

一、选择题：本题共 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。

- 在真核细胞的内质网和细胞核中能够合成的物质分别是 **【A】**  
 A. 脂质、RNA                      B. 氨基酸、蛋白质  
 C. RNA、DNA                        D. DNA、蛋白质
- 马铃薯块茎储藏不当会出现酸味，这种现象与马铃薯块茎细胞的无氧呼吸有关。下列叙述正确的是 **【B】**  
 A. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸的产物是乳酸和葡萄糖  
 B. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生的乳酸是由丙酮酸转化而来  
 C. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生丙酮酸的过程不能生成 ATP  
 D. 马铃薯块茎储藏库中氧气浓度的升高会增加酸味的产生
- 某种  $H^+$ -ATPase 是一种位于膜上的载体蛋白，具有 ATP 水解酶活性，能够利用水解 ATP 释放的能量逆浓度梯度跨膜转运  $H^+$ 。①将某植物气孔的保卫细胞悬浮在一定 pH 的溶液中（假设细胞内的 pH 高于细胞外），置于暗处一段时间后，溶液的 pH 不变。②再将含有保卫细胞的该溶液分成两组，一组照射蓝光后溶液的 pH 明显降低；另一组先在溶液中加入  $H^+$ -ATPase 的抑制剂（抑制 ATP 水解），再用蓝光照射，溶液的 pH 不变。根据上述实验结果，下列推测不合理的是 **【C】**  
 A.  $H^+$ -ATPase 位于保卫细胞质膜上，蓝光能够引起细胞内的  $H^+$  转运到细胞外  
 B. 蓝光通过保卫细胞质膜上的  $H^+$ -ATPase 发挥作用导致  $H^+$  逆浓度梯度跨膜运输  
 C.  $H^+$ -ATPase 逆浓度梯度跨膜转运  $H^+$  所需的能量可由蓝光直接提供  
 D. 溶液中的  $H^+$  不能通过自由扩散的方式透过细胞质膜进入保卫细胞
- 当人体失水过多时，不会发生的生理变化是 **【D】**  
 A. 血浆渗透压升高                      B. 产生渴感  
 C. 血液中的抗利尿激素含量升高      D. 肾小管对水的重吸收降低
- 某种植物的羽裂叶和全缘叶是一对相对性状。某同学用全缘叶植株（植株甲）进行了下列四个实验。  
 ① 让植株甲进行自花传粉，子代出现性状分离  
 ② 用植株甲给另一全缘叶植株授粉，子代均为全缘叶  
 ③ 用植株甲给羽裂叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为 1:1  
 ④ 用植株甲给另一全缘叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为 3:1  
 其中能够判定植株甲为杂合子的实验是 **【B】**  
 A. ①或②                      B. ①或④                      C. ②或③                      D. ③或④
- 如果食物链上各营养级均以生物个体的数量来表示，并以食物链起点的生物个体数作底层来绘制数量金字塔，则只有两个营养级的夏季草原生态系统（假设第一营养级是牧草，第二营养级是羊）和森林生态系统（假设第一营养级是乔木，第二营养级是昆虫）数量金字塔的形状最可能是 **【A】**

- A. 前者为金字塔形, 后者为倒金字塔形  
 B. 前者为倒金字塔形, 后者为金字塔形  
 C. 前者为金字塔形, 后者为金字塔形  
 D. 前者为倒金字塔形, 后者为倒金字塔形
7. “春蚕到死丝方尽, 蜡炬成灰泪始干”是唐代诗人李商隐的著名诗句, 下列关于该诗句中所涉及物质的说法错误的是 **【D】**

- A. 蚕丝的主要成分是蛋白质  
 B. 蚕丝属于天然高分子材料  
 C. “蜡炬成灰”过程中发生了氧化反应  
 D. 古代的蜡是高级脂肪酸酯, 属于高分子聚合物
8. 已知  $N_A$  是阿伏加德罗常数的值, 下列说法错误的是 **【B】**

- A.  $3\text{g}^3\text{He}$  含有的中子数为  $1N_A$   
 B.  $1\text{L } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  磷酸钠溶液含有的  $\text{PO}_4^{3-}$  数目为  $0.1N_A$   
 C.  $1\text{mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  被还原为  $\text{Cr}^{3+}$  转移的电子数为  $6N_A$   
 D.  $48\text{g}$  正丁烷和  $10\text{g}$  异丁烷的混合物中共价键数目为  $13N_A$

9. 今年是门捷列夫发现元素周期律 150 周年。下表是元素周期表的一部分, W、X、Y、Z 为短周期主族元素, W 与 X 的最高化合价之和为 8。下列说法错误的是 **【D】**

- A. 原子半径:  $W < X$   
 B. 常温常压下, Y 单质为固态  
 C. 气态氢化物热稳定性:  $Z < W$   
 D. X 的最高价氧化物的水化物是强碱

			W
	X	Y	Z

10. 下列实验现象与实验操作不相匹配的是 **【A】**

	实验操作	实验现象
A.	向盛有高锰酸钾酸性溶液的试管中通入足量的乙烯后静置	溶液的紫色逐渐褪去, 静置后溶液分层
B.	将镁条点燃后迅速伸入集满 $\text{CO}_2$ 的集气瓶	集气瓶中产生浓烟并有黑色颗粒产生
C.	向盛有饱和硫代硫酸钠溶液的试管中滴加稀盐酸	有刺激性气味气体产生, 溶液变浑浊
D.	向盛有 $\text{FeCl}_3$ 溶液的试管中加过量铁粉, 充分振荡后加 1 滴 $\text{KSCN}$ 溶液	黄色逐渐消失, 加 $\text{KSCN}$ 后溶液颜色不变

11. 下列化学方程式中, 不能正确表达反应颜色变化的是 **【C】**
- A. 向  $\text{CuSO}_4$  溶液中加入足量  $\text{Zn}$  粉, 溶液蓝色消失  $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$
  - B. 澄清的石灰水久置后出现白色固体  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
  - C.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  在空气中放置后由淡黄色变为白色  $2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$
  - D. 向  $\text{Mg(OH)}_2$  悬浊液中滴加足量  $\text{FeCl}_3$  溶液出现红褐色沉淀

12. 绚丽多彩的无机颜料的应用曾创造了古代绘画和彩陶的辉煌。硫化镉( $\text{CdS}$ )是一种难溶于水的黄色颜料, 其在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示。下列说法错误的是 **【B】**

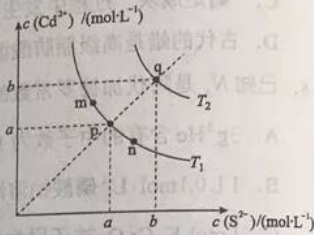
A. 图中  $a$  和  $b$  分别为  $T_1$ 、 $T_2$  温度下  $\text{CdS}$  在水中的溶解度

B. 图中各点对应的  $K_{sp}$  的关系为:

$$K_{sp}(m) = K_{sp}(n) < K_{sp}(p) < K_{sp}(q)$$

C. 向  $m$  点的溶液中加入少量  $\text{Na}_2\text{S}$  固体, 溶液组成由  $m$  沿  $mpn$  线向  $p$  方向移动

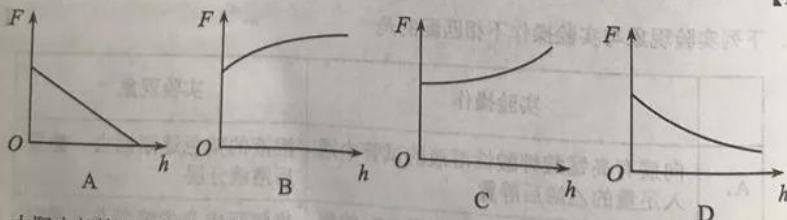
D. 温度降低时,  $q$  点的饱和溶液的组成由  $q$  沿  $qp$  线向  $p$  方向移动



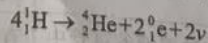
13. 分子式为  $\text{C}_4\text{H}_8\text{BrCl}$  的有机物共有 (不含立体异构) **【C】**
- A. 8 种
  - B. 10 种
  - C. 12 种
  - D. 14 种

二、选择题: 本题共 8 小题, 每小题 6 分, 共 48 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. 2019年1月, 我国嫦娥四号探测器成功在月球背面软着陆。在探测器“奔向”月球的过程中, 用  $h$  表示探测器与地球表面的距离,  $F$  表示它所受的地球引力, 能够描述  $F$  随  $h$  变化关系的图像是 **【D】**



15. 太阳内部核反应的主要模式之一是质子-质子循环, 循环的结果可表示为



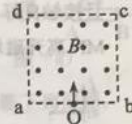
已知  ${}^1_1\text{H}$  和  ${}^4_2\text{He}$  的质量分别为  $m_p = 1.0078\text{u}$  和  $m_\alpha = 4.0026\text{u}$ ,  $1\text{u} = 931\text{MeV}/c^2$ ,  $c$  为光速。在 4 个  ${}^1_1\text{H}$  转变成 1 个  ${}^4_2\text{He}$  的过程中, 释放的能量约为 **【C】**

- A. 8MeV
- B. 16MeV
- C. 26MeV
- D. 52MeV

16. 物块在轻绳的拉动下沿倾角为  $30^\circ$  的固定斜面向上匀速运动, 轻绳与斜面平行。已知物块与斜面之间的动摩擦因数为  $\frac{\sqrt{3}}{3}$ , 重力加速度取  $10\text{m/s}^2$ 。若轻绳能承受的最大张力为  $1500\text{N}$ , 则物块的质量最大为

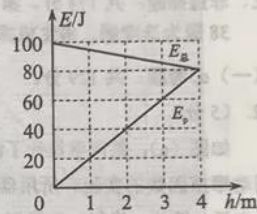
- A.  $150\text{kg}$       B.  $100\sqrt{3}\text{kg}$       C.  $200\text{kg}$       D.  $200\sqrt{3}\text{kg}$       【A】

17. 如图, 边长为  $l$  的正方形  $abcd$  内存在匀强磁场, 磁感应强度大小为  $B$ , 方向垂直于纸面 ( $abcd$  所在平面) 向外。  $ab$  边中点有一电子发射源  $O$ , 可向磁场内沿垂直于  $ab$  边的方向发射电子。已知电子的比荷为  $k$ 。则从  $a$ 、 $d$  两点射出的电子的速度大小分别为



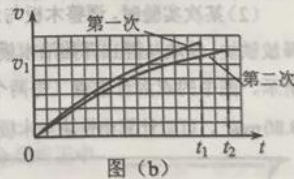
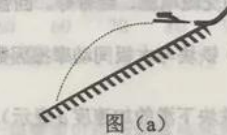
- A.  $\frac{1}{4}kBl, \frac{\sqrt{5}}{4}kBl$       B.  $\frac{1}{4}kBl, \frac{5}{4}kBl$   
C.  $\frac{1}{2}kBl, \frac{\sqrt{5}}{4}kBl$       D.  $\frac{1}{2}kBl, \frac{5}{4}kBl$       【B】

18. 从地面竖直向上抛出一物体, 其机械能  $E_m$  等于动能  $E_k$  与重力势能  $E_p$  之和。取地面为重力势能零点, 该物体的  $E_m$  和  $E_p$  随它离开地面的高度  $h$  的变化如图所示。重力加速度取  $10\text{m/s}^2$ 。由图中数据可得



- A. 物体的质量为  $2\text{kg}$   
B.  $h=0$  时, 物体的速率为  $20\text{m/s}$   
C.  $h=2\text{m}$  时, 物体的动能  $E_k=40\text{J}$   
D. 从地面至  $h=4\text{m}$ , 物体的动能减少  $100\text{J}$       【AD】

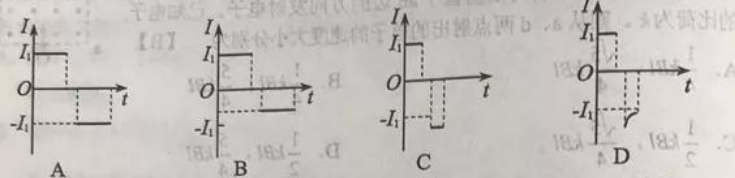
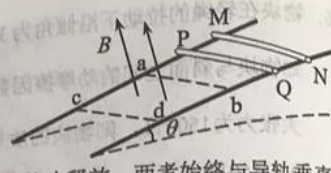
19. 如图 (a), 在跳台滑雪比赛中, 运动员在空中滑翔时身体的姿态会影响其下落的速度和滑翔的距离。某运动员先后两次从同一跳台起跳, 每次都从离开跳台开始计时, 用  $v$  表示他在竖直方向的速度, 其  $v-t$  图像如图 (b) 所示,  $t_1$  和  $t_2$  是他落在倾斜雪道上的时刻。则



- A. 第二次滑翔过程中在竖直方向上的位移比第一次的小  
B. 第二次滑翔过程中在水平方向上的位移比第一次的大  
C. 第二次滑翔过程中在竖直方向上的平均加速度比第一次的大  
D. 竖直方向速度大小为  $v_1$  时, 第二次滑翔在竖直方向上所受阻力比第一次的大      【BD】
20. 静电场中, 一带电粒子仅在电场力的作用下自  $M$  点由静止开始运动,  $N$  为粒子运动轨迹上的另外一点, 则

- A. 运动过程中, 粒子的速度大小可能先增大后减小  
B. 在  $M$ 、 $N$  两点间, 粒子的轨迹一定与某条电场线重合  
C. 粒子在  $M$  点的电势能不低于其在  $N$  点的电势能  
D. 粒子在  $N$  点所受电场力的方向一定与粒子轨迹在该点的切线平行      【AC】

21. 如图, 两条光滑平行金属导轨固定, 所在平面与水平面夹角为  $\theta$ , 导轨电阻忽略不计。虚线 ab、cd 均与导轨垂直, 在 ab 与 cd 之间的区域存在垂直于导轨所在平面的匀强磁场。将两根相同的导体棒 PQ、MN 先后自导轨上同一位置由静止释放, 两者始终与导轨垂直且接触良好。已知 PQ 进入磁场时加速度恰好为零。从 PQ 进入磁场开始计时, 到 MN 离开磁场区域为止, 流过 PQ 的电流随时间变化的图像可能正确的是 【AD】



三、非选择题: 共 174 分。第 22~32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 129 分。

22. (5 分)

如图 (a), 某同学设计了测量铁块与木板间动摩擦因数的实验。所用器材有: 铁架台、长木板、铁块、米尺、电磁打点计时器、频率 50Hz 的交流电源、纸带等。回答下列问题:

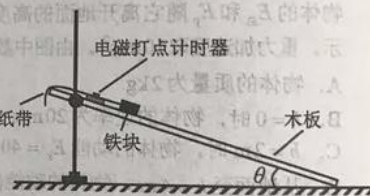


图 (a)

(1) 铁块与木板间动摩擦因数  $\mu = \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta}$  (用木板与水平面的夹角  $\theta$ 、重力加速度  $g$  和铁块下滑的加速度  $a$  表示)。

(2) 某次实验时, 调整木板与水平面的夹角使  $\theta = 30^\circ$ 。接通电源, 开启打点计时器, 释放铁块, 铁块从静止开始沿木板滑下。多次重复后选择点迹清晰的一条纸带, 如图 (b) 所示。图中的点为计数点 (每两个相邻的计数点间还有 4 个点未画出)。重力加速度为  $9.80 \text{ m/s}^2$ 。可以计算出铁块与木板间的动摩擦因数为 0.35 (结果保留 2 位小数)。

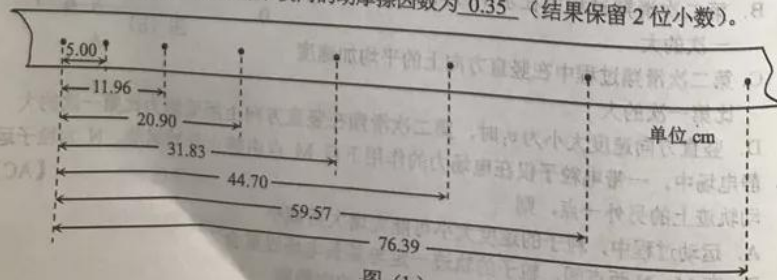
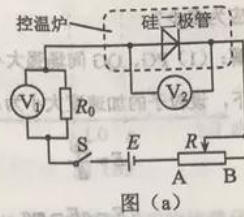


图 (b)

23. (10分)

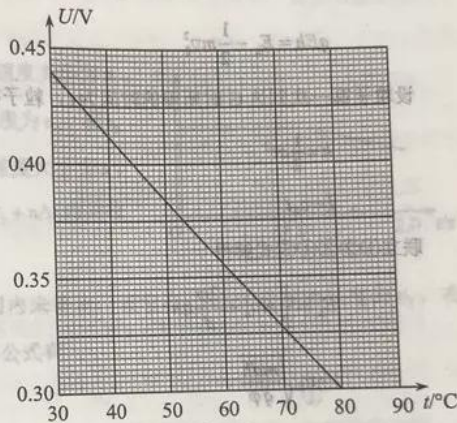
某小组利用图(a)所示的电路,研究硅二极管在恒定电流条件下的正向电压  $U$  与温度  $t$  的关系,图中  $V_1$  和  $V_2$  为理想电压表;  $R$  为滑动变阻器,  $R_0$  为定值电阻(阻值  $100\Omega$ );  $S$  为开关,  $E$  为电源。实验中二极管置于控温炉内,控温炉内的温度  $t$  由温度计(图中未画出)测出。图(b)



图(a)

是该小组在恒定电流为  $50.0\mu\text{A}$  时得到的某硅二极管  $U-t$  关系曲线。回答下列问题:

(1) 实验中,为保证流过二极管的电流为  $50.0\mu\text{A}$ , 应调节滑动变阻器  $R$ , 使电压表  $V_1$  的示数为  $U_1 = \underline{5.00} \text{ mV}$ ; 根据图(b)可知,当控温炉内的温度  $t$  升高时,硅二极管正向电阻 变小 (填“变大”或“变小”),电压表  $V_1$  示数 增大 (填“增大”或“减小”),此时应将  $R$  的滑片向 B (填“A”或“B”)端移动,以使  $V_1$  示数仍为  $U_1$ 。



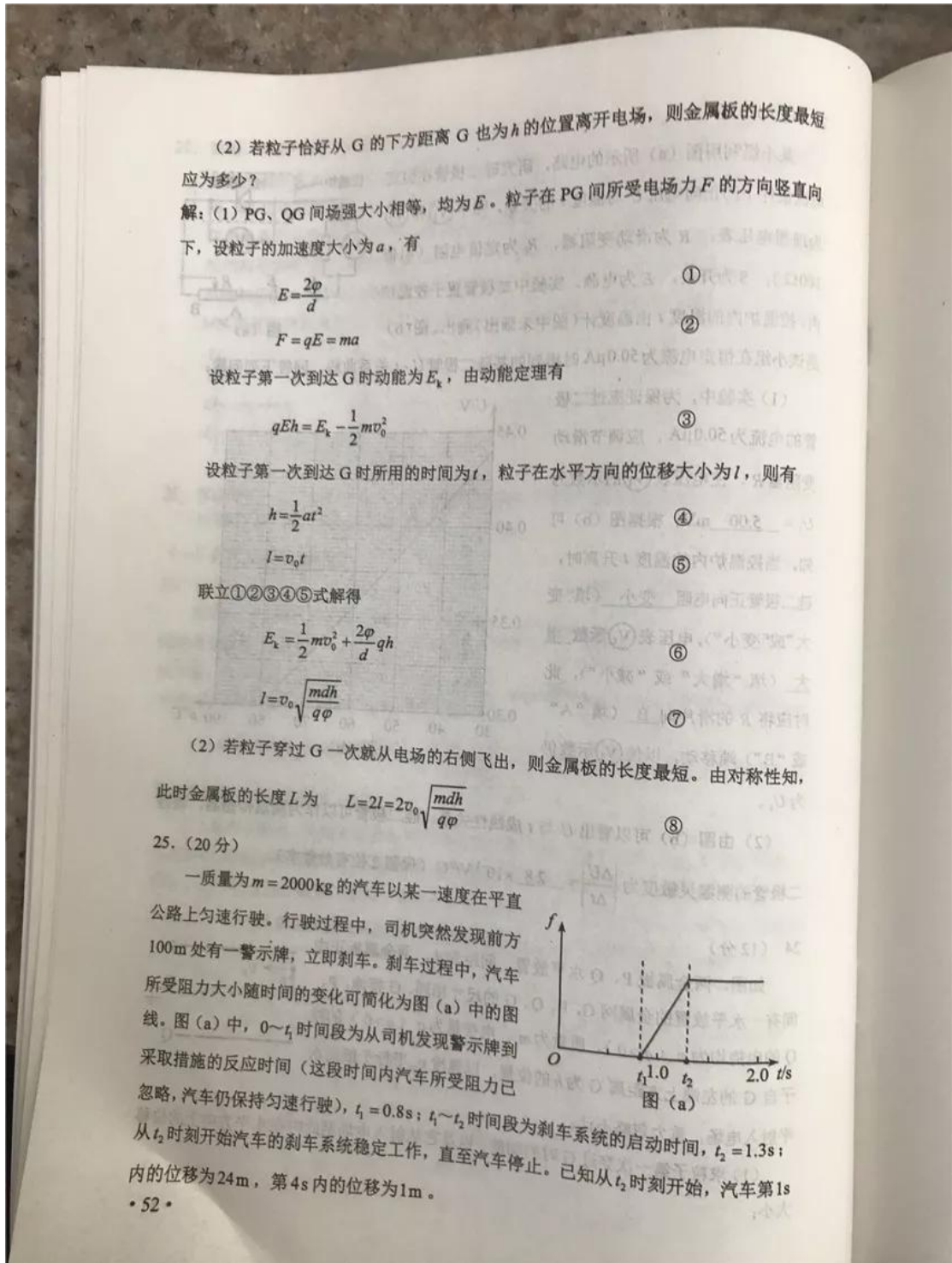
图(b)

(2) 由图(b)可以看出  $U$  与  $t$  成线性关系。硅二极管可以作为测温传感器,该硅二极管的测温灵敏度为  $\frac{\Delta U}{\Delta t} = \underline{2.8} \times 10^{-3} \text{ V/}^\circ\text{C}$  (保留2位有效数字)。

24. (12分)

如图,两金属板  $P$ 、 $Q$  水平放置,间距为  $d$ 。两金属板正中有一水平放置的金属网  $G$ ,  $P$ 、 $Q$ 、 $G$  的尺寸相同。 $G$  接地,  $P$ 、 $Q$  的电势均为  $\varphi$  ( $\varphi > 0$ )。质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的粒子自  $G$  的左端上方距离  $G$  为  $h$  的位置,以速度  $v_0$  平行于纸面水平射入电场,重力忽略不计。

(1) 求粒子第一次穿过  $G$  时的动能,以及它从射入电场至此时在水平方向上的位移大小;



(1) 在图 (b) 中定性画出从司机发现警示牌到刹车系统稳定工作后汽车运动的  $v-t$  图线;

(2) 求  $t_2$  时刻汽车的速度大小及此后的加速度大小;

(3) 求刹车前汽车匀速行驶时的速度大小及  $t_1 \sim t_2$  时间内汽车克服阻力做的功; 从司机发现警示牌到汽车停止, 汽车行驶的距离约为多少 (以  $t_1 \sim t_2$  时间段始末速度的算术平均值替代这段时间内汽车的平均速度)?

解: (1)  $v-t$  图像如图所示。

(2) 设刹车前汽车匀速行驶时的速度大小为  $v_1$ , 则  $t_1$  时刻的速度也为  $v_1$ ;  $t_2$  时刻的速度为  $v_2$ 。在  $t_2$  时刻后汽车做匀减速运动, 设其加速度大小为  $a$ 。取  $\Delta t = 1\text{s}$ 。设汽车在  $t_2 + (n-1)\Delta t \sim t_2 + n\Delta t$  内的位移为  $s_n$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$ 。

若汽车在  $t_2 + 3\Delta t \sim t_2 + 4\Delta t$  时间内未停止, 设它在  $t_2 + 3\Delta t$  时刻的速度为  $v_3$ , 在  $t_2 + 4\Delta t$  时刻的速度为  $v_4$ , 由运动学公式有

$$s_1 - s_4 = 3a(\Delta t)^2 \quad ①$$

$$s_1 = v_2\Delta t - \frac{1}{2}a(\Delta t)^2 \quad ②$$

$$v_4 = v_2 - 4a\Delta t \quad ③$$

联立①②③式, 代入已知数据解得

$$v_4 = -\frac{17}{6}\text{m/s} \quad ④$$

这说明在  $t_2 + 4\Delta t$  时刻前, 汽车已经停止。因此, ①式不成立。

由于在  $t_2 + 3\Delta t \sim t_2 + 4\Delta t$  内汽车停止, 由运动学公式

$$v_3 = v_2 - 3a\Delta t \quad ⑤$$

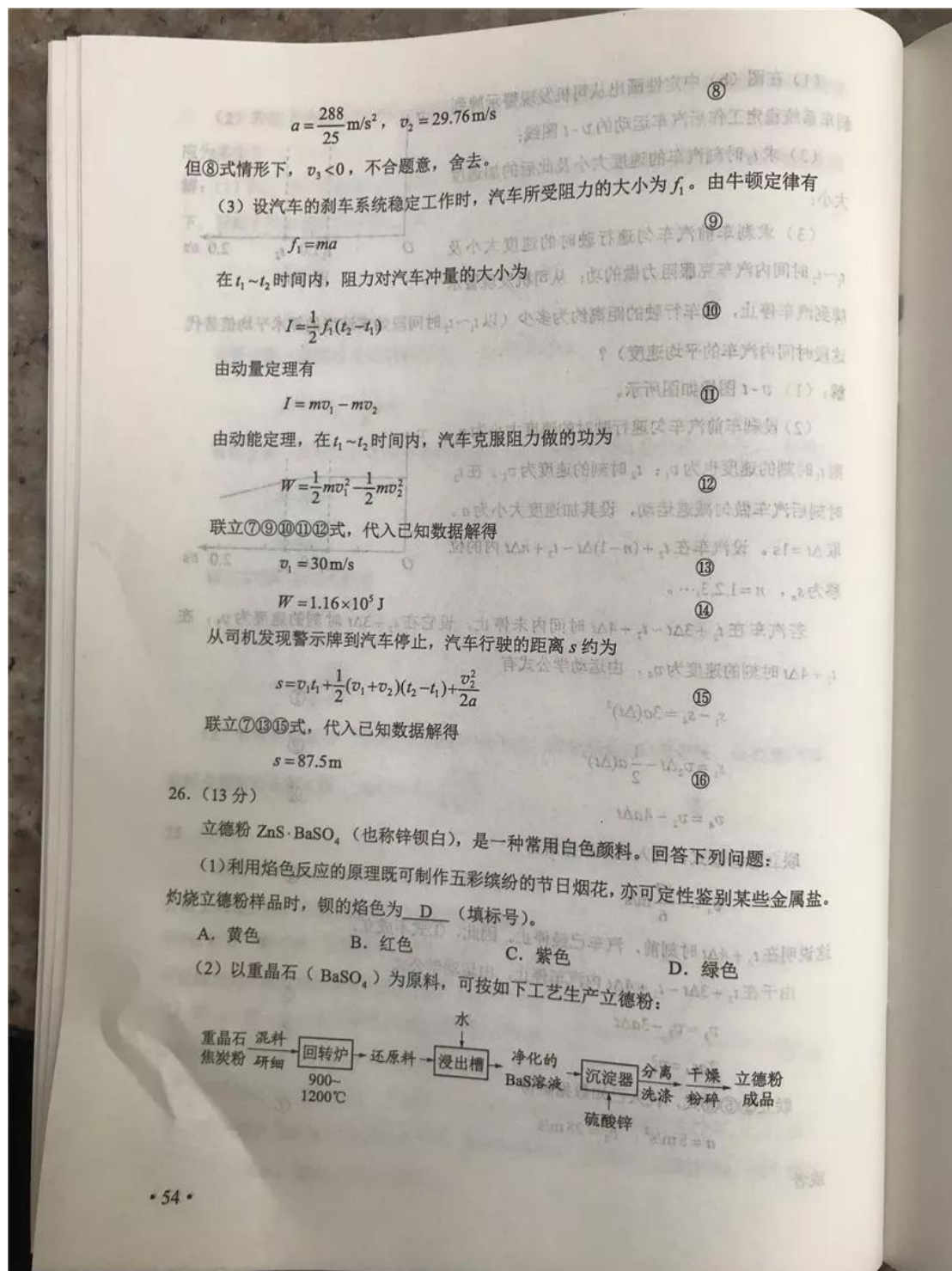
$$2as_4 = v_3^2 \quad ⑥$$

联立②⑤⑥式, 代入已知数据解得

$$a = 8\text{m/s}^2, \quad v_2 = 28\text{m/s}$$

或者





① 在回转炉中重晶石被过量焦炭还原为可溶性硫化钡，该过程的化学方程式为  $\text{BaSO}_4 + 4\text{C} = \text{BaS} + 4\text{CO} \uparrow$ 。回转炉尾气中含有有毒气体，生产上可通过水蒸气变换反应将其转化为  $\text{CO}_2$  和一种清洁能源气体，该反应的化学方程式为  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ 。

② 在潮湿空气中长期放置的“还原料”，会逸出臭鸡蛋气味的气体，且水溶性变差，其原因是“还原料”表面生成了难溶于水的  $\text{BaCO}_3$ （填化学式）。

③ 沉淀器中反应的离子方程式为  $\text{S}^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \cdot \text{ZnS} \downarrow$ 。

(3) 成品中  $\text{S}^{2-}$  的含量可以用“碘量法”测得。称取  $m$  g 样品，置于碘量瓶中，移取 25.00 mL  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{I}_2 - \text{KI}$  溶液于其中，并加入乙酸溶液，密闭，置暗处反应 5 min，有单质硫析出。以淀粉为指示剂，过量的  $\text{I}_2$  用  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴定，反应式为  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。测定时消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液体积  $V$  mL。终点颜色变化

为 浅蓝色至无色，样品中  $\text{S}^{2-}$  的含量为  $\frac{(25.00 - \frac{1}{2}V) \times 0.1000 \times 32}{m \times 1000} \times 100\%$ （写出表达式）。

27. (15分)

环戊二烯 ( $\text{C}_5\text{H}_8$ ) 是重要的有机化工原料，广泛用于农药、橡胶、塑料等生产。回答下列问题：

(1) 已知： $\text{C}_5\text{H}_8(\text{g}) = \text{C}_5\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = 100.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  ①

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = 2\text{HI}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -11.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  ②

对于反应： $\text{C}_5\text{H}_8(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = \text{C}_5\text{H}_6(\text{g}) + 2\text{HI}(\text{g})$  ③  $\Delta H_3 = 89.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 某温度下，等物质的量的碘和环戊烯 ( $\text{C}_5\text{H}_8$ ) 在刚性容器内发生反应③，起始总压为  $10^5 \text{ Pa}$ ，平衡时总压增加了 20%，环戊烯的转化率为 40%，该反应的平衡常数  $K_p = 3.56 \times 10^4 \text{ Pa}$ 。达到平衡后，欲增加环戊烯的平衡转化率，可采取的措施有

BD（填标号）。

A. 通入惰性气体 B. 提高温度 C. 增加环戊烯浓度 D. 增加碘浓度

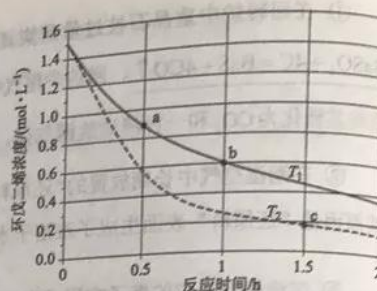
(3) 环戊二烯容易发生聚合生成二聚体，该反应为可逆反应。不同温度下，溶液中环戊二烯浓度与反应时间的关系如图所示，下列说法正确的是 CD（填标号）。


A.  $T_1 > T_2$

B. a 点的反应速率小于 c 点的反应速率

C. a 点的正反应速率大于 b 点的逆反应速率

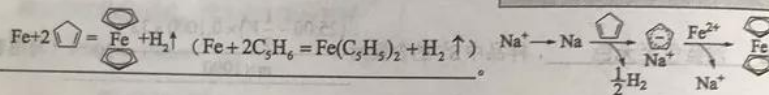
D. b 点时二聚体的浓度为  $0.45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$



(4) 环戊二烯可用于制备二茂铁 ( $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ ), 结构简式为 , 后者广泛应用于

航天、化工等领域中。二茂铁的电化学制备原理如下图所示, 其中电解液为溶解有溴化钠 (电解质) 和环戊二烯的 DMF 溶液 (DMF 为惰性有机溶剂)。

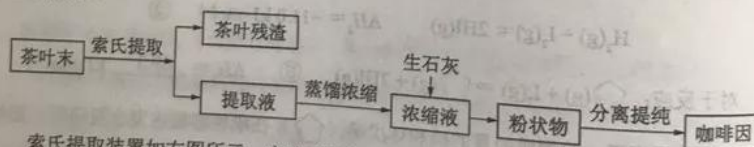
该电解池的阳极为 Fe 电极, 总反应为



电解制备需要在无水条件下进行, 原因为 水会阻碍中间物 Na 的生成; 水会电解生成 OH<sup>-</sup>, 进一步与 Fe<sup>2+</sup> 反应生成 Fe(OH)<sub>2</sub>。

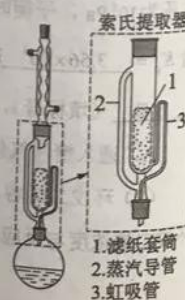
28. (15 分)

咖啡因是一种生物碱 (易溶于水及乙醇, 熔点  $234.5^\circ\text{C}$ ,  $100^\circ\text{C}$  以上开始升华), 有兴奋大脑神经和利尿等作用。茶叶中含咖啡因约 1%~5%、单宁酸 ( $K_a$  约为  $10^{-6}$ , 易溶于水及乙醇) 约 3%~10%, 还含有色素、纤维素等。实验室从茶叶中提取咖啡因的流程如下图所示。



索氏提取装置如右图所示。实验时烧瓶中溶剂受热蒸发, 蒸汽沿蒸汽导管 2 上升至球形冷凝管, 冷凝后滴入滤纸套筒 1 中, 与茶叶末接触, 进行萃取。萃取液液面达到虹吸管 3 顶端时, 经虹吸管 3 返回烧瓶, 从而实现茶叶末的连续萃取。回答下列问题:

(1) 实验时需将茶叶研细, 放入滤纸套筒 1 中, 研细的目的是 增加固液接触面积, 提取充分。圆底烧瓶中加入 95% 乙醇为溶剂, 加热前还要加几粒 沸石。



(2) 提取过程不可选用明火直接加热, 原因是 乙醇易挥发, 易燃。与常规的萃取相比, 采用索氏提取器的优点是 使用溶剂量少, 可连续萃取 (萃取效率高)。

(3) 提取液需经“蒸馏浓缩”除去大部分溶剂。与水相比, 乙醇作为萃取剂的优点是 乙醇沸点低, 易浓缩。“蒸馏浓缩”需选用的仪器除了圆底烧瓶、蒸馏头、温度计、接收管之外, 还有 AC (填标号)。

- A. 直形冷凝管  
B. 球形冷凝管  
C. 接收瓶  
D. 烧杯

(4) 浓缩液加生石灰的作用是中和 单宁酸 和吸收 水。

(5) 可采用如右图所示的简易装置分离提纯咖啡因。将粉状物放入蒸发皿中并小火加热, 咖啡因在扎有小孔的滤纸上凝结, 该分离提纯方法的名称是 升华。



29. (8分)

某研究小组切取某种植物胚芽鞘的顶端, 分成甲、乙两组, 按下图所示的方法用琼脂块收集生长素, 再将含有生长素的琼脂块置于去顶胚芽鞘切段的一侧, 一段时间后, 测量胚芽鞘切段的弯曲程度 ( $\alpha$ 角), 测得数据如下表。据此回答问题。



分组	甲	乙	
琼脂块		左	右
$\alpha$ 角/度	20.4	9.0	9.1

(1) 生长素在胚芽鞘中的运输属于极性运输, 这种运输的方向是 从形态学上端到形态学下端。

(2) 上图中  $\alpha$ 角形成的原因是 琼脂块中的生长素进入胚芽鞘切段的左侧, 使胚芽鞘左侧的生长素浓度高于右侧, 引起胚芽鞘左侧生长快于右侧, 形成  $\alpha$ 角。

(3) 据表可知乙组中左、右两侧的琼脂块所引起的  $\alpha$ 角基本相同, 但小于甲琼脂块所引起的  $\alpha$ 角, 原因是 乙左右两侧琼脂块中的生长素含量基本相同, 但小于甲琼脂块中生长素的含量。

30. (8分)

环境中的内分泌干扰物是与某种性激素分子结构类似的物质, 对小鼠的内分泌功能会产生不良影响。回答下列问题。

(1) 通常, 机体内性激素在血液中的浓度 很低, 与靶细胞受体结合并起作用后会 灭活。

(2) 与初级精母细胞相比, 精细胞的染色体数目减半, 原因是在减数分裂过程中染色体复制一次, 而细胞连续分裂两次。

(3) 小鼠睾丸分泌的激素通过体液发挥调节作用。与神经调节相比, 体液调节的特点有 激素等是通过体液运输的、作用时间比较长、反应速度较缓慢、作用范围较广泛 (答出 4 点即可)。

31. (11 分)

回答下列与生态系统相关的问题。

(1) 在森林生态系统中, 生产者的能量来自于 太阳能, 生产者的能量可以直接流向 初级消费者、分解者 (答出 2 点即可)。

(2) 通常, 对于一个水生生态系统来说, 可根据水体中含氧量的变化计算出生态系统中浮游植物的总初级生产量 (生产者所制造的有机物总量)。若要测定某一水生生态系统中浮游植物的总初级生产量, 可在该水生生态系统中的某一水深处取水样, 将水样分成三等份, 一份直接测定  $O_2$  含量 (A); 另两份分别装入不透光 (甲) 和透光 (乙) 的两个玻璃瓶中, 密闭后放回取样处, 若干小时后测定甲瓶中的  $O_2$  含量 (B) 和乙瓶中的  $O_2$  含量 (C)。据此回答下列问题。

在甲、乙瓶中生产者呼吸作用相同且瓶中只有生产者的条件下, 本实验中 C 与 A 的差值表示这段时间内 生产者净光合作用的放氧量; C 与 B 的差值表示这段时间内 生产者光合作用的总放氧量; A 与 B 的差值表示这段时间内 生产者呼吸作用的耗氧量。

32. (12 分)

某种甘蓝的叶色有绿色和紫色。已知叶色受 2 对独立遗传的基因 A/a 和 B/b 控制, 只含隐性基因的个体表现隐性性状, 其他基因型的个体均表现显性性状。某小组用绿叶甘蓝和紫叶甘蓝进行了一系列实验。

实验①: 让绿叶甘蓝 (甲) 的植株进行自交, 子代都是绿叶

实验②: 让甲植株与紫叶甘蓝 (乙) 植株杂交, 子代个体中绿叶: 紫叶=1:3

回答下列问题。

(1) 甘蓝叶色中隐性性状是 绿色, 实验①中甲植株的基因型为 aabb。

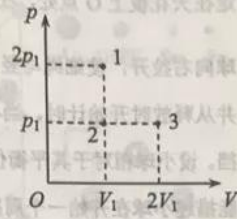
(2) 实验②中乙植株的基因型为 AaBb, 子代中有 4 种基因型。

(3) 用另一紫叶甘蓝 (丙) 植株与甲植株杂交, 若杂交子代中紫叶和绿叶的分离比为 1:1, 则丙植株所有可能的基因型是 Aabb、aaBb; 若杂交子代均为紫叶, 则丙植株所有可能的基因型是 AABB、AAAb、aaBB、AaBB、AABb; 若杂交子代均为紫叶, 且让该子代自交, 自交子代中紫叶与绿叶的分离比为 15:1, 则丙植株的基因型为 AABB。

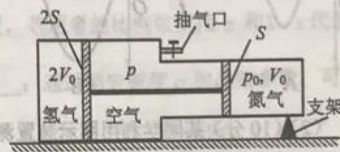
(二) 选考题：共 45 分。请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做，则每科按所做的第一题计分。

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(1) (5 分) 如  $p-V$  图所示，1、2、3 三个点代表某容器中一定量理想气体的三个不同状态，对应的温度分别是  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ ，用  $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$  分别表示这三个状态下气体分子在单位时间内撞击容器壁上单位面积的平均次数，则  $N_1$  大于  $N_2$ ， $T_1$  等于  $T_3$ ， $N_2$  大于  $N_3$ 。(填“大于”“小于”或“等于”)



(2) (10 分) 如图，一容器由横截面积分别为  $2S$  和  $S$  的两个汽缸连通而成，容器平放在水平地面上，汽缸内壁光滑。整个容器被通过刚性杆连接的两活塞分隔成三部分，分别充有氢气、空气和氮气。平衡时，氮气的压强和体积分别为  $p_0$  和  $V_0$ ，氢气的体积为  $2V_0$ ，空气的压强为  $p$ 。现缓慢地将中部的空气全部抽出，抽气过程中氢气和氮气的温度保持不变，活塞没有到达两汽缸的连接处，求



(i) 抽气前氢气的压强；

(ii) 抽气后氢气的压强和体积。

解：(i) 设抽气前氢气的压强为  $p_{10}$ ，根据力的平衡条件得

$$(p_{10} - p) \cdot 2S = (p_0 - p) \cdot S \quad \text{①}$$

得

$$p_{10} = \frac{1}{2}(p_0 + p) \quad \text{②}$$

(ii) 设抽气后氢气的压强和体积分别为  $p_1$  和  $V_1$ ，氮气的压强和体积分别为  $p_2$  和  $V_2$ 。

根据力的平衡条件有  $p_2 \cdot S = p_1 \cdot 2S$  ③

由玻意耳定律得

$$p_1 V_1 = p_{10} \cdot 2V_0 \quad \text{④}$$

$$p_2 V_2 = p_0 V_0 \quad \text{⑤}$$

由于两活塞用刚性杆连接，故

$$V_1 - 2V_0 = 2(V_0 - V_2) \quad \text{⑥}$$

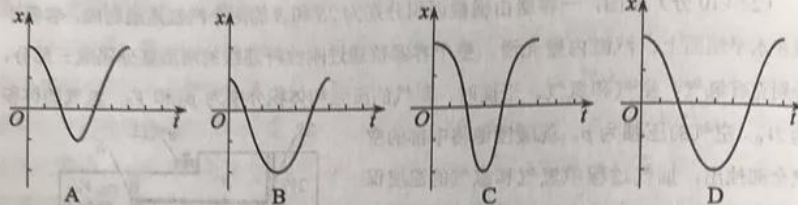
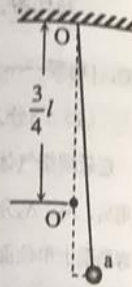
联立②③④⑤⑥式解得

$$p_1 = \frac{1}{2}p_0 + \frac{1}{4}p \quad \text{⑦}$$

$$V_1 = \frac{4(p_0 + p)V_0}{2p_0 + p} \quad \text{⑧}$$

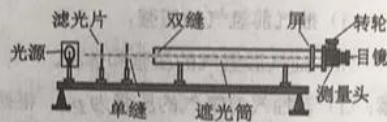
34. [物理——选修3-4] (15分)

(1) (5分) 如图, 长为  $l$  的细绳下方悬挂一小球 a, 绳的另一端固定在天花板上 O 点处, 在 O 点正下方  $\frac{3}{4}l$  的 O' 处有一固定细铁钉。将小球向右拉开, 使细绳与竖直方向成一小角度 (约为  $2^\circ$ ) 后由静止释放, 并从释放时开始计时。当小球 a 摆至最低位置时, 细绳会受到铁钉的阻挡。设小球相对于其平衡位置的水平位移为  $x$ , 向右为正。下列图像中, 能描述小球在开始一个周期内的  $x-t$  关系的是 A。



(2) (10分) 某同学利用图示装置测量某

种单色光的波长。实验时, 接通电源使光源正常发光; 调整光路, 使得从目镜中可以观察到干涉条纹。回答下列问题:



(i) 若想增加从目镜中观察到的条纹个数, 该同学可 B :

- A. 将单缝向双缝靠近
- B. 将屏向靠近双缝的方向移动
- C. 将屏向远离双缝的方向移动
- D. 使用间距更小的双缝

(ii) 若双缝的间距为  $d$ , 屏与双缝间的距离为  $l$ , 测得第 1 条暗条纹到第  $n$  条暗条纹之间的距离为  $\Delta x$ , 则单色光的波长  $\lambda = \frac{\Delta x \cdot d}{(n-1)l}$ ;

(iii) 某次测量时, 选用的双缝的间距为  $0.300\text{mm}$ , 测得屏与双缝间的距离为  $1.20\text{m}$ , 第 1 条暗条纹到第 4 条暗条纹之间的距离为  $7.56\text{mm}$ 。则所测单色光的波长为 630 nm (结果保留 3 位有效数字)。

35. [化学——选修3: 物质结构与性质] (15分)

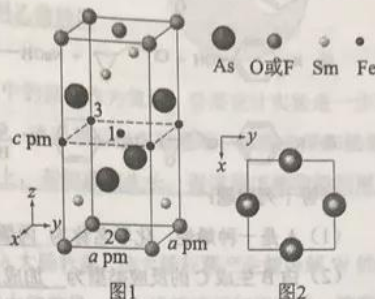
近年来我国科学家发现了一系列意义重大的铁系超导材料, 其中一类为 Fe-Sm-As-F-O 组成的化合物。回答下列问题:

(1) 元素 As 与 N 同族。预测 As 的氢化物分子的立体结构为 三角锥形，其沸点比 NH<sub>3</sub> 的 低 (填“高”或“低”)，其判断理由是 NH<sub>3</sub> 分子间存在氢键。

(2) Fe 成为阳离子时首先失去 4s 轨道电子，Sm 的价层电子排布式为 4f<sup>6</sup>6s<sup>2</sup>，Sm<sup>3+</sup> 价层电子排布式为 4f<sup>6</sup>。

(3) 比较离子半径：F<sup>-</sup> 小于 O<sup>2-</sup> (填“大于”“等于”或“小于”)。

(4) 一种四方结构的超导化合物的晶胞如图 1 所示。晶胞中 Sm 和 As 原子的投影位置如图 2 所示。



图中 F<sup>-</sup> 和 O<sup>2-</sup> 共同占据晶胞的上下底面位置，若两者的比例依次用  $x$  和  $1-x$  代表，则该化合物的化学式表示为 SmFeAsO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>；通过测定密度  $\rho$  和晶胞参数，可以

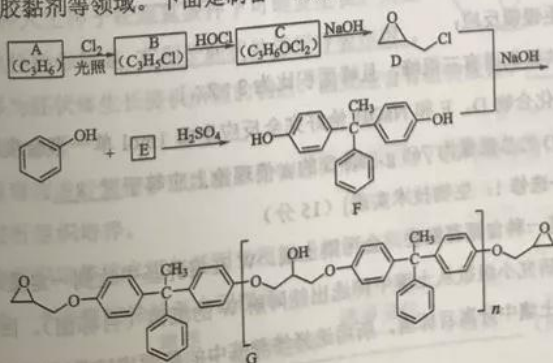
计算该物质的  $x$  值，完成它们关系表达式： $\rho = \frac{2[281 + 16(1-x) + 19x]}{a^2 c N_A \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置，称作原子分数坐标，例如图 1 中原子 1 的坐标为  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ ，则原子 2 和 3 的坐标分别为  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$ 、

$(0, 0, \frac{1}{2})$ 。

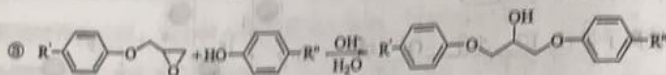
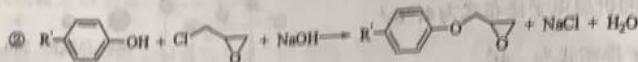
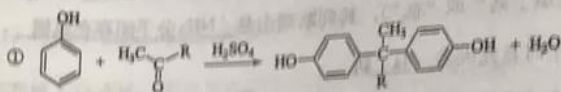
36. [化学——选修 5：有机化学基础] (15 分)

环氧树脂因其具有良好的机械性能、绝缘性能以及与各种材料的粘结性能，已广泛应用于涂料和胶黏剂等领域。下面是制备一种新型环氧树脂 G 的合成路线：





已知以下信息：

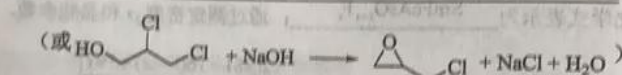
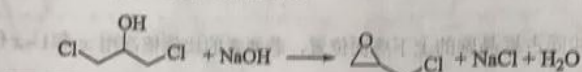


回答下列问题：

(1) A 是一种烯烃，化学名称为 丙烯，C 中官能团的名称为 氯原子、羟基。

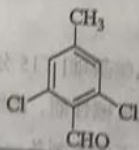
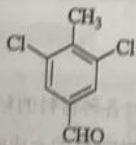
(2) 由 B 生成 C 的反应类型为 加成反应。

(3) 由 C 生成 D 的反应方程式为



(4) E 的结构简式为 c1ccc(cc1)C(=O)C

(5) E 的二氯代物有多种同分异构体，请写出其中能同时满足以下条件的芳香化合物的结构简式



物的结构简式

① 能发生银镜反应；

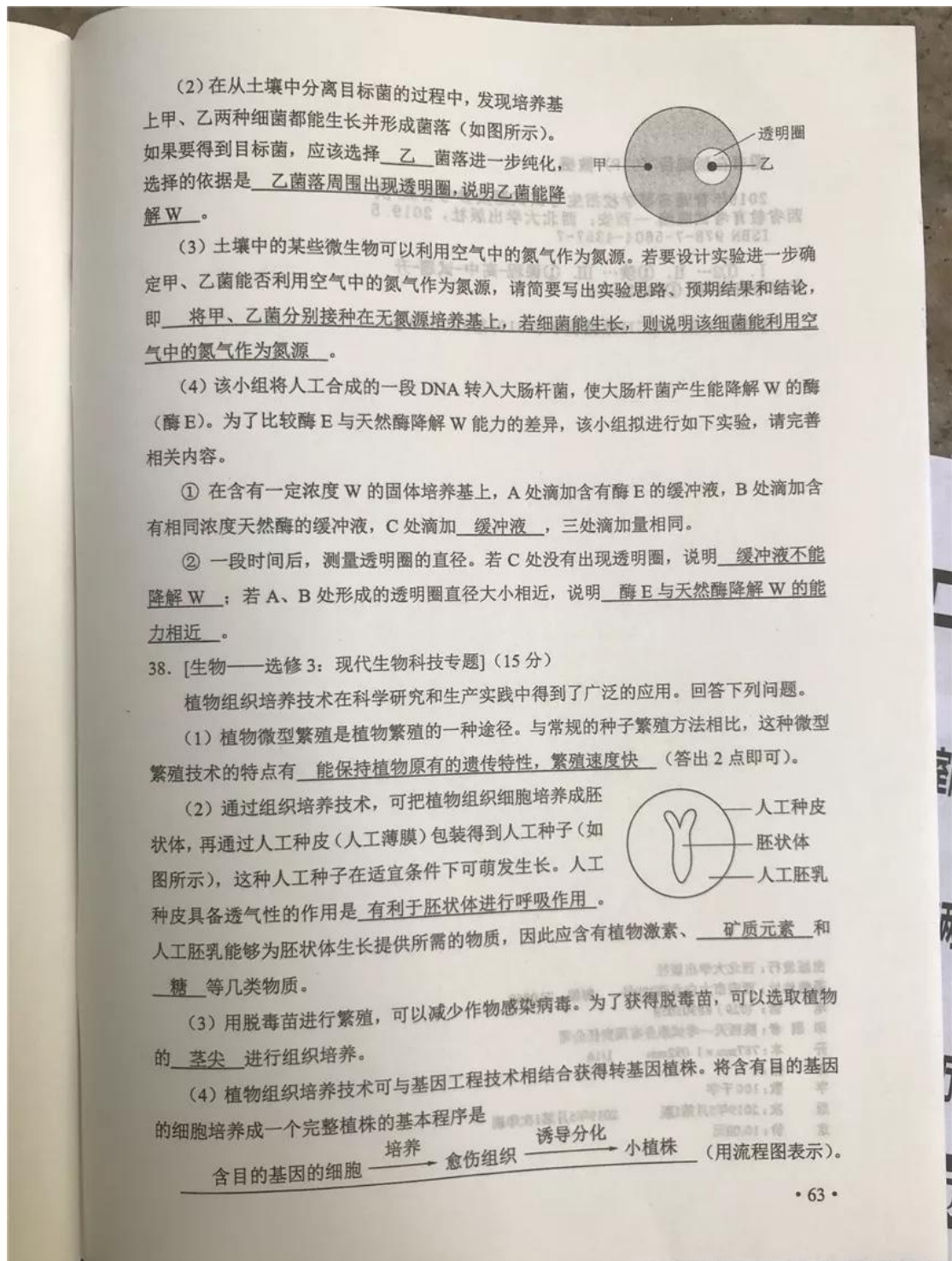
② 核磁共振氢谱有三组峰，且峰面积比为 3:2:1。

(6) 假设化合物 D、F 和 NaOH 恰好完全反应生成 1mol 单一聚合度的 G，若生成的 NaCl 和 H<sub>2</sub>O 的总质量为 765 g，则 G 的 n 值理论上应等于 8。

37. [生物——选修 1: 生物技术实践] (15 分)

物质 W 是一种含氮有机物，会污染土壤。W 在培养基中达到一定量时培养基表现为不透明。某研究小组欲从土壤中筛选出能降解 W 的细菌 (目标菌)。回答下列问题。

(1) 要从土壤中分离目标菌，所用选择培养基中的氮源应该是 W。



自主招生在线创始于2014年,是专注于自主招生、学科竞赛、全国高考的升学服务平台,旗下拥有网站和微信两大媒体矩阵,关注用户超百万,用户群体涵盖全国90%以上的重点中学老师、家长和考生,引起众多重点高校的关注。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南,请关注自主招生在线官方微信号: zizzsw。



微信扫一扫，快速关注