

树德中学高 2021 级高三上期期末测试理科综合试题

命题人：李启明、田馨、肖洋

审题人：匡昆海、任巧、林航、罗俊玲、谭晓兵、李华栋、易露、黄雷

可能用到的相对原子质量：H—1 C—12 N—14 O—16 K—39 Fe—56 Ag—108 Ce—140

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。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. “结构与功能相适应”是现代生物学基本观念之一。某同学运用此观念对细胞的结构及功能进行分析，不正确的表述是

- A. 染色体高度螺旋化，有利于在细胞分裂过程中的移动和分配
- B. 线粒体内膜折叠形成嵴，有利于多种呼吸酶附着，使相关代谢高效进行
- C. 溶酶体膜富含高度糖基化的蛋白质，有利于合成、储存多种水解酶
- D. 细胞核的核孔有特定的结构，有利于控制核质间物质交换和信息交流

2. 选择正确的研究思想、方法才能够有效达成实验目的，寻求突破性成果。以下有关科学史中科学家研究思想、方法及其对应成果的叙述中，不正确的是

- A. 孟德尔利用演绎推理的方法为遗传规律的假说提供间接证据
- B. 弗雷和埃迪登利用荧光标记法通过细胞融合实验证明细胞膜具有流动性
- C. 沃森、克里克利用建立物理模型的方法揭示 DNA 的双螺旋结构
- D. 梅塞尔森、斯塔尔通过追踪放射性差异证明 DNA 进行半保留复制

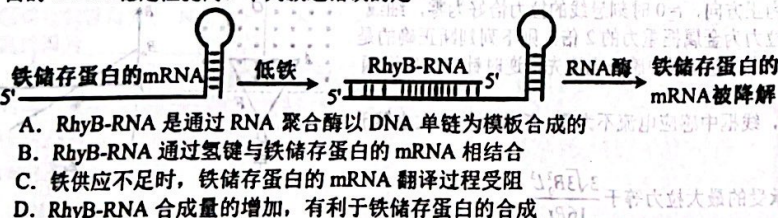
3. 线粒体的外膜上的孔蛋白 M 可以协助丙酮酸顺浓度梯度从线粒体外膜进入线粒体内外膜之间的膜间隙；线粒体内膜上的蛋白 X 在 H⁺ 的协助下，可以逆浓度梯度将膜间隙的丙酮酸转运进入线粒体基质，同时 H⁺ 从膜间隙顺浓度梯度通过蛋白 X 进入线粒体基质，该过程不消耗 ATP。据此推测，下列叙述正确的是

- A. 丙酮酸通过蛋白 X 的运输方式是协助扩散
- B. 丙酮酸通过孔蛋白 M 的运输方式是主动运输
- C. 线粒体膜间隙的 H⁺ 浓度高于线粒体基质的
- D. 蛋白 X 能够同时转运 H⁺ 和丙酮酸，其不具有特异性

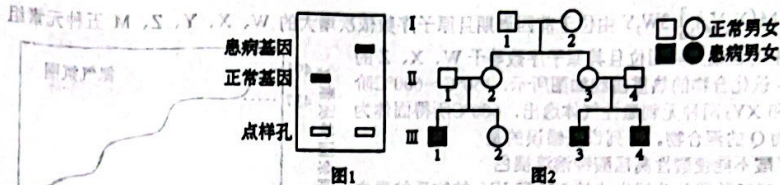
4. 血液中 Ca²⁺ 含量的相对稳定由甲状旁腺激素（PTH，多肽类激素）和降钙素（CT，多肽类激素）共同调节。PTH 由甲状旁腺分泌，通过各种方式提高血液中 Ca²⁺ 含量，还能促进维生素 D（促进小肠对钙的吸收）的生成。下列叙述正确的是

- A. CT 的作用与 PTH 相协同，可通过抽取血样来检测其含量是否正常
- B. 甲状旁腺功能障碍的患者可通过口服或注射 PTH 的方式进行治疗
- C. 甲状腺部分切除时若误将甲状旁腺一同切除，可能会导致患者出现手足抽搐的症状
- D. 补钙时可补充一定量的维生素 D，维生素 D 和 Ca²⁺ 在小肠处以相同的方式被吸收

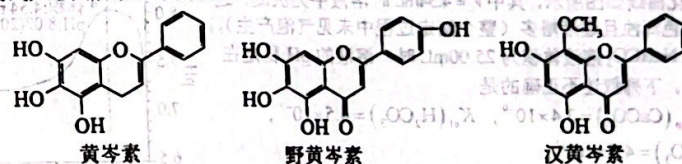
5. RhyB-RNA 是大肠杆菌中的一种小 RNA，仅在铁“饥饿”时表达。当铁供应不足时，此 RNA 会与铁储存蛋白（一类含铁量高的蛋白质）的 mRNA 配对结合，致使 mRNA 被降解；当铁供应充足时，铁储存蛋白的 mRNA 稳定性提高。下列叙述错误的是



- A. RhyB-RNA 是通过 RNA 聚合酶以 DNA 单链为模板合成的
 - B. RhyB-RNA 通过氢键与铁储存蛋白的 mRNA 相结合
 - C. 铁供应不足时，铁储存蛋白的 mRNA 翻译过程受阻
 - D. RhyB-RNA 合成量的增加，有利于铁储存蛋白的合成
6. 某病为单基因遗传病，是由正常基因碱基对缺失导致的，图 1 为正常基因和患病基因电泳结果，图 2 为某家族该遗传病的系谱图（致病基因不位于 Y 染色体上）。现对 II₂ 细胞中与该病有关的 DNA 片段进行电泳鉴定，不考虑其他变异。下列关于该病及电泳结果的预测分析，正确的是



- A. 可用光学显微镜观察胎儿细胞是否含有患病基因
 - B. 该病为隐性遗传病，且 II₂ 和 II₃ 均为杂合子
 - C. 若只出现一条电泳条带，则 III₁ 的致病基因可来自 I₁
 - D. 若出现两条电泳条带，则 II₂ 和 II₃ 生正常男孩的概率是 3/4
7. 化学技术可以改善环境，造福人类。下列说法正确的是
- A. 汽车尾气催化转化器可有效减少 CO₂ 的排放，实现“碳中和”
 - B. 飞船返回舱外使用的高温结构陶瓷的主要成分是硅酸盐
 - C. 工业上大量使用的乙酸是通过石油化学工业人工合成的
 - D. 生活垃圾焚烧尾气经脱硫脱硝后排放，能达到零污染
8. N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法不正确的是
- A. 14g 环丁烷和 2-丁烯的混合物中含极性键数目为 2N_A
 - B. 用铅蓄电池电解氯化钠溶液，得到标准状况下 22.4L 氢气时，理论上铅蓄电池中消耗氢离子数目为 2N_A
 - C. 32g Cu 与足量浓硝酸反应得到的气体分子总数小于 N_A
 - D. 高温下铁粉与水蒸气反应，固体质量增加 6.4g，反应转移的电子数为 0.8N_A
9. 黄芩素、野黄芩素和汉黄芩素在医药上均有广泛应用。黄芩素是“清肺排毒汤”的重要活性成分，三种物质的结构简式如下图所示。下列说法正确的是

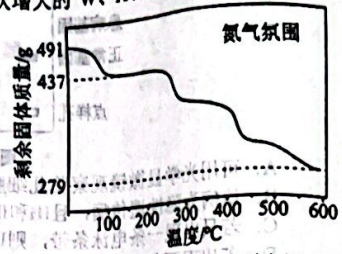


- A. 三种物质互为同系物
 - B. 野黄芩素分子中右侧苯环上的一氯代物有 4 种
 - C. 都能发生氧化、取代、加成反应
 - D. 汉黄芩素分子 (C₁₆H₁₂O₅) 内共面的原子最多有 30 个
10. 下列实验中，不能达到实验目的的是

提纯 Cl ₂ (含少量 HCl、H ₂ O)	探究浓度对化学反应速率的影响	制备 Fe(OH) ₂	除 CCl ₄ 中的 Br ₂
A	B	C	D

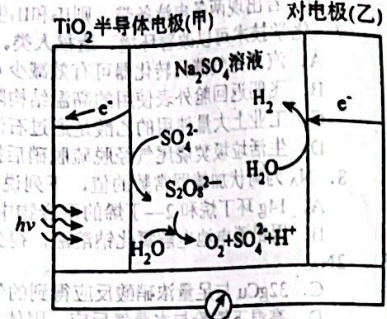
11. 化合物 $Z_2[M(X_2Y_4)_3] \cdot 3W_2Y$ 由位于前四周期且原子序数依次增大的 W、X、Y、Z、M 五种元素组成。M 在地壳中的含量居第四位且其原子序数等于 W、X、Z 的原子序数之和。该化合物的热重曲线如图所示， $150^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ 阶段，只有 XY 和 XY_2 两种无刺激性气体逸出， 600°C 所得固体为 Z_2XY_3 和氧化物 Q 的混合物。下列说法错误的是

- A. X 的含氧酸不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- B. $150^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ 阶段热分解生成的 XY 和 XY_2 的物质的量之比为 5:4
- C. 氧化物 Q 为 MY
- D. 由元素 Y 和 Z 组成的化合物可能含有共价键



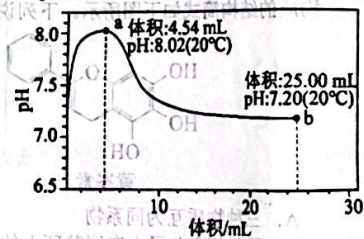
12. 太阳能发电和阳光分解水是清洁能源研究的主攻方向。染料敏化的 TiO_2 纳米晶薄膜半导体光解水的基本原理如图，下列对该装置的相关说法错误的是

- A. SO_4^{2-} 由乙电极向甲电极定向移动
- B. 甲电极反应为 $2\text{SO}_4^{2-} - 2e^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$
- C. 电池总反应为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$
- D. 实现光能 \rightarrow 化学能 \rightarrow 电能的转换



13. 在 20°C 时，用 $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液滴定 $25\text{mL} 0.25\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ 溶液，加入的 NaHCO_3 溶液体积与溶液 pH 变化曲线如图所示，其中 $V = 4.54\text{mL}$ 时溶液中无沉淀，之后出现白色浑浊且逐渐增多（整个滴定过程中未见气泡产生），当滴加的 NaHCO_3 溶液体积为 25.00mL 时，溶液的 pH 稳定在 7.20 左右。下列叙述不正确的是

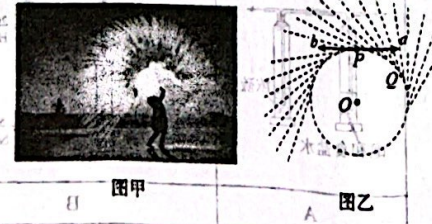
- A. b 点的混合溶液， $c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{Ca}^{2+})$ 的数量级为 10^{-5}
- B. a 点的混合溶液， $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Na}^+) > 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{Cl}^-)$
- C. 总反应的化学方程式： $\text{CaCl}_2 + 2\text{NaHCO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{CO}_3$
- D. a \rightarrow b 的过程中，水的电离程度不断减小



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 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 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. 在东北严寒的冬天，有一项“泼水成冰”的游戏，具体操作是把一杯滚烫的开水按一定的弧线均匀快速地泼向空中，泼洒出的小水珠和热气被瞬间凝结成冰而形成壮观的场景。如图甲所示是某人玩泼水成冰游戏的精彩瞬间，图乙为其示意图。假设泼水过程中杯子做匀速圆周运动。下列说法正确的是

- A. P 位置的小水珠速度方向沿 a 方向
- B. P、Q 两位置，杯子的向心加速度相同
- C. 从 Q 到 P，杯子所受合外力做功为零
- D. 从 Q 到 P，杯子所受合外力的冲量为零

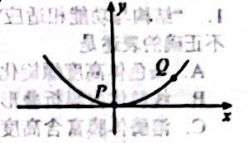


15. 我国计划在 2030 年前实现载人登陆月球开展科学探索，其后将探索建造月球科研站，开展系统、连续的月球探测和相关技术试验验证。假设在月球上的宇航员，如果他已知月球的半径 R，且手头有一个钩码、一盒卷尺和一块停表，利用这些器材和已知数据，他能测出

- A. 引力常量
- B. 钩码的质量
- C. 月球的质量
- D. 月球的“第一宇宙速度”

16. 如图所示，曲线为一带负电的粒子在某点电荷产生的电场中的部分运动轨迹，P 点为轨迹的最低点，以 P 点为坐标原点建立直角坐标系，粒子的运动轨迹关于 y 轴对称，Q 点是第一象限内轨迹上的一点。粒子只受电场力的作用。下列说法正确的是

- A. 点电荷一定带负电
- B. 点电荷一定在 y 轴负半轴上的某处
- C. Q 点的电势一定比 P 点的电势高
- D. 粒子在 P、Q 两点的动能与电势能之和一定相等



17. 如图所示，夏日的风中，有四个固定连接起来的大灯笼被吹起来处于静止状态，此时悬挂最上面灯笼的绳子与竖直方向的夹角为 β ，灯笼序号自上而下依次标记为 1、2、3、4，每个灯笼质量均为 m，假设每个灯笼所受的风力大小均为 f，重力加速度为 g，则下列说法正确的是

- A. 每根绳与竖直方向的夹角均不相同
- B. 四个灯笼所受到的风力之和可能等于 $4mg$
- C. 2 号灯笼与 3 号灯笼之间的作用力大小等于 $\sqrt{(mg)^2 + f^2}$
- D. 3 号、4 号灯笼之间绳的拉力大小为 $mg \tan \beta$



18. 如图甲所示为某农场安装的一种自动浇水装置，装置可以简化为如图乙所示的模型。农田中央 O 点处装有高度为 h 的竖直细水管，其上端安装有长度为 l 的水平喷水嘴。水

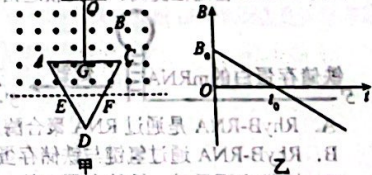
平喷水嘴可以绕轴转动，角速度为 $\omega = \sqrt{\frac{g}{2h}}$ ，出水速度 v_0 可调节，其调节范围满足 $\omega l \leq v_0 \leq 2\omega l$ ，重力加速度大小为 g，忽略空气阻力。则下列说法正确的是

- A. 自动浇水装置能灌溉到的农田离 O 点最近距离为 2l
- B. 自动浇水装置能灌溉到的农田离 O 点最远距离为 $\sqrt{10}l$
- C. 自动浇水装置能灌溉到的农田面积为 $4\pi l^2$
- D. 自动浇水装置能灌溉到的农田面积为 $6\pi l^2$

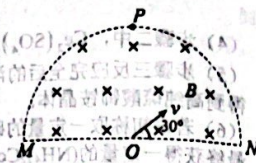


19. 如图甲所示，边长为 L、电阻为 R 的正三角形金属框 ACD 由粗细均匀的金属棒组成，绝缘细线一端连接 AC 的中点 G 将金属框吊在天花板上的 O 点，金属框处于静止状态，金属框部分处于垂直金属框平面向外的匀强磁场中，磁场的磁感应强度大小为 B，金属框 AD、CD 边的中点 E、F 在磁场的水平边界上，重力加速度为 g。现让磁感应强度按如图乙所示规律变化，图甲中磁场方向为正方向， $t=0$ 时刻悬线的拉力恰好为零，细线能承受的最大拉力为金属框重力的 2 倍，则下列判断正确的是

- A. 细线未断时，金属框中感应电流先沿逆时针方向后沿顺时针方向
- B. $t=t_0$ 时刻，线框中感应电流不为零，细线上拉力大小等于金属框重力
- C. 细线能承受的最大拉力等于 $\frac{3\sqrt{3}B_0^2 L^2}{16R_0}$
- D. $t = \frac{3}{2}t_0$ 时刻细线断开



20. 如图所示, 在圆心为 O 、半径为 R 的半圆形区域内 (不含边界) 有磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向里的匀强磁场, MN 为直径。大量带正电荷的同种粒子以不同的速率从 O 点在纸面内沿与 ON 成 30° 角的方向射入磁场。粒子的质量为 m , 电荷量为 q , 不计粒子受到的重力以及粒子间的相互作用。下列说法正确的是



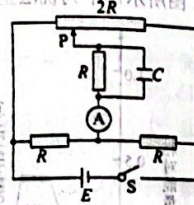
A. 粒子在磁场中运动的最长时间为 $\frac{5\pi m}{3qB}$

B. 若粒子恰好从圆弧边界离开磁场, 则粒子的速度大小为 $\frac{qBR}{m}$

C. 若粒子恰好从 O 点正上方的 P 点离开磁场, 则粒子的速度大小为 $\frac{\sqrt{3}qBR}{3m}$

D. 选择合适的速度, 粒子可以从 M 点离开磁场

21. 某电路图如图所示, 电源电动势 $E=6V$, 内阻不计, 电阻均为定值电阻, 且 $R=10\Omega$, 电容器的电容 $C=100\mu F$, 电流表是理想电流表。则在滑片 P 从最右端缓慢滑到最左端的过程中, 下列说法正确的是



A. 电流表的示数先变小后变大

B. 电流表的示数先变大后变小再变大

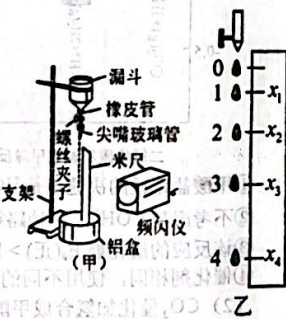
C. 电容器上电荷量的变化量为零

D. 电容器上电荷量的变化量为 $4 \times 10^{-4} C$

第II卷

三、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。第 22 题~第 32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 33 题~第 38 题为选考题, 考生根据要求作答。

22. (6分) 某兴趣小组利用如图甲所示装置在暗室中进行“探究机械能守恒定律”的实验。具体操作: 通过调节螺丝夹子使漏斗中的水以间隔相同的时间 T 一滴一滴的下落, 再由大到小调节频闪仪发出白光的频率, 直到第一次看到一串仿佛不动的水滴 (如图乙所示), 读出水滴对在竖直固定的荧光刻度米尺上的值 x (即将下落的水滴 O 的刻度值是 0)。

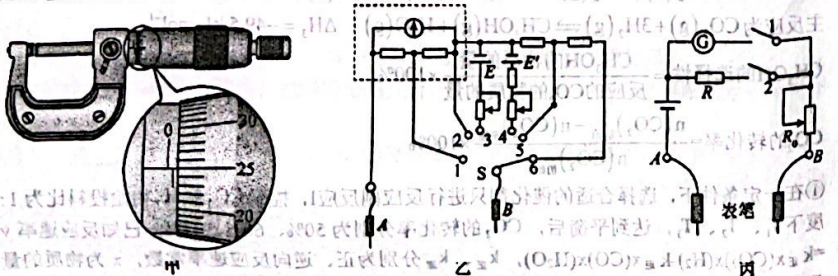


(1) 频闪仪发出白光的频率满足条件 f _____ 时, 即可第一次看到一串仿佛不动的水滴。

(2) 由频闪仪频率 f 和水滴的刻度值 x 可求出水滴的速度 v , 则水滴 3 的速度大小为 _____ (用符号 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 和 f 表示)。

(3) 已知当地的重力加速度为 g 。绘出 v^2-x 图像是一条过原点的直线, 若在误差范围内其斜率为 _____, 则说明水滴在下落过程中机械能守恒。

23. (9分) 国内广泛使用的电热丝的主要材料是铁铬铝、镍铬电热合金两类, 它们各具优点。某同学在测定一根废旧电热丝的电阻实验中:



(1) 首先用螺旋测微器测量该电热丝的直径, 其中某一次测量结果如图甲所示, 其读数应为 _____ mm。

(2) 再用欧姆表粗测其电阻值, 测得待测电阻值为 500Ω 。同时发现欧姆表有多个倍率, 想探究其原理, 查资料发现有图乙、丙两种情形。

若图乙中欧姆表有 $\times 1$ 和 $\times 10$ 两个挡位且开关接 3 时为 $\times 1$ 档, 则 $E:E' =$ _____。

若图丙中欧姆表也有 $\times 1$ 和 $\times 10$ 两个挡位, 则 $R =$ _____ (用图丙表头电阻 R_0 表示)。

(3) 然后用伏安法准确测量上面废旧电热丝电阻 R_x , 备选器材有:

电源 E , 电动势约为 $5.5V$, 内阻可忽略不计;

电压表 V_1 , 量程为 $0-0.5V$, 内阻 $r_1=1000\Omega$;

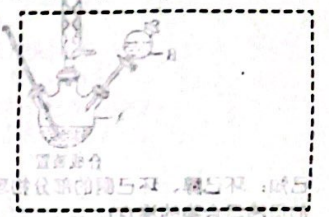
电压表 V_2 , 量程为 $0-6V$, 内阻 r_2 约为 $10k\Omega$;

电流表 A , 量程为 $0-0.6A$, 内阻 r_3 约为 0.5Ω ;

定值电阻 $R_0, R_0=50\Omega$;

滑动变阻器 R , 最大阻值为 20Ω ;

单刀单掷开关 S 一个, 导线若干。



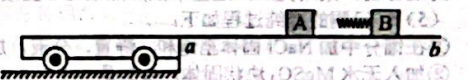
① 测量中要求所用电表读数都不小于其量程的 $\frac{1}{3}$, 并尽可能多测量多组数据, 请合理选择器材并在图所示虚线框中画出测量电阻 R_x 的实验电路图 (图中标明所选器材的符号)。

② 若电压表 V_1 、电压表 V_2 、电流表 A 示数分别用符号 U_1, U_2, I 表示, 则由实验电路图选用的两个电表对应示数的符号和题中已知量的代表符号计算 R_x 的表达式为 $R_x =$ _____。

24. (12分) 如图, 足够长的水平轨道 ab 表面光滑, 质量分别为 $m_A=2kg, m_B=1kg$ 的物块 A, B (均可视为质点) 静止在轨道上, B 的左端水平拴接一条轻质弹簧。轨道左侧的光滑水平地面上停着一质量 $M=2kg$, 长 $L=0.5m$ 的小车, 小车上表面与 ab 等高, 现让 B 物块以 $v_0=3m/s$ 的初速度向左运动。已知 A 滑上小车前已经与弹簧分离, 弹簧的形变始终在弹性限度内, A 与小车之间的动摩擦因数 μ 满足 $0.1 \leq \mu \leq 0.3, g$ 取 $10m/s^2$, 求:

(1) A 滑上小车时的速度大小;

(2) A 在小车上滑动过程中产生的热量 Q (计算结果可含有 μ)。

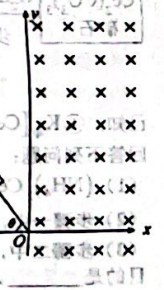


25. (20分) 如图所示, 在竖直面内有一直角坐标系 xoy , y 轴竖直, 长度 $L=0.4m$ 、倾角 $\theta=53^\circ$ 的绝缘斜面下端固定在 O 点; $x>0$ 区域存在正交的匀强磁场与匀强电场 (图中未画出), 磁场的磁感应强度大小 $B=0.7T$, 方向垂直坐标平面向里。一质量 $m=0.15kg$ 、电荷量 $q=0.5C$ 的带正电滑块 (视为质点) 从斜面的顶端 A 点由静止沿斜面下滑, 离开斜面后恰好做匀速圆周运动, 从 y 轴上的 C 点 (图中未画出) 离开磁场, 滑块与斜面间的动摩擦因数 $\mu=0.5$, 取重力加速度大小 $g=10m/s^2, \sin 53^\circ=0.8$ 。不计空气阻力, 计算结果可用 π 和分式表示。

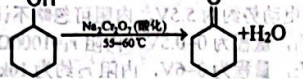
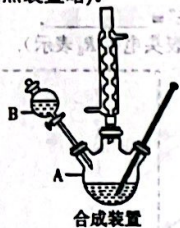
(1) 求滑块通过 O 点时的速度大小 v 以及电场的电场强度大小 E ;

(2) 求滑块从 A 点运动到 C 点的时间 t_0 以及滑块从 O 点运动到 C 点的路程 s ;

(3) 若在滑块离开斜面后运动半周通过 D 点 (图中未画出) 时, 立即将电场方向沿顺时针方向转过 16° , 电场强度增大为 $\frac{4}{3}E$ 且匀强电场充满全部空间, 其他情况不变, 求滑块从 D 点起到第二次通过 y 轴所用的时间 t 。



26. (14分) 环己酮可作为涂料和油漆的溶剂。在实验室中以环己醇为原料制备环己酮的原理和装置如图所示(夹持及加热装置略)。



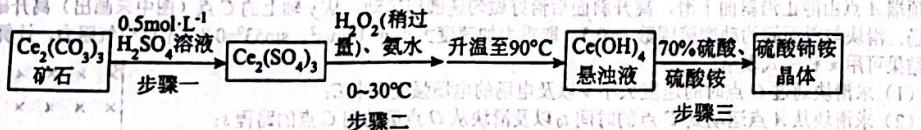
已知：环己醇、环己酮的部分物理性质如下表(括号中的沸点数据表示该有机物与水形成的具有固定组成的恒沸混合物的沸点)。

物质	沸点/(°C, 1 atm)	密度/(g·cm ⁻³)	溶解性
环己醇	161.1(97.8)	0.96	能溶于水, 易溶于常见有机溶剂
环己酮	155.6(95)	0.94	微溶于水

回答下列问题:

- 仪器A的名称是_____。
- 酸化Na₂Cr₂O₇溶液时不能选用盐酸, 原因是_____ (用离子方程式表示)。
- 该制备反应很剧烈, 且放出大量的热。为控制反应体系温度在55~60°C范围内, 可采取的措施一是加热方式选用_____, 二是在加入反应物时将_____ (填化学式) 缓慢滴加到其他试剂中。
- 制备反应完成后, 向混合物中加入适量水, 蒸馏, 收集95~100°C的馏分, 得到主要含环己酮和水的混合物。采用先加入适量水然后蒸馏而非直接蒸馏, 原因是_____。
- 环己酮的提纯过程如下:
 - 在馏分中加NaCl固体至饱和, 静置, 分液, 加NaCl的目的是_____。
 - 加入无水MgSO₄块状固体, 目的是_____。
 - _____ (填操作名称) 后进行蒸馏, 收集150~156°C的馏分。
- 数据处理。反应开始时加入8.4 mL (0.08 mol) 环己醇和过量的酸化的Na₂Cr₂O₇溶液。实验结束后收集到产品0.06 mol, 则该合成反应的产率为_____。

27. (15分) 硫酸铈铵[(NH₄)₂Ce(SO₄)₆]微溶于水, 不溶于乙醇, 溶于无机酸, 可用作分析试剂、氧化剂。某工厂用碳酸铈[Ce₂(CO₃)₃]矿石制备硫酸铈铵的工艺流程如图:

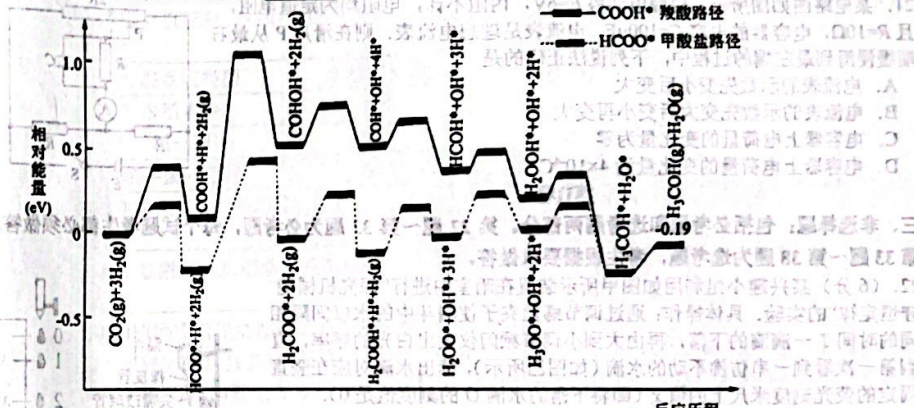


已知: ①K_{sp}[Ce(OH)₄]=2×10⁻⁴⁸。②硫酸铈铵的熔点为130°C, 沸点为330°C。

- 回答下列问题:
- (NH₄)₂Ce(SO₄)₆中铈元素的化合价为_____。
 - 步骤一中, 先将Ce₂(CO₃)₃矿石粉碎, 目的是_____。
 - 步骤二中, 反应温度需要控制在0~30°C, 原因是_____。反应完全后, 要将混合物升温至90°C, 目的是_____。

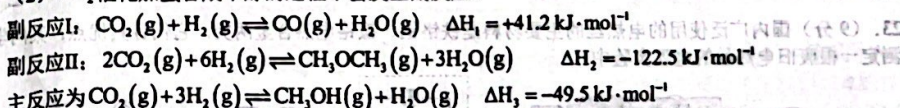
- 步骤二中, Ce₂(SO₄)₃与H₂O₂、NH₃·H₂O反应生成Ce(OH)₄的化学方程式为_____。
 - 步骤三反应完全后的溶液经_____、_____、过滤, 得到晶体。最后用_____洗涤2~3次后, 得到高纯硫酸铈铵晶体。
 - 若最初称取一定量的碳酸铈矿石, 其中含Ce₂(CO₃)₃ 4.6g (其他成分不含Ce元素), 经该工艺流程最终获得一定量的(NH₄)₂Ce(SO₄)₆晶体。将该(NH₄)₂Ce(SO₄)₆晶体充分溶解, 向其中加入100.0 mL 0.8 mol/L NaOH溶液, 充分反应(假设NH₃全部逸出); 再用1.0 mol/L HCl溶液滴定反应后的溶液, 消耗HCl溶液20.00 mL, 则矿石中Ce元素的利用率为_____。
28. (14分) H₂和CH₃OH都是重要的能源物质, CO₂催化加氢合成甲醇是一种有效利用氢气且减少温室气体CO₂排放的方法。

(1) 通过计算机分析, 我们可从势能图认识CO₂加氢制甲醇在不同催化条件下存在的两种反应路径, 如图所示, 下列说法正确的是_____。



二氧化碳加氢制甲醇反应在不同载体的铜基催化剂催化作用下的反应历程

- 甲酸盐路径的决速步是HCOO* + H = H₂COO*
 - 不考虑H₂COH*, 两种路径中产生的含碳中间体种类均有6种
 - 该反应的活化能E_a(正) > E_a(逆)
 - 催化剂相同, 使用不同的载体也可改变反应历程
- (2) CO₂催化加氢合成甲醇的过程中会发生副反应。

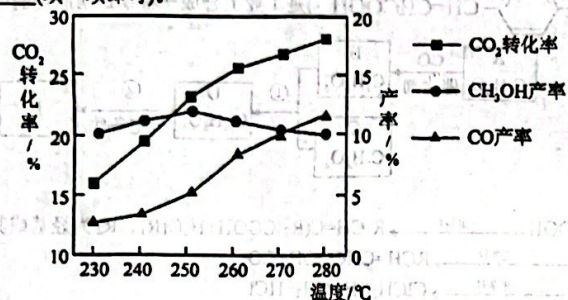


$$\text{CH}_3\text{OH的选择性} = \frac{\text{CH}_3\text{OH的物质的量}}{\text{反应的CO}_2\text{的物质的量}} \times 100\%$$

$$\text{CO}_2\text{的转化率} = \frac{n(\text{CO}_2)_{\text{初始}} - n(\text{CO}_2)_{\text{平衡}}}{n(\text{CO}_2)_{\text{初始}}} \times 100\%$$

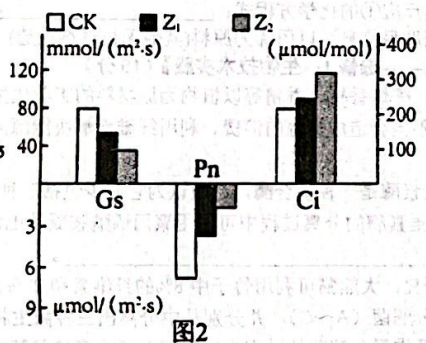
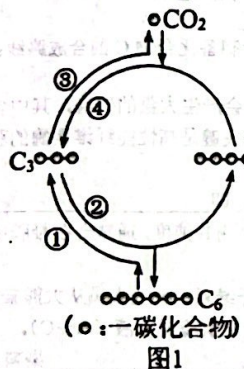
- 在一定条件下, 选择合适的催化剂只进行反应副反应I, 控制CO₂和H₂初始投料比为1:1时, 在不同温度下T₁、T₂、T₃, 达到平衡后, CO₂的转化率分别为50%、60%、75%, 已知反应速率v = v_正 = v_逆 = k_正x(CO₂)x(H₂) - k_逆x(CO)x(H₂O), k_正、k_逆分别为正、逆向反应速率常数, x为物质的量分数。k_正·k_逆最大的是温度_____ (填“T₁”、“T₂”或“T₃”, 右同), v_逆最大的是温度_____。

②控制CO₂和H₂初始投料比为1:3时，温度对CO₂平衡转化率及甲醇和CO的产率的影响如图所示，则在250℃以上，升高温度CO₂的转化率增大，但甲醇的产率降低，原因是_____。为增大CH₃OH的产率，可采用的方法是_____。(填一项即可)。



③一定条件下，在固定容积的容器中通入1mol CO₂和3mol H₂发生上述反应，初始压强为p，达到平衡时，容器中CH₃OH的物质的量为0.4 mol，CH₃OCH₃物质的量为0.1 mol，H₂的转化率为70%，则CH₃OH的选择性为_____。主反应的平衡常数K_p的计算表达式为_____。(用平衡分压代替平衡浓度，分压=总压×物质的量分数)。

29. (10分) 图1表示植物叶肉细胞中光合作用和有氧呼吸的部分过程，图2是以荷兰7号马铃薯品种原种为实验材料，探究遮光处理对马铃薯植株光合作用和产量影响的三组实验结果，注：正常光照(CK)、单层遮光网遮盖处理(Z₁)、双层遮光网遮盖处理(Z₂)。



- 从叶肉细胞中分离叶绿体，可采用_____法，叶绿体含有的色素中不能利用640~660nm波长光照的是_____。
- 图1中产生ATP的过程有_____ (填序号)，为过程②提供能量的物质是_____。当过程③发生时，并没有CO₂排出细胞外，此时该细胞光合作用速率_____ (判断大小) 细胞呼吸速率。
- 根据图2分析，遮光条件下，气孔导度(Gs)、净光合速率(Pn)的值均减小，Gs减小能引起Pn减小的原因是_____，遮光条件下，胞间CO₂浓度(Ci)的值却都增大，结合信息分析其原因是_____。

30. (9分) 春秋两季是甲流高发期。甲流是由甲型流感病毒(单链RNA病毒)引起的，该病毒表面有两种糖蛋白——神经氨酸酶(NA)和血凝素(HA)，这两种糖蛋白在病毒的侵染和传播过程中起到重要作用。回答下列问题：

- 当甲型流感病毒接触细胞时，HA会与宿主细胞膜表面的特异性受体结合，使病毒进入细胞内，此时处理靶细胞的免疫细胞是_____，其发挥作用的过程是_____。人体清除甲型流感病毒的过程，主要体现了免疫系统的_____功能。
 - 病毒在细胞内复制完成以后，神经氨酸酶(NA)可以催化裂解受体的糖链，从而使新增殖的病毒从宿主细胞中释放出来，扩散到机体各处。使用药物X(含酶抑制剂)后，在电镜下观察到大量病毒颗粒在被感染细胞表面聚集成簇，扩散受阻。据此分析，药物X治疗甲型流感的机理可能是_____。
 - 甲同学认为，甲型流感症状与新冠症状相似，前段时间已经感染了新冠病毒并已康复的人，不用担心甲型流感病毒的感染。乙同学却不认可这种说法，其理由是_____。
31. (10分) 某地通过探索生态环保的蟹稻、蟹稻共养模式，发展生态立体农业。蟹稻、蟹稻共养可起到改良土壤、增肥地力的作用。稻护蟹，蟹吃饲料、杂草、昆虫，泥鳅吃残饵、蟹粪、杂草嫩芽和昆虫，蟹粪和蟹粪作为有机肥料。科研人员比较了三种农田(45m²)模式的产量，结果如表所示。回答下列问题：

生态系统类型	水稻产量/kg	河蟹产量/g	泥鳅产量/g
水稻单种	390		
稻—蟹	41.4	2203.3	
稻—蟹—泥鳅	41.0	2131.3	656

- 在农田生态系统中，泥鳅属于_____ (填成分)，泥鳅同化的能量除直接释放到非生物环境外，去向还有_____ (答出2点)。
 - 分析表中数据，与水稻单种模式相比，“稻—蟹—泥鳅”模式能提高水稻产量。从物质循环的角度分析，原因是_____；从生物种间关系的角度分析，原因是_____。
 - 稻田中的植物吸引昆虫前来觅食，说明生态系统的信息传递具有_____的功能。
32. (10分) 果蝇的体色与多对基因有关，野生型果蝇为灰体。现有黄体、黑檀体两种体色的果蝇单基因突变体(只有一对基因与野生型果蝇不同，不考虑基因位于Y染色体上)。为探究果蝇体色基因的位置及显隐性关系，进行了下列实验。回答下列问题：

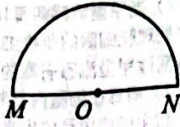
	亲本	F ₁ 的表型
实验一	黄体(雌) × 野生型(雄)	雌性均为灰体，雄性均为黄体
实验二	黄体(雌) × 黑檀体(雄)	雌性均为灰体，雄性均为黄体

- 基因突变在生物界中是普遍存在的，除此之外基因突变还具有_____特点(答出两点)。
- 由实验一可知，黄体有关的基因突变发生在_____染色体上。根据实验二不能确定黑檀体基因位置的原因是_____。
- 遗传学家将一个DNA片段导入到实验一F₁灰体雌蝇的体细胞中(实验一中体色相关基因用A、a表示)，通过DNA重组和克隆技术获得一只转基因黄体雌蝇(插入的DNA片段本身不控制具体的性状，但会抑制A基因的表达，使果蝇表现为黄体)。为确定该DNA片段具体的插入位置，进行了相应的杂交实验(不考虑该DNA片段插入A或a基因内部造成基因结构改变)。
实验方案：让该转基因黄体雌蝇与实验一F₁黄体雄蝇杂交，统计子代的表型种类及比例。
实验结果预测：
①若子代表现为全为黄体，则DNA片段插入A基因所在的染色体。
②若子代的表现型为黄体：灰体=_____，则DNA片段插入a基因所在的染色体。
③若子代的表现型为黄体：灰体=_____，则DNA片段插入A、a基因所在染色体的非同源染色体上。

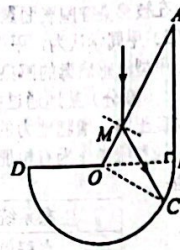
33. 【物理—选修3-3】(15分)(略)

34. 【物理—选修3-4】(15分)

(1)(5分) 如图所示为均匀介质中半径为 $R=4\text{m}$ 的半圆形区域, MN 为半圆的直径. 现在 M, N 两点放置两振源, M, N 振源的振动方程分别为 $y=2\sin 5\pi t$ (cm)、 $y=2\sin(5\pi t+\pi)$ (cm), 两振源形成的波在该介质中的波速为 $v=5\text{m/s}$. 两振源的振动周期为 s, 两列波的波长为 m. $t=0$ 时刻两波源同时振动, 当稳定时, 半圆上振幅为 4cm 的点有 处(不包括 M, N 两点).



(2)(10分) 如图所示, 一种透明柱状材料的横截面由一个直角三角形 OAB 和一个圆心在 O 点、半径为 R 的半圆 BCD 组成, 半圆下表面涂有反射膜, 一束平行于 AB 的单色光从 OA 边上的 M 点进入材料内部后沿直线到达圆周上的 C 点, 经两次反射后从 OD 边射出. 已知 $\angle BOC = \angle BAO = 30^\circ$, $OM = \frac{\sqrt{3}}{3}R$, 光在真空中的传播速度为 c , 求:

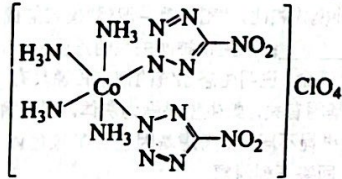


在真空中的传播速度为 c , 求:

- (i) 单色光在材料内传播速度 v ;
- (ii) 单色光第一次在材料内部传播所用的时间 t .

35. 【化学—选修3: 物质结构与性质】(15分)

(1) 新型超高能材料是国家核心军事力量制高点的重要标志, 高性能炸药 BNCP 的结构如图, 回答下列问题:

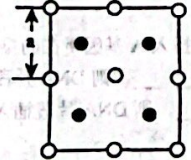


①基态钴原子的 $4p$ 原子轨道上的电子数为 个; 与 Co 同周期的所有过渡元素的基态原子中, 最外层电子数与钴不同的元素有 种.

② 1mol $\left[\text{N}_4\text{O}_4 \right]^-$ 配体中的 σ 键的数目是 , 已知该配体是平面结构, 图中标记的 N 原子与 O 原子之间的 σ 键是由 N 原子的 杂化轨道与 O 原子的 轨道重叠形成的.

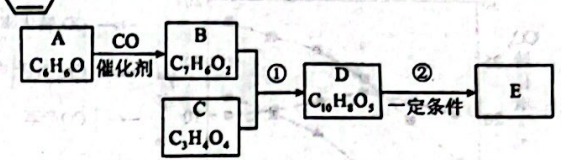
③请比较键角大小: NH_3 分子中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ (填“>”, “<”或“=”) 高性能炸药 BNCP 中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$, 其原因为 .

(2) 2018 年南京理工大学胡炳成团队合成全国首个全氮阴离子, 全氮阴离子的盐 AgN_5 的晶体结构中, N_5^- 采取面心立方最密堆积, Ag^+ 填在正四面体空隙中, 从晶胞上方的俯视投影图如图. 已知该晶胞参数为 $2a\text{pm}$, Ag^+ 与 N_5^- 最近的距离是 (用 a 表示), 阿伏加德罗常数为 N_A , 则 AgN_5 的密度为 g/cm^3 (列出计算式).



36. 【化学—选修5: 有机化学基础】(15分)

有机化合物 E ($\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CHCOOH}$) 是工业上合成一种锅炉防腐剂的中间体, 合成路线如下:



- 已知:
- ① $\text{R}_1\text{CHO} + \text{R}_2\text{CH}_2\text{COOH} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{R}_1\text{CH}=\text{C}(\text{R}_2)\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ (R_1, R_2 为烷基或其它有机原子团)
 - ② $\text{RCH}=\text{C}(\text{COOH})_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{RCH}=\text{CHCOOH} + \text{CO}_2$
 - ③ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{ClCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HCl}$

- 回答下列问题:
- (1) 有机物 A 的名称为 . 1mol 有机物 C 与足量 NaHCO_3 反应, 能产生标准状况下 44.8L CO_2 , 写出 C 的结构简式: .
 - (2) 有机物 B 中含有的官能团的名称为 . 比 B 多一个“ CH_2 ”原子团的同系物 M , 满足下列条件的同分异构体有 种, 其中核磁共振氢谱为 5 组峰的结构简式为 . ①与氯化铁溶液混合成紫色; ②能发生银镜反应
 - (3) 有机物 D 能发生的化学反应有 (填写选项字母).
A. 加成反应 B. 水解反应 C. 氧化反应 D. 消去反应
 - (4) 写出反应①的化学方程式:
 - (5) 根据题目信息, 以丙烯为原料(其他无机试剂任选), 设计制备化合物 C 的合成路线:

37. 【生物—选修1: 生物技术实践】(15分)

酿酒, 提炼香料、香精等以植物为原材料的工业化生产中会产生大量的残渣, 其中含有大量的纤维素, 处理不当会造成资源的浪费. 利用纤维素解决能源问题的关键是高性能纤维素酶的获取. 回答下列问题:

- (1) 纤维素酶是一种复合酶, 一般认为它至少包括三种组分, 即 .
- (2) 在纤维素酶的分离过程中可采用聚丙烯酰胺凝胶电泳法检测其纯度, 通常会在凝胶中添加 SDS , SDS 的作用是 .
- (3) 据研究, 大熊猫可利用竹子中 8% 的纤维素和 27% 的半纤维素, 研究人员从大熊猫粪便中筛选出三种纤维素分解菌 ($\text{A} \sim \text{C}$), 并分别从中分离出三种微生物的纤维素酶提取液 ($\text{A} \sim \text{C}$).
①在筛选纤维素分解菌的过程中, 需要在纤维素培养基中加入 染料, 根据培养基中是否产生 来筛选纤维素分解菌.
②不同来源的纤维素酶, 虽然酶蛋白浓度相同, 但活性不同. 若不考虑酶的最适 pH 和最适温度的差异, 其可能原因是 (答出 1 点).
- (4) 研究人员对纤维素酶 $\text{A} \sim \text{C}$ 的活性进行鉴定, 实验结果如表所示.

酶种类	A	B	C
酶相对活性	0.75	0.60	0.93

- ①据表分析, 若要工业化生产纤维素酶, 选择的菌种最好是 .
- ②在制备固定化纤维素酶时, 一般不宜采用包埋法, 原因是 .

38. 【生物—选修3: 现代生物科技专题】(15分)(略)

树德中学高2021级高三上期期末测试理科综合试题参考答案

生物部分:

1-6CDCCDB

29.(10分)

- (1) 差速离心(1分) 类胡萝卜素(胡萝卜素和叶黄素)(1分, 只答“胡萝卜素”或“叶黄素”也得1分)
 (2) ①③(1分, 未答全得0分, 有错误答案得0分) ATP(或“ATP和NADPH”)(1分) 大于或等于(2分, 只答出“大于”或者“等于”得1分)

(3) 气孔导度减小, 叶肉细胞从外界环境吸收的CO₂减少, 叶肉细胞暗反应速率减小, 净光合速率减小(2分, 其中“从外界吸收CO₂减少”1分, “暗反应速率减小”1分)

虽然气孔导度减小, 导致CO₂吸收减少, 但是净光合速率减小幅度更大, 叶肉细胞消耗CO₂更少(2分, 其他合理答案如“光合作用减弱, 呼吸作用增强”得2分, 只答出“光合作用减弱”得1分, 只答出“呼吸作用增强”得1分, 其他合理答案酌情给分)

30.(9分)

(1) 效应T细胞(1分)

效应T细胞与靶细胞密切接触, 使靶细胞裂解死亡(2分, “密切接触”1分, “裂解死亡”1分) 防卫(2分)

(2) 药物X抑制NA的活性, 使受体糖链不被水解, 从而阻止病毒从宿主细胞释放(2分, 其中“抑制NA的活性”1分, “使受体糖链不被水解”1分)

(3) 抗体与抗原的结合具有特异性(记忆细胞对抗原的识别具有特异性), 感染新冠病毒后产生的抗体和记忆细胞对甲型流感病毒可能不起作用(2分, 答出“抗体与抗原的结合具有特异性”或“记忆细胞对抗原的识别具有特异性”即可得2分)

31.(10分)

(1) 消费者、分解者(2分, 每点1分, 共2分) 流向分解者和暂时未被利用(2分, 每点1分, 共2分, 答出“流入下一营养级”或“被下一营养级同化”也可以得1分)

(2) 泥鳅粪、蟹粪被分解者分解后, 为水稻提供了CO₂和无机盐(2分, “分解者分解”1分, “提供CO₂和无机盐”1分, 只答出“无机盐”或者“CO₂”也得1分)

蟹和泥鳅吃杂草、昆虫, 降低了杂草与水稻的竞争和昆虫对水稻的捕食(2分, “竞争”1分, “1捕食”1分)

(3) 调节生物种间关系(2分)

32.(10分)

(1) 随机性、不定向性、低频性(2分, 任答两点得2分, 答出一点得1分)

(2) X(2分) 无论黑檀体基因位于常染色体还是X染色体上, F₁的表型均相同(2分)

(3) 1: 1(2分) 3: 1(2分)

37.(15分)

(1) C₁酶、C₂酶、葡萄糖苷酶(3分, 每点1分)

(2) 消除蛋白质所带净电荷对迁移率的影响, 使蛋白质变性(2分, “电荷”1分, “变性”1分)

(3) 刚果红(2分) 透明圈(2分)

不同酶的氨基酸种类、数量、排列顺序不同(或不同酶的空间结构不同)(2分, 任答出两点得2分, 只答出1点得1分)

(4) 纤维素分解菌C(2分) 酶分子体积小, 容易从包埋材料中漏出(2分, 每点1分)

化学部分:

7-13 C、B、C、B、A、D、A

26.(14分 除注明外, 每空2分)

(1) 三颈烧瓶(1分)

(2) C2O4^2- + 4H+ + 6Cl- = 2CO2 + 3Cl2 + 7H2O

(3) 水浴加热(1分) Na₂Cr₂O₇(1分)

(4) 使环己醇溶于水, 同时使环己酮与水形成恒沸混合物被蒸馏出来, 减少能耗

(5) ①降低环己酮在水中的溶解度, 增大水层的密度, 便于分层

②除去有机物中的少量水(或干燥)

(6) 75%

27.(15分 除注明外, 每空2分)

(1) +4

(2) 增大溶解过程中固体与稀硫酸的接触面积, 加快溶解速率, 提高浸取率

(3) 温度过高会导致过氧化氢分解、氨水挥发, 除去过量的过氧化氢

(4) Co2(SO4)3 + H2O2 + 6NH3 + H2O = 2Co(OH)3 + 3(NH4)2SO4

(5) 蒸发浓缩(1分) 冷却结晶(1分) 乙醇(1分)

(6) 50%

28.(14分 每空2分)

(1) ①④

(2) ①T₁ T₂

② 250℃以上, 温度升高, 副反应I的平衡正向移动, 副反应II和主反应的平衡逆向移动, 但此时温度对反应I的平衡影响更大

增大压强; 不改变投料比, 增大反应物浓度

③ $\frac{4}{9} \times 100\%$ 或 44.4% $K_p = \frac{(\frac{0.4}{2.8} \times 0.7P) \times (\frac{1}{2.8} \times 0.7P)}{(\frac{0.1}{2.8} \times 0.7P) \times (\frac{0.9}{2.8} \times 0.7P)^3}$

35.(15分 除注明外, 每空2分)

(1) ① 4 2(1分)

② 8N_A sp² 2p(1分)

③ <(1分) NH₃分子中N原子的孤电子对进入中心离子的空轨道形成配位键后, 原孤电子对与成键电子对间的排斥作用变成成键电子对间的排斥作用, 排斥作用减弱

(2) $\frac{\sqrt{3}}{2} a$ $\frac{4 \times (108 + 14 \times 5)}{N_A \times 8a^3} \times 10^{23}$

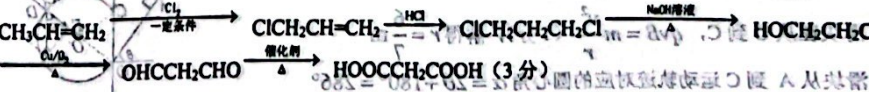
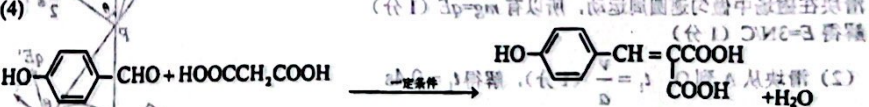
36.(15分 除注明外, 每空2分)

(1) 苯酚(1分) HOOCCH2COOH

(2) 羟基、醛基(1分) 13 HO-C6H4-CH2CHO

(3) AgCl

(4)



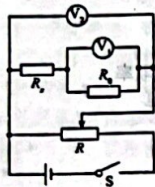
CH3CH=CH2 $\xrightarrow[\text{一定条件}]{\text{O}_2/\text{Cu}}$ OHCCH2CHO $\xrightarrow[\text{一定条件}]{\text{氧化剂}}$ HOOCCH2COOH (3分)

物理部分:

14	15	16	17	18	19	20	21
C	D	D	B	B	BC	AC	AD

22. (6分) ① $f = \frac{1}{T}$ (2分) ②: $\frac{(x_1 - x_2)f}{2}$ (2分) ③ $2g$ (2分)

23. (9分) (1) 0.749-0.751 (1分); (2) 1:10 (2分); $\frac{1}{9}R_1$ (2分)



(3) ① $\frac{U_2 - U_1}{U_1 + U_2}$ 或 $\frac{R_2 r_1 (U_2 - U_1)}{U_1 (R_0 + r_1)}$ (2分)

24. (12分)

(1) 从B撞向A到A、B分开的过程, 有:

$m_B v_0 = m_A v_A + m_B v_B$ (2分)

$\frac{1}{2} m_B v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$ (2分)

解得: $v_A = 2m/s$ (2分)

(2) 设 $\mu = \mu_0$ 时, A恰好能滑到小车左端, 其共同速度为v, 有:

$m_A v_A = (m_A + M)v$

$\mu_0 m_A g L = \frac{1}{2} m_A v_A^2 - \frac{1}{2} (m_A + M)v^2$

解得 $\mu_0 = 0.2$ (2分)

讨论:

(i) 若 $0.1 \leq \mu < 0.2$, A和小车不共速, A将从小车左端滑落, $Q_1 = \mu m_A g L = 10\mu(J)$ (2分)

(ii) 若 $0.2 \leq \mu \leq 0.3$, A和小车能共速, $Q_2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 - \frac{1}{2} (m_A + M)v^2$, $Q_2 = 2J$ (2分)

25. (20分) (1) 2m/s, 3N/C; (2) $\frac{84 + 143\pi}{210}s$, $\frac{143}{105}\pi m$; (3) $\frac{25}{14}s$

【解析】(1) 滑块的运动轨迹如图所示, 滑块从A到O, 有

$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$ (1分), 解得 $a = 5m/s^2$

又有 $v^2 = 2aL$ (1分), 解得 $v = 2m/s$ (1分)

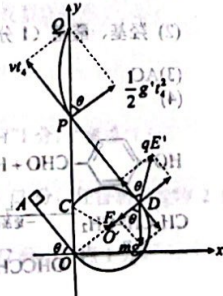
滑块在磁场中做匀速圆周运动, 所以有 $mg = qE$ (1分)

解得 $E = 3N/C$ (1分)

(2) 滑块从A到O, $t_1 = \frac{v}{a}$ (1分), 解得 $t_1 = 0.4s$

滑块在从O到C, $qvB = m \frac{v^2}{r}$ (1分), 解得 $r = \frac{6}{7}m$

滑块从A到C运动轨迹对应的圆心角 $\alpha = 2\theta + 180^\circ = 286^\circ$



求各点合力并合解得解得解得三高三高1506高中中解排

路程 $s = \frac{286^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r$ (1分) 解得 $s = \frac{143\pi}{105}m$ (1分)

运动时间 $t_2 = \frac{s}{v}$ (1分) 解得 $t_2 = \frac{143\pi}{210}s$

又 $t_0 = t_1 + t_2$ (1分) 解得 $t_0 = \frac{84 + 143\pi}{210}s$ (1分)

(3) 电场方向从竖直向上转过 16° 后, 电场方向与速度方向的夹角为

$\theta = 37^\circ + 16^\circ = 53^\circ$ (1分)

滑块受到的电场力大小变为 $F' = qE' = q \times \frac{4}{3}E = 2N$

计算可得 $qE' \cos \theta = 1.2N = mg \sin \theta$

$qvB + mg \cos \theta = 1.6N = qE' \sin \theta$

因此滑块从D点开始做匀速直线运动 (2分)

(只要能够说明该过程合力为零均可得2分)

设滑块第一次过y轴上的点为P, 滑块从D到P, $t_3 = \frac{2r \tan \theta}{v}$ (1分), 解得 $t_3 = \frac{8}{7}s$

滑块进入第二象限后做类平抛运动, 之后从Q点第二次通过y轴, 等效重力加速度大小

$g' = \frac{qE' \sin \theta - mg \cos \theta}{m} = \frac{qvB}{m} = \frac{14}{3}m/s^2$ (1分)

分析可知 $\tan \theta = \frac{v_A}{\frac{1}{2}g't_4^2}$ (1分), 解得 $t_4 = \frac{1}{14}s$

又 $t = t_3 + t_4$ (1分), 解得 $t = \frac{25}{14}s$ (1分)

34. (1) (5分) 0.4 (2分), 2 (1分), 8 (2分)

(2) (10分) 【答案】(1) $\frac{\sqrt{3}}{3}c$ (5分); (2) $\frac{6R}{c}$ (5分)

【解】(i) MO与CO垂直, 则有 $\tan \angle OCM = \frac{OM}{R} = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 解得 $\angle OCM = 30^\circ$ (1分)

对单色光在M点时, 有 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$ (1分), 解得 $n = \sqrt{3}$ (1分)

单色光在材料内传播的速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}c$ (2分)

(ii) 对单色光, 光路图如图所示

单色光在MC过程传播的时间 $t_1 = \frac{R}{v \cos 30^\circ}$ (1分), 解得 $t_1 = \frac{2R}{c}$

单色光在CE过程传播的时间 $t_2 = \frac{2R \cos 30^\circ}{v}$ (1分), 解得 $t_2 = \frac{3R}{c}$

单色光在EN过程传播的时间 $t_3 = \frac{R}{v}$ (1分), 解得 $t_3 = \frac{R}{c}$

因此, 单色光第一次在材料内传播的时间为 $t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{6R}{c}$ (2分)

