

高三理科综合

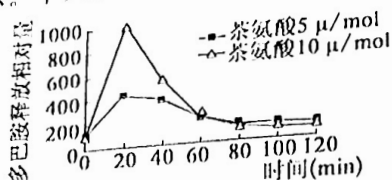
考生注意:

1. 本试卷分选择题和非选择题两部分。满分 300 分,考试时间 150 分钟。
2. 答题前,考生务必用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔将密封线内项目填写清楚。
3. 考生作答时,请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后,用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑;非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答,超出答题区域书写的答案无效,在试题卷、草稿纸上作答无效。
4. 本试卷主要命题范围:高考范围。
5. 可能用到的相对原子质量:H 1 C 12 N 14 O 16 S 32 Cl 35.5 Cr 52 Co 59 Ge 73

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. 线粒体-内质网结构偶联(MAMs)是一个新发现的重要亚显微结构,该结构是线粒体外膜和内质网膜某些区域高度重叠的部位,通过蛋白质相互“连接”,但未发生膜融合,MAMs 能使线粒体和内质网在功能上相互影响。下列有关叙述正确的是
A. 可用光学显微镜的高倍镜观察细胞中的 MAMs
B. MAMs 使内质网膜和线粒体外膜中蛋白质种类相同
C. 线粒体与内质网可能通过 MAMs 进行信息交流
D. 核糖体合成的磷脂分子可参与线粒体膜的构建
2. 科学研究表明,小鼠体内胶原蛋白 COL17A1 基因表达水平较低的干细胞比表达水平高的干细胞更容易被淘汰,这一竞争有利于维持皮肤的年轻状态。随着年龄的增长,胶原蛋白 COL17A1 基因表达水平较低的干细胞增多。下列有关叙述正确的是
A. COL17A1 基因表达水平低的干细胞再生能力强
B. COL17A1 基因表达水平高的细胞分化程度较高
C. COL17A1 基因表达水平低的干细胞中有色素沉积
D. COL17A1 基因表达水平高的干细胞更不容易衰老
3. 微卫星 DNA 是由长度为 2~6 个碱基对的重复单位构成的 DNA 序列,头尾相接串联重复排列而成,位于基因内部和染色体的近端粒区,在人类基因组中以(CA/GT)_n的重复序列最多。下列有关叙述错误的是
A. CA/GT 重复次数的变化可能改变人类基因中嘌呤和嘧啶的比例
B. 基因内部 CA/GT 重复次数的变化可能导致基因突变
C. DNA 不同部位的特异性 CA/GT 重复可作为相关 DNA 的标记
D. 在近端粒区,CA/GT 重复次数可能会影响到细胞衰老的速度
4. 某高速公路将一盆地分隔成南北两个区域,原为同一种群的羚羊被分隔成南北两个种群,两种群中仅有部分个体可通过有限的“通道”往返;陆地蜗牛因不能穿过“通道”,被分隔成两个独立的种群。下列有关叙述错误的是
A. 分布在高速公路两侧的羚羊属于同一物种,可以穿过“通道”进行基因交流
B. 高速公路通车很多年后,公路两侧的羚羊种群基因库的差异可能逐渐增大
C. 由于高速公路的阻隔,公路两侧的陆地蜗牛出现了地理隔离
D. 高速公路的修建不利于陆地蜗牛的进化,应对其进行迁地保护

5. 研究人员以大鼠为研究对象,探究茶叶中茶氨酸对脑腺体释放多巴胺(一种神经递质)的影响,注射茶氨酸后,多巴胺的释放量如图所示。下列相关叙述正确的是



- A. 注射 20 min 后,实验组大鼠的多巴胺开始被相关酶分解
 B. 注射 20 min 时,实验组大鼠的多巴胺释放量均达到最大
 C. 对照组大鼠需要注射等量的蒸馏水,其他条件与实验组相同
 D. 据图可知,茶氨酸浓度越大,促进多巴胺释放的作用时间越长

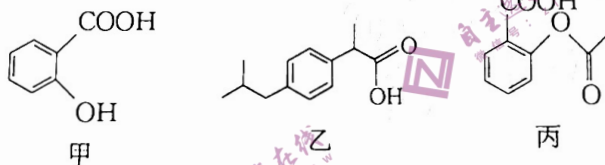
6. 甲流是一种由甲型流感病毒引起的急性呼吸道传染病,主要症状有感冒样症状,发热、头痛、浑身酸痛、咽部红肿疼痛等。对该病的治疗主要以抗病毒治疗为主。下列相关叙述错误的是

- A. 可用康复患者的血清对甲流患者进行抗病毒治疗
 B. 病毒侵入人体后可以被吞噬细胞和 T 细胞识别
 C. 甲型流感患者康复后,不会再次被甲型流感病毒感染
 D. 分离得到的甲型流感病毒可经灭活和纯化制成灭活疫苗

7. 化学与生产、生活、科技等关系密切。下列说法错误的是

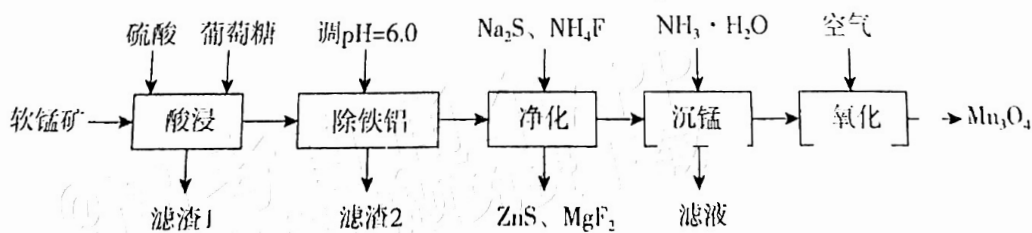
- A. 常用于医用滴眼液的聚乙烯醇易溶于水
 B. 印制货币票面文字、号码等处使用含 Fe_3O_4 的油墨,利用了 Fe_3O_4 的稳定性
 C. 中国空间站使用石墨烯存储器,所用材料石墨烯与金刚石互为同素异形体
 D. 核酸检测时用到的“拭子”由尼龙纤维制成,尼龙纤维属于合成有机高分子材料

8. 水杨酸、阿司匹林、布洛芬均属于常见的解热镇痛抗炎药,如图所示甲、乙、丙分别是其有效成分的结构简式。下列说法错误的是



- A. 乙分子苯环上的 H 被 Br 所取代,二溴代物有 3 种
 B. 1 mol 甲、1 mol 乙分别与足量 Na 反应,消耗 Na 物质的量:甲 > 乙
 C. 丙分子中所有的碳原子可能在同一平面上
 D. 甲、乙、丙均能与饱和 NaHCO_3 溶液反应产生 CO_2

9. 工业上利用软锰矿(主要成分为 MnO_2 ,还含有 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZnO 、 SiO_2 等杂质)与葡萄糖制备 Mn_3O_4 ,工艺流程如图所示。下列有关离子方程式书写错误的是

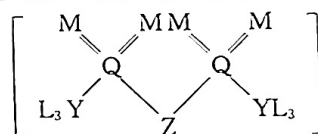


- A. “酸浸”时葡萄糖与软锰矿反应: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{MnO}_2 + 24\text{H}^+ \rightleftharpoons 12\text{Mn}^{2+} + 6\text{CO}_2 \uparrow + 18\text{H}_2\text{O}$
 B. “滤渣 1”溶于 NaOH 溶液: $\text{SiO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 C. 生成“滤渣 3”的离子反应: $\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{ZnS} \downarrow$ 、 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{F}^- \rightleftharpoons \text{MgF}_2 \downarrow$
 D. “沉锰”时生成 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 沉淀: $\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow$

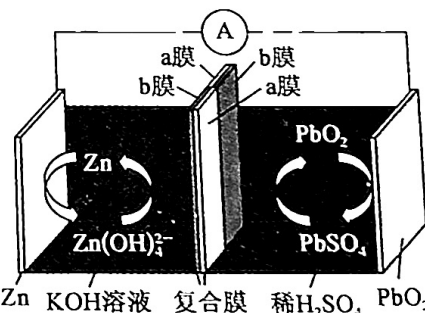
10. 化学是一门以实验为基础的学科。下列实验操作、现象与结论均对应正确的是

选项	实验操作	实验现象	结论
A	室温下,用 pH 计测量浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 、 NaHSO_3 溶液的 pH	Na_2SO_3 溶液的 pH 大于 NaHSO_3 溶液的 pH	HSO_3^- 结合 H^+ 的能力比 SO_3^{2-} 的强
B	向装有铁钉的试管中加入 3 mL 饱和氯化钠溶液,充分反应后,取少量铁钉附近溶液于另一支试管中,滴加 1 滴 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液	出现蓝色沉淀	钢铁的吸氧腐蚀过程有 Fe^{2+} 生成
C	向浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 和 Na_2SO_4 混合溶液中滴加少量 BaCl_2 溶液	产生白色沉淀	$K_{sp}(\text{BaCO}_3) > K_{sp}(\text{BaSO}_4)$
D	取适量 H_2O_2 溶液于试管中,滴入 CuSO_4 溶液,振荡,观察现象	产生气体使带火星木条复燃	Cu^{2+} 的氧化性强于 H_2O_2

11. 中国科学院兰州物化所阎兴斌研究员研究双层电容器中储能行为时,运用到某种离子化合物结构如图所示。其中 X、Y、Z、M、L、Q 均为短周期主族元素,且原子序数依次增大。同族元素 M、Q 组成的某种阴离子在强酸性溶液中可以产生淡黄色沉淀;Y 是有机物的基本骨架元素。下列结论正确的是

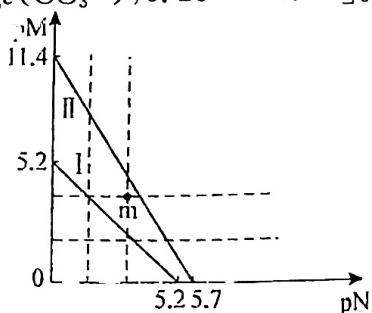


- A. 简单离子半径: $\text{L} > \text{M} > \text{Z}$
 B. X 单质的导电性弱于 Q 单质
 C. 最高价氧化物对应的水化物酸性: $\text{Y} > \text{Q}$
 D. L 的单质可以从 M 的某种氢化物中置换出 M 的单质
12. 一种高压可充电 Zn - PbO_2 电池工作原理如图所示,通过复合膜 ab 与复合膜 ba 反向放置,分隔两室电解液,复合膜间是少量 H_2O ,复合膜 ab 与复合膜 ba 交界处离子不能通过,复合膜中 a 膜是阳离子交换膜, b 膜是阴离子交换膜。下列说法正确的是

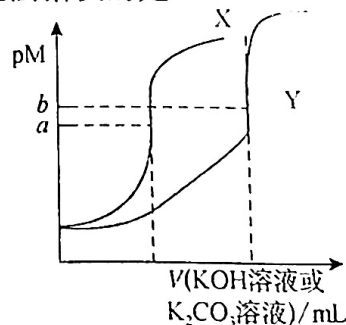


- A. 放电时,负极电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 4\text{H}^+$
 B. 充电时, Zn 与外界电源的正极相连,将电能转化为化学能
 C. 充电时,阳极电极反应式为 $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
 D. 放电时, K^+ 穿过 b 膜移向复合膜 ab 间

13. 图甲为 MgCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 在 25°C 时的沉淀溶解平衡曲线,图乙为向两份等体积、等浓度的 MgCl_2 溶液中分别滴加等浓度的 KOH 溶液和 K_2CO_3 溶液的滴定关系图 [$\text{pM} = -\lg c(\text{Mg}^{2+})$ 、 $\text{pN} = -\lg c(\text{OH}^-)$ 或 $-\lg c(\text{CO}_3^{2-})$, $0.25^{1/3} \approx 0.63$]。下列说法错误的是



图甲



图乙

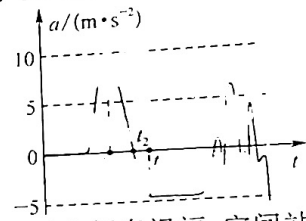
- A. 曲线 I 为 $MgCO_3$ 的沉淀溶解平衡曲线, $25^\circ C$ 时, $K_{sp}(MgCO_3) = 1 \times 10^{-5.2}$
- B. 图甲中 m 点对应的溶液为 $Mg(OH)_2$ 的过饱和溶液
- C. 图乙中曲线 Y 为向 $MgCl_2$ 溶液中滴加 KOH 溶液对应的曲线
- D. 图乙中 a 点、b 点对应取值分别为 $a = 2.6$ 、 $b = 3.8$

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. 2022 年 5 月 5 日, 中国科学技术大学潘建伟院士和同事成功利用“墨子号”量子科学实验卫星, 实现了地球上 1 200 公里间的量子态远程传输, 意味着我国在量子通信网络建设领域向前迈出了重要的一步。关于量子理论建立的历史进程, 下列说法正确的是

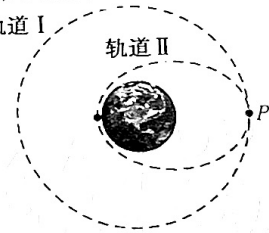
- A. 玻尔认为氢原子中的电子轨道是量子化的, 但原子的能量不是量子化的
- B. 根据德布罗意物质波理论, 相同速度的电子与质子相比, 电子的波长较短
- C. 普朗克为了解释黑体辐射实验结果, 提出了黑体辐射的能量是一份一份的量子理论
- D. 爱因斯坦指出光是由一个个不可分割的能量子组成, 光在传播过程中表现为粒子性

15. 利用智能手机的加速度传感器可测量手机自身的加速度情况。用手掌托着手机, 打开加速度传感器后, 手掌从静止开始上下运动, 以竖直向下为正方向, 测得手机在竖直方向的加速度随时间的变化图像如图所示。关于手机的情况, 下列说法正确的是



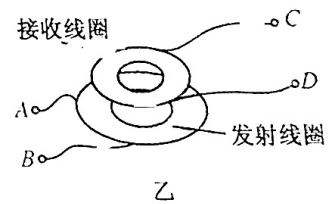
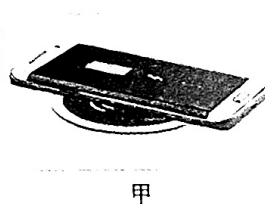
- A. t_1 时刻, 手机处于超重状态
- B. t_2 时刻, 手机运动方向发生改变
- C. t_3 时刻, 手机的速度为 0
- D. $t_1 \sim t_3$ 时间内, 手机所受的支持力逐渐增大

16. 2023 年 1 月 21 日, 神舟十五号 3 名航天员在 400 km 高的空间站向祖国人民送上新春祝福。空间站的运行轨道可近似看作圆形轨道 I, 椭圆轨道 II 为神州十五号载人飞船与空间站对接前的运行轨道。已知地球半径为 R , 两轨道相切与 P 点, 地球表面重力加速度大小为 g , 下列说法正确的是



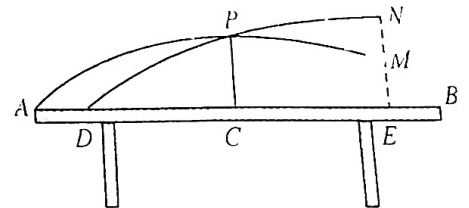
- A. 空间站在轨道 I 上的运行速度小于 \sqrt{gR}
- B. 神州十五号载人飞船在 P 点的加速度小于空间站在 P 点的加速度
- C. 神州十五号载人飞船在 P 点经点火减速才能从轨道 II 进入轨道 I
- D. 轨道 I 上的神州十五号载人飞船想与前方的空间站对接, 只需要沿运动方向加速即可

17. 无线手机充电技术的应用, 让手机摆脱了“充电线”的牵制, 手机使用者做到了“随用随拿, 随放随充”。如图甲所示为某手机正在无线充电, 无线充电的工作原理与理想变压器相同, 可简化为如图乙所示装置, 已知发射线圈与接收线圈的匝数比为 4 : 1, 发射线圈 AB 端的输入电流 $i = \frac{\sqrt{2}}{4} \sin(\pi \times 10^5)t$ (A), 则下列说法正确的是



- A. 手机无线充电利用了自感现象
- B. 1 s 内发射线圈中电流方向改变 1×10^5 次
- C. 接收线圈 CD 端输出电流的有效值为 0.25 A
- D. 发射线圈与接收线圈中交变电流的频率之比为 4 : 1

18. 如图所示为一乒乓球台的纵截面, AB 是台面的两个端点位置, PC 是球网位置, D 、 E 两点满足 $AD = BE = \frac{1}{8} AB$, 且 E 、 M 、 N 在同一竖直线上。第一次在 M 点将球击出, 轨迹最高点恰好过球网最高点 P , 同时落到 A 点; 第二次在 N 点将同一乒乓球水平击出, 轨迹同样恰好过球网最高点 P , 同时落到 D 点。乒乓球可看做质点, 不计空气阻力作用, 则两次击球位置到桌面的高度 $h_M : h_N$ 为

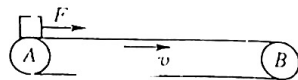


- A. $\frac{9}{64}$
- B. $\frac{9}{32}$
- C. $\frac{21}{64}$
- D. $\frac{21}{32}$

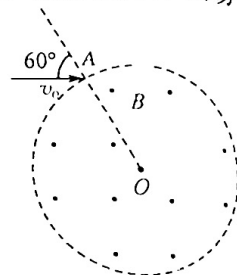
19. 如图所示,当被测物体在水平方向发生位移时,电介质板随之在电容器两极板之间也会发生移动,从而导致电容器电容 C 发生变化,从图示位置开始计时,关于物体的运动,下列说法正确的是
- A. 若电容 C 减小,说明物体在向右运动
 B. 若电容 C 减小,说明物体在向左运动
 C. 若电容 C 增大,说明物体在向右运动
 D. 若电容 C 增大,说明物体在向左运动



20. 如图所示,水平传送带以恒定速度 $v=5\text{ m/s}$ 顺时针匀速运行,左、右两端 A 、 B 之间距离 $L=8\text{ m}$. 现将一质量 $m=2\text{ kg}$ 可看做质点的物块轻轻放到传送带的 A 端,同时对物块施加一水平向右的恒力 $F=6\text{ N}$. 已知物块与传送带之间的动摩擦因数为 $\mu=0.2$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 物块从 A 端运动到 B 端的过程中,下列说法正确的是
- A. 物块先匀加速运动后匀速运动
 B. 物块从 A 端运动到 B 端的时间为 2 s
 C. 物块运动到 B 端时,恒力 F 的瞬时功率为 30 W
 D. 物块与传送带间因克服摩擦产生的焦耳热为 12 J



- 如图所示,在纸面内半径为 R 的圆形区域中有垂直于纸面向外的匀强磁场. 一带电微粒从图中 A 点以水平速度 v_0 垂直磁场射入,速度的方向与过圆心及 A 点的直线成 60° 角,当该带电微粒离开磁场时,速度方向刚好改变了 120° 角. 不计微粒重力,下列说法正确的是
- A. 该微粒带正电
 B. 该微粒带负电
 C. 该微粒在磁场中运动的半径为 $r = \frac{2\sqrt{3}}{3}R$
 D. 该微粒在磁场中运动的时间为 $t = \frac{4\sqrt{3}\pi R}{9v_0}$

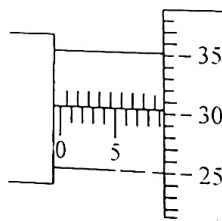
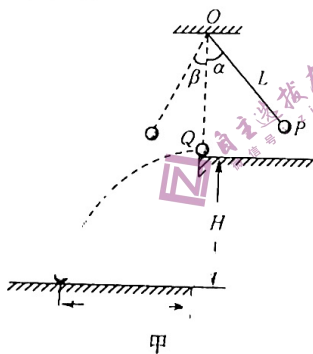


三、非选择题:共 174 分。第 22~32 题为必考题,每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题,考生根据要求作答。

(一)必考题:共 129 分。

22. (5 分)某学习小组利用如图甲所示的装置“验证动量守恒定律”。操作如下:

- ①将小球 P 用轻质细线悬挂于 O 点,测出小球 P 的直径 D ,摆线长 $L(L \gg D)$;
- ②将与小球 P 相同大小的小球 Q 放在离地面高度为 H 的水平桌面边缘;
- ③将小球 P 拉至悬线与竖直线夹角为 α 处,由静止释放后摆到最低点时恰与小球 Q 发生碰撞,碰撞后小球 P 把轻质指示针(图中未画出)推移到与竖直线夹角为 β 处,小球 Q 水平抛出后落到地面上,测出小球 Q 的水平位移 s 。



(1)用螺旋测微器测量小球 P 的直径如图乙所示,其直径 $D = \underline{2.85}$ mm.

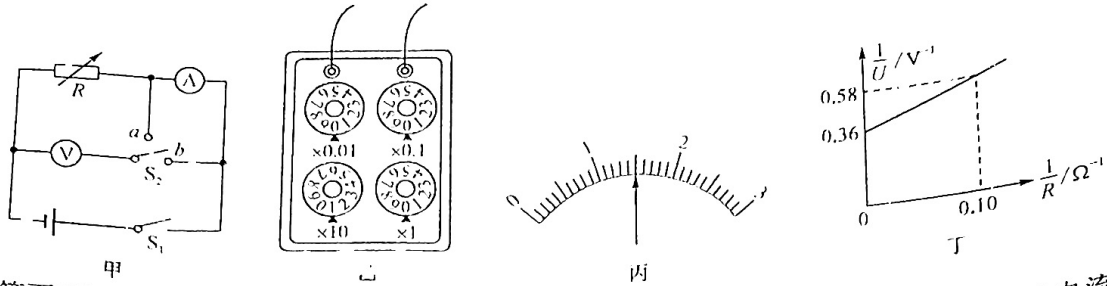
(2)已知当地重力加速度大小为 g ,碰后小球 Q 的速度大小 $v_Q = \underline{\frac{s}{\sqrt{2H}}}$. (用 s, g, H 表示)

(3)多次实验,学习小组发现该碰撞过程中不仅动量守恒,机械能也守恒. 若 $m_P = 3m_Q$,作出 $\cos \beta - \cos \alpha$ 的关系图线,则该直线斜率的理论值应为 $\underline{1}$.

3. (10 分)某实验小组计划用一个实验方案完成对一个电流表内阻和电源电动势及内阻的测量. 实验器材有:待测电源 E , 待测内阻的电流表 A , 电压表 V (量程为 3.0 V , 内阻很大), 电阻箱 R ($0 \sim 99.99\ \Omega$), 单刀单掷开关 S_1 , 单刀双掷开关 S_2 , 导线若干. 设计的电路如图甲所示,进行了如下操作:

I. 将 S_2 接到 a , 闭合 S_1 , 拨动电阻箱旋钮,使各旋钮盘的刻度处于如图乙所示的位置,记录下此时的电压表示数为 1.00 V , 然后断开 S_1 ;

II. 保持电阻箱示数不变,将 S_2 切换到 b , 闭合 S_1 , 记录此时电压表的读数如图丙所示, 然后断开 S_1 .

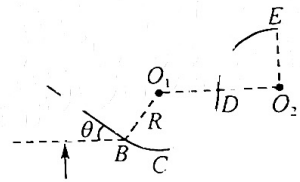


请回答下列问题:

- (1) 图乙所示电阻箱的读数为 10.0Ω ; 图丙所示电压表的读数为 0.36 V ; 由此可算出电流表内阻 $r_A = 0.4 \Omega$.
- (2) 在完成上述操作后, 继续以下操作: 将 S_2 切换到 a , 闭合 S_1 , 多次调节电阻箱, 读出多组电阻箱的示数 R 和对应的电压表示数 U , 由测得的数据绘出了如图丁所示的 $\frac{1}{U} - \frac{1}{R}$ 图线. 根据实验原理得到 $\frac{1}{U}$ 和 $\frac{1}{R}$ 的函数关系式为 $\frac{1}{U} = \frac{1}{E} + \frac{r}{E} \cdot \frac{1}{R}$; 结合图像可得电源电动势 $E = 1.2 \text{ V}$, 电源内阻 $r = 0.4 \Omega$. (计算结果均保留两位有效数字)

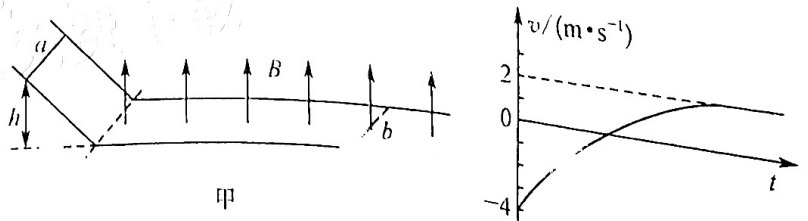
24. (12分) 如图所示, 在地面上方的竖直平面内固定一细杆轨道 $ABCDE$; 其中 AB 为粗糙的长直轨道, 长为 $L = 10 \text{ m}$, 与水平方向的夹角为 $\theta = 37^\circ$, BCD 、 DE 均为半径为 $R = 1 \text{ m}$ 的光滑圆弧形轨道, AB 与 BCD 相切于 B 点, B 点离地高度为 $h = 1.4 \text{ m}$, 两圆心 O_1 、 O_2 等高, C 为圆弧形轨道的最低点, E 为最高点. 一质量为 $m = 0.2 \text{ kg}$ 的小环套在 AB 上, 自 AB 中点由静止释放, 恰好可到达 E 点 (未掉落). 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, 以地面为零势能面. 求:

- AB 段的动摩擦因数;
- 若小环从 A 点由静止释放, 小环过 D 点时对弧形轨道的压力大小;
- 若改变小环在直杆上释放点的位置, 小环落地时机械能的范围.

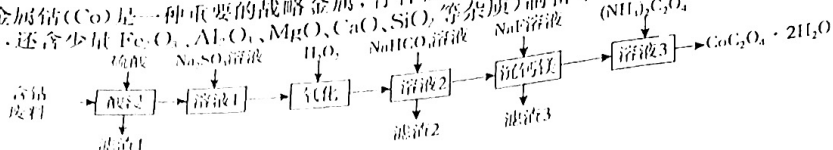


25. (20分) 如图甲所示, 间距均为 $L = 0.5 \text{ m}$ 的光滑平行倾斜导轨与光滑平行水平导轨平滑连接, 水平导轨处在磁感应强度大小为 $B = 4 \text{ T}$, 方向竖直向上的匀强磁场中. 质量为 $m_a = 0.5 \text{ kg}$ 、电阻为 $R_1 = 2 \Omega$ 的金属棒 a 在离水平导轨高 $h = 1.25 \text{ m}$ 处由静止释放, 当金属棒 a 下滑至水平导轨时开始计时, 同时材料和长度均与金属棒 a 相同的金属棒 b 以一定的初速度沿导轨向左运动, 以 a 的运动方向为正方向, 金属棒 b 的 $v-t$ 图像如图乙所示. 已知两金属棒与导轨始终垂直且接触良好, 导轨电阻不计, 金属棒 a 始终未与金属棒 b 发生碰撞, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 求:

- 金属棒 b 的质量和电阻;
- 在整个运动过程中金属棒 a 产生的焦耳热;
- 从开始计时到金属棒 b 向左减速至零的过程中, 金属棒 a 、 b 之间距离的变化量.



26. (14分) 金属钴(Co)是一种重要的战略金属,有着较为广泛的用途。如图是利用含钴废料(主要成分为 Co_2O_3 ,还含少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 SiO_2 等杂质)制备草酸钴晶体的工艺流程:



已知:氧化性: $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{Co}^{3+}$ 。回答下列问题:

(1)在“酸浸”时,能提高“酸浸”速率的方法有_____ (任写一种),滤渣1的主要成分为_____。

(2)向“酸浸”后的溶液中加入 Na_2SO_3 溶液,写出溶液中发生反应的离子方程式:_____。

(3)“氧化”步骤中加入 H_2O_2 的目的是_____ ;滤渣2的主要成分是_____ (填化学式)。

(4)25℃时,“沉钙镁”步骤中加入 NaF 溶液,当 Mg^{2+} 恰好沉淀完全,即溶液中 $c(\text{Mg}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,此时溶液中 $c(\text{Ca}^{2+})$ 最大等于_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ [已知:25℃时 $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 5.3 \times 10^{-9}$, $K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2) = 5.3 \times 10^{-12}$]

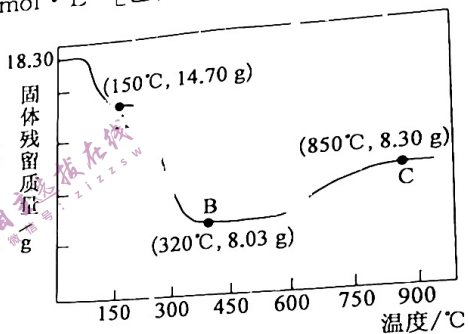
(5)已知: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^-$ $K_{a1} = 5.4 \times 10^{-2}$

$\text{HC}_2\text{O}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ $K_{a2} = 5.4 \times 10^{-5}$

该流程中所用 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的pH _____ (“>”、“<”或“=”)。

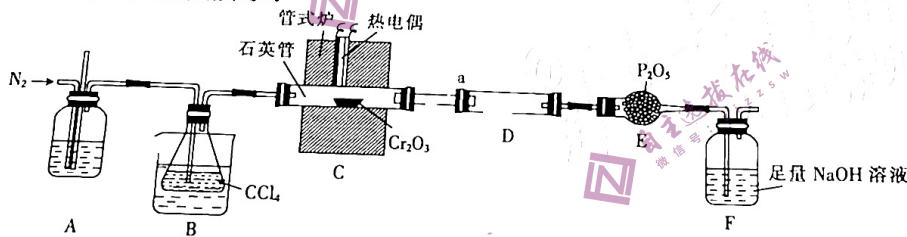
(6) $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 热分解质量变化过程如图所示。其中600℃以前是隔绝空气加热,600℃以后是在空气中加热。A、B、C均为纯净物。



①A点对应物质的化学式为_____。

②写出从B点到C点反应的化学方程式:_____。

27. (14分) 三氯化铬(CrCl_3)为一种紫色单斜晶体,易潮解,易升华,高温下易被氧气氧化,主要用作媒染剂和催化剂。实验室制取 CrCl_3 的反应为 $\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CCl}_4(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CrCl}_3(\text{s}) + 3\text{COCl}_2(\text{g})$,其实验装置(夹持仪器省略)如图所示:



已知: COCl_2 气体有毒,遇水发生水解产生两种酸性气体。回答下列问题:

(1)该实验反应前和反应后都要通入 N_2 一段时间,两次通入氮气的目的分别是_____。

(2)已知 CCl_4 的沸点为76.8℃,则装置B烧杯中盛有_____ ,目的是_____。

(3)实验过程中若装置D中a处出现堵塞,可通过_____ (填操作)使实验继续进行。

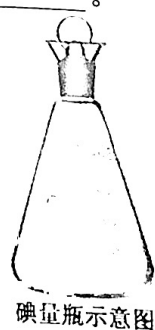
(4)装置E的作用是_____ ,装置F中反应的离子方程式为_____。

(5)取三氯化铬样品0.500g,配制成250mL溶液。移取25.00mL于碘量瓶(一种带塞的锥形瓶,如图所示)中,加热至沸腾后,加适量 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液,生成绿色沉淀 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 。冷却后,加足量30% H_2O_2 ,小火加热至绿色沉淀完全溶解。冷却后,加入 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ 酸化,再加入足量 KI 溶液,加塞摇匀充分反应后,铬元素只以 Cr^{3+} 存在,暗处静置5min后,加入指示剂,用 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 标准 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定至终点,消耗标准 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液18.00mL(杂质不参加反应)。

已知: $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$; $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ 。

①绿色沉淀完全溶解后,继续加热一段时间再进行后续操作,目的是_____。

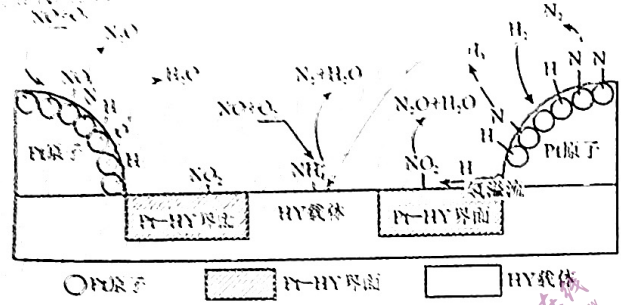
②样品中无水三氯化铬的质量分数为_____。



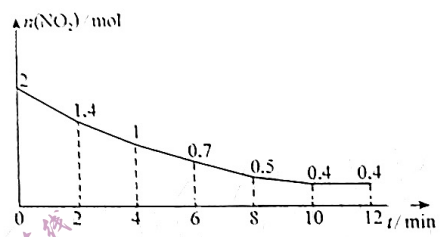
碘量瓶示意图

研究氮氧化物污染物的催化转化，能引起雾霾、光化学烟雾、酸雨等环境问题。研究氮氧化物污染物的催化转化，具有重要意义。回答下列问题：

已知：① $2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g) \quad \Delta H_1 = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ② $2\text{NO}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(g) \quad \Delta H_2 = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ③ $\text{N}_2\text{O}_4(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H_3 = c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ④ $\text{N}_2\text{O}_4(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H_4 = d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ⑤ $\text{N}_2\text{O}_4(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H_5 = e \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



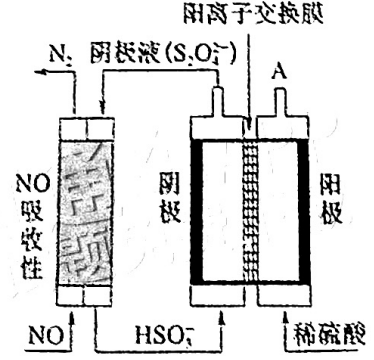
- 下列有关说法不正确的是 (填字母)。
- A. Pt 原子表面上发生反应有 $\text{N}-\text{NO} \rightarrow \text{N}_2, \text{O}-\text{N} + \text{N} \rightarrow \text{N}_2$ 等
 - B. H₂ 解离为 H 原子，迁移至 Pt-HY 载体上，将吸附于载体的 NO₂ 还原
 - C. 从 Pt 原子表面解吸的 N₂，在 HY 载体上转化为 NH₃
 - D. HY 载体酸性越强，其吸附 NO₂ 能力越强，Pt 催化活性越大



- (3) 某温度下反应为 $2\text{N}_2\text{O}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_4(g) + \text{O}_2(g)$ 。
 T℃时，将 NO₂ 和 O₂ 混合气体以物质的量之比为 2:1 充入容积为 1 L 的恒容密闭容器中发生上述反应，测得 NO₂ 的物质的量随时间变化关系如图示：
 ① 0-4 min 内平均反应速率 $v(\text{NO}_2) =$ mol · L⁻¹ · min⁻¹。
 ② 平衡时，O₂ 的体积分数 = % (保留两位小数)。
 (4) 在一定条件下，N₂O 可直接催化分解： $2\text{N}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons 2\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g)$ ，同时伴有副反应 $2\text{N}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 2\text{NO}(g)$ 发生。T℃、p₀ kPa 时，在恒压密闭容器中进行模拟实验。各组分(N₂O₄ 含量极少，可忽略)的相关信息如表所示：

物质	N ₂	N ₂ O	O ₂	CO ₂	NO	NO ₂
n(投料) / mol	19	34	6.5	25	0	0
n(平衡) / mol	50	x	20	25	2	2

- ① 其中 $x =$ ，N₂O 的平衡转化率为 (保留三位有效数字)。
 ② 该温度下，反应 $2\text{N}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons 2\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g)$ 的压强平衡常数 $K_p =$ kPa (用分压表示，分压 = 总压 × 物质的量分数)。
 (5) 工业上还可以利用电解法去除 NO，电解原理如图所示：



- ① 电解池中阴极反应式为 。
 ② A 口每产生 448 mL O₂ (体积已换算成标准状况，不考虑 O₂ 的溶解)，可处理 NO 的物质的量为 mol。

29. (10分) 研究小组以小球藻为材料进行了相关实验。回答下列问题：
- (1) 将小球藻均分为甲、乙两组，甲组为完全提取小球藻的叶绿体制成的叶绿体悬液，乙组对小球藻直接培养。在相同光照、温度等适宜条件下测定甲、乙两组的氧气释放速率，推测甲组的氧气释放速率 小于 (填“小于”“大于”或“等于”) 乙组，原因是 缺少类囊体膜上的光合色素。
- (2) 下图1为不同温度下测得的小球藻净光合速率变化曲线，图2为在大气CO₂浓度、20℃条件下测得的小球藻在不同光照强度下单位时间内氧气产生总量和二氧化碳释放量。

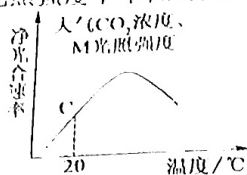


图1

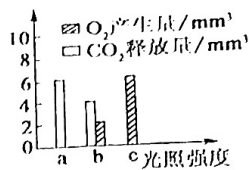
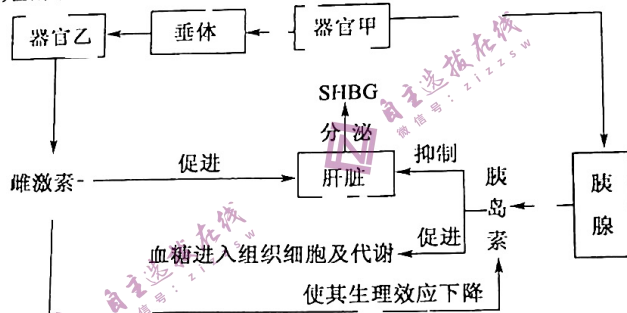


图2

- ①若其他条件不变，只降低光照强度，则图1中C点将 下移 (填“上移”“下移”或“不变”)。
- ②图2中光照强度为a时，小球藻中产生ATP的场所是 叶绿体类囊体膜。当光照强度为b时，小球藻单位时间内固定CO₂的量为 2 mm³。

30. (10分) 妊娠期糖尿病多发于超重、长期高糖高脂饮食、有糖尿病家族史及大龄孕妇，可能会造成流产、并发妊娠期高血压或胎儿畸形。性激素结合球蛋白(SHBG)是一种由肝脏合成并分泌的糖蛋白，能特异性结合并转运性激素。SHBG含量下降会引发性激素代谢紊乱，加重胰岛素抵抗(胰岛素含量正常而靶器官对其敏感性低于正常的一种状态)，导致糖、脂代谢障碍，胰岛B细胞分泌功能衰竭，最终引发妊娠期糖尿病。妊娠期糖尿病患者的血糖调节过程如下图所示。回答下列问题：



- (1) 图中器官甲是 甲状腺，图中该器官分泌的激素是 甲状腺激素。
- (2) 据图可知，雌激素分泌增加会导致胰岛素的分泌量 减少 (填“增加”“不变”或“减少”)。
- (3) 从SHBG入手，请你给出一条治疗妊娠期糖尿病的方案 补充SHBG。
- (4) 胚胎干细胞经诱导分化可形成胰岛样细胞，功能类似胰岛B细胞。现有足量的胰岛样细胞、葡萄糖溶液等，其他条件均满足需求。请你设计实验证明胰岛样细胞的分泌功能受血糖浓度的影响。请写出实验思路：将胰岛样细胞置于不同浓度的葡萄糖溶液中，检测其分泌的胰岛素量。

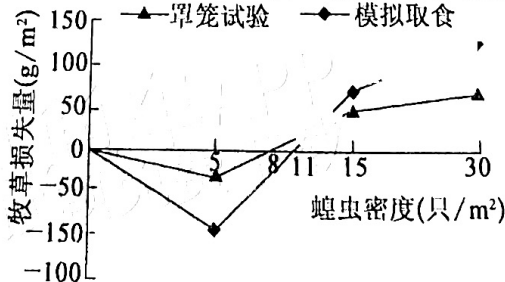
31. (9分) 蝗灾是由蝗虫聚集引起的自然灾害，大量的蝗虫使农作物遭到破坏，甚至发生饥荒。回答下列问题：

- (1) 在食物链中蝗虫处于第 二 营养级。从生态系统组成成分的角度分析，蝗虫在生态系统中的作用是 消费者。
- (2) 某蝗虫种群摄入能量的流动情况如下表所示[单位: J/(hm² · a)]:

摄入量	同化量	呼吸量
1.05 × 10 ⁹	6.00 × 10 ⁸	5.70 × 10 ⁸

该种群同化的能量中只有 60 %用于蝗虫的生长发育繁殖。

- (3) 研究某种蝗虫在罩笼试验和模拟取食两种方式下对牧草损失量的影响，结果如图所示：



- ①据图可知，当蝗虫种群密度为 8 时，两种方式下牧草的产量均最高。
- ②据图可知，蝗虫种群密度与牧草损失量的关系为 正相关。

32. (10分)某植物的花色有红色、粉色和白色三种,研究人员用该植物的红花、粉花和白花植株进行杂交实验,实验结果如下:

实验一:白色 \times 白色 \rightarrow 白色;

实验二:粉色 \times 粉色 \rightarrow 粉色:白色 3:1;

实验三:红色 \times 白色 \rightarrow 红色:粉色:白色 1:2:1;

实验四:粉色 \times 红色 \rightarrow 红色:粉色:白色 3:4:1.

不考虑同源染色体非姐妹染色单体间的交叉互换。回答下列有关问题:

- (1)该植物的花色至少由_____对等位基因控制,控制该植物花色基因的遗传遵循_____定律。
- (2)该植物种群中红花植株的基因型最多有_____种。实验四的子代中,开粉花植株中纯合子所占比例为_____。
- (3)已知该植物种皮的颜色由两对等位基因 A/a、B/b 控制,用基因型为 aabb 的纯种绿皮植株和纯种黄皮植株杂交得到的 F₁ 为黄皮, F₁ 自交得到的 F₂ 中,黄皮:绿皮:白皮=12:3:1。后续在重复实验过程中,发现某一杂交组合的 F₂ 中黄皮:绿皮:白皮=4:3:1。研究发现是由于 F₁ 控制种皮颜色的基因所在的一条染色体部分缺失,导致含缺失染色体的雄配子致死所致。现用正常黄皮植株与上述发生染色体缺失的 F₁ 植株杂交,若正交的实验结果是黄皮:绿皮:白皮=2:1:1,则反交的实验结果是_____。

(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,则每学科按所做的第一题计分。

33. [物理—选修 3-3](15分)

(1)(5分)下列说法正确的是_____。(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. 当分子间距离增大时,分子间的引力增大,斥力减小
- B. 能源危机指能量的过度消耗导致自然界的能量不断减少
- C. 彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点
- D. 扩散现象和布朗运动都证明分子在做永不停息的无规则运动
- E. 单晶体中原子(或分子、离子)的排列具有空间周期性

(2)(10分)如图所示,一圆柱形绝热汽缸开口向上竖直放置,通过质量为 $m=0.5\text{ kg}$ 、横截面积为 $S=5\times 10^{-4}\text{ m}^2$ 的绝热活塞将一定质量的理想气体密封在汽缸内,开始时环境温度为 $T_1=300\text{ K}$,活塞处于距缸底 $h_1=0.4\text{ m}$ 的 A 位置。现通过电热丝缓慢加热气体,直到活塞缓慢到达距缸底 $h_2=0.6\text{ m}$ 的 B 位置。已知大气压强 $p_0=1.0\times 10^5\text{ Pa}$,忽略活塞与汽缸壁之间的摩擦,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,求:

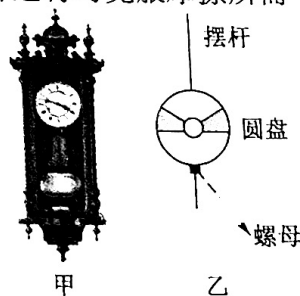
- ①活塞到达位置 B 时缸内气体的温度;
- ②若缸内气体内能增加 $\Delta U=9\text{ J}$,缸内气体从电热丝吸收的热量。



34. [物理—选修 3-4](15分)

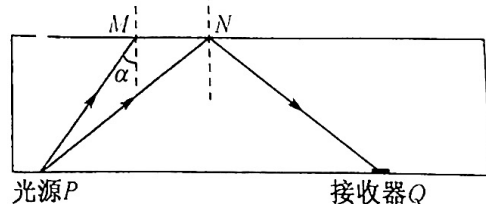
(1)(5分)惠更斯利用摆的等时性发明了带摆的计时器,叫摆钟,如图甲所示。摆钟运行时克服摩擦所需的能量由重锤的势能提供,运动的速率由钟摆控制,旋转钟摆下端的螺母可以使摆上的圆盘沿摆杆上下移动,简化图如图乙所示。下列说法正确的是_____。(填正确答案标号,选对 1 个得 2 分,选对 2 个得 4 分,选对 3 个得 5 分,每选错 1 个扣 3 分,最低得分为 0 分)

- A. 摆钟慢了,应使圆盘沿摆杆下移
- B. 摆钟快了,应使圆盘沿摆杆下移
- C. 由夏季变为冬季时,应使圆盘沿摆杆下移
- D. 把摆钟从山顶移到山脚,应使圆盘沿摆杆上移
- E. 把摆钟从北京移到上海,应使圆盘沿摆杆上移



(2)(10分)如图所示,一种光学传感器是通过接收器 Q 接收到光的强度变化而触发工作的。当光从透明介质内的一点 P 以入射角 $\alpha=37^\circ$ 射到透明介质与真空分界面的 M 点时,其折射光线与反射光线恰好垂直;而当光从 P 点射到该界面的 N 点时,刚好发生全反射并被 Q 接收。已知 PQ 的距离为 L,光在真空中的传播速度为 c, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$,求:

- ①该透明介质的折射率;
- ②光由 P 点经全反射到达接收器 Q 的时间。



35. [化学——选修3:物质结构与性质](15分)
Re(铼)、B(硼)、Ge(锗)等元素的单质及化合物在诸多领域有广泛的应用。回答下列问题:

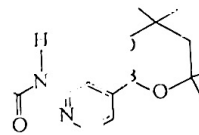
(1)在元素周期表中,铼(Re)与锰在同族,且铼的原子序数为75,则铼在元素周期表中的位置是_____。(填元素符号)提供孤对

(2)铼易形成高配位数的化合物如 $\text{Re}_2(\text{CO})_{10}$,该配合物中_____电子与铼成键,原因是_____。

(3)有机硼化合物除在有机合成方面有广泛的应用外,还可用作聚合反应的引发剂、煤油抗氧剂、杀菌剂、抗癌药和用于中子俘获等。

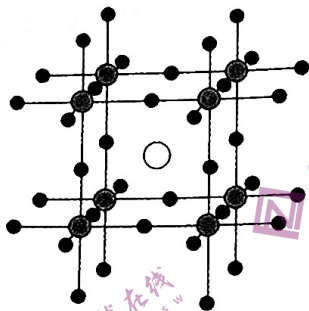
①硼烷又称硼氢化合物,随着硼原子数的增加,硼烷由气态经液态至固态,其原因为_____。

②某有机硼化合物的结构简式如图所示,其中氮原子的杂化轨道类型为_____。

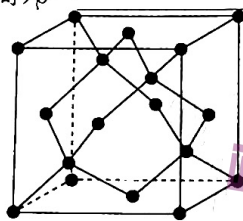


(4)Ge元素的单质及其化合物都具有独特的优异性能,如量子化学计算显示含锗化合物 $\text{H}_5\text{O}_2\text{Ge}(\text{BH}_4)_3$ 具有优良的电化学性能。

① CaPbI_3 是 $\text{H}_5\text{O}_2\text{Ge}(\text{BH}_4)_3$ 的量子化学计算模型, CaPbI_3 的晶体结构如图所示,若设定图中体心钙离子的分数坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$,则分数坐标为 $(0, 0, \frac{1}{2})$ 的离子是_____ (填离子符号)。

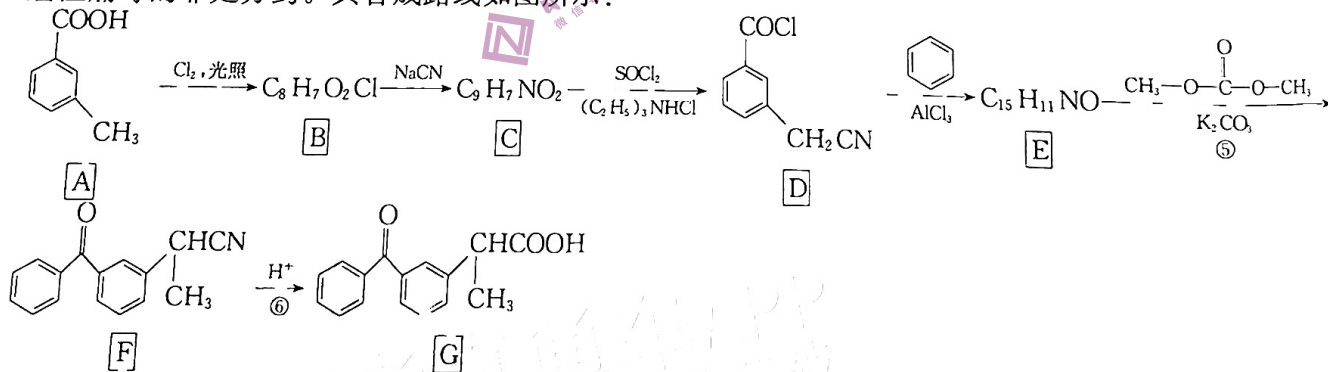


②晶体 Ge 是优良的半导体,可作高频率电流的检波和交流电的整流用。如图为 Ge 单晶的晶胞,设 Ge 原子半径为 a pm,阿伏加德罗常数的值为 N_A ,已知体对角线上的 5 个 Ge 原子相切,则该锗晶体的密度计算式为(不需化简) $\rho =$ _____ g/cm^3 。



36. [化学——选修5:有机化学基础](15分)

酮基布洛芬片(G)是用于治疗各种关节炎、强直性脊柱炎引起的关节肿痛,以及痛经、牙痛、术后痛和癌性痛等的非处方药。其合成路线如图所示:



回答下列问题:

(1)有机物 B、C 的结构简式分别为_____。

(2) $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 的反应类型为_____;化合物 G 含有官能团名称为_____。

(3) $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 反应的化学方程式为_____。

(4)有机物 H 为有机物 C 的同分异构体,则符合下列条件的有机物 H 有_____种(不考虑立体异构,已知同一个碳上连有两个碳碳双键的结构不稳定)。

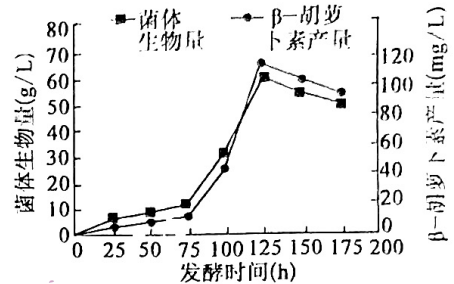
- ①除苯环外不含其他环状结构；
 ②含有硝基，且直接连在苯环上。
 其中核磁共振氢谱有四组峰，且峰面积之比为 2:2:2:1 的结构简式为_____。

(5)以乙烷和碳酸二甲酯($\text{CH}_3\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$)为原料(无机试剂任选),设计制备异丁酸($\text{CH}_3-\text{CH}(\text{COOH})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$)的一种合成路线:

37. [生物——选修1:生物技术实践](15分)

回答下列与有效成分提取和微生物发酵相关的问题:

(1)右图是在发酵罐内利用三孢布拉氏霉菌发酵生产β-胡萝卜素过程中,菌体生物量及β-胡萝卜素产量随时间变化的曲线图。

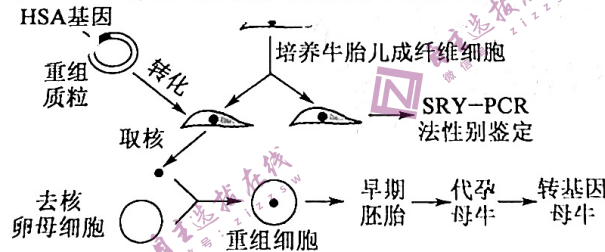


- ①发酵罐中的培养基可为三孢布拉氏霉菌提供的营养物质有_____ (填4种)。接种前,该培养基需要灭菌,灭菌方法是_____。
 ②据图可知,菌体的生物量到达最大值后开始下降,原因是_____,为保证连续生产,应采取的措施是_____。

- (2)采用萃取法从胡萝卜中提取β-胡萝卜素时,萃取效率主要取决于_____。
 (3)研究发现,长期饮酒能使大鼠小肠黏膜需氧细菌总数增加,这些菌类的过度生长可增加对外源性乙醇的氧化,产生大量有害的乙酸盐和乙醛并在肠道内积累,从而导致机体产生一系列疾病。某研究小组尝试从大鼠肠道中筛选出降解乙醛的菌株。
 ①为了筛选出能够高效降解乙醛的菌株,在培养基内添加蛋白胨、酵母提取物、氯化钠等物质后,还需要添加_____。
 ②采集大鼠小肠内容物接种到培养液中,并采用摇床培养。然后将上述菌液接种到固体培养基上进一步纯化培养。采用摇床培养的目的是_____。

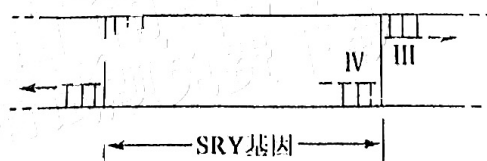
38. [生物——选修3:现代生物科技专题](15分)

人血清白蛋白(HSA)具有重要的医用价值。科研人员通过生物工程技术获得转HSA基因母牛,以便通过乳腺生物反应器生产HSA,其主要技术流程如下图所示。



回答下列问题:

- (1)图中转化牛胎儿成纤维细胞时常采用的方法是_____。培养牛胎儿成纤维细胞时需确保的气体环境是_____。供核的牛胎儿成纤维细胞通常选用传代10代内的细胞,其原因是_____。
 (2)SRY-PCR法性别鉴定的基本程序是:提取牛胎儿成纤维细胞的DNA,经PCR反应体系扩增SRY基因(Y染色体上特有的性别决定基因)片段,然后对扩增产物进行检测。
 ①科研人员在PCR反应体系中添加了dNTP,dNTP的作用是_____。PCR扩增SRY基因时应选用引物_____ (填图中标号)。



注: I、II、III、IV为引物,箭头表示PCR扩增DNA时子链的延伸方向。

- ②PCR结束后,应以_____为探针对产物进行检测,选择_____ (填“出现”或“不出现”)杂交带的牛胎儿成纤维细胞作为技术流程中转化过程的受体细胞。