上方，释放肾上腺素，使身体准备迅速反应，例如心率增加、呼吸频率增加、血糖升高、瞳孔扩大。心跳与呼吸加快有助于向活动的肌肉提供更多氧，血糖升高则提供可用于呼吸的葡萄糖。图中先根据腺体位置辨认肾上腺或胰腺，再匹配激素与效应，不能把胰岛素归给肝。



胰腺分泌胰岛素和胰高血糖素

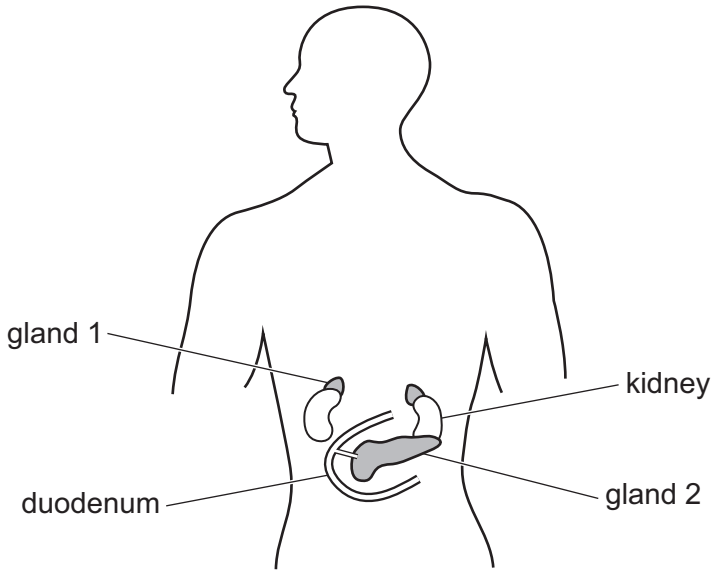
把腺体名称与所在位置联系起来。器官底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

答案：胰岛素

怎么认 按腺的位置→激素→作用逐项核对。肾上方为肾上腺，胃下方为胰腺；胰岛素降血糖，胰高血糖素与肾上腺素可升血糖。区分糖原储存物与胰高血糖素信号。

例题 1 （2025·May/June 0610/12 Q24） · 2 级

The diagram shows the position of two glands in the body.



Which row states the hormones produced by these glands?

	gland 1	gland 2
A	adrenaline	insulin
B	amylase	adrenaline
C	insulin	lipase
D	lipase	amylase

解：腺 1 位于肾上方，是肾上腺，产生肾上腺素；腺 2 位于胃下方邻近十二指肠，是胰腺，产生胰岛素。两列为 adrenaline、insulin，故选 A。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/11 Q26） · 1 级

Which hormone is produced by the pancreas?

A adrenaline

B insulin

C oestrogen

D testosterone

2. （2025·May/June 0610/13 Q23） · 1 级

Which hormone decreases blood glucose concentration?

A adrenaline

B glycogen

C insulin

D oestrogen

3. （2025·May/June 0610/22 Q25） · 1 级

Which organ produces glucagon?

A adrenal gland

B liver

C ovary

D pancreas

4. （2025·May/June 0610/23 Q25） · 2 级

Which hormones increase the blood glucose concentration in humans?

A adrenaline and glucagon

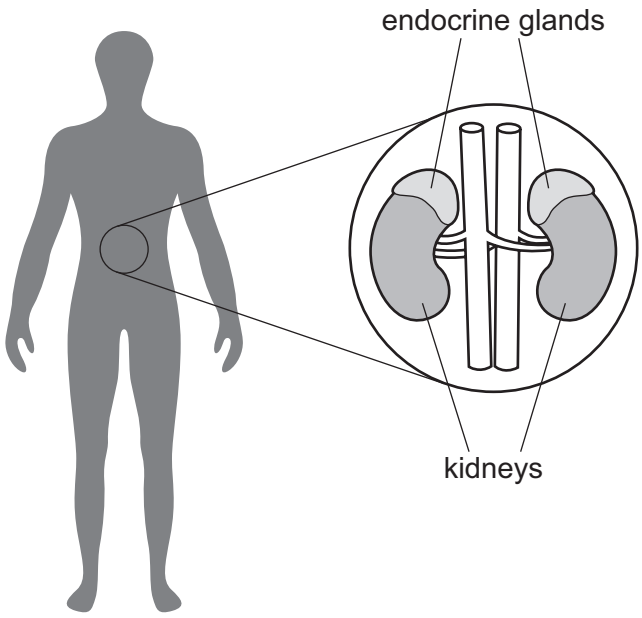
B adrenaline and insulin

C glucagon only

D insulin only

5. （2025·May/June 0610/21 Q23） · 2 级

The diagram shows the positions of two endocrine glands in the human body.



What is a response of the body to the hormone released from these glands?

A a decrease in heart rate

B a decrease in blood glucose concentration

C an increase in pupil diameter

D the development of secondary sexual characteristics

6. （2025·February/March 0610/22 Q22） · 3 级

The liver and the pancreas work together to control the concentration of glucose in the blood.

Which statement is correct?

A The liver converts the small molecule glucose into the large molecule glucagon.

B The liver releases the hormone insulin when blood glucose concentration is too high.

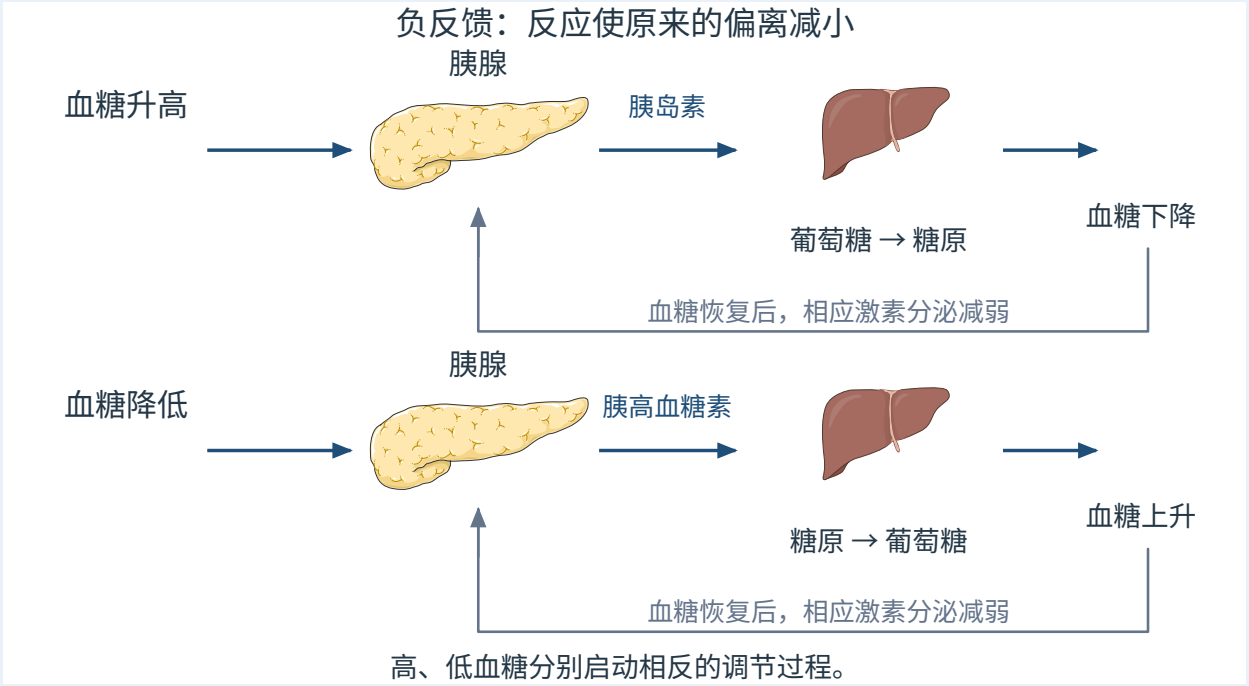
C The pancreas does **not** respond to an increase in blood glucose concentration.

D The pancreas responds to a fall in the blood glucose concentration by increasing the release of the hormone glucagon.

题型 2：由血糖变化判断胰岛素和胰高血糖素

知识点 血糖是血液中的葡萄糖。进食和活动会使它发生变化，身体需要把血糖维持在合适范围，这属于稳态 homeostasis，即保持体内环境相对稳定。负反馈 negative feedback 指产生使原来偏离减小的反应。吃过含碳水化合物的食物后，血糖可能升高。胰腺检测到变化并增加胰岛素分泌；胰岛素促进细胞摄取和利用葡萄糖，并促进肝把葡萄糖转成糖原储存，血糖下降。胰腺是激素来源，肝是重要的作用器官，两者不能互换。

较长时间没有进食或消耗较多葡萄糖后，血糖可能降低。胰腺增加胰高血糖素分泌，促使肝把糖原转成葡萄糖并释放入血，血糖升高。恢复到合适范围后，引起激素增加释放的刺激减弱，这才构成一个能停止过度调节的反馈环。



高、低血糖分别启动相反的调节过程。

顺着每一行读调节作用，再沿回路读原刺激减弱。胰腺底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

I 型糖尿病中，身体不能产生足够胰岛素，血糖调节受到影响。课程中要求了解的管理方法包括注射胰岛素或使用胰岛素泵、监测血糖以及控制碳水化合物摄入。问治疗时回答这些措施，不因题干提到基因突变便改答遗传规律。

高血糖时增加释放 _____；低血糖时增加释放 _____；两者均由 _____ 分泌。

答案：胰岛素；胰高血糖素；胰腺。

怎么认 每次同时核对血糖方向、激素名称、分泌器官和作用器官；完整解释须写恢复后的刺激减弱。

例题 1 （2024·May/June 0610/22 Q26） · 2 级

When the blood glucose concentration is low, which hormone is released and which organ releases it?

	hormone	organ
A	glucagon	liver
B	glucagon	pancreas
C	insulin	liver
D	insulin	pancreas

解：低血糖时需要把血糖升高，相关激素是胰高血糖素 glucagon。它由胰腺 pancreas 分泌，作用于肝，使糖原分解成葡萄糖并释放入血。

所以要同时选 pancreas 和 glucagon，对应 **B**。肝是重要的作用器官，不是本题中胰高血糖素的分泌器官。

例题 2 （2024·October/November 0610/42 Q3(b)） · 3 级

(b) Outline how blood glucose concentration is controlled.

解：血糖浓度的控制属于稳态，依靠负反馈：偏离正常范围时，产生使偏离减小的反应。

血糖升高时，胰腺检测到变化并增加胰岛素分泌。胰岛素促使细胞摄取和利用葡萄糖，也促进肝把葡萄糖转成糖原储存，使血糖下降。

血糖降低时，胰腺增加胰高血糖素分泌。胰高血糖素促使肝把糖原转成葡萄糖，并释放到血液，使血糖上升。

当血糖向正常范围恢复时，原来引起激素增加释放的刺激减弱，反应随之减小。答题要分清胰腺负责检测和分泌相关激素，肝负责重要的储存物质转化。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/21 Q28） · 1 级

What would lead to a **decrease** in blood glucose concentration?

A increased release of adrenaline

B increased release of amylase

C increased release of glucagon

D increased release of insulin

2. （2024·October/November 0610/42 Q3(c)(ii)） · 2 级

(c) A gene mutation may be involved in the development of type 1 diabetes.

(ii) Outline the treatment of type 1 diabetes.

3. （2024·May/June 0610/23 Q26） · 3 级

Which statement about insulin is correct?

A Insulin is produced by the liver when the blood glucose concentration is high. Its target cells are in the pancreas.

B Insulin is produced by the liver when the blood glucose concentration is low. Its target cells are in the pancreas.

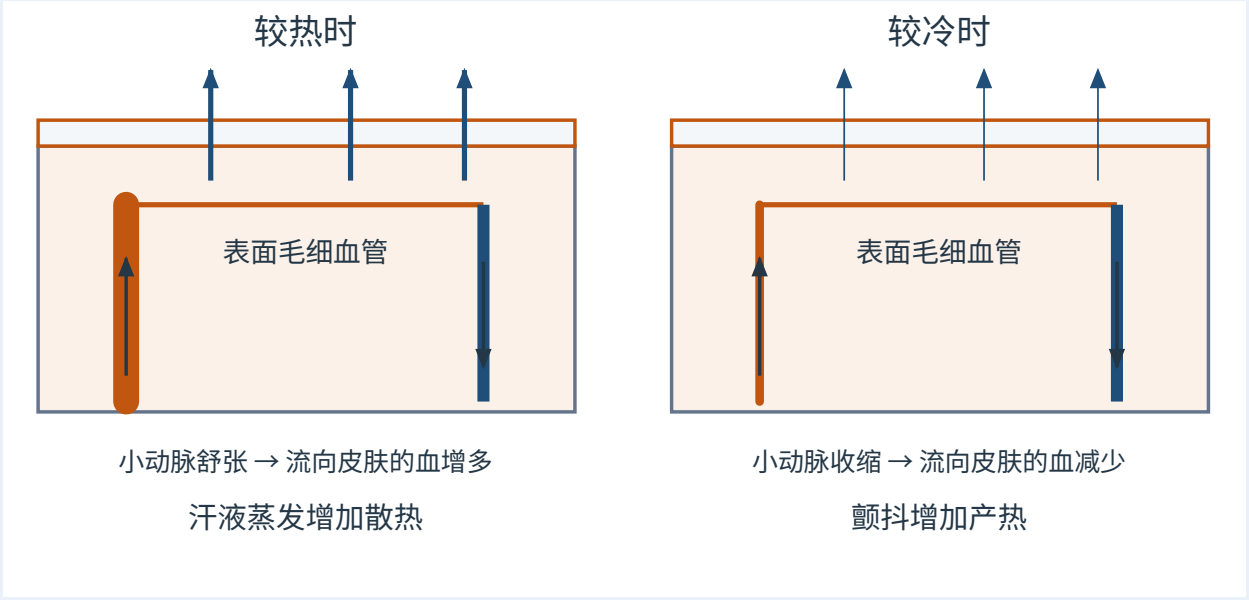
C Insulin is produced by the pancreas when the blood glucose concentration is high. Its target cells are in the liver.

D Insulin is produced by the pancreas when the blood glucose concentration is low. Its target cells are in the liver.

题型 3：根据散热需要判断体温调节反应

知识点 身体过热时，需要增加散热。供应皮肤表面的微动脉扩张，更多血流经过皮肤表面，把体内热带到接近外界的位置，使散热增加；出汗后汗液蒸发也能带走热量。过热时微动脉发生 _____，皮肤表面供血增加。

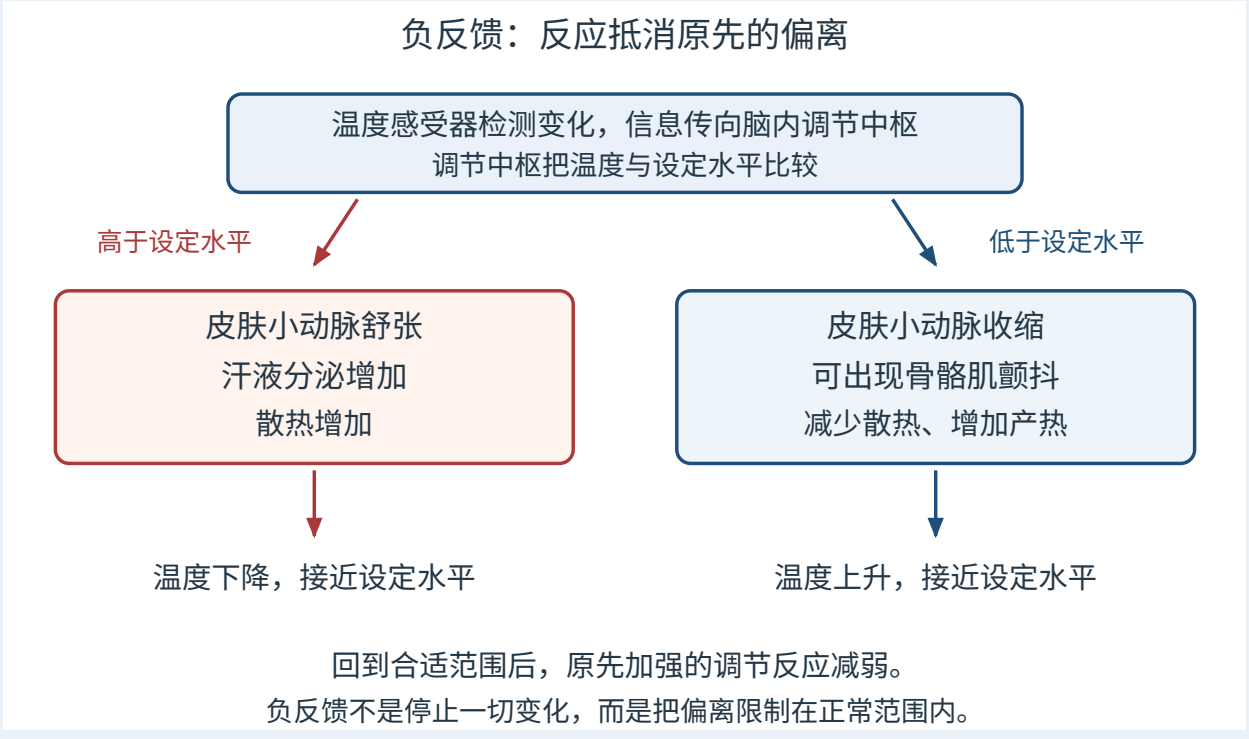
身体太冷时，皮肤微动脉收缩，表面血流减少，热量散失降低；骨骼肌快速反复收缩形成颤抖，增加呼吸耗能和产热。出汗和血管扩张会加快散热，不能作为防止体温下降的主要措施。



小动脉口径改变通向皮肤表面的血流；向外箭头表示热量散失。

vasodilation 表示扩张，vasoconstriction 表示收缩。本型主要调节的是通向皮肤的微动脉，不是把所有血管都称作静脉。判断时先看身体需要散热还是保温，再联系管径、血流量及热量去向。

把体内环境维持在合适范围称为稳态 homeostasis。调节系统以一个设定水平 set point 为比较基准；温度感受器检测变化，信息传向脑内的体温调节中枢，中枢协调皮肤血管、汗腺和肌肉等效应器。负反馈 negative feedback 的意思是反应抵消原先的偏离：过冷时减少散热并增加产热，过热时增加散热；温度返回合适范围后，原先加强的反应减弱。

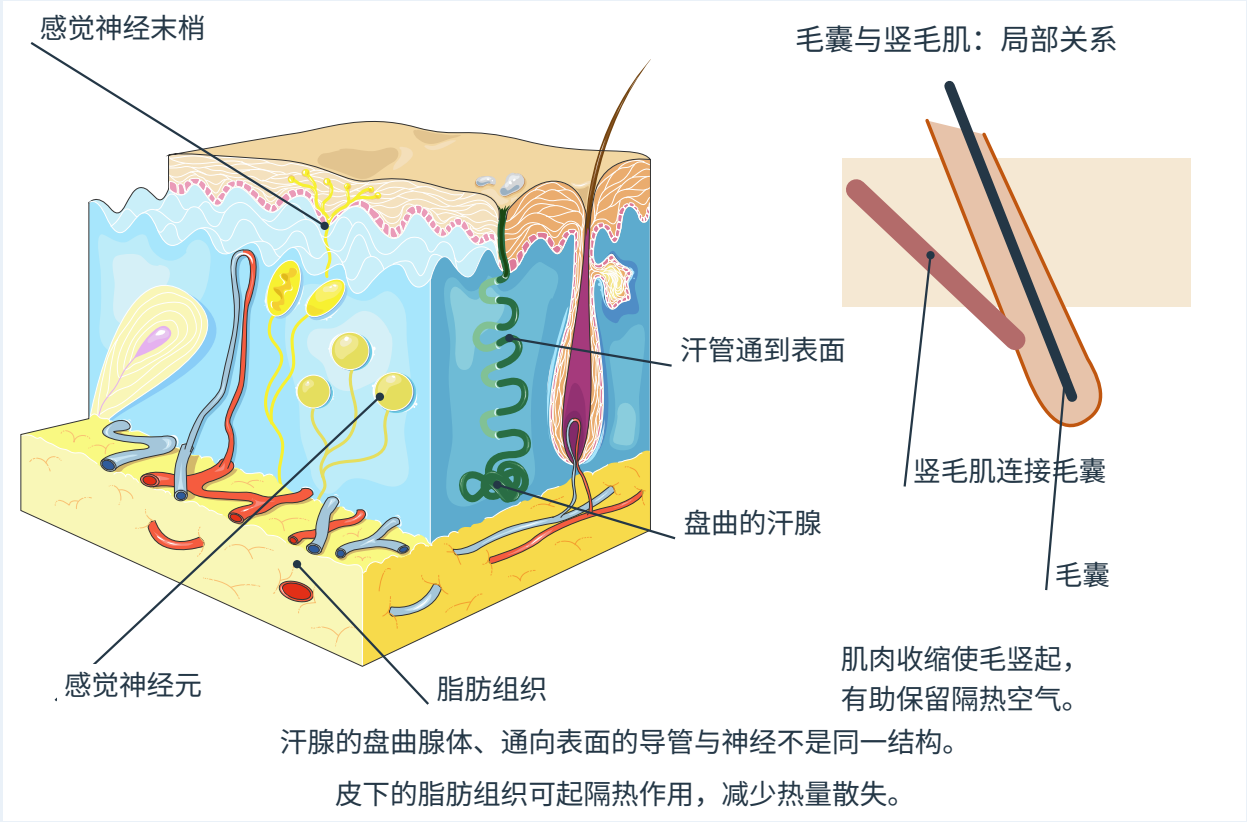


先判断温度相对设定水平如何偏离，再看脑协调的效应器反应怎样抵消偏离。

例如身体温度高于设定水平，脑协调汗腺增加分泌、皮肤小动脉舒张，蒸发和皮肤散热增强，温度下降。这一结果与最初“温度升高”的偏离方向相反，所以是负反馈。若只写“出汗”，还没有说明感受、比较和抵消偏离的整条关系。

皮肤图中的汗腺通常是位于皮内、盘曲成团并有导管通到表面的结构；产生的汗液由导管到达表面。竖毛肌是连接毛囊的斜向肌肉；收缩时毛竖起，可在皮肤旁保留隔热空气层。皮肤下方有脂肪组织 fatty

tissue, 它传热较慢, 能减少身体热量向外散失, 起隔热作用。感觉神经元传递皮肤感受器检测到的信息, 不能只因为画成细线便认成汗腺导管。



左图辨汗腺与感觉结构，右图放大毛囊旁肌肉的连接。皮肤底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

答案：扩张

怎么认 热时微动脉扩张、表面供血增加并可出汗；冷时收缩减少散热，并可颤抖产热。逐步核对扩张或收缩与血流量是否相符。

例题 1 （2026·February/March 0610/22 Q22） · 3 级

A person runs on a hot day.

Which statement describes the flow of blood through the arterioles supplying the surface of the skin?

A Vasoconstriction occurs and the amount of blood flowing through the arterioles supplying the surface of the skin decreases.

B Vasoconstriction occurs and the amount of blood flowing through the arterioles supplying the surface of the skin increases.

C Vasodilation occurs and the amount of blood flowing through the arterioles supplying the surface of the skin decreases.

D Vasodilation occurs and the amount of blood flowing through the arterioles supplying the surface of the skin increases.

解：炎热天气跑步时产热增加，皮肤微动脉扩张，使流向皮肤表面的血量增加，从而增加散热。扩张与供血增加同时相符的是 D，故选 D。

例题 2 （2025·February/March 0610/42 Q2(a)(iii)） · 1 级

(iii) The maintenance of internal body temperature is an example of homeostatic control.

State the name of the mechanism for homeostatic control.

解：当体温偏低时，身体产生升温反应；体温偏高时，产生降温反应。这些反应使最初的偏离减小，称为 **negative feedback**（负反馈）。

本题只要求机制名称，填写 negative feedback。

例题 3 （2025·February/March 0610/42 Q2(a)(iv)） · 4 级

(a) The internal body temperature of a person was recorded.

Fig. 2.1 shows the results.

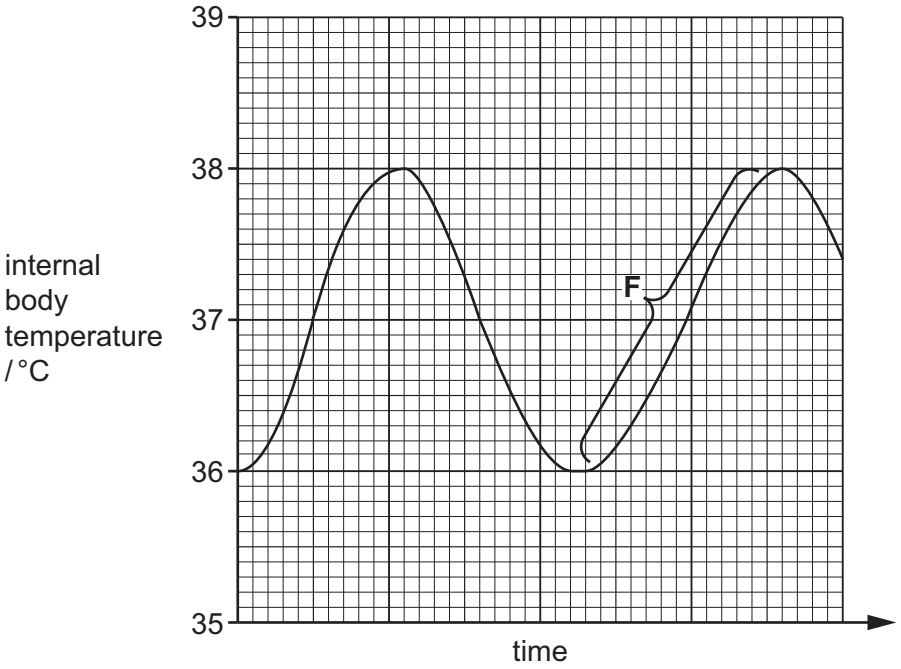


Fig. 2.1

(iv) On Fig. 2.1, region **F** shows a change in body temperature.

Explain how the body causes the change in body temperature shown.

解：先读 F 段：体温先低于通常水平，随后升回去，因此要解释身体怎样减少热损失并增加产热。

脑和温度感受器检测到体温偏低。供应皮肤表面的微动脉收缩，流过表面毛细血管的血减少，把热量带到皮肤表面的速度降低，热损失减少。

骨骼肌快速反复收缩，形成颤抖；肌肉呼吸速率增加，释放更多热量。竖毛肌也可收缩，使毛竖起并在皮肤旁保留隔热的空气层。这样体温逐渐向通常水平恢复。每一步都要说明它怎样帮助升温，不能只列出结构名称。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/21 Q24） · 2 级

What is a response of the human body to overheating?

A vasoconstriction of arterioles

B vasoconstriction of veins

C vasodilation of arterioles

D vasodilation of veins

2. （2025·October/November 0610/23 Q22） · 2 级

Which actions can prevent a mammal's internal body temperature falling too low?

A shivering and vasoconstriction

B shivering and vasodilation

C sweating and vasoconstriction

D sweating and vasodilation

3. （2025·February/March 0610/42 Q2(b)(i)） · 2 级

(b) Fig. 2.2 shows a cross-section of human skin.

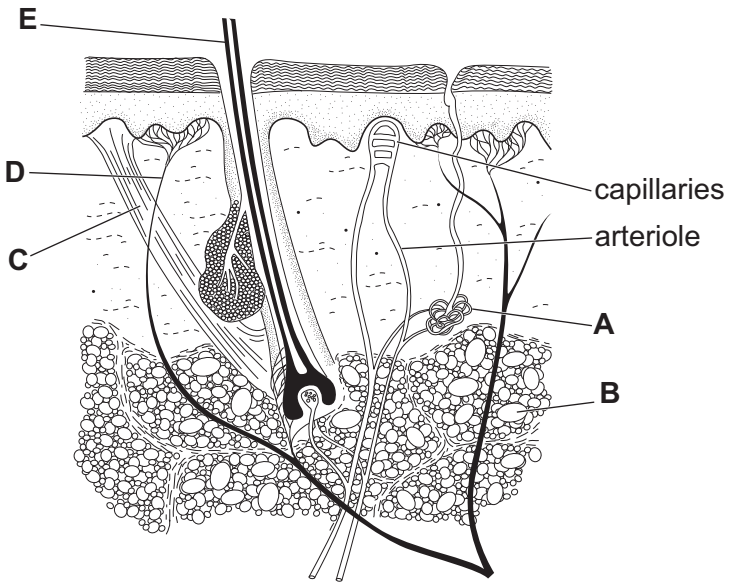


Fig. 2.2

(i) State the letter of the structure shown in Fig. 2.2 that produces sweat.

4. （2025·February/March 0610/42 Q2(b)(ii)） · 2 级

(b) Fig. 2.2 shows a cross-section of human skin.

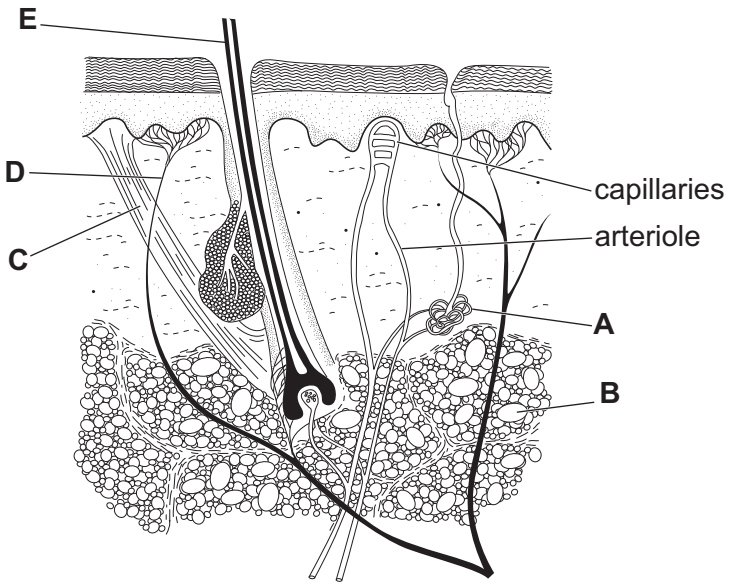


Fig. 2.2

(ii) State the names of structures **C** and **D** shown in Fig. 2.2.

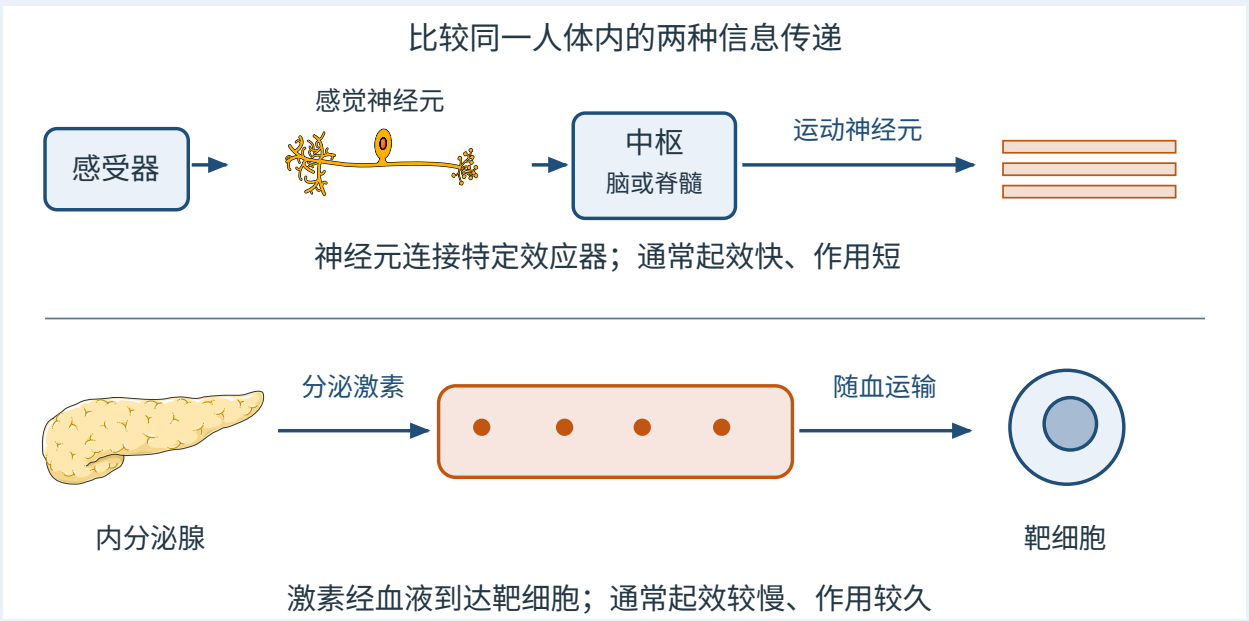
C

D

题型 4：比较神经与激素传递的路线和时间

知识点 手碰到烫物后迅速缩回，信息主要沿神经元以神经冲动传递；血糖升高后胰腺释放胰岛素，信息则以激素随血液运输。这两种控制都能让身体作出协调反应，但信息走的路线不同。

神经控制沿特定神经元到达相应效应器，通常起效较快、作用时间较短。激素是内分泌腺释放的化学物质，随血液运到身体各处，但只有具有相应识别能力的靶细胞会对它产生反应；激素控制通常较慢、作用较久。



分别读每一行，比较信息走哪条路线以及作用时间。底图：Marnie Maddock，CC BY 4.0；Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

比较表中的 speed 是开始作用的快慢，duration 是作用持续多久，不是同一指标。在本课程的通常比较中，nervous 对应 fast 和 short，hormonal 对应 slow 和 long。题目若问胰岛素由谁分泌、如何运输，应答胰腺和血液，不把激素画成在神经内流动。

神经信息主要沿 _____ 传递；激素主要由 _____ 运输。

答案：神经元；血液。

怎么认 先判信息是神经冲动还是激素，再比较路线、速度及持续时间。

例题 1 （2025·October/November 0610/23 Q24） · 2 级

Which row shows the correct speed and duration for the type of control?

	type of control	speed of action	duration of effect
A	hormonal	fast	short
B	hormonal	slow	long
C	nervous	fast	long
D	nervous	slow	short

解： 在本课程的通常比较中，神经控制起效较快、作用较短；激素控制通常较慢、作用较久。

逐行核对，hormonal — slow — long 同时符合，对应 **B**。不能只看到 nervous 与 fast 配对，就忽略该行 duration 写成了 long。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/32 Q7(c)(i)） · 2 级

(c) (i) The nervous system also helps the body to maintain a constant internal environment.

Complete Table 7.2 to compare nervous and hormonal control.

Table 7.2

type of control	speed of action	duration of effect
nervous		
hormonal		

2. （2024·May/June 0610/13 Q29） · 2 级

Which organ secretes insulin and how is it transported?

	organ that secretes insulin	insulin transported by
A	adrenal glands	blood
B	adrenal glands	nervous system
C	pancreas	blood
D	pancreas	nervous system

药物

15.1 抗生素的作用范围

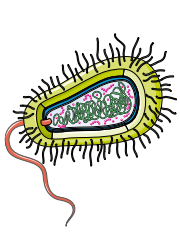
题型 1：按病原体及耐药性判断抗生素的适用范围

知识点 药物 drug 是摄入或进入身体后，能改变或影响体内化学反应的物质。不同药物的作用对象不同；本型讨论的是用于细菌感染的抗生素。

同样表现为“感染”，引起感染的生物却可能不同。抗生素是用于对付细菌感染的药物，可以杀死敏感细菌或抑制其生长；它不能杀死病毒。因此，判断能否用抗生素治疗，第一步是辨明病因，而不是只看是否发热或是否传染。

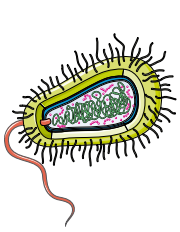
即使病因是细菌，也要看这种细菌是否对所用药物敏感。耐药细菌（resistant bacteria）能够在该抗生素存在时存活、繁殖；原本有效的药物对它就可能无效。耐药性属于细菌的特征，不是说病人的身体“习惯了药”。题目把普通细菌与耐药细菌分列时，应分别判断，不能把“抗生素能杀细菌”扩大为能杀死所有细菌。

同一种抗生素面对不同微生物



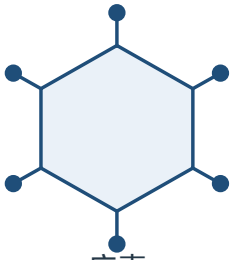
敏感细菌

可被杀死或抑制



耐药细菌

该药难以杀死或抑制



病毒

没有抗生素作用的细菌靶点

耐药性属于细菌；抗生素与抗体是不同的物质。

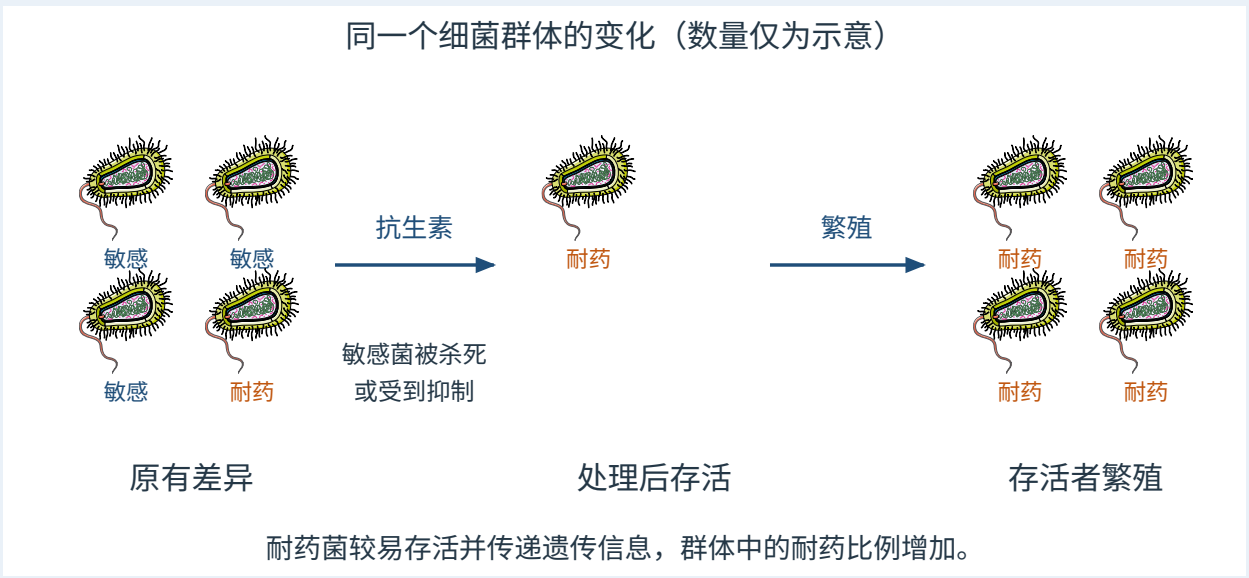
依据病原体种类与细菌敏感性，判断抗生素是否适用。细菌底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

霍乱（cholera）由细菌引起；HIV 是一种病毒；佝偻病（rickets）常与维生素 D 不足有关，是缺乏症，不是病原体感染。将疾病名称与病因对应后，再判断抗生素是否能作用于该病因。抗生素也不能代替缺乏症所需的营养补充。

抗生素（antibiotics）与抗体（antibodies）名称相近，但不是同一种物质。抗体是淋巴细胞产生的特异性蛋白质；抗生素是药物，并不是白细胞或血小板在人体内产生的抗体。

抗生素对病毒 _____；对细菌是否有效，还要考虑细菌是否 _____。

细菌的遗传物质有时发生随机改变，叫突变；某些突变可使细菌对某种抗生素耐药。使用抗生素时，不耐药菌被杀死或生长受抑制，耐药菌更可能存活。存活者繁殖时，把耐药性相关的遗传信息传给后代；多代后，群体中的耐药菌比例增加，这属于自然选择。过程起点是群体中已有遗传差异，抗生素随后提供选择条件。



先有群体差异，再有抗生素的选择作用，最后看存活者繁殖。细菌底图：Servier Medical Art，CC BY 3.0；加注。

抗生素只在确有必要时使用，可以减少细菌群体受到这种选择条件的次数，从而减少耐药细菌被保留下来并扩增的机会。把抗生素用于病毒感染既不能清除该病毒，又可能让同时存在的细菌受到选择；所以“限制不必要的使用”必须联系耐药性选择的过程，而不是说少用药会使细菌主动放弃耐药性。

MRSA 指耐甲氧西林金黄色葡萄球菌（methicillin-resistant Staphylococcus aureus），是耐药细菌的具体实例。这个名称表示它对甲氧西林这种抗生素具有耐药性，并不表示它是病毒或对所有抗生素都耐药。

答案：无效；对该药物耐药

怎么认 先分清细菌、病毒或非感染性病因；细菌感染再看是否耐药。把 antibiotics 与白细胞产生的 antibodies 分开。

例题 1 （2023·February/March 0610/12 Q29） · 2 级

Which row shows why only some infections can be successfully treated with antibiotics?

	antibiotics kill		
	bacteria	resistant bacteria	viruses
A	yes	yes	no
B	no	no	yes
C	yes	no	no
D	no	yes	yes

解：这道表格题把普通细菌、耐药细菌和病毒分成三列，不能只核对其中一列。普通的敏感细菌可以被抗生素杀死，第一列为 yes。耐药细菌能够抵抗该抗生素，第二列为 no。病毒不属于抗生素能杀死的对象，第三列也为 no。按原表列序得到 yes、no、no，对应 C 行，故选 C。这也解释了为什么只有某些感染能够用抗生素成功治疗。

例题 2 （2025·October/November 0610/42 Q5(c)(iii)） · 4 级

(iii) Explain the development of antibiotic resistance in bacteria.

解：在使用抗生素之前，细菌群体中可能已经有因随机突变而具有耐药性的个体。抗生素提供选择条件：不耐药细菌被杀死或生长受抑制，耐药细菌更可能存活。

存活的耐药细菌继续繁殖，把耐药性相关的遗传信息传给后代。经过多代，群体中耐药细菌所占比例增加，这就是自然选择造成的变化。

答案应同时说明变异的来源、抗生素的筛选、存活繁殖和性状传递。不能写成所有细菌为了适应抗生素而一起主动变成耐药菌。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/11 Q28） · 1 级

Which statement applies to antibiotics?

A They kill bacteria.

B They kill viruses.

C They are produced by platelets.

D They are produced by white blood cells.

2. （2025·October/November 0610/23 Q26） · 2 级

What can antibiotics treat?

A all diseases caused by pathogens

B cholera

C HIV (human immunodeficiency virus)

D rickets

生殖

16.1 生殖方式与授粉

题型 1：根据亲本、配子和后代差异判断生殖方式

知识点　水螅身体侧面长出小芽，芽长大后脱离亲体，就成为新个体。新个体直接由一个亲本的身体长出，这是无性生殖的一个具体例子。

人的精子与卵细胞是参与有性生殖的生殖细胞，叫配子。受精时，精子核与卵细胞核融合，形成受精卵；受精卵是新个体的第一个细胞。因此，有性生殖的关键动作是两个配子核融合。动物和植物都可进行有性生殖，通常产生遗传上有差异的后代。



配子是参与有性生殖的生殖细胞。

两个配子核融合后，形成新个体的第一个细胞。

从具体的精子和卵细胞认识配子，再认识受精与受精卵。

再看水螅出芽：整个过程没有两个配子核融合。若遗传物质没有发生改变（这种改变叫突变），后代与亲本的遗传信息相同，可称克隆。无性生殖的基本特征是一个亲本、不发生 _____，后代通常遗传相同。

马铃薯块茎也能长成植株，再形成新的块茎。这叫营养繁殖，是无性生殖的一种。判断时看新个体如何产生，不能因为它是植物就认定一定经过花和种子；也不能只数图中有几株植物，便代替对配子核是否融合的判断。

有性生殖产生的遗传差异，可使环境改变时某些后代更有机会存活，也可降低整个种群同时受某种病虫害影响的风险。但形成配子及生殖结构需要时间和能量，过程常较慢；产生的某些后代也可能较不适合当前环境。回答利弊题时要兼顾两方面，并把差异与环境条件联系，不能把有差异简单等同于所有后代都会更好。

无性生殖只需一个亲本，不必等待配子相遇，通常能较快增加个体数。在野生种群中，这有助于一株或一个个体迅速占据合适环境；但后代遗传相似，环境突然改变或出现相同病害时，整个种群可能同时受影响。

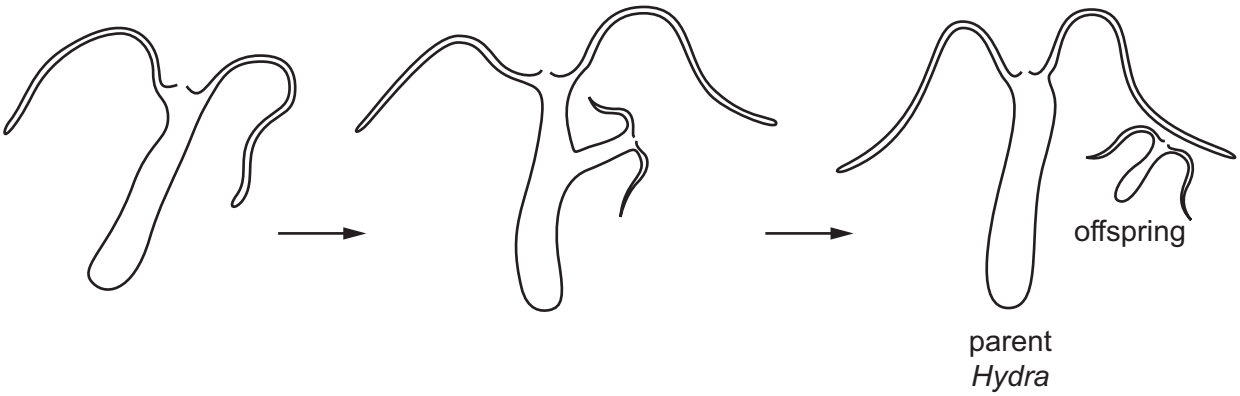
在农作物生产中，块茎、插条等无性繁殖能较快保留选定亲本的所需性状，使产物较一致；相似的遗传组成也可能使大批作物都易受同一种病害。若要组合来自不同亲本的性状或选育新品种，有性生殖产生的差异提供可选择的后代，但后代不一定都保持原来想要的性状。判断利弊要把野生种群的存活与作物的生产目标分别说明。

答案：配子核融合

怎么认 先看是否发生配子核融合，再结合亲本与后代遗传差异。身体出芽和块茎长新株属于无性生殖；不要把植物限定为某一种生殖方式。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q27） · 2 级

The diagram shows one parent *Hydra* growing and releasing an offspring from the side of its body.



Which row is correct?

	parent and offspring are genetically identical	involves asexual reproduction
A	yes	yes
B	yes	no
C	no	yes
D	no	no

解：图中只有一个水螅亲本，侧芽长大并分离，没有配子融合，属于无性生殖。通常亲本与后代遗传相同，两列均 yes，故选 A。

例题 2 （2024·February/March 0610/42 Q5(a)(ii)） · 3 级

Fig. 5.1 shows part of a monkey flower plant.



Fig. 5.1

(ii) The monkey flower plant in Fig. 5.1 reproduces sexually.

Describe the advantages and disadvantages of sexual reproduction for monkey flower plants.

解：题目同时问 advantages 和 disadvantages，不能只写好处。可各写两点。

优点：有性生殖使后代出现更多遗传差异。环境改变或发生病虫害时，某些后代可能具有较有利的特征而存活，因此整个种群一起受害的风险较低，适应变化的机会较大。

缺点：形成花、配子和种子等结构需要时间和能量，因此有性生殖过程通常较慢、能量投入较多。若某些后代的特征不适合当前环境，遗传差异也可能使这些后代的生存情况较差。

可写成四条明确的结论：greater genetic variation；better chance that some offspring survive environmental change；takes longer；requires more energy。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q27） · 1 级

A number of plants are produced using asexual reproduction.

Which statement about these plants is correct?

A They are produced from one parent and are genetically different.

B They are produced from one parent and are genetically identical.

C They are produced from two parents and are genetically different.

D They are produced from two parents and are genetically identical.

2. （2025·May/June 0610/11 Q29） · 2 级

Four statements about different types of reproduction are listed.

1 Offspring are formed that are genetically different.

2 Offspring are formed that are genetically identical.

3 It only occurs in animals.

4 The nuclei of two gametes fuse in fertilisation.

Which statements describe sexual reproduction?

A 1 and 3 **B** 1 and 4 **C** 2 and 3 **D** 2 and 4

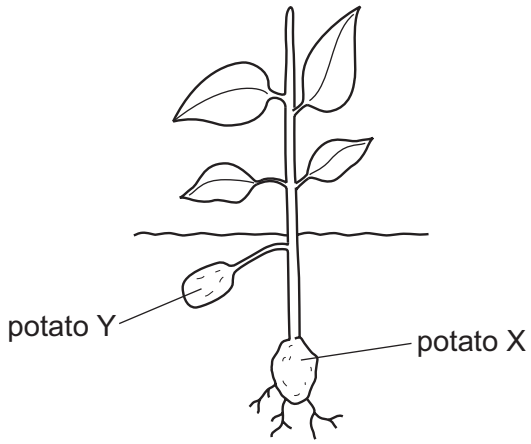
3. （2025·May/June 0610/22 Q28） · 2 级

What are the characteristics of asexual reproduction?

	fusion of gamete nuclei	genetic variety in the offspring
A	yes	yes
B	yes	no
C	no	yes
D	no	no

4. （2025·May/June 0610/23 Q27） · 2 级

The diagram shows reproduction in a potato plant. Potato X was planted into the ground and a plant grew from it. The plant then produced potato Y.



Which statement is correct?

A X and Y are genetically different.

B Y was produced by asexual reproduction.

C Y was produced by sexual reproduction.

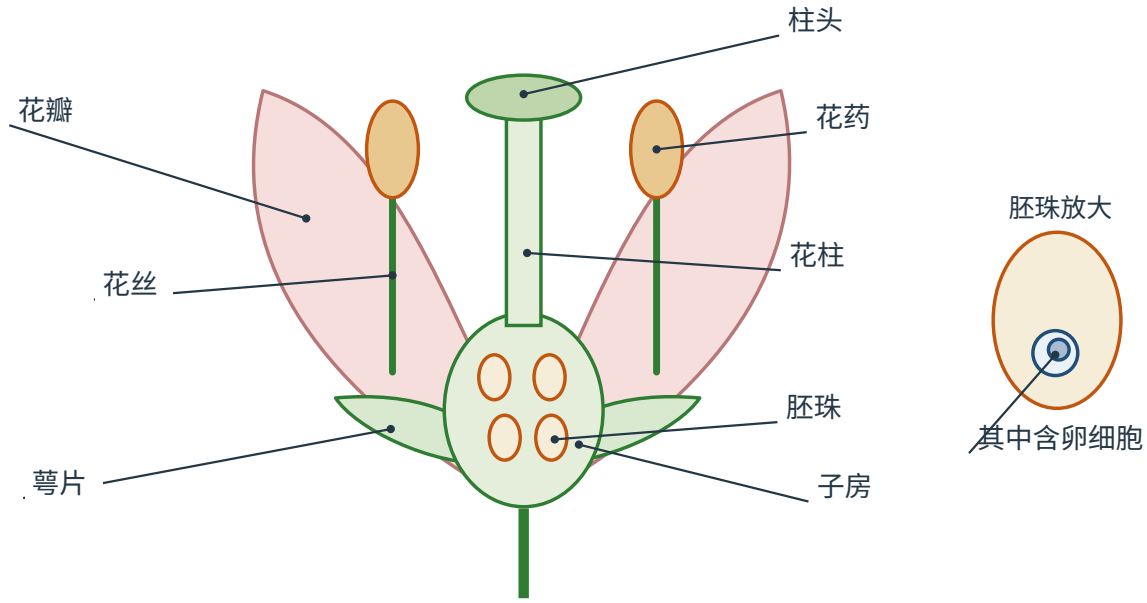
D Y was produced by the fusion of gametes.

题型 2：从花部结构定位配子与授粉位置

知识点 打开一朵花，可以先看外层，再看中间的生殖结构。花瓣 petal 常较大，能吸引昆虫；花外侧的萼片 sepal 在花蕾未开放时保护它。它们的形状可能相似，读标线时要结合内外位置。

一枚雄蕊 stamen 由花药 anther 和花丝 filament 构成，是花的雄性生殖结构。花药产生花粉，花丝是支持花药的细长结构。花粉携带参与受精的雄配子核，花粉颗粒并不等于整条花丝。

心皮 carpel 是花的雌性生殖结构，由柱头 stigma、花柱 style 和子房 ovary 组成。上端柱头接收花粉；细长的花柱向下连接子房。子房内有胚珠 ovule，胚珠中有卵细胞。因此子房、胚珠和卵细胞是层层包含的不同对象，不应把三者混作一个名称。



花丝支持花药；子房内有胚珠，胚珠中有卵细胞。

雄蕊 stamen = 花药 + 花丝

心皮 carpel = 柱头 + 花柱 + 子房

从花外层到中央生殖部分逐一定位，并分清子房、胚珠与卵细胞。

题目给功能要求画标线时，先把功能翻成名称：支持花药的是花丝；保护花蕾的是萼片。再让线的终点落在该结构上。标胚珠时须指到子房内一个具体小结构，不只指子房外壁。

支持花药的结构是 _____；子房中含有 _____。

答案：花丝；胚珠。

怎么认　先按外层保护、支持花药、子房内部三个位置定位，再追踪真正的标线终点。

例题 1　(2025·February/March 0610/32 Q4(b))　· 2 级

(b) Fig. 4.2 shows a section of a flower.

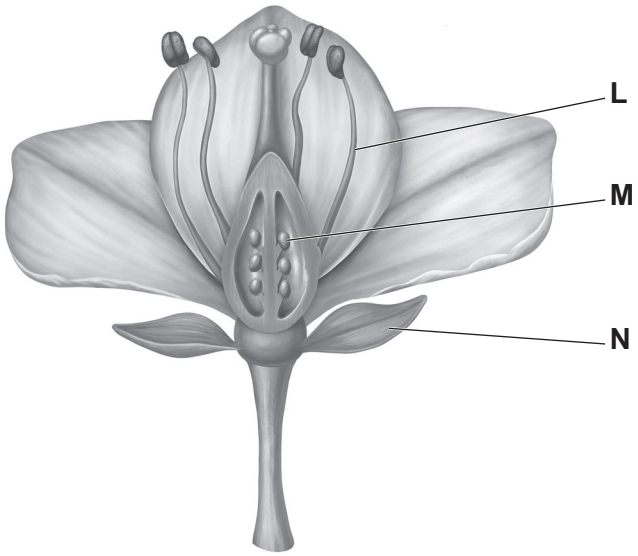


Fig. 4.2

Identify structures **L**, **M** and **N** shown in Fig. 4.2.

L

M

N

解：先沿标线找真正终点。L 指向承托花药的细长结构，是花丝 filament；M 指向子房内部的小结构，是胚珠 ovule；N 指向花外侧、保护花蕾的结构，是萼片 sepal。

依次填写：**L — filament**；**M — ovule**；**N — sepal**。胚珠是子房内部的结构，不能把子房的整体名称填到胚珠标线上。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/41 Q4(c)） · 2 级

(c) Fig. 4.2 is a diagram of a cross-section of an insect-pollinated flower.

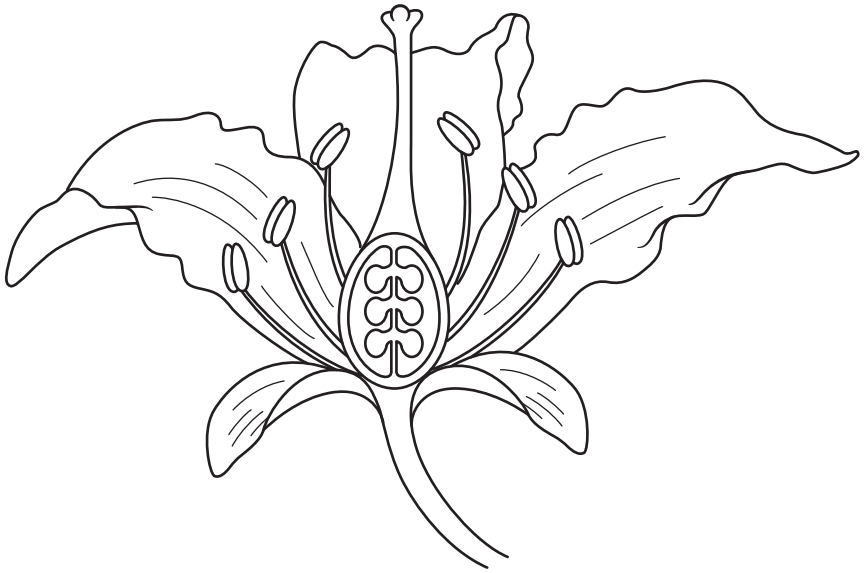


Fig. 4.2

On Fig. 4.2, name and draw label lines to:

- the structure that supports an anther
- a structure that protects the flower bud
- an ovule.

2. （2024·October/November 0610/42 Q4(a)(iii)） · 2 级

(a) Fig. 4.1 shows a diagram of two flowers from different plants of the same species.

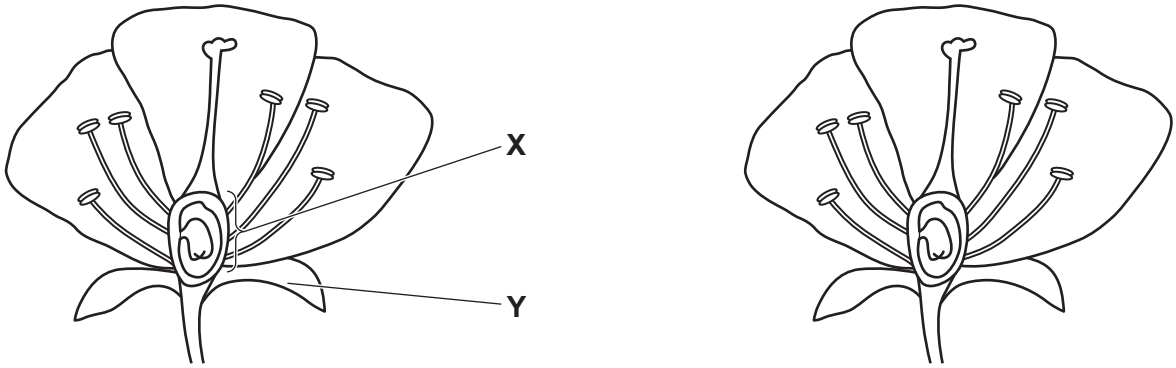


Fig. 4.1

(iii) State the function of the parts labelled **X** and **Y** in Fig. 4.1.

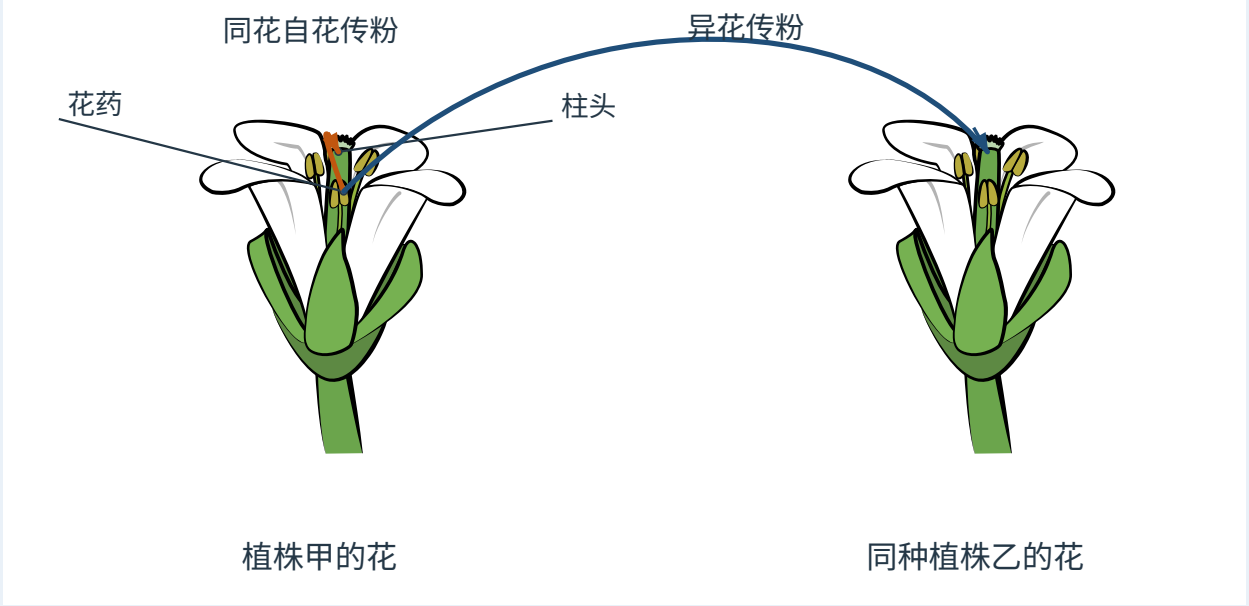
X

Y

题型 3：判断传粉路径并比较自花与异花授粉

知识点 花药产生花粉，柱头接收花粉。授粉是花粉从花药转移到柱头的过程，起点是 _____，终点是 _____。子房和胚珠虽与后续种子形成有关，却不是授粉的终点。

花粉落到同一朵花的柱头，或同一株植物另一朵花的柱头，都属于自花授粉。花粉转移到同种植物另一株的花柱头上，属于异花授粉。区别依据是同一株还是不同株，不只是同一朵还是不同朵。

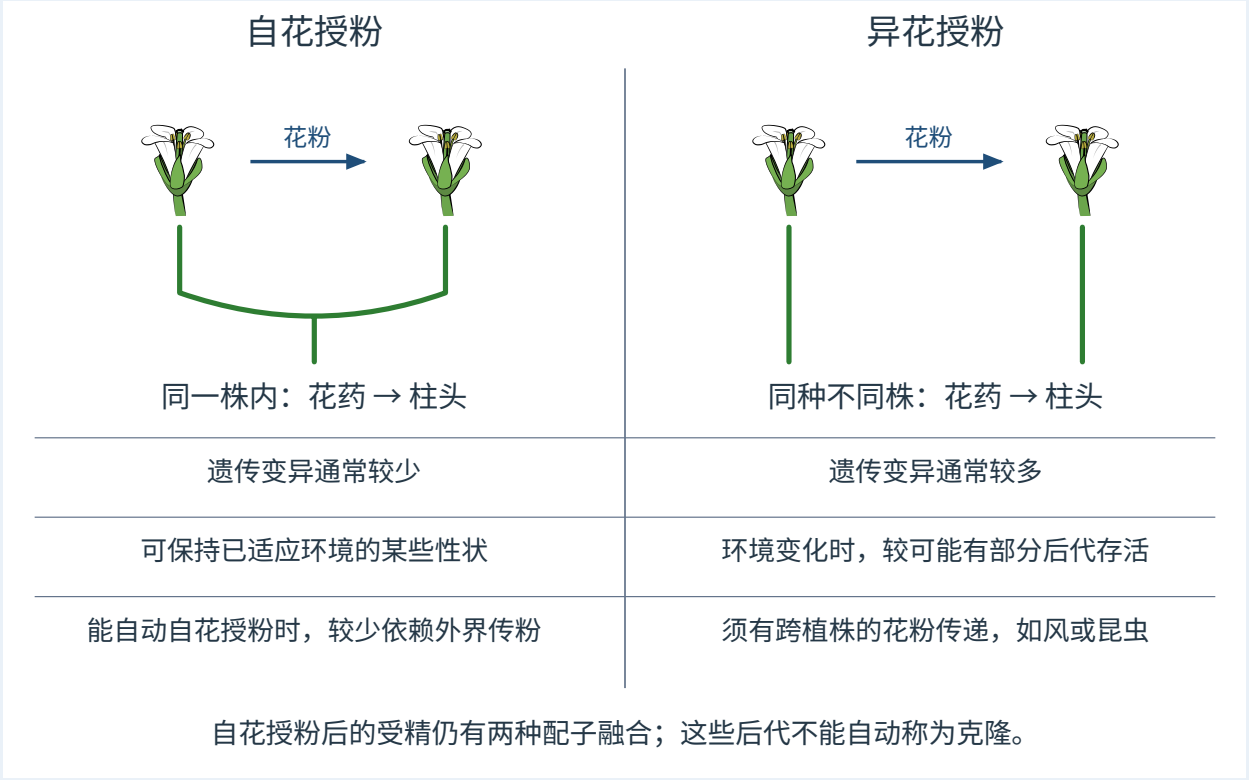


追踪花粉从哪朵花的花药到哪朵花的柱头。花结构底图：Frédéric Bouché，CC BY 4.0；去边框、加注。

授粉只是花粉的转移，受精才是雄配子核与卵细胞核融合；两者不是同一个动作。列表题先检查起终点是否为花药到柱头，再检查是否跨越不同植株。

自花授粉和异花授粉都可以接着发生受精，都属于有性生殖过程的一部分。自花授粉涉及同一株的配子，但两个配子的遗传信息不一定完全相同，不能把自花授粉产生的后代一概叫克隆。

比较利弊时，先看花粉传递能否完成。异花授粉需要同种的另一株，还要有跨植株的传粉条件，例如风或昆虫；距离或传粉条件不利时，花粉可能更多地损失，授粉和受精机会降低。为增加成功机会，产生更多花粉，或形成吸引昆虫的花蜜等，也需要物质和能量。能自动自花授粉的植物较少依赖这些外界条件，植株孤立时仍可能繁殖。不是所有自花授粉都完全不用传粉者，也不是所有异花授粉都依靠昆虫。



比较花粉是否跨植株，以及遗传变异、环境适应与传粉依赖；两种方式都可接着发生受精。花结构底图：Frédéric Bouché, CC BY 4.0；去边框、加注。

再看后代的差异。与异花授粉相比，自花授粉通常产生较少遗传变异，可帮助保留某些已适应当地环境或由农民选育的性状。但是环境变化或新病害出现时，个体太相似的种群较少机会有部分个体恰好能存活；异花授粉通常增加遗传变异，提供较多不同的可能性，不表示每一个后代都一定更好。

例如，一株植物远离同种其他植株，又缺少传粉昆虫，先考虑自花授粉能否保障结种子；若题目改问这个种群长期只自花授粉，就要继续说明变异较少、面对环境变化或病害时的存活风险。这两个判断分别对应眼前繁殖与后代的长期差异，不能只写某种方式“更好”。与异花授粉相比，自花授粉后代的遗传变异通常 _____。

答案：花药；柱头；较少

怎么认 先核对花药→柱头，再区分同株与同种不同株。比较利弊时，分别判断花粉传递、繁殖机会以及后代变异和环境适应；自花授粉不等于无性生殖。

例题 1 （2025·February/March 0610/22 Q25） · 3 级

Which row describes self-pollination?

	pollen transferred from an anther to the stigma of a different flower on the same plant	pollen transferred from an anther to the stigma of a flower on a different plant of the same species	pollen transferred from an anther to the stigma of the same flower
A	✓	✓	✗
B	✓	✗	✓
C	✗	✗	✓
D	✗	✓	✓

key
✓ = yes
✗ = no

解：同株另一朵花与同一朵花都属于自花授粉，不同株同种植物属于异花授粉。三列依次 yes、no、yes，故选 B。

例题 2 （2023·October/November 0610/43 Q1(b)(ii)） · 3 级

(ii) Outline the advantages and disadvantages of self-pollination compared with cross-pollination.

解：比较的对象是 self-pollination 相对 cross-pollination 的优势和劣势，先回到花粉路线：自花授粉在同一株内完成，异花授粉需要花粉到达同种的另一株。

优势可沿“是否容易完成传递”来解释。能够自动自花授粉的植物较少依赖昆虫等外界传粉条件；即使植株与同种其他植株相隔较远，仍可能完成授粉和受精。花粉传递距离较短，通常也可减少花粉损失。这有助于保障繁殖。对农作物而言，较少的遗传变异还可帮助保留某些已经选育的性状。

劣势从后代差异继续推。自花授粉涉及同一株的配子，后代的遗传变异通常比异花授粉少。当环境发生变化时，较少机会出现恰好适合新条件的个体；新病害到来时，也可能有较多植株表现出相似的易感性，因而较少个体存活。

一个完整回答可写：自花授粉较少依赖外界传粉，孤立植株也可繁殖；但遗传变异较少，种群较难适应环境变化。这里的“变异较少”不等于自花授粉是无性生殖，也不等于后代全是克隆。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q28） · 1 级

Which structure is pollen transferred from and to during pollination?

A from anther to ovary

B from anther to stigma

C from stigma to ovary

D from stigma to ovule

2. （2025·May/June 0610/22 Q29） · 2 级

Which description of cross-pollination is correct?

A the transfer of pollen grains from the anther of one plant to the stigma on a different plant

B the transfer of pollen grains from the anther to the stigma on the same plant

C the transfer of pollen grains from the stigma of one plant to the anther on a different plant

D the transfer of pollen grains from the stigma to the anther on the same plant

3. （2023·February/March 0610/42 Q3(c)(iv)） · 3 级

(iv) Explain the disadvantages of cross-pollination compared with self-pollination.

4. （2025·May/June 0610/41 Q3(b)） · 3 级

(b) A species of plant can use self-pollination and cross-pollination.

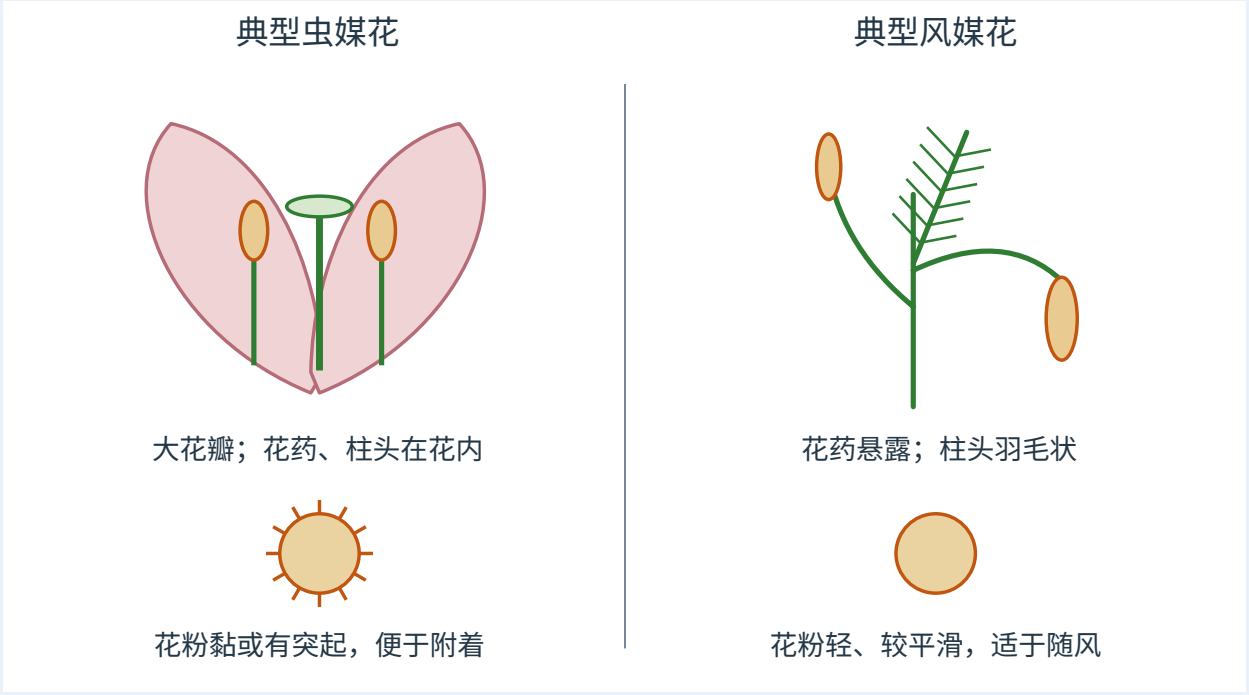
(i) Suggest reasons for this species of plant to use self-pollination rather than cross-pollination.

(ii) Discuss the potential effects of only using self-pollination in a population of plants.

题型 4：由花和花粉的特征判断传粉方式

知识点 花粉可以随昆虫移动，也可以随风移动。虫媒花需要吸引并接触昆虫，常有较大或鲜艳的花瓣、香味和花蜜；花药和柱头常位于花内，使昆虫取食时接触它们。某些花瓣提供落脚平台，斑点或条纹可帮助引导昆虫。

虫媒花粉常较大，并具有黏性或刺状表面，便于附着昆虫身体。风媒花不依赖吸引昆虫，花瓣常小而不显眼；花药可伸到花外，便于花粉随风散开；较长、羽毛状的柱头有利截获空气中的花粉。风媒花粉通常较轻、表面较平滑，并大量产生。



比较典型结构怎样帮助接触昆虫或利用空气中的花粉。

按照片回答 visible evidence 时，只用图上看得到的证据。照片能显示花瓣大小、斑点、落脚平台、花药和柱头是否暴露；通常不能直接证明香味或花蜜。预测传粉方式后，接着写可见特征怎样支持预测，而不把常识当成照片已经显示的事实。

风媒花常有较长、_____ 的柱头；虫媒花粉表面的黏性或突起有助它 _____ 在昆虫身上。

答案：羽毛状；附着。

怎么认 区分花的可见结构、花粉适应与照片不能显示的特征；每项证据都要支持传粉方式。

例题 1 （2025·October/November 0610/11 Q26） · 1 级

What is a feature of wind-pollinated flowers?

A anthers inside the flower

B large, brightly coloured petals

C long, feathery stigmas

D production of nectar

解：风把花粉带到柱头时，较长、羽毛状的柱头能增加截获空气中花粉的机会，这是风媒花的典型特征。大而鲜艳的花瓣和花蜜通常用于吸引动物传粉者；风媒花的花药也常暴露在外。因此选 **C**。

例题 2 （2025·October/November 0610/41 Q4(a)(ii)） · 2 级

Fig. 4.1 is a photograph of a bee on a flower. One of the bee's legs is covered with pollen.



Fig. 4.1

(ii) State **one** way that pollen grains are adapted for pollination by bees.

解：蜜蜂把花粉带走，花粉需要附着在它的身体上。一项适应是花粉表面有黏性，或具有刺状突起，使其容易黏附在蜜蜂体表。

题目只要求 one way，可填写 **sticky pollen grains**。若写 spiky，也应表达这是花粉的表面特征。

针对练习

1. （2024·February/March 0610/42 Q5(a)(i)） · 2 级

Fig. 5.1 shows part of a monkey flower plant.



Fig. 5.1

(a) (i) State **two** pieces of evidence, **visible** in Fig. 5.1, that show that monkey flower plants are pollinated by insects.

2. （2025·February/March 0610/32 Q4(c)(i)） · 2 级

(c) Fig. 4.3 shows a flower from a Crocus plant.

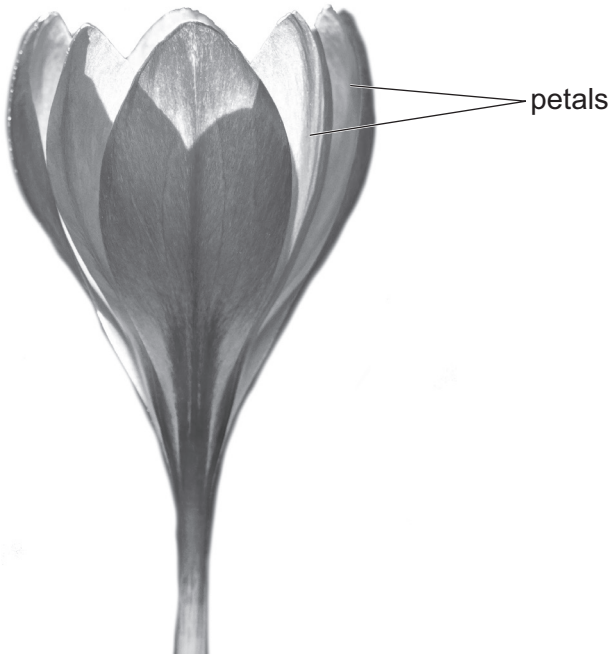


Fig. 4.3

(i) Using the information in Fig. 4.3, predict the type of pollination used by the Crocus plant.

Explain your prediction.

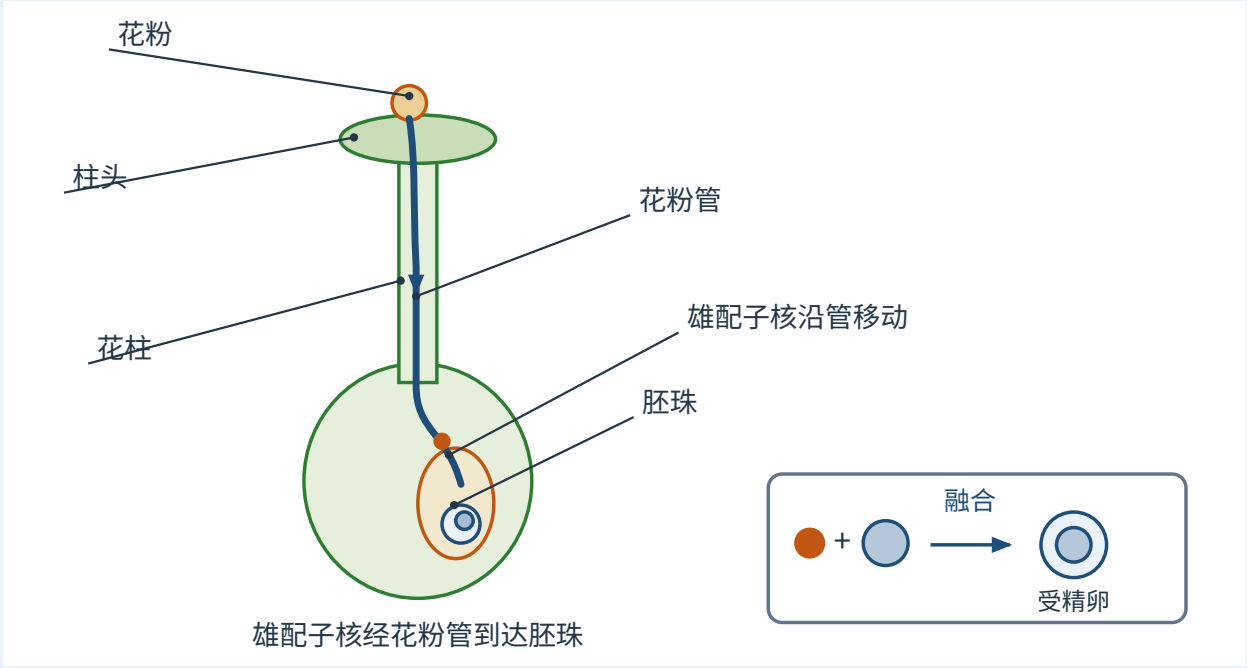
prediction

explanation

题型 5：沿花粉管说明开花植物受精过程

知识点 花粉从花药到柱头只完成授粉。要形成新个体的第一个细胞，雄配子核还须到达胚珠内的卵细胞，并与卵细胞核融合。

合适的花粉落到柱头后萌发，长出花粉管。花粉管沿花柱向下生长，进入子房并到达胚珠；雄配子核沿管移动。胚珠里发生雄配子核与卵细胞核融合，这个动作才叫受精，形成受精卵。



先找到柱头上的花粉，再沿花柱中的管追到胚珠内的核融合。

沿题图读路线时，先找柱头上的花粉，再找花柱内细管。花粉管是生长出来的运输通路，不是支持花药的花丝。问受精地点写胚珠；问花粉管经过的长形结构写花柱；问授粉终点仍是柱头。

受精后，受精卵发育成胚，胚珠逐渐形成种子，子房通常形成果实。不要在花粉刚落到柱头时就把它叫种子。

花粉管沿 _____ 向下生长；两个配子核在 _____ 内融合。

答案：花柱；胚珠。

怎么认 把花粉移动、花粉管生长、核融合三个不同动作依次连接，并分别写对地点。

例题 1 （2025·October/November 0610/41 Q4(d)） · 3 级

(d) Describe sexual reproduction in a flower, from the release of pollen to the formation of a zygote.

解：从题目规定的起点开始：花药释放花粉，花粉被转移到同种花的柱头，这一步是授粉。

花粉在柱头上萌发，长出花粉管。花粉管沿花柱向下生长，进入子房并到达胚珠。雄配子核沿花粉管向胚珠移动。

在胚珠内，雄配子核与卵细胞核融合，这一步是受精，形成受精卵 zygote。

答案要写到核融合形成受精卵才到终点；只写花粉落到柱头，只完成了授粉。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/23 Q24） · 1 级

Which part of a flower can contain a pollen tube?

A anther

B filament

C stamen

D style

2. （2025·October/November 0610/21 Q24） · 1 级

Where does fertilisation occur in a plant?

A ovule

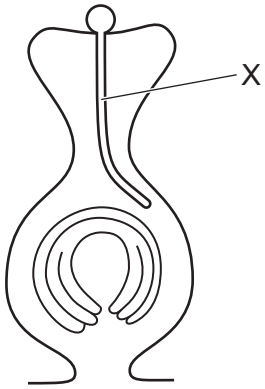
B pollen grain

C pollen tube

D stigma

3. （2024·May/June 0610/21 Q30） · 2 级

The diagram shows the carpel of a flower just after pollination.



What is the name of the part labelled X?

A filament

B ovule

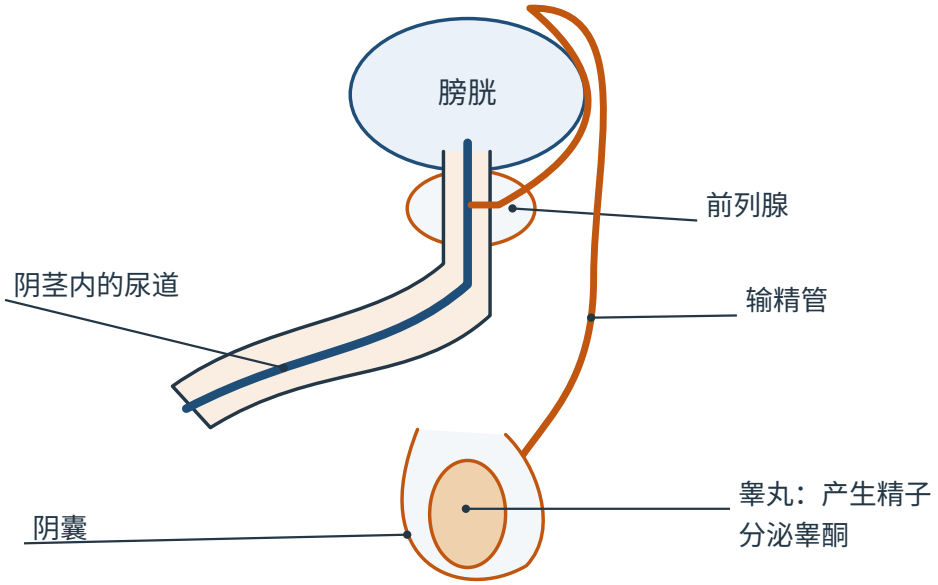
C pollen tube

D stigma

16.2 人的生殖与发育

题型 1：根据男女生殖结构与配子适应解释生殖功能

知识点 睾丸是男性产生精子的器官，也分泌睾酮。阴囊包住并支持睾丸，使睾丸保持低于身体内部的温度，有利于精子形成。输精管把精子从睾丸运走；精子与腺体添加的液体一起构成精液。前列腺向精液添加液体，帮助精子存活和运动；阴茎在性交时把精液送入女性阴道，不能把容纳器官或运输结构当作精子形成部位。



位置关系示意：精子经输精管进入与腺体相连的尿道。

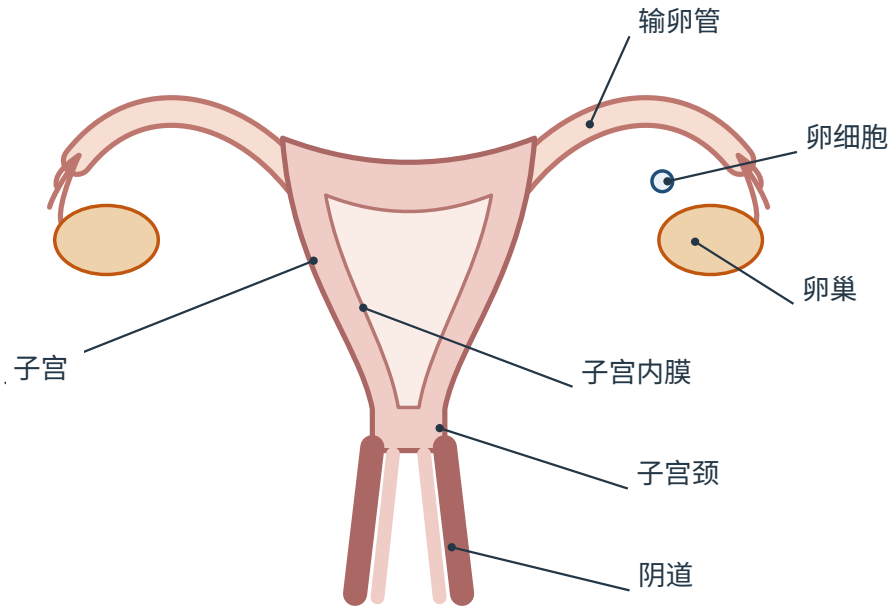
阴囊使睾丸保持较低温度；前列腺液帮助精子存活和运动。

阴茎把精液送入阴道。

睾丸产生精子，输精管运送精子；尿道通向体外。

青春期睾酮促进男性第二性征发育，例如面部毛发生长、声音变低等。促进这些变化的主要激素是_____。精子形成属于生殖细胞的产生，长胡须等是第二性征，二者可以由同一器官的不同功能联系起来，但不是同一过程。

女性的卵巢（ovary）产生卵细胞并分泌相关激素。输卵管（oviduct）从子宫上方伸向卵巢附近，受精通常发生在输卵管内。受精形成的受精卵经过多次有丝分裂 mitosis，形成由许多细胞组成的早期胚胎。有丝分裂前遗传物质复制，再分配到新细胞，使这些细胞通常具有相同的遗传信息；不是再与另一个配子融合。胚胎随后到达子宫并在内膜着床。子宫下端较窄的肌肉性部位是子宫颈 cervix，它在妊娠期间保持闭合，分娩时扩张；下方连接阴道 vagina，阴道在性交时接收精液，也是分娩通道的一部分。卵细胞是一个细胞，卵巢是产生它的器官，两者不能互换。

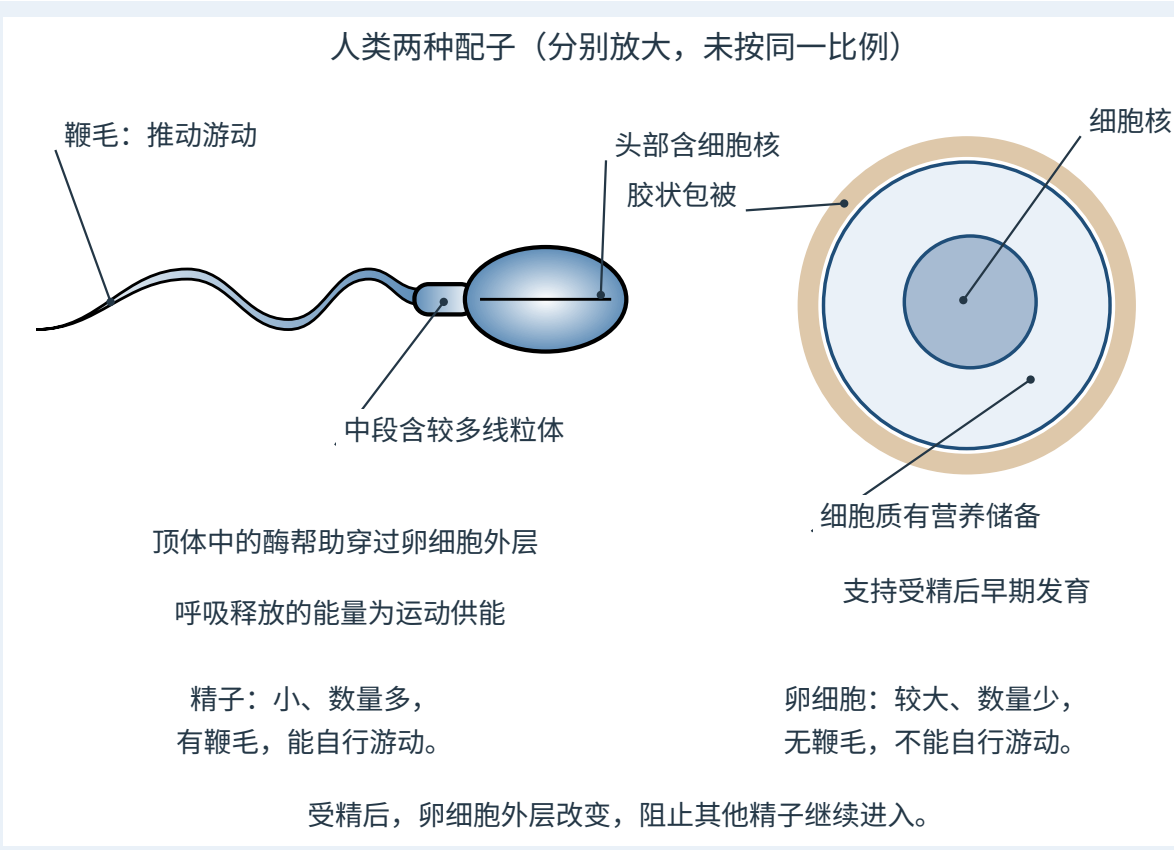


输卵管末端靠近卵巢；受精通常在输卵管，着床发生在子宫内膜。

子宫颈在妊娠时保持闭合；
阴道在性交时接收精液，也是分娩通道。

分清产生卵细胞的卵巢、受精所在的输卵管与着床所在的子宫。

精子很小，男性通常产生大量精子；精子的鞭毛推动它自行游动。较多线粒体通过呼吸为运动供能；头部顶体含酶，有助穿过卵细胞外层。卵细胞较大，细胞质内有营养储备，可支持早期发育；女性通常每个周期只释放少量、常为一个卵细胞。卵细胞没有鞭毛，不能像精子那样自行游动，主要由输卵管的纤毛和管壁运动帮助移动。卵细胞外有胶状包被 jelly coat，受精后这一外层发生改变，可阻止其他精子继续进入。配子核所携带的染色体数为通常体细胞的一半；染色体是核中携带遗传信息的结构，两个配子核融合可恢复通常数目。



把精子的运动、进入卵细胞所需结构与卵细胞的早期营养储备相联系。

第二性征是在青春期出现、使成年男女外形产生差别的特征，如睾酮促进胡须生长和声音变化；雌激素促进女性第二性征发育。不要把第二性征的变化与产生配子本身混作同一动作。

答案：睾酮

怎么认 先区分产生精子的睾丸与容纳、分泌液体或排出结构，再把男性第二性征联系睾酮。

例题 1 （2025·February/March 0610/22 Q28） · 1 级

What is the main hormone responsible for the development of male secondary sexual characteristics?

A adrenaline

B insulin

C oestrogen

D testosterone

解：睾酮 testosterone 是促进男性第二性征发育的主要激素，肾上腺素和胰岛素分别主要涉及应激和血糖调节，故选 D。

例题 2 （2025·October/November 0610/43 Q6(c)） · 3 级

(c) Sperm have adaptive features to carry out their function.

Explain **three** adaptive features of sperm.

解：题目要求 explain three adaptive features，每一项都要写出结构及其帮助精子完成的功能。

1 鞭毛（flagellum）摆动，推动精子游动，从而接近卵细胞。

2 精子含有较多线粒体（mitochondria），通过呼吸释放能量，供鞭毛运动使用。

3 头部前端的顶体（acrosome）含有酶，可帮助分解卵细胞外部的保护层，使精子能够进入并完成受精。

这三项分别对应移动、供能和进入卵细胞。只列鞭毛、线粒体、顶体三个名词，尚未解释它们怎样发挥作用。

例题 3 （2025·October/November 0610/32 Q4(a)(i)） · 2 级

(a) Fig. 4.1 is a diagram of the female reproductive system.

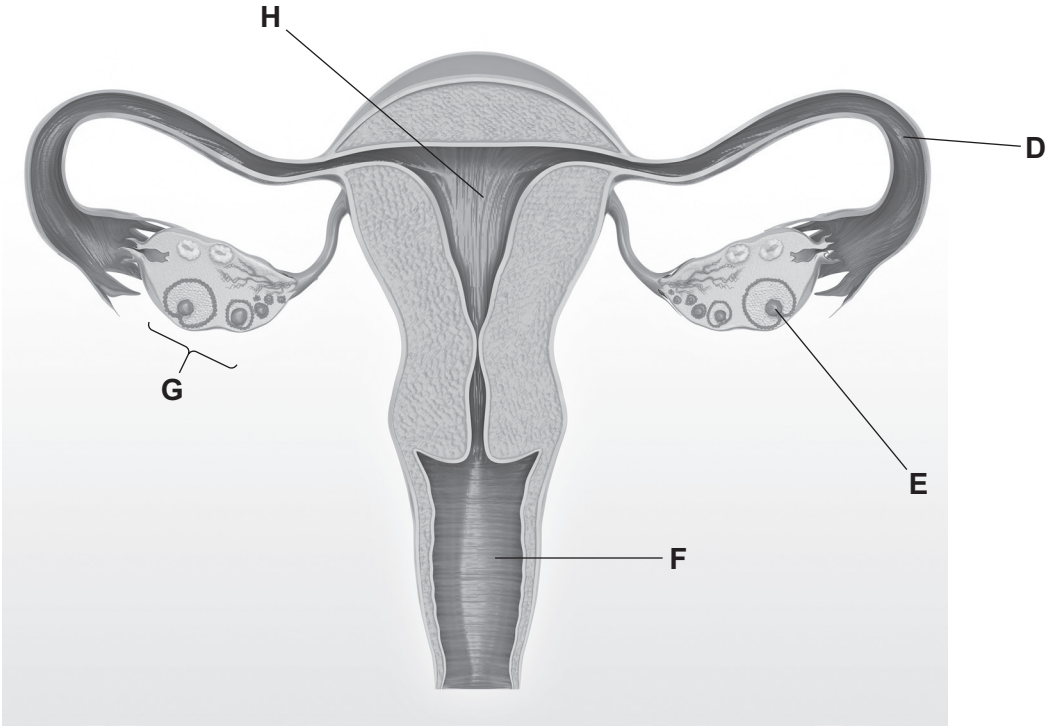


Fig. 4.1

(i) State the letter in Fig. 4.1 that identifies:

the vagina

an oviduct

an egg cell.

解：按目标逐一找位置。阴道是子宫颈下方通向体外的管道，对应 F；输卵管是由子宫上方通向卵巢附近的细管，对应 D；卵细胞是卵巢内图示的卵细胞，对应 E。

三个空按题目顺序填写：**vagina — F**；**oviduct — D**；**egg cell — E**。卵细胞与产生它的卵巢是不同对象。

例题 4 （2025·October/November 0610/33 Q4(a)） · 1 级

(a) Describe what is meant by the term fertilisation.

解：受精是雄配子与雌配子的细胞核融合的过程，形成受精卵。

可写：**Fertilisation is the fusion of the nuclei of two gametes.** 定义中的两个关键点是 gametes 和 nuclei fuse；只写两个细胞相遇不够。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/13 Q26） · 1 级

Where in the human male reproductive system are sperm produced?

A penis

B prostate gland

C scrotum

D testes

2. （2025·May/June 0610/12 Q27） · 2 级

Which secondary sexual characteristic is associated with testosterone?

A breast development

B facial hair growth

C start of the menstrual cycle

D widening of hips

3. （2025·October/November 0610/32 Q4(a)(ii)） · 2 级

(a) Fig. 4.1 is a diagram of the female reproductive system.

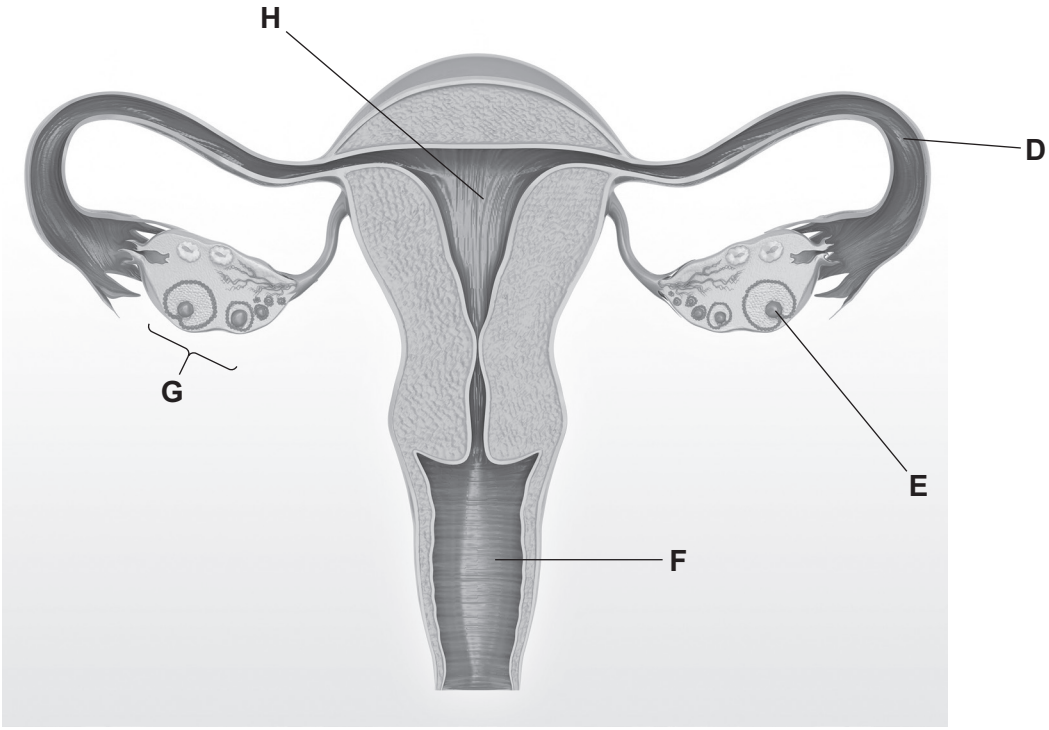


Fig. 4.1

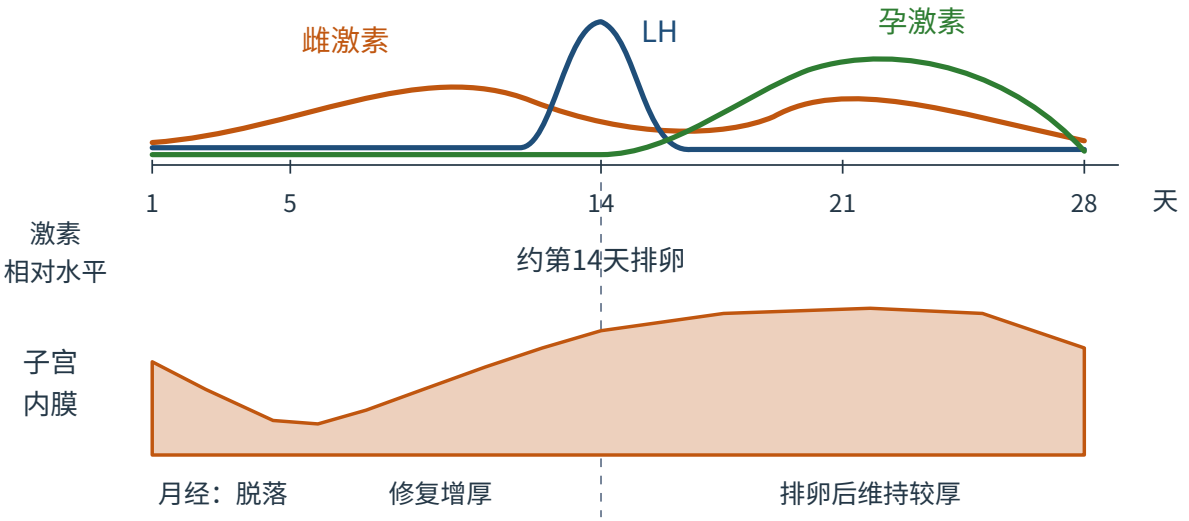
(ii) Draw a label line and the letter **X** on Fig. 4.1 to show where fertilisation normally occurs.

题型 2：读取激素变化并解释月经与妊娠维持

知识点 卵巢是产生卵细胞并分泌相关激素的器官。卵细胞在卵巢内的卵泡中发育；卵泡是包围正在发育的卵细胞的一组细胞。子宫是胚胎继续发育的器官，子宫内膜是其内壁的一层组织。受精后形成的早期胚胎附着并嵌入内膜的过程叫着床。

月经周期从子宫内膜开始脱落、出血的第 1 天计。题目若规定 28 天周期，通常在约第 14 天排卵，即卵巢释放卵细胞；这是一种题设模型，不表示每个人的周期都固定 28 天。周期开始时内膜分解脱落，之后修复并逐渐增厚，排卵后维持较厚，适于可能发生的着床。

促卵泡激素（FSH，follicle-stimulating hormone）与促黄体生成素（LH，luteinising hormone）都由脑下方的垂体 pituitary gland 分泌，再随血液到达卵巢。FSH 促进卵泡发育，发育的卵泡产生雌激素 oestrogen，使子宫内膜修复和增厚。LH 在排卵前出现显著峰值，刺激卵细胞释放；排卵后剩余的卵泡组织形成黄体 corpus luteum，黄体产生孕激素 progesterone 和雌激素，帮助维持内膜。约第 14 天刺激排卵的峰值对应 _____。

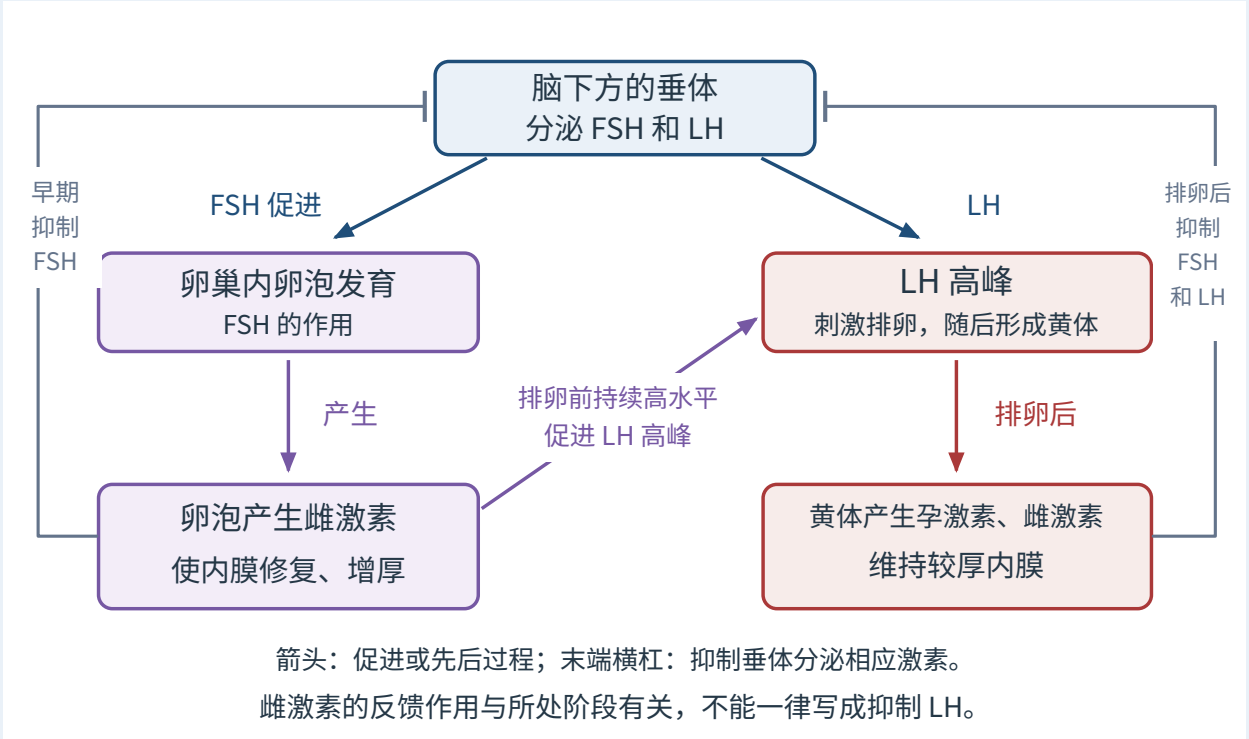


FSH 促进卵泡发育；LH 峰值刺激排卵。图为28天周期的定性示意。

把激素峰出现的时间与排卵、内膜变化对照。

激素图先读横轴日期，再追踪标线所指曲线；LH 常在排卵附近出现窄而高的峰，雌激素通常在排卵前有较宽的峰，之后可有较小第二峰。内膜厚度图中，月经对应厚度下降的一段；下降结束并开始修复时是月经结束，不能把排卵日当作月经结束日。

激素还会反馈调节前面的分泌过程。周期较早阶段，卵泡产生的雌激素抑制 FSH，限制继续发育的卵泡数目；排卵前持续较高的雌激素水平却会促进 LH 出现高峰。因此不能把雌激素在任何阶段都说成只会抑制 LH。排卵后，黄体产生的孕激素和雌激素抑制 FSH、LH，使新的卵泡发育和下一次排卵受到抑制。



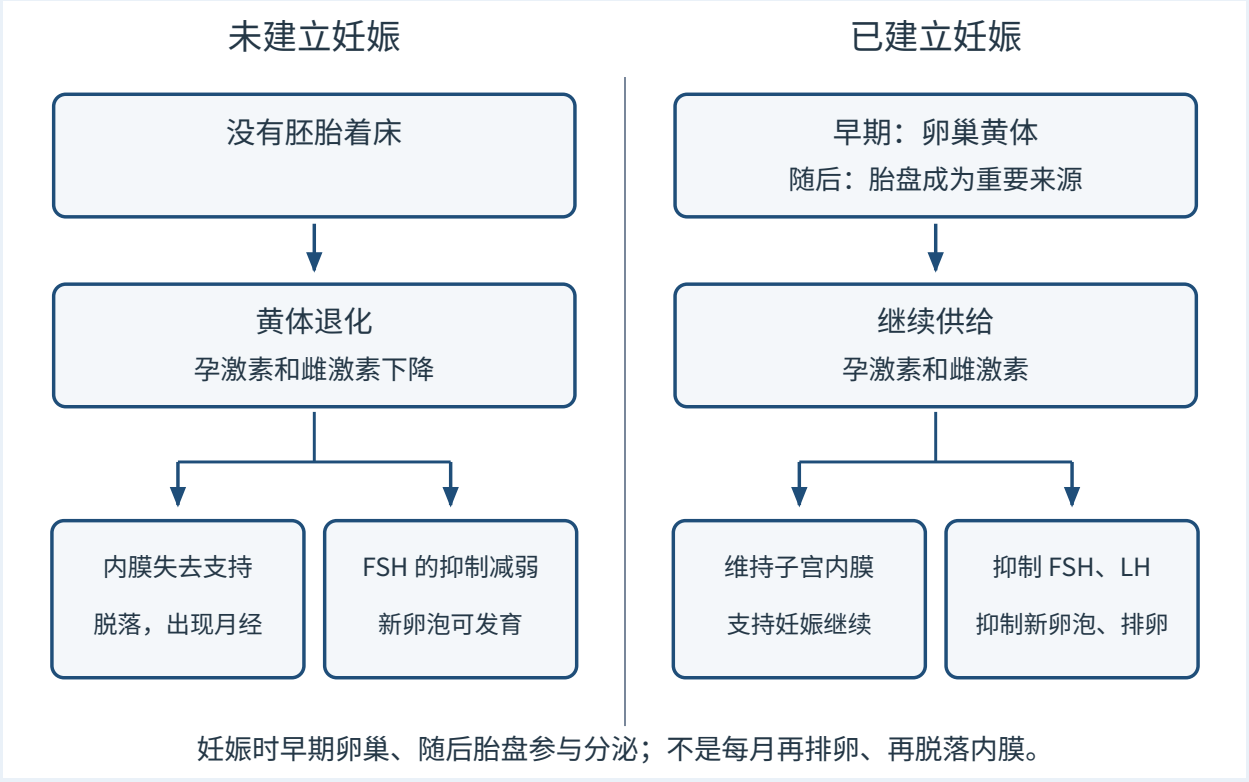
箭头：促进或先后过程；末端横杠：抑制垂体分泌相应激素。

雌激素的反馈作用与所处阶段有关，不能一律写成抑制 LH。

先分清垂体与卵巢的激素来源，再沿卵泡、排卵和黄体的顺序读作用与反馈。

沿图做一次反馈判断：若 FSH 的分泌受到抑制，卵泡发育缺少原先的刺激；若 LH 受到抑制，就不会出现正常的 LH 高峰来触发排卵。这两项作用都沿垂体与卵巢之间的路径发生。内膜增厚或脱落是子宫的变化，不能只凭内膜变化就断定卵巢有没有释放卵细胞。

若没有建立妊娠，黄体逐渐退化，孕激素与雌激素下降。内膜失去维持而分解脱落，出现月经；对 FSH 的抑制也减弱，新的周期可以开始。若胚胎着床并继续发育，早期卵巢黄体仍分泌这些激素，随后胎盘 placenta 发育并成为重要来源。妊娠期间继续供给孕激素和雌激素，维持子宫内膜，同时抑制 FSH/LH，阻止新的卵泡按月成熟和再次排卵。



把排卵后的两种情况并排读：未妊娠时激素下降；妊娠时继续供给激素并抑制新的周期。

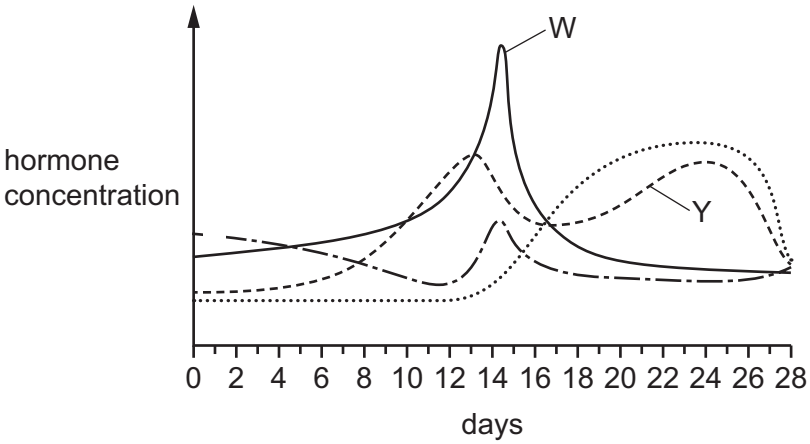
判断“激素来自哪里”与“激素做什么”要分两步：月经周期中孕激素来自卵巢的黄体；妊娠早期仍有卵巢黄体参与，随后胎盘成为重要来源。它作用于子宫以维持内膜，也反馈抑制 FSH/LH。不能把作用器官子宫写成产生孕激素的主要部位。周期中的主要来源器官是 _____，妊娠期间还应考虑 _____。

答案：LH；卵巢；胎盘

怎么认 先按日期定位月经、卵泡发育、LH 峰与排卵；再区分垂体 FSH/LH、卵巢雌激素/孕激素及妊娠时的胎盘来源。反馈必须联系阶段，问卵细胞发育和释放时核对 FSH 与 LH，不把子宫壁作用代替卵巢过程。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q28） · 2 级

The diagram shows the changing concentrations of some hormones involved in the menstrual cycle.



Which letters identify two of the hormones?

A W is FSH and Y is oestrogen.

B W is LH and Y is oestrogen.

C W is progesterone and Y is FSH.

D W is progesterone and Y is LH.

解：W 指向第 14 天附近窄而高的峰，是 LH；Y 指向排卵前有峰、排卵后可再次升高的较宽曲线，是雌激素。两者对应 LH 和 oestrogen，故选 B。

例题 2 （2023·May/June 0610/43 Q5(a)） · 3 级

(a) Describe the role of progesterone in pregnancy.

解：题目已经限定 during pregnancy，所以从胚胎需要稳定的子宫内膜继续发育开始，而不是描述排卵前的 LH 高峰。

孕激素维持子宫内膜，使内膜不会像没有妊娠时那样周期性分解、脱落，因此不继续发生月经，为胚胎、胎儿的发育保留所需环境。

孕激素还对垂体产生负反馈，抑制 FSH 和 LH 的分泌。FSH 受到抑制，新卵泡不继续按月成熟；LH 受到抑制，也就不再出现刺激下一次排卵的周期性高峰。这样可抑制新的卵泡发育和再次排卵，帮助维持已经建立的妊娠。

可把完整回答写成：孕激素维持较厚的子宫内膜并防止月经，同时抑制 FSH/LH，防止新卵泡发育和再次排卵。只写“维持妊娠”说明了总结果，还应写出它维持什么、抑制什么。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q30） · 1 级

What happens to the lining of the human uterus in the days before the release of an egg cell?

A It breaks down.

B It is lost from the body.

C It thickens.

D It thins.

2. （2025·May/June 0610/11 Q30） · 1 级

What happens to the uterus lining at the start of the menstrual cycle?

A The uterus lining breaks down.

B The uterus lining grows new blood vessels.

C An embryo implants in the uterus lining.

D The uterus lining repairs and thickens.

3. （2024·February/March 0610/42 Q4(d)） · 1 级

(d) State the sites of production of progesterone during a menstrual cycle and during pregnancy.

during a menstrual cycle

during pregnancy

4. （2025·May/June 0610/13 Q27） · 2 级

A person’s menstrual cycle lasts for 28 days.

Which statement describes an event in this menstrual cycle?

A The ovary releases an egg on day 14.

B The ovary releases an egg on day 21.

C The uterus lining breaks down on days 14 to 21.

D The uterus lining builds up on days 1 to 7.

5. （2025·February/March 0610/22 Q27） · 2 级

Which statement correctly describes the effect of a hormone in a human menstrual cycle that lasts for 28 days?

A FSH causes maturation of an egg up to day 21.

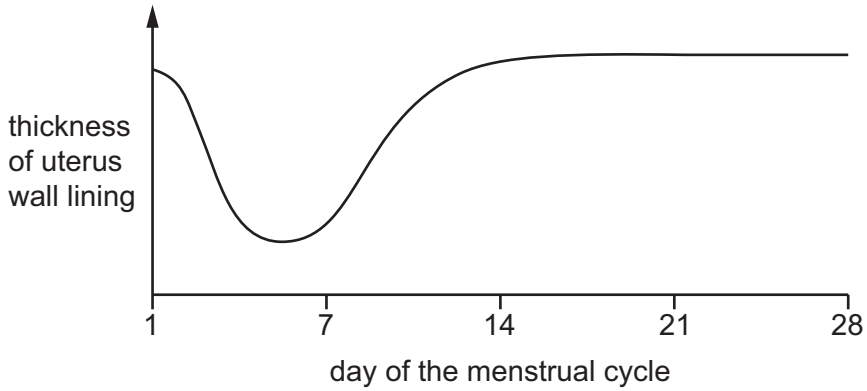
B LH stimulates the release of an egg on day 14.

C Oestrogen maintains the uterus lining between days 14 and 28.

D Progesterone causes the repair and thickening of the uterus lining between days 4 to 14.

6. （2025·May/June 0610/23 Q29） · 2 级

The graph shows changes in the thickness of the lining of the uterus wall during a menstrual cycle.

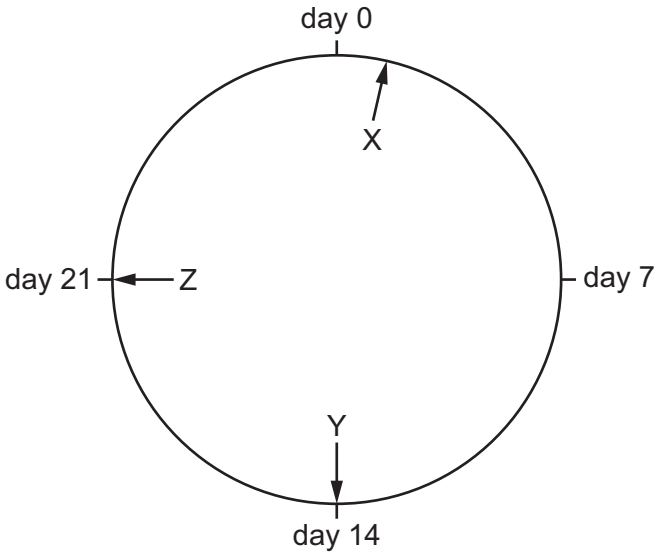


Which day is the last day of menstruation?

A 4 **B** 8 **C** 16 **D** 20

7. （2025·May/June 0610/12 Q28） · 3 级

The diagram shows a human menstrual cycle.



What are represented by X, Y and Z?

	the lining of the uterus is breaking down	an ovary releases an egg	a thick uterus lining is maintained
A	X	Y	Z
B	X	Z	Y
C	Z	Y	X
D	Z	X	Y

8. （2022·May/June 0610/23 Q29） · 3 级

One type of contraceptive pill contains progesterone and oestrogen. Some effects of the pill are listed.

1 inhibit FSH production

2 inhibit LH production

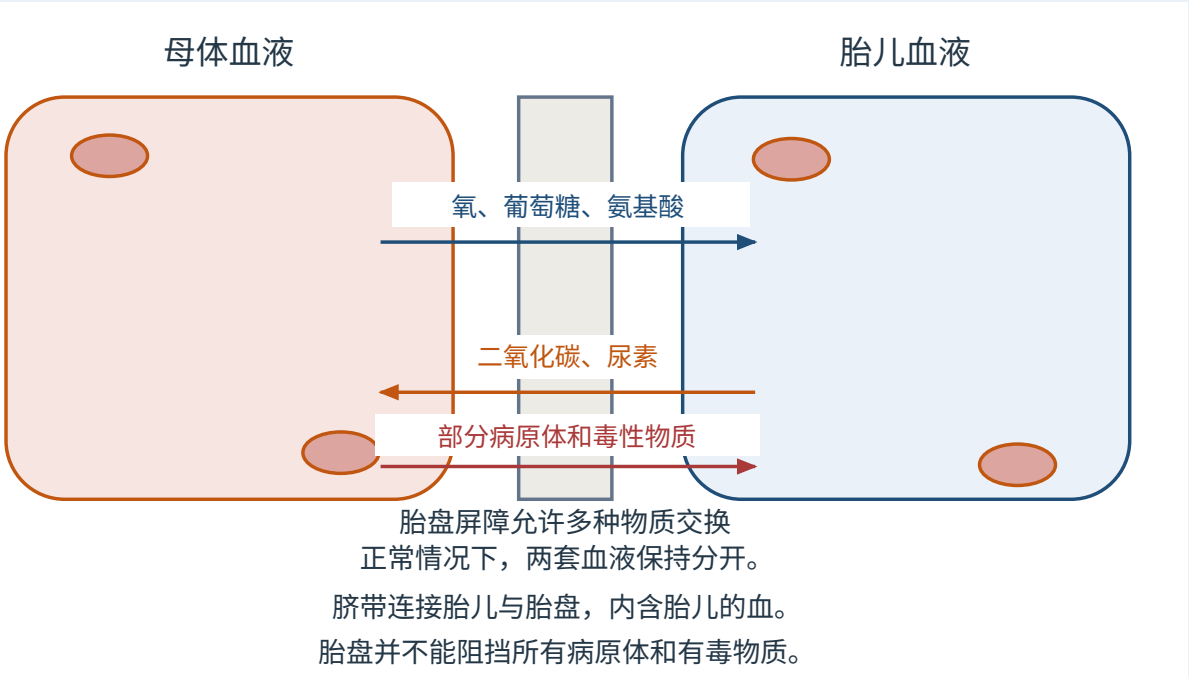
3 inhibit thickening of the uterus wall

Which prevent the development and the release of an egg cell?

A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 2 and 3 only **D** 3 only

题型 3：根据物质移动方向判断胎盘两侧血液

知识点 受精卵继续发育成为胚胎；随着器官逐渐形成和继续生长，称为胎儿。胎盘让母体与胎儿之间交换物质，但两侧血液通常不直接混合。脐带 umbilical cord 连接胎儿与胎盘，脐带内的血管运送胎儿的血，往返于胎儿和胎盘之间；不能把它画成母亲的血直接流进胎儿。氧、葡萄糖和氨基酸等从母体净移向胎儿，供胎儿呼吸和生长；胎儿产生的二氧化碳和尿素净移向母体，再由母体处理或排出。胎盘并不是能挡住一切有害物质的屏障；部分病原体及毒性物质也可通过，影响胎儿发育。



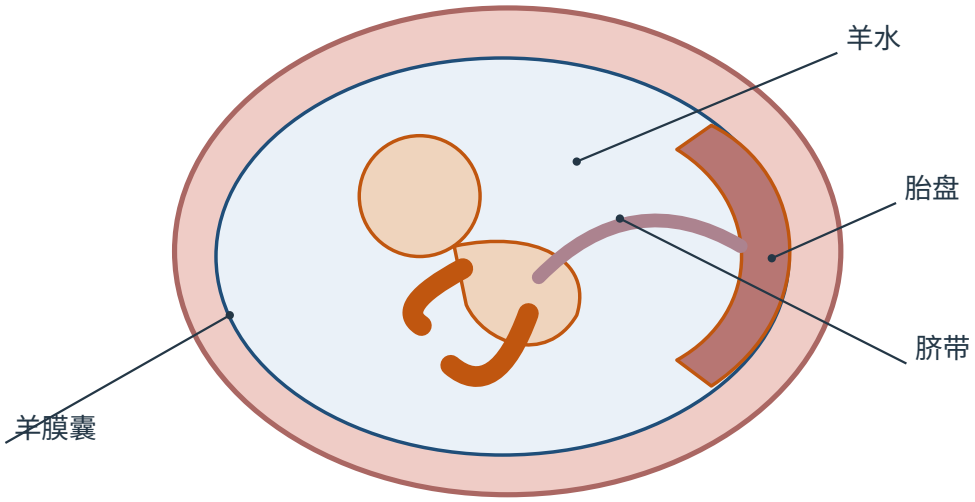
胎盘屏障允许多种物质交换
正常情况下，两套血液保持分开。
脐带连接胎儿与胎盘，内含胎儿的血。
胎盘并不能阻挡所有病原体和有毒物质。

分别追踪供给胎儿的物质与胎儿排出的代谢废物。

因此，母体血流经胎盘后，一部分氧交给胎儿，溶解氧浓度降低；接收胎儿的 _____ 后，该废物浓度增加。淀粉和糖原等大分子不是题中跨胎盘提供营养的溶质，不能用它们替代葡萄糖。

无名称的双向箭头图，必须把“哪侧是母体”与“某物质应往哪边走”合并检查。一个选项若把母体放在左边，却标二氧化碳向右给胎儿，就不符合废物方向；不能只凭箭头向右就认定右边一定是胎儿。

胎儿在羊膜囊（amniotic sac）内发育，囊内有羊水（amniotic fluid）。羊水缓冲外界机械冲击，保护胎儿；也给胎儿活动空间，有助肌肉和骨骼发育，并有助保持较稳定温度。羊膜囊与羊水主要提供保护性发育环境，胎盘则负责母胎之间的物质交换，结构和功能不同。



羊水缓冲冲击并提供活动空间；胎盘承担母胎物质交换。

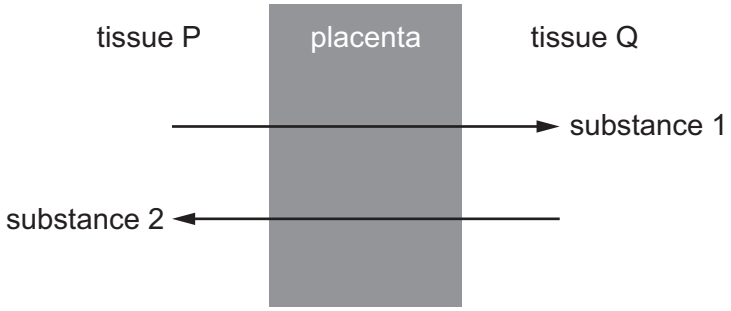
子宫内的薄囊包围羊水与胎儿，胎儿经脐带连接胎盘。

答案：尿素

怎么认　先记母→胎为氧和小分子营养，胎→母为二氧化碳、尿素，再逐行核对两侧身份与箭头方向。母血经过胎盘通常氧下降、尿素上升。

例题 1　(2025·May/June 0610/23 Q8)　· 3 级

The diagram shows the direction of **net** movement of two substances across a human placenta.



Which tissue represents maternal blood and which substance is identified correctly?

	tissue that represents maternal blood	substance that is identified correctly
A	P	1 = carbon dioxide
B	P	2 = urea
C	Q	1 = amino acids
D	Q	2 = starch

解：若 P 为母体，则箭头 2 由 Q 回 P，可表示胎儿尿素进入母血，B 符合。A 把二氧化碳画成母体到胎儿，不符；若 Q 为母体，C 把氨基酸画成胎儿到母体，也不符；淀粉不是跨胎盘小分子营养。因此选 B。

例题 2 （2025·February/March 0610/42 Q4(a)(ii)） · 2 级

(ii) A fetus develops inside an amniotic sac.

Describe the functions of the amniotic sac and amniotic fluid.

解：羊膜囊包围胎儿并容纳羊水，使胎儿处于有液体缓冲的环境中。

羊水能吸收和缓冲外来的机械冲击，保护胎儿免受机械损伤；它也允许胎儿在囊内活动，有助于肌肉和骨骼发育；液体环境还帮助维持较稳定的温度。

这里问羊膜囊和羊水的作用，应围绕保护和发育环境回答，不能只写胎盘交换氧和养分。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/22 Q26） · 2 级

Which statement describes the net direction of movement of a substance across the placenta?

A Carbon dioxide moves from the mother's blood to the fetus's blood.

B Glucose moves from the fetus's blood to the mother's blood.

C Glycogen moves from the mother's blood to the fetus's blood.

D Urea moves from the fetus's blood to the mother's blood.

2. （2026·February/March 0610/22 Q27） · 3 级

How will the composition of a pregnant woman's blood change as it passes through the placenta?

	concentration of dissolved oxygen	concentration of urea
A	decreases	decreases
B	decreases	increases
C	increases	decreases
D	increases	increases

16.3 种子的萌发

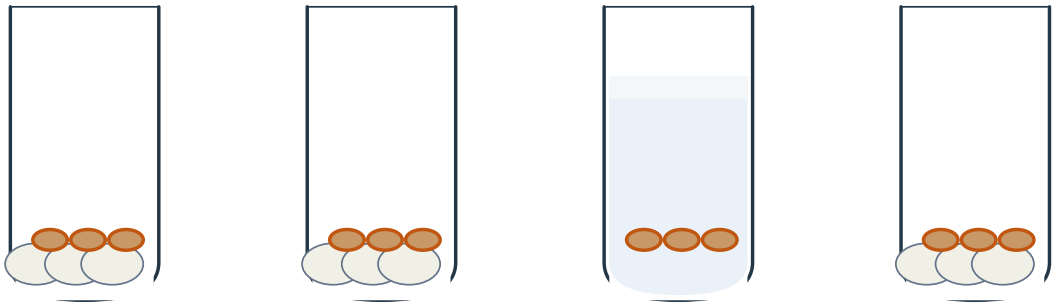
题型 1：比较水、氧和温度判断种子萌发

知识点 种子开始萌发时，胚根先长出，幼苗随后逐渐形成。胚的细胞要恢复活跃的代谢并生长，需要吸收水，有氧呼吸需要氧，酶的作用还需要适宜的温度。对具有萌发能力、已解除休眠的种子，要同时检查水、氧和适温三个条件。

水使种子吸胀，并为细胞内的化学反应提供条件；氧供有氧呼吸释放能量。温度过低时，酶促反应很慢，萌发受抑制；温度过高也可能损伤种子。不能把低温造成反应慢说成酶已因低温而变性。

比较实验装置时，先沿每根标线找到它真正指向的棉花或液体，再逐项核对条件。湿棉花（moist cotton wool）供水，干棉花（dry cotton wool）不能供给萌发所需的水。含有空气的试管可提供氧；若水中的氧已被除去，上方又有油层阻止空气重新进入，种子便缺氧。最后再读各试管的温度，找同时满足三项的装置。

同批有活力且已解除休眠的种子，观察相同时间



A	B	C	D
湿棉花、空气、20°C	干棉花、空气、20°C	除氧水和油层、20°C	湿棉花、空气、5°C
具备所需条件	缺水	缺少氧气	温度可能不适宜

萌发通常需要水、氧气和适宜温度；种子未长出绿叶时不靠光合作用供能。

每组只与条件齐全的 A 组比较，辨认缺少或改变的条件。

许多常见种子可先利用自身储存的有机养分萌发，不必先长出能光合作用的叶片，也不必先从外界吸收矿物离子。光对不同种子的萌发影响不同，不能把阳光说成所有种子萌发都必须具备的条件，也不能断言所有种子的萌发都不受光影响。

要在种子库中延缓萌发，应使至少一项萌发条件不适宜；例如保持干燥或采用适当低温，可抑制代谢与生长。保存条件还应避免损坏种子，使其以后有机会萌发。

通常比较的三项基本条件是 _____、_____ 和 _____。

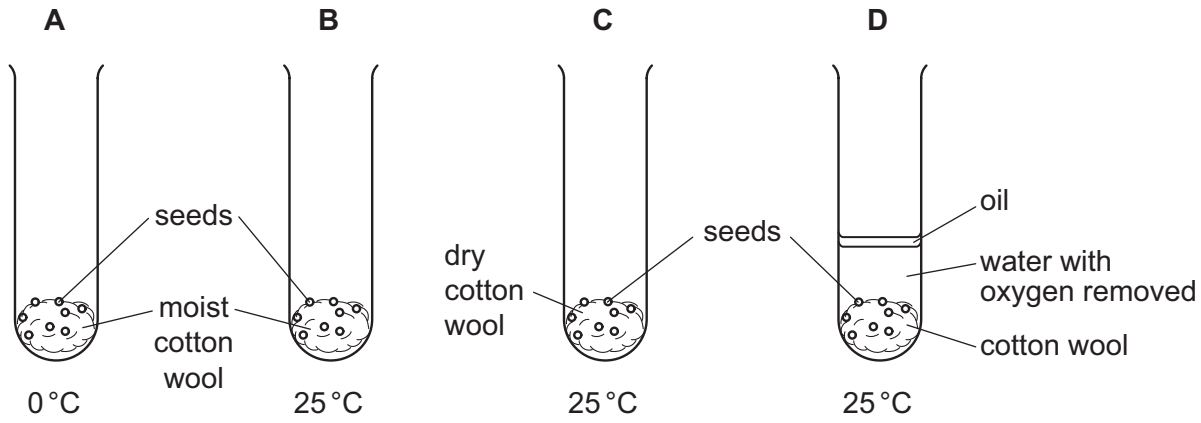
答案：水；氧；适宜温度

怎么认 把每个装置分别记成“有无水、有无氧、温度是否适宜”。标线要追到末端，不能凭文字在图上的左右位置猜归属；储存题则寻找会抑制萌发的条件。

例题 1 (2025·May/June 0610/13 Q25) · 3 级

Four test-tubes are set up as shown and placed in the dark.

In which test-tube will the seeds germinate first?



解：先沿原图标线读棉花状态：moist cotton wool 的两根标线分别指向 A 和 B；dry cotton wool 的标线只指向 C。B 的棉花是湿的，不能因为“dry”印在它的右侧，就把 B 读成干棉花。 A 有水和空气，但温度为 0°C，萌发所需的反应很慢。B 有湿棉花供水，有空气供氧，温度 25°C 适宜，三个条件齐全。C 虽在 25°C，

> 却缺少水。D 的水已除去氧，油层又阻止空气中的氧进入，所以缺氧。 四管都放在黑暗中；这并不妨碍本实验种子利用储存的养分开始萌发。B 最先萌发，故选 B。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q29） · 1 级

In addition to a suitable temperature, what else is always necessary for seed germination?

A carbon dioxide and sunlight

B mineral ions

C sunlight and water

D water and oxygen

2. （2024·October/November 0610/23 Q25） · 2 级

To avoid extinction of rare plant species, a botanical garden keeps a collection of seeds known as a seed bank.

Which condition will prevent these seeds germinating while they are in storage?

A high humidity

B high oxygen levels

C low light intensity

D low temperature

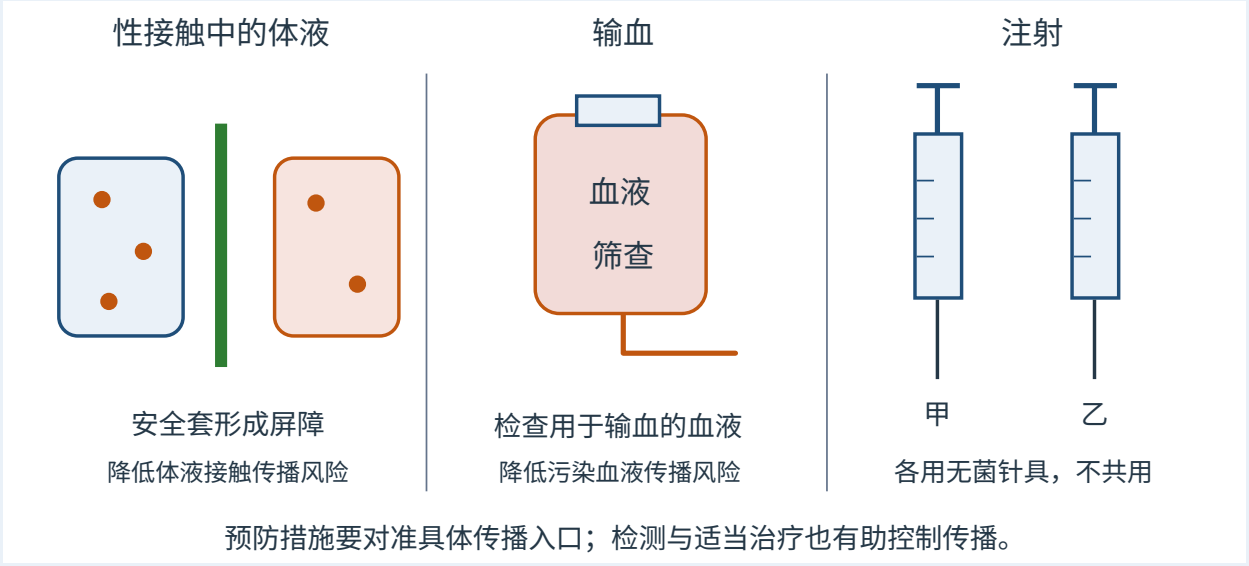
16.4 性传播感染与预防

题型 1：按传播途径选择性传播感染的控制措施

知识点 性传播感染简称 STI，指可通过性接触传播的感染。梅毒 syphilis 和衣原体感染 chlamydia 由细菌引起；HIV 是一种病毒。不同病原体可能经相近途径传播，但治疗方式不一定相同。

HIV 的名称是人类免疫缺陷病毒。它损害免疫系统，使感染者抵抗其他病原体的能力降低，严重时可发展为 AIDS。HIV 可经性接触中的体液、受污染血液或共用受污染针具传播，也可由母亲传给孩子。

控制措施应对准传播途径。使用安全套可降低性接触传播；筛查用于输血的血液、使用无菌针具并不共用针具，可减少血液传播。检测与筛查有助及早发现感染；追踪相关性伴侣、适当治疗和有关传播风险的教育有助减少继续传播。



分别看体液屏障、用于输血的血液筛查和注射器的独立使用。

细菌性 STI 可采用针对该细菌的合适抗生素治疗；抗生素不能治疗 HIV 本身。不要把某一细菌感染的治疗方法推广成所有 STI 都适用。题目给出感染数下降时，应找能减少病原体进入他人体内的措施，而不是只选一个与健康有关的词。

HIV 属于 _____；用于输血的血液经过 _____，可降低血液传播风险。

答案：病毒；筛查。

怎么认 先认病原体和实际传播入口，再匹配阻断、检测及治疗措施。

例题 1 （2025·February/March 0610/42 Q4(b)(ii)） · 1 级

(b) Syphilis is a sexually transmitted infection (STI) that can be passed from a mother to her fetus.

(ii) State **two** ways to control the spread of STIs.

解：可写两项不同措施：1 使用安全套（use condoms）；2 定期检测性传播感染（regular testing or screening）。安全套可减少性接触中病原体的传递；检测有助发现感染者并及时治疗、减少继续传播。题目只要两项措施，不必把梅毒母胎传播机制也写入答案。

例题 2 （2025·October/November 0610/11 Q29） · 1 级

Which type of organism causes an infection that may lead to AIDS?

A amphibian

B bacterium

C myriapod

D virus

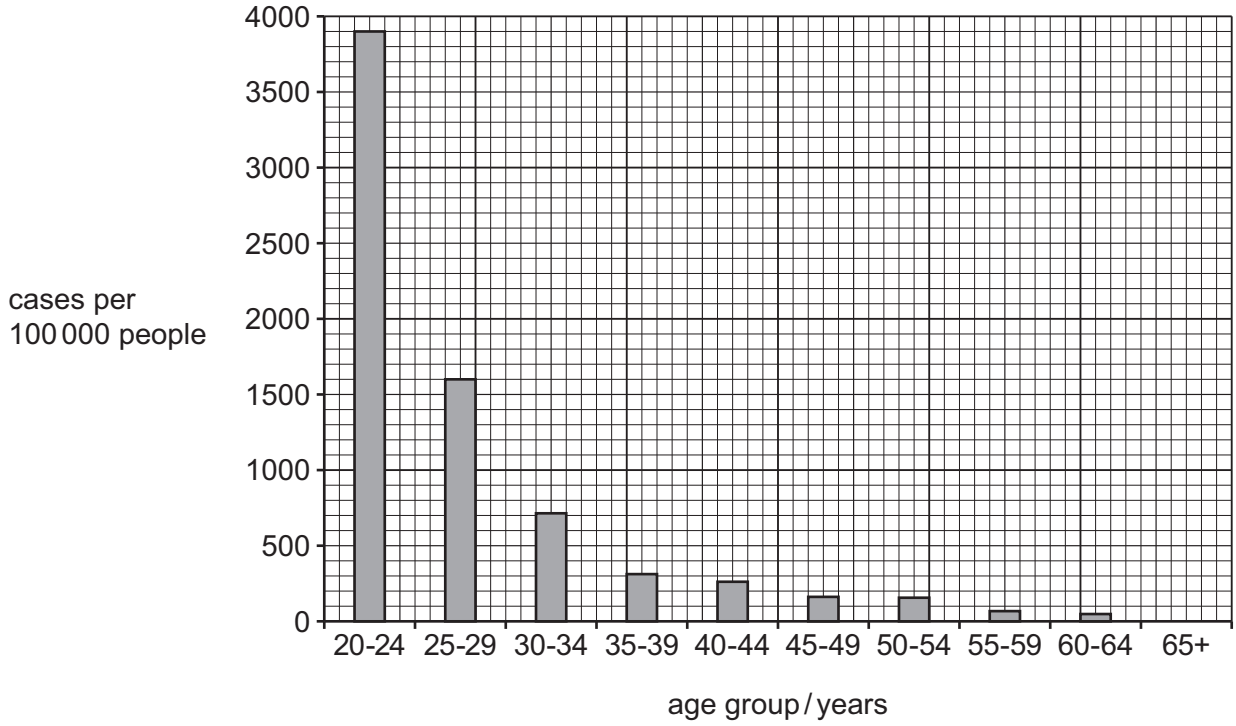
解：AIDS 与 HIV 感染有关，HIV 的全名是 human immunodeficiency virus，即人类免疫缺陷病毒。因此引起这类感染的是 virus，选 **D**。AIDS 是疾病状态，HIV 是病原体名称。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/41 Q2(a)(ii)） · 2 级

(a) Chlamydia is a sexually transmitted infection (STI) that is caused by a bacterium.

Fig. 2.1 shows the number of chlamydia cases in a country in 2018.



(ii) Describe how the spread of STIs, such as chlamydia, can be controlled.

2. （2025·October/November 0610/13 Q30） · 2 级

The table shows the number of new human immunodeficiency virus (HIV) infections per 1000 people, in one country, in 1990 and in 2022.

year	number of new HIV infections per 1000 people
1990	2.57
2022	0.22

Which statement could explain the change in the number of new HIV infections between 1990 and 2022?

A an increase in illegal drug use

B an increase in reusing needles for injections

C an increase in screening of blood that is used for transfusions

D an increase in unprotected sexual contact

遗传

17.1 遗传信息与表达

题型 1：区分基因、等位基因、基因型与遗传

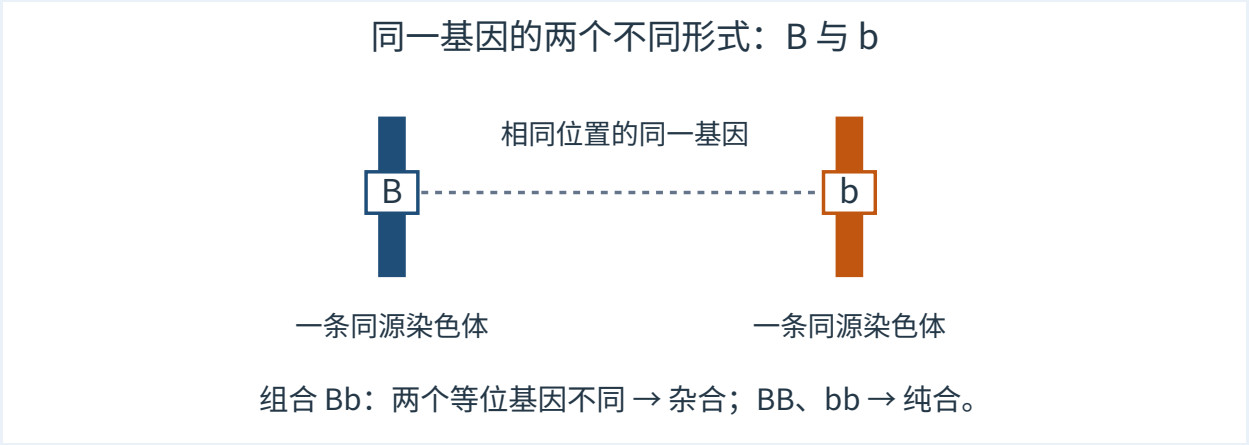
知识点 细胞核里保存着遗传信息。把染色体中的遗传物质放大，可以看到 DNA（脱氧核糖核酸）。它由许多基本单位按顺序连接而成，顺序中的信息可以指导细胞制造蛋白质。下面从细胞到 DNA 逐层放大，再看同一基因的不同形式。



由细胞核放大到染色体、DNA 和其中一段基因。

染色体由 DNA 等组成，一条染色体上含有许多基因。基因是 DNA 上能够编码蛋白质等产物的一段序列；同一基因的不同形式叫等位基因。基因型是个体所携带的等位基因组合，表型是表现出的特征，受基因型与环境共同影响。

例如，B 和 b 表示同一基因的两种等位基因。Bb 中两者不同，称为杂合；BB 或 bb 中两者相同，称为纯合。因此 Bb 是同一基因的两个不同 _____，不是“两个不同基因”。



看同一位置的两个等位基因，再判断纯合或杂合。

遗传指遗传信息代代传递，可以包含显性和隐性等位基因的信息，不仅指某一类显性信息。区分术语时，先看题目问 DNA 片段、不同形式、组合还是可观察特征。

纯繁殖 **pure-breeding** 要针对某一个性状来判断。在简单的单基因模型中，同一纯合品系的个体相互交配，可以稳定传递相应的等位基因和性状。例如 BB 与 BB 的后代在这个基因上仍全是 BB。杂合的 Bb 相互交配则可能产生不同组合；仅看亲本外表相同，不能认定它们是纯繁殖。下一节会用配子和方格把这个差别逐格展开。

答案：等位基因

怎么认　DNA 片段找基因，不同形式找等位基因，组合找基因型；两等位基因相同为纯合，不同为杂合，代际信息传递为遗传。

例题 1　（2025·May/June 0610/13 Q28）　· 1 级

An individual has the genotype Bb.

What is the correct description of this genotype?

A　heterozygous, with two different alleles of the same gene

B　heterozygous, with two different genes of the same allele

C　homozygous, with two different alleles of the same gene

D　homozygous, with two different genes of the same allele

解：Bb 含同一基因的两个不同等位基因 B、b，所以是 heterozygous。不能把基因与等位基因的层次倒置，故选 A。

针对练习

1.　（2025·February/March 0610/12 Q31）　· 1 级

Which term is defined as a length of DNA that codes for a protein?

A　a gene

B　an amino acid

C　an X chromosome

D　a Y chromosome

2.　（2025·May/June 0610/11 Q32）　· 1 级

What are alternative forms of genes called?

A　alleles

B　chromosomes

C　genotypes

D　phenotypes

3.　（2025·May/June 0610/13 Q29）　· 1 级

Which statement describes inheritance?

A　organisms which are **not** pure-breeding

B　the difference between homozygous and heterozygous genotypes

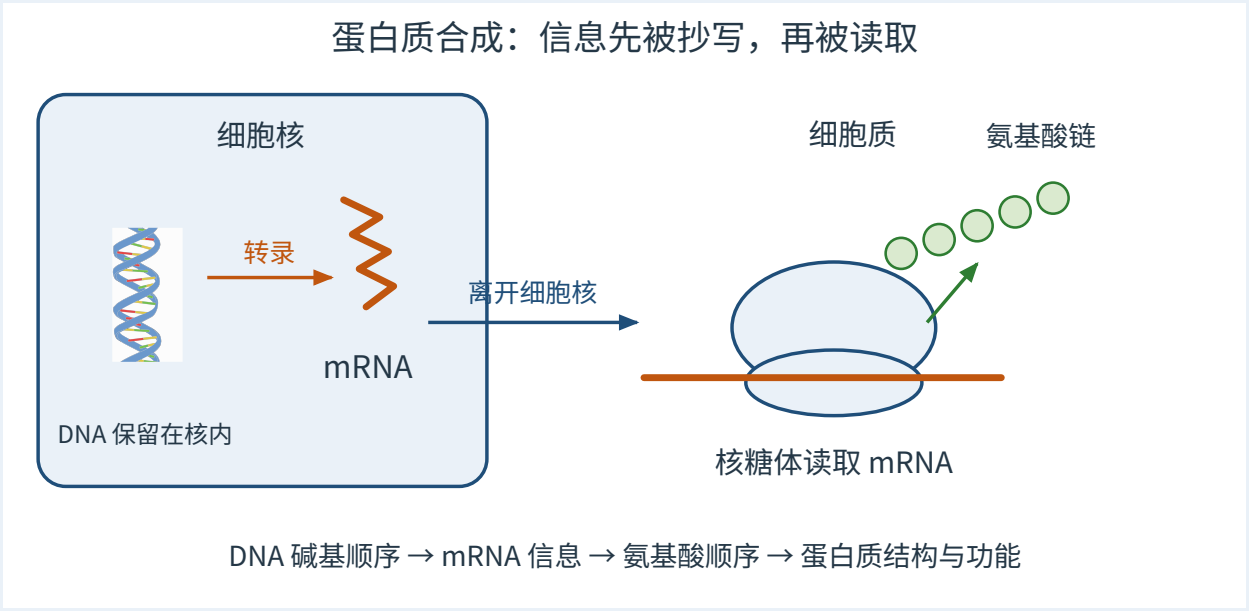
C　the genetic information in dominant alleles

D　the transmission of genetic information from generation to generation

题型 2：沿 DNA—mRNA—核糖体说明蛋白质合成

知识点 如果细胞要制造一种蛋白质，必须知道氨基酸该按什么顺序连接。这份信息保存在 DNA 的碱基顺序中。DNA 含有 A、T、C、G 四种碱基；一个基因是一段能指导制造特定蛋白质等产物的 DNA。碱基顺序不同，所编码的氨基酸顺序可能不同。

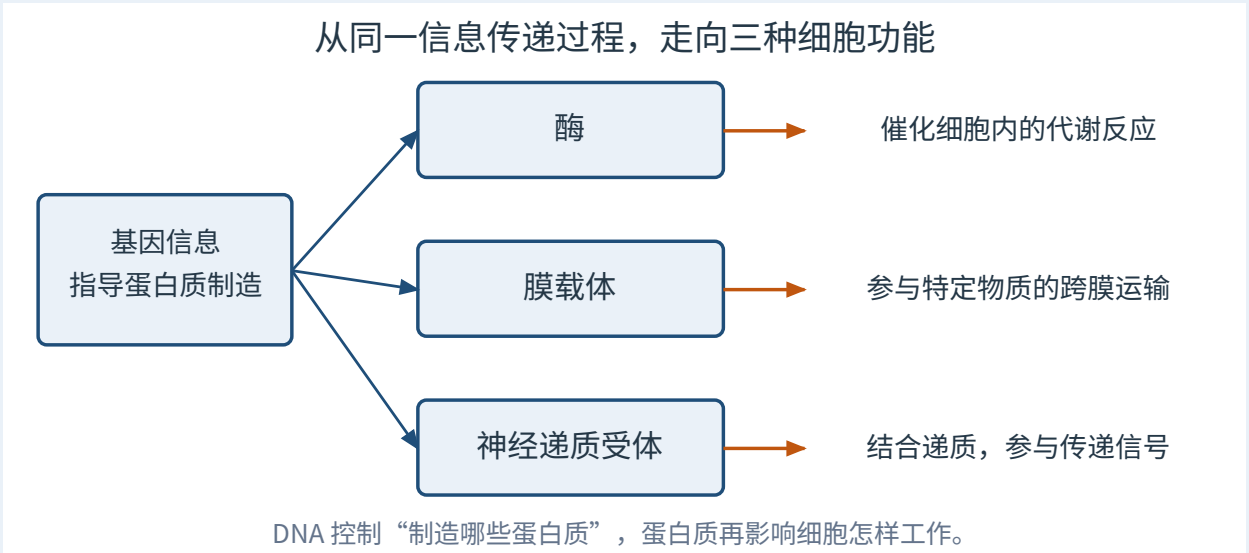
DNA 通常留在细胞核内，核糖体主要在细胞质中工作。细胞先依据基因的信息合成一份较短的信使 RNA，简称 mRNA；这一抄写信息的过程叫转录。mRNA 离开细胞核，把信息带到核糖体。不能把“信息离开细胞核”写成整条 DNA 穿出核膜。



DNA 的信息经转录进入 mRNA，mRNA 到核糖体后用于排列氨基酸。

核糖体沿 mRNA 读取信息，把相应氨基酸依次连接成多肽，随后形成蛋白质。这个按信息连接氨基酸的过程叫翻译。例如，制造酶时，先由基因决定氨基酸顺序，再由这个顺序影响折叠后的形状；活性部位的形状与酶的功能有关。

蛋白质不只有酶。细胞膜上的载体蛋白 **membrane carriers** 参与特定物质的运输；神经元上的神经递质受体 **receptors for neurotransmitters** 能结合相应递质，参与信号传递。这些蛋白质也由基因信息指导制造。因此“DNA 控制细胞功能”可以拆成看得见的三步：DNA 中的基因信息→制造相应形状的蛋白质→蛋白质执行具体功能。



基因控制蛋白质的制造；不同蛋白质的具体作用把遗传信息连接到细胞功能。

理解示范：若一道题问“基因怎样影响神经信号传递”，不能只写“基因控制性状”。先指出该基因指导制造某种神经递质受体，再说明受体的形状影响与递质的结合，结合后参与传递信号。若问跨膜运输，把中间的蛋白质换成相应膜载体，再解释它参与哪一种物质的运输。这里是在示范解释路径，不是说每次突变都会使信号传递或运输停止。

读图时先标细胞核边界：留在核内、保存信息的长分子是 DNA；从核内通向细胞质、携带抄写信息的是 mRNA；把氨基酸连起来的结构是核糖体。若 DNA 序列发生突变，蛋白质的氨基酸顺序或形状可能改变，但不能认为每一次碱基改变都必定产生一种新性状。

把基因信息带到核糖体的分子是 _____；连接氨基酸的结构是 _____。

答案：mRNA；核糖体

怎么认　题目出现 DNA、mRNA、ribosome、amino acids 时，先区分信息储存、信息传递和蛋白质装配三种工作，再按核内到核外的实际路线读图。

例题 1　(2025·October/November 0610/41 Q6(c))　· 3 级

Fig. 6.1 is a diagram of a cell that shows how DNA is involved in protein synthesis.

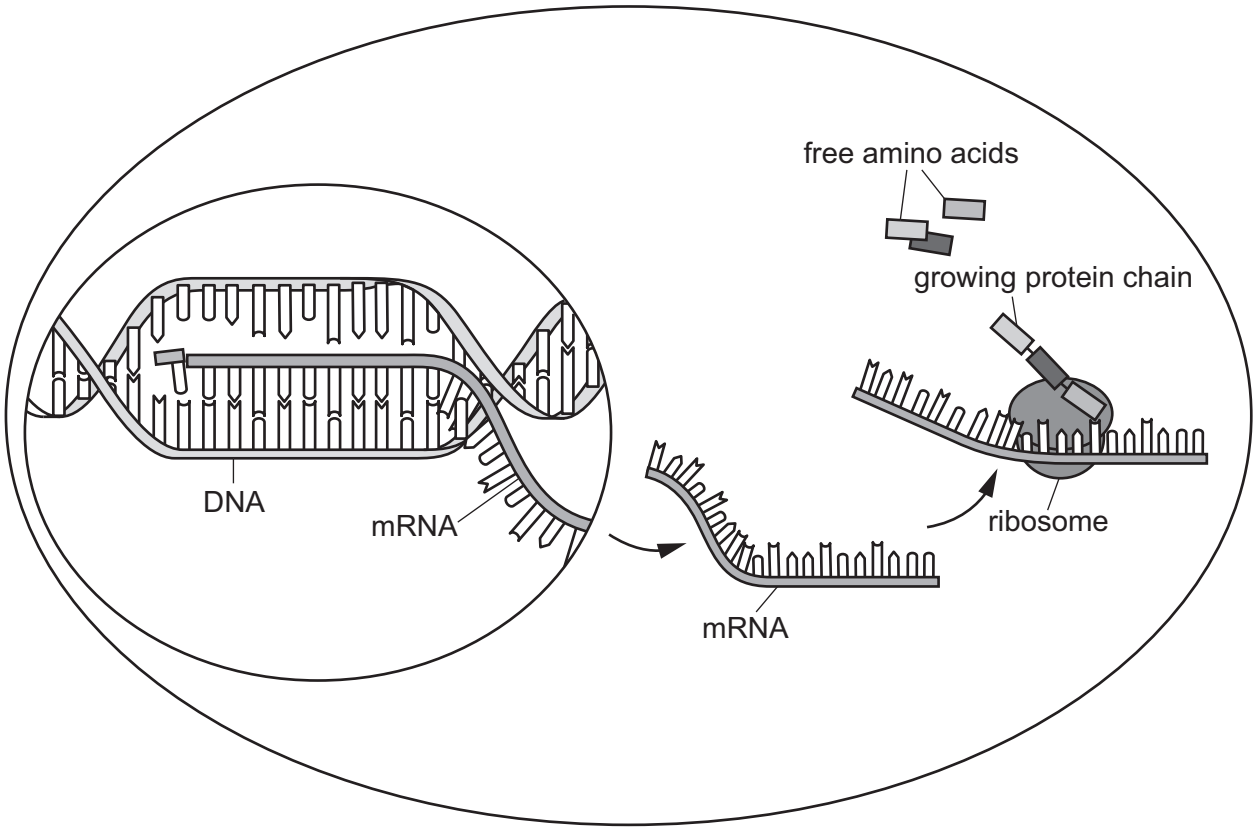


Fig. 6.1

(c) Using Fig. 6.1, explain how mRNA is involved in protein synthesis.

解：题目要求说明蛋白质合成过程，要追踪的是“氨基酸顺序的信息怎样被使用”。先把三个对象各自的工作分开：DNA 保存信息，mRNA 携带抄写的信息，核糖体连接氨基酸。

第一步，细胞依据 DNA 中某个基因的碱基顺序合成 mRNA，这叫转录。DNA 本身通常留在细胞核内，不是整条 DNA 走到核糖体去。

第二步，mRNA 离开细胞核，来到细胞质中的核糖体，把制造这条蛋白质所需的信息带过去。

第三步，核糖体读取 mRNA 的信息，把氨基酸按相应顺序连接。基因中的碱基顺序决定所编码的氨基酸顺序，氨基酸链随后形成具有相应结构的蛋白质。

可写出的三个完整要点是：基因信息被转录成 mRNA；mRNA 把信息带到核糖体；核糖体按信息将氨基酸连接成特定顺序。三个要点分别交代抄写、传递与装配，不能把同一句“传递信息”重复三次。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/22 Q31） · 1 级

During protein synthesis, what is the function of the ribosome?

A It assembles amino acids in a chain.

B It carries a copy of a gene to the cytoplasm.

C It contains the code for the synthesis of a protein.

D It determines the order of bases in the protein.

2. （2024·May/June 0610/23 Q29） · 2 级

Which of the statements about the production of a protein are correct?

1 The sequence of bases in the gene determines the amino acid sequence used to make a protein.

2 The mRNA molecules are made in the nucleus and they remain there.

3 The ribosomes assemble amino acids together to make a protein.

A 1 and 2 only **B** 1 and 3 only **C** 2 and 3 only **D** 2 only

题型 3：区分相同基因与选择性表达

知识点 受精卵经过多次细胞分裂，形成身体内的许多细胞。有丝分裂前，细胞先复制 DNA，再把遗传信息分给两个子细胞；在没有突变等特殊情况时，两个子细胞获得相同基因。分化是这些细胞逐渐承担不同工作的过程。

一个人体内的普通特化体细胞一般来自同一受精卵的有丝分裂，因此通常携带相同的基因。但携带某基因不等于时刻使用它：细胞只表达其中一部分基因，制造与自身工作有关的蛋白质。

相同基因组，表达的基因可以不同

胰岛 β 细胞	神经元
通常都携带胰岛素基因	通常都携带胰岛素基因
选择表达与自身功能有关的基因	选择表达与自身功能有关的基因
制造胰岛素	制造神经传递相关蛋白质

比较对象：同一个体的普通特化体细胞。

比较同一个体中的两类普通体细胞。

例如，胰腺中分泌胰岛素的细胞表达胰岛素基因，其他普通体细胞通常也有这个基因，却不按相同方式表达；不能说它们缺少这段 DNA。神经元和吞噬细胞的结构功能不同，也主要来自 _____ 的差异，而不是各自有一套完全不同基因。

本型讨论一般体细胞，不把配子、突变或特殊缺核细胞的情况作为默认。判断“相同基因”与“表达相同基因”时，分别检查是否携带和是否正在用于制造蛋白质。

答案：基因表达

怎么认 把携带基因与表达基因分开。普通体细胞通常有相同基因，不同细胞选择表达不同基因，从而制造不同蛋白质。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q31） · 2 级

Phagocytes and neurones are two types of specialised cell.

Which statements are correct?

1 Phagocytes and neurones express the same genes.

2 Both types of cell have the same genes.

3 Both types of cell only express the genes that make the proteins needed for the cell to function.

A 1 and 2 **B** 1 and 3 **C** 2 and 3 **D** 2 only

解：吞噬细胞和神经元通常携带相同基因，2 正确；它们为各自功能选择性表达所需基因，3 正确。表达的基因并不完全相同，1 错误。因此选 2 和 3，故选 C。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/22 Q31） · 1 级

Why do different cells in a human body produce different proteins?

A Alleles can be dominant or recessive.

B Only particular genes are expressed.

C Cells have different genes.

D The sequence of bases in the DNA varies between different cells.

2. （2023·October/November 0610/22 Q32） · 2 级

Why are cells in the pancreas the only body cells that produce insulin?

A All of the genes in the nucleus of a cell in the pancreas are expressed.

B Other body cells do **not** have the gene for insulin.

C The cells in the pancreas have twice as many genes as the other body cells.

D The gene for insulin is only expressed by cells in the pancreas.

17.2 遗传组合与家系

题型 1：列配子与方格计算普通显隐性遗传概率

知识点 同一基因的等位基因可以用不同字母或同一字母的不同上标表示。亲本的体细胞通常有一对等位基因，形成配子时，每个配子只获得其中一个。纯合亲本如 DD 只形成 D 这一种配子；杂合亲本 Dd 形成 D、d 两种配子。受精时，子代从两个亲本各获得一个等位基因。

把一个亲本的配子放在 Punnett square（旁氏方格）的上方，另一个放在左侧，每个交格分别取上方和左侧的一个等位基因。例如 DD 与 Dd 交配，DD 亲本的两个栏位都写 D，Dd 亲本的一行写 D、另一行写 d：

DD × Dd：先列配子，再各取一个组合

配子	D	D
D	DD	DD
d	Dd	Dd

D 显性时，四格都表现显性，但有两种基因型。

每个子代从两个亲本的配子中各取一个等位基因。

四格中的 DD、Dd 各占一半。若 D 对 d 显性，DD 与 Dd 都表现显性，所以上述交配的显性表型占 100%。基因型的种类与表型的种类不一定相同；不能看到两种基因型就认为有两种表型。显性描述杂合时的表达关系，不表示该等位基因一定更常见。

再用一次完整比较理解纯繁殖。设 D 对 d 显性。DD 与 DD 都只能提供 D 配子，子代组合只有 DD，因此本基因的子代保持纯合。Dd 与 Dd 各提供 D 或 d，四个等机会组合为 DD、Dd、Dd、dd，其中 dd 表现隐性。两对亲本虽然都表现显性，只有前一对在这个简单模型中能稳定传递相同纯合基因型；“显性”不能代替“纯合”。

同为显性表型，后代却不一定同样稳定

纯合亲本相互交配

DD × DD

↓

DD　DD　DD　DD

本基因的后代都为 DD

杂合亲本相互交配

Dd × Dd

↓

DD　Dd　Dd　dd

可出现隐性表型 dd

四个位置表示等机会组合，不是承诺每四个实际后代恰好各出现一次。

示范限定 D 对 d 显性：同一纯合品系相互交配可稳定传递该性状；两个显性表型亲本未必都纯合。

题目的输出要求也要分清。要求“all possible genotypes”时，列不同的可能基因型，同一种杂合型写一次即可，两个等位基因的前后顺序不产生新类型。要求完成旁氏方格时，四格要全部填写，重复组合不能省略。要求 phenotypic ratio 时，按表型合并计数并写明名称；要求 percentage 时，用符合该表型的格数除以全部等机会格数，再乘 100%。这些是预期机会，不保证少量实际后代恰好按比例分配；相互独立的下一次出生仍按同样机会计算。

杂合亲本的每个配子携带这一基因的 _____ 个等位基因。

答案：一

怎么认 先读显隐性规则，再写亲本、配子和全部等机会组合，最后合并同一表型。

例题 1 （2024·February/March 0610/12 Q35） · 2 级

The seed shape of peas can be smooth or wrinkled. The allele for smooth is dominant and the allele for wrinkled is recessive.

Two heterozygous plants are crossed.

What is the expected percentage of offspring with a smooth shape?

A 0% **B** 50% **C** 75% **D** 100%

解：题目说明光滑对皱缩显性，并且两个亲本都为杂合。设光滑等位基因为 S，皱缩为 s，则亲本组合为 Ss × Ss。

每个亲本都可产生 S 与 s 两种配子。把来自双方的配子各取一个，四种等机会组合为 SS、Ss、Ss、ss。SS 和 Ss 都表现光滑，只有 ss 表现皱缩。因此光滑后代占 3/4，换成百分比为 3 ÷ 4 × 100% = 75%，选 C。计表型时，两个 Ss 格虽然基因型相同，仍代表两个等机会配子组合，不能合并后把概率误算成 2/3。

Ss × Ss：四种等机会配子组合

配子	S	s
S	SS	Ss
s	Ss	ss

光滑 SS、Ss 共占 3 格：3/4 = 75%。

四格为 SS、Ss、Ss、ss，光滑表型占四格中的三格。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q32） · 2 级

Polydactyly is an inherited condition that can occur in cats. It results in the affected offspring having extra toes.

The allele for polydactyly is dominant and is represented by the letter T.

The allele for **not** having polydactyly is recessive and is represented by the letter t.

A cat with the genotype Tt is bred with a cat with the genotype tt.

What is the probability of the offspring having polydactyly?

A 25% **B** 50% **C** 75% **D** 100%

2. （2025·May/June 0610/12 Q30） · 2 级

Cystic fibrosis is an inherited condition that occurs when an individual is homozygous for the recessive allele.

If both parents are heterozygous for this characteristic, what is the probability that their first child will have cystic fibrosis?

A 0% **B** 25% **C** 50% **D** 100%

题型 2：根据共显性规则列全部子代基因型与表型

知识点 共显性 codominance 指一对等位基因在杂合个体中都能影响表型。在这类题中，先按题给的规则把纯合、杂合基因型与表型一一对应。例如一种假想性状用 C^L、C^D 表示两个共显性等位基因：C^LC^L表现浅色，C^DC^D表现深色，C^LC^D同时表现两种颜色。杂合个体同时出现两种颜色，不应直接改写成一种中间颜色。

上标 L、D 是等位基因记号的一部分。C^LC^D包含同一基因的两个等位基因；一个配子只携带这里的一种等位基因。若 C^LC^L 与 C^LC^D 交配，前者只产生 C^L 配子，后者产生 C^L或C^D配子：

配子	C^L	C^L
C^L	C^LC^L	C^LC^L
C^D	C^LC^D	C^LC^D

$C^LC^L \times C^LC^D$：先按同一等位基因规则组合

配子	C^L	C^L
C^L	C^LC^L	C^LC^L
C^D	C^LC^D	C^LC^D

两格浅色，两格同时表现两色；预期表型比为 1：1。

四格全部填写后，再合并相同基因型与表型。

于是浅色与同时表现两色各占 2 格，预期表型比为 1：1，百分比各为 50%。纯深色 C^DC^D 没有出现在任何一格，不能因为题中定义了这种表型就把它也算进去。这是按已知亲本正向推子代，不能把“只知道子代观察比例、反推未知亲本”当作同一步。

若亲本由家系图给出，先读 Key，再找题目指定编号的图形。圆形和方形通常区分雌雄；填色或纹理的含义必须按该图 Key 读取，不能沿用另一道题的黑色、空白规则。题目已说明某个共显性杂合个体同时表现两种性状时，可由这种表型确定两种等位基因同时存在，再列其配子；不需要先解未被要求的其他个体。

题目的输出要求也要分清。要求“all possible genotypes”时，列不同的可能基因型，同一种杂合型写一次即可，两个等位基因的前后顺序不产生新类型。要求完成旁氏方格时，四格要全部填写，重复组合不能省略。要求 phenotypic ratio 时，按表型合并计数并写明名称；要求 percentage 时，用符合该表型的格数除以全部等机会格数，再乘 100%。这些是预期机会，不保证少量实际后代恰好按比例分配；相互独立的下一次出生仍按同样机会计算。

共显性杂合个体的表型受 _____ 个等位基因共同影响；列不同基因型时，相同的杂合组合只写 _____ 次。

答案：两；一

怎么认 先解释每个上标的含义，再按题给共显性规则解读每一种组合。

例题 1 （2021·October/November 0610/42 Q2(b)(i)） · 3 级

(b) The plant *Camellia japonica* has flowers that can be white, red or a mixture of these two colours. When red-flowered plants are crossed with white-flowered plants, all the offspring plants have flowers with petals that are a mixture of red and white, as shown in Fig. 2.2.



Fig. 2.2

- The gene for petal colour in *C. japonica* is given the symbol **P**.
- The allele for white petals is given the symbol $\mathbf{P^W}$.
- The allele for red petals is given the symbol $\mathbf{P^R}$.

(i) Table 2.1 shows the phenotypes of three different pairs of parent plants.

Complete Table 2.1 by giving all the possible genotypes of the offspring plants that could be produced by these parent plants.

Table 2.1

phenotype of male parent	phenotype of female parent	all the possible genotypes of offspring plants produced by this cross
red petals	red petals	
white petals	red petals	
petals that are both red and white	petals that are both red and white	

解：先按题干的颜色规则建立对应：红花亲本为 P^RP^R，白花亲本为 P^WP^W，红白两色亲本为 P^RP^W。表格问的是每对亲本可能产生的不同基因型，不是要求在三个空格中各写一个任意基因型。

第一行：$P^RP^R \times P^RP^R$。两个亲本都只能给出 P^R 配子，因此所有子代都是 P^RP^R，这一行只填这一种基因型。

第二行：$P^WP^W \times P^RP^R$。雄性亲本只给 P^W，雌性亲本只给 P^R，所有子代均为 P^RP^W。这不是两种基因型，P^WP^R 与 P^RP^W 表示同一对等位基因。

第三行：两个红白两色亲本都是 P^RP^W，各形成 P^R、P^W 两种配子，逐格组合：

配子	P^R	P^W
P^R	P^RP^R	P^RP^W
P^W	P^RP^W	P^WP^W

这里有四个等机会组合，但不同的可能基因型只有三种。因此表 2.1 完整填写为：

亲本表型	全部可能的子代基因型
红×红	P^RP^R
白×红	P^RP^W
红白两色×红白两色	P^RP^R、P^RP^W、P^WP^W

红白两色子代同时具有两种等位基因的作用，并不是把白色等位基因删掉。第三行若漏掉任一纯合型，或者把同一杂合型前后次序当作不同类型，都会漏填或多填。

针对练习

1. （2026·May/June 0610/43 Q4(a)(ii)） · 3 级

(a) Figure 4.1 shows a cross between a chicken that is pure-breeding for white feathers and a chicken that is pure-breeding for black feathers. All of the offspring have black and white feathers that are described as speckled.

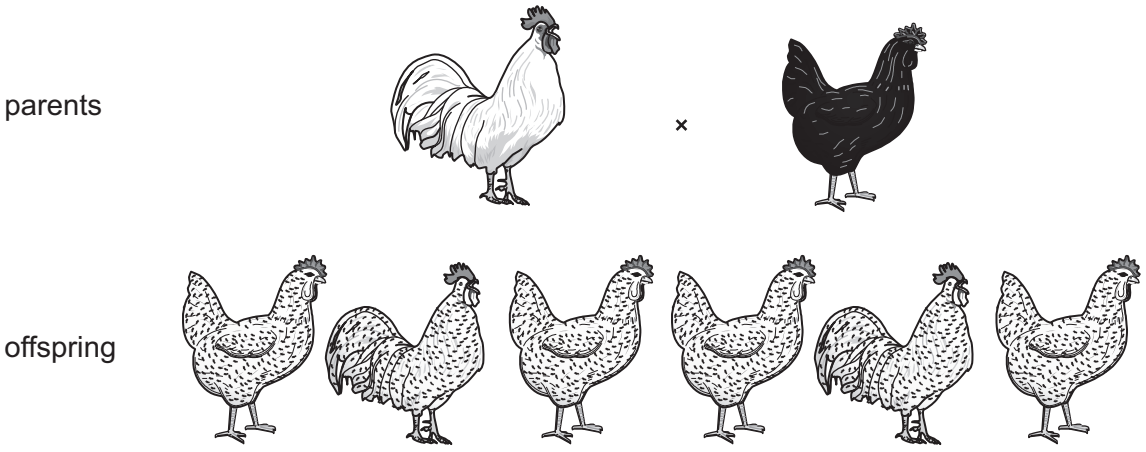


Figure 4.1

The allele for white feathers is represented by **F^W**.

The allele for black feathers is represented by **F^B**.

The genotype of all of the speckled chicken offspring is **F^WF^B**.

(ii) Two of the speckled chicken offspring were bred together.

Complete the Punnett square to determine the genotypes and phenotypic ratio of the offspring from this cross.

		male speckled chicken	
female speckled chicken			

The phenotypic ratio of the offspring is:

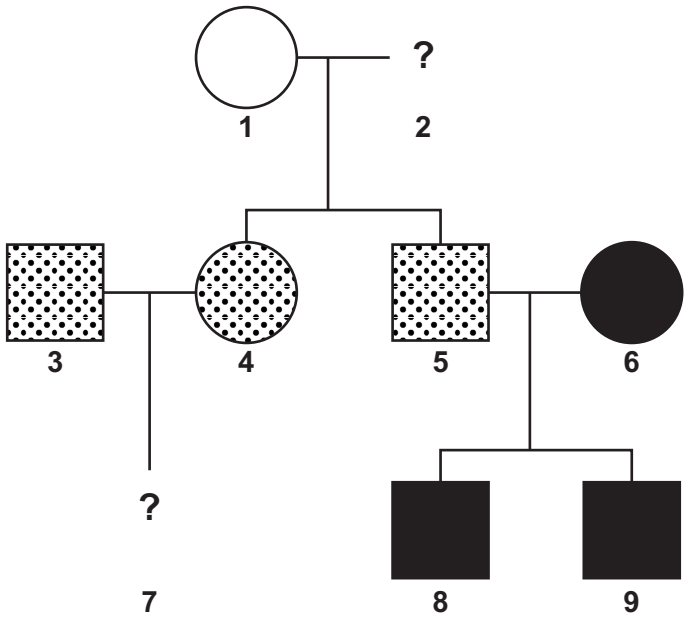
2. （2024·October/November 0610/43 Q5(c)） · 3 级

Feather colour in some breeds of chicken is an example of codominance in birds.

In this example, a chicken with white feathers and a chicken with black feathers can breed to produce offspring that have white feathers and black feathers.

The allele for black feathers is F^B and the allele for white feathers is F^W.

Fig. 5.1 is a pedigree diagram of a family of chickens.



Key

Circles represent females and squares represent males.

chickens with black feathers only

chickens with white feathers only

chickens with both black feathers and white feathers

Fig. 5.1

(c) Complete the genetic diagram to show the results of a cross between chicken **5** and chicken **6** in Fig. 5.1.

	chicken **5**		chicken **6**
parental phenotypes		×	
parental genotypes		×	
gametes	,		,
offspring genotypes			
expected offspring phenotype percentage			

题型 3：根据 ABO 三等位基因规则计算血型概率

知识点 ABO 血型中用 I^A、I^B、I^o 表示三种等位基因；每个个体仍只有其中两个。I^A与I^B共显性，二者同时存在表现 AB 型；I^o相对二者为隐性，O 型必须是 I^oI^o。带 I^AI^o 的亲本给出 I^A 或 I^o 配子；带 I^BI^o 的亲本给出 I^B 或 I^o 配子，再按同一个方格方法组合，最后用血型规则解读表型。

$I^AI^o \times I^BI^o$：先列基因型，再读血型

配子	I^A	I^o
I^B	I^AI^B AB	I^BI^o B
I^o	I^AI^o A	I^oI^o O

O 型占四格中的一格，概率 = 1/4 = 25%。

先得到四种基因型，再按 ABO 规则翻译为血型。

题目的输出要求也要分清。要求“all possible genotypes”时，列不同的可能基因型，同一种杂合型写一次即可，两个等位基因的前后顺序不产生新类型。要求完成旁氏方格时，四格要全部填写，重复组合不能省略。要求 phenotypic ratio 时，按表型合并计数并写明名称；要求 percentage 时，用符合该表型的格数除以全部等机会格数，再乘 100%。这些是预期机会，不保证少量实际后代恰好按比例分配；相互独立的下一次出生仍按同样机会计算。

O 型的基因型是 _____；AB 型的两个等位基因互为 _____。

答案：I^oI^o；共显性

怎么认 先将血型翻译为题目指定的基因型，组合后再把基因型翻译回血型。

例题 1 （2025·February/March 0610/22 Q32） · 2 级

A man with blood group A and genotype I^AI^o has a child with a woman who has blood group B and genotype I^BI^o.

What is the probability of the child having blood group O?

A 0.00 **B** 0.25 **C** 0.50 **D** 1.00

解：父方配子为I^A或I^o，母方为I^B或I^o。四种等机会组合为I^AI^B、I^AI^o、I^BI^o、I^oI^o，只有最后一种为 O 型。概率 $\frac{1}{4}=0.25$，故选 B。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/21 Q32） · 2 级

A woman who has blood group AB has a child with a man who has blood group B and is heterozygous.

What is the chance of the child having blood group B?

A 0% **B** 25% **C** 50% **D** 100%

2. （2024·October/November 0610/42 Q5(e)） · 3 级

(e) A person with the genotype I^AI^o has a child with a person with the genotype I^BI^o.

Complete the genetic diagram to determine the probability of the offspring having the blood group **AB**.

	parent 1		parent 2
parental phenotypes	blood group **A**	+	blood group **B**
parental genotypes	I^AI^o	+	I^BI^o
gametes	◯ ◯	+	◯ ◯

offspring genotypes				
offspring phenotypes				

probability of the offspring having the blood group **AB**

题型 4：用隐性纯合亲本测交并判断显性亲本基因型

知识点 显性表型不能单独区分纯合显性与杂合。例如 T 对 t 显性时，TT 和 Tt 都表现显性。若要判断一个显性个体属于哪一种，可把它与已知隐性纯合个体 tt 交配，称为测交。

先假设未知亲本为 TT。TT 只给 T 配子，tt 只给 t 配子，所有后代都为 Tt，表现显性。再假设未知亲本为 Tt。它给 T、t 两种配子，与 tt 结合后，预期一半为 Tt、一半为 tt，即显性：隐性为 1：1。

同一隐性测交亲本 tt，比较未知亲本两种可能

未知亲本	子代基因型	预期表型
TT	全部 Tt	全部显性
Tt	Tt：tt = 1：1	显性：隐性 = 1：1

测交时固定另一亲本为隐性纯合，后代表型帮助区分显性亲本的基因型。

因此，测交后只要出现隐性后代，在这一个基因的简单模型下，就说明显性亲本能给出 t，必须是杂合。若少量后代恰好全显性，则支持纯合的可能性，但不能仅凭有限样本绝对排除杂合。题目若已经说明未知亲本是纯合，才可以直接预测全部后代显性。

测交所选的另一亲本应为 _____；出现隐性后代，说明显性亲本为 _____。

答案：隐性纯合；杂合

怎么认 确认另一亲本为隐性纯合，分别预测未知显性亲本的两种可能基因型所产生的后代。

例题 1 （2023·May/June 0610/23 Q32） · 2 级

Which Punnett square shows a test cross that identifies a heterozygous parent?

A

	T	t
T	TT	Tt
t	Tt	tt

B

	T	T
T	TT	TT
t	Tt	Tt

C

	T	t
t	Tt	tt
t	Tt	tt

D

	T	T
t	Tt	Tt
t	Tt	Tt

解：测交要把显性表型、基因型待确认的个体，与隐性纯合个体交配。这里隐性纯合亲本应为 tt，只能产生 t 配子。

若另一亲本是杂合 Tt，就能产生 T、t 两种配子。组合后得到 Tt、tt、Tt、tt，即一半显性、一半隐性。

图 C 的一侧配子为 T、t，另一侧为 t、t，四格也正好为两格 Tt、两格 tt，因此选 C。

图 A 是两个杂合亲本相交；图 B 含纯合显性亲本，二者都不符合用隐性纯合亲本进行测交的条件。图 D 虽然也用了 tt，但显示另一亲本为 TT，不能用来表示本题所问的杂合亲本。

Tt × tt：杂合亲本的测交

配子	T	t
t	Tt	tt
t	Tt	tt

显性：隐性 = 2：2 = 1：1。

杂合与隐性纯合亲本的组合产生一半显性和一半隐性子代。

针对练习

1. （2023·October/November 0610/21 Q36） · 2 级

In guinea pigs, the allele for black fur is dominant and the allele for white fur is recessive.

A test cross can be used to determine the genotype of a guinea pig with black fur.

What would be the expected result of the test cross if the guinea pig with black fur was homozygous?

A 50% black, 50% white

B 25% black, 75% white

C 100% black

D 100% white

2. （2022·February/March 0610/22 Q33） · 2 级

In a species of pea plant, height is controlled by one gene. The allele for tall is dominant to the allele for short.

A test cross is done to identify the genotype of a tall pea plant.

The table shows the possible phenotypes of the offspring and a description of the genotypes of the tall parent pea plant.

	phenotypes of the offspring	description of the genotype of the tall parent pea plant
1	all tall	heterozygous
2	all tall	homozygous dominant
3	all short	homozygous dominant
4	tall and short	heterozygous

If a large number of offspring are produced, which rows are possible?

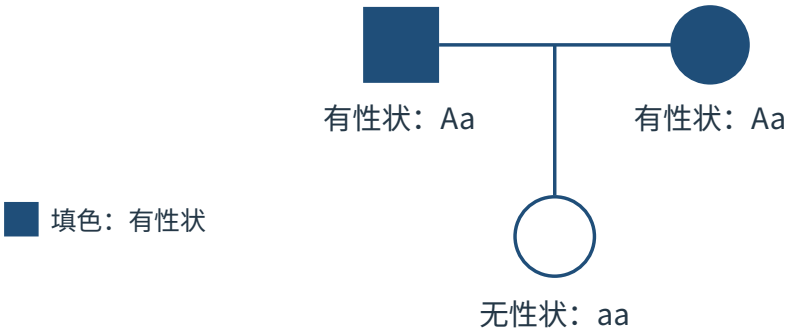
A 1 and 3 **B** 1 only **C** 2 and 4 **D** 2 only

题型 5：根据子代表型与家系推断显隐性和基因型

知识点 家系图中圆和方通常分别表示女性与男性，填色表示具有题中性状，空白表示没有；先读图例，不能假定填色一定代表隐性。横线连接亲本，向下连线指向子代。

若性状为隐性，具有性状者应为 aa，两个 aa 亲本只能产生 aa 后代。因此，两个有性状亲本生出没有性状的孩子，可排除简单隐性遗传，支持显性遗传。设性状等位基因为 A，无性状为 a，则无性状孩子为 aa，父母必须各给一个 a；他们自己又有性状，所以两亲本都必须是 _____。

有性状的双亲，怎样生出无性状的孩子？



孩子的两个 a 分别来自双亲；双亲有性状，还各需一个 A。

线条表示亲子关系；填色的意义必须先读本图图例。

相反，两个没有性状的亲本若生出有性状孩子，在简单单基因模型中可支持隐性遗传并推断双亲杂合。只看到所有已出生孩子都有性状，不能单凭这一点证明显性，因为样本有限且多种亲本组合都可能产生该结果。

反推亲本时也可先抓隐性子代。例如两个红花亲本生出白花 rr 后代，白花必须从双亲各得到 r；双亲又都是红花，各还需一个显性 R，所以两亲本均为 Rr。实际统计可能接近 3∶1 而不恰好等于 3∶1，要以等位基因传递解释。

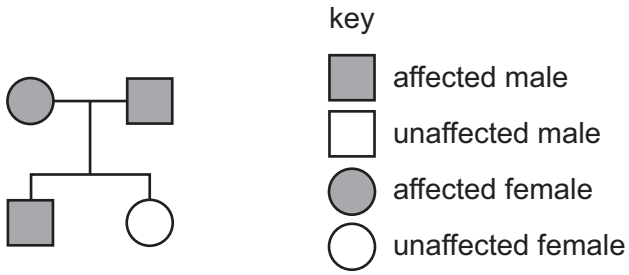
答案：Aa

怎么认　优先找能排除某种假设的亲子组合：有性状双亲出现无性状孩子排除 aa×aa。确定显隐性后再用孩子必须获得的等位基因反推双亲。

例题 1　(2021·May/June 0610/12 Q34)　· 2 级

Both parents in a family have a characteristic caused by the dominant allele of a gene. They have two children.

The pedigree diagram of the family is shown.



Which row describes the genotypes of the parents in relation to this gene?

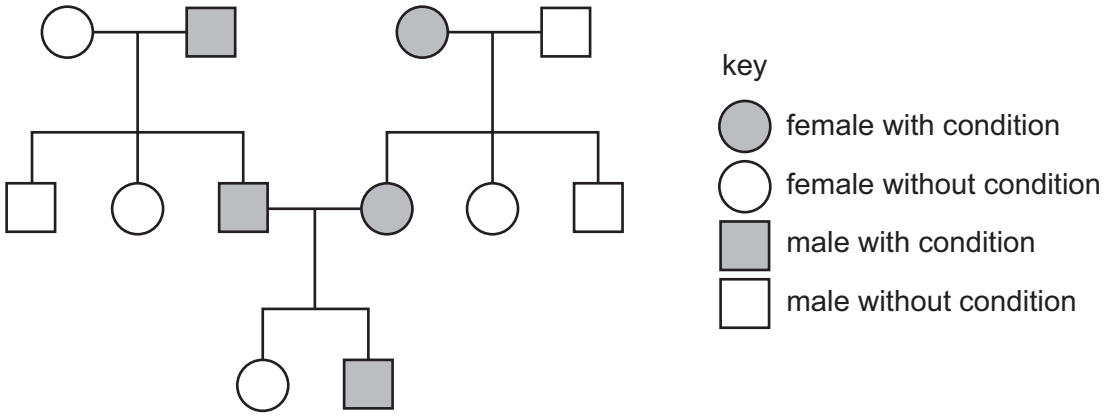
	female parent	male parent
A	heterozygous	heterozygous
B	heterozygous	homozygous
C	homozygous	heterozygous
D	homozygous	homozygous

解：题目已知性状由显性等位基因决定。图中无性状女儿必为 aa，从母亲和父亲各获一个 a；两亲本都有性状，所以也各含 A，均为 Aa 杂合。两列 heterozygous、heterozygous，故选 A。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/22 Q31） · 2 级

The diagram shows the inheritance of a genetic condition in one family.



What can be concluded about this genetic condition?

A The alleles for the condition must be codominant.

B It is caused by a dominant allele.

C It is caused by recessive alleles.

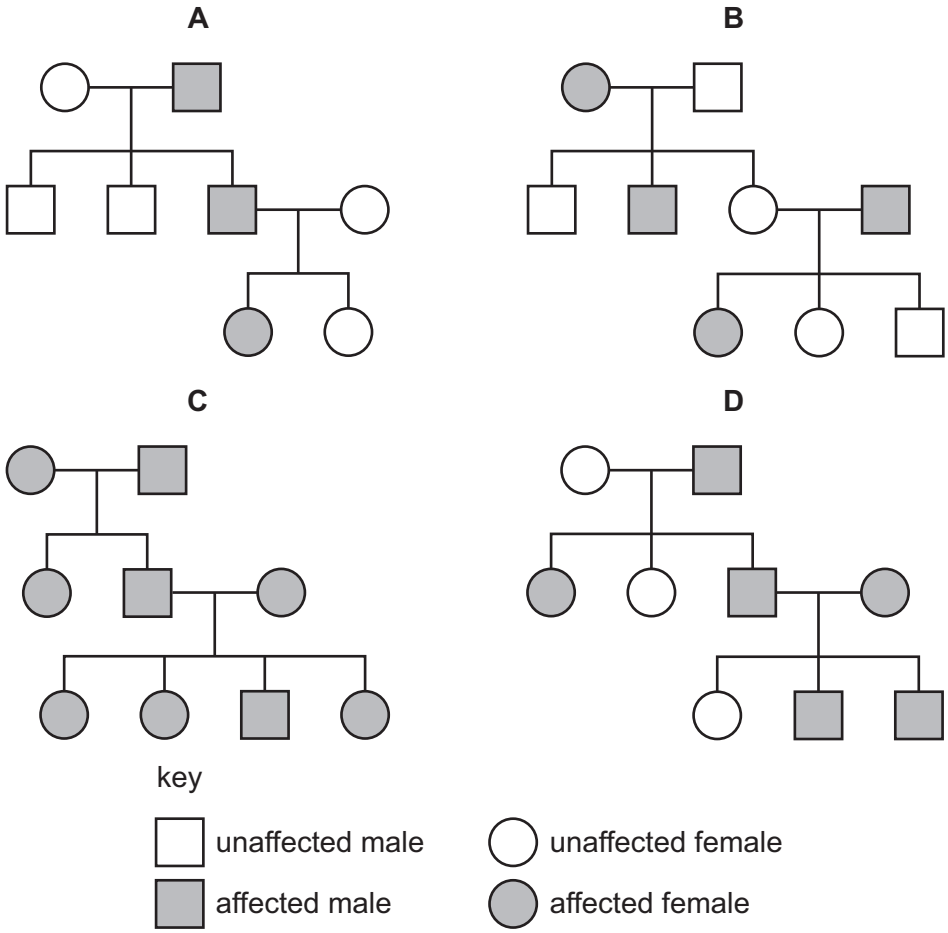
D The alleles for the condition must be sex-linked.

2. （2024·May/June 0610/21 Q34） · 3 级

The pedigree diagrams show the pattern of inheritance of a genetic disorder in four families.

This genetic disorder is **not** sex-linked.

Which pedigree diagram proves that the genetic disorder **must** be caused by a dominant allele?



3. （2025·October/November 0610/13 Q32） · 3 级

In a species of plant, the allele for red flowers, R, is dominant to the allele for white flowers, r.

Two plants with red flowers were crossed.

parents: plant with red flowers × plant with red flowers

↓

offspring: 93 plants with red flowers and 28 plants with white flowers

What are the genotypes of the parents?

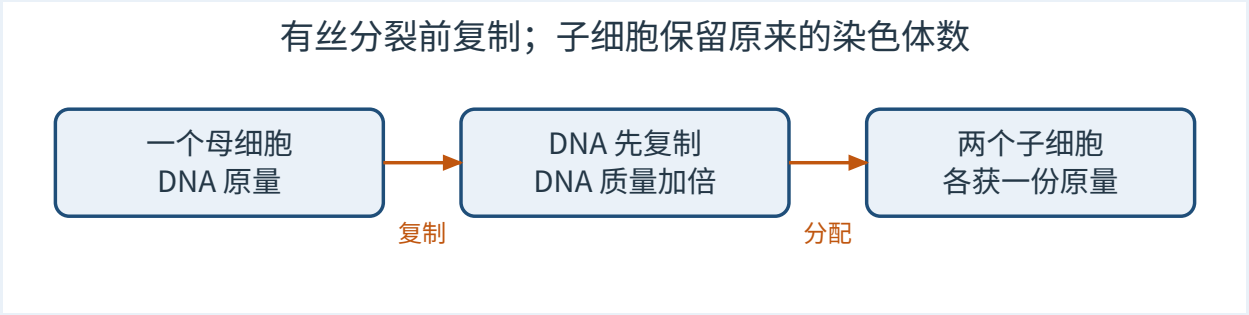
A RR and rr **B** RR and Rr **C** Rr and Rr **D** Rr and rr

17.3 DNA 复制与细胞分裂

题型 1：根据每细胞 DNA 质量曲线判断复制与有丝分裂

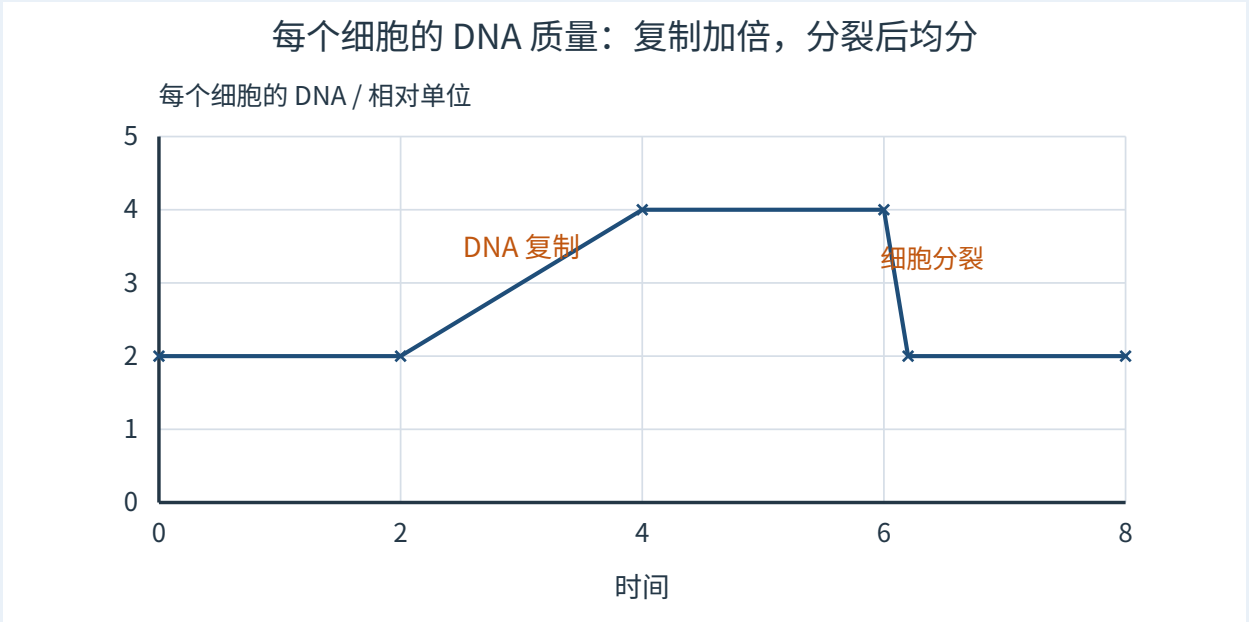
知识点 一个细胞要分成两个子细胞，必须先给两个子细胞准备相同的遗传信息。分裂前，DNA 先复制一份；随后在有丝分裂中，复制后的遗传物质分开，分别进入两个子细胞。因此，读“每个细胞的 DNA 质量”时，要分清复制发生在前，形成两个子细胞发生在后。

有丝分裂产生遗传信息通常相同的新细胞，使多细胞生物生长，也可修复受损组织、替换死亡或磨损的细胞。例如皮肤受伤后，邻近能分裂的细胞增加数量，补充受损部位。某些无性生殖也利用有丝分裂形成新个体。它们都由已有细胞产生新细胞，不是靠把一个细胞无限膨大完成生长或修复。



复制先发生，遗传信息随后分给两个子细胞。

例如，一个细胞最初有 2 个质量单位的 DNA，复制后变成 4 个单位；形成两个子细胞后，每个子细胞各有 2 个单位。曲线先上升到原来的两倍，随后回到原来的水平。横轴是时间，纵轴是每个细胞的质量，不是两个子细胞合在一起的总量；下降不表示 DNA 被破坏，而是 DNA 被分配给两个细胞。



纵轴始终按“一个细胞”计算，不把两细胞相加。

上升段表示 DNA 正在复制，高水平的平台表示复制已完成但尚未分配完毕，最后回到初始水平表示两个子细胞各得到与原细胞起始时相同的 DNA 量。图上定位事件时，应沿标线找到曲线的实际位置，不能只看字母排在左边还是右边。

DNA 质量与染色体套数不是同一个概念。人正常体细胞有 23 对染色体，包含两套，叫二倍体；精子或卵具有每对中的一条，只有一套，叫单倍体。DNA 复制给每条染色体准备相同的拷贝，并没有使染色

体套数增加；因此不能把曲线的上升读成单倍体变成二倍体。有丝分裂后的子细胞保持母细胞的染色体数目，减数分裂则是另一种使染色体套数减半的过程。

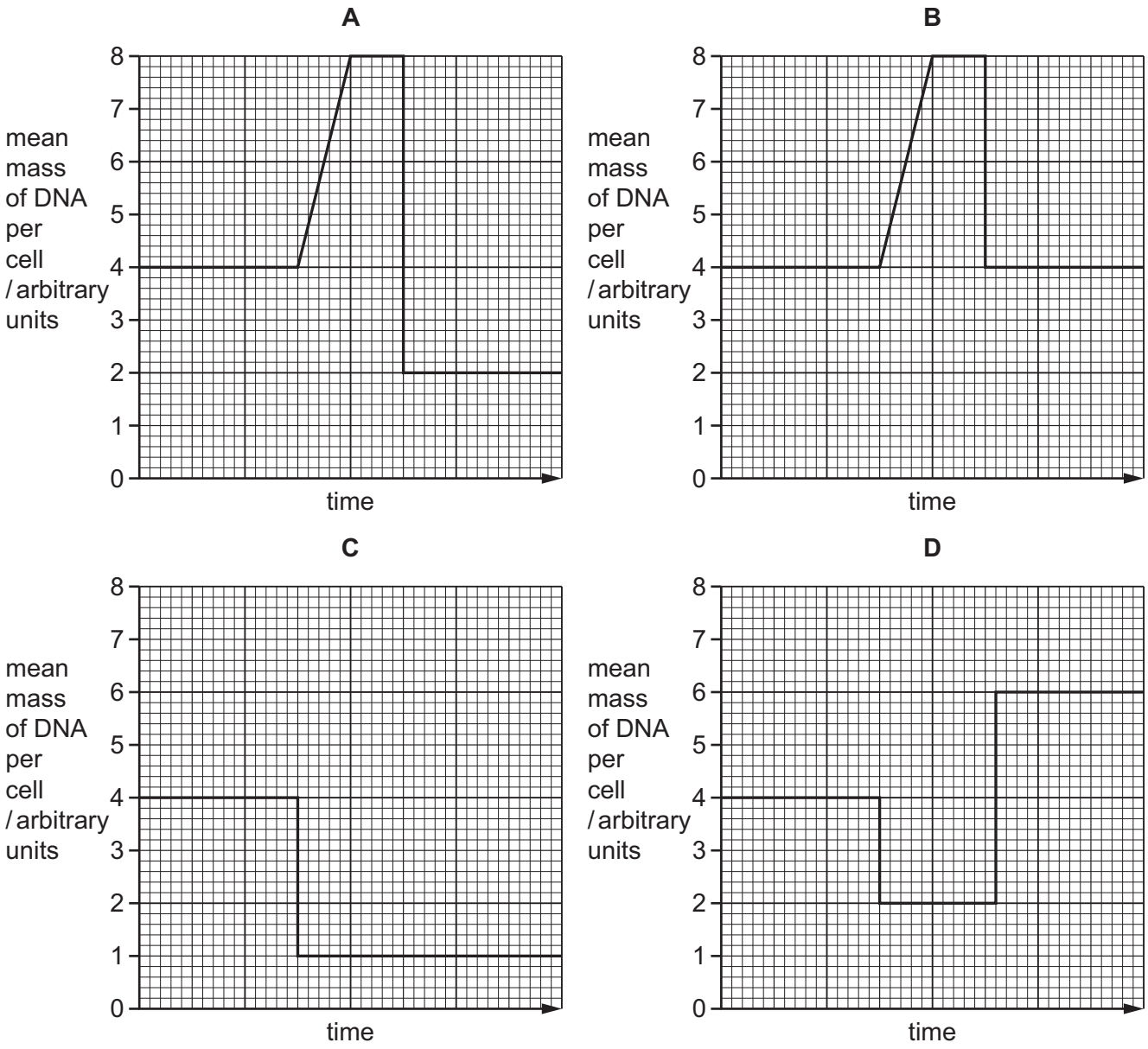
同一个细胞分裂周期中，复制使每细胞DNA质量_____；有丝分裂形成子细胞后，每个子细胞的DNA质量回到复制前的水平。

答案：加倍

怎么认 先确认纵轴写的是每细胞 DNA 质量，再追踪初始值、复制后的高值和子细胞的末值。上升找复制，回到起始值找两个子细胞形成；不要把 DNA 质量和染色体套数混为一谈。

例题 1 （2024·October/November 0610/22 Q32） · 2 级

Which graph shows the mean mass of DNA per cell before, during and after mitosis?

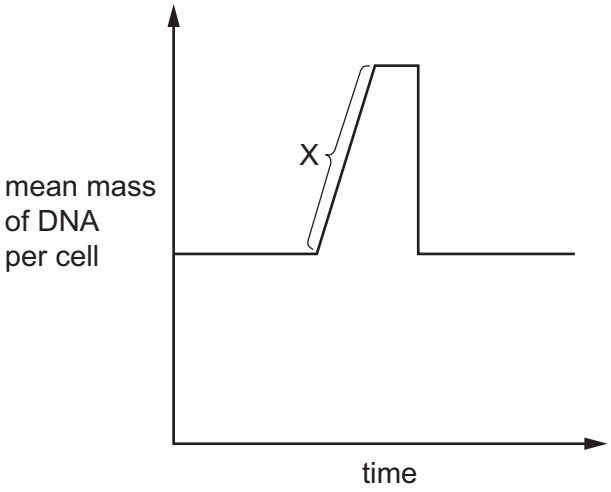


解：先读纵轴：这是每个细胞的 DNA 质量。四幅图的起始值都是 4 个单位，因此分裂前复制应使它增至 8 个单位；形成两个子细胞后，每个子细胞各有 4 个单位。B 图完整表现 4 到 8，再回到 4，符合有丝分裂前复制及分裂后均分。A 最后降到 2，不是起始的 4；C 没有先复制，而连续减少；D 先减少、后增至 6，也不符合复制加倍后均分的顺序。故选 B。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/21 Q31） · 1 级

The diagram shows the changes in the mass of DNA in one cell before, during and after mitosis.



What is happening at X in the graph?

A the cell is changing from haploid to diploid

B the cell is dividing

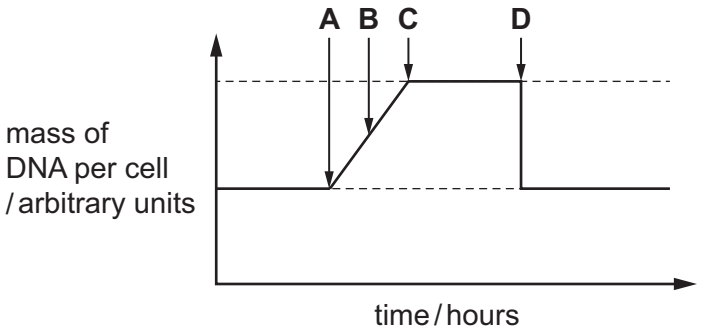
C DNA replication

D reduction division

2. （2025·February/March 0610/22 Q31） · 2 级

The graph shows how the mass of DNA changes during a mitotic cell division.

Where on the graph are **two** cells formed?



题型 2：追踪染色体数目并区分有丝分裂与减数分裂

知识点 人的普通体细胞有 23 对染色体，每对一条来自母亲、一条来自父亲，合计两套，叫二倍体，用 2n 表示。n 表示一套染色体，不是固定等于一个染色体。人的精子和卵各有一套，即 23 条，叫单倍体，记作 n。

有丝分裂通常保持染色体套数：2n 细胞可形成 2n 子细胞，n 细胞也可形成 n 子细胞。减数分裂把套数减半，在典型二倍体生殖细胞形成配子的过程中，DNA 先复制一次，再连续分裂两次，通常形成四个单倍体细胞，遗传组合可不同。

先记录套数变化，再判断过程

起点	终点	过程
2n 母细胞	2n 子细胞	有丝分裂
n 母细胞	n 子细胞	有丝分裂
2n 母细胞	n 子细胞	减数分裂
n 配子＋n 配子	2n 受精卵	受精

相同套数的分裂、套数减半的分裂与配子融合是不同过程。

受精把来自两个配子的两套遗传信息合在一起：n＋n 形成 2n 受精卵。判断过程时，应先写箭头两端的套数。例如，2n→n 提示减数分裂；n→n 或 2n→2n 若是在形成新细胞，符合有丝分裂；两个 n 配子结合为一个 2n 细胞，才是受精。

植物等生物的生活史可能含多细胞单倍体阶段。这个阶段仍可有丝分裂，随后形成单倍体配子，因此不能只看“产生配子”就不看套数，一律填写减数分裂。DNA 复制使每条染色体有一份相同拷贝，也不等于染色体套数翻倍。

2n 经减数分裂形成 _____；两个单倍体配子受精后形成 _____。

答案：n；2n

怎么认 先在每个细胞或阶段旁写 n／2n，再看是分裂还是两个配子结合。按套数变化判过程，不靠结构名称猜。

例题 1 （2025·October/November 0610/21 Q28） · 1 级

Which statement describes the effect of meiosis on chromosome number?

A A diploid parent cell produces diploid daughter cells.

B A diploid parent cell produces haploid daughter cells.

C A haploid parent cell produces diploid daughter cells.

D A haploid parent cell produces haploid daughter cells.

解：减数分裂的关键变化是染色体套数减半。二倍体含两套染色体，记作 2n；完成减数分裂后，形成的细胞含一套，记作 n。

所以应选择“二倍体细胞形成单倍体子细胞”的描述，即 B。分裂前 DNA 会复制，并不改变这一最终结果：比较的是母细胞与完成分裂后的每个子细胞，而不是中途复制的 DNA 总质量。

例题 2 （2024·May/June 0610/42 Q3(a)(i)） · 3 级

(a) Meiosis and mitosis are important processes in the life cycles of organisms.

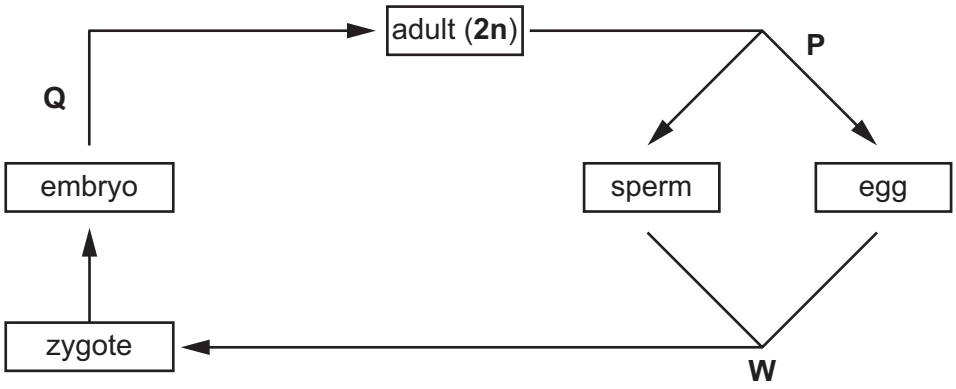
Fig. 3.1 shows the life cycles of two different organisms.

Organism **1** has a simple life cycle.

Organism **2** has a complex life cycle. It has a stage **A** that produces spores and a stage **B** that produces gametes.

In the diagrams, the haploid number of chromosomes is represented by **n.** The diploid number of chromosomes is represented by **2n**.

organism **1**



organism **2**

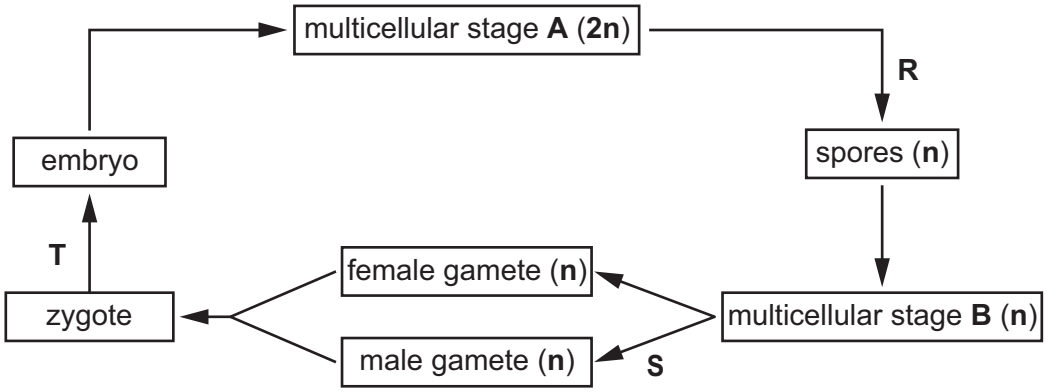


Fig. 3.1

(i) Table 3.1 shows the letters **P** to **T** in Fig. 3.1 and the type of nuclear division.

Place a tick (✓) in each row to indicate the type of nuclear division that occurs at each of the letters, **P** to **T**.

Table 3.1

letter in Fig. 3.1	meiosis	mitosis
P		
Q		
R		
S		
T		

解：先用题目给出的记号读图：n 表示一套染色体，2n 表示两套。判断每一个字母前后发生什么，再填写表格。

P 从二倍体成体通向精子和卵。配子为单倍体，套数由 2n 变为 n，因此 P 是减数分裂（meiosis）。

Q 表示胚胎生长为二倍体成体。生长靠细胞数量增加，体细胞的套数保持为 2n，所以 Q 是有丝分裂（mitosis）。

R 从多细胞阶段 A（2n）形成孢子（n），套数明确减半，因此 R 是减数分裂。

S 从多细胞阶段 B（n）形成雄、雌配子（n）。这里前后都只有一套染色体，符合有丝分裂。不能因为终点写着 gamete，就忽略起点也已经是 n。

T 从受精卵形成胚胎。受精卵已由配子结合恢复二倍体，随后通过有丝分裂增加细胞数量，套数保持 2n。

表格填写结果：P 勾 meiosis；Q 勾 mitosis；R 勾 meiosis；S 勾 mitosis；T 勾 mitosis。检验答案时，只有 P 和 R 对应套数减半。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/23 Q29） · 1 级

Which description of a human gamete is correct?

A a diploid cell with 23 chromosomes

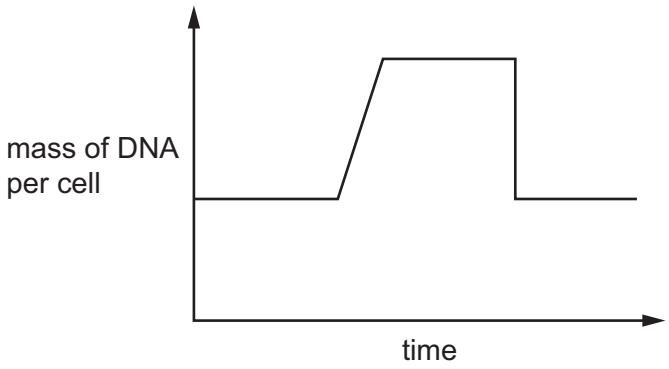
B a diploid cell with 46 chromosomes

C a haploid cell with 23 chromosomes

D a haploid cell with 46 chromosomes

2. （2024·May/June 0610/22 Q32） · 2 级

The graph shows how the mass of DNA per cell changes before, during and after a nuclear division in a diploid cell.



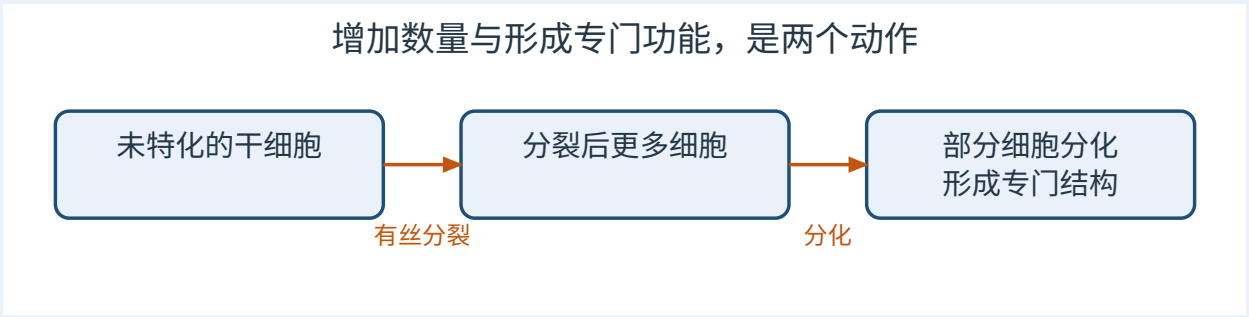
Which row describes the type of nuclear division and the chromosome number of the daughter cells shown in the graph?

	type of nuclear division	chromosome number of daughter cells produced
A	meiosis	diploid
B	meiosis	haploid
C	mitosis	diploid
D	mitosis	haploid

题型 3：区分干细胞分裂、分化与选择性基因表达

知识点 有些细胞尚未形成某一种专门结构，并能继续分裂，还能产生分化后的细胞，称为干细胞。它们既能增加细胞数量，也能为组织提供不同的专门细胞；不同干细胞能形成的细胞种类范围并不完全相同。

把两个动作分开。有丝分裂使一个细胞形成两个细胞，主要增加数量并保持遗传信息；分化使细胞逐渐具有适于某种工作的结构，例如成为传递神经冲动的神经元或收缩的肌细胞。通常不是分化时把其他细胞所需的全部基因删掉，而是基因表达方式改变。表达一个基因，是依据它的信息制造相应产物；不同基因被表达，可制造不同的蛋白质，使细胞的结构和功能逐渐不同。



干细胞分裂增加数量，后续分化可形成特化细胞。

例如，一群未特化细胞先分裂使数量增加，其中一部分随后形成肌肉细胞。回答“怎样增加数量”应写有丝分裂；回答“怎样形成不同结构与功能”应写分化。分裂与分化可能先后发生，却不是同一个术语。

干细胞通过 _____ 增加数量；形成专门结构与功能的过程叫 _____。

答案：有丝分裂；分化

怎么认 找题目实际问数量增加还是功能特化。mitosis 对应分裂，differentiation 对应分化，stem cell 是尚未特化但有相应潜能的细胞。

例题 1 （2025·October/November 0610/22 Q33） · 2 级

What are stem cells?

A specialised cells that divide by meiosis to produce daughter cells

B specialised cells that divide by mitosis to produce daughter cells

C unspecialised cells that divide by meiosis to produce daughter cells

D unspecialised cells that divide by mitosis to produce daughter cells

解：干细胞尚未形成某一种专门结构，因此是未特化（unspecialised）的细胞；它能通过有丝分裂增加细胞数量，还可产生分化后的细胞。

应同时满足“未特化”和“能够有丝分裂”两项，故选 D。分化是形成专门结构与功能，不是干细胞每增加一个就必须先进行减数分裂。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/21 Q32） · 1 级

Which word is used to describe stem cells?

A gametes

B haploid

C homozygous

D unspecialised

2. （2024·May/June 0610/42 Q3(a)(iii)） · 3 级

(iii) An embryo contains stem cells.

Complete the sentences about stem cells and body cells.

Stem cells are ..... cells that divide by

..... to produce daughter cells that can become

..... for a specific function.

Most body cells in an organism contain the same genes, but many genes in a particular cell are not ..... because the cell only makes the specific ..... it needs.

17.4 X 连锁遗传与子代概率

题型 1：从 X 连锁亲本列配子并求子代概率

知识点 这类题把某个基因放在 X 染色体上，叫作 X 连锁遗传。在题目涉及的人类和果蝇中，雌性通常有两条 X 染色体，雄性通常有一条 X 和一条 Y。写基因型时，把这个基因的等位基因写在 X 的右上角；Y 没有题目中这个基因的对应等位基因，不把它写成带同一个显性或隐性符号的 X。

先按题目给的字母和显隐性规则解释表型。例如用 D 表示正常视觉的显性等位基因、d 表示色盲的隐性等位基因时，X^DX^D与X^DX^d的女性都有正常视觉，但后者携带 d；X^dX^d的女性才表现色盲。男性的X^DY正常，X^dY表现色盲，因为他没有另一条带 D 的 X 来掩盖 d。heterozygous 表示两条 X 上是不同的等位基因。不能只看“正常女性”就断定她一定是纯合子。

配子形成时，一对染色体分开，每个配子只带其中一条。X^DX^d女性的卵细胞可带X^D或X^d；X^DY男性的精子可带X^D或Y。父亲给女儿 X、给儿子 Y；儿子的 X 来自母亲。这条传递关系也能用来反推亲本：若一位视觉正常的母亲生了色盲儿子，儿子的 d 必须来自她，所以她携带 d，同时还要有 D 才表现正常。

遗传图的顺序是：亲本基因型→各自产生的配子→一个卵细胞与一个精子的组合→每种子代的基因型和表型→目标概率。组合时每个子代从母亲和父亲各得到一条染色体，不能把同一亲本的两条染色体当作一个配子送给子代。

$X^DX^d \times X^DY$：儿子的 X 来自母亲

配子	X^D	Y
X^D	X^DX^D 正常女	X^DY 正常男
X^d	X^DX^d 正常女	X^dY 色盲男

母亲携带隐性 d；全部孩子中色盲概率为 1/4。

题目若问全部孩子，分母包括女孩和男孩。

例如一位色盲父亲X^dY与一位正常纯合母亲X^DX^D生育。母亲只产生一种基因型的卵细胞X^D；父亲产生X^d或Y两类精子。女儿为X^DX^d，视觉正常且携带 d；儿子为X^DY，视觉正常。因此所有子代都表现正常，但不能说所有子代的基因型相同，也不能把“携带隐性基因”和“表现隐性性状”当成一回事。换另一组亲本时，要重新列配子、组合和表型，不能沿用这组的结果。

家系图中，先读图例和连线，找到本问的亲本与他们的孩子。方框、圆圈及填充的含义按该图 Key 判断，不能只凭图中上下位置猜亲缘。亲本表型不足以直接确定基因型时，利用已给子代反推，再做新的遗传图。

最后看清分母。如果问“一个孩子表现某性状的概率”，就把所有可能子代都算进分母；若另外明确问“已知是儿子时”，才只在男性子代中计算。四种等可能的组合中有一种符合，概率是 1/4；这不是说现实中每生四个孩子必然有一个符合。每次生育的概率不会因为前一个孩子已出现某表型而自动改变。问题可能问正常、异常、红眼或白眼，必须按本题的目标逐格数。

儿子的 X 染色体来自 _____；X^DX^d女性若 D 显性，其视觉表型为 _____；计算所有子代中某性状的比例时，分母包括 _____。

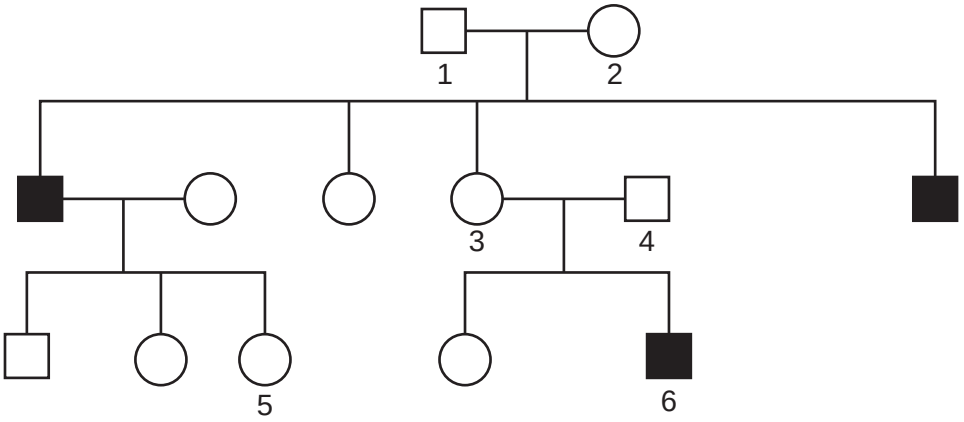
答案：母亲；正常；所有可能的子代

怎么认 题目明确基因位于 X 染色体上，先按表型、杂合信息或家系反推亲本；把等位基因写在 X 上，列配子两两组合，再按所问表型统计全部子代中的概率。

例题 1 (2022·May/June 0610/42 Q3(c)(iii)) · 3 级

(c) Colour blindness can be caused by a mutation in a gene. The gene is located on the X chromosome.

Fig. 3.3 is a pedigree diagram of a family which has several people who are colour-blind.



Key:

female with normal colour vision

male with normal colour vision

male with colour blindness

Fig. 3.3

Use the symbols X and Y for the sex chromosomes and **A** for the dominant allele and **a** for the recessive allele of the gene for colour blindness.

(iii) Use the information in Fig. 3.3 to complete the genetic diagram to show the probability of person **3** and person **4** having another child with colour blindness.

	person **3**		person **4**
parental phenotypes	female with normal colour vision		male with normal colour vision
parental genotypes			
gametes	○ ○	+	○ ○

offspring
genotypes

offspring
phenotypes

probability of a child having colour blindness

解：先读图 3.3。3 号是未填充圆圈，表示视觉正常女性；4 号是未填充方框，表示视觉正常男性。由连线可见，填黑方框 6 号是他们的色盲儿子。6 号的基因型为X^aY：Y 来自父亲，X^a必须来自母亲 3 号。母亲 3 号视觉正常，所以还带显性 A，基因型为X^AX^a；父亲 4 号正常，基因型为X^AY。不能把旁支的 5 号误认为本问这对亲本的色盲儿子。

亲本基因型：母亲X^AX^a，父亲X^AY。母亲配子为X^A、X^a；父亲配子为X^A、Y。每一种母亲配子与每一种父亲配子组合：

母亲配子 / 父亲配子	X^A	Y
X^A	X^AX^A 视觉正常女性	X^AY 视觉正常男性
X^a	X^AX^a 视觉正常的携带者女性	X^aY 色盲男性

子代四种基因型为X^AX^A、X^AX^a、X^AY、X^aY；相应表型为正常女性、正常女性、正常男性、色盲男性。这四种组合等可能，只有X^aY表现色盲，所以再生一个孩子患色盲的概率为$\frac{1}{4}=25\%$。题目没有先限定这个孩子是儿子，分母应是所有四种组合，而不是只在两个男性组合中计算。

针对练习

1. （2024·February/March 0610/22 Q36） · 2 级

Fruit flies can either have red eyes or white eyes.

This is a sex-linked characteristic with the gene for eye colour located on the X chromosome.

The allele for red eyes (R) is dominant over the allele for white eyes (r).

A fruit fly with the genotype X^RX^r was crossed with a fruit fly with the genotype X^RY.

Which percentage of the offspring will have red eyes?

A 25% **B** 50% **C** 75% **D** 100%

2. （2024·October/November 0610/41 Q5(b)） · 3 级

The gene for red-green colour vision is on the **X** chromosome.

There are two alleles for this gene:

- The allele for normal colour vision is represented by the letter **B**.
- The allele for red-green colour blindness is represented by the letter **b**.

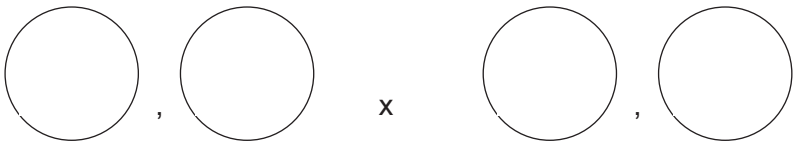
(b) Parent **4** is a female who has normal colour vision and is heterozygous for red-green colour blindness.

Complete the genetic diagram to determine the probability that the offspring of parent **3** and parent **4** would be red-green colour-blind.

parents **3** x **4**

parental phenotypes red-green colour-blind male x female with normal colour vision

parental genotypes x

gametes  x

offspring genotypes				
offspring phenotypes				

probability of offspring having red-green colour blindness

变异与选择

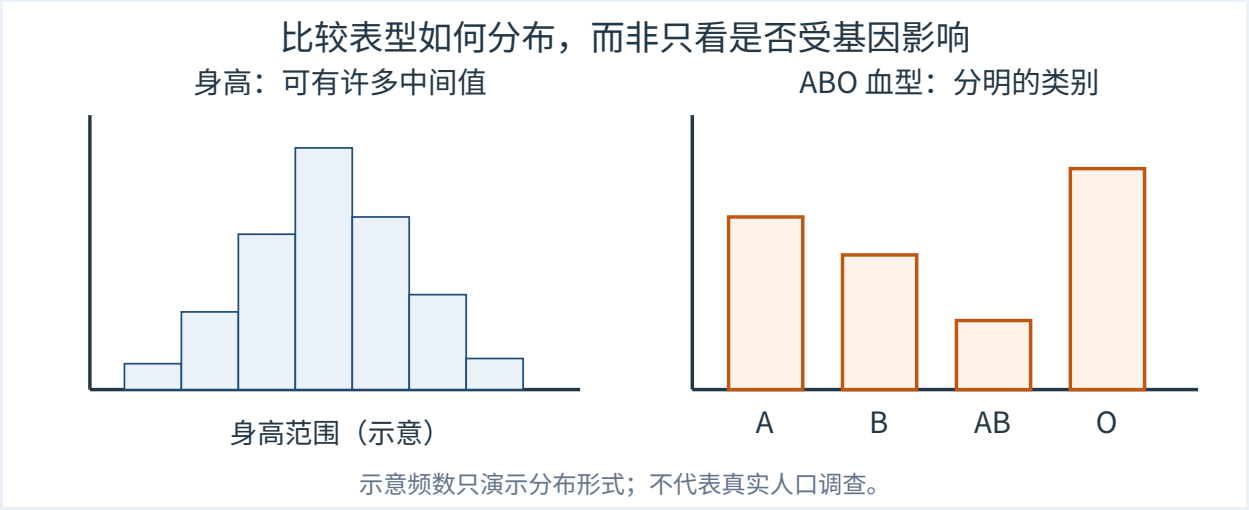
18.1 变异的类型与来源

题型 1：由表型范围和成因判断变异类型

知识点 变异 variation 指同一物种个体之间特征的差异。先确定比较的是同一物种，再观察这些差异怎样分布、由什么因素引起。

人的身高或动物体质量并非只有两个固定值，可以从较小到较大出现许多中间值，称为连续变异。这些特征通常由多个基因和环境共同影响，例如营养也能影响身高和体质量。

ABO 血型、豌豆种子圆或皱等则落在分明类别中，没有介于两个类别之间的连续值，称为不连续变异。本型中的这些典型例子主要由基因决定。判断的第一依据是表型的分布：有一整段中间值为 _____，只有分明类别为不连续。



连续范围与分明类别，是判断变异类型的第一依据。

不要把每一只动物的数值都不同当作有无限类别，也不要把“都由基因影响”当作两种变异毫无区别。表格中需同时核对类型、例子和成因。

答案：连续变异

怎么认 先看能否在两端之间出现许多中间表型，再看题中例子的遗传和环境原因。身高、体质量连续；ABO 血型和豌豆种子离散类别属于不连续。

例题 1 （2025·February/March 0610/12 Q33） · 2 级

A student measured the heights of her friends to see how they vary.

Which statements would apply to this type of variation?

1 A range of phenotypes between two extremes will be seen.

2 The variation will be caused by genes and the environment.

3 The variation will be caused by genes only.

4 There will be a limited number of phenotypes with no intermediates.

A 1 and 2 **B** 1 and 3 **C** 2 and 4 **D** 3 and 4

解：身高可在两端之间出现连续范围，并受基因和营养等环境因素影响。因此 1、2 正确；3 只限基因和 4 无中间型不适合，故选 A。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/12 Q31） · 1 级

Which characteristic is an example of continuous variation?

A ABO blood groups in humans

B body mass in cats

C seed colour in pea plants

D seed shape in pea plants

2. （2025·May/June 0610/11 Q33） · 2 级

Humans produce two types of ear wax, either wet or dry.

Which row describes the variation in human ear wax?

	type of variation	controlled by
A	continuous	genes and environment
B	continuous	genes only
C	discontinuous	genes and environment
D	discontinuous	genes only

3. （2025·May/June 0610/23 Q33） · 2 级

Which row describes continuous and discontinuous variation?

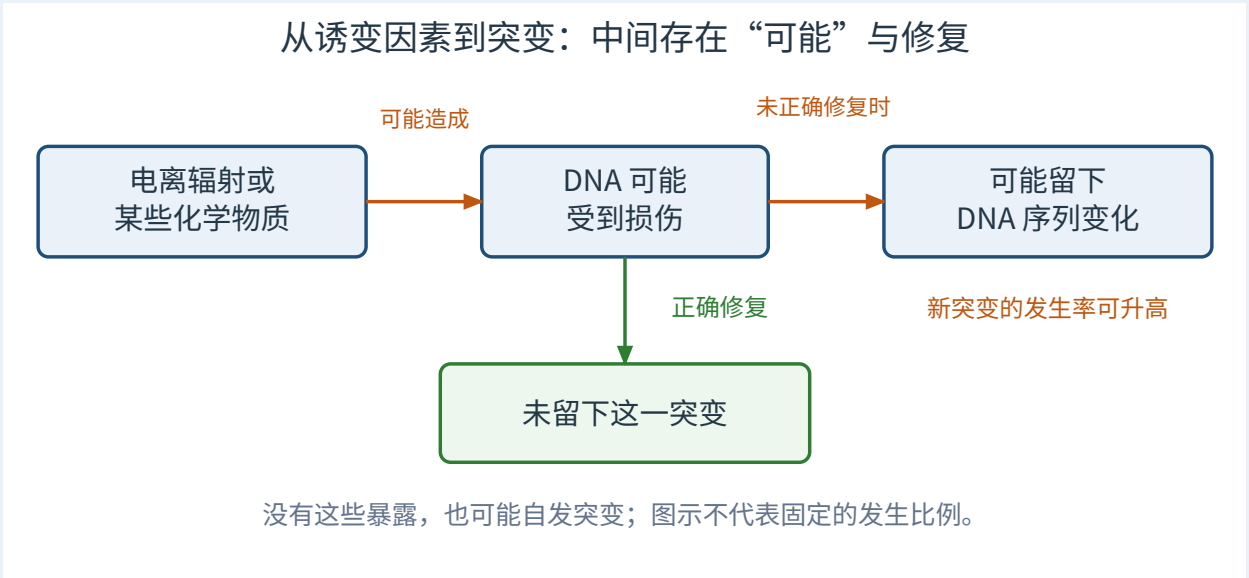
	continuous variation	discontinuous variation
A	body mass in animals is an example	caused by genes and the environment
B	caused by genes and the environment	seed shape in peas is an example
C	caused by genes only	ABO blood groups is an example
D	seed colour in peas is an example	caused by genes only

题型 2：判断突变及其诱因，区分有性生殖的重组作用

知识点 DNA 碱基序列发生随机变化，称为基因突变，可能形成新的等位基因。因此，产生原来没有的等位基因的来源是 _____。

突变并不只在特殊环境下才发生，DNA 在复制等过程中也可能自发出现随机变化。有些外界因素会使突变更容易发生：电离辐射 **ionising radiation**（例如 X 射线、γ 射线）以及某些化学物质能增加突变发生的频率，常称为诱变因素 mutagens。这里说的是“某些化学物质”，不是所有化学物质都具有同样作用。

先把“发生一次突变”与“突变率增加”分开。突变率增加，是在可比较的条件下，新突变出现得更频繁或概率更高；不是每一个受到照射的细胞必定突变。辐射或化学物质可能损伤 DNA，细胞若正确修复了损伤，便不一定留下序列变化；有些变化未被正确修复，才可能固定为突变。

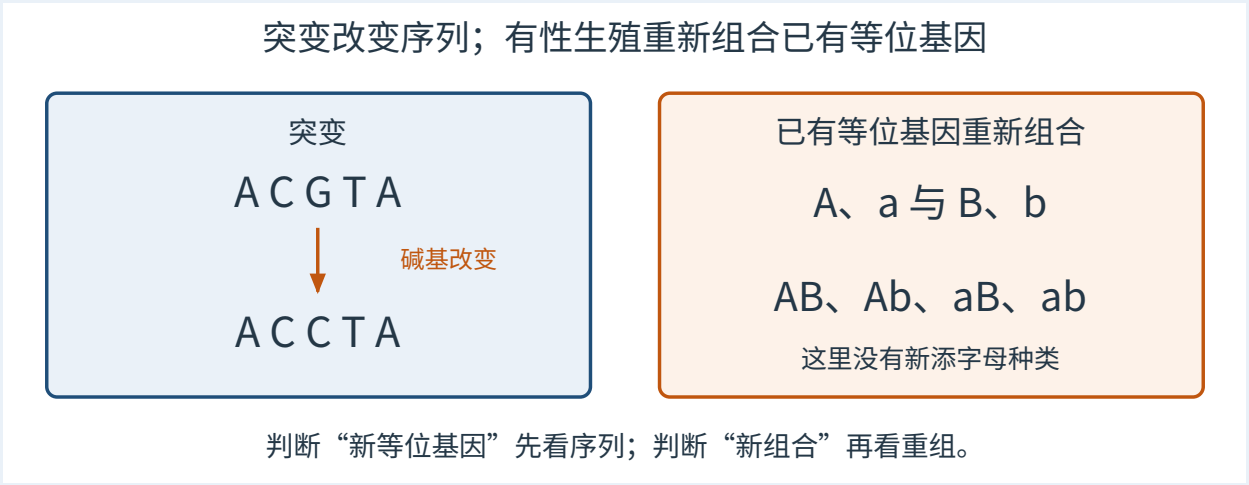


箭头表示可能发生的作用过程；提高突变率不等于每个细胞都会突变，也不等于突变会朝有利方向发生。

突变的方向仍是随机的，不是生物因为“需要抗药”就按需要改变基因。环境可影响突变发生的机会，也可通过自然选择改变已有变异在种群中的比例，这两步要分开。例如，接触诱变因素可能增加新突变；使用抗生素则主要使原先较耐药的细菌更容易存活并繁殖。

若题目问“什么增加突变率”，应写电离辐射或某些化学物质；若问“什么使已有等位基因产生更多组合”，才考虑减数分裂、随机交配和随机受精。

有性生殖中的减数分裂使配子得到不同等位基因组合；随机交配与随机受精又把来自不同亲本的配子以不同方式组合，增加后代差异。这些过程主要重新组合已有等位基因，不等于每次都创造新等位基因。



新序列与新组合是两个不同层次。

普通有丝分裂和无性生殖通常复制原有遗传信息，不产生有性重组式变异，除非另有突变。列举题需区分“产生新等位基因”与“使种群遗传组合多样”两个问题。

答案：突变

怎么认　问新等位基因选 DNA 序列突变；问变异来源还要包含减数分裂、随机交配和随机受精，不能把一般有丝分裂与无性复制当成同类重组。

例题 1　(2026·February/March 0610/22 Q31)　· 3 级

Which row shows the factors that contribute to variation in a population of animals?

key

✓ = contributes towards variation

✗ = does **not** contribute towards variation

	gamete formation	random change in DNA base sequence	random fertilisation	random mating
A	✓	✓	✓	✓
B	✓	✗	✓	✓
C	✗	✓	✓	✗
D	✗	✓	✗	✓

解：形成配子、DNA 碱基序列随机改变、随机受精和随机交配都能增加种群遗传差异。四列均应勾选，故选 A。

例题 2 （2024·October/November 0610/31 Q6(b)） · 1 级

(b) Complete the statements about mutation.

Mutation is a ..... change in which new

..... are formed.

The rate of mutation is increased by some chemicals and by

..... radiation.

解：先把题目的三句话分开，逐一找出它要求补的概念。
第一空修饰 change，问突变是一种什么变化。突变涉及遗传信息的改变，因而填 genetic，整句为 Mutation is a genetic change。生物仅因饮食不同而体质量不同，并不能直接判作突变。
第二空问突变可能形成什么新的遗传形式。同一基因可以有不同的碱基序列形式，这些不同形式叫等位基因，因此填 alleles。不要把“有性生殖重新组合已有等位基因”写成“必然产生新等位基因”。
第三句话已经给出 some chemicals，与之并列的是能提高突变率的一类辐射。填 ionising，组成 ionising radiation，即电离辐射。这里是突变率提高，不是降低；也不表示每次暴露都会产生突变。
按原题次序完整填写为 genetic、alleles、ionising。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/22 Q32） · 1 级

What is a way in which new alleles are formed?

A artificial selection

B mutation

C natural selection

D sexual reproduction

2. （2025·February/March 0610/22 Q33） · 2 级

What are sources of genetic variation in populations?

A meiosis, mutation, random mating

B meiosis, random mating, asexual reproduction

C mitosis, mutation, random fertilisation

D mitosis, random fertilisation, asexual reproduction

3. （2022·October/November 0610/21 Q33） · 2 级

Which statement is correct?

A Discontinuous variation is mainly caused by environmental factors.

B Ionising radiation and some chemicals decrease the rate of mutation.

C A gene mutation is a change in the base sequence of a DNA molecule.

D Small variations in height within a human population are an example of discontinuous variation.

4. （2023·October/November 0610/21 Q34） · 2 级

Some statements about mutations are given.

1 A random change in the amino acid sequence in DNA causes gene mutation.

2 A mutation is a genetic change.

3 Ionising radiation decreases the rate of mutation.

4 New alleles are formed by mutations.

Which statements are correct?

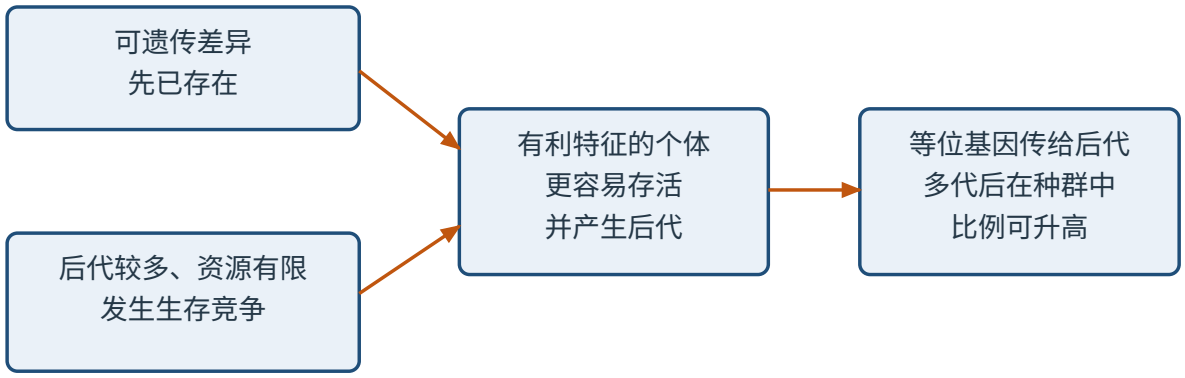
A 1 and 3 **B** 1 and 4 **C** 2 and 3 **D** 2 and 4

18.2 选择与适应

题型 1：根据选择者和生存繁殖差异判断选择

知识点 同一种群内先存在可遗传的差异。生物产生的后代常多于环境能够长期支持的数量，食物、空间等资源有限，因此个体之间发生生存竞争。在特定环境中，某些可遗传特征使个体更容易存活并繁殖，把有关等位基因传给后代。多代后这些等位基因在种群中的比例可增加，这就是自然选择。

自然选择：先有差异，再有生存繁殖机会的差异

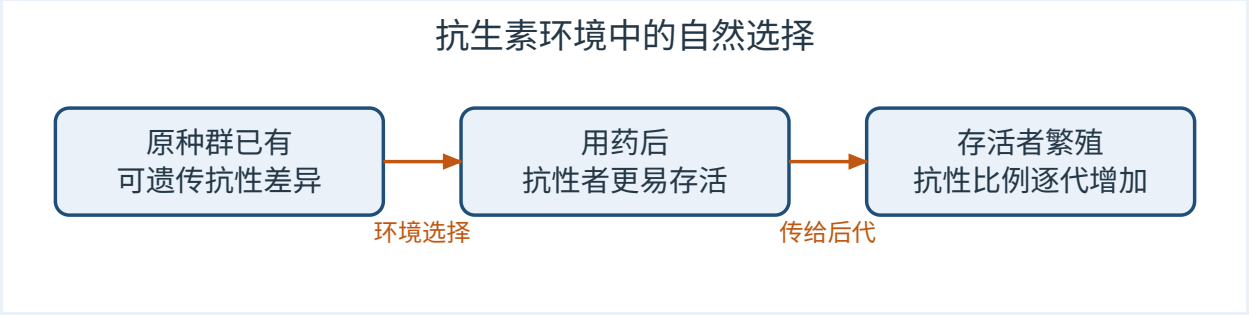


种群逐渐更适应特定环境；不是一个个体按需要改变自己的基因。

资源有限与后代过量带来竞争；已有可遗传差异影响生存繁殖，多代后种群的组成才逐渐改变。

理解示范：许多同种幼虫争夺有限的叶片。若某种可遗传特征使一部分幼虫更容易获得食物，这些幼虫就可能更易长成成虫并留下后代；后代继承有关等位基因，使该特征在多代中变得较常见。答案需要写出资源有限造成竞争、存活繁殖机会不同，以及遗传到后代三层关系，不能只写“强者生存”。

例如，抗生素杀死较敏感的细菌，原来就有抗性差异的细菌更容易留下并繁殖，抗性比例升高。人使用药物造成环境压力，却没有逐个挑选细菌作亲本，所以这一选择仍属于 _____。减少不必要的这种压力，可减少对抗性细菌的选择。

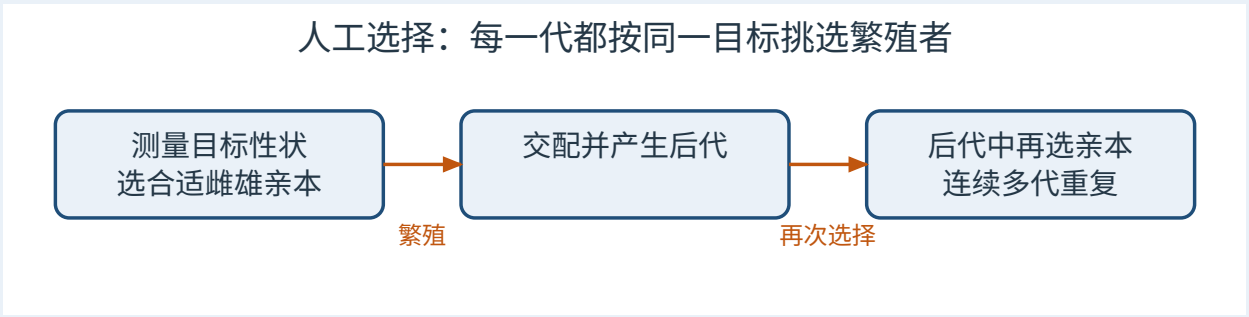


抗性差异先存在，药物环境再改变不同类型的存活机会。

人工选择则由人按所需性状选择亲本，例如挑选产奶多的动物繁殖。两种选择都利用遗传变异、可跨多代改变性状；区别是人按目标挑选繁殖者，还是自然环境中的生存繁殖差异。把外源基因直接加入细菌属于基因修饰，也不是这两种选择的同义词。

人工选择要把“选亲本”这个动作写清楚。例如希望培育体质量更大的鸡，可以先在现有群体中测量并挑选体质量较大的雌雄个体作亲本，让它们交配；在后代长到相同适当年龄后，再挑选体质量较大的个体作下一代亲本，连续多代重复。

同龄比较有助于避免把只是年龄较大的个体误当成遗传上更有目标性状。方法利用现有可遗传差异，通过所选亲本把相关等位基因传给后代，不是要求每个个体因为被挑选而主动产生定向突变。



人在每一代按目标性状选择亲本并让它们繁殖。

若对象是开花植物，繁殖步骤要具体写成传粉，使精细胞有机会与卵结合完成受精，随后产生种子；种子萌发长成新植株，再从这一代中选亲本。先有种子，再有由这些种子长成的后代，不能把顺序倒过来。

如果蓝花由显性 B 决定，BB 与 Bb 都开蓝花。只看一代蓝花表型，还不能保证以后代代全蓝。应选择目标性状、让所选植株繁殖，检查后代表现，再保留能稳定传递性状的纯合品系并继续培育；可用测交或后代检验帮助识别纯合亲本。

答案：自然选择

怎么认 先找谁决定哪些个体繁殖：人挑亲本为人工选择，环境压力造成存活繁殖差异为自然选择。药物造成选择压力仍可自然选择；基因修饰另作区别。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q33） · 2 级

Which row correctly describes a type of selection?

	type of selection	humans involved	example
A	artificial	no	production of farmed animals that produce lots of milk
B	artificial	yes	production of bacteria that are resistant to antibiotics
C	natural	yes	production of insulin through genetic modification of bacteria
D	natural	no	production of wild animals with long necks to reach tree leaves as a food source

解：野生长颈动物因能够获取高处食物而受环境选择，属于没有人为挑选亲本的自然选择。高产奶动物为人工选择，抗生素抗性主要由自然选择增加，胰岛素菌株例子是基因修饰，故选 D。

例题 2 （2025·February/March 0610/32 Q6(a)(iii)） · 3 级

(iii) The list contains statements that describe selective breeding of barley plants to increase yield.

A Humans select barley plants with a high yield.

B New barley plants are grown.

C Offspring with a high yield are selected and bred together.

D Pollination and fertilisation occurs.

E Seeds form.

F The process is repeated over many generations.

Arrange the statements in the correct order to describe the process of selective breeding in barley plants.

Two have been done for you.

A			**B**		

解：先找整个过程的起点：A 选择具有较高产量的亲本。接下来亲本需要繁殖，D 中的传粉与受精使种子能够形成，再到 E 产生种子。

有了种子，才能出现 B 所说的后代植株。从这批后代中，C 再挑选产量较高的个体作为新亲本，最后 F 连续多代重复。

因此完整顺序为 A → D → E → B → C → F。核对时抓住两个不能倒置的关系：先受精后形成种子，先有后代才谈得上从后代中选择。

每一代都在目标性状上继续选择，让有利的遗传差异在后续群体中更常见，而不是只选一次亲本就结束育种。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/13 Q30） · 1 级

What is a feature of natural selection?

A genetic variation within populations

B plenty of resources

C production of genetically identical offspring

D selection by humans

2. （2025·February/March 0610/22 Q24） · 2 级

What is the reason why antibiotics should be used **only** when essential?

A It increases the artificial selection of antibiotic resistant bacteria.

B It increases the natural selection of antibiotic resistant bacteria.

C It reduces the artificial selection of antibiotic resistant bacteria.

D It reduces the natural selection of antibiotic resistant bacteria.

3. （2025·May/June 0610/11 Q34） · 2 级

Giraffes are mammals that have long necks. This enables them to eat leaves from tall trees. One theory to explain how giraffes developed long necks is natural selection.

Which statement is part of the explanation for the development of long necks in giraffes by natural selection?

A Giraffes with longer necks were better adapted to the environment than giraffes with shorter necks.

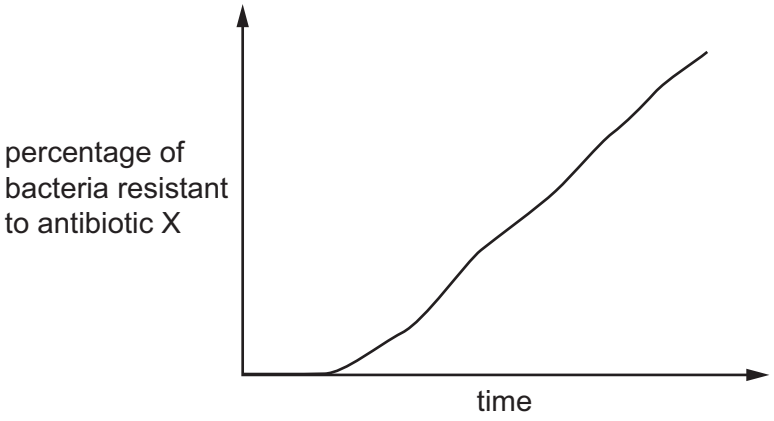
B Humans selected giraffes with the longest necks and bred them together.

C There was **no** competition for food.

D There were **no** trees in the environment.

4. （2025·May/June 0610/23 Q35） · 2 级

The graph shows the change in the percentage of bacteria resistant to antibiotic X.



What causes the change shown in the graph?

A artificial selection

B natural selection

C meiosis

D random fertilisation

5. （2025·May/June 0610/22 Q33） · 3 级

How does artificial selection differ from natural selection?

A Artificial selection changes the characteristics of living things.

B Artificial selection is based on genetic variation.

C Artificial selection does **not** involve competition for resources.

D Artificial selection occurs over many generations.

6. （2024·May/June 0610/33 Q3(a)(ii)） · 3 级

Blue flower colour is dominant to purple flower colour.

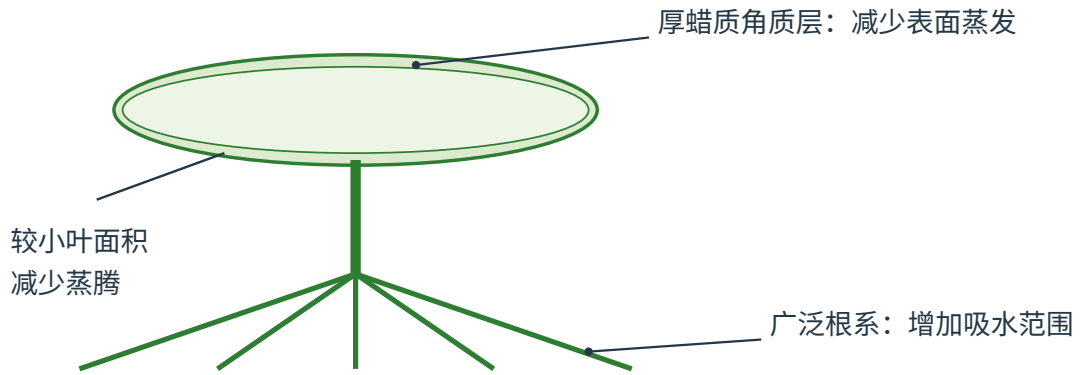
(ii) Describe how a gardener could use selective breeding to grow plants that only produce blue flowers.

题型 2：联系生境解释适应性特征的意义

知识点 适应性特征是能遗传、并有助于生物在特定环境中存活和繁殖的特征。解释时应连接环境难题、具体特征和作用机制，例如干热环境容易失水，较厚蜡质角质层能减少表面蒸发，较少气孔和较小叶面积可减少水蒸气散失。

“适应性特征”说的是一种有利于生存繁殖的可遗传特征；“适应的过程 adaptation”说的是自然选择经过许多代，使种群逐渐更适应其环境的过程。前者例如旱生植物较厚的角质层，后者要包含遗传差异、选择和跨代变化。不要把一个人晒黑、一个个体短期改变行为，直接当作种群经多代自然选择的同一过程。旱生植物发达的根系增加吸水范围，与减少失水共同维持水分。高山植物的生长期很短，较快开花、形成种子有利于在再次积雪前完成繁殖。某些蝴蝶翅上的大眼状斑可能使捕食者受到威慑，降低被捕食风险。

干热生境：同时看减少失水与增加吸水



解释一项特征，要接上它怎样解决环境中的困难。

一条理由写成“具体结构 → 怎样改变水分得失”。

特征是否有利要看环境，不是所有环境都选同一形状。适应的关键结果是促进 _____，而不是一定属于连续变异，也不是生物为了需要而有意识形成新遗传性状。

水生植物与旱生植物面对的环境问题不同。浮在水面的叶片可以具有较大的气室，气体所占空间帮助浮力，使叶片接近光照。漂浮叶的气孔常主要在上表面，便于与空气交换气体；下表面浸水时，不能照搬陆生叶上下表面的经验。

旱生植物的厚角质层、减少暴露的气孔或较小叶面积，可减少水分散失。若叶卷起并把气孔包在内侧，内侧较湿润、空气流动较慢，可降低水蒸气的扩散梯度或空气交换，从而减缓蒸腾。作答应把具体结构接到具体机制，而不是只写“适应环境”。

环境不同，同一类结构的有利方向也可能不同

植物生境	观察到的结构	作用
干燥陆地	厚角质层、内陷气孔	减少水分散失
水面漂浮	叶内较大气室	提供浮力
漂浮叶	上表面气孔	与空气交换气体

旱生与水生叶片的结构应分别联系失水压力和水面生活需要。

答案：存活和繁殖

怎么认 先找失水、短生长期或被捕食等环境压力，再说明特征如何改变吸水、散水、繁殖时间或捕食风险，最后核对遗传性与生存繁殖益处。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q32） · 2 级

The table shows some features of leaves.

Which leaf is adapted to survive in hot, dry habitats?

	number of stomata	thickness of waxy cuticle	surface area of leaf
A	many	thick	small
B	many	thin	large
C	few	thick	small
D	few	thin	large

解：热、干生境需减少失水。气孔较少、蜡质角质层较厚、叶面积较小分别限制蒸腾和蒸发，三项符合 few、thick、small，故选 C。

例题 2 （2025·October/November 0610/43 Q3(c)(ii)） · 2 级

(ii) Marram grass, *Ammophila arenaria*, is a xerophyte.

Fig. 3.2 is a photomicrograph of a cross-section of a marram grass leaf.

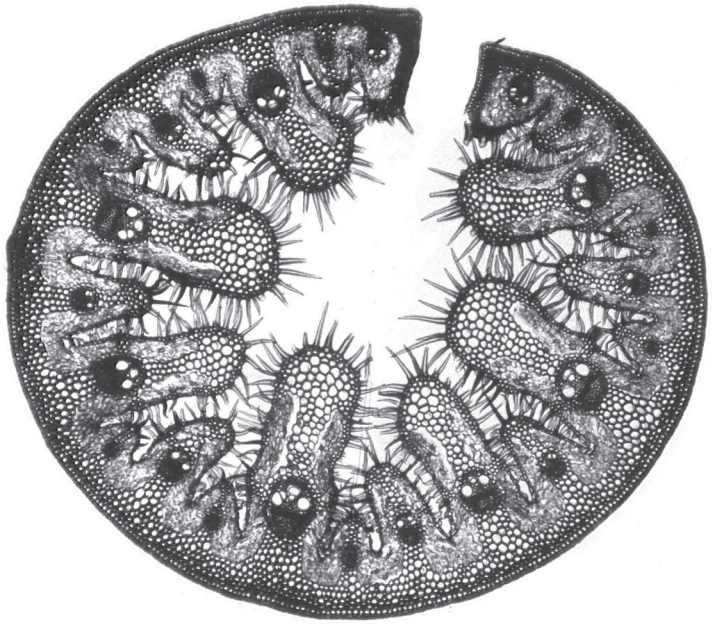


Fig. 3.2

Explain **one** way that the marram grass leaf shown in Fig. 3.2 is adapted to reduce transpiration.

解：照片中的叶片明显卷起，内侧包围着一个较封闭的空间。只需选择这一项可见特征，并说明它怎样减少蒸腾。

卷起的叶片可在内侧留住较湿润、流动较少的空气，使气孔附近的水蒸气不那么快被带走。这样，叶内与气孔外附近空气之间的水蒸气浓度差减小，水蒸气向外扩散较慢，因此蒸腾减少。

可写：“叶片卷起，困住较湿润的空气，减小水蒸气扩散梯度，所以失水减少。”照片中也可见内侧毛，若选择毛来解释，应同样连接到困住空气、减少水蒸气被带走，而不能只写“因为它是旱生植物”。

例题 3 （2025·October/November 0610/22 Q34） · 2 级

What are features of hydrophytes which have leaves that float?

A long root system

B many stomata on upper surface of leaves

C hairy leaves

D small air spaces in the spongy mesophyll

解：漂浮叶的下表面接近或浸在水中，上表面接触空气。较多气孔位于上表面，有利于二氧化碳和氧与空气交换，因此选 B。

水生植物还常有较大的气室，有助于浮力。不能把陆生旱生植物减少失水的一整套特点直接套到漂浮叶上，也不能把“气室很小”当成帮助漂浮的理由。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/23 Q34） · 1 级

Which statements describe an adaptive feature in an organism?

1 It helps an organism to survive and reproduce in its environment.

2 It always shows continuous variation.

3 It is inherited.

A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 1 and 3 only **D** 2 and 3 only

2. （2025·May/June 0610/11 Q35） · 2 级

Alpine plants grow on mountains at high altitude. Alpine plants can only grow for a few months because they are covered in snow for most of the year.

What are **most** likely to be adaptive features of alpine plants?

A They flower quickly and produce seeds quickly.

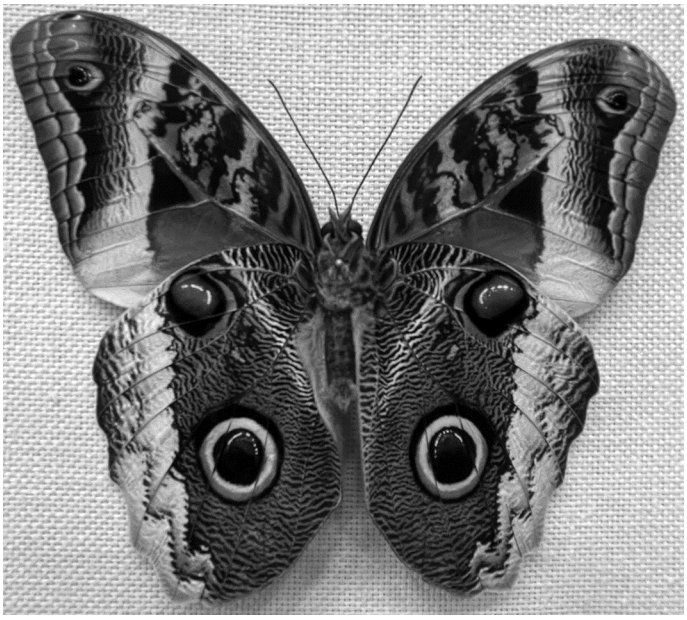
B They flower quickly and produce seeds slowly.

C They flower slowly and produce seeds quickly.

D They flower slowly and produce seeds slowly.

3. （2025·May/June 0610/12 Q32） · 2 级

The photograph shows the butterfly *Caligo martia*.



Which feature is an adaptation to prevent predation?

A large wings to fly slowly

B long antennae to detect flower nectar

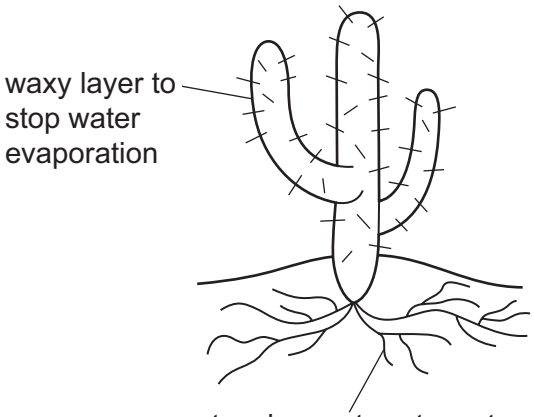
C spots on the wings that look like large eyes

D the pattern on the wings that makes the butterfly easier to see

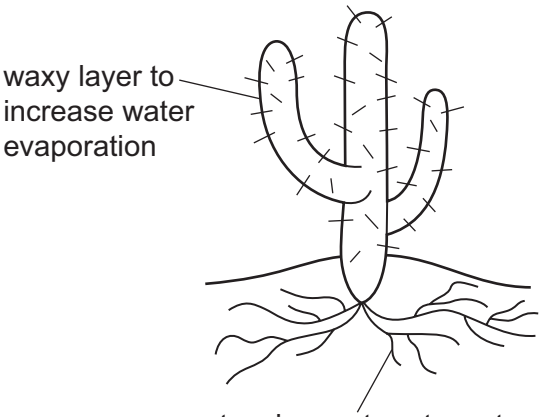
4. （2025·May/June 0610/22 Q34） · 2 级

Which diagram of a xerophyte is labelled correctly?

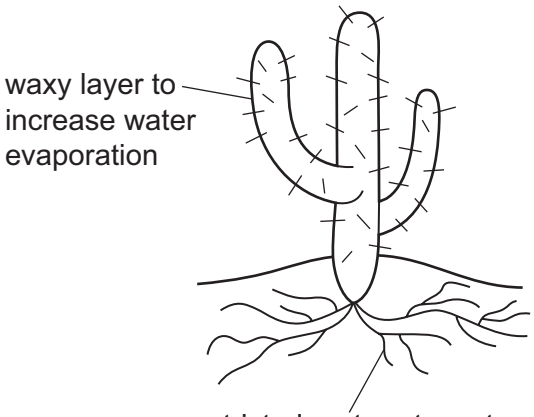
A



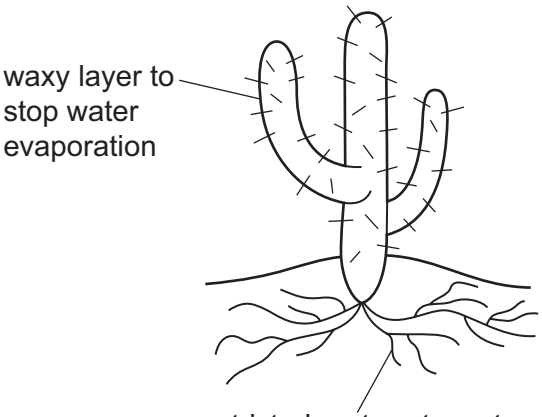
B



C



D



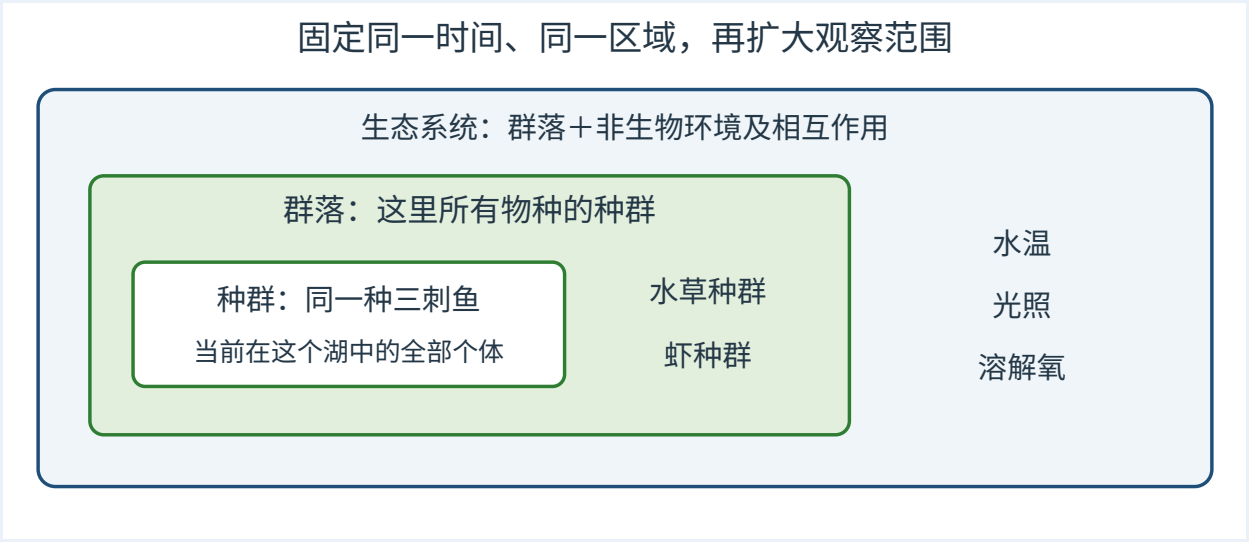
生物与环境

19.1 生态关系与能量

题型 1：区分种群、群落与生态系统

知识点 同一时间、同一区域内同一物种的全部个体构成种群。例如当前某湖中所有三刺鱼可以构成一个种群；所有鱼可能包含不同物种，不能笼统算一个种群，“曾经生活过的全部三刺鱼”也混入了不同时间。

同一区域中各不同物种的种群及其相互关系构成群落。生态系统进一步包含群落与非生物环境的相互作用，例如温度、盐度、氧浓度对珊瑚礁生物的影响。



从一个物种扩大到多个物种，再加入非生物环境。

判断题干范围时，先问是否只有同一物种，再问是否还讨论非生物环境。不同物种加上环境及其相互作用，属于 _____。食物网只表示取食关系，不包含生态系统的全部信息。

答案：生态系统

怎么认 同种、同地、同时为种群；多物种组成群落；群落连同非生物环境及相互作用为生态系统。不要把所有鱼或跨全部历史的个体当作同一个当前种群。

例题 1 （2025·February/March 0610/22 Q37） · 1 级

A coral reef contains species such as stony corals, sponges, seahorses and whale sharks.

These species interact with each other and are affected by the temperature, salt concentration and oxygen concentration of the water.

Using all the information given, what is being described?

A community

B ecosystem

C food web

D population

> 解：题干既包括多种珊瑚礁生物的相互作用，又包括温度、盐度和溶氧的环境影响，所以描述的是生态系统，故选 B。

针对练习

1. （2024·February/March 0610/12 Q37） · 1 级

What is a correct ecological definition?

A A community is a group of organisms of one species living in the same area.

B An ecosystem is a community of organisms and their environment interacting together.

C A population is a group of different species living together.

D A species is all of the different organisms living in a community.

2. （2022·October/November 0610/11 Q38） · 2 级

Which statement describes a population?

A all the three-spined stickleback fish living in a lake

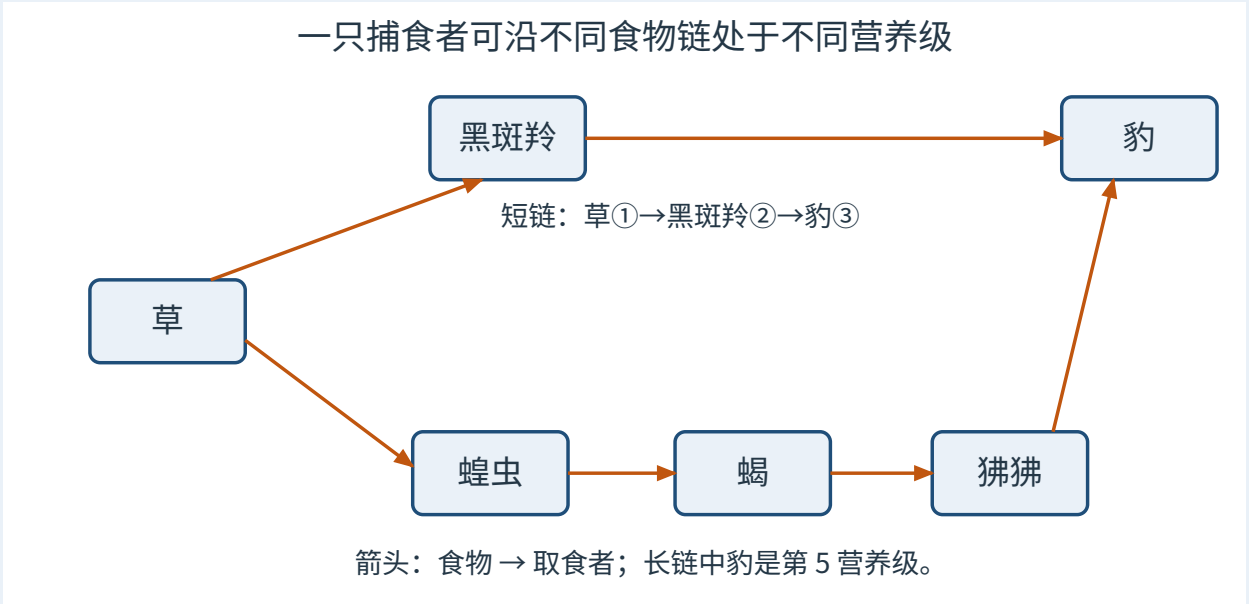
B all the organisms living in a lake

C all the fish living in a lake

D all the three-spined stickleback fish that have ever lived in a lake

题型 2：沿食物网确定食物链和营养级

知识点 食物网箭头从被吃的食物指向取食者，表示物质与能量转移方向。生产者通过光合作用制造有机物，为第 1 营养级；吃生产者的初级消费者为第 2 级；吃初级消费者的次级消费者为第 3 级。一个动物可能通过不同路径取食，处在不止一个营养级。计数时应从生产者开始逐段走箭头，例如植物→食草动物→捕食者的末端为第 3 级；若中间多了两级消费者，末端就到第 5 级。不能把“次级消费者”误认成第 2 营养级。



先沿实际箭头走完整路线，再从生产者计为第 1 级。

用上图的短链“草→黑斑羚→豹”做一个解释示范。在其他条件相近的初期，若人过度捕猎黑斑羚，豹可获得的这类食物减少，豹的数量可能下降；草受到的取食压力减小，数量则可能增加。一个被捕猎的物种减少，可以沿取食关系影响多个营养级，不只是让这一个框中的数字变小。

引入外来物种也要沿实际关系判断：外来物种若捕食某本地种群，可使其死亡增加；若与本地物种争用同一有限食物或空间，可使竞争加强。不能一看到“外来”就断定所有其他物种同升或同降，应读清谁吃谁、谁与谁争用资源，再分别推断。

判断一条食物链是否存在，要核对其中每一段箭头；不能因为图中有这几个生物，就自行把它们按大小串起来。数某类消费者时，数具有该取食路径的不同生物，而不是数路径总条数。同一个动物可同时计入两种不同消费者类别，但在同一类别中只计一次。

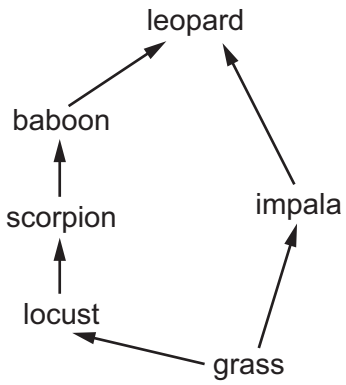
简化能量图中，生产者位于取食路线起点，分解者则可接收多类生物死亡或废物的能量。找生产者不能只认图中最上方或最下方的方框。第 1 营养级是 _____。

答案：生产者

怎么认 先读箭头为食物→取食者，从生产者逐级编号；多条路径分别追踪。数消费者时按独立生物计数，食物链必须逐段存在。

例题 1 （2025·February/March 0610/12 Q34） · 3 级

The diagram shows a food web.



At which trophic levels is the leopard feeding?

A first and second

B second and third

C second and fourth

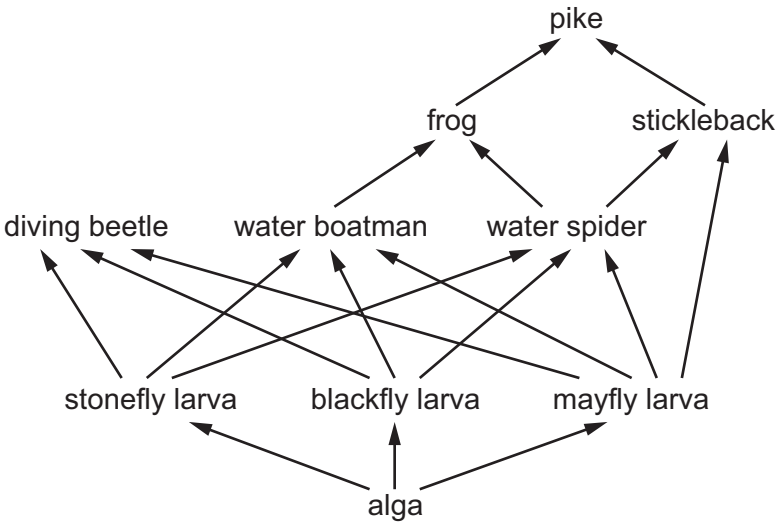
D third and fifth

解：短路径为草→黑斑羚→豹，豹在第 3 级。长路径为草→蝗虫→蝎→狒狒→豹，豹在第 5 级。因此豹可处于第 3 和第 5 营养级，故选 D。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/11 Q36） · 2 级

The diagram shows a food web.



Which animal is a secondary consumer?

A blackfly larva

B diving beetle

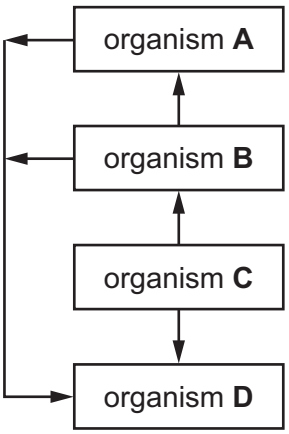
C frog

D pike

2. （2025·May/June 0610/12 Q34） · 2 级

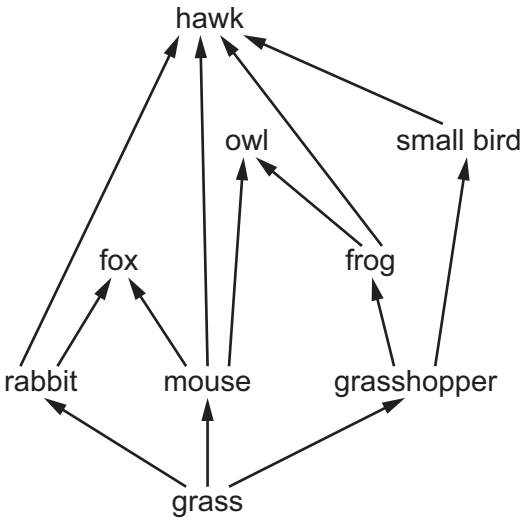
The diagram shows the flow of energy in a food chain.

Which organism is the producer in the food chain?



3. （2025·May/June 0610/13 Q32） · 2 级

The diagram shows a food web.



Which food chain is part of the food web?

A grass → frog → owl → hawk

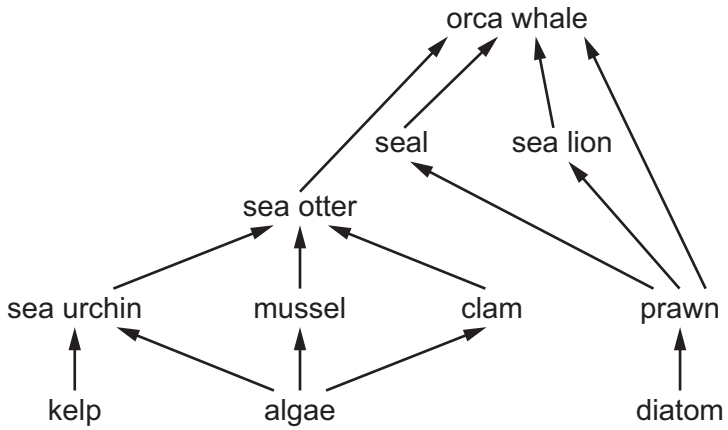
B grass → grasshopper → frog → hawk

C grass → grasshopper → mouse → fox

D grass → rabbit → owl → fox

4. （2025·May/June 0610/21 Q35） · 3 级

The food web shows part of an ocean ecosystem.

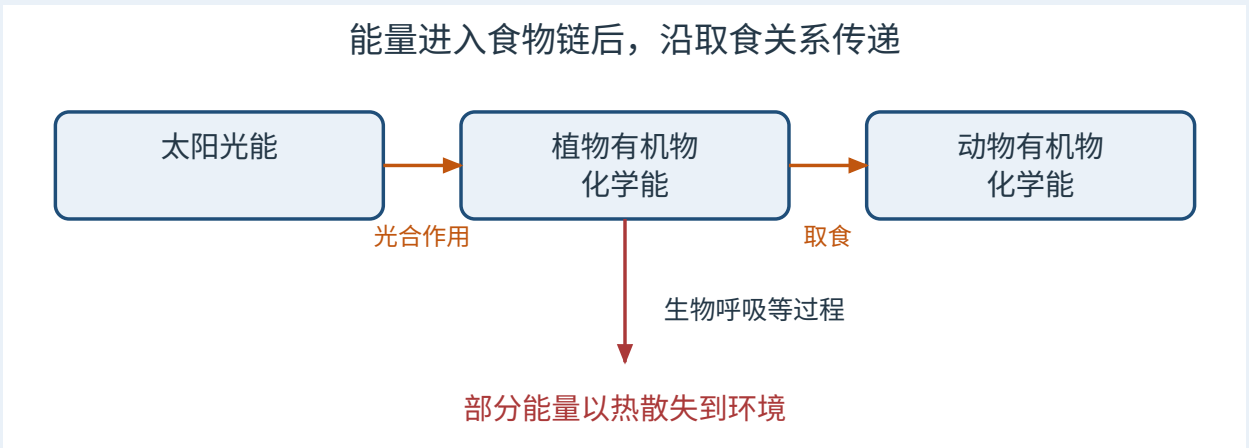


Which row shows the number of secondary consumers and the number of tertiary consumers in the food web?

	number of secondary consumers	number of tertiary consumers
A	three	one
B	four	one
C	three	two
D	four	two

题型 3：追踪食物链的能量来源与转移形式

知识点 以绿色植物开始的食物链，最初能量来自太阳。植物通过光合作用把光能转为有机物中的化学能；动物取食植物或其他动物时，转移的主要是食物中的化学能，不是把热量作为食物转给下一层。



光合作用改变能量形式，取食转移食物中的化学能。

生物呼吸等过程会使部分能量散为热，不能再次由这条食物链完整循环回到生产者，所以能量是流动而不是循环。太阳是主要外来能量来源，光合作用是捕获和转换能量的过程，二者不是同一层次的答案。

分解者利用死亡生物和废物中的有机物，能从生产者、食草动物和食肉动物的残体获得化学能，不只分解植物。进入植物型食物链的能量为 _____，生物之间随食物转移的为化学能。

答案：光能

怎么认 区分来源太阳、进入形式光能和取食转移形式化学能；分解者可从各营养级残体和废物取能，能量不完整循环。

例题 1 （2025·May/June 0610/22 Q35） · 2 级

Which row describes the energy flow into and through a food chain that starts with a plant?

	energy entering a food chain	energy transferred between organisms in a food chain
A	chemical	chemical
B	chemical	heat
C	light	chemical
D	light	heat

解： 植物先吸收光能，形成有机物中的化学能；生物之间取食转移化学能。两列为 light、chemical，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/12 Q33） · 1 级

What is the principal source of energy input to biological systems?

A kinetic

B photosynthesis

C respiration

D the Sun

2. （2025·February/March 0610/22 Q36） · 2 级

Which organisms can be sources of energy for decomposers?

	producers	herbivores	carnivores
A	✓	✓	✓
B	✓	✗	✗
C	✗	✓	✓
D	✗	✗	✗

key

✓ = yes

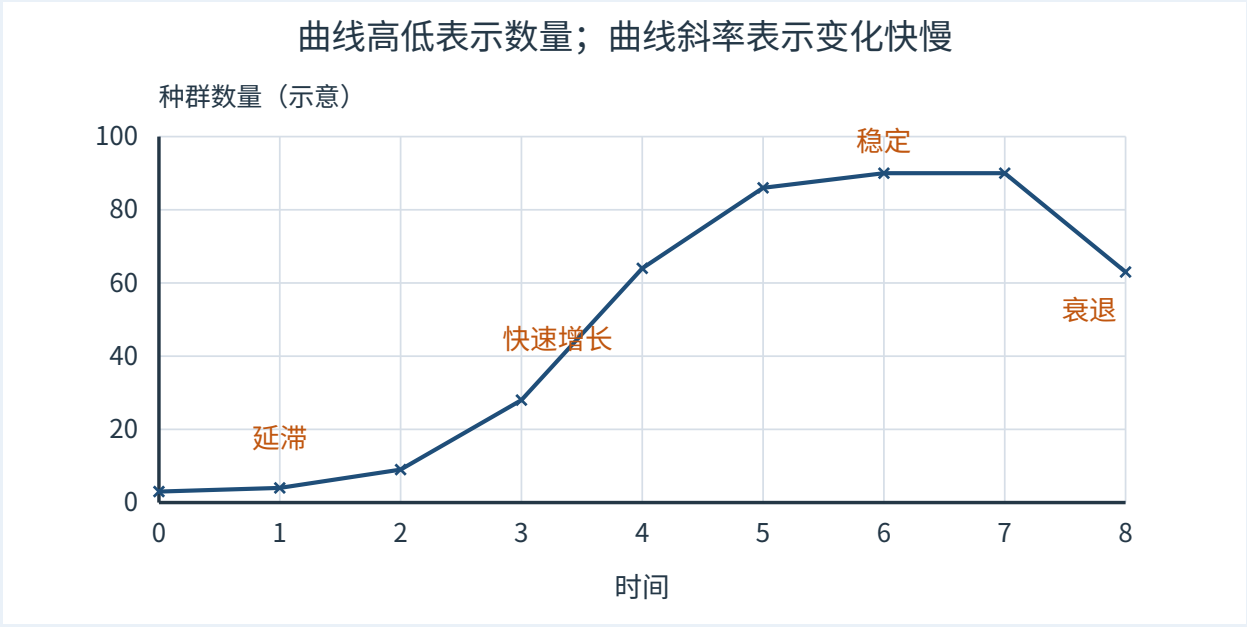
✗ = no

19.2 种群变化

题型 1：从种群数量曲线识别增长阶段

知识点 新种群建立时，数量小且个体适应环境，增长较慢，为延滞期。随后资源尚充足、繁殖加快，数量迅速增加，为指数或对数增长期。资源逐渐限制时增长减慢，出生率与死亡率接近，形成稳定期；死亡多于出生时数量下降，为衰退期。

曲线的高低表示数量，斜率表示变化快慢，不能把“数量已经很高”直接等同于“增长最快”。最初平缓为延滞，中段陡升为 _____，末端平台为稳定。柱状图也可比较相邻年份的增量，判断当年处于快速增长还是平台。



高平台的数量很多，但不再快速增长。

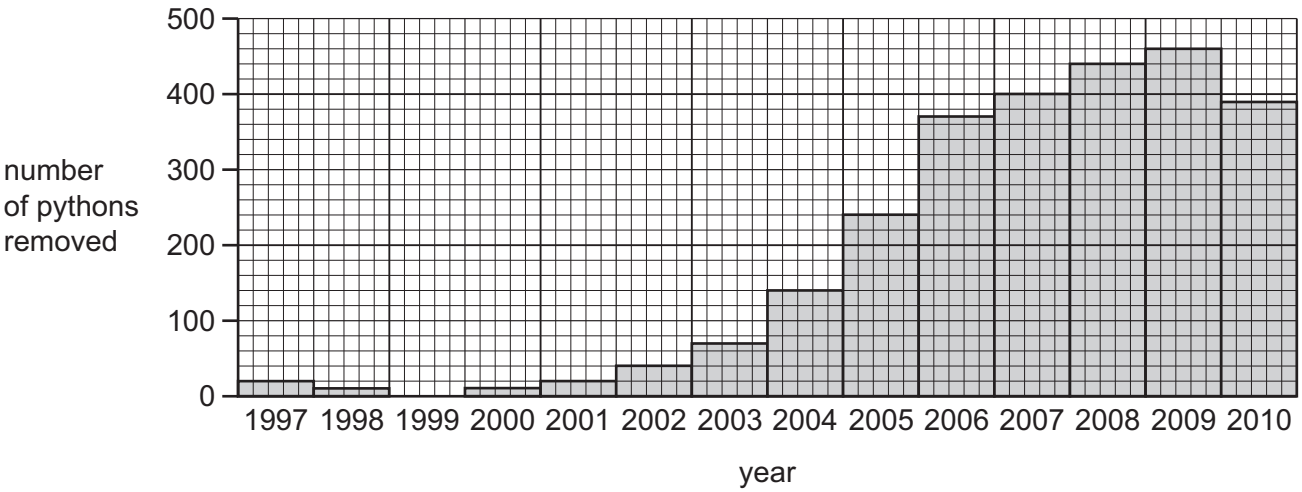
各题的 A、B、C、D 位置可能不同，必须按实际曲线形状辨认。题目问资源限制最明显阶段，通常指增长已减慢并接近承载水平的平台，而不是刚建立种群的低数量阶段。

答案：指数增长期

怎么认 读数量曲线先看慢增、陡增、平台或下降，再联系出生死亡与资源。字母只标位置，不能记死某字母一定代表某阶段。

例题 1 （2025·February/March 0610/12 Q35） · 2 级

Pythons were accidentally introduced to a region in the 1990s. Since then, they have reproduced in the wild and become a pest. The number of pythons removed from the wild can give an indication of the population size, as shown.



Which phase of the population growth curve of pythons is shown in 2005?

A death

B exponential (log)

C lag

D stationary

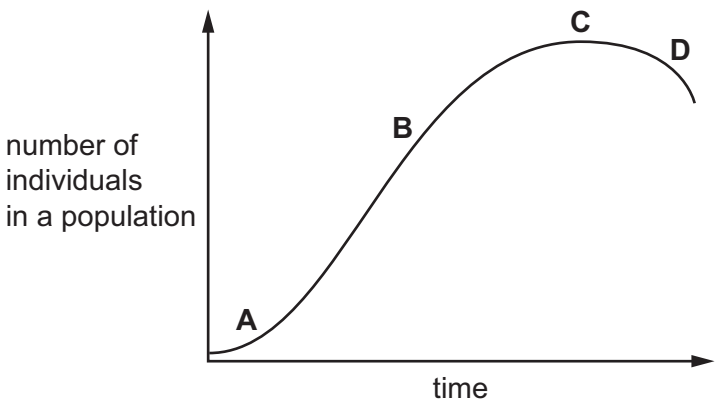
解：2005 年前后柱高快速上升，种群代理数量正在迅速增加，还未到后期平台，因此处于指数或对数增长阶段，故选 B。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/12 Q36） · 1 级

The diagram shows a population curve.

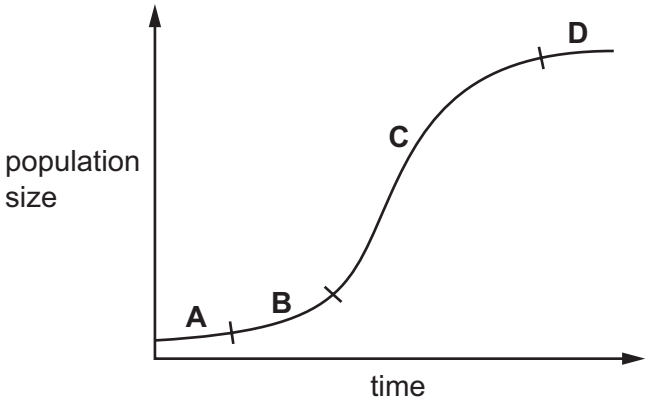
Which letter identifies the lag phase in this sigmoid curve?



2. （2025·May/June 0610/13 Q34） · 2 级

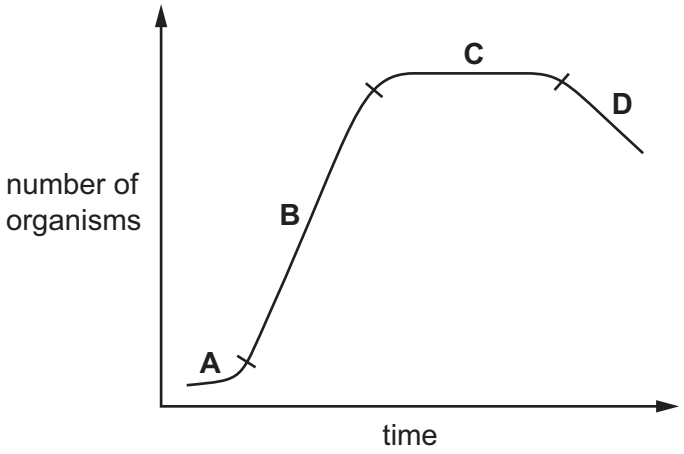
The diagram shows a graph of population growth.

On which part of the graph is the population size limited by the amounts of resources available?



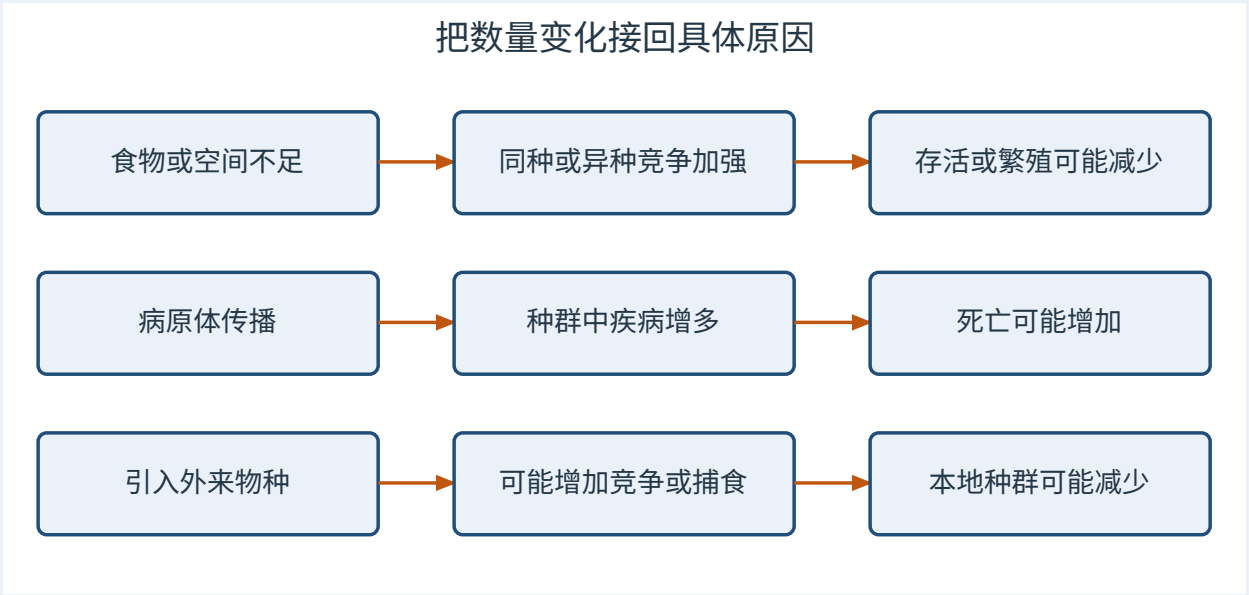
3. （2025·May/June 0610/23 Q38） · 2 级

Which phase in the population growth curve shows when death rates are higher than birth rates?



题型 2：根据食物、捕食和出生率预测种群变化

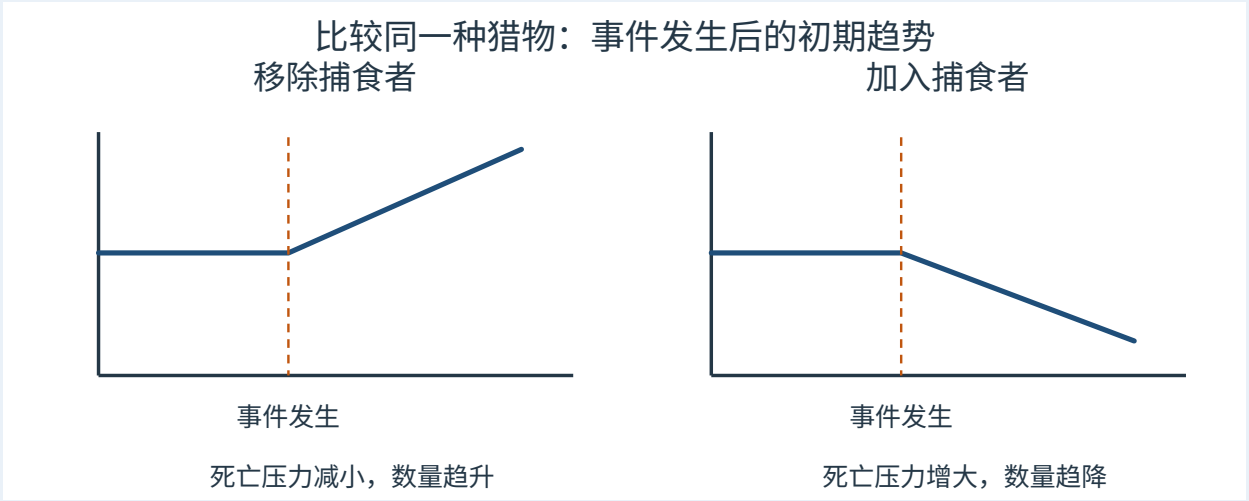
知识点 种群数量取决于加入与离开的个体。暂不考虑迁移时，出生多于死亡数量增加，死亡多于出生数量下降。食物增加通常提高存活与繁殖机会；捕食者增加可提高猎物死亡率，减少猎物数量。疾病和竞争也会改变这笔数量收支。病原体传播可增加死亡，或降低个体成功繁殖的机会；同种或不同物种争用有限资源，可能使每个个体获得的食物、空间等减少。外来物种若成为新的捕食者或竞争者，也可改变本地种群的数量。



每一行是一条可能改变种群的原因链；具体方向仍需结合题给食物网和其他条件。

理解示范：一个种群食物总量没有增加，数量却先迅速上升，后来增长减慢。较多个体共同争用相同食物，平均获得的资源减少，存活或繁殖受到限制，这可以解释增长放慢；不能把“竞争”本身写成个体数量必然继续加速增加的原因。

移除捕食者后，在其他条件保持相近的初期，猎物死亡压力减小，数量可能上升。预测不能脱离题干条件无限推断：较久以后资源仍可能限制增长，但若图题只问移除后初期变化，应先比较事件前后的升降方向。



比较同一种猎物，并只讨论事件后的初期。

曲线标出 X 或 Y 时，先找到事件发生的位置，再看此后斜率。捕食者加入应使猎物曲线趋向 _____；食物增加或出生率提高通常不解释突然减少。

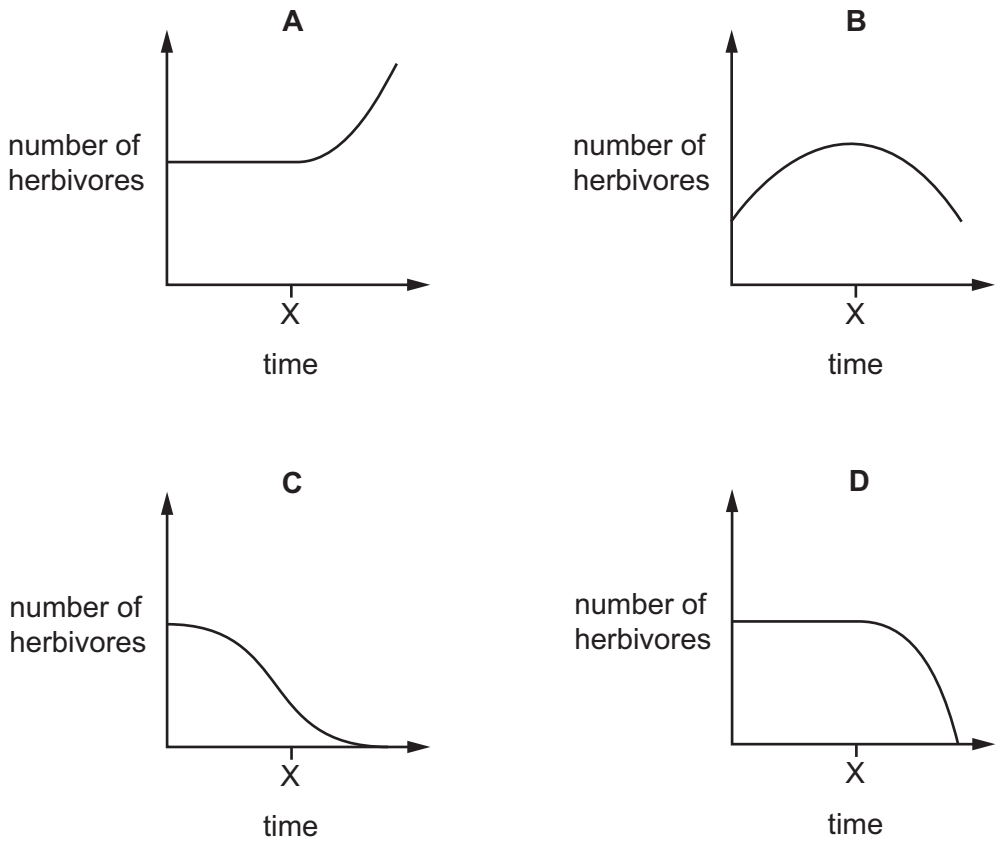
答案：下降

怎么认　先判事件改变食物、出生还是死亡，再读事件点之后曲线的升降。预测保留其他条件相近这一前提，不凭数量高低代替变化方向。

例题 1　（2025·May/June 0610/11 Q37）　· 2 级

The graphs show the number of herbivores in a habitat over a period of time. At time X, the carnivores are removed from the habitat.

Which graph shows the effect of this on the number of herbivores?



解：X 时移走食肉动物，食草动物被捕食的死亡压力减少，数量随后可增加。A 表现事件前较稳定、X 后上升，符合初期预测，故选 A。

针对练习

1.　（2025·February/March 0610/22 Q38）　· 1 级

What can cause an increase in the size of a rabbit population?

A　an increase in a disease that affects rabbits

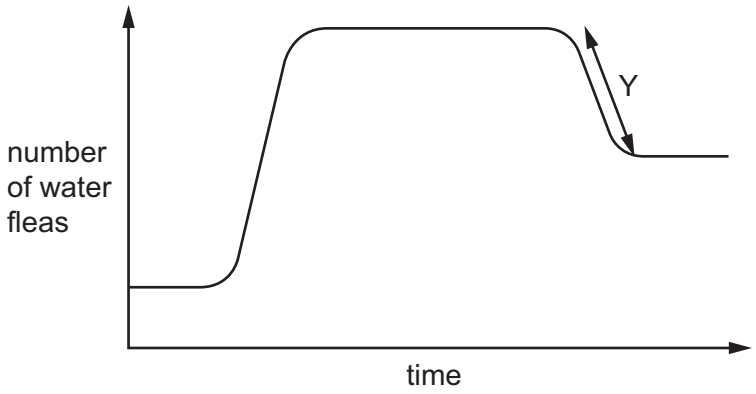
B　an increase in available food for the rabbits

C　an increase in pollution in the habitat of the rabbits

D　an increase in predation of rabbits

2. （2025·May/June 0610/22 Q38） · 2 级

The graph shows the number of water fleas in a newly-created pond.



Which event could be responsible for the shape of the graph at Y?

A the addition of extra oxygenating plants to the pond

B an increase in the birth rate of the water fleas

C an increase in the food supply for the water fleas

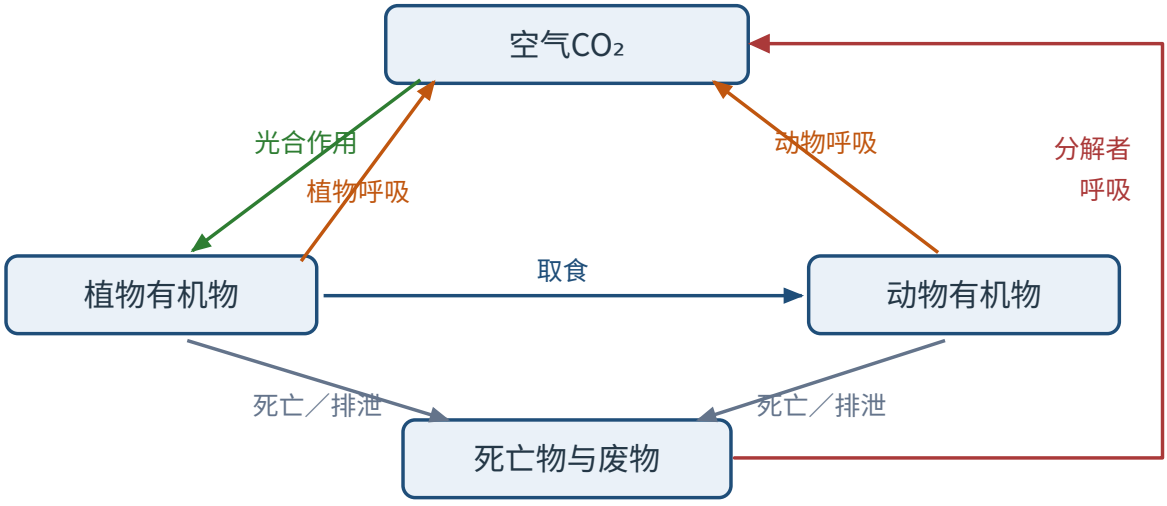
D the addition of predators which feed on water fleas

19.3 碳循环与氮循环

题型 1：根据碳的流向辨认循环过程

知识点 光合作用把大气二氧化碳中的碳固定到植物有机物；取食把植物或动物体内的碳传给消费者。植物、动物和分解者的呼吸都可把有机物中的碳以二氧化碳形式释放回环境。

碳循环：先读碳在哪里，再读它去了哪里



化石燃料中的碳也可经燃烧，以二氧化碳回到空气。

光合作用与呼吸在碳循环中方向相反。

古代生物固定的部分碳形成化石燃料，燃烧化石燃料使这些碳迅速回到大气。砍伐森林减少植物光合吸收，木材燃烧或分解还可释放碳，所以常使大气二氧化碳增加；增加植树或减少燃烧通常朝相反方向影响。

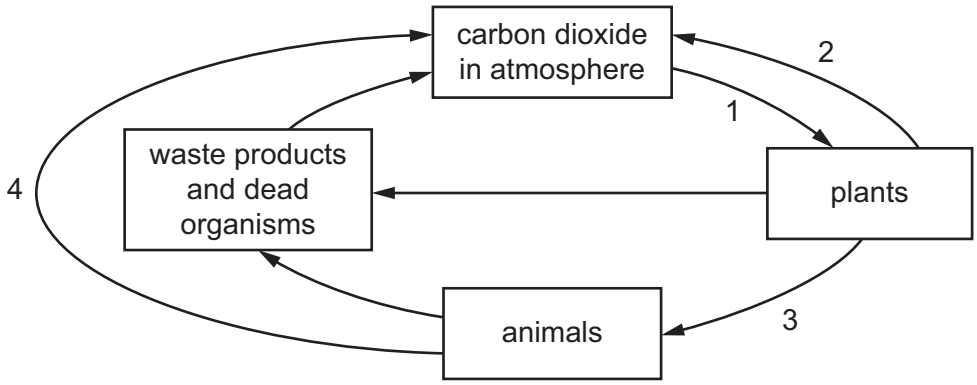
辨循环箭头先看起点和终点：二氧化碳到植物为光合作用，生物有机物回到二氧化碳为 _____，化石燃料到二氧化碳为燃烧。不能只因箭头靠近植物就认成光合作用。

答案：呼吸作用

怎么认　逐条读取碳从哪一储库到哪一储库，再匹配光合、取食、呼吸、燃烧。措施题判断增加碳释放还是增加碳固定。

例题 1　(2025·May/June 0610/12 Q35)　· 2 级

The diagram shows part of the carbon cycle.



Which two numbered arrows represent respiration?

A　1 and 2　　**B**　1 and 3　　**C**　2 and 4　　**D**　3 and 4

解：2 由植物指向大气二氧化碳，4 由动物指向大气二氧化碳，都表示呼吸释放碳。1 由大气到植物为光合作用，3 由植物到动物为取食。因此选 2 和 4，故选 C。

针对练习

1.　(2025·February/March 0610/22 Q35)　· 2 级

The processes listed affect the concentration of carbon dioxide in the atmosphere.

1　increased deforestation

2　increased tree planting

3　decreased fossil fuel combustion

4　increased fossil fuel combustion

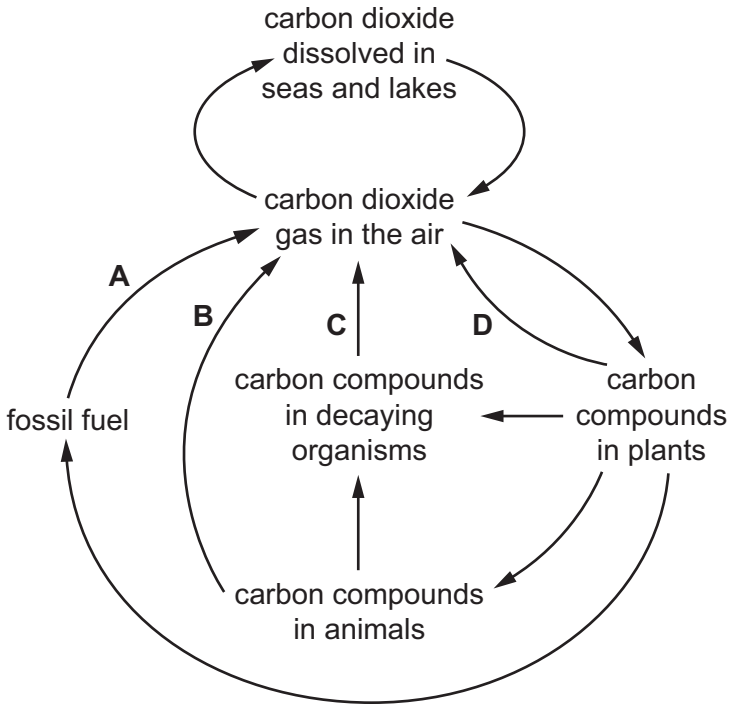
Which processes increase the concentration of carbon dioxide in the atmosphere?

A　1 and 3　　**B**　1 and 4　　**C**　2 and 3　　**D**　2 and 4

2. （2025·May/June 0610/13 Q33） · 2 级

The diagram shows part of the carbon cycle.

Which process produces carbon dioxide from substances made by photosynthesis millions of years ago?



题型 2：根据氮的形态和细菌作用辨认循环过程

知识点 氮原子可存在于空气中的氮气、土壤中的含氮离子，也可存在于生物的氨基酸和蛋白质中。氮循环图追踪的是氮从哪一种形式转成哪一种形式。先找箭头的起点和终点，不要把字母旁边最近的方框直接当作答案。

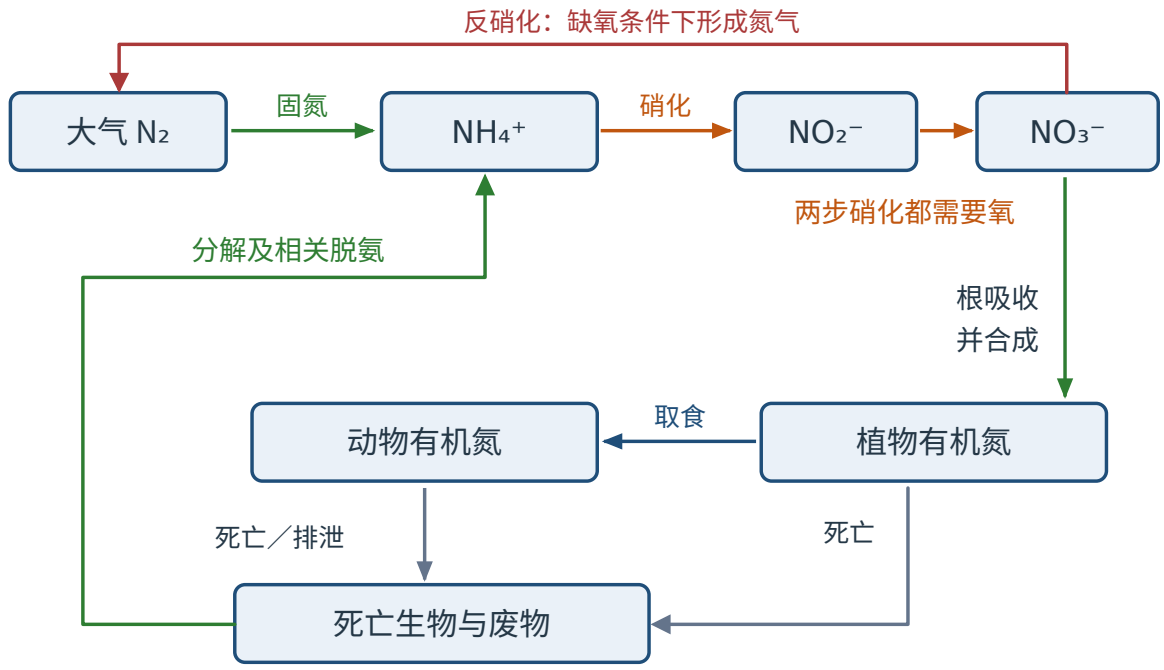
死亡生物和废物中的有机含氮物，被细菌等分解者分解，能向土壤释放铵离子（ammonium ions）。蛋白质先分解为氨基酸；把氨基酸中的含氮部分移除叫脱氨（deamination），可在分解过程中形成氨或铵离子。因此，看到“氨基酸→铵离子”，要辨认脱氨这一步，而不是把它叫作固氮。

硝化（nitrification）将铵离子逐步转为亚硝酸根（nitrite ions），再转为硝酸根（nitrate ions），由硝化细菌参与，需要有氧条件。铵离子的式子是 NH_4^+，亚硝酸根为 NO_2^-，硝酸根为 NO_3^-；亚硝酸根和硝酸根是不同物质，但相邻的这两步都属于硝化。若图中从死亡生物直接画到硝酸根，一根简化箭头可能包含先分解形成铵离子、再硝化两个阶段，不能把中间没有画出的物质当作不存在。

固氮（nitrogen fixation）把大气中的氮气转成生物可利用的含氮化合物。固氮细菌可以在土壤中生活，也可以与豆科植物共生，生活在根瘤（root nodules）中。闪电也能使大气中的氮最终以可利用的含氮化合物进入土壤。植物从土壤吸收已有硝酸根，不等于植物直接把空气中的氮气固定下来；图中“氮气→土壤含氮物”的方向才提示固氮。

反硝化（denitrification）方向相反：反硝化细菌把硝酸根转为氮气，使氮回到大气中；这一过程在缺氧或无氧条件下进行。先分清起点是大气氮气还是土壤硝酸根，再区分固氮与反硝化，不能把二者名字中的“氮”当作同一过程。

氮循环：每条箭头都要对应起始与终止的含氮物



动物通过取食获得有机氮，植物可吸收土壤中的硝酸根。

认名称之前，先说出氮的起点形式与终点形式。

起始氮形式	转成的形式	过程
有机含氮物	铵离子	分解及相关脱氨
铵离子	亚硝酸根再到硝酸根	硝化
硝酸根	氮气	反硝化
氮气	可利用含氮化合物	固氮

题目要求“描述过程”时，除了名字，还要写起止物质、参与者或适当条件。题目只问名称时，写对应过程名即可。若一个未命名物质处在“分解产物→硝酸根”之间，可结合分解产生铵离子和硝化的路线判断，不能仅凭方框字母猜。

实验若先去掉原有硝酸根，再加铵离子，之后检测到的硝酸根就与新产生过程有关。加热使细菌失活或死亡后不再形成硝酸根，应结合铵→硝酸根路线判断是哪类细菌，而不是说两组已经移除的旧硝酸根被加热分解。

共同条件：先移除原硝酸根，再加入相同铵离子

处理	活硝化细菌	一段时间后
未加热土壤	存在	检测到新硝酸根
100°C 加热土壤	被杀死	不形成新硝酸根

两组旧硝酸根都已移除，比较的是新硝酸根是否形成。

铵离子逐步转为亚硝酸根和硝酸根的过程叫 _____；硝酸根转为氮气的过程叫 _____。

答案：硝化；反硝化

怎么认 追到每个箭头起点与终点，辨认氮气、有机含氮物、铵离子、亚硝酸根和硝酸根，再匹配过程；简化箭头可能包含中间阶段。描述题补参与者和转化，实验题核对原物质是否已去除。

例题 1 （2025·May/June 0610/21 Q36） · 3 级

A student investigated the effect of high temperature on the production of nitrate ions in soil.

Two samples of soil were taken. One sample was heated to 100 °C.

All the nitrate ions were completely removed from both soil samples.

Ammonium ions were then added to both soil samples.

After two weeks, both soil samples were tested for the presence of nitrate ions.

The results are shown.

soil sample	nitrate ions present or absent
not heated to 100 °C	present
heated to 100 °C	absent

Which statement explains the results?

A Heating the soil broke down the nitrate ions.

B Heating the soil increased the activity of denitrifying bacteria.

C Heating the soil killed nitrifying bacteria.

D Heating the soil killed nitrogen-fixing bacteria.

解：两组原有硝酸根都已移除，加入铵离子后只有未加热组形成硝酸根，说明铵转为硝酸根需活的硝化细菌。100°C 加热杀死它们后不能硝化，故选 C。

例题 2 （2021·February/March 0610/42 Q2(c)(i)） · 3 级

(c) Fig. 2.2 shows part of the nitrogen cycle.

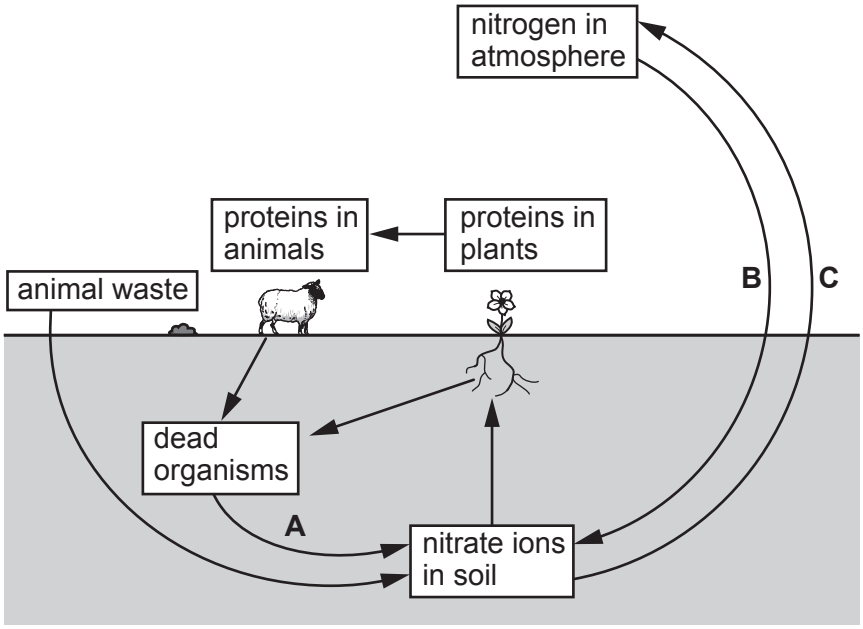


Fig. 2.2

(i) Describe processes **A**, **B** and **C** in Fig. 2.2.

解：先沿箭头判断氮的流向，再把简化箭头中的阶段写完整。

A 从死亡生物等有机含氮物通向土壤硝酸根，包含两个阶段。细菌等分解者分解有机含氮物，通过相关脱氨过程释放铵离子；随后硝化细菌把铵离子转为亚硝酸根，再转为硝酸根。这不是只有“分解”一个名称就能说明的完整路线。

B 从大气中的氮通向土壤中的含氮物，表示固氮（nitrogen fixation）。固氮细菌将氮气转为可利用的含氮化合物；豆科植物根瘤中可有这类细菌，闪电也可促使大气氮以可利用形式进入土壤。细菌固氮的产物还可经后续转化成为图中的硝酸根，简图没有逐步画出所有中间物质。

C 从土壤硝酸根返回大气中的氮，表示反硝化（denitrification）。反硝化细菌在缺氧或无氧条件下把硝酸根转为氮气，氮便回到大气中。B 与 C 方向相反，必须看箭头端点。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/23 Q37） · 1 级

Which process in the nitrogen cycle can be caused by lightning and bacteria?

A deamination

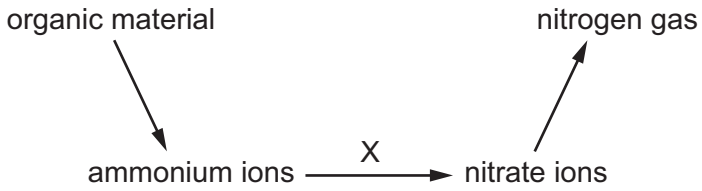
B denitrification

C nitrification

D nitrogen fixation

2. （2025·May/June 0610/22 Q37） · 1 级

The diagram shows part of the nitrogen cycle.



What is the process labelled X in the diagram?

A decomposition

B denitrification

C nitrification

D nitrogen fixation

3. （2021·May/June 0610/41 Q1(d)） · 3 级

(d) Some bacteria are involved in the nitrogen cycle.

Fig. 1.3 shows part of the nitrogen cycle.

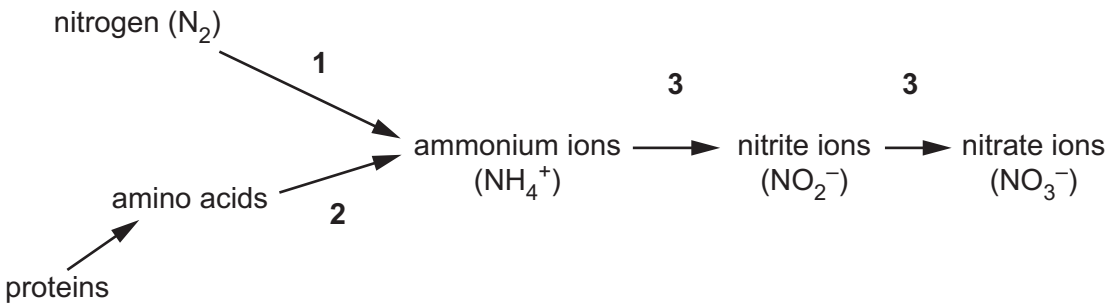


Fig. 1.3

State the processes that are represented by **1**, **2** and **3** on Fig. 1.3.

4. （2025·October/November 0610/41 Q3(a)(i)） · 3 级

Fig. 3.1 is a diagram of the nitrogen cycle.

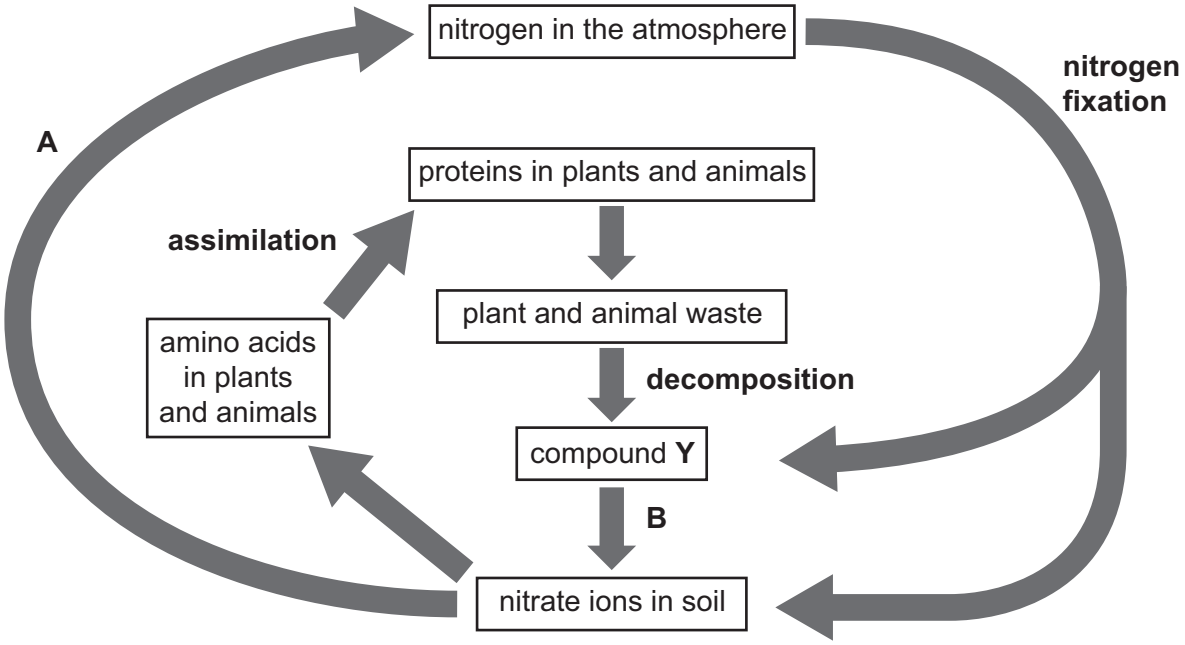


Fig. 3.1

(a) (i) State the names of processes **A** and **B** in Fig. 3.1.

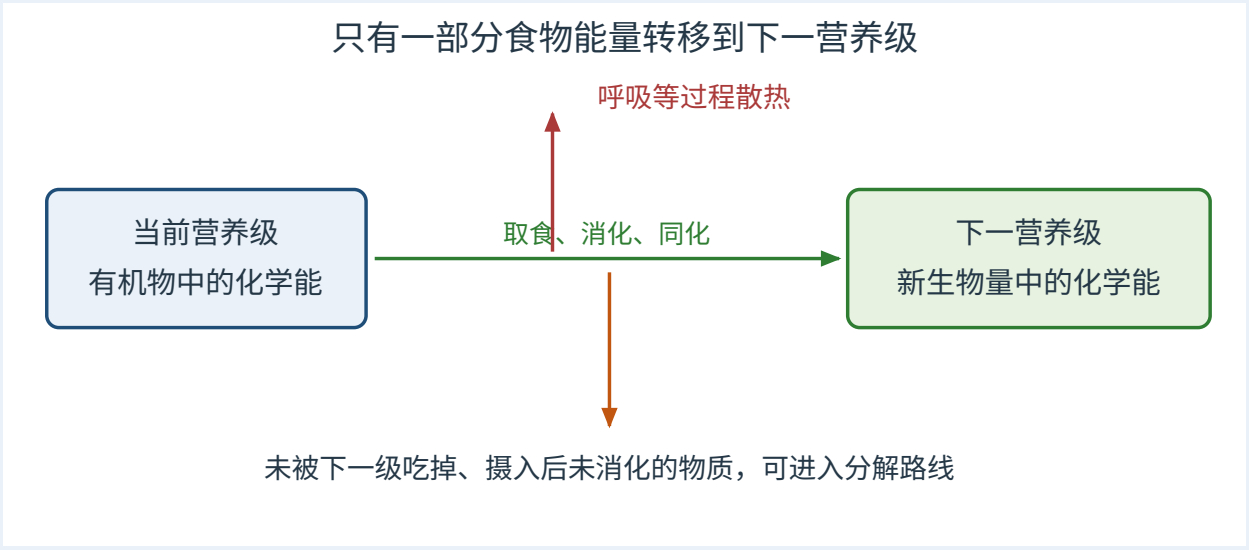
19.4 能量传递与生态金字塔

题型 1：沿能量损耗解释营养级数与总生物量

知识点 生产者把光能转变为有机物中的化学能。生物被吃掉时，一部分有机物及其中的化学能进入消费者；食物链中的箭头通常从食物指向吃它的生物。例如“草→兔→狐”中，兔是初级消费者，狐处在比兔更高的营养级（trophic level）。判断哪一个位置更高，要沿取食关系追踪，不能只看图画在上面还是下面。

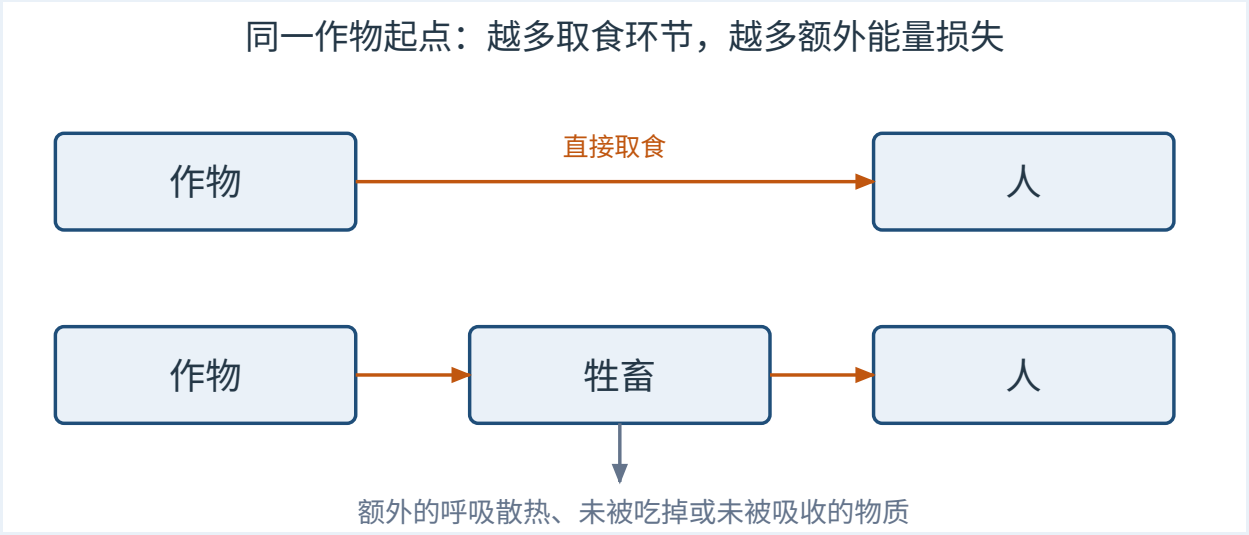
进入一个营养级的能量不会全部保留在可供下一级取食的身体物质中。生物通过呼吸作用释放有机物中的化学能，以支持运动、主动运输等生命活动；能量最终有一部分以热的形式散失到环境。较高营养级的消费者不能再通过吃食物获得这部分已经散失的热能。

取食和消化也不是完全的。并非每一个生物或身体的每一部分都会被下一级吃掉；吃进去的物质也不一定全部消化、吸收，未消化物随粪便排出。这些物质中的化学能没有进入该条取食路线的下一营养级。它们还可进入分解者的路线，所以不能说能量被凭空消灭，也不能把未吃掉的物质都当成已经传给捕食者。



先解释能量从哪里离开，再连接较高营养级可用能量较少。

把同一原理用到人的食物来源。比较“作物→人”和“作物→牲畜→人”，后一条路线多经过牲畜这一营养级。牲畜要呼吸、活动，还会留下未被人吃到或不能被人吸收的物质，因此作物中的能量不能全部变成人得到的动物性食物能量。就这条能量传递路线而言，人直接吃作物更有效率。



比较同一批作物起点的两条路线；畜牧路线多经历一个消费者的呼吸和未被利用物质损失。

理解示范：问题若问“为什么同一片作物能直接供养更多人”，先指出直接食用少经过一个营养级；再指出饲养牲畜会增加呼吸散热等损失；最后说明直接路线保留更多可供人获得的食物能量。不需要假设每次恰好传递 10%，这个比较也不单独回答各种食物的营养是否均衡。

结果是：每经过一次取食传递，供下一营养级使用的能量通常减少。能量金字塔用各层的大小表示能量，较高层能量较少。传递经过许多层后，可用能量可能不足以支持更多消费者，食物链的营养级数因而受到限制。“通常只有少数营养级”不是所有生态系统都必须恰好有某一个固定层数，也不能一律假定每次都恰好传递 10%。

解释总生物量时，还要补上“能量用于形成身体物质”这一环。总生物量（total biomass）比较的是一定范围内这类生物体的有机物总量，常用干质量表示；它不是单只动物的体重，也不是个体数量本身。若更高营养级获得的能量较少，用于生长、形成新生物量的能量也较少，就不能支持同样大的总生物量。题目已经给出高低总生物量关系时，应解释它与可用能量的联系，而不能凭动物个体大小猜总量。

例如比较“草→兔→狐”中的兔和狐，先说明狐处在更高的营养级；再写兔的呼吸使一部分能量以热散失，并非全部兔体物质都会被狐吃掉、消化；最后联系狐可用于生长的能量较少。若题目改问为什么不能继续增加更多营养级，前两步相同，最后改为剩余能量不足以维持再上一层消费者。

作答要落到题目所问的结果。只写“呼吸”还没有说明能量怎样离开取食路线；只写“能量少”又没有解释原因。可以连成“呼吸释放能量并以热散失→传到下一营养级的能量减少→可支持的总生物量或进一步营养级受到限制”。呼吸损失的能量以 _____ 的形式散失；较高营养级可用于生长的能量通常 _____；总生物量不等于一只动物的 _____。

答案：热；较少；体重

怎么认　先沿食物指向消费者的箭头判营养级高低，再写具体能量损耗、可用能量递减，最后联系题目所问的营养级数或总生物量。热散失与食物未完全吃掉/消化要分清，不能把能量说成被消灭。

例题 1　(2024·February/March 0610/42 Q6(b)(ii))　· 3 级

(b) Fig. 6.2 shows the pyramid of energy for a food chain in an ocean ecosystem.

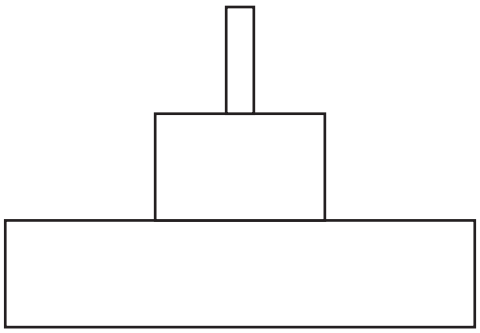


Fig. 6.2

(ii) Explain why pyramids of energy usually have fewer than five trophic levels.

解：图 6.2 的上层比下层小，表示沿食物链向更高营养级传递时，可用能量递减。题目要求解释营养级数为什么通常较少，不能只把图中的三层数一遍。

每一个营养级都有呼吸作用，释放的能量最终有一部分以热散失到环境；生物运动等生命活动也需要这些能量。并非所有生物体或其全部身体物质都会被下一营养级吃掉、消化，因此只有一部分化学能进入下一营养级的新生物量。

这种损耗在每次传递中反复发生。到较高营养级时，剩余可用能量越来越少，可能不足以维持更多的一层消费者，所以能量金字塔通常少于五个营养级。这是能量供应对食物链长度的限制，不是所有金字塔都必须恰好三层或四层。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/41 Q1(a)(iii)） · 3 级

(a) Fig. 1.1 shows a pyramid of energy for an ecosystem.

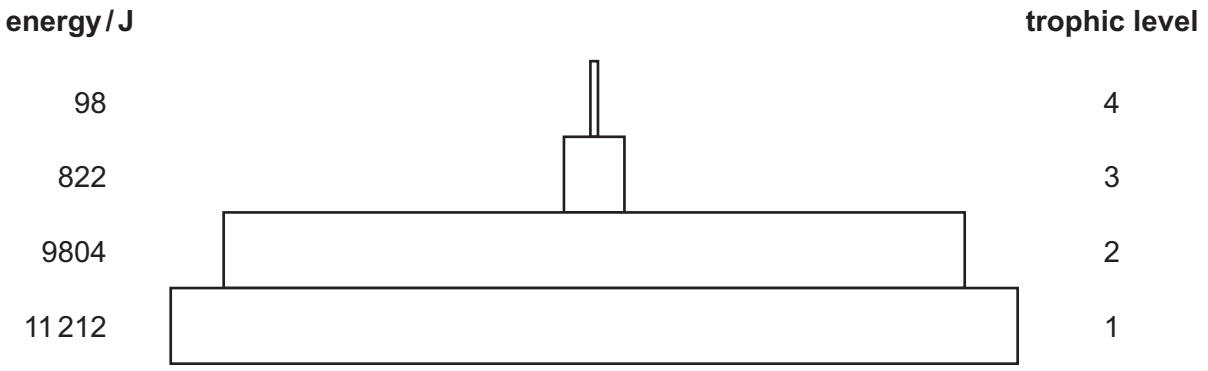


Fig. 1.1

(iii) State **two** reasons why the energy decreases between trophic levels 1 and 4, as shown in Fig. 1.1.

2. （2021·February/March 0610/42 Q6(b)） · 3 级

(a) Fig. 6.1 shows a food web.

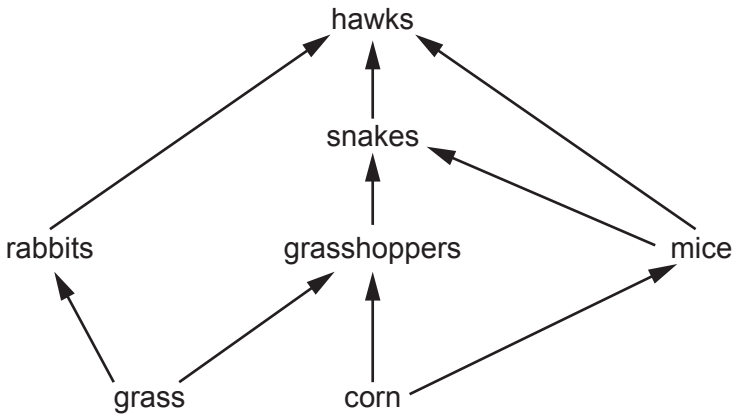


Fig. 6.1

(b) The total biomass of the snakes is much less than the total biomass of the mice in the food web shown in Fig. 6.1.

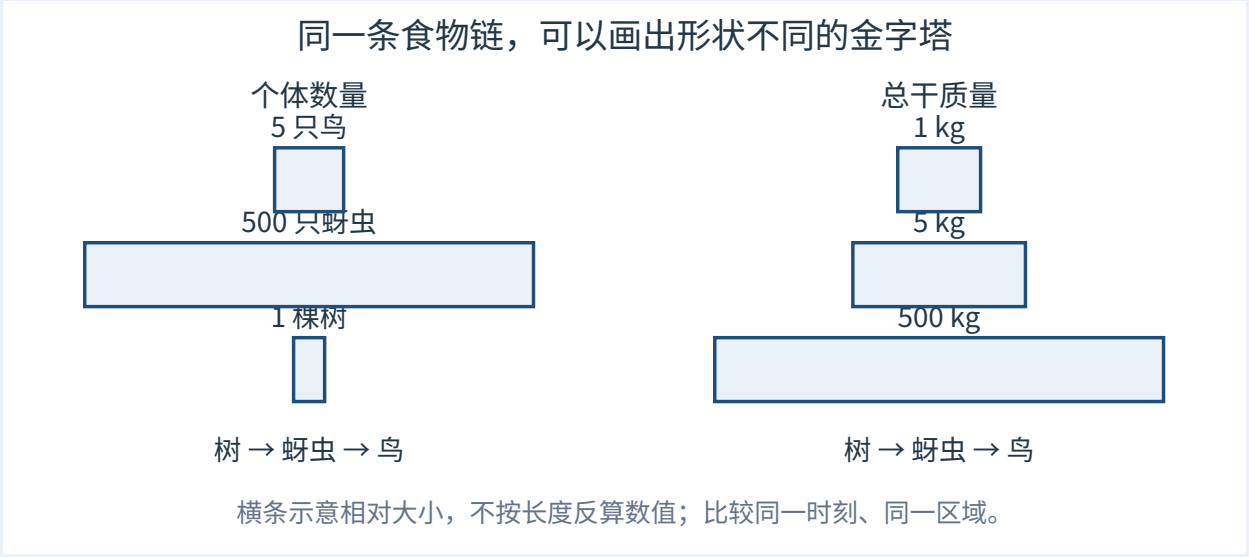
Explain why the total biomass of the snakes is less than the total biomass of the mice.

Use the term **energy** in your answer.

题型 2：按营养级的数量或生物量绘制生态金字塔

知识点 数量金字塔把每个营养级的个体数作为横条宽度，生产者放在底层。它数的是“一共有多少个”，没有把大树按体重折算成许多小树。一棵大树可以支持许多昆虫，因此数量金字塔的生产者层可能比消费者层窄。

生物量金字塔比较各层所有生物的有机物总量，常用总干质量表示。先对同一营养级的个体质量相加，不能只比较一只鸟与一只昆虫谁重。测干质量能减少含水量不同造成的干扰。各层应使用相同面积、相同时间点和相同单位。



相同食物链按个体数与总干质量计量可得到不同层宽。

例如，示意食物链是一棵树→许多蚜虫→少量鸟。按数量画时，树层很窄、蚜虫层很宽；按总干质量画时，一棵树的质量仍可能超过全部蚜虫。先读纵向的营养级，再按题中要求的量决定每层宽度，不能见到金字塔就强行画成相同三角形。

能量金字塔还多了“在一定时间内传递的能量”这一限定，比较相同面积与时段时，逐级传递存在损耗。生物量是某时刻的存量；水生生态系统中，生产者更新很快时，其现存生物量可能小于消费者，不能据此说能量也逆向增加。

比较三种图的优点，要说明它解决了哪一种遗漏。数量金字塔不考虑个体大小，一棵大树与一只蚜虫都只算一个；总干质量把同层生物的大小合并进去，因此生物量金字塔通常更能表示可供取食的有机物总量。能量金字塔进一步按单位面积、一定时间内的能量计量，能体现生物的生产和更新。

理解示范：浮游植物不断繁殖，也不断被吃掉，某一时刻留下的总干质量可能很小。若只在那一刻测生物量，就看不到这段时间里先后生产、又传给消费者的全部能量；按相同面积和时段作能量金字塔，可以把这种更新计入。因此不能从倒置的现存生物量图推断能量由少变多，也不能只用个体数判断哪层提供的能量最多。

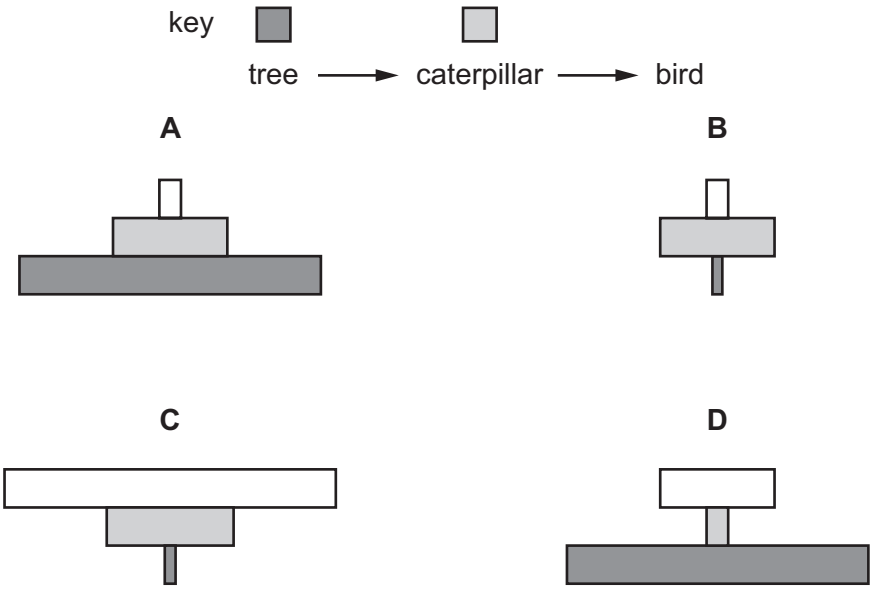
数量金字塔数 _____；生物量金字塔比较同层生物的 _____。

答案：个体数量；总干质量

怎么认 先看题目写 number、biomass 还是 energy，再固定区域、时间与单位。沿食物链确定层次后，按该计量逐层比较。

例题 1 （2024·October/November 0610/12 Q39） · 2 级

Which diagram shows a pyramid of biomass for the food chain shown?



解：先确认题目要求 pyramid of biomass，即生物量金字塔。食物链为 tree → caterpillar → bird，因此底层必须是树，中层为毛虫，顶层为鸟。

在这条陆地食物链中，生产者树的总生物量最大，毛虫层较小，鸟层更小。图 A 同时给出正确层次和逐级变窄的生物量，故选 A。

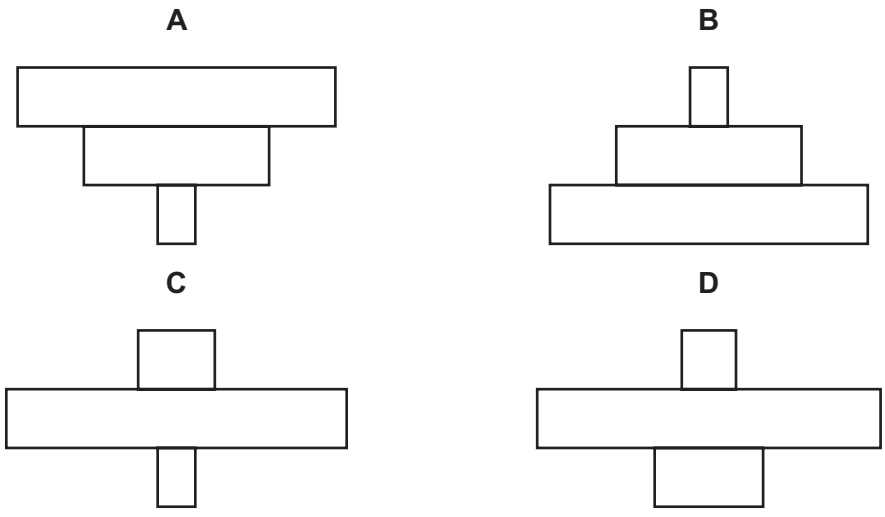
图 B 底部树层很窄，容易让人想到“一棵树养许多毛虫”的数量金字塔，但本题比较的是质量。一棵树个体数虽少，质量仍可能远大于许多小毛虫。

例题 2 （2025·October/November 0610/12 Q33） · 2 级

In a greenhouse there were many aphids feeding on 10 tomato plants.

A population of 20 ladybirds, which are a predator of aphids, was introduced into the greenhouse.

Which pyramid of numbers correctly represents this food chain?



解：先写食物链：番茄植株 → 蚜虫 → 瓢虫。题目问数量金字塔，每层横条宽度对应个体数，不能按一只动物有多大来画。

底层有 10 株番茄，数量较少，横条较窄。中层是许多蚜虫，应最宽。顶层有 20 只瓢虫，少于“许多蚜虫”，但多于 10 株番茄，因此顶层应比中层窄、比底层宽。

图 C 满足底层最窄、中层最宽、顶层居中的关系，故选 C。判断时把 10 和 20 也比较一次，可排除只大致画出中间鼓起、却把顶底宽度画反的选项。

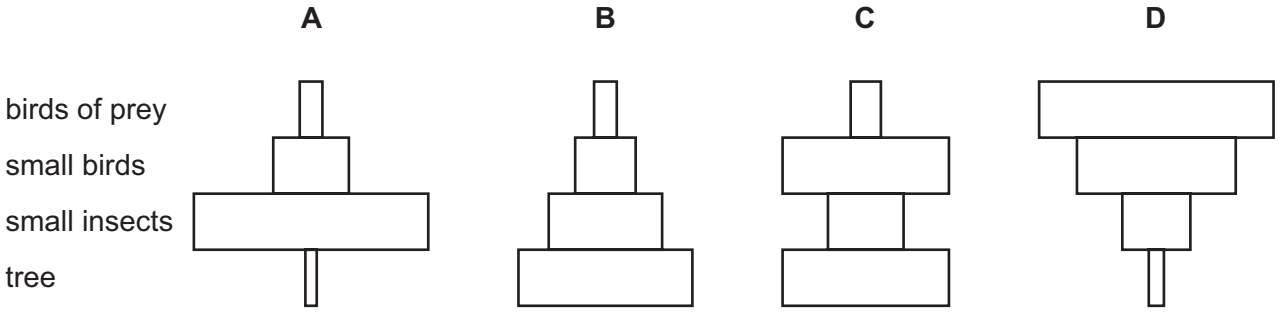
针对练习

1. （2024·October/November 0610/21 Q35） · 2 级

The diagram shows a food chain.

tree → small insects → small birds → birds of prey

What is the correct pyramid of numbers for this food chain?



2. （2024·February/March 0610/32 Q5(b)(i)） · 2 级

(b) A food chain from the food web is shown:

grass → rabbits → wolves

(i) Sketch the pyramid of biomass for this food chain.

Label the pyramid with the name of each species.

人类对生态系统的影响

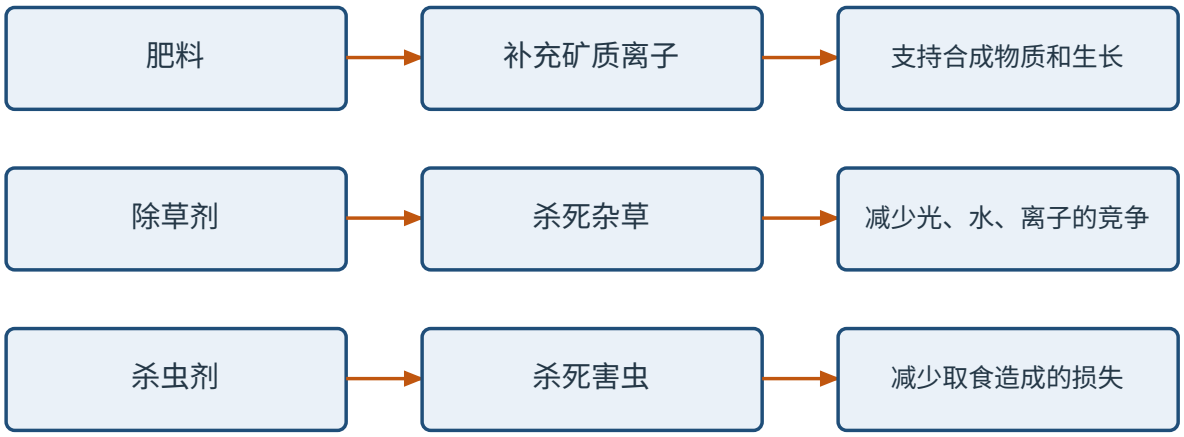
20.1 农业与生物保护

题型 1：比较农业措施对产量和生态的影响

知识点 农业措施会改变产量，也会改变生物之间的关系。机械能使较大面积的耕地得到有效耕作；选择育种使具有所需性状的个体繁殖，例如提高奶产量；除草剂杀死杂草，减少杂草与作物对光、水和矿质离子的竞争。因此，除草剂通常使作物受到的竞争 _____。

肥料与农药要分开。肥料提供硝酸盐等矿质离子，在这些离子不足时可支持蛋白质等物质的合成和生长；它不是代替光合作用给植物“喂食物”。杀虫剂针对害虫，减少害虫取食或损伤作物造成的产量损失；除草剂针对杂草，减少杂草与作物的竞争。

先辨别投入品，再解释它怎样影响作物



肥料提供矿质离子；除草剂与杀虫剂分别减少竞争者和害虫，三种措施的直接作用不同。

理解示范：叶片被大量害虫咬食，使用合适杀虫剂后的直接作用是害虫减少、叶片受损减少；若土壤缺乏硝酸盐，针对的措施则是适当补充含氮肥料。两种情形都可能增产，但原因不同。使用过量肥料可增加径流带来的水污染，杀虫剂也可能伤害非目标生物，应把产量优势与环境代价分别说明。

大面积只种一种作物称为单一栽培。物种种类减少会降低生物多样性；作物对同一病原体较易共同感染，一次病害可能影响整个田块。不能把“种得多”当成“物种多”，也不能把单一栽培当成降低病害风险的方法。

单一栽培的操作优势来自整片田的需求较一致：相同作物可采用相近的播种、施肥和收获时间，便于统一管理及机械化。正因为大片作物相似，同一害虫或病原体也可能影响较大范围。比较利弊时，一边写管理与生产效率，另一边写物种减少和共同受害的风险，不要让同一个理由在两栏中自相矛盾。

圈养时动物活动受限，用于肌肉运动的能量减少，更多摄入的能量可用于生长和生产动物产品。因此产量可能提高。但个体密集也可能加快传染病传播，排泄物集中会增加污染。问优势时选有利结果，问劣势时选不利结果。

同一项农业措施可以带来产量收益与生态代价

措施	直接作用	需注意的后果
除草剂	减少杂草竞争	杀伤非目标植物
单一栽培	大面积种一种作物	多样性下降、病害风险
限制家畜活动	运动消耗减少	密集饲养促进传染

分别解释产量变化与生态影响。

答案：减少

怎么认 先认措施，再写出直接作用：除草看竞争，选择育种看所需性状，单一栽培看多样性与共同感染，圈养看能量分配。最后按题目问的优势或劣势选择。

例题 1 （2025·May/June 0610/11 Q38） · 2 级

Some statements about food production are listed.

1 Agricultural machinery allows the efficient use of larger areas of land.

2 Herbicides increase the competition of crop plants with weeds.

3 Selective breeding improves production in livestock.

Which statements about how food production can be increased are correct?

A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 1 and 3 only **D** 2 and 3 only

解：逐条判断：1，机械能有效利用较大面积的土地，正确；2，除草剂去除杂草，使作物与杂草的竞争减少，原句却说增加，错误；3，选择育种可提高家畜所需性状的表现，改善产量，正确。因此只有 1 和 3 正确，故选 C。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q36） · 1 级

Which statement describes a disadvantage of growing crop plants as a monoculture?

A There is a decrease in biodiversity.

B There is a decrease in the chance of a disease destroying the crop.

C There is a decrease in the use of herbicides.

D There is a decrease in the use of insecticides.

2. （2025·May/June 0610/23 Q39） · 2 级

What is a **disadvantage** of large-scale monocultures of crop plants?

A a decrease in use of insecticides

B a decrease in fossil fuel emissions

C an increase in biodiversity

D an increase in risk of disease destroying the entire crop

3. （2025·May/June 0610/13 Q35） · 4 级

Two methods of livestock production are described.

method 1	Animals are kept in a small area and their movement is restricted.
method 2	Animals are allowed to move freely around a large area.

What is an **advantage** of method 1 compared with method 2?

A increased pollution

B increased consumption of food by animals

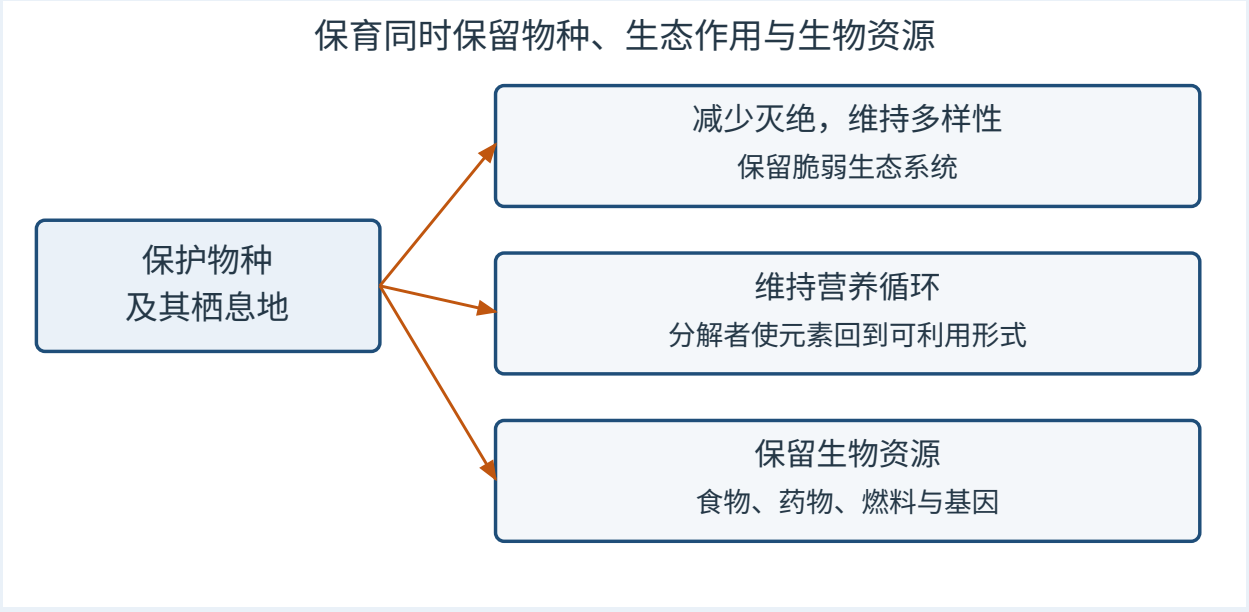
C increased rate of spread of infectious disease

D increased yield of animal product

题型 2：根据保护对象选择维持生物多样性的措施

知识点 在本教纲中，生物多样性 biodiversity 指一个区域中不同物种的数量。一个物种的个体很多，并不等于物种多。保护生物多样性既要保留物种，也要保留它们生活和繁殖所需的食物、庇护处及繁殖场所。

保育计划的理由不只是在名册上保留一个名称。它能维持或增加生物多样性、减少灭绝，并保护脆弱生态系统。分解者等生物参与营养循环，使有机残体中的元素重新进入可利用形式；多种生物也提供食物、药物、燃料，以及未来育种或研究可用的基因资源。



保护物种及其生境，既减少灭绝，也保留分解者等维持的营养循环和生物资源。

理解示范：若森林中的某种植物在尚未研究前就灭绝，不仅少了一个物种，也可能失去未来的药物或基因资源。保护其生境还能保留取食、传粉、分解等相互作用。因此解释保护理由时，应把“减少灭绝”连到具体生态作用或资源，而不是只重复“要保护环境”。

濒危动物数量过少时，人工圈养繁殖可增加数量；教育有助于减少猎捕和栖息地破坏。植物的种子可在种子库中储存，在需要时用于繁殖，保留种的遗传资源。保存濒危植物种子的方法是 _____。

保护措施要对应生物所缺少的生存或繁殖条件

保护对象	采取的措施	为什么有用
野生物种	保护栖息地	保留食物与繁殖场所
濒危动物	圈养繁殖	增加后代数量
濒危植物	种子库	保留可繁殖遗传材料
渔业种群	让幼鱼先繁殖	补充新一代个体

先确定保护对象，再选择能维持生存与繁殖的做法。

可持续利用要求采收后种群仍能补充。捕鱼时让幼鱼继续生长，待其有机会繁殖后再捕获较大的鱼，可使后代补充种群。较大的售价或较容易捕获，说明经济或操作上的好处，并不能解释种群为什么可持续。过度捕捞可能在个体繁殖前就将其移除。

答案：种子库

怎么认 题目给出保护对象时，将措施与作用对应：栖息地保留生活条件，圈养繁殖或种子库保留个体及遗传资源，限制捕鱼保留繁殖机会。可持续资源题要检查下一代能否得到补充。

例题 1 （2025·May/June 0610/22 Q39） · 2 级

When managing fish stocks as a **sustainable resource**, what is a reason for harvesting only the larger fish of a particular species?

A Larger fish are easier to harvest.

B Larger fish sell at a higher price.

C Smaller fish are eaten by predators.

D Smaller fish are too young to breed.

解：题目问的是鱼类资源的可持续利用。较小的鱼可能还未达到繁殖年龄，让它们留下并长大，便有机会先产生后代，补充种群。只捕较大的鱼可保留这种补充机会；售价和捕获难易不能解释可持续性，故选 D。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/11 Q39） · 1 级

What is one way endangered species can be conserved?

A growing monocultures

B overharvesting

C reducing biodiversity

D using seed banks

2. （2025·February/March 0610/12 Q39） · 2 级

Which methods of conservation are used to protect endangered species?

1 captive breeding programmes

2 education

3 habitat destruction

A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 1 and 3 only **D** 2 and 3 only

3. （2025·May/June 0610/13 Q37） · 2 级

Which practice helps to maintain biodiversity?

A improving crop yields by using herbicides

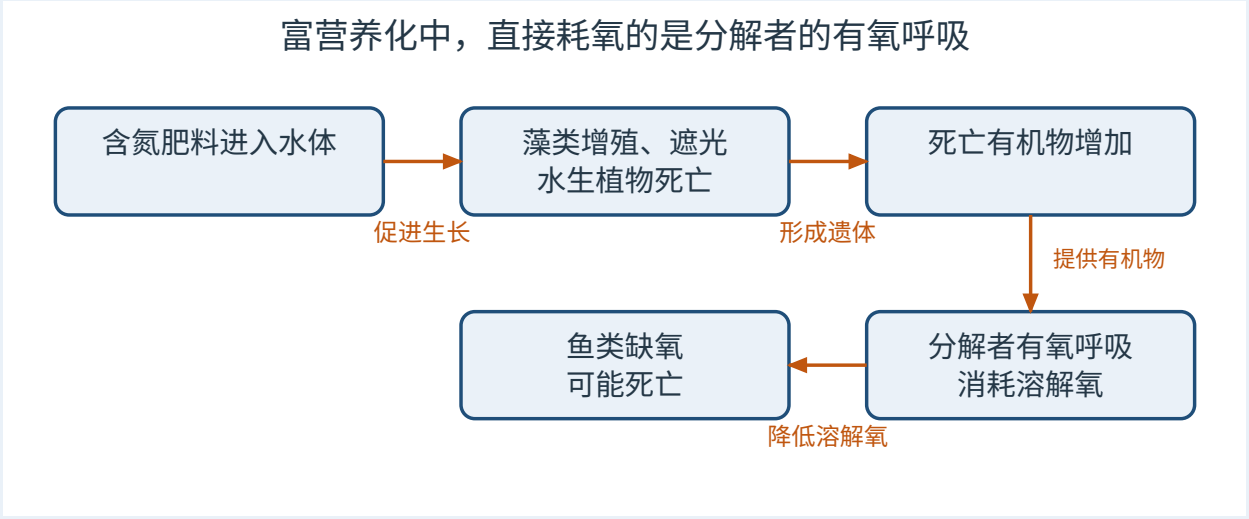
B increasing crop yields by using insecticides

C the protection of habitats

D the use of large-scale monocultures

题型 3：按分解耗氧过程解释富营养化

知识点 肥料中的硝酸盐等养分进入水体，会促进藻类大量生长。藻类遮光，使水生植物死亡；藻类和植物的遗体成为分解者的食物。细菌分解这些有机物时进行有氧呼吸，消耗水中溶解氧。缺氧使鱼等需氧生物难以维持呼吸，可能死亡。直接使氧浓度下降的关键过程是分解细菌的 _____。



从养分进入水体，一直解释到鱼缺氧。

未经处理的污水既可带来养分，也含较多可供分解的有机物，因此能直接增加分解细菌的耗氧量。不能将鱼死亡的主要原因写成“细菌把病传给鱼”，也不能认为藻类不呼吸，或不再进行光合作用。

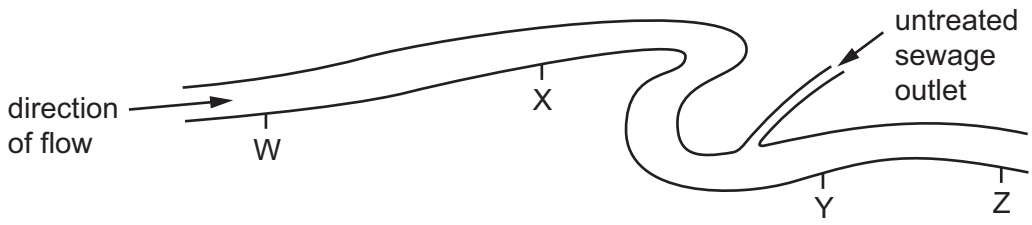
河流图要先沿流向找到排污口，再比较排污口上游与下游。上游尚未接到这股污水，下游接到污水后分解耗氧增加。读氧浓度曲线时，把各采样点依水流顺序放在横轴上，观察氧浓度在哪一段下降；只根据图中给出的区段判断，不自行添加后续恢复段。

答案：有氧呼吸

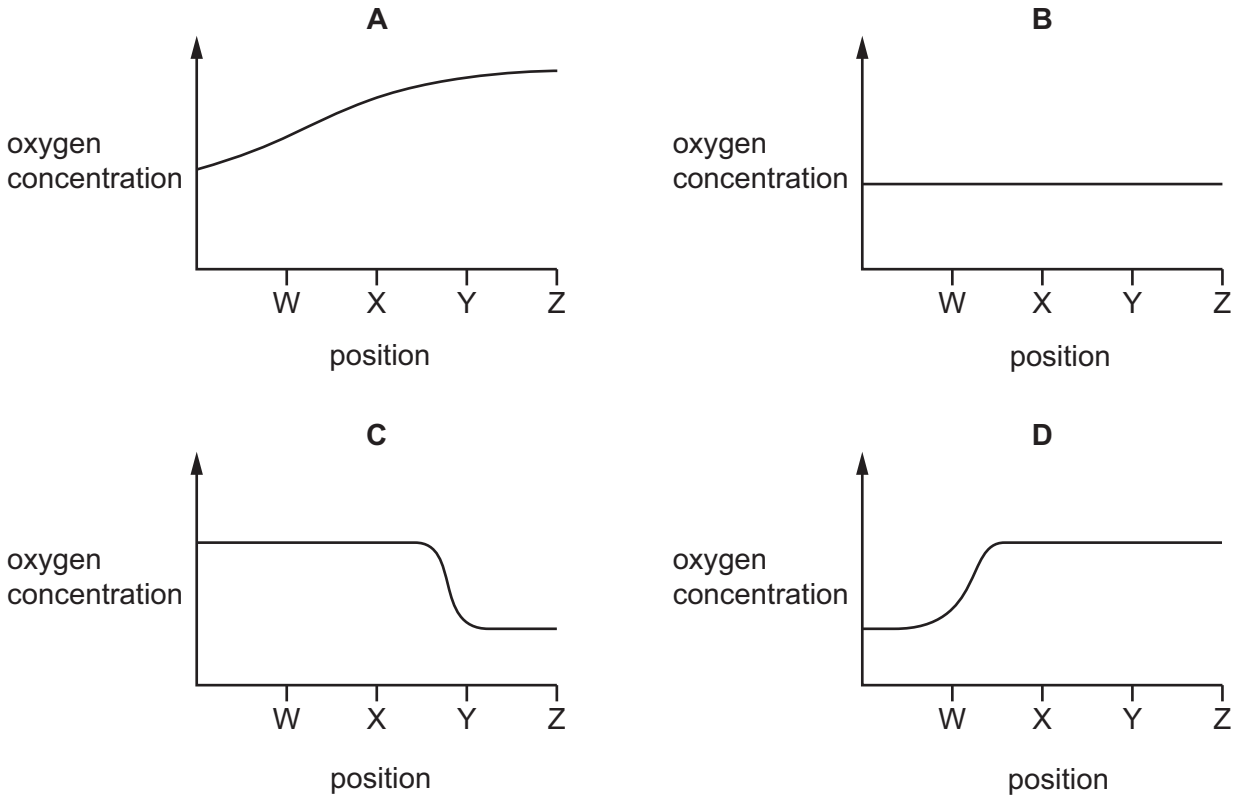
怎么认 先判断输入的是养分或有机污染物，再沿“分解者增多或活动增强—耗氧—氧浓度下降”解释。带河流图的题先定位排污口与流向，再将采样点和曲线下降段对应。

例题 1 （2025·May/June 0610/13 Q38） · 3 级

The diagram shows four positions on a river where water samples were taken.



Which graph shows oxygen concentrations in the river?



解：先按箭头确定水由 W 流向 X，再经过河弯流向 Y、Z。污水口位于 X 之后、Y 之前，因此 W、X 处尚未接到这股污水；到 Y 附近，污水中的有机物使分解细菌耗氧增加，氧浓度下降。应选在 X 与 Y 之间下降、Y 和 Z 处较低的曲线 C，故选 C。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/21 Q39） · 2 级

Which source of pollution can cause eutrophication?

A carbon dioxide

B methane

C non-biodegradable plastic

D sewage

2. （2025·February/March 0610/22 Q39） · 3 级

How does eutrophication lead to the death of fish?

A A sudden increase in the number of bacteria increases the spread of disease.

B Algae respire instead of photosynthesise.

C Decomposer bacteria lower the oxygen concentration in the water.

D Fertilisers reduce the availability of nitrates in the water.

题型 4：从资源补充与需求判断可持续利用措施

知识点 可持续利用某种生物资源，是在满足使用需要的同时，让资源及其生态条件能够长期维持。只问今年采到了多少，还不能判断是否可持续；还要看种群补充、栖息地与未来繁殖机会。

要知道措施是否有效，必须监测种群数量、繁殖补充和栖息地状况。监测若显示鱼群持续减少，管理者可据此降低配额、调整禁捕季节或保护区域；只说“每年都捕鱼”还不能证明补充赶得上移除。教育则让资源使用者理解幼鱼、繁殖季节和森林更新的作用，减少违法或过度利用，帮助规定真正得到执行。

渔业中，限制捕捞量能减少一次取走的个体；限制最小可捕尺寸、使用适当网眼，可让许多幼鱼留下长大；在繁殖季节或繁殖场所限制捕捞，可保护产生后代的机会。这些措施的生物学理由是让补充过程有机会进行，不是让所有鱼永远都不被捕。

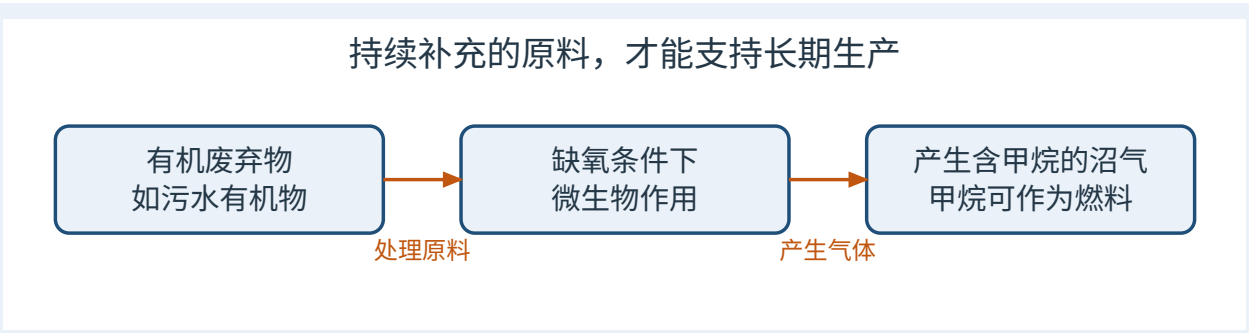
判断资源能否长期维持，要追踪补充与消耗

措施	被保护的过程	长期作用
保留幼鱼、限制捕捞量	生长与繁殖	补充种群
限制采伐并重新种植	树木更新	维持木材资源
保护原有栖息地	多物种生存繁殖	维持生物多样性
处理污水有机物	降低河中分解耗氧	减少水生态压力

可持续措施通过保护繁殖、更新或降低污染来支持长期资源维持。

森林资源可通过控制采伐量、选择性采伐、重新种植及保护未采伐区域来维持。采伐速度长期超过恢复速度，就会耗尽资源。重新种几棵树也不等于立即恢复原森林的全部物种和结构，因此还需要保护生境与生物多样性。

污水经过适当处理，可减少悬浮物和进入河流的有机负荷。向生物处理过程供氧，有助于微生物有氧分解有机物，降低排放后对河水溶解氧的消耗。另一种工艺让污水或其他有机废弃物在缺氧条件下被微生物处理，产生含甲烷的沼气；甲烷可以燃烧供能。这与前述供氧处理是不同过程。若原料持续补充，甲烷的产生速度至少赶得上使用速度，它就可以作为可持续的燃料来源；“可持续”并不表示燃烧时不释放二氧化碳。不同措施应对应资源减少或污染产生的实际环节。



有机废弃物经缺氧条件下的微生物过程可产生含甲烷的沼气。

可持续捕捞应保留鱼类先 _____、补充后代的机会。

答案：繁殖

怎么认 先问资源怎样恢复，再判断措施是否保留这种恢复机会；解释污水处理时，把有机物负荷与后续耗氧联系起来。

例题 1 （2024·February/March 0610/42 Q6(c)） · 3 级

(c) The oceans contain fish stocks that can be managed as a sustainable resource to provide food for humans.

(i) State what is meant by the term sustainable resource.

(ii) Fishing can be managed to promote the conservation of fish stocks.

Explain **one** way that fishing can be managed to conserve fish stocks.

解：(i) sustainable resource 指能长期维持的资源。解释时要给出补充与消耗的关系：资源的产生或补充速度至少能赶上取用速度，因而不会因持续过度使用而耗尽。只写“好资源”或“能用很久”还没有交代原因。

(ii) 可以选择一种明确措施并配上生物学理由。例如，在繁殖季节停止捕捞，让成鱼有机会繁殖，产生后代补充种群。

另一个完整配对是规定合适的最小网眼，使小鱼能够逃出，在以后长大繁殖。写措施时要说清它保护哪个过程；“限制捕鱼，因为可持续”只是重复问题。

一份足够具体的答案为：“繁殖季实行禁捕；鱼能先繁殖，后代补充被捕走的个体。”

针对练习

1. （2025·October/November 0610/11 Q38） · 1 级

Which statement describes a sustainable resource?

A a resource that does **not** require conserving

B a resource that is produced as rapidly as it is removed from the environment

C a resource that is produced using genetic modification

D a resource that results in habitat destruction when extracted from the environment

2. （2024·May/June 0610/31 Q6(e)） · 1 级

(e) Crop 3 is a type of tree that can be used for firewood.

Suggest how this resource can be managed sustainably.

3. （2024·May/June 0610/32 Q6(b)） · 2 级

(b) Many sewage treatment plants use bacteria in the process of cleaning sewage.

Some of these bacteria release methane as a waste product.

This methane can be burned as a source of energy for the sewage treatment plant.

Explain why the production and use of methane in this way is described as sustainable.

题型 5：比较人工授精与体外受精在繁育保护中的步骤

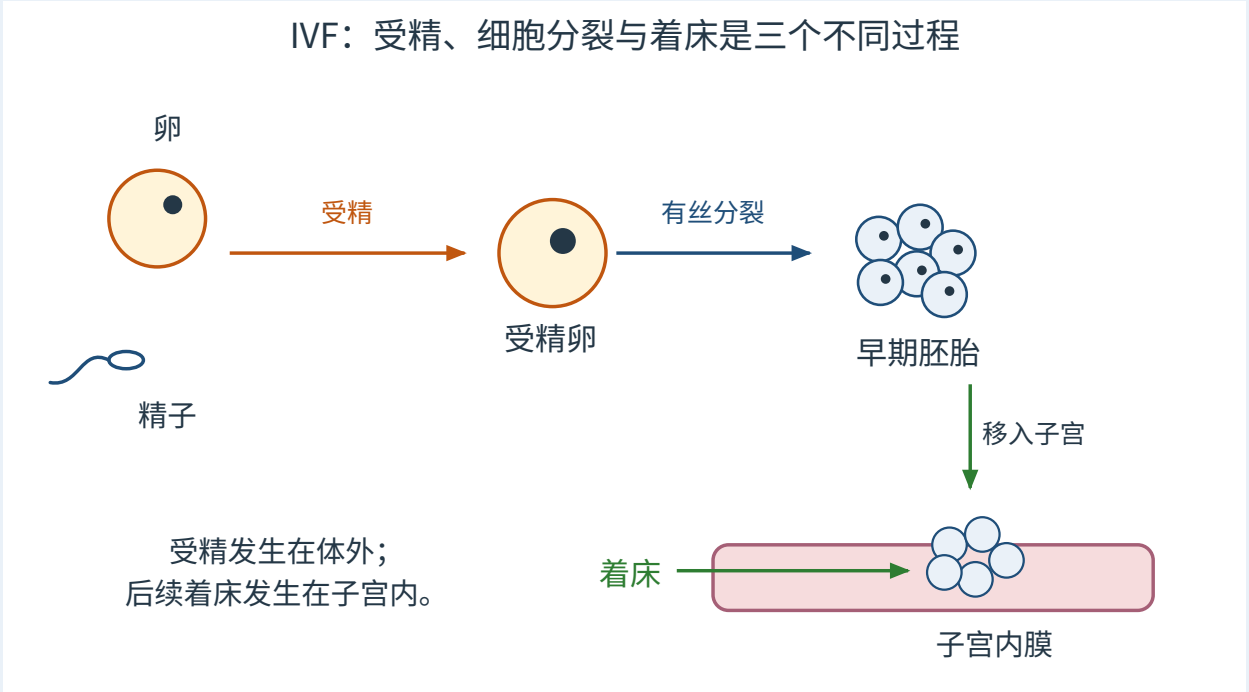
知识点 人工授精（artificial insemination，简称 AI）先从雄性收集精液，检查精子质量，必要时处理、浓缩或适当保存，再在雌性容易受孕的时期把精液送入生殖道，使精子有机会在体内与卵结合。精子被人为送入，并不表示受精一定发生在体外。

体外受精（in vitro fertilisation，简称 IVF）先取得卵细胞与精子，使二者在体外结合。精子与卵结合形成受精卵，受精卵经过有丝分裂形成早期胚胎。再将早期胚胎移入适当雌性的子宫；胚胎附着并嵌入子宫内膜的过程叫着床（implantation），随后才能正常继续妊娠。顺序是取得配子→体外受精→有丝分裂形成早期胚胎→移入子宫→着床；胚胎移入子宫这一操作与随后的着床是相连但不同的环节。

先比较受精发生在哪里

方法	人为转移的材料	受精的位置
人工授精	精液进入雌性生殖道	体内
体外受精	卵与精子在体外结合	体外
IVF 后的胚胎移植	早期胚胎移入子宫	受精已经发生

人工授精在体内受精，IVF 先在体外受精再转移胚胎。



体外形成受精卵，分裂为早期胚胎后移入子宫，胚胎随后着床于内膜。

在濒危动物的保育中，这些方法可能帮助增加繁殖机会或把不同地点个体的遗传材料结合起来。但数量增加并不等于遗传多样性一定增加。很小的种群可能因近亲繁殖而使有害隐性等位基因更容易形成纯合，因此还要重视繁殖个体的遗传差异与适合释放的生境。

人工授精中的受精通常发生在 _____；IVF 中的受精发生在 _____。

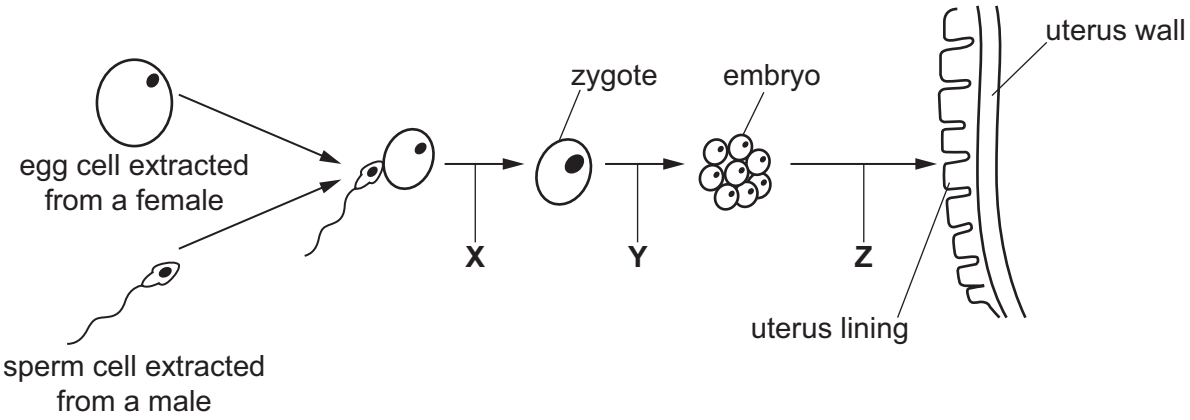
答案：体内；体外

怎么认　按受精发生的位置区分两种方法，再按卵、精子、受精卵和胚胎的阶段安排操作。

例题 1　(2025·October/November 0610/42 Q4(c))　· 2 级

(c) *In vitro* fertilisation (IVF) can be used in captive breeding programmes.

Fig. 4.3 shows some of the stages involved in IVF.



not to scale

Fig. 4.3

State the names of the processes occurring at **X**, **Y** and **Z** in Fig. 4.3.

X

Y

Z

解：不要把所有箭头都叫“发育”。先观察每一处箭头左右的对象发生了什么变化。

X 左侧是精子与卵，右侧形成一个受精卵（zygote），表示两种配子结合，所以 X 是 fertilisation（受精）。本题是 IVF，因此这一受精发生在体外。

Y 左侧的受精卵只有一个细胞，右侧的胚胎已有多个细胞，表示细胞连续分裂、数量增加，所以 Y 是 mitosis（有丝分裂）。

Z 将早期胚胎与子宫内膜相联系，要求的是胚胎附着并嵌入内膜的过程，填 implantation（着床）。把胚胎移入子宫是人为操作；图中问的生物过程是着床。

按 X、Y、Z 依次填写 fertilisation、mitosis、implantation。

例题 2　(2022·February/March 0610/42 Q2(b)(i))　· 3 级

(b) People can use artificial insemination (AI) or *in vitro* fertilisation (IVF) to increase their chance of becoming pregnant.

(i) Outline the process of artificial insemination.

解：人工授精帮助精子进入雌性生殖道，受精仍有机会在体内发生。先从雄性收集精液，检查并按需要处理或浓缩精子，以得到适于使用的材料。

再选择雌性容易受孕、接近排卵的适当时期，把精液或准备好的精子送入生殖道，例如子宫内，使精子有机会到达卵所在的位置。

本题可写三个操作要点：“从雄性收集精液；处理或浓缩其中的精子；在适当受孕时期把精子送入雌性生殖道。”重点是被转移的材料为精子，而不是先在体外培育好的胚胎。

人工授精不等于保证受精成功，也不等于直接把一个受精卵放进子宫。

针对练习

1. （2024·February/March 0610/22 Q39） · 2 级

When *in vitro* fertilisation (IVF) is used in captive breeding programmes, these processes occur.

1 The egg cell is fertilised.

2 The egg cell is removed from an ovary.

3 The embryo is implanted into the uterus.

4 The sperm cells are added.

In which order do these processes occur?

A 2 → 3 → 4 → 1

B 2 → 4 → 1 → 3

C 4 → 1 → 2 → 3

D 4 → 3 → 2 → 1

2. （2024·May/June 0610/43 Q6(d)(ii)） · 3 级

(ii) Conservation programmes for other endangered animals, such as birds, use artificial insemination as part of a captive breeding programme.

Describe how artificial insemination is carried out as part of a captive breeding programme.

3. （2022·February/March 0610/42 Q2(b)(ii)） · 3 级

(b) People can use artificial insemination (AI) or *in vitro* fertilisation (IVF) to increase their chance of becoming pregnant.

(ii) Outline how the process of *in vitro* fertilisation (IVF) differs from artificial insemination (AI).

20.2 毁林的影响

题型 1：沿毁林因果链判断环境变化

知识点 栖息地被破坏，常是因为人把土地改作住房、农业或资源开采。森林可能被清除以建立农田、牧场、道路或住宅，也可能因获取木材、矿产等资源而受损。先写清土地用途或资源需求，再解释生物失去的条件；不能把毁林只写成没有原因的一次自然事件。

大雨落在有森林的地面上时，一部分雨水先被树叶和枝条截留，根系帮助固定土壤，植被与地表枯落物还能减缓水流。树木被大量移除后，这些作用减弱，雨水更容易带走表层土壤，并更快形成流向河流的地表径流。因此，毁林通常增加土壤流失和洪涝风险。

土壤流失带走较肥沃的表层，留下的土壤不利于作物生长。判断“毁林会减少洪水”一类说法时，应从截留雨水、根系固定土壤和径流三处解释，不能把“树少了”直接当成河水必定减少。

树叶通过气孔散失水蒸气，形成蒸腾。树木和叶片减少，整片区域的蒸腾通常减少。于是，同一次毁林可以同时造成土壤流失增加、洪涝风险增加、蒸腾减少；三个变化不需要具有相同方向。

同一场毁林的三个直接后果，可以有不同变化方向

树木原有作用	毁林后的变化	对应结果
根固定土壤	固定作用减弱	土壤流失增加
枝叶截留雨水	地表径流更快	洪涝风险增加
叶片蒸腾	叶片总量减少	区域蒸腾减少
光合作用吸收 CO_2	光合吸收减少	大气 CO_2 趋增

每一列分别判断，毁林的多个结果不必同方向。

树木是食物网中的生产者，也为其他生物提供栖息地。例如，树叶被草食昆虫吃，昆虫又被食虫鸟吃。移除树木，先使昆虫可利用的树叶减少；昆虫减少，又使鸟的食物减少。树木的枝干和树洞也随之丧失，依赖它们生活的生物失去栖息地。这样，毁林会破坏当地食物网，常使生物多样性下降。

光合作用把空气中的二氧化碳固定进植物的有机物，树木越少，原来由这些树木完成的二氧化碳吸收就越少。被砍下的木材若燃烧，储存的碳转成二氧化碳；若木材腐烂，分解者的呼吸也会释放二氧化碳。一边是吸收减少，一边可能是释放增加，两条链都可使大气二氧化碳水平上升。

比较选项时，把每一项后果分别接回原因。没有根系保护，土壤流失趋于 _____；叶片减少，蒸腾趋于 _____。

答案：增加；减少

怎么认 把毁林分别联系根系与土壤、雨水与径流、叶片与蒸腾、栖息地与食物网、光合作用与碳。逐列判断增加或减少，再选择全部后果都相符的一行。

例题 1 （2024·October/November 0610/21 Q39） · 3 级

How will these natural processes be affected by deforestation?

	flooding	loss of soil	transpiration
A	decreased	decreased	increased
B	decreased	increased	decreased
C	increased	decreased	increased
D	increased	increased	decreased

解： 按表格三列分别判断。树木移除后，枝叶截留雨水和根系吸水等作用减弱，地表径流增多、加快，洪涝风险增加。根系固定土壤的作用减弱，雨水更容易冲走土壤，土壤流失增加。树木和叶片减少，则区域的蒸腾减少。 因此 flooding 为 increased，loss of soil 为 increased，transpiration 为 decreased，三列同时符合 D，故选 D。

针对练习

1. （2026·February/March 0610/22 Q38） · 2 级

Deforestation can have a negative impact on the environment.

Which statement about the negative impact of deforestation is correct?

A It decreases the levels of carbon dioxide, which can lead to reduced rates of photosynthesis.

B It decreases the amount of water flowing in local rivers, so there is less flooding.

C It leads to soil loss, so there is less fertile soil for the growth of crops in the area.

D It provides less land for the extraction of natural resources.

2. （2025·February/March 0610/12 Q37） · 3 级

What are the effects of deforestation on the environment?

	decreased flooding	destruction of local food webs	increased carbon dioxide levels in atmosphere
A	✓	✗	✗
B	✗	✗	✓
C	✓	✓	✗
D	✗	✓	✓

key

✓ = yes

✗ = no

20.3 塑料污染与气候变化

题型 1：联系食物链解释塑料污染对生物的影响

知识点 许多常见塑料不容易被分解者生物降解，进入环境后可长期积累。它们可能逐渐破碎成小颗粒，但“碎成小块”并不等于已经变成无害、可循环利用的简单物质。

较大的塑料绳、网或环可缠住动物，使其难以游动、取食或呼吸。动物也可能误食塑料；塑料占据或阻塞消化道，使真实食物摄入与吸收受到影响。解释危害时要把物体怎样作用于动物写出来，不能只写“污染很严重”。

同一类塑料污染，分清物体造成伤害的途径

塑料形态／去向	直接影响	可能后果
绳网缠住身体	运动或呼吸受阻	难以取食或死亡
被误当成食物吞下	占据／阻塞消化道	营养摄入减少
小颗粒被小动物摄入	捕食使颗粒转移	消费者也可能接触

缠绕、误食与沿食物链转移通过不同机制影响动物。

小塑料颗粒可被低营养级生物摄入，再随着捕食转移给消费者。沿图中食物→取食者的方向追踪即可。但某物质能沿食物链转移，并不自动证明它在每一个更高营养级都有更高浓度；只有题目给出相应积累条件或数据时，才能作这种判断。

塑料被分解者分解得很慢，会在环境中 _____；缠绕与误食是两条不同的伤害途径。

答案：积累

怎么认 题目问 plastic pollution 时，先判断缠绕、误食、阻塞还是食物链转移，再说明对运动、取食或存活的具体影响。

例题 1 （2025·February/March 0610/42 Q6(b)(ii)） · 3 级

(b) Phytoplankton are producers found in the ocean. Phytoplankton absorb microplastics into their cells.

(ii) Fig. 6.2 shows a shearwater bird.

Shearwater birds feed on fish in the ocean.



Fig. 6.2

Suggest how microplastics can end up in consumers such as shearwater birds.

解：先从食物链底部找到微塑料进入生物的起点。浮游植物吸收或摄入小塑料颗粒后，塑料存在于这些生物中。

鱼取食浮游植物，会一同摄入其中的塑料；鸟再取食鱼，鱼体内的塑料也可能转移到鸟体内。这样就能解释鸟并非必须直接吞下大块塑料，也会通过食物接触微塑料。

许多塑料不易被生物降解，会较长时间留在环境或食物相关系统中。可将答案写为“浮游植物摄入微塑料→鱼吃浮游植物→鸟吃鱼，塑料随取食转移”。题中没有要求比较各级浓度，不能据此额外断言每一级浓度必然升高。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q38） · 2 级

Which statement about non-biodegradable plastics in aquatic environments is correct?

A As non-biodegradable plastics decompose in aquatic environments, they release carbon dioxide.

B Extremely small fragments of non-biodegradable plastics can move up the food chain.

C Non-biodegradable plastics in aquatic environments cause an increase in the growth of producers.

D Non-biodegradable plastics in aquatic environments decompose quickly.

2. （2024·February/March 0610/32 Q6(b)） · 3 级

(b) Fig. 6.2 shows plastic pollution in an ocean.



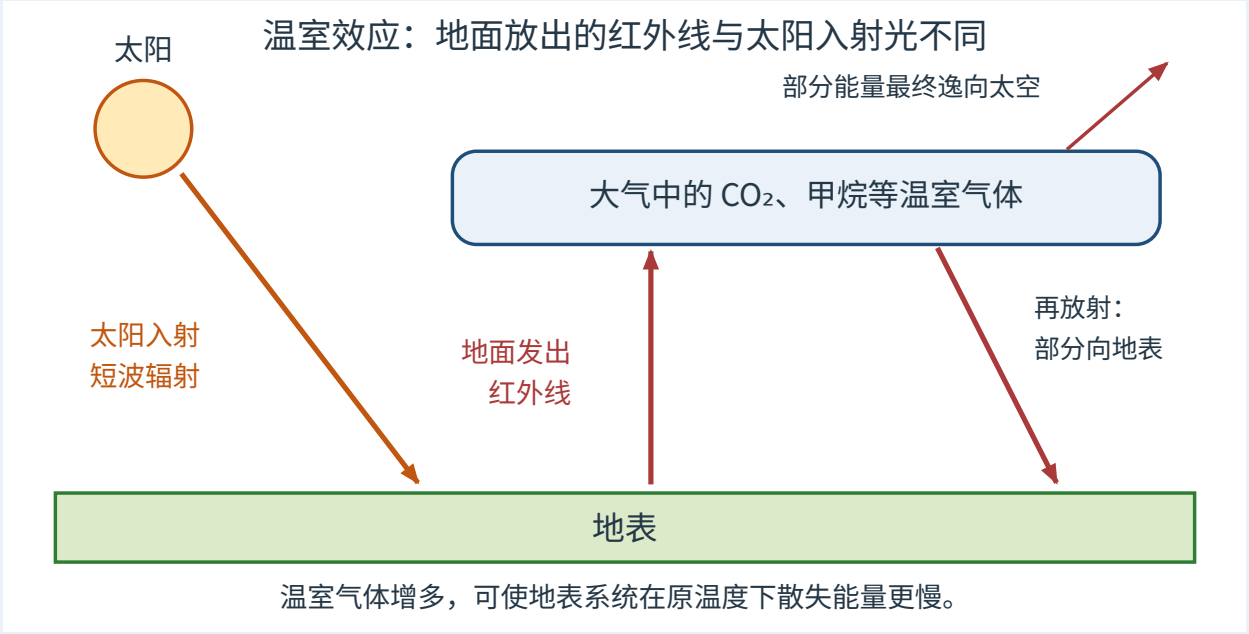
Fig. 6.2

Describe the effects of plastic pollution on organisms in the oceans.

题型 2：沿温室气体增加解释增强温室效应和气候变化

知识点 太阳的入射辐射使地表吸收能量、温度升高。温暖的地表又向外发出红外线。二氧化碳和甲烷等温室气体能够吸收其中一部分红外线，再向各个方向放射，其中有一部分回到地表方向，减慢能量向外散失。

自然温室效应使地球保持适于许多生物生活的温度。若人类活动使大气中温室气体含量增加，这种作用增强，可推动平均温度上升。它与“臭氧层出现空洞”是不同机制，不能把两者名称互换。

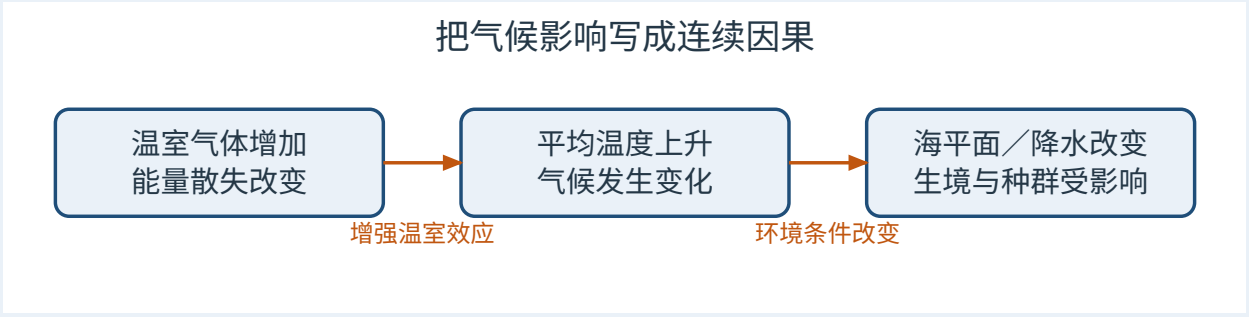


地表吸收入射能量后发出红外线，温室气体吸收并向各方向再放射。

燃烧化石燃料把原先储存在燃料中的碳转成二氧化碳。毁林减少树木光合吸收，木材燃烧或分解又可能释放二氧化碳。畜牧等活动还可能增加甲烷排放。作答时应把具体活动接到具体气体及其吸收红外线的作用。

例如，题目问燃煤怎样影响气候，可写：燃煤释放更多二氧化碳→大气吸收更多地面放出的红外线→减慢能量散失，增强温室效应。不要写成二氧化碳主要把太阳光反射回地面。

平均温度上升还可能改变降水与极端天气的发生风险；陆地冰融化和海水受热膨胀可抬升海平面。这些变化会改变或破坏生境，使部分物种迁移、种群减少，甚至面临灭绝。答后果题时，写出“温室气体增加→变暖／气候变化→具体环境或生物后果”的完整链条。



温室气体增加可经变暖与气候变化，进一步影响生境和种群。

地面向外发出的热辐射主要为 _____；二氧化碳与甲烷是 _____ 气体。

答案：红外线；温室

怎么认　分清太阳到地面的入射辐射与地面向外的红外线，再追踪哪种气体、哪个人类活动改变了能量散失。

例题 1　（2025·October/November 0610/31 Q8(b)）　· 2 级

(b) Complete the sentences about the atmosphere.

Combustion of fossil fuels ..... the concentration of carbon dioxide in the atmosphere.

This causes an ..... greenhouse effect and leads to ..... .

Another gas that has a similar effect on the atmosphere to carbon dioxide is ..... .

解：按前后因果关系填空：相关人类活动使大气中的二氧化碳含量增加，因此第一空填 increases。
更多温室气体使温室效应增强，第二空填 enhanced。增强温室效应可导致 global warming（全球变暖），也可联系 climate change（气候变化），对应第三空。
最后一空要求另一种温室气体，可填 methane（甲烷）。不要把氧气或氮气填进去：它们在大气中常见，并不等于它们在本题中属于主要温室气体。
完整链条为：二氧化碳增加→增强温室效应→全球变暖／气候变化；甲烷也能产生温室作用。

针对练习

1.　（2024·May/June 0610/13 Q38）　· 1 级

Which two gases enhance the greenhouse effect?

A　carbon dioxide and methane

B　carbon dioxide and nitrogen

C　methane and oxygen

D　nitrogen and oxygen

2.　（2024·February/March 0610/32 Q6(a)(iv)）　· 3 级

(iv) The combustion of plastics releases carbon dioxide gas into the atmosphere.

Describe the consequences of releasing this carbon dioxide gas into the atmosphere.

生物技术与基因修饰

21.1 利用微生物与改变性状

题型 1：根据繁殖速率和合成能力选择生物技术菌株

知识点　生物技术利用生物或其产生的物质来制造产品。细菌能合成蛋白质等复杂分子；在适宜条件下又能迅速繁殖，使生产这些物质的细胞数量很快增加。这两个特点有利于较快获得较多产品。

与操纵、饲养复杂动物相比，培养和改变细菌通常涉及较少伦理顾虑。细菌中的质粒又可作为基因载体，与快速繁殖、能制造复杂分子这两点一起，使细菌便于用于生物技术。这里说“较少”，不是声称所有使用细菌的方式都没有任何伦理或环境问题。

选择菌株时要同时检查繁殖速率和合成能力。表中若分别列出每小时分裂次数与合成能力，先找合成能力高的菌株，再比较它们的繁殖速率；两项都适合的菌株更有利。每小时分裂次数越大，表示繁殖越 _____。

选择能高效合成产品、又繁殖较快的菌株

菌株	合成能力	每小时分裂次数
B	高	0.5
D	高	3.0

先检查合成能力，再在合适菌株中比较繁殖速度。

细菌有细胞壁是结构特点，不能单凭这一点说明适合生产所需产品；繁殖慢也不是提高产量的理由。有些细菌抗生素耐药，有些不耐药，不能将耐药当成所有细菌共有的生产优势。质粒可携带所需基因，因而常用于基因修饰。

答案：快

怎么认 问细菌为什么有用时，找快速繁殖与合成所需复杂分子。表格比较必须同时满足两个指标，不能只凭最快或只凭合成能力高就选。

例题 1 （2025·May/June 0610/11 Q40） · 2 级

The table shows the features of four different types of bacteria.

Which type of bacteria would be the **most** useful to use for biotechnology?

	reproduction rate / number of cell divisions per hour	ability to make complex molecules
A	3.0	low
B	0.5	high
C	1.0	low
D	3.0	high

解：先检查合成能力：B 和 D 均为 high，A 和 C 为 low。再比较 B、D 的繁殖速率：B 每小时 0.5 次，D 每小时 3.0 次，D 更快。D 同时具有高合成能力和快繁殖速率，故选 D。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/12 Q40） · 1 级

Why are bacteria useful in biotechnology and genetic modification?

A They can cause decomposition.

B They can make complex molecules.

C They have a cell wall.

D They have a slow reproduction rate.

2. （2025·May/June 0610/12 Q38） · 2 级

Why are bacteria useful in biotechnology and genetic modification?

1 They can make complex molecules.

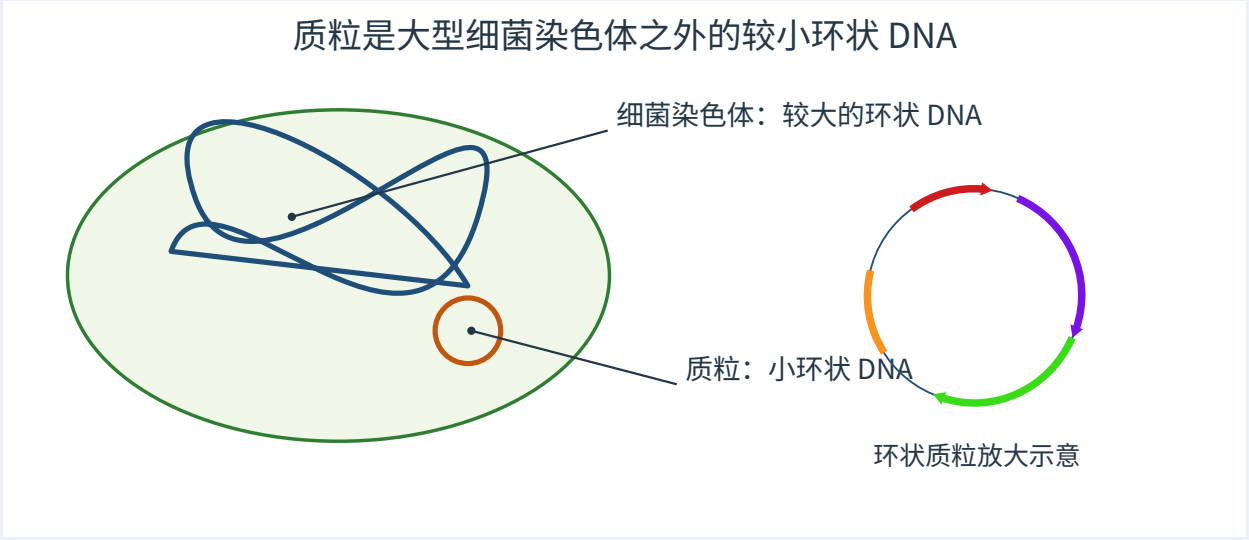
2 They have a rapid reproduction rate.

3 They have cell walls.

A 1, 2 and 3 **B** 1 and 2 only **C** 1 and 3 only **D** 2 and 3 only

题型 2：利用互补黏性末端与质粒解释基因修饰步骤

知识点 细菌细胞内的大型环状染色体含有许多基因。质粒是染色体之外较小的环状 DNA，可以作为载体把所需基因送入细菌。细胞图中要沿标线找真正指向的小环，不能把核糖体小点或大型染色体误作质粒。携带外来基因的小型环状载体叫 _____。

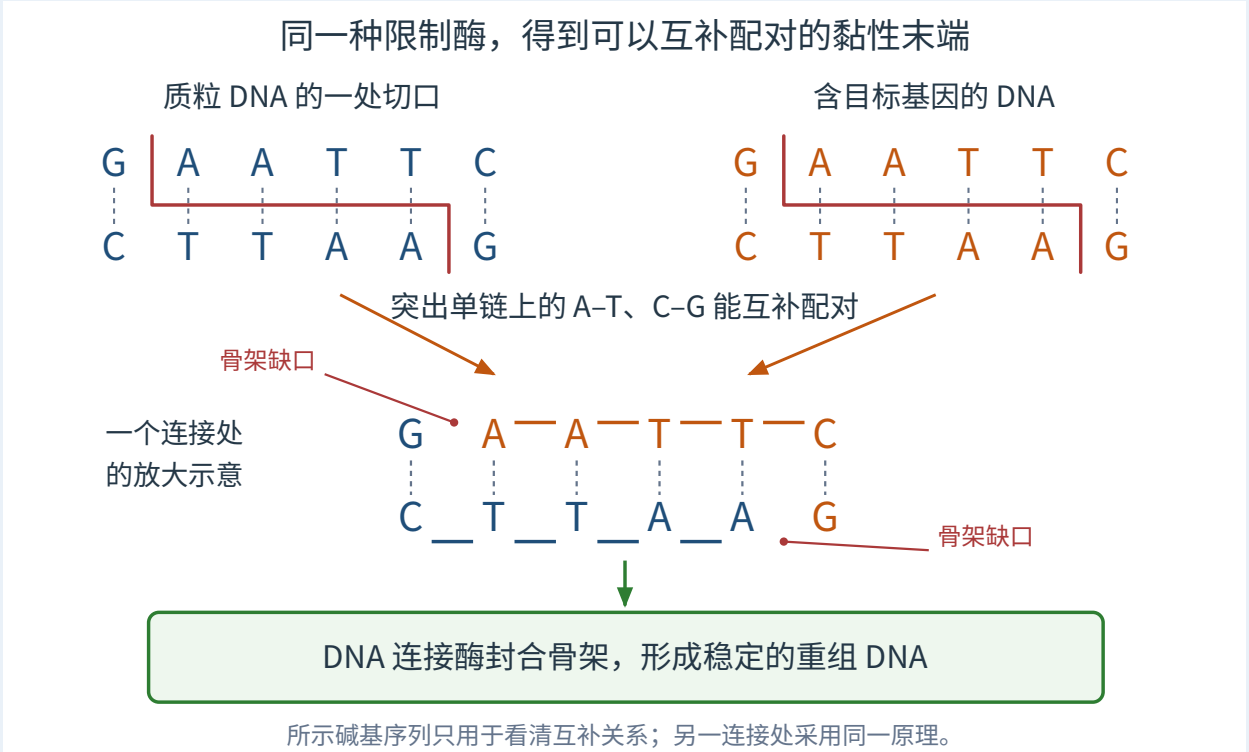


小环是质粒；较大缠绕的环状 DNA 是细菌染色体。

制造人胰岛素时，先用限制酶取得人胰岛素基因，并切开质粒；再将基因放入切口，用 DNA 连接酶连接，得到含外来基因的重组质粒。将重组质粒导入细菌后，让这些细菌繁殖并表达基因，制造胰岛素。

为什么取得的基因能与切开的质粒接在一起？本过程选用能产生黏性末端 **sticky ends** 的限制酶。DNA 的两条链被错开切断后，一端留下短的突出单链。DNA 中 A 与 T、C 与 G 互补配对；突出部分若互补，就能先相互配对。

用同一种限制酶处理含目标基因的 DNA 和质粒，可以得到相互匹配的黏性末端。下图只放大一个连接处，看蓝色质粒的突出碱基如何与橙色目标片段互补；另一端也需要正确连接。并非所有限制酶都形成黏性末端，这里讨论的是题目指定的这一重组方法。

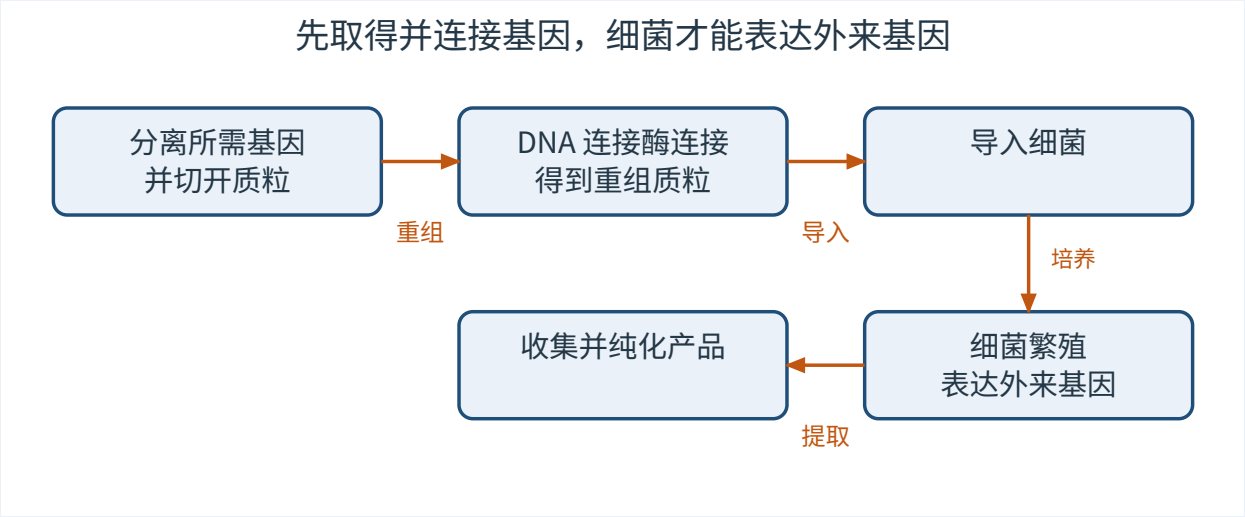


所示碱基序列只用于看清互补关系；另一连接处采用同一原理。

仅放大一个连接处；蓝色表示质粒片段，橙色表示目标基因片段。相配的突出碱基先配对，连接酶再封合骨架。

完整理解示范：已知质粒一端的突出碱基按配对方向是 T T A A，目标片段相对的一端是 A A T T。逐个检查得到 T–A、T–A、A–T、A–T，四处均能配对，所以两片段的末端能对齐。若对应位置不能互补，就不能按这条路线正确配对。

末端先配对，还不等于骨架已经稳定连成一体。**DNA 连接酶 DNA ligase** 封合相邻片段的骨架缺口，形成重组 DNA；限制酶负责切，连接酶负责连接。问“为什么用同一种限制酶”，答为了产生互补黏性末端；问“哪种酶把片段连接”，才答 DNA 连接酶。最后仍要把重组质粒导入细菌，让细菌繁殖并表达人基因，才能得到人蛋白质。



每一步为下一步准备必要材料。

排序时按前后依赖关系判断：没有取得基因，不能先把它插入质粒；没有重组质粒，不能先导入重组质粒；细菌得到该基因后才能据此制造人胰岛素。题目可能只列出其中几步，只给所列步骤排序，不能因为省略了连接等步骤而改变已列步骤的先后。

答案：质粒

怎么认 结构题找小型独立 DNA 环。排序题先用动词定位：切或分离—插入并连接—导入细菌—细菌增殖并表达。最后把题内编号代回这个顺序。

例题 1 （2025·May/June 0610/23 Q40） · 3 级

Some processes involved in the production of human insulin by genetic modification are listed.

1 insertion of the human insulin gene DNA into a cut bacterial plasmid

2 bacteria containing recombinant plasmids multiply and make human insulin

3 human insulin gene DNA is isolated using restriction enzymes

4 recombinant plasmids are inserted into bacteria

What is the sequence of these processes in genetic modification?

A 1 → 3 → 2 → 4

B 1 → 4 → 3 → 2

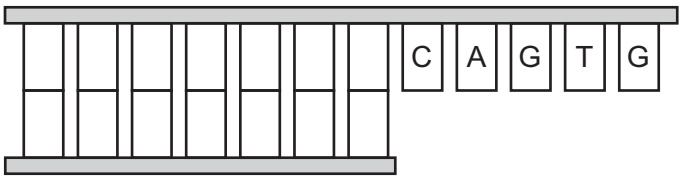
C 3 → 1 → 4 → 2

D 3 → 2 → 1 → 4

解：先从人 DNA 中分离胰岛素基因，是步骤 3；将这个基因放入已切开的细菌质粒，是步骤 1；再把重组质粒导入细菌，是步骤 4；最后细菌繁殖并制造胰岛素，是步骤 2。因此顺序为 3→1→4→2，故选 C。

例题 2 （2024·May/June 0610/21 Q7） · 2 级

The diagram shows the sticky end of the DNA of a plasmid that has been cut by a restriction enzyme. The unpaired bases are labelled.



What is the correct sequence of the missing bases?

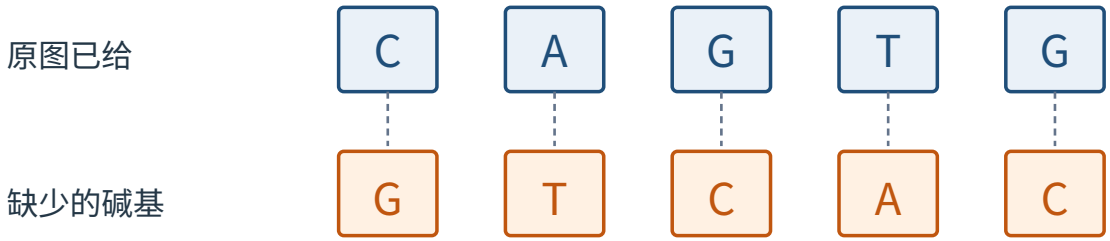
A CAGTG **B** GTGAC **C** GTCAC **D** CACTG

解：先读原图。限制酶已切开质粒，一端留下五个未配对碱基。沿图从左到右读，已给的是 C、A、G、T、G；题目要求缺少的另一链碱基，不是把已给序列原样再写一次。

逐个配对。C 对 G，A 对 T，G 对 C，T 对 A，最后一个 G 对 C。把补出的碱基仍按原图从左到右排列，得到 G、T、C、A、C，即 GTCAC，选 C。

选项 A 的 CAGTG 是照抄已给链；B 的 GTGAC 与 D 的 CACTG 都不能在每一个对应位置满足 A–T、C–G 的配对规则。作这种题时，应以图中位置为准，逐个检查正对着的碱基，不能把它们的先后顺序弄乱。

按原图从左到右，逐个写出互补碱基



每一对都是 C–G 或 A–T；应补的序列为 GTCAC。

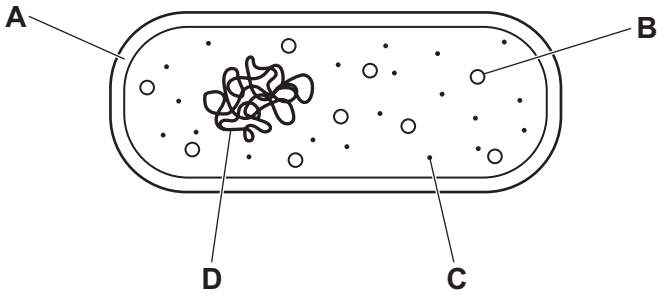
按原图的五个位置逐一补出互补碱基，完整序列为 GTCAC。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/22 Q40） · 1 级

The diagram shows a bacterial cell.

Which cell structure makes bacteria useful in genetic modification?



2. （2021·October/November 0610/21 Q37） · 1 级

Bacteria can be genetically engineered to produce human protein.

What happens during this process?

A The human plasmids are isolated using restriction enzymes.

B Ligase is used to create sticky ends in bacterial plasmids.

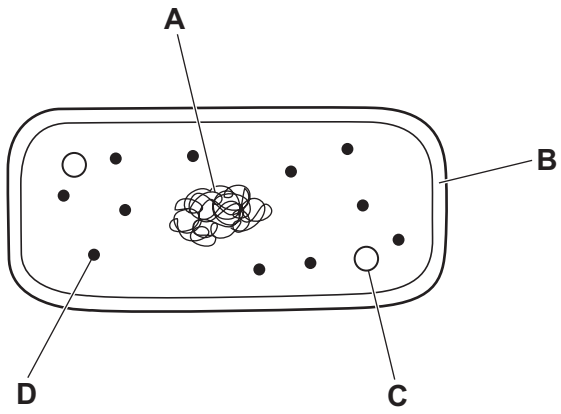
C Restriction enzymes are used to create sticky ends in human DNA.

D Human DNA is isolated using ligase.

3. （2025·October/November 0610/22 Q40） · 2 级

The diagram shows a bacterium.

Which structure is cut to form sticky ends during genetic modification?



4. （2025·May/June 0610/21 Q40） · 3 级

Some of the processes involved in the production of insulin by genetic modification are listed.

1 cutting of bacterial plasmid DNA with restriction enzymes

2 expression in bacteria of the human gene to make insulin

3 insertion of recombinant plasmids into bacteria

4 multiplication of bacteria containing recombinant plasmids

In which order do these processes occur?

A 1 → 3 → 4 → 2

B 2 → 1 → 3 → 4

C 3 → 1 → 2 → 4

D 4 → 1 → 3 → 2

题型 3：按底物、微生物和产物辨认生物燃料流程

知识点 酵母菌在无氧条件下分解葡萄糖，产生乙醇和二氧化碳，并释放较少能量。这个过程可写成：葡萄糖→乙醇＋二氧化碳。其中用作生物燃料的是 _____；面包制作中使面团膨起的是二氧化碳。

同一次酵母无氧呼吸，可以利用不同产物

底物	生成的物质	实际用途
葡萄糖	二氧化碳	使面团膨起
葡萄糖	乙醇	燃料／酒精饮料

先辨别题目最终使用哪一种产物。

流程图中，底物是供微生物分解的原料，微生物执行转化，最后分离得到的是产物。辨认空格时要看它前后动作：从植物材料提取的糖可供呼吸，加入的生物应能无氧分解这种糖，提取的燃料应是这个过程的产物。

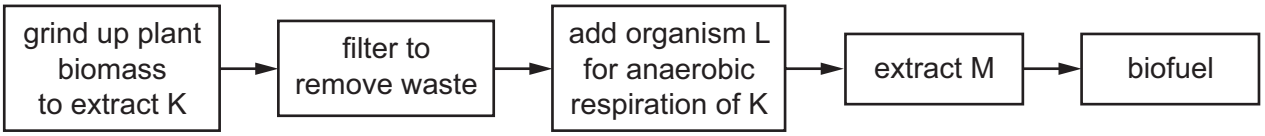
按图中箭头逐框读取实际顺序。如果图中先研磨提取，再过滤除去废物，随后才加入微生物，就不能把过滤理解成过滤掉已经加入的微生物。二氧化碳可使面团膨胀，但不是这类流程最终提取的液体燃料；葡萄糖是底物，不是酵母无氧呼吸产生的燃料。

答案：乙醇

怎么认 先分清原料、微生物、产物三个角色，再用“酵母无氧分解葡萄糖，产生乙醇和二氧化碳”逐一对应。用途题分清乙醇作燃料、二氧化碳使面团膨胀。

例题 1 （2025·May/June 0610/12 Q40） · 3 级

The flow chart shows some of the processes involved in making biofuel.



What are represented by K, L and M in the diagram?

	K	L	M
A	ethanol	bacteria	glucose
B	glucose	yeast	ethanol
C	glucose	bacteria	water
D	lactic acid	yeast	glucose

解：沿箭头读图：研磨植物材料提取 K，过滤去除废物，之后加入 L，使 K 进行无氧呼吸，最后提取 M 作为燃料。酵母无氧分解葡萄糖并产生乙醇，所以 K 是 glucose，L 是 yeast，M 是 ethanol，对应 B，故选 B。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/13 Q39） · 1 级

Which product of anaerobic respiration in yeast is used as a biofuel?

A carbon dioxide

B ethanol

C glucose

D oxygen

2. （2024·May/June 0610/22 Q39） · 2 级

Yeast can produce carbon dioxide and ethanol.

What can be made using these products?

	carbon dioxide	ethanol
A	biofuel	washing powder
B	washing powder	fruit juice
C	fruit juice	bread
D	bread	biofuel

题型 4：根据性状变化判断基因修饰目的

知识点 基因修饰 genetic modification 是通过移除、改变或插入个别基因来改变生物的遗传物质，可能使生物表现所需性状。它不只指把外来基因放进去。判断目的时要把“改变了什么”与“带来什么好处”连起来：增加有益营养成分可改善营养品质；抗虫可减少虫害，也可能减少杀虫剂使用；抗除草剂使作物能在相应除草处理中存活，帮助控制杂草。

这些是不同性状的不同用途。题目只说明某种营养物质增加，就应先判断营养品质，不能在没有依据时同时推断抗虫、抗除草剂或增产。题目说 may 时表示可能效果，不表示每种基因修饰作物都同时具有所有优势。

先读实际改变的性状，再解释用途

得到的性状	直接带来的作用	不能自行增加的结论
有益营养成分增加	改善营养品质	不因此自动抗虫
抗虫	减少虫害	不必同时抗除草剂
抗特定除草剂	喷药后作物可存活	不等于对所有药剂免疫

只根据已给性状判断直接用途。

把具体作物与性状配对。例如，抗除草剂的大豆可在施用相应除草剂时存活，使杂草管理较方便；抗虫玉米可减少某些害虫造成的损失；营养品质得到改善的稻米则针对食物中的营养成分。不能从“是转基因作物”就推断每一种作物都同时抗虫、抗除草剂并改善营养。

比较时仍要写两面：抗虫性可能减少所需杀虫剂和虫害损失，但害虫种群可能逐渐出现较高抗性比例；抗除草剂性便于除草，但有关基因若传给可杂交植物，可能使杂草控制更困难。种子成本、对非目标生物的可能影响，也要依题给信息评估。营养稻米的直接优势是所给营养成分改善，不能无依据再加上抗虫或高产。

比较优势与风险也要看方向：减少虫害或减少所需农药属于可能优势；种子成本增加、外来基因传播到其他植物可能是不利因素。“降低营养品质”不能作为为了改善食品而进行修饰的理由。抗虫作物可能减少的药剂是 _____。

答案：杀虫剂

怎么认 先划出改变的性状，再匹配直接目的。营养成分看营养品质，抗虫看虫害与杀虫剂，抗除草剂看杂草管理；最后分清题目要优势还是风险。

例题 1 （2025·May/June 0610/13 Q40） · 2 级

Scientists have developed a genetically modified pineapple plant that produces pink fruit.

The pineapple fruit is pink because of increased concentrations of a substance called lycopene. Eating foods containing lycopene may have health benefits for humans.

Which statement describes the purpose of this genetic modification?

A to confer resistance to insect pests

B to confer resistance to herbicides

C to improve the nutritional qualities

D to improve the crop yield

解：题干说明粉红菠萝含更多番茄红素，且这种物质可能有益人体健康。这是增加有益成分、改善营养品质的目的。没有说明抗虫、抗除草剂或产量改变，故选 C。

针对练习

1. （2023·October/November 0610/23 Q39） · 2 级

Which statement is an advantage of genetically modifying crops?

A Less pesticide is used if the genetically modified crop is resistant to pests.

B More herbicide is used if the genetically modified crop is resistant to herbicide.

C Seeds for genetically modified crops are more expensive.

D The genetically modified crop genes may be passed to other plants.

2. （2025·October/November 0610/11 Q40） · 3 级

Four statements about genetic modification in crop plants are listed.

1 They can reduce the amount of herbicide used.

2 They can reduce the amount of insecticide used.

3 They can reduce the damage by pests to crop plants.

4 They can reduce the nutritional quality of crop plants.

Which statements give reasons why genetic modification is used in crop production?

A 1, 2 and 3 **B** 1, 2 and 4 **C** 1, 3 and 4 **D** 2, 3 and 4

21.2 工业酶的应用

题型 1：根据底物和产物判断工业酶的作用并解释实验结果

知识点 酶可以加快食品加工或清洁中的特定化学反应。先识别需要分解的物质，再选择能作用于它的酶。酶具有特异性，不是一种酶就能同时分解所有蛋白质、脂肪和糖。

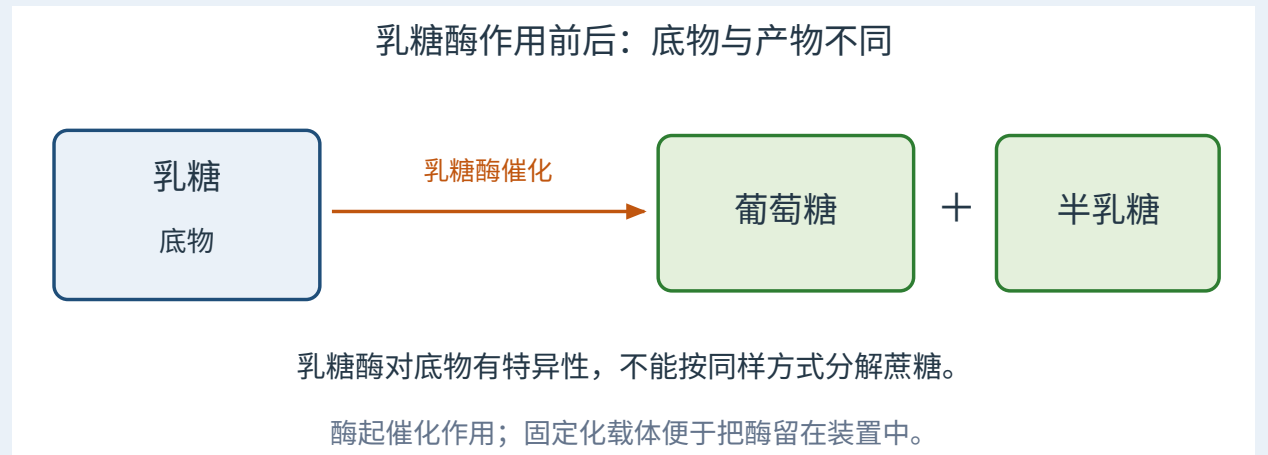
果胶存在于植物细胞壁相关结构中。果胶酶分解果胶，使果肉组织较容易释放汁液，也可使果汁更澄清。比较果胶酶处理前后的图表时，要固定同一种水果，读取有酶与无酶的产量，再算差值；不同水果的增加量可以不同。

按底物选择酶，再解释实际用途

酶	作用的底物	应用
果胶酶	果胶	增加出汁、澄清果汁
乳糖酶	乳糖	分解为葡萄糖和半乳糖
蛋白酶	蛋白质	去除蛋白质污渍
脂肪酶	脂肪	去除脂肪污渍

不同酶作用于不同底物，因此适合不同生产和清洁用途。

乳糖酶把乳糖分解为葡萄糖和半乳糖，可用于生产低乳糖或无乳糖乳制品。把酶固定在小珠等载体上，称为固定化；液体通过时底物接触酶而发生反应，小珠可留下，便于重复使用并减少酶混入产品。固定化并不等于把酶煮沸失活。



乳糖酶催化乳糖分解，产生葡萄糖与半乳糖。

生物洗涤剂中的蛋白酶可分解蛋白质污渍，脂肪酶可分解脂肪污渍。温度必须适合酶作用；温度太高会使酶变性，活性部位形状改变，清洁效果未必更好。较适宜的低温使用也可减少加热所需能量。

乳糖酶的底物是 _____；果胶酶处理果肉可帮助释放更多 _____。

答案：乳糖；果汁

怎么认 先找待处理的底物，再连到酶、产物及实际用途。图表先固定材料和条件，再比较处理效果。

例题 1 (2024·October/November 0610/32 Q7(a)) · 3 级

(a) A scientist investigated the effect of the enzyme pectinase on the volume of fruit juice produced by the same mass of two different fruits.

Fig. 7.1 shows the results.

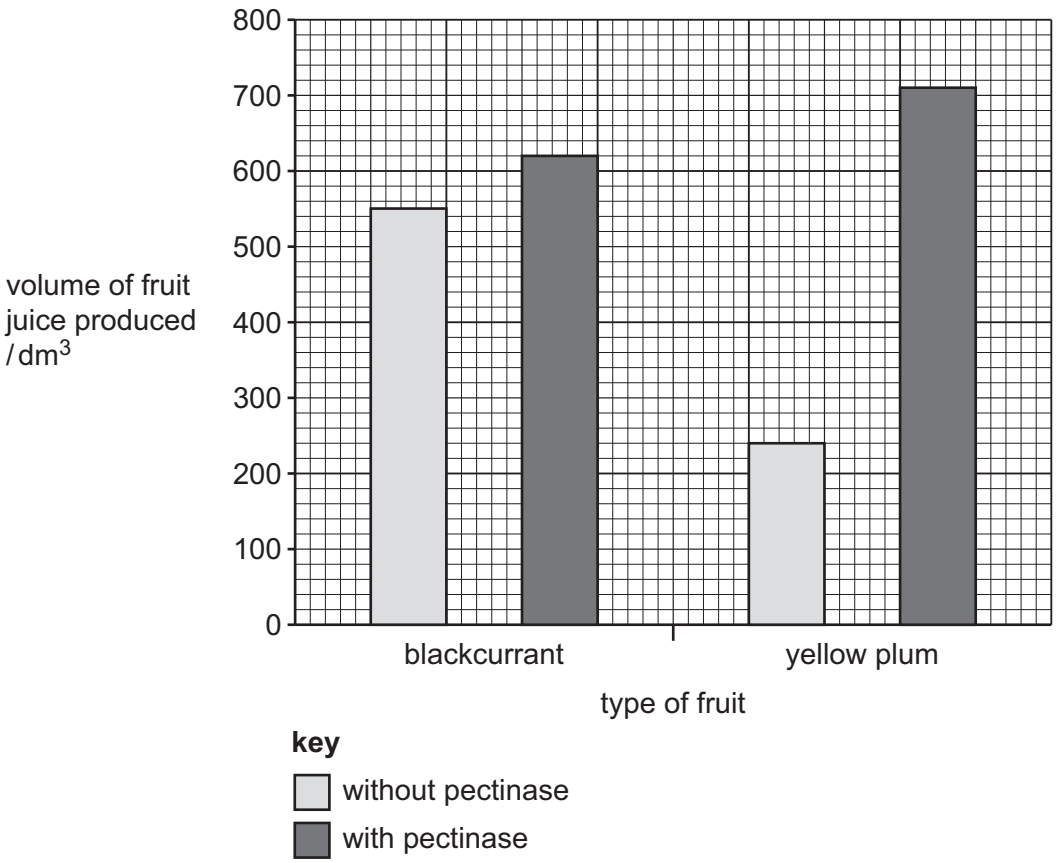


Fig. 7.1

Describe the results shown in Fig. 7.1.

解：先看图例：浅色柱表示不加果胶酶，深色柱表示加果胶酶；纵轴是产生果汁的体积，单位 dm^3。必须在同一种水果内比较两根柱，才是在判断酶的影响。

黑加仑（blackcurrant）不加酶约产生 550 dm^3，加酶约为 620 dm^3，增加约 70 dm^3。黄李（yellow plum）不加酶约为 240 dm^3，加酶约为 710 dm^3，增加约 470 dm^3。因此两种水果加酶后的出汁量都较大，黄李增加得更多。

再比较两种水果：不加酶时，黑加仑的出汁量大于黄李；加酶后顺序反过来，黄李大于黑加仑。用一组读数支撑这一比较，例如加酶后约 710 dm^3 与 620 dm^3。

本题要求 describe results，应以图中趋势与数据作答。果胶酶分解果胶是机制解释，但不能用这句话代替读取并描述结果。

例题 2 （2024·May/June 0610/41 Q4(a)(i)） · 3 级

(a) A student investigated the effect of lactase on three different liquids:

- milk
- lactose-free milk
- sucrose solution.

The student used an indicator to test for the presence of glucose. A sample of each liquid was tested before and after treatment with lactase.

The indicator turned brown in the presence of glucose. The indicator remained blue in the absence of glucose.

Table 4.1 shows the results of the tests.

Table 4.1

liquid	colour before treatment with lactase	colour after treatment with lactase
milk	blue	brown
lactose-free milk	brown	brown
sucrose solution	blue	blue

(i) Explain the results for the three liquids shown in Table 4.1.

解：先读题目给的颜色判据：蓝色表示没有检出葡萄糖，棕色表示存在葡萄糖。再逐行比较处理前后，不能把“棕色更好”当作解释。

普通牛奶：加入乳糖酶前为蓝色，处理后为棕色。牛奶中的乳糖被乳糖酶分解，生成葡萄糖和半乳糖；出现葡萄糖，所以颜色变为棕色。

无乳糖牛奶：处理前后都为棕色。这种奶的乳糖已经在生产时被分解，样品原先就含有葡萄糖；所以加入乳糖酶前已经检出葡萄糖，不需要等本次处理才出现棕色。

蔗糖溶液：前后都为蓝色。乳糖酶对乳糖有特异性，蔗糖不是它的合适底物，因此它不能把蔗糖按本实验条件分解成能检出的葡萄糖。

三行分别说明“本次新产生葡萄糖”“原先已有葡萄糖”“底物不匹配，未产生葡萄糖”。不能把三种样品都解释成酶失活。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/21 Q39） · 1 级

Why is pectinase useful in fruit juice production?

A Cloudier juice is produced.

B More juice can be extracted from the fruits.

C Proteins in the fruit are digested.

D Starch is digested to produce more sugar.

2. （2025·October/November 0610/12 Q40） · 1 级

Biological washing powders contain enzymes.

Which enzyme removes an oil stain from clothes?

A amylase

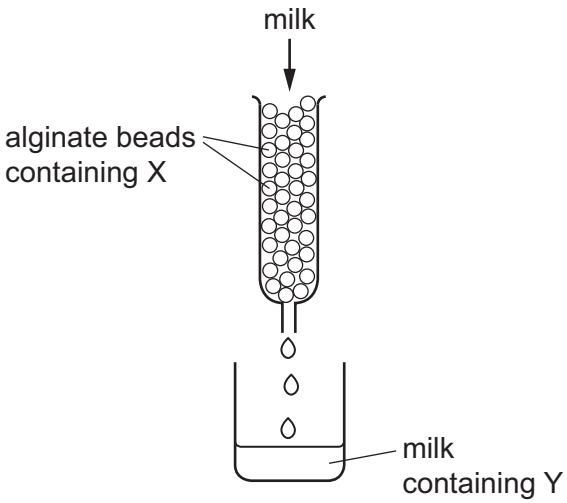
B lipase

C pectinase

D protease

3. （2024·October/November 0610/22 Q40） · 2 级

The diagram shows some apparatus that was used to produce lactose-free milk.



The alginate beads do not react with any of the substances. X is an enzyme that catalyses a reaction involving one of the substances found in milk.

What are X and Y?

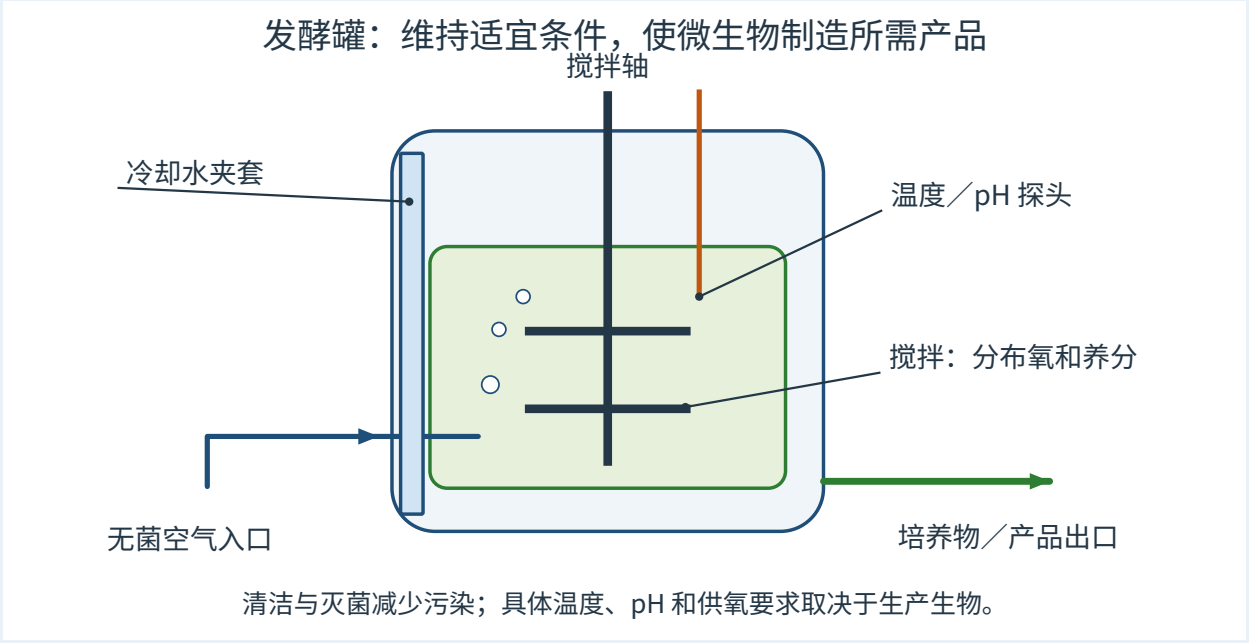
	X	Y
A	amylase	glucose
B	amylase	starch
C	lactase	glucose
D	lactase	starch

21.3 发酵罐与生产条件

题型 1：联系微生物生长解释发酵罐条件与收获时机

知识点 发酵罐是用来大规模培养微生物、制造酶或抗生素等产品的容器。带有所需基因的微生物也可生产胰岛素；某些真菌的菌体富含蛋白质，可收集作为菌蛋白（mycoprotein）食品原料。要区分“微生物制造后分离的物质”和“收集微生物本身作为产品”两类目的。微生物需要适合自身的养分和环境，放大生产并不只是把一个试管换成大桶。

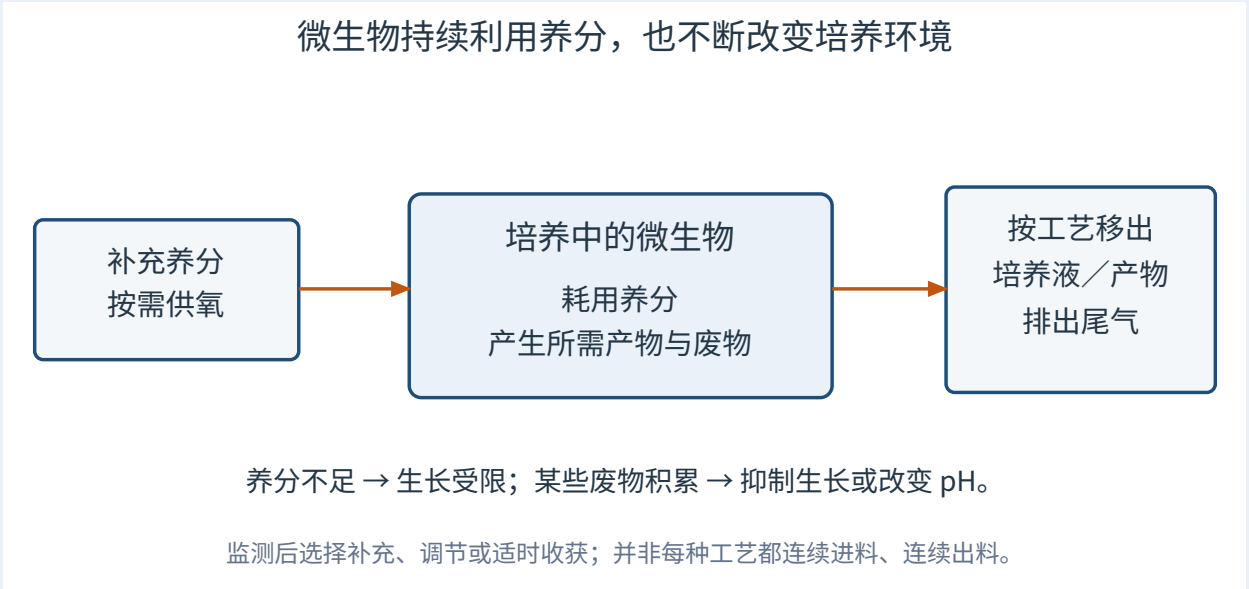
需氧微生物进行有氧呼吸，需要供氧。输入经过处理的无菌空气，可提供氧并减少外来微生物。搅拌使氧、养分和热量分布较均匀；没有搅拌时，罐内不同位置可能条件不同。



发酵罐的供气、搅拌、温度及 pH 监测等部件维持适宜培养条件。

呼吸会释放能量并产生热，大量微生物共同生长时罐内可能升温。冷却系统帮助保持适宜温度，避免温度过高影响酶的形状和活性。pH 也影响酶作用，因此需要监测，并根据工艺适当调节。温度计或探头只能测量，真正维持温度还需要相应加热或冷却措施。

微生物还会持续消耗养分。培养基需提供适当的碳源等养分，有些还需氮源以制造氨基酸和蛋白质。养分耗尽时，即使温度和 pH 适宜，生长也会受限。某些代谢废物的积累会抑制微生物，或改变培养液的 pH，因此不能只监测温度而忽略废物。



持续培养中要补养分并适当移出培养液；间歇培养则需监测积累，在适当时机收获或结束。

不同工艺的控制方法不同。持续培养可补充新鲜培养基，并按工艺移出一部分培养液、排出尾气，避免养分不足或某些废物过度积累；间歇培养则监测变化，在适当时机收获、结束这一批次。若一道题显示生长已停止，但温度仍适宜，应继续检查养分、供氧和废物积累等证据，不能仅凭一条曲线断言微生物失去了生产基因。

设备和培养基的灭菌可减少其他微生物与生产菌竞争养分，或产生不需要的物质。若图中同时给出生物量与产品浓度曲线，要按题目要求选择收获时刻。例如目标是得到最多产品，就找产品曲线的最高位置，不能自动选微生物数量最高的时刻。

供氧用于支持 _____；搅拌帮助均匀分布氧、养分和 _____。

答案：有氧呼吸；热量

怎么认 部件题先说它改变哪一个条件，再说明为何有利于生产。收获题先确定纵轴是生物量还是所需产品，再找正确曲线。

例题 1 (2024·October/November 0610/41 Q6(c)) · 3 级

Penicillin can be produced in fermenters.

(c) Fig. 6.2 is a diagram of a fermenter containing the organisms that produce penicillin.

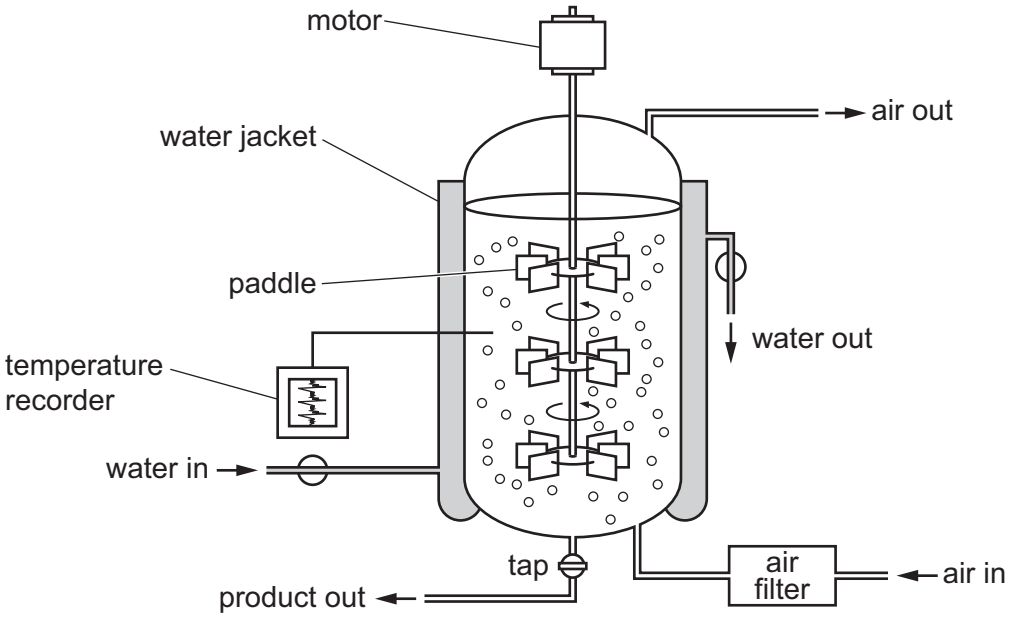


Fig. 6.2

(i) Explain why air is supplied to the fermenter shown in Fig. 6.2.

(ii) Explain why the temperature in the fermenter must be controlled.

(iii) State the role of the paddles in the fermenter.

(iv) Other than penicillin, state the names of **two** commercial products that can be made using fermenters.

解：(i) 微生物需要氧进行有氧呼吸，释放用于生长和制造产品的能量。供气的理由应落在呼吸所需的氧，而不只是说“它们要空气”。

(ii) 大量微生物呼吸会产生热，使罐内温度升高。冷却系统移除多余热量，维持适于微生物及其酶工作的温度；过热可能使酶变性、活性部位改变，从而降低反应与生产效率。

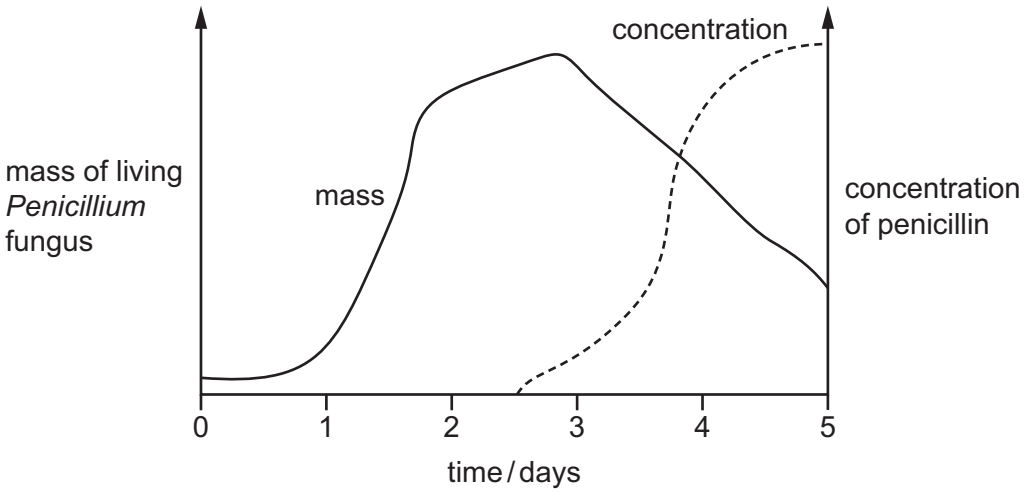
(iii) 搅拌让氧和养分在培养物中分布较均匀，也可减少不同位置的温度或 pH 差异，使更多微生物接触适宜条件。只写“让它们移动”没有说出生产上的作用。

(iv) 发酵罐可用于生产胰岛素（insulin）和菌蛋白（mycoprotein）。前者可由带有所需基因的微生物制造，再分离得到；后者利用富含蛋白质的真菌菌体作为食品原料。

四小问分别答供氧、温度、混合与产品，不能把供氧的理由原封不动重复成冷却的理由。

例题 2 （2024·October/November 0610/23 Q39） · 2 级

Penicillin is produced in a fermenter by growing the fungus *Penicillium*. The graph shows how the mass of living *Penicillium* fungus and the concentration of penicillin change over time.



When is the best time to collect the penicillin?

A at 1.5 days

B at 3.0 days

C at 3.5 days

D at 5.0 days

解：图中实线表示活真菌的质量，虚线表示青霉素浓度。题目问何时收集青霉素，所以需要跟随产品浓度的虚线，而不是找真菌质量的峰顶。

虚线在后期继续升高，在给出的时刻中，5.0 days 的青霉素浓度最高，因此选 D。

实线约在较早时刻达到峰值，只说明那时活真菌质量较大。生产生物最多的时刻与目标产物最多的时刻可以不同，必须按题目真正要收集的对象读图。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/43 Q6(b)(iv)） · 1 级

(b) Genetic modification has been used to produce human proteins.

One protein made in this way is factor VIIa which is used to treat some blood clotting disorders.

Fig. 6.1 shows part of the process.

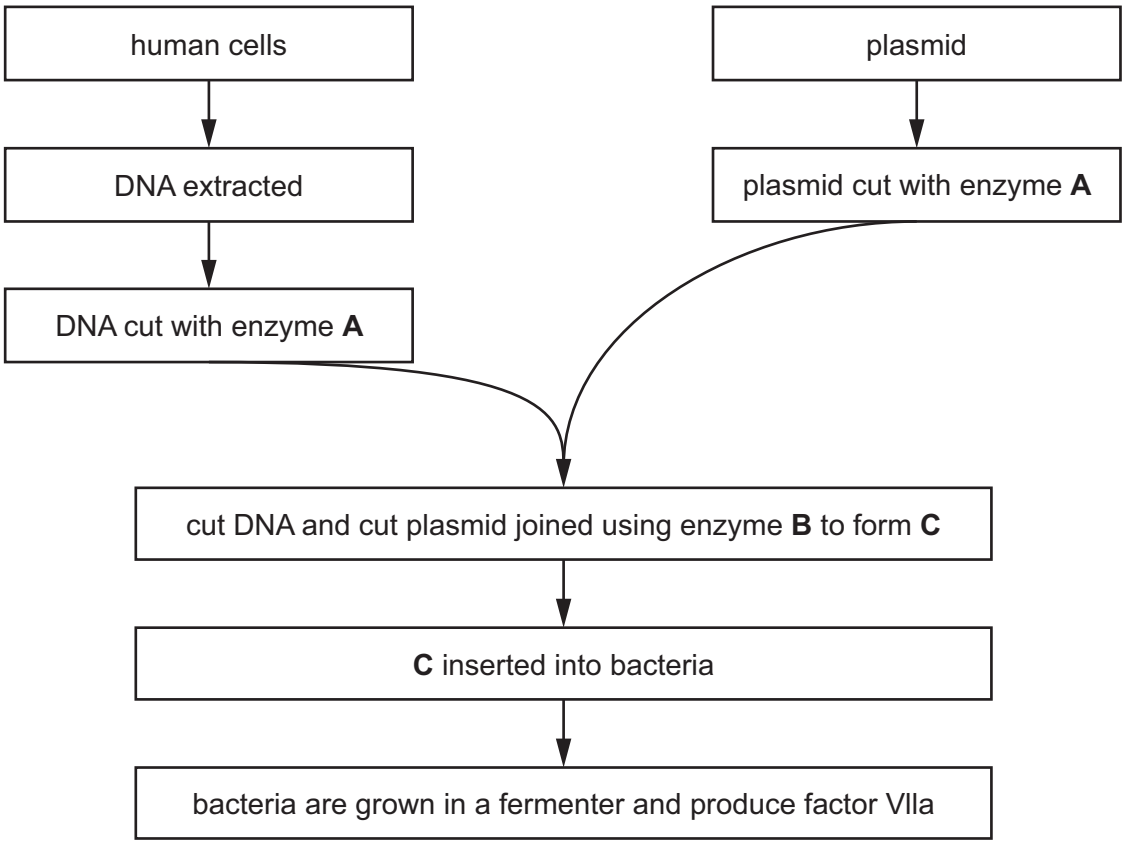


Fig. 6.1

(iv) Explain why the contents of the fermenter in Fig. 6.1 are stirred constantly.

2. （2023·February/March 0610/22 Q40） · 2 级

Fermenters must have carefully controlled conditions.

Which condition has the correct reason for controlling it?

	condition to be controlled	reason for controlling condition
A	supply of amino acids	for carbohydrate synthesis
B	supply of glucose	waste product to be removed
C	supply of oxygen	for anaerobic respiration
D	pH	to be optimum for enzyme activity

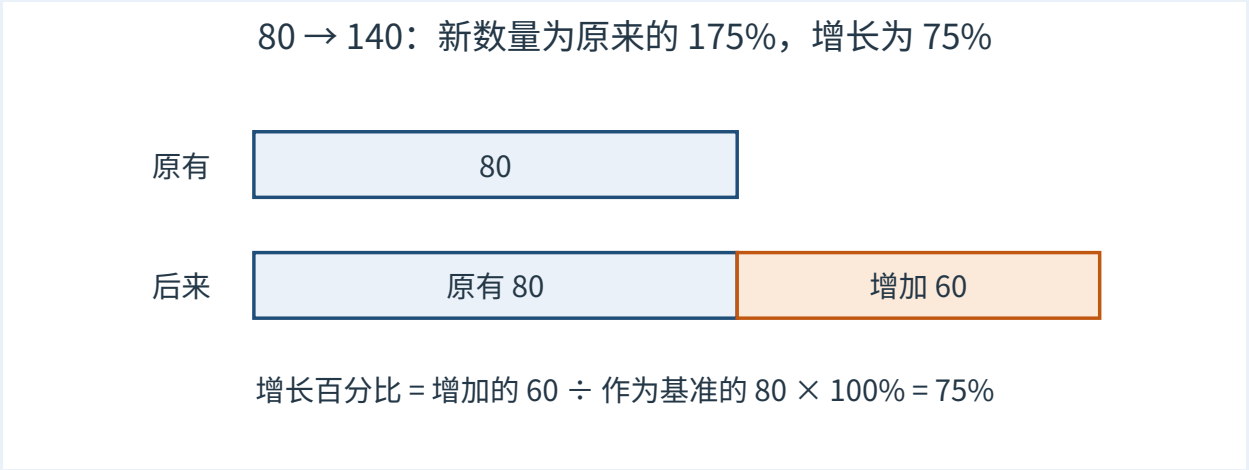
数据处理

22.1 百分比变化

题型 1：以基准数量计算百分比变化

知识点 百分比变化比较的是“相对基准数量改变了多少”。基准数量是比较的起点或参照对象：前后变化以原数量为基准；A 与 B 相比时，以题中作为参照的 B 为基准。先算变化量＝比较数量－基准数量，再算百分比变化＝变化量÷基准数量×100%。不能用比较数量作分母，也不能把比较数量÷基准数量的结果直接当成变化百分比。

例如原有 80 株植物，后来有 140 株，增加 60 株；百分比增长为 $\frac{60}{80}\times 100\%=75\%$。新数量相当于原来的 175%，但增长为 75%。增加量超过原数量时，增长百分比可以超过 _____%。

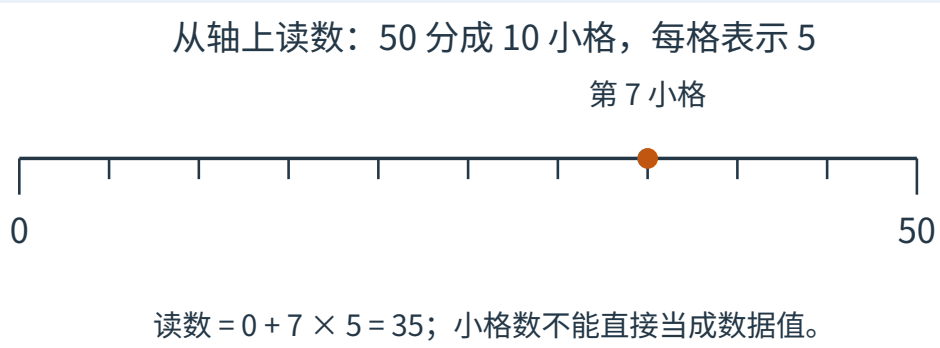


分母取题目作为参照的原数量。

如果数量下降，使用“终值减初值”会得到负数。例如某个测量值从 80 降到 68，变化量为 $68-80=-12$，百分比变化为 $\frac{-12}{80}\times 100\%=-15\%$；负号表示下降。如果题目问 percentage decrease（减少百分比），也可用“初值减终值”算出减少幅度，写减少 15%，不能写成增长 15%。

有些比较发生在不同条件之间，而不是同一对象的前后变化。例如比较明亮条件下的 260 与阴暗条件下的 200，问“明亮与阴暗相比增加百分之几”，基准是阴暗条件的 200，增加百分比为 $\frac{260-200}{200}\times 100\%=30\%$。不能因为 260 出现在句子前面，就把它当成分母；也不能把两组不同类别的数据相混。

表格题先圈定题目要求的对象、组别、条件及起止时间，再沿行与列交叉读取数量。柱状图从柱顶水平对到纵轴，数清相邻标注之间的小格，得出每格代表的数量。例如相邻标注差 50、其间有 10 小格时，每小格代表 5。不要把横轴年份间距当成纵轴数量。只有基准数量与比较数量针对同一种量且单位一致，才能直接比较；最后百分比的单位为 %，不沿用原测量量的单位。



先算每小格的值，再把格数变成数据。

保留计算的中间精度，只在最后按题目要求四舍五入。nearest whole number 表示取最接近的整数：小数部分达到 0.5 进 1，未到 0.5 舍去。one decimal place 表示保留小数点后一位，要看第二位决定是否进位；two decimal places 表示保留两位，要看第三位。例如 12.345% 保留一位为 12.3%，保留两位为 12.35%。小数位数与有效数字不是同一种要求。

答案：100

怎么认 先确定同一种量的基准与比较数量，写“比较量－基准量”，除以基准量再乘 100%。表格按指定组别/条件取值，柱图按实际小格读数；用正负或增减词说明方向，最后按要求取整数或小数位。

例题 1 （2025·May/June 0610/22 Q27） · 2 级

Clostridium difficile is a species of bacterium that is resistant to many antibiotics.

From 2002 to 2006, the number of people in one country infected with *Clostridium difficile* increased from 1300 to 6200 people.

What was the percentage increase in the number of people infected with *Clostridium difficile* from 2002 to 2006 to the nearest whole number?

A 21%　　**B** 27%　　**C** 79%　　**D** 377%

解：2002 年的原数量为 1300，2006 年的新数量为 6200。增加量是 $6200-1300=4900$，以原数量作分母，百分比增长为 $\frac{4900}{1300}\times 100\%\approx 376.923\%$。四舍五入到最接近的整数是 377%，故选 D。

例题 2 （2023·February/March 0610/62 Q2(c)(i)） · 3 级

(c) Scientists wanted to find out if drinking beetroot juice lowers blood pressure.

Two groups of men had their systolic blood pressure measured. Group 1 drank 500 cm^3 of beetroot juice and group 2 drank 500 cm^3 of apple juice.

After six hours their systolic blood pressures were measured again.

The results are shown in Table 2.1.

Table 2.1

group	mean systolic blood pressure / mm Hg	
	before drinking	after six hours
1	132.4	127.4
2	131.3	132.1

(i) Using the data in Table 2.1, calculate the percentage change in mean systolic blood pressure for group 1.

Give your answer to **one** decimal place.

解：题目指定第 1 组，读同一行中饮用前与六小时后的值，分别为 132.4 和 127.4mmHg。饮用前的 132.4 是基准，不能用第 2 组数值或饮用后的 127.4 作分母。

变化量为 $127.4 - 132.4 = -5.0$ mmHg，百分比变化为 $\frac{-5.0}{132.4} \times 100\% \approx -3.776435\%$。保留一位小数，看小数点后第二位，得到–3.8%。负号说明平均收缩压下降，也可写 decreased by 3.8%。原测量的 mmHg 在相除时约去，最终答案用 %。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/22 Q29） · 2 级

Fusarium wilt is a fungal disease of bananas that can spread quickly through a banana population.

The table shows the area affected by *Fusarium* wilt over time in one country.

year	area affected with *Fusarium* wilt / hectares
1967	0
1970	100
1976	1200
1983	1500
1999	3000

What was the percentage increase in the area affected with *Fusarium* wilt from 1976 to 1999?

A 40%　　**B** 60%　　**C** 150%　　**D** 250%

2. （2026·February/March 0610/62 Q2(b)(ii)） · 2 级

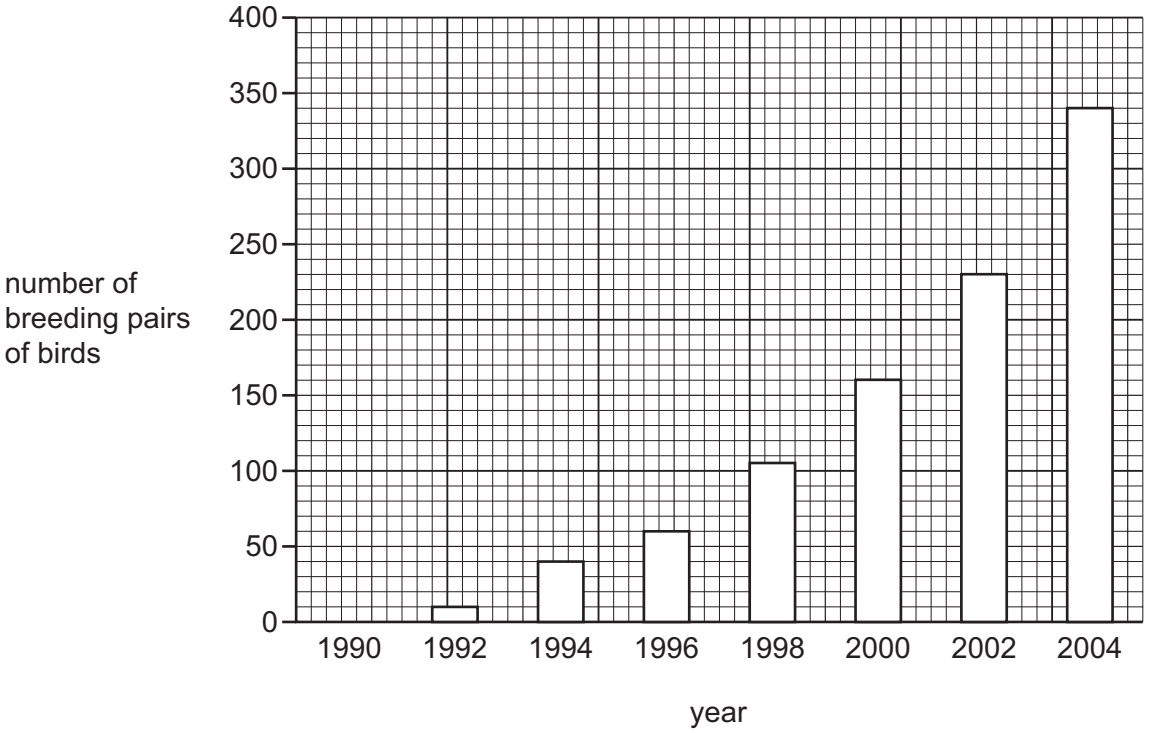
(ii) The sugar content of chilli pepper fruits increases as the fruits ripen. Scientists have found that the mean sugar content of chilli pepper fruits increases from 19.6 g per kg in unripe chilli pepper fruits to 36.1 g per kg in ripe chilli pepper fruits.

Calculate the percentage increase in the sugar content of ripe chilli pepper fruits.

Give your answer to **two** decimal places.

3. （2024·October/November 0610/22 Q38） · 3 级

The graph shows how the population of a species of bird has increased following a conservation programme.



What is the percentage increase in the number of breeding pairs of birds from 1996 to 2002, to the nearest whole number?

A 35% **B** 74% **C** 170% **D** 283%

4. （2025·February/March 0610/62 Q2(c)(ii)） · 3 级

(c) The results of the investigation are shown in Table 2.2.

Table 2.2

lighting condition	age of leaves	mean surface area of leaves / cm^2
full sun	young	52
shade	young	45
full sun	old	78
shade	old	58

(ii) The students calculated that there was a 15.6% increase in the size of the young leaves when they were grown in full sun compared to in the shade.

Calculate the percentage increase in the surface area of the old leaves that had been grown in full sun conditions compared to the old leaves that had been grown in the shade.

Give your answer to **one** decimal place.

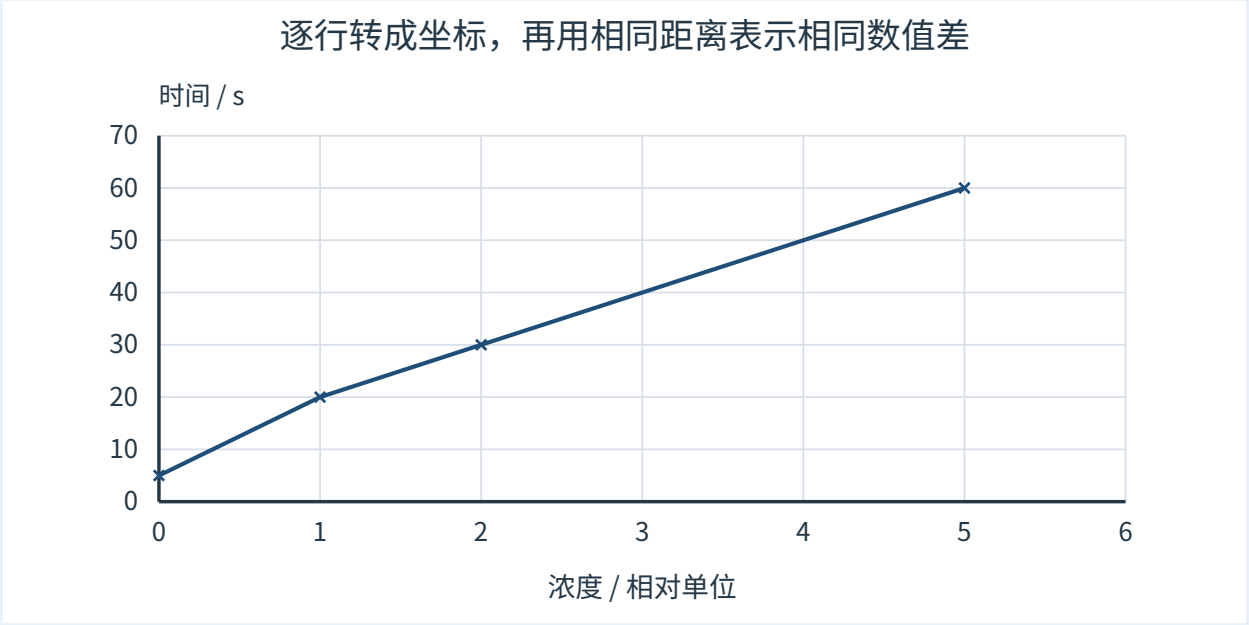
22.2 数据表与折线图

题型 1：从数据表选择线性刻度并绘制单条折线图

知识点　折线图把成对的数据放到两个数轴上，用点的位置表示数值，用连线显示随另一变量改变的趋势。题目要求 line graph 时，不把每一行当作一个类别画成柱形图。实验中通常把改变的量放在横轴，把测得的反应放在纵轴；随时间记录的数据，时间通常放在横轴。每根轴都要写清变量名称，题目有单位时还要写单位；“数量”本身没有质量或体积单位。

先看最大、最小数值，再数可用的大格。选择容易等分、能容纳全部点的线性刻度，使数据在横向和纵向都展开，占用至少半幅网格。两根轴可以用不同刻度，但同一根轴上相同距离必须表示相同数值，不能为了把每个数塞进一格而忽大忽小。例如每大格表示 5、每大格分成 5 小格时，每小格表示 1；17 应放在 15 之后的第 2 小格，而不是随便取最近的大格交点。标刻度时可以每隔两大格写一个数，不必挤满每一格，但中间格的数值必须确定。

把表中每一行写成一对坐标：先取横轴数，再取纵轴数。在横轴找位置，再向上找到相应纵轴高度，用小而清楚的十字标出交点。浓度数据的间隔可能不同，描点时保留真实数值间的距离，不能按表格行号等距排点。出现小数时，仍用“数值差÷每小格的值”来数格子；点可以落在小格中间，不需要把数据改成整数。



教学算例：横轴间距按 0、1、2、5 的真实数值绘制。

所有点画完后，按横轴从小到大连接相邻点。这里的折线图可以用直尺逐段连接，不把每个点都连到原点，也不画一根与数据不符的直线。相邻点纵坐标相同，连接段就水平；纵坐标下降，连接段就向下。连线到最末一条数据为止，不凭空向网格边缘延伸。只有表中确实给出零值时，才把相应点放到零的位置；图中经过原点并不是所有实验的规则。

最后逐行核对点的数量和位置，再看轴名、单位、刻度以及连线。不要把测得的“时间”未经计算换成“速率”，也不要为了让线好看而移动数据点。同一根轴上等距离应表示 _____ 的数值差；每个点对应表格中的 _____ 行数据；没有数据支持时，不把折线任意 _____。

答案：相等；一；延长

怎么认 题目要求 line graph，先从表头确定横纵轴，再选等距线性刻度、按真实数值描点、依横轴顺序连线；数据间距不同也不能按行号均匀排点。

例题 1 （2026·February/March 0610/62 Q1(c)(iii)） · 3 级

(c) A student investigates the effect of copper sulfate concentration on the activity of catalase in potato tissue.

When small discs of potato are dropped into hydrogen peroxide solution, they sink. The catalase in the potato breaks down the hydrogen peroxide solution producing bubbles of oxygen. The bubbles of oxygen cling to the discs of potato causing the discs of potato to rise back up to the surface of the hydrogen peroxide solution.

The student:

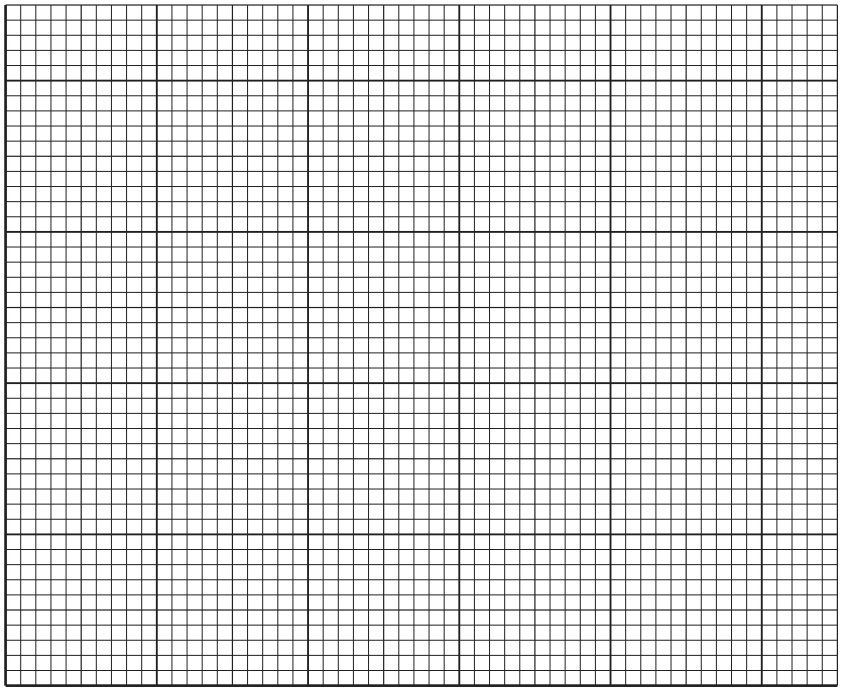
- places small discs of potato in different concentrations of copper sulfate solution and leaves them to soak for 10 minutes
- drops the soaked discs of potato into the hydrogen peroxide solution
- measures the time taken for the discs of potato to reach the surface of the hydrogen peroxide solution.

(iii) Table 1.1 shows the results of the investigation.

Table 1.1

concentration of copper sulfate solution / mol per dm^3	time taken for disc of potato to rise / s
0.000	5
0.003	45
0.005	70
0.010	120
0.025	190

On the grid, use the data in Table 1.1 to plot a line graph to show the results of the investigation.

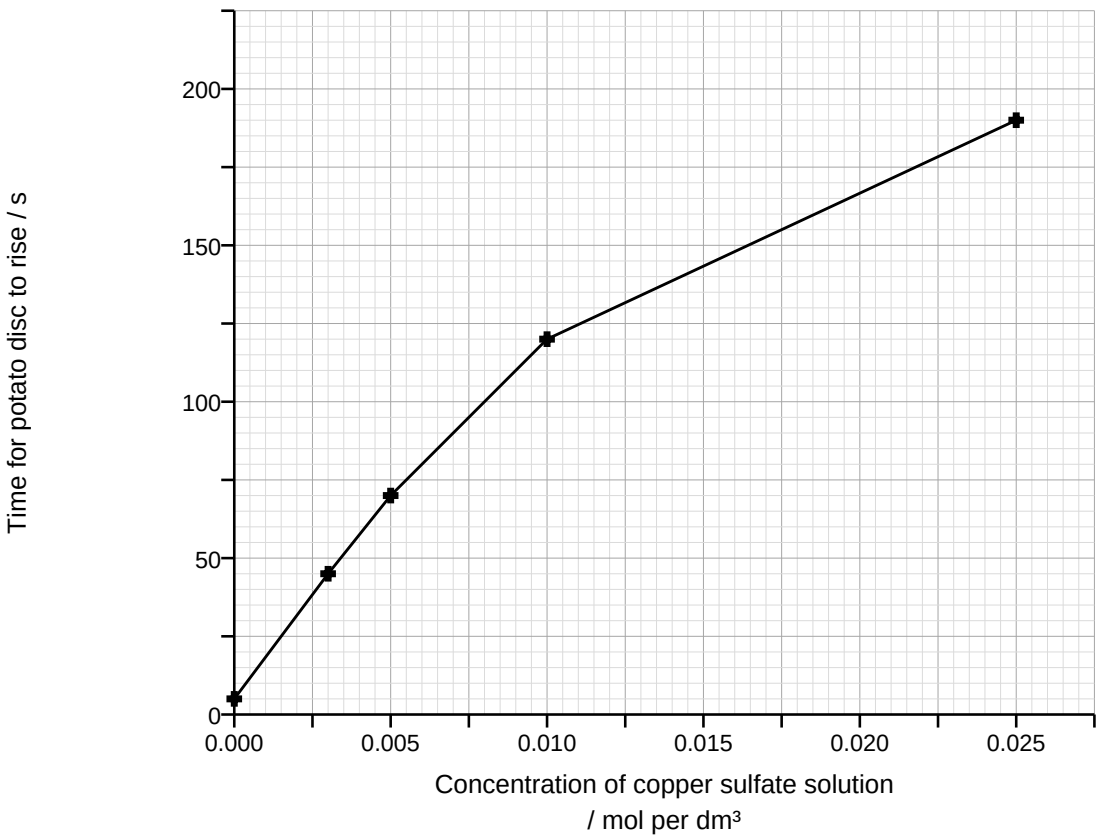


解：先确定两根轴。横轴是 concentration of copper sulfate solution / mol per dm^3；纵轴是 time taken for disc of potato to rise / s。表中测的是时间，所以纵轴不能直接改写成酶反应速率。

原网格横向有 11 大格，纵向有 9 大格，每大格有 5 小格。一组可行刻度是：横轴每 2 大格表示 0.005 mol per dm^3，因此每大格 0.0025、每小格 0.0005；纵轴每 2 大格表示 50 s，因此每大格 25 s、每小格 5 s。横轴可容纳至 0.0275，纵轴可容纳至 225，所有点都放得下，而且横、纵方向的数据跨度均超过半幅网格。

逐行描出五点：(0.000,5)、(0.003,45)、(0.005,70)、(0.010,120)、(0.025,190)。以(0.003,45)为例，横向从 0 移动 0.003÷0.0005=6 小格，纵向移动 45÷5=9 小格，十字放在二者交点。浓度 0.003 与 0.005 之间相差 0.002，0.010 与 0.025 之间相差 0.015，两段横向距离不能一样长。第一点的时间是 5 s，在纵轴零点上方一小格，不在原点。

按浓度增大的顺序逐段连接五点，最后停在 0.025 对应的点，不再延长。下面给出这组刻度下的完整图形：


Time for potato disc to rise / s
200
150
100
50
0
0.000
0.005
0.010
0.015
0.020
0.025
Concentration of copper sulfate solution
/ mol per dm³

针对练习

1. （2021·October/November 0610/63 Q2(c)(i)） · 3 级

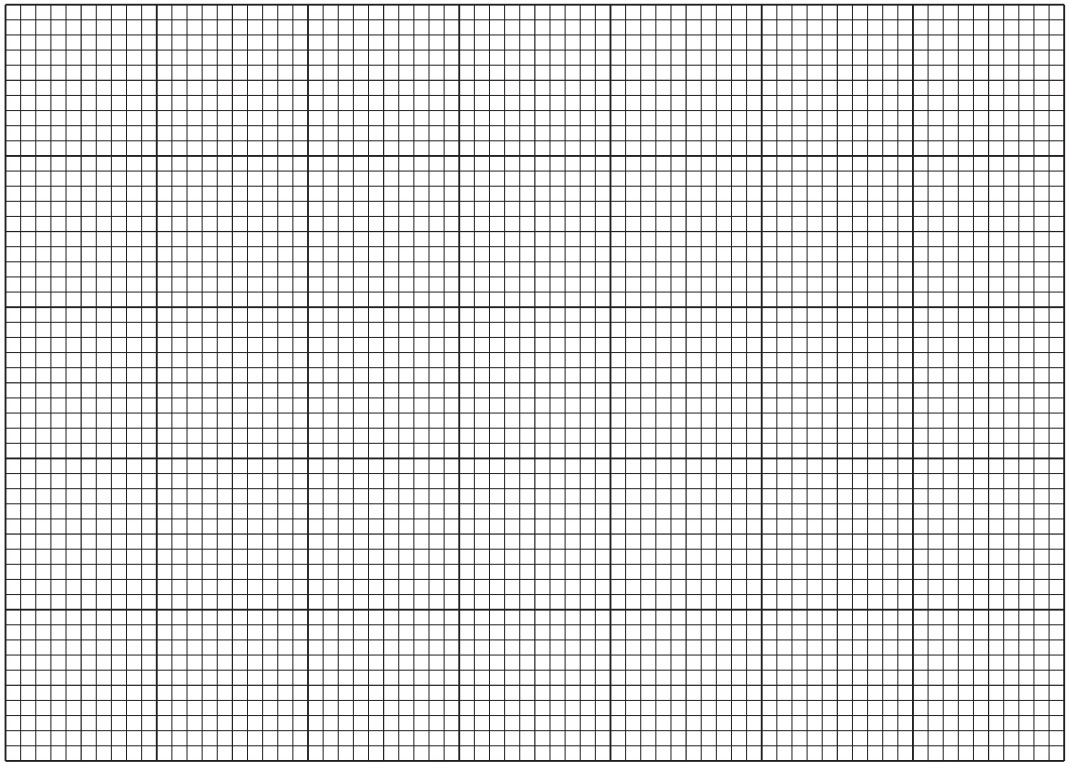
(c) In a study, the number of apple ermine moths in one area was recorded every two weeks over a 12-week period.

The results are shown in Table 2.1.

Table 2.1

week	number of apple ermine moths
0	0
2	0
4	11
6	22
8	22
10	18
12	4

(i) Plot a line graph on the grid of the data in Table 2.1.



2. （2025·May/June 0610/61 Q2(b)(i)） · 3 级

(a) A student used DCPIP solution to compare the concentration of vitamin C in five solutions.

The student used this method:

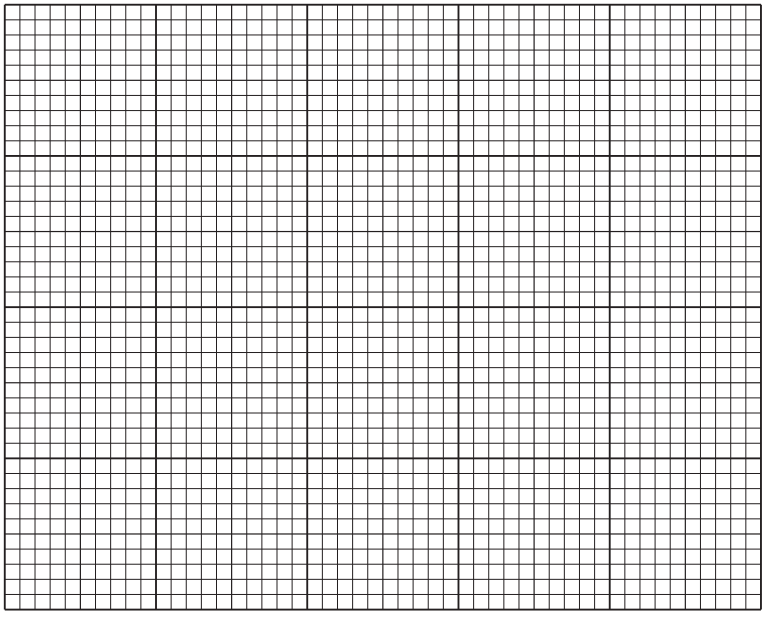
- Put 1 cm^3 of 1% DCPIP solution into a test-tube.
- Use a syringe to add drops of 125 mg per dm^3 vitamin C solution to the test-tube.
- Keep adding drops of vitamin C solution until the DCPIP solution becomes colourless.
- Record the total volume of the 125 mg per dm^3 vitamin C solution added.

This method was repeated with four other concentrations of vitamin C solution.
The results of the investigation are shown in Table 2.1.

Table 2.1

concentration of vitamin C / mg per dm^3	total volume of vitamin C solution added / cm^3
125	1.6
250	1.4
500	1.1
750	0.8
1000	0.5

(b) (i) Plot a line graph on the grid of the data in Table 2.1.

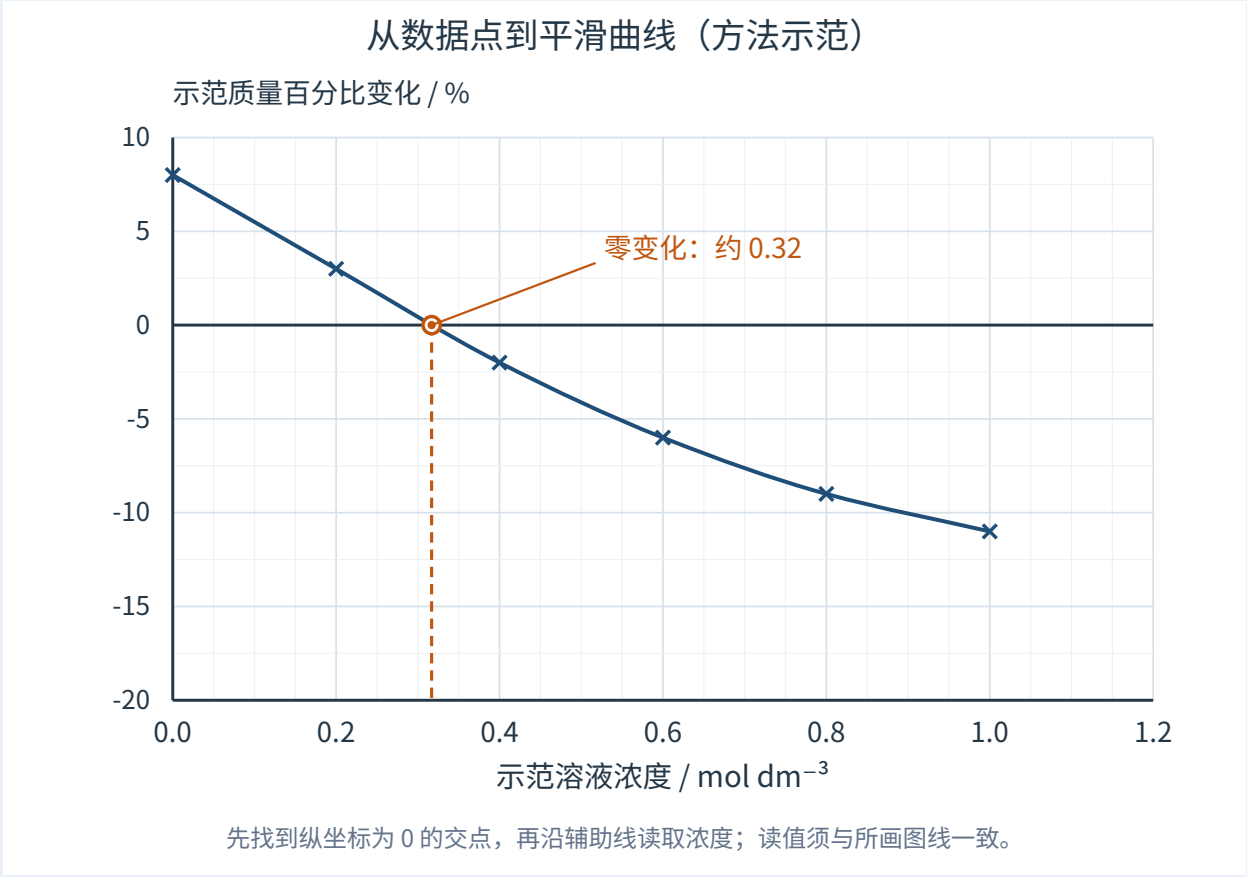


题型 2：从表格作图并进行内插、外推、截距与梯度读值

知识点 从表格作图时，先认清每一行是一对相互对应的数值。横轴一般放题目安排或给出的变量，纵轴放对应测量量。例如身高与肺活量，要把某一个身高和同一行的肺活量配成一个点，不能把两列各自排序后再配对。

数值轴必须使用均匀刻度：相同的数值增量占相同的距离。横轴不一定从零开始，但刻度必须清楚；不能把 5、10、20、30 排成相同间距。依题目要求将点用折线或适当平滑曲线连接，多组数据须给出图例。没有提供的测量点不能自行补上。

再看一次“怎样画平滑曲线”的完整示范。下列数据仅用于说明方法：浓度 0.0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mol dm⁻³ 对应的质量百分比变化为 8、3、−2、−6、−9、−11%。先按每对数准确标出六个小叉；各点显示整体下降、后段下降逐渐放缓。接着画一条贴近这些点、方向变化平顺的曲线。拟合线表示总体趋势，不必强迫它穿过每个点，更不能围绕个别点突然折转。



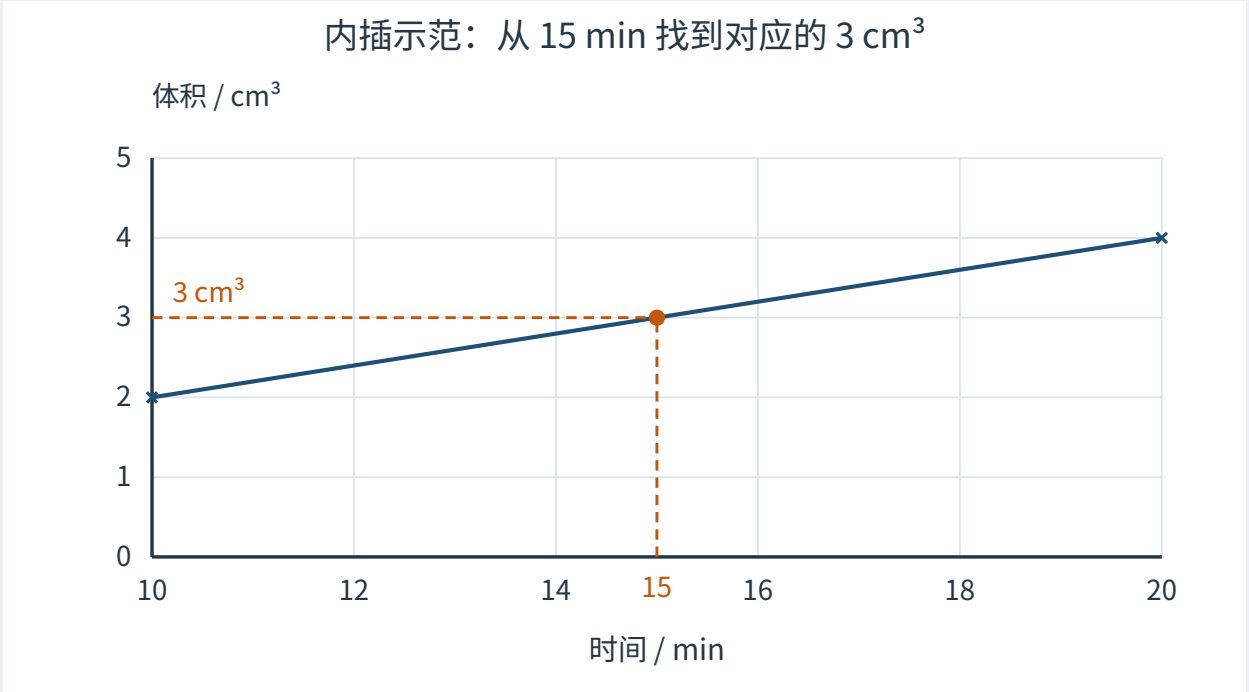
先找到纵坐标为 0 的交点，再沿辅助线读取浓度；读值须与所画图线一致。

六点全部为方法示范数据；本图的零变化浓度约为 0.32 mol dm⁻³。

若要估计零变化浓度，沿纵坐标零找曲线交点，再读横坐标，本示范约为 0.32 mol dm⁻³。折线沿相邻点之间的直线段走；平滑曲线则在方向改变处圆顺过渡。题目明确要求 curved line of best fit 时，要采用后者；这是画线方式的要求，不改变原数据点的位置。

内插 interpolation 是在已有数据范围内估计两点之间的值。若已知横轴值，就从该刻度竖直到图线，再水平移向纵轴；若已知纵轴值，则先水平到正确图线，再竖直到横轴。两条辅助线把读值的位置留在纸上，避免把相邻刻度抄成答案。

用一个小示范说明比例：若 10 分钟时测得 2 cm³、20 分钟时测得 4 cm³，连接这两点的直线在 15 分钟处给出 3 cm³，因为时间和体积都走了这段的一半。如果要读 18 分钟，走过的是 8/10 段，体积是 2＋(4−2)×8/10＝3.6 cm³。这些是说明内插方法的示范数值，不是后面试卷的实测数据。



先从已知横轴值到曲线，再从交点横向读出纵轴值。

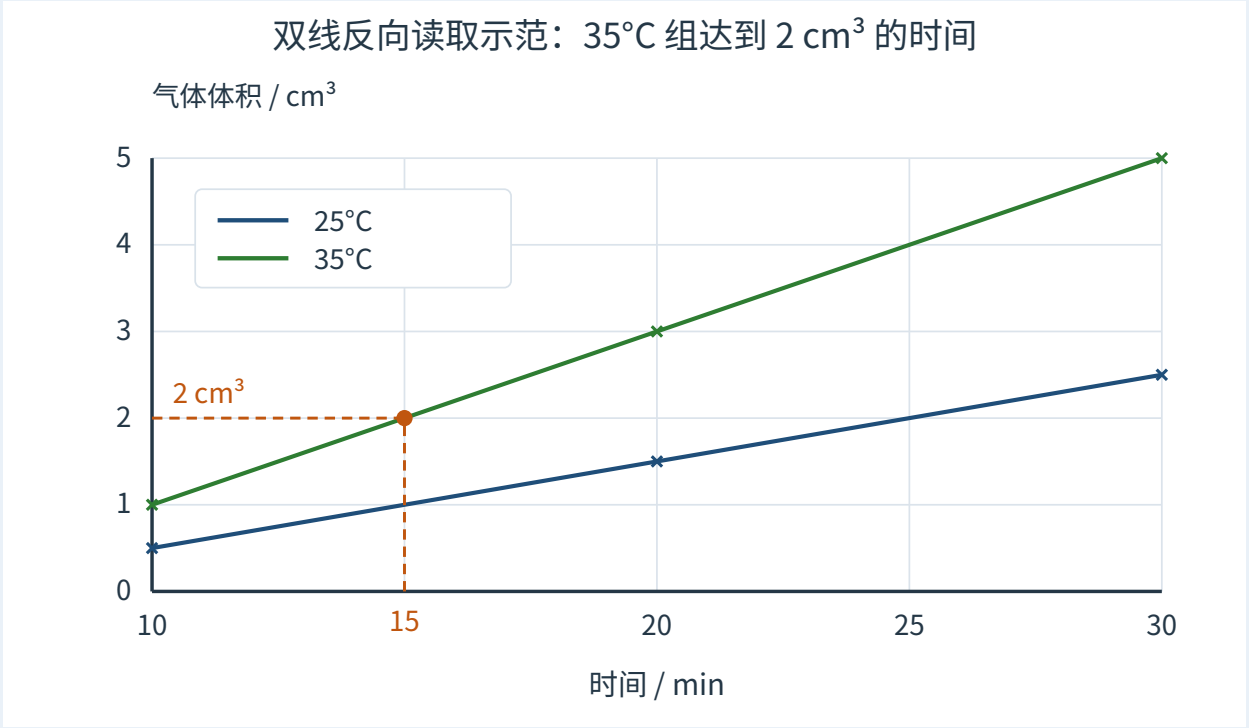
两条曲线同图时，先选题目指定条件。例如问 35°C，辅助线必须交在 35°C 的曲线上；即使另一条线看起来更方便，也不能换线。最后按图的精度写“约”，带上被读变量的单位。图外延长叫外推，它对趋势继续成立有额外假设，不能当作范围内的内插。

读数方向随已知条件改变

题目给定	先走到图线	再读的变量
身高 175 cm	从横轴竖直到交点	肺活量／纵轴
体积 3.0 cm³	从纵轴水平到交点	时间／横轴
温度 18°C	从横轴竖直到交点	耗氧速率／纵轴

给定横轴与给定纵轴时，寻找交点的顺序不同。

再完整做一次双线反向读取。下面仅为方法示范的数据：10、20、30 分钟时，25°C 组分别为 0.5、1.5、2.5 cm³，35°C 组分别为 1、3、5 cm³。先将两组各画三点并分别连接，用图例说明线与温度的对应。若问 35°C 组达到 2 cm³ 的时间，从纵轴 2 cm³ 水平移向 35°C 的线，再从交点向下到横轴，读得 15 分钟。2 处在 1 与 3 的正中间，对应时间也在 10 与 20 的正中间；另一条 25°C 的线达到 2 cm³ 则在 25 分钟，不能混用。下图已把指定曲线、图例和两段读数路径一起完成；这些示范数值不代表后面试题的实测数据。

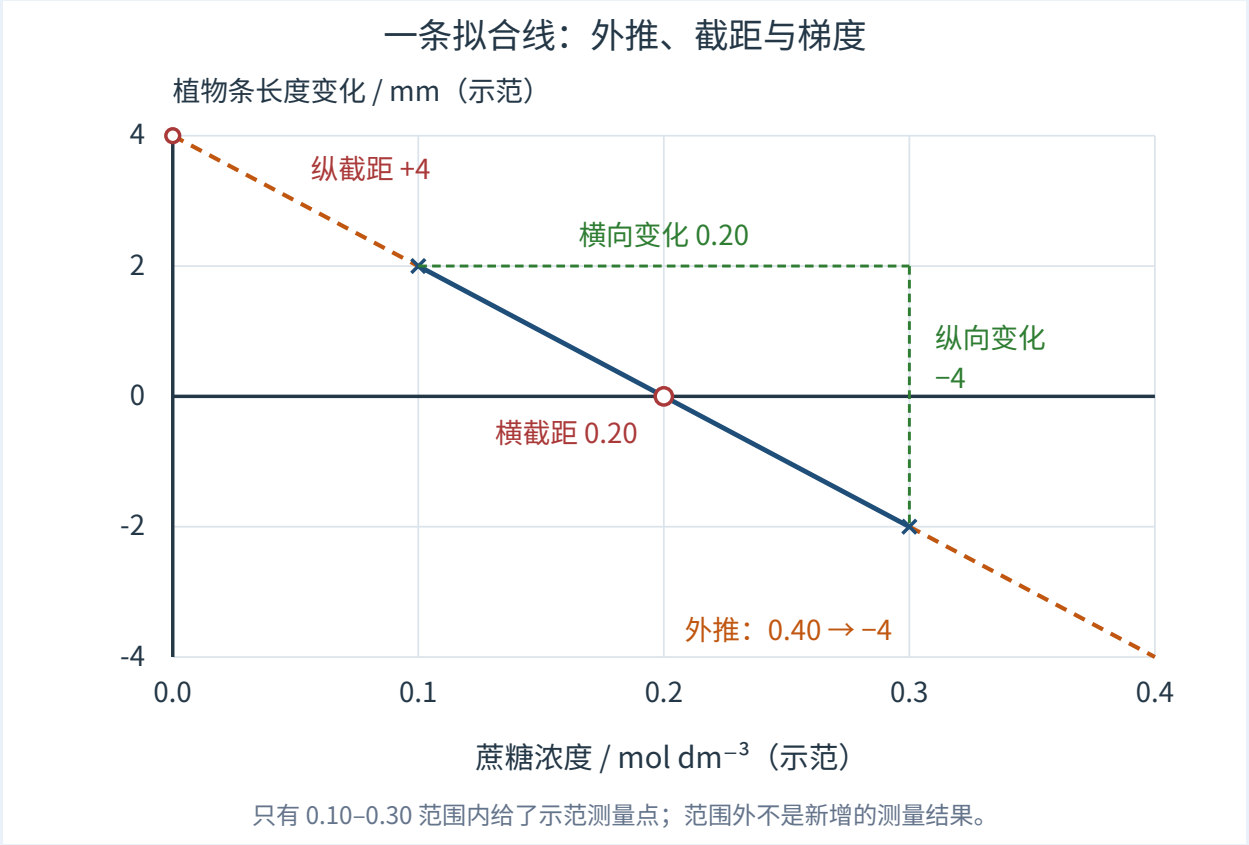


先选 35°C 图线，从 2cm³水平找交点，再竖直到横轴，示范读得 15 分钟。

给定横轴数值时，先 _____ 到图线，再 _____ 到纵轴；给定纵轴数值则沿相反路线读取。

现在把“图外延长”真正做完。外推 extrapolation 是沿合理的图线趋势，估计所测范围以外的值。先标清哪些点是测量所得，再依题意选择合理拟合线，才把线延长至目标位置；不能把虚线上的估计值补进原始数据表，当成做过的实验。

下面全部是方法示范数据：蔗糖浓度为 0.10、0.20、0.30 mol dm⁻³ 时，植物条长度变化分别为 +2、0、−2 mm。三点沿一条下降直线。若题目要求按这一趋势估计 0.40 mol dm⁻³ 的变化，延长右端图线至横轴 0.40 的位置，再水平读到 −4 mm。这是“如果趋势继续成立”的外推答案；它不是已测得的第四点，浓度改变很大时也未必仍成立。



只有 0.10–0.30 范围内给了示范测量点；范围外不是新增的测量结果。

全部数据为方法示范。实线段覆盖所测浓度范围，虚线是条件性外推；截距分别在另一坐标为零时读取。

截距 intercept 是图线与坐标轴的交点。横截距在纵坐标为零的位置读横坐标；本图纵坐标为 0 时，浓度为 0.20 mol dm⁻³，表示在示范条件下植物条长度没有净变化。纵截距在横坐标为零的位置读纵坐标；本图把左端延长至浓度 0，得到＋4 mm。前者是 0.20，后者是＋4，各有自己的单位，不能把两个交点都抄成“0”。零浓度并没有实际测量，所以此处纵截距也是外推估计。

再从同一拟合直线上选相距较远的两个点，例如 (0.10，＋2) 与 (0.30，−2)。梯度 gradient＝纵坐标变化÷横坐标变化＝[−2−(＋2)]÷(0.30−0.10)＝−4÷0.20＝−20 mm/(mol dm⁻³)。负号表示浓度增加时长度变化量下降；这里纵轴是变化量，负值表示缩短。两个差都按同一方向相减，不能一个用终点减起点、另一个反过来。

若给的是平滑曲线，不能把全程当成同一梯度。问某一区间的平均变化率，用区间两端连线的梯度；若明确要求某一点的梯度，应在该点画切线，再从切线上取相距较远的两点计算。作图的曲线形状、拟合线、辅助线和单位都应让读者看出所用方法。题目若只要求范围内内插，就不需要无根据地向范围外延长。

答案：竖直；水平

怎么认 先确认要读哪条曲线、已知哪一轴，再画两条辅助线并读带单位的数值。

例题 1 （2025·October/November 0610/61 Q3(a)(iii)） · 3 级

(a) Scientists investigated the relationship between height and the vital capacity of the lungs in people.

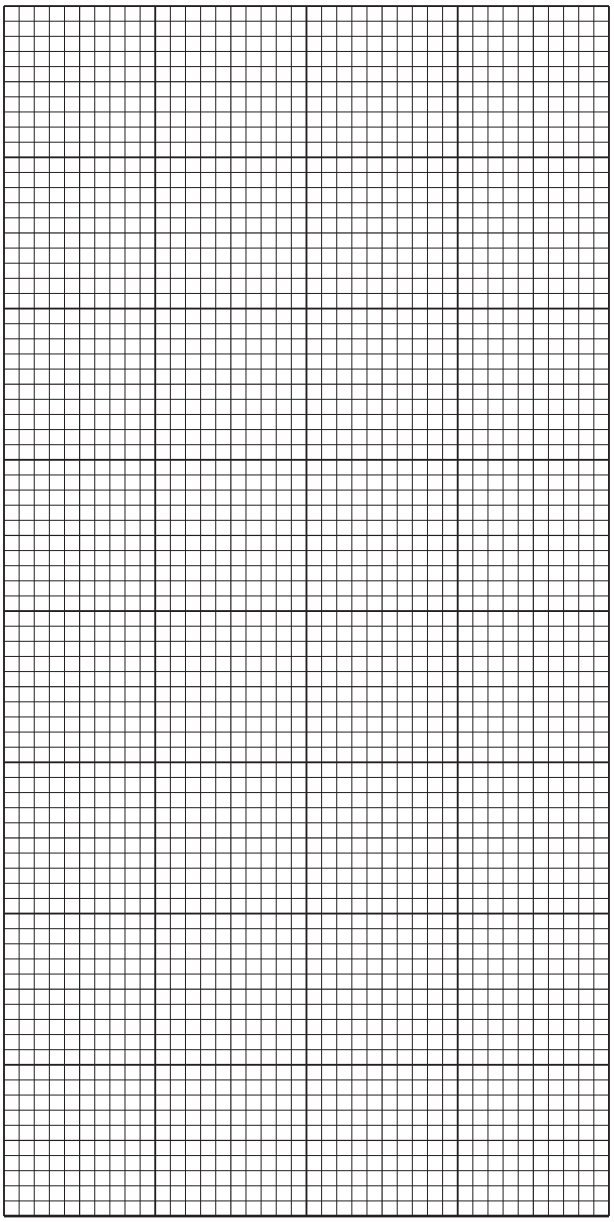
The vital capacity is the maximum volume of air that can be expelled from the lungs after taking the deepest possible breath.

Table 3.1 shows the results of the investigation.

Table 3.1

height of the person / cm	vital capacity / dm^3
130	1.9
140	2.2
150	2.9
160	3.4
170	4.1
180	5.1
190	6.2
200	7.2

(i) Plot a line graph on the grid of the data in Table 3.1.



(iii) Use your graph to estimate the vital capacity of a person with a height of 175 cm.

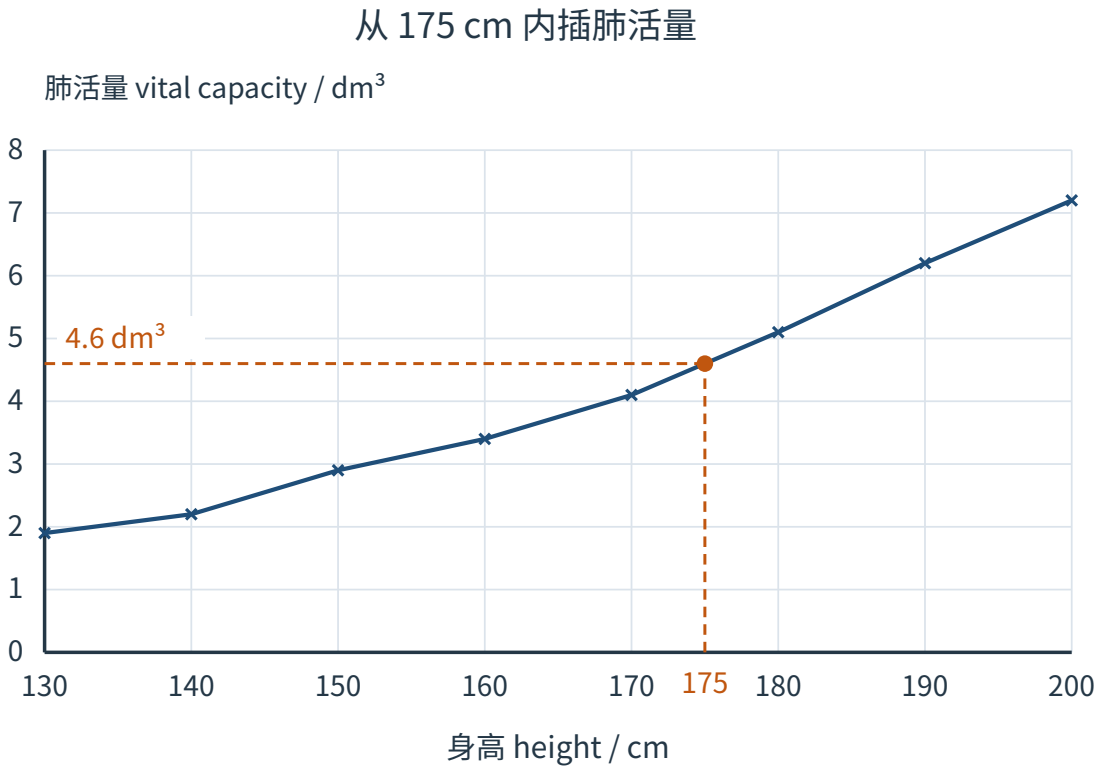
Indicate **on your graph** how you obtained your estimate.

解：先按表中身高作横轴 height / cm，肺活量作纵轴 vital capacity / dm^3，描出八个点：130 与 1.9、140 与 2.2、150 与 2.9、160 与 3.4、170 与 4.1、180 与 5.1、190 与 6.2、200 与 7.2。横轴每增加 10 cm 的距离相同，纵轴每增加 1 dm^3 的距离也相同，再依题意连接相邻点。

175 cm 位于 170 与 180 cm 正中间。从横轴 175 cm 处向上作辅助线，直到与图线相交；再从交点水平向左，读取肺活量。

按相邻两点用直线连接，肺活量为 4.1 与 5.1 的中间值，即约 4.6 dm^3。图中的两条辅助线必须保留，表明估计来自哪里。

这是在已有数据范围内作内插。手绘图若采用适当平滑连线，应据自己图线交点读值，并写出单位；不能只写一个数却不标读数路径。



八点按原表连接；175 cm 的交点对应约 4.6 dm³。

例题 2 （2023·May/June 0610/61 Q2(b)(v)） · 3 级

(b) A student investigated the effect of the concentration of a salt solution on the mass of carrot cubes. The student used this method:

- Carrots were cut into cubes. Each side of the cube was 1 cm in length.
- The initial mass of each carrot cube was measured and recorded.
- Each carrot cube was put into a different concentration of salt solution.
- The carrot cubes were left in the salt solutions for one hour.
- After one hour, the carrot cubes were removed from the salt solution and dried with a paper towel.
- The final mass of each carrot cube was measured and recorded.

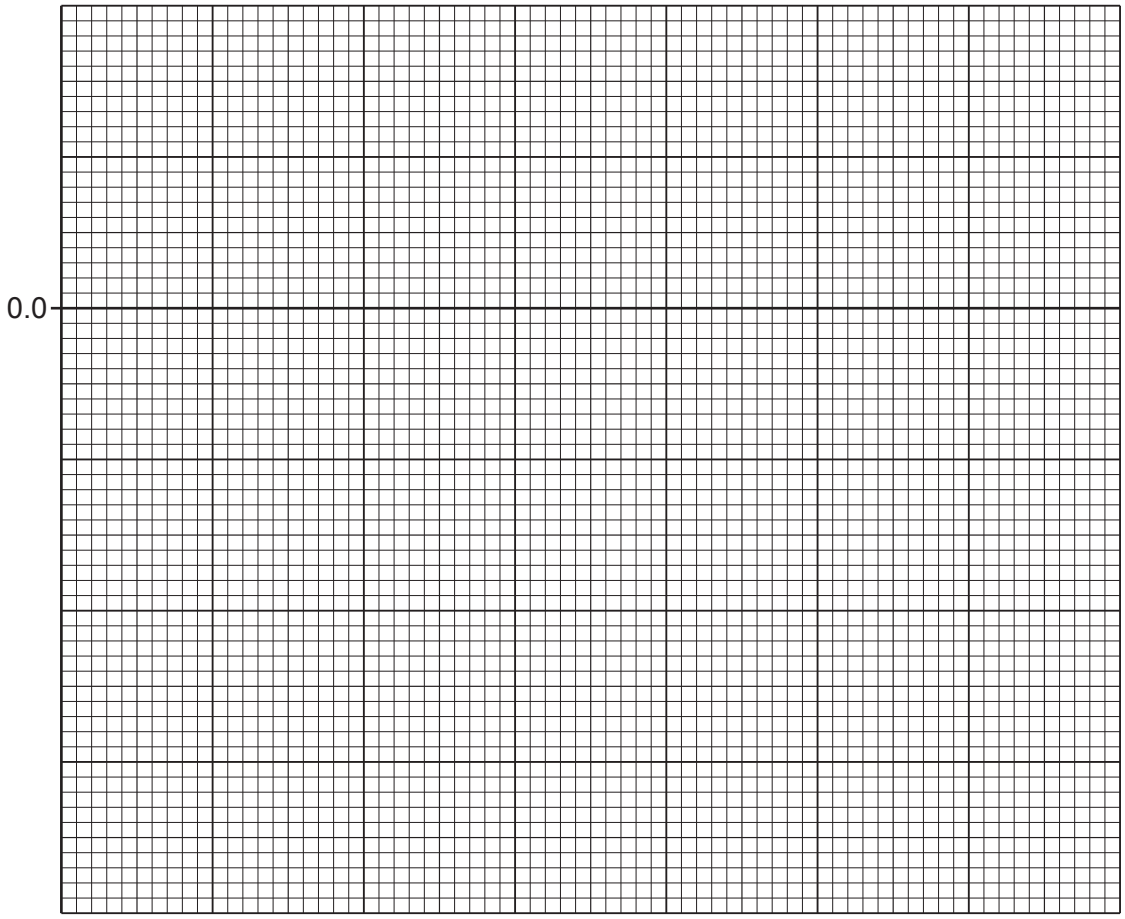
The results of the investigation are shown in Table 2.1.

Table 2.1

concentration of salt solution / mol per dm^3	initial mass of carrot cube / g	final mass of carrot cube / g	change in mass / g
0.0	0.97	1.04	0.07
0.2	0.98	0.99	0.01
0.4	0.96	0.90	–0.06
0.6	0.98	0.86	–0.12
0.8	0.99	0.84	–0.15
1.0	0.95	0.79	–0.16
1.2	0.96	0.80	–0.16

(iv) Using the data in Table 2.1, plot a line graph on the grid to show the effect of concentration of salt solution on the change in mass of the carrot cubes.

One axis has been started for you.



(v) Using your graph, estimate the concentration of salt solution at which there is no change in the mass of the carrot cube.

Show on the graph how you obtained your estimate.

解：**(iv)** 先确定坐标表示什么。本实验改变的是盐溶液浓度，把它放在横轴，单位 mol dm^{-3}；测得的是胡萝卜的质量变化，把它放在纵轴，单位 g。这里直接使用 Table 2.1 最后一列，不把它擅自改成百分比。

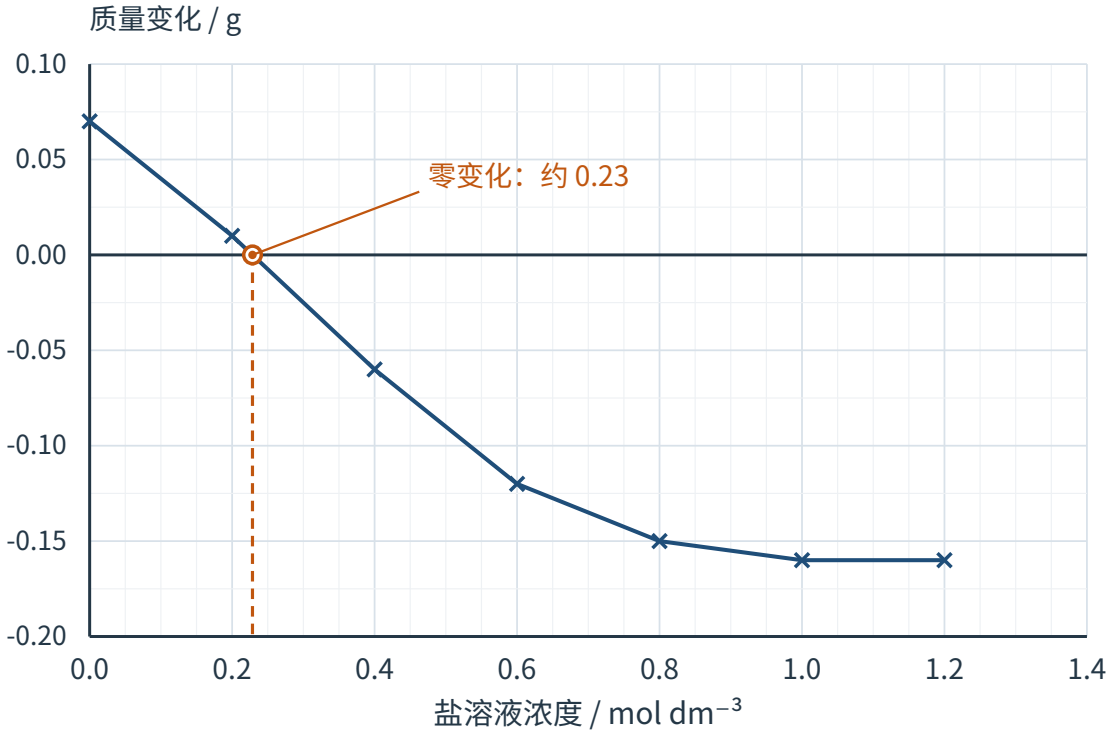
横轴可从 0 到 1.4，每大格 0.2；纵轴可从 –0.20 到 +0.10 g，每大格 0.05 g，零线以上放正值，以下放负值。这样七个点在两个方向上都占据超过半幅图的范围。

按表逐行标出 (0.0, 0.07)、(0.2, 0.01)、(0.4, –0.06)、(0.6, –0.12)、(0.8, –0.15)、(1.0, –0.16)、(1.2, –0.16)。例如浓度为 0.4 时，先沿横轴找到 0.4，再向下到 –0.06 g，标出一个小叉。全部七点画好后画出适合数据的连续图线；下面使用连接相邻数据点的折线。

(v) **“**质量没有变化**”**就是纵坐标为 **0**。沿原题已开始的零线找它与图线的交点，再由交点向浓度刻度作辅助线。交点在 0.2 与 0.4 之间、靠近 0.2 的位置，本图读为约 0.23 mol dm^{-3}。圈出交点和画出读值辅助线，才能展示估计怎样得到。

这个数不是表中某一行，也不是在找质量本身为零。图上方表示浸泡后质量增加，下方表示质量减少，两者之间的交点才表示净变化为零。按你自己正确绘制的图线读值；官方评分要求读值与图线一致，并没有给所有合格图统一指定 0.23 这一数值。

胡萝卜：先画完整图线，再读质量不变的浓度



先找到纵坐标为 0 的交点，再沿辅助线读取浓度；读值须与所画图线一致。

全部 7 个原表数据点均已标出；本图的零变化浓度约为 0.23 mol dm⁻³。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/63 Q2(c)(ii)） · 3 级

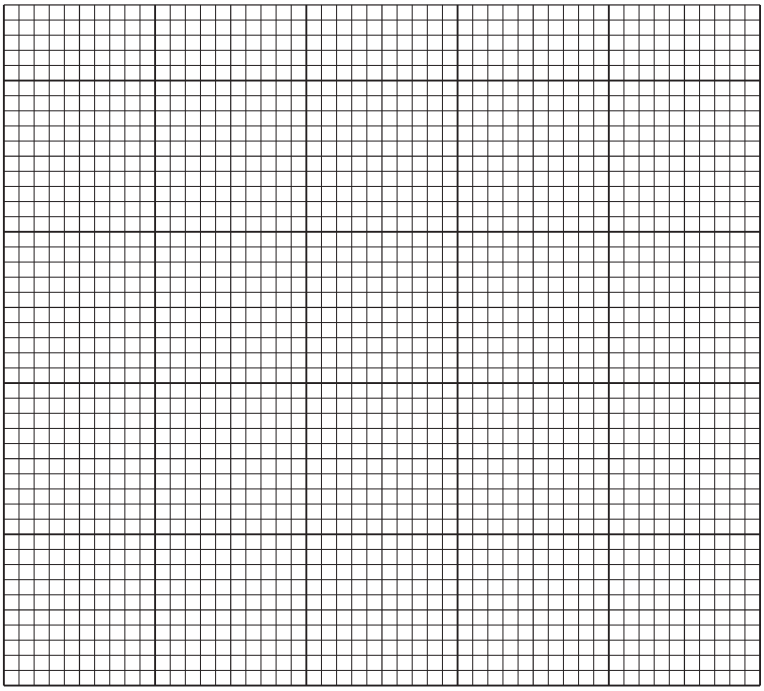
(c) Scientists used a respirometer to investigate the effect of temperature on the rate of oxygen use by stick insects.

The results of the investigation are shown in Table 2.1.

Table 2.1

temperature / °C	rate of oxygen use / mm^3 per mg per minute
10	0.58
15	0.96
20	1.10
25	1.24
30	1.30

(i) Using the data in Table 2.1, plot a line graph on the grid to show the effect of temperature on the rate of oxygen use.



(ii) Use your graph to estimate the rate of oxygen use by stick insects at a temperature of 18 °C.

Show on your graph how you obtained your estimate.

2. （2021·February/March 0610/62 Q1(d)(iv)） · 3 级

(d) Students investigated the effect of sucrose concentration on the mass of potato cylinders.

- A potato was cut into cylinders.
- The potato cylinders were all cut to 2 cm in length.
- The initial mass of each potato cylinder was measured and recorded.
- Each potato cylinder was put into a different concentration of sucrose solution.
- The potato cylinders were left in the sucrose solutions for one hour.
- The potato cylinders were removed from the sucrose solutions and the final mass of each potato cylinder was measured and recorded.

The results of the investigation are shown in Table 1.1.

Table 1.1

concentration of sucrose / mol per dm^3	initial mass of potato cylinder / g	final mass of potato cylinder / g	change in mass / g	percentage change in mass
0.00	2.13	2.29	0.16	7.5
0.20	2.05	2.08	0.03	1.5
0.40	2.52	2.42	–0.10	–4.0
0.60	1.68	1.52	–0.16	–9.5
0.80	1.56	1.32	–0.24	–15.4
1.00	2.51	2.08	–0.43	

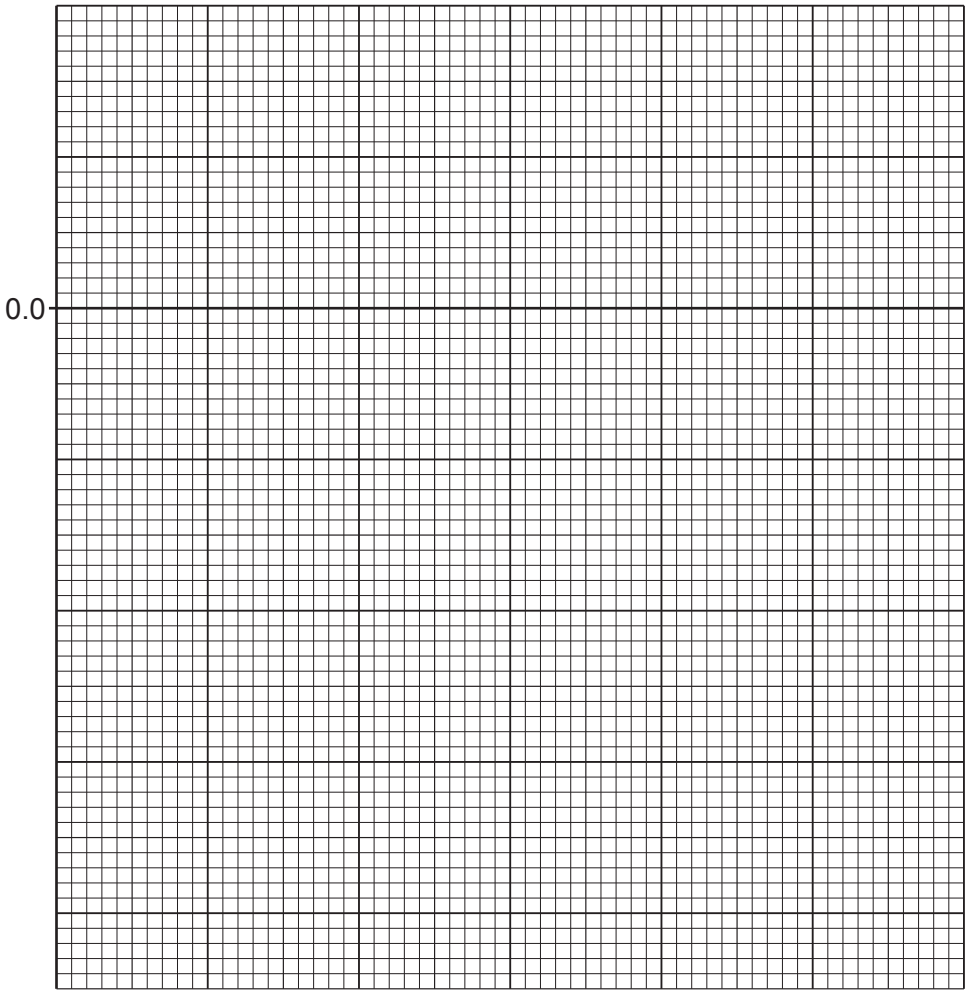
(ii) Calculate the **percentage** change in mass of the potato cylinder that was immersed in 1.00 mol per dm^3 sucrose solution.

Give your answer to **one** decimal place.

Space for working.

(iii) Plot a line graph on the grid of the concentration of sucrose solution against the percentage change in mass. One axis has been started for you.

Include a curved line of best fit on your graph.



(iv) Estimate the concentration of sucrose solution at which there was **no** percentage change in the mass of the potato cylinder.

3. （2024·February/March 0610/62 Q1(c)(vi)） · 3 级

The results of the whole investigation about the effect of temperature on the rate of respiration in yeast at 25 °C and 35 °C are shown in Table 1.2.

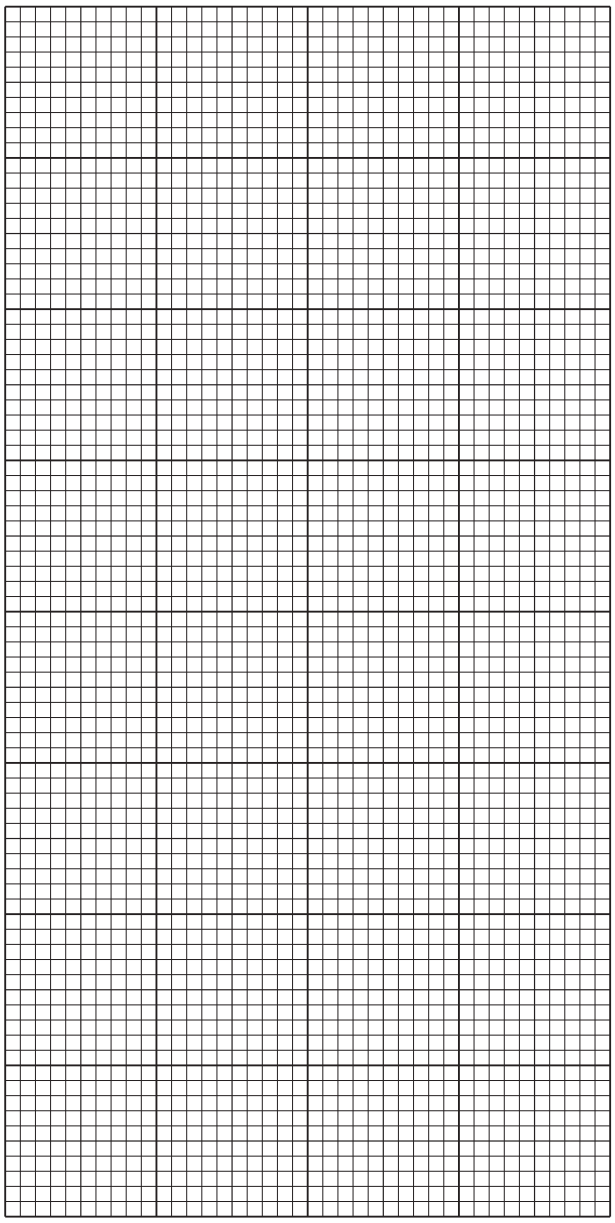
Table 1.2

time /minutes	mean volume of carbon dioxide produced at 25 °C / cm^3	mean volume of carbon dioxide produced at 35 °C / cm^3
5	0.0	0.1
10	0.0	0.8
15	0.1	1.9
20	0.2	2.7
25	0.5	3.2
30	1.1	3.2

(v) Plot a line graph on the grid of mean volume of carbon dioxide produced against time, using all of the data in Table 1.2.

You will need to plot the data for each temperature as separate lines on your graph.

Include a suitable key.



(vi) Estimate the time taken to produce 3.0 cm^3 of carbon dioxide at 35 °C.

Show on the graph how you obtained your estimate.

4. （2022·May/June 0610/63 Q1(c)(iv)） · 3 级

(c) A student investigated the effect of different concentrations of sodium chloride solution on osmosis in potatoes.

The student used this method:

- Make four different concentrations of sodium chloride solution in separate test-tubes.
- Cut a piece of potato into five cylinders that are approximately the same length and diameter.
- Measure and record the mass of each potato cylinder.
- Put one potato cylinder into a test-tube containing distilled water.
- Put one potato cylinder into each of the four test-tubes containing the different sodium chloride solutions.
- Leave the potato cylinders in the test-tubes for 30 minutes.
- After 30 minutes, remove the potato cylinders from the test-tubes.
- Dry the potato cylinders with a paper towel.
- Measure and record the mass of each potato cylinder.

The student's results are shown in Table 1.1.

Table 1.1

concentration of sodium chloride solution /mol per dm^3	potato cylinder initial mass/g	potato cylinder final mass/g	percentage change in mass
0.0	1.13	1.32	16.8
0.2	1.03	1.08	4.9
0.4	1.19	1.06	–10.9
0.6	1.13	0.86	–23.9
0.8	1.14	0.82	

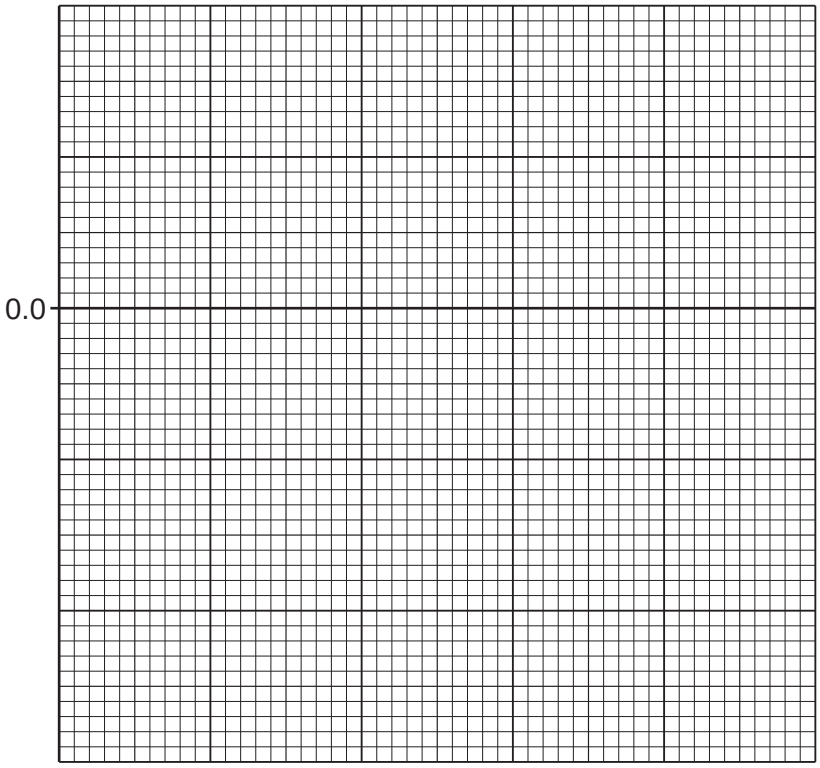
(ii) Using the information in Table 1.1, calculate the percentage change in mass for the potato cylinder in the 0.8 mol per dm^3 sodium chloride solution.

Give your answer to **one** decimal place.

Space for working.

(iii) Using the data in Table 1.1 and your answer to **1(c)(ii)**, plot a line graph on the grid of the concentration of sodium chloride solution against the percentage change in mass.

One axis has been started for you.



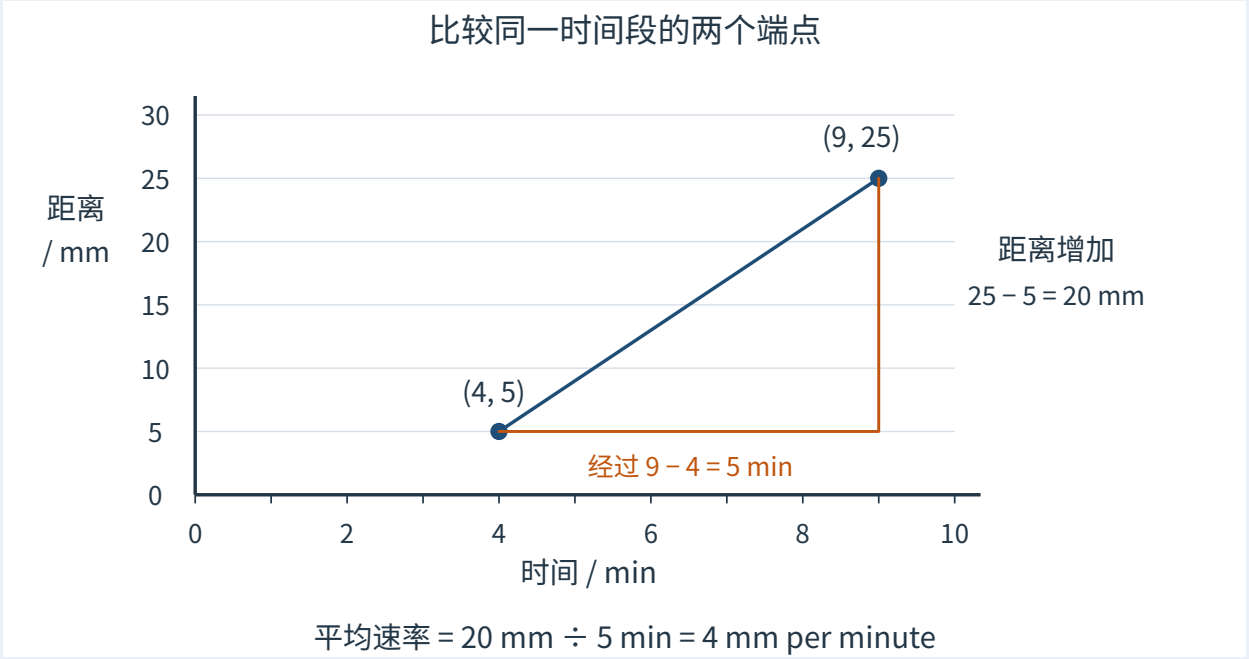
(iv) Estimate the concentration of sodium chloride solution at which there would be no percentage change in the mass of the potato cylinder.

Show on your graph how you obtained your estimate.

22.3 变化量与速率

题型 1：用变化量与实际时间间隔计算速率

知识点 速率表示平均每单位时间发生多少变化。例如 5 分钟新增 20 mm 的移动距离，平均每分钟就是 20÷5=4 mm。先明确所求的是距离、体积还是计数的变化，再除以这段变化实际经历的时间。
从图像读一段速率时，要取这个区间的两个端点。假如 4 分钟时读数为 5 mm，9 分钟时为 25 mm，变化量是 25−5=20 mm，时间间隔是 9−4=5 分钟，因此平均速率为 4 mm per minute。不能拿最终读数 25 直接除以最终时刻 9，因为本题比较的起点不是零。



分子取两端读数之差，分母取同一段时间之差；橙线标出所比较的两个变化。

原始观察未必已经是需要的量。若按相等长度切段计数，要先用“段数×每段长度”求总距离；若记录的是 3 分钟产生的气泡总数，要除以 3 才得到每分钟气泡数。方法中还有预热、平衡温度或准备步骤的时间，这些时间不能不加判断地都并入分母。

从表格先固定正确组别、温度或处理条件，再横向读取同一行。从图像先用图例选择正确曲线，再把指定时间的点对到纵轴。速率的单位由“变化量单位÷时间单位”组成，如 mm per minute、cm³ per minute 或 bubbles per minute；不能只写 mm 或 cm³。

先保留中间计算的精度，再按题目要求取位。有效数字从第一个非零数字起计数，与小数位数不同：12.428 保留两位有效数字为 12，保留两位小数为 12.43。题目要求“appropriate significant figures”时，还可查看同一列其他数据采用的精度；不要把两位有效数字一律理解成小数点后两位。

平均速率＝这一段的 _____ ÷实际 _____；比较两个时刻时，分子和分母都应使用相应端点的差。

答案：变化量；时间间隔

怎么认　固定对象和区间，必要时先把计数换成距离；分别求变化量和实际时间间隔，相除后写单位并按要求取位。

例题 1　(2025·October/November 0610/61 Q1(a)(iii))　· 2 级

A student investigated the effect of temperature on the movement of water in celery stalks. The water contained a blue dye.

In plant stems such as a celery stalk, water moves in the xylem tissue within the vascular bundles.

The student used this method:

Step 1　Take two stalks of celery and cut them so that they are both 10 cm long.

Step 2　Prepare an ice-cold water-bath **C** and a warm water-bath **W**.

Place a beaker of blue dye into each water-bath, as shown in Fig. 1.1.

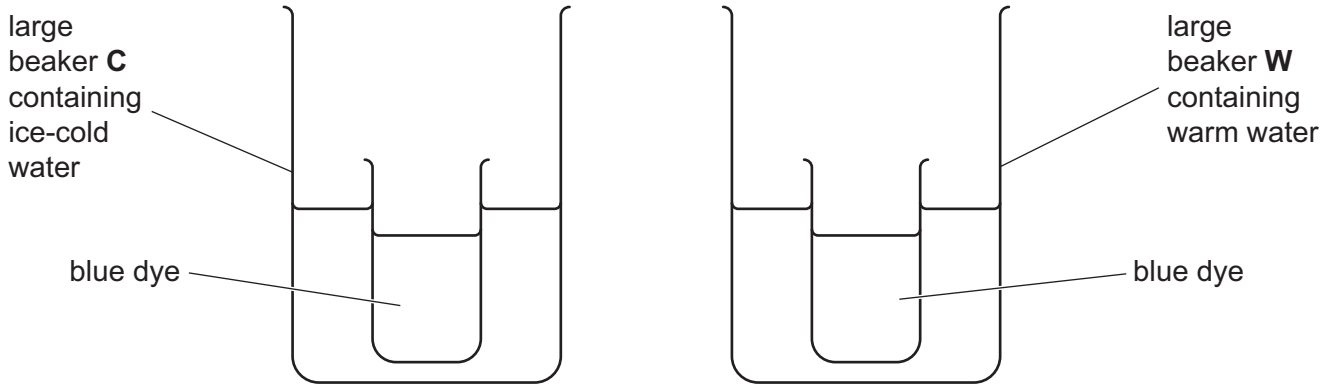


Fig. 1.1

Step 3 Measure the temperatures of the water in water-bath **C** and water-bath **W**.

Step 4 Let the blue dye equilibrate in the water-baths for three minutes.

Step 5 After three minutes, place one celery stalk into each beaker of blue dye, as shown in Fig. 1.2.

Keep the celery stalks in the blue dye for ten minutes.

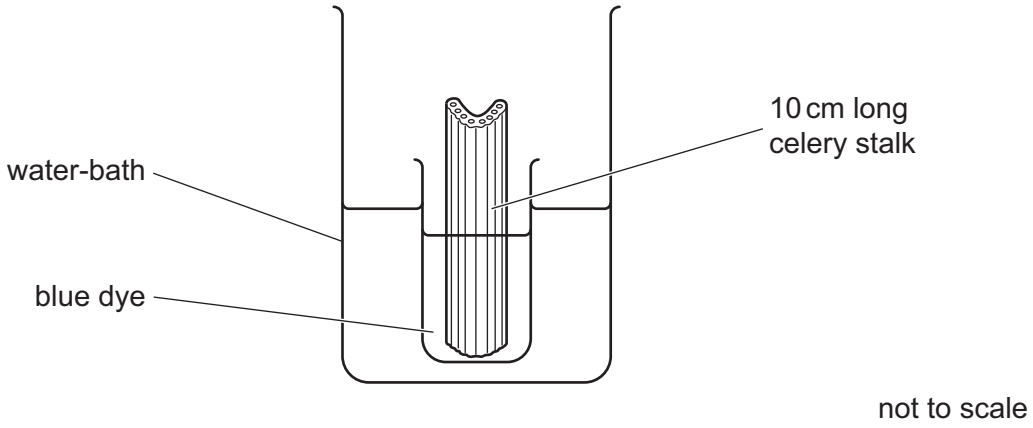


Fig. 1.2

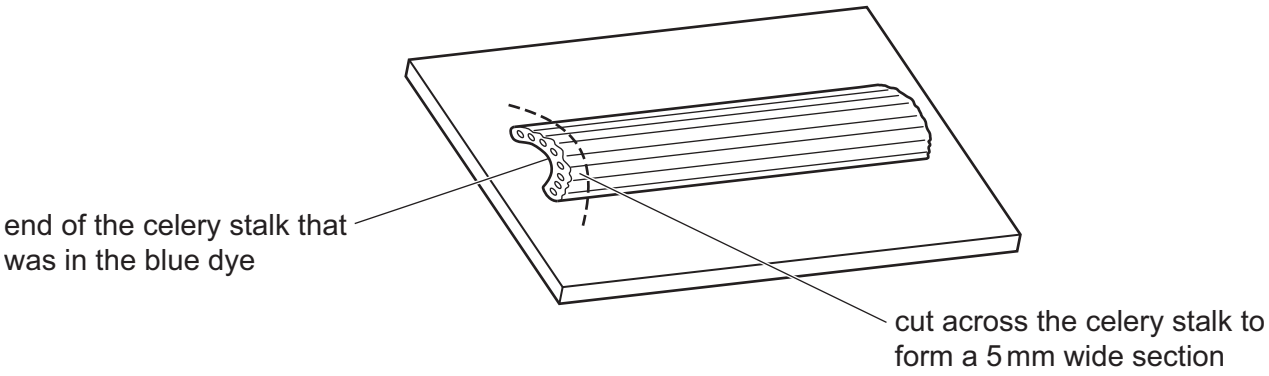
Step 6 After ten minutes, measure the final temperatures of the water in water-bath **C** and water-bath **W**.

Table 1.1

water-bath	water temperature in step 3 / °C	water temperature in step 6 / °C	change in water temperature / °C
C	4	15	
W	40	28	

Step 7 Remove the celery stalk from the blue dye in water-bath **C** and put it on a white tile.

Step 8 Cut a section across the celery stalk 5 mm from the end that was in the blue dye, as shown in Fig. 1.3.



not to scale

Fig. 1.3

Step 9 Examine the xylem tissue of the cut section of celery stalk to see if the blue dye is visible.

Fig. 1.4 shows the position of the xylem tissue in a cut section of a celery stalk.

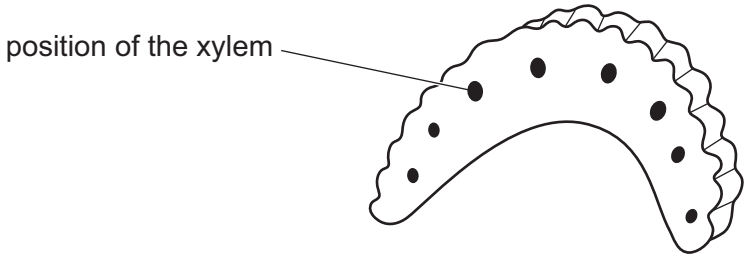


Fig. 1.4

Step 10 If the blue dye is still visible in the celery stalk, cut another 5 mm wide section from the dyed end of the remaining part of the celery stalk.

Continue cutting 5 mm wide sections from the celery stalk until the blue dye is no longer visible in the cut section.

Step 11 Count the number of sections you have cut from the celery stalk that contain the blue dye.

Step 12 Repeat steps 7 to 11 with the celery stalk from water-bath **W**.

The student's results are shown in Fig. 1.5.

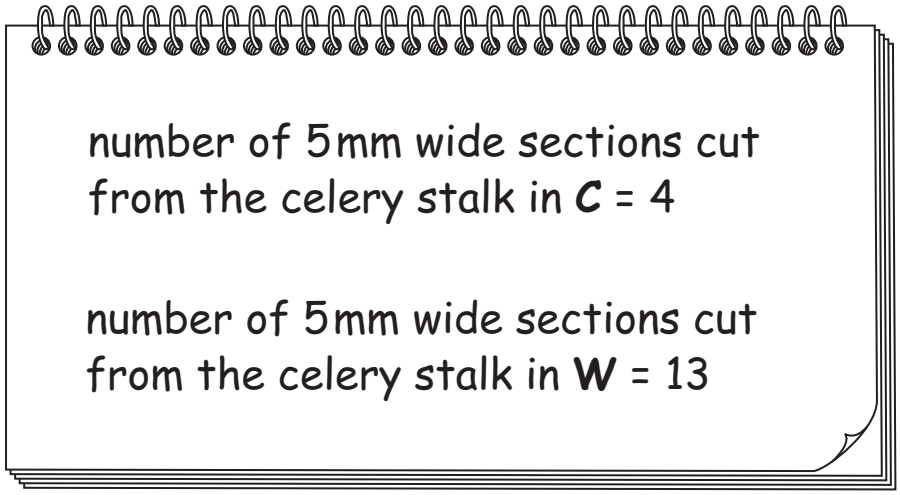


Fig. 1.5

(iii) Calculate the rate of movement of the blue dye in the celery stalk in beaker **W**.

Include the unit.

解：先固定本问的对象为水浴 W 中的芹菜。Fig. 1.5 记录 W 有 13 段含蓝色染料，每段宽 5 mm，所以染料移动的总距离为 $13 \times 5 = 65$ mm；13 本身是段数，不能直接当成距离。

方法规定芹菜在染料中放置 10 分钟。这是染料移动所对应的时间，不是此前让染料达到水浴温度的 3 分钟。

平均速率为 $\frac{65}{10} = 6.5$ mm per minute。答案应同时写数值与单位：**6.5 mm per minute**，表示平均每分钟移动 6.5 mm。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/63 Q2(b)(i)） · 2 级

A student investigated the effect of temperature on the rate of respiration in yeast cells.

They used the apparatus shown in Fig. 2.1.

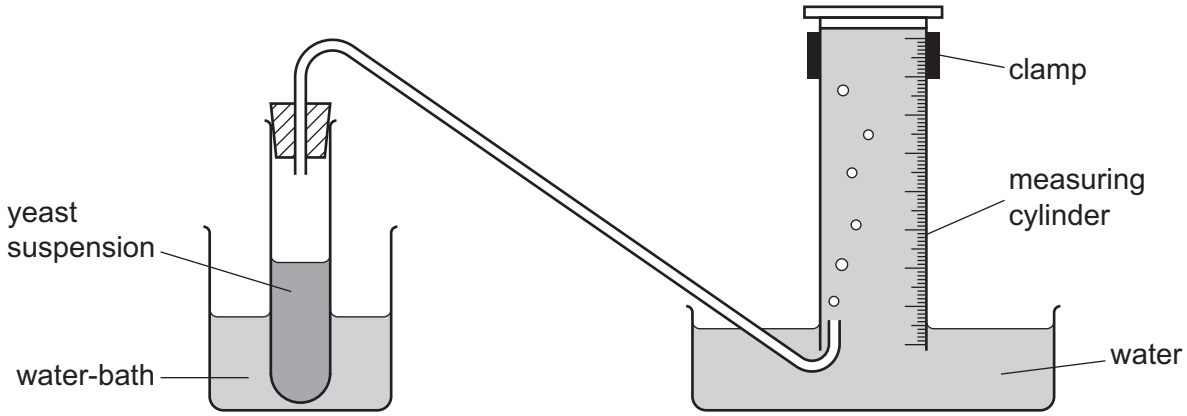


Fig. 2.1

The student used this method:

- Put 25 cm^3 of yeast suspension into a test-tube.
- Put the test-tube into a water-bath and add water at 10 °C to the water-bath.
- Leave the apparatus for five minutes before moving on to the next step.
- Start a stop-clock and count the number of bubbles produced by the respiring yeast cells in three minutes.
- Repeat the procedure using a water-bath maintained at different temperatures.

(b) Table 2.1 shows the results of the investigation.

Table 2.1

water-bath temperature / °C	number of bubbles produced in 3 minutes	rate of bubble production / bubbles per minute
10	33	11
20	45	15
30	79	
40	112	37
50	124	41
60	37	12

(i) Calculate the rate of bubble production at 30 °C.

Give your answer to an appropriate number of significant figures.

Space for working.

2. （2024·May/June 0610/42 Q1(c)(i)） · 3 级

(c) A scientist investigated the effect of sugar on respiration in yeast cells.

One flask contained 100 cm^3 of a sugar solution and another flask contained 100 cm^3 of water. Both flasks contained the same mass of yeast. The temperature was maintained at 25 °C.

The scientist used the apparatus shown in Fig. 1.1.

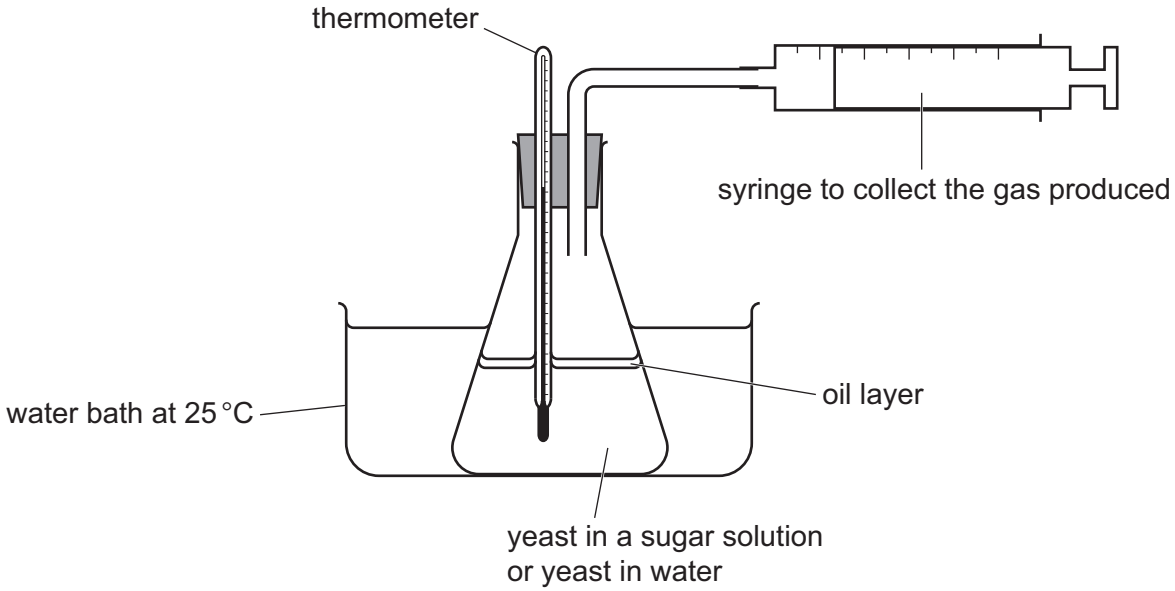


Fig. 1.1

Fig. 1.2 is a graph of the results of the investigation.

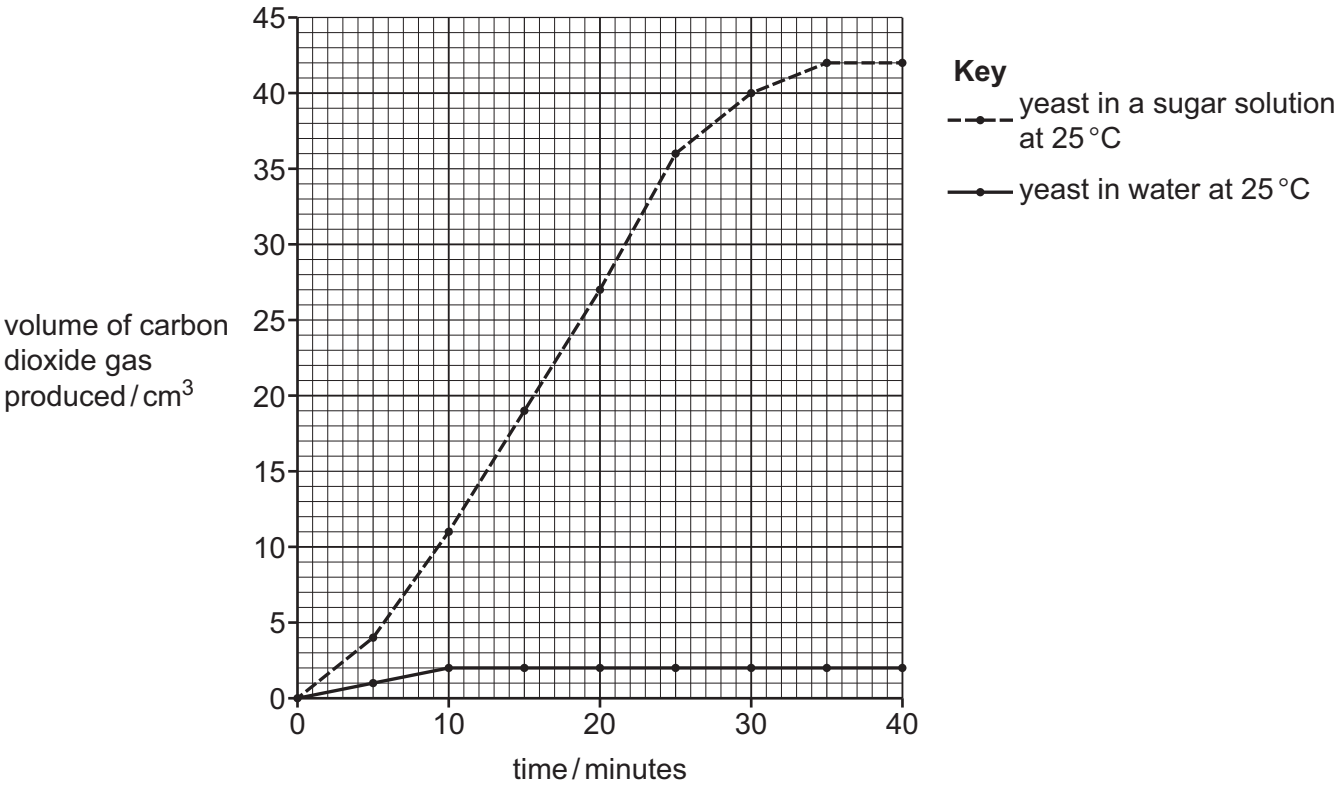


Fig. 1.2

(i) Using the gradient shown in Fig. 1.2, calculate the rate of carbon dioxide gas produced by the yeast in a sugar solution between 10 minutes and 15 minutes.

Include the unit.

Space for working.

22.4 条形图与直方图

题型 1：按类别和数值绘制间隔条形图

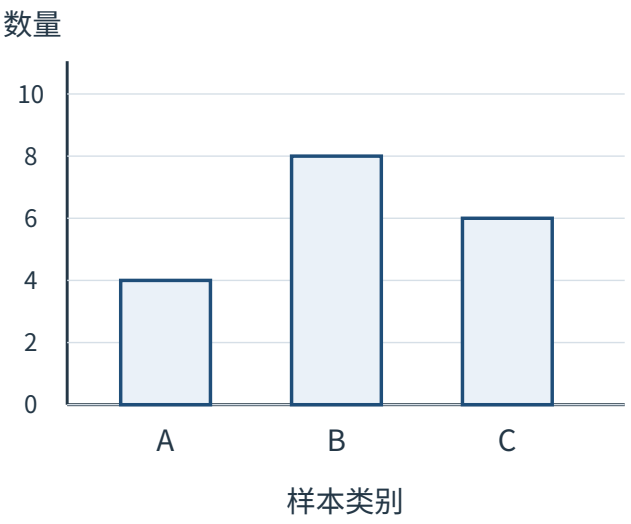
知识点 条形图用柱的高度比较不同类别的数值。例如 A、B、C 三种样本分别为 4、8、6，三个类别各占一个位置，三根柱的高度对应 4、8、6。每一类别是一根独立的柱，柱与柱之间留空隙，柱顶不相互连线。

先从表头确定坐标轴：类别放在一根轴上，所比较的数值放在另一根轴上，并写清变量名称与单位。柱的长度表示数值大小，因此数值轴从 0 起，用等距离代表相等的数值差。先看最大值和可用格数，再选既容纳全部数据、又使柱形充分展开的线性刻度。

原始数据

样本类别	数量
A	4
B	8
C	6

每一行对应一根柱



柱高对应数值；等宽柱之间留空隙，类别放在柱的中间。

柱宽应相同，间隔也保持相同，类别名称放在每根柱的中间。某个名字较长时可以分行，不能因此把对应标签移到另一根柱下。柱高按精确数据落在格线上或格间，不能为了整齐把小数改成整数。

有些表同时按两项条件分组。例如“日照充分的嫩叶”和“阴处的嫩叶”是不同组合，不能合成同一根“嫩叶”柱。可以给每根柱写完整组合，或用清楚的图例区分同组内的不同处理；无论采用哪种方式，每行数据都必须有明确去处。

单位也要按所画的量判断。平均面积用 cm²；每 100 g 水果中的蛋白质含量用 g per 100 g of fruit；小肠长度÷身体长度是两个同单位长度的比值，单位相互约去，不能再添 cm。它们都可以作为柱高，但轴名必须准确说明数值是什么。

最后沿表格逐行核对“类别—柱高”，再检查轴名、单位、刻度、柱宽和空隙。所有柱从 _____ 起；不同类别的柱之间留 _____；同一数值轴上等距离代表相等数值差。

答案：0；空隙

怎么认 先确定类别与数值轴，再选从 0 起的线性刻度；按每行数据画等宽、有相同空隙的柱，完整标注组合类别与单位。

例题 1 （2025·February/March 0610/62 Q2(c)(i)） · 3 级

(b) Students investigated the effect of light intensity on the surface area of leaves of soybean plants.

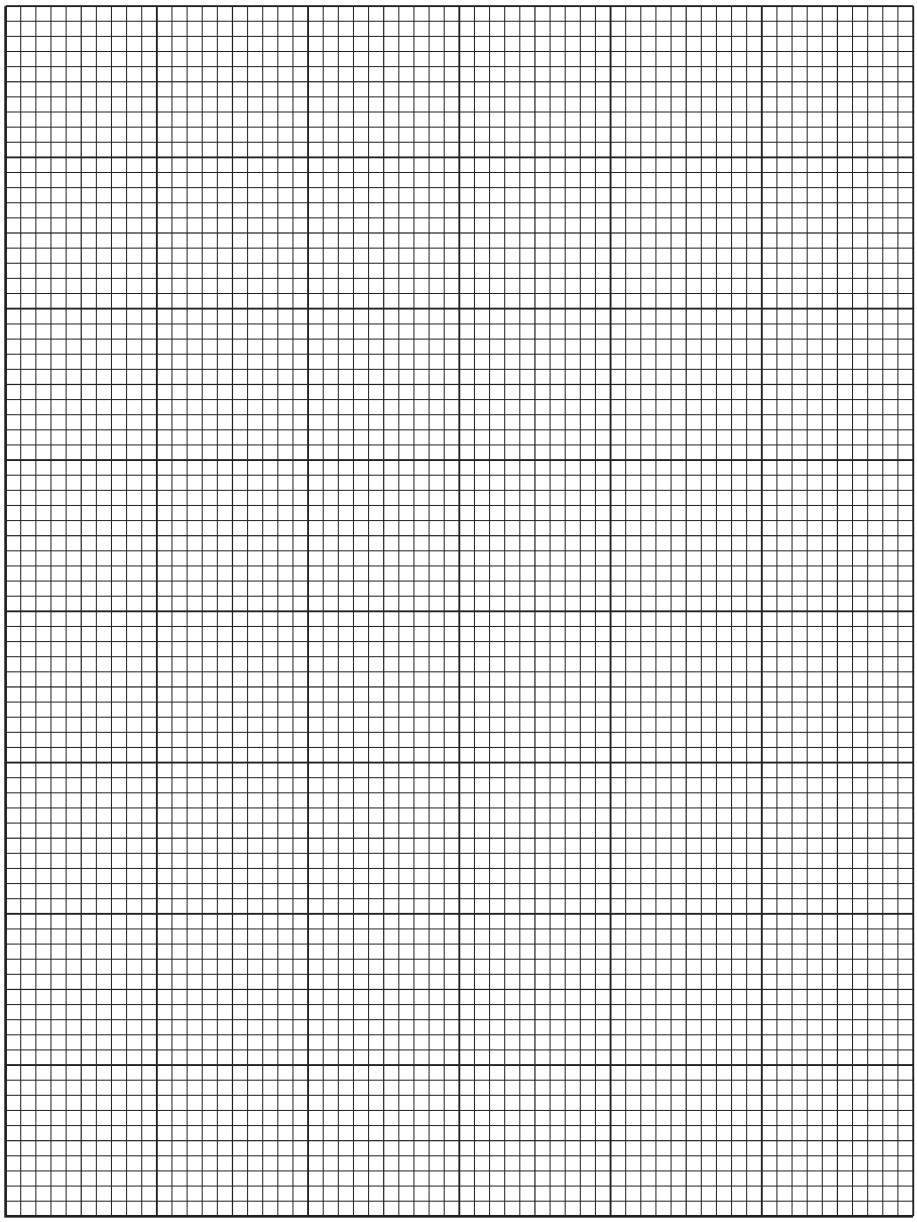
- 100 soybean seeds were planted in pots and put into the shade (low light).
- 100 soybean seeds were planted in pots and put into full sun.
- The soybean seeds were allowed to germinate and grow for 30 days.
- After 30 days, three of the oldest leaves and three of the youngest leaves were removed from each plant.
- The surface area of each of the removed leaves was measured.

(c) The results of the investigation are shown in Table 2.2.

Table 2.2

lighting condition	age of leaves	mean surface area of leaves / cm^2
full sun	young	52
shade	young	45
full sun	old	78
shade	old	58

(i) On the grid, using the data in Table 2.2, plot a bar chart to show the results of the investigation.

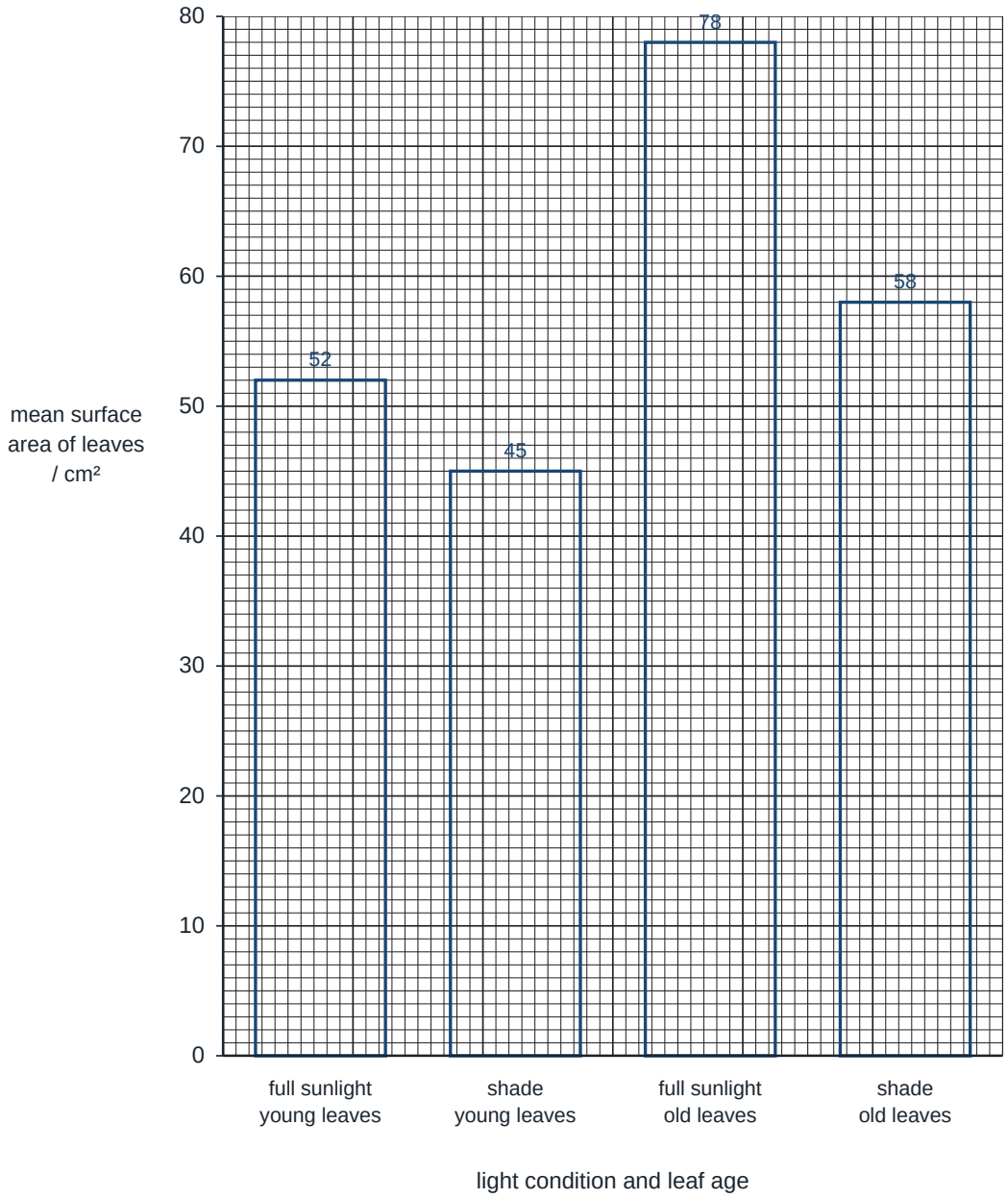


解：表中每行同时给光照条件和叶龄，因此四行是四种组合：full sun–young、shade–young、full sun–old、shade–old。横轴要保留每一种组合，不能只写“young、old”而漏掉光照差别。

纵轴写 mean surface area of leaves / cm²。原网格纵向有 8 大格，每大格 10 小格；可用每大格 10 cm²、每小格 1 cm²，从 0 到 80 cm²。最大值 78 放得下，柱形也能充分展开。

按表中顺序画四根等宽柱，柱之间留相同间隔。柱高分别是 52、45、78 和 58 cm²：52 位于 50 上方 2 小格，45 位于 40 上方 5 小格，78 位于 70 上方 8 小格，58 位于 50 上方 8 小格。所有柱都从 0 开始，横轴标签放在各柱中间。

下面给出完整图。逐一核对四个组合及对应柱高；柱顶不相互连线，也不用把柱紧贴成连续一片。



四种“光照×叶龄”组合各画一根柱；柱高依次为 52、45、78、58 cm²。

1. （2024·October/November 0610/61 Q3(d)(ii)） · 3 级

(d) Bananas contain protein.

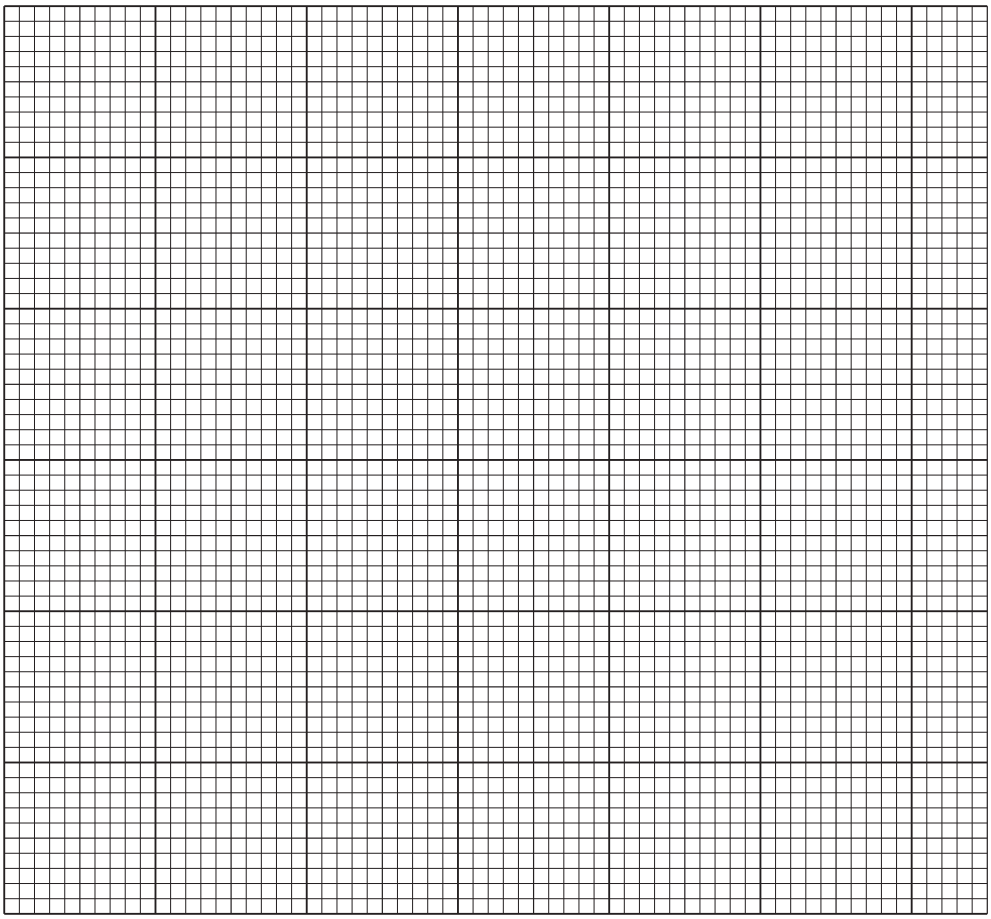
A student investigated the protein content in different types of fruit.

Table 3.1 shows the student's results.

Table 3.1

type of fruit	protein content / g per 100 g of fruit
apple	0.3
apricot	1.4
avocado	2.0
banana	1.1
guava	2.6
passion fruit	2.2
pineapple	0.9

(ii) Plot a bar chart on the grid of the data in Table 3.1.



2. （2024·October/November 0610/63 Q2(b)(i)） · 3 级

(b) A scientist studied the length of the small intestine in different animals.

The scientist recorded:

- the body length of five different animals
- the length of the small intestine of each animal.

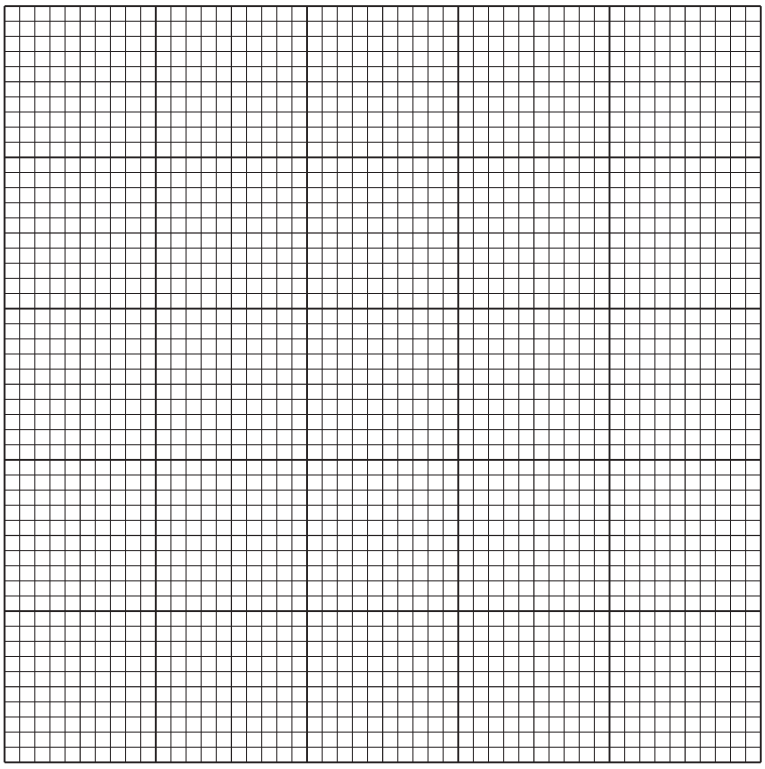
For each animal, the length of the small intestine was divided by the body length.

Table 2.1 shows the scientist's results.

Table 2.1

type of animal	small intestine length divided by the body length
cat	4
cow	20
dog	6
horse	12
human	5

(i) Plot a bar chart on the grid of the data in Table 2.1.

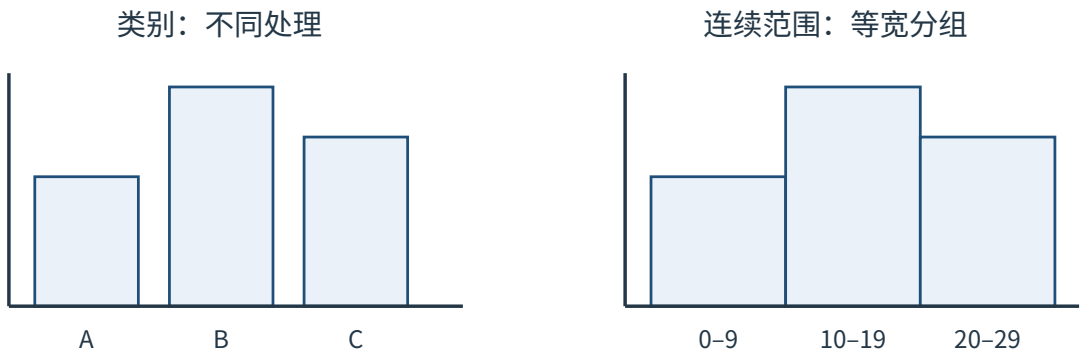


题型 2：按连续组距绘制和读取直方图

知识点 先分清横轴上的对象。若是不同食物、不同处理等类别，各类之间没有连续的数值区间，可画有间隔的条形图。若把身高、壳宽或水深这样的数值分成相邻范围，再统计每个范围内有多少个体，就使用直方图 histogram。每根柱代表一个范围中的全部个体。

本节题目的各组组距相等，柱高可直接表示该组的频数，也就是个体数。画图时按区间从小到大安排横轴，各柱等宽且相接，纵轴采用均匀刻度。写出横轴变量与单位、纵轴统计量；不要按柱高重新排列区间。表中 0.0–9.9 与 10.0–19.9 这样的写法表示按相同精度记录的相邻组。

同样在数个体，横轴的含义决定柱间是否留空



本图数字仅用于说明分组方式；每根柱都对应横轴上的一个对象或范围。

类别柱之间留空，连续等宽组的直方柱相邻而不留空。

读最高柱时，结论应是“人数最多的身高组为某一个范围”，而不是“所有这些人都等于组中点”。例如，一组 160–164 cm 有 20 人，不能据此说有 20 人恰好 162 cm。但如果整组的频数为零，则这一组中的任何身高都没有被记录到。总样本数则把所有柱的频数相加。

一根柱能告诉我们什么？

观察	能得到的结论	不能推出的结论
160–164 cm 有20人	20人落在这一组	20人都恰好162 cm
145–149 cm 有0人	没有147 cm的学生	没有低于145 cm的学生
各组频数相加	得到样本总人数	得到每人的精确身高

非零频数组保留的是范围，零频数组则排除了整个范围。

从表格作图可以依次做三件事：先选能容纳最大频数、并充分利用画图区的纵轴刻度；再逐行把区间和频数变成柱的宽度位置与高度；最后检查边界相接、各组等宽、单位完整。若某根柱只有 8 而最高有 138，低柱仍应按同一刻度画，不能为“看得见”自行抬高。

连续分组直方图的相邻柱通常 _____；最高柱给出出现最频繁的 _____。

答案：相接／没有间隙；组或范围

怎么认 横轴若是相邻数值范围，先读完整组界，再把柱高读作这一组的频数。

例题 1 （2025·October/November 0610/62 Q3(b)(ii)） · 3 级

(b) Seven-armed starfish live in the sea.

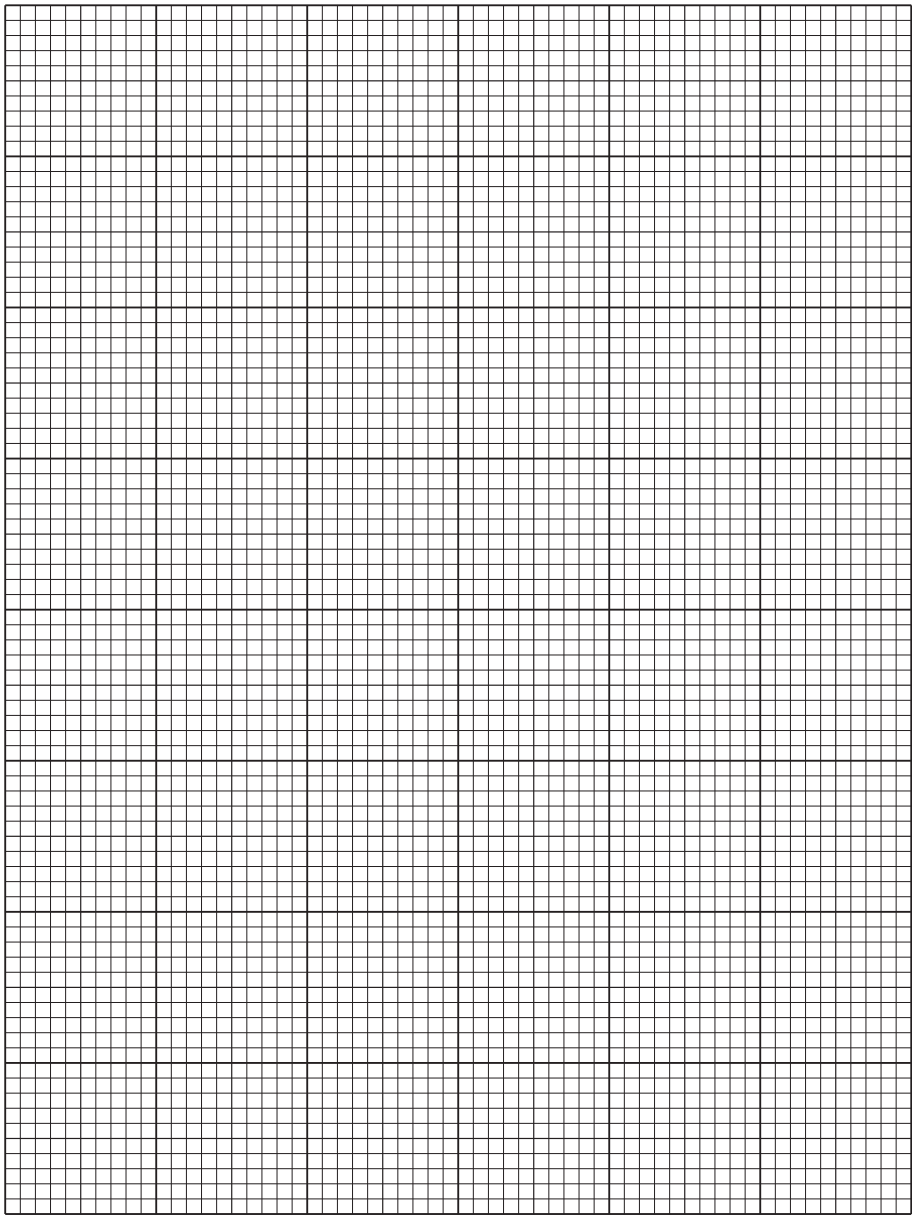
Scientists investigated the distribution of seven-armed starfish, *Luidia ciliaris*, in one region.

- Photographs of 20 m^2 areas of seabed were taken at different depths.
- The depth of the water in each area was measured when the water was at its highest level (high tide).
- The numbers of seven-armed starfish in each photograph were counted.
- All photographs were taken on the same day in July.

Table 3.1

depth / m	number of seven-armed starfish counted
0.0–9.9	337
10.0–19.9	1486
20.0–29.9	1243
30.0–39.9	241
40.0–49.9	121

(ii) Plot a histogram on the grid of the data in Table 3.1.

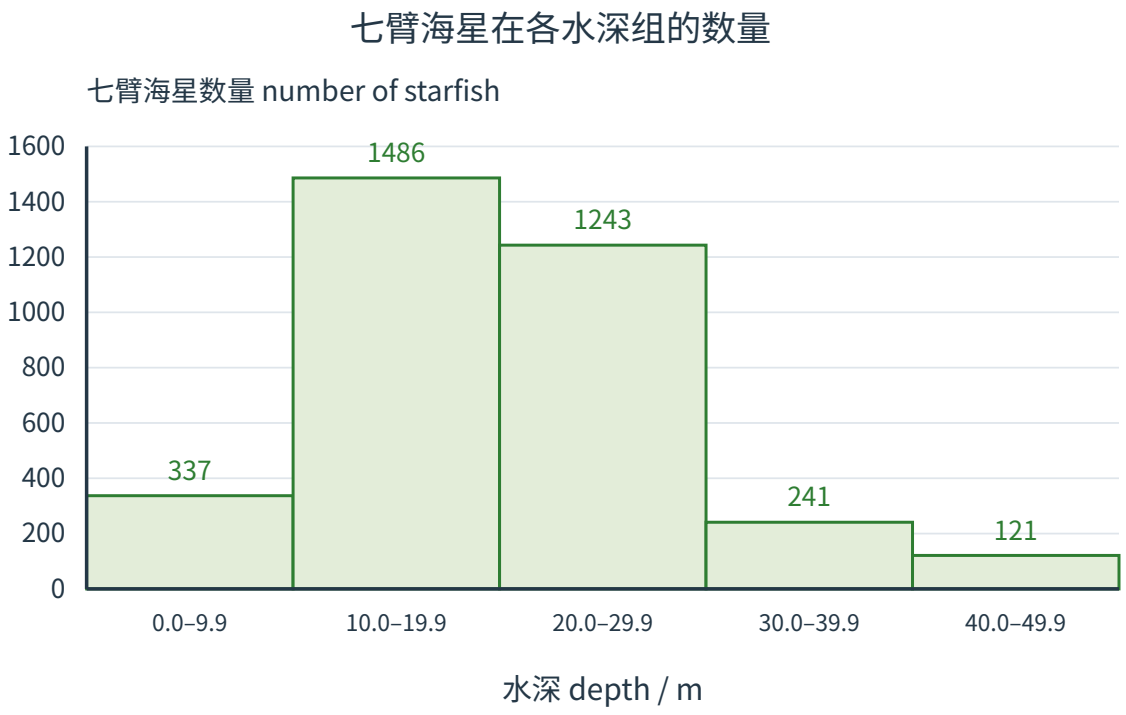


解：横轴是水深 depth / m，纵轴是对应水深组内统计到的七臂海星数量。五组深度范围的组距相同，因此可直接用海星数量作为柱高，不需要把每组再改成另一种量。

把横轴依次分成 0.0–9.9、10.0–19.9、20.0–29.9、30.0–39.9、40.0–49.9 五个相邻等宽组。纵轴可从 0 到 1600，采用均匀刻度，使最高的 1486 能放入图内，并让数据使用足够大的画图区。

按表格画五个长方形，高度依次为 337、1486、1243、241、121。它们代表连续水深组，应等宽且相接，不留下普通类别柱状图中的间隙。

下面给出完成图。检查时逐行对照表格：最高柱应在 10.0–19.9 m，第二高在 20.0–29.9 m，而不是按频数大小重新排列横轴。

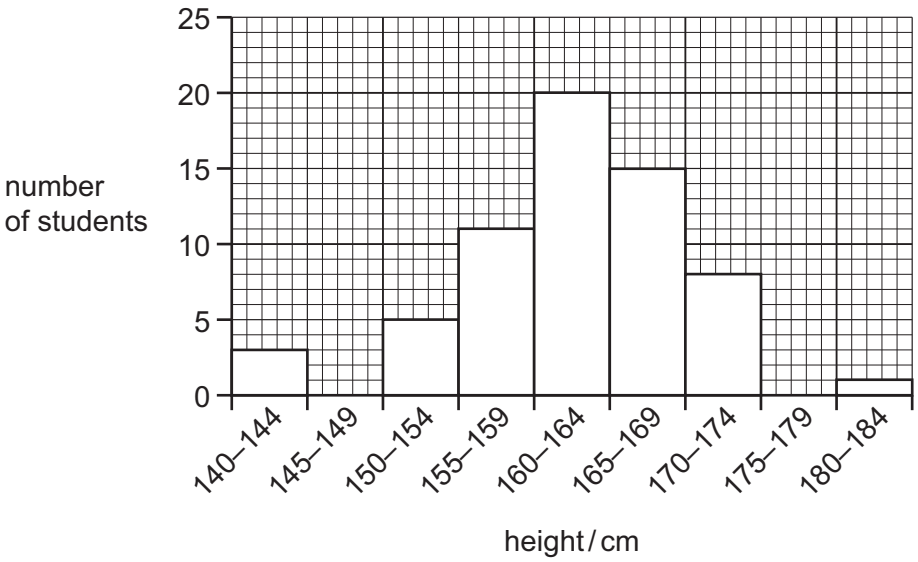


五个连续等宽水深组的频数依次为 337、1486、1243、241、121。

针对练习

1. （2023·October/November 0610/11 Q35） · 2 级

The graph shows the heights of students in a class.



What is a correct statement for these data?

A There are two students who are 147 cm tall.

B The most frequent height range is 160–164 cm.

C The range of student heights measured is 150–174 cm.

D There are 72 students in this study.

2. （2022·May/June 0610/62 Q2(c)(i)） · 3 级

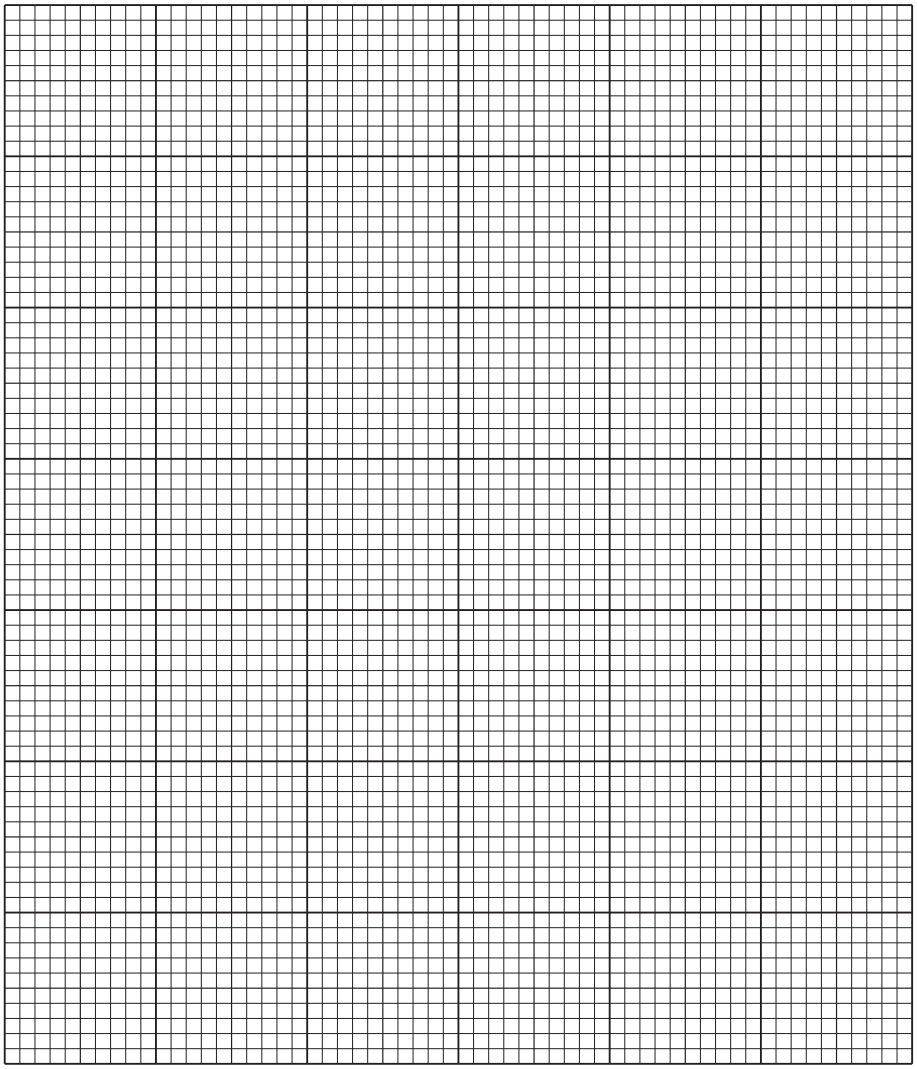
(c) A population of one species of nautilus was studied. The widths of the nautilus shells were measured and recorded.

The results are shown in Table 2.1.

Table 2.1

width of shell / mm	number of shells
101–110	8
111–120	84
121–130	138
131–140	98
141–150	22

(i) Plot a histogram on the grid of the data in Table 2.1.



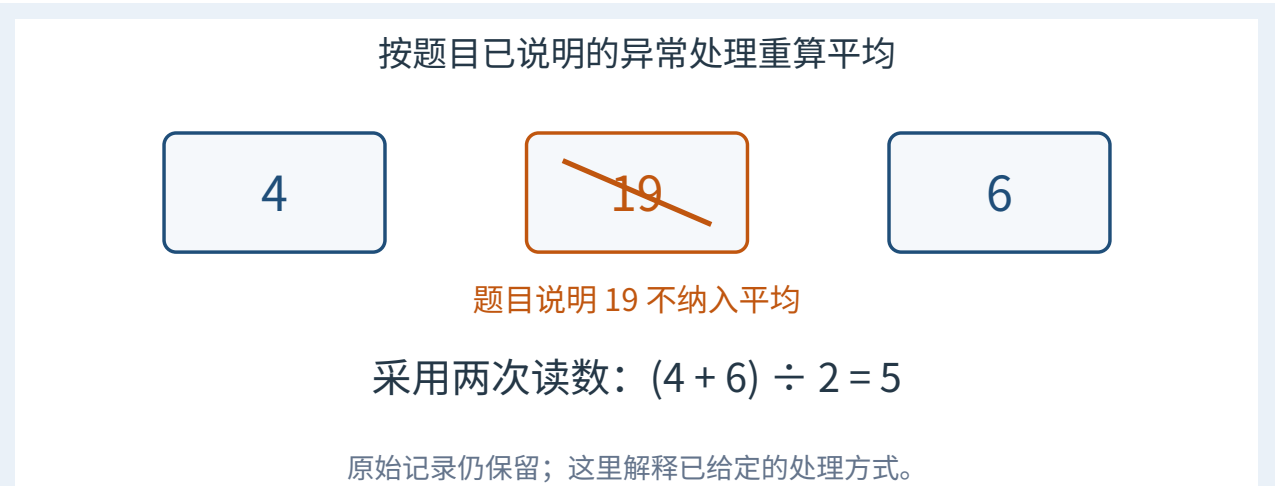
22.5 异常结果与平均值

题型 1：按题目给定的异常值处理说明平均数计算

知识点 平均值表示把所采用的各次读数相加，再除以采用的读数个数。先确认同一行的数字来自相同实验条件，并使用相同单位；不能把不同 pH 或不同时间的结果混在一起平均。

异常值 anomalous result 是相对其他同条件结果明显偏离的记录。题目若已经说明某个结果被判作异常并未纳入平均，计算时应排除指定的这一项，同时把分母改为实际保留的项数。例如同条件读数为 4、19、6，题目说明 19 未采用，则平均为 (4＋6)÷2＝5，不能仍除以 3。

若题目反过来给出采用的平均值，可核对哪两个相近读数与它一致。例如 1.8、3.2、2.0 的平均写成 1.9，恰好来自 (1.8＋2.0)÷2，因此可解释记录者未纳入 3.2。答案要同时说出被排除的数值、留下的算式与结果单位。



排除题目指定的异常记录后，分母等于实际保留的两次读数。

在实际实验中，应保留原始记录，检查异常是否来自可辨认的错误，并根据合理规则决定如何处理；不能为了让结果更接近预想就删除不喜欢的数据。本节例题要求解释的是试卷已给定的异常处理或平均计算，不是鼓励看到一个不同数值就删掉。

若三次读数中按题意排除一次，平均的分母应为 _____；计算结果的单位与原读数 _____。

答案：2；相同

怎么认 先找同条件的重复记录，再据题意确认被采用的数值，分母只数实际保留的项。

例题 1 （2024·February/March 0610/62 Q1(c)(iii)） · 2 级

(c) A student investigated the effect of temperature on the rate of respiration in yeast at 25 °C and 35 °C.

In one experiment, the student measured the volume of carbon dioxide produced by the yeast every 5 minutes for a total of 30 minutes.

The student did three experiments at each temperature. They used the results to calculate the mean volume of carbon dioxide produced.

Part of the student's results table for the experiments at 35 °C is shown in Table 1.1.

Table 1.1

time / minutes	volume of carbon dioxide produced at 35 °C / cm^3			
	experiment 1	experiment 2	experiment 3	mean
15	1.8	3.2	2.0	1.9

(ii) The student decided that the result of one of the experiments shown in Table 1.1 was anomalous.

(iii) Describe how the student calculated the mean volume of carbon dioxide produced shown in Table 1.1.

解： 表中三次结果为 1.8、3.2、2.0 cm^3，而题目说明学生把其中一次看作异常。要得到表内的 1.9，学生没有把明显偏离另外两次的 3.2 纳入计算。

只把实验 1 与 3 相加：1.8 + 2.0 = 3.8 cm^3。参与平均的结果有两个，因此再除以 2，得到 3.8 ÷ 2 = 1.9 cm^3。

可答“排除异常的实验 2，只用实验 1 和 3 计算平均”。去掉一个数之后，分母也应相应变为 2，不能仍除以 3。

这是解释题目中已经说明的处理。实际做实验时，应保留原始记录、检查异常原因并酌情补做，不是只要某个数不符合期望就删掉。

针对练习

1. （2022·October/November 0610/61 Q1(b)(ii)） · 2 级

(b) A student prepared six vitamin C solutions of different concentrations. They added drops of iodine solution until each concentration of vitamin C solution remained blue-black.

The experiment was repeated three times and the average number of drops of iodine solution added was calculated for each concentration.

Table 1.1 shows the student’s results.

Table 1.1

percentage vitamin C concentration	number of drops of iodine solution added			
	trial 1	trial 2	trial 3	average
0.000	1	1	1	1
0.025	3	3	3	3
0.050	4	19	6	5
0.100	11	10	12	11
0.200	20	16	18	18
0.400	38	36	40	38

(i) The student decided that the result for trial 2 of the 0.050% vitamin C solution was anomalous.

(ii) State how the student dealt with the anomalous result when calculating the average value for the 0.050% vitamin C solution.

2. （2022·October/November 0610/62 Q1(c)(iii)） · 2 级

The results of the investigation are shown in Table 1.1.

Table 1.1

pH	rate of oxygen production /cm^3 per minute			average rate of oxygen production /cm^3 per minute
	trial 1	trial 2	trial 3	
5	7	8	8	7.7
6	15	17	14	15.3
7	26	29	27	27.3
8	27	16	28	27.5
9	5	6	4	5.0

(ii) The students decided that the result for trial 2 at pH 8 was anomalous.

(iii) Describe how the students calculated the average value for pH 8.

实验方法

23.1 实验变量

题型 1：从实验设置与测量步骤辨认自变量和因变量

知识点　比较实验要把“实验者改变的条件”和“随后观察或测量的结果”分开。实验者主动设置不同水平的因素叫自变量（independent variable）；为判断影响而测量的响应叫因变量（dependent variable）。它们是变量在这次实验中的角色，不是给某个物理量永久起的名字。

例如，用同一种水草，分别放在较低和较高的水温中，在相同的三分钟内收集释放的气体。主动设定的是水温，自变量可写 temperature of water；随后量得的是三分钟内气体的体积，因变量可写 volume of gas collected in three minutes。三分钟是保持相同的条件，不是本次主动比较的因素。如果另一个实验主动改变照射时间，那么时间又可以成为那个实验的自变量。

同一份水草实验：不同变量承担不同角色

角色	本实验的具体量	怎样确定
自变量	水温	主动设置较低／较高
因变量	3 分钟内的气体体积	收集后量得的结果
控制变量	水草长度、测量时长	各组使用相同设置

三个术语说的是变量在这一次实验中的角色。

读方法时，先找主动分组或改变的步骤，例如不同大小、不同浓度、明暗两组；再找 measure、record、count 等表示测量、记录或计数的动作。不能见到一个数字就把它当成自变量，也不能把实验中出现的每一种物质都叫变量。

有时生物过程不便直接测量，要用一个可记录的指标反映它。例如，研究呼吸速率时，方法可能记录一定时间内产生的气体体积，或某种颜色完全消失所用的时间。作答时应写题中实际测量的指标，不能只笼统写“呼吸”。研究某器官的大小，也应说明测的是长度、质量还是表面积，而不是只写器官名称。

答案要同时点明属性和对象。例如“温度”可能还不够明确，写“水的温度”可以区分它与空气温度；“气体的体积”也比只写“气体”准确。题目只问其中一种变量时，先分清 independent 还是 dependent，再填写所需的一项。为了公平比较而保持相同的其他条件称控制变量（controlled variables）；它们与主动改变的自变量不同。

实验者主动设定的因素叫 _____；随后测量的响应叫 _____。

答案：自变量；因变量

怎么认　先读研究目的与分组设置，圈出主动改变的因素；再沿 measure、record、count 找实际响应。按题目指定的变量角色作答，并写出具体属性和对象。

例题 1　(2023·February/March 0610/62 Q1(b)(i))　· 2 级

(b) A student investigated the effect of surface area on diffusion.

The student used this method:

- Cut four cubes from a potato. Each cube should be a different size.
- Put the potato cubes into a methylene blue solution for 24 hours.
- After 24 hours, remove the potato cubes from the solution and rinse them in cold water.
- Fill four test-tubes with water. Place one potato cube into each test-tube. Leave the test-tubes for 15 minutes.
- Some of the methylene blue dye will diffuse out of the potato cube into the water during the 15 minutes. Shine a light through the water in the test-tube after 15 minutes.
- Measure the percentage of light that is absorbed by the methylene blue dye in the water in each test-tube.
- The higher the concentration of methylene blue dye in the water the greater the percentage of light absorbed.

(i) State the independent variable and the dependent variable in the investigation described in **1(b)**.

解：先找主动设置的差别：四个薯块被切成不同大小，研究目的又明确指向表面积，因此自变量是马铃薯块的表面积。不能把随后进入水中的染料浓度当成实验者预先设置的因素。

再找实际测量步骤：15 分钟后，让光通过水，记录亚甲蓝吸收光的百分比。因此因变量是被吸收的光的百分比。扩散是研究的生物过程，这里实际记录的量是光吸收百分比；只写“扩散”没有说明测量指标。

答：independent variable — surface area of the potato cubes；dependent variable — percentage of light absorbed。

针对练习

1. （2024·February/March 0610/62 Q1(a)(iii)） · 2 级

A student investigated the effect of glucose concentration on the rate of anaerobic respiration in yeast.

Anaerobic respiration in yeast breaks down glucose to form ethanol and carbon dioxide.

Anaerobic respiration in yeast causes the blue dye, methylene blue, to become colourless. The time taken for the blue colour to disappear can be used as a measure of the rate of anaerobic respiration in yeast.

The student used this method:

Step 1 Label one test-tube **0.0%**, one test-tube **0.5%** and one test-tube **1.0%**.

Step 2 Put 5.0 cm^3 of water into the test-tube labelled **0.0%**.

Step 3 Put 2.5 cm^3 of 1.0% glucose solution and 2.5 cm^3 of water into the test-tube labelled **0.5%**.

Step 4 Put 5.0 cm^3 of 1.0% glucose solution into the test-tube labelled **1.0%**.

Step 5 Stir the contents of the beaker containing the yeast suspension with the glass rod.

Step 6 Add 5.0 cm^3 of the yeast suspension to each of the test-tubes labelled **0.0%**, **0.5%** and **1.0%**.

Step 7 Put all three test-tubes into a water-bath at 40 °C.

Step 8 Start the stop-clock and wait for three minutes.

Step 9 After three minutes, remove the test-tubes from the water-bath and place them in a test-tube rack.

Step 10 Use a pipette to add **one** drop of methylene blue dye to each of the test-tubes. Carefully mix the contents of each test-tube with the glass rod.

Step 11 Use a second pipette to slowly add a layer of oil to each of the test-tubes.

The layer of oil will float on top of the yeast suspension and methylene blue mixture, as shown in Fig. 1.1.

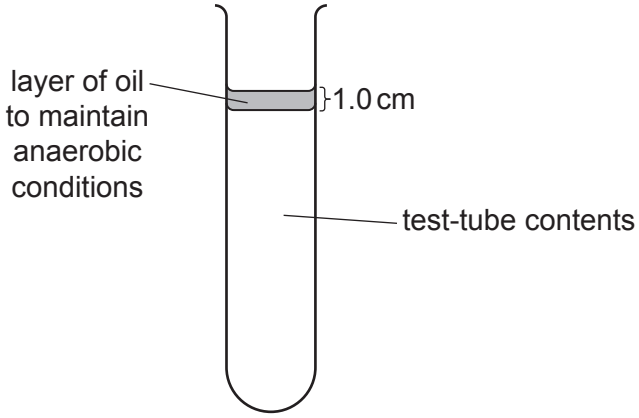


Fig. 1.1

Step 12 Put the test-tubes back into the water-bath and restart the stop-clock.

Step 13 Measure the time taken for the blue colour in each of the test-tubes to disappear.

Record the time taken in seconds for each test-tube.

The student stopped timing if the blue colour had not disappeared after 10 minutes. They recorded this result as >600 in their table.

(iii) State the independent variable in this investigation.

2. (2025·February/March 0610/62 Q2(b)(i)) · 2 级

(b) Students investigated the effect of light intensity on the surface area of leaves of soybean plants.

- 100 soybean seeds were planted in pots and put into the shade (low light).
- 100 soybean seeds were planted in pots and put into full sun.
- The soybean seeds were allowed to germinate and grow for 30 days.
- After 30 days, three of the oldest leaves and three of the youngest leaves were removed from each plant.
- The surface area of each of the removed leaves was measured.

(i) State the dependent variable in this investigation.

23.2 控制变量

题型 1：从实验方法找保持相同的控制变量

知识点 比较实验中，实验者主动改变的因素叫自变量，随后测量的响应叫因变量。为了让比较主要反映自变量的影响，其他可能影响结果的条件要尽量保持相同；这些条件叫控制变量（controlled variables）。同一种量在不同实验中的角色可以不同，不能背成“温度永远是控制变量”。

例如，研究光强对水草释放气体的影响，把同一种水草放在不同光强下。每份水草都长 20cm，各加 100cm³水，在相同水温下，分别收集五分钟内释放的气体。主动比较的是光强，随后测量的是气体体积；水草种类、水草长度、水的体积、水温和收集气体的时长则保持相同。水温可能影响生物反应，所以保持水温相同有助于公平比较光强的影响。

研究光强的影响：只改变光照，其他相关条件相同

条件	低光强组	高光强组
水草	同种，20 cm	同种，20 cm
水量和温度	100 cm^3，20°C	100 cm^3，20°C
收集气体时长	5 min	5 min
测得气体体积	如实记录	如实记录，不强求相同

测量值要如实记录，不是人为保持相同的设置。

回答“哪一个条件已经保持相同”，要在原方法中找证据。each 表示“每一份”，all 表示“所有”，same 表示“相同”；各组重复使用同一个设定值，也可表明这一条件保持相同。先比较各组实际做法，再写出“什么对象的哪一种属性”。只写“水”“植物”或“时间”容易含糊；应说明是水的体积、植物的种类，还是收集气体的时长。

题中已经保持相同的条件，与自己认为应该保持相同的条件并不一样。如果方法没有说明植物年龄相同，就不能把“年龄相同”当成已经做到的事实。测量得到的结果也不会仅因为使用同一种仪器就变成控制变量；两组读数仍然可能不同。

实验中的时间尤其要看用途：各组等待同样长的一段时间，可能是共同条件；从开始到出现某个现象实际用了多久，则可能是测量结果。要写清是哪一段时间，不能只从“方法里有时间”就判断它的角色。

控制变量也不同于对照组。控制变量是各组保持相同的条件；对照组是用来与某种处理比较的一组实验对象。题目问 one variable 或 one factor 时，写一个有方法证据支持的具体条件即可。

为了公平比较而保持相同的条件叫 _____；作答时应依据题中实际的 _____。

答案：控制变量；实验方法

怎么认 先找各组主动改变什么、测量什么；再比较方法中所有组共同采用的对象、设定值和时长。选出有原文证据的一项保持相同的条件，写清对象与属性。

例题 1 （2024·February/March 0610/62 Q1(a)(iv)） · 2 级

A student investigated the effect of glucose concentration on the rate of anaerobic respiration in yeast.

Anaerobic respiration in yeast breaks down glucose to form ethanol and carbon dioxide.

Anaerobic respiration in yeast causes the blue dye, methylene blue, to become colourless. The time taken for the blue colour to disappear can be used as a measure of the rate of anaerobic respiration in yeast.

The student used this method:

Step 1 Label one test-tube **0.0%**, one test-tube **0.5%** and one test-tube **1.0%**.

Step 2 Put 5.0 cm^3 of water into the test-tube labelled **0.0%**.

Step 3 Put 2.5 cm^3 of 1.0% glucose solution and 2.5 cm^3 of water into the test-tube labelled **0.5%**.

Step 4 Put 5.0 cm^3 of 1.0% glucose solution into the test-tube labelled **1.0%**.

Step 5 Stir the contents of the beaker containing the yeast suspension with the glass rod.

Step 6 Add 5.0 cm^3 of the yeast suspension to each of the test-tubes labelled **0.0%**, **0.5%** and **1.0%**.

Step 7 Put all three test-tubes into a water-bath at 40 °C.

Step 8 Start the stop-clock and wait for three minutes.

Step 9 After three minutes, remove the test-tubes from the water-bath and place them in a test-tube rack.

Step 10 Use a pipette to add **one** drop of methylene blue dye to each of the test-tubes. Carefully mix the contents of each test-tube with the glass rod.

Step 11 Use a second pipette to slowly add a layer of oil to each of the test-tubes.

The layer of oil will float on top of the yeast suspension and methylene blue mixture, as shown in Fig. 1.1.

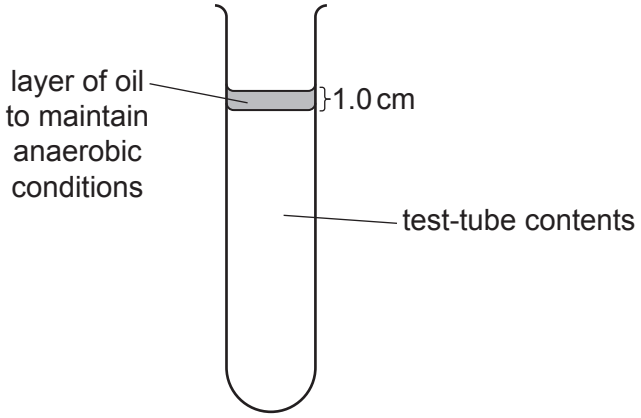


Fig. 1.1

Step 12 Put the test-tubes back into the water-bath and restart the stop-clock.

Step 13 Measure the time taken for the blue colour in each of the test-tubes to disappear.

Record the time taken in seconds for each test-tube.

The student stopped timing if the blue colour had not disappeared after 10 minutes. They recorded this result as >600 in their table.

(iv) State **one** variable that was kept constant in this investigation.

解：先看研究目的：比较不同葡萄糖浓度对酵母无氧呼吸的影响。步骤 2–4 形成不同浓度，因此葡萄糖浓度不是保持相同的条件。

再找所有组共同采用的设置。步骤 7 把全部三支试管放入 40°C 水浴，步骤 12 又把它们放回同一水浴。水浴温度是明确保持相同的条件，可答 temperature of the water-bath（40°C）。回答到这一项即可。

注意这里要写水浴温度，而不是笼统写“水”。蓝色消失所用的时间在步骤 13 被测量，可能因葡萄糖浓度而不同，它不是固定条件。步骤 8 共同等待三分钟，是另一段等待时间，不能与蓝色消失所用的时间混为一谈。

针对练习

1. （2023·February/March 0610/62 Q1(b)(ii)） · 2 级

(b) A student investigated the effect of surface area on diffusion.

The student used this method:

- Cut four cubes from a potato. Each cube should be a different size.
- Put the potato cubes into a methylene blue solution for 24 hours.
- After 24 hours, remove the potato cubes from the solution and rinse them in cold water.
- Fill four test-tubes with water. Place one potato cube into each test-tube. Leave the test-tubes for 15 minutes.
- Some of the methylene blue dye will diffuse out of the potato cube into the water during the 15 minutes. Shine a light through the water in the test-tube after 15 minutes.
- Measure the percentage of light that is absorbed by the methylene blue dye in the water in each test-tube.
- The higher the concentration of methylene blue dye in the water the greater the percentage of light absorbed.

(ii) State **one** variable that was kept constant in the investigation described in **1(b)**.

2. （2023·February/March 0610/62 Q2(c)(ii)） · 2 级

(c) Scientists wanted to find out if drinking beetroot juice lowers blood pressure.

Two groups of men had their systolic blood pressure measured. Group 1 drank 500 cm^3 of beetroot juice and group 2 drank 500 cm^3 of apple juice.

After six hours their systolic blood pressures were measured again.

The results are shown in Table 2.1.

Table 2.1

group	mean systolic blood pressure / mm Hg	
	before drinking	after six hours
1	132.4	127.4
2	131.3	132.1

(ii) State **one** factor that was kept constant in the investigation described in **2(c)**.

3. （2025·October/November 0610/62 Q3(b)(i)） · 2 级

(b) Seven-armed starfish live in the sea.

Scientists investigated the distribution of seven-armed starfish, *Luidia ciliaris*, in one region.

- Photographs of 20 m^2 areas of seabed were taken at different depths.
- The depth of the water in each area was measured when the water was at its highest level (high tide).
- The numbers of seven-armed starfish in each photograph were counted.
- All photographs were taken on the same day in July.

(i) State **two** ways that the method used by the scientists ensured that the numbers of seven-armed starfish counted at different depths could be compared.

The results of the investigation are shown in Table 3.1.

23.3 渗透实验设计

题型 1：用浸泡前后测量设计植物组织渗透实验

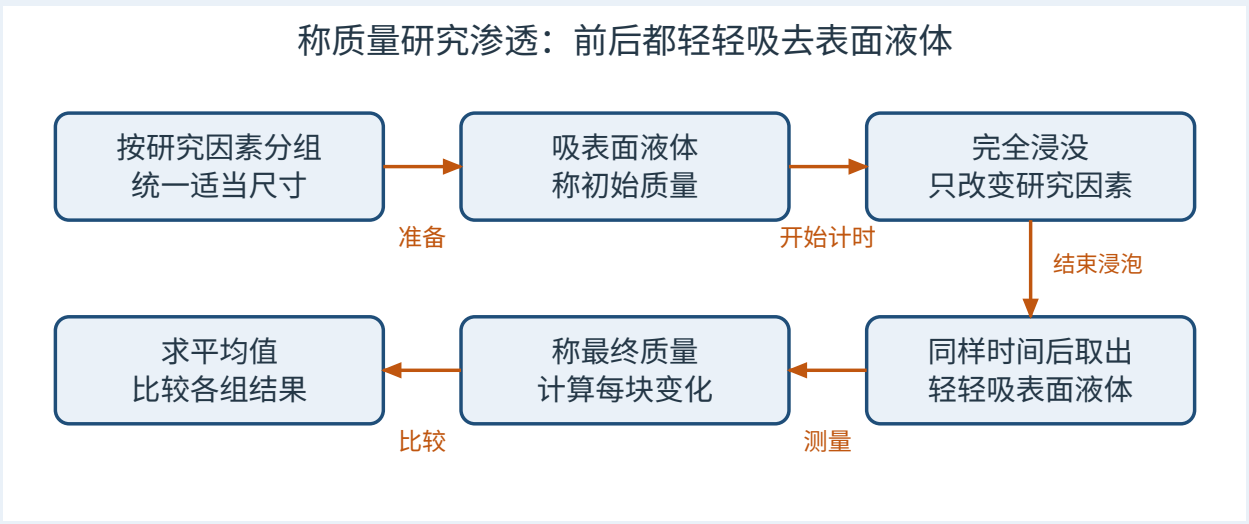
知识点 渗透是水通过部分透性膜，从较高水势处净移动到较低水势处。植物组织中的细胞可能吸水，也可能失水；把组织浸入溶液，测量浸泡前后的质量，可以用来研究渗透引起的净水分变化。

先决定研究哪个因素，只主动改变这一项。若比较不同溶液浓度，组织种类和温度就应保持相同；若比较温度，溶液浓度就应保持相同；若比较组织种类，就不能同时又改变盐浓度。不能把其他题里的控制变量名单原样照搬，要依据这次的自变量重新选择。

把组织制成大小、形状相同的圆柱或小块，有助于控制表面积与体积对水分交换的影响。可以用同一个打孔器取圆柱，再用尺把它们切成等长小段；马铃薯应去皮，避免表皮不同影响比较。切取后，用吸水纸轻轻吸去表面液体，用天平记录每块的初始质量，分别标记，不能只记整个组的一次总质量。

准备标记清楚的溶液容器，放入组织时开始计时，使组织完全浸没，浸泡相同时间。除研究因素外，保持溶液体积、浓度、温度、组织大小等适当条件相同。需要比较不同温度时，先把各份溶液放在相应水浴中，用温度计确认达到设定温度，再放入组织并计时；整个浸泡过程也要保持温度，不能只在开始时量一次温度。

到时取出组织，以同样方式轻轻吸去表面液体，再称最终质量。吸去的是附着在外表的溶液，不是把组织烘干；否则会把内部水分也除去，改变研究对象。表面液滴会让天平读数偏大，所以前后称重都要采用一致的吸干方式。



前后称量、统一吸表面液体、独立重复，都要落实成步骤。

质量变化＝最终质量－初始质量。初始质量略有不同或比较不同材料时，质量变化百分比更便于比较：质量变化百分比＝质量变化÷初始质量×100%。例如某块组织从 2.5g 变为 2.3g，变化为–0.2g，百分比变化为–8%，表示失去质量；减少幅度为 8%。同样形状和大小的不同材料，初始质量未必相同，因此要分别称量，不能假定它们都重一样。

每个条件至少使用三块独立的组织，分别完成整个浸泡和称重过程，计算各自变化，再求平均值。把同一块组织在天平上连称三次，不能替代三份独立实验。可以把平均质量变化百分比对自变量作图；组织种类是类别时，用合适的分类比较。根据实际结果判断哪个条件使组织吸水或失水更多，不能在实验前就断定每一组一定失水。

使用打孔器或刀具时，把组织放在平稳切板上，刀刃远离手指。方案中要写实际采用的防护做法，而不只写“注意安全”。

称重前，应轻轻吸去组织表面的 _____；每个条件的独立实验至少做 _____ 次。

答案：液体；三

怎么认　把计划写成可操作的比较：设定一个因素的不同水平，测浸泡前后质量，固定其他适当条件，说明完全浸没、相同时长、吸干表面、独立重复及安全，最后比较平均变化。

例题 1　(2024·February/March 0610/62 Q2(b))　· 4 级

(b) Water moves into and out of cells by osmosis.

Plan an investigation to determine the effect of the concentration of sodium chloride solution on osmosis in plant tissue.

解：研究因素是氯化钠浓度，因此要主动设置不同浓度，不能一组用马铃薯、另一组用胡萝卜而同时改变材料。可以这样设计。

1. 准备 0%、1%、2% 和 3% 的氯化钠溶液，分别标记容器，各加入相同体积，例如 20cm³。0% 这一组用蒸馏水。
2. 从同一个去皮马铃薯中，用同一打孔器取圆柱，再切成等长小段。每种浓度随机分配至少三块独立组织。轻轻吸去表面液体，用天平分别测量并记录每块初始质量。
3. 将所有溶液维持在同一温度，例如 20°C。把组织完全浸入对应溶液，分别准确计时 30 分钟；保持浸泡时长、溶液体积、组织种类、圆柱直径和长度相同。
4. 到时取出组织，用同样方式轻轻吸去表面液体，分别记录最终质量。计算每块的质量变化及质量变化百分比，再求每种浓度至少三份结果的平均值。

5. 将平均质量变化百分比对氯化钠浓度作图，比较水分净进入或离开组织的情况。正值表示质量增加，负值表示质量减少，不能只比较最后谁最重。
6. 在平稳切板上切取组织，刀刃远离手指。

这一方案把浓度作为自变量，把浸泡前后的质量变化作为响应；相同材料、温度、时长、溶液体积和几何大小支持公平比较，独立重复提供平均结果。

针对练习

1. （2025·May/June 0610/61 Q1(b)） · 4 级

(b) Plan an investigation to determine the effect of temperature on osmosis in potato plant tissue.

2. （2021·October/November 0610/63 Q1(d)） · 4 级

(d) A student stated that:

‘Different types of plant tissue will lose different amounts of water by osmosis when immersed in a salt solution.’

Plan an investigation to find out if the student was correct.

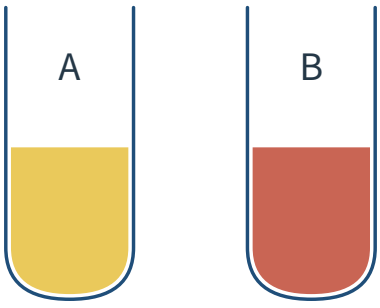
23.4 整理实际观察记录

题型 1：把实际观察整理为结果表

知识点 实验记录可能先写在笔记中：例如“A 管变黄，B 管变红”。整理成结果表时，先明确观察对象，再明确观察的属性。每支试管占一行，颜色放在同一列；这样左右扫一行就能找到某个对象的结果，上下看一列就能比较同一种属性。

表格上方的标题行叫表头。表头要具体，如“试管标签”“加热后颜色”“移动距离/mm”，不能只写“名称”“结果”。在表头下画一条横线，把标题与数据分开，再按需要画出行、列。

两支试管的观察



记录为同一张结果表

试管标签	观察到的颜色
A	黄色
B	红色

一行对应一支试管；一列对应同一属性

把实际对象及观察结果一一对应到行与列。

数值有单位时，通常把单位写在相应表头，例如 time / s 或 volume / cm³，数据格只填数字。类别名称和颜色没有物理单位。若一列记录的是标签，就原样保留标签；未知溶液 U 仍写 U，不能仅凭颜色先编出它的浓度。

有些题要求在原始观察旁加计算列。例如，每一切段厚 5 mm，数到 4 段，则总距离为 4×5=20 mm。表中应同时保留“段数 4”和“总距离 20”，不能把 4 直接放进距离列，也不能只保留 20 而删掉题目要求的段数。

落笔前先数清要记录几个对象、几个属性；完成后按原记录逐项对照。0 与未记录不是同一回事，blue 与 orange-yellow 也不能因为接近就改写。每个对象对应一 _____；同一种属性放在同一 _____；有物理单位时把单位写清楚。

答案：行；列

怎么认 先找对象与实际观察，确定表头和单位，每个对象一行；若题目另要计算结果，保留原记录并另加计算列。

例题 1 (2025·February/March 0610/62 Q1(a)(ii)) · 1 级

Benedict's solution is used to test for reducing sugars. Glucose is a reducing sugar.
A student estimated the concentration of glucose in a solution.

The student used this method:

Step 1 Label six test-tubes **0.0%**, **0.5%**, **1.0%**, **1.5%**, **2.0%** and **U**.

Table 1.1

percentage concentration of glucose	volume of 2% glucose solution / cm^3	volume of distilled water / cm^3
0.0	0	4
0.5	1	3
1.0	2	2
1.5		
2.0	4	0

Step 2 Use a syringe to put the volumes of 2% glucose solution shown in Table 1.1 into the test-tubes labelled **0.5%**, **1.0%**, **1.5%** and **2.0%**.

Step 3 Use the same syringe to put 4 cm^3 of the unknown glucose solution **U** into the test-tube labelled **U**.

Step 4 Use a clean syringe to put the volumes of distilled water shown in Table 1.1 into the test-tubes labelled **0.0%**, **0.5%**, **1.0%**, and **1.5%**.

Step 5 Use a clean syringe to put 4 cm^3 of Benedict's solution into each of the test-tubes labelled **0.0%**, **0.5%**, **1.0%**, **1.5%**, **2.0%** and **U**.

Step 6 Put the test-tubes into a hot water-bath at 80 °C and start the stop-clock.

Step 7 Wait for 5 minutes. Remove all the test-tubes from the water-bath.

Step 8 Record the colour of the liquid in the test-tubes labelled **0.0%**, **0.5%**, **1.0%**, **1.5%**, **2.0%** and **U**.

Fig. 1.1 shows the student's results.

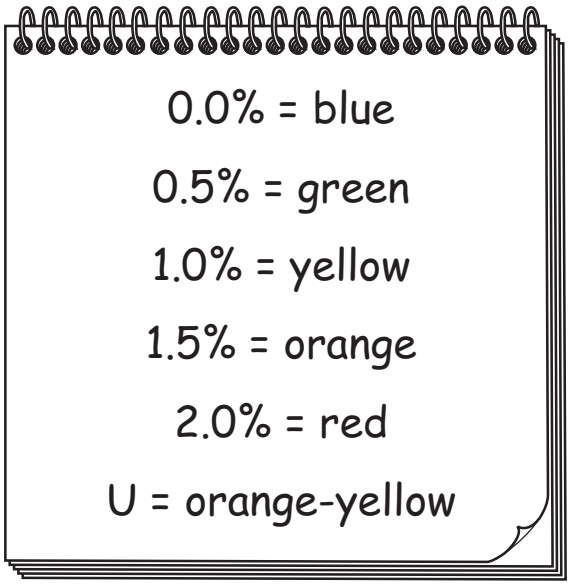


Fig. 1.1

(ii) Prepare a table and record the student's results.

解：题目要求记录观察结果。Fig. 1.1 给出六个溶液标签及其颜色，因此每个溶液占一行，左右两列分别写清“是哪一份溶液”和“加热后是什么颜色”。表头下画横线，把标题与数据分开。

U 是未知溶液的标签，不是这道题已经测定的浓度。这里保留 U，不能先猜一个浓度再代替它。一个完整结果表如下：

Glucose solution (label)	Colour after heating
0.0%	blue
0.5%	green
1.0%	yellow
1.5%	orange
2.0%	red
U	orange-yellow

最后回到原记录逐行核对，确认六份溶液全部出现；尤其不能漏掉 U，也不能把 orange-yellow 改成单一的 orange。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/63 Q1(b)） · 1 级

Yeast cells produce an enzyme called invertase. Invertase catalyses the breakdown of sucrose into reducing sugars. Sucrose is **not** a reducing sugar.

A student investigated the effect of two different concentrations of invertase extract on a sucrose solution.

The student used this method:

Step 1 Label three test-tubes **A**, **B** and **W**.

Step 2 Use a syringe to put 2 cm^3 of sucrose solution into all three test-tubes.

Step 3 Use a clean syringe to put 2 cm^3 of 100% invertase extract into test-tube **A**.

Step 4 Use a clean syringe to put 2 cm^3 of 10% invertase extract into test-tube **B**.

Step 5 Use a clean syringe to put 2 cm^3 of distilled water into test-tube **W**.

Step 6 Put all three test-tubes in a warm water-bath at 40 °C for 15 minutes.

Step 7 Measure the temperature of the liquid in the test-tubes.

Step 8 Use a clean syringe to add 4 cm^3 of Benedict's solution to all three test-tubes.

Step 9 Place all three test-tubes into a hot water-bath for five minutes.

Step 10 After five minutes, record the colour of the liquid in each test-tube.

Fig. 1.1 shows the notes the student made about their observations in step 10.

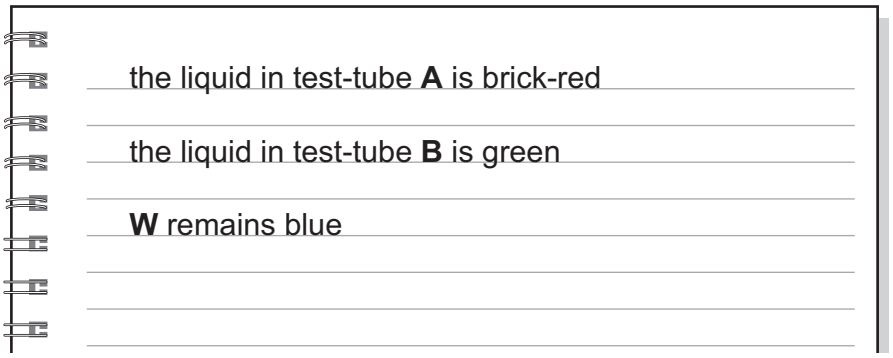


Fig. 1.1

(b) Prepare a table and record the results of this investigation using the information in Fig. 1.1.

2. （2025·October/November 0610/61 Q1(a)(ii)） · 2 级

A student investigated the effect of temperature on the movement of water in celery stalks. The water contained a blue dye.

In plant stems such as a celery stalk, water moves in the xylem tissue within the vascular bundles.

The student used this method:

Step 1 Take two stalks of celery and cut them so that they are both 10 cm long.

Step 2 Prepare an ice-cold water-bath **C** and a warm water-bath **W**.

Place a beaker of blue dye into each water-bath, as shown in Fig. 1.1.

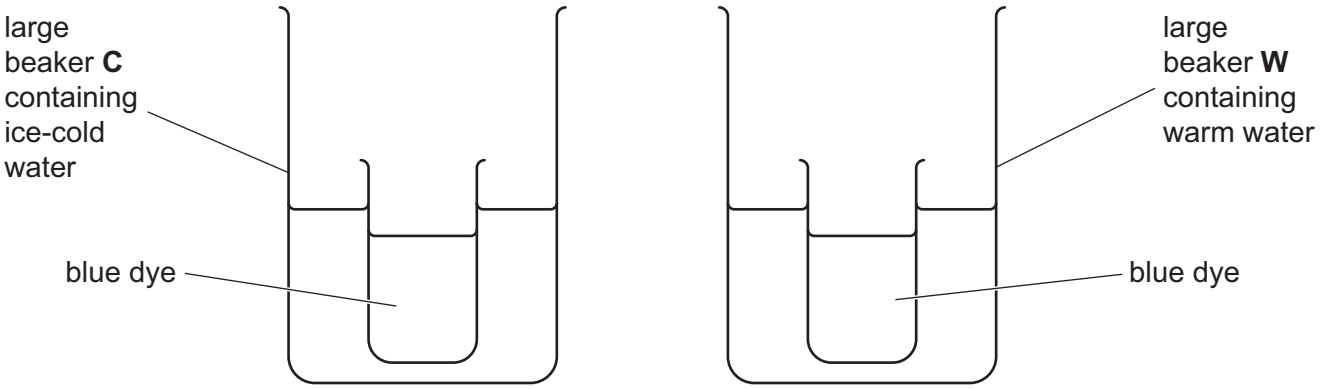


Fig. 1.1

Step 3 Measure the temperatures of the water in water-bath **C** and water-bath **W**.

Step 4 Let the blue dye equilibrate in the water-baths for three minutes.

Step 5 After three minutes, place one celery stalk into each beaker of blue dye, as shown in Fig. 1.2.

Keep the celery stalks in the blue dye for ten minutes.

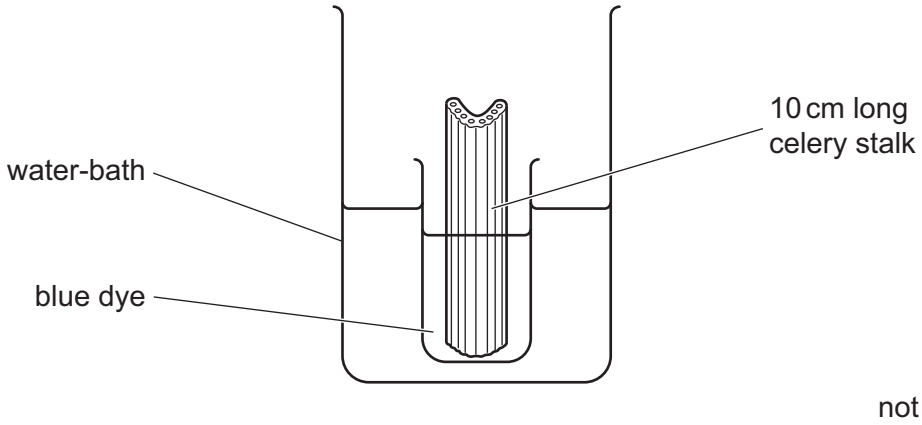


Fig. 1.2

Step 6 After ten minutes, measure the final temperatures of the water in water-bath **C** and water-bath **W**.

Table 1.1

water-bath	water temperature in step 3 / °C	water temperature in step 6 / °C	change in water temperature / °C
C	4	15	
W	40	28	

Step 7 Remove the celery stalk from the blue dye in water-bath **C** and put it on a white tile.

Step 8 Cut a section across the celery stalk 5 mm from the end that was in the blue dye, as shown in Fig. 1.3.

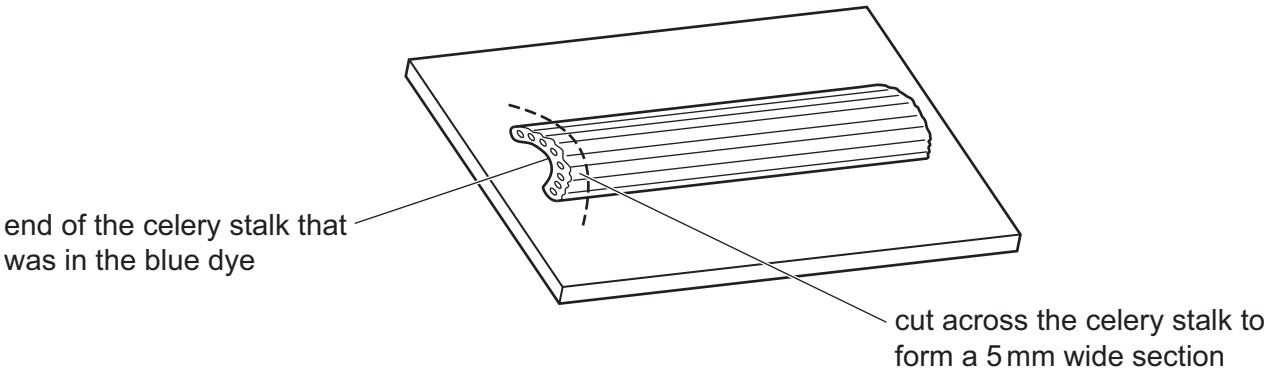


Fig. 1.3

Step 9 Examine the xylem tissue of the cut section of celery stalk to see if the blue dye is visible.

Fig. 1.4 shows the position of the xylem tissue in a cut section of a celery stalk.

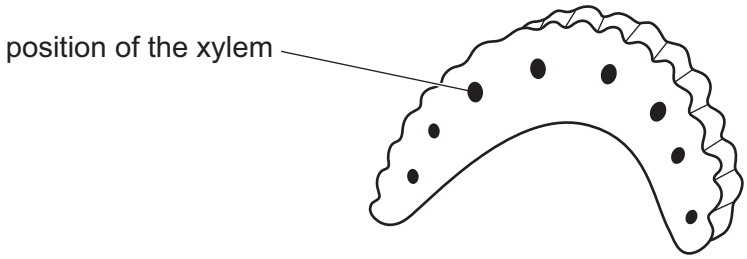


Fig. 1.4

Step 10 If the blue dye is still visible in the celery stalk, cut another 5 mm wide section from the dyed end of the remaining part of the celery stalk.

Continue cutting 5 mm wide sections from the celery stalk until the blue dye is no longer visible in the cut section.

Step 11 Count the number of sections you have cut from the celery stalk that contain the blue dye.

Step 12 Repeat steps 7 to 11 with the celery stalk from water-bath **W**.

The student's results are shown in Fig. 1.5.

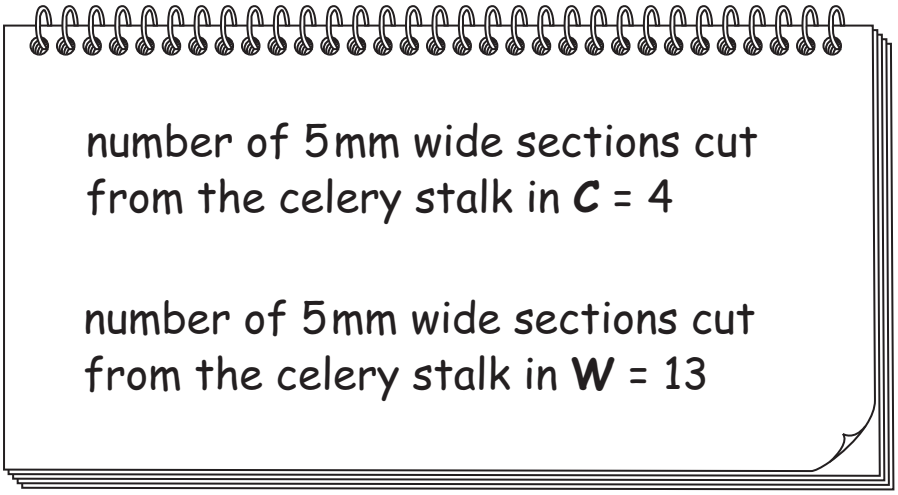


Fig. 1.5

(ii) Prepare a table and record the results shown in Fig. 1.5.

Include the number of sections cut and the total distance moved by the blue dye in each celery stalk.

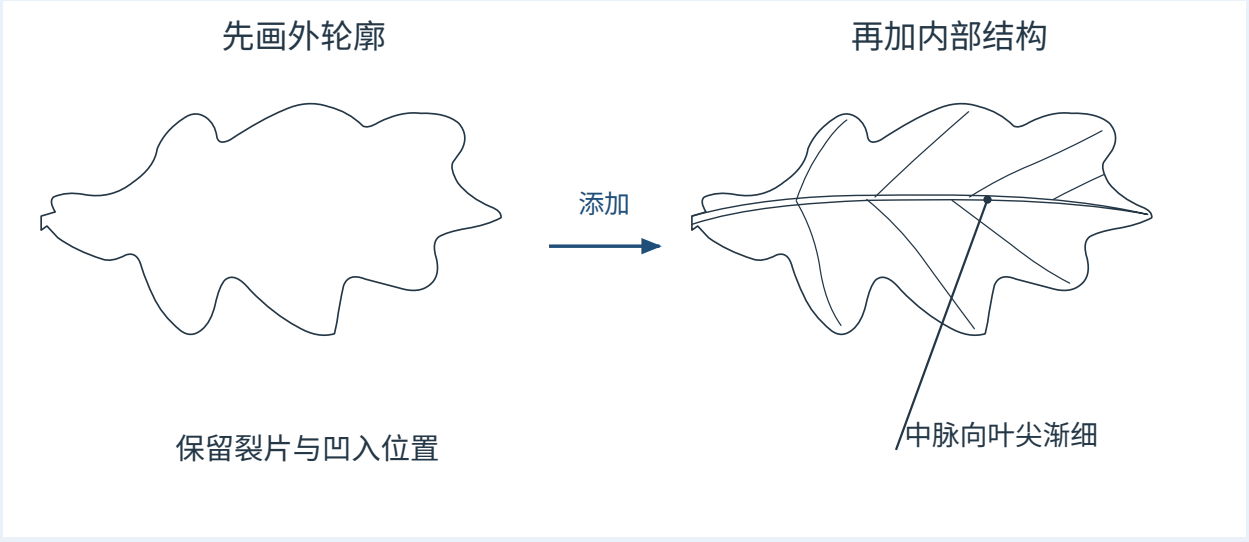
23.5 观察绘图与照片比较

题型 1：观察实物照片并绘制大幅生物图

知识点 生物观察图把看得见的结构用线表达出来。照片中的明暗、反光和背景很多，但我们要画的是对象的边缘与结构位置。例如一片叶子，先看整片叶的外形，再看叶柄、中脉和主要侧脉，不先用很多短线涂出一片灰色。

先确定最左、最右、最高、最低的位置，让图充分占用题目给的空间。再比较各部分所占比例：叶尖朝哪边，缺口在哪里，哪一处宽、哪一处窄。用清楚的单线画出轮廓，保留实物的不对称；不能为了整齐把有弯曲的结构改成规则几何图形。

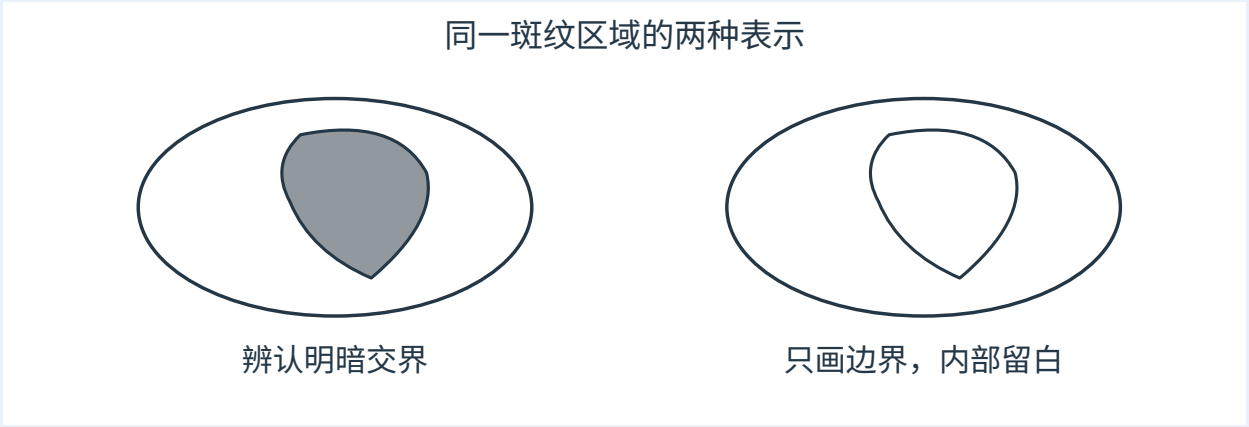
整体轮廓确定后，补内部结构。叶柄是连接叶片的柄，中脉是贯穿叶片的主要叶脉，侧脉从中脉分出。照片中能看出宽度的叶柄或中脉用双线画，中脉向末端逐渐变细；从准确位置引出主要分支，不能一律画成等间隔、左右完全对称的短线。



同一叶形先定整体比例，再按可见位置补结构线。

再看有没有必须保留的色区边界。有的动物表面有深浅不同的斑块；生物线图可用闭合线表示这些区域的边缘，区域内部仍留白。这样既保留斑纹的位置和形状，又不以涂黑或交叉阴影代替结构。

下面两幅小图表示同一块斑纹区域：先辨明暗交界在哪里，再只画出交界的轮廓。画到海星腕部或鸟类头部时，也用同一种动作定位色区。



结构或斑纹有深浅区域时，用边界保留形状，不以涂黑代替观察。

题目要求“whole”就应包括完整对象的可见部分；测量用的 AB 或 PQ 线、字母、放大倍数说明和背景不属于生物结构，不能照抄进去。若题目另外要求标注，再用清楚的直标线，终点落在相应结构上。完成后逐项检查大小、外形、比例及要求的细节，避免反复描粗、阴影和凭记忆添加的结构。

外轮廓应清楚、连续，内部不加 _____；有可见宽度的中脉应用 _____ 表示。

答案：阴影；双线

怎么认 先把对象画大并定外轮廓，再按照片补有宽度的结构和分支；色区画边界、内部留白，测量线和背景不抄入。

例题 1 (2025·February/March 0610/62 Q2(a)(i)) · 3 级

(a) Fig. 2.1 is a photograph of a leaf from an oak tree, *Quercus sp*.

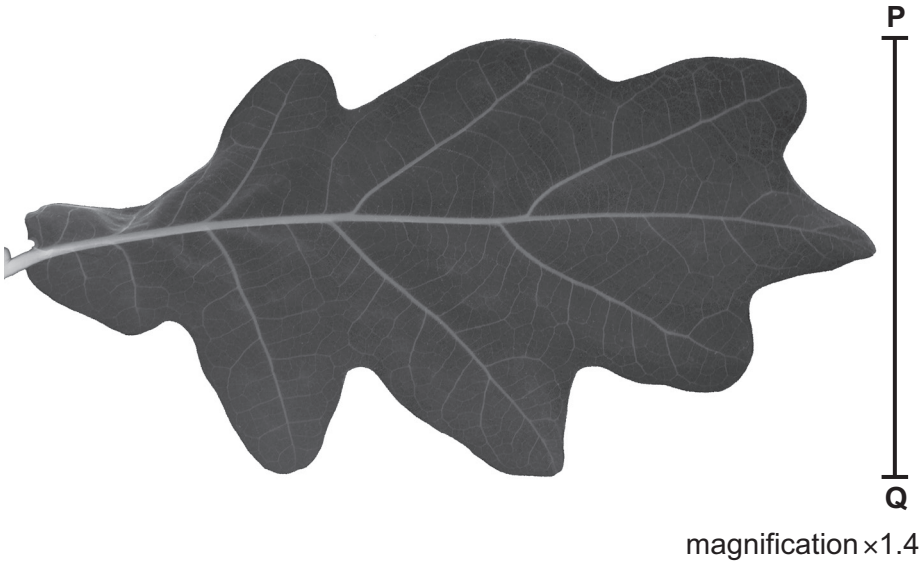


Fig. 2.1

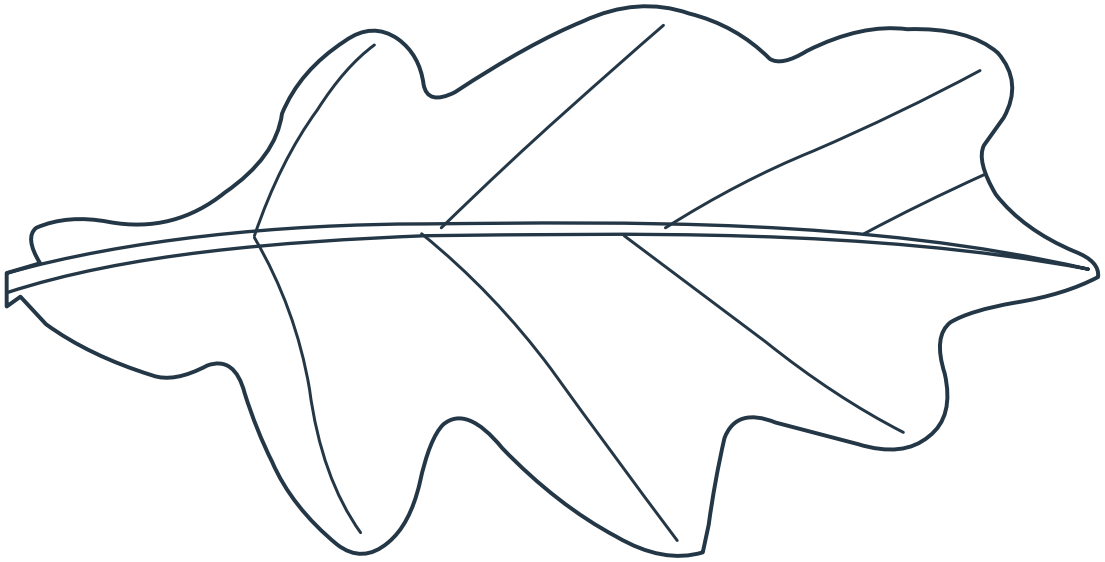
(i) Draw a large diagram of the whole oak leaf shown in Fig. 2.1.

解：先看整片叶子的方向：叶柄在左，叶尖在右，外缘有向外突出的圆钝裂片和向内凹的缺口。不要把它改成一片左右完全对称、边缘平直的普通叶子。

先轻定最左、最右、最高、最低四个位置，再用单一清楚的轮廓线连出原照片的形状。本题的大幅图应使叶的总长度达到至少 120 mm；下图保留了较大的横向长度。画的是整片叶，包括左侧叶柄。

随后画叶柄和中脉。它们有可见宽度，用两条线表示；中脉从叶柄伸向叶尖，越靠近叶尖越细。再从中脉的相应位置画出伸入各个裂片的主要叶脉，保留原图中相对和错开的分支位置，不把所有叶脉改成整齐对称的梯子。

下面是完成图。照片的明暗、背景、P/Q 测量线和放大倍数文字都不是叶片结构，不抄进生物图；内部留白，不涂黑或加阴影。



依原照片绘制的完整线图：保留叶柄、双线中脉、主要叶脉和裂片；不加阴影。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/62 Q3(a)(i)） · 3 级

(a) Fig. 3.1 is a photograph of a necklace starfish, *Fromia monilis*.

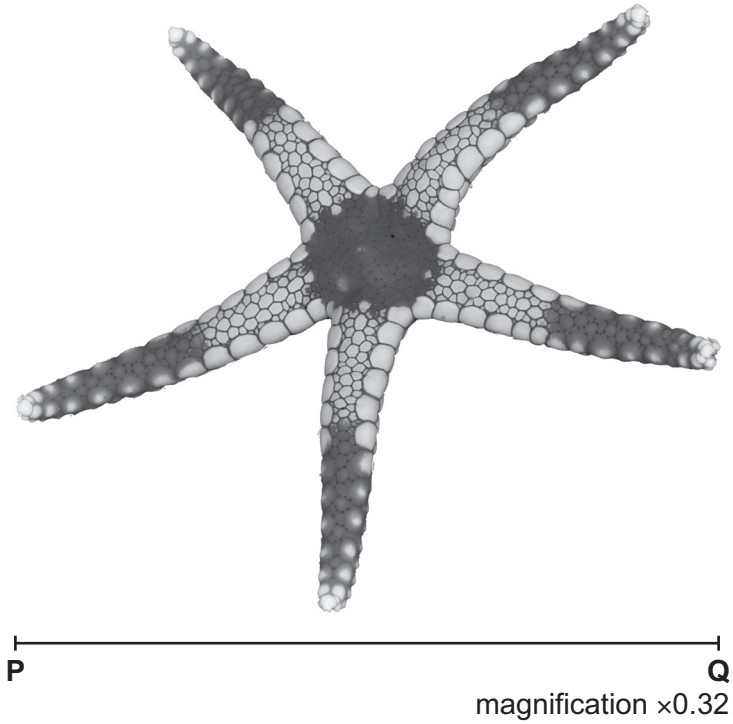
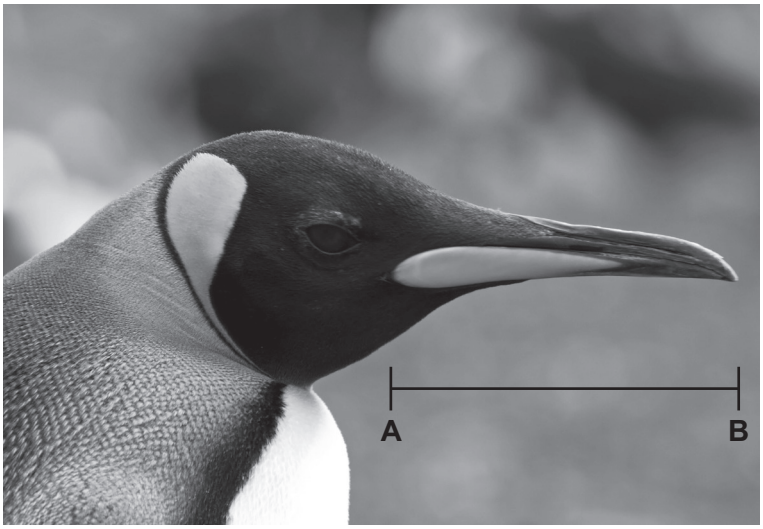


Fig. 3.1

(i) Draw a large diagram of the necklace starfish shown in Fig. 3.1.

2. （2025·October/November 0610/63 Q3(a)(i)） · 3 级

(a) Fig. 3.1 is a photograph of the head of a king penguin.



magnification ×0.42

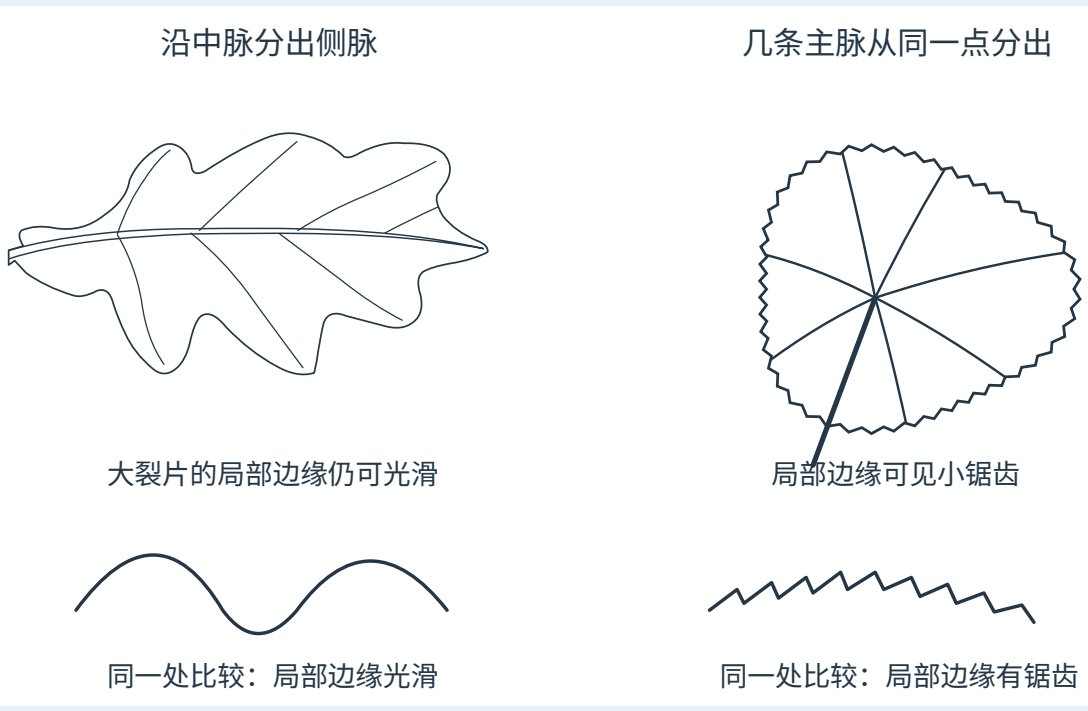
Fig. 3.1

(i) Make a large drawing of the head of the king penguin shown in Fig. 3.1.

题型 2：按对应特征比较两幅实物照片

知识点 比较两幅照片时，先选同一种可见特征，再分别说明两个对象在这一特征上的表现。例如比较叶脉，就看两张图中的叶脉从哪里分出；比较边缘，就看双方边缘是否光滑或有锯齿。不能一边说叶脉，另一边却说颜色。

边缘的大裂片与边缘的小锯齿是不同尺度的特征。一片叶可有明显裂片，但每个裂片自身的边缘仍光滑。还可比较分支位置：有的叶脉沿中脉从不同位置分出，有的主要叶脉从同一点向外辐射。把目光落在具体位置，才能写出可核对的差异。



先选同一种结构，再成对观察其局部边缘和分支位置。图按便于观察的大小分别绘制。

两张照片的放大倍数可能不同。图上看着更长，不一定表示实物更长；题目说“不比较大小”时，应选数量、形状、结构有无、边缘、分支或明确的色区模式。宽窄或尖钝可描述同一结构的形状，但不能把未给比例的照片拿来比较真实毫米数。

写 difference 时，给出成对陈述，如“A 表面有明显突出的刺，B 表面没有这类突刺”；只写“A 有刺”可能没有说明 B 的情况。写 similarity 时，要说两者共有的同一特征，如“两者均有五条腕”。若题目分别要两个差异和一个相同点，三项应按要求分开。

答案以照片里真正可见的证据为依据。不能从外形图推断看不到的气味、生活习性或器官功能。表中已经给过的一项也不要再换个说法重复。比较表同一行的两格应讨论 _____ 特征；放大倍数不同时，不能直接比较真实 _____。

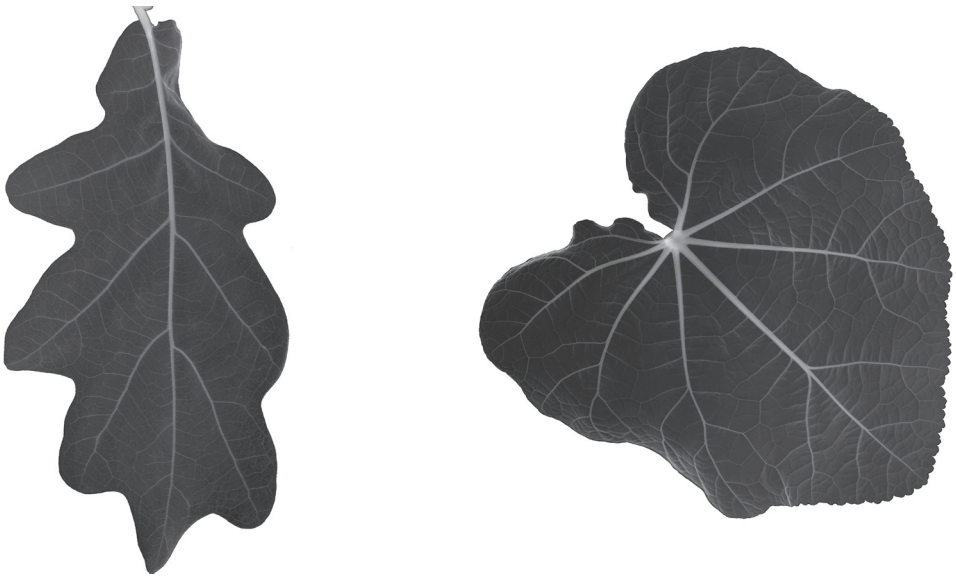
答案：同一种；大小

怎么认 选可见且允许比较的特征，左右成对说明；把差异与相同点分开，避免重复给定项目或推断图中看不到的事实。

例题 1 (2025·February/March 0610/62 Q2(a)(iii)) · 2 级

(iii) Fig. 2.2 shows photographs of the oak leaf and a hollyhock (*Alcea rosea*) leaf.

The magnification of both photographs is **not** the same.



oak hollyhock

Fig. 2.2

Table 2.1 gives one visible difference between the oak leaf and the hollyhock leaf shown in Fig. 2.2.

Complete Table 2.1 to give **two other** visible differences between the leaves shown in Fig. 2.2.

Do **not** include references to size in your answer.

Table 2.1

difference	oak leaf	hollyhock leaf
1	The oak leaf is longer than it is wide.	The length and width of the hollyhock leaf are similar.
2		
3		

解：先排除大小：题干已经说明两张照片的放大倍数不同，而且明确要求不谈 size。表中第一行又已比较长宽比例，所以新增两行要选其他可见特征。

先看边缘局部。橡树叶虽然有大裂片，但裂片本身的边缘比较光滑；蜀葵叶的边缘可见许多小锯齿。再看叶脉起点：橡树叶的主要侧脉从中脉的不同位置分出；蜀葵叶的几条主要叶脉从同一处向外辐射。

Difference	Oak leaf	Hollyhock leaf
2	Smooth edge of the lobes	Many small serrations at the edge
3	Veins arise from different points along a midrib	Main veins arise from the same point

每一行左右两格都在比较同一种特征。不能一边写叶缘，另一边改写叶脉，也不能把较深的灰色当成可靠的生理差异。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/62 Q3(a)(iii)） · 2 级

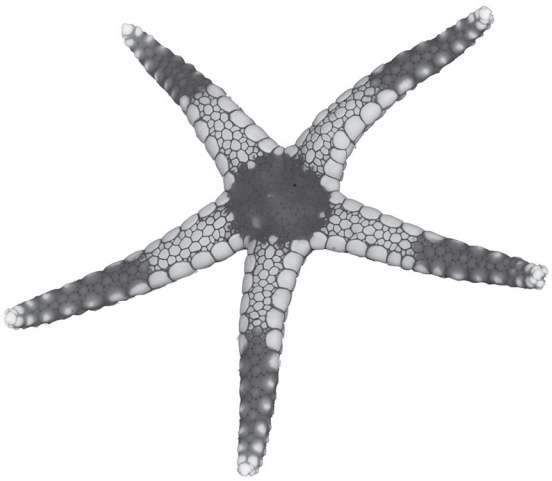
(iii) Fig. 3.2 is a photograph of a spiny starfish, *Marthasterias glacialis*. Fig. 3.3 is a photograph of a necklace starfish.

The magnifications of the photographs are **not** the same.



spiny starfish

Fig. 3.2



necklace starfish

Fig. 3.3

State **two** ways the spiny starfish in Fig. 3.2 differs from the necklace starfish in Fig. 3.3, and **one** way it is similar.

Do **not** include references to size in your answer.

difference 1

difference 2

similarity 1

2. （2025·October/November 0610/63 Q3(b)） · 2 级

(b) Fig. 3.2 shows the heads of a gentoo penguin and a black-footed penguin.



gentoo　　black-footed

not to scale

Fig. 3.2

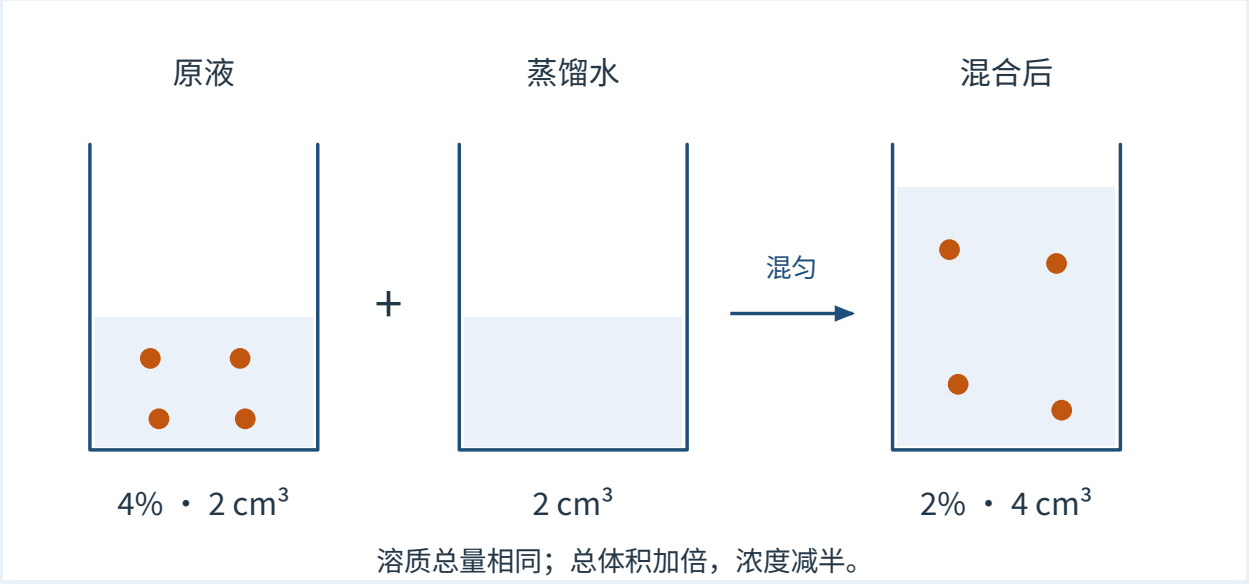
Other than size, state **two** ways the gentoo penguin differs from the black-footed penguin in Fig. 3.2.

23.6 配制不同浓度溶液

题型 1：按目标浓度计算原液和水的体积

知识点 向葡萄糖原液中加入蒸馏水，葡萄糖没有凭空增加，却分散到更多液体中，因此浓度降低。稀释时要同时关注两件事：原液带入多少葡萄糖，以及混合后总体积是多少。

先看一个容易理解的情况：2 cm^3的 4% 原液再加 2 cm^3水，最终体积变成 4 cm^3，是原来的两倍；同样多的葡萄糖分散在两倍体积中，浓度便减半，成为 2%。图中的点表示所带入溶质的相同总量，不代表实际分子数。



点表示同样多的溶质：加水后总体积增加，每单位体积所含溶质减少。

更一般地，最终浓度等于“原液浓度×原液体积÷最终总体积”。也就是说，目标浓度是原液浓度的几分之几，最终总体积中就应有同样的比例来自原液。例如目标浓度是原液的四分之三，原液就占最终体积的四分之三，余下四分之一用水补足。

需要反求配方时，先算原液体积＝最终体积×目标浓度÷原液浓度；再算水的体积＝最终体积−原液体积。两种浓度必须用同一表示法，体积也用同一单位。这里各题用百分数表示浓度，百分数相除时相互约去，最终求得的仍是体积。

量取后应混合均匀。题目说“配成 5 cm³”，5 cm³是混合后的总量，不能向 5 cm³原液再另加所算的水。最后用两步检查：原液体积与水的体积之和是否等于目标体积；按比例回算是否得到目标浓度。只加水能让浓度降低，不能制得比原液更浓的溶液。

稀释只加水时，带入的溶质总量保持 _____；原液体积加水的体积等于 _____。

答案：不变；最终总体积

怎么认 先看目标浓度占原液浓度的比例，按该比例求原液体积，再用最终总体积减去原液体积求补水量。

例题 1 （2024·February/March 0610/62 Q1(b)(ii)） · 1 级

(ii) Describe how you would make 5.0 cm^3 of 0.25% glucose solution using a 0.50% glucose solution and distilled water.

解：目标 0.25% 是原液 0.50% 的一半。要把相同葡萄糖总量分散到两倍体积中，应让原液和加入的水各占最终体积的一半。

最终需要 5.0 cm³，所以原液体积为 $\frac{5.0}{2} = 2.5$ cm³，蒸馏水也为 2.5 cm³。用合适的量取工具分别量取 2.5 cm³的 0.50% 葡萄糖溶液和 2.5 cm³蒸馏水，放入同一试管并混匀。

检查：总体积 $2.5 + 2.5 = 5.0$ cm³；浓度为 $0.50\% \times \frac{2.5}{5.0} = 0.25\%$。不能向 5.0 cm³原液中另加水，因为 5.0 cm³是题目要求的最终体积。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/62 Q1(a)(i)） · 2 级

(a) (i) Complete Table 1.1 by writing in the volumes of 2% glucose solution and distilled water needed to make 4 cm^3 of a 1.5% glucose solution.

Table 1.1

percentage concentration of glucose	volume of 2% glucose solution / cm^3	volume of distilled water / cm^3
0.0	0	4
0.5	1	3
1.0	2	2
1.5		
2.0	4	0

2. （2025·October/November 0610/62 Q1(b)） · 2 级

(b) A student extended the investigation by using more concentrations of glucose solution.

Calculate the volumes of 5% glucose solution and distilled water that are needed to make 5 cm^3 of a 3% glucose solution.

volume of 5% glucose solution

volume of distilled water

23.7 阴性对照的设置与作用

题型 1：设置缺少被测因素的阴性对照并解释作用

知识点 对照组是一组用来比较的实验条件。阴性对照 negative control 刻意缺少我们正在检验的有效因素，用来看看没有这个因素时，是否仍会出现同样的结果。它帮助排除另一种解释，例如“底物自己发生了变化”或“溶剂本身造成变化”。

以酶实验为例，有酶组放底物和酶液；无酶组放相同底物，并用相同体积的水代替酶液。这样总液体体积不变，主要比较有无活性酶。温度、反应时间、底物用量和检测方法仍保持相同；不能把对照写成一支什么都没有的空试管。

等体积替代，让比较集中在酶的作用

条件	有酶组	无酶对照
相同底物	相同体积、浓度	相同体积、浓度
另加的液体	2 cm^3 酶液	2 cm^3 水
温度与时间	相同设定	相同设定
所检验的问题	有酶时的结果	没有酶仍会变化吗？

等体积水替代酶液，使无酶组检验底物在缺少酶时是否变化。

解释对照作用时，把句子补完整：“检验在没有……时，……是否仍会发生。”若蔗糖酶实验的无酶组在 Benedict 检验后仍为蓝色，就表示这些条件下没有检出还原糖；有酶组的阳性结果可与它比较。结论限定在所用条件与检测范围内，不写成所有蔗糖永远不可能分解。

若反应液还有茶等其他成分，无酶对照可以保留茶，专门检验茶在没有淀粉酶时是否分解淀粉。“对照组”是一组比较条件；“控制变量”是各组保持相同的量，两者相关但不是同一个术语。

用水替代酶液时，水的体积应与原酶液 _____；说明对照作用时必须说清它检验的具体 _____。

答案：相同；解释／作用

怎么认 找出对照中缺少什么有效因素、保留哪些条件，再解释它排除的具体结果来源。

例题 1 （2025·October/November 0610/63 Q1(d)） · 2 级

Yeast cells produce an enzyme called invertase. Invertase catalyses the breakdown of sucrose into reducing sugars. Sucrose is **not** a reducing sugar.

A student investigated the effect of two different concentrations of invertase extract on a sucrose solution.

The student used this method:

Step 1 Label three test-tubes **A**, **B** and **W**.

Step 2 Use a syringe to put 2 cm^3 of sucrose solution into all three test-tubes.

Step 3 Use a clean syringe to put 2 cm^3 of 100% invertase extract into test-tube **A**.

Step 4 Use a clean syringe to put 2 cm^3 of 10% invertase extract into test-tube **B**.

Step 5 Use a clean syringe to put 2 cm^3 of distilled water into test-tube **W**.

Step 6 Put all three test-tubes in a warm water-bath at 40 °C for 15 minutes.

Step 7 Measure the temperature of the liquid in the test-tubes.

Step 8 Use a clean syringe to add 4 cm^3 of Benedict's solution to all three test-tubes.

Step 9 Place all three test-tubes into a hot water-bath for five minutes.

Step 10 After five minutes, record the colour of the liquid in each test-tube.

Fig. 1.1 shows the notes the student made about their observations in step 10.

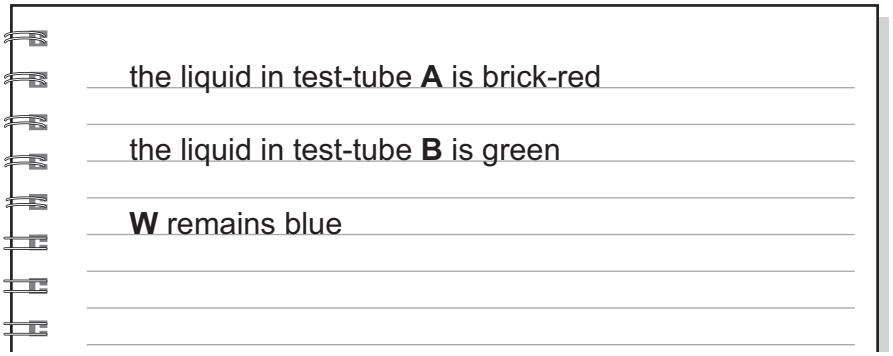


Fig. 1.1

(d) Explain the purpose of test-tube **W**.

解：A、B 试管中有蔗糖和不同浓度的蔗糖酶，W 中则用相同体积的蒸馏水代替酶。其他相关处理相同，因此 W 提供了缺少蔗糖酶的对照。

W 加入 Benedict 试剂并按相同方法加热后仍为蓝色，表示没有检出还原糖。这说明在这些实验条件下，水本身不会把蔗糖分解成能检出的还原糖，蔗糖也没有自行发生相同程度的分解。

所以 W 的作用是作为阴性对照，让有酶试管的结果可与无酶情况比较，支持观察到的还原糖来自蔗糖酶作用。只写“为了公平”没有说明它排除了哪一种解释。

针对练习

1. （2024·October/November 0610/63 Q1(a)(vi)） · 2 级

Amylase is an enzyme found in the human body that catalyses the breakdown of starch into reducing sugars.

Tea contains a chemical called tannin which affects amylase activity in the body.

A student investigated the effect of tea on the enzyme amylase.

The student used this method:

Step 1 Label three test-tubes **S1**, **S2** and **S3**.

Step 2 Put 2 cm^3 of **starch** suspension into all three test-tubes.

Step 3 Label another three test-tubes **A**, **AT** and **T**.

Step 4 Put 2 cm^3 of **amylase** solution into test-tube **A** and 2 cm^3 of **amylase** solution into test-tube **AT**.

Step 5 Put 2 cm^3 of **tea** into test-tube **AT** and 2 cm^3 of **tea** into test-tube **T**.

The test-tubes are shown in Fig. 1.1.

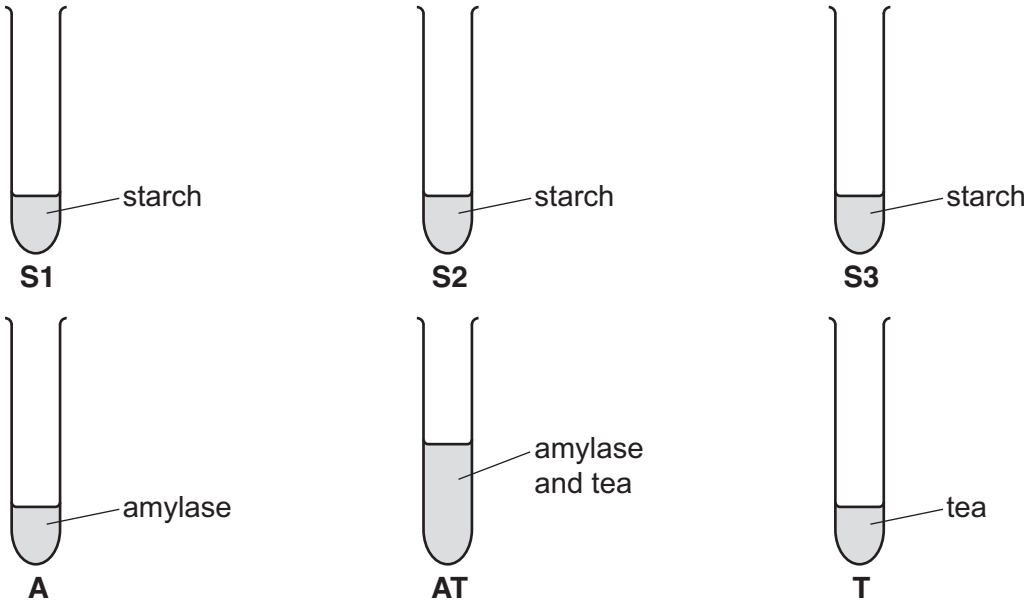


Fig. 1.1

Step 6 Place all six test-tubes into a hot water-bath.

Step 7 Use a marker pen to label three sections on a white tile, as shown in Fig. 1.2.

Step 8 Add 10 drops of iodine solution to each section, as shown in Fig. 1.2.

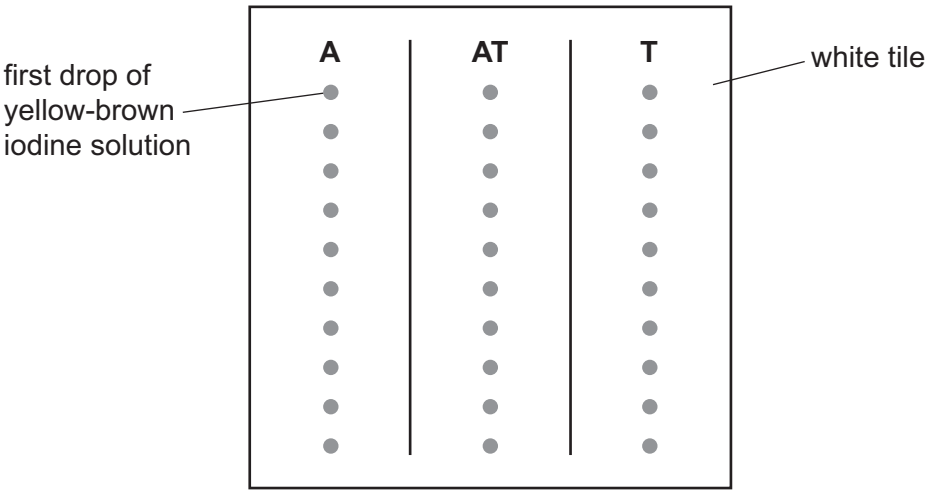


Fig. 1.2

Step 9 Start the stop-clock and pour the starch suspension in test-tube **S1** into test-tube **A**.

Step 10 Use a pipette to immediately remove a drop of the mixture from test-tube **A** and place it onto the first drop of iodine solution in section **A** on the white tile.

Return any mixture still in the pipette to test-tube **A**.

Step 11 Repeat step 10 every 30 seconds, until all 10 drops of iodine solution in section **A** have been used. Reset the stop-clock to zero.

Step 12 Repeat steps 9 to 11 using test-tubes **S2** and **AT** and section **AT** on the white tile.

Step 13 Repeat steps 9 to 11 using test-tubes **S3** and **T** and section **T** on the white tile.

The student's results are shown in Fig. 1.3.

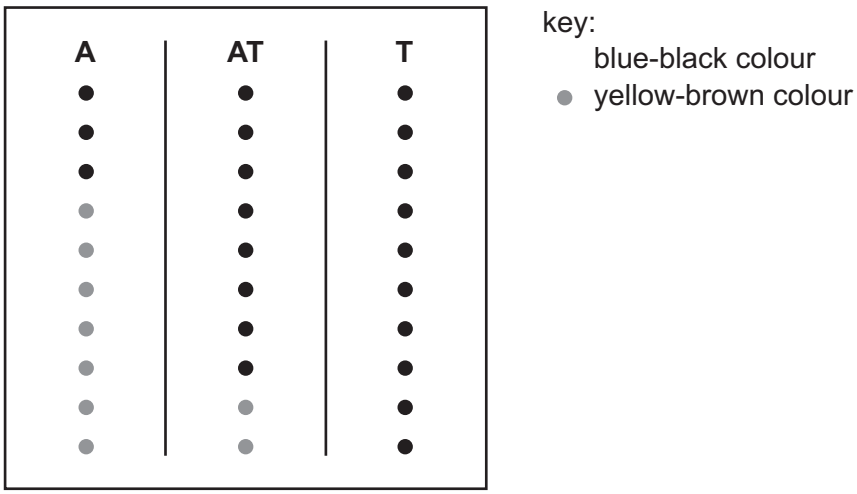


Fig. 1.3

(a) The student needed to identify when all of the starch had been broken down in each test-tube.

(vi) Test-tube **T** did **not** contain amylase and was used as a control.

Suggest a reason for including a control in this investigation.

2. (2024·May/June 0610/61 Q3(c)(v)) · 2 级

(c) The enzyme pectinase is used to produce apple juice. Pectinase breaks down the cell walls in apple tissue. This increases the volume of juice that can be extracted from the apples.

A student investigated the effect of the concentration of pectinase on the volume of juice extracted from chopped apples.

- The masses of seven samples of chopped apple were measured. The samples were then put into different beakers.
- 50 cm^3 of pectinase solution was added to **six** of the beakers. The concentration of pectinase solution was different in each beaker.
- The beakers were kept in a thermostatically-controlled water-bath set at 37 °C for 30 minutes.
- The contents of each beaker were filtered through filter paper and the liquid was collected in a measuring cylinder.
- The volume of liquid in each measuring cylinder was recorded.

(v) The seventh beaker of chopped apple did **not** contain the pectinase solution.

State what should have been added to this beaker to make it a control experiment.

23.8 实验误差与针对性改进

题型 1：把具体实验误差对应到可执行改进

知识点 改进实验前，先指出实际步骤里发生了什么问题。不要只写“人为误差”“不准确”或“多做几次”。

有效答案要连起三个环节：哪里出错、怎样影响记录或比较、哪项具体改动能减小这个影响。

交叉污染发生在同一器具把一种物质带入另一种样品时。若同一注射器先取较浓葡萄糖，再取较稀未知液，残留液会使后者测到的浓度偏高。分别使用洁净器具可避免这一来源。重复同样的污染操作，不会把始终偏高的结果自动变正确。

研究温度的实验，也需要把每一组保持在各自的设定温度。例如冷水从 4°C 升到 15°C、温水从 40°C 降到 28°C，比较的就不是两个稳定温度。可用恒温水浴维持各自设定值，并监测温度；仅多读一次温度只能发现漂移，不能阻止漂移。

先找到误差来源，再选择改进

实际问题	可能影响	针对性改进
同一器具带入较浓液	未知液读值偏高	分别用洁净器具
水浴温度改变	温度条件不稳定	恒温水浴并监测
气泡大小不相等	数目不能代表体积	固定时间测气体体积

不同误差对应不同改进，重复测量不能代替去除污染或稳定温度。

测量方式也可能不能真正代表目标量。把气泡数当成产气体积，暗中假定所有气泡一样大；实际大小不同时，这个假定不成立。可在相同时间内用气体注射器或合适的排水装置直接量气体体积，再计算体积除以时间。检查漏气，并保持各组计时方法一致。

相同气泡数，未必是相同气体体积

三个小气泡



数目都为 3

三个大气泡



数目都为 3

直接收集气体，读取固定时间内的总体积，才能比较实际产气量。

相同数量的大、小气泡可含有不同总体积的气体。

读题若要求 effect，要说明结果的影响或偏移方向；若要求 improvement，要给可执行的修改。两者都问时，不能只写一种仪器名称而不说明它解决什么问题。

反复出现、总把结果推向同一方向的污染偏差，不能只靠 _____ 消除；气泡大小不同，应优先量气体 _____。

答案：重复；体积

怎么认 把题目方法中的具体问题连到测量后果，再给出针对这一问题的装置或操作改动。

例题 1 (2025·February/March 0610/62 Q1(a)(v)) · 3 级

Benedict’s solution is used to test for reducing sugars. Glucose is a reducing sugar.
A student estimated the concentration of glucose in a solution.

The student used this method:

Step 1 Label six test-tubes **0.0%**, **0.5%**, **1.0%**, **1.5%**, **2.0%** and **U**.

Table 1.1

percentage concentration of glucose	volume of 2% glucose solution / cm^3	volume of distilled water / cm^3
0.0	0	4
0.5	1	3
1.0	2	2
1.5		
2.0	4	0

Step 2 Use a syringe to put the volumes of 2% glucose solution shown in Table 1.1 into the test-tubes labelled **0.5%**, **1.0%**, **1.5%** and **2.0%**.

Step 3 Use the same syringe to put 4 cm^3 of the unknown glucose solution **U** into the test-tube labelled **U**.

Step 4 Use a clean syringe to put the volumes of distilled water shown in Table 1.1 into the test-tubes labelled **0.0%**, **0.5%**, **1.0%**, and **1.5%**.

Step 5 Use a clean syringe to put 4 cm^3 of Benedict's solution into each of the test-tubes labelled **0.0%**, **0.5%**, **1.0%**, **1.5%**, **2.0%** and **U**.

Step 6 Put the test-tubes into a hot water-bath at 80 °C and start the stop-clock.

Step 7 Wait for 5 minutes. Remove all the test-tubes from the water-bath.

Step 8 Record the colour of the liquid in the test-tubes labelled **0.0%**, **0.5%**, **1.0%**, **1.5%**, **2.0%** and **U**.

Fig. 1.1 shows the student's results.

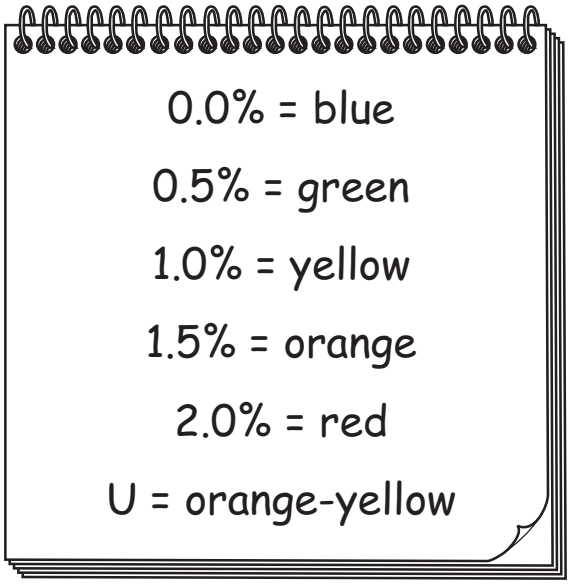


Fig. 1.1

(v) Identify the possible source of error present in steps 2 and 3.

State the effect of this error on the results of the investigation.

error

effect on the results

解：题目限定看步骤 2 与 3。步骤 2 用注射器量取 2% 葡萄糖溶液，步骤 3 又用同一支注射器量取未知溶液 U，残留的 2% 溶液可能混入 U，这就是交叉污染。

U 的颜色处在橙黄之间，对应的浓度低于 2%。如果混入较高浓度的 2% 葡萄糖，U 的实际测试样品会比原本含有更多葡萄糖，加热后颜色可能偏向更橙或更红。

因此根据颜色估计的 U 浓度会偏高。要写完整“误差→影响”链条：同一注射器带入较浓葡萄糖→U 中葡萄糖增加→颜色偏向高浓度标准→估计浓度偏高。

若进一步改进，可分别使用洁净注射器取两种溶液，避免相互污染。重复很多次使用同一支受污染的注射器，不能自动消除这种偏差。

针对练习

1. （2025·October/November 0610/61 Q1(c)(i)） · 3 级

A student investigated the effect of temperature on the movement of water in celery stalks. The water contained a blue dye.

In plant stems such as a celery stalk, water moves in the xylem tissue within the vascular bundles.

The student used this method:

Step 1 Take two stalks of celery and cut them so that they are both 10 cm long.

Step 2 Prepare an ice-cold water-bath **C** and a warm water-bath **W**.

Place a beaker of blue dye into each water-bath, as shown in Fig. 1.1.

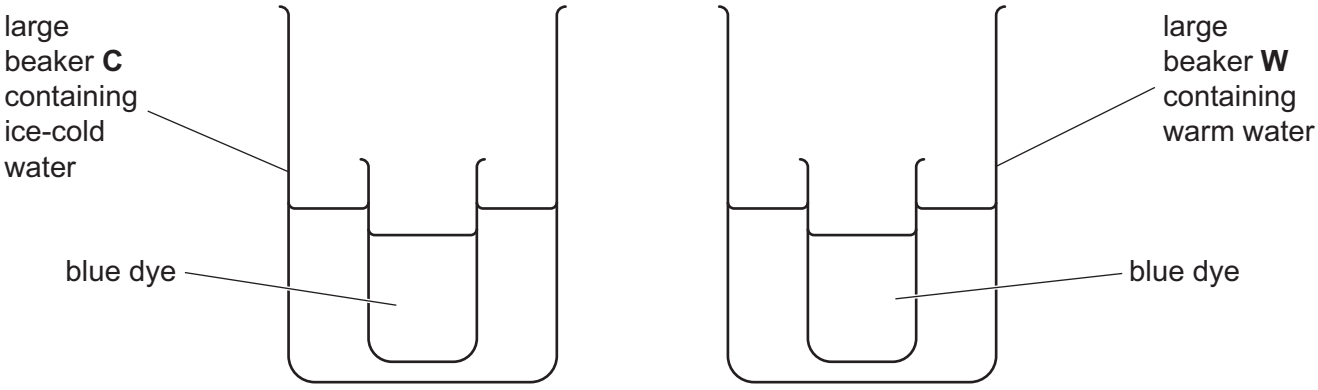


Fig. 1.1

Step 3 Measure the temperatures of the water in water-bath **C** and water-bath **W**.

Step 4 Let the blue dye equilibrate in the water-baths for three minutes.

Step 5 After three minutes, place one celery stalk into each beaker of blue dye, as shown in Fig. 1.2.

Keep the celery stalks in the blue dye for ten minutes.

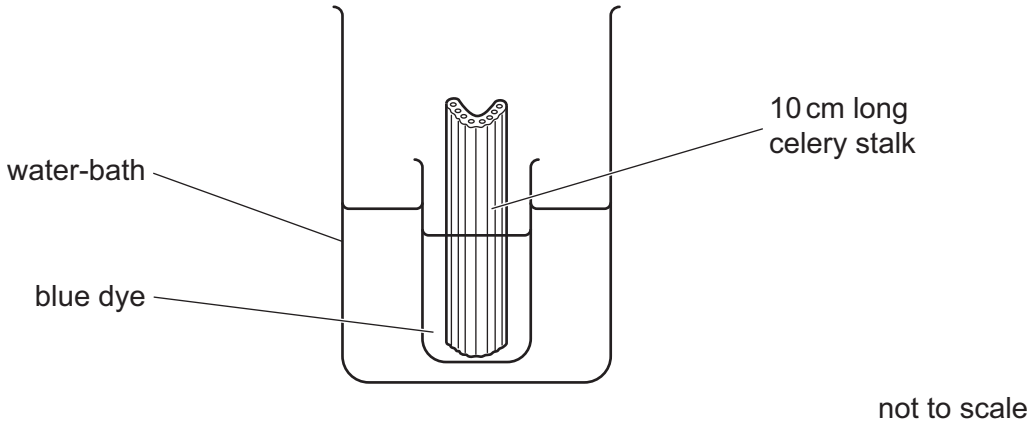


Fig. 1.2

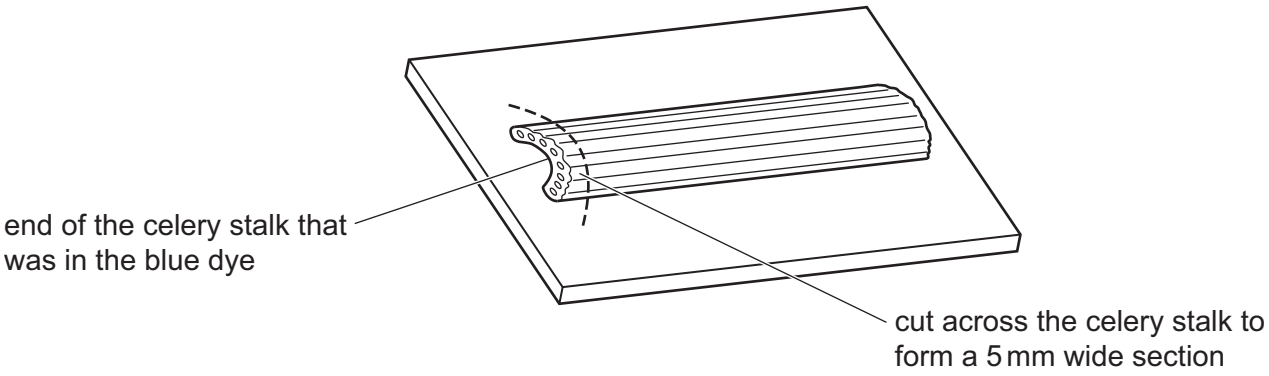
Step 6 After ten minutes, measure the final temperatures of the water in water-bath **C** and water-bath **W**.

Table 1.1

water-bath	water temperature in step 3 / °C	water temperature in step 6 / °C	change in water temperature / °C
C	4	15	
W	40	28	

Step 7 Remove the celery stalk from the blue dye in water-bath **C** and put it on a white tile.

Step 8 Cut a section across the celery stalk 5 mm from the end that was in the blue dye, as shown in Fig. 1.3.



not to scale

Fig. 1.3

Step 9 Examine the xylem tissue of the cut section of celery stalk to see if the blue dye is visible.

Fig. 1.4 shows the position of the xylem tissue in a cut section of a celery stalk.

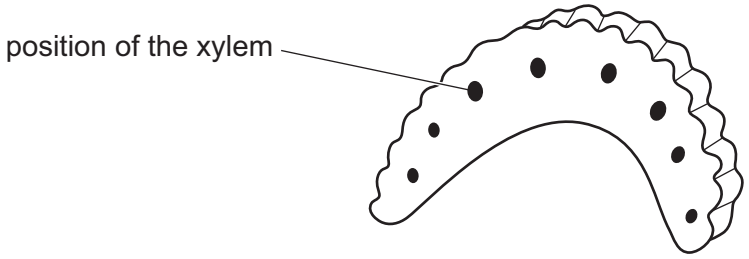


Fig. 1.4

Step 10 If the blue dye is still visible in the celery stalk, cut another 5 mm wide section from the dyed end of the remaining part of the celery stalk.

Continue cutting 5 mm wide sections from the celery stalk until the blue dye is no longer visible in the cut section.

Step 11 Count the number of sections you have cut from the celery stalk that contain the blue dye.

Step 12 Repeat steps 7 to 11 with the celery stalk from water-bath **W**.

The student's results are shown in Fig. 1.5.

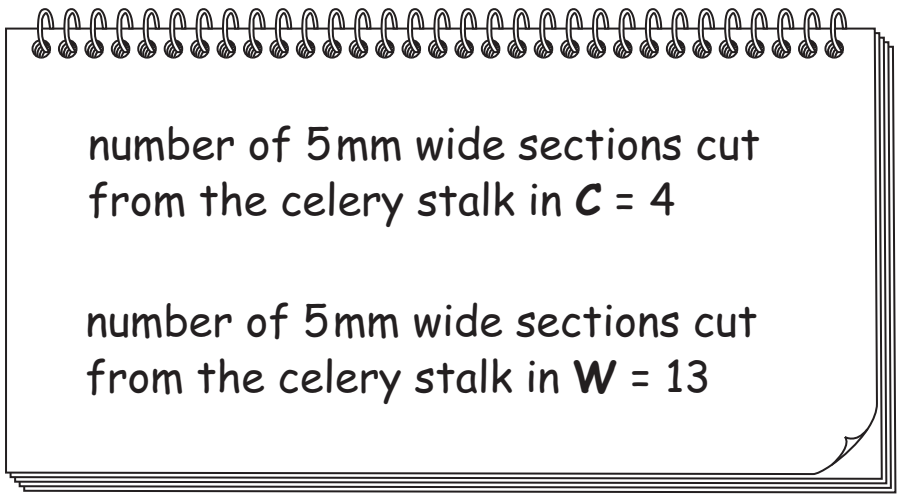


Fig. 1.5

(c) (i) The data you have recorded in Table 1.1 may indicate that there is a source of error with the method used in this investigation.

Identify the possible error, and describe an improvement to the method to reduce the effect of this error.

error

improvement

2. （2025·October/November 0610/63 Q2(a)(ii)） · 3 级

A student investigated the effect of temperature on the rate of respiration in yeast cells.

They used the apparatus shown in Fig. 2.1.

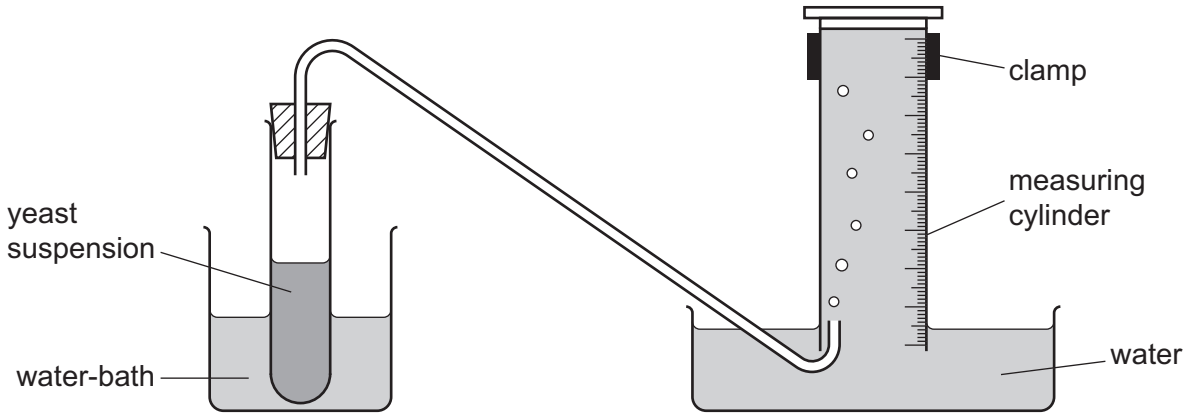


Fig. 2.1

The student used this method:

- Put 25 cm^3 of yeast suspension into a test-tube.
- Put the test-tube into a water-bath and add water at 10 °C to the water-bath.
- Leave the apparatus for five minutes before moving on to the next step.
- Start a stop-clock and count the number of bubbles produced by the respiring yeast cells in three minutes.
- Repeat the procedure using a water-bath maintained at different temperatures.

(ii) State **one** possible source of error when measuring the dependent variable **and** suggest an improvement to this method of measuring.

error

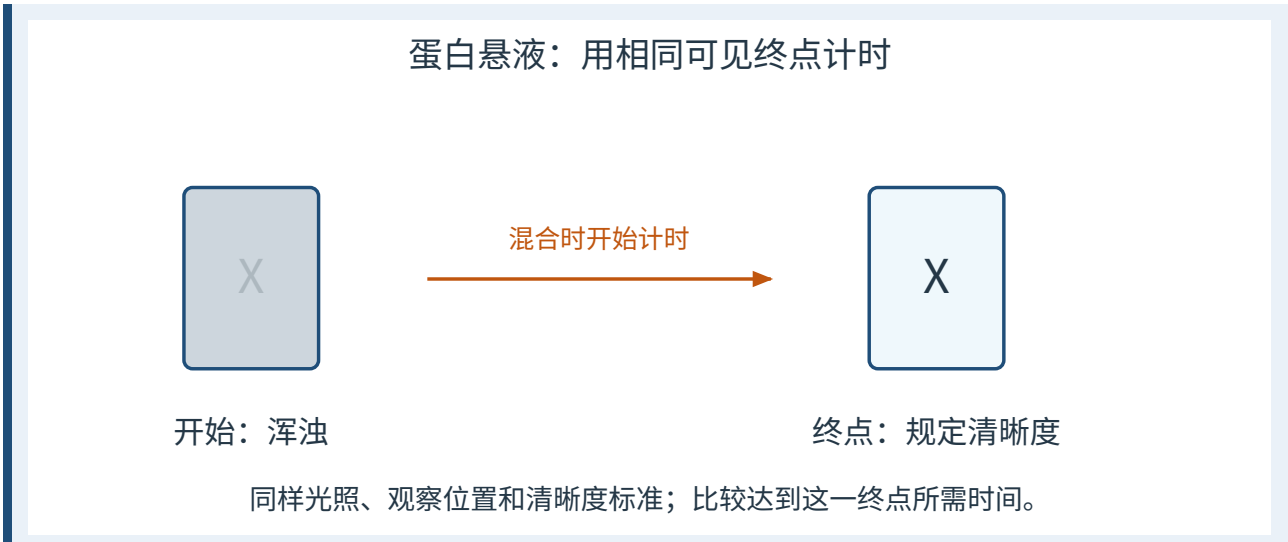
improvement

23.9 完整实验方案

题型 1：围绕实际测量机制写出完整实验方案

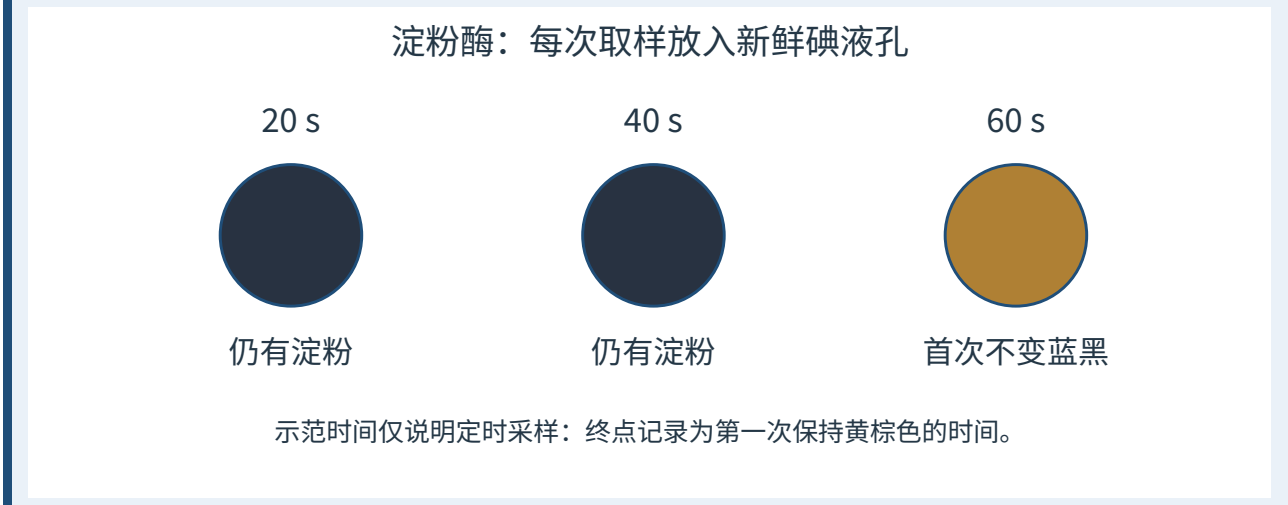
知识点 完整实验方案必须让另一个人能照着做，并知道怎样判断结果。先把题目中的生物变化转成可测的因变量，再确定怎样改变自变量。句子“改变 pH，观察酶活性”仍缺少测什么、何时开始、怎样算结束，不能构成可重复的方案。

蛋白酶可以使原本浑浊的蛋白悬液变得较澄清。若用达到相同澄清程度的时间比较速率，混合酶与底物时立即开始计时，在相同位置、光照下看试管后面的黑色 X，并使用同一清晰度终点；也可以用比色计设定相同透光终点。固定起始蛋白量时，所需时间越短表示作用越快，1/时间可表示相对速率。



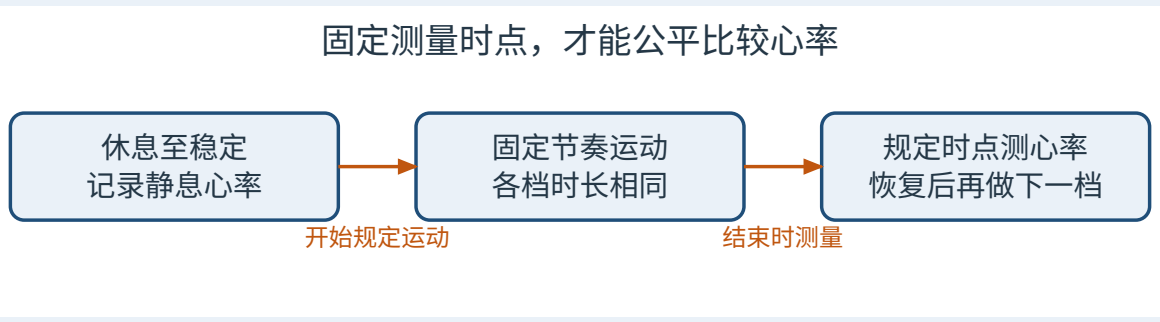
混合时启动计时，以同一清晰度判断蛋白悬液到达终点。

淀粉酶的反应可用定时碘液检验追踪。先把新鲜碘液放在点滴板不同孔中，混合酶与淀粉时计时，每隔同样时间取一滴反应液到一个新孔。蓝黑色表示仍检出淀粉；第一次保持黄棕色作为终点。接触过碘液的样品不能倒回反应液，避免改变反应条件。



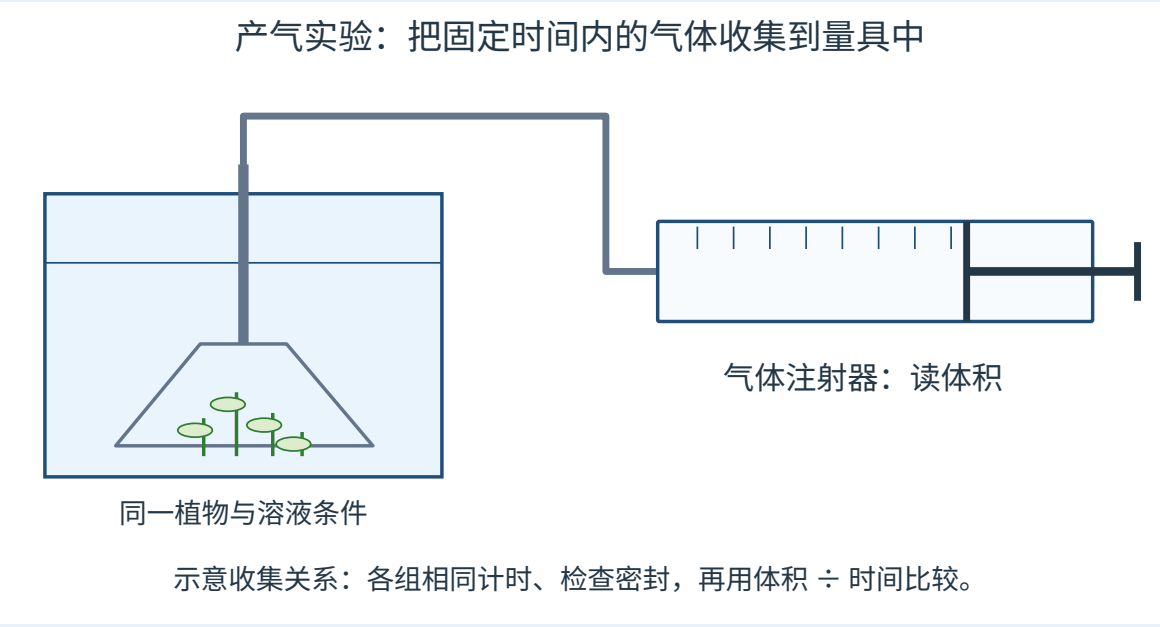
按相同间隔取样到不同新鲜碘液孔，首次不变蓝黑为所采用的终点。

研究 pH 时，可用至少三种 pH 的缓冲液，温度保持相同；研究温度时，可用至少三个设定不同的恒温水浴，而 pH 保持相同。酶和底物的种类、浓度、体积，缓冲液体积，以及终点或采样方法均须一致。混合前先让两种液体达到各组设定温度，每个条件用独立样品重复至少三次，再求平均并检查异常记录。运动与心率实验，需要把“强度”变成能执行的条件。例如同一种原地踏步用三个不同节拍，而运动时长相同。先测静息心率，运动后在同一规定时点测心率；各档之间充分休息至接近原来的静息水平。选适合活动的志愿者，可用同一人比较不同条件，再作多次试验；若要讨论更大人群，还需适当的多个参加者。避免极端强度，出现不适就停止。

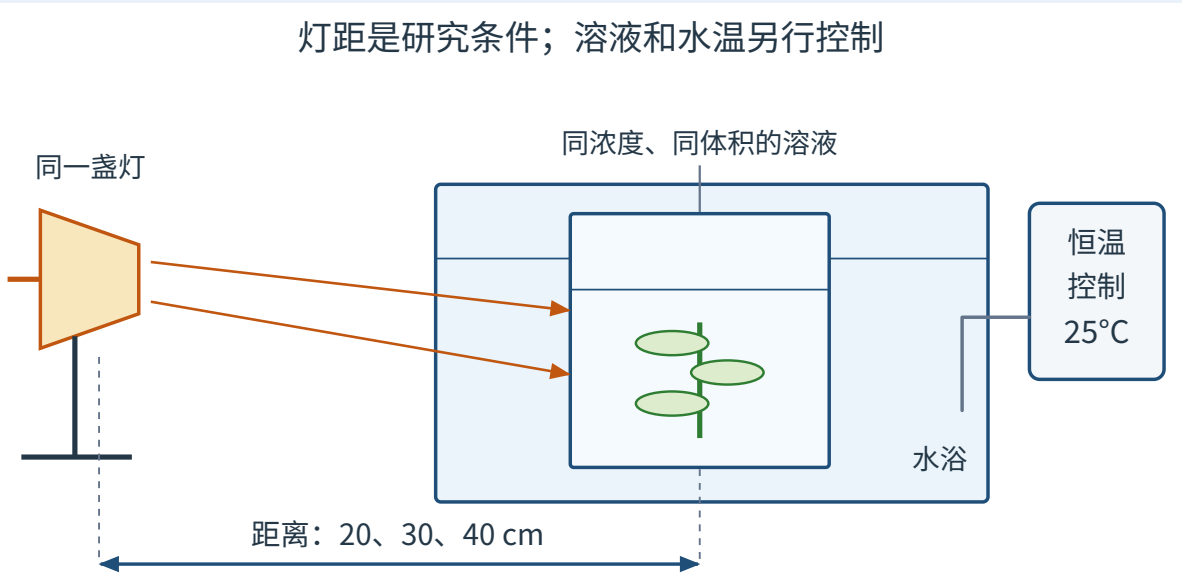


先建立静息基线，再以固定强度和时长运动，在统一时点记录心率。

水生植物的光照实验可通过改变同一灯与植物的距离设置光照条件，最好用光照计记录强度。因变量可为固定时间收集的氧气体积，除以时间得到产气速率。具体做一次安排：用同一种灯，在距离同一株水草 20、30、40 cm 的位置分别测量；各次开始前使用来自同一批、浓度和体积相同的碳酸氢钠溶液，让二氧化碳的起始供应条件一致。碳酸氢钠在水中为光合作用提供二氧化碳来源。把装植物的烧杯置于相同设定温度的恒温水浴，例如 25°C，并用温度计监测；灯与容器之间也可设置透明隔热水层，减小灯对实验液体的加热。每次移动灯后等待相同适应时间，例如 2 分钟，再收集相同 5 分钟的气体。移动的是灯，不同时改变植物大小、溶液配方和计时时长；每档重复测量。灯即使采用 LED 也不能直接假设完全不发热，电器与水应妥善分开。

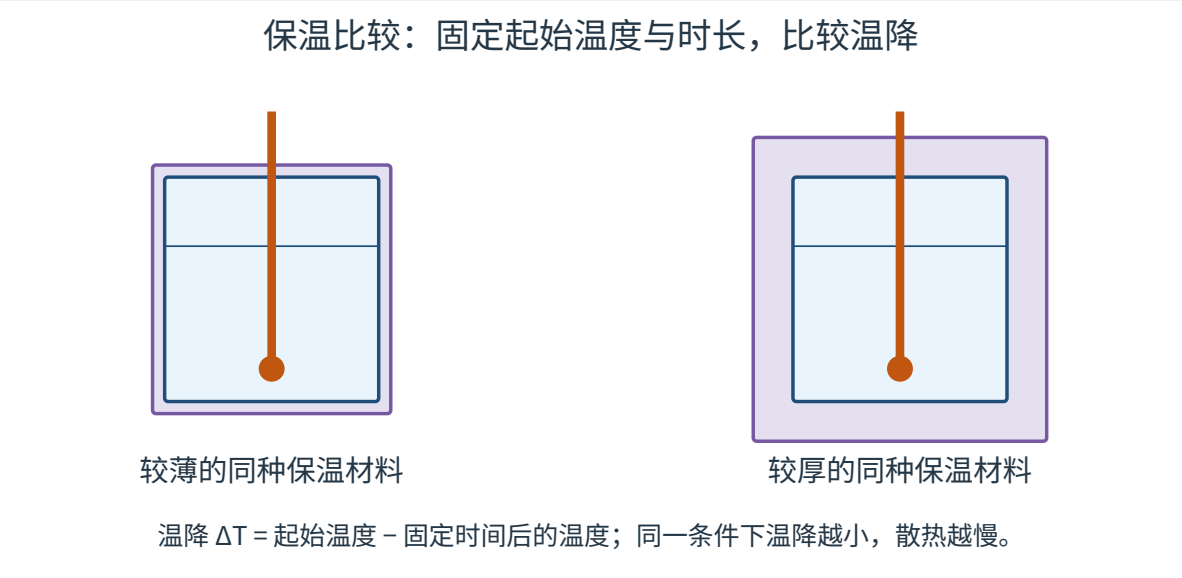


水生植物产生的气体经密闭通路进入量具，固定时间后读取体积。



移动同一灯改变距离，同时用相同溶液和恒温水浴控制起始二氧化碳供应与水温。

保温实验的可测变化是相同时间里的温度下降。给相同烧杯包同种材料的不同厚度，装相同体积、相同起始温度的水，固定若干分钟后读温度，计算起始温度减最终温度。温降越小表示该设置下热量散失较慢。控制容器、盖子、室内条件与计时时长，并独立重复；处理热水时避免烫伤。



同材质不同厚度的保温层，在相同起始水温和时长下比较温度下降。

写完方案后，逐项核对它是否给出了自变量的几个明确水平、因变量及单位、启动与终点方法、关键控制量、独立重复和合理风险处理。记录表应能直接容纳所描述的测量。安全措施要对应材料和操作，例如酶液、碘液与缓冲液需避免接触眼睛，不能只抄一句与实验无关的安全口号。

达到相同终点的时间越短，在相同起始条件下相对速率越 _____；研究温度时，各组的 _____ 可以不同，但 pH 等其他相关量应相同。

答案：快／高；设定温度

怎么认 先把生物现象翻译成可测的时间、体积、心率或温降，再围绕它安排启动、终点、控制、重复和记录。

例题 1 （2025·February/March 0610/62 Q1(b)） · 4 级

(b) Eggs contain a protein called albumen. Albumen will turn from cloudy to clear when it is digested by pepsin, a protease enzyme.

Plan an investigation to determine the effect of pH on the digestion of albumen by protease.

解：本题给出的可测变化是蛋白从浑浊变澄清。因此可以改变 pH，记录达到相同澄清终点所需时间；相同量蛋白被消化得越快，所需时间越短。

一套完整方案如下。准备至少三种不同 pH 的缓冲液，例如 pH 2、4、6。每组使用来自同一批、充分混匀的蛋白悬液 2 cm^3、同种同浓度的蛋白酶溶液 2 cm^3，以及相同体积的对应缓冲液。

把蛋白悬液和酶液分别放入恒温水浴，例如 35°C，先让它们达到同一温度。将酶加入蛋白悬液并立即启动秒表，轻轻混合，仍在该温度下反应。

在每支试管后相同位置放一张画有黑色 X 的卡片，用相同光照和观察方法，记录 X 达到事先规定的清楚可见程度所需时间。也可使用比色计和固定透光终点，使各组的“澄清”标准一致。

除 pH 外，保持蛋白来源、浓度与体积，酶的种类、浓度与体积，缓冲液体积，以及温度和终点标准相同。每种 pH 至少使用三份独立的同条件样品，求平均时间，并检查明显偏离的结果；比较平均时间，或在同样起始条件下用 1/时间表示相对速率。

佩戴护目镜和适当手套，避免酶液或酸性缓冲液接触眼睛与皮肤；处理蛋类后洗手。记录表至少列 pH、三次时间 / s 和平均时间 / s。

这份方案从“蛋白怎样改变”出发选终点，随后才确定计时、控制和比较方式，因变量不是含糊的“蛋白酶活性”。

例题 2 （2025·October/November 0610/61 Q2） · 4 级

Amylase is an enzyme that catalyses the breakdown of starch to form reducing sugars.

Plan an investigation to determine the effect of pH on the activity of amylase.

Use iodine solution in your method.

解：淀粉与碘液呈蓝黑色；淀粉被淀粉酶分解后，取出的样品不再使新鲜碘液变蓝黑。可以用达到这个终点所需时间比较不同 pH 下的酶作用。

准备至少三种不同 pH 的缓冲液，例如 pH 5、7、9。各组使用同浓度、同体积的淀粉悬液和淀粉酶溶液，并加入等体积的对应缓冲液。

把淀粉与酶液分别在相同恒温水浴中预先平衡温度，例如 35°C。白色点滴板各孔预放同量、同浓度的碘液。混合酶与淀粉时立即启动秒表。

每隔相同时间，例如 20 秒，用洁净滴管取一小滴反应液，放到一个新的碘液孔中，观察颜色。不要把接触碘液的样品倒回反应管。记录碘液首次仍保持黄棕色、不再呈蓝黑色的时间。

保持温度、淀粉与酶的浓度和体积、缓冲液体积、采样间隔及碘液用量相同。每个 pH 至少做三次独立重复，求平均终点时间；时间越短，说明在这些相同起始条件下淀粉分解越快。

戴护目镜并小心处理碘液与缓冲液，避免皮肤和眼睛接触。记录 pH、各次时间和平均值，便可比较结果。不能只写“看颜色”，必须说清在什么时间取样、哪一种颜色代表终点。

例题 3 （2025·October/November 0610/62 Q2） · 4 级

Plan an investigation to determine the effect of exercise intensity on heart rate in humans.

解：可选择原地踏步这一种运动，用节拍器设置不同节奏，例如每分钟 60、90、120 步，作为不同运动强度。各档都持续相同时间，例如两分钟，不同时改变运动类型和时长。

由适合参加这一活动的同一名志愿者完成各档，可减少年龄、体质量和体能差异。先安静休息并记录静息心率，再按一种规定节奏运动，用心率监测器记录运动结束时的心率，单位为 beats per minute。

每次采用相同的测量时点和方法。不同强度之间充分休息，等心率回到个人静息水平附近后再开始下一次；否则后一次可能只是受到前一次尚未恢复的影响。

每档至少完成三次试验，计算平均心率。保持运动时长、地点、环境温度和同一参加者等条件相同；若使用多人，还要合理匹配或记录年龄、体能等差异，并在个人内比较后再汇总。

运动强度应适合参加者，不做极限负荷；先检查场地安全，参加者若感到不适立即停止并休息。记录表可列运动节奏、三次结束心率及平均值。

最终比较的是同样持续时间后、同样测量时点的心率变化。只写“多运动，再数脉搏”没有限定强度、时长和读数时点。

针对练习

1. （2024·May/June 0610/63 Q1(c)） · 4 级

(c) Amylase is an enzyme that catalyses the breakdown of starch to form reducing sugars.

Plan an investigation to determine the effect of temperature on the rate of breakdown of starch by amylase.

2. （2025·October/November 0610/63 Q3(c)） · 4 级

(c) Penguins are covered in feathers. The feathers reduce heat loss by insulating the birds from the cold.

A beaker of hot water can be used to represent a penguin.

Plan an investigation to determine the effect of the thickness of an insulating material on heat loss in a beaker of hot water.

3. （2024·May/June 0610/61 Q2） · 4 级

Plan an investigation to determine the effect of light intensity on photosynthesis in an aquatic plant.

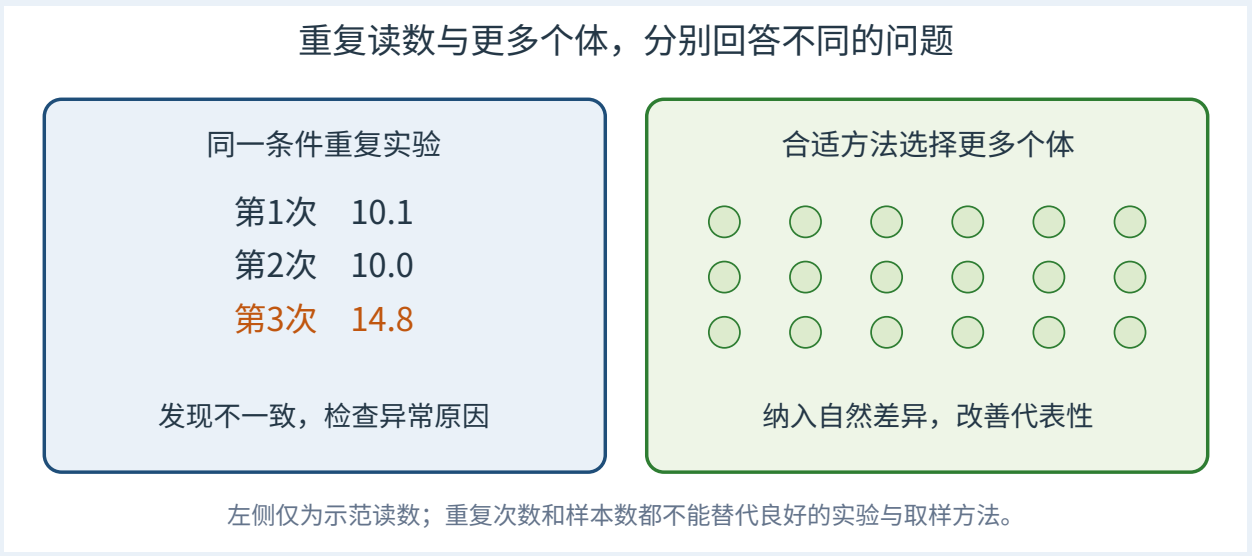
23.10 重复与代表性样本

题型 1：说明重复测量与足够样本提高结果可靠性的作用

知识点 一次记录无法让我们知道这个结果是否稳定。重复同一条件的实验，能比较多次读数，发现明显偏离的异常结果，并在有依据处理异常后计算平均值，减小随机波动对结论的影响。重复应重新建立同一条件并再次测量，不能把同一个读数抄三遍。

增加样本量解决的是另一个相关问题：单个生物体之间会有自然差异。比较阳光与阴影中大豆的生长时，每种条件观察很多株，能减少某一株特殊个体对总体判断的影响，也更有机会涵盖该条件下的变异。测量许多鹦鹉螺壳，同样比只挑一个更可能反映所调查样本的宽度分布。

代表性还取决于怎样选择样本。随机或合适的系统取样能减小只挑某一类个体的偏差；只从最大的一堆壳中再多挑几百个，不会自动代表全部壳。较大的样本量也不能修正一直偏高的仪器或反复发生的污染，必须针对这些问题另作改进。



重复用于检查同条件读数的稳定性，合适的大样本用于涵盖个体差异。

回答题目时看它问的是“为什么重复这次实验”还是“为什么用了这么多个体”。前者可以说明发现异常、提高结果可靠性、求平均以减少随机影响；后者可说明样本更有代表性、个体差异的影响较小。若试卷只要求一个理由，写清一个与情境对应的理由即可。

重复实验可帮助识别 _____；较大的合适样本可减小单个生物体 _____ 对结论的影响。

答案：异常结果；自然差异

怎么认 先分辨重复同一实验与扩大观察个体数，再说明它们具体改善哪一种不确定性。

例题 1 （2025·October/November 0610/61 Q1(a)(v)） · 1 级

A student investigated the effect of temperature on the movement of water in celery stalks. The water contained a blue dye.

In plant stems such as a celery stalk, water moves in the xylem tissue within the vascular bundles.

The student used this method:

Step 1 Take two stalks of celery and cut them so that they are both 10 cm long.

Step 2 Prepare an ice-cold water-bath **C** and a warm water-bath **W**.

Place a beaker of blue dye into each water-bath, as shown in Fig. 1.1.

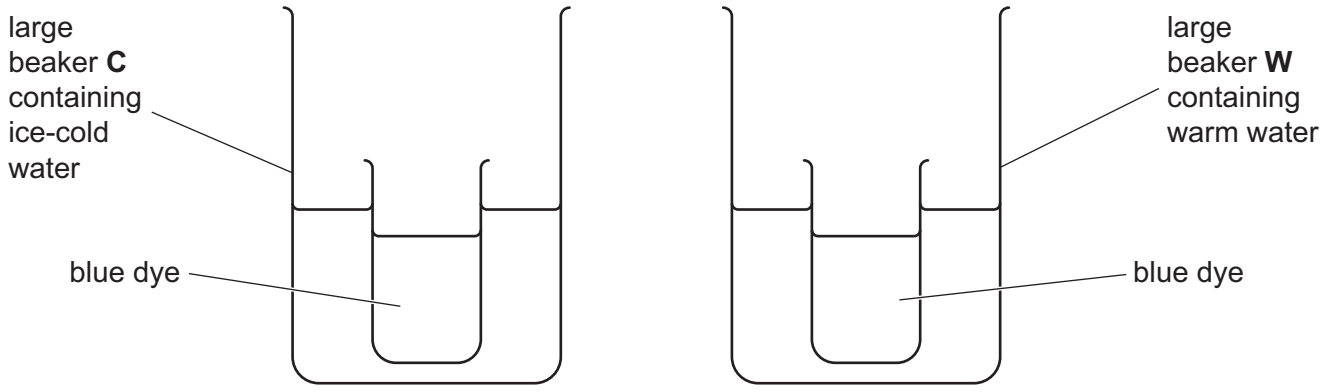


Fig. 1.1

Step 3 Measure the temperatures of the water in water-bath **C** and water-bath **W**.

Step 4 Let the blue dye equilibrate in the water-baths for three minutes.

Step 5 After three minutes, place one celery stalk into each beaker of blue dye, as shown in Fig. 1.2.

Keep the celery stalks in the blue dye for ten minutes.

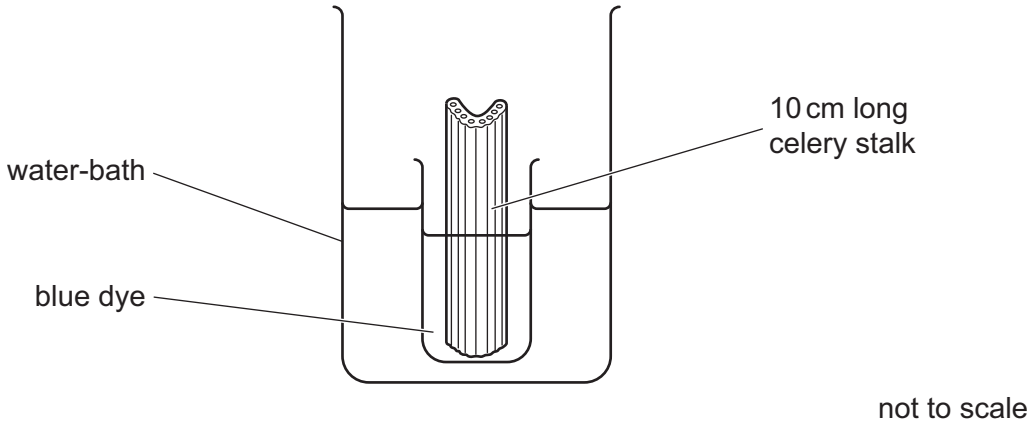


Fig. 1.2

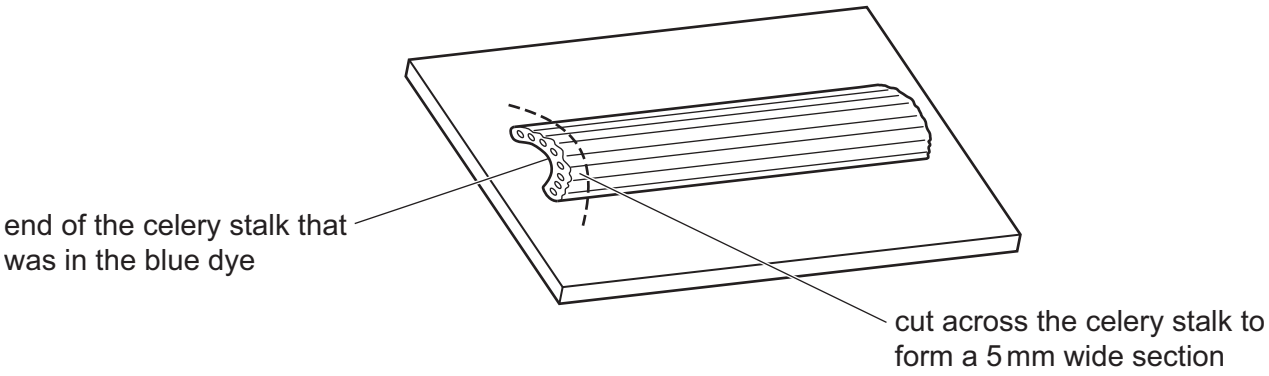
Step 6 After ten minutes, measure the final temperatures of the water in water-bath **C** and water-bath **W**.

Table 1.1

water-bath	water temperature in step 3 / °C	water temperature in step 6 / °C	change in water temperature / °C
C	4	15	
W	40	28	

Step 7 Remove the celery stalk from the blue dye in water-bath **C** and put it on a white tile.

Step 8 Cut a section across the celery stalk 5 mm from the end that was in the blue dye, as shown in Fig. 1.3.



not to scale

Fig. 1.3

Step 9 Examine the xylem tissue of the cut section of celery stalk to see if the blue dye is visible.

Fig. 1.4 shows the position of the xylem tissue in a cut section of a celery stalk.

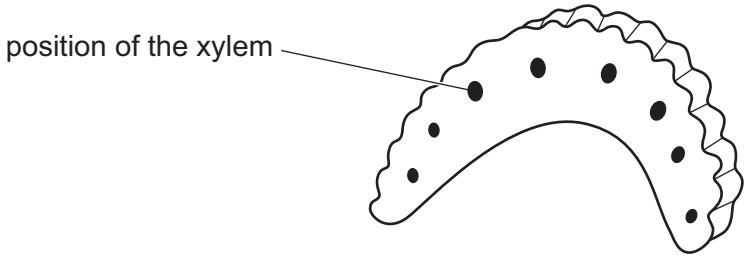


Fig. 1.4

Step 10 If the blue dye is still visible in the celery stalk, cut another 5 mm wide section from the dyed end of the remaining part of the celery stalk.

Continue cutting 5 mm wide sections from the celery stalk until the blue dye is no longer visible in the cut section.

Step 11 Count the number of sections you have cut from the celery stalk that contain the blue dye.

Step 12 Repeat steps 7 to 11 with the celery stalk from water-bath **W**.

The student's results are shown in Fig. 1.5.

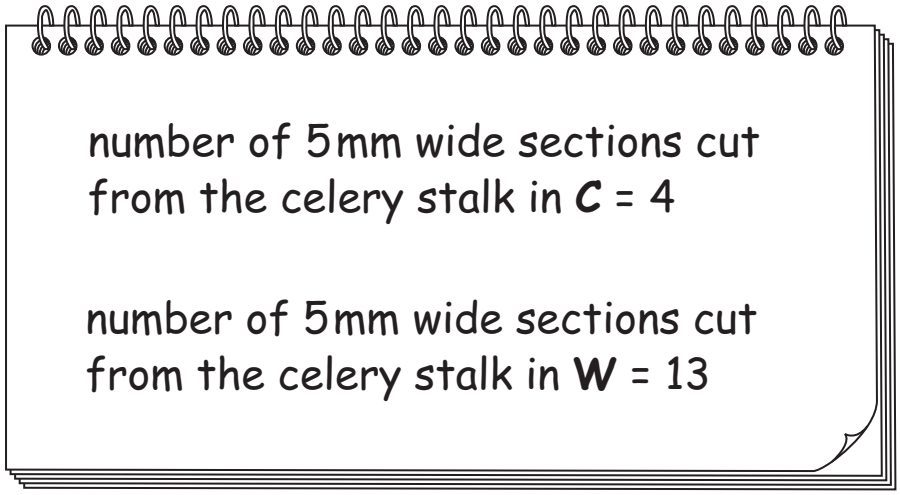


Fig. 1.5

(v) This investigation was only done once.

Explain why it is better to repeat an investigation.

解：实验只做一次时，没有同条件的其他结果作参照，难以知道这一读数是否偶然偏离。
重复同样的实验后，可以把几次结果比较，识别明显不符合其余结果或趋势的异常值。因此本题可答"为了识别异常结果"。
重复不等于把同一个已经测完的切片重新读很多遍；应重新按相同条件进行实验，获得独立的结果。

针对练习

1. （2025·February/March 0610/62 Q2(b)(ii)） · 2 级

(b) Students investigated the effect of light intensity on the surface area of leaves of soybean plants.

- 100 soybean seeds were planted in pots and put into the shade (low light).
- 100 soybean seeds were planted in pots and put into full sun.
- The soybean seeds were allowed to germinate and grow for 30 days.
- After 30 days, three of the oldest leaves and three of the youngest leaves were removed from each plant.
- The surface area of each of the removed leaves was measured.

(ii) State why the students used a large number of soybean plants.

2. （2022·May/June 0610/62 Q2(c)(iii)） · 2 级

(c) A population of one species of nautilus was studied. The widths of the nautilus shells were measured and recorded.

The results are shown in Table 2.1.

Table 2.1

width of shell / mm	number of shells
101–110	8
111–120	84
121–130	138
131–140	98
141–150	22

(iii) The study measured the width of 350 nautilus shells.

Suggest why such a large number of shells were measured.

教学图来源与改编说明

本书部分细胞、器官与分子结构底图来自 Bioicons 的开放科学图库，按每个原文件的许可证使用。教学图增加了中文标注、结构比较或过程箭头，部分删去不需展示的英文标线与细节、裁去空白；各项改编均记录在配套图源清单。原始试卷题图与依原题完成的作图答案，按各题注明的 Cambridge 题源追溯。

图注中的 P01–P08 对应下列原图；这些署名也适用于同一原图在其他章节的重复使用。

- **P01**：Structure_of_Plant_Cell，Durvesh Burhade 与 Niliksha Patel；CC BY-4.0。
- **P02**：bacterium-interior，Servier Medical Art；CC BY-3.0。
- **P03**：sensory_neuron，Marnie Maddock；CC BY-4.0。
- **P04**：digestive-system，Servier Medical Art；CC BY-3.0。
- **P05**：intestinal-villi，Servier Medical Art；CC BY-3.0。
- **P06**：adeno-virus-interior，Servier Medical Art；CC BY-3.0。
- **P07**：salivary-glands，Servier Medical Art；CC BY-3.0。
- **P08**：tooth，Servier Medical Art；CC BY-3.0。

其余实际使用的开放图库素材：

- EmilyADaniel：nephron_2d；CC0。
- EwaOz：redbloodcell；CC0。
- Frédéric Bouché：Arabidopsis_Flower；CC BY-4.0。
- Gina Vong：DicotSeedling、Leaf；CC0。
- James Lloyd：DNA_double_helix；CC0。
- Jan Clusmann：healthy_liver；CC0。
- Mariana RuizVillareal：Human_heart；CC0。
- Servier Medical Art：antibody、bladder、brain-1、eye-crosssection、healthy-lung、heart-front、kidney-1、kidney-2、lymphocytes-1、pancreas、retina、skin；CC BY-3.0。
- Simon Dürr：plasmid-2；CC0。
- Xi Chen：sperm；CC0。
- jaiganesh：mitochondria；CC0。

CC BY 素材保留原作者署名并注明上述改编；CC0 素材在此一并致谢。图中用于教学的颜色、虚构序列或相对大小，以各图图注为准。