

中学生标准学术能力诊断性测试 2023 年 3 月测试

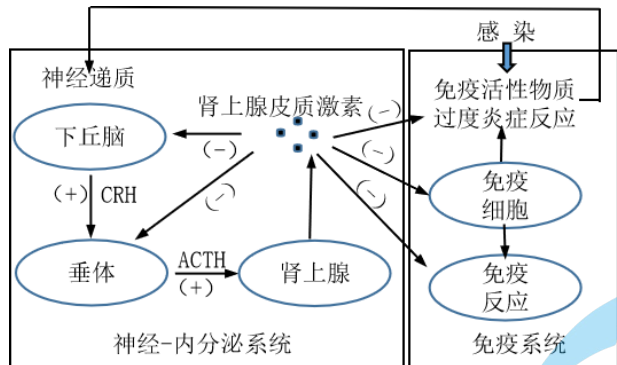
理科综合试卷

本试卷共 300 分，考试时间 150 分钟。

可能用到的相对原子质量：H 1 B 11 O 16 Al 27 Fe 56 Co 59

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。

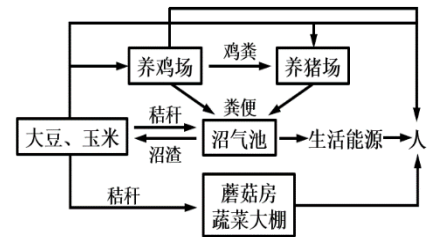
1. 北京大学深圳研究院等研究团队最新研究探索出一种创新治疗技术——细胞外囊泡 mRNA (EV mRNA) 疗法。细胞外囊泡 (EV) 是由细胞分泌的脂质膜结构，如外泌体、微囊泡、凋亡小体等。研究人员将 mRNA 装载到经过基因工程改造的细胞外囊泡中形成 EV mRNA，EV mRNA 被特定的靶细胞胞吞，在细胞内表达以发挥作用。EV mRNA 递送系统无临床排斥反应，有较强的溶酶体免疫逃逸能力。下列相关分析错误的是
A. 受体自身产生的 EV 制作递送系统可最大限度的降低免疫排斥
B. EV 的存在可防止 mRNA 与核糖体结合前被溶酶体内的酶降解
C. 受体细胞摄取 EV mRNA 的过程体现了细胞膜的功能特点
D. EV 需要有和靶细胞相识别的特定信号分子以实现 mRNA 的定向运输
2. 关于对照实验的设置，下列叙述正确的是
A. 验证促甲状腺激素的作用时，需设置保留甲状腺和去除甲状腺的两组
B. 验证 NAA 对扦插枝条生根的作用具有两重性，需要设置空白对照
C. 用过氧化氢为实验材料探究酶的高效性时，需设置分别加过氧化氢酶和清水的两组
D. 验证茎的感光部位是茎尖时，需设置保留茎尖和去除茎尖的两组
3. 机体在遭受组织损伤或感染病原体时可能会引发过度炎症反应，此时过多的炎症因子会刺激下丘脑引起免疫抑制反应，调节过程如图所示，下列相关叙述错误的是



注：
(+) 促进
(-) 抑制
CRH: 促肾上腺皮质激素释放激素
ACTH: 促肾上腺皮质激素

- A. 激素、神经递质和抗体都是参与信息传递，对生理活动起调节作用的分子

- B. 该激素调节过程放大了激素的调节效应，形成多级反馈调节
 - C. 适量使用肾上腺皮质激素可以提高移植器官成活率
 - D. 长期使用肾上腺皮质激素可能会引起肾上腺皮质萎缩
4. 如图是某农业生态系统模式图，下列相关分析错误的是
A. 生态系统中的能量流动和物质循环是两个相对独立的过程
B. 农田中不同生物分别占据着不同的生态位利于充分利用环境资源
C. 玉米、大豆间作可增大流入该生态系统的总能量
D. 沼气池中的微生物对提高能量利用率起到了重要作用



5. 人类的生长激素释放因子由高度分化的下丘脑神经细胞分泌，可促进生长激素的合成。控制其合成的基因 (N 基因) 和 ATP 合成酶基因 (M 基因) 均位于第 20 号染色体上，编码各自蛋白质前 3 个氨基酸的 DNA 序列如图，起始密码子均为 AUG。下列说法错误的是
A. M 和 N 基因的差异表达可能与 DNA 甲基化等过程有关
B. N 基因转录时的模板链位于①链上
C. 若箭头处的碱基突变为 A，则对应的密码子变为 UUG
D. 能表达 N 基因的细胞也能进行 N 基因的复制
6. 单克隆抗体被广泛用作诊断试剂。研究人员采用单克隆抗体制备技术分别制备了固相抗体 (抗体与固定载体结合而成) 和酶标抗体 (抗体与酶结合而成)，设计出双抗夹心酶联吸附实验，根据酶催化底物进行化学反应产生的有色产物的颜色深浅来判断待测抗原的含量。下列相关叙述错误的是



- A. 利用细胞工程生产单克隆抗体的过程至少需要经过两次筛选
 - B. 动物细胞培养液中需含有 5% 的 CO₂ 以维持培养液的 pH
 - C. 固相抗体和酶标抗体均能与抗原特异性结合说明两者含有相同的结构
 - D. 反应体系中两种抗体的量相对于待检抗原需过量以确保检测结果的准确性
7. 化学与生活密切相关。下列说法错误的是
A. 医用口罩中熔喷布的主要成分聚丙烯是有机高分子材料
B. 利用 X 射线衍射实验，可对玻璃制的假宝石进行无损鉴定
C. 服用补铁口服液的同时服用维生素 C，可增强补铁的效果
D. 高铁车厢采用铝合金材料是因为铝与氧气不反应
8. 有一包白色粉末，可能含有 Ba(NO₃)₂、CaCl₂、K₂CO₃，取少量样品进行如下实验，该白色粉末一

定含有的物质是

- 将粉末加入水中，充分振荡，有白色沉淀；
 - 向①的悬浊液中加入过量稀硝酸，白色沉淀消失，并有气泡产生；
 - 取少量②的溶液于试管中，滴加 AgNO_3 溶液，有白色沉淀。
- A. CaCl_2 、 K_2CO_3 B. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 K_2CO_3
 C. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 CaCl_2 D. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 CaCl_2 、 K_2CO_3
9. 我国宇航员正在空间站培育和研究水稻、拟南芥。拟南芥中含有多种作为天然药物的萜类化合物。下列关于萜类化合物及其衍生物的叙述正确的是

- A. 柠檬烯中所有碳原子共平面
 B. 右图3种物质都有手性碳原子
 C. α -蒎烯的一氯代物有6种
 D. 色氨酸能与 NaOH 溶液反应，不能与盐酸反应

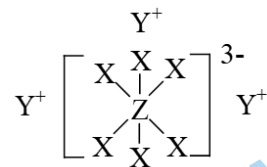


10. 室温下，下列实验方案和现象及所得出的结论均正确的是

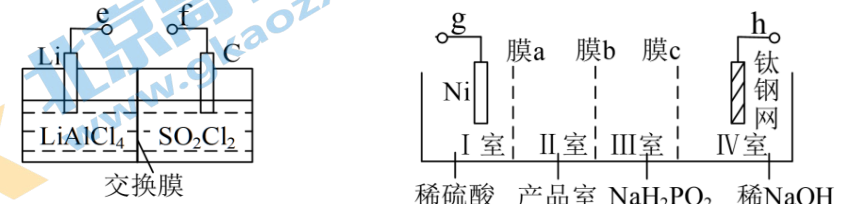
选项	实验方案	现象	实验结论
A	将饱和 FeCl_3 滴入 NaOH 溶液中	出现红褐色溶液	制得 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
B	用 pH 计分别测 SO_2 和 CO_2 饱和溶液的 pH 值	前者小于后者	酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$
C	向 2 mL 浓度都为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 、 KI 混合溶液中滴加 2 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ AgNO_3	出现黄色沉淀	$K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$
D	将浓硫酸滴入胆矾晶体中	固体表面变白	浓硫酸有脱水性

11. 物质 M 由原子序数依次增大的短周期元素 X、Y、Z 组成，其中 Z 是地壳含量最高的金属元素，X、Y、Z 简单离子的核外电子排布相同。物质 M 结构如图所示，则下列叙述正确的是

- A. 简单离子半径大小: $X < Y < Z$
 B. 最高价氧化物的水化物的碱性: $Z > Y$
 C. X 的单质不能与水发生置换反应
 D. YZO_2 溶液与小苏打溶液混合，会出现白色沉淀

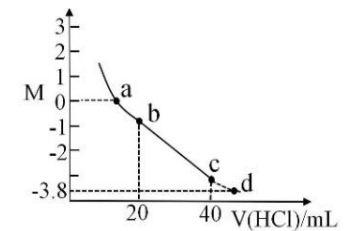


12. 某研究机构使用 $\text{Li}-\text{SO}_2\text{Cl}_2$ 电池电解制备 $\text{Ni}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ ，其工作原理如图所示。已知电池反应为 $2\text{Li} + \text{SO}_2\text{Cl}_2 = 2\text{LiCl} + \text{SO}_2\uparrow$ 。下列说法正确的是
- A. e 接口连接 g
 B. 石墨(C)电极上反应式为 $\text{SO}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^- + \text{SO}_2\uparrow$
 C. 产品室增加 $1 \text{ mol Ni}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ ，钛钢网电极上收集到气体 22.4 L
 D. 膜 a、膜 c 是阴离子交换膜，膜 b 是阳离子交换膜



13. 常温下，向 $20 \text{ mL } 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 一元弱碱 ROH 溶液中逐滴加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸，溶液的 M 值 [$M = \lg \frac{c(\text{ROH})}{c(\text{R}^+)}$] 随加入盐酸体积的变化曲线如图所示。已知 a 点 $\text{pH} = 9.8$ ，则下列说法中错误的是

- A. $K_b(\text{ROH}) = 1 \times 10^{-4.2}$
 B. b 点时， $c(\text{R}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{ROH}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
 C. c 点时， $c(\text{Cl}^-) = c(\text{R}^+) + c(\text{ROH})$
 D. a、b、c、d 四点中，水的电离程度最小的是 d 点



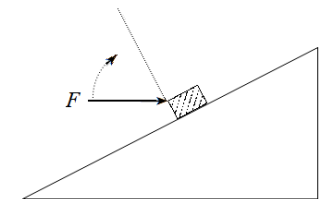
二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14. 正确的科学观与世界观的建立，对人类社会的发展具有重要的作用。在近代物理学史上，下列关于科学家及其所做出的贡献中说法正确的是

- A. 普朗克创立的黑体辐射理论为量子力学的建立奠定了基础
 B. 汤姆孙发现了电子，他建立的“枣糕模型”可以很好地解释 α 粒子散射实验的现象
 C. 玻尔的原子理论具有局限性，它只能解释氢原子和氦原子的光谱实验规律
 D. 爱因斯坦的光电效应理论认为“光子”不仅具有能量，而且还具有动量

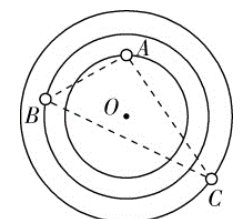
15. 如图所示，放置于粗糙斜面上的木块在水平推力 F 的作用下，刚好不能沿斜面下滑。现缓慢改变推力 F 的方向，直至 F 与斜面垂直，为使木块始终保持刚好不能沿斜面下滑的状态，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。则在此过程中， F 的大小变化情况为

- A. 先减小后增大
 B. 先增大后减小
 C. 一直减小
 D. 一直增大



16. 随着人类对宇宙的探索，人们发现在宇宙中存在一些离其他恒星较远的三星系统，其中有一种三星系统如图所示，三颗星球绕共同圆心 O 在同一平面内做稳定的匀速圆周运动，忽略其他星球对它们的引力作用，则三颗星球中，质量最大的星球是

- A. 星球 A B. 星球 C

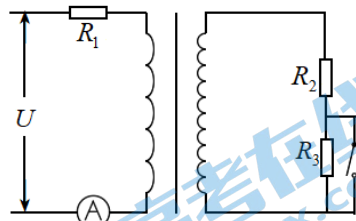


C. 一样大

D. 不能确定

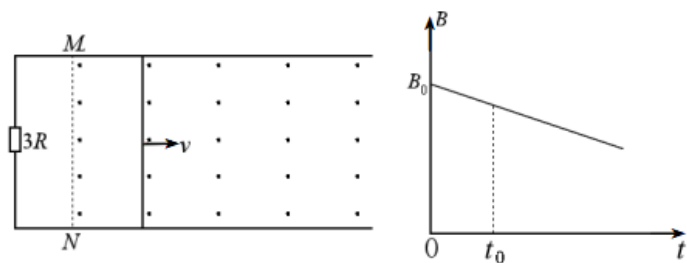
17. 一个含有理想变压器的电路如图所示，图中电阻 R_2 、 R_3 的阻值分别为 $R_2=2\Omega$ ， $R_3=3\Omega$ ，接入正弦式交流电源，输出电压的有效值恒定。当开关断开时，理想电流表的示数为 I ；当闭合开关时，理想电流表的示数为 $2I$ ，该变压器原、副线圈匝数比为 1:2，则 R_1 的阻值为

- A. 1Ω
- B. $\frac{1}{4}\Omega$
- C. $\frac{1}{8}\Omega$
- D. $\frac{5}{4}\Omega$



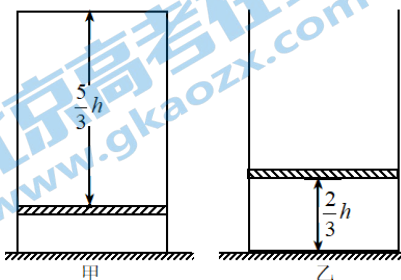
18. 间距为 L 、电阻不计的光滑平行金属导轨水平放置，左端接有阻值为 $3R$ 的定值电阻，与导轨垂直的边界 MN 右侧存在垂直导轨平面向上的匀强磁场，俯视图如图所示，磁感应强度随时间变化的关系为 $B=B_0-kt$ ($k>0$)，在 $t=0$ 时刻，长度为 L 、电阻为 R 的金属棒，在外力作用下从 MN 处以速度 v 向右做匀速运动，金属棒始终与导轨垂直且接触良好，则在 t_0 时刻， MN 两端的电势差为

- A. $\frac{3}{4}(kLvt_0 - B_0Lv)$
- B. $\frac{3}{4}B_0Lv$
- C. $\frac{3}{4}(2kLvt_0 - B_0Lv)$
- D. $\frac{3}{4}kt_0Lv$



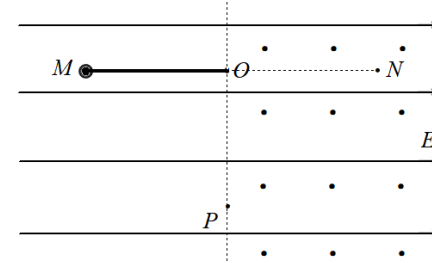
19. 如图甲所示，导热性能良好的气缸竖直倒扣在水平面上（气缸与水平地面间有空隙），一定质量的理想气体被厚度不计的活塞封闭在气缸内，活塞距气缸底部的高度为 $\frac{5}{3}h$ ；如图乙所示，缓缓地将气缸旋转 180° ，使气缸竖直放置在水平地面上，此时活塞距缸底部的高度为 $\frac{2}{3}h$ 。大气压强恒为 P_0 ，活塞的横截面积为 S ，重力加速度为 g ，忽略活塞与气缸间的摩擦和环境温度的变化，则

- A. 将气缸旋转 180° 过程中，封闭在气缸内的理想气体吸收热量
- B. 将气缸旋转 180° 过程中，封闭在气缸内的理想气体放出热量
- C. 活塞的质量为 $\frac{3P_0S}{7g}$
- D. 活塞的质量为 $\frac{7P_0S}{3g}$

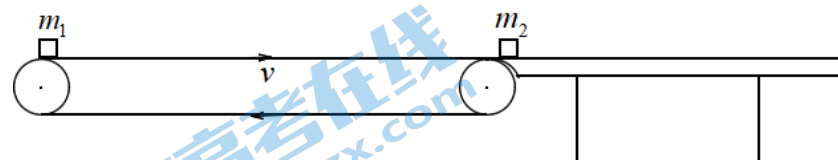


20. 如图所示，空间存在水平向右的匀强电场，虚线 OP 的右侧还存在垂直于纸面向外的匀强磁场， M 、 N 两点与 O 点等高， P 点位于 O 点的正下方，且 $OM=ON=OP=l$ ，长为 l 的细线一端固定在 O 点，另一端系一个带正电的小球。现将小球从 M 点由静止释放，小球通过 P 点后到达 N 点，已知小球的质量为 m ，电荷量为 q ，匀强电场的电场强度 $E = \frac{mg}{q}$ ，重力加速度为 g ，下列说法中正确的是

- A. 小球在到达 P 点之前，细线中的拉力逐渐增大
- B. 从 M 点运动到 N 点的过程中，小球的电势能全部转化为小球的动能
- C. 从 P 点到 N 点的过程中，小球的动能先增大后减小
- D. 小球运动到 N 点时，细线中的拉力不可能为 0



21. 如图所示，与水平桌面等高的水平传送带两端点间的距离 $L=10\text{m}$ ，以 10m/s 速度沿顺时针方向转动；质量 $m_1=1\text{kg}$ 的滑块 A 无初速度地放在水平传送带的最左端，当滑块运动到水平传送带最右端的瞬间，水平桌面上质量 $m_2=2.5\text{kg}$ 的小滑块 B 以 12m/s 水平向左的速度与滑块 A 发生非弹性碰撞（传送带与桌面间缝隙忽略不计），碰撞时间极短，碰撞后滑块 A 恰好运动到水平传送带最左端。已知滑块 A 和滑块 B 与传送带间的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$ ，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，则下列说法正确的是



- A. 滑块 A 和滑块 B 碰撞过程中损失的机械能为 160J
- B. 滑块 A 和滑块 B 碰撞过程中损失的机械能为 210J
- C. 滑块 A 和滑块 B 相撞到滑块 B 第二次运动到传送带最右端的过程中，滑块 A 和滑块 B 与传送带组成的系统因摩擦产生的内能为 328J
- D. 滑块 A 和滑块 B 相撞到滑块 B 第二次运动到传送带最右端的过程中，滑块 A 和滑块 B 与传送带组成的系统因摩擦产生的内能为 378J

三、非选择题：共 174 分。

22. (6 分) 某同学测量一段长度已知的电阻丝的电阻率。实验操作如下：

- (1) 在测量电阻丝直径时，选择电阻丝的不同位置进行多次测量，取其平均值作为电阻丝的直径。如图 1 所示为螺旋测微器测量电阻丝直径其中一次的测量结果，测量电阻丝直径为 mm 。
- (2) 图 2 为测量待测电阻丝 R_x 的电路图，请简述实验步骤：____，可得 $R_x = \text{_____}$ (R_1 、 R_2 阻值为已知， R_0 为电阻箱的阻值)。

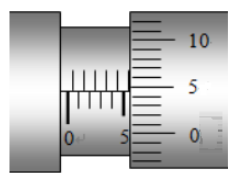


图 1

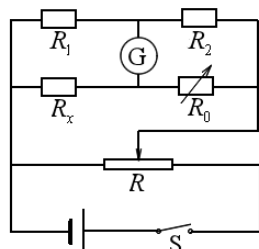
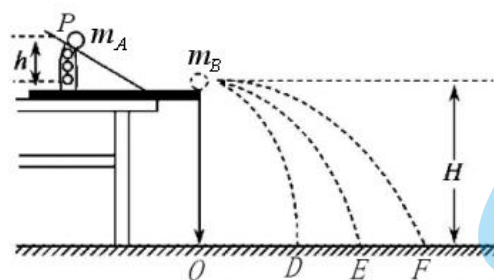
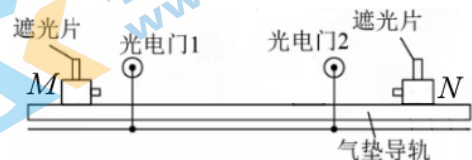


图 2

23. (9分) 两实验小组想验证动量守恒定律, 第一组采用传统的如图甲所示的“碰撞实验装置”验证两小球碰撞前后的动量是否守恒; 第二组设计了如图乙所示利用固定了两个光电门的气垫导轨验证两滑块碰撞前后的动量是否守恒。



图甲



图乙

第一组主要操作步骤如下:

- ① 安装好实验装置, 使 A 球多次从斜轨上同一位置 P 由静止释放, 找到其平均落地点的位置 E ;
- ② 将与 A 球半径相同的 B 球静置于水平轨道的末端, 再将 A 球从斜轨上位置 P 由静止释放, 多次重复上述过程, 分别找到碰后 A 球和 B 球的平均落点的位置 D 和 F ;
- ③ O 为轨道末端在地面的投影点, 用刻度尺测量出水平射程 OD 、 OE 、 OF , 分别记为 x_1 、 x_2 、 x_3 。已知 A 球和 B 球的质量分别为 m_A 、 m_B 。

第二组主要操作步骤如下:

- ① 在气垫导轨上固定光电门 1 和光电门 2, 滑块 M 和 N 质量之比为 1:2, 两滑块上固定宽度均为 d 的遮光片;
- ② 调节气垫导轨水平;
- ③ 推动两滑块 M 和 N 分别由气垫导轨的左右两侧开始滑动, 经测量, 滑块 M 和 N 通过光电门 1、2 的遮光时间分别为 Δt_1 和 Δt_2 , 两滑块发生碰撞后又先后通过两光电门 1、2 的遮光时间分别为 Δt_3 和 Δt_4 。

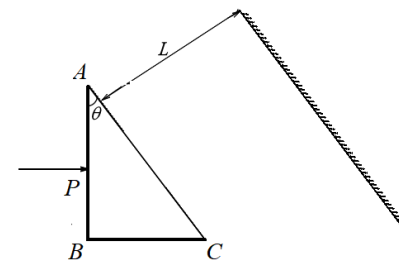
请回答下列问题:

- (1) 第一组实验, 当表达式_____成立时, 即说明 A 球和 B 球在碰撞过程中动量守恒。(用 m_A 、 m_B 、 x_1 、 x_2 、 x_3 表示)
- (2) 第一组实验, 当表达式_____成立时, 即说明 A 球和 B 球发生的是弹性碰撞。

- (3) 第二组实验, 当表达式_____成立时, 即说明滑块 M 和 N 在碰撞过程中动量守恒。(用题中所给字母符号表示)
- (4) 第二组实验, 当表达式_____成立时, 即说明滑块 M 和 N 在碰撞过程中发生的是弹性碰撞。
- (5) 两组实验中你认为哪一组误差较小, 说明理由。

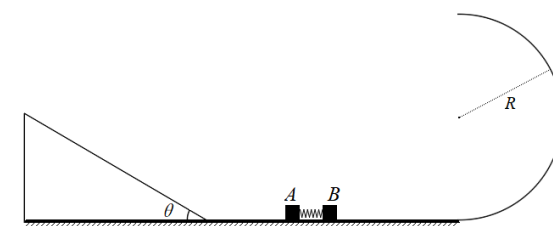
24. (12分) 玻璃对单色光甲的折射率为 $n_1 = \frac{5}{3}$, 对单色光乙的折射率为 $n_2 = \frac{5}{4}$, 现由单色光甲、乙组成的一束复色光, 由玻璃三棱镜的 AB 边的中点 P 垂直射入, 发现其中有一束单色光在 AC 边上恰好发生了全反射, 在平行于 AC 边相距 L 处放置一光屏, 已知 AB 边的长度为 a , 光在空气中的传播速度为 c 。求:

- (1) AB 边与 AC 边之间的夹角 θ ;
- (2) 射到屏上的单色光从射入玻璃三棱镜到射到光屏所用时间 t 。



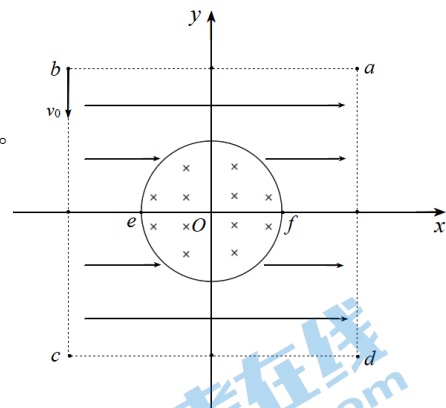
25. (15分) 如图所示, 静止在光滑地面上的两个小物块 A 、 B 的质量分别为 $m_A=1\text{kg}$, $m_B=4\text{kg}$, 两者之间有一被压缩的轻弹簧, 轻弹簧与 A 、 B 不栓结, 小物块 A 的左侧固定一个倾角为 θ 的足够长的粗糙斜面, 小物块 B 的右侧固定一个半径为 $R=0.5\text{m}$ 的光滑半圆形轨道, 斜面底端和半圆形轨道的最低点均与水平地面平滑连接。已知 $\theta=37^\circ$, 小物块 A 与斜面之间的动摩擦因数为 $\mu=0.75$, 小物块 A 、 B 均可视为质点, 重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$ 。

- (1) 若释放弹簧后能使小物块 B 通过半圆形轨道的最高点后水平飞出, 求开始时轻弹簧所具有的弹性势能的最小值 E_p 。
- (2) 当弹簧初始的弹性势能为上述最小值时, 斜面的倾角 θ 为多大时, 小物块 A 沿斜面向上滑行的距离最短, 并求出最短距离 L 。



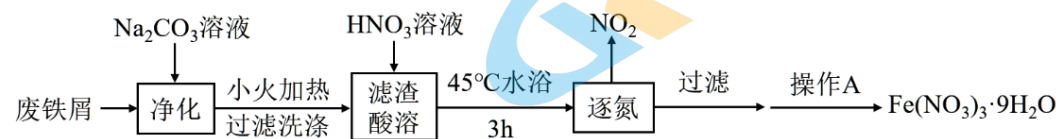
26. (20分) 如图所示, 在直角坐标系 xOy 中, 以 O 点为圆心, 半径为 R 的圆形区域内存在垂直于纸面向里的匀强磁场, a 、 b 、 c 、 d 为边长为 $4R$ 的正方形区域的四个顶点, 且正方形的四条边均被坐标轴垂直平分, 在正方形区域内、圆形区域外分布着沿 x 轴正方向的匀强电场。一个带正电的粒子从 b 点沿 bc 方向以速度 v_0 射入电场, 从 x 轴上的 e 点进入磁场, 又从 x 轴上的 f 点离开磁场, 最后射出电场, 不计粒子的重力。求:

- (1) 电场强度与磁感应强度的大小之比。
 (2) 粒子在电场和磁场中运动的时间之比。
 (3) 粒子射出电场时的速度大小及射出电场时到 x 轴的距离。



27. (14分) 智能手机因其集成的高清摄像头和智能传感器而常被应用于化学实验。某实验小组利用实验室中的废铁屑(久置但未生锈)制备硝酸铁,并利用配制的硝酸铁标准溶液对“硫酸亚铁补铁剂”中铁元素的含量进行测定。实验过程如下:

实验 I: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 的制备



- (1) 请结合方程式解释在净化过程中加入 Na_2CO_3 溶液并小火加热的目的是: ____。
 (2) 逐氮过程中使用氢氧化钠溶液吸收 NO_2 , 写出该反应的化学方程式: ____。
 (3) 操作 A 包含的实验步骤有: ____、____、过滤、洗涤、干燥。

实验 II: 标准硝酸铁溶液的配制

准确称取 0.8080 g 的 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 按如图 1 步骤配成 100 mL 溶液。

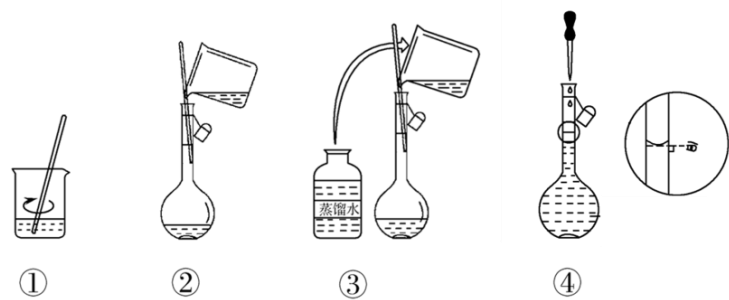


图 1

- (4) 智能手机连接热成像配件 FLIR One Pro 可即时测定过程①中溶液温度。若将如图 2 溶解所得溶液立即转移至容量瓶中并进行定容, 则上述操作会导致配得溶液浓度____(填“偏高”、“偏低”或“无影响”)。

实验 III: 绘制标准 Fe^{3+} 溶液与灰度值的标准曲线

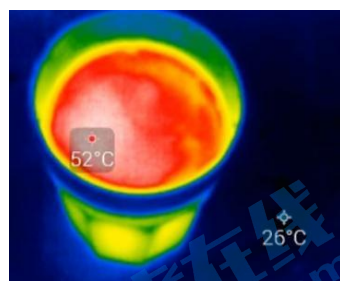


图 2

- ①分别向 7 个 100 mL 容量瓶中加入 0、0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL 实验 II 中标定的浓度为 0.0200 mol/L 的 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 标准溶液, 然后分别加入 1.5 mL 某浓度 KSCN 溶液, 用蒸馏水定容。
 ②将配好的溶液加入到 10 mL 比色皿中, 如图 3 进行放置, 在相同条件下用智能手机进行拍照, 后用软件确定照片中各溶液相同位置的灰度数值, 所得数据如下表所示:

比色管编号	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液(mL)	0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$c(\text{Fe}^{3+})$ (mol/L)	0	0.0001	0.0002	0.0004	0.0006	0.0008	0.001
灰度值	127.3	119.4	107.1	87.3	65.3	47.2	29.2

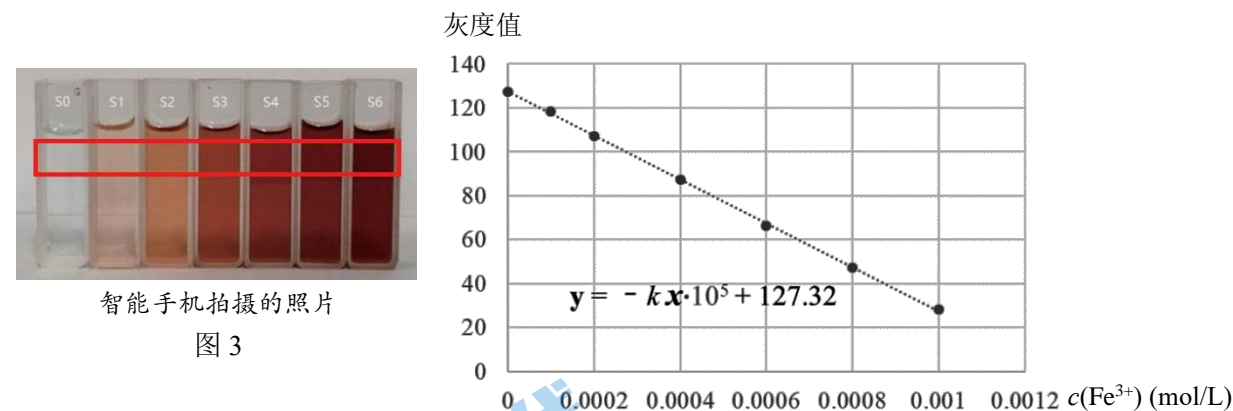


图 3

- (5) 上述实验数据处理中 $k =$ ____ (保留 1 位有效数字)。

实验 IV: “硫酸亚铁补铁剂”中铁元素含量的测定

①取补铁剂样品 2.0 g, 加入 10 mL 蒸馏水完全溶解, 再加入足量 H_2O_2 溶液, 充分反应后配成 100 mL 溶液。

②取 1.0 mL ①中所配溶液于 100 mL 容量瓶中, 加入 1.5 mL 某浓度 KSCN 溶液, 用蒸馏水定容。将最终配好的溶液加入到 10 mL 比色皿中, 在与实验 III 步骤②中相同条件下拍照, 软件处理获得溶液图片的灰度值为 97.32。

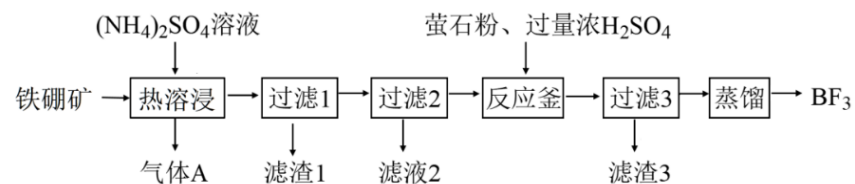
- (6) “硫酸亚铁补铁剂”中铁元素的质量分数为____%(保留 2 位有效数字)。

(7) 下列操作中有利于更准确测得“硫酸亚铁补铁剂”中的铁元素含量的有____。

- A. 提前除去实验 I 溶解铁屑所用硝酸中的 Fe^{3+} 杂质
- B. 用浓硝酸溶液代替实验 IV 中所用的 H_2O_2 溶液
- C. 整个实验中所用的 KSCN 溶液均采用相同浓度的溶液
- D. 将配制的样品溶液和 7 个标准溶液放在一起在相同条件下同时拍照, 再统一进行数据处理

28. (15分) 常温下 BF_3 是一种无色气体, 能溶于浓硫酸、易水解, 是有机合成和石油化工广泛应用的一种重要催化剂。工业上以铁硼矿(主要成分有 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 Fe_3O_4 , 次要成分有 Fe_2O_3 、 FeO 、

Al₂O₃、SiO₂)和萤石(主要成分为CaF₂,含微量二氧化硅、硫单质)为原料制备BF₃的流程如图所示:



已知: ①(NH₄)₂SO₄溶液在“热溶浸”中,只能溶解Mg₂B₂O₅·H₂O;

②室温下,溶液pH=4时,H₃BO₃的溶解度为5.58g;

③相关金属离子形成氢氧化物沉淀的pH范围如下表所示:

金属离子	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺
开始沉淀的pH	1.5	6.3	3.2
沉淀完全的pH	3.2	8.3	5.0

回答下列问题:

(1)产生的气体A是____;“热溶浸”时,下列措施能提高硼元素浸出率的有____(填序号)。

- 粉碎矿石
- 适当升高“热溶浸”温度
- 适当缩短“热溶浸”时间
- 加快搅拌速度

(2)已知硼酸在水中的电离方程式为H₃BO₃+H₂O⇌H⁺+B(OH)₄⁻,K_a=6×10⁻¹⁰。室温下,调节过滤1所得滤液的pH值为4,析出硼酸固体,则滤液2中c[B(OH)₄⁻]=____mol/L。

(3)补充完整反应釜中发生主要反应的化学方程式: ①2H₃BO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ B₂O₃+3H₂O; ②____。过量浓硫酸的作用是____(答出2点)。

(4)根据下表,选择反应釜中的最佳反应条件:温度为____,硫酸质量分数为____。

不同反应条件对BF₃产率的影响

反应温度/°C	BF ₃ 产率/%	
	硫酸质量分数95.5%	硫酸质量分数99.5%
60	9.5	54
70	11	62.5
80	37.4	78.8
90	47.7	82
100	47.1	81.4
110	46.5	80.5
120	46	79

(5)利用离子色谱法可以检测过滤3所得滤液中硫元素的含量,将样品通过检测液,进行色谱分析,得到如图1所示结果。出现检测峰1的原因可能是____。

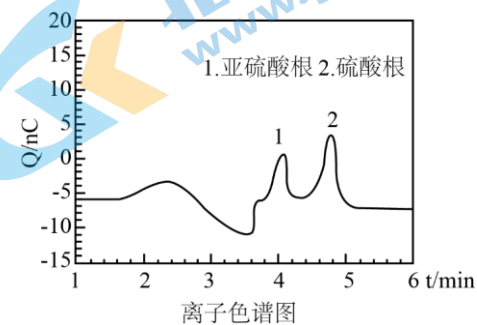


图1

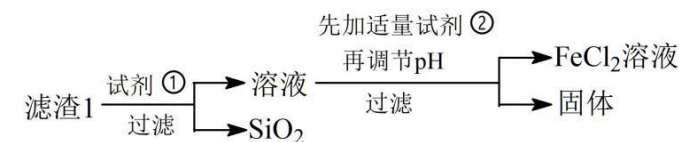


图2

(6)滤渣1通过图2所示操作可逐一分离硅、铝、铁三种元素,试剂①是____(填化学式),调节pH的范围是____。

29.(14分)甲醇可以由碳的氧化物和氢气合成,主要反应包括:

- CO(g)+2H₂(g)⇌CH₃OH(g) ΔH₁=-90.1kJ·mol⁻¹
- CO₂(g)+3H₂(g)⇌CH₃OH(g)+H₂O(g) ΔH₂=-49.0kJ·mol⁻¹
- CO₂(g)+H₂(g)⇌CO(g)+H₂O(g) ΔH₃

回答下列问题:

(1)ΔH₃=____kJ·mol⁻¹。

(2)反应a的反应历程如图1所示,其中吸附在催化剂表面上的物质用*标注。

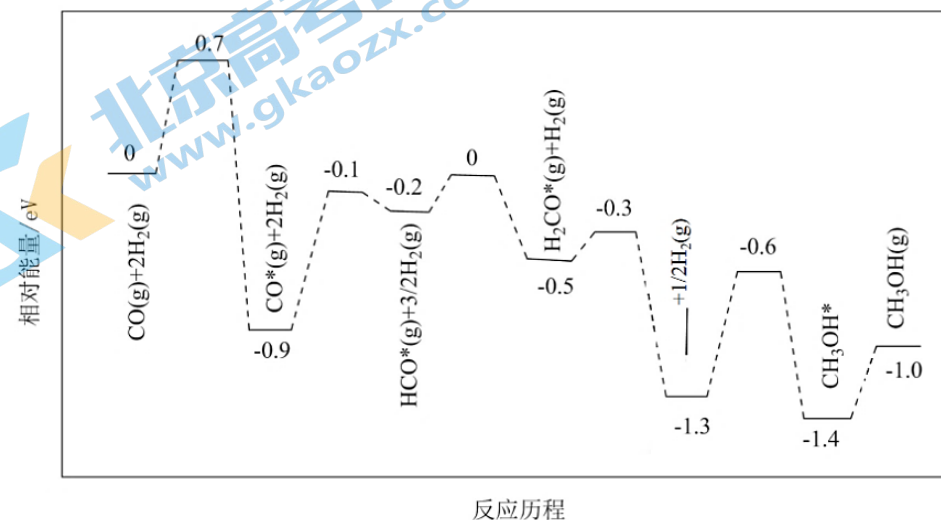


图1

-1.3eV对应所缺物质为____;该反应历程中决速步骤的能垒为____eV。

(3) 在恒温 ($T/^\circ\text{C}$) 容积可变的密闭容器中按体积比 1:3 充入 CO_2 和 H_2 , 若只发生反应 b, 反应达到平衡时, H_2 体积分数 x 随压强 p 的变化如图 2 中曲线 a 所示, 则曲线____(填标号)表示了 CH_3OH 的体积分数 x 随压强 p 的变化; 点 A、B 均表示 H_2 体积分数, 则 A 点处 $v(\text{正})$ ____B 点处 $v(\text{逆})$ (填 “>”、“<” 或 “=”)。

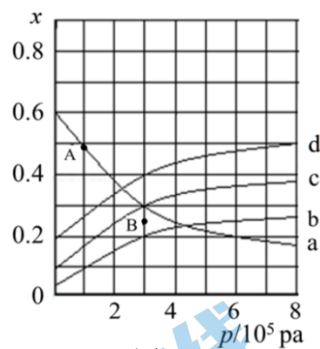


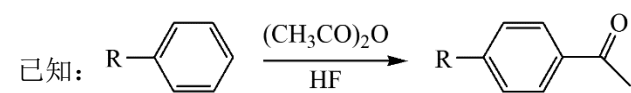
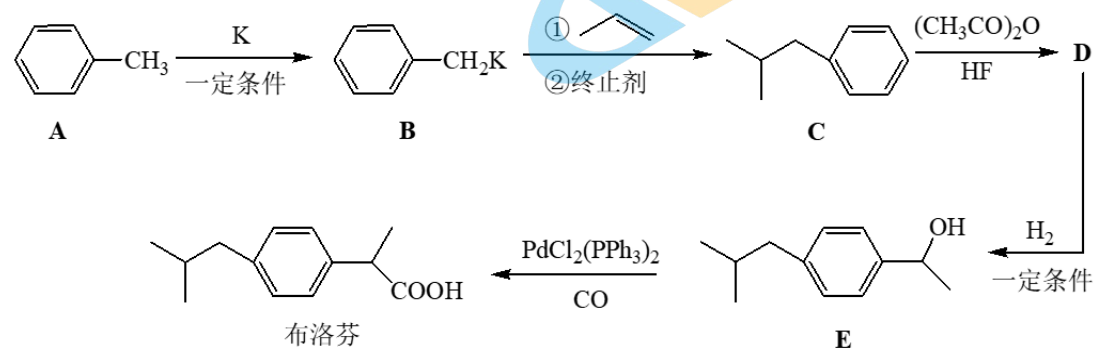
图 2

(4) 在恒温恒容 (2L) 的密闭容器中充入 CO 、 CO_2 各 1 mol 和一定量的氢气发生上述 a、b、c 三个反应, 10 min 达到平衡状态, 生成 0.3 mol CH_3OH 和 0.15 mol H_2O 。

① 0~10 min 内, 平均每分钟生成甲醇____mol/L; 若 c 反应的平衡常数为 K , 则平衡时 $c(\text{H}_2)$ =____(用含 K 的式子表达)。

② 若升高温度, CO 的平衡转化率____(填 “增大”、“减小”、“不变” 或 “不能确定”)。

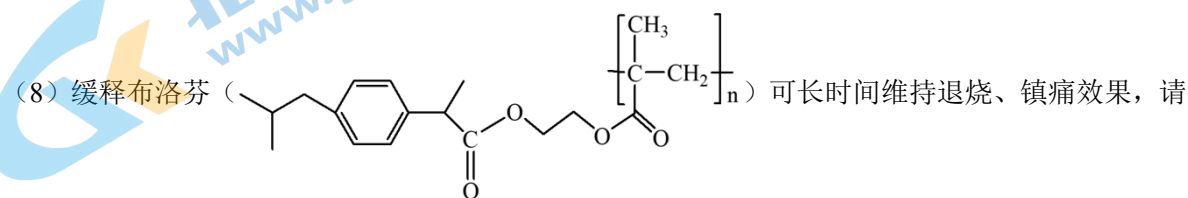
30. (15 分) 布洛芬可有效缓解因新型冠状病毒感染引起的发烧和全身酸痛。许多药企生产布洛芬采用的 BHC 法是一种生产步骤简单, 原料利用率高的原子经济性反应, 其合成路线如下:



回答下列问题:

- E 中官能团的名称为_____。
- D 的分子式为_____。
- 由 A 制备 TNT (三硝基甲苯) 的化学反应方程式为_____。
- C→D 的化学反应方程式为_____。
- D→E 的反应类型为_____。
- 终止剂可将 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2^-$ 转化为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, 从而使 B→C 反应终止, 下列物质中最适合作为终止剂的物质是_____(填序号)。
a. H_2O b. CCl_4 c. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- E 有多种同分异构体, 其中同时符合下列条件的有____种 (不考虑立体异构)。

- ① 含有六元碳环
- ② 六元碳环上有 3 个取代基, 其中一个为 $-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$, 另一个为 $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$



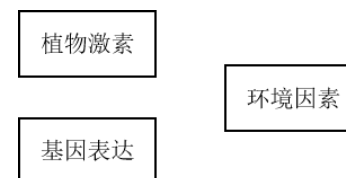
以布洛芬、乙二醇、2-甲基丙烯酸为原料, 设计路线合成缓释布洛芬: _____。

31. (8 分) 高海拔地区空气稀薄、阳光辐射强、气温低, 不适宜植物的生长。科研人员对生长在不同海拔高度 (3300~5400m) 的长鞭红景天相关细胞结构进行对比研究, 发现随着海拔高度的升高, 不同长鞭红景天叶片的气孔密度逐渐增大, 叶绿体基质含量增加, 但叶绿体中类囊体片层数目逐渐减少。回答下列问题:

- (1) 不同海拔高度的长鞭红景天通过改变形态结构以适应环境, 从生物进化的角度分析, 这是____的结果。
- (2) 随着海拔高度的升高, 长鞭红景天叶片的气孔密度逐渐增大, 叶绿体基质含量增加。推测这种改变对其适应环境的优势是_____。
- (3) 高山地区的强光辐射对植物的生长有很强的抑制作用。长鞭红景天通过____以有效降低植物捕获光的能力, 从而使叶绿体免受过多光能造成的伤害。
- (4) 结合动物的细胞呼吸生理过程及细胞结构, 分析长跑运动员为什么要到高原进行训练? (答出 2 点)

32. (10 分) 园林小菊具有株型整齐、花密集、花色丰富等特点, 是园林景观营造的优良花卉。科研人员对某园林小菊短日照品种采用光照处理和生长调节剂处理等措施进行花期调控以满足四季观赏的需要, 回答下列问题: (注: 短日照植物需要在白天短于一定时长才能开花)

- (1) 植物体中, 接受光信号的光敏色素蛋白等分子受到光照射时, 其____会发生变化, 这一变化的信息传导到细胞核内, 影响____, 从而表现出生物学效应。
- (2) 要想使该品种园林小菊延迟开花, 可以在开花期采用____(填 “白天遮光” 或 “夜间补光”) 处理。
- (3) 植物的生长发育受多种激素的共同调节, 决定植物花的发育的往往是不同激素的_____。
- (4) 请在右图中 “环境因素、植物激素和基因表达” 三者之间加上合适的箭头, 表示出植物花期调节过程中三者的相互作用关系。

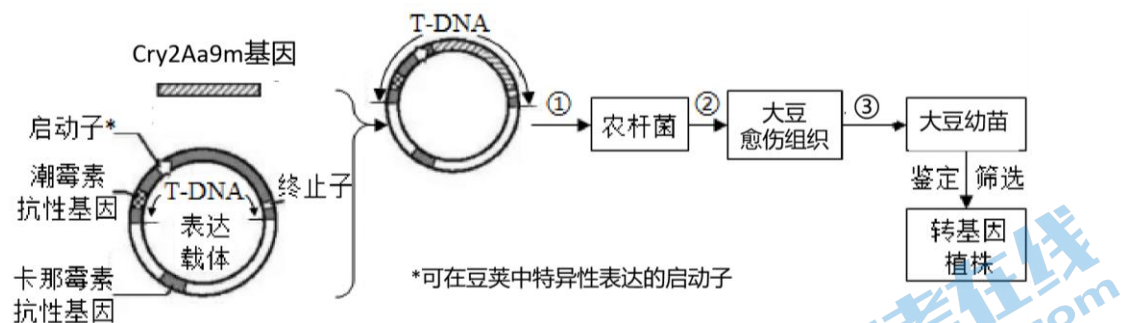


33. (10分) 某科研小组为探究不同放牧方式对祁连山草原生态系统的影响, 研究了全年连续放牧、冷季重度放牧、冷季轻度放牧、划区轮牧和全年禁牧条件下草原有机碳含量的变化, 结果如下表所示(注: 有机碳储量代表所含有有机物的多少), 回答下列问题:

样地	不同放牧方式条件下各种有机碳所占比例			
	有机碳储量			
	地上植物	凋落物	根系	土壤
全年连续放牧	0.14	0.01	1.45	98.40
冷季重度放牧	0.57	0.07	5.81	93.55
冷季轻度放牧	0.74	0.10	6.66	92.51
划区轮牧	1.03	0.17	7.87	90.93
全年禁牧	1.11	0.63	7.26	91.00

- 在每种放牧方式的样地中, 地上植物和根系有机碳对应的有机物中所含的能量相当于植物_____ (填“同化量”或“用于生长发育繁殖”或“未利用”) 的能量。
- 草地是地球上非常重要的碳库, 但土壤微生物的_____作用在草地生态系统的碳平衡方面有着举足轻重的作用, 据表分析, 原因是_____。
- 祁连山草原在过去由于过度放牧导致草场退化, 这是由于没有遵循生态工程的_____原理, 综合考虑草地有机碳储量及草地资源的有效利用, 该草原的最佳放牧方式为_____。

34. (12分) 大豆是重要的经济和粮食作物, 大豆食心虫专门取食大豆荚部和籽粒, 给大豆生产带来重大损失。科研人员将抗虫基因 Cry2Aa9m 导入高油、高产的大豆品种中, 以期获得抗虫、高油、高产品种。具体过程如下, 其中①为重组质粒的筛选、转化, ②包含转化后农杆菌的筛选、侵染愈伤组织, ③为愈伤组织的筛选、培养过程, 回答下列问题:



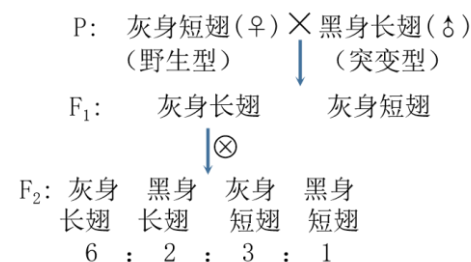
- 防治虫害的传统技术方法大致有三种, 即_____, 利用昆虫信息素诱捕害虫属于_____。
- 在用 PCR 法扩增目的基因时, 其扩增条件与体内 DNA 复制的区别有_____。
- 科研工作者在该质粒的两个标记基因上游分别设置了原核和真核生物特异的启动子, 以实现抗性基因在不同生物体中的表达, 请判断过程_____应在培养时加入潮霉素筛选。
- 用豆荚中特异性表达的启动子在有针对性的防治大豆食心虫的同时, 还可避免抗虫基因持续、

非特异表达造成细胞内_____的浪费。

(5) 获得抗虫植株过程中, 下列鉴定、筛选方式正确的是_____ (多选)。

- 提取转基因植株的 DNA, 用 Cry2Aa9m 基因的特异引物进行 PCR 扩增
- 提取转基因植株的 DNA, 用 Cry2Aa9m 基因特异性片段制备的探针进行 DNA 分子杂交
- 提取大豆不同部位的 mRNA, 用 Cry2Aa9m 基因特异性片段制备的探针进行核酸分子杂交
- 人工接种大豆食心虫观察大豆豆荚的抗虫性

35. (14分) 果蝇的体色和翅型分别由一对基因控制, 野生型为灰身短翅, 某科研机构培育出黑身长翅的突变型果蝇品系, 并做了系列杂交实验如图所示, 回答下列问题:



- 根据实验结果可以判断, 黑身为_____突变, 长翅为_____突变。
- 控制翅型的基因位于_____染色体上, 判断的依据是_____。F₂ 中出现长翅: 短翅=2:1 的原因是决定_____ (填“显性”或“隐性”) 性状的基因纯合致死。
- 控制两对相对性状的基因应位于_____ (填“同源”或“非同源”) 染色体上, 理由是_____。
- 若要判断控制体色的基因是否位于 X 染色体上, 还需增加的信息是: 在 F₂ 中统计_____。