

理科综合能力测试



扫码关注 查询成绩

命题: 华中师范大学考试研究院

成绩查询网址: huada.onlyets.com 关注微信公众号查询成绩: ccnu-testing

本试题卷共 12 页。全卷满分 300 分, 考试用时 150 分钟。

注意事项:

1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。

2. 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案标号。回答非选择题时, 将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。

3. 考试结束后, 将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量: H 1 N 14 O 16 Cl 35.5 Co 59 Mo 96

一、选择题: 本题共 13 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. 在植物发育过程中, 分生组织细胞中的前质体能够根据细胞所处位置和接受光照程度分化形成功能各异的质体, 如叶绿体、淀粉质体、白色体等。下列说法错误的是

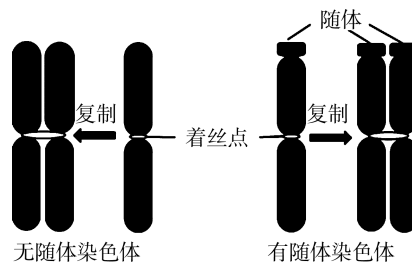
- A. 前质体的分化发生于细胞分化过程中
- B. 前质体的分化过程受内外因素的影响
- C. 前质体的分化使质体功能趋向专门化
- D. 前质体的分化状态在自然条件下可逆转

2. 下列实验不需要借助光学显微镜可直接观察的是

- A. 用双缩脲试剂鉴定组织样液中的蛋白质
- B. 花生子叶切片中脂肪颗粒的染色鉴定
- C. 观察蚕豆根尖分生组织细胞的有丝分裂
- D. 培养液中酵母菌种群数量的抽样计数

3. 随体是位于染色体末端的染色体片段, 人体细胞中的 13、14、15、21 和 22 号染色体为有随体染色体, 其余为无随体染色体。不考虑任何变异, 下列关于人类精子形成过程中的随体变化的说法错误的是

- A. 精原细胞中的随体在其减数分裂前随染色体复制而复制
- B. 随体在减数第一次分裂结束时平均分配到两个子细胞中
- C. 次级精母细胞中的随体数量在染色体着丝点分裂时加倍
- D. 通过减数分裂形成的每个精子中含有 5 条有随体染色体



4. 胎盘细胞在特定时期产生的 RNA 会进入孕妇血浆中, 形成孕妇血浆胎儿游离 RNA (cffRNA), cffRNA 可用于产前诊断。下列说法错误的是


- A. cffRNA 通过胎盘细胞特定基因的转录形成
- B. cffRNA 能够在孕妇血浆中稳定存在一段时间
- C. cffRNA 若被全部提取可获得胎儿的全部遗传信息
- D. cffRNA 可作为某些人类遗传病诊断和检测的标志物

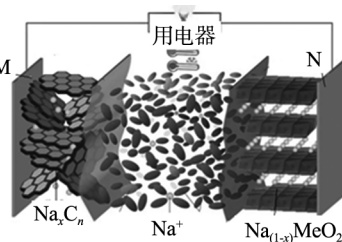
5. 体外实验研究发现, 培养液中的胰岛素促进了单个胰岛 B 细胞的分泌活动, 却抑制了胰岛整体分泌胰岛素过程。下列说法错误的是

- A. 胰岛通过分泌胰岛素和胰高血糖素来调节血糖水平
- B. 胰岛素能作用于胰岛 B 细胞的结构基础是胰岛素受体

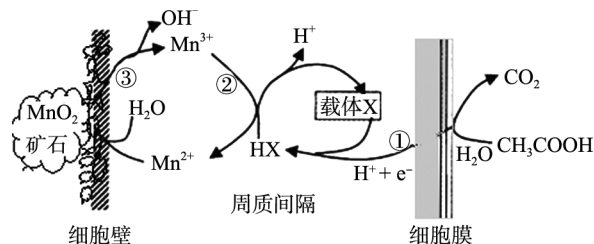
- C. 胰岛素调节胰岛分泌活动可以不受胰岛内其他细胞的影响
 D. 胰岛素可通过调节胰岛整体的分泌活动来维持体内该激素水平
6. P、Q 两种细菌均能在基本培养基上生长,若将 P、Q 两菌单独放入含抗生素 X 的培养基上培养,发现 P 菌能正常生长,Q 菌不能生长;若将两菌混合放入含有抗生素 X 的培养基上培养,发现二者均能正常生长。据此推测,下列说法错误的是
- A. 单独培养时,P 菌具有抗生素 X 抗性而 Q 菌则无
 B. 混合培养时,抗生素 X 可能诱导 Q 菌产生了相应抗性基因
 C. 混合培养时,Q 菌可能整合了 P 菌的抗性基因而获得相应抗性
 D. 混合培养时,Q 菌可能因抗生素 X 被 P 菌降解而得以正常生长
7. “农谚”中不仅包含着我国劳动人民的智慧结晶,而且蕴含着科学文化知识。针对农谚“雷雨发庄稼”“豆茬种谷,必定有福”,下列说法正确的是
- A. “雷雨发庄稼”强调雨水的重要性
 B. “豆茬种谷”属于立体种植,便于植物光合作用
 C. 农谚中涉及自然固氮的过程
 D. 农谚中未涉及氧化还原反应
8. 下列实验装置及对应的实验操作能够达到实验目的的是

A	B	C	D
亚硫酸钠与 70% 的 H_2SO_4 溶液反应制备 SO_2	配制 90mL NaCl 溶液,定容后需盖上玻璃塞左右用力摇匀	密闭条件下收集 Cl_2	制蒸馏水(温度计可以省略),用锥形瓶接收

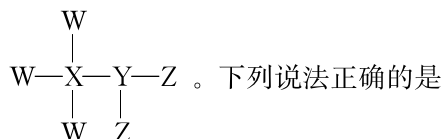
9. 2020 年南开大学周其林团队研究手性螺环化合物成绩突出,荣获国家自然科学一等奖。已知连有 4 个不同基团的 C 原子称为手性 C 原子。螺环化合物 X()是一种重要的有机催化剂,下列关于 X 的说法正确的是
- A. 与丙苯互为同分异构体
 B. 仅含有 2 个手性碳原子
 C. 所有 C 原子有可能共平面
 D. 一氯代物共有 3 种(不考虑立体异构)
10. 中科院 HiNa 公司研发的可充电的“钠离子电池”被欧盟评价为“锂电的性能、铅酸的价格”。若放电的总反应为 $\text{Na}_x\text{C}_n + \text{Na}_{(1-x)}\text{MeO}_2 \rightleftharpoons n\text{C} + \text{NaMeO}_2$ (Me 为某元素符号),六氟磷酸钠充当电解液,其放电原理如图所示。该电池放电时,下列说法正确的是
- A. 电流方向为 $\text{N} \rightarrow \text{用电器} \rightarrow \text{M} \rightarrow \text{电解液} \rightarrow \text{N}$
 B. Na^+ 移向 M 电极
 C. 正极反应为 $\text{NaMeO}_2 - xe^- \rightleftharpoons \text{Na}_{(1-x)}\text{MeO}_2 + x\text{Na}^+$
 D. 转移 1 mol 电子时,有 1 mol Na_xC_n 被还原
11. 海洋深处存在一种海生假单胞菌,可以在无氧条件下通过微生物产生的醋酸与含 MnO_2 的矿石反应生成 Mn^{2+} ,其反应过程如图所示。下列说法正确的是



- A. 生成 22.4 L CO_2 时,转移电子为 4 mol
 B. 过程①中既有极性键和非极性键断裂,又有极性键和非极性键生成
 C. 过程②③总反应为 $\text{MnO}_2 + 2\text{HX} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{X} + 2\text{OH}^-$
 D. 升高温度,能够加快反应速率

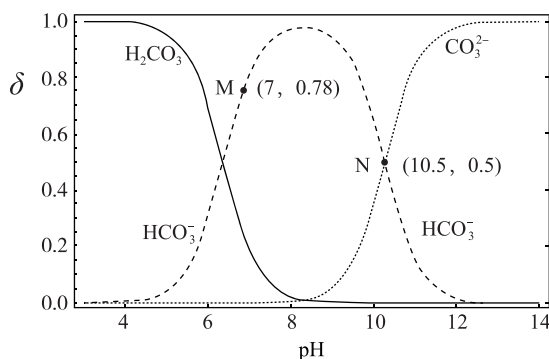


12. 已知 W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素,W 与 X、Y、Z 均能够形成 10 电子化合物,其中 Y 的氢化物易与其最高价氧化物的水化物发生化合,W、X、Y、Z 可以形成化合物 G,G 的结构为



- A. 简单离子半径: $\text{Z} > \text{Y}$
 C. W、Y、Z 三种元素形成的化合物中只可能含有共价键
13. 室温下,向 20.00 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液中逐滴滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀盐酸,测得不同 pH 条件下不同含碳微粒的分布系数[如 CO_3^{2-} 的分布系数 $\delta(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-)}$] 如图所示(不考虑 CO_2 的溶解和逸出)。下列说法正确的是

- B. W 与 X、Y 均能够形成 18 电子的化合物
 D. G 分子中各原子均达到 8 电子稳定结构



- A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中有 $c(\text{OH}^-) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$
 B. M 点溶液显中性, $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{Cl}^-)$
 C. pH=5 与 pH=9 的溶液中水的电离程度相同
 D. H_2CO_3 的 $K_{a2} > 1.0 \times 10^{-11}$, pH=11 的溶液比 pH=6 的溶液导电能力强

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. 口罩是人们抗击新冠病毒的一种有效防护物品。普通一次性口罩一般有三层,对病毒起阻隔作用的主要是中间层,该层为熔喷无纺布,其经过高压静电处理后能在较长时间内带有静电,堪称口罩的“心脏”。下列说法正确的是

- A. 熔喷无纺布的导电性强
 B. 熔喷无纺布经静电处理后其纤维更加紧密
 C. 熔喷无纺布能吸附带有病毒的粉尘
 D. 潮湿的环境会增强口罩对病毒的隔离性能

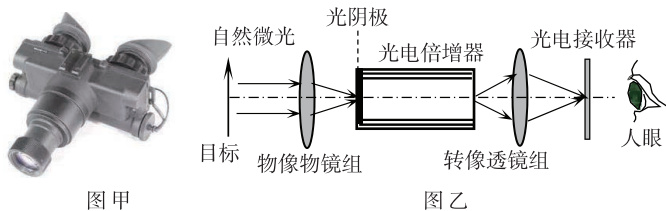
15. 如图所示,一个同学用一轻质的拉杆拉着行李箱(拉杆可绕与行李箱的连接点自由转动)在宽阔的水平路面上沿直线行走。已知该同学用最小的拉力让行李箱保持匀速运动,不考虑空气的阻力。下列说法正确的是

- A. 拉杆对行李箱的作用力方向不一定沿拉杆方向
 B. 拉杆对行李箱的拉力与行李箱受到地面的摩擦力的合力不一定沿竖直方向
 C. 不改变拉力大小,只改变拉力方向,行李箱可能做加速运动
 D. 不改变拉力大小,只改变拉力方向,行李箱一定做减速运动



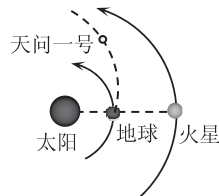
16. 如图甲所示为一种微光夜视仪,它是利用夜间目标反射的低亮度自然光,经物像物镜组聚焦于像增强器的光阴极面,激发出光电子;光电子经光电倍增器加速,再聚焦、成像、放大,从而把一个只被微弱自然光

照明的远方目标变成适于人眼观察的可见光图像,实现更有效地目视观察(过程示意图如图乙所示)。已知光阴极面材料的逸出功为 W ,普朗克常量为 h 。下列说法正确的是



- A. 微光夜视仪与红外线夜视仪的原理相同
- B. 用微光夜视仪观察目标时光阴极带负电
- C. 从光阴极面逸出光电子的最大初动能可能等于 W
- D. 微光夜视仪遇强闪光时会有晕光现象,是因为入射光阴极面的微光频率大

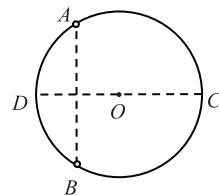
17. 2020年7月23日,我国成功发射了“天问一号”火星探测器。如图所示,已知火星与地球均绕太阳在同一平面内沿同一方向做匀速圆周运动,火星绕太阳的公转轨道半径是地球的1.5倍。为了节省燃料,通常选择地球与火星最近时(地球位于太阳与火星之间,且三者共线)为最佳发射期。则下一个火星探测器的最佳发射期至少要经过约



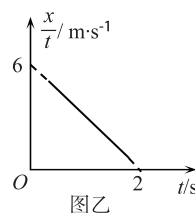
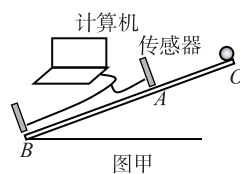
- A. 1.2年
- B. 1.8年
- C. 2.2年
- D. 2.8年

18. 如图所示, O 点是竖直平面内圆的圆心, A 、 B 、 C 三点将圆三等分, CD 是圆的水平直径,在 A 、 B 两点分别固定等量的正点电荷。下列说法正确的是

- A. D 、 O 、 C 三点的电势大小关系为 $\varphi_D = \varphi_O = \varphi_C$
- B. 一个电子可以在 A 、 B 两点电荷的电场中做圆周运动
- C. 将一个电子从 C 点静止释放,电子从 C 点沿直线到 D 点的过程中所受的电场力先减小后增大
- D. 将很多质子以相同的初动能从 O 点沿圆周平面向各个方向发射,从 D 点离开圆周时质子的动能最小



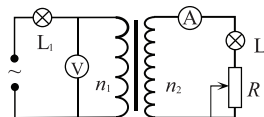
19. 物理学中有一些经典实验通过巧妙的设计使用简陋的器材揭示了深刻的物理本质。伽利略的斜面实验揭示了匀变速直线运动规律。某同学用现代实验器材改进伽利略的经典斜面实验。如图甲所示,他让一小球从固定斜面顶端 O 处静止释放,小球经过 A 处到达斜面底端 B 处,通过 A 、 B 两处安装传感器测出 A 、 B 间的距离 x 及小球在 AB 段运动的时间 t 。改变 A 点及 A 处传感器的位置,重复多次实验,计算机作出 $\frac{x}{t}-t$ 图像如图乙所示。下列说法正确的是



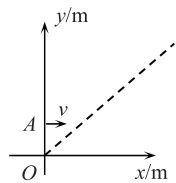
- A. 小球在斜面上运动的平均速度大小为 6 m/s
- B. 小球运动到斜面底端时速度大小为 6 m/s
- C. 小球在斜面上运动的加速度大小为 6 m/s^2
- D. 小球在斜面上运动的时间为 2 s

20. 在如图所示的电路中,理想变压器原、副线圈的匝数之比为 $1:2$,两个相同灯泡的电阻和滑动变阻器接入电路中的有效阻值均为 $R = 5 \Omega$ (不考虑灯泡电阻随温度的变化),两电表均为理想交流电表,电源输出电压的表达式为 $u = 120\sqrt{2}\sin 100\pi t (\text{V})$ 。下列说法正确的是

- A. L_1 、 L_2 两灯泡消耗的功率之比为 $2:1$
- B. 电流表的示数为 8 A
- C. 电源的输出功率为 1900 W
- D. 当滑动变阻器的滑片向下滑动,电压表的示数变大



21. 如图所示, xOy 坐标系的第一象限内 y 轴与直线 $y = x(x \geq 0)$ 之间的部分区域内存在垂直纸面向里的磁感应强度 $B = 0.5 \text{ T}$ 的有界匀强磁场。从 y 轴上的 A 点 $(0, \sqrt{2} - 1)$ 沿 x 轴正方向射出许多速率不同的相同带正电的粒子。已知粒子速率范围为 $0 < v \leq 10^2 \text{ m/s}$, 且最大速率的粒子恰好不从磁场右边界穿出。不计粒子的重力及电荷间相互作用力, 下列说法正确的是



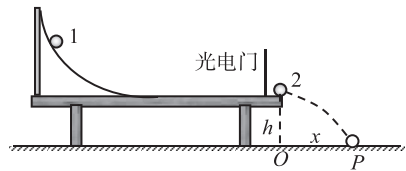
- A. 所有粒子在磁场中运动的时间相同
 B. 粒子的比荷为 $2 \times 10^2 \text{ C/kg}$
 C. 磁场区域的最小面积为 $\pi \text{ m}^2$
 D. 粒子从直线 $y = x$ 处运动时间 $\pi \times 10^{-2} \text{ s}$ 射出磁场

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)

如图所示, 在水平桌面的左端固定一个圆弧槽滑道, 滑道的末端与水平桌面相切。桌面的右端附近固定一个光电门。直径为 d 、质量为 m_1 的小球 1 从圆弧槽上某处静止释放, 下滑到水平桌面向右运动通过光电门与静止在桌面右边缘的质量为 m_2 的小球 2 发生正碰, 碰后小球 1 向左弹回, 小球 2 离开桌面做平抛运动。实验中测出小球 1 连续两次通过光电门的时间分别为 t_1 、 t_2 , 桌面离水平地面高度为 h , 小球 2 碰后做平抛运动的水平距离为 x 。

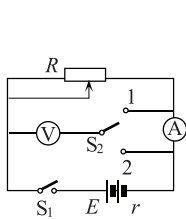


(1) 若两球的碰撞为弹性碰撞, 则两球的质量大小关系应满足 m_2 _____ m_1 (填“<”“>”或“=”)。

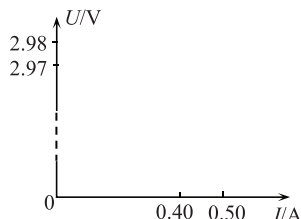
(2) 改变小球 1 在圆弧槽上静止释放的位置, 重复实验, 实验中测出多组 t_1 、 t_2 与 x 的数据。若要验证两小球在碰撞过程中动量守恒, 以 x 为横轴, 以 _____ 为纵轴, 作出的图像为线性图像。已知重力加速度为 g , 若线性图像(直线)的斜率 $k =$ _____, 则可验证两小球在碰撞过程中动量守恒。

23. (10 分)

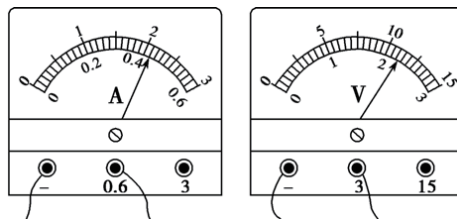
某实验小组用图甲所示的电路测量两节电池的电动势与内阻。实验时先将滑动变阻器接入电路中的有效阻值调到最大, 闭合开关 S_1 , 再将单刀双掷开关 S_2 接 1, 改变滑动变阻器滑片的位置, 测出一组电压表的示数 U 及相应的电流表的示数 I , 用测量数据在图乙中作出 $U-I$ 的线性图像; 然后将单刀双掷开关 S_2 接 2, 重复以上操作, 用测量数据在图乙中作出 $U-I$ 的线性图像。已知两次作出的线性图像与纵轴的交点分别为 2.97 V 、 2.98 V , 与横轴的交点分别为 0.40 A 、 0.50 A 。



图甲



图乙



图丙

(1) 某次测量时两电表的示数分别如图丙所示, 则 $I =$ _____ A , $U =$ _____ V ;

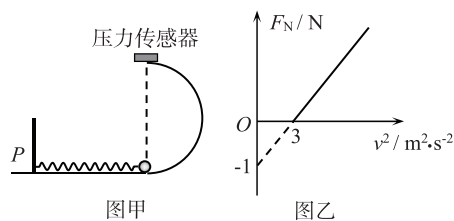
(2) 若两电表均为理想电表, 在图乙中作出电源的 $U-I$ 图线, 并求电源电动势 E 与内阻 r 的较准确的测量值, $E =$ _____ V , $r =$ _____ Ω ; (结果均保留三位有效数字)

(3) 通过对实验数据的分析与处理, 他们同时还测出了所用电流表的内阻 R_A 与电压表的内阻 R_V 。则 $R_A =$ _____ Ω , $R_V =$ _____ $\text{k}\Omega$ 。(结果均保留三位有效数字)

24. (12 分)

如图甲所示, 光滑半圆环轨道固定在竖直平面上, 最低点与光滑水平面平滑连接, 一长度与半圆轨道直径相等的轻弹簧左端固定在高 $h = 0.4 \text{ m}$ 的固定竖直挡板 P 上, 弹簧的右端在半圆轨道的最低点处。将一小球(可视为质点)置于弹簧的右端(与弹簧接触但不连接)并向左压缩弹簧, 然后静止释放, 小球被弹簧弹开

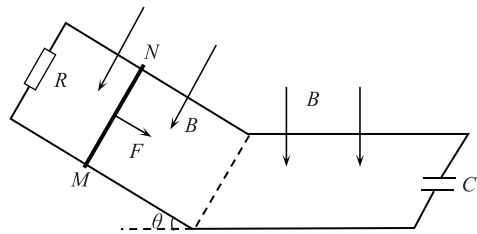
后进入半圆轨道运动,多次重复,每次弹簧的压缩量不同。通过固定在半圆轨道最高点处的压力传感器与速度传感器(甲图中未画出)测出小球对轨道的压力大小 F_N 与此处小球速度的平方 v^2 的关系如图乙所示。已知当某次弹簧的压缩量为 $x=0.1\text{ m}$ 静止释放小球后,小球恰能经过挡板 P 的上端,重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$, 不计空气阻力。求:



- (1) 小球的质量 m 与半圆轨道的半径 r ;
- (2) 弹簧的劲度系数 k 。

25. (20 分)

如图所示,电阻不计、间距 $L=1\text{ m}$ 的两平行金属导轨,左边部分置于倾角 $\theta=37^\circ$ 的绝缘斜面上,右边置于绝缘的水平面上,导轨的左、右两部分在斜面底端用绝缘物质平滑连接,其中两导轨的水平部分光滑且足够长。两导轨的左端接一阻值为 $R=0.8\ \Omega$ 的电阻,右端接一电容 $C=0.4\text{ F}$ 的电容器。导轨的斜面部分处于垂直斜面向下的匀强磁场中,水平部分处于竖直向下的匀强磁场中,两磁场的磁感应强度大小相同。将一质量为 $m=0.4\text{ kg}$ 、电阻 $r=0.2\ \Omega$ 的金属棒 MN 垂直置于左边两导轨上且与斜面底端的距离 $x=1.0\text{ m}$ 处,金属棒恰好不下滑,已知最大静摩擦力大小等于滑动摩擦力大小。现给金属棒一个沿斜面向下的拉力 F 使金属棒从静止开始运动,拉力 F 的大小与金属棒运动的速度 $v(\text{m/s})$ 大小关系为 $F=1.0v+0.8(\text{N})$,测得电阻 R 两端的电压随时间均匀增大,当金属棒运动到斜面底端时撤去拉力 F 。已知整个过程中电容器不会击穿,重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$,求:



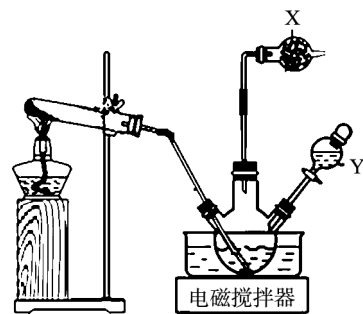
- (1) 金属棒与斜面导轨间的动摩擦因数 μ ;
- (2) 匀强磁场的磁感应强度大小 B ;
- (3) 金属棒的最终速度大小 v 。

26. (14 分)

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 是科研、化工上常用的化学试剂,水溶液中存在 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 \rightleftharpoons [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 3\text{Cl}^-$,在强碱热溶液中可以生成 NH_3 。下面是 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的制备及生成物组成的测定实验,回答下列问题:

I. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的制备

如图所示,在三颈烧瓶中将 $6.0\text{ g CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体溶解在氯化铵溶液中,并加入适量的活性炭作催化剂,通入氨气并逐滴滴加 $5\% \text{ H}_2\text{O}_2$ 溶液,加热到 40°C 并搅拌,会有橙黄色晶体 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 析出。



- (1) 仪器 X 的名称为 _____,放入的化学试剂为 _____。
- (2) 装置中制备氨气时不宜选取 NH_4NO_3 与 NaOH 反应,原因是 _____ (答 1 条即可)。
- (3) 写出生成 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的化学方程式: _____。

(4) 充分反应后,某学生实验得到 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的实际质量为 3.72 g ,比理论值少 _____ g 。

II. 三氯化六氨合钴(III)组成的测定

(5) 氨的测定

准确称取 $0.2\text{ g } [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 在热强碱下反应生成氨气,产生的氨气被 H_3BO_3 溶液完全吸收,滴加 $5\sim 6$ 滴甲基红溴甲酚氯指示剂,再用标准的盐酸滴定吸收了氨气的 H_3BO_3 溶液即可得出氨的含量(已知: $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_3\text{BO}_3$; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_3\text{BO}_3$)。下列操作(其他步骤操作均正确)会造成氨的测定值偏高的是 _____ (填字母代号)。

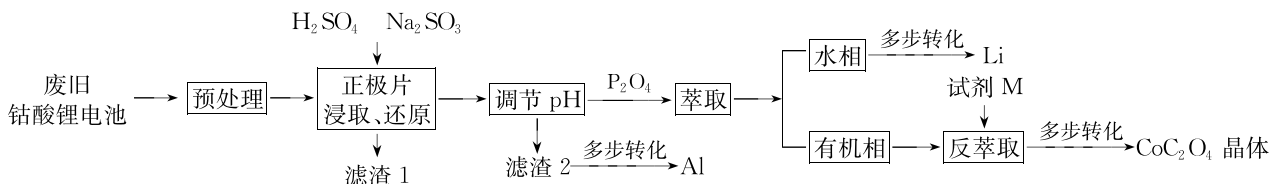
- a. 滴定结束时仰视读数
- b. 锥形瓶清洗后未干燥
- c. 滴定前滴定管中含有气泡,滴定结束无气泡
- d. 未使用标准盐酸溶液润洗滴定管

(6) 氯的测定

用标准 AgNO_3 溶液通过沉淀滴定法测定 Cl^- 的量, 适宜选取_____作指示剂, 滴定终点现象为_____ (已知 $K_{\text{sp}}(\text{AgBr})=4.9 \times 10^{-13}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=2.0 \times 10^{-12}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})=1.8 \times 10^{-10}$, AgBr 为黄色沉淀、 Ag_2CrO_4 为砖红色沉淀)。

27. (14 分)

通过废旧的钴酸锂电池可以回收金属铝、锂和钴, 其生产流程如下所示。



已知: ①钴酸锂电池正极材料为 LiCoO_2 、炭黑及铝片; ② $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3]=1.0 \times 10^{-33}$ 。

回答下列问题:

(1) 电池“预处理”时需要将电池完全放电, 原因是_____。

(2) 不溶性的 LiCoO_2 在“浸取、还原”过程中发生反应的离子方程式为_____。

(3) 若溶液中离子浓度为 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 认为完全沉淀, 则 Al^{3+} 完全沉淀时溶液的 pH 至少为_____。

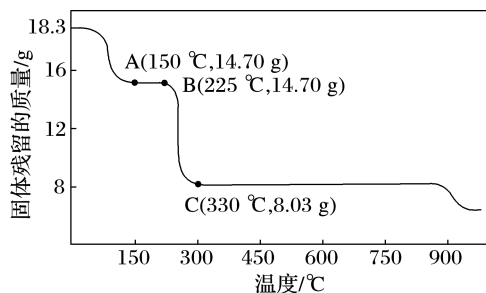
(4) P_2O_4 是磷酸酯类, 密度比水小, 是该实验的萃取剂, 通过“反萃取”, 可以循环利用。下列关于“萃取”的说法正确的是_____ (填字母代号)。

- a. 使用一定量 P_2O_4 萃取时应该将萃取剂分多次萃取, 萃取效率更高
- b. 分液漏斗使用前一定要检验是否漏液
- c. 振荡过程中, 需要打开活塞放气
- d. 萃取后分液时需要先旋开活塞, 再打开上端玻璃塞

(5) “反萃取”时不宜加入烧碱溶液的原因是_____;

反萃取时获取 P_2O_4 的操作方法是_____。

(6) CoC_2O_4 是制备钴的重要原料。取 $18.3 \text{ g CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 在空气中受热的质量变化曲线如图所示。



已知曲线中温度高于或等于 $300 \text{ }^\circ\text{C}$ 时所得固体为不同的钴氧化物。写出 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 点发生反应的化学方程式:_____。

28. (15 分)

氢气在富氧条件下催化还原 NO_x (H_2 -SCR) 反应在低温时仍具有高活性和选择性, 近年来一直备受研究者关注。回答下列问题:

(1) 已知催化剂铑 (Rh) 表面 H_2 催化还原 NO 的详细反应机理如下表所示, 其他条件一定时, 决定 H_2 催化还原 NO 反应速率的基元反应为_____。基元反应 $\text{H}_2 + \text{Rh}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s}) \Rightarrow \text{H}(\text{s}) + \text{H}(\text{s})$ 的焓变 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 浸渍法合成的 Pt/Al-M-10-A 催化剂对 H_2 还原 NO 反应的响应如下图所示, 由图可知该催化剂对反应产物具有_____, 该性质受_____的影响。

基元反应	活化能 E_a (kJ/mol)
$\text{H}_2 + \text{Rh}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s}) \Rightarrow \text{H}(\text{s}) + \text{H}(\text{s})$	12.6
$\text{NO} + \text{Rh}(\text{s}) \Rightarrow \text{NO}(\text{s})$	0.0
$\text{NO}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s}) \Rightarrow \text{N}(\text{s}) + \text{O}(\text{s})$	97.5
$\text{N}(\text{s}) + \text{N}(\text{s}) \Rightarrow \text{N}_2 + \text{Rh}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s})$	120.9
$\text{H}(\text{s}) + \text{O}(\text{s}) \Rightarrow \text{OH}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s})$	83.7
$\text{OH}(\text{s}) + \text{H}(\text{s}) \Rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s})$	33.5
$\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \Rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Rh}(\text{s})$	45.0
$\text{H}(\text{s}) + \text{H}(\text{s}) \Rightarrow \text{H}_2 + \text{Rh}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s})$	77.8
$\text{NO}(\text{s}) \Rightarrow \text{NO} + \text{Rh}(\text{s})$	108.9
$\text{OH}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s}) \Rightarrow \text{H}(\text{s}) + \text{O}(\text{s})$	37.7

铑表面 H_2 催化还原 NO 的详细反应机理

(3)将 H_2 、 NO 、 O_2 按体积比 3 : 2 : 1 充入恒温恒压(200℃、100 kPa)容器中,发生反应: $4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。达平衡时, N_2 的体积分数为 0.1。

①平衡时, NO 的转化率为 _____,平衡常数 $K_p =$ _____ $(\text{kPa})^{-2}$ (以分压表示,分压=总压×物质的量分数)。

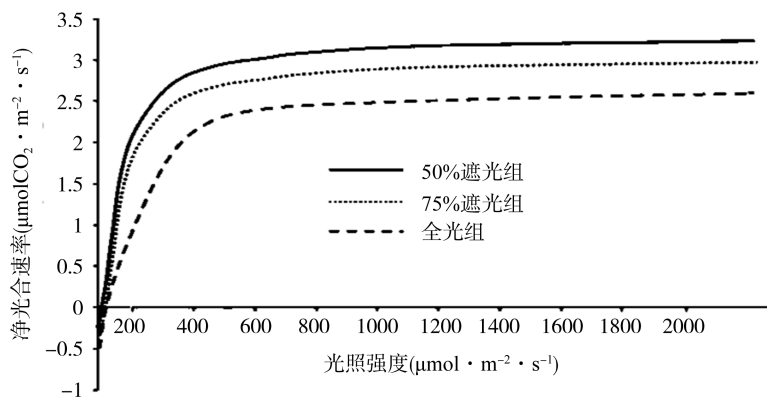
②已知该反应 $\Delta H < 0$,初始温度、压强和反应物的用量均相同,下列四种容器中 NO 的转化率最高的是 _____ (填字母代号)。

- A. 恒温恒容容器 B. 恒温恒压容器
C. 恒容绝热容器 D. 恒压绝热容器

(4)1093K 时, NO 与 H_2 以物质的量 2 : 1 混合,置于某密闭容器中,发生化学反应: $2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$,实验测得该反应速率方程(以 N_2O 为基准)为 $v(\text{N}_2\text{O}) = k p^2(\text{NO}) p(\text{H}_2)$, $k = 5.6 \times 10^{-12} \text{Pa}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,某时刻测得体系中 NO 的分压为 2.5 kPa,则此时的反应速率为 _____ $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

29. (9 分)

某研究小组将绣球植株分组并给予不同遮光处理,一段时间后测定绣球植株叶片在不同光照强度下的净光合速率(实际光合速率=净光合速率+呼吸速率),结果如图所示。据图回答下列问题:



(1)晴朗的白天,绣球植株进行光合作用所固定的 CO_2 来源于 _____ (答出两点)。据图分析可知,科研小组测定的净光合速率是以 _____ 来表示。

(2)为了解绣球植株叶片在晴朗白天的实际光合速率,研究小组还测定了植株叶片的呼吸速率,具体操作是测定植株叶片 _____,其结果如表。

组别	全光组	50%遮光组	75%遮光组
呼吸速率($\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	0.53	0.36	0.41

(3)根据上述图表结果推测,绣球植株叶片适应遮光环境的机制可能是 _____,从而保证植株在遮光环境中的正常生长。

30. (10 分)

褪黑素是一种由松果体腺分泌的小分子激素,能够调节机体免疫和睡眠作用。研究小组采用小鼠口服褪黑素方法对其调节免疫的功能进行研究,结果如表。回答下列问题:

测定指标 组别	脾淋巴细胞增殖能力 (相对值)	NK 淋巴细胞活性 (相对值)	抗体生成细胞数量 (相对值)
对照组	1	1	1
低剂量组	1.31	1.62	1.05
高剂量组	1.05	1.16	1.03

(1)实验前,小鼠体内的褪黑素经体液运输至全身各处,调节着小鼠自身免疫功能。据表中信息分析,褪黑素可能作用的细胞有_____ (答出两种即可)。

(2)体内的NK淋巴细胞能够识别并消除肿瘤或病毒感染的细胞,说明NK淋巴细胞能参与_____免疫过程。据表结果分析,褪黑素对机体免疫能力的调节作用与其_____有关。

(3)综合上述分析,推测褪黑素能够增强机体免疫能力的机理是_____。

(4)研究发现,褪黑素还能调节小鼠睡眠时间。请利用以下实验材料及用具,设计实验探究褪黑素对小鼠睡眠的影响。简要写出实验设计思路并预期实验结果。

实验材料及用具:睡眠情况相同的健康小鼠若干只,一定剂量的褪黑素溶液,生理盐水,计时器等。

实验设计思路:_____。

预期结果及结论:_____。

31. (9分)

某草原上害鼠种群密度很高,为保护草原该地采用了招鹰灭鼠和引狐控鼠技术进行大规模防治,并取得了阶段性防治效果。回答下列问题:

(1)在鼠害防治之前,该天然草原上的害鼠种群密度较高的原因是_____ (答出三点即可)。

(2)在草原上鼠害防控区设立鹰架或鹰墩,为鹰提供栖息场所,建立的鹰架或鹰墩向鹰传递了_____信息,以达到招鹰灭鼠的目的。招鹰灭鼠和引狐控鼠等生物防治措施能够降低害鼠种群数量,其原因是_____。

(3)研究发现,单一的天敌控鼠措施在短期内有效,长期来看,效果并不理想。从捕食与生物进化的关系角度分析,推测其原因可能是_____。

32. (11分)

科研团队尝试利用遗传学原理和生物技术解决稻米镉污染问题。回答下列问题:

(1)在水稻种质资源库中,同种水稻的富镉和低镉两种表现类型在遗传学上称为_____。

(2)已知该对性状受一对等位基因控制,要了解它们的显隐性关系。研究人员先用能够稳定遗传的富镉和低镉水稻做亲本进行杂交,结果 F_1 中无低镉水稻,说明_____;后用两种水稻多株进行杂交,结果 F_1 群体中出现了一株低镉水稻,从遗传变异的角度分析,其可能原因是_____ (答出一点即可)。

(3)资料显示,富镉水稻具有多种其他优良性状如抗病、抗倒伏、高产等,但低镉水稻却没有。研究人员利用生物技术对富镉水稻进行遗传改良,在富镉基因上插入一段DNA,导致富镉植株对镉的吸收能力大幅下降。

①请利用所学知识分析,产生上述实验现象的可能原因是_____ (答出一点即可)。

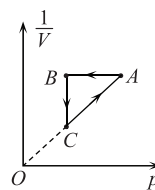
②进一步研究发现,经遗传改良后的原富镉植株,不仅镉吸收量大幅下降,而且锰的吸收量也显著降低,说明基因与性状的关系是_____。

(4)根据上述分析,在不改变其他优良性状的前提下,结合所学知识,再提出一种水稻去镉的方法:_____。

(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。

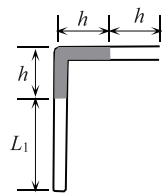
33. [物理——选修3-3](15分)

(1)(5分)用活塞将一定质量的理想气体密闭在气缸内。通过外界因素改变缸内气体的状态,气体从状态A经状态B变化到状态C,再从状态C回到状态A,其体积的倒数与压强的变化关系 $\frac{1}{V}-p$ 图像如图所示,图中AB与横轴平行,BC与纵轴平行,AC的连线过坐标原点。从状态A到状态B的过程中,气体_____ (填“吸热”“放热”或“绝热”);从状态B到状态C的过程中,单位时间内碰撞器壁单位面积上的气体分子个数_____ (填“增大”“减小”或“不变”);从状态C到状态A的过程中,气体的内能_____ (填“增大”“减小”或“不变”)。



(2)(10分)如图所示,一端封闭、一端开口且粗细均匀的直角细玻璃管,在直角处用一段水银柱封闭了

一定质量的空气。开始时,封闭端处于竖直状态,直角处水银柱的竖直部分与水平部分长度均为 $h=10\text{ cm}$,开口端空气柱的长度 $h=10\text{ cm}$ 。保持温度不变,以玻璃管的封闭端为转轴,将玻璃管在竖直平面内沿顺时针方向缓慢转 $\theta=30^\circ$,管内水银柱恰好到达开口端。已知大气压强为 $p_0=76\text{ cmHg}$,封闭端空气柱的初始温度 $t_1=27^\circ\text{C}$ 。求:

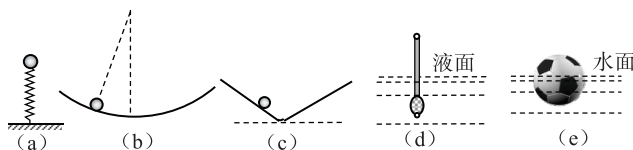


(i) 封闭端空气柱的长度 L_1 ;

(ii) 若保持封闭端处于竖直状态,加热封闭端空气,当管内水银柱恰好到达开口端时,此时管内空气柱的温度 t (结果保留一位小数)。

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 以下运动均不考虑空气阻力或介质阻力的作用。物体的运动是简谐运动的是_____。(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。每错选 1 个扣 3 分,最低得分为 0 分)



A. 图 a 中竖直轻弹簧下端固定在地面,另一端固定一小球,将小球向下拉离平衡位置一小段距离后静止释放,小球在竖直方向上的运动

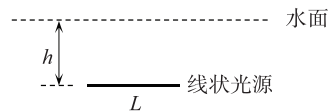
B. 图 b 中竖直平面内固定一个半径很大的圆弧轨道,将一小球从圆弧轨道最低点附近某位置静止释放,小球在圆弧轨道最低点附近两侧的往返运动

C. 图 c 中同一竖直平面内对称地固定两个倾角相等的斜面,两斜面在最低点平滑连接,将一小球从左侧斜面上某位置静止释放,小球在两斜面上的往返运动

D. 图 d 中一支液体密度计处于静止,将密度计竖直向下压入液体一小段距离后静止释放,密度计在竖直方向上的运动

E. 图 e 中一个足球处于静止,将足球竖直向下压入水中一小段距离后静止释放,足球在竖直方向上的运动

(2) (10 分) 如图所示,在范围足够大的水面下方 $h=0.1\sqrt{\frac{7}{\pi}}\text{ m}$ 处水平固定一长度 $L=0.2\sqrt{\pi}\text{ m}$ 的线状光源。已知水的折射率 $n=\frac{4}{3}$,光在真空中的传播速度为 c 。求:



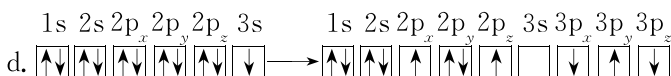
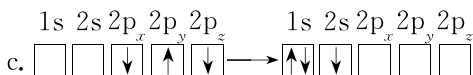
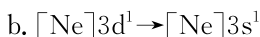
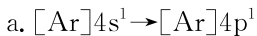
(i) 从线状光源发出的光射出水面最长时间 t 的表达式(用题给相关物理量符号表示);

(ii) 水面上有光线射出部分的面积 S 。

35. [化学——选修 3:物质结构与性质] (15 分)

碱金属及其化合物在生活、科研等领域用途广泛。回答下面相关问题:

(1) 基态 K 原子核外有_____种不同的电子运动状态;下列碱金属原子核外电子发生如下变化时有可能观察到焰色的是_____ (填字母代号)。



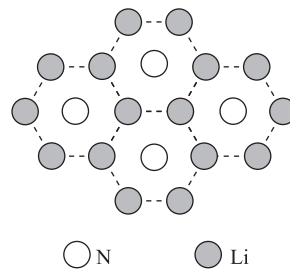
(2) 碱金属易形成各种不同的盐,已知碱金属各种盐的沸点($^\circ\text{C}$)如表所示。

	Li	Na	K
氯化物	613	801	771
硫酸盐	859	880	1069
碳酸盐	720	858	901

由此可以得出随质子数递增,碱金属形成化合物中化学键的离子性_____ (填“逐渐增强”“不变”或“逐渐减弱”);在硫酸盐和碳酸盐中,S、C原子的杂化形式分别为_____和_____。

(3)碱金属元素中,仅有Li可以直接与 N_2 化合生成 Li_3N ,已知该晶体中,存在锂、氮原子共同组成的锂、氮层,如图所示。

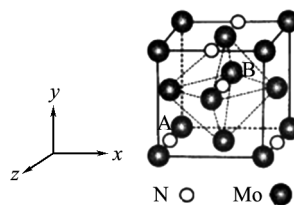
该结构中,在锂、氮层之间还应存在_____ (填“锂”或“氮”)层,理由是_____。



(4)氮化钼是制备锂离子电池的重要原材料,该晶胞结构如图所示。

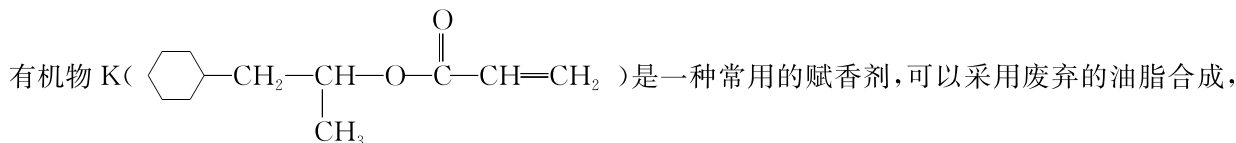
①以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置,称作原子分数坐标。若A的原子分数坐标为(0,0,0),则B的原子分数坐标为_____。

②N原子位于Mo原子立方晶格的_____ (填“四面体”“正方体”或“八面体”)空隙中,若 Li^+ 位于该晶胞的八面体空隙中,则一个晶胞中最多能够填入_____个 Li^+ 。

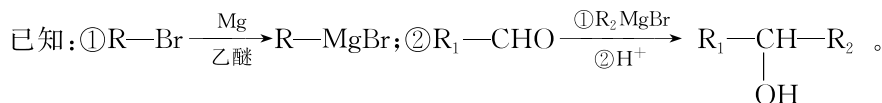
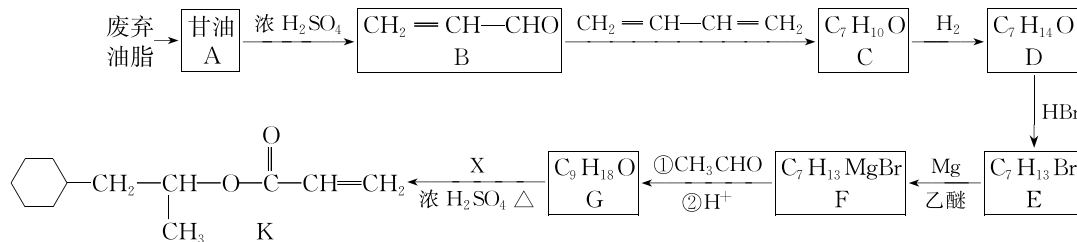


③若氮化钼的密度为 $\rho g \cdot cm^{-3}$,晶胞中Mo为最紧密堆积,其原子半径为 r ,则Mo所围成的空隙中,所容纳的离子半径最大值为_____ nm。(用含有 ρ, N_A 的代数式表示,设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值)

36. [化学——选修5:有机化学基础](15分)



其合成路线如图所示。



回答下列问题:

(1)下列关于油脂的说法正确的有_____ (填字母代号)。

- 油脂与蛋白质、淀粉均属于高分子营养物质
- 油脂能为人体提供热能,还能提供必需的脂肪酸
- 天然油脂属于纯净物,水解产物一定含有甘油
- 油脂在酸性条件下能够发生水解反应,该反应又叫皂化反应
- 油脂的氢化又叫硬化,属于加成反应

(2)K分子中含有官能团的名称为_____ ;C→D的反应类型为_____。

(3) 检验 G 中官能团常用试剂是_____；X 的名称为_____。

(4) D→E 的化学反应方程式为_____。

(5) M 是 D 的同分异构体, M 分子核磁共振氢谱显示有四种峰, 峰面积之比为 3 : 2 : 1 : 1, M 可能的结构简式为_____。

(6) 写出以乙醇为有机原料设计合成 2-丁醇的路线图(其他无机试剂任选)。

37. [生物——选修 1: 生物技术实践](15 分)

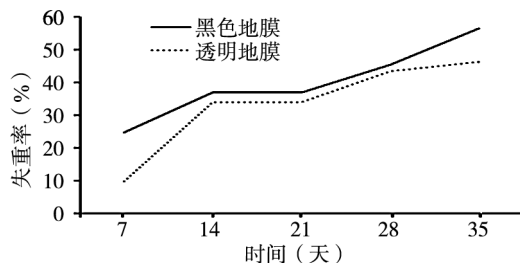
研究人员从土壤中筛选出了一种地膜(主要成分是聚乙烯)降解菌 PT1 菌株, 为处理地膜污染提供了重要的微生物种质资源。回答下列问题:

(1) 实验前, 实验人员配制筛选地膜 PT1 降解菌的基本培养基, 其营养成分应含有_____, 为实现此培养基的筛选功能应以_____为唯一碳源。

(2) 为了避免地膜上原有微生物对实验结果的影响, 实验操作前需要对地膜材料进行灭菌, 灭菌是指_____。

(3) 在将接种有目的菌株的平板进行恒温培养同时采取_____措施, 不仅能有力证明所筛选菌株具有降解能力, 也能验证无菌操作是否规范。在菌株降解能力的测定实验中, 需要将温度等环境控制在适宜范围内, 其原因是_____。

(4) 研究人员还测定了黑色地膜和透明地膜在 PT1 菌株降解下的失重率(菌株处理前后地膜的减少重量与菌株处理前地膜的重量之比), 如下图所示。据图分析, PT1 菌株对_____地膜的降解效果更好, 这说明_____会影响 PT1 菌株的降解能力。



38. [生物——选修 3: 现代生物科技专题](15 分)

人参 *BZR1* 基因(该基因在人参根、茎、叶、芽孢等器官中都表达)在人参茎形态形成和产量品质两方面起着重要作用, 有研究团队成功利用反转录 PCR 方法, 获得了 *PgBZR1* 克隆基因, 并成功构建了克隆基因在人参植株中的表达载体, 从而有效改善了人参的产量和品质。据此回答下列问题:

(1) 在进行基因工程操作前, 需要从人参植株中提取总 RNA, 常选用 4 年生人参幼嫩的芽孢而不选用其根部作为实验材料, 原因是_____。提取 RNA 时, 为防止其降解, 往往需要加入_____抑制剂。

(2) 以提取的人参总 RNA 为材料能够合成 cDNA, 该过程需要提供的酶是_____。以总 cDNA 为模板进行 PCR, 总能专一性扩增出 *PgBZR1* 基因, 这与 PCR 过程中加入的特异性_____有关。

(3) 与人参细胞中的 *BZR1* 基因表达相比, *PgBZR1* 克隆基因需要构建表达载体才能在受体细胞中复制和表达的原因是_____ (答出两点)。

(4) 研究人员还测定了单茎和多茎人参的克隆基因表达量和产量(以平均每支干重表示), 如图所示。据图分析, _____人参的克隆基因表达量更低, 而产量更高, 结合克隆基因对茎形态的调控推测, 克隆基因与产量的关系为_____。

