

2016 年普通高等学校招生全国统一考试 理科综合能力测试

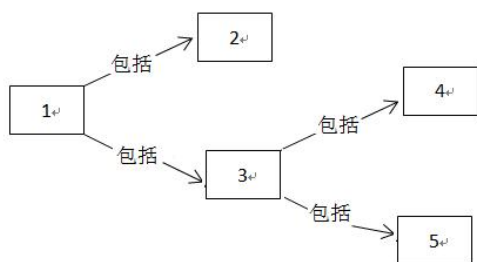
注意事项：

- 1.本试卷分第I卷(选择题)和第II卷(非选择题)两部分.
- 2.答题前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在本试题相应的位置.
- 3.全部答案在答题卡上完成,答在本试题上无效.
- 4.考试结束后,将本试题和答题卡一并交回.

第一部分 (选择题共 120 分)

本部分共 20 小题,每小题 6 分,共 120 分。在每小题列出的四个选项中,选出最符合题目要求的一项。

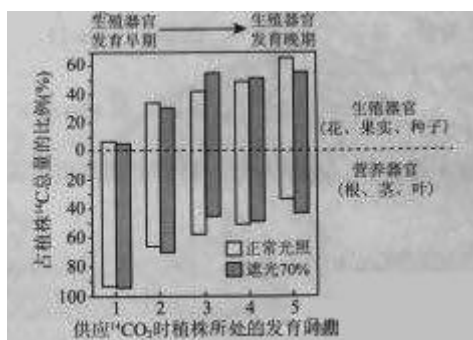
1. 将与生物学有关的内容依次填入下图各框中,其中包含关系错误的选项是



框号 选项	1	2	3	4	5
A	组成细胞的化合物	有机物	无机物	水	无机盐
B	人体细胞的染色体	常染色体	性染色体	X 染色体	Y 染色体
C	物质跨膜运输	主动运输	被动运输	自由扩散	协助(易化)扩散
D	有丝分裂	分裂期	分裂间期	染色单体分离	同源染色体分离

- A. 细胞的有丝分裂对生物性状的遗传有贡献
 - B. 哺乳动物的造血干细胞是未经分化的细胞
 - C. 细胞分化是细胞内基因选择性表达的结果
 - D. 通过组织培养可将植物椰肉细胞培育成新的植株
2. 葡萄糖酒酿制期间,酵母细胞内由 ADP 转化为 ATP 的过程

- A. 在无氧条件下不能进行
- B. 只能在线粒体中进行
- C. 不需要能量的输入
- D. 需要酶的催化
3. 豹的某个栖息地由于人类活动被分隔为 F 区和 T 区。20 世纪 90 年代初，F 区豹种群仅剩 25 只，且出现诸多疾病。为避免该豹种群消亡，由 T 区引入 8 只成年雌豹。经过十年，F 区豹种群增至百余只，在此期间 F 区的
- A. 豹种群遗传（基因）多样性增加
- B. 豹后代的性别比例明显改变
- C. 物种丰（富）度出现大幅度下降
- D. 豹种群的致病基因频率不变
4. 足球赛场上，球员奔跑、抢断、相互配合，完成射门。对比赛中球员机体生理功能的表述，不正确的是
- A. 长时间奔跑需要消耗大量糖原（元）用于供能
- B. 大量出汗导致失水过多，抑制抗利尿激素分泌
- C. 在神经与肌肉的协调下起脚射门
- D. 在大脑皮层调控下球员相互配合
5. 在正常与遮光条件下向不同发育时期的豌豆植株供应 $^{14}\text{CO}_2$ ，48h 后测定植株营养器官和生殖器官中 ^{14}C 的量。两类器官各自所含 ^{14}C 量占植株 ^{14}C 总量的比例如图所示。







与本实验相关的错误叙述是

- A. $^{14}\text{CO}_2$ 进入叶肉细胞的叶绿体基质后被转化为光合产物
- B. 生殖器官发育早期，光合产物大部分被分配到营养器官
- C. 遮光 70% 条件下，分配到生殖器官和营养器官中的光合产物量始终接近
- D. 实验研究了光强对不同发育期植株中光合产物在两类器官间分配的影响

6.我国科技创新成果斐然，下列成果中获得诺贝尔奖的是

- A.徐光宪建立稀土串级萃取理论
- B.屠呦呦发现抗疟新药青蒿素
- C.闵恩泽研发重油裂解催化剂
- D.侯德榜联合制碱法

7.下列中草药煎制步骤中，属于过滤操作的是

A.冷水浸泡	B.加热煎制	C.算渣取液	D.灌装保存
			

8.下列食品添加剂中，其试用目的与反应速率有关的是

- A. 抗氧化剂
- B. 调味剂
- C. 着色剂
- D. 增稠剂

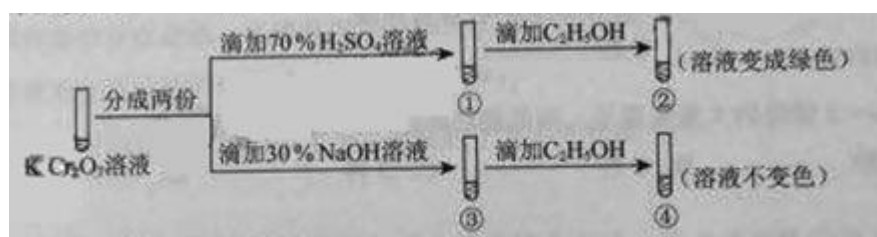
9.在一定条件下，甲苯可生成二甲苯混合物和苯。有关物质的沸点、熔点如下：

	对二甲苯	邻二甲苯	间二甲苯	苯
沸点/°C	138	144	139	80
熔点/°C	13	25	47	6

下列说法不正确的是

- A.该反应属于取代反应
- B.甲苯的沸点高于 144 °C
- C.用蒸馏的方法可将苯从反应所得产物中首先分离出来
- D.从二甲苯混合物中，用冷却结晶的方法可将对二甲苯分离出来

10. $K_2Cr_2O_7$ 溶液中存在平衡： $Cr_2O_7^{2-}$ （橙色） $+H_2O \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-}$ （黄色） $+2H^+$ 。用 $K_2Cr_2O_7$ 溶液进行下列实验：

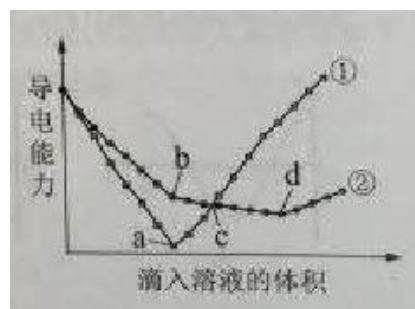


结合实验，下列说法不正确的是

- A. ①中溶液橙色加深，③中溶液变黄
- B. ②中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 还原
- C. 对比②和④可知 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 酸性溶液氧化性强
- D. 若向④中加入 70% H_2SO_4 溶液至过量，溶液变为橙色

11. 在两份相同的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中，分别滴入物质的量浓度相等的 H_2SO_4 、 NaHSO_4 溶液，其导电能力随滴入溶液体积变化的曲线如右图所示。下列分析不正确的是

- A. ①代表滴加 H_2SO_4 溶液的变化曲线
- B. b 点，溶液中大量存在的离子是 Na^+ 、 OH^-
- C. c 点，两溶液中含有相同量的 OH^-
- D. a、d 两点对应的溶液均显中性



12. 用石墨电极完成下列电解实验。

	实验一	实验二
装置		
现象	a、d 处试纸变蓝；b 处变红，局部褪色； c 处无明显变化	两个石墨电极附近有气泡产生； n 处有气泡产生；……

下列对实验现象的解释或推测不合理的是

- A. a、b 处： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
- B. b 处： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$
- C. c 处发生了反应： $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$
- D. 根据实验一的原理，实验二中 m 处能析出铜

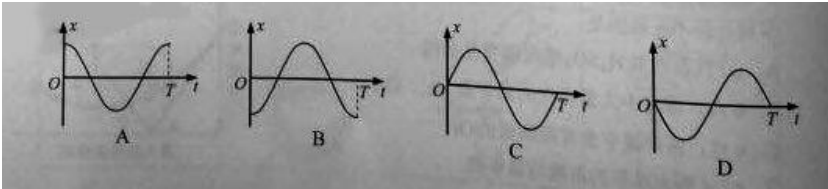
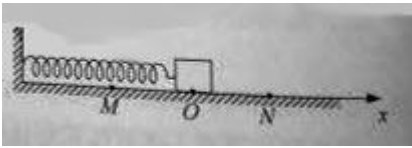
13. 处于 $n=3$ 能级的大量氢原子，向低能级跃迁时，辐射光的频率有

- A. 1 种
- B. 2 种
- C. 3 种
- D. 4 种

14. 下列说法正确的是

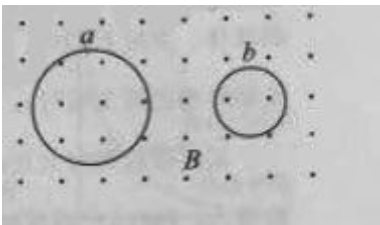
- A. 电磁波在真空中以光速 c 传播
- B. 在空气中传播的声波是横波
- C. 声波只能在空气中传播
- D. 光需要介质才能传播

15. 如图所示，弹簧振子在 M 、 N 之间做简谐运动。以平衡位置 O 为原点，建立 Ox 轴。向右为 x 的轴的正方向。若振子位于 N 点时开始计时，则其振动图像为



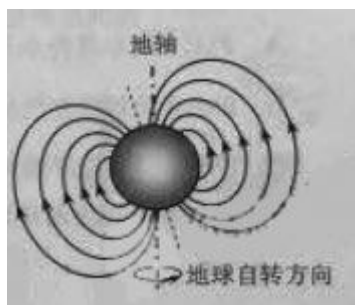
16. 如图所示，匀强磁场中有两个导体圆环 a 、 b ，磁场方向与圆环所在平面垂直。磁感应强度 B 随时间均匀增大。两圆环半径之比为 $2:1$ ，圆环中产生的感应电动势分别为 E_a 和 E_b ，不考虑两圆环间的相互影响。下列说法正确的是

- A. $E_a:E_b=4:1$ ，感应电流均沿逆时针方向
- B. $E_a:E_b=4:1$ ，感应电流均沿顺时针方向
- C. $E_a:E_b=2:1$ ，感应电流均沿逆时针方向
- D. $E_a:E_b=2:1$ ，感应电流均沿顺时针方向



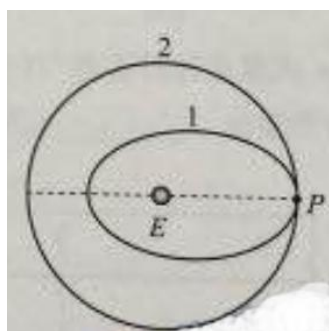
17. 中国宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中最早记载了地磁偏角：“以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也。”进一步研究表明，地球周围地磁场的磁感线分布示意如图。结合上述材料，下列说法不正确的是

- A.地理南、北极与地磁场的南、北极不重合
- B.地球内部也存在磁场，地磁南极在地理北极附近
- C.地球表面任意位置的地磁场方向都与地面平行
- D.地磁场对射向地球赤道的带电宇宙射线粒子有力的作用



18.如图所示，一颗人造卫星原来在椭圆轨道1绕地球E运行，在P变轨后进入轨道2做匀速圆周运动。下列说法正确的是

- A.不论在轨道1还是在轨道2运行，卫星在P点的速度都相同
- B.不论在轨道1还是在轨道2运行，卫星在P点的加速度都相同
- C.卫星在轨道1的任何位置都具有相同加速度
- D.卫星在轨道2的任何位置都具有相同动量



19.某兴趣小组探究用不同方法测定干电池的电动势和内阻，他们提出的实验方案中有如下四种器材组合。

为使实验结果尽可能准确，最不可取的一组器材是

- A.一个安培表、一个伏特表和一个滑动变阻器
- B.一个伏特表和多个定值电阻
- C.一个安培表和一个电阻箱
- D.两个安培表和一个滑动变阻器

20.雾霾天气对大气中各种悬浮颗粒物含量超标的笼统表述，是特定气候条件与人类活动相互作用的结果。

雾霾中，各种悬浮颗粒物形状不规则，但可视为密度相同、直径不同的球体，并用PM10、PM2.5分别表示直径小于或等于 $10\mu\text{m}$ 、 $2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物（PM是颗粒物的英文缩写）。

某科研机构对北京地区的检测结果表明，在静稳的雾霾天气中，近地面高度百米的范围内，PM10 的浓度随高度的增加略有减小，大于 PM10 的大悬浮颗粒物的浓度随高度的增加明显减小，且两种浓度分布基本不随时间变化。

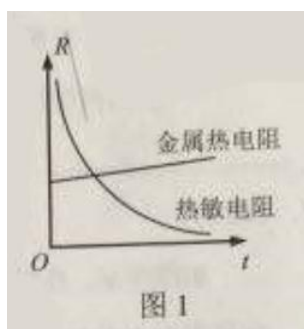
据此材料，以下叙述正确的是

- A. PM10 表示直径小于或等于 $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}$ 的悬浮颗粒物
- B. PM10 受到的空气分子作用力的合力始终大于其受到的重力
- C. PM10 和大悬浮颗粒物都在做布朗运动
- D. PM2.5 浓度随高度的增加逐渐增大

第 II 卷

21 (18 分)

(1) 热敏电阻常用于温度控制或过热保护装置中。图 1 为某种热敏电阻和金属热电阻的阻值 R 随温度 t 变化的示意图。由图可知，这种热敏电阻在温度上升时导电能力 (选填“增强”或“减弱”)；相对金属热电阻而言，热敏电阻对温度变化的影响更 (选填“敏感”或“不敏感”)。



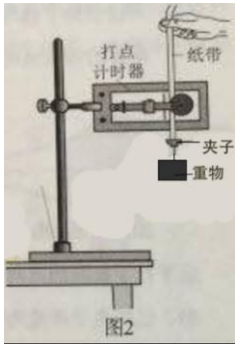
(2) 利用图 2 装置做“验证机械能守恒定律”实验。

①为验证机械能是否守恒，需要比较重物下落过程中任意两点间的。

- A. 动能变化量与势能变化量
- B. 速度变化量和势能变化量
- C. 速度变化量和高度变化量

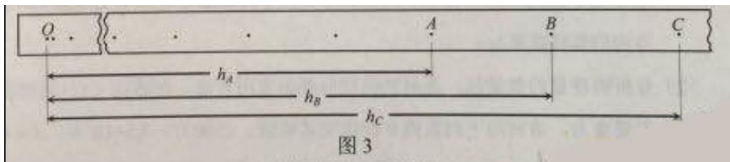
②除带夹子的重物、纸带、铁架台 (含铁夹)、电磁打点计时器、导线及开关外，在下列器材中，还必须使用的两种器材是。

- A. 交流电源
- B. 刻度尺
- C. 天平 (含砝码)



③实验中，先接通电源，再释放重物，得到图3所示的一条纸带。在纸带上选取三个连续打出的点A、B、C，测得它们到起始点O的距离分别为 h_A 、 h_B 、 h_C 。

已知当地重力加速度为 g ，打点计时器打点的周期为 T 。设重物的质量为 m 。从打O点到打B点的过程中，重物的重力势能变化量 $\Delta E_p =$ _____，动能变化量 $\Delta E_k =$ _____。



④大多数学生的实验结果显示，重力势能的减少量大于动能的增加量，原因是。

- A. 利用公式 $v = gt$ 计算中间速度
- B. 利用公式 $v = \sqrt{2gh}$ 计算重物速度
- C. 存在空气阻力和摩擦力阻力的影响
- D. 没有采用多次试验去平均值的方法

22. (16分)

如图所示，质量为 m ，电荷量为 q 的带电粒子，以初速度 v 沿垂直磁场方向射入磁感应强度为 B 的匀强磁场，在磁场中做匀速圆周运动。不计带电粒子所受重力。

- (1) 求粒子做匀速圆周运动的半径 R 和周期 T ；
- (2) 为使该粒子做匀速直线运动，还需要同时存在一个与磁场方向垂直的匀强电场，求电场强度 E 的大小。



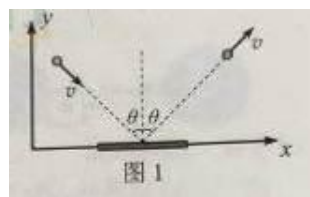
23. (18 分)

如图所示，电子由静止开始经加速电场加速后，沿平行于版面的方向射入偏转电场，并从另一侧射出。已知电子质量为 m ，电荷量为 e ，加速电场电压为 U_0 ，偏转电场可看做匀强电场，极板间电压为 U ，极板长度为 L ，板间距为 d 。

- (1) 忽略电子所受重力，求电子射入偏转电场时初速度 v_0 和从电场射出时沿垂直版面方向的偏转距离 Δy ；
- (2) 分析物理量的数量级，是解决物理问题的常用方法。在解决 (1) 问时忽略了电子所受重力，请利用下列数据分析说明其原因。已知 $U = 2.0 \times 10^2 \text{ V}$ ， $d = 4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ ， $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ， $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ， $g = 110 \text{ m/s}^2$ 。
- (3) 极板间既有电场也有重力场。电势反映了静电场各点的能的性质，请写出电势 φ 的定义式。类比电势的定义方法，在重力场中建立“重力势”的 φ_G 概念，并简要说明电势和“重力势”的共同特点。

24. (20 分)

(1) 动量定理可以表示为 $\Delta p = F \Delta t$ ，其中动量 p 和力 F 都是矢量。在运用动量定理处理二维问题时，可以在相互垂直的 x 、 y 两个方向上分别研究质量为 m 的小球斜射到木板上，入射的角度是 θ ，碰撞后弹出的角碰撞前后的速度大小都是 v ，如图 1 所示。碰撞过程中忽略小球所



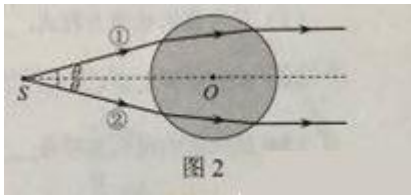
在运用动量定理处理二维问题时，可以在相互垂直的 x 、 y 两个方向上分别研究。例如，碰撞前后的速度大小都是 v ，如图 1 所示。碰撞过程中忽略小球所受重力。

- a. 分别求出碰撞前后 x 、 y 方向小球的动量变化 Δp_x 、 Δp_y ；
- b. 分析说明小球对木板的作用力的方向。

(2) 激光束可以看作是粒子流，其中的粒子以相同的动量沿光传播方向运动。激光照射到物体上，在发生反射、折射和吸收现象的同时，也会对物体产生作用。光镊效应就是一个实例，激光束可以像镊子一样抓住细胞等微小颗粒。

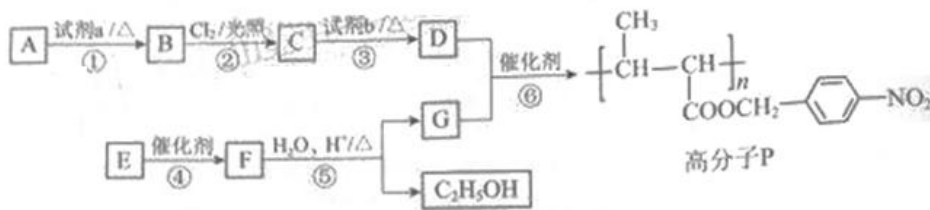
一束激光经 S 点后被分成若干细光束，若不考虑光的反射和吸收，其中光束①和②穿过介质小球的光路如图②所示，图中 O 点是介质小球的球心，入射时光束①和②与 SO 的夹角均为 θ ，出射时光束均与 SO 平行。请在下面两种情况下，分析说明两光束因折射对小球产生的合力的方向。

- a. 光束①和②强度相同；
- b. 光束①比②强度大。

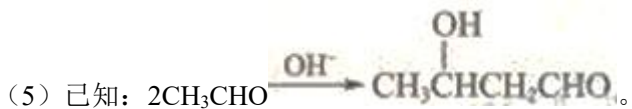


25. (17分)

功能高分子P的合成路线如下：



- (1) A的分子式是 C_7H_8 ，其结构简式是_____。
- (2) 试剂a是_____。
- (3) 反应③的化学方程式：_____。
- (4) E的分子式是 $C_6H_{10}O_2$ 。E中含有的官能团：_____。
- (5) 反应④的反应类型是_____。
- (6) 反应⑤的化学方程式：_____。



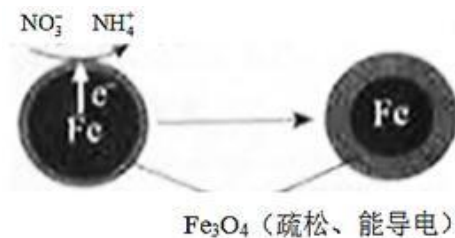
以乙烯为起始原料，选用必要的无机试剂合成E，写出合成路线（用结构简式表示有机物），用箭头表示转化关系，箭头上注明试剂和反应条件）。

26. (13分)

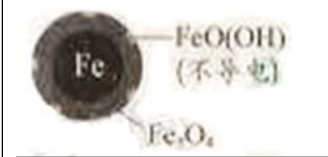
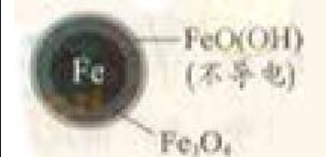
用零价铁(Fe)去除水体中的硝酸盐(NO_3^-)已成为环境修复研究的热点之一。

(1) Fe还原水体中 NO_3^- 的反应原理如右图所示。

- ①作负极的物质是_____。
- ②正极的电极反应式是_____。



(2) 将足量铁粉投入水体中, 经 24 小时测定 NO_3^- 的去除率和 pH, 结果如下:

初始 pH	pH=2.5	pH=4.5
NO_3^- 的去除率	接近 100%	<50%
24 小时 pH	接近中性	接近中性
铁的最终物质形态		

pH=4.5 时, NO_3^- 的去除率低。其原因是_____。

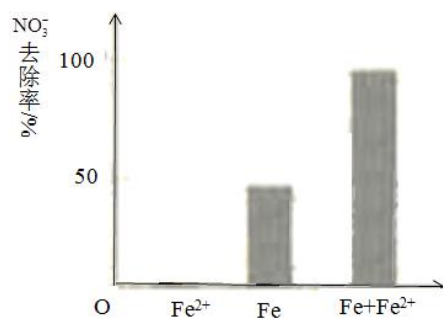
(3) 实验发现: 在初始 pH=4.5 的水体中投入足量铁粉的同时, 补充一定量的 Fe^{2+} 可以明显提高 NO_3^- 的去除率。对 Fe^{2+} 的作用提出两种假设:

I. Fe^{2+} 直接还原 NO_3^- ;

II. Fe^{2+} 破坏 $\text{FeO}(\text{OH})$ 氧化层。

① 做对比实验, 结果如右图所示, 可得到的结论是_____。

② 同位素示踪法证实 Fe^{2+} 能与 $\text{FeO}(\text{OH})$ 反应生成 Fe_3O_4 。结合该反应的离子方程式, 解释加入 Fe^{2+} 提高 NO_3^- 去除率的原因: _____。



pH=4.5 (其他条件相同)

(4) 其他条件与 (2) 相同, 经 1 小时测定 NO_3^- 的去除率和 pH, 结果如下:

初始 pH	pH=2.5	pH=4.5
NO_3^- 的去除率	约 10%	约 3%
1 小时 pH	接近中性	接近中性

与 (2) 中数据对比, 解释 (2) 中初始 pH 不同时, NO_3^- 去除率和铁的最终物质形态不同的原因: _____。

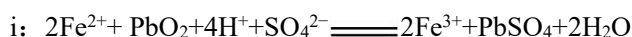
27. (12 分)

以废旧铅酸电池中的含铅废料 (Pb 、 PbO 、 PbO_2 、 PbSO_4 及炭黑等) 和 H_2SO_4 为原料, 制备高纯 PbO , 实现铅的再生利用。其工作流程如下:



(1) 过程 I 中, 在 Fe^{2+} 催化下, Pb 和 PbO_2 反应生成 PbSO_4 的化学方程式是_____。

(2) 过程 I 中, Fe^{2+} 催化过程可表示为:



ii:

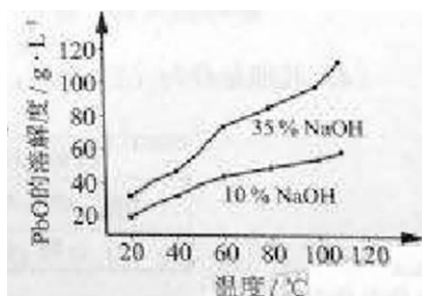
①写出 ii 的例子方程式: _____。

②下列实验方案可证实上述催化过程。将实验方案补充完整。

a. 向算话的 FeSO_4 溶液中加入 KSCN 溶液, 溶液几乎无色, 再加入少量 PbO_2 , 溶液变红。

b. _____。


(3) PbO 溶解在 NaOH 溶液中, 存在平衡: $\text{PbO}(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NaHPbO}_2(\text{aq})$, 其溶解度曲线如图所示。



①过程 II 的目的是脱硫。滤液 I 经处理后可在过程 II 中重复使用, 其目的是_____(选填序号)。

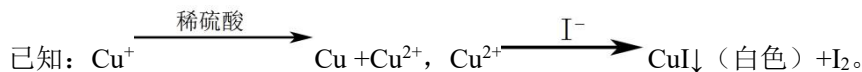
28. (16 分)

以 Na_2SO_3 溶液和不同金属的硫酸盐溶液作为实验对象, 探究盐的性质和盐溶液间反应的多样性。

实验	试剂		现象
	滴管	试管	
 2 mL	$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液	饱和 Ag_2SO_4 溶液	I. 产生白色沉淀
		$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$	II. 溶液变绿, 继续滴加产生棕黄色沉淀
		$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液	III. 开始无明显变化, 继续滴加产生白色沉淀

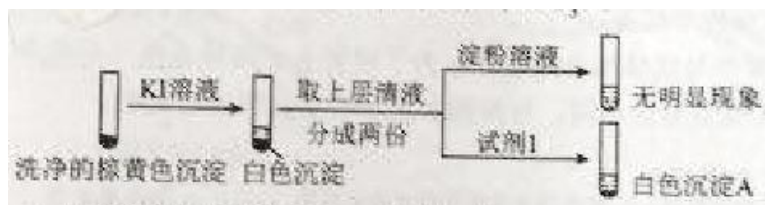
(1) 经检验，现象 I 中的白色沉淀是 Ag_2SO_3 。用离子方程式解释现象 I：_____。

(2) 经检验，现象 II 的棕黄色沉淀中不含 SO_4^{2-} ，含有 Cu^+ 、 Cu^{2+} 和 SO_3^{2-} 。



①用稀硫酸证实沉淀中含有 Cu^+ 的实验现象是_____。

②通过下列实验证实，沉淀中含有 Cu^{2+} 和 SO_3^{2-} 。



a. 白色沉淀 A 是 BaSO_4 ，试剂 1 是_____。

b. 证实沉淀中含有 Cu^+ 和 SO_3^{2-} 的理由是_____。

(3) 已知： $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$ 在水溶液中不存在。经检验，现象 III 的白色沉淀中无 SO_4^{2-} ，该白色沉淀既能溶于强酸，又能溶于强碱，还可使酸性 KMnO_4 溶液褪色。

①推测沉淀中含有亚硫酸根和_____。

②对于沉淀中亚硫酸根的存在形式提出两种假设：i. 被 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 所吸附；ii. 存在于铝的碱式盐中。对假设 ii 设计了对比实验，证实了假设 ii 成立。

a. 将对对比实验方案补充完整。



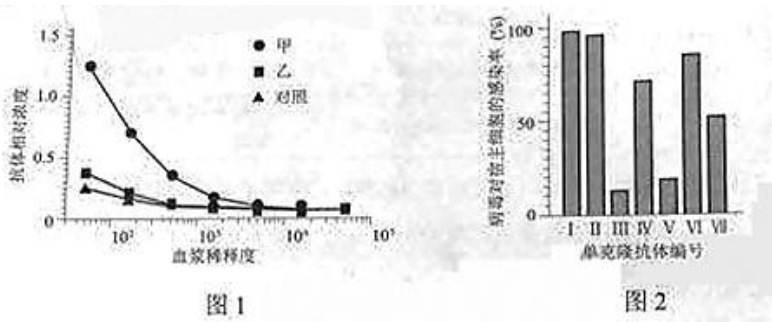
步骤二：_____（按上图形式呈现）。

(4) 根据实验，亚硫酸盐的性质有_____。盐溶液间反应的多样性与_____有关。

29. 人感染埃博拉病毒 (EV) 会引起致命的出血热。为了寻找治疗 EV 病的有效方法，中外科学家进行了系列研究。

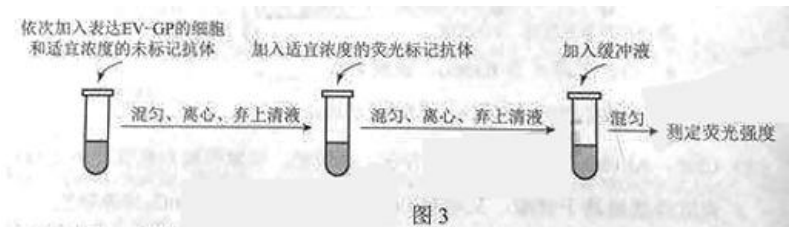
(1) EV 表面的糖蛋白 (EV-GP) 作为_____刺激机体产生_____性免疫反应。

(2) 科学家采集了多年前感染 EV 并已康复的甲、乙两人的血液，检测抗 EV-GP 抗体的水平。据图 1，应选取_____的血液分离记忆 B 细胞用以制备单克隆抗体 (单抗)。



(3) 将制备的多种单抗发呢呗与病毒混合，然后检测病毒对宿主细胞的感染率。根据图 2，抑制效果最好的两种单抗是_____。

(4) EV-GP 具有多个与抗体结合的位点。为了研究上述两种单抗（分别称为 A、B）与 EV-GP 结合的位点是否相同，可按图 3 所示简要流程进行实验。



①请将图 3 中应使用的抗体填入下表 i、ii、iii、iv 处（填“A”或“B”或“无关抗体”），完成实验方案（一种即可）。

抗体 组别	未标记抗体	荧光标记抗体
实验组	i _____	ii _____
对照组 1	iii _____	iv _____
对照组 2	同 ii	同 ii

②若 A、B 与 EV-GP 结合的位点不同，与对照组 1、2 分别比较，实验组的荧光值应_____。

(5) 中国科学家用分子结构成像技术正式了 A、B 与 EV-GP 结合的位点不同。基于上述系列研究，请你为治疗 EV 病毒提供两种思路_____。

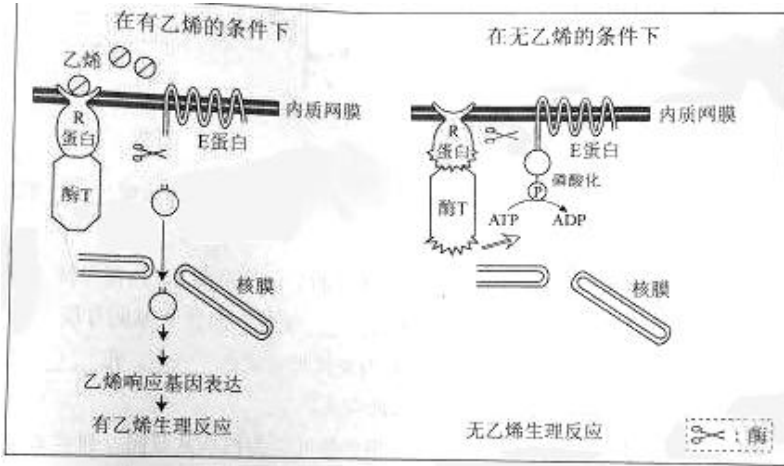
30 (18 分)

研究植物激素作用机制常使用突变体作为实验材料，通过化学方法处理萌动的拟南芥种子可获得大量突变体。

(1) 若诱变后某植株出现一个新形状，可通过_____交判断该形状是否可以遗传，如果子代仍

出现该突变性状，则说明该植株可能携带_____性突变基因，根据子代_____，可判断该突变是否为单基因突变。

(2) 经大量研究，探明了野生型拟南芥中乙烯的作用途径，简图如下。



由图可知，R 蛋白具有结合乙烯和调节酶 T 活性两种功能，乙烯与_____结合后，酶 T 的活性_____，不能催化 E 蛋白磷酸化，导致 E 蛋白被剪切，剪切产物进入细胞核，可调节乙烯相应基因的表达，植株表现有乙烯生理反应。

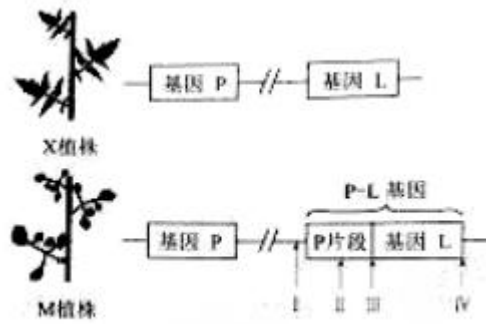
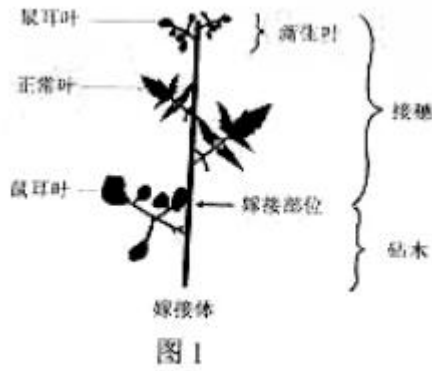
(3) 酶 T 活性丧失的纯合突变体 (1#) 在无乙烯的条件下出现_____ (填“有”或“无”) 乙烯生理反应的表现型，1#与野生型杂交，在无乙烯的条件下，F₁ 的表现型与野生型相同。请结合上图从分子水平解释 F₁ 出现这种表现型的原因：_____。

(4) R 蛋白上乙烯结合位点突变的纯合体 (2#) 仅丧失了与乙烯结合的功能。请判断在有乙烯的条件下，该突变基因相对于野生型基因的显隐性，并结合乙烯作用途径陈述理由：_____。

(5) 番茄中也存在与拟南芥相似的乙烯作用途径，若番茄 R 蛋白发生了与 2# 相同的突变，则这种植株的果实成熟期会_____。

31. (16 分)

嫁接是我国古代劳动人民早已使用的一项农业生产技术，目前也用于植物体内物质转运的基础研究。研究者将具有正常叶形的番茄 (X) 作为接穗，嫁接到叶形呈鼠耳形的番茄 (M) 砧木上，结果见图 1。



- (1) 上述嫁接体能够成活，是因为嫁接部位的细胞在恢复分裂、形成组织后，经形成上下连通的输导组织。
- (2) 研究者对 X 和 M 植株的相关基因进行了分析，结果见图 2.由图可知，M 植株的 P 基因发生了类似于染色体结构变异中的变异，部分 P 基因片段与 L 基因发生融合，形成 P-L 基因（P-L）。以 P-L 为模板可转录出，在上翻译出蛋白质，M 植株鼠耳叶形的出现可能与此有关。
- (3) 嫁接体正常叶形的接穗上长出了鼠耳形的新叶。为探明原因，研究者进行了相关检测，结果见下表。

实验材料 / 检测对象	M 植株的叶	X 植株的叶	接穗新生叶
P-L mRNA	有	无	有
P-L DNA	有	无	无

①检测 P-L mRNA 需要先提取总 RNA，再以 mRNA 为模板出 cDNA，然后用 PCR 技术扩增的片段。

②检测 P-L DNA 需要提取基因组 DNA，然后用 PCR 技术对图 2 中(选填序号)位点之间的片段扩增。

- a. I~II b. II~III c. II~IV d. III~IV

- (4) 综合上述实验，可以推测嫁接体中 P-L 基因的 mRNA。