

绝密★启用前

2024 届高三 5 月大联考（全国甲卷）

理科综合

本卷满分 300 分，考试时间 150 分钟。

注意事项：

- 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡和试卷指定位置上。
- 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。
- 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

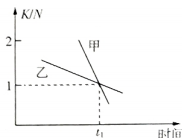
可能用到的相对原子质量：H 1 Li 7 C 12 O 16 Na 23 S 32 Cl 35.5 Fe 56 Cu 64

Y 89 Cs 133

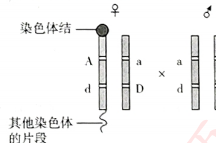
一、选择题：本题共 13 小题，每小题 6 分，共 78 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

- 泛素是一种多肽，由 76 个氨基酸组成。待降解的蛋白质被泛素标记后，可以被蛋白酶识别，进而被降解成短肽。下列叙述错误的是
 - 泛素中的氮元素主要存在于游离氨基中
 - 泛素可以与双缩脲试剂产生紫色反应
 - 错误折叠的蛋白质可能通过泛素标记途径降解
 - 泛素标记途径可以调节蛋白质的种类和数量
- 下列有关物质跨膜运输的叙述，错误的是
 - 一次性施肥过多引起的“烧苗”现象与根细胞被动运输失水有关
 - 小肠中的甘油分子可以通过自由扩散进入小肠绒毛上皮细胞
 - 人体组织细胞从内环境中吸收各种离子的方式均为主动运输
 - 母乳中的抗体分子通过胞吞方式被婴儿吸收，该过程需要消耗能量
- 动物在冬眠期会出现体温、心率、呼吸频率降低，体内抗利尿激素浓度下降，抗利尿激素受体基因表达程度降低，肾脏血流量减少等情况。下列有关冬眠期动物的说法错误的是
 - 冬眠期动物的细胞呼吸会减弱，产热减少
 - 动物体内调控体温和呼吸频率的中枢均位于下丘脑
 - 冬眠期动物的垂体细胞释放抗利尿激素的活动可能减弱
 - 冬眠有利于某些动物适应寒冷等不利条件
- 生物学是一门实验性很强的科学，下列有关生物学实验所用科学方法的叙述，正确的是
 - 证明细胞膜具有流动性的人鼠细胞融合实验利用了同位素标记法
 - 证明 DNA 的半保留复制实验运用了差速离心法
 - 研究种群数量的变化规律时，常利用建立数学模型的方法
 - 探究土壤微生物的分解作用时，采用了对比实验这一方法

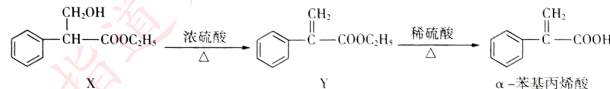
- 如图表示某森林生态系统中动物甲与动物乙 K/N (N 表示动物甲、动物乙种群的现有数量， K 表示它们的环境容纳量) 随时间的变化情况。不考虑迁入和迁出，下列叙述正确的是
 - t_1 前动物甲的种群数量多于动物乙
 - t_1 时动物乙的年龄结构为增长型
 - t_1 时动物甲的种群数量达到最大值
 - 气候改变不会影响两种群的 K 值



- 玉米籽粒有色 (A) 对无色 (a) 为显性，淀粉质 (D) 对蜡质 (d) 为显性。一株玉米的一条 9 号染色体形态异常：一端带有染色体片段，另一端带有其他染色体片段。以该玉米为母本进行测交实验 (如图)，子代中表现型较多的是有色蜡质和无色淀粉质，还有少量一定比例的有色淀粉质及无色蜡质。下列叙述错误的是



- 这两对等位基因的遗传不遵循基因的自由组合定律
 - 母本的 9 号染色体上带有其他染色体的片段属于染色体的易位
 - 子代出现 4 种表现型的原因可能是母本在减数分裂时发生了交叉互换
 - 子代有色淀粉质和无色蜡质基因型分别为 AaDD 和 aadd
- 中华文明源远流长，化学与文明的传承密不可分。下列说法错误的是
 - 名画《千里江山图》中使用的一种颜料石青 $[2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ 常温下不易被氧化
 - 《天工开物》中“凡石灰，经火焚炼为用”，“焚炼”过程中石灰作还原剂
 - “凡研硝 (KNO_3) 不以铁碾入石臼，相激火生”，“相激火生”过程中发生了氧化还原反应
 - “独忆飞絮鹅毛下，非复青丝马尾垂”中“飞絮” (柳絮) 的主要化学成分是纤维素
 - α -苯基丙烯酸可用于合成人造龙涎香，一种合成 α -苯基丙烯酸的途径如下。下列说法正确的是

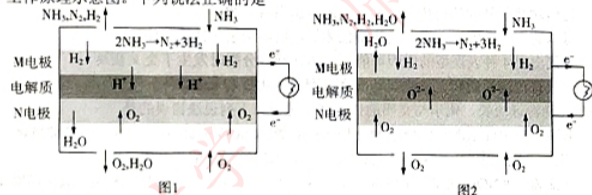


- X 的分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{O}_3$
 - 1 mol Y 最多能与 5 mol H_2 发生加成反应
 - X 含有的官能团为羟基、酯基、苯基
 - α -苯基丙烯酸可以发生取代反应和氧化反应
- N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是
 - 39 g Na_2O_2 和 Na_2S 的混合物中含有的离子数目为 $2N_A$
 - 162.5 g FeCl_3 水解形成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子数小于 N_A
 - 0.5 mol 异丁烯中共用电子对的数目为 $5.5N_A$
 - 1 mol NO 和 0.5 mol O_2 混合后，体系中的分子总数为 N_A

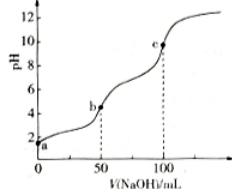
10. 下列实验操作和实验分析均正确的是

选项	实验操作	实验分析
A	向 2 mL 0.1 mol·L ⁻¹ NaBr 溶液中滴加 2 滴 0.1 mol·L ⁻¹ AgNO ₃ 溶液, 产生淡黄色沉淀, 再滴加 2 滴 0.1 mol·L ⁻¹ Na ₂ S 溶液, 出现黑色沉淀	该实验表明 Ag ₂ S 的溶解度比 AgBr 的更小
B	用干燥洁净的 pH 试纸测定 0.1 mol·L ⁻¹ 的不同盐溶液的 pH, 如 NaCl、NH ₄ Cl、CH ₃ COONa、NaClO 的水溶液	该实验可以发现不同盐溶液呈现不同的酸碱性
C	做中和反应反应热的测定实验时, 将酸溶液缓缓滴入碱溶液中, 用温度计测定反应的最高温度	该实验可以同酸碱中和滴定实验一起完成
D	向蔗糖溶液中加入 3-5 滴稀硫酸, 将混合液煮沸几分钟, 冷却, 向冷却液中加入银氨溶液, 水浴加热, 未出现银镜	该实验可表明蔗糖没有水解

11. X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的短周期主族元素, 原子序数之和为 37。四种元素所形成的常见单质有三种在常温下为气体, 在一定条件下, Z 与 X、Y、W 均能形成原子个数比为 1:1 的离子化合物。下列说法错误的是
- A. Y 的简单氢化物在同主族元素中稳定性最强
- B. Y、Z 所形成的物质中可能含不同种化学键
- C. 简单离子半径: W>Z>Y>X
- D. 由 X、Y 两种元素组成的含 18 电子的分子能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色
12. 氢气是一种无碳能源, 是燃料电池研究的重点。如图是两种不同介质条件下氢燃料电池的工作原理示意图。下列说法正确的是



13. 常温下, 用 0.1000 mol·L⁻¹ NaOH 溶液滴定 50.00 mL 0.1000 mol·L⁻¹ H₃PO₄ 溶液, 滴定曲线如图所示。下列说法错误的是
- A. 两种条件下 M 电极的电势均高于 N 电极
- B. 两种条件下电池的负极反应式均为 2NH₃-6e⁻=N₂+6H⁺
- C. 若将该电池用于金属表面镀银, 则 M 电极连接镀锌
- D. 当有 6 mol 电子发生转移时, 理论上消耗氢气的体积为 44.8 L



- A. b 点的产物为 NaH₂PO₄, 指示滴定至 c 点时, 可使用酚酞作指示剂
- B. b 点溶液中由水电离出的 c(H⁺)<1.0×10⁻⁷ mol·L⁻¹

C. 当 V(NaOH)=25.00 mL 时, 溶液中: c(H₃PO₄)>c(HPO₄²⁻)

D. c 点溶液中: c(Na⁺)+c(H⁺)=c(PO₄³⁻)+2c(HPO₄²⁻)+3c(H₂PO₄⁻)+4c(H₃PO₄)+c(OH⁻)

- 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. 科学家利用放射性材料 PuO₂ 作为发电能源为火星车供电。PuO₂ 中的 Pu 元素是 ²³⁸Pu, 其衰变方程为 ²³⁸Pu → ²³⁴U + ⁴He, 半衰期为 87.7 年。已知 ²³⁸Pu、²³⁴U、⁴He 原子核的质量分别为 m₁、m₂、m₃, 真空中的光速为 c, 关于该衰变, 下列说法正确的是

- A. 该衰变属于 β 衰变
- B. 经过 43.85 年, 有 $\frac{1}{4}$ 的 ²³⁸Pu 发生了衰变
- C. 一次衰变释放出的能量为 (m₁-m₂-m₃)c²
- D. ²³⁸Pu 的比结合能比 ²³⁴U 大

15. 一种新型汽车的自适应巡航 (ACC) 功能, 是利用激光雷达实时侦测与前车距离, 通过运算决定后续驾驶动作。某阶段后车与前车在同一平直车道向前行驶, 后车在匀速前进, 速度为 u=20 m/s, 前车在做匀变速运动, 从 t=0 时刻开始, 侦测到两车距离 d 与时刻 t 的对应关系如下表所示。下列说法正确的是



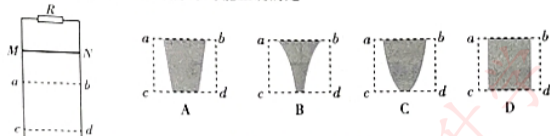
t/s	0	1	2	3	...
d/m	80	83	84	83	...

- A. t=0 时前车速度为 22 m/s
- B. t=4 s 时两车速度相等
- C. 前车加速度大小为 2 m/s²
- D. t=4 s 时两车距离为 82 m
16. 我国空间研究突飞猛进, “天宫”空间站在距地面约 400 公里的高空中心运行, 空间站与地面的通讯是由位于赤道上空 36 000 km 处静止轨道上的中继卫星——天链一号 03 星、04 星和天链二号 01 星来完成的, 利用卫星上的通信转发器接收、发射信号, 并对信号进行放大变频后转发给空间站或地面站, 从而完成信息传输。下列说法正确的是
- A. 三天链卫星运行的轨道都相同, 但运行速度大小不同
- B. 三天链卫星与“天宫”空间站相对静止
- C. 依据天链卫星周期可算出地球密度
- D. 天链卫星周期的平方与轨道半径三次方的比值与“天宫”空间站周期的平方与轨道半径三次方的比值相同
17. 重庆的立交桥不仅数量众多, 而且造型奇特, 因此被称为 3D 魔幻城市。对落差较大的道路, 建设螺旋立交可以有效保证车辆安全行驶。如图是同心圆螺旋的重庆红云路螺旋立交, 其上、下层桥梁平面位置重叠, 非常美观。下列说法正确的是



- A. 汽车螺旋上坡时, 受到牵引力、重力、弹力和向心力
- B. 桥梁设计成“外高内低”是为了加快路面排水, 增加车辆所受的摩擦力
- C. 螺旋上升的桥梁设计, 可以减小坡度, 减小重力沿桥面的分力, 保证车辆行驶安全
- D. 车辆沿“外高内低”的路面螺旋运动, 且不改变运动半径, 当速率增加时, 向心力一定变大, 所受摩擦力也一定变大

18. 如图所示，两平行光滑导轨竖直固定放置，导轨电阻不计，其上端接有定值电阻 R 。初始，一金属棒水平锁定在 MN 处，在 MN 下方的 $abcd$ 区间内存在有特殊边界的、与导轨平面垂直的匀强磁场。解除对金属棒的锁定后，金属棒自由下落，金属棒在通过磁场区域过程中恰好做匀加速直线运动。已知金属棒运动中始终垂直且接触良好，不计空气阻力。则 $abcd$ 内的磁场区域分布可能正确的是

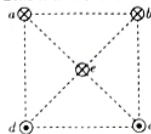


19. 如图所示，神舟系列载人飞船返回舱着陆时，需要打开巨大的减速伞进行减速。最后阶段，在返回舱拉着减速伞以收尾速度匀速竖直下降过程，减速伞所受阻力满足 $f = \frac{1}{2} C \rho S v^2$ ，

其中 C 为空气阻力系数（可视为定值）， ρ 为大气密度， S 为该减速伞迎风面积， v 为其运动速度。已知减速伞和返回舱质量分别为 m 、 M ，减速伞的 N 根伞绳均匀分布且每根伞绳与竖直轴线间的夹角均为 α ，重力加速度为 g 。返回舱自身所受空气阻力忽略不计。下列说法正确的是



- A. 返回舱匀速下降的速度大小 $v = \sqrt{\frac{2(m+M)g}{C\rho S}}$
 B. 每根伞绳承受的拉力大小 $F = \frac{(m+M)g}{N\cos\alpha}$
 C. 在减速伞迎风面积不变时，减速伞和返回舱的总质量越大，收尾速度越大
 D. 减速伞迎风面积越大，收尾速度越大
20. 如图所示， a 、 b 、 c 、 d 四根长直导线相互平行且水平固定，其截面在竖直面内构成正方形的四个顶点， a 、 b 、 c 、 d 导线中分别通入图示方向的电流且电流大小相等。长为 L 、质量为 m 的 e 导线平行于四根导线放置，其截面位于正方形的中心， e 导线中通入图示方向的电流且电流大小为 I ，此时 e 导线恰好静止在正方形的中心，重力加速度为 g 。现仅将 d 导线中的电流反向，则在 d 中电流反向后的瞬间，下列说法正确的是



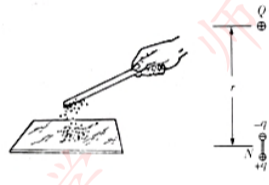
A. e 导线所受安培力为 $\frac{\sqrt{2}}{2}mg$ ，方向沿由 c 到 a 方向

B. e 导线所受安培力为 $\frac{\sqrt{2}}{4}mg$ ，方向沿由 a 到 c 方向

C. a 、 b 、 c 、 d 四根导线在正方形中心处的合磁感应强度大小为 $\frac{\sqrt{2}mg}{4IL}$ ，方向水平向左

D. a 、 b 、 c 、 d 四根导线在正方形中心处的合磁感应强度大小为 $\frac{\sqrt{2}mg}{2IL}$ ，方向沿由 b 到 d 方向

21. 带电体吸引轻小纸屑的过程，可以从原子尺度上抽象为如图所示的物理模型。周围没有电场时，纸屑原子的正、负电荷中心重合，电偶极矩为零。若在 M 处固定一个电荷量为 $+Q$ 的点电荷时，不带电的纸屑原子处于该点电荷形成的电场中， M 处的点电荷会吸引纸屑原子的电子云，排斥其中带正电的原子核，从而导致纸屑原子的正、负电荷分离，形成了电偶极子，分离的正、负电荷电量大小均为 q 、距离为 d 、连线的中点为 N 。已知 M 、 N 间的距离为 r ($r \gg d$)，分析时略去 $(\frac{d}{r})^n$ ($n \geq 2$) 项的影响。则对于该电偶极子，下列说法正确的是



- A. 仅使 Q 加倍，电偶极子所受的电场力也加倍
 B. 仅使 r 减半，电偶极子所受的电场力也加倍
 C. 仅使 d 减半，电偶极子所受的电场力也减半
 D. 仅使 r 逐渐减小时（仍满足 $r \gg d$ ），系统的电势能也逐渐减小

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. (6 分) 学习小组利用输液滴管和手机测量当地的重力加速度。将刻度尺竖直固定，输液针头固定在长刻度尺上方，调整好输液器，让染色水滴间隔均匀地滴下，水滴起始位置与刻度尺零刻度线齐平，用手机拍摄一段视频。

- (1) 利用视频解析软件得到，第 1 滴滴下的时刻 $t_1 = 1.00$ s，第 21 滴滴下的时刻 $t_2 = 5.00$ s，则相邻两滴滴下的时间间隔为 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ s。
 (2) 将视频截图放大处理，发现某一时刻相邻三个水滴的中心位置对应刻度尺的读数分别为 $h_1 = 0.211$ m、 $h_2 = 0.805$ m、 $h_3 = 1.785$ m，可测得当地的重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s^2 。
 (3) 经资料得知当地重力加速度的真实值为 $g = 9.80$ m/s^2 ，结合测得的数据，列举一条产生误差的原因： $\underline{\hspace{4cm}}$ 。

23. (9分) 为了测定电池组的电动势及内阻, 并研究电阻丝的导电特性, 实验小组设计了实验电路图如图1所示。要求测量结果尽量准确, 备选器材如下:

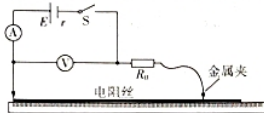


图1

待测电池组 (电动势 E 约为 3 V, 内阻 r 约为 2 Ω)

电阻丝 (长度约为 0.5 m, 总电阻约为 20 Ω)

电压表 V_1 (量程 0~3 V, 内阻很大)

电压表 V_2 (量程 0~15 V, 内阻很大)

电流表 (量程 0~0.6 A, 内阻 $R_A=1.0 \Omega$)

保护电阻 R_0

开关、金属夹及导线若干

主要实验步骤如下:

- ① 连接电路, 电阻丝平放在刻度尺上, 金属夹一端夹在刻度尺 0 刻度处, 另一端在电阻丝上移动, 两金属夹与电阻丝接触良好, 电阻丝接入电路的长度 L 可从刻度尺读出。
- ② 改变金属夹的位置, 记录多组 L 及对应的电压 U 和电流 I 的值。

- ③ 选择合适的标度, 在坐标纸上画出 $U-I$ 图像及 $\frac{U}{I}-L$ 图像如图 2 所示。

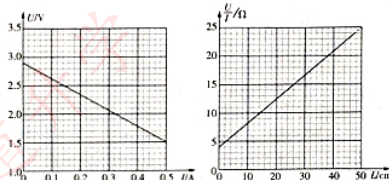
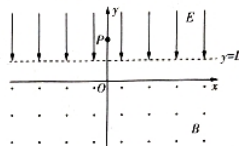


图2

请回答下列问题:

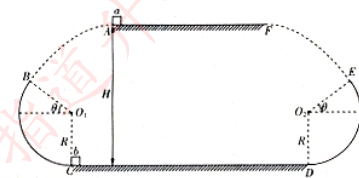
- (1) 电压表应选择 _____ (选填“ V_1 ”或“ V_2 ”)。
- (2) 保护电阻 R_0 的作用是保护 _____ (选填“电流表”或“电压表”)。
- (3) 根据 $U-I$ 图像可知, 测得的电池组的电动势 $E=$ _____ V, 内阻 $r=$ _____ Ω (内阻保留 2 位有效数字)。
- (4) 由 $\frac{U}{I}-L$ 图像可知, 电阻丝单位长度的阻值 $k=$ _____ Ω/m (保留 2 位有效数字)。
- (5) 若考虑电压表的内阻, 测得的电池组的电动势相比实际值 _____ (选填“偏大”“偏小”或“无误差”)。

24. (14分) 如图所示, xOy 平面内的第三、四象限中存在垂直纸面向外的匀强磁场, 在 $y>L$ ($L>0$) 区域存在沿 y 轴负方向的匀强电场。一个质量为 m 、电荷量为 $+q$ ($q>0$) 的粒子从 $P(0, 2L)$ 点由静止释放, 粒子第一次进入磁场的速度大小为 v , 第一次离开磁场的位置到 O 点的距离为 $4.5L$ 。不计粒子重力。



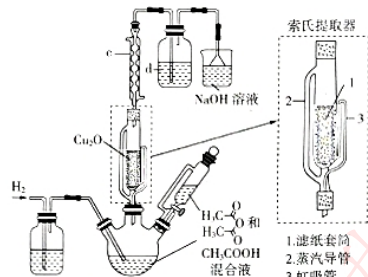
- (1) 求电场强度大小 E 与磁感应强度大小 B 的比值及粒子从 P 点释放到第一次离开磁场所用的时间 t ;
- (2) 若粒子在 P 处以速度 v_0 沿 x 轴正方向飞出, 粒子恰好沿一个封闭的轨道做周期性运动, 求速度 v_0 。

25. (18分) 如图所示, 水平地面 CD 的长度 $L=3.4$ m, 光滑竖直圆弧轨道 BC 、 DE 左、右对称固定且与水平地面分别在 C 、 D 点相切, 左、右两圆弧轨道的圆心 O_1 、 O_2 与其在圆心的最高点 B 、 E 连线斜向上, 且连线与水平方向的夹角均为 $\theta=37^\circ$ 。光滑水平平台 AF 距水平地面 CD 的竖直高度 $H=2$ m, AF 的中点与 CD 的中点位于同一竖直线上, 物块 b 静止在水平地面上的 C 点。物块 a 从平台的左端 A 点以某一速度水平抛出并恰好无碰撞地从轨道 BC 的 B 端沿切线方向进入轨道, 之后与物块 b 发生弹性正碰 (碰撞时间极短), 碰后立即撤去物块 a , 物块 b 从圆弧轨道 DE 飞出且恰好无碰撞地滑上平台 AF 。已知物块 b 与水平地面间的动摩擦因数为 $\mu=0.75$, 圆弧轨道半径 $R=0.75$ m, 两物块均可视为质点, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。求:



- (1) 物块 a 的初速度大小 v_0 ;
- (2) 整个过程中物块 b 在水平地面 CD 上运动的总路程; (保留 3 位有效数字)
- (3) 物块 a 、 b 的质量之比。

26. (14分) 醋酸亚铜(CH_3COOCu) 为透明叶状晶体, 难溶于乙醚, 遇空气易水解或被氧化, 可由氧化亚铜与醋酸酐的冰醋酸溶液在索氏提取器中制得。实验室利用 Cu_2O 制备醋酸亚铜的装置如图所示 (加热和夹持装置省略)。



实验时烧瓶中溶剂受热蒸发, 蒸汽沿蒸汽导管 2 上升至仪器 c, 冷凝后滴入滤纸套筒 1 中, 与 Cu_2O 粉末接触, 进行反应。反应液液面达到虹吸管 3 顶端时, 经虹吸管 3 返回烧瓶, 从而实现与 Cu_2O 的连续反应。

已知: 醋酸酐可吸水生成醋酸。

回答下列问题:

- (1) 仪器 c 的名称是_____, 仪器 d 中的试剂和作用分别是_____。
- (2) 在氢气的氛围下, Cu_2O 和冰醋酸反应逐渐转化为醋酸亚铜, 该过程中发生反应的化学方程式为_____。制备过程中醋酸酐的作用是_____。
- (3) 制备过程中不可选用明火直接加热, 原因是_____。
- (4) 冷却三颈烧瓶中的提取液, 有白色醋酸亚铜析出, 经抽滤、无水乙醚迅速洗涤、_____, 最终得到醋酸亚铜固体。

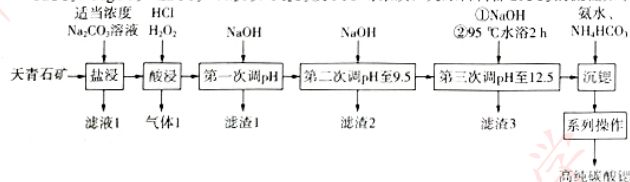
(5) 产品纯度的测定: 准确称取醋酸亚铜产品 $m \text{ g}$, 迅速溶于过量的 FeCl_3 溶液中得到 $V_1 \text{ mL}$ 待测液, 从中量取 $V_2 \text{ mL}$ 溶液于锥形瓶中, 加入 2 滴邻菲罗啉指示剂, 立即用 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸铈 $[\text{Ce}(\text{SO}_4)_2]$ 标准溶液滴定至终点, 消耗 $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液 $b \text{ mL}$ (已知: $\text{CH}_3\text{COOCu} + \text{Fe}^{3+} = \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+} + \text{CH}_3\text{COO}^-$, $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} = \text{Fe}^{3+} + \text{Ce}^{3+}$)。

① 产品中 CH_3COOCu 的质量分数为_____ (用代数式表示)。

② 下列有关滴定的说法错误的是_____ (填标号)。

- A. 未用标准溶液润洗滴定管会使测定结果偏低
- B. 滴定时要适当控制滴定速度
- C. 在接近滴定终点时, 使用“半滴操作”可提高滴定的准确度
- D. 滴定前滴定管尖嘴部分有气泡, 滴定后无气泡, 会使测定结果偏低

27. (15 分) SrCO_3 可用于生产纳米材料, 常温下, 以天青石矿 (主要成分为 SrSO_4 , 含少量 CaCO_3 、 MgCO_3 、 ZnCO_3 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 及 FeO 等杂质) 为原料制备 SrCO_3 的流程如下:

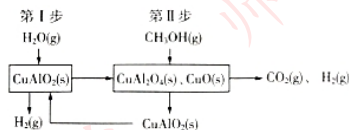


已知: ① $K_{sp}(\text{SrCO}_3) = 5.6 \times 10^{-10}$, $K_{sp}(\text{SrSO}_4) = 3.2 \times 10^{-7}$ 。

② 该工艺条件下, 有关金属离子开始沉淀和完全沉淀以及部分离子的氢氧化物开始溶解的 pH 见下表:

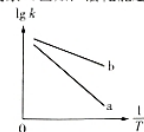
金属离子	Fe^{3+}	Al^{3+}	Zn^{2+}	Mg^{2+}
开始沉淀的 $\text{pH}(c=1 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$	2.1	4.2	6.0	10.4
完全沉淀的 $\text{pH}(c=1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$	4.1	5.2	8.0	12.4
氢氧化物沉淀开始溶解的 pH	—	7.8	10.05	—

- (1) “盐浸”时, 为了提高铈的浸取率可以采取的措施是_____ (写一条即可), 采用适当浓度 Na_2CO_3 溶液盐浸的目的是_____ (用离子方程式表示)。
 - (2) “酸浸”时加入 H_2O_2 的目的是_____ (用离子方程式表示)。
 - (3) “第一次调 pH”时, 需要调 pH 的范围是_____, 当 Al^{3+} 刚好完全沉淀时, 溶液中 Fe^{3+} 的浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
 - (4) “第三次调 pH 至 12.5”后, 需对反应液在 95°C 水浴中加热, 并趁热过滤出“滤渣 3”, 趁热过滤的目的是_____。
 - (5) “沉铈”时, 主要反应的离子方程式为_____。
 - (6) “系列操作”包括_____ (填操作名称)。
28. (14 分) 氢气在精细化工、航空航天等方面有着广泛的应用。我国开发了最新的甲醇催化制氢技术, 发生反应: $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +49 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 其反应原理如图所示:



回答下列问题:

- (1) 若第 I 步反应生成 1 mol H_2 , 放出热量 $Q \text{ kJ}$, 则第 II 步反应的热化学方程式为_____。
- (2) 一定温度范围内, 在两种不同催化剂 a、b 存在时, 甲醇制氢反应的速率常数 (k) 与温度 (T) 存在如图变化关系 (已知: 活化能越大, 相应的速率常数越小)。



- (3) 两种不同催化剂存在时, 正反应活化能的大小为 $E(\text{a})$ _____ $E(\text{b})$ (填“>”“=”或“<”)。
- (3) 已知上述制氢过程中存在副反应: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 将 $n(\text{CH}_3\text{OH}) : n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{N}_2) = 1 : 1 : 3$ 的混合气体充入某恒温、恒容的密闭容器中 (已知: N_2 不参与反应), 初始压强为 100 kPa , 发生甲醇制氢反应和副反应, 达平衡时容器内的压强为 132 kPa , CO_2 分压为 12 kPa 。
- ① H_2O 的平衡转化率为_____。
- ② 用分压表示甲醇制氢反应的平衡常数 $K_p =$ _____ kPa^2 (列出计算式即可)。
- ③ 若初始时容器中未通入 N_2 , $n(\text{CH}_3\text{OH}) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 1$, 初始压强仍为 100 kPa , 则 H_2O 的平衡转化率_____ (填“增大”“减小”或“不变”), 原因是_____。

- (4) 甲醇在三种催化剂(i、ii、iii)上的电氧化过程同时存在反应①($\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO}_2$)和反应②($\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{HCOOH}$)两种电极反应,各自决速步的活化能如下表。

反应序号	催化剂i决速步活化能/eV	催化剂ii决速步活化能/eV	催化剂iii决速步活化能/eV
反应①	0.58	0.04	0.35
反应②	0.02	0.56	0.32

电氧化过程中甲醇应在_____(填“阳极”或“阴极”)发生反应,三种催化剂中对反应①的催化活性最强的是_____(填“i”“ii”或“iii”,下同),对反应①和反应②的选择性都较低的催化剂是_____。

29. (10分)植物光形态建成的重要特征是去黄化,在黑暗中生长的植物表现为缺乏叶绿素,转移到光照条件下植株变绿。图1为光反应过程的简化示意图。回答下列问题:

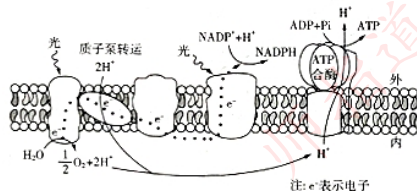


图1

- (1) 图1所示生物膜为_____。据图1分析,该膜上合成ATP的过程依赖于膜两侧的 H^+ 浓度差,该浓度差的形成与_____和_____等过程有关。
- (2) 去黄化与光敏色素有关,光敏色素基因家族包括 phyA 和 phyB 等。研究人员以野生型(WT)、 phyA 缺失突变体、 phyB 缺失突变体和 phyAphyB 双缺失突变体水稻为材料进行了相关实验,结果如图2所示。

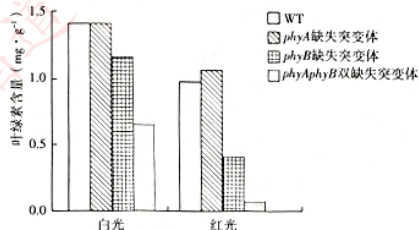


图2

- ①根据实验数据分析,_____(填“ phyA ”或“ phyB ”)基因在叶绿素合成中的调控作用更强。

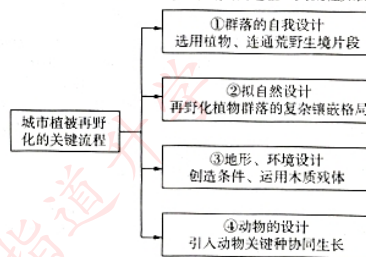
- ②比较红光和白光下的叶绿素含量,可发现四组水稻的叶绿素含量均表现为红光条件下明显低于相应白光条件。从光质的角度分析,原因可能是_____。

30. (10分)以下为科研人员利用小鼠做的2个实验:

实验1:摘除成年小鼠的胸腺对该小鼠健康没有明显影响,但对新生小鼠进行胸腺切除手术,新生小鼠出现严重感染并伴随着大量死亡,不考虑手术本身和手术感染对小鼠死亡的影响。

实验2:对出生3天的小鼠进行胸腺切除,小鼠会出现各种自身免疫疫病,而对出生7天的小鼠进行胸腺切除却没有观察到这种现象。经检测发现,从小鼠出生3天后开始,在正常小鼠体内有一种 $\text{CD}25^+$ T细胞,若在出生后第3天将胸腺切除,将无法检测到该种T细胞。回答下列问题:

- (1) 胸腺是_____细胞分化、发育、成熟的场所。实验1说明该细胞的成熟主要发生在_____ (填“成年前”或“成年后”)。
- (2) 根据实验2,请推测 $\text{CD}25^+$ T细胞在机体中的功能是_____。为了验证此功能,可从以下材料中进行选择并设计实验:生理状态相同的健康雄性小鼠、患自身免疫疫病的小鼠、抗 $\text{CD}25^+$ T细胞的抗体、生理盐水等。简要写出实验思路和预期实验结果。
31. (9分)城市荒野指城市中未遭受人类活动干扰而由自然主导的区域。外来物种入侵、人类活动等导致城市荒野不断缩减,再野化旨在减少人为干预,通过生态修复使生物群落呈现近荒野状态。城市植被再野化是重建城市荒野的关键途径,其流程如图所示。回答下列问题:



- (1) 城市植被再野化的过程发生了群落的_____演替。植物群落的再野化为动物关键种的引入提供了_____。
- (2) 从保护生物多样性方面分析,①过程连通荒野生境片段的目的是_____。②过程中,可将不同种植物分别集群种植形成集群分布格局,从种间关系角度分析,这有利于_____ (答出一点)。
- (3) 生态平衡是指生态系统的结构和功能处于相对稳定的一种状态。从促进生态平衡角度分析,重建城市荒野生境的意義是_____。

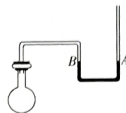
32. (10分) 某二倍体动物的毛色有黑色、黄色和白色三种颜色，受独立遗传的两对等位基因(B、b和D、d)控制。已知D、d基因位于X染色体上，与该动物毛色素的合成有关(D控制合成黑色色素，d控制合成黄色色素)，B、b中的某个基因可使与毛色素形成有关的酶失活而使毛色呈现白色。研究人员选择若干黑毛雌性个体和纯合白毛雄性个体进行杂交实验，结果如表所示。回答下列问题：

	雌性	雄性
亲本	黑毛	白毛
子代	黑毛：白毛=1：1	黑毛：黄毛：白毛=3：1：4

- (1) 从基因结构上分析，基因D与d的根本区别是_____。
 (2) 导致与毛色素形成有关的酶失活的基因是_____。雌性亲本的基因型是_____。
 (3) 欲通过一次杂交实验判断子代中某白毛雌性个体的基因型，请利用表中个体设计简便的杂交实验，写出实验思路 and 预期实验结果。
- (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)

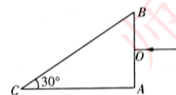
- (1) (5分) 关于热现象下列说法正确的是_____ (填正确答案标号。选对1个得2分，选对2个得4分，选对3个得5分。每选错1个扣3分，最低得分为0分)。
- A. 浸润和不浸润是分子力作用的表现，如果附着层内分子间的距离小于液体内部分子间的距离，这样的液体与固体之间表现为浸润
 B. 空气的绝对湿度不变时，随着温度的升高，空气的饱和水汽压增大，空气的相对湿度也增大
 C. 空气中PM2.5的布朗运动是由于空气分子无规则运动对它频繁地碰撞所引起的
 D. 密封在容积不变的容器内的气体，若温度升高，则气体分子对器壁单位面积上的平均作用力增大，压强增大
 E. 可以实现通过对外做功把机械能全部转化为内能，也可以实现从单一热源吸收热量，使之完全用来对外做功，而不会引起其他的变化
- (2) (10分) 如图所示，用带有玻璃管的橡皮塞将烧瓶口封闭，玻璃管的内径粗细相同，管的一端与烧瓶相通，另一端与大气相通，在玻璃管的U形管内有一段水银柱，初始环境温度为285 K，U形管左、右两侧B处、A处的水银液面相平，烧瓶内和烧瓶口与B处间封闭气体的总体积为 $V_0=20\text{ mL}$ 。现将烧瓶浸入热水中，稳定后U形管左、右两侧的水银液面高度差为4 cm。已知玻璃管内径的横截面积为 0.2 cm^2 ，大气压强为76 cmHg，整个过程中，U形管的左、右两侧均保持竖直，U形管左侧始终存在水银，右侧水银没有溢出，求：



- (i) 此时烧瓶内气体的热力学温度；
 (ii) 在(i)中温度下，若要使左侧管中的水银液面仍回到B处，请问U形管右侧需要另外注入水银的体积为多少？

34. [物理——选修3-4] (15分)

- (1) (5分) 关于振动和波，下列说法中正确的是_____ (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. 增大单摆的摆长，减小摆球的质量，单摆的周期一定变大
 B. 机械波能在液体中传播是因为液体能流动
 C. 火车鸣笛减速靠近站台上的旅客，旅客耳中接收到的鸣笛声频率变高
 D. 不同频率的声波在同一种介质中传播速度相同
 E. 爆炸的声波破坏力巨大，一定是因为物体和声波发生了共振
- (2) (10分) 由透明玻璃材料制成的三棱柱工件如图所示，其截面ABC为直角三角形， $\angle ACB=30^\circ$ 。现有一条垂直AB边的单色光从AB中点O射入工件，到达BC边发生全反射，最后从AC边射出，出射光线相对从O处入射的光线方向改变 45° 角。已知 $AO=L$ ，不考虑光在AC边的反射，求：



- (i) 此玻璃材料对该单色光的折射率；
 (ii) 该单色光在三棱柱中的传播时间。

35. [化学——选修3：物质结构与性质] (15分)

CdS、ZnS等硫化物与 TiO_2 、 SnO_2 、ZnO等进行复合，可以得到性能很好的复合半导体光催化剂。回答下列问题：

- (1) Sn与C同主族，基态Sn原子的价层电子排布式为_____，基态Ti原子核外电子有_____种空间运动状态， Zn^{2+} 核外未成对电子数为_____，ZnS、ZnO中各元素的电负性由大到小的顺序为_____。
- (2) 许多具有 $\text{—C}\equiv\text{N—}$ 结构的分子及其硼配合物是较好的荧光材料，在光学探针、有机发光二极管等领域受到广泛关注。某两种含这种结构的分子如图1、图2所示。

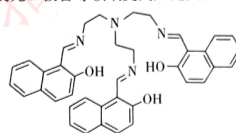


图1

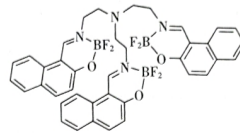
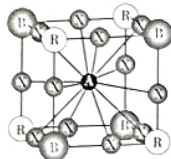


图2

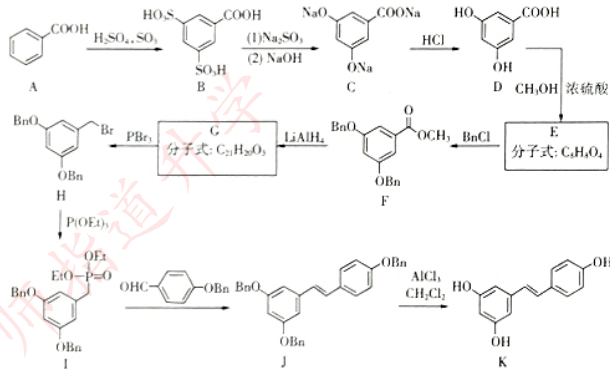
图1中C原子的杂化方式为_____；图2中N原子会和B原子形成配位键，成键时_____ (填元素符号) 原子提供空轨道。

- (3) N、O、F 三种元素的第一电离能由大到小的顺序为_____ (填元素符号), 解释其原因:_____。
- (4) 钾冰晶石型晶体是一类新型的无机闪烁体, 在核安全以及国土安全检查方面有重要的应用。如图是一种钾冰晶石型无机闪烁体的晶胞结构, 属于立方晶系, 其中 A 位是 Cs^+ 、B 位是 Li^+ 、R 位是正三价的 Y (钇), X 位是 Cl^- 。



- ① 该晶体的化学式为_____。
- ② 若晶胞参数为 $a \text{ nm}$, 该晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式, 阿伏加德罗常数的值为 N_A)。
36. [化学——选修 5: 有机化学基础] (15 分)

白藜芦醇 (化合物 K) 有抗氧化、抗炎及保护心血管等作用, 以下是一种合成白藜芦醇的路线:



已知: $\text{Et} = -\text{CH}_2\text{CH}_3$, $\text{Bn} = \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-$ 。

- (1) A 的化学名称是_____; B 的分子式为_____。
- (2) D 生成 E 的化学方程式为_____。
- (3) E 生成 F 的反应类型为_____。

- (4) G 的结构简式为_____。
- (5) H 中官能团的名称是_____。
- (6) 满足下列条件的 E 的同分异构体有_____种 (不考虑立体异构):

- ① 苯环上有 3 个取代基, 其中 2 个为羟基;
- ② 官能团种类和数目与 E 相同。

其中, 核磁共振氢谱显示 4 组峰, 且峰面积比为 3:2:2:1 的同分异构体结构简式为_____ (任写一种)。

37. [生物——选修 1: 生物技术实践] (15 分)

“绿蚁新醅酒, 红泥小火炉。晚来天欲雪, 能饮一杯无?” 诗中提及的“新醅酒”是新酿制的米酒。人们通常利用糯米为原料发酵形成米酒, 米酒还可以进一步发酵形成米醋。回答下列问题:

- (1) 用于米酒发酵的酵母菌的呼吸类型是_____, 其与米醋发酵所用微生物在结构上的最主要的区别是_____。
- (2) 科研人员欲纯化出高品质的酵母菌用于米酒发酵, 常用的两种接种方法为_____。纯化培养酵母菌时, 培养基中营养物质浓度过高或过低对微生物的生长均不利, 原因是_____。
- (3) 米酒发酵结束后, 欲利用米酒继续酿制米醋, 需要改变的环境条件有_____和_____。
- (4) 米酒和米醋发酵过程中, 两种微生物都可以产生相关的酶参与反应。将相对分子质量不同的酶进行分离时, 常用的有效方法是_____。

38. [生物——选修 3: 现代生物科技专题] (15 分)

固氮微生物体内含有固氮酶, 而 *nifH* 基因是合成固氮酶的关键基因。科研人员欲通过将 *nifH* 基因导入水稻根际微生物中, 使这些微生物能在水稻根系处固氮, 从而提高水稻产量。回答下列问题:

- (1) 科研人员采用了 PCR 技术快速扩增 *nifH* 基因, 该技术的原理是_____, 该反应体系中需要加入_____种引物, 加入的引物需要满足的条件是_____。
- (2) 通过基因测序发现, 克隆到的 *nifH* 基因与数据库中的 *nifH* 基因的编码序列有两个碱基对不同, 但两者编码出的固氮酶的氨基酸序列相同, 这是因为_____。
- (3) 构建基因表达载体是基因工程的关键步骤, 该步骤所用的主要工具酶为_____。将目的基因导入水稻根际微生物后, 还需要进行目的基因的检测与鉴定。欲从个体水平上进行鉴定, 可将该微生物培养在_____的培养基中, 观察其生长情况。
- (4) 与没有转基因固氮根际微生物的水稻种植相比, 有转基因固氮根际微生物的水稻种植的优点是_____ (答出 2 点即可)。

2024 届高三 5 月大联考（全国甲卷）

理综生物·全解全析及评分标准

阅卷注意事项：

1. 阅卷前请各学科教研组长，组织本学科改卷老师开会，强调改卷纪律，统一标准。
2. 请老师改卷前务必先做一遍试题，了解自己所改试题的答案、评分细则、答题角度后，再开始改卷。
3. 请老师认真批阅，不可出现错改、漏改现象，如果不小心漏改或错改了，可以点击 [回评](#) 按钮重评。
4. 成绩发布后，如果有学校反馈错评乱评，平台定位阅卷老师，进行通报批评。
5. 根据学生答题的关键词，结合评分细则，意思相近或合理均给分。
6. 阅卷平台出现的相关问题，如果刷新页面重新登录未能解决，请将问题反馈给学校负责技术的老师（或考试负责人），由其统一在技术 QQ 群里反馈问题并协助解决。

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

1. A 【解析】泛素属于多肽，其氮元素主要存在于“—CO—NH—”中，A 错误；泛素属于多肽，可与双缩脲试剂发生作用，产生紫色反应，B 正确；错误折叠的蛋白质可能通过泛素标记途径降解，C 正确；由题干信息“待降解的蛋白质被泛素标记后，可以被蛋白酶识别，进而被降解成短肽”推知，泛素标记途径可以调节蛋白质的种类和数量，D 正确。
2. C 【解析】一次性施肥过多会导致土壤溶液浓度高于根细胞细胞液浓度，根细胞失水，水分子进出细胞是被动运输，A 正确；甘油属于脂溶性物质，可以通过自由扩散进入小肠绒毛上皮细胞，B 正确；除主动运输外，人体组织细胞还可以通过协助扩散的方式从内环境中吸收离子，如神经细胞可以通过协助扩散的方式从内环境中吸收 Na^+ ，C 错误；抗体是大分子，通过胞吞方式进入细胞，该过程需要消耗能量，D 正确。
3. B 【解析】动物在冬眠期呼吸频率下降，细胞呼吸会减弱，产热减少，体温下降，A 正确；动物体内，调控体温的中枢位于下丘脑，调控呼吸活动的中枢位于脑干，B 错误；冬眠期动物体内抗利尿激素浓度降低，说明由下丘脑合成并由垂体释放抗利尿激素的活动减弱，C 正确；在冬季，食物减少，温度较低，冬眠有利于某些动物适应寒冷等不利条件，D 正确。
4. C 【解析】科学家用荧光染料分别标记小鼠细胞表面的蛋白质和人细胞表面的蛋白质，将两种细胞融合，证明了细胞膜具有流动性，该实验未利用同位素标记法，A 错误；证明 DNA 的半保留复制实验运用了密度梯度离心法，而不是差速离心法，B 错误；常通过绘制种群数量增长曲线研究种群数量的变化规律，属

于建立数学模型，C 正确；探究土壤微生物的分解作用实验中，实验组需进行处理，以排除土壤微生物的作用，对照组不做处理，两组之间属于对照实验，该实验没有采用对比实验这一方法，D 错误。

5. B 【解析】动物甲、动物乙的 K 值均未知，无法判断 t_1 前动物甲的种群数量是否多于动物乙，A 错误； t_1 前， K/N 在减小，动物乙的种群数量在增加， t_1 后， K/N 仍在减小，动物乙的种群数量仍然在增加，故 t_1 时动物乙的年龄结构为增长型，B 正确； t_1 后动物甲的 K/N 仍然在减小，种群数量仍然在增加，C 错误； K 表示环境容纳量，食物的多少、栖息空间的大小、气候等均会影响 K 值的大小，D 错误。

6. D 【解析】由于这两对等位基因位于一对同源染色体上，所以这两对等位基因的遗传不遵循基因的自由组合定律，A 正确；母本的 9 号染色体上带有其他非同源染色体的片段，这属于染色体结构变异中的易位，B 正确；子代少量一定比例的有色淀粉质及无色蜡质的出现，说明亲代产生了基因型为 AD 和 ad 的两种重组型配子，最可能的原因是母本在减数分裂时，含 d 的染色体片段和含 D 的染色体片段（或含 A 的染色体片段和含 a 的染色体片段）发生了交叉互换，两种重组型配子与基因型为 ad 的雄配子结合，产生了基因型为 AaDd 的有色淀粉质和基因型为 aadd 的无色蜡质，C 正确、D 错误。

29. （10 分）

（1）类囊体薄膜（2 分） 质子泵转运 H^+ （2 分） NADPH（或[H]）的形成（2 分）（后两个空顺序可颠倒）

（2）① *phyB*（2 分）

②除红光外，白光中的其他光质也能够调节叶绿素的含量（合理即可，2 分）

【解析】（1）图中有水的光解、ATP 的生成和 NADPH（或[H]）的合成过程，是光合作用的光反应过程，光反应发生在叶绿体的类囊体薄膜上，因此图示生物膜为类囊体薄膜。ATP 合酶的活动依赖于膜两侧的 H^+ 浓度差，膜内侧因水的光解产生 H^+ ，通过质子泵向膜内转运 H^+ 导致膜内 H^+ 浓度高；而膜外因 H^+ 参与合成 NADPH 被消耗，使膜外 H^+ 浓度降低。因此水的光解、质子泵转运 H^+ 以及 NADPH 的形成共同维持了膜两侧的 H^+ 浓度梯度。

（2）①不论是在白光还是红光照射下，水稻野生型和 *phyA* 缺失突变体中的叶绿素含量差别不大，而 *phyB* 缺失突变体水稻中叶绿素含量明显较野生型低。由此可知 *phyB* 基因在叶绿素合成中的调控作用更强。

②白光是复合光，四组水稻的叶绿素含量均表现为红光条件明显低于白光条件，原因可能是，除红光外，白光中的其他光质也能够调节叶绿素的含量。

30. （10 分）

（1）T（2 分） 成年前（2 分）

（2）抑制免疫系统攻击自身成分（合理即可，2 分） 实验思路：将生理状态相同的健康雄性小鼠随机均分为甲、乙两组，甲组注射适量的抗 CD25⁺T 细胞的抗体，乙组注射等量的生理盐水，在相同且

适宜的条件下培养，一段时间后，观察其是否患自身免疫病（3分）。预期实验结果：甲组小鼠出现自身免疫病，乙组小鼠未出现自身免疫病（1分）。（其他答案合理也给分，共4分）

【解析】（1）胸腺是T细胞分化、发育、成熟的场所；实验1中的对照实验说明T细胞的成熟主要发生在成年前。

（2）实验2说明，缺乏CD25⁺T细胞会导致自身免疫病的发生，因此可推测CD25⁺T细胞的功能为抑制免疫系统攻击自身成分。由提供的实验材料分析，可通过对照实验来验证CD25⁺T细胞的功能，具体操作为将生理状态相同的健康雄性小鼠随机均分为甲、乙两组，甲组注射适量的抗CD25⁺T细胞的抗体，乙组注射等量的生理盐水，在相同且适宜的条件下培养，一段时间后，观察其是否患自身免疫病。由于是验证性实验，所以结果是唯一的，即对照组不患自身免疫病，实验组患自身免疫病。

31. （9分）

（1）次生（1分） 栖息空间和食物条件（2分）

（2）促进生物在荒野之间扩散与基因交流，提高遗传多样性（合理即可，2分） 减少不同种群之间的竞争，进而快速形成优势种群（合理即可，2分）

（3）可提高物种丰富度，使该生态系统中的食物链和食物网更复杂，生态系统的功能增强，抵抗外界干扰的能力增强，有利于维持城市的生态平衡（合理即可，2分）

【解析】（1）城市植被再野化的过程是通过生态修复使生物群落呈现近荒野状态，该过程发生了群落的次生演替，植物群落的再野化为动物关键种的引入提供了栖息空间和食物条件。

（2）从保护生物多样性方面分析，①过程连通荒野生境片段可以将碎片化的栖息地连起来，促进生物在荒野之间扩散与基因交流，提高遗传多样性；②过程中，将不同种植物分别集群种植形成集群分布格局，从种间关系角度分析，有利于减少不同种群之间的竞争，进而快速形成优势种群。

（3）从促进生态平衡角度分析，重建城市荒野生境可以提高物种丰富度，使该生态系统中的食物链和食物网更复杂，生态系统的功能增强，抵抗外界干扰的能力增强，有利于维持城市的生态平衡。

32. （10分）

（1）碱基（对）的排列顺序不同（2分）

（2）b（2分） BbX^DX^D、BbX^DX^d（2分）

（3）实验思路：让该白毛雌性个体与子代中的黑毛（或黄毛）雄性个体杂交，观察后代的表现型（2分）。预期实验结果：若后代只表现出黑毛和白毛，则该白毛雌性个体的基因型为bbX^DX^D；若后代表现出黑毛、白毛、黄毛三种颜色，则该白毛雌性个体的基因型为bbX^DX^d（2分）。（合理即可，共4分）

【解析】（1）基因D与d的根本区别是它们的碱基（对）的排列顺序不同。

（2）分析题表可知，子代中（黑毛+黄毛）：白毛=1：1，由于雄性是纯合的，所以亲本关于B、b的基

因型是雌性为Bb，雄性为bb，因此导致与毛色色素形成有关的酶失活的基因是b。由于D、d基因位于X染色体上，与该动物毛色色素的合成有关，亲本雌性为黑毛，子代雄性出现黄毛，所以亲本雌性的基因型中有BbX^DX^d，又由于亲本雄性为纯合白毛个体，子代雌性个体黑毛：白毛=1：1，所以，亲本雄性的基因型为bbX^DY。若亲本雌性只有一种基因型，则子代雄性中，黑毛：黄毛=1：1，而实验结果为黑毛：黄毛=3：1，因此亲本雌性的基因型有两种：BbX^DX^D、BbX^DX^d，各占1/2。

(3) 子代中白毛雌性个体的基因型为bbX^DX^D、bbX^DX^d，欲通过一次杂交实验确定某白毛雌性个体的基因型，可让该白毛雌性个体与子代中的黑毛（或黄毛）雄性个体杂交，观察后代的表现型。若后代中只表现出黑毛和白毛，则该白毛雌性个体的基因型为bbX^DX^D；若后代表现出黑毛、白毛、黄毛三种颜色，则该白毛雌性个体的基因型为bbX^DX^d。

37. (15 分)

(1) 兼性厌氧 (1 分) 酵母菌具有以核膜为界限的细胞核 (2 分)

(2) 平板划线法、稀释涂布平板法 (2 分) 培养基中营养物质浓度过高时，可能导致微生物渗透失水，生长受抑制；浓度过低，则不能满足微生物生长的需要 (合理即可，4 分)

(3) 提高温度 (至 30~35 °C) (2 分) 提供氧气 (或通入无菌空气) (2 分) (两空顺序可颠倒)

(4) 凝胶色谱法 (2 分)

【解析】(1) 从呼吸类型上分析，酵母菌是兼性厌氧型微生物。米醋发酵所用的微生物是醋酸菌，是原核生物，酵母菌是真核生物。原核生物和真核生物在结构上的最大区别是，真核生物具有以核膜为界限的细胞核。

(2) 微生物接种时，常用的方法是平板划线法和稀释涂布平板法。纯化培养酵母菌时，培养基中营养物质浓度过高，可能导致微生物渗透失水，对微生物的生长起抑制作用；浓度过低，则不能满足微生物生长的需要，因此培养基中营养物质浓度过高或过低对微生物的生长均不利。

(3) 米酒发酵时，主要利用的是酵母菌的无氧呼吸，发酵温度为 18~25 °C；米醋发酵时，利用的是醋酸菌的有氧呼吸，发酵温度为 30~35 °C，因此利用米酒继续发酵酿制米醋，需要提高温度，还需要提供氧气 (或通入无菌空气)。

(4) 根据相对分子质量的大小分离蛋白质的常用方法是凝胶色谱法。

38. (15 分)

(1) DNA 双链复制 (答“DNA 复制”或“DNA 半保留复制”均给分，2 分) 2 (2 分) 两种引物分别与 *nifH* 基因两条模板链上的一段碱基序列互补配对、引物自身或两种引物之间不存在碱基互补配对序列 (答出一点给 1 分，答全给 3 分，共 3 分)

(2) 密码子具有简并性 (2 分)

(3) 限制性核酸内切酶（限制酶）、DNA 连接酶（2 分） 不含氮（2 分）

(4) 减少氮肥的使用、降低生产成本、减少环境污染等（合理即可，答出一点给 1 分，共 2 分）

【解析】(1) 科研人员采用了 PCR 技术快速扩增 *nifH* 基因，PCR（多聚酶链式反应）属于体外 DNA 复制技术，其原理是 DNA 双链复制；该技术的反应体系中需要加入引物，引物的作用是目的基因模板链结合，故引物需要与目的基因两条模板链上的一段碱基互补配对，即需要 2 种引物；设计的两种引物自身或两种引物之间不能存在碱基互补配对序列，以免发生错误的碱基互补配对。

(2) 由于密码子具有简并性，所以克隆到的 *nifH* 基因与数据库中的 *nifH* 基因的编码序列即使有两个碱基对不同，仍然可以编码出氨基酸序列相同的固氮酶。

(3) 构建基因表达载体时，需要利用限制性核酸内切酶（限制酶）对目的基因和质粒分别切割，还需要利用 DNA 连接酶对二者进行连接。欲从个体水平上进行鉴定，可将该微生物培养在不含氮的培养基中，若能正常生长，则其具有固氮能力，若不能生长，则其不具有固氮能力。

(4) 与没有转基因固氮根际微生物的水稻种植相比，有转基因固氮根际微生物的水稻种植的优点是，有利于减少氮肥等化学肥料的使用，降低了生产成本，同时减少了环境污染。

阅卷注意事项:

1. 阅卷前请学科教研组长组织改卷老师开会, 强调改卷纪律, 统一标准。
2. 请老师改卷前务必先做一遍试题, 了解自己所改试题的答案、评分细则、答题角度后, 再开始改卷。
3. 请老师认真批阅, 不可出现漏改、错改现象, 如果不小心漏改或错改了, 可以点击 [回评](#) 按钮重评。
4. 成绩发布后, 如果有学校反馈错评、乱评, 平台定位阅卷老师, 情况属实的将进行通报批评。
5. 化学主观题若学生答出不同于所给参考答案和评分标准里的其他要点, 且符合题目要求, 均可灵活给分。
6. 阅卷平台出现的相关问题, 如果刷新页面重新登录未能解决, 请将问题反馈给学校负责技术的老师 (或考试负责人), 由其统一在技术 QQ 群里反馈问题并协助解决。

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

7. B 【解析】 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 中的 Cu^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 OH^- 均是常温下的稳定离子, 均不易被氧化, A 项正确; “焚炼”过程中碳酸钙分解为氧化钙和二氧化碳, 石灰未发生氧化还原反应, B 项错误; “相激火生”过程中 KNO_3 发生爆炸, 发生了氧化还原反应, C 项正确; 柳絮的主要化学成分是纤维素, D 项正确。
8. D 【解析】X 的分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_3$, A 项错误; Y 中的苯环与碳碳双键均可以与 H_2 加成, 故 1 mol Y 最多能与 4 mol H_2 发生加成反应, B 项错误; X 含有的官能团为羟基、酯基, C 项错误; α -苯基丙烯酸分子中的苯环、羧基均能发生取代反应, 碳碳双键能发生氧化反应, D 项正确。
9. B 【解析】 Na_2O_2 和 Na_2S 的摩尔质量相等, 均为 $78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 39 g 混合物的物质的量为 0.5 mol, 含有 1.5 mol 离子, A 项错误; 162.5 g FeCl_3 的物质的量为 1 mol, 但是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子是集合体, 所以胶粒的数目小于 FeCl_3 中 Fe^{3+} 的数目, B 项正确; 异丁烯的结构简式为 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$, 0.5 mol 异丁烯分子中共用电子对 (双键为 2 对) 的数目为 $6N_A$, C 项错误; NO 和 O_2 发生反应: $\text{O}_2 + 2\text{NO} = 2\text{NO}_2$, 生成的 NO_2 又会发生反应: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 体系中分子总数小于 N_A , D 项错误。
10. A 【解析】 AgBr 转化为 Ag_2S 沉淀, 能表明 Ag_2S 的溶解度比 AgBr 的更小, A 项正确; NaClO 溶液会使 pH 试纸褪色, 不能测出 NaClO 溶液的 pH, B 项错误; 中和反应反应热测定实验需要酸碱尽快反应, 避免热量损失, 而酸碱中和滴定实验需要酸碱缓慢反应, 两个实验不能一起完成, C 项错误; 混合液冷却后需要加入碱中和过量的酸, 然后再加入银氨溶液, D 项错误。
11. C 【解析】由题意可推知 X 为 H, Y 为 O, Z 为 Na, W 为 Cl。O 的非金属性在同主族元素中最强, 简单氢化物的稳定性最强, A 项正确; Y 与 Z 可能形成 Na_2O 、 Na_2O_2 , Na_2O_2 中含有共价键和离子键, B 项正确; 简单离子半径: $\text{Cl}^- > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{H}^+$, C 项错误; X、Y 两种元素组成的含 18 电子的分子为 H_2O_2 , 能与酸性高锰酸钾溶液反应使之褪色, D 项正确。

12. C 【解析】两种不同介质条件下，电子移动的方向均为由 M 电极到 N 电极，故 M 电极为负极，N 电极为正极，N 电极的电势均高于 M 电极，A 项错误；图 1 中负极反应式为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- = 2\text{H}^+$ ，图 2 中负极反应式为 $\text{H}_2 + \text{O}^{2-} - 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，B 项错误；该电池用于金属表面镀银时，镀件为阴极，与电池的负极相连，即 M 电极连接镀件，C 项正确；当有 6 mol 电子发生转移时，理论上消耗氨气 2 mol，但未指明气体是否处于标准状况，无法计算气体体积，D 项错误。

13. D 【解析】b 点时加入 50 mL NaOH 溶液，产物为 NaH_2PO_4 ，c 点时加入 100 mL NaOH 溶液，产物为 Na_2HPO_4 ，溶液 pH 为 9.5 左右，呈碱性，指示滴定至 c 点时，可使用酚酞作指示剂，A 项正确；由图可知， NaH_2PO_4 溶液显酸性， H_2PO_4^- 的电离程度大于其水解程度，故 b 点溶液中由水电离出的 $c(\text{H}^+) < 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，B 项正确； $V(\text{NaOH}) = 25.00 \text{ mL}$ 时，溶质的组成为等物质的量的 H_3PO_4 与 NaH_2PO_4 ， HPO_4^{2-} 主要来源于 H_2PO_4^- 的电离，是微弱的，故溶液中 $c(\text{H}_3\text{PO}_4) > c(\text{HPO}_4^{2-})$ ，C 项正确；c 点溶质为 Na_2HPO_4 ，存在质子守恒： $c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 2c(\text{H}_3\text{PO}_4) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{PO}_4^{3-})$ ，元素守恒： $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{PO}_4^{3-}) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + 2c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 2c(\text{H}_3\text{PO}_4)$ ，两式联立后得到： $c(\text{Na}^+) + c(\text{OH}^-) = c(\text{PO}_4^{3-}) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + 3c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 4c(\text{H}_3\text{PO}_4) + c(\text{H}^+)$ ，已知 c 点溶液呈碱性， $c(\text{H}^+) \neq c(\text{OH}^-)$ ，D 项错误。

26. (14 分)

(1) 球形冷凝管 (1 分) 浓硫酸；防止 NaOH 溶液中的水进入反应器中 (2 分，试剂 1 分，作用 1 分，答案合理即可)

(2) $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COOCu} + \text{H}_2\text{O}$ (2 分) 吸收水分，提供反应物 (2 分，写出 1 点给 1 分，答案合理即可)

(3) 反应过程中有 H_2 逸出， H_2 遇明火易爆炸 (2 分，答案合理即可)

(4) 真空干燥 (1 分，答“干燥”也给分，答案合理即可)

(5) ① $\frac{12.3abV_1}{mV_2}$ (2 分，或其他合理书写形式) ② AD (2 分，1 个 1 分，多选或错选不得分)

【解析】(1) 仪器 c 的名称是球形冷凝管；由题干信息知， CH_3COOCu 易水解，因此仪器 d 中的试剂是浓硫酸，作用是防止 NaOH 溶液中的水进入反应器中。

(2) Cu_2O 和冰醋酸反应的化学方程式为 $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COOCu} + \text{H}_2\text{O}$ 。醋酸酐和水反应生成醋酸，一方面吸收水分防止 CH_3COOCu 水解，另一方面生成反应物 CH_3COOH 。

(3) 制备过程不可选用明火直接加热，原因是反应过程中有 H_2 逸出， H_2 遇明火可能发生爆炸，因此应避免与明火接触。

(4) 已知醋酸亚铜固体遇空气易水解或被氧化，因此需要真空干燥，最终得到醋酸亚铜固体。

(5) ①根据 $\text{CH}_3\text{COOCu} + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+} + \text{CH}_3\text{COO}^-$, $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{Ce}^{3+}$, 可得到关系式:
 $\text{CH}_3\text{COOCu} \sim \text{Fe}^{2+} \sim \text{Ce}^{4+} \sim \text{Ce}(\text{SO}_4)_2$, 则 V_2 mL 待测液中所含 CH_3COOCu 的物质的量为 $(ab \times 10^{-3})$ mol,

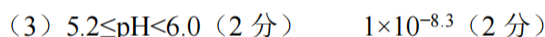
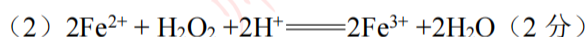
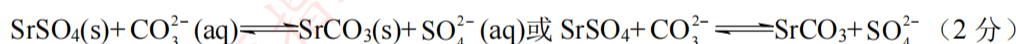
则 V_1 mL 待测液中所含 CH_3COOCu 的物质的量为 $(\frac{V_1}{V_2} \times ab \times 10^{-3})$ mol, 质量为 $(\frac{V_1}{V_2} \times ab \times 10^{-3})$ mol $\times$

$$123 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{0.123abV_1}{V_2} \text{ g}, \text{ 因此产品中 } \text{CH}_3\text{COOCu} \text{ 的质量分数为 } \frac{\frac{0.123abV_1}{V_2} \text{ g}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{12.3abV_1}{mV_2} \%.$$

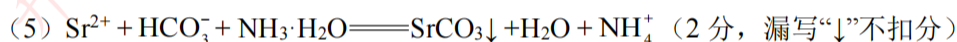
②未用标准溶液润洗滴定管, 会使消耗的标准溶液体积偏大, 使测定结果偏高, A 项错误; 滴定时需要适当控制滴定速度, 使反应充分进行, B 项正确; 当滴定接近终点时, 用锥形瓶内壁将半滴标准液刮落, 并用蒸馏水冲洗内壁, 可减小实验误差, 提高滴定的准确度, C 项正确; 滴定前滴定管尖嘴部分有气泡, 滴定后无气泡, 会使读得的消耗标准溶液的体积偏大, 使测定结果偏高, D 项错误。

27. (15 分)

(1) 粉碎天青石矿或适当增大 Na_2CO_3 溶液的浓度、适当升高温度、搅拌等 (1 分, 答案合理即可)



(4) 升高温度使 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶解度降低, 有利于除尽 Ca^{2+} (2 分, 答案合理即可)



(6) 过滤、洗涤、干燥 (2 分)

【解析】(1) 粉碎天青石矿或适当增大 Na_2CO_3 溶液的浓度、适当升高温度、搅拌等均能提高浸取率。

由已知信息①可知, SrSO_4 可转化为 SrCO_3 , 而最终目的也是制备 SrCO_3 , 所以加 Na_2CO_3 溶液的目的是将 SrSO_4 转化为 SrCO_3 , 反应的离子方程式为 $\text{SrSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{SrCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 。

(2) “酸浸”时, 加入 H_2O_2 使 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} , 以便后续步骤中除去杂质铁, 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) “第一次调 pH”目的是除去 Fe^{3+} 和 Al^{3+} , 根据表格数据知, $\text{pH} \geq 6.0$ 时 Zn^{2+} 会沉淀, $\text{pH} \geq 7.8$ 时 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 会溶解, 所以调节 pH 范围为 $5.2 \leq \text{pH} < 6.0$ 。 Al^{3+} 刚好完全沉淀时溶液中 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-8.8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, Fe^{3+} 刚好完全沉淀时溶液中 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-9.9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-5} \times (1 \times 10^{-9.9})^3 = 1 \times 10^{-34.7}$, 所以 Al^{3+}

$$\text{刚好完全沉淀时, 溶液中 } c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]}{c^3(\text{OH}^-)} = \frac{1 \times 10^{-34.7}}{(1 \times 10^{-8.8})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-8.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

(4) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度随温度的升高而降低, 水浴加热可使 Ca^{2+} 沉淀更充分, 且趁热过滤可减少 Ca^{2+}

在溶液中的残留。

(5) 根据题干信息可知,“沉锶”时,主要反应的离子方程式为 $\text{Sr}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{SrCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4^+$ 。

(6) “沉锶”步骤中已经得到产品碳酸锶且为固体,所以后续“系列操作”为过滤、洗涤、干燥。

28. (14 分)

(1) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{CuAl}_2\text{O}_4(\text{s}) + \text{CuO}(\text{s}) = 2\text{CuAlO}_2(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +(49+Q) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2 分, 方程式正确得 1 分, ΔH 正确得 1 分)

(2) $>$ (2 分)

(3) ①60%或 0.6 (2 分) ② $\frac{44^3 \times 12}{4 \times 8}$ 或 31944 (2 分)

③减小 (1 分) 未通入 N_2 相当于增大压强, 该反应为反应前后气体分子数增大的反应, 增大反应体系的压强, 不利于反应正向进行, 因此 H_2O 的平衡转化率减小 (2 分, 答案合理即可)

(4) 阳极 (1 分) ii (1 分) iii (1 分)

【解析】(1) 总反应为 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +49 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应 I 的热化学方程式为 $2\text{CuAlO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CuAl}_2\text{O}_4(\text{s}) + \text{CuO}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = -Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 总反应-反应 I=反应 II, 则反应 II 的热化学方程式为 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{CuAl}_2\text{O}_4(\text{s}) + \text{CuO}(\text{s}) = 2\text{CuAlO}_2(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +(49+Q) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 根据图示可知, b 催化剂作用下反应的速率常数较大, 说明该条件下反应的活化能低, 因此正反应活化能的大小为 $E(\text{a}) > E(\text{b})$ 。

(3) 达平衡时容器内的压强为 132 kPa, CO_2 分压为 12 kPa, 副反应为反应前后气体分子数不变的反应, 故压强变化量是主反应造成的。初始时容器中各物质的分压分别为 $p(\text{CH}_3\text{OH}) = p(\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ kPa}$, $p(\text{N}_2) = 60 \text{ kPa}$ 。

根据反应列守恒:

主反应: $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ 化学计量数差值=2

压强变化/kPa 16 16 16 48 32

平衡时 CO_2 的分压为 12 kPa, 则副反应转化的 CO_2 的分压为 4 kPa。

副反应: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

压强变化/kPa 4 4 4 4

①平衡时, 转化的 H_2O 的分压为 $16 \text{ kPa} - 4 \text{ kPa} = 12 \text{ kPa}$, 因此 H_2O 的平衡转化率为 $\frac{12 \text{ kPa}}{20 \text{ kPa}} \times 100\% = 60\%$ 。

②平衡时, 各物质的分压分别为 $p(\text{CH}_3\text{OH}) = 4 \text{ kPa}$, $p(\text{H}_2\text{O}) = 8 \text{ kPa}$, $p(\text{CO}_2) = 12 \text{ kPa}$, $p(\text{H}_2) = 44 \text{ kPa}$, 则用

分压表示甲醇制氢反应的平衡常数 $K_p = \frac{44^3 \times 12}{4 \times 8} \text{ kPa}^2$ 。

③若初始时容器中未通入 N_2 , $n(\text{CH}_3\text{OH}) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 1$, 初始压强仍为 100 kPa, 相当于增大压强, 甲醇制氢反应的平衡向逆反应方向移动, 则 H_2O 的平衡转化率减小。

(4) 电氧化过程中甲醇失电子, 应在阳极发生氧化反应; 由表可知, 催化剂ii存在下, 反应①决速步的活化能最小, 故三种催化剂中对反应①的催化活性最强的是ii; 催化剂i对反应②的选择性高, 催化剂ii对反应①的选择性高, 催化剂iii对两个反应的催化效果相当, 对反应①和反应②的选择性都比较低。

35. (15 分)

(1) $5s^2 5p^2$ (1 分) 12 (1 分) 0 (1 分) $\text{O} > \text{S} > \text{Zn}$ 或 $\text{O}、\text{S}、\text{Zn}$ (1 分)

(2) $sp^2、sp^3$ (2 分, 写出 1 个给 1 分) B (1 分)

(3) $\text{F} > \text{N} > \text{O}$ 或 $\text{F}、\text{N}、\text{O}$ (2 分) 同周期主族元素从左到右第一电离能呈增大趋势, 而 N 原子的价层电子 $2p$ 轨道是较稳定的半充满结构, 较难失电子, 所以第一电离能: $\text{F} > \text{N} > \text{O}$ (2 分, 答案合理即可)

(4) ① $\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6$ (2 分, 元素顺序不作要求)

② $\frac{1}{2} \times (2 \times 133 + 7 + 89 + 35.5 \times 6)$
 $\frac{1}{2} \times (2 \times 133 + 7 + 89 + 35.5 \times 6)$
 $N_A \times (a \times 10^{-7})^3$ (2 分, 其他书写形式正确也给分)

【解析】(1) Sn 是主族元素, 位于第五周期第 IVA 族, 主族元素的价层电子为最外层电子, 即基态 Sn 原子的价层电子排布式为 $5s^2 5p^2$ 。核外电子空间运动状态种类数=该原子核外电子所占原子轨道数, 基态 Ti 原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$, 其电子总共占据 $1+1+3+1+3+2+1=12$ 个轨道, 所以核外电子有 12 种空间运动状态。Zn²⁺核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$, 没有未成对电子。非金属性越强电负性越大, 故 Zn、S、O 三种元素的电负性由大到小的顺序为 $\text{O} > \text{S} > \text{Zn}$ 。

(2) 图 1 结构中苯环及 $-\text{C}=\text{N}-$ 上 C 原子为 sp^2 杂化, $-\text{C}-\text{N}-$ 上 C 原子为 sp^3 杂化。基态 B 原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^1$, 杂化后, $2p$ 能级有 1 个空轨道, 可接受电子形成配位键。

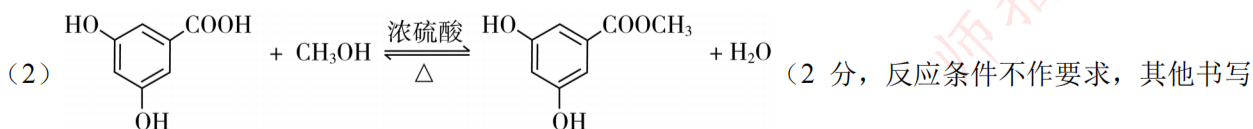
(3) 同周期主族元素从左到右第一电离能呈增大趋势, 基态 N 原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^3$, $2p$ 轨道电子是较稳定的半充满结构, 较难失电子, 所以第一电离能: $\text{F} > \text{N} > \text{O}$ 。

(4) ①根据均摊法, 此晶胞中 Cs^+ 位于体心, 有 1 个, Li^+ 和 Y^{3+} 各位于四个顶点, 都只有 $\frac{1}{2}$ 个, Cl^- 位于棱上, 有 3 个, 晶胞中离子个数比为 $\text{Cs}^+ : \text{Li}^+ : \text{Y}^{3+} : \text{Cl}^- = 2 : 1 : 1 : 6$, 所以该晶体的化学式为

$\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6$ 。②此晶胞中只含 $\frac{1}{2}$ 个 $\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6$, 故该晶体密度为 $\frac{\frac{1}{2} \times (2 \times 133 + 7 + 89 + 35.5 \times 6)}{N_A \times (a \times 10^{-7})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

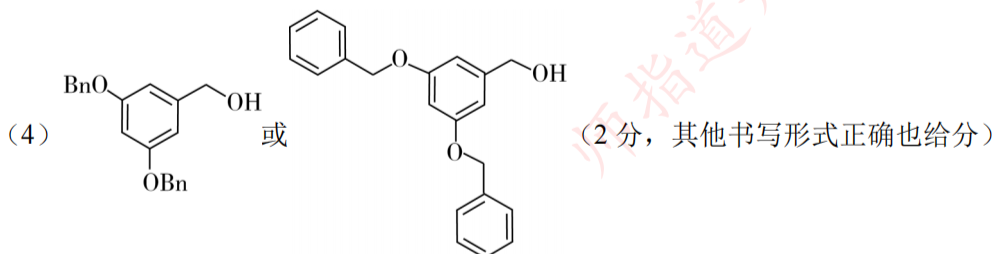
36. (15 分)

(1) 苯甲酸 (2 分) $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_8\text{S}_2$ (1 分, 答案合理即可)

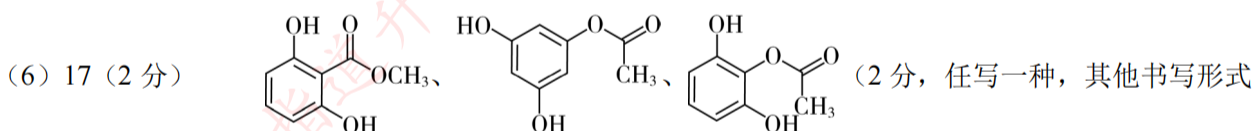


形式正确也给分)

(3) 取代反应 (2 分)



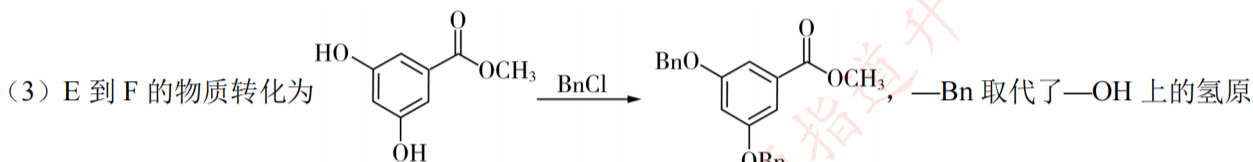
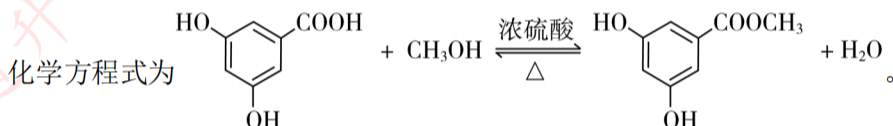
(5) 醚键、溴原子或碳溴键 (2 分, 写出 1 个给 1 分)



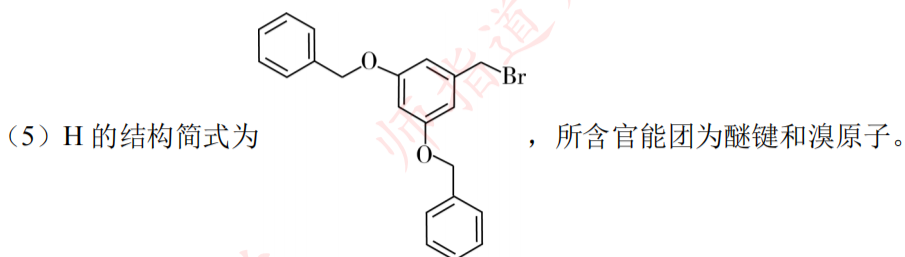
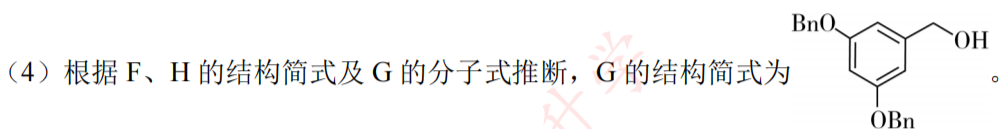
正确也给分)

【解析】(1) 由 A 的结构简式可知其名称为苯甲酸。由 B 的结构简式可知其分子式为 $C_7H_6O_8S_2$ 。

(2) 根据反应条件知, D 生成 E 的反应是酯化反应, D 分子中的 $-COOH$ 与 CH_3OH 反应, 所以反应的

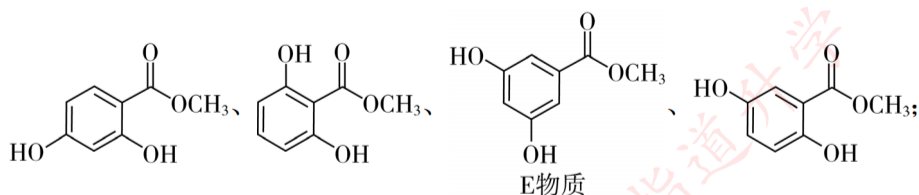


子, 为取代反应。

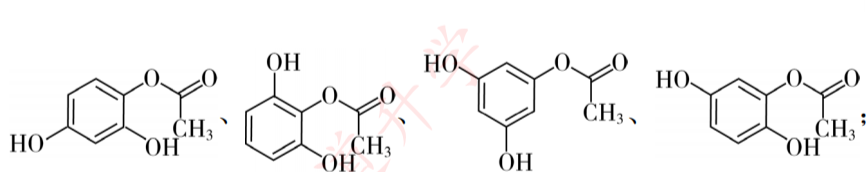


(6) 符合条件的同分异构体中苯环上有 3 个取代基, 分子中所含官能团为 2 个羟基、1 个酯基。

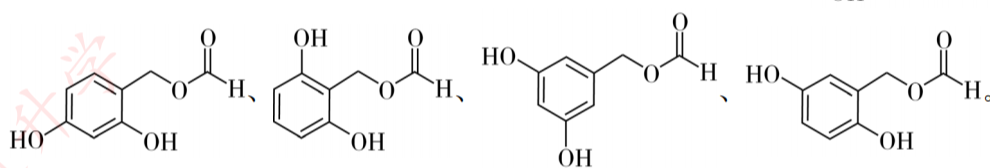
苯环上的取代基为 2 个—OH、1 个 —COCH_3 时,有如下 6 种位置关系:



苯环上取代基为 2 个—OH、1 个 —OC(=O)CH_3 时,有如下 6 种位置关系:

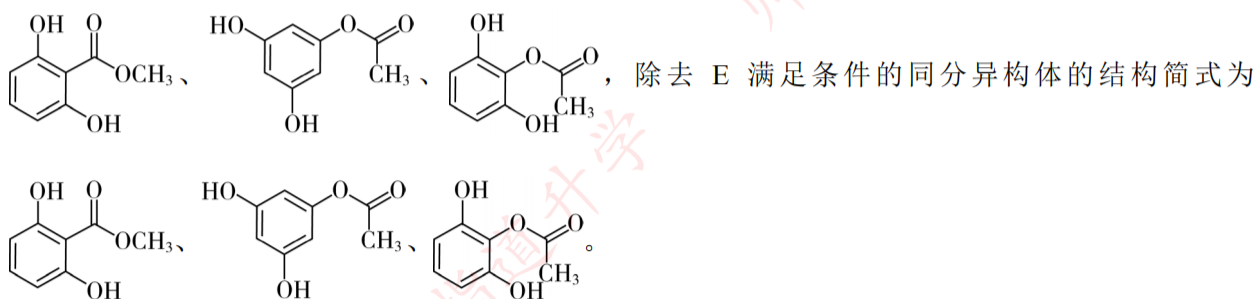
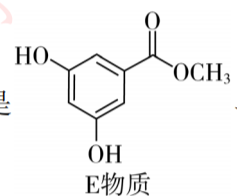


苯环上取代基为 2 个—OH、1 个 $\text{—CH}_2\text{COCH}_3$ 时,有如下 6 种位置关系:



综上所述,满足条件的结构一共有 18 种,除去 E 还有 17 种。

其中,核磁共振氢谱显示 4 组峰,且峰面积比为 3 : 2 : 2 : 1 的结构分别是



理综物理·全解全析及评分标准

阅卷注意事项:

1. 阅卷前请各学科教研组长, 组织本学科改卷老师开会, 强调改卷纪律, 统一标准。
2. 请老师改卷前务必先做一遍试题, 了解自己所改试题的答案、评分细则、答题角度后, 再开始改卷。
3. 请老师认真批阅, 不可出现错改、漏改现象, 如果不小心漏改或错改了, 可以点击 [回评](#) 按钮重评。
4. 成绩发布后, 如果有学校反馈错评乱评, 平台定位阅卷老师, 进行通报批评。
5. 要在学生列出的公式中找寻有用公式, 合理即可按公式给分。
6. 不要只看结果, 结果正确, 但中间公式无法建立有效衔接的, 不能给满分; 同样, 结果错误, 但正确列出的公式应给分, 因第(1)问中结果算错, 使后面最终结果出错(过程列式正确), 不宜重复扣分。
7. 阅卷平台出现的相关问题, 如果刷新页面重新登录未能解决, 请将问题反馈给学校负责技术的老师(或考试负责人), 由其统一在技术 QQ 群里反馈问题并协助解决。

14	15	16	17	18	19	20	21
C	C	D	C	B	AC	AD	ACD

14. C 【解析】由衰变方程知, ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 的衰变属于 α 衰变, A 错误; 43.85 年是 $\frac{1}{2}$ 个半衰期, 则未发生衰变的 Pu 原子核的质量 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{0.5} = \frac{\sqrt{2}}{2} m_0 < \frac{3}{4} m_0$, 则有超过 $\frac{1}{4}$ 的 ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 发生了衰变, B 错误; 由爱因斯坦质能方程可知, 一次衰变中释放出的能量为 $\Delta E = \Delta mc^2 = (m_1 - m_2 - m_3)c^2$, C 正确; ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 能自发衰变为 ${}_{92}^{234}\text{U}$, 说明 ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 比 ${}_{92}^{234}\text{U}$ 更加不稳定, ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 的比结合能比 ${}_{92}^{234}\text{U}$ 小, D 错误。
15. C 【解析】设 $t=0$ 时前车速度为 v_0 , 两车距离 $d_0=80\text{ m}$, 若前车在加速运动, 两车距离不可能先增加后减小, 所以前车一定在减速运动, 设前车加速度大小为 a , 经时间 t , 两车距离 $d = d_0 + v_0 t - \frac{1}{2}at^2 - ut$ 。把 $t=1\text{ s}$ 代入, 得 $23 = v_0 - \frac{1}{2}a$ 。把 $t=2\text{ s}$ 代入, 得 $22 = v_0 - a$ 。两式联立, 可得 $v_0 = 24\text{ m/s}$, $a = 2\text{ m/s}^2$, A 错误, C 正确; 设经过时间 t_1 , 两车速度相等, $u = v_0 - at_1$, 得 $t_1=2\text{ s}$, B 错误; 把 $t=4\text{ s}$ 代入, 可得此时两车距离 $d=80\text{ m}$, D 错误。
16. D 【解析】三颗天链卫星都是地球同步卫星, 运行轨道都相同且运行速度大小相等, 并相对地面静止, 而“天宫”空间站相对地面运动, 则三颗天链卫星与“天宫”空间站不是相对静止, A、B 错误; 地球半径未知, 不能根据题中条件算出地球的密度, C 错误; 天链卫星与“天宫”空间站都绕地球运行, 由开普勒第三定律知, D 正确。
17. C 【解析】汽车螺旋上坡时, 受到牵引力、重力、弹力、摩擦力, 而向心力是效果力, A 错误; 桥梁设计成“外高内低”的目的是让重力的分力提供向心力, 减小所需的静摩擦力, B 错误; 螺旋上升的桥梁设计, 可以减小坡度, 减小重力沿桥面的分力, 保证车辆行驶安全, C 正确; 车辆沿“外高内低”的路面

螺旋运动，且不改变运动半径，当增加速率时，向心力一定变大，但摩擦力大小不一定变大，D 错误。

18. B 【解析】金属棒在磁场中做匀加速直线运动，设金属棒在磁场中某位置的速度为 v ，则回路中的电流

$$I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{R}, \text{ 由牛顿第二定律有 } mg - BIL = ma, \frac{B^2 L^2 v}{R} = mg - ma, \text{ 即 } vL^2 = c(\text{定值}). \text{ 设金属棒刚进}$$

入磁场时的速度大小为 v_0 ，金属棒在磁场中的位移设为 x ，则 $L^2 \sqrt{v_0^2 + 2ax} = c$ ，即 $x = \frac{c^2}{2aL^4} - \frac{v_0^2}{2a}$ 。对 x

关于 L 进行求导，有 $x' = -\frac{2c^2}{a} \cdot \frac{1}{L^5}$ ，由此可知，随着 L 的减小， x 的变化越来越快，B 正确。

19. AC 【解析】在返回舱拉着减速伞以收尾速度匀速下降过程，整体受力平衡，有 $(m+M)g - f = 0$ ，可

$$\text{得 } v = \sqrt{\frac{2(m+M)g}{C\rho S}}, \text{ A 正确；对返回舱有 } Mg - NF \cos \alpha = 0, \text{ 可得 } F = \frac{Mg}{N \cos \alpha}, \text{ B 错误；减速伞和返}$$

回舱的总质量越大，匀速运动时减速伞所受阻力越大，收尾速度 v 越大，C 正确；减速伞迎风面积 S 变大，其他数据不变，收尾速度 v 变小，D 错误。

20. AD 【解析】设位于正方形顶点处的某根导线在正方形中心所在的水平轴上产生的磁场的磁感应强度大小为 B ，在 d 导线中的电流反向前，如图 1 所示，由右手定则和磁感应强度的叠加知，正方形中心处的

合磁感应强度大小为 $B_1 = 2\sqrt{2}B$ ，因 e 导线平衡，满足 $B_1 IL = mg$ ，可得 $B = \frac{\sqrt{2}mg}{4IL}$ 。 d 导线中的电流反

向后，如图 2 所示， a 、 b 、 c 、 d 四根导线在正方形中心处的合磁感应强度大小变为 $B_2 = 2B = \frac{\sqrt{2}mg}{2IL}$ ，

方向沿由 b 到 d 方向，C 错误，D 正确； e 导线所受安培力为 $F_{\text{安}} = B_2 IL = \frac{\sqrt{2}}{2}mg$ ，方向沿 c 到 a 方向，

A 正确，B 错误。

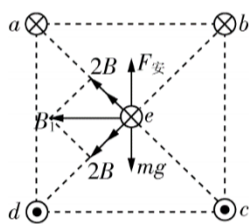


图1

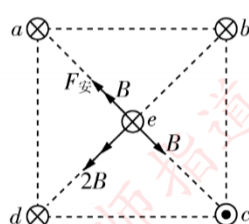


图2

21. ACD 【解析】 Q 对 $-q$ 的库仑引力大于对 $+q$ 库仑斥力，合力表现为引力，即 $F = \frac{kQq}{\left(r - \frac{d}{2}\right)^2} - \frac{kQq}{\left(r + \frac{d}{2}\right)^2}$

$$= \frac{2kQqrd}{\left[r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2\right]^2} = \frac{2kQqrd}{r^4 \left[1 - \left(\frac{d}{2r}\right)^2\right]^2} \approx \frac{2kQqrd}{r^3}. \text{ 据此可知，仅使 } Q \text{ 加倍，电偶极子所受的电场力也加倍，}$$

A 正确；仅使 r 减半，电偶极子所受的电场力变为原来的 8 倍，B 错误；仅使 d 减半，电偶极子所受的电场力也减半，C 正确；当 r 逐渐减小时，库仑引力做的正功大于库仑斥力做的负功，电场力的合力做正功，系统的电势能减小，D 正确。

22. (1) 0.20 (0.2 也正确, 2 分) (2) 9.65 (2 分) (3) 空气阻力的影响 (时间测量不准等, 合理即可, 2 分)

【解析】(1) 从第 1 滴滴下到第 21 滴滴下共有 20 个时间间隔, 则相邻两滴滴下的间隔 $T = \frac{t_2 - t_1}{20} = 0.20 \text{ s}$ 。

(2) 相邻三个液滴的中心位置对应的读数分别为 $h_1=0.211 \text{ m}$ 、 $h_2=0.805 \text{ m}$ 、 $h_3=1.785 \text{ m}$, 由 $\Delta h = gT^2$, 其中 $\Delta h = (h_3 - h_2) - (h_2 - h_1)$, 可得 $g = \frac{h_3 - 2h_2 + h_1}{T^2} = 9.65 \text{ m/s}^2$ 。

(3) 测得的重力加速度小于当地的真实值, 产生误差的原因有空气阻力的影响、时间测量不准等。

23. (1) V_1 (1 分) (2) 电流表 (1 分) (3) 2.90 (2 分) 1.8 (2 分) (4) 42 (2 分) (5) 无误差 (1 分)

【解析】(1) 待测电池组电动势约为 3 V, 电压表 V_2 量程 0~15 V, 量程过大, 电压表 V_1 的量程 0~3 V, 量程合适, 电压表应选择 V_1 。

(2) 当电阻丝接入电路的阻值过小时, 若无保护电阻, 通过电流表的电流会超出其量程。所以保护电阻 R_0 的作用是防止通过电流表的电流过大。

(3) 对整个回路, 由闭合电路欧姆定律有 $U = E - I(r + R_A)$, $U - I$ 图像纵轴截距为电动势的测量值, 可知 $E=2.90 \text{ V}$, 斜率绝对值 $k = r + R_A$, 可得 $r = k - R_A = 1.8 \Omega$ 。

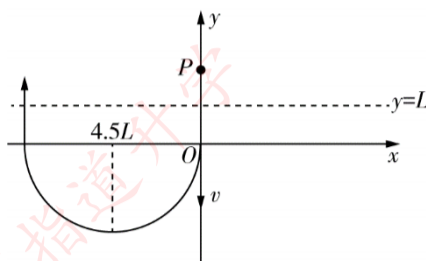
(4) 设电阻丝接入电路的长度为 L 时, 电阻值 $R = \lambda L$, 由欧姆定律可知 $R + R_0 = \frac{U}{I}$, 整理得 $\frac{U}{I} = R_0 + \lambda L$, 可知 $\frac{U}{I} - L$ 图像的斜率即为所求的 λ , 由图可知 $\lambda=42 \Omega/\text{m}$ 。

(5) 把电流表和电池组视为等效电源, 电流表示数是等效电源的准确电流, 电压表示数是等效电源准确的路端电压, 测得的电池组的电动势是等效电源的电动势, 而等效电源的电动势等于电源的电动势。若考虑电压表的内阻, 测得的电池组的电动势相比实际值无误差。

24. (1) 粒子在电场中做加速运动, 由动能定理有 $qEL = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ (1 分)

$$\text{解得 } E = \frac{mv^2}{2qL} \text{ (1 分)}$$

粒子在磁场中做圆周运动的轨迹如图所示, 设轨迹半径为 r_0 。



$$\text{由牛顿第二定律, 有 } qvB = m \frac{v^2}{r_0} \text{ (1 分)}$$

$$\text{又有 } 2r_0 = 4.5L$$

解得 $B = \frac{4mv}{9qL}$ (1 分)

则 $\frac{E}{B} = \frac{9}{8}v$ (1 分)

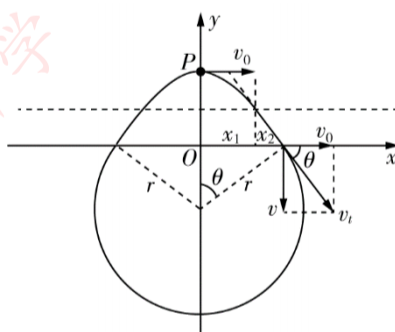
设粒子在电场中运动的时间为 t_1 , 有 $L = \frac{v}{2}t_1$

粒子从电场到磁场的运动时间为 t_2 , 有 $L = vt_2$ (1 分)

粒子在磁场中运动时间为 t_3 , 有 $\pi r_0 = vt_3$ (1 分)

则粒子从 P 点释放到第一次离开磁场所用的时间 $t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{(12 + 9\pi)L}{4v}$ (1 分)

(2) 根据对称性, 粒子的封闭的轨迹如图所示, 粒子在电场中做类平抛运动。



在电场中的水平位移 $x_1 = v_0 t_1$ (1 分)

从电场到磁场的水平位移 $x_2 = v_0 t_2$ (1 分)

离开电场时速度方向与 x 轴正方向夹角 θ , 满足 $v_t = \frac{v}{\sin \theta}$ (1 分)

在磁场中的轨迹半径 $r = \frac{mv_t}{qB}$ (1 分)

轨迹关于 y 轴对称, 由几何关系有 $r \sin \theta = x_1 + x_2$ (1 分)

联立可得 $v_0 = \frac{3}{4}v$ (1 分)

25. (1) 物块 a 从 A 点抛出后做平抛运动, 到达 B 点时, 下落高度 $h = H - R(1 + \sin \theta) = 0.8 \text{ m}$ (2 分)

竖直方向上有 $v_y^2 = 2gh$ (1 分)

根据几何关系可知 $v_A = v_y \tan \theta$ (1 分)

联立解得 $v_A = 3 \text{ m/s}$ (2 分)

(2) 由题意可知, 碰后物块 b 第一次在水平地面 CD 上运动的距离 $x_1 = 3.4 \text{ m}$ (1 分)

因左、右轨道对称且水平平台光滑, 则物块 b 到达 F 点时的速度与物块 a 在 A 点抛出的速度相同, 即 $v_F = 3 \text{ m/s}$ (1 分)

物块 b 从平台 A 点离开后将沿物块 a 抛出时的轨迹运动再次经过 C 点, 对物块 b 从 A 到 C , 由动能定

理有 $m_2 g H = \frac{1}{2} m_2 v_C^2 - \frac{1}{2} m_2 v_F^2$ (2 分)

对物块 b 再次经过 C 点至停止运动, 由动能定理有 $-\mu m_2 g x_2 = 0 - \frac{1}{2} m_2 v_C^2$ (2 分)

解得 $x_2 \approx 3.27 \text{ m} < 3.4 \text{ m}$

则整个过程中物块 b 在水平地面 CD 上运动的总路程 $x = x_1 + x_2 = 6.67 \text{ m}$ (1 分)

(3) 由对称性知, 碰后物块 b 经过 D 点的速度 $v_D = v_C = 7 \text{ m/s}$ (1 分)

设物块 b 碰后的速度大小为 v_2 , 对物块 b 第一次在 CD 上的运动过程, 由动能定理有

$$-\mu m_2 g L = \frac{1}{2} m_2 v_D^2 - \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $v_2 = 10 \text{ m/s}$

在 C 点, 物块 a 、 b 发生弹性碰撞, 设碰后物块 a 的速度大小为 v_1 , 由动量守恒定律和能量守恒定律分别有 $m_1 v_C = m_1 v_1 + m_2 v_2$ (1 分)

$$\frac{1}{2} m_1 v_C^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

联立可得 $m_1 : m_2 = 5 : 2$ (1 分)

33. (1) ACD (5 分) 【解析】附着层内分子间的距离小于液体内部分子间的距离, 分子间表现斥力, 液体与固体之间表现为浸润, A 正确; 温度升高, 饱和汽压增大, 空气中水蒸气总量不变, 空气相对湿度降低, B 错误; 空气中 PM2.5 的运动是由于空气分子无规则运动对它频繁地碰撞所引起的, C 正确; 密封在容器内的气体, 容积不变, 温度升高, 压强增大, 气体分子对器壁单位面积上的平均作用力增大, D 正确; 从单一热源吸收热量, 使之完全用来对外做功, 但会引起其他的变化, E 错误。

(2) (i) 对封闭理想气体, 初状态: $p_0 = 76 \text{ cmHg}$ 、 $V_0 = 20 \text{ mL}$ 、 $T_0 = 285 \text{ K}$

末状态: $p_1 = (76 + 4) \text{ cmHg} = 80 \text{ cmHg}$ 、 $V_1 = (20 + \frac{4}{2} \times 0.2) \text{ mL} = 20.4 \text{ mL}$ 、 $T_1 = ?$ (2 分)

根据气体状态方程可得 $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$ (2 分)

代入数据解得 $T_1 = 306 \text{ K}$ (1 分)

(ii) 通过注入水银使左侧管中的水银液面仍回到 B 处, 该过程为等温变化, 对封闭理想气体,

初状态: $p_1 = 80 \text{ cmHg}$ 、 $V_1 = 20.4 \text{ mL}$

末状态: $p_2 = ?$ 、 $V_2 = V_0 = 20 \text{ mL}$ (1 分)

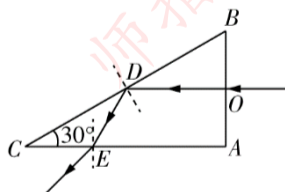
根据气体状态方程可得 $p_1 V_1 = p_2 V_0$ (2 分)

解得 $p_2 = 81.6 \text{ cmHg}$ (1 分)

则需要另外注入的水银体积 $V = 0.2 \times (81.6 - 76) \text{ mL} = 1.12 \text{ mL}$ (1 分)

34. (1) ACD (5 分) 【解析】单摆的周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ，可知增大单摆的摆长，单摆的周期一定增大，和摆球的质量无关，A 正确；机械波传播时是能量的传递，振动的质点并不随波迁移，B 错误；由多普勒效应可知，火车鸣笛减速靠近站台上的旅客，旅客耳中接收到的鸣笛声频率变高，C 正确；机械波在介质中的传播速度与波的频率无关，与波的性质有关，D 正确；爆炸的声波破坏力巨大，是因为声波能量大，E 错误。

(2) (i) 画出光路图 (1 分)



如图所示，由图中几何关系可知，光线在 AC 边的入射角为 30° ；出射光线相对入射光线方向改变 45° ，则在 AC 边的折射角为 45° (1 分)

由折射定律有 $n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$ (2 分)

(ii) 根据图中几何关系可知，光线在 BC 边的入射角为 60° (1 分)

$$OD = \sqrt{3}L \text{ (1 分)}$$

$$DE = \frac{2\sqrt{3}}{3}L \text{ (1 分)}$$

光线在工件中的传播速度 $v = \frac{c}{n}$ (1 分)

则光线在工件中的传播时间 $t = \frac{OD + DE}{v} = \frac{5\sqrt{6}L}{3c}$ (2 分)