

2024 年普通高等学校招生全国统一考试（全国乙卷）

（适用地区：云南、河南、新疆、山西）

理科综合

云南、新疆、山西三省的语数外科目使用的是新高考 II 卷

河南的语数外科目使用的是新高考 I 卷

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 S 32 Mn 55 Fe 56 Co 59 Ni 59 Zn 65

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. 大豆是我国重要的粮食作物。下列叙述错误的是（ ）

- A. 大豆油含有不饱和脂肪酸，熔点较低，室温时呈液态
- B. 大豆的蛋白质、脂肪和淀粉可在人体内分解产生能量
- C. 大豆中的蛋白质含有人体细胞不能合成的必需氨基酸
- D. 大豆中的脂肪和磷脂均含有碳、氢、氧、磷 4 种元素

2. 干旱缺水条件下，植物可通过减小气孔开度减少水分散失。下列叙述错误的是（ ）

- A. 叶片萎蔫时叶片中脱落酸的含量会降低
- B. 干旱缺水时进入叶肉细胞的 CO_2 会减少
- C. 植物细胞失水时胞内结合水与自由水比值增大
- D. 干旱缺水不利于植物对营养物质的吸收和运输

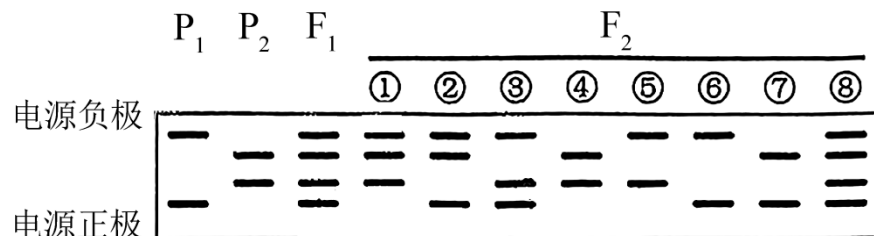
3. 人体消化道内食物的消化和吸收过程受神经和体液调节。下列叙述错误的是（ ）

- A. 进食后若副交感神经活动增强可抑制消化液分泌
- B. 唾液分泌条件反射的建立需以非条件反射为基础
- C. 胃液中的盐酸能为胃蛋白酶提供适宜的 pH 环境
- D. 小肠上皮细胞通过转运蛋白吸收肠腔中的氨基酸

4. 采用稻田养蟹的生态农业模式既可提高水稻产量又可收获螃蟹。下列叙述错误的是（ ）

- A. 该模式中水稻属于第一营养级
- B. 该模式中水稻和螃蟹处于相同生态位
- C. 该模式可促进水稻对二氧化碳的吸收
- D. 该模式中碳循环在无机环境和生物间进行

5. 某种二倍体植物的 P_1 和 P_2 植株杂交得 F_1 ， F_1 自交得 F_2 。对个体的 DNA 进行 PCR 检测，产物的电泳结果如图所示，其中①~⑧为部分 F_2 个体，上部 2 条带是一对等位基因的扩增产物，下部 2 条带是另一对等位基因的扩增产物，这 2 对等位基因位于非同源染色体上。下列叙述错误的是（ ）

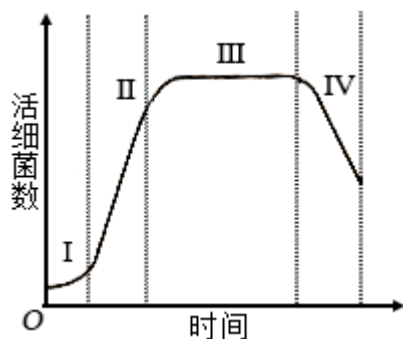


- A. ①②个体均为杂合体， F_2 中③所占的比例大于⑤
- B. 还有一种 F_2 个体 PCR 产物电泳结果有 3 条带

C. ③和⑦杂交子代的 PCR 产物电泳结果与②⑧电泳结果相同

D. ①自交子代的 PCR 产物电泳结果与④电泳结果相同的占 $\frac{1}{2}$

6. 用一定量的液体培养基培养某种细菌，活细菌数随时间的变化趋势如图所示，其中 I ~ IV 表示细菌种群增长的 4 个时期。下列叙述错误的是 ()

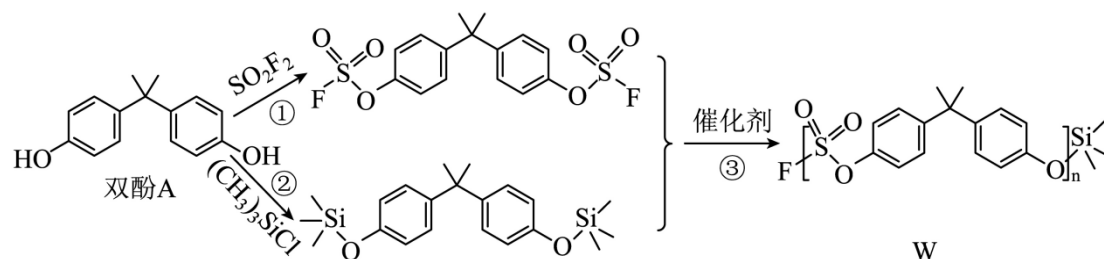


- A. 培养基中的细菌不能通过有丝分裂进行增殖
- B. II 期细菌数量增长快，存在“J”形增长阶段
- C. III 期细菌没有增殖和死亡，总数保持相对稳定
- D. IV 期细菌数量下降的主要原因有营养物质匮乏

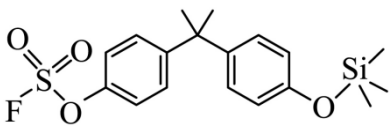
7. 文房四宝是中华传统文化的瑰宝。下列有关叙述错误的是

- A. 羊毛可用于制毛笔，主要成分为蛋白质
- B. 松木可用于制墨，墨的主要成分是单质碳
- C. 竹子可用于造纸，纸的主要成分是纤维素
- D. 大理石可用于制砚台，主要成分为硅酸盐

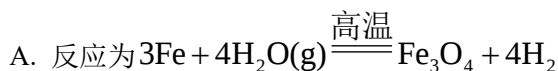
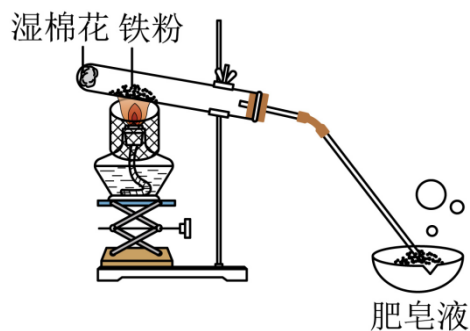
8. 一种点击化学方法合成聚硫酸酯(W)的路线如下所示：



下列说法正确的是

- A. 双酚 A 是苯酚的同系物，可与甲醛发生聚合反应
- B.  催化聚合也可生成 W
- C. 生成 W 的反应③为缩聚反应，同时生成 —Si—O—Si—
- D. 在碱性条件下，W 比聚苯乙烯更难降解

9. 实验室中利用下图装置验证铁与水蒸气反应。下列说法错误的是

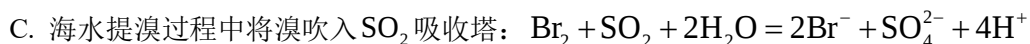
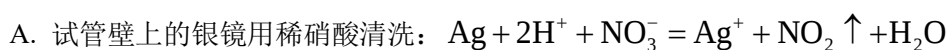


B. 酒精灯移至湿棉花下方实验效果更好

C. 用木柴点燃肥皂泡检验生成的氢气

D. 使用硬质玻璃试管盛装还原铁粉

10. 对于下列过程中发生的化学反应，相应离子方程式正确的是



11. 我国科学家最近研究的一种无机盐 $\text{Y}_3[\text{Z}(\text{WX})_6]_2$ 纳米药物具有高效的细胞内亚铁离子捕获和抗氧化能力。

W、X、Y、Z 的原子序数依次增加，且 W、X、Y 属于不同族的短周期元素。W 的外层电子数是其内层电子数的 2 倍，X 和 Y 的第一电离能都比左右相邻元素的高。Z 的 M 层未成对电子数为 4。下列叙述错误的是

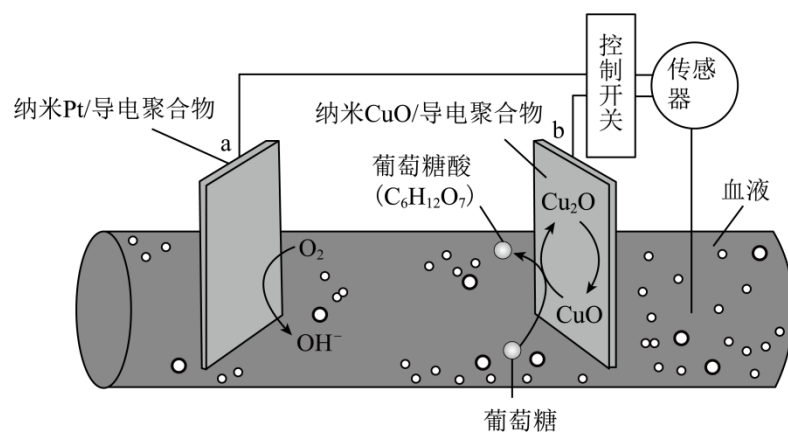
A. W、X、Y、Z 四种元素的单质中 Z 的熔点最高

B. 在 X 的简单氢化物中 X 原子轨道杂化类型为 sp^3

C. Y 的氢氧化物难溶于 NaCl 溶液，可以溶于 NH_4Cl 溶液

D. $\text{Y}_3[\text{Z}(\text{WX})_6]_2$ 中 WX^- 提供电子对与 Z^{3+} 形成配位键

12. 一种可植入体内的微型电池工作原理如图所示，通过 CuO 催化消耗血糖发电，从而控制血糖浓度。当传感器检测到血糖浓度高于标准，电池启动。血糖浓度下降至标准，电池停止工作。(血糖浓度以葡萄糖浓度计)

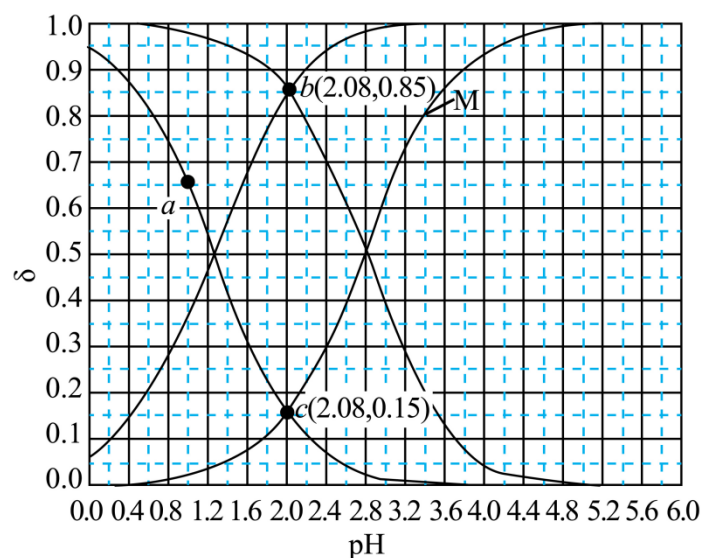


电池工作时，下列叙述错误的是

- A. 电池总反应为 $2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 = 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$
- B. b 电极上 CuO 通过 Cu(II) 和 Cu(I) 相互转变起催化作用
- C. 消耗 18mg 葡萄糖, 理论上 a 电极有 0.4mmol 电子流入
- D. 两电极间血液中的 Na^+ 在电场驱动下的迁移方向为 $\text{b} \rightarrow \text{a}$

13. 常温下 CH_2ClCOOH 和 CHCl_2COOH 的两种溶液中, 分布系数 δ 与 pH 的变化关系如图所示。[比如:

$$\delta(\text{CH}_2\text{ClCOO}^-) = \frac{c(\text{CH}_2\text{ClCOO}^-)}{c(\text{CH}_2\text{ClCOOH}) + c(\text{CH}_2\text{ClCOO}^-)}$$



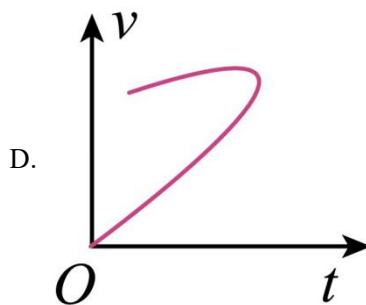
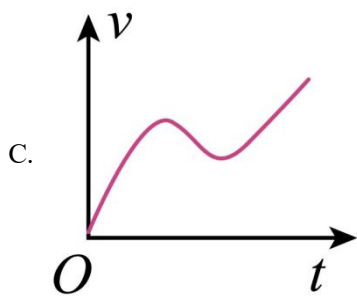
下列叙述正确的是

- A. 曲线 M 表示 $\delta(\text{CHCl}_2\text{COO}^-) \sim \text{pH}$ 的变化关系
- B. 若酸的初始浓度为 $0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 a 点对应的溶液中有 $c(\text{H}^+) = c(\text{CHCl}_2\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$
- C. CH_2ClCOOH 的电离常数 $K_a = 10^{-1.3}$
- D. $\text{pH} = 2.08$ 时, $\frac{\text{电离度} \alpha(\text{CH}_2\text{ClCOOH})}{\text{电离度} \alpha(\text{CHCl}_2\text{COOH})} = \frac{0.15}{0.85}$

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. 一质点做直线运动, 下列描述其位移 x 或速度 v 随时间 t 变化的图像中, 可能正确的是 ()





15. 福建舰是我国自主设计建造 首艘弹射型航空母舰。借助配重小车可以进行弹射测试，测试时配重小车被弹射器从甲板上水平弹出后，落到海面上。调整弹射装置，使小车水平离开甲板时的动能变为调整前的 4 倍。忽略空气阻力，则小车在海面上的落点与其离开甲板处的水平距离为调整前的（ ）

- A. 0.25 倍 B. 0.5 倍 C. 2 倍 D. 4 倍

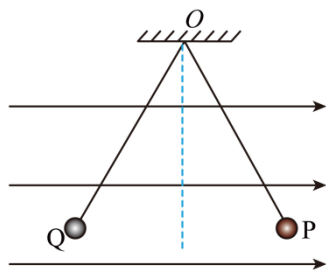
16. 天文学家发现，在太阳系外的一颗红矮星有两颗行星绕其运行，其中行星 GJ1002c 的轨道近似为圆，轨道半径约为日地距离的 0.07 倍，周期约为 0.06 年，则这颗红矮星的质量约为太阳质量的（ ）

- A. 0.001 倍 B. 0.1 倍 C. 10 倍 D. 1000 倍

17. 三位科学家由于在发现和合成量子点方面的突出贡献，荣获了 2023 年诺贝尔化学奖。不同尺寸的量子点会发出不同颜色的光。现有两种量子点分别发出蓝光和红光，下列说法正确的是（ ）

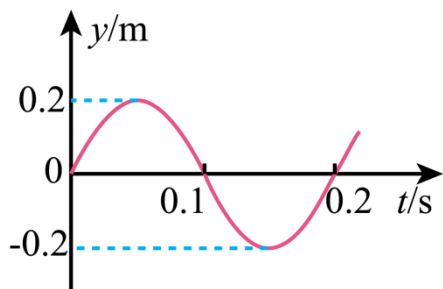
- A. 蓝光光子的能量大于红光光子的能量
B. 蓝光光子的动量小于红光光子的动量
C. 在玻璃中传播时，蓝光的速度大于红光的速度
D. 蓝光在玻璃中传播时的频率小于它在空气中传播时的频率

18. 如图，两根不可伸长的等长绝缘细绳的上端均系在天花板的 O 点上，下端分别系有均带正电荷的小球 P 、 Q ；小球处在某一方向水平向右的匀强电场中，平衡时两细绳与竖直方向的夹角大小相等。则（ ）



- A. 两绳中的张力大小一定相等
B. P 的质量一定大于 Q 的质量
C. P 的电荷量一定小于 Q 的电荷量
D. P 的电荷量一定大于 Q 的电荷量

19. 位于坐标原点 O 的波源在 $t = 0$ 时开始振动，振动图像如图所示，所形成的简谐横波沿 x 轴正方向传播。平衡位置在 $x = 3.5\text{m}$ 处的质点 P 开始振动时，波源恰好第 2 次处于波谷位置，则（ ）



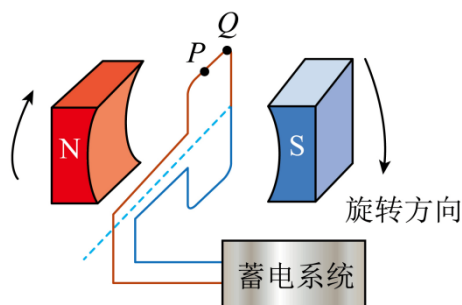
- A. 波的周期是 0.1s

B. 波的振幅是 0.2m

C. 波的传播速度是 10m/s

D. 平衡位置在 $x = 4.5\text{m}$ 处的质点 Q 开始振动时，质点 P 处于波峰位置

20. 电动汽车制动时可利用车轮转动将其动能转换成电能储存起来。车轮转动时带动磁极绕固定的线圈旋转，在线圈中产生电流。磁极匀速转动的某瞬间，磁场方向恰与线圈平面垂直，如图所示。将两磁极间的磁场视为匀强磁场，则磁极再转过 90° 时，线圈中（ ）



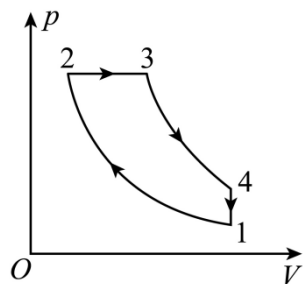
A. 电流最小

B. 电流最大

C. 电流方向由 P 指向 Q

D. 电流方向由 Q 指向 P

21. 如图，一定量理想气体的循环由下面 4 个过程组成：1→2 为绝热过程（过程中气体不与外界交换热量），2→3 为等压过程，3→4 为绝热过程，4→1 为等容过程。上述四个过程是四冲程柴油机工作循环的主要过程。下列说法正确的是（ ）



A. 1→2 过程中，气体内能增加

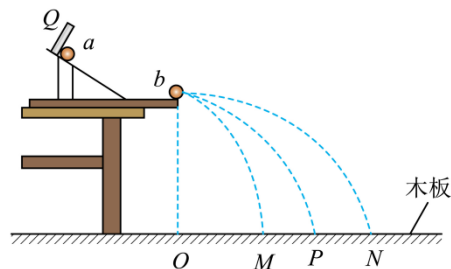
B. 2→3 过程中，气体向外放热

C. 3→4 过程中，气体内能不变

D. 4→1 过程中，气体向外放热

三、非选择题：共 174 分。

22. 某同学用如图所示的装置验证动量守恒定律。将斜槽轨道固定在水平桌面上，轨道末段水平，右侧端点在水平木板上的垂直投影为 O ，木板上叠放着白纸和复写纸。实验时先将小球 a 从斜槽轨道上 Q 处由静止释放， a 从轨道右端水平飞出后落在木板上；重复多次，测出落点的平均位置 P 与 O 点的距离 x ，将与 a 半径相等的小球 b 置于轨道右侧端点，再将小球 a 从 Q 处由静止释放，两球碰撞后均落在木板上；重复多次，分别测出 a 、 b 两球落点的平均位置 M 、 N 与 O 点的距离 x_M 、 x_N 。



完成下列填空：

(1) 记 a 、 b 两球的质量分别为 m_a 、 m_b ，实验中须满足条件 m_a _____ m_b （填“>”或“<”）；

(2) 如果测得的 x_P 、 x_M 、 x_N 、 m_a 和 m_b 在实验误差范围内满足关系式_____，则验证了两小球在碰撞中满足动量守恒定律。实验中，用小球落点与 O 点的距离来代替小球水平飞出时的速度，依据是_____。

23. 学生实验小组要测量量程为 3V 的电压表 V 的内阻 R_V 。可选用的器材有：多用电表，电源 E （电动势 5V），电压表 V_1 （量程 5V，内阻约 $3k\Omega$ ），定值电阻 R_0 （阻值为 800Ω ），滑动变阻器 R_1 （最大阻值 50Ω ），滑动变阻器 R_2 （最大阻值 $5k\Omega$ ），开关 S ，导线若干。

完成下列填空：

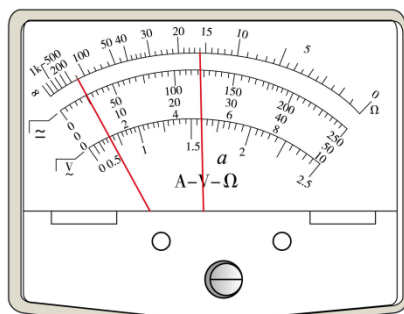
(1) 利用多用电表粗测待测电压表的内阻。首先应_____（把下列实验步骤前的字母按正确操作顺序排列）；

A. 将红、黑表笔短接

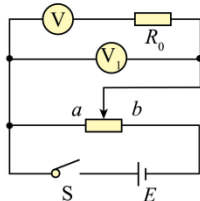
B. 调节欧姆调零旋钮，使指针指向零欧姆

C. 将多用电表选择开关置于欧姆挡“ $\times 10$ ”位置

再将多用电表的红、黑表笔分别与待测电压表的_____填“正极、负极”或“负极、正极”）相连，欧姆表的指针位置如图（a）中虚线Ⅰ所示。为了减少测量误差，应将选择开关旋转到欧姆挡_____（填“ $\times 1$ ”“ $\times 100$ ”或“ $\times 1k$ ”）位置，重新调节后，测量得到指针位置如图（a）中实线Ⅱ所示，则组测得到的该电压表内阻为_____ $k\Omega$ （结果保留 1 位小数）；



图(a)



图(b)

(2) 为了提高测量精度，他们设计了如图（b）所示的电路，其中滑动变阻器应选_____（填“ R_1 ”或“ R_2 ”），闭合开关 S 前，滑动变阻器的滑片应置于_____（填“a”或“b”）端；

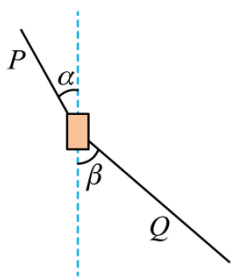
(3) 闭合开关 S ，滑动变阻器滑片滑到某一位置时，电压表 V_1 ，待测电压表的示数分别为 U_1 、 U ，则待测电压表内阻 $R_V =$ _____（用 U_1 、 U 和 R_0 表示）；

(4) 测量得到 $U_1 = 4.20V$ ， $U = 2.78V$ ，则待测电压表内阻 $R_V =$ _____ $k\Omega$ （结果保留 3 位有效数字）。

24. 将重物从高层楼房的窗外运到地面时，为安全起见，要求下降过程中重物与楼墙保持一定的距离。如图，一种简单的操作方法是一人在高处控制一端系在重物上的绳子 P ，另一人在地面控制另一根一端系在重物上的绳子 Q ，二人配合可使重物缓慢竖直下降。若重物的质量 $m = 42kg$ ，重力加速度大小 $g = 10m/s^2$ ，当 P 绳与竖直方向的夹角 $\alpha = 37^\circ$ 时， Q 绳与竖直方向的夹角 $\beta = 53^\circ$ ，($\sin 37^\circ = 0.6$)

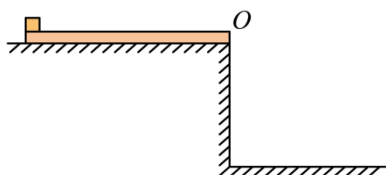
(1) 求此时 P 、 Q 绳中拉力的大小；

(2) 若开始竖直下降时重物距地面的高度 $h = 10m$ ，求在重物下降到地面的过程中，两根绳子拉力对重物做的总功。



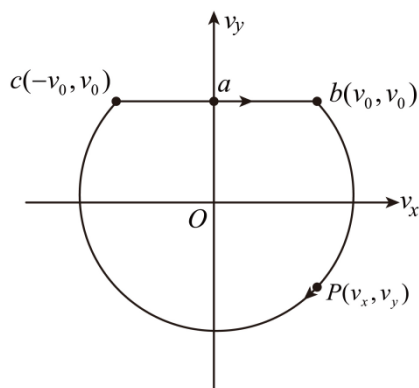
25. 如图，一长度 $l = 1.0\text{m}$ 的均匀薄板初始时静止在一光滑平台上，薄板的右端与平台的边缘 O 对齐。薄板上的一小物块从薄板的左端以某一初速度向右滑动，当薄板运动的距离 $\Delta l = \frac{l}{6}$ 时，物块从薄板右端水平飞出；当物块落到地面时，薄板中心恰好运动到 O 点。已知物块与薄板的质量相等。它们之间的动摩擦因数 $\mu = 0.3$ ，重力加速度大小 $g = 10\text{m/s}^2$ 。求

- (1) 物块初速度大小及其在薄板上运动的时间；
- (2) 平台距地面的高度。

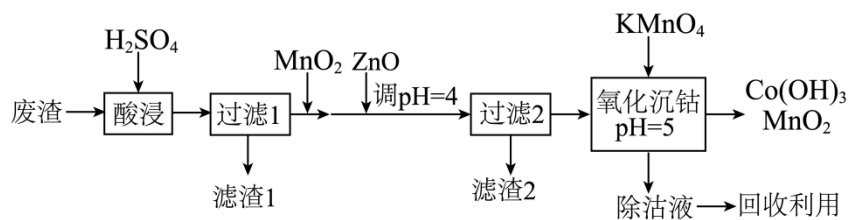


26. 一质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的带电粒子始终在同一水平面内运动，其速度可用图示的直角坐标系内，一个点 $P(v_x, v_y)$ 表示， v_x 、 v_y 分别为粒子速度在水平面内两个坐标轴上的分量。粒子出发时 P 位于图中 $a(0, v_0)$ 点，粒子在水平方向的匀强电场作用下运动， P 点沿线段 ab 移动到 $b(v_0, v_0)$ 点；随后粒子离开电场，进入方向竖直、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场， P 点沿以 O 为圆心的圆弧移动至 $c(-v_0, v_0)$ 点；然后粒子离开磁场返回电场， P 点沿线段 ca 回到 a 点。已知任何相等的时间内 P 点沿图中闭合曲线通过的曲线长度都相等。不计重力。求

- (1) 粒子在磁场中做圆周运动的半径和周期；
- (2) 电场强度的大小；
- (3) P 点沿图中闭合曲线移动 1 周回到 a 点时，粒子位移的大小。



27. 钴及其化合物在制造合金、磁性材料、催化剂及陶瓷釉等方面有着广泛应用。一种从湿法炼锌产生的废渣(主要含 Co 、 Zn 、 Pb 、 Fe 的单质或氧化物)中富集回收得到含锰高钴成品的工艺如下：



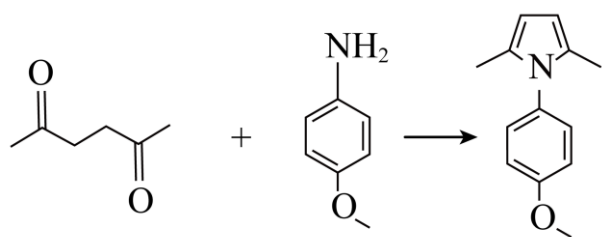
已知溶液中相关离子开始沉淀和沉淀完全($c \leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)时的 pH:

	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Co^{3+}	Co^{2+}	Zn^{2+}
开始沉淀的 pH	1.5	6.9	—	7.4	6.2
沉淀完全的 pH	2.8	8.4	1.1	9.4	8.2

回答下列问题:

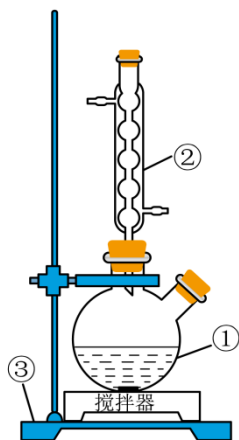
- “酸浸”前废渣需粉碎处理, 目的是_____; “滤渣 1”中金属元素主要为_____。
- “过滤 1”后的溶液中加入 MnO_2 的作用是_____。取少量反应后的溶液, 加入化学试剂_____检验_____, 若出现蓝色沉淀, 需补加 MnO_2 。
- “氧化沉钴”中氧化还原反应的离子方程式为_____、_____。
- “除钴液”中主要的盐有_____ (写化学式), 残留的 Co^{3+} 浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

28. 吡咯类化合物在导电聚合物、化学传感器及药物制剂上有着广泛应用。一种合成 1-(4-甲氧基苯基)-2, 5-二甲基吡咯(用吡咯 X 表示) 反应和方法如下:



己-2, 5-二酮 4-甲氧基苯胺 吡咯 X

实验装置如图所示, 将 100 mmol 己-2, 5-二酮(熔点: -5.5°C , 密度: $0.737 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)与 100 mmol 4-甲氧基苯胺(熔点: 57°C)放入①中, 搅拌。



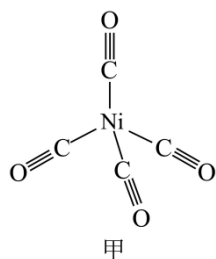
待反应完成后，加入 50% 的乙醇溶液，析出浅棕色固体。加热至 65°C ，至固体溶解，加入脱色剂，回流 20 min，趁热过滤。滤液静置至室温，冰水浴冷却，有大量白色固体析出。经过滤、洗涤、干燥得到产品。

回答下列问题：

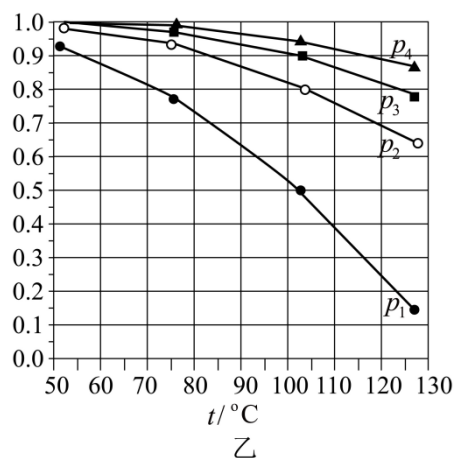
- (1) 量取己-2, 5-二酮应使用的仪器为_____ (填名称)。
- (2) 仪器①用铁夹固定在③上，③的名称是_____；仪器②的名称是_____。
- (3) “搅拌”的作用是_____。
- (4) “加热”方式为_____。
- (5) 使用的“脱色剂”是_____。
- (6) “趁热过滤”的目的是_____；用_____洗涤白色固体。
- (7) 若需进一步提纯产品，可采用的方法是_____。

29. $\text{Ni}(\text{CO})_4$ (四羰合镍，沸点 43°C) 可用于制备高纯镍，也是有机化合物羰基化反应的催化剂。回答下列问题：

- (1) Ni 基态原子价电子的轨道表示式为_____。镍的晶胞结构类型与铜的相同，晶胞体积为 a^3 ，镍原子半径为_____。
- (2) $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 结构如图甲所示，其中含有 σ 键 数目为_____， $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 晶体的类型为_____。

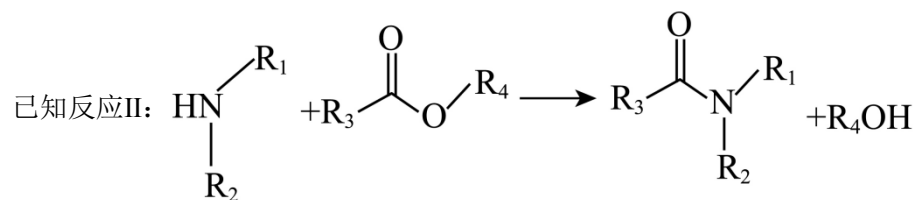
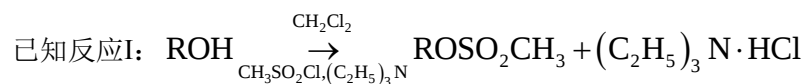
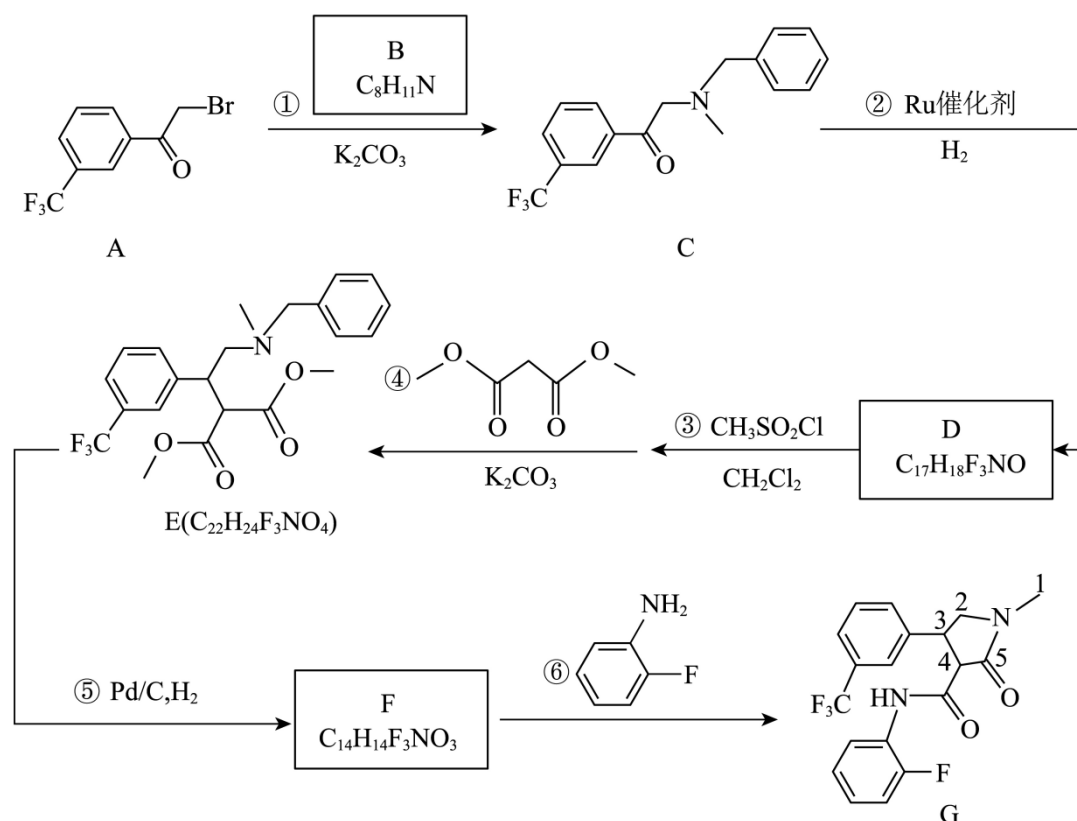


- (3) 在总压分别为 0.10、0.50、1.0、2.0 MPa 下， $\text{Ni}(\text{s})$ 和 $\text{CO}(\text{g})$ 反应达平衡时， $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 体积分数 x 与温度的关系如图乙所示。反应 $\text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) = \text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g})$ 的 ΔH _____ 0 (填“大于”或“小于”)。从热力学角度考虑，_____ 有利于 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的生成 (写出两点)。 p_3 、 100°C 时 CO 的平衡转化率 $\alpha =$ _____，该温度下平衡常数 $K_p =$ _____ $(\text{MPa})^{-3}$ 。



(4) 对于同位素交换反应 $\text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_4 + \text{C}^{18}\text{O} \rightarrow \text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_3 \text{C}^{18}\text{O} + \text{C}^{16}\text{O}$, 20°C时反应物浓度随时间的变化关系为 $c_t[\text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_4] = c_0[\text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_4]e^{-kt}$ (k 为反应速率常数), 则 $\text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_4$ 反应一半所需时间 $t_{\frac{1}{2}} =$ _____ (用 k 表示)。

30. 四氟咯草胺(化合物 G)是一种新型除草剂, 可有效控制稻田杂草。G 的一条合成路线如下(略去部分试剂和条件, 忽略立体化学)。

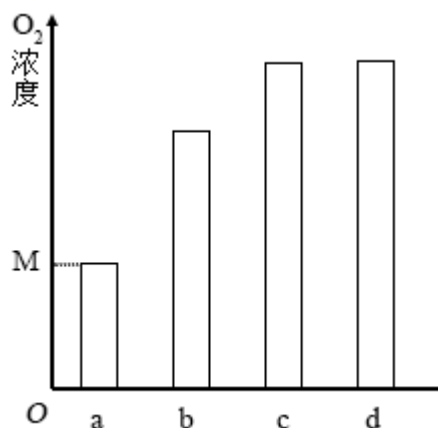


R_1 为烃基或 H, R 、 R_2 、 R_3 、 R_4 为烃基

回答下列问题:

- (1) 反应①的反应类型为_____；加入 K_2CO_3 的作用是_____。
- (2) D 分子中采用 sp^3 杂化的碳原子数是_____。
- (3) 对照已知反应I，反应③不使用 $(C_2H_5)_3N$ 也能进行，原因是_____。
- (4) E 中含氧官能团名称是_____。
- (5) F 的结构简式是_____；反应⑤分两步进行，第一步产物的分子式为 $C_{15}H_{18}F_3NO_4$ ，其结构简式是_____。
- (6) G 中手性碳原子是_____ (写出序号)。
- (7) 化合物 H 是 B 的同分异构体，具有苯环结构，核磁共振氢谱中显示为四组峰，且可以发生已知反应II。则 H 的可能结构是_____。

31. 某同学将一种高等植物幼苗分为 4 组 (a、b、c、d)，分别置于密闭装置中照光培养，a、b、c、d 组的光照强度依次增大，实验过程中温度保持恒定。一段时间 (t) 后测定装置内 O_2 浓度，结果如图所示，其中 M 为初始 O_2 浓度，c、d 组 O_2 浓度相同。回答下列问题。



- (1) 太阳光中 可见光由不同颜色的光组成，其中高等植物光合作用利用的光主要是_____，原因是_____。
- (2) 光照 t 时间时，a 组 CO_2 浓度_____ (填“大于”“小于”或“等于”) b 组。
- (3) 若延长光照时间 c、d 组 O_2 浓度不再增加，则光照 t 时间时 a、b、c 中光合速率最大的是_____组，判断依据是_____。
- (4) 光照 t 时间后，将 d 组密闭装置打开，并以 c 组光照强度继续照光，其幼苗光合速率会_____ (填“升高”“降低”或“不变”)。

32. 机体感染人类免疫缺陷病毒 (HIV) 可导致艾滋病。回答下列问题。

- (1) 感染病毒的细胞可发生细胞凋亡。细胞凋亡被认为是一种程序性死亡的理由是_____。
- (2) HIV 会感染辅助性 T 细胞导致细胞凋亡，使机体抵抗病原体、肿瘤的特异性免疫力下降，特异性免疫力下降的原因是_____。
- (3) 设计实验验证某血液样品中有 HIV，简要写出实验思路和预期结果。
- (4) 接种疫苗是预防传染病的一种有效措施。接种疫苗在免疫应答方面的优点是_____ (答出 2 点即可)。

33. 厦门筼筹湖经生态治理后环境宜人，成为城市会客厅，是我国生态修复的典型案例。回答下列问题。

- (1) 湖泊水体的氮浓度是评价水质的指标之一，原因是_____。
- (2) 湖区的红树林可提高固碳效率、净化水体。在湖区生态系统中，红树植物参与碳循环的主要途径有光合作用、呼吸作用，还有_____ (答出 2 点即可)。
- (3) 湖区水质改善后鸟类的种类和数目增加。鸟类属于消费者，消费者在生态系统中的作用是_____ (答出 2 点即可)。

点即可)。

(4) 生态修复后湖区生态系统的生物多样性增加, 保护生物多样性的意义是_____。

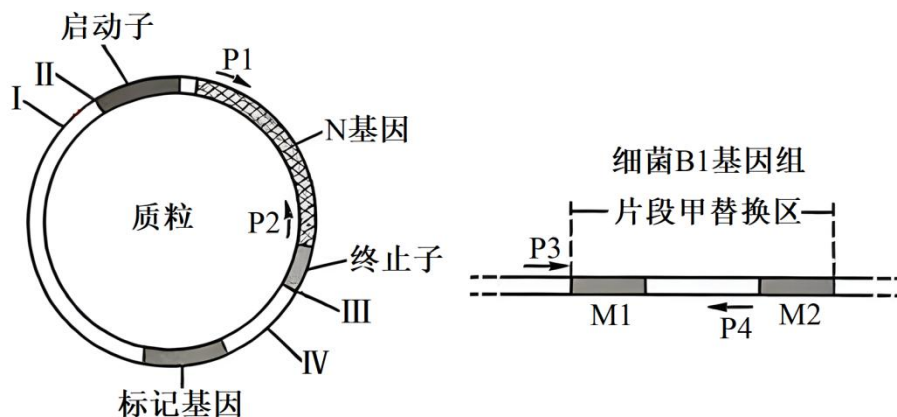
34. 某种瓜的性型(雌性株/普通株)和瓜刺(黑刺/白刺)各由 1 对等位基因控制。雌性株开雌花, 经人工诱雄处理可开雄花, 能自交; 普通株既开雌花又开雄花。回答下列问题。

(1) 黑刺普通株和白刺雌性株杂交得 F_1 , 根据 F_1 的性状不能判断瓜刺性状的显隐性, 则 F_1 瓜刺的表现型及分离比是_____。若要判断瓜刺的显隐性, 从亲本或 F_1 中选择材料进行的实验及判断依据是_____。

(2) 王同学将黑刺雌性株和白刺普通株杂交, F_1 均为黑刺雌性株, F_1 经诱雄处理后自交得 F_2 , 能够验证“这 2 对等位基因不位于 1 对同源染色体上”这一结论的实验结果是_____。

(3) 白刺瓜受消费者青睐, 雌性株的产量高。在王同学实验所得杂交子代中, 筛选出白刺雌性株纯合体的杂交实验思路是_____。

35. 某研究小组将纤维素酶基因(N)插入某种细菌(B_1)的基因组中, 构建高效降解纤维素的菌株(B_2)。该小组在含有 N 基因的质粒中插入 B_1 基因组的 M1 与 M2 片段; 再经限制酶切割获得含 N 基因的片段甲, 片段甲两端分别为 M1 与 M2; 利用 CRISPR/Cas9 基因组编辑技术将片段甲插入 B_1 的基因组, 得到菌株 B_2 。酶切位点(I~IV)、引物(P1~P4)的结合位置、片段甲替换区如图所示, $\rightarrow$ 表示引物 5'→3'方向。回答下列问题。



(1) 限制酶切割的化学键是_____。为保证 N 基因能在菌株 B_2 中表达, 在构建片段甲时, 应将 M1 与 M2 片段分别插入质粒的 I 和 II、III 和 IV 酶切位点之间, 原因是_____。

(2) CRISPR/Cas9 技术可以切割细菌 B_1 基因组中与向导 RNA 结合的 DNA。向导 RNA 与 B_1 基因组 DNA 互补配对可以形成的碱基对有 G—C 和_____。

(3) 用引物 P1 和 P2 进行 PCR 可验证片段甲插入了细菌 B_1 基因组, 所用的模板是_____; 若用该模板与引物 P3 和 P4 进行 PCR, 实验结果是_____。

(4) 与秸秆焚烧相比, 利用高效降解纤维素的细菌处理秸秆的优点是_____ (答出 2 点即可)。

参考答案

1. 【答案】D

【解析】

【详解】A、植物脂肪大多含有不饱和脂肪酸，在室温下呈液态，动物脂肪大多含有饱和脂肪酸，在室温下呈固态，A 正确；

B、蛋白质、脂肪和淀粉可在人体内分解产生能量，B 正确；

C、必需氨基酸是人体细胞不能合成必须从外界获取的氨基酸，因此大豆中的蛋白质含有人体细胞不能合成的必需氨基酸，C 正确；

D、脂肪的组成元素只有 C、H、O，D 错误。

故选 D。

2. 【答案】A

【详解】A、叶片萎蔫时，叶片中的脱落酸(ABA)含量会增加，达到一定程度叶片可能会脱落，A 错误；

B、干旱缺水时，植物气孔开度减小，吸收的二氧化碳会减少，植物的光合速率会降低，B 正确；

C、植物细胞失水时主要失去自由水，自由水含量下降，结合水与自由水比值会增大，C 正确；

D、缺水会影响植物体内各种需要水分参与的生理反应，植物对营养物质的吸收和运输往往需要水分参与，缺水不利于该过程，D 正确。

故选 A。

3. 【答案】A

【详解】A、副交感神经活动增强，促进胃肠的蠕动和消化液的分泌，有利于食物的消化和营养物质的吸收，A 错误；

B、条件反射是在非条件反射的基础上，通过学习和训练而建立的。即唾液分泌条件反射的建立需以非条件反射为基础，B 正确；

C、胃蛋白酶的最适 pH 为 1.5，胃液中的盐酸能为胃蛋白酶提供适宜的 pH 环境，C 正确；

D、小肠上皮细胞吸收氨基酸的方式通常为主动运输，过程中需要转运蛋白，D 正确。

故选 A。

4. 【答案】B

【详解】A、在稻田养蟹 生态农业模式中，水稻属于生产者，属于第一营养级，A 正确；

B、这个模式中，水稻和螃蟹处于不同的生态位，因为它们消耗不同的资源。水稻是水生植物，吸收水分和矿物质，而螃蟹是水生动物，以植物残渣和小型水生动物为食，B 错误；

C、这种模式确实可以促进水稻对二氧化碳的吸收，因为螃蟹在稻田中活动可以改善土壤通气状况，有利于水稻根系呼吸作用，进而促进二氧化碳的吸收，C 正确；

D、碳循环在稻田生态系统中包括无机环境和生物两个部分。水稻通过光合作用将无机碳（二氧化碳）转化为有机物，螃蟹则通过呼吸作用将有机物中的碳以二氧化碳的形式释放回大气中，从而完成了碳在生态系统中的循环，D 正确。

故选 B。

5. 【答案】D

【详解】A、由题可知，这 2 对等位基因位于非同源染色体上，假设 A/a 为上部两条带的等位基因，B/b 为下部两条带的等位基因，由电泳图可知 P₁ 为 AAbb，P₂ 为 aaBB，F₁ 为 AaBb，F₂ 中①AaBB②Aabb 都为杂合子，③AABb

占 F₂ 的比例为 $\frac{1}{8}$ ，⑤AABB 占 F₂ 的比例为 $\frac{1}{16}$ ，A 正确；

B、电泳图中的 F₂ 的基因型依次为：AaBB、Aabb、AABb、aaBB、AABB、AAbb、aabb、AaBb，未出现的基因型为 aaBb，其个体 PCR 产物电泳结果有 3 条带，B 正确；

C、③AABb 和⑦aabb 杂交后代为 Aabb、AaBb，其 PCR 产物电泳结果与②⑧电泳结果相同，C 正确；

D、①AaBB 自交子代为，AABB ($\frac{1}{4}$)、AaBB ($\frac{1}{2}$)、aaBB ($\frac{1}{4}$)，其 PCR 产物电泳结果与④aaBB 电泳结果相同的占 $\frac{1}{4}$ ，D 错误。

故选 D。

6. 【答案】C

【详解】A、有丝分裂是真核细胞的增殖方式，细菌是原核细胞，进行二分裂，所以培养基中的细菌不能通过有丝分裂进行增殖，A 正确；

B、II 期由于资源充足，细菌经过一段的调整适应，种群增长可能会短暂出现“J”形的增长，B 正确；

C、III 期细菌的增殖速率和死亡速率基本相等，总数保持相对稳定，C 错误；

D、IV 期培养基中营养物质含量减少和代谢产物积累，细菌种群数量会下降，D 正确。

故选 C。

7. 【答案】D

【详解】A. 动物的毛、皮、角等的主要成分都是蛋白质，羊毛的主要成分为蛋白质，A 正确；

B. 墨 主要成分是炭黑，炭黑是碳元素的一种单质，碳的单质在常温下的化学性质很稳定，不易与其他物质发生化学反应，故用墨汁书写的字画历经千年仍不褪色，B 正确；

C. 竹子可用于造纸，竹子的主要成分是纤维素，用其造的纸的主要成分也是纤维素，C 正确；

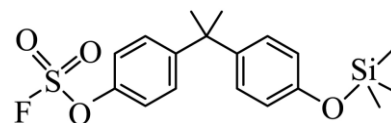
D. 大理石可用于制砚台，大理石主要成分为碳酸钙，不是硅酸盐，D 错误；

故选 D。

8. 【答案】B

【详解】A. 同系物之间的官能团的种类与数目均相同，双酚 A 有 2 个羟基，故其不是苯酚的同系物，A 不正确；

B. 题干中两种有机物之间通过缩聚反应生成 W，根据题干中的反应机理可知，



也可以通过缩聚反应生成 W，B 正确；

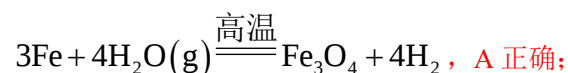
C. 生成 W 的反应③为缩聚反应，同时生成 $(\text{CH}_3)_3\text{SiF}$ ，C 不正确；

D. W 为聚硫酸酯，酯类物质在碱性条件下可以发生水解反应，因此，在碱性条件下，W 比聚苯乙烯易降解，D 不正确；

综上所述，本题选 B。

9. 【答案】B

【详解】A. 铁和水蒸气在高温下发生反应生成 Fe_3O_4 和 H_2 ，该反应的化学方程式为



B. 酒精灯放在铁粉下方加热可以产生高温，且不影响水的蒸发，若移至湿棉花下方则难以产生高温，则实验效果不好，B 错误；

C. 用木柴点燃肥皂泡, 若产生尖锐的爆鸣声, 则可检验生成的气体为氢气, C 正确;

D. 由于该实验中的反应要在高温下发生, 因此要使用硬质玻璃试管盛装还原铁粉, D 正确;

故选 B。

10.

【答案】C

【详解】A. 试管壁上的银镜用稀硝酸清洗, 银溶于稀硝酸生成硝酸银和一氧化氮 气体, 该反应的离子方程式为 $3\text{Ag} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Ag}^+ + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 不正确;

B. 由于 PbS 的溶解度远远小于 FeS, 因此, 工业废水中的 Pb^{2+} 用 FeS 去除, 该反应的离子方程式为 $\text{Pb}^{2+} + \text{FeS} = \text{PbS} + \text{Fe}^{2+}$, B 不正确;

C. 海水提溴过程中将溴吹入 SO_2 吸收塔, SO_2 在水溶液中将 Br_2 还原为 Br^- , 该反应的离子方程式为 $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$, C 正确;

D. 用草酸标准溶液测定高锰酸钾溶液的浓度, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 被氧化为 CO_2 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 属于弱酸, 该反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, D 不正确;

综上所述, 本题选 C。

11. 【答案】A

【详解】A. W、X、Y、Z 四种元素的单质中, N 元素的单质形成分子晶体, Mg 和 Fe 均形成金属晶体, C 元素既可以形成金刚石又可以形成石墨, 石墨的熔点最高, A 不正确;

B. 在 X 的简单氢化物是 NH_3 , 其中 C 原子轨道杂化类型为 sp^3 , B 正确;

C. Y 的氢氧化物是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 其属于中强碱, 其难溶于水, 难溶于 NaCl 溶液, 但是, 由于 NH_4Cl 电离产生的 NH_4^+ 可以破坏 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的沉淀溶解平衡, 因此 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 可以溶于 NH_4Cl 溶液, C 正确;

D. $\text{Mg}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ 中 CN^- 提供电子对与 Fe^{3+} 形成配位键, D 正确;

综上所述, 本题选 A。

12. 【答案】C

【详解】A. 由题中信息可知, 当电池开始工作时, a 电极为电池正极, 血液中的 O_2 在 a 电极上得电子生成 OH^- , 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$; b 电极为电池负极, Cu_2O 在 b 电极上失电子转化成 CuO , 电极反应式为 $\text{Cu}_2\text{O} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$, 然后葡萄糖被 CuO 氧化为葡萄糖酸, CuO 被还原为 Cu_2O , 则电池总反应为 $2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 = 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$, A 正确;

B. b 电极上 CuO 将葡萄糖被 CuO 氧化为葡萄糖酸后被还原为 Cu_2O , Cu_2O 在 b 电极上失电子转化成 CuO , 在这个过程中 CuO 的质量和化学性质保持不变, 因此, CuO 通过 Cu(II) 和 Cu(I) 相互转变起催化作用, B 正确;

C. 根据反应 $2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 = 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$ 可知, 1 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 参加反应时转移 2 mol 电子, 18mg $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 的

物质的量为 0.1 mmol，则消耗 18 mg 葡萄糖时，理论上 a 电极有 0.2 mmol 电子流入，C 错误；

D. 原电池中阳离子从负极移向正极迁移，故 Na^+ 迁移方向为 $\text{b} \rightarrow \text{a}$ ，D 正确。

综上所述，本题选 C。

13. 【答案】D

【详解】A. 根据分析，曲线 M 表示 $\delta(\text{CH}_2\text{ClCOO}^-) \sim \text{pH}$ 的变化关系，A 错误；

B. 根据 $K_a(\text{CHCl}_2\text{COOH}) = \frac{c(\text{CHCl}_2\text{COO}^-) \times c(\text{H}^+)}{c(\text{CHCl}_2\text{COOH})}$ ，初始 $c_0(\text{CHCl}_2\text{COOH}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，若溶液中溶

质 只 有 CHCl_2COOH ，则

$c(\text{CHCl}_2\text{COO}^-) = c(\text{H}^+) \approx \sqrt{K_a(\text{CHCl}_2\text{COOH})c_0(\text{CHCl}_2\text{COOH})} = 10^{-1.15} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，但 a 点对应的

$c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，说明此时溶液中加入了酸性更强的酸，根据电荷守恒，

$c(\text{H}^+) > c(\text{CHCl}_2\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ ，B 错误；

C. 根据分析， CH_2ClCOOH 的电离常数 $K_a = 10^{-2.8}$ ，C 错误；

D. 电离度 $\alpha = \frac{n_{\text{电离}}}{n_{\text{始}}}$ ， $n_{\text{始}} = n_{\text{电离}} + n_{\text{未电离}}$ ，则 $\alpha(\text{CH}_2\text{ClCOOH}) = \delta(\text{CH}_2\text{ClCOO}^-)$ ，

$\alpha(\text{CHCl}_2\text{COOH}) = \delta(\text{CHCl}_2\text{COO}^-)$ ，pH = 2.08 时， $\delta(\text{CH}_2\text{ClCOO}^-) = 0.15$ ， $\delta(\text{CHCl}_2\text{COO}^-) = 0.85$ ，

D 正确；

故答案选 D。

14. 【答案】C

【详解】AB. 物体做直线运动，位移与时间成函数关系，AB 选项中一个时间对应 2 个以上的位移，故不可能，故 AB 错误；

CD. 同理 D 选项中一个时间对应 2 个速度，只有 C 选项速度与时间是成函数关系，故 C 正确，D 错误。

故选 C。

15. 【答案】C

【详解】动能表达式

$$E_k = \frac{1}{2}mv_2^2$$

由题意可知小车水平离开甲板时的动能变为调整前的 4 倍，则离开甲板时速度变为调整前的 2 倍；小车离开甲板后做平抛运动，从离开甲板到到达海面上时间不变，根据

$$x = vt$$

可知小车在海面上的落点与其离开甲板处的水平距离为调整前的 2 倍。

故选 C。

16. 【答案】B

【详解】设红矮星质量为 M_1 ，行星质量为 m_1 ，半径为 r_1 ，周期为 T_1 ；太阳的质量为 M_2 ，地球质量为 m_2 ，到太阳距离为 r_2 ，周期为 T_2 ；根据万有引力定律有

$$G \frac{M_1 m_1}{r_1^2} = m_1 \frac{4\pi^2}{T_1^2} r_1$$

$$G \frac{M_2 m_2}{r_2^2} = m_2 \frac{4\pi^2}{T_2^2} r_2$$

联立可得

$$\frac{M_1}{M_2} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^3 \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2$$

由于轨道半径约为日地距离的 0.07 倍，周期约为 0.06 年，可得

$$\frac{M_1}{M_2} \approx 0.1$$

故选 B。

17. 【答案】A

【详解】AB. 由于红光的频率小于蓝光的频率，则红光的波长大于蓝光的波长，根据

$$E = h\nu$$

可知蓝光光子的能量大于红光光子的能量；根据

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

可知蓝光光子的动量大于红光光子的动量，故 A 正确，B 错误；

C. 由于红光的折射率小于蓝光，根据

$$v = \frac{c}{n}$$

可知在玻璃中传播时，蓝光的速度小于红光的速度，故 C 错误；

D. 光从一种介质射入另一种介质中频率不变，故 D 错误

故选 A。

18. 【答案】B

【详解】由题意可知设 Q 和 P 两球之间的库仑力为 F ，绳子的拉力分别为 T_1 ， T_2 ，质量分别为 m_1 ， m_2 ；与竖直方向夹角为 θ ，对于小球 Q 有

$$q_1 E + T_1 \sin \theta = F$$

$$T_1 \cos \theta = m_1 g$$

对于小球 P 有

$$q_2 E + F = T_2 \sin \theta$$

$$T_2 \cos \theta = m_2 g$$

联立有

$$q_1 E = F - T_1 \sin \theta > 0$$

$$q_2 E = T_2 \sin \theta - F > 0$$

所以可得

$$T_2 > T_1$$

又因为

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

可知 $m_2 > m_1$ ，即 P 的质量一定大于 Q 的质量；两小球的电荷量则无法判断。

故选 B。

19. 【答案】BC

【详解】AB. 波的周期和振幅与波源相同，故可知波的周期为 $T = 0.2\text{s}$ ，振幅为 $A = 0.2\text{m}$ ，故 A 错误，B 正确；

C. P 开始振动时，波源第 2 次到达波谷，故可知此时经过的时间为

$$t = \frac{3}{4}T + T = 0.35\text{s}$$

故可得波速为

$$v = \frac{x_{OP}}{t} = \frac{3.5}{0.35} \text{m/s} = 10\text{m/s}$$

故 C 正确；

D. 波从 P 传到 Q 点需要的时间为

$$t' = \frac{x_{PQ}}{v} = 0.1\text{s} = \frac{1}{2}T$$

故可知质点 P 处于平衡位置，故 D 错误。

故选 BC。

20. 【答案】BD

【详解】如图开始线圈处于中性面位置，当磁极再转过 90° 时，此时穿过线圈的磁通量为 0，故可知电流最大；在磁极转动的过程中，穿过线圈的磁通量在减小，根据楞次定律可知，此时感应电流方向由 Q 指向 P。

故选 BD。

21. 【答案】AD

【详解】A. $1 \rightarrow 2$ 为绝热过程，根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知此时气体体积减小，外界对气体做功，故内能增加，故 A 正确；

B. $2 \rightarrow 3$ 为等压过程，根据盖吕萨克定律可知气体体积增大时温度增加，内能增大，此时气体体积增大，气体对外界做功 $W < 0$ ，故气体吸收热量，故 B 错误；

C. $3 \rightarrow 4$ 为绝热过程，此时气体体积增大，气体对外界做功 $W < 0$ ，根据热力学第一定律可知气体内能减小，故 C 错误；

D. $4 \rightarrow 1$ 为等容过程，根据查理定律可知压强减小时温度减小，故内能减小，由于体积不变 $W = 0$ ，故可知气体向外放热，故 D 正确。

故选 AD。

22. 【答案】(1) > (2) ①. $m_a x_p = m_a x_M + m_b x_N$ ②. 小球离开斜槽末端后做平抛运动，竖直方向

高度相同故下落时间相同，水平方向匀速运动直线运动，小球水平飞出时的速度与平抛运动的水平位移成正比。

【解析】

【小问 1 详解】

了保证小球碰撞为对心正碰，且碰后不反弹，要求 $m_a > m_b$ ；

【小问 2 详解】

[1]两球离开斜槽后做平抛运动，由于抛出点的高度相等，它们做平抛运动的时间 t 相等，碰撞前 a 球的速度大小

$$v_0 = \frac{x_P}{t}$$

碰撞后 a 的速度大小

$$v_a = \frac{x_M}{t}$$

碰撞后 b 球的速度大小

$$v_b = \frac{x_N}{t}$$

如果碰撞过程系统动量守恒，则碰撞前后系统动量相等，则

$$m_a v_0 = m_a v_a + m_b v_b$$

整理得

$$m_a x_P = m_a x_M + m_b x_N$$

[2]小球离开斜槽末端后做平抛运动，竖直方向高度相同故下落时间相同，水平方向匀速运动直线运动，小球水平飞出时的速度与平抛运动的水平位移成正比。

23. 【答案】 (1) ①. CAB ②. 负极、正极 ③. $\times 100$ ④. 1.6

(2) ①. R_1 ②. a

(3) $\frac{UR_0}{U_1 - U}$

(4) 1.57

【解析】**小问 1 详解】**

[1]利用多用电表粗测待测电压表的内阻。首先应选择欧姆档即 C 选项：将多用电表选择开关置于欧姆挡“ $\times 10$ ”位置；接着将红、黑表笔短接即 A 选项；进行欧姆调零即 B 选项：调节欧姆调零旋钮，使指针指向零欧姆。故首先操作顺序为 CAB。

[2]多用电表使用时电流“红进黑出”的规则可知：测量电阻时电源在多用电表表内，故将多用电表的红、黑表笔分别与待测电压表的“负极、正极”相连。

[3]读数时欧姆表的指针位置如图 (a) 中虚线 I 所示，偏转角度较小即倍率选择过小，为了减少测量误差，应将选择开关旋转到欧姆挡倍率较大处，而根据表中数据可知选择“ $\times 1k$ ”倍率又过大，故应选择欧姆挡“ $\times 100$ ”的位置；

[4]测量得到指针位置如图 (a) 中实线 II 所示，则组测得到的该电压表内阻为

$$R = 16.0 \times 100 \Omega = 1.6k\Omega$$

【小问 2 详解】

[1]图(b)所示的电路,滑动变阻器采用的是分压式连接,为了方便调节,应选最大阻值较小的滑动变阻器即 R_1 ;

[2]为保护电路,且测量电路部分电压从零开始条件,闭合开关 S 前,滑动变阻器的滑片应置于 a 端。

【小问 3 详解】

通过待测电压表的电流大小与定值电阻电流相同为

$$I = \frac{U_1 - U}{R_0}$$

根据欧姆定律得待测电压表的阻值为

$$R_V = \frac{U}{I} = \frac{UR_0}{U_1 - U}$$

【小问 4 详解】

测量得到 $U_1 = 4.20\text{V}$, $U = 2.78\text{V}$, 带入待测电压表的阻值表达式 $R_V = \frac{UR_0}{U_1 - U}$ 则待测电压表内阻

$$R_V = \frac{2.78 \times 800}{4.20 - 2.78} \Omega \approx 1566 \Omega \approx 1.57 \text{k}\Omega$$

24. 【答案】(1) 1200N, 900N; (2) -4200J

【详解】(1) 重物下降的过程中受力平衡, 设此时 P、Q 绳中拉力的大小分别为 T_1 和 T_2 , 竖直方向

$$T_1 \cos \alpha = mg + T_2 \cos \beta$$

水平方向

$$T_1 \sin \alpha = T_2 \sin \beta$$

联立代入数值得

$$T_1 = 1200\text{N}, T_2 = 900\text{N}$$

(2) 整个过程根据动能定理得

$$W + mgh = 0$$

解得两根绳子拉力对重物做的总功为

$$W = -4200\text{J}$$

25. 【答案】(1) 4m/s; $\frac{1}{3}\text{s}$; (2) $\frac{5}{9}\text{m}$

【解析】

【详解】(1) 物块在薄板上做匀减速运动的加速度大小为

$$a_1 = \mu g = 3\text{m/s}^2$$

薄板做加速运动的加速度

$$a_2 = \frac{\mu mg}{m} = 3\text{m/s}^2$$

对物块

$$l + \Delta l = v_0 t - \frac{1}{2} a_1 t^2$$

对薄板

$$\Delta l = \frac{1}{2} a_2 t^2$$

解得

$$v_0 = 4 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{1}{3} \text{ s}$$

(2) 物块飞离薄板后薄板得速度

$$v_2 = a_2 t = 1 \text{ m/s}$$

物块飞离薄板后薄板做匀速运动，物块做平抛运动，则当物块落到地面时运动的时间为

$$t' = \frac{\frac{l}{2} - \frac{l}{6}}{v_2} = \frac{1}{3} \text{ s}$$

则平台距地面的高度

$$h = \frac{1}{2} g t'^2 = \frac{5}{9} \text{ m}$$

26. 【答案】(1) $\frac{\sqrt{2}mv_0}{Bq}$, $\frac{2\pi m}{Bq}$; (2) $E = \sqrt{2}Bv_0$; (3) $\frac{(2 - \sqrt{2})mv_0}{Bq}$

【解析】

【详解】(1) 粒子在磁场中做圆周运动时的速度为

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_0^2} = \sqrt{2}v_0$$

根据洛伦兹力提供向心力

$$Bqv = m \frac{v^2}{r} = m \frac{2\pi}{T} v$$

解得做圆周运动的半径为

$$r = \frac{\sqrt{2}mv_0}{Bq}$$

周期为

$$T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

(2) 根据题意，已知任何相等的时间内 P 点沿图中闭合曲线通过的曲线长度都相等，由于曲线表示的为速度相

应的曲线，根据 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知任意点的加速度大小相等，故可得

(4) ①. ZnSO_4 、 K_2SO_4 ②. $10^{-16.7}$

【解析】

【小问 1 详解】

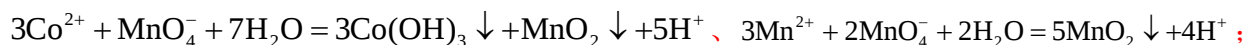
在原料预处理过程中，粉碎固体原料能增大固体与液体的接触面积，从而加快酸浸的反应速率，提高浸取效率；由分析可知，“滤渣 1”的主要成分为 PbSO_4 ，则“滤渣 1”中金属元素主要为 Pb ；

【小问 2 详解】

酸浸液中含有 Co^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 等离子。由题表中数据可知，当 Fe^{3+} 完全沉淀时， Co^{2+} 未开始沉淀，而当 Fe^{2+} 完全沉淀时， Co^{2+} 已有一部分沉淀，因此为了除去溶液中的 Fe 元素且 Co^{2+} 不沉淀，应先将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，然后调节溶液的 pH 使 Fe^{3+} 完全水解转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀，因此， MnO_2 的作用是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，以便在后续调 pH 时除去 Fe 元素。常用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液检验 Fe^{2+} ，若生成蓝色沉淀，则说明溶液中仍存在 Fe^{2+} ，需补加 MnO_2 ；

【小问 3 详解】

由分析可知，该过程发生两个氧化还原反应，根据分析中两个反应的反应物、产物与反应环境($\text{pH} = 5$)，结合得失电子守恒、电荷守恒和原子守恒可写出两个离子方程式：



【小问 4 详解】

最终得到的“除钴液”中含有的金属离子主要是最初“酸浸”时与加入 ZnO 调 pH 时引入的 Zn^{2+} 、加入 KMnO_4 “氧化沉钴”时引入的 K^+ ，而阴离子是在酸浸时引入的 SO_4^{2-} ，因此其中主要的盐有 ZnSO_4 和 K_2SO_4 。当溶液

$\text{pH} = 1.1$ 时 $c(\text{H}^+) = 10^{-1.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， Co^{3+} 恰好完全沉淀，此时溶液中 $c(\text{Co}^{3+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则

$c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-12.9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则 $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-5} \times (10^{-12.9})^3 = 10^{-43.7}$ 。“除钴液”的 $\text{pH} = 5$ ，

即 $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则 $c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，此时溶液中

$$c(\text{Co}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_3]}{c^3(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-43.7}}{(10^{-9})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-16.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

28. 【答案】(1) 酸式滴定管

(2) ①. 铁架台 ②. 球形冷凝管

(3) 使固液充分接触，加快反应速率

(4) 水浴加热 (5) 活性炭

(6) ①. 防止产品结晶损失，提高产率 ②. 50%的乙醇溶液

(7) 重结晶

【解析】

【小问 1 详解】

己-2, 5-二酮的摩尔质量为 $114\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，根据题中所给数据可知，所需己-2, 5-二酮的体积为

$$\frac{100\times 10^{-3}\text{mol}\times 114\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{0.737\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}}\approx 15.47\text{cm}^3=15.47\text{mL}$$
，又因为酮类对橡胶有腐蚀性，所以选用酸式滴定管。

【小问 2 详解】

③为铁架台；仪器②用于冷凝回流，为球形冷凝管。

【小问 3 详解】

己-2, 5-二酮的熔点为 -5.5°C ，常温下为液体，4-甲氧基苯胺的熔点为 57°C ，常温下为固体，搅拌可使固液反应物充分接触，加快反应速率。

【小问 4 详解】

由题给信息“加热至 65°C ”可知，应用水浴加热，这样便于控制温度，且受热更均匀。

【小问 5 详解】

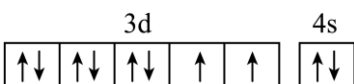
“脱色剂”的作用是吸附反应过程中产生的有色物质，结合题中信息，加入脱色剂后回流，趁热过滤，保留滤液，即脱色剂为不溶于水和乙醇等溶剂的固体，所以可以选用活性炭作脱色剂。

【小问 6 详解】

由题给信息可知，产品吡咯 X 为白色固体，加热至 65°C 可溶解在 50% 的乙醇溶液中，所以需趁热过滤，使产品尽可能多地进入滤液，防止产品结晶损失，提高产率；由加入 50% 的乙醇溶液，析出浅棕色固体(即含杂质的产品)可知，常温下产品不溶于 50% 的乙醇溶液，所以为减少溶解损失，洗涤时可用 50% 的乙醇溶液。

【小问 7 详解】

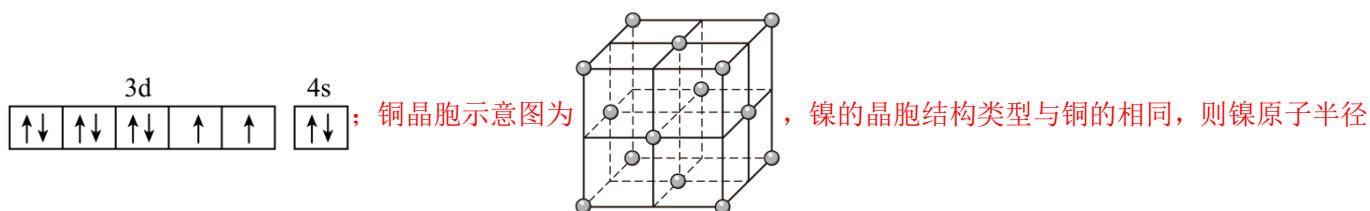
由产品的分离提纯过程可知，若需进一步提纯，可采用的方法为重结晶。

29. 【答案】(1) ①.  ②. $\frac{\sqrt{2}}{4}a$
- (2) ①. 8 ②. 分子晶体
- (3) ①. 小于 ②. 降低温度、增大压强 ③. 97.3% ④. 9000
- (4) $\frac{\ln 2}{k}$

【解析】

【小问 1 详解】

Ni 为 28 号元素，其基态原子的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]\text{3d}^8\text{4s}^2$ ，则其价电子轨道表示式为



为晶胞面对角线长度的 $\frac{1}{4}$ ，因为晶胞体积为 a^3 ，所以晶胞棱长为 a ，面对角线长度为 $\sqrt{2}a$ ，则镍原子半径为 $\frac{\sqrt{2}}{4}a$ 。

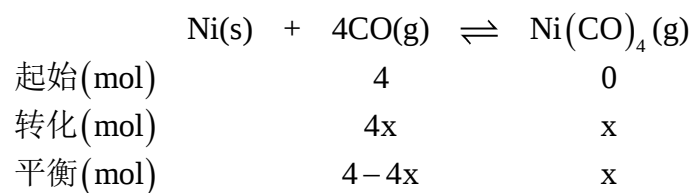
【小问 2 详解】

单键均为 σ 键，双键含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键，三键含有 1 个 σ 键 2 个 π 键，由 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的结构可知，4 个配体

CO 与中心原子 Ni 形成的 4 个配位键均为 σ 键, 而每个配体 CO 中含有 1 个 σ 键 2 个 π 键, 因此 1 个 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 分子中含有 8 个 σ 键。 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的沸点很低, 结合其结构可知该物质由分子构成, 因此其晶体类型为分子晶体。

【小问 3 详解】

随着温度升高, 平衡时 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的体积分数减小, 说明温度升高平衡逆移, 因此该反应的 $\Delta H < 0$; 该反应的正反应是气体总分子数减小的放热反应, 因此降低温度和增大压强均有利于 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的生成; 由上述分析知, 温度相同时, 增大压强平衡正向移动, 对应的平衡体系中 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的体积分数增大, 则压强: $p_4 > p_3 > p_2 > p_1$, 即 p_3 对应的压强是 1.0MPa。由题图乙可知, p_3 、100°C 条件下达到平衡时, CO 和 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的物质的量分数分别为 0.1、0.9, 设初始投入的 CO 为 4mol, 反应生成的 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 为 xmol, 可得三段式:



, 反应后总物质的量为: $(4-3x)$ mol, 根据阿伏加德罗定律, 其他条件相同时, 气体的体积分数即为其物质的量分数, 因此有 $\frac{x}{4-3x} = 0.9$, 解得 $x = \frac{36}{37}$, 因此达到平衡时 $n_{\text{转化}}(\text{CO}) = 4 \times \frac{36}{37}$ mol, CO 的平衡转化率

$$\alpha = \frac{4 \times \frac{36}{37} \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \times 100\% \approx 97.3\%$$

; 气体的分压=总压强×该气体的物质的量分数, 则该温度下的压强平衡常数

$$K_p = \frac{p[\text{Ni}(\text{CO})_4]}{p^4(\text{CO})} = \frac{0.9 \times p_3}{(0.1 \times p_3)^4} = \frac{0.9 \times 1.0 \text{ MPa}}{(0.1 \times 1.0 \text{ MPa})^4} = 9000 (\text{MPa})^{-3}。$$

【小问 4 详解】

由题给关系式可得 $e^{-kt} = \frac{c_t[\text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_4]}{c_0[\text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_4]}$, 当 $\text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_4$ 反应一半时 $\frac{c_t[\text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_4]}{c_0[\text{Ni}(\text{C}^{16}\text{O})_4]} = \frac{1}{2}$, 即 $e^{-kt_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2}$,

$$-kt_{\frac{1}{2}} = \ln \frac{1}{2}, \quad kt_{\frac{1}{2}} = \ln 2, \quad \text{则 } t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k}。$$

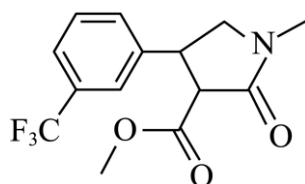
30. 【答案】(1) ①. 取代反应 ②. 与生成的 HBr 反应, 促进反应正向进行

(2) 5 (3) D 分子中同时存在—OH 和 $\text{—}\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}}}\text{—}$

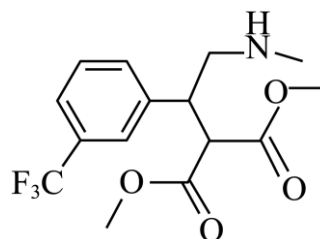
(4) 酯基

(5)

①.

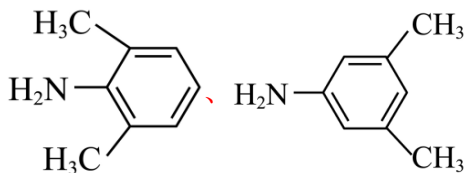


②.



(6) 3 和 4

(7)



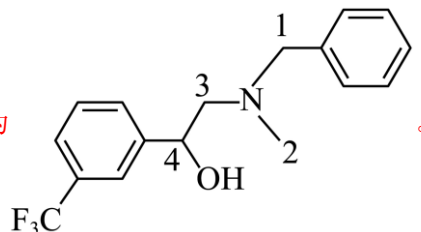
【解析】

【小问 1 详解】

根据分析，反应①的反应类型为取代反应，反应中加入 K_2CO_3 的作用为与生成的 HBr 反应，促进反应正向进行。

【小问 2 详解】

根据分析，D 分子中采用 sp^3 杂化的碳原子数为 5 个，分别为



【小问 3 详解】

已知反应I为 $-OH$ 与 CH_3SO_2Cl 发生取代反应，生成的小分子 HCl 与 $\begin{array}{c} | \\ -N- \end{array}$ 结合生成铵盐。由 D 的结构简式

可知，D 分子中同时存在 $-OH$ 和 $\begin{array}{c} | \\ -N- \end{array}$ ，故反应③不使用 $(C_2H_5)_3N$ 也能进行。

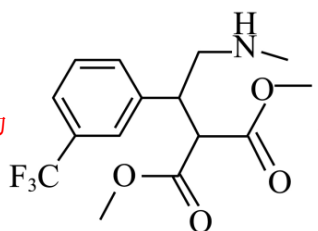
【小问 4 详解】

由 E 的结构简式可知，E 中含氧官能团的名称为酯基。

【小问 5 详解】

已知反应⑤分两步进行，结合 F 的结构简式知，E $\rightarrow$ F 过程中，第二步为第一步产物发生已知反应II，结合第一步

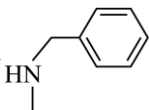
产物的分子式及已知反应II的机理知，第一步产物的结构简式为

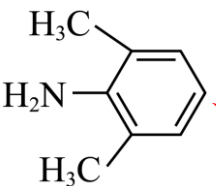


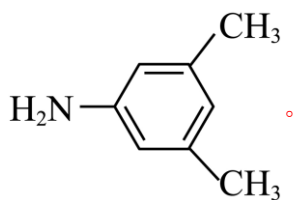
【小问 6 详解】

手性碳原子指连有四个不同的原子或原子团的饱和碳原子，由 G 的结构简式知，其中手性碳原子为 3 和 4 号碳原子。

小问 7 详解】

由思路分析可知，B 的结构简式为 , 其同分异构体 H 能发生已知反应II, 说明其具有 $\begin{array}{c} | \\ -NH \end{array}$ 或 $-NH_2$

结构；具有苯环结构，核磁共振氢谱中显示有 4 组峰，说明结构对称，则其可能的结构简式有 ,



31. 【答案】(1) ①. 红光和蓝紫光 ②. 光合色素可分为叶绿素和类胡萝卜素，叶绿素主要吸收红光和蓝紫光，类胡萝卜素主要吸收蓝紫光

(2) 大于 (3) ①. c ②. 延长光照时间 c、d 组 O_2 浓度不再增加，说明 c 组的光照强度已达到了光饱和点，光合速率达到最大值

(4) 升高

【解析】

【小问 1 详解】

光合色素可分为叶绿素和类胡萝卜两大类，叶绿素主要吸收红光和蓝紫光，类胡萝卜素主要吸收蓝紫光，属于可见光。

【小问 2 详解】

植物会进行光合作用和呼吸作用，光合作用消耗 CO_2 产生 O_2 ，呼吸作用消耗 O_2 产生 CO_2 。分析图可知，光照 t 时间时，a 组中的 O_2 浓度少于 b 组，说明 b 组产生的 O_2 更多，光合速率更大，消耗的 CO_2 更多，即 a 组 CO_2 浓度大于 b 组。

【小问 3 详解】

再延长光照时常，c 和 d 组氧气的浓度不再增加，说明此时受 CO_2 的影响，光合速率等于呼吸速率，由于温度保持恒定，所以 a、b、c 三组的呼吸速率都是一样的，ac 两组的光合速率都等于呼吸速率，说明 a、c 两组的光合速率都相等且都等于呼吸速率，而 b 组的由于光照较弱，消耗的 CO_2 较少，所以 t 时光合速率仍然大于呼吸速率。

【小问 4 详解】

光照 t 时间后，c、d 组 O_2 浓度相同，即 c、d 组光合速率不再变化，c 组的光照强度为光饱和点。将 d 组密闭装置打开，会增加 CO_2 浓度，并以 c 组光照强度继续照光，其幼苗光合速率会升高。

32. 【答案】(1) 由基因控制的细胞自动结束生命的过程

(2) 辅助性 T 细胞参与淋巴细胞的活化，分泌的细胞因子可促进淋巴细胞增殖分化，辅助性 T 细胞凋亡会影响淋巴细胞的活化与增殖

(3) 实验思路一：利用抗 HIV 抗体，与血液样品进行抗原抗体杂交实验；预期结果：若出现杂交带，则证明血液样品中含有 HIV；

实验思路二：使用 PCR（聚合酶链反应）技术检测样品中的 HIV 核酸，产物经电泳与标准 DNA 进行比对；预期结果：PCR 产物经电泳后出现特定条带，则证明血液样品中含有 HIV

(4) 在不使机体患病的条件下使机体产生免疫力；产生的免疫力针对特定病原体；产生的免疫力可保持一定时间

【解析】

【小问 1 详解】

细胞凋亡被认为是一种程序性死亡的理由是因为它是一种由基因控制的细胞自动结束生命的过程。这种过程对于生物体的发育和正常生理功能的维持是必需的。

【小问 2 详解】

辅助性 T 细胞在特异性免疫中会接受抗原呈递细胞的信号，并与 B 或 T 细胞结合，将信号传递给 B 或 T 细胞，诱导 B 或 T 细胞活化，同时产生细胞因子，促进 B/T 细胞的分裂分化过程，一旦辅助性 T 细胞受损，会导致体液免疫和细胞免疫都会减弱。（辅助性 T 细胞减少阻碍了浆细胞和细胞毒性 T 细胞的产生）。

【小问 3 详解】

验证某血液样品中是否存在 HIV，可考虑抗原检测和核酸检测两条途径。实验思路一：利用抗 HIV 抗体，与血液样品进行抗原抗体杂交实验；预期结果：若出现杂交带，则证明血液样品中含有 HIV；

实验思路二：使用 PCR（聚合酶链反应）技术检测样品中的 HIV 核酸，产物经电泳与标准 DNA 进行比对；预期结果：PCR 产物经电泳后出现特定条带，则证明血液样品中含有 HIV。

【小问 4 详解】

疫苗作为抗原，在免疫应答方面，可以在不使机体患病的条件下使机体产生免疫力；产生的免疫力针对特定病原体；疫苗作用下可刺激机体产生抗体和记忆细胞，抗体和记忆细胞可在一定时间内留存，保持对病原体的免疫力。

33. 【答案】(1) N 元素是植物生长的必须元素，含量过多会使藻类等水生生物的生长过快，导致水体富营养化，从而引发水华等环境问题

(2) 通过根系吸收土壤中 碳酸盐，在体内转变成有机碳；通过食物链和食物网的形式， 将制造的有机碳传入其他生物

(3) 加快生态系统中的能量流动和物质循环；帮助植物传粉和传播种子

(4) 生物多样性具有直接价值、间接价值和潜在价值。①直接价值是指对人类有食用、药用和工业原料等实用意义的，以及旅游观赏、科学研究和文艺价值；②间接价值是调节生态系统的功能，增加生态系统的稳定性等；③潜在价值，现在未被利用的一些生物，在将来可能会有一些未知的价值。

【解析】

【小问 1 详解】

氮元素是植物生长的必须元素，湖泊水体中含有超标的氮类物质时，会使藻类等水生生物的生长过快，导致水体富营养化，从而引发水华等环境问题，因此湖泊水体的氮浓度是评价水质的重要指标之一；

【小问 2 详解】

在湖区生态系统中，红树植物参与碳循环的主要途径有光合作用、呼吸作用，还有通过根系吸收土壤中的碳酸盐，在体内转变成有机碳；通过食物链和食物网的形式， 将制造的有机碳传入其他生物等；

【小问 3 详解】

鸟类属于消费者，消费者通过自身的新陈代谢，能将有机物转化为无机物 (CO_2 、水、氨等)，这些无机物排出体外后又可以被生产者重新利用。因此消费者的存在，能够加快生态系统的 物质循环。此外，消费者对于植物的传粉和种子的传播等具有重要作用；

【小问 4 详解】

生物多样性具有直接价值、间接价值和潜在价值。①直接价值是指对人类有食用、药用和工业原料等实用意义的，以及旅游观赏、科学研究和文艺价值；②间接价值是调节生态系统的功能，增加生态系统的稳定性等；③潜在价值，现在未被利用的一些生物，在将来可能会有一些未知的价值。

34. 【答案】(1) ①. 黑刺：白刺=1:1 ②. 从亲本或 F_1 中选取表型相同的个体进行自交，若后代发生性状分离，则该个体性状为显性，不发生性状分离，则该性状为隐性

(2) F_2 中的表型及比例为黑刺雌性株：黑刺普通株：白刺雌性株：白刺普通株=9:3:3:1。

(3) 选择 F₂ 中白刺雌性株分别与白刺普通株测交, 若后代都为白刺雌性株, 则该白刺雌性株为纯合体; 若后代白刺雌性株: 白刺普通株=1:1, 则为白刺雌性株杂合体

【解析】

【小问 1 详解】

黑刺普通株和白刺雌性株杂交得 F₁, 根据 F₁ 的性状不能判断瓜刺性状的显隐性, 说明 F₁ 中性状有白刺也有黑刺, 则亲本显性性状为杂合子, F₁ 瓜刺的表现型及分离比是黑刺: 白刺=1:1。

若要判断瓜刺的显隐性, 从亲本或 F₁ 中选择材料进行的实验, 即从亲本或 F₁ 中选取表型相同的个体进行自交, 若后代发生性状分离, 则该个体性状为显性, 不发生性状分离, 则该性状为隐性。

【小问 2 详解】

黑刺雌性株和白刺普通株杂交, F₁ 均为黑刺雌性株, 说明在瓜刺这对相对性状中黑刺为显性, 在性别这对相对性状中雌性株为显性, 若控制瓜刺的基因用 A/a 表示, 控制性别的基因用 B/b 表示, 则亲本基因型为 AABB 和 aabb, F₁ 的基因型为 AaBb, F₁ 经诱雄处理后自交得 F₂, 若这 2 对等位基因不位于 1 对同源染色体上, 则瓜刺和性型的遗传遵循基因的自由组合定律, 即 F₂ 中的表型及比例为黑刺雌性株: 黑刺普通株: 白刺雌性株: 白刺普通株=9:3:3:1。

【小问 3 详解】

在王同学实验所得杂交子代中, F₂ 中白刺雌性株的基因型为 aaBB 和 aaBb, 若想筛选出白刺雌性株纯合体, 可选用测交实验, 即选择 F₂ 中白刺雌性株分别与白刺普通株基因型为 aabb 进行测交, 若后代都为白刺雌性株(aaBb), 则该白刺雌性株为纯合体, 若后代白刺雌性株: 白刺普通株=1:1, 则为白刺雌性株杂合体。

35. 【答案】(1) ①. 磷酸二酯键 ②. 不破坏 N 基因, 且能保证 N 基因正常表达

(2) C-G、A-T、U-A

(3) ①. N 基因的两条链 ②. 不能扩增出目的基因

(4) 不污染环境、增加土壤养分

【解析】

小问 1 详解】

限制酶切割的化学键为磷酸二酯键。在构建片段甲时, 应将 M1 与 M2 片段分别插入质粒的I和II、III和IV酶切位点之间, 不破坏 N 基因, 且能保证 N 基因正常表达。

【小问 2 详解】

RNA 的碱基组成有 A、U、G、C, DNA 的碱基组成有 A、T、G、C, 向导 RNA 与 B1 基因组 DNA 互补配对可以形成的碱基对有 G-C 和 C-G、A-T、U-A。

【小问 3 详解】

用引物 P1 和 P2 进行 PCR 可扩增 N 基因, 验证片段甲插入了细菌 B1 基因组, 所用的模板是 N 基因的两条链; 用该模板与引物 P3 和 P4 进行 PCR, 因为 P3 不能与 N 基因模板链结合, 实验结果是不能扩增出 DNA 片段。

【小问 4 详解】

与秸秆焚烧相比, 利用高效降解纤维素的细菌处理秸秆的优点是不污染环境、增加土壤养分。