

2024 年普通高等学校招生全国统一考试（全国甲卷）

（适用地区：四川、宁夏、内蒙古、青海、陕西）

理科综合

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。

2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案书写在答题卡上，写在本试卷上无效。

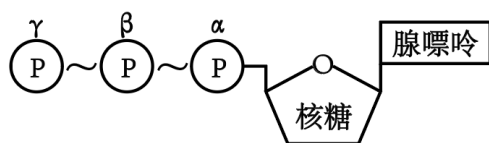
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、单选题（每小题 6 分，共 78 分）

1. 细胞是生物体结构和功能的基本单位。下列叙述正确的是（ ）

- A. 病毒通常是由蛋白质外壳和核酸构成的单细胞生物
- B. 原核生物因为没有线粒体所以都不能进行有氧呼吸
- C. 哺乳动物同一个体中细胞的染色体数目有可能不同
- D. 小麦根细胞吸收离子消耗的 ATP 主要由叶绿体产生

2. ATP 可为代谢提供能量，也参与 RNA 的合成，ATP 结构如图所示，图中~表示高能磷酸键，下列叙述错误的是（ ）



- A. ATP 转化为 ADP 可为离子的主动运输提供能量
- B. 用 α 位 ^{32}P 标记的 ATP 可以合成带有 ^{32}P 的 RNA
- C. β 和 γ 位磷酸基团之间的高能磷酸键不能在细胞核中断裂
- D. 光合作用可将光能转化为化学能储存于 β 和 γ 位磷酸基团之间的高能磷酸键

3. 植物生长发育受植物激素的调控。下列叙述错误的是（ ）

- A. 赤霉素可以诱导某些酶的合成促进种子萌发
- B. 单侧光下生长素的极性运输不需要载体蛋白
- C. 植物激素可与特异性受体结合调节基因表达
- D. 一种激素可通过诱导其他激素的合成发挥作用

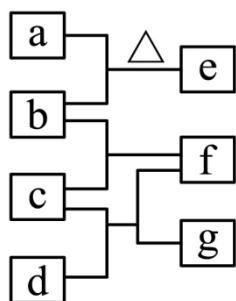
4. 甲状腺激素在人体生命活动的调节中发挥重要作用。下列叙述错误的是（ ）

- A. 甲状腺激素受体分布于人体内几乎所有细胞
- B. 甲状腺激素可以提高机体神经系统的兴奋性
- C. 甲状腺激素分泌增加可使细胞代谢速率加快
- D. 甲状腺激素分泌不足会使血中 TSH 含量减少

5. 某生态系统中捕食者与被捕食者种群数量变化的关系如图所示，图中→表示种群之间数量变化的关系，如甲数量增加导致乙数量增加。下列叙述正确的是（ ）

D. MMA 可加聚生成高分子 $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right]_n$

10. 四瓶无色溶液 NH_4NO_3 、 Na_2CO_3 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 AlCl_3 ，它们之间的反应关系如图所示。其中 a、b、c、d 代表四种溶液，e 和 g 为无色气体，f 为白色沉淀。下列叙述正确的是

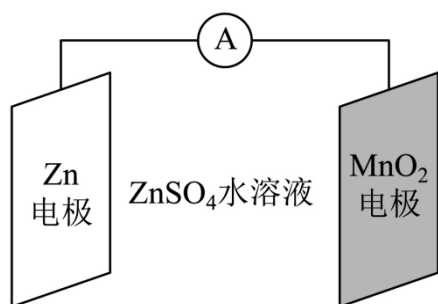


- A. a 呈弱碱性
- B. f 可溶于过量的 b 中
- C. c 中通入过量的 e 可得到无色溶液
- D. b 和 d 反应生成的沉淀不溶于稀硝酸

11. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大 短周期元素。W 和 X 原子序数之和等于 Y 的核外电子数，化合物 $\text{W}^+[\text{ZY}_6]^-$ 可用作化学电源的电解质。下列叙述正确的是

- A. X 和 Z 属于同一主族
- B. 非金属性：X>Y>Z
- C. 气态氢化物的稳定性：Z>Y
- D. 原子半径：Y>X>W

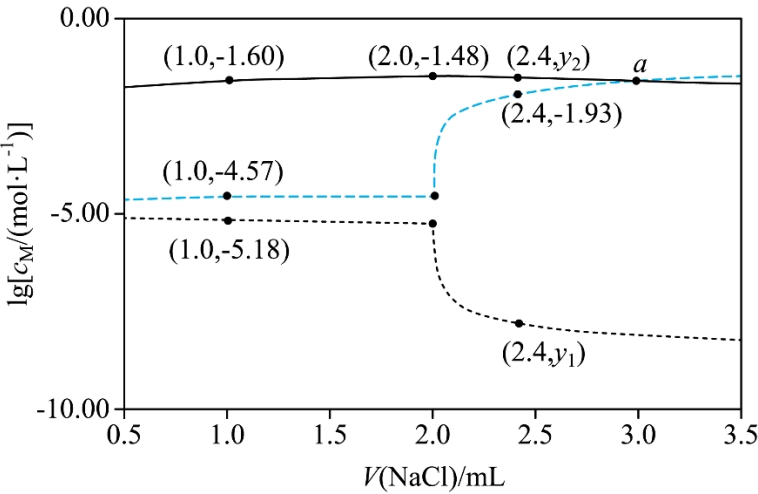
12. 科学家使用 $\delta\text{-MnO}_2$ 研制了一种 $\text{MnO}_2\text{-Zn}$ 可充电电池(如图所示)。电池工作一段时间后， MnO_2 电极上检测到 MnOOH 和少量 ZnMn_2O_4 。下列叙述正确的是



- A. 充电时， Zn^{2+} 向阳极方向迁移
- B. 充电时，会发生反应 $\text{Zn} + 2\text{MnO}_2 = \text{ZnMn}_2\text{O}_4$
- C. 放电时，正极反应有 $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{MnOOH} + \text{OH}^-$
- D. 放电时，Zn 电极质量减少 0.65g， MnO_2 电极生成了 0.020mol MnOOH

13. 将 0.10mmol Ag_2CrO_4 配制成 1.0mL 悬浊液，向其中滴加 $0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液。

$\lg\left[c_M/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})\right]$ (M 代表 Ag^+ 、 Cl^- 或 CrO_4^{2-}) 随加入 NaCl 溶液体积 (V) 的变化关系如图所示。



下列叙述正确的是

A. 交点 a 处: $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{Cl}^-)$

B. $\frac{K_{sp}(\text{AgCl})}{K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)} = 10^{-2.21}$

C. $V \leq 2.0\text{mL}$ 时, $\frac{c(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{Cl}^-)}$ 不变

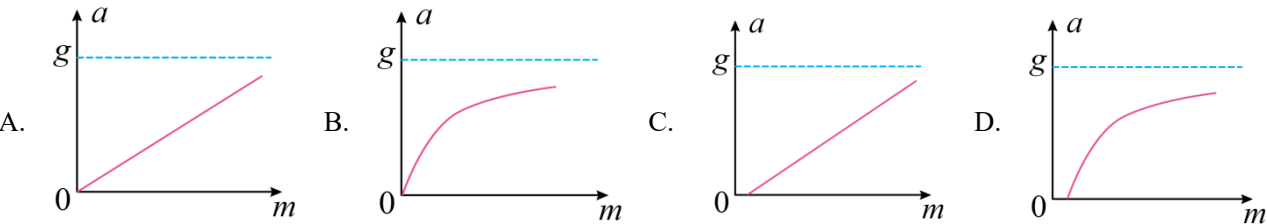
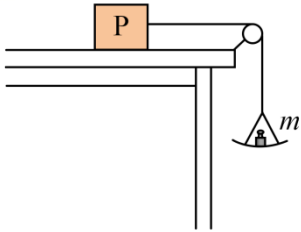
D. $y_1 = -7.82, y_2 = -\lg 34$

二、选择题 (48 分)

14. 氘核可通过一系列聚变反应释放能量, 总的反应效果可用 $6_1^2\text{H} \rightarrow 2_2^4\text{He} + x_0^1\text{n} + y_1^1\text{p} + 43.15\text{MeV}$ 表示, 式中 x 、 y 的值分别为 ()

- A. $x=1, y=2$ B. $x=1, y=3$ C. $x=2, y=2$ D. $x=3, y=1$

15. 如图, 一轻绳跨过光滑定滑轮, 绳的一端系物块 P , P 置于水平桌面上, 与桌面间存在摩擦; 绳的另一端悬挂一轻盘 (质量可忽略), 盘中放置砝码。改变盘中砝码总质量 m , 并测量 P 的加速度大小 a , 得到 $a-m$ 图像。重力加速度大小为 g 。在下列 $a-m$ 图像中, 可能正确的是 ()

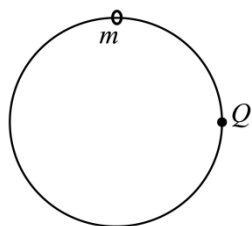


16. 2024 年 5 月, 嫦娥六号探测器发射成功, 开启了人类首次从月球背面采样返回之旅。将采得的样品带回地球, 飞行器需经过月面起飞、环月飞行、月地转移等过程。月球表面自由落体加速度约为地球表面自由落体加

速度的 $\frac{1}{6}$ 。下列说法正确的是（ ）

- A. 在环月飞行时，样品所受合力为零
- B. 若将样品放置在月球正面，它对月球表面压力等于零
- C. 样品在不同过程中受到的引力不同，所以质量也不同
- D. 样品放置在月球背面时对月球的压力，比放置在地球表面时对地球的压力小

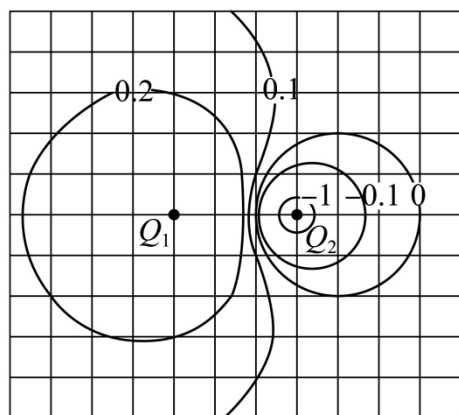
17. 如图，一光滑大圆环固定在竖直平面内，质量为 m 的小环套在大圆环上，小环从静止开始由大圆环顶端经 Q 点自由下滑至其底部， Q 为竖直线与大圆环的切点。则小环下滑过程中对大圆环的作用力大小（ ）



- A. 在 Q 点最大
- B. 在 Q 点最小
- C. 先减小后增大
- D. 先增大后减小

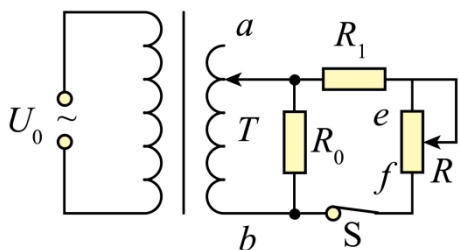
18. 在电荷量为 Q 的点电荷产生的电场中，将无限远处的电势规定为零时，距离该点电荷 r 处的电势为 $k\frac{Q}{r}$ ，其中 k 为静电力常量，多个点电荷产生的电场中某点的电势，等于每个点电荷单独存在的该点的电势的代数和。

电荷量分别为 Q_1 和 Q_2 的两个点电荷产生的电场的等势线如图中曲线所示（图中数字的单位是伏特），则（ ）



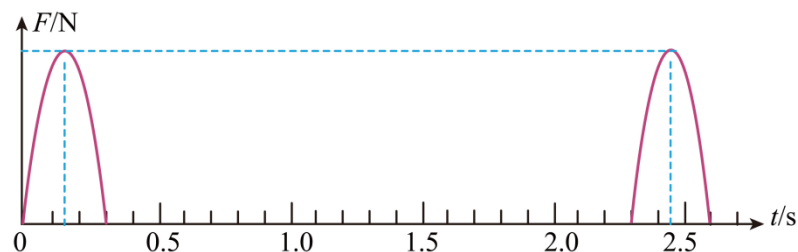
- A. $Q_1 < 0$, $\frac{Q_1}{Q_2} = -2$
- B. $Q_1 > 0$, $\frac{Q_1}{Q_2} = -2$
- C. $Q_1 < 0$, $\frac{Q_1}{Q_2} = -3$
- D. $Q_1 > 0$, $\frac{Q_1}{Q_2} = -3$

19. 如图，理想变压器的副线圈接入电路的匝数可通过滑动触头 T 调节，副线圈回路接有滑动变阻器 R 、定值电阻 R_0 和 R_1 、开关 S 。 S 处于闭合状态，在原线圈电压 U_0 不变的情况下，为提高 R_1 的热功率，可以（ ）



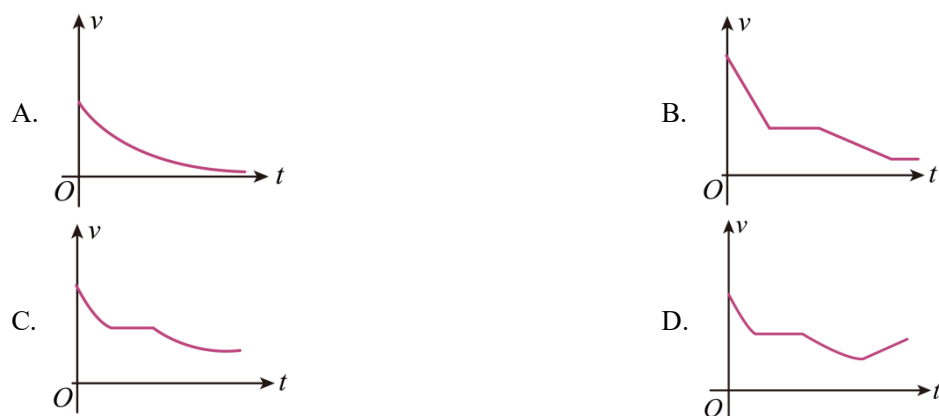
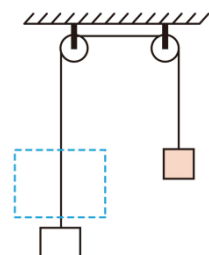
- A. 保持 T 不动，滑动变阻器 R 的滑片向 f 端滑动
- B. 将 T 向 b 端移动，滑动变阻器 R 的滑片位置不变
- C. 将 T 向 a 端移动，滑动变阻器 R 的滑片向 f 端滑动
- D. 将 T 向 b 端移动，滑动变阻器 R 的滑片向 e 端滑动

20. 蹦床运动中，体重为 60kg 的运动员在 $t=0$ 时刚好落到蹦床上，对蹦床作用力大小 F 与时间 t 的关系如图所示。假设运动过程中运动员身体始终保持竖直，在其不与蹦床接触时蹦床水平。忽略空气阻力，重力加速度大小取 10m/s^2 。下列说法正确的是（ ）



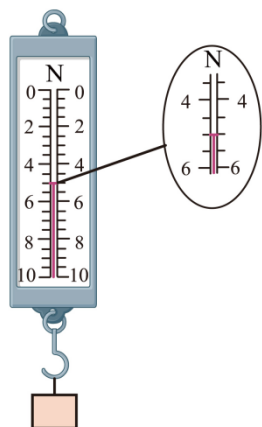
- A. $t=0.15\text{s}$ 时，运动员的重力势能最大
 B. $t=0.30\text{s}$ 时，运动员的速度大小为 10m/s
 C. $t=1.00\text{s}$ 时，运动员恰好运动到最大高度处
 D. 运动员每次与蹦床接触到离开过程中对蹦床的平均作用力大小为 4600N

21. 如图，一绝缘细绳跨过两个在同一竖直面（纸面）内的光滑定滑轮，绳的一端连接一矩形金属线框，另一端连接一物块。线框与左侧滑轮之间的虚线区域内有方向垂直纸面的匀强磁场，磁场上下边界水平，在 $t=0$ 时刻线框的上边框以不同的初速度从磁场下方进入磁场。运动过程中，线框始终在纸面内且上下边框保持水平。以向上为速度的正方向，下列线框的速度 v 随时间 t 变化的图像中可能正确的是（ ）



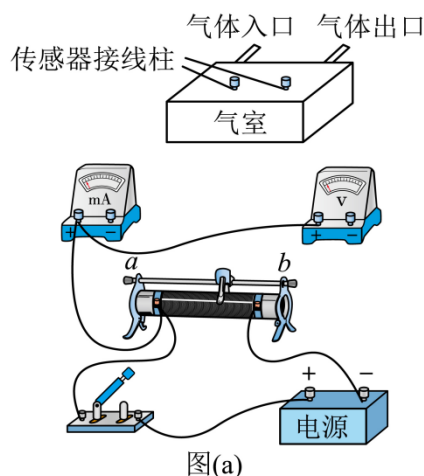
三、非选择题（174 分）

22. 学生小组为了探究超重和失重现象，将弹簧测力计挂在电梯内，测力计下端挂一物体。已知当地重力加速度大小为 9.8m/s^2 。



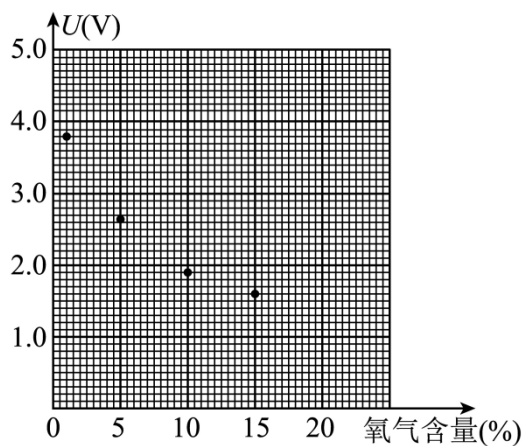
- (1) 电梯静止时测力计示数如图所示，读数为____N（结果保留 1 位小数）；
- (2) 电梯上行时，一段时间内测力计的示数为 4.5N，则此段时间内物体处于____（填“超重”或“失重”）状态，电梯加速度大小为____ m/s^2 （结果保留 1 位小数）。

23. 电阻型氧气传感器 阻值会随所处环境中的氧气含量发生变化。在保持流过传感器的电流（即工作电流）恒定的条件下，通过测量不同氧气含量下传感器两端的电压，建立电压与氧气含量之间的对应关系，这一过程称为定标。一同学用图（a）所示电路对他制作的一个氧气传感器定标。实验器材有：装在气室内的氧气传感器（工作电流 1mA）、毫安表（内阻可忽略）、电压表、电源、滑动变阻器、开关、导线若干、5 个气瓶（氧气含量分别为 1%、5%、10%、15%、20%）。

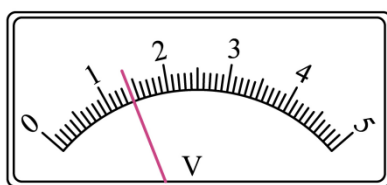


图(a)

- (1) 将图（a）中的实验器材间的连线补充完整____，使其能对传感器定标；
 - (2) 连接好实验器材，把氧气含量为 1%的气瓶接到气体入口；
 - (3) 把滑动变阻器的滑片滑到____端（填“a”或“b”），闭合开关；
 - (4) 缓慢调整滑动变阻器的滑片位置，使毫安表的示数为 1mA，记录电压表的示数 U ；
 - (5) 断开开关，更换气瓶，重复步骤（3）和（4）；
 - (6) 获得的氧气含量分别为 1%、5%、10% 和 15% 的数据已标在图（b）中；氧气含量为 20% 时电压表的示数如图（c），该示数为____V（结果保留 2 位小数）。
- 现测量一瓶待测氧气含量的气体，将气瓶接到气体入口，调整滑动变阻器滑片位置使毫安表的示数为 1mA，此时电压表的示数为 1.50V，则此瓶气体的氧气含量为____%（结果保留整数）。



图(b)



图(c)

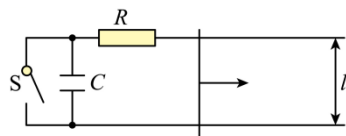
24. 为抢救病人，一辆救护车紧急出发，鸣着笛沿水平直路从 $t = 0$ 时由静止开始做匀加速运动，加速度大小 $a = 2\text{m/s}^2$ ，在 $t_1 = 10\text{s}$ 时停止加速开始做匀速运动，之后某时刻救护车停止鸣笛， $t_2 = 41\text{s}$ 时在救护车出发处的人听到救护车发出的最后的鸣笛声。已知声速 $v_0 = 340\text{m/s}$ ，求：

- (1) 救护车匀速运动时的速度大小；
- (2) 在停止鸣笛时救护车距出发处的距离。

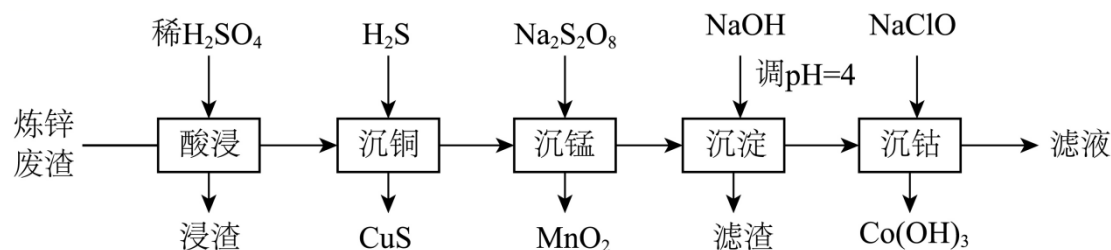
25. 如图，金属导轨平行且水平放置，导轨间距为 L ，导轨光滑无摩擦。定值电阻大小为 R ，其余电阻忽略不计，电容大小为 C 。在运动过程中，金属棒始终与导轨保持垂直。整个装置处于竖直方向且磁感应强度为 B 的匀强磁场中。

(1) 开关 S 闭合时，对金属棒施加以水平向右的恒力，金属棒能达到的最大速度为 v_0 。当外力功率为定值电阻功率的两倍时，求金属棒速度 v 的大小。

(2) 当金属棒速度为 v 时，断开开关 S ，改变水平外力并使金属棒匀速运动。当外力功率为定值电阻功率的两倍时，求电容器两端的电压以及从开关断开到此刻外力所做的功。



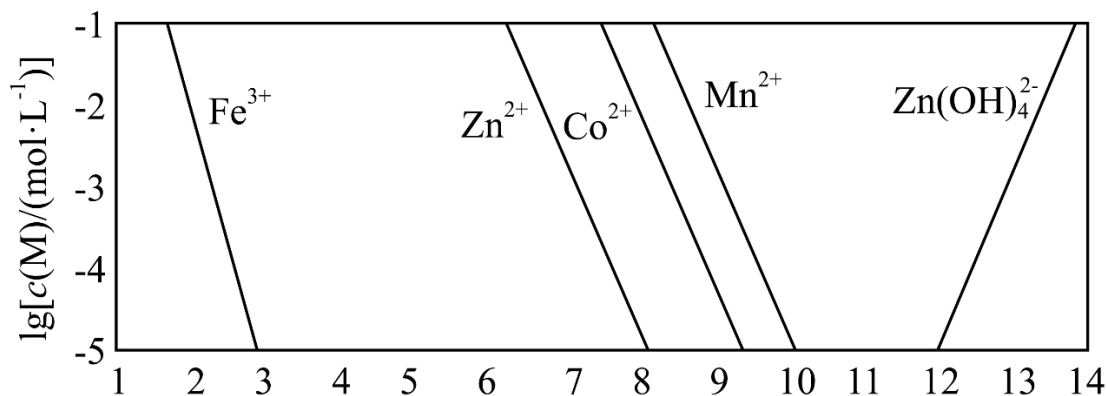
26. 钴在新能源、新材料领域具有重要用途。某炼锌废渣含有锌、铅、铜、铁、钴、锰的+2价氧化物及锌和铜的单质。从该废渣中提取钴的一种流程如下。



注：加沉淀剂使一种金属离子浓度小于等于 $10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，其他金属离子不沉淀，即认为完全分离。

已知：① $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 6.3 \times 10^{-36}$, $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) = 2.5 \times 10^{-22}$, $K_{\text{sp}}(\text{CoS}) = 4.0 \times 10^{-21}$

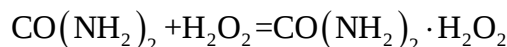
② 以氢氧化物形式沉淀时， $\lg\left[\frac{c(\text{M})}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 和溶液 pH 的关系如图所示。



回答下列问题：

- (1) “酸浸”前，需将废渣磨碎，其目的是_____。
- (2) “酸浸”步骤中， CoO 发生反应的化学方程式是_____。
- (3) 假设“沉铜”后得到的滤液中 $c(\text{Zn}^{2+})$ 和 $c(\text{Co}^{2+})$ 均为 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，向其中加入 Na_2S 至 Zn^{2+} 沉淀完全，此时溶液中 $c(\text{Co}^{2+}) = \text{_____}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，据此判断能否实现 Zn^{2+} 和 Co^{2+} 的完全分离_____ (填“能”或“不能”)。
- (4) “沉锰”步骤中，生成 1.0mol MnO_2 ，产生 H^+ 的物质的量为_____。
- (5) “沉淀”步骤中，用 NaOH 调 $\text{pH}=4$ ，分离出的滤渣是_____。
- (6) “沉钴”步骤中，控制溶液 $\text{pH}=5.0\sim 5.5$ ，加入适量的 NaClO 氧化 Co^{2+} ，其反应的离子方程式为_____。
- (7) 根据题中给出的信息，从“沉钴”后的滤液中回收氢氧化锌的方法是_____。

27. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\cdot\text{H}_2\text{O}_2$ (俗称过氧化脲) 是一种消毒剂，实验室中可用尿素与过氧化氢制取，反应方程式如下：



(一) 过氧化脲的合成

烧杯中分别加入 $25\text{mL} 30\%\text{H}_2\text{O}_2$ ($\rho=1.11\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)、 40mL 蒸馏水和 12.0g 尿素，搅拌溶解。 30°C 下反应 40min ，冷却结晶、过滤、干燥，得白色针状晶体 9.4g 。

(二) 过氧化脲性质检测

I. 过氧化脲溶液用稀 H_2SO_4 酸化后，滴加 KMnO_4 溶液，紫红色消失。

II. 过氧化脲溶液用稀 H_2SO_4 酸化后，加入 KI 溶液和四氯化碳，振荡，静置。

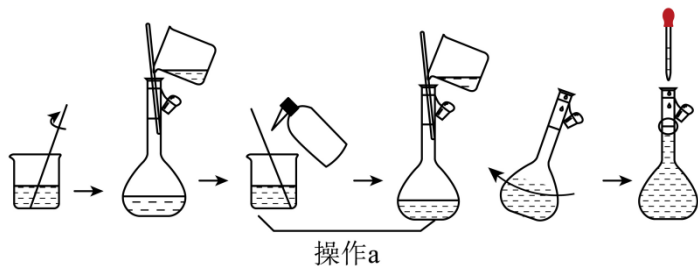
(三) 产品纯度测定

溶液配制：称取一定量产品，用蒸馏水溶解后配制成 100mL 溶液。

滴定分析：量取 25.00mL 过氧化脲溶液至锥形瓶中，加入一定量稀 H_2SO_4 ，用准确浓度的 KMnO_4 溶液滴定至微红色，记录滴定体积，计算纯度。

回答下列问题：

- (1) 过滤中使用到的玻璃仪器有_____ (写出两种即可)。
- (2) 过氧化脲的产率为_____。
- (3) 性质检测 II 中的现象为_____。性质检测 I 和 II 分别说明过氧化脲具有的性质是_____。
- (4) 下图为“溶液配制”的部分过程，操作 a 应重复 3 次，目的是_____，定容后还需要的操作为_____。



(5) “滴定分析”步骤中，下列操作错误的是____(填标号)。

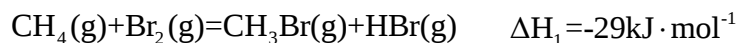
- A. KMnO_4 溶液置于酸式滴定管中
- B. 用量筒量取 25.00mL 过氧化脲溶液
- C. 滴定近终点时，用洗瓶冲洗锥形瓶内壁
- D. 锥形瓶内溶液变色后，立即记录滴定管液面刻度

(6) 以下操作导致氧化脲纯度测定结果偏低的是____(填标号)。

- A. 容量瓶中液面超过刻度线
- B. 滴定管水洗后未用 KMnO_4 溶液润洗
- C. 摇动锥形瓶时 KMnO_4 溶液滴到锥形瓶外
- D. 滴定前滴定管尖嘴处有气泡，滴定后气泡消失

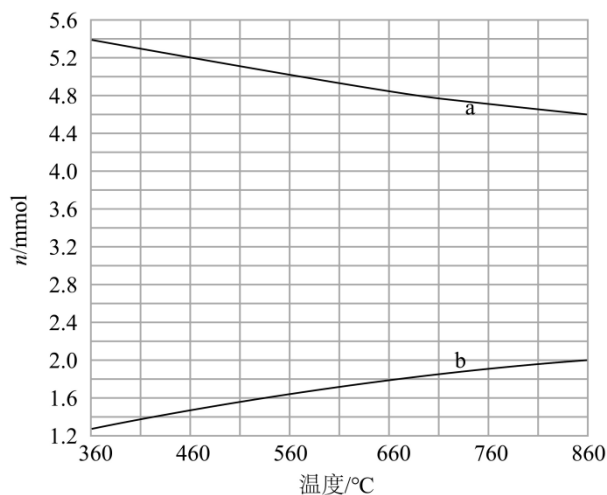
28. 甲烷转化为多碳化合物具有重要意义。一种将甲烷溴化再偶联为丙烯(C_3H_6)的研究所获得的部分数据如下。回答下列问题：

(1) 已知如下热化学方程式：



计算反应 $3\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{Br}_2(\text{g}) = \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + 6\text{HBr}(\text{g})$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) CH_4 与 Br_2 反应生成 CH_3Br ，部分 CH_3Br 会进一步溴化。将 8mmol CH_4 和 8mmol Br_2 。通入密闭容器，平衡时， $n(\text{CH}_4)$ 、 $n(\text{CH}_3\text{Br})$ 与温度的关系见下图(假设反应后的含碳物质只有 CH_4 、 CH_3Br 和 CH_2Br_2)。

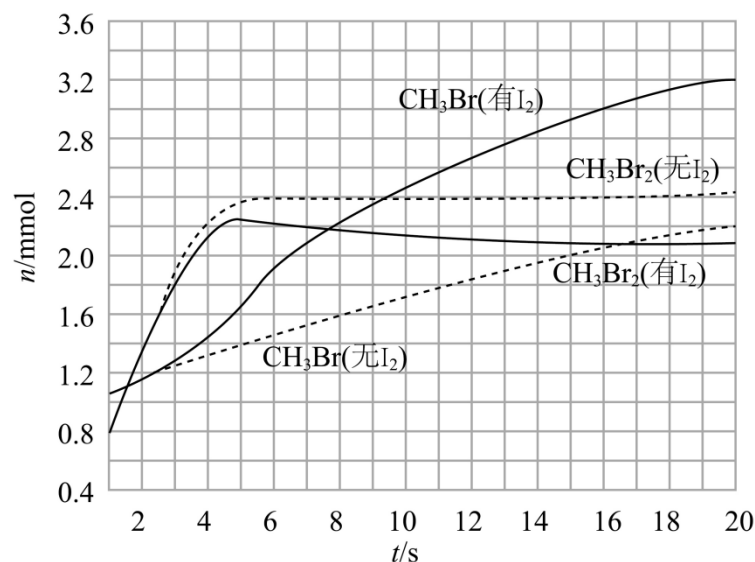


(i)图中 CH_3Br 的曲线是____(填“a”或“b”)。

(ii)560°C 时, CH_4 的转化 $\alpha= \underline{\hspace{1cm}}$, $n(\text{HBr})= \underline{\hspace{1cm}}$ mmol。

(iii)560°C 时, 反应 $\text{CH}_3\text{Br}(\text{g})+\text{Br}_2(\text{g})=\text{CH}_2\text{Br}_2(\text{g})+\text{HBr}(\text{g})$ 的平衡常数 $K= \underline{\hspace{1cm}}$ 。

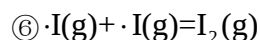
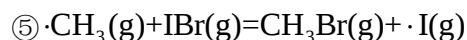
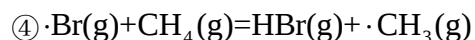
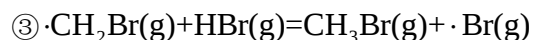
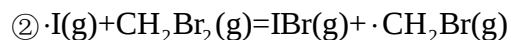
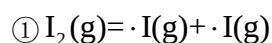
(3) 少量 I_2 可提高生成 CH_3Br 的选择性。500°C 时, 分别在有 I_2 和无 I_2 的条件下, 将 8mmol CH_4 和 8mmol Br_2 , 通入密闭容器, 溴代甲烷的物质的量(n)随时间(t)的变化关系见下图。



(i)在 11~19s 之间, 有 I_2 和无 I_2 时 CH_3Br 的生成速率之比 $\frac{v(\text{有I}_2)}{v(\text{无I}_2)}= \underline{\hspace{1cm}}$ 。

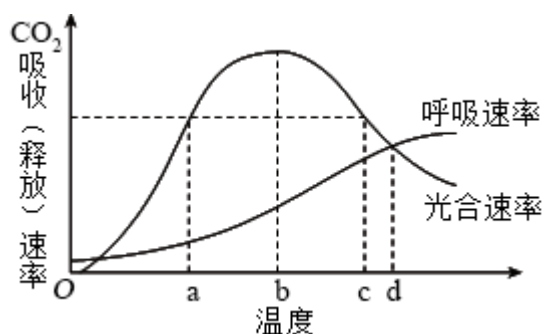
(ii)从图中找出 I_2 提高了 CH_3Br 选择性的证据: _____。

(iii)研究表明, I_2 参与反应的可能机理如下:



根据上述机理, 分析 I_2 提高 CH_3Br 选择性的原因: _____。

29. 在自然条件下, 某植物叶片光合速率和呼吸速率随温度变化的趋势如图所示。回答下列问题。



- (1) 该植物叶片在温度 a 和 c 时的光合速率相等，叶片有机物积累速率_____（填“相等”或“不相等”），原因是_____。
- (2) 在温度 d 时，该植物体的干重会减少，原因是_____。
- (3) 温度超过 b 时，该植物由于暗反应速率降低导致光合速率降低。暗反应速率降低的原因可能是_____。（答出一点即可）
- (4) 通常情况下，为了最大程度地获得光合产物，农作物在温室栽培过程中，白天温室的温度应控制在_____最大时的温度。

30. 某种病原体的蛋白质 A 可被吞噬细胞摄入和处理，诱导特异性免疫。回答下列问题。

- (1) 病原体感染诱导产生浆细胞的特异性免疫方式属于_____。
- (2) 溶酶体中的蛋白酶可将蛋白质 A 的一条肽链水解成多个片段，蛋白酶切断的化学键是_____。
- (3) 不采用荧光素标记蛋白质 A，设计实验验证蛋白质 A 的片段可出现在吞噬细胞的溶酶体中，简要写出实验思路和预期结果_____。

31. 鸟类 B 曾濒临灭绝。在某地发现 7 只野生鸟类 B 后，经保护其种群规模逐步扩大。回答下列问题。

- (1) 保护鸟类 B 采取“就地保护为主，易地保护为辅”模式。就地保护是_____。
- (2) 鸟类 B 经人工繁育达到一定数量后可放飞野外。为保证鸟类 B 正常生存繁殖，放飞前需考虑的野外生物因素有_____。（答出两点即可）
- (3) 鸟类 B 的野生种群稳步增长。通常，种群呈“S”型增长的主要原因是_____。
- (4) 保护鸟类 B 等濒危物种的意义是_____。

32. 袁隆平研究杂交水稻，对粮食生产具有突出贡献。回答下列问题。

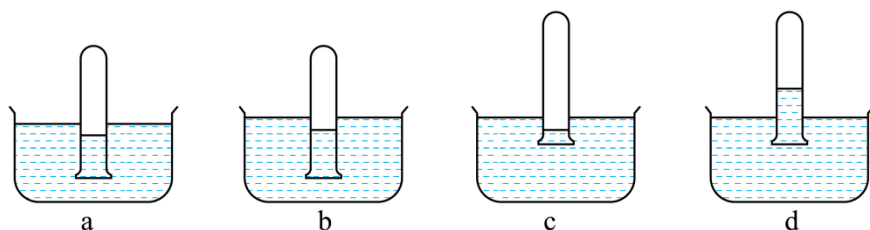
- (1) 用性状优良的水稻纯合体（甲）给某雄性不育水稻植株授粉，杂交子一代均表现雄性不育；杂交子一代与甲回交（回交是杂交后代与两个亲本之一再次交配），子代均表现雄性不育；连续回交获得性状优良的雄性不育品系（乙）。由此推测控制雄性不育的基因（A）位于_____（填“细胞质”或“细胞核”）。
- (2) 将另一性状优良的水稻纯合体（丙）与乙杂交， F_1 均表现雄性可育，且长势与产量优势明显， F_1 即为优良的杂交水稻。丙的细胞核基因 R 的表达产物能够抑制基因 A 的表达。基因 R 表达过程中，以 mRNA 为模板翻译产生多肽链的细胞器是_____。 F_1 自交子代中雄性可育株与雄性不育株的数量比为_____。
- (3) 以丙为父本与甲杂交（正交）得 F_1 ， F_1 自交得 F_2 ，则 F_2 中与育性有关的表现型有_____种。反交结果与正交结果不同，反交的 F_2 中与育性有关的基因型有_____种。

二、选考题（共 45 分）

[物理——选修 3-3]（15 分）

33. I 如图，四个相同的绝热试管分别倒立在盛水的烧杯 a 、 b 、 c 、 d 中，平衡后烧杯 a 、 b 、 c 中的试管内外水面的高度差相同，烧杯 d 中试管内水面高于试管外水面。已知四个烧杯中水的温度分别为 t_a 、 t_b 、 t_c 、 t_d ，且

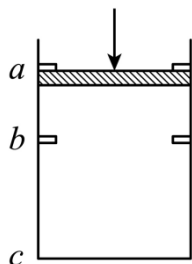
$t_a < t_b < t_c = t_d$ 。水的密度随温度的变化忽略不计。下列说法正确的是（ ）



- A. a 中水的饱和气压最小
 B. a 、 b 中水的饱和气压相等
 C. c 、 d 中水的饱和气压相等
 D. a 、 b 中试管内气体的压强相等
 E. d 中试管内气体的压强比 c 中的大

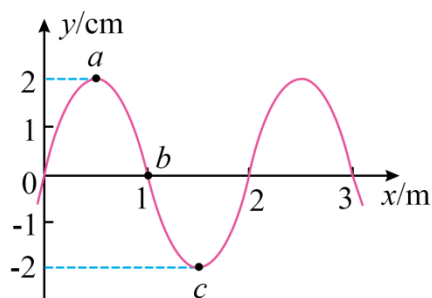
II 如图，一竖直放置的汽缸内密封有一定量的气体，一不计厚度的轻质活塞可在汽缸内无摩擦滑动，移动范围被限制在卡销 a 、 b 之间， b 与汽缸底部的距离 $\overline{bc} = 10\overline{ab}$ ，活塞的面积为 $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 。初始时，活塞在卡销 a 处，汽缸内气体的压强、温度与活塞外大气的压强、温度相同，分别为 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 和 300 K 。在活塞上施加竖直向下的外力，逐渐增大外力使活塞缓慢到达卡销 b 处（过程中气体温度视为不变），外力增加到 200 N 并保持不变。

- (1) 求外力增加到 200 N 时，卡销 b 对活塞支持力 大小；
 (2) 再将汽缸内气体加热使气体温度缓慢升高，求当活塞刚好能离开卡销 b 时气体的温度。



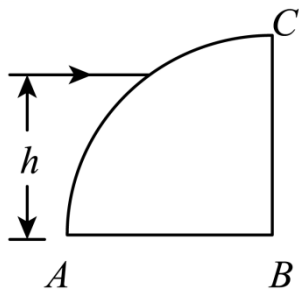
[物理——选修 3-4] (15 分)

34. I 一列简谐横波沿 x 轴传播，周期为 2 s ， $t = 0$ 时刻的波形曲线如图所示，此时介质中质点 b 向 y 轴负方向运动，下列说法正确的是 ()



- A. 该波的波速为 1.0 m/s
 B. 该波沿 x 轴正方向传播
 C. $t = 0.25 \text{ s}$ 时质点 a 和质点 c 运动方向相反
 D. $t = 0.5 \text{ s}$ 时介质中质点 a 向 y 轴负方向运动
 E. $t = 1.5 \text{ s}$ 时介质中质点 b 的速率达到最大值

II 一玻璃柱的折射率 $n = \sqrt{3}$ ，其横截面为四分之一圆，圆的半径为 R ，如图所示。截面所在平面内，一束与 AB 边平行的光线从圆弧入射。入射光线与 AB 边的距离由小变大，距离为 h 时，光线进入柱体后射到 BC 边恰好发生全反射。求此时 h 与 R 的比值。



[化学—选修 3：物质结构与性质]

35. IVA 族元素具有丰富的化学性质，其化合物有着广泛的应用。回答下列问题：

(1) 该族元素基态原子核外未成对电子数为____，在与其他元素形成化合物时，呈现的最高化合价为____。

(2) CaC_2 俗称电石，该化合物中不存在的化学键类型为____(填标号)。

a. 离子键 b. 极性共价键 c. 非极性共价键 d. 配位键

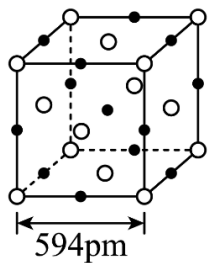
(3) 一种光刻胶薄膜成分为聚甲基硅烷 $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Si} \\ | \\ \text{H} \end{array} \right]_n$ ，其中电负性最大的元素是____，硅原子的杂化轨道类型为____。

(4) 早在青铜器时代，人类就认识了锡。锡的卤化物熔点数据如下表，结合变化规律说明原因：_____。

物质	SnF_4	SnCl_4	SnBr_4	SnI_4
熔点/ $^\circ\text{C}$	442	-34	29	143

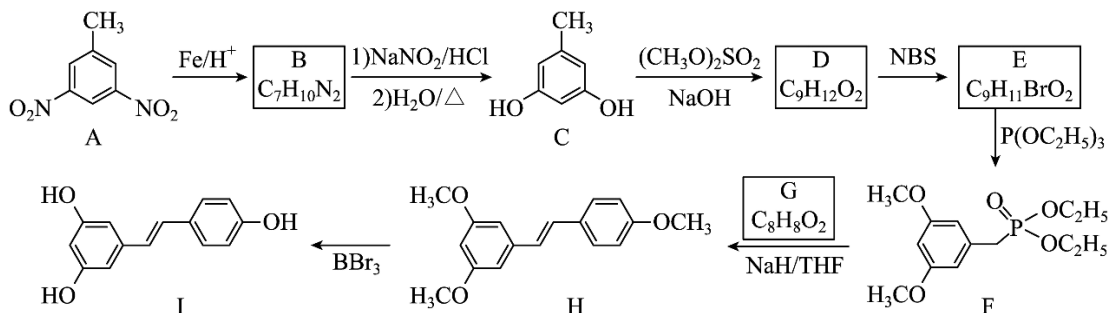
(5) 结晶型 PbS 可作为放射性探测器元件材料，其立方晶胞如图所示。其中 Pb 的配位数为____。设 N_A 为

阿伏加德罗常数的值，则该晶体密度为____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式)。



[化学—选修 5：有机化学基础]

36. 白藜芦醇(化合物 I)具有抗肿瘤、抗氧化、消炎等功效。以下是某课题组合成化合物 I 的路线。



回答下列问题：

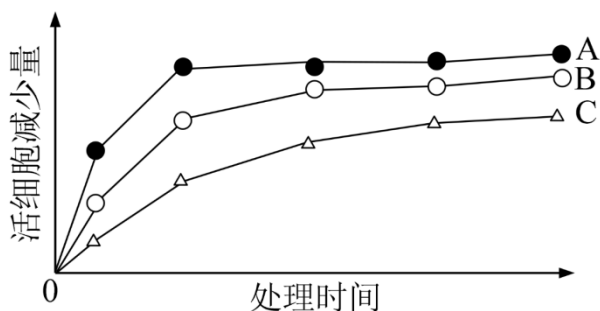
(1) A 中的官能团名称为_____。

- (2) B 的结构简式为_____。
- (3) 由 C 生成 D 的反应类型为_____。
- (4) 由 E 生成 F 的化学方程式为_____。
- (5) 已知 G 可以发生银镜反应, G 的化学名称为_____。
- (6) 选用一种鉴别 H 和 I 的试剂并描述实验现象_____。
- (7) I 的同分异构体中, 同时满足下列条件的共有_____种(不考虑立体异构)。

- ①含有手性碳(连有 4 个不同的原子或基团的碳为手性碳);
- ②含有两个苯环; ③含有两个酚羟基; ④可发生银镜反应。

[生物-选修 1: 生物技术实践](15 分)

37. 合理使用消毒液有助于减少传染病的传播。某同学比较了 3 款消毒液 A、B、C 杀灭细菌的效果, 结果如图所示。回答下列问题。

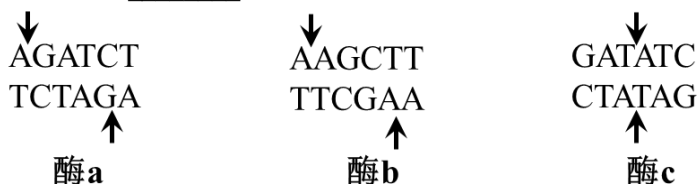


- (1) 该同学采用显微镜直接计数法和菌落计数法分别测定同一样品的细菌数量, 发现测得的细菌数量前者大于后者, 其原因是_____。
- (2) 该同学从 100 mL 细菌原液中取 1 mL 加入无菌水中得到 10 mL 稀释菌液, 再从稀释菌液中取 200 μL 涂布平板, 菌落计数的结果为 100, 据此推算细菌原液中细菌浓度为_____个/mL。
- (3) 菌落计数过程中, 涂布器应先在酒精灯上灼烧, 冷却后再涂布。灼烧的目的是_____, 冷却的目的是_____。
- (4) 据图可知杀菌效果最好的消毒液是_____, 判断依据是_____。(答出两点即可)
- (5) 鉴别培养基可用于反映消毒液杀灭大肠杆菌效果。大肠杆菌在伊红美蓝培养基上生长的菌落呈_____色。

[生物-选修 3: 现代生物科技专题](15 分)

38. 某同学采用基因工程技术在大肠杆菌中表达蛋白 E。回答下列问题。

- (1) 该同学利用 PCR 扩增目的基因。PCR 的每次循环包括变性、复性、延伸 3 个阶段, 其中 DNA 双链打开成为单链的阶段是_____, 引物与模板 DNA 链碱基之间的化学键是_____。
- (2) 质粒载体上有限制酶 a、b、c 的酶切位点, 限制酶的切割位点如图所示。构建重组质粒时, 与用酶 a 单酶切相比, 用酶 a 和酶 b 双酶切的优点体现在_____ (答出两点即可); 使用酶 c 单酶切构建重组质粒时宜选用的连接酶是_____。



- (3) 将重组质粒转入大肠杆菌前, 通常先将受体细胞处理成感受态, 感受态细胞的特点是_____; 若要验证转化的大肠杆菌中含有重组质粒, 简要的实验思路和预期结果是_____。
- (4) 蛋白 E 基因中的一段 DNA 编码序列 (与模板链互补) 是 GGGCCCAAGCTGAGATGA, 编码从 GGG 开始, 部分密码子见表。若第一个核苷酸 G 缺失, 则突变后相应肽链的序列是_____。

氨基酸	密码子
赖氨酸	AAG
精氨酸	AGA
丝氨酸	AGC
脯氨酸	CCA
	CCC
亮氨酸	CUG
甘氨酸	GGC
	GGG
终止	UGA

参考答案

1. 【答案】C

【详解】A、病毒没有细胞结构，A 错误；

B、原核生物也可以进行有氧呼吸，原核细胞中含有与有氧呼吸相关的酶，B 错误；

C、哺乳动物同一个体中细胞的染色体数目有可能不同，如生殖细胞中染色体数目是体细胞的一半，C 正确；

D、小麦根细胞不含叶绿体，而线粒体是有氧呼吸的主要场所，小麦根细胞吸收离子消耗的 ATP 主要由线粒体产生，D 错误。

故选 C。

2. 【答案】C

【详解】A、ATP 为直接能源物质， γ 位磷酸基团脱离 ATP 形成 ADP 的过程释放能量，可为离子主动运输提供能量，A 正确；

B、ATP 分子水解两个高能磷酸键后，得到 RNA 的基本单位之一——腺嘌呤核糖核苷酸，故用 α 位 ^{32}P 标记的 ATP 可以合成带有 ^{32}P 的 RNA，B 正确；

C、ATP 可在细胞核中发挥作用，如为 rRNA 合成提供能量，故 β 和 γ 位磷酸基团之间的高能磷酸键能在细胞核中断裂，C 错误；

D、光合作用光反应，可将光能转化活跃的的化学能储存于 ATP 的高能磷酸键中，故光合作用可将光能转化为化学能储存于 β 和 γ 位磷酸基团之间的高能磷酸键，D 正确。

故选 C。

3. 【答案】B

【详解】A、赤霉素主要合成部位是未成熟的种子、幼根和幼芽，赤霉素能促进植物的生长，可以诱导某些酶的合成促进种子萌发，A 正确；

B、生长素的极性运输属于主动运输，主动运输需要载体蛋白的协助并消耗能量，B 错误；

C、植物激素与受体特异性结合，引发细胞内发生一系列信号转导过程，进而诱导特定基因的表达，从而产生效应，C 正确；

D、调节植物生命活动的激素不是孤立的，而是相互作用共同调节的，因此一种激素可通过诱导其他激素的合成发挥作用，D 正确；

故选 B。

4. 【答案】D

【详解】A、甲状腺激素几乎可以作用于人体所有细胞，因此其受体分布于人体内几乎所有细胞，A 正确；

B、甲状腺激素可以促进中枢神经系统的发育，提高机体神经系统的兴奋性，B 正确；

C、甲状腺激素能促进新陈代谢，因此其分泌增加可使细胞代谢速率加快，C 正确；

D、甲状腺激素对下丘脑分泌促甲状腺激素释放激素（TRH）和垂体分泌促甲状腺激素（TSH）存在反负反馈调节，因此甲状腺激素分泌不足会使血中促甲状腺激素（TSH）含量增加，D 错误。

故选 D。

5. 【答案】B

【详解】A、分析题图可知，甲数量增加导致乙数量增加，而乙数量增加导致丙数量增加；甲数量下降导致乙数量下降，而乙数量下降导致丙数量下降；可见甲数量的变化会间接对丙数量产生影响，A 错误；

B、由 A 项分析可知，乙捕食甲，同时乙又被丙捕食，可见乙在该生态系统中既 捕食者又是被捕食者，B 正确；

C、由 B 项分析可知，乙捕食甲，丙捕食乙，故丙不可能是初级消费者，可能是次级消费者，C 错误；

D、分析题图可知，甲数量增加导致乙数量增加，而乙数量增加导致丙数量增加、甲数量下降；乙数量下降导致丙数量下降、甲数量增加，可见甲、乙、丙三者的能量流动方向是甲→乙→丙，D 错误。

故选 B。

6. 【答案】A

【详解】A、令直翅对弯翅由 A、a 控制，体色灰体对黄体由 B、b 控制，眼色红眼对紫眼由 D、d 控制。当直翅黄体♀×弯翅灰体♂时，依据题干信息，其基因型为： $AA X^b X^b \times aa X^B Y \rightarrow F_1: Aa X^B X^b, Aa X^b Y$ ，按照拆分

法， $F_1 \xrightarrow{\text{自由交配}} F_2$ ：直翅灰体：直翅黄体：弯翅灰体：弯翅黄体=3:3:1:1，A 符合题意；

B、当直翅灰体♀×弯翅黄体♂时，依据题干信息，其基因型为： $AA X^B X^B \times aa X^b Y \rightarrow F_1: Aa X^B X^b, Aa X^B Y$ ，按照拆分法， $F_1 \xrightarrow{\text{自由交配}} F_2$ ：直翅灰体：直翅黄体：弯翅灰体：弯翅黄体=9:3:3:1，B 不符合题意；

C、当弯翅红眼♀×直翅紫眼♂时，依据题干信息，其基因型： $aa DD \times AA dd \rightarrow F_1: Aa Dd$ ，按照拆分法， $F_1 \xrightarrow{\text{自由交配}} F_2$ ：直翅红眼：直翅紫眼：弯翅红眼：弯翅紫眼=9:3:3:1，C 不符合题意；

D、当灰体紫眼♀×黄体红眼♂时，依据题干信息，其基因型为： $dd X^B X^B \times DD X^b Y \rightarrow F_1: Dd X^B X^b, Dd X^B Y$ ，按照拆分法， $F_1 \xrightarrow{\text{自由交配}} F_2$ ：灰体红眼：灰体紫眼：黄体红眼：黄体紫眼=9:3:3:1，D 不符合题意。

故选 A。

7. 【答案】C

【详解】A. 木材的主要成分为纤维素，纤维素中含碳、氢、氧三种元素，煤是古代植物埋藏在地下经历了复杂的变化逐渐形成的固体，是有机物和无机物组成的复杂混合物，主要含碳元素，A 正确；

B. 石油裂化是将相对分子质量较大、沸点较高的烃断裂为相对分子质量较小、沸点较低的烃的过程，汽油的相对分子质量较小，可以通过石油裂化的方式得到，B 正确；

C. 燃料电池是将燃料 化学能变成电能的装置，不是将热能转化为电能，C 错误；

D. 在催化剂作用下，利用太阳能光解水可以生成氢气和氧气，D 正确；

故答案选 C。

8. 【答案】D

【详解】A. 玻璃的主要成分为 SiO_2 ，用氢氟酸刻蚀玻璃时， SiO_2 和氢氟酸反应生成 SiF_4 气体和水，反应的方程式为 $SiO_2 + 4HF = SiF_4 \uparrow + 2H_2O$ ，A 错误；

B. Fe^{3+} 可以将 Cu 氧化成 Cu^{2+} ，三氯化铁刻蚀铜电路板时反应的离子方程式为 $2Fe^{3+} + Cu = 2Fe^{2+} + Cu^{2+}$ ，B 错误；

C. 氯气具有强氧化性，可以氧化硫代硫酸根成硫酸根，氯气被还原为氯离子，反应的离子方程式为 $S_2O_3^{2-} + 4Cl_2 + 5H_2O = 2SO_4^{2-} + 8Cl^- + 10H^+$ ，C 错误；

D. 碳酸钙的溶解度小于硫酸钙，可以用碳酸钠溶液浸泡水垢使硫酸钙转化为疏松、易溶于酸的碳酸钙，反应的离子方程式为 $CaSO_4 + CO_3^{2-} = CaCO_3 + SO_4^{2-}$ ，D 正确；

故答案选 D。

9. 【答案】C

【详解】A. 根据 PLA 的结构简式，聚乳酸是其分子中的羧基与另一分子中的羟基发生反应聚合得到的，含有酯基结构，可以在碱性条件下发生降解反应，A 正确；

B. 根据 MP 的结果，MP 可视为丙酸和甲醇发生酯化反应得到的，因此其化学名称为丙酸甲酯，B 正确；

C. MP 的同分异构体中，含有羧基的有 2 种，分别为正丁酸和异丁酸，C 错误；

D. MMA 中含有双键结构，可以发生加聚反应生成高分子 $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right]_n$ ，D 正确；

故答案选 C。

10. 【答案】B

【详解】A. 由分析可知, a 为 NH_4NO_3 溶液, 为强酸弱碱盐的溶液, NH_4^+ 水解显酸性, 故 a 显弱酸性, A 项错误

B. 由分析可知, f 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, b 为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为两性氢氧化物, 可溶液强碱, 故 f 可溶于过量的 b 中, B 项正确;

C. 由分析可知, c 为 AlCl_3 溶液, e 为 NH_3 , AlCl_3 溶液通入 NH_3 会生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不溶于弱碱, 继续通入 NH_3 不能得到无色溶液, C 项错误;

D. 由分析可知, b 为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$, d 为 Na_2CO_3 , 二者反应生成 BaCO_3 沉淀, 可溶与稀硝酸, D 项错误;
故选 B。

11. 【答案】A

【详解】A. 由分析可知, X 为 N 元素, Z 为 P 元素, X 和 Z 属于同一主族, A 项正确;

B. 由分析可知, X 为 N 元素, Y 为 F 元素, Z 为 P 元素, 非金属性: $\text{F} > \text{N} > \text{P}$, B 项错误;

C. 由分析可知, Y 为 F 元素, Z 为 P 元素, 非金属性越强, 其简单气态氢化物的稳定性越强, 即气态氢化物的稳定性: $\text{HF} > \text{PH}_3$, C 项错误;

D. 由分析可知, W 为 Li 元素, X 为 N 元素, Y 为 F 元素, 同周期主族元素原子半径随着原子序数的增大而减小, 故原子半径: $\text{Li} > \text{N} > \text{F}$, D 项错误;

故选 A。

12. 【答案】C

【详解】A. 充电时该装置为电解池, 电解池中阳离子向阴极迁移, 即 Zn^{2+} 向阴极方向迁移, A 不正确;

B. 放电时, 负极的电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, 则充电时阴极反应为 $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$, 即充电时 Zn 元素化合价应降低, 而选项中 Zn 元素化合价升高, B 不正确;

C. 放电时 MnO_2 电极为正极, 正极上检测到 MnOOH 和少量 ZnMn_2O_4 , 则正极上主要发生的电极反应是

$\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{MnOOH} + \text{OH}^-$, C 正确;

D. 放电时, Zn 电极质量减少 0.65g (物质的量为 0.010mol), 电路中转移 0.020mol 电子, 由正极的主要反应

$\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{MnOOH} + \text{OH}^-$ 可知, 若正极上只有 MnOOH 生成, 则生成 MnOOH 的物质的量为

0.020mol, 但是正极上还有 ZnMn_2O_4 生成, 因此, MnOOH 的物质的量小于 0.020mol, D 不正确;

综上所述, 本题选 C。

13. 【答案】D

【详解】A. 2mL 时 Ag_2CrO_4 与 NaCl 溶液恰好完全反应, 则 a 点时溶质为 NaCl 和 Na_2CrO_4 , 电荷守恒:

$c(\text{Na}^+) + c(\text{Ag}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CrO}_4^{2-}) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 此时 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 、 $c(\text{Ag}^+)$ 可忽略不计, a 点为 Cl^- 和 CrO_4^{2-} 曲

线的交点, 即 $c(\text{CrO}_4^{2-}) = c(\text{Cl}^-)$, 则溶液中 $c(\text{Na}^+) \approx 3c(\text{Cl}^-)$, A 错误;

B. 当 $V(\text{NaCl}) = 1.0\text{mL}$ 时, 有一半的 Ag_2CrO_4 转化为 AgCl , Ag_2CrO_4 与 AgCl 共存, 均达到沉淀溶解平衡, 取图中横坐标为 1.0mL 的点, 得 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+)c(\text{Cl}^-) = 10^{-5.18} \times 10^{-4.57} = 10^{-9.75}$, $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) =$

$c^2(\text{Ag}^+)c(\text{CrO}_4^{2-})=(10^{-5.18})^2 \times 10^{-1.60}=10^{-11.96}$ ，则 $\frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)} = \frac{10^{-9.75}}{10^{-11.96}} = 10^{2.21}$ ，B 错误；

C. $V < 2.0\text{mL}$ 时， Ag^+ 未沉淀完全，体系中 Ag_2CrO_4 和 AgCl 共存，则 $\frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)} = \frac{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})}$

为定值，即 $\frac{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{Cl}^-)}$ 为定值，由图可知，在 $V \leq 2.0\text{mL}$ 时 $c(\text{Ag}^+)$ 并不是定值，则 $\frac{c(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{Cl}^-)}$ 的值也不

是定值，即在变化，C 错误；

D. $V > 2.0\text{mL}$ 时 AgCl 处于饱和状态， $V(\text{NaCl})=2.4\text{mL}$ 时，图像显示 $c(\text{Cl}^-)=10^{-1.93}\text{mol/L}$ ，则 $c(\text{Ag}^+)=$

$\frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{c(\text{Cl}^-)} = \frac{10^{-9.75}}{10^{-1.93}} = 10^{-7.82}\text{mol/L}$ ，故 $y_1 = -7.82$ ，此时 Ag_2CrO_4 全部转化为 AgCl ， $n(\text{CrO}_4^{2-})$ 守恒，等于起始时

$n(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$ ，则 $c(\text{CrO}_4^{2-}) = \frac{n(\text{CrO}_4^{2-})}{V} = \frac{0.1 \times 10^{-3}\text{mol}}{(1+2.4)\text{mL}} = \frac{1}{34}\text{mol/L}$ ，则 $y_2 = \lg c(\text{CrO}_4^{2-}) = \lg \frac{1}{34} = -\lg 34$ ，D 正确；

故答案选 D。

14. 【答案】C

【详解】根据反应前后质量数和电荷数守恒可得

$$6 \times 2 = 2 \times 4 + x + y$$

$$6 = 2 \times 2 + y$$

解得

$$x = 2, \quad y = 2$$

故选 C。

15. 【答案】D

【详解】设 P 的质量为 M ，P 与桌面的动摩擦力为 f ；以 P 为对象，根据牛顿第二定律可得

$$T - f = Ma$$

以盘和砝码为对象，根据牛顿第二定律可得

$$mg - T = ma$$

联立可得

$$a = \frac{mg - f}{M + m} = \frac{g - \frac{f}{m}}{M + m} \cdot m$$

可知当砝码的重力大于 f 时，才有一定的加速度，当 m 趋于无穷大时，加速度趋近等于 g 。

故选 D。

16. 【答案】D

【解析】

【详解】A. 在环月飞行时，样品所受合力提供所需的向心力，不为零，故 A 错误；

BD. 若将样品放置在月球正面，它对月球表面压力大小等于它在月球表面的重力大小；由于月球表面自由落体

加速度约为地球表面自由落体加速度的 $\frac{1}{6}$ ，则样品在地球表面的重力大于在月球表面的重力，所以样品放置在

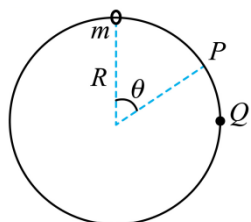
月球背面时对月球的压力，比放置在地球表面时对地球的压力小，故 B 错误，D 正确；

C. 样品在不同过程中受到的引力不同，但样品的质量相同，故 C 错误。

故选 D。

17. 【答案】C

【详解】方法一（分析法）：设大圆环半径为 R ，小环在大圆环上某处（ P 点）与圆环的作用力恰好为零，如图所示



设图中夹角为 θ ，从大圆环顶端到 P 点过程，根据机械能守恒定律

$$mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2$$

在 P 点，根据牛顿第二定律

$$mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R}$$

联立解得

$$\cos \theta = \frac{2}{3}$$

从大圆环顶端到 P 点过程，小环速度较小，小环重力沿着大圆环圆心方向的分力大于小环所需的向心力，所以大圆环对小环的弹力背离圆心，不断减小，从 P 点到最低点过程，小环速度变大，小环重力和大圆环对小环的弹力合力提供向心力，所以大圆环对小环的弹力逐渐变大，根据牛顿第三定律可知小环下滑过程中对大圆环的作用力大小先减小后增大。

方法二（数学法）：设大圆环半径为 R ，小环在大圆环上某处时，设该处与圆心的连线与竖直向上的夹角为 θ ($0 \leq \theta \leq \pi$)，根据机械能守恒定律

$$mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2 \quad (0 \leq \theta \leq \pi)$$

在该处根据牛顿第二定律

$$F + mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R} \quad (0 \leq \theta \leq \pi)$$

联立可得

$$F = 2mg - 3mg \cos \theta$$

则大圆环对小环作用力的大小

$$|F| = |2mg - 3mg \cos \theta|$$

根据数学知识可知 $|F|$ 的大小在 $\cos \theta = \frac{2}{3}$ 时最小，结合牛顿第三定律可知小环下滑过程中对大圆环的作用力大

小先减小后增大。

故选 C。

18. 【答案】B

【详解】根据两点电荷周围的电势分布可知 Q_1 带正电， Q_2 带负电；由图中电势为 0 的等势线可知

$$k \frac{Q_1}{r_1} + k \frac{Q_2}{r_2} = 0$$

由图中距离关系可知

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{6}{3}$$

联立解得

$$\frac{Q_1}{Q_2} = -2$$

故选 B。

19. 【答案】AC

【详解】A. 保持 T 不动，根据理想变压器的性质可知副线圈中电压不变，当滑动变阻器 R 的滑片向 f 端滑动时， R 与 R_1 串联后的总电阻减小，电流增大，根据 $P = I^2 R_1$ 可知此时热功率增大，故 A 正确；

B. 将 T 向 b 端移动，副线圈匝数变小，故副线圈两端电压变小，滑动变阻器 R 的滑片位置不变时，通过 R_1 的电流减小，故热功率减小，故 B 错误；

C. 将 T 向 a 端移动，副线圈匝数增加，故副线圈两端电压变大，滑动变阻器 R 的滑片向 f 端滑动， R 与 R_1 串联后的总电阻减小，电流增大，此时热功率增大，故 C 正确；

D. 将 T 向 b 端移动，副线圈匝数减少，故副线圈两端电压变小，滑动变阻器 R 的滑片向 e 端滑动， R 与 R_1 串联后的总电阻增大，电流减小，此时热功率减小，故 D 错误。

故选 AC。

20. 【答案】BD

【详解】A. 根据牛顿第三定律结合题图可知 $t = 0.15\text{s}$ 时，蹦床对运动员的弹力最大，蹦床的形变量最大，此时运动员处于最低点，运动员的重力势能最小，故 A 错误；

BC. 根据题图可知运动员从 $t = 0.30\text{s}$ 离开蹦床到 $t = 2.3\text{s}$ 再次落到蹦床上经历的时间为 2s ，根据竖直上抛运动的对称性可知，运动员上升时间为 1s ，则在 $t = 1.3\text{s}$ 时，运动员恰好运动到最大高度处， $t = 0.30\text{s}$ 时运动员的速度大小

$$v = 10 \times 1 \text{m/s} = 10 \text{m/s}$$

故 B 正确，C 错误；

D. 同理可知运动员落到蹦床时的速度大小为 10m/s ，以竖直向上为正方向，根据动量定理

$$F \cdot \Delta t - mg \cdot \Delta t = mv - (-mv)$$

其中

$$\Delta t = 0.3\text{s}$$

代入数据可得

$$F = 4600\text{N}$$

根据牛顿第三定律可知运动员每次与蹦床接触到离开过程中对蹦床的平均作用力大小为 4600N ，故 D 正确。

故选 BD。

21. 【答案】AC

【详解】设线圈的上边进入磁场时的速度为 v ，设线圈的质量 M ，物块的质量 m ，图中线圈进入磁场时线圈的加速度向下，则对线圈由牛顿第二定律可知

$$Mg + F_{\text{安}} - T = Ma$$

对滑块

$$T - mg = ma$$

其中

$$F_{\text{安}} = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

即

$$\frac{B^2 L^2 v}{R} + (M - m)g = (M + m)a$$

线圈向上做减速运动，随速度的减小，向下的加速度减小；当加速度为零时，即线圈匀速运动的速度为

$$v_0 = \frac{(M - m)gR}{B^2 L^2}$$

A. 若线圈进入磁场时的速度较小，则线圈进入磁场时做加速度减小的减速运动，线圈的速度和加速度都趋近于零，则图像 A 可能正确；

B. 因 $t=0$ 时刻线圈就进入磁场，则进入磁场时线圈向上不可能做匀减速运动，则图像 B 不可能；

CD. 若线圈的质量等于物块的质量，且当线圈进入磁场时，且速度大于 v_0 ，线圈进入磁场做加速度减小的减速运动，完全进入磁场后线圈做匀速运动；当线圈出离磁场时，受向下的安培力又做加速度减小的减速运动，最终出离磁场时做匀速运动，则图像 C 有可能，D 不可能。

22. 【答案】(1) 5.0 (2) ①. 失重 ②. 1.0

【小问 1 详解】

由图可知弹簧测力计的分度值为 0.5N，则读数为 5.0N。

【小问 2 详解】

[1] 电梯上行时，一段时间内测力计的示数为 4.5N，小于物体的重力可知此段时间内物体处于失重状态；

[2] 根据

$$G = mg = 5.0\text{N}$$

根据牛顿第二定律

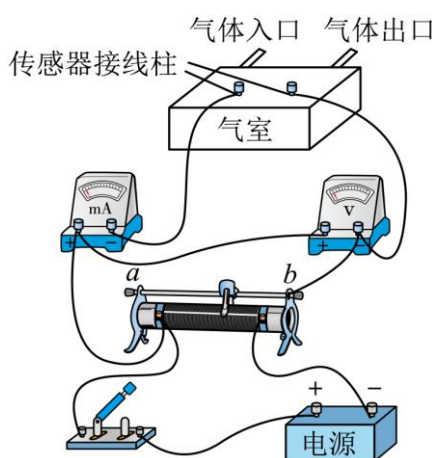
$$mg - T = ma$$

代入数据联立解得电梯加速度大小

$$a \approx 1.0\text{m/s}^2$$

23. 【答案】

①.

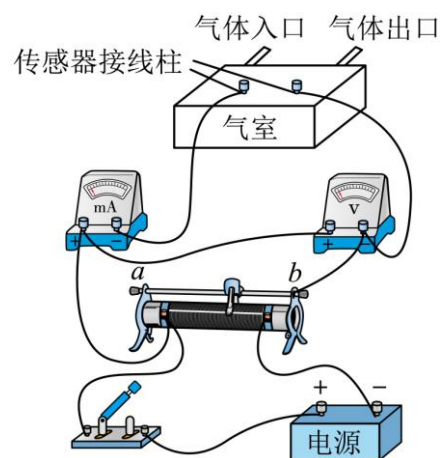


②. a

③. 1.40

④. 17

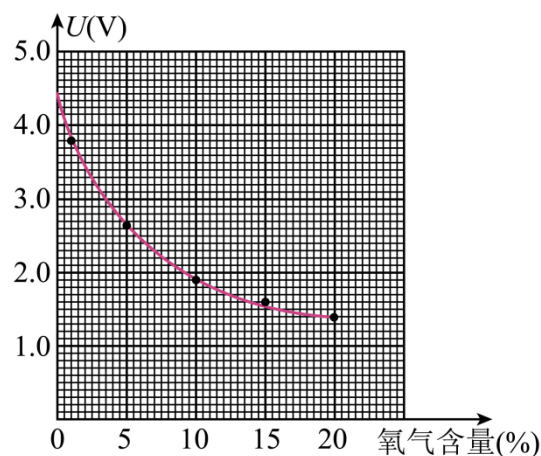
【详解】(1) [1] 为了保持流过传感器的电流恒定，电阻型氧气传感器两端的电压调节范围较大，所以滑动变阻器采用分压式接法，由于毫安表内阻可忽略，所以电流表采用内接法，实物连接图如图所示



(3) [2] 为了保护电路，闭合开关前，需要电阻型氧气传感器两端的电压为零，故滑动变阻器的滑片滑到 a 端口；

(6) [3] 由图可知，电压表的分度值为 $0.1V$ ，需要估读到分度值下一位，其读数为 $1.40V$ ；

[4] 当瓶气体的氧气含量为 20% 时，电压为 $1.40V$ ，在图 (b) 中描出该点，用平滑的曲线将各点连接起来，如图所示



可知电压表的示数为 $1.50V$ 时，此瓶气体的氧气含量为 17% 。

24. 【答案】(1) $20m/s$; (2) $680m$

【详解】(1) 根据匀变速运动速度公式

$$v = at_1$$

可得救护车匀速运动时的速度大小

$$v = 2 \times 10m/s = 20m/s$$

(2) 救护车加速运动过程中的位移

$$x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = 100\text{m}$$

设在 t_3 时刻停止鸣笛，根据题意可得

$$\frac{(t_3 - t_1)20 + 100}{v_0} + t_3 = t_2$$

停止鸣笛时救护车距出发处的距离

$$x = x_1 + (t_3 - t_1) \times v$$

代入数据联立解得

$$x = 680\text{m}$$

25. 【答案】(1) $v = \frac{v_0}{2}$; (2) $U = \frac{BLv_0}{4}$, $W = \frac{CB^2L^2v_0^2}{8}$

【解析】

【详解】(1) 开关 S 闭合后，当外力与安培力相等时，金属棒的速度最大，则

$$F = F_{\text{安}} = BIL$$

由闭合电路欧姆定律

$$I = \frac{E}{R}$$

金属棒切割磁感线产生的感应电动势为

$$E = BLv_0$$

联立可得，恒定的外力为

$$F = \frac{B^2L^2v_0}{R}$$

在加速阶段，外力的功率为

$$P_F = Fv = \frac{B^2L^2v_0}{R}v$$

定值电阻 功率为

$$P_R = I^2R = \frac{B^2L^2v^2}{R}$$

若 $P_F = 2P_R$ 时，即

$$\frac{B^2L^2v_0}{R}v = 2\frac{B^2L^2v^2}{R}$$

化简可得金属棒速度 v 的大小为

$$v = \frac{v_0}{2}$$

(2) 断开开关 S，电容器充电，则电容器与定值电阻串联，则有

$$E = BLv = IR + \frac{q}{C}$$

当金属棒匀速运动时, 电容器不断充电, 电荷量 q 不断增大, 电路中电流不断减小, 则金属棒所受安培力 $F_{\text{安}} = BIL$ 不断减小, 而拉力的功率

$$P_F = F'v = BILv$$

定值电阻功率

$$P_R = I^2 R$$

当 $P_F = 2P_R$ 时有

$$BILv = 2I^2 R$$

可得

$$IR = \frac{BLv}{2}$$

根据

$$E = BLv = IR + \frac{q}{C}$$

可得此时电容器两端电压为

$$U_C = \frac{q}{C} = \frac{BLv}{2} = \frac{1}{4} BLv_0$$

从开关断开到此刻外力所做的功为

$$W = \Sigma BIL(v \cdot \Delta t) = BLv \Sigma I \cdot \Delta t = BLvq$$

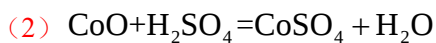
其中

$$q = \frac{CBLv}{2}$$

联立可得

$$W = \frac{CB^2 L^2 v_0^2}{8}$$

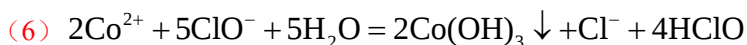
26. 【答案】(1) 增大固体与酸反应的接触面积, 提高钴元素的浸出效率



(3) ①. 1.6×10^{-4} ②. 不能

(4) 4.0mol

(5) $\text{Fe}(\text{OH})_3$



(7) 向滤液中滴加 NaOH 溶液, 边加边搅拌, 控制溶液的 pH 接近 12 但不大于 12, 静置后过滤、洗涤、干燥

【解析】

【小问 1 详解】

“酸浸”前, 需将废渣磨碎, 其目的是增大固体与酸反应的接触面积, 提高钴元素的浸出效率。

【小问 2 详解】

“酸浸”步骤中，Cu 不溶解，Zn 单质及其他 +2 价氧化物除铅元素转化为硫酸铅沉淀外，其他均转化为相应的+2 价阳离子进入溶液，即 CoO 转化为 CoSO₄，反应的化学方程式为 $\text{CoO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CoSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 3 详解】

假设“沉铜”后得到的滤液中 $c(\text{Zn}^{2+})$ 和 $c(\text{Co}^{2+})$ 均为 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，向其中加入 Na₂S 至 Zn²⁺ 沉淀完全，此时

溶液中 $c(\text{S}^{2-}) = \frac{2.5 \times 10^{-22}}{10^{-5}} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = 2.5 \times 10^{-17} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则

$c(\text{Co}^{2+}) = \frac{4.0 \times 10^{-21}}{2.5 \times 10^{-17}} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = 1.6 \times 10^{-4} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $c(\text{Co}^{2+})$ 小于 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，说明大部分 Co²⁺ 也转化为

硫化物沉淀，据此判断不能实现 Zn²⁺ 和 Co²⁺ 的完全分离。

【小问 4 详解】

“沉锰”步骤中，Na₂S₂O₈ 将 Mn²⁺ 氧化为二氧化锰除去，发生的反应为

$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$ ，因此，生成 1.0mol MnO₂，产生 H⁺ 的物质的量为 4.0mol。

【小问 5 详解】

“沉锰”步骤中，S₂O₈²⁻ 同时将 Fe²⁺ 氧化为 Fe³⁺，“沉淀”步骤中用 NaOH 调 pH=4，Fe³⁺ 可以完全沉淀为 Fe(OH)₃，因此，分离出的滤渣是 Fe(OH)₃。

【小问 6 详解】

“沉钴”步骤中，控制溶液 pH=5.0~5.5，加入适量的 NaClO 氧化 Co²⁺，为了保证 Co²⁺ 被完全氧化，NaClO 要适当过量，其反应的离子方程式为 $2\text{Co}^{2+} + 5\text{ClO}^- + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Co}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Cl}^- + 4\text{HClO}$ 。

【小问 7 详解】

根据题中给出的信息，“沉钴”后的滤液的 pH=5.0~5.5，溶液中有 Zn 元素以 Zn²⁺ 形式存在，当 pH>12 后氢氧化锌会溶解转化为 [Zn(OH)₄]²⁻，因此，从“沉钴”后的滤液中回收氢氧化锌的方法是：向滤液中滴加 NaOH 溶液，边加边搅拌，控制溶液的 pH 接近 12 但不大于 12，静置后过滤、洗涤、干燥。

27. 【答案】(1) 烧杯、漏斗、玻璃棒，可任选两种作答

- (2) 50% (3) ①. 液体分层，上层为无色，下层为紫红色 ②. 还原性、氧化性
(4) ①. 避免溶质损失 ②. 盖好瓶塞，反复上下颠倒、摇匀 (5) BD (6) A

【解析】

【小问 1 详解】

过滤操作需要的玻璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒，可任选两种作答。

【小问 2 详解】

实验中加入尿素的质量为 12.0g，物质的量为 0.2mol，过氧化氢的质量为 $25\text{mL} \times 1.11\text{g}\cdot\text{cm}^{-3} \times 30\% = 8.325\text{g}$ ，物质的量约为 0.245mol，过氧化氢过量，产率应按照尿素的质量计算，理论上可得到过氧化脲 0.2mol，质量为

$0.2\text{mol} \times 94\text{g/mol} = 18.8\text{g}$ ，实验中实际得到过氧化脲 9.4g，故过氧化脲的产率为 $\frac{9.4\text{g}}{18.8\text{g}} \times 100\% = 50\%$ 。

【小问 3 详解】

在过氧化脲的性质检测中，检测 I 用稀硫酸酸化，加入高锰酸钾溶液，紫红色消失，说明过氧化脲被酸性高锰酸钾氧化，体现了过氧化脲的还原性；检测 II 用稀硫酸酸化，加入 KI 溶液和四氯化碳溶液，过氧化脲会将 KI 氧化为 I_2 单质，体现了过氧化脲的氧化性，生成的 I_2 在四氯化碳中溶解度大，会溶于四氯化碳溶液，且四氯化碳密度大于水，振荡，静置后出现的现象为：液体分层，上层为无色，下层为紫红色。

【小问 4 详解】

操作 a 为洗涤烧杯和玻璃棒，并将洗涤液转移到容量瓶中，目的是避免溶质损失；定容后应盖好瓶塞，反复上下颠倒、摇匀。

【小问 5 详解】

- A. $KMnO_4$ 溶液是强氧化性溶液，应置于酸式滴定管中，A 项正确；
B. 量筒的精确度不能达到 $0.01mL$ ，量取 $25.00mL$ 的溶液应选用滴定管，B 项错误；
C. 滴定过程中，待测液有可能会溅到锥形瓶内壁，滴定近终点时，为了使结果更精确，可用洗瓶冲洗锥形瓶内壁，C 项正确；
D. 锥形瓶内溶液变色后，应等待 $30s$ ，观察溶液不再恢复原来的颜色后，才能记录滴定管液面刻度，D 项错误；
故选 BD。

【小问 6 详解】

- A. 在配制过氧化脲溶液时，容量瓶中液面超过刻度线，会使溶液体积偏大，配制溶液的浓度偏低，会使滴定过程中消耗的 $KMnO_4$ 溶液体积偏低，导致测定结果偏低，A 项符合题意；
B. 滴定管水洗后未用 $KMnO_4$ 溶液润洗，会导致 $KMnO_4$ 溶液浓度偏低，会使滴定过程中消耗的 $KMnO_4$ 溶液体积偏高，导致测定结果偏高，B 项不符合题意；
C. 摇动锥形瓶时 $KMnO_4$ 溶液滴到锥形瓶外，会使滴定过程中消耗的 $KMnO_4$ 溶液体积偏高，导致测定结果偏高，C 项不符合题意；
D. 滴定前滴定管尖嘴处有气泡，滴定后气泡消失，会使滴定过程中消耗的 $KMnO_4$ 溶液体积偏高，导致测定结果偏高，D 项不符合题意；

故选 A。

28. 【答案】(1) -67 (2) ①. a ②. 80% ③. 7.8 ④. 10.92

(3) ①. $\frac{3}{2}$ (或 3: 2) ②. $5s$ 以后有 I_2 催化的 CH_2Br_2 的含量逐渐降低，有 I_2 催化的 CH_3Br 的含量陡然上升 ③. I_2 的投入消耗了部分 CH_2Br_2 ，使得消耗的 CH_2Br_2 发生反应生成了 CH_3Br

【解析】

【小问 1 详解】

将第一个热化学方程式命名为①，将第二个热化学方程式命名为②。根据盖斯定律，将方程式①乘以 3 再加上方程式②，即① $\times 3$ +②，故热化学方程式 $3CH_4(g)+3Br_2(g)=C_3H_6(g)+6HBr(g)$ 的 $\Delta H=-29\times 3+20=-67kJ\cdot mol^{-1}$ 。

【小问 2 详解】

(i) 根据方程式①，升高温度，反应向吸热反应方向移动，升高温度，平衡逆向移动， $CH_4(g)$ 的含量增多， $CH_3Br(g)$ 的含量减少，故 CH_3Br 的曲线为 a；

(ii) $560^\circ C$ 时反应达平衡，剩余的 $CH_4(g)$ 的物质的量为 $1.6mmol$ ，其转化率 $\alpha=\frac{(8mmol-1.6mmol)}{8mmol}\times 100\%=80\%$ ；

若只发生一步反应，则生成 $6.4mmol CH_3Br$ ，但此时剩余 CH_3Br 的物质的量为 $5.0mmol$ ，说明还有 $1.4mmol CH_3Br$ 发生反应生成 CH_2Br_2 ，则此时生成的 HBr 的物质的量 $n=6.4+1.4=7.8mmol$ ；

(iii) 平衡时，反应中各组分的物质的量分别为 $n(CH_3Br)=5.0mmol$ 、 $n(Br_2)=0.2mmol$ 、 $n(CH_2Br_2)=1.4mmol$ 、

$$n(\text{HBr})=7.8\text{mmol}, \text{ 故该反应的平衡常数 } K=\frac{c(\text{CH}_2\text{Br}_2) \cdot c(\text{HBr})}{c(\text{CH}_3\text{Br}) \cdot c(\text{Br}_2)}=\frac{\frac{1.4}{V} \times \frac{7.8}{V}}{\frac{5.0}{V} \times \frac{0.2}{V}}=10.92。$$

【小问 3 详解】

$$(i) 11\sim 19\text{s 时, 有 } \text{I}_2 \text{ 的生成速率 } v=\frac{\frac{3.2}{V}-\frac{2.6}{V}}{8}=\frac{0.075}{V} \text{ mmol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}, \text{ 无 } \text{I}_2 \text{ 的生成速率 } v=\frac{\frac{2.2}{V}-\frac{1.8}{V}}{8}=\frac{0.05}{V}$$

$$\text{mmol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}。 \text{生成速率比 } \frac{v(\text{有I}_2)}{v(\text{无I}_2)}=\frac{\frac{0.075}{V}}{\frac{0.05}{V}}=\frac{3}{2};$$

(ii)从图中可以看出, 大约 4.5s 以后有 I_2 催化 CH_2Br_2 的含量逐渐降低, 有 I_2 催化的 CH_3Br 的含量陡然上升, 因此, 可以利用此变化判断 I_2 提高了 CH_3Br 的选择性;

(iii)根据反应机理, I_2 的投入消耗了部分 CH_2Br_2 , 同时也消耗了部分 HBr , 使得消耗的 CH_2Br_2 发生反应生成了 CH_3Br , 提高了 CH_3Br 的选择性。

29. 【答案】(1) ①. 不相等 ②. 温度 a 和 c 时的呼吸速率不相等

(2) 温度 d 时, 叶片的光合速率与呼吸速率相等, 但植物的根部等细胞不进行光合作用, 仍呼吸消耗有机物, 导致植物体的干重减少

(3) 温度过高, 导致部分气孔关闭, CO_2 供应不足, 暗反应速率降低; 温度过高, 导致酶的活性降低, 使暗反应速率降低

(4) 光合速率和呼吸速率差值

【解析】

【分析】影响光合作用的因素有: 光照强度、温度、 CO_2 浓度、酶的活性和数量、光合色素含量等。

【小问 1 详解】

该植物叶片在温度 a 和 c 时的光合速率相等, 但由于呼吸速率不同, 因此叶片有机物积累速率不相等。

【小问 2 详解】

在温度 d 时, 叶片的光合速率与呼吸速率相等, 但由于植物有些细胞不进行光合作用如根部细胞, 因此该植物体的干重会减少。

【小问 3 详解】

温度超过 b 时, 为了降低蒸腾作用, 部分气孔关闭, 使 CO_2 供应不足, 暗反应速率降低; 同时使酶的活性降低, 导致 CO_2 固定速率减慢, C_3 还原速率减慢, 进而使暗反应速率降低。

【小问 4 详解】

为了最大程度地获得光合产物, 农作物在温室栽培过程中, 白天温室的温度应控制在光合速率与呼吸速率差值最大时的温度, 有利于有机物的积累。

30. 【答案】(1) 体液免疫

(2) 肽键 (3) 实验思路: 以蛋白质 A 的片段为抗原, 制备单克隆抗体, 利用差速离心法将吞噬细胞中的溶酶体分离, 并提取溶酶体中的蛋白质, 利用抗原抗体杂交技术进行检测

预期结果: 出现杂交带, 表明蛋白质 A 的片段可出现在吞噬细胞的溶酶体中

【解析】

【小问 1 详解】

特异性免疫包括体液免疫和细胞免疫。病原体感染诱导产生浆细胞的特异性免疫方式属于体液免疫。

【小问 2 详解】

蛋白酶可将蛋白质 A 的一条肽链水解成多个片段, 因此蛋白酶切断的是肽键。

【小问 3 详解】

为验证蛋白质 A 的片段可出现在吞噬细胞的溶酶体中，可以蛋白质 A 的片段为抗原，制备单克隆抗体，利用差速离心法将吞噬细胞中的溶酶体分离，并提取溶酶体中的蛋白质，利用抗原抗体杂交技术进行检测，若出现杂交带，则表明蛋白质 A 的片段可出现在吞噬细胞的溶酶体中。

31. 【答案】(1) 在原地对被保护的生态系统或物种建立自然保护区以及国家公园等
(2) 天敌、竞争者、食物等 (3) 存在环境阻力 (4) 增加生物多样性

【小问 1 详解】

就地保护是指在原地对被保护的生态系统或物种建立自然保护区以及国家公园等，这是对生物多样性最有效的保护。

【小问 2 详解】

为保证鸟类 B 正常生存繁殖，放飞前需考虑的野外生物因素有减少天敌以及竞争者的存在，同时增加鸟类 B 的食物数量和种类。

【小问 3 详解】

种群呈“S”型增长的主要原因是受资源和空间的限制，以及竞争者和天敌的存在，即存在环境阻力。

【小问 4 详解】

保护濒危物种可以增加生物多样性。

32. 【答案】(1) 细胞质 (2) ①. 核糖体 ②. 3:1
(3) ①. 1 ②. 3

【小问 1 详解】

由题意可知，雄性不育株在杂交过程中作母本，在与甲的多次杂交过程中，子代始终表现为雄性不育，即与母本表型相同，说明雄性不育为母系遗传，即制雄性不育的基因 (A) 位于细胞质中。

【小问 2 详解】

以 mRNA 为模板翻译产生多肽链即合成蛋白质的场所为核糖体。控制雄性不育的基因 (A) 位于细胞质中，基因 R 位于细胞核中，核基因 R 的表达产物能够抑制基因 A 的表达，则丙的基因型为 A (RR) 或 a (RR)，雄性不育乙的基因型为 A (rr)，子代细胞质来自母本，因此 F₁ 的基因型为 A (Rr)，核基因 R 的表达产物能够抑制基因 A 的表达，因此 F₁ 表现为雄性可育，F₁ 自交，子代的基因型及比例为 A (RR): A (Rr): A (rr) = 1: 2: 1，因此子代中雄性可育株与雄性不育株的数量比为 3: 1。

【小问 3 详解】

丙为雄性可育基因型为 A (RR) 或 a (RR)，甲也为雄性可育基因型为 a (rr)，以丙为父本与甲杂交 (正交) 得 F₁，F₁ 基因型为 a (Rr) 雄性可育，F₁ 自交的后代 F₂ 可育，即则 F₂ 中与育性有关的表现型有 1 种。反交结果与正交结果不同，则可说明丙的基因型为 A (RR)，甲的基因型为 a (rr)，反交时，丙为母本，F₁ 的基因型为 A (Rr)，F₂ 中的基因型及比例为 A (RR): A (Rr): A (rr) = 1: 2: 1，即 F₂ 中与育性有关的基因型有 3 种。

33.I 【答案】ACD

【详解】A. 同一物质的饱和气压与温度有关，温度越大，饱和气压越大，a 中水的温度最低，则 a 中水的饱和气压最小，故 A 正确；

B. 同理，a 中水的温度小于 b 中水的温度，则 a 中水的饱和气压小于 b 中水的饱和气压，故 B 错误；

C. c 中水的温度等于 d 中水的温度，则 c、d 中水的饱和气压相等，故 C 正确；

D. 设大气压强为 p_0 ，试管内外水面的高度差为 Δh ，则 a、b 中试管内气体的压强均为

$$p = p_0 + \rho_{\text{水}} g \Delta h$$

故 D 正确；

E. d 中试管内气体的压强为

$$p_d = p_0 - \rho_{\text{水}} g \Delta h$$

c 中试管内气体的压强为

$$p_c = p_0 + \rho_{\text{水}} g \Delta h$$

可知

$$p_d < p_c$$

故 E 错误。

故选 ACD。

33、II【答案】(1) 100N; (2) 327K

【解析】

【详解】(1) 活塞从位置 a 到 b 过程中，气体做等温变化，初态

$$p_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \text{ 、 } V_1 = S \cdot 11\overline{ab}$$

末态

$$p_2 = ? \text{ 、 } V_2 = S \cdot 10\overline{ab}$$

根据

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

解得

$$p_2 = 1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

此时对活塞根据平衡条件

$$F + p_1 S = p_2 S + N$$

解得卡销 b 对活塞支持力的大小

$$N = 100 \text{ N}$$

(2) 将汽缸内气体加热使气体温度缓慢升高，当活塞刚好能离开卡销 b 时，气体做等容变化，初态

$$p_2 = 1.1 \times 10^5 \text{ Pa} \text{ , } T_2 = 300 \text{ K}$$

末态，对活塞根据平衡条件

$$p_3 S = F + p_1 S$$

解得

$$p_3 = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

设此时温度为 T_3 ，根据

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$$

解得

$$T_3 \approx 327 \text{ K}$$

34.I【答案】ACD

【解析】

【详解】A. 由图可知波长为

$$\lambda = 2 \text{ m}$$

则该波的波速为

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2}{2} \text{ m/s} = 1.0 \text{ m/s}$$

故 A 正确；

B. 此时介质中质点 b 向 y 轴负方向运动，根据波形平移法可知，该波沿 x 轴负方向传播，故 B 错误；

C. 由于质点 a 和质点 c 之间的距离为半个波长，则质点 a 和质点 c 的振动完全相反，所以 $t = 0.25\text{s}$ 时质点 a 和质点 c 的运动方向相反，故 C 正确；

D. $t = 0$ 时刻质点 a 处于波峰位置，则 $t = 0.5\text{s}$ 时，质点 a 刚好经过平衡位置向 y 轴负方向运动，故 D 正确；

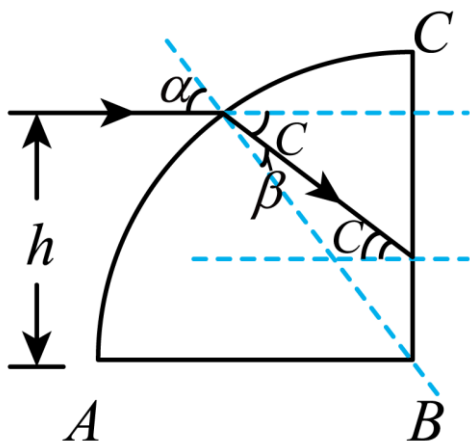
E. $t = 0$ 时刻质点 b 处于平衡位置向 y 轴负方向运动，则 $t = 1.5\text{s}$ 时，质点 b 刚好处于波峰位置，此时质点 b 的速率为 0，故 E 错误。

故选 ACD。

34、II 【答案】 $\sqrt{\frac{1}{4-2\sqrt{2}}}$

【解析】

【详解】如图，画出光路图



可知

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \sqrt{3}$$

设临界角为 C ，得

$$\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}, \quad \cos C = \frac{\sqrt{6}}{3}$$

根据 $\alpha = \beta + C$ 可得

$$\frac{\sin(\beta + C)}{\sin \beta} = \sqrt{3}$$

解得

$$\tan \beta = \frac{1}{3 - \sqrt{2}}$$

故可得

$$\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{12-6\sqrt{2}}}$$

故可知

$$\frac{h}{R} = \sin \alpha = \sqrt{3} \sin \beta = \sqrt{\frac{1}{4-2\sqrt{2}}}$$

35. 【解析】

【小问 1 详解】

IVA 族元素基态原子的价层电子排布为 ns^2np^2 ，其核外未成对电子数为 2，因最外层电子数均为 4，所以在与其他元素形成化合物时，呈现的最高化合价为+4；

【小问 2 详解】

CaC_2 俗称电石，其为离子化合物，由 Ca^{2+} 和 C_2^{2-} 构成，两种离子间存在离子键， C_2^{2-} 中两个 C 原子之间存在非极性共价键，因此，该化合物中不存在的化学键类型为极性共价键和配位键，故选 bd；

【小问 3 详解】

一种光刻胶薄膜成分为聚甲基硅烷 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ -[\text{Si}]_n- \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ，含 C、Si、H 三种元素，其电负性大小： $\text{C} > \text{H} > \text{Si}$ ，则电负性最大的元素是 C，硅原子与周围的 4 个原子形成共价键，没有孤电子对，价层电子对数为 4，则硅原子的杂化轨道类型为 sp^3 ；

【小问 4 详解】

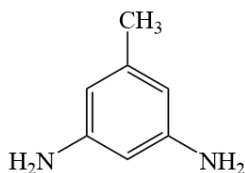
根据表中数据可知， SnF_4 的熔点均远高于其余三种物质，故 SnF_4 属于离子晶体， SnCl_4 、 SnBr_4 、 SnI_4 属于分子晶体，离子晶体的熔点比分子晶体的高， SnCl_4 、 SnBr_4 、 SnI_4 三种物质的相对分子质量依次增大，分子间作用力依次增强，熔点升高，故原因为： SnF_4 属于离子晶体， SnCl_4 、 SnBr_4 、 SnI_4 属于分子晶体，离子晶体的熔点比分子晶体的高，分子晶体的相对分子量越大，分子间作用力越强，熔点越高；

【小问 5 详解】

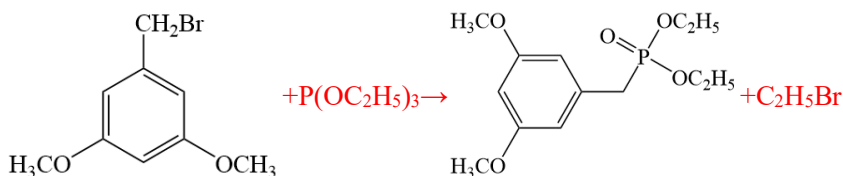
由 PbS 晶胞结构图可知，该晶胞中有 4 个 Pb 和 4 个 S，距离每个原子周围最近的原子数均为 6，因此 Pb 的配位数为 6。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，则 N_A 个晶胞的质量为 $4 \times (207 + 32) \text{g}$ ， N_A 个晶胞的体积为

$$N_A \times (594 \times 10^{-10} \text{cm})^3，因此该晶体密度为 \frac{4 \times (207 + 32)}{N_A \times (594 \times 10^{-10})^3} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} \text{或} \frac{956}{N_A \times (594 \times 10^{-10})^3} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}。$$

36. 【答案】(1) 硝基 (2)



(3) 取代反应 (4)



(5) 4-甲氧基苯甲醛(或对甲氧基苯甲醛)

(6) 鉴别试剂为: FeCl_3 溶液, 实验现象为: 分别取少量有机物 H 和有机物 I 的固体用于水配置成溶液, 向溶液中滴加 FeCl_3 溶液, 溶液呈紫色的即为有机物 I

(7) 9

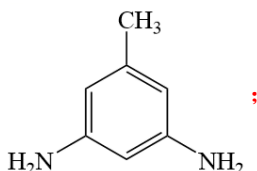
【解析】

【小问 1 详解】

根据有机物 A 的结构可知, A 的官能团为硝基;

【小问 2 详解】

根据分析, 有机物 B 的结构简式为:

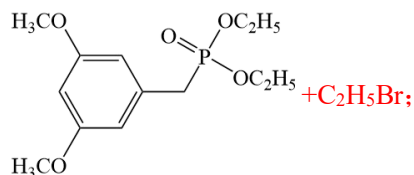
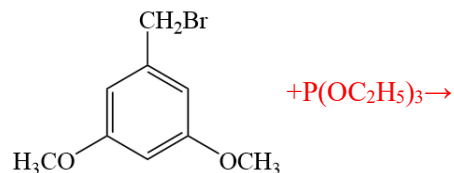


【小问 3 详解】

根据分析, 有机物 C 发生反应生成有机物 D 是将 C 中的羟基取代为甲氧基得到有机物 D, 故反应类型为取代反应;

【小问 4 详解】

根据分析, 有机物 E 与 $\text{P}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ 发生反应得到有机物 F, 反应方程式为:



【小问 5 详解】

有机物 G 可以发生银镜反应说明有机物 G 中含有醛基, 结合其分子式和有机物 F 和有机物 H 的结构可以得到有

有机物 G 的结构为 $\text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$, 其化学名称为: 4-甲氧基苯甲醛(或对甲氧基苯甲醛);

【小问 6 详解】

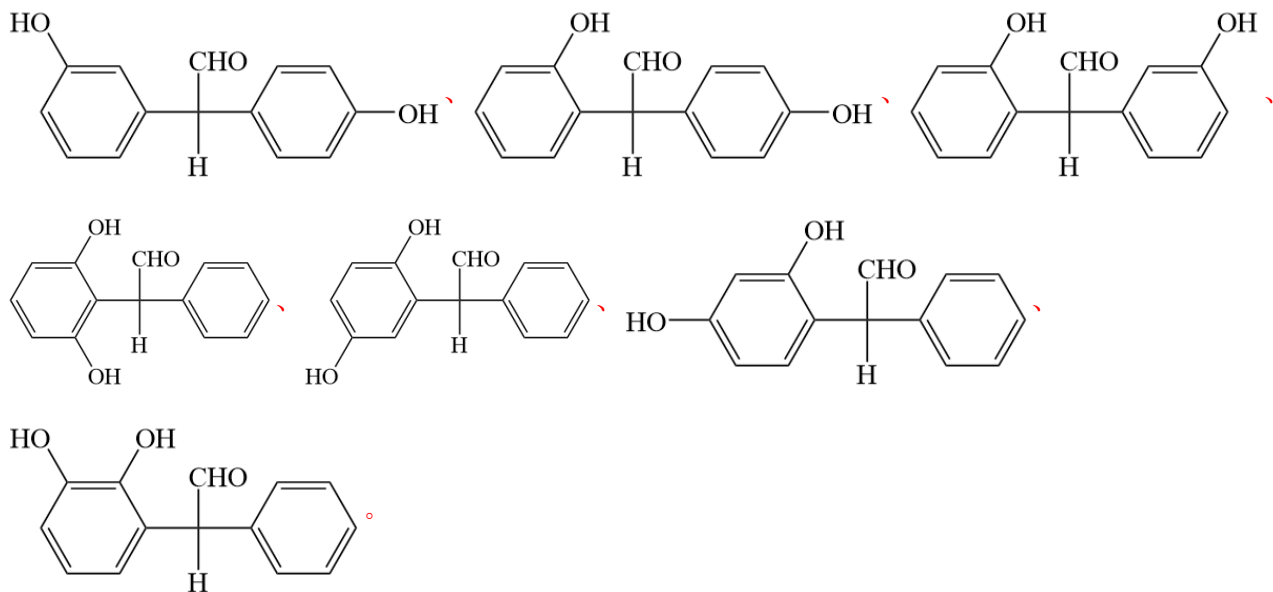
对比有机物 H 和有机物 I 的结构可以看出, 有机物 I 中含有酚羟基, 可以由此进行鉴别, 鉴别试剂为 FeCl_3 溶液, 实验现象为分别取少量有机物 H 和有机物 I 的固体用于水配置成溶液, 向溶液中滴加 FeCl_3 溶液, 溶液呈紫色的即为有机物 I;

【小问 7 详解】

对于有机物 I 的同分异构体, 可以发生银镜反应说明含有醛基; 含有手性碳原子, 说明有饱和碳原子, 可以得

到其主体结构为 , 因其含有两个酚羟基和手性碳原子, 则满足条件的同分异构体

有 9 种, 分别为:



37. 【答案】(1) 前者微生物分散的活菌和死菌一起计数，后者存在多个活菌形成一个菌落的情况且只计数活菌
(2) 5000

(3) ①. 杀死涂布器上可能存在的微生物，防止涂布器上可能存在的微生物污染 ②. 防止温度过高杀死菌种

(4) ①. A ②. A 消毒液活菌数减少量最多，且杀菌时间较短，效率最高

(5) 黑

【解析】

【分析】平板划线法是通过接种环在琼脂固体培养基表面连续划线的操作。将聚集的菌种逐步稀释分散到培养基的表面。在数次划线后培养，可以分离到由一个细胞繁殖而来的肉眼可见的子细胞群体，这就是菌落。稀释涂布平板法是将菌液进行一系列的梯度稀释，然后将不同稀释度的菌液分别涂布到琼脂固体培养基的表面，进行培养。分为系列稀释操作和涂布平板操作两步。

【小问 1 详解】

显微镜直接计数法把死菌和活菌一起计数。菌落计数法计数只计活菌数，还可能存在多个活菌形成一个菌落的情况，故前者的数量多于后者。

【小问 2 详解】

从 100 mL 细菌原液中取 1 mL 加入无菌水中得到 10 mL 稀释菌液，即稀释了 10 倍，1 mL 细菌原液中细菌浓度 = (菌落数 ÷ 菌液体积) × 稀释倍数 = (100 ÷ 200 μL) × 10 个 = 5000 个。

【小问 3 详解】

菌落计数过程中，涂布器应先在酒精灯上灼烧，冷却后再涂布。灼烧 目的是杀死涂布器上可能存在的微生物，防止涂布器上可能存在的微生物污染，冷却的目的是防止温度过高杀死菌种。

【小问 4 详解】

A 消毒液活菌数减少量最多，且杀菌时间较短，效率最高，因此 A 消毒液杀菌效果最好。

【小问 5 详解】

大肠杆菌在伊红美蓝培养基上生长的菌落呈黑色。

38. 【答案】(1) ①. 变性 ②. 氢键

(2) ①. 避免目的基因和质粒的任意连接、防止目的基因和质粒的自身环化 ②. T₄DNA 连接酶

(3) ①. 细胞处于一种能吸收周围环境中 DNA 分子的生理状态 ②. 利用 DNA 分子杂交技术，将大肠杆菌的基因组 DNA 提取出来，在含有目的基因的 DNA 片段上用放射性同位素等作标记，以此作为探针，使探针与基因组 DNA 杂交，如果显示出杂交带，表明大肠杆菌中含有重组质粒

(4) 甘氨酸-脯氨酸-丝氨酸

【解析】

【小问 1 详解】

PCR 的每次循环包括变性、复性、延伸 3 个阶段，其中 DNA 双链打开成为单链的阶段是变性，引物与模板 DNA 链碱基之间的化学键是氢键。

【小问 2 详解】

构建重组质粒时，与单一酶酶切相比，采用的双酶切方法，可以形成不同的黏性末端，双酶切可以避免目的基因和质粒的反向连接、目的基因和质粒的自身环化。酶 c 单酶切后形成平末端，需用 T₄DNA 连接酶连接。

【小问 3 详解】

大肠杆菌细胞最常用的转化方法是：首先用 Ca²⁺处理细胞，使细胞处于一种能吸收周围环境中 DNA 分子的生理状态，这种细胞称为感受态细胞。若要验证转化的大肠杆菌中含有重组质粒，可利用 DNA 分子杂交技术，将大肠杆菌的基因组 DNA 提取出来，在含有目的基因的 DNA 片段上用放射性同位素等作标记，以此作为探针，使探针与基因组 DNA 杂交，如果显示出杂交带，表明大肠杆菌中含有重组质粒

【小问 4 详解】

蛋白 E 基因中的一段 DNA 编码序列是 GGGCCCAAGCTGAGATGA，编码链与模板链互补，模板链与 mRNA 互补，因此 mRNA 上的序列为 GGGCCCAAGCUGAGAUGA，若第一个核苷酸 G 缺失，则 mRNA 上的序列变为 GGCCCAAGCUGAGAUGA，肽链序列是甘氨酸-脯氨酸-丝氨酸。