

2020年普通高等学校招生全国统一考试 理科综合

理科综合能力测试

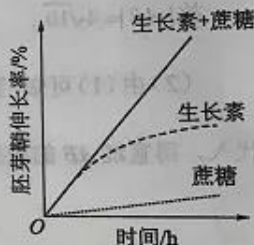
可能用到的相对原子质量: H 1 B 11 C 12 N 14 O 16 Na 23 Al 27 Cl 35.5
Fe 56 Ni 59 Cu 64

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。

1. 关于真核生物的遗传信息及其传递的叙述, 错误的是

- A. 遗传信息可以从 DNA 流向 RNA, 也可以从 RNA 流向蛋白质
- B. 细胞中以 DNA 的一条单链为模板转录出的 RNA 均可编码多肽
- C. 细胞中 DNA 分子的碱基总数与所有基因的碱基数之和不相等
- D. 染色体 DNA 分子中的一条单链可以转录出不同的 RNA 分子

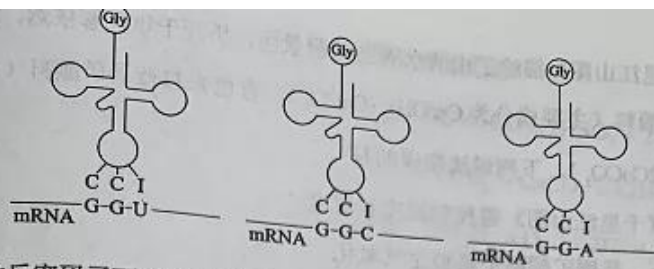
2. 取燕麦胚芽鞘切段, 随机分成三组, 第 1 组置于一定浓度的蔗糖 (Suc) 溶液中 (蔗糖能进入胚芽鞘细胞), 第 2 组置于适宜浓度的生长素 (IAA) 溶液中, 第 3 组置于 IAA+Suc 溶液中, 一定时间内测定胚芽鞘长度的变化, 结果如图所示。用 KCl 代替蔗糖进行上述实验可以得到相同的结果。



下列说法不合理的是

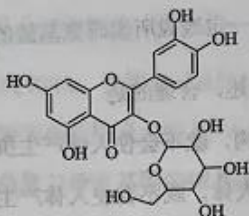
- A. KCl 可进入胚芽鞘细胞中调节细胞的渗透压
 - B. 胚芽鞘伸长生长过程中, 伴随细胞对水分的吸收
 - C. 本实验中 Suc 是作为能源物质来提高 IAA 作用效果的
 - D. IAA 促进胚芽鞘伸长的效果可因加入 Suc 或 KCl 而提高
3. 细胞内有些 tRNA 分子的反密码子中含有稀有碱基次黄嘌呤 (I)。含有 I 的反密码子在与 mRNA 中的密码子互补配对时, 存在如图所示的配对方式 (Gly 表示甘氨酸)。

下列说法错误的是



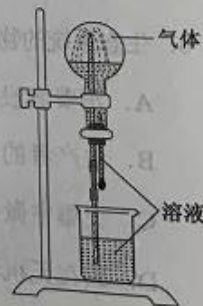
- A. 一种反密码子可以识别不同的密码子
- B. 密码子与反密码子的碱基之间通过氢键结合
- C. tRNA 分子由两条链组成, mRNA 分子由单链组成
- D. mRNA 中的碱基改变不一定造成所编码氨基酸的改变
4. 下列有关人体免疫调节的叙述, 合理的是
- A. 若病原体不具有细胞结构, 就不会使人体产生抗体
- B. 病原体裂解后再注射到人体, 就不会使人体产生抗体
- C. 病原体表面若不存在蛋白质分子, 就不会使人体产生抗体
- D. 病原体经吞噬细胞处理后暴露出的抗原可使人体产生抗体
5. 新冠病毒是一种 RNA 病毒。新冠肺炎疫情给人们的生活带来了巨大影响。下列与新冠肺炎疫情防控相关的叙述, 错误的是
- A. 新冠病毒含有核酸和蛋白质, 通过核酸检测可排查新冠病毒感染者
- B. 教室经常开窗通风可以促进空气流动, 降低室内病原微生物的密度
- C. 通常新冠肺炎患者的症状之一是发烧, 因此可以通过体温测量初步排查
- D. 每天适量饮酒可以预防新冠肺炎, 因为酒精可以使细胞内的病毒蛋白变性
6. 生态系统的物质循环包括碳循环和氮循环等过程。下列有关碳循环的叙述, 错误的是
- A. 消费者没有参与碳循环的过程
- B. 生产者的光合作用是碳循环的重要环节
- C. 土壤中微生物的呼吸作用是碳循环的重要环节
- D. 碳在无机环境与生物群落之间主要以 CO_2 形式循环

7. 宋代《千里江山图》描绘了山清水秀的美丽景色，历经千年色彩依然，其中绿色来自孔雀石颜料（主要成分为 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ ），青色来自蓝铜矿颜料（主要成分为 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$ ）。下列说法错误的是
- A. 保存《千里江山图》需控制温度和湿度
- B. 孔雀石、蓝铜矿颜料不易被空气氧化
- C. 孔雀石、蓝铜矿颜料耐酸耐碱
- D. $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ 中铜的质量分数高于 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$
8. 金丝桃苷是从中药材中提取的一种具有抗病毒作用的黄酮类化合物，结构式如下：



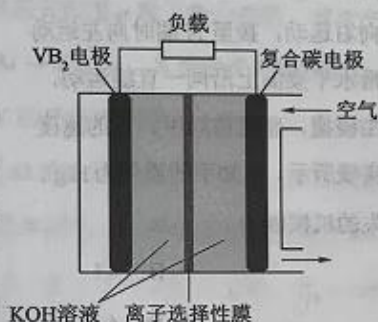
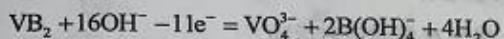
- 下列关于金丝桃苷的叙述，错误的是
- A. 可与氢气发生加成反应
- B. 分子含 21 个碳原子
- C. 能与乙酸发生酯化反应
- D. 不能与金属钠反应
9. N_A 是阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是
- A. 22.4 L (标准状况) 氦气中含有 $7N_A$ 个中子
- B. 1 mol 重水比 1 mol 水多 N_A 个质子
- C. 12 g 石墨烯和 12 g 金刚石均含有 N_A 个碳原子
- D. 1 L $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液含有 $28N_A$ 个电子
10. 喷泉实验装置如右图所示。应用下列各组气体—溶液，能出现喷泉现象的是

	气体	溶液
A.	H_2S	稀盐酸
B.	HCl	稀氨水
C.	NO	稀 H_2SO_4
D.	CO_2	饱和 NaHCO_3 溶液



11. 对于下列实验，能正确描述其反应的离子方程式是
- A. 用 Na_2SO_3 溶液吸收少量 Cl_2 : $3\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$
- B. 向 CaCl_2 溶液中通入 CO_2 : $\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$
- C. 向 H_2O_2 溶液中滴加少量 FeCl_3 : $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+}$
- D. 同浓度同体积 NH_4HSO_4 溶液与 NaOH 溶液混合: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

12. 一种高性能的碱性硼化钒(VB_2)—空气电池如下图所示，其中在 VB_2 电极发生反应:

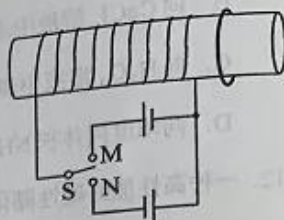


该电池工作时，下列说法错误的是

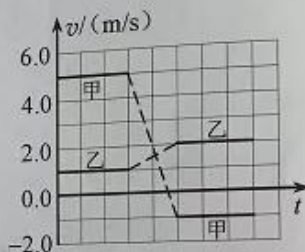
- A. 负载通过 0.04 mol 电子时，有 0.224 L (标准状况) O_2 参与反应
- B. 正极区溶液的 pH 降低、负极区溶液的 pH 升高
- C. 电池总反应为 $4\text{VB}_2 + 11\text{O}_2 + 20\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 8\text{B}(\text{OH})_4^- + 4\text{VO}_4^{3-}$
- D. 电流由复合碳电极经负载、 VB_2 电极、 KOH 溶液回到复合碳电极
13. W 、 X 、 Y 、 Z 为原子序数依次增大的短周期元素，四种元素的核外电子总数满足 $\text{X} + \text{Y} = \text{W} + \text{Z}$ ；化合物 XW_3 与 WZ 相遇会产生白烟。下列叙述正确的是
- A. 非金属性: $\text{W} > \text{X} > \text{Y} > \text{Z}$
- B. 原子半径: $\text{Z} > \text{Y} > \text{X} > \text{W}$
- C. 元素 X 的含氧酸均为强酸
- D. Y 的氧化物水化物为强碱

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 14~18 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. 如图，水平放置的圆柱形光滑玻璃棒左边绕有一线圈，右边套有一金属圆环。圆环初始时静止。将图中开关 S 由断开状态拨至连接状态，电路接通的瞬间，可观察到
- A. 拨至 M 端或 N 端，圆环都向左运动
 B. 拨至 M 端或 N 端，圆环都向右运动
 C. 拨至 M 端时圆环向左运动，拨至 N 端时向右运动
 D. 拨至 M 端时圆环向右运动，拨至 N 端时向左运动

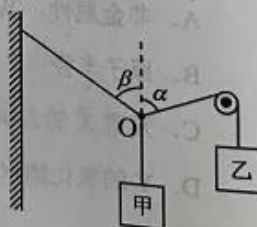


15. 甲、乙两个物块在光滑水平桌面上沿同一直线运动，甲追上乙，并与乙发生碰撞，碰撞前后甲、乙的速度随时间的变化如图中实线所示。已知甲的质量为 1kg，则碰撞过程两物块损失的机械能为
- A. 3J
 B. 4J
 C. 5J
 D. 6J



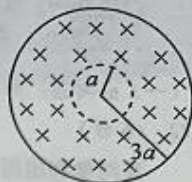
16. “嫦娥四号”探测器于 2019 年 1 月在月球背面成功着陆，着陆前曾绕月球飞行，某段时间可认为绕月做匀速圆周运动，圆周半径为月球半径的 K 倍。已知地球半径 R 是月球半径的 P 倍，地球质量是月球质量的 Q 倍，地球表面重力加速度大小为 g 。则“嫦娥四号”绕月球做圆周运动的速率为
- A. $\sqrt{\frac{RKg}{QP}}$
 B. $\sqrt{\frac{RPKg}{Q}}$
 C. $\sqrt{\frac{RQg}{KP}}$
 D. $\sqrt{\frac{RPg}{QK}}$

17. 如图，悬挂甲物体的细线拴牢在一不可伸长的轻质细绳上 O 点处；绳的一端固定在墙上，另一端通过光滑定滑轮与物体乙相连。甲、乙两物体质量相等。系统平衡时，O 点两侧绳与竖直方向的夹角分别为 α 和 β 。若 $\alpha = 70^\circ$ ，则 β 等于



- A. 45°
 B. 55°
 C. 60°
 D. 70°

18. 真空中有一匀强磁场，磁场边界为两个半径分别为 a 和 $3a$ 的同轴圆柱面，磁场的方向与圆柱轴线平行，其横截面如图所示。一速率为 v 的电子从圆心沿半径方向进入磁场。已知电子质量为 m ，电荷量为 e ，忽略重力。为使该电子的运动被限制在图中实线圆围成的区域内，磁场的磁感应强度最小为



- A. $\frac{3mv}{2ae}$ B. $\frac{mv}{ae}$ C. $\frac{3mv}{4ae}$ D. $\frac{3mv}{5ae}$
19. 1934年，约里奥-居里夫妇用 α 粒子轰击铝箔，首次产生了人工放射性同位素 X，反应方程为 ${}^4_2\text{He} + {}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow X + {}^1_0\text{n}$ 。X 会衰变成原子核 Y，衰变方程为 $X \rightarrow Y + {}^0_{-1}\text{e}$ 。则
- A. X 的质量数与 Y 的质量数相等 B. X 的电荷数比 Y 的电荷数少 1
- C. X 的电荷数比 ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 的电荷数多 2 D. X 的质量数与 ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 的质量数相等
20. 在图 (a) 所示的交流电路中，电源电压的有效值为 220 V，理想变压器原、副线圈的匝数比为 10:1， R_1 、 R_2 、 R_3 均为固定电阻， $R_2 = 10\Omega$ ， $R_3 = 20\Omega$ ，各电表均为理想电表。已知电阻 R_2 中电流 i_2 随时间 t 变化的正弦曲线如图 (b) 所示。下列说法正确的是

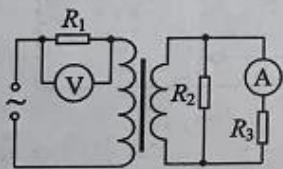


图 (a)

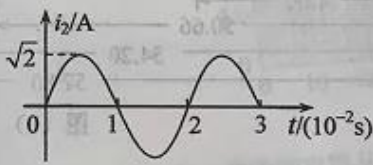
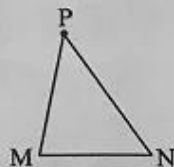


图 (b)

- A. 所用交流电的频率为 50 Hz B. 电压表的示数为 100 V
- C. 电流表的示数为 1.0 A D. 变压器传输的电功率为 15.0 W
21. 如图， $\angle M$ 是锐角三角形 PMN 最大的内角，电荷量为 q ($q > 0$) 的点电荷固定在 P 点。下列说法正确的是
- A. 沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电场强度的大小逐渐增大
- B. 沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电势先增大后减小
- C. 正电荷在 M 点的电势能比其在 N 点的电势能大
- D. 将正电荷从 M 点移动到 N 点，电场力所做的总功为负



三、非选择题：共 174 分。第 22~32 题为必考题，第 33~38 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 129 分。

22. (6 分)

某同学利用图 (a) 所示装置验证动能定理。调整木板的倾角平衡摩擦阻力后，挂上钩码，钩码下落，带动小车运动并打出纸带。某次实验得到的纸带及相关数据如图 (b) 所示。

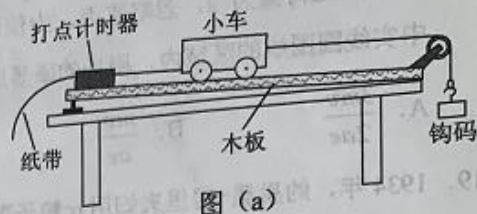


图 (a)

已知打出图 (b) 中相邻两点的时间间隔为 0.02s ，从图 (b) 给出的数据中可以得到，打出 B 点时小车的速度大小 $v_B = \underline{\hspace{2cm}}\text{m/s}$ ，打出 P 点时小车的速度大小 $v_P = \underline{\hspace{2cm}}\text{m/s}$ 。(结果均保留 2 位小数)

若要验证动能定理，除了需测量钩码的质量和小车的质量外，还需要从图 (b) 给出的数据中求得的物理量为 。

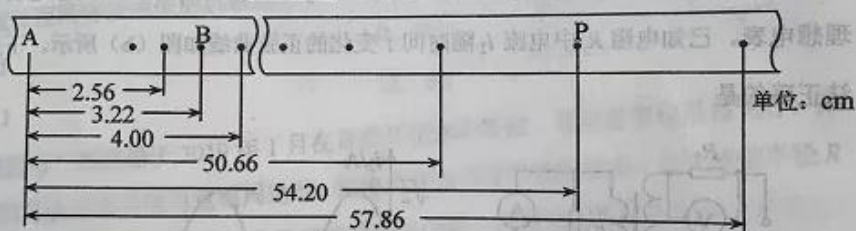
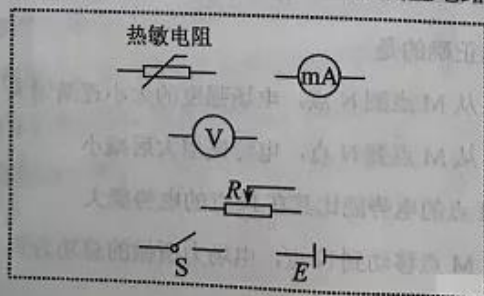


图 (b)

23. (9 分)

已知一热敏电阻当温度从 10°C 升至 60°C 时阻值从几千欧姆降至几百欧姆，某同学利用伏安法测量其阻值随温度的变化关系。所用器材：电源 E 、开关 S 、滑动变阻器 R (最大阻值为 20Ω)、电压表 (可视为理想电表) 和毫安表 (内阻约为 100Ω)。

(1) 在答题卡上所给的器材符号之间画出连线，组成测量电路图。



(2) 实验时, 将热敏电阻置于温度控制室中, 记录不同温度下电压表和毫安表的示数, 计算出相应的热敏电阻阻值。若某次测量中电压表和毫安表的示数分别为 5.5V 和 3.0mA , 则此时热敏电阻的阻值为 $\text{k}\Omega$ (保留 2 位有效数字)。实验中得到的该热敏电阻阻值 R 随温度 t 变化的曲线如图 (a) 所示。

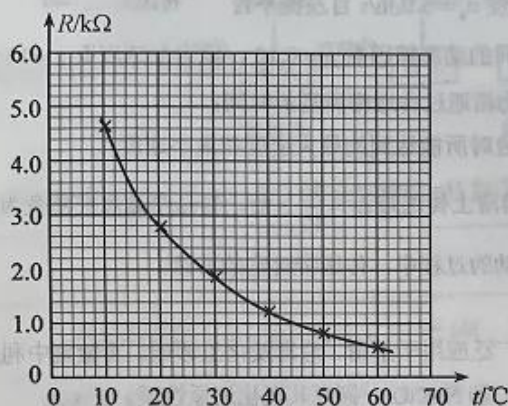


图 (a)

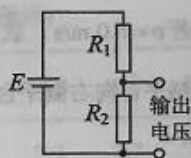


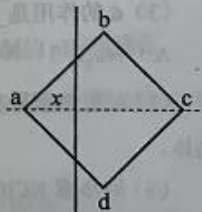
图 (b)

(3) 将热敏电阻从温控室取出置于室温下, 测得达到热平衡后热敏电阻的阻值为 $2.2\text{k}\Omega$ 。由图 (a) 求得, 此时室温为 $^{\circ}\text{C}$ (保留 3 位有效数字)。

(4) 利用实验中的热敏电阻可以制作温控报警器, 其电路的一部分如图 (b) 所示。图中, E 为直流电源 (电动势为 10V , 内阻可忽略); 当图中的输出电压达到或超过 6.0V 时, 便触发报警器 (图中未画出) 报警。若要求开始报警时环境温度为 50°C , 则图中 (填 “ R_1 ” 或 “ R_2 ”) 应使用热敏电阻, 另一固定电阻的阻值应为 $\text{k}\Omega$ (保留 2 位有效数字)。

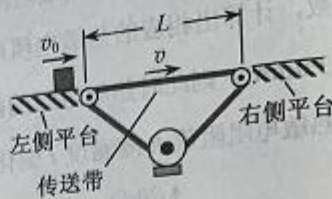
24. (12 分)

如图, 一边长为 l_0 的正方形金属框 $abcd$ 固定在水平面内, 空间存在方向垂直于水平面、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。一长度大于 $\sqrt{2}l_0$ 的均匀导体棒以速率 v 自左向右在金属框上匀速滑动, 滑动过程中导体棒始终与 ac 垂直且中点位于 ac 上, 导体棒与金属框接触良好。已知导体棒单位长度的电阻为 r , 金属框电阻可忽略。将导体棒与 a 点之间的距离记为 x , 求导体棒所受安培力的大小随 x ($0 \leq x \leq \sqrt{2}l_0$) 变化的关系式。



25. (20分)

如图,相距 $L=11.5\text{m}$ 的两平台位于同一水平面内,二者之间用传送带相接。传送带向右匀速运动,其速度的大小 v 可以由驱动系统根据需要设定。质量 $m=10\text{kg}$ 的载物箱(可视为质点),以初速度 $v_0=5.0\text{m/s}$ 自左侧平台滑上传送带。载物箱与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.10$,重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ 。



(1) 若 $v=4.0\text{m/s}$, 求载物箱通过传送带所需的时间;

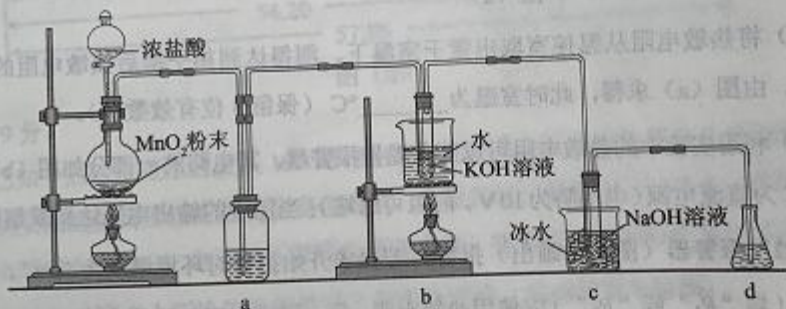
(2) 求载物箱到达右侧平台时所能达到的最大速度和最小速度;

(3) 若 $v=6.0\text{m/s}$, 载物箱滑上传送带 $\Delta t = \frac{13}{12}\text{s}$ 后, 传送带速度突然变为零。求载

物箱从左侧平台向右侧平台运动的过程中, 传送带对它的冲量。

26. (14分)

氯可形成多种含氧酸盐, 广泛应用于杀菌、消毒及化工领域。实验室中利用下图装置(部分装置省略)制备 KClO_3 和 NaClO , 探究其氧化还原性质。



回答下列问题:

(1) 盛放 MnO_2 粉末的仪器名称是_____, a 中的试剂为_____。

(2) b 中采用的加热方式是_____。c 中化学反应的离子方程式是_____, 采用冰水浴冷却的目的是_____。

(3) d 的作用是_____, 可选用试剂_____ (填标号)。

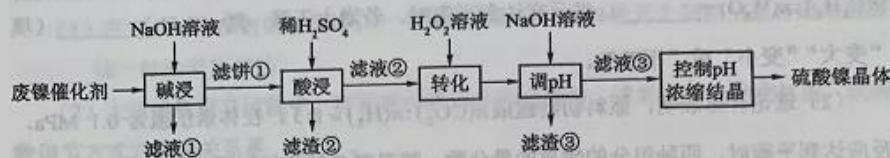
A. Na_2S B. NaCl C. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ D. H_2SO_4

(4) 反应结束后, 取出 b 中试管, 经冷却结晶, _____, _____, 干燥, 得到 KClO_3 晶体。

(5) 取少量 KClO_3 和 NaClO 溶液分别置于 1 号和 2 号试管中, 滴加中性 KI 溶液。1 号试管溶液颜色不变。2 号试管溶液变为棕色, 加入 CCl_4 振荡, 静置后 CCl_4 层显_____色。可知该条件下 KClO_3 的氧化能力_____ NaClO (填“大于”或“小于”)。

27. (15分)

某油脂厂废弃的油脂加氢镍催化剂主要含金属 Ni、Al、Fe 及其氧化物, 还有少量其他不溶物质。采用如下工艺流程回收其中的镍制备硫酸镍晶体 ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$):



溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的 pH 如下表所示:

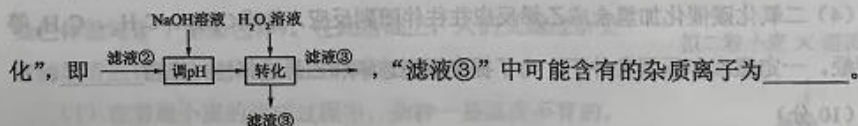
金属离子	Ni^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}
开始沉淀时 ($c = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 的 pH	7.2	3.7	2.2	7.5
沉淀完全时 ($c = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 的 pH	8.7	4.7	3.2	9.0

回答下列问题:

(1) “碱浸”中 NaOH 的两个作用分别是_____。为回收金属, 用稀硫酸将“滤液①”调为中性, 生成沉淀。写出该反应的离子方程式_____。

(2) “滤液②”中含有的金属离子是_____。

(3) “转化”中可替代 H_2O_2 的物质是_____。若工艺流程改为先“调 pH”后“转化”, 即_____。



(4) 利用上述表格数据, 计算 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 的 $K_{\text{sp}} =$ _____ (列出计算式)。如果“转化”后的溶液中 Ni^{2+} 浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则“调 pH”应控制的 pH 范围是_____。

(5) 硫酸镍在强碱溶液中用 NaClO 氧化, 可沉淀出能用作镍镉电池正极材料的 NiOOH 。写出该反应的离子方程式_____。

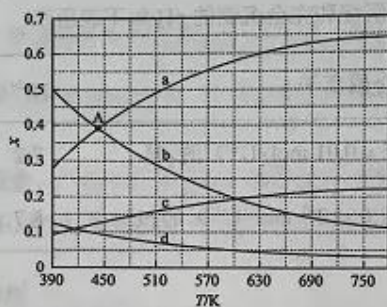
(6) 将分离出硫酸镍晶体后的母液收集、循环使用, 其意义是_____。

28. (14分)

二氧化碳催化加氢合成乙烯是综合利用 CO_2 的热点研究领域。回答下列问题：

(1) CO_2 催化加氢生成乙烯和水的反应中，产物的物质的量之比 $n(\text{C}_2\text{H}_4):n(\text{H}_2\text{O})= \underline{\hspace{2cm}}$ 。当反应达到平衡时，若增大压强，则 $n(\text{C}_2\text{H}_4)$ (填“变大”“变小”或“不变”)。

(2) 理论计算表明，原料初始组成 $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:3$ ，在体系压强为 0.1 MPa，反应达到平衡时，四种组分的物质的量分数 x 随温度 T 的变化如图所示。



图中，表示 C_2H_4 、 CO_2 变化的曲线分别是 、 。 CO_2 催化加氢合成 C_2H_4 反应的 ΔH 0 (填“大于”或“小于”)。

(3) 根据图中点 A(440K, 0.39)，计算该温度时反应的平衡常数 $K_p = \underline{\hspace{2cm}}$ (MPa)⁻³ (列出计算式。以分压表示，分压=总压×物质的量分数)。

(4) 二氧化碳催化加氢合成乙烯反应往往伴随副反应，生成 C_3H_6 、 C_3H_8 、 C_4H_8 等低碳烃。一定温度和压强条件下，为了提高反应速率和乙烯选择性，应当 。

29. (10分)

参照表中内容，围绕真核细胞中 ATP 的合成来完成下表。

反应部位	(1) <u> </u>	叶绿体的类囊体膜	线粒体
反应物	葡萄糖	/	丙酮酸等
反应名称	(2) <u> </u>	光合作用的光反应	有氧呼吸的部分过程
合成 ATP 的能量来源	化学能	(3) <u> </u>	化学能
终产物 (除 ATP 外)	乙醇、 CO_2	(4) <u> </u>	(5) <u> </u>

30. (10分)

给奶牛挤奶时其乳头上的感受器会受到刺激，产生的兴奋沿着传入神经传到脊髓能反射性地引起乳腺排乳；同时该兴奋还能上传到下丘脑促使其合成催产素，进而促进乳腺排乳。回答下列问题：

(1) 在完成一个反射的过程中，一个神经元和另一个神经元之间的信息传递是通过_____这一结构来完成的。

(2) 上述排乳调节过程中，存在神经调节和体液调节。通常在哺乳动物体内，这两种调节方式之间的关系是_____。

(3) 牛奶的主要成分有乳糖和蛋白质等，组成乳糖的 2 种单糖是_____。牛奶中含有人体所需的必需氨基酸，必需氨基酸是指_____。

31. (9分)

假设某种蓝藻(A)是某湖泊中唯一的生产者，其密度极大，使湖水能见度降低。某种动物(B)是该湖泊中唯一的消费者。回答下列问题：

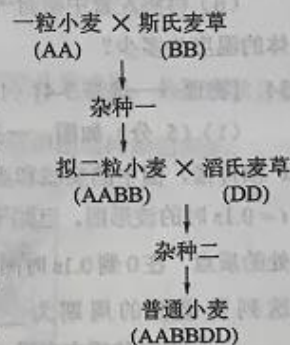
(1) 该湖泊水体中 A 种群密度极大的可能原因是_____ (答出 2 点即可)。

(2) 画出该湖泊生态系统能量流动的示意图。

(3) 假设该湖泊中引入一种仅以 A 为食的动物(C)后，C 种群能够迅速壮大，则 C 和 B 的种间关系是_____。

32. (10分)

普通小麦是目前世界各地栽培的重要粮食作物。普通小麦的形成包括不同物种杂交和染色体加倍过程，如图所示(其中 A、B、D 分别代表不同物种的一个染色体组，每个染色体组均含 7 条染色体)。在此基础上，人们又通过杂交育种培育出许多优良品种。回答下列问题：



(1) 在普通小麦的形成过程中，杂种一是高度不育的，原因是_____。已知普通小麦是杂种二染色体加倍形成的多倍体，普通小麦体细胞中有_____条染色体。一般来说，与二倍体相比，多倍体的优点是_____ (答出 2 点即可)。

(2) 若要用人工方法使植物细胞染色体加倍，可采用的方法有_____ (答出 1 点即可)。

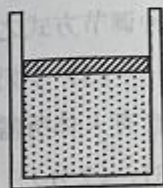
(3) 现有甲、乙两个普通小麦品种(纯合体)，甲的表现型是抗病易倒伏，乙的表现型是易感病抗倒伏。若要以甲、乙为实验材料设计实验获得抗病抗倒伏且稳定遗传的新品种，请简要写出实验思路。

(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。

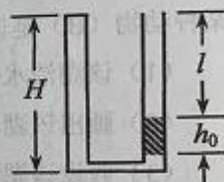
33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(1) (5 分) 如图, 一开口向上的导热汽缸内, 用活塞封闭了一定质量的理想气体, 活塞与汽缸壁间无摩擦。现用外力作用在活塞上, 使其缓慢下降。环境温度保持不变, 系统始终处于平衡状态。在活塞下降过程中_____。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分; 每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

- A. 气体体积逐渐减小, 内能增加
- B. 气体压强逐渐增大, 内能不变
- C. 气体压强逐渐增大, 放出热量
- D. 外界对气体做功, 气体内能不变
- E. 外界对气体做功, 气体吸收热量



(2) (10 分) 如图, 两侧粗细均匀、横截面积相等、高度均为 $H=18\text{cm}$ 的 U 型管, 左管上端封闭, 右管上端开口。右管中有高 $h_0=4\text{cm}$ 的水银柱, 水银柱上表面离管口的距离 $l=12\text{cm}$ 。管底水平段的体积可忽略。环境温度为 $T_1=283\text{K}$, 大气压强 $p_0=76\text{cmHg}$ 。

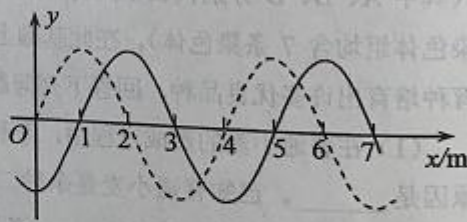


(i) 现从右侧端口缓慢注入水银 (与原水银柱之间无气隙), 恰好使水银柱下端到达右管底部。此时水银柱的高度为多少?

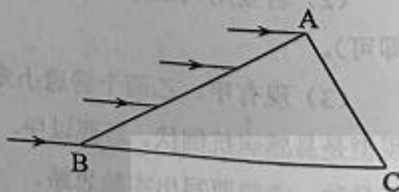
(ii) 再将左管中密封气体缓慢加热, 使水银柱上表面恰与右管口平齐, 此时密封气体的温度为多少?

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 如图, 一列简谐横波平行于 x 轴传播, 图中的实线和虚线分别为 $t=0$ 和 $t=0.1\text{s}$ 时的波形图。已知平衡位置在 $x=6\text{m}$ 处的质点, 在 0 到 0.1s 时间内运动方向不变。这列简谐波的周期为_____s, 波速为_____m/s, 传播方向沿 x 轴_____ (填“正方向”或“负方向”)。



(2) (10 分) 如图, 一折射率为 $\sqrt{3}$ 的材料制作的三棱镜, 其横截面为直角三角形 ABC , $\angle A=90^\circ$, $\angle B=30^\circ$ 。一束平行光平行于 BC 边从 AB 边射入棱镜, 不计光线在棱镜内的多次反射, 求 AC 边与 BC 边上有光出射区域的长度的比值。

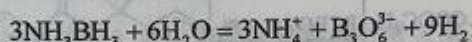


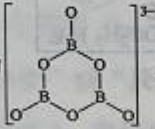
35. [化学——选修3：物质结构与性质] (15分)

氨硼烷(NH_3BH_3)含氢量高、热稳定性好,是一种具有潜力的固体储氢材料。回答下列问题:

(1) H、B、N中,原子半径最大的是_____。根据对角线规则,B的一些化学性质与元素_____的相似。

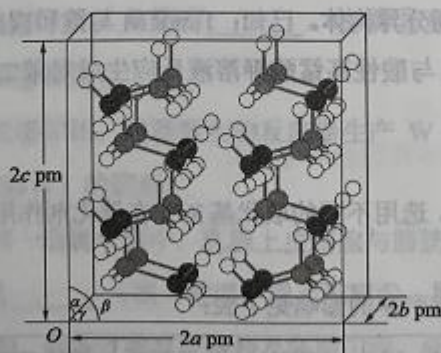
(2) NH_3BH_3 分子中,N—B化学键称为_____键,其电子对由_____提供。氨硼烷在催化剂作用下水解释放氢气:



$\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ 的结构为 。在该反应中,B原子的杂化轨道类型由_____变为_____。

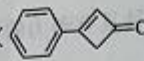
(3) NH_3BH_3 分子中,与N原子相连的H呈正电性($\text{H}^{\delta+}$),与B原子相连的H呈负电性($\text{H}^{\delta-}$),电负性大小顺序是_____。与 NH_3BH_3 原子总数相等的等电子体是_____ (写分子式),其熔点比 NH_3BH_3 _____ (填“高”或“低”),原因是在 NH_3BH_3 分子之间,存在_____作用,也称“双氢键”。

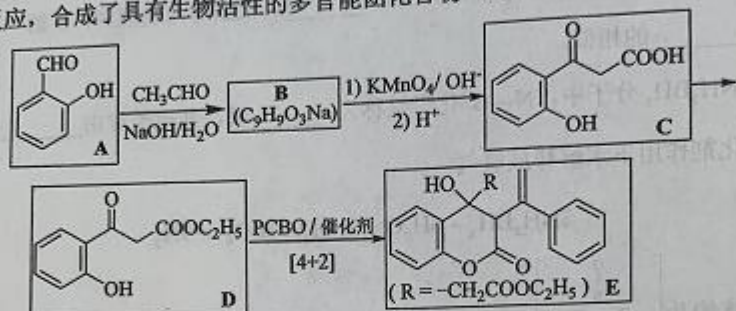
(4) 研究发现,氨硼烷在低温高压条件下为正交晶系结构,晶胞参数分别为 a pm、 b pm、 c pm, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 。氨硼烷的 $2 \times 2 \times 2$ 超晶胞结构如图所示。



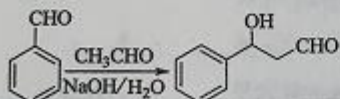
氨硼烷晶体的密度 $\rho =$ _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式,设 N_A 为阿伏加德罗常数的值)。

36. [化学—选修5: 有机化学基础] (15分)

苯基环丁烯酮 ( PCBO) 是一种十分活泼的反应物, 可利用它的开环反应合成一系列多官能团化合物。近期我国科学家报道用 PCBO 与醛或酮发生[4+2]环加成反应, 合成了具有生物活性的多官能团化合物 (E), 部分合成路线如下:

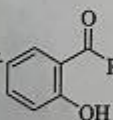


已知如下信息:



回答下列问题:

- (1) A 的化学名称是_____。
- (2) B 的结构简式为_____。
- (3) 由 C 生成 D 所用的试剂和反应条件为_____; 该步反应中, 若反应温度过高, C 易发生脱羧反应, 生成分子式为 $C_8H_8O_2$ 的副产物, 该副产物的结构简式为_____。
- (4) 写出化合物 E 中含氧官能团的名称_____; E 中手性碳 (注: 连有四个不同的原子或基团的碳) 的个数为_____。
- (5) M 为 C 的一种同分异构体。已知: 1 mol M 与饱和碳酸氢钠溶液充分反应能放出 2 mol 二氧化碳; M 与酸性高锰酸钾溶液反应生成对苯二甲酸。M 的结构简式为_____。

(6) 对于 , 选用不同的取代基 R', 在催化剂作用下与 PCBO 发生的[4+2]反应进行深入研究, R' 对产率的影响见下表:

R'	-CH ₃	-C ₂ H ₅	-CH ₂ CH ₂ C ₆ H ₅
产率/%	91	80	63

请找出规律, 并解释原因_____。

37. [生物——选修1：生物技术实践] (15分)

水果可以用来加工制作果汁、果酒和果醋等。回答下列问题：

(1) 制作果汁时，可以使用果胶酶、纤维素酶等提高水果的出汁率和澄清度。果胶酶是分解果胶的一类酶的总称，包括多聚半乳糖醛酸酶、_____ (答出2种即可)。纤维素酶可以分解植物_____ (填“细胞膜”或“细胞壁”)中的纤维素。

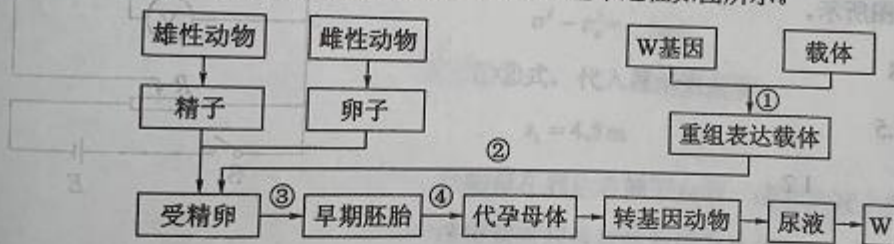
(2) 用果胶酶处理果泥时，为了提高出汁率，需要控制反应的温度，原因是_____。

(3) 现有甲乙丙三种不同来源的果胶酶，某同学拟在果泥用量、温度、pH等所有条件都相同的前提下比较这三种酶的活性。通常，酶活性的高低可用_____来表示。

(4) 获得的果汁(如苹果汁)可以用来制作果酒或者果醋，制作果酒需要_____菌，这一过程中也需要 O_2 ， O_2 的作用是_____。制作果醋需要醋酸菌，醋酸菌属于_____ (填“好氧”或“厌氧”)细菌。

38. [生物——选修3：现代生物科技专题] (15分)

W 是一种具有特定功能的人体蛋白质。某研究小组拟仿照制备乳腺生物反应器的研究思路，制备一种膀胱生物反应器来获得 W，基本过程如图所示。



回答下列问题：

(1) 步骤①中需要使用的工具酶有_____。步骤②和③所代表的操作分别是_____和_____。步骤④称为_____。

(2) 与乳腺生物反应器相比，用膀胱生物反应器生产 W 的优势在于不受转基因动物的_____ (答出2点即可)的限制。

(3) 一般来说，在同一动物个体中，乳腺上皮细胞与膀胱上皮细胞的细胞核中染色体 DNA 所含的遗传信息_____ (填“相同”或“不同”)，原因是_____。

(4) 从上述流程可知，制备生物反应器涉及胚胎工程，胚胎工程中所用到的主要技术有_____ (答出2点即可)。

理科综合能力测试试题参考答案

一、选择题

1. B 2. C 3. C 4. D 5. D 6. A
7. C 8. D 9. C 10. B 11. A 12. B 13. D

二、选择题

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

三、非选择题

(一) 必考题

22.

0.36 1.80 B、P之间的距离

23.

(1) 如图所示。

(2) 1.8

(3) 25.5

(4) R_1 1.2

24.

当导体棒与金属框接触的两点间棒的长度为 l 时，由法拉第电磁感应定律知，导体棒上感应电动势的大小为

$$E = Blv \quad \text{①}$$

由欧姆定律，流过导体棒的感应电流为

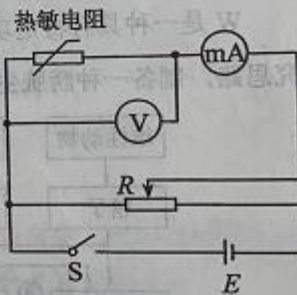
$$I = \frac{E}{R} \quad \text{②}$$

式中， R 为这一段导体棒的电阻。按题意有

$$R = rl \quad \text{③}$$

此时导体棒所受安培力大小为

$$f = BI \quad \text{④}$$



由题设和几何关系有

$$l = \begin{cases} 2x, & 0 \leq x \leq \frac{\sqrt{2}}{2}l_0 \\ 2(\sqrt{2}l_0 - x), & \frac{\sqrt{2}}{2}l_0 < x \leq \sqrt{2}l_0 \end{cases} \quad (5)$$

联立①②③④⑤式得

$$f = \begin{cases} \frac{2B^2v}{r}x, & 0 \leq x \leq \frac{\sqrt{2}}{2}l_0 \\ \frac{2B^2v}{r}(\sqrt{2}l_0 - x), & \frac{\sqrt{2}}{2}l_0 < x \leq \sqrt{2}l_0 \end{cases} \quad (6)$$

25.

(1) 传送带的速度为 $v = 4.0 \text{ m/s}$ 时, 载物箱在传送带上先做匀减速运动, 设其加速度大小为 a , 由牛顿第二定律有

$$\mu mg = ma \quad (1)$$

设载物箱滑上传送带后匀减速运动的距离为 s_1 , 由运动学公式有

$$v^2 - v_0^2 = -2as_1 \quad (2)$$

联立①②式, 代入题给数据得

$$s_1 = 4.5 \text{ m} \quad (3)$$

因此, 载物箱在到达右侧平台前, 速度先减小至 v , 然后开始做匀速运动。设载物箱从滑上传送带到离开传送带所用的时间为 t_1 , 做匀减速运动所用的时间为 t_1' , 由运动学公式有

$$v = v_0 - at_1' \quad (4)$$

$$t_1 = t_1' + \frac{L - s_1}{v} \quad (5)$$

联立①③④⑤式并代入题给数据得

$$t_1 = 2.75 \text{ s} \quad (6)$$

(2) 当载物箱滑上传送带后一直做匀减速运动时, 到达右侧平台时的速度最小, 设为 v_1 ; 当载物箱滑上传送带后一直做匀加速运动时, 到达右侧平台时的速度最大, 设为 v_2 。由动能定理有

$$-\mu mgL = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (7)$$

$$\mu mgL = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad ⑧$$

由⑦⑧式并代入题给条件得

$$v_1 = \sqrt{2} \text{ m/s}, \quad v_2 = 4\sqrt{3} \text{ m/s} \quad ⑨$$

(3) 传送带的速度为 $v = 6.0 \text{ m/s}$ 时, 由于 $v_0 < v < v_2$, 载物箱先做匀加速运动, 加速度大小仍为 a 。设载物箱做匀加速运动通过的距离为 s_2 , 所用时间为 t_2 , 由运动学公式有

$$v = v_0 + at_2 \quad ⑩$$

$$v^2 - v_0^2 = 2as_2 \quad ⑪$$

联立⑩⑪式并代入题给数据得

$$t_2 = 1.0 \text{ s} \quad ⑫$$

$$s_2 = 5.5 \text{ m} \quad ⑬$$

因此载物箱加速运动 1.0 s 、向右运动 5.5 m 时, 达到与传送带相同的速度。此后载物箱与传送带共同匀速运动 $(\Delta t - t_2)$ 的时间后, 传送带突然停止。设载物箱匀速运动通过的距离为 s_3 , 有

$$s_3 = (\Delta t - t_2)v \quad ⑭$$

由⑩⑫⑬⑭式可知, $\frac{1}{2}mv^2 > \mu mg(L - s_2 - s_3)$, 即载物箱运动到右侧平台时速度大于零, 设为 v_3 。由运动学公式有

$$v_3^2 - v^2 = -2a(L - s_2 - s_3) \quad ⑮$$

设载物箱通过传送带的过程中, 传送带对它的冲量为 I , 由动量定理有

$$I = m(v_3 - v_0) \quad ⑯$$

联立⑩⑫⑬⑭⑮⑯式并代入题给数据得

$$I = 0 \quad ⑰$$

26.

(1) 圆底烧瓶 饱和食盐水

(2) 水浴加热 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 避免生成 NaClO_3

(3) 吸收尾气 (Cl_2) AC

(4) 过滤 少量(冷)水洗涤

(5) 紫 小于

$$\mu mgL = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad ⑧$$

由⑦⑧式并代入题给条件得

$$v_1 = \sqrt{2} \text{ m/s}, \quad v_2 = 4\sqrt{3} \text{ m/s} \quad ⑨$$

(3) 传送带的速度为 $v = 6.0 \text{ m/s}$ 时, 由于 $v_0 < v < v_2$, 载物箱先做匀加速运动, 加速度大小仍为 a 。设载物箱做匀加速运动通过的距离为 s_2 , 所用时间为 t_2 , 由运动学公式有

$$v = v_0 + at_2 \quad ⑩$$

$$v^2 - v_0^2 = 2as_2 \quad ⑪$$

联立⑩⑪式并代入题给数据得

$$t_2 = 1.0 \text{ s} \quad ⑫$$

$$s_2 = 5.5 \text{ m} \quad ⑬$$

因此载物箱加速运动 1.0 s 、向右运动 5.5 m 时, 达到与传送带相同的速度。此后载物箱与传送带共同匀速运动 $(\Delta t - t_2)$ 的时间后, 传送带突然停止。设载物箱匀速运动通过的距离为 s_3 , 有

$$s_3 = (\Delta t - t_2)v \quad ⑭$$

由⑩⑫⑬⑭式可知, $\frac{1}{2}mv^2 > \mu mg(L - s_2 - s_3)$, 即载物箱运动到右侧平台时速度大于零, 设为 v_3 。由运动学公式有

$$v_3^2 - v^2 = -2a(L - s_2 - s_3) \quad ⑮$$

设载物箱通过传送带的过程中, 传送带对它的冲量为 I , 由动量定理有

$$I = m(v_3 - v_0) \quad ⑯$$

联立⑩⑫⑬⑭⑮⑯式并代入题给数据得

$$I = 0 \quad ⑰$$

26.

(1) 圆底烧瓶 饱和食盐水

(2) 水浴加热 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 避免生成 NaClO_3

(3) 吸收尾气 (Cl_2) AC

(4) 过滤 少量(冷)水洗涤

(5) 紫 小于

27.

(1) 除去油脂、溶解铝及其氧化物 $\text{Al(OH)}_4^- + \text{H}^+ = \text{Al(OH)}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) Ni^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+}

(3) O_2 或空气 Fe^{3+}

(4) $0.01 \times (10^{7.2-14})^2$ [或 $10^{-5} \times (10^{8.7-14})^2$] 3.2~6.2

(5) $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{NiOOH} \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

(6) 提高镍回收率

28.

(1) 1:4 变大

(2) d c 小于

(3) $\frac{9}{4} \times \frac{1}{0.039^3}$ 或 $\frac{0.39^4 \times \frac{0.39}{4}}{0.39^6 \times (\frac{0.39}{3})^2} \times \frac{1}{0.1^3}$ 等

(4) 选择合适催化剂等

29.

(1) 细胞质基质

(2) 无氧呼吸

(3) 光能

(4) O_2 、NADPH

(5) H_2O 、 CO_2

30.

(1) 突触

(2) 有些内分泌腺直接或间接地受中枢神经系统的调节；内分泌腺所分泌的激素也可以影响神经系统的发育和功能

(3) 葡萄糖和半乳糖

人体细胞自身不能合成，必须从食物中获取的氨基酸

31.

(1) 水体富营养化，没有其他生产者的竞争



(2)

32.

- (1) 无同源染色体，不能进行正常的减数分裂
营养物质含量高、茎秆粗壮
- (2) 秋水仙素处理
- (3) 甲、乙两个品种杂交， F_1 自交，选取 F_2 中既抗病又抗倒伏、且自交后代不发生性状分离的植株。

(二) 选考题

33. [物理——选修 3-3]

(1) BCD

(2)

(i) 设密封气体初始体积为 V_1 ，压强为 p_1 ，左、右管的截面积均为 S ，密封气体先经等温压缩过程体积变为 V_2 ，压强变为 p_2 。由玻意耳定律有

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad ①$$

设注入水银后水银柱高度为 h ，水银的密度为 ρ ，按题设条件有

$$p_1 = p_0 + \rho g h_0 \quad ②$$

$$p_2 = p_0 + \rho g h \quad ③$$

$$V_1 = (2H - l - h_0)S, \quad V_2 = HS \quad ④$$

联立①②③④式并代入题给数据得

$$h = 12.9 \text{ cm} \quad ⑤$$

(ii) 密封气体再经等压膨胀过程体积变为 V_3 ，温度变为 T_2 ，由盖-吕萨克定律有

$$\frac{V_2}{T_1} = \frac{V_3}{T_2} \quad ⑥$$

按题设条件有

$$V_3 = (2H - h)S \quad ⑦$$

联立④⑤⑥⑦式并代入题给数据得

$$T_2 = 363 \text{ K} \quad ⑧$$

34. [物理——选修 3-4]

(1) 0.4 10 负方向

(2)

如图 (a) 所示, 设从 D 点入射的光线经折射后恰好射向 C 点, 光在 AB 边上的入射角为 θ_1 , 折射角为 θ_2 , 由折射定律有

$$\sin \theta_1 = n \sin \theta_2 \quad \text{①}$$

设从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上的入射角为 θ' , 由几何关系

$$\theta' = 30^\circ + \theta_2 \quad \text{②}$$

由①②式并代入题给数据得

$$\theta_2 = 30^\circ \quad \text{③}$$

$$n \sin \theta' > 1 \quad \text{④}$$

所以, 从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上发生全反射, 反射光线垂直射到 AC 边, AC 边上全部有光射出。

设从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上的入射角为 θ'' ,

如图 (b) 所示。由几何关系

$$\theta'' = 90^\circ - \theta_2 \quad \text{⑤}$$

由③⑤式和已知条件可知

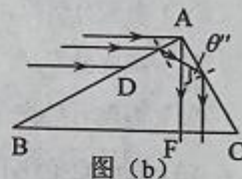
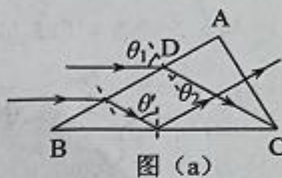
$$n \sin \theta'' > 1 \quad \text{⑥}$$

即从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上发生全反射, 反射光线垂直射到 BC 边上。设 BC 边上有光线射出的部分为 CF, 由几何关系得

$$CF = AC \cdot \sin 30^\circ \quad \text{⑦}$$

AC 边与 BC 边有光出射区域的长度的比值为

$$\frac{AC}{CF} = 2 \quad \text{⑧}$$



35. [化学——选修 3: 物质结构与性质]

(1) B Si (硅)

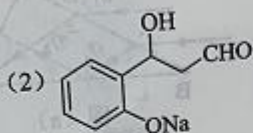
(2) 配位 N sp^3 sp^2

(3) $N > H > B$ CH_3CH_3 低 H^{6+} 与 H^{8-} 的静电引力

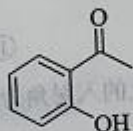
(4) $\frac{62}{N_A abc \times 10^{-30}}$

36. [化学——选修 5: 有机化学基础]

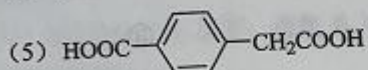
(1) 2-羟基苯甲醛 (或水杨醛)



(3) 乙醇、浓硫酸/加热



(4) 羟基、酯基 2



(6) 随着 R' 体积增大, 产率降低; 原因是 R' 体积增大, 位阻增大

37. [生物——选修 1: 生物技术实践]

(1) 果胶分解酶、果胶酯酶

细胞壁

(2) 温度对果胶酶活性有影响, 在最适温度下酶活性最高, 出汁率最高

(3) 在一定条件下, 单位时间内、单位体积中反应物的消耗量或者产物的增加量

(4) 酵母

促进有氧呼吸, 使酵母菌大量繁殖

好氧

38. [生物——选修 3: 现代生物科技专题]

(1) 限制性核酸内切酶、DNA 连接酶

显微注射

体外培养

胚胎移植

(2) 性别、年龄

(3) 相同 两种上皮细胞都是体细胞, 且来源于同一个受精卵

(4) 体外受精、胚胎移植