

理科综合

考生注意:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考生号填写在试卷和答题卡上,并将考生号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡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 C 12 O 16 Mg 24 S 32 Ca 40 Fe 56

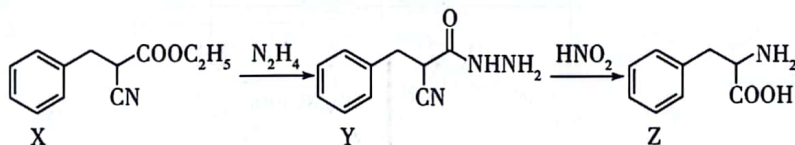
一、选择题:本题共 13 小题,每小题 6 分,共 78 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1. 下列有关生物体中化合物的叙述,正确的是
 - A. 发芽小麦种子中的麦芽糖及其水解产物都能与斐林试剂发生颜色反应
 - B. 高温破坏了蛋白质中的二硫键和肽键,使其空间结构变得松散
 - C. 细胞中同时存在 DNA 和 RNA 时, RNA 不能携带遗传信息
 - D. 磷脂都含有 C、H、O、N、P 五种元素,是膜结构的必需成分
2. 当外界条件改变时,机体或细胞会发生相应的变化。下列相关叙述正确的是
 - A. 向酵母菌培养液中通气,线粒体吸收葡萄糖的速率加快,释放能量增多
 - B. 当外界光照过强时,叶绿体会通过旋转增大受光面积来提高光合作用强度
 - C. 盐酸刺激小肠黏膜后,胰腺外分泌细胞中的游离型核糖体会向附着型核糖体转化
 - D. 在受到相同的抗原二次入侵时,机体内的浆细胞会迅速增殖、分化并产生大量抗体
3. 低温处理和赤霉素处理都能促进种子的萌发,实验小组为了探究两者是否具有协同效应以及低温处理时间和赤霉素浓度促进种子萌发的最佳组合,设置低温处理时间为 0 和 3 d,赤霉素浓度分别为 400 mg/L、500 mg/L、600 mg/L。下列有关说法正确的是
 - A. 该实验应设置 8 组不同低温处理时间和赤霉素浓度的组合
 - B. 低温处理植物的种子可能会促进细胞内脱落酸的合成
 - C. 根据该实验可得出促进种子萌发的最佳低温处理时长
 - D. 赤霉素会影响基因表达,低温处理不会影响基因表达
4. 植物间除存在相互之间的直接竞争和资源竞争外,还存在表观竞争。如果两个物种具有相同的天敌,那么物种间就可能通过间接的方式相互影响,这种间接的相互影响被称为表观竞争。下列相关叙述错误的是
 - A. 以食草动物为中介的表观竞争有利于维持物种多样性
 - B. 资源需求差异很大的两种植物间也可能存在表观竞争
 - C. 植物间的表观竞争不会改变流经生态系统的总能量
 - D. 植物的直接竞争和间接竞争都可能会改变群落的水平结构
5. 某种昆虫的性别决定方式为 ZW 型,某品种的体色(白色与灰色)由一对等位基因控制,选取一对表型均为白色的雌雄个体杂交得 F_1 , F_1 雌雄交配得 F_2 ,体色表现如下表所示:

亲本	F ₁		F ₂	
	雌性	雄性	雌性	雄性
白色雌性 × 白色雄性	白色	白色	白色	白色:灰色 = 3:1

根据以上结果,不考虑致死、突变,下列分析错误的是

- A. 控制体色的基因位于常染色体上,两亲本都是纯合子
 B. F₁ 无论是雌性个体还是雄性个体,基因型均只有一种
 C. F₂ 中雌性个体与雄性个体的基因型种类数相同,均为 3 种
 D. F₂ 的雌性个体与 F₁ 的雌性个体基因型相同的概率为 1/4
6. 盖塔病毒是一种虫媒病毒,能感染多种脊椎动物。研究发现 E2 蛋白是该病毒囊膜的主要成分,且具有较强的抗原性。实验人员将编码 E2 蛋白的基因导入大肠杆菌中制备 E2 蛋白,并用纯化的 E2 蛋白免疫小鼠制备抗 E2 蛋白的单克隆抗体。下列有关说法正确的是
- A. 该过程涉及的技术有胚胎移植、细胞培养和细胞融合技术
 B. 使用纯化的 E2 蛋白免疫小鼠的目的是大量获得抗 E2 蛋白的抗体
 C. 选择骨髓瘤细胞进行细胞融合的原因是该细胞具有全能性
 D. 选择培养基上获得的杂交瘤细胞不一定能分泌所需抗体
7. 建设“美丽中国”离不开化学。下列说法错误的是
- A. 铁红可作红色颜料,其属于碱性氧化物
 B. 用明矾处理饮用水的过程中没有发生氧化还原反应
 C. 修建道路使用的水泥含熟石膏,其主要成分是 Ca(OH)₂
 D. 建设美丽乡村大量使用钢材,它属于金属材料
8. 有机物 Z 是多种抗癌药物及二肽甜味素的原料,其一种合成途径如图所示:

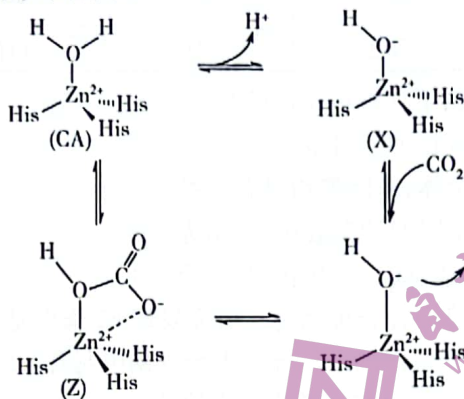


下列说法错误的是

- A. X 中含有一个手性碳原子
 B. N₂H₄ 属于非极性分子
 C. 电负性:O > N > C > H
 D. Z 属于氨基酸,也是两性化合物
9. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是
- A. 6.8 g H₂O₂ 发生分解反应生成 O₂ 的分子数为 0.2N_A
 B. 1 mol · L⁻¹ NH₄NO₃ 溶液中含氮原子数为 2N_A
 C. 16.8 g Fe 粉在高温下与足量水蒸气反应,最多失去电子数为 0.8N_A
 D. 标准状况下,2.24 L Cl₂ 被 NaOH 溶液完全吸收生成的 Cl⁻ 数为 0.2N_A
10. 根据下列实验操作及现象得出的结论正确的是

选项	实验操作及现象	结论
A	常温下,将铝片和镁片分别插入相同浓度的 NaOH 溶液中,前者产生无色气体,后者无明显现象	Al 的金属性比 Mg 强
B	向某溶液中加入浓 NaOH 溶液并加热,有大量刺激性气味的气体产生	该溶液中一定含有铵盐
C	将银和 AgNO ₃ 溶液与石墨和 KI 溶液组成原电池,连通后银电极表面有银白色金属沉积,石墨电极附近加淀粉溶液变蓝色	Ag ⁺ 与 I ⁻ 能发生氧化还原反应
D	向含有 Fe(NO ₃) ₃ 的 BaCl ₂ 溶液中通入 SO ₂ ,产生白色沉淀	Fe ³⁺ 具有强氧化性

11. 碳酸酐酶(CA)是一种含锌金属酶,人体要靠碳酸酐酶催化二氧化碳的可逆水合,平衡血液和组织液的酸碱平衡,碳酸酐酶的催化机理如图所示:

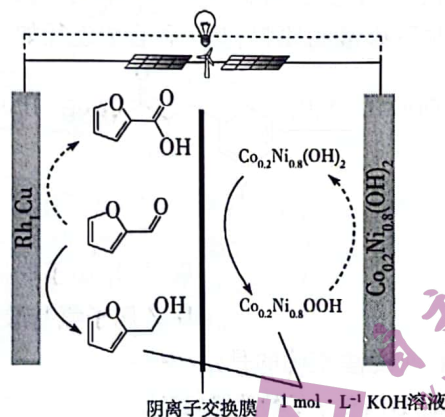


已知:上述机理图中 His 代表 $\text{HN}^{\oplus}\text{C}_5\text{H}_4\text{N}^{\ominus}$, 其中②处氮原子与 Zn^{2+} 成键; $\text{HN}^{\oplus}\text{C}_5\text{H}_4\text{N}^{\ominus}$ 为平面形分子。

下列说法正确的是

- A. 基态 Zn 原子核外电子有 30 种不同的空间运动状态
- B. CA 中 H—O—H 键角比 H_2O 中 H—O—H 键角小
- C. His 中 p 轨道能提供一对电子形成大 π 键的是②处 N 原子
- D. X 转化为 Z 的过程中有 π 键断裂、 σ 键形成

12. 可从玉米穗轴、燕麦与小麦的麦麸和锯木屑等各种农副产品中萃取。清华大学某科研团队创造了一种新型可充放电的生物质电池,其工作原理如图所示:



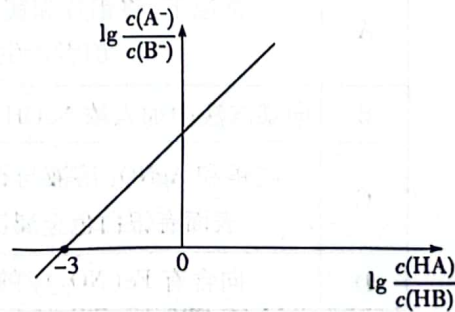
下列说法正确的是

- A. 放电时, Rh_1Cu 电极发生还原反应
- B. 充电时, OH^- 由右侧通过阴离子交换膜移向左侧
- C. 放电时,若外电路转移 1 mol 电子,理论上正极增重 1 g
- D. 充电时,阴极电极反应为 $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{C}_5\text{H}_5\text{O}_2$

13. 常温下,已知 $K_a(\text{HA}) = 6.3 \times 10^{-4}$ 、 $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$,向 20 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NH_4B (HB 为一元酸) 溶液中逐滴滴加等浓度的 HA 溶液,溶液中 $\lg \frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{B}^-)}$ 与 $\lg \frac{c(\text{HA})}{c(\text{HB})}$ 的变化关系如图所示:

下列说法错误的是

- A. NH_4B 溶液显碱性
- B. 当滴至溶液的 $\text{pH} = 7$ 时, $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{B}^-) + c(\text{A}^-)$



C. 当滴入 HA 溶液 10 mL 时, $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{A}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HB})$

D. 当滴入 HA 溶液使 $100c(\text{HA}) = c(\text{HB})$ 时, 溶液显酸性, 则 $c(\text{NH}_4^+) > 11c(\text{B}^-)$

二、选择题: 本题共 8 小题, 每小题 6 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. 随着中国玉兔月球探测器成功着陆月球背面, 世界上掀起了新一轮的月球探测热潮。月球表面蕴含丰富而地球却十分匮乏的氦 3 是一种非常理想的核聚变材料, 月球氦 3 的开发对解决能源危机有着积极的意义。氦 3 与氘核的核反应方程为 ${}^3_2\text{He} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X} + \Delta E$, 其中 ΔE 为释放的核能。且知氘核的比结合能为 E_1 , 氦核的比结合能为 E_2 , 则下列说法中正确的是

A. X 为中子

B. 氦 3 的比结合能比氦核的比结合能大

C. 氦 3 的比结合能为 $\frac{4E_2 - 2E_1 - \Delta E}{3}$

D. 氦 3 的比结合能为 $\frac{4E_2 - 2E_1 + \Delta E}{3}$

15. 如图 1 所示, “爬绳” 是一项锻炼臂力的体育运动。一位同学看见体育场支架上竖直悬挂着的粗壮而均匀的爬绳, 忽然来了兴致想估测一下爬绳的重量。他在绳的下端施加一个横向的力 F 使绳缓缓偏离竖直方向, 当绳的上端与竖直方向成 30° 角时使绳保持静止, 此时力 F 与水平方向恰好也成 30° 角斜向上且大小为 15 N, 如图 2 所示。由此可知该绳的重量约为



图 1

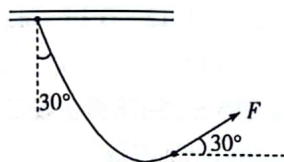


图 2

A. 15 N

B. 30 N

C. $15\sqrt{3}$ N

D. $30\sqrt{3}$ N

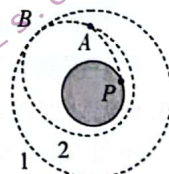
16. 2023 年 5 月 10 日 21 时 22 分, 天舟六号货运飞船发射成功, 并于次日 5 时 16 分成功与中国天宫空间站对接, 为航天员送去所需的服装、食物、水、实验设备等物资。现将其发射对接过程作适当简化: 如图所示, 圆轨道 1 为中国天宫空间站的运行轨道, 天舟六号在运载火箭的托举下沿轨道 PA 运动至 A 点“船箭分离”, 飞船进入与圆轨道 1 相切于 B 点的椭圆轨道 2 运行, 最后择机与空间站对接。下列相关说法中正确的是

A. 天舟六号飞船由 P 点运动至 B 点的过程中机械能持续增大

B. 天舟六号飞船沿椭圆轨道 2 的运行周期要小于空间站的运行周期

C. 天舟六号飞船由 P 点运动至 B 点的过程中, 飞船内的物资始终处于超重状态

D. 天舟六号飞船沿椭圆轨道 2 的运行速度始终小于与空间站对接后在轨道 1 上的运行速度



17. 示波器是一种重要的电子测量仪器, 其核心部件是示波管, 示波管的原理示意图如图 1 所示。如果在电极 YY' 之间所加的电压 U_y 及在电极 XX' 之间所加的电压 U_x 分别按图 2 中实线及虚线所示的规律变化, 则在荧光屏上呈现出来的图形应该是

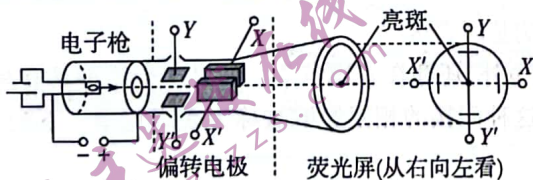


图 1

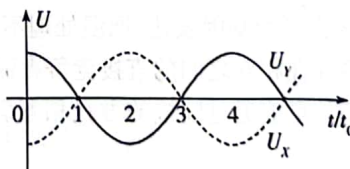


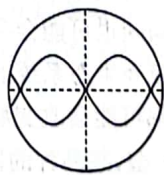
图 2



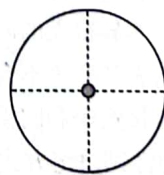
A



B

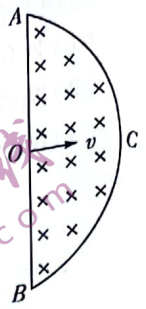


C



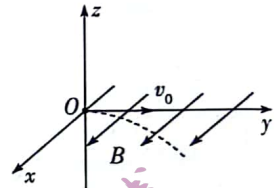
D

18. 在如图所示的弓形区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场, 磁场磁感应强度大小为 $B = 0.5 \text{ T}$, 弧 ACB 所在圆的半径为 $R = 6 \text{ cm}$, 弦 AB 的长度为 $L = 4\sqrt{6} \text{ cm}$ 。现有电性未知、比荷为 $\frac{q}{m} = 4 \times 10^7 \text{ C/kg}$ 的带电粒子, 由弦 AB 的中点 O 以不同的速率 v 沿垂直弦的方向射入磁场, 不计粒子重力及粒子间相互作用, 则下列说法中正确的是

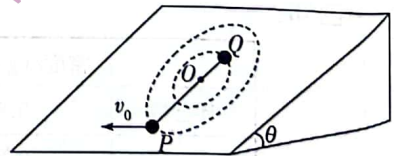


- A. 粒子离开磁场的具体位置仅取决于速率 v 的大小
 B. 以 $v = 5 \times 10^5 \text{ m/s}$ 的速率射入的粒子将从弦 AB 上离开磁场
 C. 粒子的速率 v 越大, 粒子在磁场中运动的时间就越短
 D. 从弧 ACB 上离开磁场的粒子在磁场里运动的最长时间为 $\frac{\pi}{3} \times 10^{-7} \text{ s}$
19. 下列说法中, 正确的是
- A. 水乃“生命之源”, 已知水的摩尔质量为 18 g/mol , 密度为 10^3 kg/m^3 , 阿伏伽德罗常数为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 则 1 毫升水中所含水分子的个数约为 3.3×10^{22}
 B. 某种物质的导热性具有各向同性的特点, 这说明该物质一定是非晶体
 C. 我们常常能看到, 油滴会漂浮于水面之上, 这说明油不浸润水
 D. 由气体压强的微观解释可知, 气体压强不仅仅取决于分子与容器壁碰撞时冲击力大小而且与碰撞频率密切相关, 所以气体温度升高时压强未必增大

20. 如图所示, 在三维空间坐标系 $O - xyz$ 所在空间存在沿 x 轴正方向, 磁感应强度大小为 B 的匀强磁场, 同时空间还存在方向未知的匀强电场。某时刻一带电粒子由坐标原点 O 以初速度 v_0 沿 y 轴正方向射入空间, 粒子轨迹恰为一在 xOy 平面内与 y 轴相切的抛物线。粒子重力不计, 则下列判断中正确的是



- A. 匀强电场场强一定等于 Bv_0
 B. 匀强电场场强一定大于 Bv_0
 C. 匀强电场场强方向一定平行于 xOz 平面
 D. 匀强电场场强方向一定平行于 yOz 平面
21. 如图所示, 在倾角 $\theta = 30^\circ$ 的光滑固定斜面上固定有一可绕转轴 O 在斜面内自由转动的轻杆, 杆的两端分别连接着质量为 $m_1 = 30 \text{ g}$ 的小球 P 和质量为 $m_2 = 60 \text{ g}$ 的小球 Q , OP 的长度 $r_1 = 0.20 \text{ m}$, OQ 的长度 $r_2 = 0.10 \text{ m}$, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。现给小球 P 一个垂直于 OP 且与斜面平行的初速度 $v_0 = 2.0 \text{ m/s}$, 规定转轴 O 点为零势能点, 则此后



三、非选择题: 本题共 14 小题, 共 174 分。

(说明: 物理部分为第 22 ~ 26 题, 共 62 分; 化学部分为第 27 ~ 30 题, 共 58 分; 生物部分为第 31 ~ 35 题, 共 54 分)

22. (6 分) 某同学设计了一个探究平抛运动特点的实验装置, 如图 1 所示, 在水平桌面上放置一个斜面, 每次都让钢球从斜面上的同一位置滚下, 滚过桌边后钢球便做平抛运动。在钢球抛出后经过的地方水平放置一块木板 (还有一个用来调节木板高度的支架, 图中未画出), 木板上放两张白纸, 白纸间夹有复写纸, 这样便于记录钢球在白纸上的落点。为了方便记录小球落点坐标, 该同学还在桌子边缘沿竖直方向设置了一个标尺 (零刻度与水平桌面对齐), 在木板的边缘设置了一水平标尺 (零刻度与桌面的竖直边缘对齐), 不断调节木板高度, 借助标尺, 测量每次小球落点的坐标, 并记录于下表:

次数	1	2	3	4	5	...
横坐标 x/m	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	...
纵坐标 y/m	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	...

该同学用“图像法”来处理实验数据,得到了如图2所示的图像,重力加速度为 g 。则

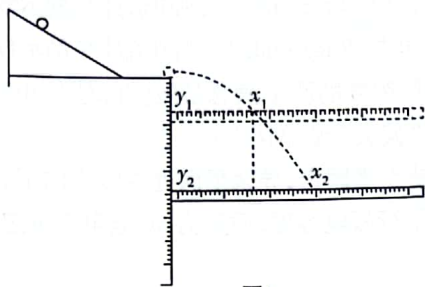


图1

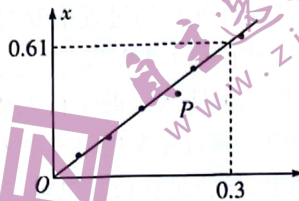


图2

- (1) 如图2所示,该同学以小球平抛运动的水平位移 x 为纵坐标,若以 _____ (用已测知的物理量表示) 作为横坐标,则图线的斜率即小球做平抛运动的初速度。
- (2) 由图2可知,依据第四组数据描出的点 P ,明显偏离了“直线”,则造成这一偏差可能的原因是该次操作 _____。
- A. 小球释放的位置较“同一位置”偏高
B. 小球释放的位置较“同一位置”偏低
C. 水平木板的左端较桌子边缘偏右
- (3) 若图2是以“ $\sqrt{\frac{y}{g}}$ ”为横坐标绘制的,单位均为国际单位,则本实验中小球做平抛运动的初速度为 _____ m/s (结果保留2位有效数字)。

23. (12分) 看到交警用酒精检测仪检查酒驾的情景,某同学欲自己制作一个酒精检测仪,所用器材如下: 半导体酒精浓度传感器 R_x (其电阻与酒精气体浓度的关系图线如图1所示)

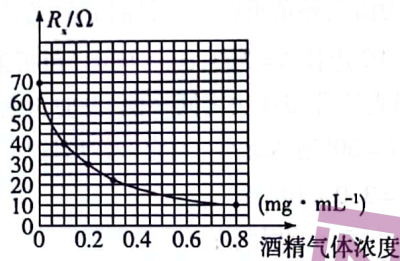


图1

- 干电池 E (电动势为 1.5 V , 内阻未知)
 电流计 G (满偏电流 $I_g = 5.0\text{ mA}$, 内阻 $R_g = 54\ \Omega$)
 电阻箱 R_1 (最大阻值 $999.9\ \Omega$)
 滑动变阻器 R_2 (最大阻值 $50\ \Omega$)
 电键 2 个, 导线若干

(1) 实验电路原理图如图2所示,请在图3中完成实物连线。

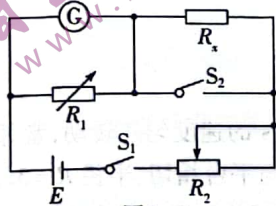


图2

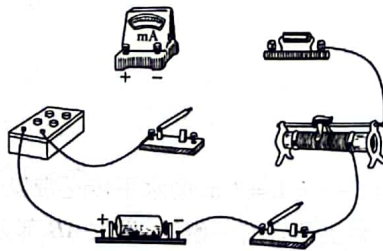
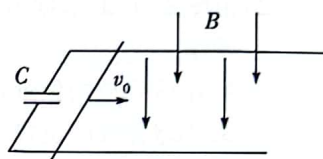


图3

- (2) 该同学将电流表的量程扩大为 50 mA, 则应将电阻箱 R_1 的阻值调为 _____ Ω 。
- (3) 具体使用该探测仪时, 首先闭合电键 S_1 、 S_2 , 调节滑动变阻器使电流计 G 满偏 (即电流计 G 的示数为 5 mA)。然后断开电键 S_2 , 若: (计算结果均保留 3 位有效数字)
- ① 探测仪处于“待机”状态, 即传感器所处环境的酒精浓度为零时, 电流计 G 的示数应为 _____ mA;
 - ② 传感器所处环境的酒精浓度恰为“酒驾”标准, 即“ $0.2 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ”, 则电流计 G 的示数应为 _____ mA;
 - ③ 传感器所处环境的酒精浓度恰为“醉驾”标准, 即“ $0.8 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ”, 则电流计 G 的示数应为 _____ mA。
- (4) 该探测仪在实际使用的过程中发现, 酒精气体浓度的测量值总是较实际值偏小, 究其原因可能是所用电源的电动势较 1.5 V 要 _____ (填“偏大”或“偏小”)。

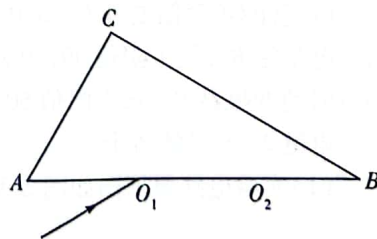
24. (10 分) 如图所示, 间距为 L 的平行光滑金属导轨水平固定, 导轨平面处在竖直向下, 磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中。导轨左端连接有电容为 C 的平行板电容器, 质量为 m 、电阻不可忽略的导体棒垂直导轨放置在导轨上, 导轨足够长且电阻不计。求:

- (1) 请画出电容器所带电量 Q 与其两极板间电压 U 之间的关系图线, 并求出电容器所储存的电能 E 与极板间电压 U 及电容 C 的关系式;
- (2) 某时刻给导体棒一平行于导轨的水平初速度 v_0 , 则最终导体棒的速度为多大。



25. (14 分) 如图所示, 直角 $\triangle ABC$ 为由某种负折射率材料制成的光学元件的横截面, 其中 $\angle A = 60^\circ$, O_1 、 O_2 为 AB 边的两个三等分点, 且知 AC 边长 $L = 3\sqrt{3} \text{ cm}$ 。所谓“负折射率材料”, 即光从真空射到该材料界面发生折射时, 入射光线和折射光线分布在法线同一侧, 此时折射角取负值, 其余光学规律不变。现有一束单色光, 从 O_1 点以入射角 $i = 60^\circ$ 射入元件, 经元件作用后从 AC 边出射, 出射光线恰与入射光线平行, 光在真空中的传播速度为 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

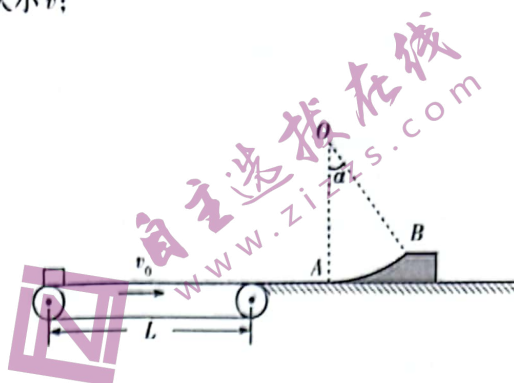
- (1) 求此光学元件对该光束的折射率 n 的大小;
- (2) 若保持入射角不变, 将入射点平移至 O_2 点, 请画出光束传播的光路图并求出光束在元件中的传播时间。



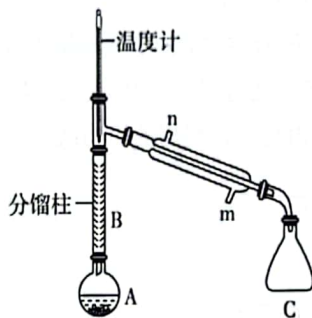
26. (20 分) 如图所示, 一长 $L = 7 \text{ m}$ 的水平传送带以 $v_0 = 8 \text{ m/s}$ 的速度匀速转动, 紧邻传送带右端且与传送带等高的光滑平台上静置有一滑块, 滑块 AB 部分为一段与平台相切、半径 $R = 3.25 \text{ m}$ 的光滑圆弧。现将一质量 $m = 1 \text{ kg}$ 的物块自传送带的左端由静止释放, 随后物块滑上平台进而冲上滑块, 脱离滑块后继

续上升到达最高点时,距离滑块 B 点的高度差为 $\Delta h = 0.45 \text{ m}$, 而到 B 点的水平距离为 $\Delta x = 1.2 \text{ m}$, 且知物块与传送带间的动摩擦因数为 $\mu = 0.35$, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。求:

- (1) 物块在传送带上运动的时间 t 及滑上平台时的速度大小 v ;
- (2) 圆弧 AB 所对的圆心角 α 的正切值;
- (3) 滑块质量 M 的大小。



27. (14分) 环己烯是重要的有机合成原料,可用于合成赖氨酸、环己酮、苯酚、聚环烯树脂等,实验室利用环己醇制备环己烯的实验装置及步骤如下:



步骤 i. 按图连接装置(加热和夹持装置已略去), 检验气密性后, 向仪器 A 中加入 20 mL 环己醇、催化剂 X 以及沸石, 加热一段时间后, 在仪器 C 中收集到环己烯粗产品。

步骤 ii. 将环己烯粗产品移入分液漏斗中, 加入饱和食盐水, 振荡、静置、分液。

步骤 iii. 向步骤 ii 所得环己烯中加入无水氯化钙颗粒, 振荡、静置一段时间后“弃去”氯化钙, 最终通过蒸馏得到纯净的环己烯 8.3 g。

已知:

	密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	沸点/ $^{\circ}\text{C}$	溶解性	摩尔质量/($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
环己醇	0.97	25	161	微溶于水	100
环己烯	0.81	-103	83	不溶于水	82

(1) 实验前, 有同学指出, 该装置存在两处错误, 请改正: _____, 改正装置后, 继续进行相关实验。

(2) 步骤 i 中, “加热”前, 不能忘记的实验操作是_____。

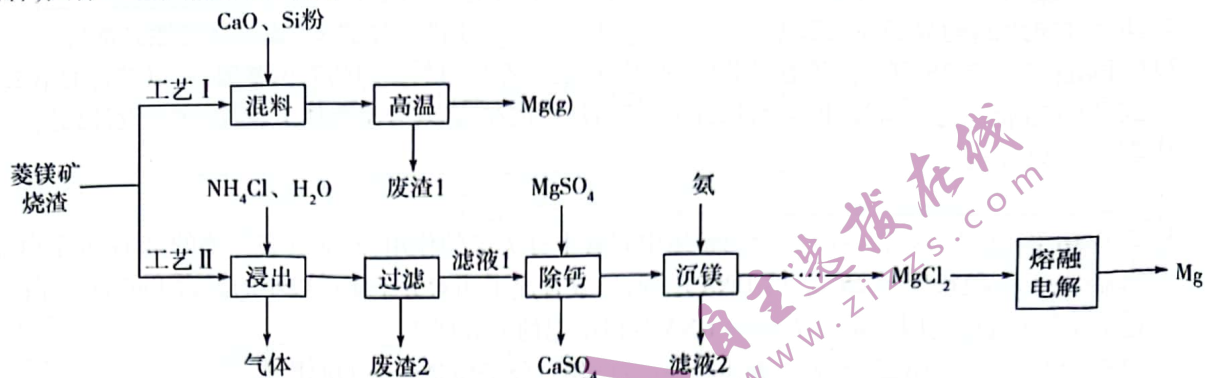
(3) 根据文献, 催化剂 X 可以是 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 也可以是浓硫酸。从绿色化学实验角度考虑, 催化剂 X 最好选择_____, 其原因可能为_____ (列举一条)。

(4) 步骤 ii 中, 加饱和食盐水而不加蒸馏水的原因是_____; 分液时, 环己烯层应该从分液漏斗的_____ (填“上口倒出”或“下口放出”)。

(5) 步骤 iii 中, 完成“弃去”操作, 需要的玻璃仪器有_____。

(6) 该实验中环己烯的产率为_____ % (保留三位有效数字)。

28. (14分) 工业上利用菱镁矿(主要成分为 $MgCO_3$, 还含少量 SiO_2 、 $FeCO_3$ 和 $CaCO_3$) 烧渣冶炼镁的路径有两种, 具体工艺流程如图所示。



请回答下列问题:

- (1) “混料”时, 需将各原料磨碎并混合均匀, 这种操作的目的是_____。
- (2) “废渣 1”中含有 $2CaO \cdot SiO_2$ 等, 写出高温条件下 MgO 、 CaO 、 Si 粉反应的化学方程式: _____。
- (3) $Mg(g)$ 需在_____气氛环境中冷却(填字母)。
 - CO_2
 - Ar
 - N_2
 - 空气
- (4) “浸出”操作中适当升温(不超过 $100\text{ }^\circ\text{C}$)有利于提高 Mg^{2+} 的浸出率, 其主要原因为_____。
- (5) 上述工艺流程条件下, $K_{sp}(CaSO_4) = 7.2 \times 10^{-5}$ 、 $K_{sp}[Ca(OH)_2] = 5.4 \times 10^{-5}$ 、 $K_{sp}[Mg(OH)_2] = 1.8 \times 10^{-11}$ 。实验测得“除钙”前后溶液中 $c(Ca^{2+})$ 分别为 $3.2\text{ g} \cdot L^{-1}$ 和 $0.8\text{ g} \cdot L^{-1}$, 则向 1 L “滤液 1”中至少需加入 $MgSO_4$ 固体的质量为_____g; 试计算“沉镁”过程中是否有 $Ca(OH)_2$ 沉淀生成? _____(列式计算, 已知当溶液中离子浓度小于 $1.0 \times 10^{-5}\text{ mol} \cdot L^{-1}$ 时, 认为该离子沉淀完全)。
- (6) 金属镁晶体中原子的堆积方式为六方最密堆积, 如图 1 所示, 晶胞可用图 2 表示, 则该晶胞中含有的原子个数为_____, 已知该晶胞的底边长为 $a\text{ nm}$, 高为 $c\text{ nm}$, 则该晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 列出计算式即可)。

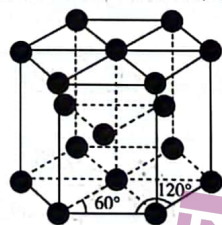


图1



图2

29. (15分) 丙烯是石油化工的基本原料之一, 在精细化学品合成、环保、医学科学和基础研究等领域应用广泛。近日, 科学家开发出纤维状 BPO_4/SiO_2 催化剂, 用于高效催化丙烷脱氢。

- (1) 磷酸硼(BPO_4)可由硼酸(H_3BO_3)、磷酸(H_3PO_4)在一定条件下制备。硼酸晶体属于分子晶体, 但有类似于石墨的片层状结构, 则硼酸晶体中含有的作用力类型主要有范德华力、_____。
- (2) 已知: $C_3H_8(g) \rightleftharpoons C_3H_6(g) + H_2(g)$ $\Delta H = +123\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 几种共价键的键能数据如下:

化学键	H—H	C—H	C=C	C—C
键能/ $(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	436	413	a	348

则 $a =$ _____。

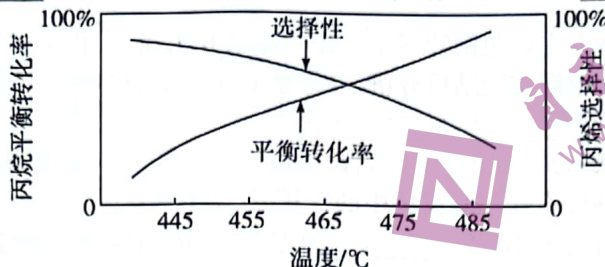
- (3) $T_1\text{ }^\circ\text{C}$ 下, 向 2 L 恒容密闭容器中充入 $1\text{ mol } C_3H_8$ 发生反应: $C_3H_8(g) \rightleftharpoons C_3H_6(g) + H_2(g)$, 经过 10 min 达到平衡状态, 测得平衡时气体压强是开始时的 1.5 倍。

① $0 \sim 10\text{ min}$ 内丙烯的化学反应速率 $v(C_3H_6) =$ _____ $\text{mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

② 保持其他条件不变, 再向容器中充入少量丙烷, 平衡_____ (填“向正反应方向”“向逆反应方向”或“不”)移动, 丙烷的平衡转化率_____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

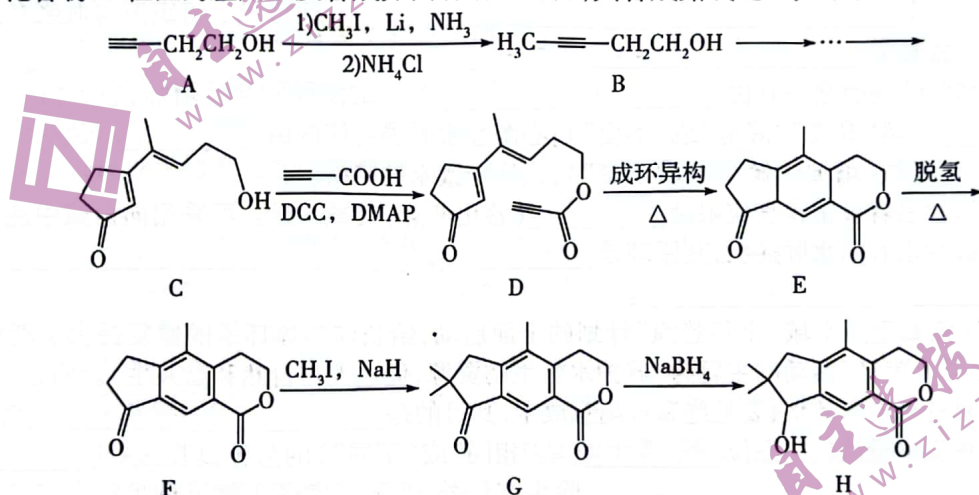
③已知 $v_{正} = k_{正} \cdot c(C_3H_8)$, $v_{逆} = k_{逆} \cdot c(C_3H_6) \cdot c(H_2)$, 其中 $k_{正}$ 、 $k_{逆}$ 为速率常数, 只与温度有关, 则 $T_1^\circ C$ 时, $\frac{k_{正}}{k_{逆}} =$ _____ (填数字)。

(4) 已知: 在纤维状 BPO_4/SiO_2 催化剂作用下, 丙烷在一定温度下会发生副反应: $C_3H_8(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + CH_4(g)$ $\Delta H > 0$ 。平衡时丙烷的转化率和丙烯的选择性(丙烯的选择性 = $\frac{\text{丙烯的物质的量}}{\text{丙烷转化的物质的量}} \times 100\%$)随温度的变化如图所示, 随着温度升高, 丙烯的选择性降低的可能原因有 _____ (答一条); 丙烷的平衡转化率增大的原因是 _____。



(5) 在 $T_2^\circ C$ 、压强恒定为 116 kPa 时, 向有催化剂的密闭容器中按体积比 $V(C_3H_8) : V(Ar) = 3 : 1$ 充入 C_3H_8 和 Ar, 只发生反应: $C_3H_8(g) \rightleftharpoons C_3H_6(g) + H_2(g)$, 达到平衡状态时 C_3H_8 的转化率为 60%, 则该温度下, 平衡常数 K_p 为 _____ kPa (K_p 为用分压计算的平衡常数, 分压 = 总压 \times 物质的量分数)。

30. (15 分) 化合物 H 在医药应用以及合成方面有潜在价值, 其合成路线之一如下:



已知: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{Z} \xrightarrow{\Delta} \text{C}_6\text{H}_6-\text{Z}$ ($Z = -\text{COOR}, -\text{COOH}$ 等)

(1) 已知 的名称为 3-甲基-2-丁烯-1-醇, 按此命名原则, B 的名称为 _____。

(2) D 中含氧官能团的名称为 _____; 1 mol D 最多能与 _____ mol H_2 发生加成反应。

(3) 指出反应类型: $A \rightarrow B$ _____; $G \rightarrow H$ _____。

(4) 写出 F 转化为 G 的化学方程式: _____。

(5) E 的同分异构体 X 满足以下结构与性质:

- i. 遇 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应;
- ii. 能发生水解反应, 酸性条件下水解产物分子中均只有 2 种不同化学环境的氢。

则 X 的结构简式可能为 _____ (列举 1 种)。

(6) 写出以异戊二烯和 为原料制备 的合成路线: _____ (无机试剂任用)。

31. (10分)为研究富氢水(HRW)对草莓生长及生理性状的影响,某小组以某草莓品种为实验材料,处理3周后取两组草莓相同位置的叶片,测定相关生理指标,结果如下表(气孔导度指气孔的张开程度):

处理	叶绿素 a 含量 $/(mg \cdot g^{-1})$	叶绿素 b 含量 $/(mg \cdot g^{-1})$	净光合速率 $/(μmol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1})$	气孔导度 $/(μmol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1})$	胞间 CO_2 浓度 $/(μmol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1})$
对照	1.25	0.89	12.2	0.15	239
HRW 组	1.43	0.92	15.1	0.19	242

请回答下列问题:

- (1)植物叶片中的叶绿素主要包括叶绿素 a 和叶绿素 b,在光合作用过程中主要吸收可见光中的_____。根据实验结果分析,叶绿素 a 含量增加的原因可能是 HRW 促进了叶绿素 a 的合成或者_____。
- (2)光反应中, H_2O 分解为氧气、 H^+ 的同时产生的_____经传递用于 $NADP^+$ 与 H^+ 结合形成 $NADPH$, $NADPH$ 在光合作用暗反应中的作用是_____。
- (3)根据表中相关数据判断,HRW _____(填“是”或“不是”)主要通过促进 CO_2 的固定过程,进而促进了叶肉细胞光合作用的进行,你的判断理由是:与对照组相比,HRW 处理组_____。
32. (10分)正常人体组织液总量保持相对稳定,当过多的液体在组织间隙中积聚时,就会造成水肿。心源性水肿是老年人最常见的水肿之一,患者因为心力衰竭而引发静脉回流障碍,导致机体组织间隙液体积聚而引起水肿,表现为尿量减少,体重增加,同时伴有呼吸急促和心动过速等症状。请回答下列问题:
- (1)组织液主要由_____而形成。组织液与血浆在成分上的差异主要是血浆中_____。
- (2)心源性水肿的病因之一是由_____分泌的醛固酮含量增加,患者血浆中 Na^+ 含量_____ (填“升高”“降低”或“不变”);心源性水肿患者体内由_____释放的抗利尿激素量_____ (填“增加”“减少”或“不变”),最终导致水钠潴留。
- (3)心源性水肿患者日常饮食应限制_____ (答出两点)的摄入量。可采用向血浆中注射白蛋白来缓解心源性水肿的水肿症状,其原理是_____。
33. (10分)长江流域重点水域“十年禁渔”计划的全面启动,给长江整体环境的修复提供了契机。2023年6月6日“全国放鱼日”活动的主题为“养护水生生物资源,促进人与自然和谐共生”。回答下列问题:
- (1)放鱼前要进行科学评估,要杜绝私自随意放生,其目的是_____ (答出1点)。
- (2)科学放鱼应尽量放流生态位_____ (填“相同”或“不同”)的鱼种,理由是_____。除生态位外,还要考虑各生物组分进行自组织、自我优化、自我调节、自我更新和维持,实现系统结构和功能的协调,形成有序的整体,这体现了生态工程的_____原理。
- (3)某同学认为放鱼后应一次性投放大量的饵料,以满足投放鱼类对食物的需求,你认为该同学的投饵策略是否合理,若合理请说明理由,若不合理,请说明理由并提出一条合理的投饵策略。_____。
34. (12分)家蚕突变类型非常丰富,是研究生物遗传的良好实验材料。油蚕是正常家蚕的突变体,油蚕表皮中含有较少的尿酸盐,呈现出完全透明或半透明状,目前已发现有40多种油蚕突变体,下表表示几种隐性突变油蚕基因在染色体上的位置。回答下列问题:

油蚕名称	基因符号	染色体
霜降油蚕	oh	第20号染色体
h斑油蚕	oh ^m	第20号染色体
第2h斑油蚕	oh ^{m2}	第20号染色体
中国油蚕	oc	?
蜡油蚕	ow	第17号染色体

(1) oh 、 oh^m 、 oh^{m2} 位于同源染色体上的相同位点。某 h 斑油蚕与第 2 h 斑油蚕杂交, 子代的表型及比例为 h 斑油蚕: 霜降油蚕: 第 2 h 斑油蚕 = 2:1:1, 则亲本的基因型组合为 _____, oh 、 oh^m 、 oh^{m2} 基因之间的显隐性关系为 _____ (用“>”或“<”表示显隐性关系)。

(2) 中国油蚕和第 2 h 斑油蚕具有显著区别, 且 oc 基因不是 oh^{m2} 基因的等位基因, 试以纯合的第 2 h 斑油蚕和中国油蚕为材料设计实验, 探究 oc 基因是否也在第 20 号染色体上, 写出实验设计思路, 并预期实验结果和结论: _____。

(3) BmVap 蛋白在家蚕表皮尿酸盐的转运中有着十分关键的作用, 蜡油蚕突变体的 BmVap 蛋白基因内部插入了一段长度为 25 bp 的 DNA 序列, 导致合成了相对分子质量较小的异常 BmVap 蛋白。

① BmVap 蛋白基因内部插入外来 DNA 片段引起的变异属于 _____。

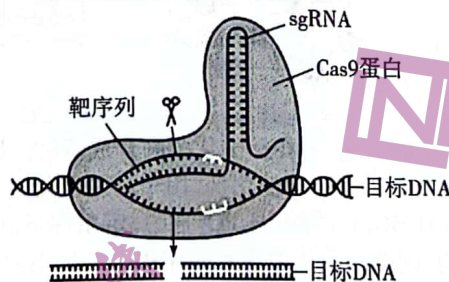
② 试从密码子的角度分析, 异常 BmVap 蛋白相对分子质量较小的原因是 _____。

(4) 人体内尿酸含量高会引发高尿酸血症和痛风, 研究发现, 家蚕具有和人体相同的药物代谢酶, 体内药物吸收和哺乳动物类似, 且家蚕和人都可以尿酸作为氮代谢废物排泄, 请阐述油蚕的可能研发价值: _____。

35. (12 分) 研究发现啤酒酵母基因工程菌 RS 中的 RBP 基因表达的 RBP 蛋白能和免疫抑制剂 rap 结合, 其结合产物会使酵母细胞死亡。某实验小组为了利用啤酒酵母菌筛选某药物样品中是否含有免疫抑制剂 rap , 利用基因编辑技术将啤酒酵母基因工程菌的 RBP 基因定点敲除, 构建突变菌株, 并将突变菌株和野生菌株分别接种到固体培养基中, 培养基的组成成分如下表所示, 回答下列问题:

培养基	营养成分	接种菌株
培养基 A	酵母粉、蛋白胨、葡萄糖	野生型菌株
培养基 B	酵母粉、蛋白胨、葡萄糖	突变型菌株

(1) 利用 CRISPR - Cas9 (该系统主要由 sgRNA 和 Cas9 蛋白两部分组成) 技术可定点敲除 RBP 基因, 如图所示。该技术利用一段与靶序列互补的 sgRNA 引导 Cas9 蛋白对特异靶向 DNA 进行识别和定点敲除 RBP 基因, 其中的 Cas9 蛋白相当于 _____ 酶, 若要将 RBP 基因从目标 DNA 上切除下来, 需要设计 _____ 种不同的 sgRNA。若靶序列为 $5' - AGCAT \dots GTACCT - 3'$, 则设计的 sgRNA 中相应的序列应为 _____。



(2) 实验室对培养基灭菌的一般方法为 _____, 培养基中蛋白胨的作用是 _____, 培养基除上述的营养成分外, 还需要加入的营养成分有 _____。

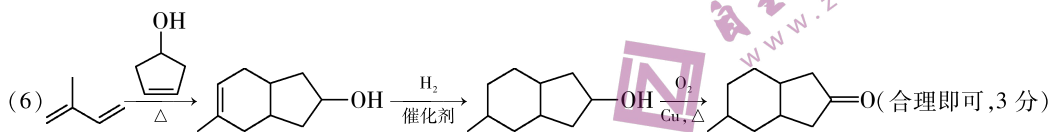
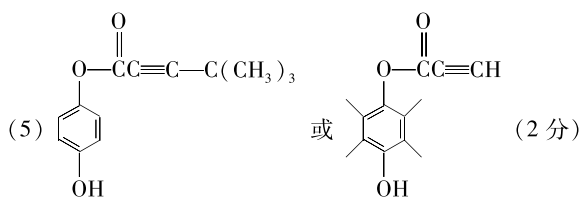
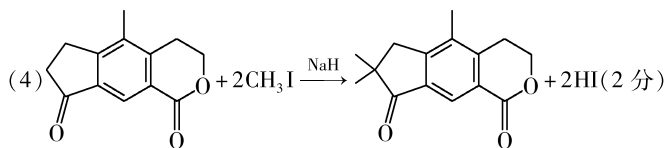
(3) 将数量相等的含有某药物样品的圆形滤纸片分别放在培养基 A、B 上 (圆形滤纸片在培养基 A、B 上的位置相同), 一段时间后可根据培养基中是否出现抑菌圈来判断该药物样品中是否含有免疫抑制剂 rap , 若实验结果为 _____, 则该药物样品中含有免疫抑制剂 rap , 同时还可以通过比较 _____ 来初步判断该药物样品中免疫抑制剂 rap 的相对含量。

理科综合·化学答案

第7~13小题,每小题6分。

7. C 8. B 9. C 10. C 11. D 12. C 13. D

27. (1)将温度计的水银球置于支管口处;将锥形瓶上塞子去掉(或换一个与大气连通的尾接管)(合理即可,2分)
(2)从冷凝管 m 口通冷凝水(合理即可,2分)
(3) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (1分) 浓硫酸易使原料碳化并产生 SO_2 或 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 污染小,可循环使用(合理即可,2分)
(4)增大水溶液的密度,便于分层(合理即可,2分) 上口倒出(1分)
(5)漏斗、烧杯、玻璃棒(2分)
(6)52.2(2分)
28. (1)增大固体反应物接触面积,使其充分反应(合理即可,1分)
(2) $2\text{MgO} + 2\text{CaO} + \text{Si} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Mg}(\text{g}) + 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (2分)
(3)b(2分)
(4)促进 NH_4Cl 的水解并有利于 NH_3 的逸出(合理即可,2分)
(5)7.632(2分) 当 $c(\text{Mg}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,溶液中 $c^2(\text{OH}^-) = 1.8 \times 10^{-6} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$,此时,
 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = 0.02 \times 1.8 \times 10^{-6} < 5.4 \times 10^{-5}$,因此无 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉淀生成(合理即可,2分)
(6)2(1分) $\frac{2 \times 24}{\sqrt{3} a^2 c \times N_A} \times 10^{21}$ (合理即可,2分)
29. (1)共价键、氢键(2分)
(2)615(2分)
(3)①0.025(2分)
②向正反应方向(1分) 减小(1分)
③0.25(2分)
(4)催化剂活性降低或副产物增多等(合理即可,1分) 两个反应都是吸热反应,升高温度,平衡均向正反应方向移动,丙烷的平衡转化率增大(合理即可,2分)
(5)54(2分)
30. (1)3-戊炔-1-醇(2分)
(2)酮羰基、酯基(2分) 5(2分)
(3)取代反应(1分) 还原反应(1分)



理科综合·生物答案

第1~6小题,每小题6分。

1. A 2. C 3. A 4. C 5. D 6. D

31. (除注明外,每空2分,共10分)

- (1)红光和蓝紫光 抑制了叶绿素 a 的分解(转化)
- (2)(两个)电子(1分) 作为还原剂、提供能量
- (3)不是(1分) 气孔导度增加,但胞间 CO_2 浓度也略有增加(答案合理即可给分)

32. (除注明外,每空1分,共10分)

- (1)血浆通过毛细血管壁渗出到细胞间 含有较多的蛋白质
- (2)肾上腺皮质 升高 垂体 增加
- (3)水和 Na^+ (2分) 注射白蛋白可提高血浆渗透压,有利于组织液中的水分进入血浆,通过尿液排出体外(答案合理即可给分,2分)

33. (除注明外,每空2分,共10分)

- (1)防止外来物种入侵,破坏当地生态环境(答案合理即可给分)
- (2)不同(1分) 投放生态位不同的鱼种可以缓解种间竞争,提高对各种资源的利用率 自生
- (3)不合理(1分),一次性投放大量饵料,饵料无法及时被鱼消耗可能会导致水体富营养化(1分);根据鱼类对食物的需求,多次适量投放饵料(1分,答案合理即可给分,共3分)

34. (除注明外,每空2分,共12分)

- (1) $oh^m \cdot oh \times oh^{m^2} \cdot oh \quad oh^m > oh^{m^2} > oh$
- (2)让纯合的中国油蚕与第2h斑油蚕杂交获得 F_1 ,让 F_1 的家蚕随机交配产生 F_2 ,观察并统计 F_2 的表型及比例;若 F_2 的正常家蚕:油蚕=9:7,则 oc 基因不在第20号染色体上,若 F_2 的正常家蚕:油蚕=1:1,则 oc 基因在第20号染色体上(3分)
- (3)①基因突变(1分) ②插入的 DNA 序列导致转录形成的 mRNA 中终止密码子提前出现,翻译提前终止
- (4)将油蚕作为研究尿酸代谢的模型,有助于进行对人的高尿酸血症和痛风的治疗药物的研发(或将油蚕作为模型生物,研究哺乳动物氮代谢途径,答案合理即可给分)

35. (除注明外,每空2分,共12分)

- (1)限制(或限制性内切核酸,1分) 2(1分) $3' - \text{UCGUA} \cdots \text{CAUGGA} - 5'$
- (2)高压蒸汽灭菌法(或湿热灭菌法,1分) 为微生物的繁殖提供碳源、氮源和维生素等 水和无机盐
- (3)培养基 A 中出现抑菌圈,培养基 B 中没有出现抑菌圈 抑菌圈的大小(1分)

理科综合 · 物理答案

本题共 8 小题, 每小题 6 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。

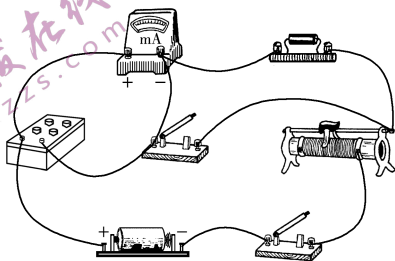
14. C 15. B 16. B 17. A 18. D 19. AD 20. BC 21. AD

22. (1) $\sqrt{\frac{2y}{g}}$ (2 分)

(2) BC (2 分)

(3) 1.4 (2 分)

23. (1) 如图所示 (2 分)



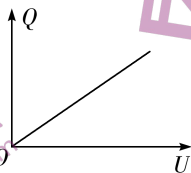
(2) 6.0 (2 分)

(3) ①1.50 ②2.50 ③3.75 (每空 2 分)

(4) 偏小 (2 分)

24. (1) 由电容器电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$, 可得 $Q = C \cdot U$ (1 分)

即电容器所带电量 Q 与其极板间电压 U 成正比。故 $Q - U$ 关系图线, 如下图所示。 (1 分)



由功能关系 $W = E - E_0$ 及 $W = qU$, 结合 $Q - U$ 关系图线, 可知电容器所储存的电能与其极板间的电压及电容间的关系式为

$$E = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU \cdot U = \frac{1}{2}CU^2 \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 当导体棒获得向右的初速度 v_0 时, 切割磁感线产生动生电动势给电容器充电, 设充电电流为 i , 则导体棒所受安培力大小为 $F_A = iBL$, 方向水平向左。 (1 分)

在安培力作用下导体棒速度逐渐减小, 动生电动势亦随之减小, 而电容器则随着带电量的增加极板间的电压逐渐增大。当动生电动势等于电容器两极板间的电压时, 电容器不再充电, 导体棒随即匀速运动, 设此时导体棒的速度为 v

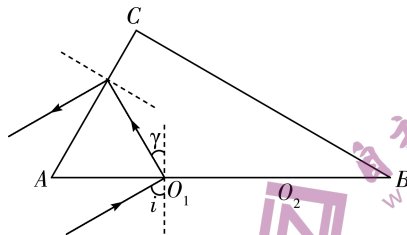
故有, $U = \varepsilon = BLv$ (1 分)

对导体棒运用动量定理,可得 $m(v_0 - v) = I_{FA}$ (1分)

由 $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ 可知, $I_{FA} = QBL = CUBL$ (2分)

联立上述方程,即可解得 $v = \frac{mv_0}{m + CB^2L^2}$ (1分)

25. (1) 由题意可知,当光束由 O_1 点以 $i = 60^\circ$ 入射时,出射光线与入射光线平行,光路如图所示。由几何关系可知



$\gamma = -30^\circ$ (2分)

由 $n = \frac{\sin i}{\sin \gamma}$ (2分)

可得,光学元件相对该光束的折射率为

$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin (-30^\circ)} = -\sqrt{3}$ (1分)

(2) 由题意可知,当光线与在 AB 界面的 O_2 点以 $i = 60^\circ$ 入射,由折射定律可得

$\gamma = -30^\circ$ (1分)

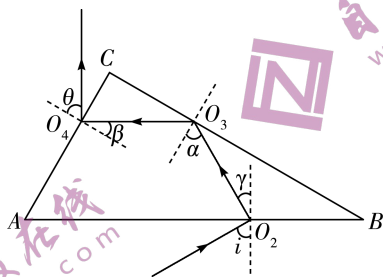
光线由 O_2 沿直线射到界面 BC 的 O_3 点,由几何关系可知

$\alpha = 60^\circ$ 大于临界角 (1分)

光线在 BC 界面发生全反射,光线沿直线传播至 AC 界面的 O_4 点。由几何关系及折射定律可知

$\beta = 30^\circ, \theta = -60^\circ$ (1分)

所以,光束的光路图如图所示。 (2分)



且由几何知识易得, $O_2O_3 = O_3O_4 = \frac{1}{3}AB = \frac{2}{3}AC = 2\sqrt{3}$ cm (2分)

所以,光在元件中的传播时间为

$t = \frac{s}{v} = \frac{s \cdot |n|}{c} = \frac{2 \times 2\sqrt{3} \times 10^{-2} \times \sqrt{3}}{3 \times 10^8} = 4 \times 10^{-10}$ s (2分)

26. (1) 物块放到传送带上后,在摩擦力作用下做匀加速运动

其加速度为 $a = \mu g = 3.5$ m/s² (1分)

若传送带足够长,则物块做匀加速直线运动的位移为

$x_0 = \frac{v_0^2}{2\mu g} = \frac{64}{7}$ m > $L = 7$ m (1分)

所以,物块在传送带上自始至终做匀加速直线运动,且 $x=L=7\text{ m}$

(1分)

故,物块在传动带上运动的时间为 $t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = 2\text{ s}$

(1分)

物块滑上平台时的速度为 $v = \sqrt{2ax} = 7\text{ m/s}$

(2分)

(2)物块自 B 点脱离滑块后做斜抛运动,同时滑块沿平台做匀速直线运动

由斜抛运动规律,可知

物块脱离 B 点时,竖直方向的速度为 $v_{1y} = \sqrt{2g \cdot \Delta h} = 3\text{ m/s}$

(1分)

物块自脱离 B 点至运动到最高点所用时间 $\Delta t = \sqrt{\frac{2\Delta h}{g}} = 0.3\text{ s}$

(1分)

所以,物块脱离 B 时,相对滑块的水平速度大小为 $v'_{1x} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 4\text{ m/s}$

(1分)

物块沿圆弧 AB 切线方向滑离 B 点,由几何关系可知 $\tan \alpha = \frac{v_{1y}}{v'_{1x}} = \frac{3}{4}$

(2分)

(3)设物块到达 B 点时的速度大小为 v_1 ,此时滑块的速度大小为 v_2

因系统机械能守恒,故有

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 + mgR(1 - \cos \alpha)$$

(3分)

系统沿水平方向动量守恒,故

$$mv = mv_{1x} + Mv_2$$

(2分)

又因为 $v'_{1x} = v_{1x} - v_2, v_1^2 = v_{1x}^2 + v_{1y}^2$

(2分)

联立相关各式即可解得

$M = 2\text{ kg}$,所以,滑块质量为 $M = 2\text{ kg}$

(2分)