

理科综合

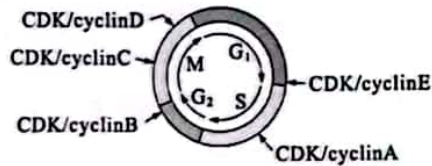
考生注意:

1. 本试卷分第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,共 300 分。考试时间 150 分钟。
2. 请将各题答案填写在答题卡上。
3. 可能用到的相对原子质量: H:1 C:12 N:14 O:16 S:32 Fe:56 Sb:122
4. 希君生羽翼,一化北溟鱼。

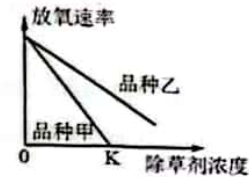
第 I 卷(选择题 共 126 分)

一、选择题:本大题共 13 小题,每小题 6 分,共 78 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

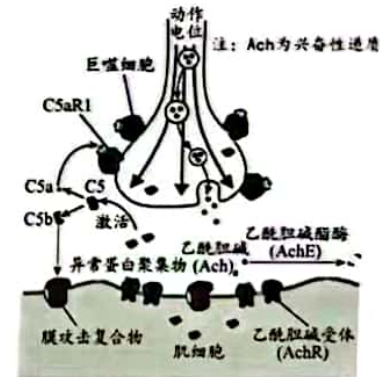
1. 细胞周期可分为分裂间期和分裂期(M 期),根据 DNA 合成情况,分裂间期又分为 G₁ 期、S 期和 G₂ 期。只有当相应的过程正常完成,细胞周期才能进入下一个阶段。研究证明不同时期的细胞通过形成不同的周期蛋白复合物(CDK/cyclin)推动细胞完成分裂过程。下列说法错误的是



- A. 可以通过抑制周期蛋白 E 的活性使细胞阻滞在 G₁/S 检查点
 - B. 将 G₀ (不分裂) 的细胞与处于周期中的去核细胞融合, 细胞可能重启分裂
 - C. 研制抗周期蛋白 A 的抗体是治疗癌症的新思路, 但是该方法可能给患者带来严重的副作用
 - D. 若用一定浓度的秋水仙素处理周期中的细胞, 则 CDK/cyclin A 复合物将不能推动细胞通过 S 期
2. 在适宜条件下, 用不同浓度的某除草剂分别处理甲和乙两种杂草的叶片, 并加入氧化还原指示剂, 根据指示剂颜色变化显示放氧速率(氧气释放速率), 结果如图。下列叙述错误的是



- A. 需要先建立指示剂颜色变化与放氧速率关系的数学模型
 - B. 相同浓度除草剂条件下指示剂颜色变化快的品种受除草剂抑制效果更显著
 - C. 该除草剂有效成分可能是高浓度的 2, 4-D
 - D. 除草剂浓度为 K 时, 品种甲的叶绿体仍可发生 CO₂ 固定
3. 下列实验中使用的实验器材或实验方法, 不能达到实验目的的是
- A. 提取色素时可用体积分数为 95% 的酒精加入适量无水碳酸钠来代替无水乙醇
 - B. 鉴定蛋白质可把斐林试剂中 CuSO₄ 进行一定程度稀释代替双缩脲试剂
 - C. 探究 DNA 复制方式是通过差速离心法得到不同放射性强度的条带
 - D. 借助纸层析法分析洋葱管状叶中光合色素的种类
4. 肌萎缩侧索硬化(ALS)是一种神经肌肉退行性疾病。患者体内的蛋白质 C5 被激活后裂解为 C5a 和 C5b, C5a 与 C5aR1 结合后激活巨噬细胞, 攻击运动神经元导致其损伤; C5b 与其他物质结合形成膜攻击复合物后, 引起 Ca²⁺ 和 Na⁺ 内流进入肌细胞使其破裂。下列叙述正确的是



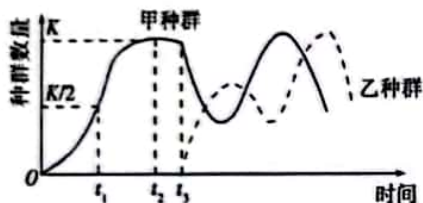
- A. Ca²⁺ 和 Na⁺ 内流导致肌细胞渗透压升高, 吸水过多而破裂

B. C5a 与 C5aR1 结合后激活巨噬细胞, 攻击运动神经元导致其损伤, 属于免疫缺陷

C. Ach 与肌肉细胞膜上的受体结合, 发挥作用后, 将被突触前膜回收

D. 若给 ALS 患者注射 C5a 的抗体, 一定会加重病情

5. 如图表示甲、乙两种群先后迁入某生态系统后的种群数量变化曲线。下列说法错误的是



- A. 甲种群迁入的某生态系统可能存在甲种群的天敌
 B. 甲种群和乙种群之间通过信息传递发生负反馈调节
 C. 乙种群迁入该生态系统后, 使甲种群的环境容纳量变小
 D. 甲种群的出生率随着种群数量的增加而降低, 在 K 值时降为 0

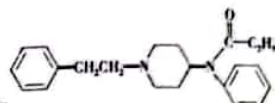
6. 雌性哺乳动物体细胞核中, 两条 X 染色体中的任意一条上的大部分片段会异固缩, 异固缩片段上的基因不能表达, 这条染色体称为巴氏小体。巴氏小体现象可能与该条 X 染色体上广泛甲基化有关。巴氏小体可以实现两性间在性染色体上基因表达的剂量补偿, 即让雌雄个体性染色体上保证相等或近乎相等的有效基因表达剂量。下列与之相关的叙述错误的是


- A. 甲基化的 DNA 仍能完成复制过程
 B. 巴氏小体上与 Y 染色体同源部分比非同源部分的异固缩化程度更高
 C. 巴氏小体现象会导致人类女性群体中色盲实际发病率高于理论发病率
 D. 细胞分化可能与细胞中某些基因甲基化有关

7. 化学与生活、环境、科技等密切相关。下列说法正确的是

- A. 二氧化碳、氮氧化物和二氧化硫的超量排放是形成酸雨的主要原因。
 B. “纳米铜”具有很强的化学活性, 在空气中可以燃烧, 说明“纳米铜”还原性比铜片更强。
 C. “辽宁舰”上用于舰载机降落拦阻索的特种钢缆属于新型无机非金属材料
 D. 用浸泡过 KMnO_4 溶液的硅藻土保鲜水果是利用 KMnO_4 的氧化性

8. 美国“芬太尼”事件引发全世界关注, 芬太尼为一种麻醉、镇痛药物, 其结构

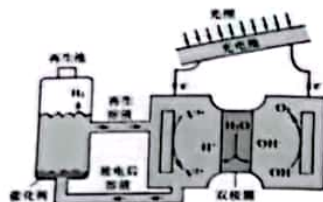


简式为 , 超剂量使用该药物会导致严重后果, 下列说法正确的是

- A. 芬太尼的分子式为 $\text{C}_{22}\text{H}_{27}\text{N}_2\text{O}$ B. 芬太尼分子中含有碳碳双键
 C. 芬太尼分子中所有的碳原子可能共平面 D. 芬太尼的一氯代物有 13 种 (不考虑立体异构)
 9. 能正确表示下列反应的离子方程式的是
 A. 铜与浓硫酸反应: $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 B. 二氧化铅与浓盐酸反应: $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = \text{Pb}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 C. 将氢氧化铁固体溶于 HI 溶液: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
 D. 向氯化钡中通入少量的二氧化硫: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$
 10. 下列实验中, 操作和现象以及对应结论都正确且现象与结论具有因果关系的是

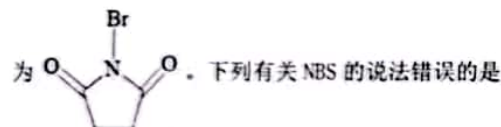
选项	操作和现象	结论
A.	滴有酚酞的 Na_2CO_3 溶液中加入 BaCl_2 溶液, 红色变浅	Na_2CO_3 溶液中存在水解平衡
B.	将硫酸酸化的 H_2O_2 溶液滴入到 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中, 溶液变黄色	氧化性: $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{Fe}^{3+}$
C.	常温下, 测得饱和 Na_2S 溶液的 PH 大于饱和 Na_2CO_3 溶液	常温下水解程度: $\text{S}^{2-} > \text{CO}_3^{2-}$
D.	向分液漏斗中加入碘水后再加入 CCl_4 , 充分振荡, 分层, 且上层溶液至紫色	CCl_4 可作为碘的萃取剂

11. 光电池在光照条件下可产生电压, 如图所示装置可实现光能的充分利用。双极膜复合层间的 H_2O 能解离为 H^+ 和 OH^- , 且双极膜能实现 H^+ 和 OH^- 的定向通过。下列说法正确的是



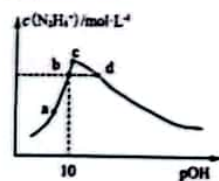
- A. 该装置将光能最终转化为电能
 B. 再生池中的反应为 $2V^{2+} + 2H_2O = 2V^{3+} + 2OH^- + H_2 \uparrow$
 C. 当阳极生成 $33.6 L O_2$ 时, 电路中转移电子数为 $6N_A$
 D. 光照过程中阳极区溶液中的 $n(OH^-)$ 基本不变

12. NBS (N-溴代丁二酰亚胺) 是有机合成中一种很有用的溴代试剂, 其结构简式



- A. 分子中碳原子的杂化类型有两种
 B. 溴在同周期元素中第一电离能最大
 C. 分子中所有原子不可能在同一平面内
 D. 其基态原子未成对电子数最多的是氮原子

13. 已知: 联氨 (N_2H_4) 是二元弱碱 ($pK_{b1}=6, pK_{b2}=15; pK=-lgK$), 在水中的电离方式类似于氨气, 常温下, 向 $0.1 mol \cdot L^{-1} N_2H_4Cl$ 溶液通入 HCl 气体或加入 NaOH 固体 (假设溶液总体积不变), 溶液中 $c(N_2H_5^+)$ 随 POH 变化的曲线如图所示, 下列说法正确的是



- A. N_2H_4Cl 溶液 $c(N_2H_5^+) > c(N_2H_6^{2+}) > c(N_2H_4)$
 B. 水的电离程度: $a > b$
 C. 若 $c(N_2H_6^{2+}) > c(N_2H_4)$, 则 pH 小于 3.5

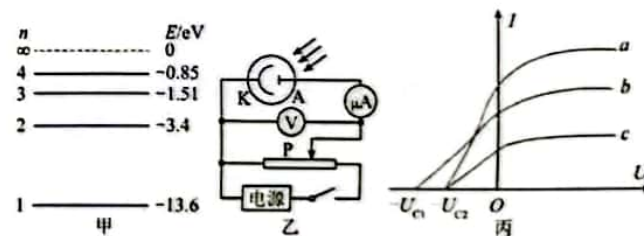
D. b 点加入 NaOH (或通入 HCl) 的物质的量与 d 点通入 HCl (或加入 NaOH) 物质的量相等

二、选择题: 本题共 8 小题, 每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中, 第 14~17 题只有一项符合题目要求; 第 18~21 题有多项符合题目要求, 全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分。

14. 北京时间 2022 年 10 月 7 日 21 分, 中国成功将微厘空间北斗低轨导航增强系统 S5/S6 两颗试验卫星送入离地高度约 700km 的近地轨道。这两颗卫星主要用于实时监测全球卫星导航系统服务性能, 开展导航增强及星间激光通信试验。已知目前在轨运行的中国空间站离地高度约 400km, 若它们绕地球做的均是匀速圆周运动, 已知地球的半径 $R=6400km$, 地球同步卫星的轨道半径约为 $6.6R$, 两颗试验卫星的质量均小于中国空间站的质量, 下列说法正确的是

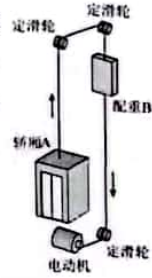
- A. 这两颗试验卫星的线速度大于第一宇宙速度
 B. 这两颗试验卫星的线速度小于地球赤道上随地球一起自转的物体的线速度
 C. 这两颗试验卫星的运行周期小于中国空间站的运行周期
 D. 这两颗试验卫星的动能均小于中国空间站的动能

15. 氢原子的能级图如图甲所示, 一群处于第 4 能级的氢原子, 向低能级跃迁过程中能发出几种不同频率的光, 其中只有频率为 ν_1 、 ν_2 两种光可让图乙所示的光电管阴极 K 发生光电效应, 现分别用频率 ν_1 或 ν_2 的三个光源 a、b、c 分别照射该光电管阴极 K, 测得电流随电压变化的图像如图丙所示, 下列说法中正确的是



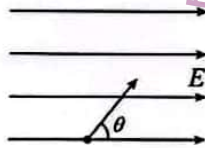
- A. 处于第 4 能级的氢原子向下跃迁最多发出 4 种不同频率的光子
 B. 图线 c 对应的光是氢原子由第 3 能级向第 1 能级跃迁发出的
 C. 图线 a 对应的光子频率大于图线 c 对应的光子频率
 D. 用图线 b 对应的光照射光电管时, 光电流会随着正向电压的增大而不断增大

16. 一种升降电梯的原理如图所示, A 为电梯的轿厢, B 为平衡配重。在某次运行时 A(含乘客)、B 的质量分别为 $M = 1000\text{kg}$ 和 $m = 800\text{kg}$ 。A、B 由跨过轻质滑轮的足够长轻质缆绳连接。电动机通过牵引绳向下拉配重 B, 使得电梯的轿厢由静止开始向上运动(轿厢 A、配重 B 一直未与滑轮相撞)。电动机输出功率 $P = 2\text{kW}$ 保持不变, 不计空气阻力和摩擦阻力, $g = 10\text{m/s}^2$ 。在 A 向上运动过程中, 则



- A. 轿厢 A 能达到的最大速度 $v_m = 0.2\text{m/s}$
- B. 轿厢 A 向上的加速度为 $a = 2\text{m/s}^2$ 时, 配重 B 下端的牵引绳上拉力 $F = 5600\text{N}$
- C. 轿厢 A 先做匀加速直线运动, 再做加速度减小的直线运动, 最后做匀速直线运动
- D. 厢体 A 从静止开始到上升的高度为 5m 时(箱体已处于匀速状态), 所用的时间 $t = 5.25\text{s}$

17. 如图, 空间中存在水平向右的匀强电场, 一带负电的小球以大小为 v , 与水平方向成 60° 角的速度射入匀强电场, 经过一段时间, 小球速度大小仍为 v , 但方向沿水平方向, 已知小球质量为 m , 带电荷量为 $-q$, 重力加速度为 g , 则在该过程中



- A. 小球机械能先增大再减小
- B. 匀强电场的电场强度大小为 $\frac{2mg}{q}$
- C. 小球射入电场后, 经过 $\frac{\sqrt{2}}{6g}v$ 的时间电势能最大
- D. 小球的最小动能为 $\frac{1}{8}mv^2$

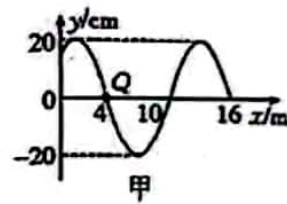
18. 如图所示, 质量为 M 的直-20 武装直升机旋翼有 4 片桨叶, 桨叶旋转形成的圆面面积为 S 。已知空气密度为 ρ , 重力加速度大小为 g 。当直升机悬停空中时, 桨叶旋转推动空气, 空气获得的速度为 v_0 , 则单位时间内桨叶旋转推动空气的质



量可表示为

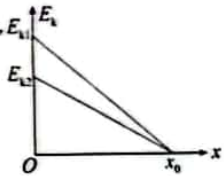
- A. $\frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho S v_0^2$
- B. $\frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho S v_0$
- C. $\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{Mg}{2v_0}$
- D. $\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{Mg}{v_0}$

19. 沿 x 轴传播的一列简谐横波在 $t = 0$ 时刻的波动图像如图甲所示, 平衡位置在 $x = 4\text{m}$ 处的质点 Q 的振动图像如图乙所示, 下列说法正确的是



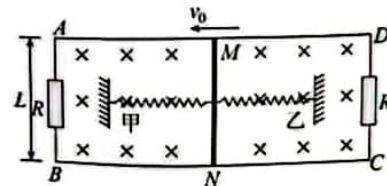
- A. 该波沿 x 轴正方向传播
- B. 该波的波长为 10m
- C. 该波的传播速度为 12m/s
- D. $t = \frac{4}{15}\text{s}$ 时刻, $x = 0$ 处的质点回到平衡位置

20. 一物块以初速度 v_0 自固定斜面底端沿斜面向上运动, 一段时间后回到斜面底端。该物体的动能 E_k 随位移 x 的变化关系如图所示, 题中 x_0 、 E_{k1} 、 E_{k2} 、 v_0 均已知, 根据图中信息可以求出的物理量有



- A. 重力加速度大小
- B. 物体所受滑动摩擦力的大小
- C. 斜面的倾角
- D. 沿斜面上滑的时间

21. 如图所示, ABCD 为固定的水平光滑矩形金属导轨, AB 间距离为 L , 左右两端均接有阻值为 R 的电阻, 处在方向竖直向下、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中, 质量为 m 、长为 L 的导体棒 MN 放在导轨上, 甲、乙两根相同的轻质弹簧一端与 MN 棒中点连接, 另一端均被固定, MN 棒始终与导轨垂直并保持良好的接触, 导轨与 MN 棒的电阻均忽略不计。初始时刻, 两弹簧恰好处于自然长度, MN 棒具有水平向左的初速度 v_0 , 经过一段时间, MN 棒第一次运动至最右端, 在这一过程中 AB 间电阻 R 上产生的焦耳热为 Q , 则



- A. 初始时刻棒受到安培力大小为 $\frac{2B^2 L^2 v_0}{R}$

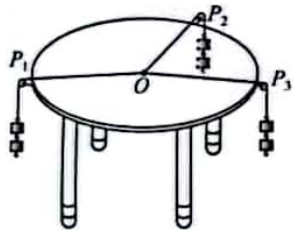
B. 从初始时刻至棒第一次到达最左端的过程中, 整个回路产生焦耳热大于 $\frac{2Q}{3}$

C. 当棒从开始第一次回到初始位置时, AB 间电阻 R 的功率为 $\frac{B^2 L^2 (v_0^2 - \frac{8Q}{3m})}{R}$

D. 当棒第一次到达最右端时, 甲弹簧具有的弹性势能为 $\frac{1}{2}mv_0^2 - 2Q$

三、非选择题: 本题共 14 小题(物理: 22~26 题, 62 分; 化学: 27~30 题, 58 分; 生物: 31~35 题, 54 分), 共 174 分。

22. (6 分) 某兴趣小组的同学为了验证“两个互成角度的力的合成规律”, 设计了一个实验方案, 在圆形桌子桌面上平铺一张白纸, 在桌子边缘安装三个光滑的滑轮(滑轮上侧所在平面与桌面平行), 滑轮 P_1 固定, 滑轮 P_2 、 P_3 可沿桌边移动, 如图所示。可供选择的实验器材有: 刻度尺、三角板、铅笔、白纸、一根橡皮筋、三根细线、质量相同的钩码若干。



部分实验操作步骤如下:

①将橡皮筋中央处和两端点分别与三根细线相连;

②将连在橡皮筋中央的细线跨过固定滑轮 P_1 , 连接橡皮筋两端点的细线跨过可动滑轮 P_2 、 P_3 ;

③在三根细线的下端分别挂上一定数量的钩码, 使连在橡皮筋中央的细线与橡皮筋的结点 O 静止。

(1) 为完成本实验, 下列物理量必须测量或记录的是_____。(填选项前字母)

- A. 橡皮筋的原长 B. 两端橡皮筋伸长后的长度
C. 钩码的质量 D. 三根细线所挂钩码的个数

(2) 在完成本实验的过程中, 下列操作或描述正确的是_____。(填选项前字母)

A. 连接橡皮筋两端点的细线长度必须相同

B. 细线 OP_1 必须在 OP_2 与 OP_3 夹角的角平分线上

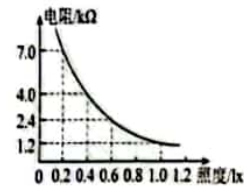
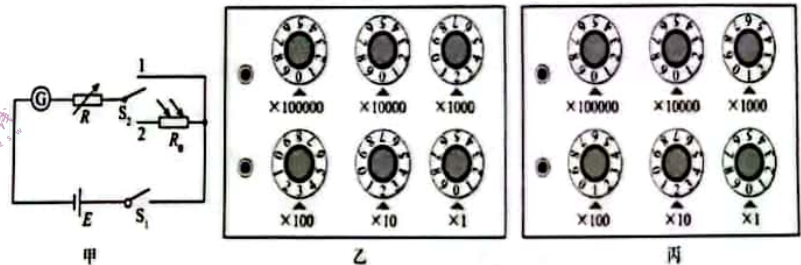
C. 记录图中 O 点的位置和 OP_1 、 OP_2 、 OP_3 的方向

D. 不改变 OP_1 所挂钩码的个数和 OP_1 的方向, 改变 OP_2 与 OP_3 的夹角重复实验, O 点不用在桌面上同一位置

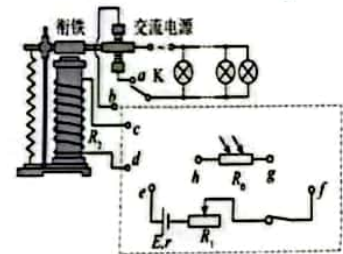
(3) 实验中, 若桌面不水平_____ (填“会”或“不会”) 影响实验的结论。

23. (12 分) 光敏电阻广泛应用于光控制电路中, 物理探究小组设计了图甲所示的电路测量不同照度下的光敏电阻的阻值, 照度单位为勒克斯 (lx)。小组成员先将照射光敏电阻的光调至某一照度, 将电阻箱阻值调到最大, 先闭合电键 S_1 , 再将电键 S_2 与 1 连接, 调节电阻箱的阻值如图乙所示时, 此时通过电流表 G 的电流为 I, 然后将电键 S_2 与 2 连接, 当调节电阻箱的阻值如图丙所示时, 电流表的示数恰好也为 I。

(1) 图乙的读数 $R_1 =$ _____ Ω , 图丙的读数 $R_2 =$ _____ Ω , 此照度下光敏电阻的阻值 $R_0 =$ _____ Ω 。



丁



戊

(2) 图丁是该小组描绘出的光敏电阻的阻值随照度变化的关系图像, 由图丁可知 (1) 中的光照度为 _____ lx (保留两位有效数字)。

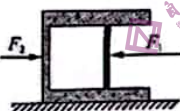
(3) 此光敏电阻随光照强度的减小而_____ (填“增大”、“不变”或“减小”)。

(4) 小组设计了如图戊所示的电路控制路灯, 图戊中 R_0 为此实验的光敏电阻, R_1 为滑动变阻器, 电磁继电器的衔铁由软铁(容易磁化和消磁)制成, R_2 为电磁铁的线圈电阻, K 为单刀双掷开关。当光照强度小到某一值时, 衔铁就会被吸下, 交流电路接通, 当光照强度达到某一值时, 衔铁就会被弹簧拉起, 交流电路就会断开, 路灯熄灭, 请在图戊中原有电路的基础上用笔画连接电路实现这一功能。

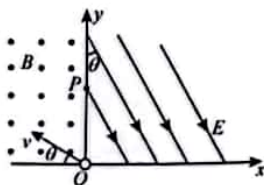
24. (10分) 光滑地面上水平放置一个质量为 $2m$ 导热性能良好的容器(容器壁很薄), 用一个质量为 m 、导热性能良好的活塞封闭一定量的气体在其中, 活塞的横截面积为 S , 容器内部气体的长度为 L , 气体的质量可忽略不计, 活塞和容器间接触光滑。已知外界气压为 p_0 , 环境温度恒定。

(1) 现同时用水平向左的恒力 F_1 和水平向右的恒力 F_2 分别作用在活塞和容器上, 且大小 $F_1 = F_2 = F$, 活塞和容器最终无相对运动。求则容器内部气体的长度 L_1 为多少?

(2) 若去掉 F_2 只施加 F_1 推动活塞, 稳定后一起匀加速运动。求容器内部气体的长度为 L_2 。



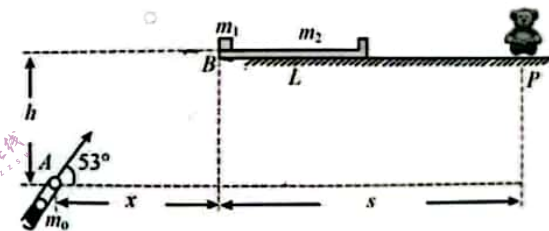
25. (14分) 如图所示的 XOY 坐标系中, 第一象限存在与 XOY 平面平行的匀强电场 E , 且与 y 轴负方向的夹角 $\theta = 30^\circ$, 第二象限存在垂直平面向外的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B 。一带正电粒子自 O 点射入第二象限, 速度 v 与 x 轴负方向的夹角 $\theta = 30^\circ$, 粒子经磁场偏转后从 y 轴上的 P 点进入第一象限, 并由 x 轴上的 M 点(未画出)离开电场。已知 OM 距离为 $3L$, 粒子的比荷为 $\frac{v}{BL}$ 。不计粒子重力。



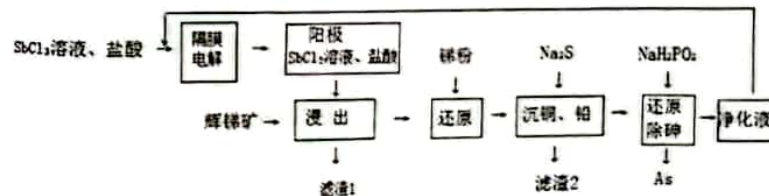
- 求 OP 两点的距离;
- 求粒子在磁场中运动的时间;
- 当该粒子经过 P 点的同时, 在电场中的 N 点由静止释放另一个完全相同的带电粒子, 若两粒子在离开电场前相遇且所需时间最长, 求 N 点的坐标。

26. (20分) 图为某个有奖挑战项目的示意图, 挑战者压缩弹簧将质量 $m_0=0.3\text{kg}$ 的弹丸从筒口 A 斜向上弹出后, 弹丸水平击中平台边缘 B 处质量 $m_1=0.3\text{kg}$ 的滑块或质量 $m_2=0.2\text{kg}$ 的“L形”薄板, 只要薄板能撞上 P 处的玩具小熊就算挑战成功。已知弹丸抛射角 $\theta=53^\circ$, B 与 A 的高度差 $h=20/9\text{m}$, B 与 P 处的小熊相距 $s=2.2\text{m}$, 薄板长度 $L=0.9\text{m}$, 最初滑块在薄板的最左端; 滑块与薄板间的动摩擦因数为 $\mu_1=0.5$, 薄板与平台间的动摩擦因数 $\mu_2=0.3$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力; 薄板厚度不计, 弹丸和滑块都视为质点, 弹丸与滑块发生弹性碰撞, 且之后可能的碰撞也为弹性碰撞。所有碰撞过程的时间和外力影响均不计, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, $\sin 53^\circ=0.8$ 。

- 求 A 、 B 间的水平距离 x ;
- 试通过计算判定滑块能否和薄板右侧相碰, 如果能相碰求碰撞后滑块和薄板的速度;
- 试通过计算判定挑战会不会成功。



27. (14分) 铊(Sb) 是一种重要金属, 原子序数为 51, 我国铊的蕴藏量占世界第一。辉锑矿是铊的硫化物矿物, 主要成分为 Sb_2S_3 , 还含有 As_2S_3 、 PbS 、 CuO 和 SiO_2 等。某校科研小组进行三氯化铊(SbCl_3) 水溶液的电解研究, 然后利用电解过程中阳极生成的 SbCl_5 作为浸出剂, 对辉锑矿进行酸性浸出, 从而实现浸出~电解的闭路循环, 解决了传统炼铊过程中“工业三废”排放量大的问题, 流程如图:



已知:

I. 浸出液主要含盐酸和 SbCl_3 , 还含有 SbCl_5 、 CuCl_2 、 AsCl_3 和 PbCl_2 等杂质。

II. 常温下, $K_{sp}(\text{CuS})=1.0 \times 10^{-36}$, $K_{sp}(\text{PbS})=9.0 \times 10^{-29}$

III. 溶液中离子浓度小于或等于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 时, 可认为该离子沉淀完全。

(1) 原子中运动的电子有两种相反的自旋状态, 若一种用 $+\frac{1}{2}$ 表示, 与之相反的用 $-\frac{1}{2}$ 表示, 称为电子的自旋量子数, 对于基态 Sb 原子, 其价电子自旋量子数的代数和为_____。

(2) 隔膜电解过程中, 在阴极获得金属锑和一种单质气体, 该气体为_____, “隔膜”宜采用_____ (填“阳离子”“阴离子”或“质子”) 交换膜。

(3) 对辉锑矿进行酸性浸出的过程中, SbCl_3 和 Sb_2S_3 发生反应生成一种单质和还原产物 SbCl_3 , 则滤渣 1 的成分是_____ (填化学式)。

(4) 写出“还原”过程中主要的反应化学方程式_____。

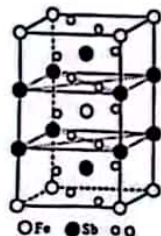
(5) 常温下, “沉铜、铅”过程中, Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 均沉淀完全, 此时溶液中的 S^{2-} 浓度不低于_____ mol/L ; 但加入 Na_2S 的量也不宜过多, 原因是_____。

(6) 还原除砷的原理是: 用 NaH_2PO_2 还原 AsCl_3 , 保持温度为 80°C , 产生了棕色单质砷沉淀和 H_3PO_3 , 该反应中还原剂、氧化剂的物质的量之比为_____。

(7) 锑酸亚铁晶胞如图所示, 其晶胞参数分别为 $a \text{ nm}$ 、 $b \text{ nm}$ 、 $c \text{ nm}$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$, 则:

① 锑酸亚铁的化学式为_____。

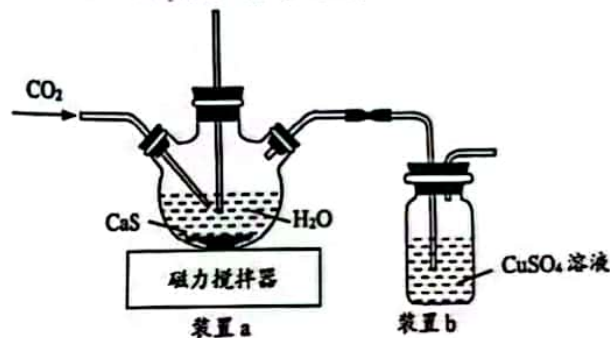
② 晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (设 N_A 为阿伏加德罗常数的值)。



28. (14分)

硫脲 $[\text{CS}(\text{NH}_2)_2]$ 相对分子质量为 76, 在药物制备、金属矿物浮选等方面有广泛应用。已知: 硫脲 $[\text{CS}(\text{NH}_2)_2]$ 易溶于水, 易被氧化, 受热时部分发生异构化生成 NH_4SCN 。实验室中先制备 $\text{Ca}(\text{HS})_2$, 再与 CaCN_2 合成 $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$, 实验室可用下列方法制备, 实验装置(夹持及加热装置略)如图所示。

步骤 I: 称取一定质量的 CaS 在三颈烧瓶中制成浆液, 不断搅拌下通入适量 CO_2 , 反应生成 $\text{Ca}(\text{HS})_2$ 溶液, 装置如图所示。



步骤 II: 将一定量的 CaCN_2 与 $\text{Ca}(\text{HS})_2$ 溶液混合, 加热至 80°C 时生成硫脲。

已知: H_2CO_3 的电离平衡常数分别为 $K_{a1}=4.0 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}=5.6 \times 10^{-11}$; H_2S 的电离平衡常数分别为 $K_{a1}=1.1 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}=1.3 \times 10^{-13}$ 。

回答下列问题:

(1) 在步骤 I 的三颈烧瓶中生成 $\text{Ca}(\text{HS})_2$, 其反应的化学方程式为_____。

(2) 实验中不宜使用盐酸代替 CO_2 的主要原因是_____。

(3) 按如图装置实验, 判断 CO_2 是否已过量的方法是_____。

(4) 步骤 II 在 80°C 时合成硫脲, 同时生成一种常见的碱。控制温度在 80°C 的原因是_____, 合成硫脲的化学方程式为_____。

(5) 粗产品中硫脲的质量分数的测定

① 称取 $m \text{ g}$ 产品, 加水溶解配成 500 mL 溶液。在锥形瓶中加入足量氢氧化钠溶液和 $n \times 10^{-3} \text{ mol}$ 单质碘, 发生反应: $3\text{I}_2 + 6\text{NaOH} = \text{NaIO}_3 + 5\text{NaI} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。量取 25 mL 硫脲溶液加入锥形瓶, 发生反应: $\text{NaIO}_3 + 3\text{CS}(\text{NH}_2)_2 = \text{NaI} + 3\text{HOSC}(\text{NH})\text{NH}_2$;

②充分反应后加稀硫酸至酸性，发生反应： $\text{NaIO}_3 + 5\text{NaI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{I}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。滴加两滴淀粉溶液，用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定，发生反应： $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ 。至终点时消耗标准溶液 $V \text{ mL}$ 。

粗产品中硫脲的质量分数为_____ (用含“ m 、 n 、 c 、 V ”的式子表示)；若滴定时加入的稀硫酸量不足，会导致所测硫脲的质量分数_____ (填“偏高”、“偏低”或“不变”) 已知： $4\text{NaIO}_3 + 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 6\text{NaOH} = 4\text{NaI} + 6\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

29. (15分)

碳酸盐用途很广泛，如工业制碱、中和胃酸、制灭火器等。

(1) 已知 $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq}) = \text{NaHCO}_3(\text{s}) \quad \Delta H_1 = -18.81 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = +12.64 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

则 $\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{H}^+(\text{aq}) = \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

NaHCO_3 组成元素的电负性大小排序为：_____ (填元素符号)；一般酸式盐的溶解度大于正盐， NaHCO_3 则相反，主要原因是碳酸氢钠通过_____ 形成多聚体。

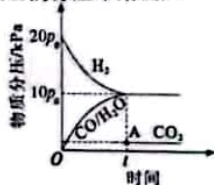
常温下碳酸的电离常数： $K_{a1} = 4.0 \times 10^{-7}$ ， $K_{a2} = 5.6 \times 10^{-11}$ 。 CaCO_3 的 $K_{sp} = 2.8 \times 10^{-9}$ ，将 0.1 mol/L 的 NaHCO_3 与 0.1 mol/L CaCl_2 溶液等体积混合_____ (填“有”或“无”) 沉淀产生。

则反应 $2\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 将 CaCO_3 加热至 $T^\circ\text{C}$ ，部分发生分解，达到平衡时 $K_p = 2p_0 \text{ kPa}$ 。 $T^\circ\text{C}$ ，在一真空密闭容器中加入过量的 CaCO_3 ，再充入一定量的 H_2 ，加入催化剂使其发生反应：

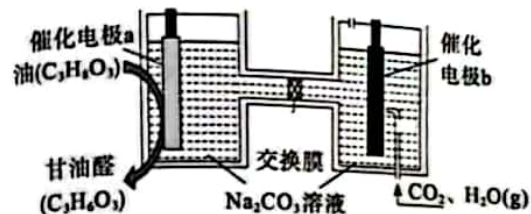
$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (忽略其他副反应)，测得该反应中物质分压如图

所示 (t 时刻前， CO_2 的分压未给出)：



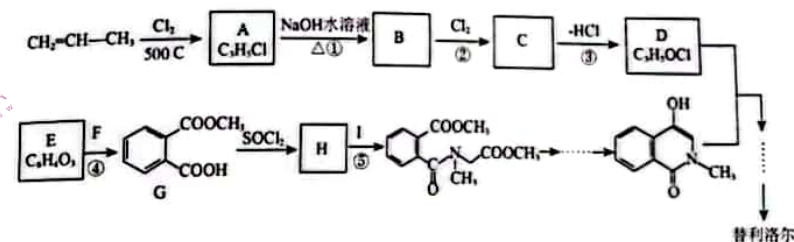
则反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的平衡常数 $K_p = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4) 下图电解装置可将 CO_2 转化成合成气 CO 和 H_2 ，同时获得甘油醛。则交换膜是_____ (“阳”或者“阴”) 离子交换膜，催化电极 b 产生 CO 的电极反应式为_____。



30. (15分)

替利洛尔是治疗高血压、心绞痛的一种药物，下图是以丙烯和有机化合物 E 为原料的合成路线：



已知： $\text{RCOOH} \xrightarrow{\text{SOCl}_2} \text{RCOCl} \xrightarrow{\text{R}'\text{NH}_2} \text{RCONHR}'$

回答下列问题：

(1) 丙烯分子中碳原子的杂化类型为_____；A 分子的名称为_____；

B 中含氧官能团的名称是_____。

(2) 反应①的反应类型为：_____；写出反应②的化学反应方程式_____。

(3) 核磁共振氢谱显示 E 有 2 种不同化学环境的氢原子，写出 E 的结构简式_____。F 分子不存在同分异构体，能以任意比溶于水的原因是_____。

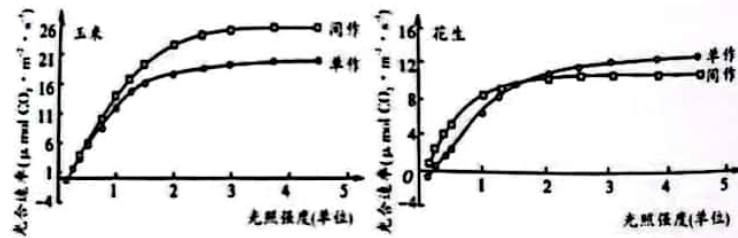
(4) 反应⑤的化学反应方程式_____。

(5) G 的含苯环的同分异构体中，能发生银镜反应、水解反应、与 NaHCO_3 溶液反应的有多种，写出一种核磁共振氢谱峰面积之比为 1:1:2:2:2 的 G 的同分异构体的结构简式_____。

31. (10分) 花生是豆科落花生属一年生草本植物，是一种重要的油料作物。花生开花受精之后，雌蕊柄 (俗称花针) 伸长将子房推进土壤生长结果，因此得

名落花生。我国的花生种植历史久，范围广，花生具有极高的经济价值、食用和药用价值。

(1) 农业生产中，花生与玉米间作模式可明显提高收入。下图为玉米和花生单作和间作条件下光合速率与光照强度的关系。



(1) 与单作相比，间作使花生和玉米的生活环境发生改变，据图分析二者适应间作生活环境的方式分别为_____。从农田群落结构分析，适合间作的农作物生态位重合度_____（答“大”或“小”），间作可_____（答“增大”或“减小”）人类的生态足迹。

(2) 多效唑是一种新型植物生长调节剂。研究发现，给花生施用一定浓度的多效唑可增加叶绿素含量同时促进有机物从叶片的输出。施用多效唑提高花生产量的原因是_____。

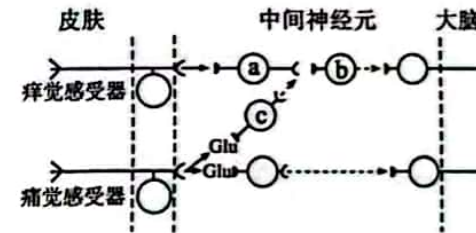
(3) 下图为花生的雌蕊柄（花针）入土过程示意图。



花生踩秧（花生开花后对植株进行适度踩踏）是农村传统种植花生的方法，这种方法不仅简单，而且能有效的提高花生的产量和品质；施用多效唑也可使植株矮化。结合上图分析花生踩秧和施用多效唑提高花生的产量的原因是_____。

(4) 从花生种子的成分分析，花生播种时宜_____（答“深”或“浅”）播；花生开花期遇阴雨天气传粉率不足，会影响花生产量，_____（答“能”或“否”）通过喷施一定浓度生长素类似物避免减产。

32. (9分) 人体被蚊虫叮咬通常会局部皮肤红肿现象，同时痒觉信号通过一系列中间神经元传递到中枢神经系统，产生痒觉并表现出抓挠行为。“抓挠行为”产生的疼痛在一定程度上可以缓解痒觉，“抓挠止痒”的部分神经机制如下图所示。请回答下列问题：



(1) 蚊虫叮咬人体后，引发机体有关组织细胞释放组胺，从而引起毛细血管舒张和毛细血管壁通透性增大，最终引发皮肤局部水肿。此过程的调节为_____。

(2) 痒刺激引起的兴奋以_____信号形式传递和传导到位于_____的痒觉中枢，从而产生痒觉。某同学无意间被蚊子叮咬后有抓挠反应，而为了拍死蚊子也可以暂时不去抓挠，这说明_____。

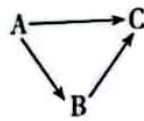
(3) “抓挠行为”可在一定程度上达到“止痒”的效果，依据上图分析，“抓挠止痒”的原理可能是_____。

33. (12分) 生态系统具有物质循环、能量流动和信息传递等基本功能。

(1) 生态系统的组成成分中，消费者的作用是_____，以及对于植物的传粉和种子的传播具有重要作用。

(2) 生命系统中信息传递普遍存在，在群落水平和生态系统水平上信息传递的作用为_____。

(3) 某系统中存在如下图所示的食物网，如将C的食物比例由A:B=1:1调整为1:2，能量传递效率按10%计算，该生态系统能承载C的数量约是原来的_____倍（精确到百分位）。最高营养级的能量去向与其他营养级的区别是_____。



(4) 生态工程是人类学习自然生态系统“智慧”的结晶，是生态学、工程学、系统学、经济学等学科交叉而产生的应用学科。生态工程以生态系统的自组织、_____功能为基础，遵循着_____等生态学基本原理。

34. (11分) 果蝇因为体型小、易饲养、繁殖快等优点常作为遗传学研究的实验材料。某品种果蝇的体色通过多次正反交判断是由常染色体上的基因控制，自然界中的野生型为灰色，某科研小组用 X 射线诱变得到了白色和青色两种体色。用上述三种体色果蝇进行实验如下：

实验一：白色×灰色→F₁全为白色

实验二：青色×灰色→F₁全为青色

取上述子一代相互交配：

实验三：F₁白色×F₁青色→F₂，结果为新性状：白色：青色：灰色

=1：1：1：1

(1) 若体色由一对等位基因控制的，让 F₂ 中的新性状相互交配，理论上后代的表现型及比例为_____，则体色突变的过程体现了基因突变的特点是_____。

(2) 若体色由两对等位基因控制，实验三的结果_____（能、不能）判断这两对基因符合自由组合定律。做出上述判断的理由_____。若两对基因位于两对同源染色体上，则 F₂ 中的新性状相互交配子代的理论结果为_____。

(3) 该科研小组通过综合分析他们放弃了 F₂ 中的新性状个体的自交实验，最终选择了用 F₂ 中的新性状与灰色杂交，得到了足够多的后代。统计结果为新性状：白色：青色：灰色≈3：10：10：3 若按两对等位基因考虑请对两对基因的位置及上述数据出现的原因提出合理的观点_____。

35. (12分) 对微生物或动植物的细胞进行基因改造，使它们能够生产药物，是目前基因工程取得实际应用成果非常多的领域。干扰素是一种具有干扰病毒复

制作用的糖蛋白，在临床上被广泛用于治疗病毒感染性疾病。科学家用基因工程方法从大肠杆菌及酵母菌细胞内获得了干扰素。

(1) 利用大肠杆菌来合成干扰素时，先用_____处理大肠杆菌细胞，使细胞处于感受态，然后再将目的基因的表达载体导入其中进行培养。用_____等技术检测受体细胞的 DNA 是否插入了目的基因，或检测目的基因是否转录出 mRNA。

(2) 在培养过程中用_____方法进行菌种的纯化、分离并计数，计数偏小的原因是_____。

(3) 与人体自身合成的干扰素相比，大肠杆菌合成的干扰素往往活性较低原因是_____。动物的膀胱上皮细胞中可以高效表达干扰素蛋白，科学家设计膀胱生物反应器，将干扰素基因与膀胱上皮细胞中特异性表达的基因的_____等调控元件重组在一起。