



2019 年寒假高三生物选修一增补内容学习材料

酶的研究与应用

课前准备区

回扣教材 夯实基础

一、果胶酶在果汁生产中的作用

1. 果胶酶
- ①组成：包括多聚半乳糖醛酸酶、_____和_____等
 - ②作用：分解果胶为可溶性的半乳糖醛酸，提高果汁的_____和_____
 - ③来源：植物、霉菌、酵母菌和细菌均能产生果胶酶

2. 酶活性及影响因素
- ①酶活性：是指酶催化_____的能力
酶活性的高低可以用在一定条件下酶所催化的某一化学反应的_____来表示
 - ②酶反应速度：用单位时间内、单位体积中_____的减少量或_____的增加量来表示
 - ③影响因素：温度、pH和_____等

二、加酶洗衣粉中的酶制剂

1. 加酶洗衣粉：指含有_____的洗衣粉。

2. 常用酶制剂种类：蛋白酶、_____、淀粉酶和_____，其中应用最广泛、效果最明显的是_____和碱性脂肪酶。

3. 酶的去污机理

(1)碱性蛋白酶能将血渍、奶渍等含有的大分子蛋白质水解成可溶性的_____或小分子的肽，使污物容易从衣物上脱落。(2)脂肪酶、淀粉酶和纤维素酶也能分别将大分子的_____、_____和_____水解为小分子物质。

4. 酶制剂特点：能够耐酸、耐碱、忍受_____和较高_____，并且通过特殊的化学物质将酶层层包裹，与洗衣粉其他成分隔离。

三、酵母细胞的固定化

1. 固定化酶

(1)应用原理：将酶固定在不溶于水的载体上，使酶既易催化反应，又易于回收，可以重复使用。

(2)固定化酶的实例——高果糖浆的生产

①反应机理：葡萄糖 $\xrightarrow{\text{葡萄糖异构酶}}$ 果糖。

②固定化酶反应柱：酶固定在一中_____载体上，再将这些酶颗粒装到柱内，柱子底端上分布着许多小孔的筛板，_____无法通过筛板上的小孔，而_____却能自由出入。

③生产过程：将葡萄糖溶液从反应柱的_____注入，使葡萄糖溶液流过反应柱，与固定化葡萄糖异构酶接触，转化成果糖从反应柱_____流出。

④反应柱优点：能连续使用半年，大大降低了_____，提高了果糖的产量和质量。

2. 固定化细胞技术



(1)概念：固定化酶和固定化细胞是利用物理或化学的方法将_____固定在_____的技术。

(2)方法：

①包埋法：将酶或细胞包埋在_____的细微网格里

②化学结合法：将酶分子或细胞相互_____，或将其结合到_____上。

③物理吸附法：将酶吸附到_____。

(3)固定化细胞优点：与固定化酶相比，制备成本_____，操作_____，酶的活性高且稳定。

(4)应用：固定化酵母细胞发酵、固定化乳糖酶制备乳糖等。

课堂活动区

突破考点 研析热点

探究点一 果胶酶在果汁生产中的作用

完成探究不同浓度果胶酶对苹果出汁率的影响实验设计：

(1)原理：果胶是植物_____和_____的主要组成成分之一。在果汁加工中，果胶的存在易导致果汁出汁率_____，果汁_____。

果胶酶分解果胶的作用是：①瓦解植物的_____及_____，使榨取果汁更容易；②把果胶分解为可溶性的_____，使浑浊的果汁变得澄清。因此可以解决果汁加工中出现的问题。

(2)步骤

①制备苹果汁：用榨汁机榨取苹果汁匀浆，加热至 100℃，钝化_____，然后冷却至 50℃。

②配制不同浓度酶液：依次配制质量浓度为 2 g/L、4 g/L、6 g/L、8 g/L、10 g/L 的果胶酶溶液备用，编号为 2~6 号。

③降解苹果汁：在 1~6 号烧杯中分别加入等量_____，2~6 号烧杯中加入等量相应的_____溶液，加入等量钝化苹果汁，45℃水浴中恒温 60 min。

④沉淀：向 6 只烧杯中加入等量的适量明胶、硅溶胶、膨润土、活性炭，混匀静置 60 min，充分沉淀，过滤。

⑤记录结果：测澄清苹果汁体积、记录。

⑥结果分析：澄清苹果汁得率 $R = V_1/V_2 \times 100\%$ 。(V₁：澄清苹果汁体积；V₂：_____苹果汁体积。)

思维拓展

1. 影响果汁产量的物质

(1)种类：纤维素、果胶。

(2)存在问题：出汁率低，耗时长，果汁浑浊，黏度高，易发生沉淀。

2. 处理方法——酶解法

	组成	本质	作用
果胶酶	多聚半乳糖醛酸酶、果胶分解酶、果胶酯酶	蛋白质	催化果胶分解成为可溶性的半乳糖醛酸
纤维素酶	C ₁ 酶、C _x 酶、纤维二糖酶	蛋白质	$\begin{array}{l} \text{纤维素} \xrightarrow{\text{C}_1\text{酶}} \text{纤维二糖} \\ \text{纤维素} \xrightarrow{\text{C}_x\text{酶}} \text{纤维二糖} \\ \text{纤维二糖} \xrightarrow{\text{纤维二糖酶}} \text{葡萄糖} \end{array}$

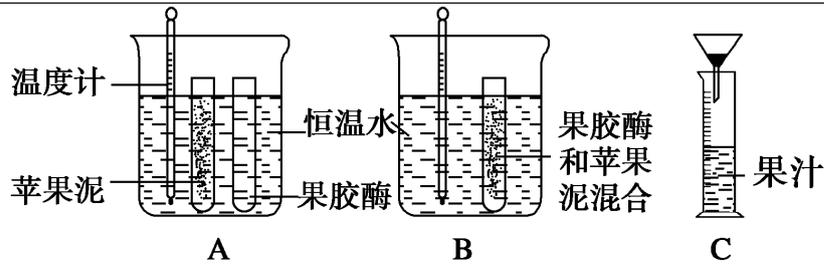
【探究示例 1】下列是有关酶的应用问题，请分析回答。

工业生产果汁时，常常利用果胶酶破除果肉细胞壁以提高出汁率，为研究温度对果胶酶活性的影响，某学生设计了如下实验：

①将果胶酶与苹果泥分装于不同试管，在 10℃水浴中恒温处理 10 min(如图 A)。

②将步骤①处理后的果胶酶和苹果泥混合，再次在 10℃水浴中恒温处理 10 min(如图 B)。

③将步骤②处理后的混合物过滤，收集滤液，测量果汁量(如图 C)。



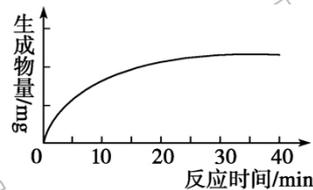
④在不同温度条件下重复以上实验步骤，并记录果汁量，结果如下表：

温度/°C	10	20	30	40	50	60	70	80
果汁量/mL	8	13	15	25	15	12	11	10

根据上述实验，请分析回答下列问题：

- 果胶酶能破除细胞壁，是因为果胶酶可以促进细胞壁中果胶的水解，产物是_____。
- 实验结果表明，当温度为_____附近时，果汁量最多，此时果胶酶的活性_____。
- 为什么该实验能够通过测定过滤出的苹果汁的体积大小来判断果胶酶活性的高低？

(4)果胶酶作用于一定量的某种物质(底物)，保持温度、pH在最适值，生成物量与反应时间的关系如图：在35 min后曲线变成水平是因为_____。若增加果胶酶浓度，其他条件不变，请在图中画出生成物量变化的示意曲线。



探究点二 探讨加酶洗衣粉的洗涤效果

完成下列实验设计，掌握探讨加酶洗衣粉的洗涤效果实验设计原理及流程。

1. 实验原理

- 加酶洗衣粉中含有酶制剂(蛋白酶、_____、_____、纤维素酶等)。
- 酶的催化作用具有_____性，复合酶洗衣粉加入的酶制剂种类较多，与单一加酶洗衣粉相比，对各种污渍都有较好的洗涤效果。

2. 实验变量

- 自变量：_____。
- 无关变量：其他条件相同且适宜(如温度、pH等)。

3. 实验步骤

步骤	烧杯编号		
	I	II	III
注入自来水	500 mL	500 mL	500 mL
加入物质(等量)	奶渍布	奶渍布	奶渍布
控制水温	37°C	37°C	37°C
加入洗衣粉(等量)	蛋白酶洗衣粉	_____洗衣粉	脂肪酶洗衣粉
用玻璃棒搅拌	5 min	5 min	5 min
观察实验现象			

思维拓展

1. 实验变量控制

- 比较普通洗衣粉与加酶洗衣粉洗涤效果；自变量为洗衣粉的种类，其余变量为无关变量，应严格控制，



以免造成干扰。(2)探究加酶洗衣粉的最适温度：水温为自变量，水温梯度应较小。(3)不同种类加酶洗衣粉的洗涤效果：洗衣粉种类为自变量。

2. 常用酶制剂的种类及洗涤原理

种类	洗涤原理	洗涤实例
蛋白酶	可将蛋白质水解为易溶解或分散于洗涤液中的小分子肽或氨基酸	血渍、奶渍及各种食品类的蛋白质污垢
脂肪酶	把脂肪水解为较易溶解的甘油和游离的脂肪酸	食品的油渍、人体皮脂、口红
淀粉酶	能使淀粉迅速分解为可溶性的麦芽糖、葡萄糖等	来自面条、巧克力等的污垢
纤维素酶	使纤维的结构变得蓬松，从而使渗入到纤维深处的尘土和污垢能够与洗衣粉充分接触，达到更好的去污效果	

【探究示例 2】某学生进行“加酶洗衣粉和普通洗衣粉的洗涤效果”的课题研究。他的实验设计如下：

①设置两组实验，分别使用蛋白酶洗衣粉和复合酶洗衣粉 ②两组实验的洗衣粉用量、被洗涤的衣物量、衣物质地、污染物性质和量、被污染的时间、洗涤时间、洗涤方式等全部设置为相同 ③根据污渍去除程度得出结果

对这个实验的评价，正确的是()

- A. 对照实验设置错误 B. 无关变量设置太多
C. 没有自变量 D. 因变量不能描述

探究点三 酵母细胞的固定化

完成下列实验设计填空：

1. 实验原理

(1)固定化酶_____溶于反应液中，易于回收，可以重复使用。

(2)固定化酶和固定化细胞是利用_____或_____方法将酶或细胞固定于一定空间内的技术。

常用**Error!**

2. 实验流程 略

3. 成果评价

(1)观察凝胶珠的颜色和形状：如果制作的凝胶珠颜色过浅、呈白色，说明海藻酸钠的浓度偏_____，固定的酵母细胞数目较_____；如果形成的凝胶珠不是圆形或椭圆形，则说明海藻酸钠的浓度偏_____，制作失败，需要再作尝试。

(2)观察发酵的葡萄糖溶液：将凝胶珠加入用于发酵的葡萄糖溶液后发现有气泡产生，同时有酒味散发，说明凝胶珠制作_____。

思维拓展

1. 直接使用酶、固定化酶、固定化细胞的比较

项目	直接使用酶	固定化酶	固定化细胞
制作方法	无	化学结合法、物理吸附法	包埋法
是否需要营养物质	否	否	是



催化反应	单一或多种	单一	一系列
缺点	对环境条件非常敏感，易失活；难回收，成本高，影响产品质量	不利于催化一系列酶促反应	反应物不易与酶接近，反应效率下降
优点	催化效率高、耗能低、污染少	可以重复利用	成本低、操作容易

2. 制备固定化酵母细胞的具体操作中，需要注意的问题

(1) 酵母细胞的活化。酵母细胞所需要的活化时间较短，一般需要 0.5~1 h。

(2) 海藻酸钠的浓度与制作凝胶珠的质量有关。如果海藻酸钠浓度过高，将很难形成凝胶珠；如果浓度过低，形成的凝胶珠所包埋的酵母细胞的数目较少，影响实验效果。

(3) 刚形成的凝胶珠应在 CaCl_2 溶液中浸泡一段时间的目的是使形成的凝胶珠稳定。

【探究示例 3】(2010·江苏生物，25) 下图 1 表示制备固定化酵母细胞的有关操作，图 2 是利用固定化酵母细胞进行酒精发酵的示意图，下列叙述正确的是(多选)()

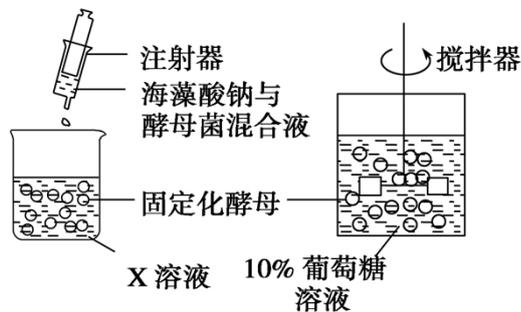
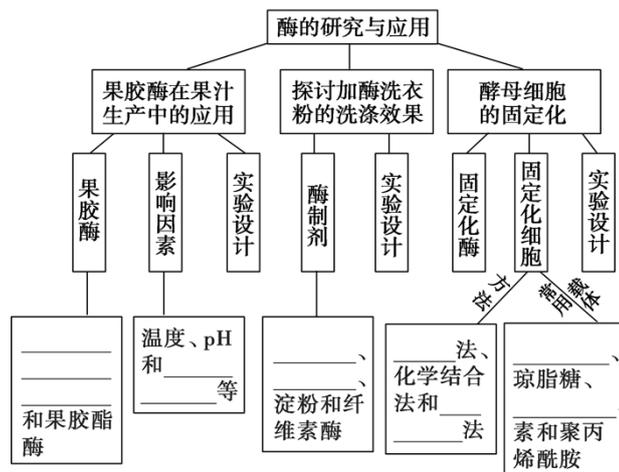


图 1

图 2

- A. 刚溶化的海藻酸钠应迅速与活化的酵母菌混合制备混合液
- B. 图 1 中 X 溶液为 CaCl_2 溶液，其作用是使海藻酸钠形成凝胶珠
- C. 图 2 发酵过程中搅拌的目的是为了使培养液与酵母菌充分接触
- D. 图 1 中制备的凝胶珠用蒸馏水洗涤后再转移到图 2 装置中

构建知识网络

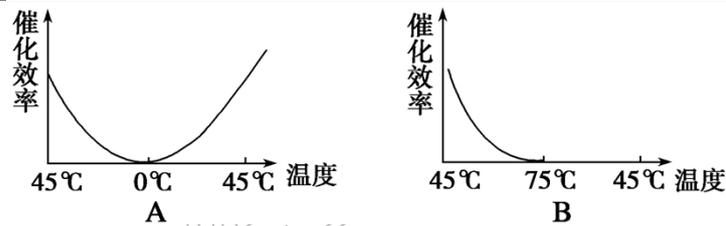


课后练习区

精题精练 规范答题

题组一 果胶酶在果汁生产中的作用

1. 关于果胶酶的说法正确的是()
- A. 果胶酶可以分解细胞壁的主要成分——纤维素



①由图可知，使用该加酶洗衣粉的最适温度约为_____。

②在 0°C 和 75°C 时，酶的催化效率基本都降为零，但温度再度回到 45°C，后者的催化作用已不能恢复，这是因为_____。

③该学生在实验过程中可通过观察_____来判断酶的催化效率。

(3)该加酶洗衣粉的去污原理是_____。

(4)大力推广加酶洗衣粉，使之代替含磷洗衣粉，有利于生态环境保护，这是因为_____。

(5)除加酶外，很多洗衣粉中还加有香精，高档洗衣粉中的香精都是由植物芳香油制成的，目前从植物中提取芳香油的方法有_____、_____等。(写出两种)

题组三 酵母细胞的固定化

7. 下列有关制备固定化酵母细胞的说法错误的是()

- A. 可根据凝胶珠的颜色和形状检测凝胶珠的质量
- B. 要将酵母细胞活化处理
- C. 制成的凝胶珠上不能出现小孔
- D. 配制的海藻酸钠浓度是本实验的关键

8. 下列说法不正确的是()

- A. 固定化酶和固定化细胞的技术方法包括包埋法、化学结合法和物理吸附法
- B. 固定化酶更适合采用化学结合法和物理吸附法
- C. 由于细胞个大，而酶分子很小，因此细胞多采用物理吸附法固定
- D. 反应物是大分子物质应采用固定化酶

9. 下面是制备固定化酵母细胞的实验步骤：“酵母细胞的活化→配制 CaCl_2 溶液→配制海藻酸钠溶液→海藻酸钠溶液与酵母细胞混合→固定化酵母细胞”，请回答下列问题：

(1)在_____状态下，微生物处于休眠状态。活化就是让处于休眠状态的微生物重新恢复_____状态。活化前应选择足够大的容器，因为酵母细胞活化时_____。

(2)影响实验成败的关键步骤是_____。

(3)如果海藻酸钠浓度过低，形成的凝胶珠所包埋的酵母细胞数目_____。

(4)观察形成的凝胶珠的颜色和形状，如果颜色过浅，说明_____；如果形成的凝胶珠不是圆形或椭圆形，说明_____。

(5)固定化细胞技术一般采用包埋法固定化，原因是_____。

(6)该实验中 CaCl_2 溶液的作用是_____。

蛋白质的提取和分离(以血红蛋白的提取和分离为例)

课前准备区

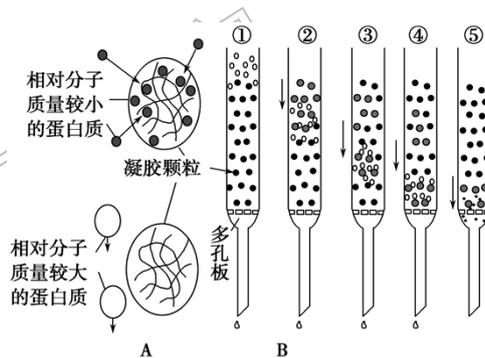
回扣教材 夯实基础

1. 常用的蛋白质分离方法



(1) 凝胶色谱法

① 识图：凝胶色谱法分离蛋白质的原理



② 分析比较列表如下：

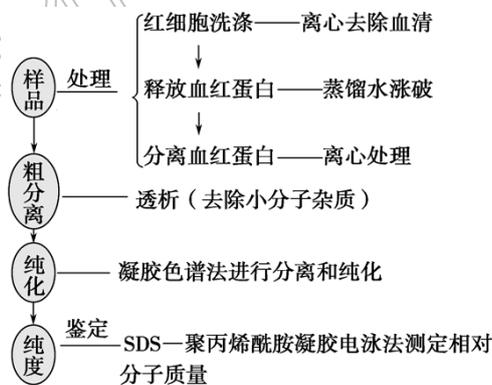
蛋白质比较	相对分子质量大	相对分子质量小
凝胶内部	排阻在凝胶颗粒外面，迅速通过	进入凝胶颗粒内部，被滞留
运动方式	垂直向下	垂直向下和无规则扩散运动
运动路程	较短	较长
洗脱次序	先流出	后流出

(2) 电泳法原理

① 在一定 pH 下，一些生物大分子(如多肽、核酸等)可解离的基团会带上正电或负电，在电场的作用下，这些带电分子会向着与其所带电荷相反的电极移动。

② 由于分离样品中各种分子带电性质的差异以及分子本身的大小、形状不同，使带电分子产生不同的迁移速率，从而实现样品中各种分子的分离。

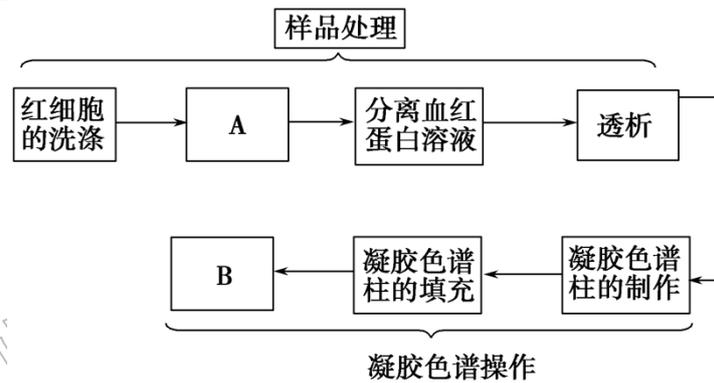
2. 血红蛋白的提取和分离



课堂活动区

突破考点 研析热点

【典例】血红蛋白是人和其他脊椎动物红细胞的主要组成成分，负责血液中 O_2 和部分 CO_2 的运输。请根据血红蛋白的提取和分离流程图回答问题。



(1)将实验流程图补充完整: A 为 _____, B 为 _____。凝胶色谱法的基本原理是根据 _____ 分离蛋白质的有效方法。

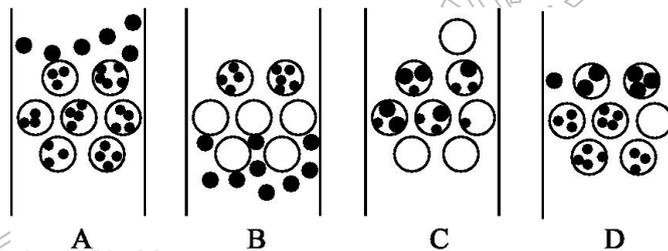
(2)洗涤红细胞的目的是去除 _____, 洗涤次数过少, 无法除去 _____; 离心速率过快和时间过长会使 _____ 一同沉淀, 达不到分离的效果。洗涤干净的标志是 _____。释放血红蛋白的过程中起作用的是 _____。

(3)在洗脱过程中加入物质的量浓度为 20 mmol/L 的磷酸缓冲液(pH 为 7.0)的目的是 _____。如果红色区带 _____, 说明色谱柱制作成功。

课后练习区

精题精练 规范答题

1.使用凝胶色谱法分离蛋白质实验中,相对分子质量不同的蛋白质在凝胶中的行进过程,可表示为图中()



2.蛋白质提取和分离分为哪几步?()

- A.样品处理、凝胶色谱操作、SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳
- B.样品处理、凝胶色谱操作、纯化
- C.样品处理、粗分离、纯化、纯度鉴定
- D.样品处理、纯化、粗分离、纯度鉴定

3.在血红蛋白的整个提取过程中,不断用磷酸缓冲液处理的目的是()

- A.防止血红蛋白被氧化
- B.血红蛋白是一种两性物质,需要酸中和
- C.磷酸缓冲液会加速血红蛋白的提取过程
- D.让血红蛋白处在稳定的 pH 范围内,维持其结构和功能

4.将人红细胞置于盛有下列液体的离心管中,10 min 后离心,得到沉淀物和上清液,则上清液中 K^+ 含量最高的离心管内盛有()

- A.质量分数为 10%的氯化钠溶液
- B.质量分数为 20%的蔗糖溶液
- C.质量分数为 0.9%的氯化钠溶液
- D.蒸馏水

5.凝胶色谱分离法分离蛋白质时,凝胶的种类较多,但其作用都是()

- A.改变蛋白质分子通过凝胶时的路径
- B.吸附一部分蛋白质,从而影响蛋白质分子的移动速度
- C.将酶或细胞固定在凝胶中
- D.与蛋白质分子进行化学反应,从而影响其移动速度

6.SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳法加入 SDS 的作用是()

- A.增大蛋白质的相对分子质量
- B.改变蛋白质的形状
- C.掩盖不同种蛋白质间的电荷差别
- D.减少蛋白质的相对分子质量



7. 下列关于血红蛋白提取和分离实验中样品处理步骤的描述, 正确的是()

- A. 红细胞的洗涤: 加入蒸馏水, 缓慢搅拌, 低速短时间离心
- B. 血红蛋白的释放: 加入生理盐水和甲苯, 置于磁力搅拌器上充分搅拌
- C. 分离血红蛋白: 将搅拌好的混合液离心、过滤后, 用分液漏斗分离
- D. 透析: 将血红蛋白溶液装入透析袋, 置于 pH 为 4.0 的磷酸缓冲液中透析 12 h

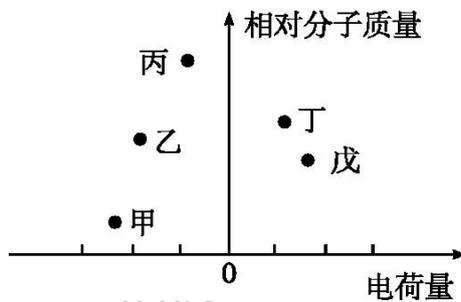
8. 在蛋白质的提取和分离中, 关于对样品处理过程的分析无误的是()

- A. 洗涤红细胞的目的是去除血浆中的葡萄糖、无机盐
- B. 洗涤时离心速度过小, 时间过短, 白细胞等会沉淀, 达不到分离的效果
- C. 洗涤过程选用质量分数为 0.1% 的 NaCl 溶液
- D. 透析的目的是去除样品中相对分子质量较小的杂质

9. 下列有关透析的叙述, 错误的是()

- A. 用于透析的薄膜要具有选择透过性
- B. 透析膜一般是用硝酸纤维素制成的
- C. 透析能使小分子自由进出, 而将大分子保留在袋内
- D. 透析可用于更换样品的缓冲液

10. 已知某样品中存在甲、乙、丙、丁、戊五种蛋白质分子, 其分子大小、所带电荷的性质和数量情况如下图所示, 下列有关该样品中蛋白质的分离的叙述, 正确的是()



- A. 将样品装入透析袋中透析 12 h, 若分子乙保留在袋内, 则分子丙也保留在袋内
- B. 若用凝胶色谱柱分离样品中的蛋白质, 则分子甲移动速度最快
- C. 若将样品以 2 000 r/min 的速度离心 10 min, 分子戊存在于沉淀中, 则分子甲也存在于沉淀中
- D. 若用 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳分离样品中的蛋白质分子, 则分子甲和分子戊形成的电泳带相距最远

11. 在血红蛋白分离过程中, 如果红色区带歪曲、散乱、变宽, 与其有关的是()

- A. 血红蛋白释放
- B. 色谱柱的装填
- C. 洗脱过程
- D. 样品的处理

12. 下列对在凝胶柱上加入样品和洗脱的操作, 不正确的是()

- A. 加样前要使柱内凝胶面上的缓冲液下降到与凝胶面平齐
- B. 让吸管管口沿管壁环绕移动, 贴壁加样至色谱柱顶端, 不要破坏凝胶面
- C. 打开下端出口, 待样品完全进入凝胶层后, 直接连接缓冲液洗脱瓶开始洗脱
- D. 待红色的蛋白质接近色谱柱底端时, 每 5 mL 收集一管, 连续收集流出液

13. 红细胞含有大量血红蛋白, 我们可以选用猪、牛、羊或其他脊椎动物的血液来提取和分离血红蛋白。下列对血红蛋白提取和分离的叙述, 错误的是()。

- A. 血红蛋白的提取和分离一般按照“样品处理→粗提取→纯化→纯度鉴定”处理
- B. 纯化过程中要用生理盐水充分溶胀凝胶来配制凝胶悬浮液
- C. 粗分离时透析的目的是去除相对分子质量较小的杂质
- D. 可经 SDS 聚丙烯酰胺凝胶电泳进行纯度鉴定

14. 蛋白质的分离与纯化技术是蛋白质研究的重要技术。下列有关叙述不正确的是()

- A. 根据蛋白质分子不能透过半透膜的特性, 可将样品中各种不同的蛋白质分离
- B. 根据蛋白质所带电荷性质的差异及分子大小等, 可通过电泳分离蛋白质
- C. 根据蛋白质相对分子质量的大小, 可通过凝胶色谱法分离蛋白质
- D. 根据蛋白质的分子大小、密度不同, 可通过离心沉降法分离蛋白质



15. 在分离血红蛋白时, 将搅拌好的混合液转移到离心管中, 离心后, 可以明显看到试管中的溶液分为4层, 其中第3层是 ()

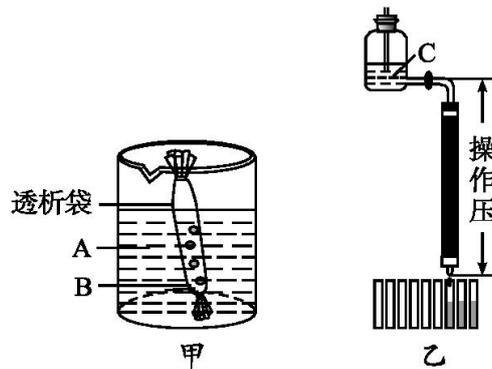
- A. 无色透明的甲苯层
B. 脂溶性物质的沉淀层
C. 血红蛋白的水溶液
D. 其他杂质的暗红色沉淀物

16. 使用凝胶色谱法分离蛋白质时, 洗涤红细胞、释放血红蛋白和透析过程中, 分别使用下列哪些试剂 ()

①蒸馏水 ②生理盐水 ③20 mmol/L 的磷酸缓冲液 ④清水 ⑤柠檬酸钠

- A. ①③⑤
B. ①②③
C. ②①③
D. ④①③

17. 下图表示血红蛋白提取和分离的部分实验装置, 请回答下列问题。



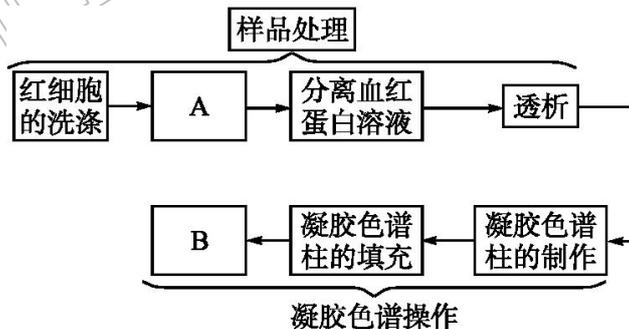
(1) 血红蛋白是人和其他脊椎动物红细胞的主要组成成分, 其在红细胞中的作用体现了蛋白质具有_____功能。

(2) 甲装置中, B 是血红蛋白溶液, 则 A 是_____; 乙装置中, C 溶液的作用是_____。

(3) 甲装置用于_____, 目的是_____。用乙装置分离蛋白质的方法叫_____, 是根据_____分离蛋白质的有效方法。

(4) 用乙装置分离血红蛋白时, 待_____时, 用试管收集流出液, 每 5 mL 收集一管, 连续收集。

18. 血红蛋白是人和其他脊椎动物红细胞的主要组成成分, 负责血液中 O_2 或 CO_2 的运输。请根据血红蛋白的提取和分离流程图回答问题。

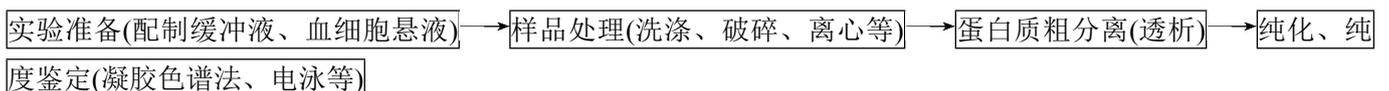


(1) 将实验流程补充完整: A 为_____, B 为_____。

(2) 洗涤红细胞的目的是去除_____, 洗涤次数过少, 无法除去_____; 离心速度过高和时间过长会使_____一同沉淀, 达不到分离的效果。洗涤干净的标志是_____。释放血红蛋白的过程中起作用的是_____。

(3) 在洗脱过程中加入物质的量浓度为 20 mmol/L 的磷酸缓冲液 (pH 为 7.0) 的目的是_____。如果红色区带_____, 说明色谱柱制作成功。

19. 某生物兴趣小组在“蛋白质的提取和分离”实验中, 准备从猪的血液中初步提取血红蛋白, 设计的“血红蛋白提取、分离流程图”如下。





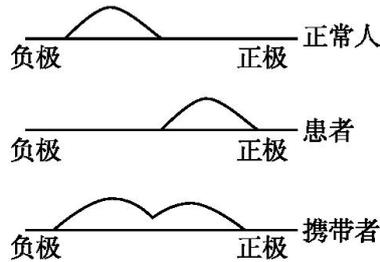
请回答下列有关问题。

(1)样品处理中红细胞的洗涤要用_____反复冲洗、离心。向红细胞悬液中加入一定量的低浓度 pH=7.0 的缓冲液并充分搅拌,可以破碎红细胞,破碎细胞的原理是_____。

(2)血红蛋白粗分离阶段,透析的目的是_____,若要尽快达到理想的透析效果,可以_____(写出一种方法)。

(3)电泳利用了待分离样品中各种分子的_____等的差异,而产生不同迁移速度,实现各种分子的分离。

(4)一同学通过血红蛋白醋酸纤维薄膜电泳,观察到正常人和镰刀型细胞贫血症患者的血红蛋白电泳结果如图所示。由图可知携带者有_____种血红蛋白,从分子遗传学的角度作出的解释是_____。



20. 红细胞中含有大量的血红蛋白,红细胞的机能主要是由血红蛋白完成的,血红蛋白的主要功能是携带 O_2 和 CO_2 , 可选用猪、牛、羊或其他哺乳动物的血液进行实验,来提取和分离血红蛋白。请回答下列有关问题:

(1) 血红蛋白提取和分离的程序可分为四步: _____、_____、_____和_____。

(2) 实验前取新鲜的血液,要切记在采血容器中预先加入柠檬酸钠,取血回来,马上进行离心,收集血红蛋白溶液。①加入柠檬酸钠的目的是_____。

②以上所述的过程即是_____,它包括_____,_____、分离血红蛋白溶液和透析。

(3) 然后通过凝胶色谱法将样品进一步纯化,最后经 SDS—聚丙烯酰胺凝胶电泳法进行纯度鉴定。样品纯化的目的是_____。

(4) 电泳法利用了待分离样品中各种分子带电性质的差异以及_____,形状的不同,使带电分子产生不同的迁移速度,从而实现样品中各种分子的分离。