

2022 年普通高等学校招生全国统一考试（全国甲卷）

（适用地区：云南、四川、广西、贵州、西藏）

理科综合

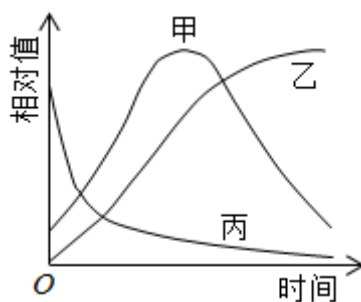
注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 F 19 S 32 Ca 40 Cu 64

一、选择题：本题共 13 小题，每小题 6 分，共 78 分。

1. 钙在骨骼生长和肌肉收缩等过程中发挥重要作用。晒太阳有助于青少年骨骼生长，预防老年人骨质疏松。下列叙述错误的是（ ）
 - A. 细胞中有以无机离子形式存在的钙
 - B. 人体内 Ca^{2+} 可自由通过细胞膜的磷脂双分子层
 - C. 适当补充维生素 D 可以促进肠道对钙的吸收
 - D. 人体血液中钙离子浓度过低易出现抽搐现象
2. 植物成熟叶肉细胞的细胞液浓度可以不同。现将 a、b、c 三种细胞液浓度不同的某种植物成熟叶肉细胞，分别放入三个装有相同浓度蔗糖溶液的试管中，当水分交换达到平衡时观察到：①细胞 a 未发生变化；②细胞 b 体积增大；③细胞 c 发生了质壁分离。若在水分交换期间细胞与蔗糖溶液没有溶质的交换，下列关于这一实验的叙述，不合理的是（ ）
 - A. 水分交换前，细胞 b 的细胞液浓度大于外界蔗糖溶液的浓度
 - B. 水分交换前，细胞液浓度大小关系为细胞 b>细胞 a>细胞 c
 - C. 水分交换平衡时，细胞 c 的细胞液浓度大于细胞 a 的细胞液浓度
 - D. 水分交换平衡时，细胞 c 的细胞液浓度等于外界蔗糖溶液的浓度
3. 植物激素通常与其受体结合才能发挥生理作用。喷施某种植物激素，能使某种作物的矮生突变体长高。关于该矮生突变体矮生的原因，下列推测合理的是（ ）
 - A. 赤霉素合成途径受阻
 - B. 赤霉素受体合成受阻
 - C. 脱落酸合成途径受阻
 - D. 脱落酸受体合成受阻
4. 线粒体是细胞进行有氧呼吸的主要场所。研究发现，经常运动的人肌细胞中线粒体数量通常比缺乏锻炼的人多。下列与线粒体有关的叙述，错误的是（ ）
 - A. 有氧呼吸时细胞质基质和线粒体中都能产生 ATP
 - B. 线粒体内膜上的酶可以参与 [H] 和氧反应形成水的过程
 - C. 线粒体中的丙酮酸分解成 CO_2 和 [H] 的过程需要 O_2 的直接参与
 - D. 线粒体中的 DNA 能够通过转录和翻译控制某些蛋白质的合成
5. 在鱼池中投放了一批某种鱼苗，一段时间内该鱼的种群数量、个体重量和种群总重量随时间的变化趋势如图所示。若在此期间鱼没有进行繁殖，则图中表示种群数量、个体重量、种群总重量的曲线分别是（ ）



- A. 甲、丙、乙
 - B. 乙、甲、丙
 - C. 丙、甲、乙
 - D. 丙、乙、甲
6. 某种自花传粉植物的等位基因 A/a 和 B/b 位于非同源染色体上。A/a 控制花粉育性，含 A 的花粉可育；含 a 的花粉 50% 可育、50% 不育。B/b 控制花色，红花对白花为显性。若基因型为 AaBb 的亲本进行自交，则下列叙述错误的是（ ）
 - A. 子一代中红花植株数是白花植株数的 3 倍
 - B. 子一代中基因型为 aabb 的个体所占比例是 1/12
 - C. 亲本产生的可育雄配子数是不育雄配子数的 3 倍
 - D. 亲本产生的含 B 的可育雄配子数与含 b 的可育雄配子数相等
 7. 化学与生活密切相关。下列叙述正确的是
 - A. 漂白粉与盐酸可混合使用以提高消毒效果
 - B. 温室气体是形成酸雨的主要物质
 - C. 棉花、麻和蚕丝均为碳水化合物
 - D. 干冰可用在舞台上制造“云雾”
 8. 辅酶 Q_{10} 具有预防动脉硬化的功效，其结构简式如下。下列有关辅酶 Q_{10} 的说法正确的是

		无色气体	
--	--	------	--

A. A

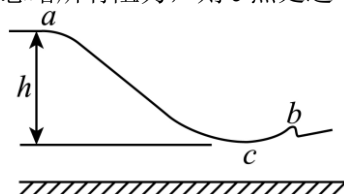
B. B

C. C

D. D

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 题只有一项是符合题目要求的，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. 北京 2022 年冬奥会首钢滑雪大跳台局部示意图如图所示。运动员从 a 处由静止自由滑下，到 b 处起跳， c 点为 a 、 b 之间的最低点， a 、 c 两处的高度差为 h 。要求运动员经过一点时对滑雪板的压力不大于自身所受重力的 k 倍，运动过程中将运动员视为质点并忽略所有阻力，则 c 点处这一段圆弧雪道的半径不应小于（ ）



A. $\frac{h}{k+1}$

B. $\frac{h}{k}$

C. $\frac{2h}{k}$

D. $\frac{2h}{k-1}$

15. 长为 l 的高速列车在平直轨道上正常行驶，速率为 v_0 ，要通过前方一长为 L 的隧道，当列车的任一部分处于隧道内时，列车速率都不允许超过 v ($v < v_0$)。已知列车加速和减速时加速度的大小分别为 a 和 $2a$ ，则列车从减速开始至回到正常行驶速率 v_0 所用时间至少为（ ）

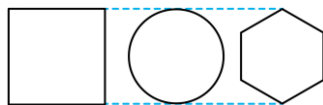
A. $\frac{v_0 - v}{2a} + \frac{L + l}{v}$

B. $\frac{v_0 - v}{a} + \frac{L + 2l}{v}$

C. $\frac{3(v_0 - v)}{2a} + \frac{L + l}{v}$

D. $\frac{3(v_0 - v)}{a} + \frac{L + 2l}{v}$

16. 三个用同样的细导线做成的刚性闭合线框，正方形线框的边长与圆线框的直径相等，圆线框的半径与正六边形线框的边长相等，如图所示。把它们放入磁感应强度随时间线性变化的同一匀强磁场中，线框所在平面均与磁场方向垂直，正方形、圆形和正六边形线框中感应电流的大小分别为 I_1 、 I_2 和 I_3 。则（ ）



A. $I_1 < I_3 < I_2$

B. $I_1 > I_3 > I_2$

C. $I_1 = I_2 > I_3$

D. $I_1 = I_2 = I_3$

17. 两种放射性元素的半衰期分别为 t_0 和 $2t_0$ ，在 $t = 0$ 时刻这两种元素的原子核总数为 N ，在 $t = 2t_0$ 时刻，尚未衰变的原子核总数为 $\frac{N}{3}$ ，则在 $t = 4t_0$ 时刻，尚未衰变的原子核总数为（ ）

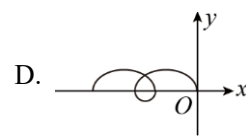
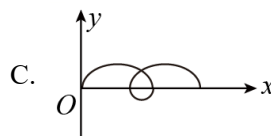
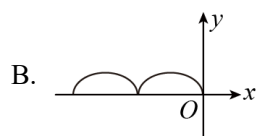
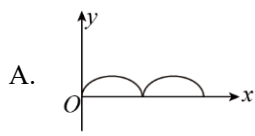
A. $\frac{N}{12}$

B. $\frac{N}{9}$

C. $\frac{N}{8}$

D. $\frac{N}{6}$

18. 空间存在着匀强磁场和匀强电场，磁场的方向垂直于纸面 (xOy 平面) 向里，电场的方向沿 y 轴正方向。一带正电的粒子在电场和磁场的作用下，从坐标原点 O 由静止开始运动。下列四幅图中，可能正确描述该粒子运动轨迹的是（ ）



19. 如图，质量相等的两滑块 P、Q 置于水平桌面上，二者用一轻弹簧水平连接，两滑块与桌面间的动摩擦因数均为 μ 。重力加速度大小为 g 。用水平向右的拉力 F 拉动 P，使两滑块均做匀速运动；某时刻突然撤去该拉力，则从此刻开始到弹簧第一次恢复原长之前（ ）

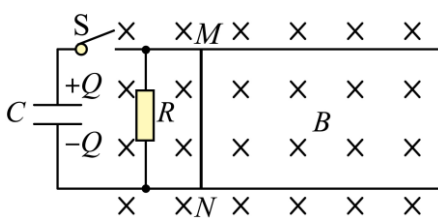
A. P 的加速度大小的最大值为 $2\mu g$ B. Q 加速度大小的最大值为 $2\mu g$

C. P 的位移大小一定大于 Q 的位移大小

D. P 的速度大小均不大于同一时刻 Q 的速度大小

20. 如图，两根相互平行的光滑长直金属导轨固定在水平绝缘桌面上，在导轨的左端接入电容为 C 的电容器和阻值为 R 的电阻。质量为 m 、阻值也为 R 的导体棒 MN 静止于导轨上，与导轨垂直，且接触良好，导轨电阻忽略不计，整个系统处于方向竖直向下的匀强磁场中。开始时，电容器所带的电荷量为 Q ，合上开关 S 后，

()



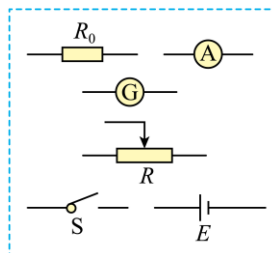
- A. 通过导体棒 MN 电流的最大值为 $\frac{Q}{RC}$
- B. 导体棒 MN 向右先加速、后匀速运动
- C. 导体棒 MN 速度最大时所受的安培力也最大
- D. 电阻 R 上产生的焦耳热大于导体棒 MN 上产生的焦耳热

21. 地面上方某区域存在方向水平向右 匀强电场，将一带正电荷的小球自电场中 P 点水平向左射出。小球所受的重力和电场力的大小相等，重力势能和电势能的零点均取在 P 点。则射出后，()
- A. 小球的动能最小时，其电势能最大
 - B. 小球的动能等于初始动能时，其电势能最大
 - C. 小球速度的水平分量和竖直分量大小相等时，其动能最大
 - D. 从射出时刻到小球速度的水平分量为零时，重力做的功等于小球电势能的增加量

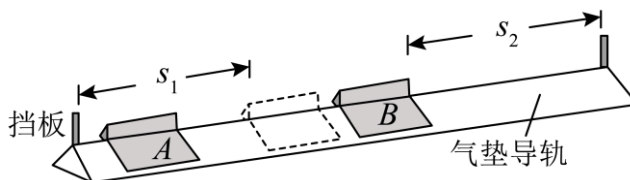
三、非选择题：共 174 分。第 22~32 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~38 为选考题，考生依据要求作答。

(一) 必考题：共 129 分。

22. 某同学要测量微安表内阻，可利用的实验器材有：电源 E (电动势 $1.5V$ ，内阻很小)，电流表 (量程 $10mA$ ，内阻约 10Ω)，微安表 (量程 $100\mu A$ ，内阻 R_g 待测，约 $1k\Omega$)，滑动变阻器 R (最大阻值 10Ω)，定值电阻 R_0 (阻值 10Ω)，开关 S ，导线若干。



- (1) 在答题卡上将图中所示的器材符号连线，画出实验电路原理图_____；
 - (2) 某次测量中，微安表的示数为 $90.0\mu A$ ，电流表的示数为 $9.00mA$ ，由此计算出微安表内阻 $R_g =$ _____ Ω 。
23. 利用图示的实验装置对碰撞过程进行研究。让质量为 m_1 的滑块 A 与质量为 m_2 的静止滑块 B 在水平气垫导轨上发生碰撞，碰撞时间极短，比较碰撞后 A 和 B 的速度大小 v_1 和 v_2 ，进而分析碰撞过程是否为弹性碰撞。完成下列填空：



- (1) 调节导轨水平；
- (2) 测得两滑块的质量分别为 $0.510kg$ 和 $0.304kg$ 。要使碰撞后两滑块运动方向相反，应选取质量为_____ kg 的滑块作为 A；
- (3) 调节 B 的位置，使得 A 与 B 接触时，A 的左端到左边挡板的距离 s_1 与 B 的右端到右边挡板的距离 s_2 相等；
- (4) 使 A 以一定的初速度沿气垫导轨运动，并与 B 碰撞，分别用传感器记录 A 和 B 从碰撞时刻开始到各自撞到挡板所用的时间 t_1 和 t_2 ；
- (5) 将 B 放回到碰撞前的位置，改变 A 的初速度大小，重复步骤 (4)。多次测量的结果如下表所示：

	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

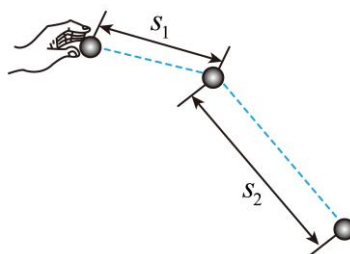
t_1/s	0.49	0.67	1.01	1.22	1.39
t_2/s	0.15	0.21	0.33	0.40	0.46
$k = \frac{v_1}{v_2}$	0.31	k_2	0.33	0.33	0.33

(6) 表中的 $k_2 =$ _____ (保留 2 位有效数字);

(7) $\frac{v_1}{v_2}$ 的平均值为 _____; (保留 2 位有效数字)

(8) 理论研究表明, 对本实验的碰撞过程, 是否为弹性碰撞可由 $\frac{v_1}{v_2}$ 判断。若两滑块的碰撞为弹性碰撞, 则 $\frac{v_1}{v_2}$ 的理论表达式为 _____ (用 m_1 和 m_2 表示), 本实验中其值为 _____ (保留 2 位有效数字), 若该值与 (7) 中结果间的差别在允许范围内, 则可认为滑块 A 与滑块 B 在导轨上的碰撞为弹性碰撞。

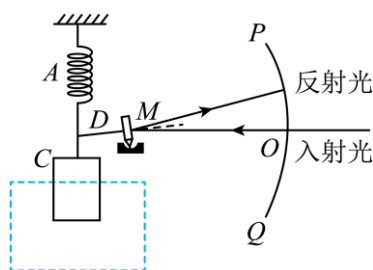
24. 将一小球水平抛出, 使用频闪仪和照相机对运动的小球进行拍摄, 频闪仪每隔 0.05s 发出一次闪光。某次拍摄时, 小球在抛出瞬间频闪仪恰好闪光, 拍摄的照片编辑后如图所示。图中的第一个小球为抛出瞬间的影像, 每相邻两个球之间被删去了 3 个影像, 所标出的两个线段的长度 s_1 和 s_2 之比为 3: 7。重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$, 忽略空气阻力。求在抛出瞬间小球速度的大小。



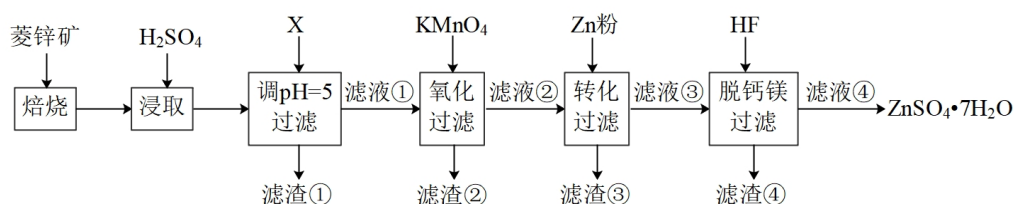
25. 光点式检流计是一种可以测量微小电流的仪器, 其简化的工作原理示意图如图所示。图中 A 为轻质绝缘弹簧, C 为位于纸面上的线圈, 虚线框内有与纸面垂直的匀强磁场; 随为置于平台上的轻质小平面反射镜, 轻质刚性细杆 D 的一端与 M 固连且与镜面垂直, 另一端与弹簧下端相连, PQ 为圆弧形、带有均匀刻度的透明读数条, PQ 的圆心位于 M 的中心使用前需调零, 使线圈内没有电流通过时, M 竖直且与纸面垂直; 入射细光束沿水平方向经 PQ 上的 O 点射到 M 上后沿原路反射。线圈通入电流后弹簧长度改变, 使 M 发生倾斜, 入射光束在 M 上的入射点仍近似处于 PQ 的圆心, 通过读取反射光射到 PQ 上的位置, 可以测得电流的大小。已知弹簧的劲度系数为 k , 磁场磁感应强度大小为 B , 线圈 C 的匝数为 N 。沿水平方向的长度为 l , 细杆 D 的长度为 d , 圆弧 PQ 的半径为 r , $r \gg d$, d 远大于弹簧长度改变量的绝对值。

(1) 若在线圈中通入的微小电流为 I , 求平衡后弹簧长度改变量的绝对值 Δx 及 PQ 上反射光点与 O 点间的弧长 s ;

(2) 某同学用此装置测一微小电流, 测量前未调零, 将电流通入线圈后, PQ 上反射光点出现在 O 点上方, 与 O 点间的弧长为 s_1 。保持其它条件不变, 只将该电流反向接入, 则反射光点出现在 O 点下方, 与 O 点间的弧长为 s_2 。求待测电流的大小。



26. 硫酸锌(ZnSO_4)是制备各种含锌材料的原料,在防腐、电镀、医学上有诸多应用。硫酸锌可由菱锌矿制备。菱锌矿的主要成分为 ZnCO_3 ,杂质为 SiO_2 以及 Ca 、 Mg 、 Fe 、 Cu 等的化合物。其制备流程如下:



本题中所涉及离子的氢氧化物溶度积常数如下表:

离子	Fe^{3+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Fe^{2+}	Mg^{2+}
K_{sp}	4.0×10^{-38}	6.7×10^{-17}	2.2×10^{-20}	8.0×10^{-16}	1.8×10^{-11}

回答下列问题:

- 菱锌矿焙烧生成氧化锌的化学方程式为_____。
- 为了提高锌的浸取效果,可采取的措施有_____、_____。
- 加入物质 X 调溶液 $\text{pH}=5$, 最适宜使用的 X 是_____ (填标号)。

A. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ C. NaOH

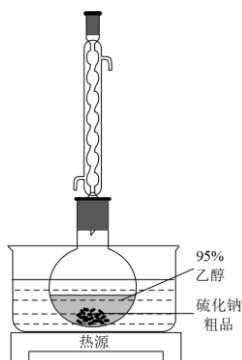
滤渣①的主要成分是_____、_____、_____。

- 向 $80 \sim 90^\circ\text{C}$ 的滤液①中分批加入适量 KMnO_4 溶液充分反应后过滤,滤渣②中有 MnO_2 , 该步反应的离子方程式为_____。
- 滤液②中加入锌粉的目的是_____。
- 滤渣④与浓 H_2SO_4 反应可以释放 HF 并循环利用,同时得到的副产物是_____、_____。

27. 硫化钠可广泛用于染料、医药行业。工业生产的硫化钠粗品中常含有一定量的煤灰及重金属硫化物等杂质。硫化钠易溶于热乙醇,重金属硫化物难溶于乙醇。实验室中常用 95%乙醇重结晶纯化硫化钠粗品。回答下列问题:

- 工业上常用芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)和煤粉在高温下生产硫化钠,同时生成 CO , 该反应的化学方程式为_____。

(2) 溶解回流装置如图所示,回流前无需加入沸石,其原因是_____。回流时,烧瓶内气雾上升高度不宜超过冷凝管高度的 $1/3$ 。若气雾上升过高,可采取的措施是_____。



(3) 回流时间不宜过长, 原因是_____。回流结束后, 需进行的操作有①停止加热 ②关闭冷凝水 ③移去水浴, 正确的顺序为_____ (填标号)。

A. ①②③ B. ③①② C. ②①③ D. ①③②

(4) 该实验热过滤操作时, 用锥形瓶而不能用烧杯接收滤液, 其原因是_____。过滤除去的杂质为_____。若滤纸上析出大量晶体, 则可能的原因是_____。

(5) 滤液冷却、结晶、过滤, 晶体用少量_____洗涤, 干燥, 得到 $\text{Na}_2\text{S} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。

28. 金属钛(Ti)在航空航天、医疗器械等工业领域有着重要用途, 目前生产钛的方法之一是将金红石(TiO_2)转化为 TiCl_4 , 再进一步还原得到钛。回答下列问题:

(1) TiO_2 转化为 TiCl_4 有直接氯化法和碳氯化法。在 1000°C 时反应的热化学方程式及其平衡常数如下:

(i) 直接氯化: $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{TiCl}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H_1 = 172\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $K_{p1} = 1.0 \times 10^{-2}$

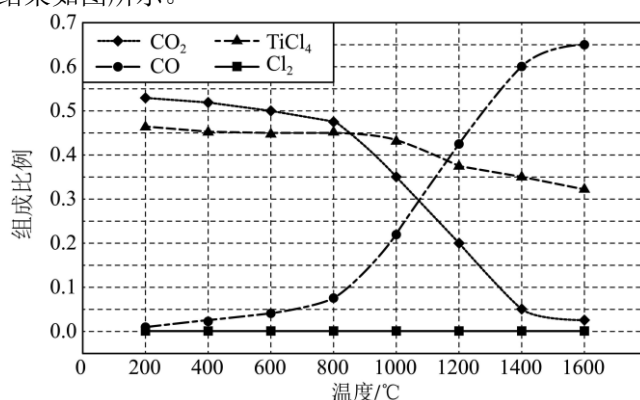
(ii) 碳氯化: $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{C}(\text{s}) = \text{TiCl}_4(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g})$ $\Delta H_2 = -51\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $K_{p2} = 1.2 \times 10^{12}\text{Pa}$

① 反应 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$ ΔH 为_____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $K_p =$ _____ Pa。

② 碳氯化的反应趋势远大于直接氯化, 其原因是_____。

③ 对于碳氯化反应: 增大压强, 平衡_____移动(填“向左”“向右”或“不”); 温度升高, 平衡转化率_____ (填“变大”“变小”或“不变”)。

(2) 在 $1.0 \times 10^5\text{Pa}$, 将 TiO_2 、C、 Cl_2 以物质的量比 1 : 2.2 : 2 进行反应。体系中气体平衡组成比例(物质的量分数)随温度变化的理论计算结果如图所示。



① 反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$ 的平衡常数 $K_p(1400^\circ\text{C}) =$ _____ Pa。

② 图中显示, 在 200°C 平衡时 TiO_2 几乎完全转化为 TiCl_4 , 但实际生产中反应温度却远高于此温度, 其原因是_____。

(3) TiO_2 碳氯化是一个“气—固—固”反应, 有利于 TiO_2 —C “固—固”接触的措施是_____。

29. 根据光合作用中 CO_2 的固定方式不同, 可将植物分为 C_3 植物和 C_4 植物等类型。 C_4 植物的 CO_2 补偿点比 C_3 植物的低。 CO_2 补偿点通常是指环境 CO_2 浓度降低导致光合速率与呼吸速率相等时的环境 CO_2 浓度。回答下列问题。

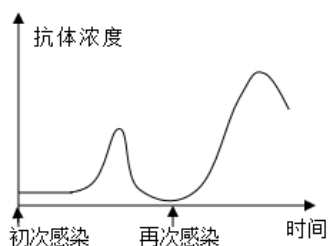
(1) 不同植物 (如 C_3 植物和 C_4 植物) 光合作用光反应阶段的产物是相同的, 光反应阶段的产物是_____ (答出 3 点即可)。

(2) 正常条件下, 植物叶片的光合产物不会全部运输到其他部位, 原因是_____ (答出 1 点即可)。

(3) 干旱会导致气孔开度减小, 研究发现在同等程度干旱条件下, C_4 植物比 C_3 植物生长得好。从两种植物

CO₂ 补偿点的角度分析, 可能的原因是_____。

30. 人体免疫系统对维持机体健康具有重要作用。机体初次和再次感染同一种病毒后, 体内特异性抗体浓度变化如图所示。回答下列问题。



- (1) 免疫细胞是免疫系统的重要组成成分, 人体 T 细胞成熟的场所是_____; 体液免疫过程中, 能产生大量特异性抗体的细胞是_____。
- (2) 体液免疫过程中, 抗体和病毒结合后病毒最终被清除的方式是_____。
- (3) 病毒再次感染使机体内抗体浓度激增且保持较长时间 (如图所示), 此时抗体浓度激增的原因是_____。
- (4) 依据图中所示的抗体浓度变化规律, 为了获得更好的免疫效果, 宜采取的疫苗接种措施是_____。

31. 为保护和合理利用自然资源, 某研究小组对某林地的动植物资源进行了调查。回答下列问题。

- (1) 调查发现, 某种哺乳动物种群的年龄结构属于增长型, 得出这一结论的主要依据是发现该种群中_____。
- (2) 若要调查林地中某种双子叶植物的种群密度, 可以采用的方法是_____; 若要调查某种鸟的种群密度, 可以采用的方法是_____。
- (3) 调查发现该林地的物种数目_____很多。一个群落中物种数目的多少称为_____。
- (4) 该林地中, 植物对动物的作用有_____ (答出 2 点即可); 动物对植物的作用有_____ (答出 2 点即可)。

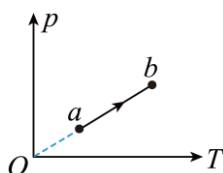
32. 玉米是我国重要的粮食作物。玉米通常是雌雄同株异花植物 (顶端长雄花序, 叶腋长雌花序), 但也有的是雌雄异株植物。玉米的性别受两对独立遗传的等位基因控制, 雌花花序由显性基因 B 控制, 雄花花序由显性基因 T 控制, 基因型 bbt 个体为雌株。现有甲 (雌雄同株)、乙 (雌株)、丙 (雌株)、丁 (雄株) 4 种纯合体玉米植株。回答下列问题。

- (1) 若以甲为母本、丁为父本进行杂交育种, 需进行人工传粉, 具体做法是_____。
- (2) 乙和丁杂交, F₁ 全部表现为雌雄同株; F₁ 自交, F₂ 中雌株所占比例为_____, F₂ 中雄株的基因型是_____; 在 F₂ 的雌株中, 与丙基因型相同的植株所占比例是_____。
- (3) 已知玉米籽粒的糯和非糯是由 1 对等位基因控制的相对性状。为了确定这对相对性状的显隐性, 某研究人员将糯玉米纯合体与非糯玉米纯合体 (两种玉米均为雌雄同株) 间行种植进行实验, 果穗成熟后依据果穗上籽粒的性状, 可判断糯与非糯的显隐性。若糯是显性, 则实验结果是_____; 若非糯是显性, 则实验结果是_____。

(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)

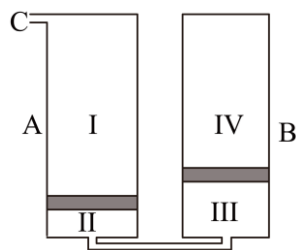
- (1) (5 分) 一定量的理想气体从状态 a 变化到状态 b, 其过程如 $p-T$ 图上从 a 到 b 的线段所示。在此过程中 ()



- A. 气体一直对外做功
- B. 气体的内能一直增加
- C. 气体一直从外界吸热
- D. 气体吸收的热量等于其对外做的功
- E. 气体吸收的热量等于其内能的增加量

- (2) (10 分) 如图, 容积均为 V_0 、缸壁可导热的 A、B 两汽缸放置在压强为 p_0 、温度为 T_0 的环境中; 两汽缸

的底部通过细管连通，A 汽缸的顶部通过开口 C 与外界相通：汽缸内的两活塞将缸内气体分成 I、II、III、IV 四部分，其中第 II、III 部分的体积分别为 $\frac{1}{8}V_0$ 和 $\frac{1}{4}V_0$ 、环境压强保持不变，不计活塞的质量和体积，忽略摩擦。

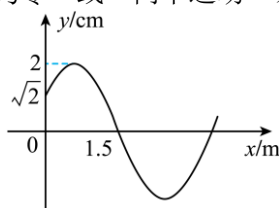


(i) 将环境温度缓慢升高，求 B 汽缸中的活塞刚到达汽缸底部时的温度；

(ii) 将环境温度缓慢改变至 $2T_0$ ，然后用气泵从开口 C 向汽缸内缓慢注入气体，求 A 汽缸中的活塞到达汽缸底部后，B 汽缸内第 IV 部分气体的压强。

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 一平面简谐横波以速度 $v = 2\text{m/s}$ 沿 x 轴正方向传播， $t = 0$ 时刻的波形图如图所示，介质中平衡位置在坐标原点的质点 A 在 $t = 0$ 时刻的位移 $y = \sqrt{2}\text{cm}$ ，该波的波长为 _____ m，频率为 _____ Hz， $t = 2\text{s}$ 时刻，质点 A _____ (填“向上运动”“速度为零”或“向下运动”)。

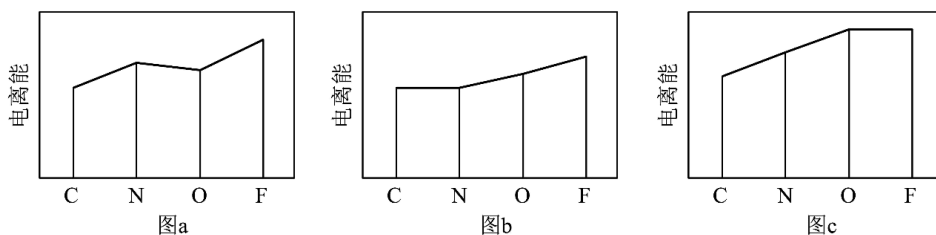


35. 【化学——选修 3：物质结构与性质】(15 分)

2008 年北京奥运会的“水立方”，在 2022 年冬奥会上华丽转身为“冰立方”，实现了奥运场馆的再利用，其美丽的透光气囊材料由乙烯($\text{CH}_2=\text{CH}_2$)与四氟乙烯($\text{CF}_2=\text{CF}_2$)的共聚物(ETFE)制成。回答下列问题：

(1) 基态 F 原子的价电子排布图(轨道表示式)为 _____。

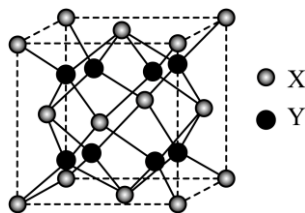
(2) 图 a、b、c 分别表示 C、N、O 和 F 的逐级电离能 I 变化趋势(纵坐标的标度不同)。第一电离能的变化图是 _____ (填标号)，判断的根据是 _____；第三电离能的变化图是 _____ (填标号)。



(3) 固态氟化氢中存在 $(\text{HF})_n$ 形式，画出 $(\text{HF})_3$ 的链状结构 _____。

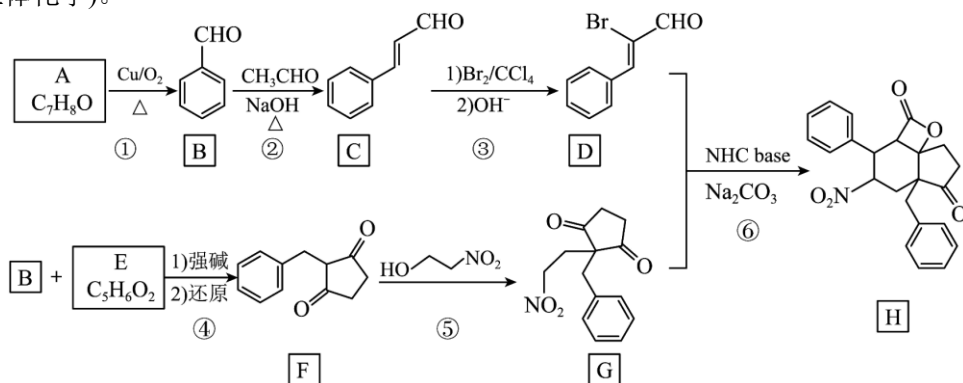
(4) $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ 和 ETFE 分子中 C 的杂化轨道类型分别为 _____ 和 _____；聚四氟乙烯的化学稳定性高于聚乙烯，从化学键的角度解释原因 _____。

(5) 萤石(CaF_2)是自然界中常见的含氟矿物，其晶胞结构如图所示，X 代表的离子是 _____；若该立方晶胞参数为 $a\text{pm}$ ，正负离子的核间距最小为 _____ pm。



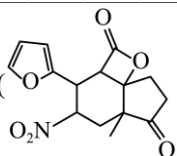
36. 【化学—选修 5，有机化学基础】（15 分）

用 N-杂环卡其碱(NHC base)作为催化剂，可合成多环化合物。下面是一种多环化合物 H 的合成路线(无需考虑部分中间体的立体化学)。



回答下列问题：

- (1) A 的化学名称为_____。
- (2) 反应②涉及两步反应，已知第一步反应类型为加成反应，第二步的反应类型为_____。
- (3) 写出 C 与 Br_2/CCl_4 反应产物的结构简式_____。
- (4) E 的结构简式为_____。
- (5) H 中含氧官能团的名称是_____。
- (6) 化合物 X 是 C 的同分异构体，可发生银镜反应，与酸性高锰酸钾反应后可以得到对苯二甲酸，写出 X 的结构简式_____。
- (7) 如果要合成 H 的类似物 H' (结构见下)，参照上述合成路线，写出相应的 D' 和 G' 的结构简式_____、_____。H' 分子中有_____个手性碳(碳原子上连有 4 个不同的原子或基团时，该碳称为手性碳)。



37. 【生物——选修 1：生物技术实践】（15 分）

某同学从被石油污染的土壤中分离得到 A 和 B 两株可以降解石油的细菌，在此基础上采用平板培养法比较二者降解石油的能力，并分析两个菌株的其他生理功能。

实验所用的培养基成分如下。

培养基 I： K_2HPO_4 ， MgSO_4 ， NH_4NO_3 ，石油。

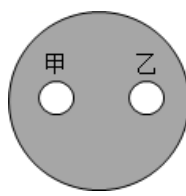
培养基 II： K_2HPO_4 ， MgSO_4 ，石油。

操作步骤：

- ①将 A、B 菌株分别接种在两瓶液体培养基 I 中培养，得到 A、B 菌液；
- ②液体培养基 I、II 中添加琼脂，分别制成平板 I、II，并按图中所示在平板上打甲、乙两孔。

回答下列问题。

菌株	透明圈大小	
	平板 I	平板 II
A	+++	++
B	++	-



(1) 实验所用培养基中作为碳源的成分是_____。培养基中 NH_4NO_3 的作用是为菌株的生长提供氮源，氮源在菌体内可以参与合成_____（答出 2 种即可）等生物大分子。

(2) 步骤①中，在资源和空间不受限制的阶段，若最初接种 N_0 个 A 细菌，繁殖 n 代后细菌的数量是_____。

(3) 为了比较 A、B 降解石油的能力，某同学利用步骤②所得到的平板 I、II 进行实验，结果如表所示（“+”表示有透明圈，“+”越多表示透明圈越大，“-”表示无透明圈），推测该同学的实验思路是_____。

(4) 现有一贫氮且被石油污染的土壤，根据上表所示实验结果，治理石油污染应选用的菌株是_____，理由是_____。

38. [生物 选修 3：现代生物科技专题]（15 分）

某牧场引进一只产肉性能优异的良好公羊，为了在短时间内获得具有该公羊优良性状的大量后代，该牧场利用胚胎工程技术进行了相关操作。回答下列问题。

(1) 为了实现体外受精需要采集良种公羊的精液，精液保存的方法是_____。在体外受精前要对精子进行获能处理，其原因是_____；精子体外获能可采用化学诱导法，诱导精子获能的药物是_____（答出 1 点即可）。利用该公羊的精子进行体外受精需要发育到一定时期的卵母细胞，因为卵母细胞达到_____时才具备与精子受精的能力。

(2) 体外受精获得的受精卵发育成囊胚需要在特定的培养液中进行，该培养液的成分除无机盐、激素、血清外，还含的营养成分有_____（答出 3 点即可）等。将培养好的良种囊胚保存备用。

(3) 请以保存的囊胚和相应数量的非繁殖期受体母羊为材料进行操作，以获得具有该公羊优良性状的后代。主要的操作步骤是_____。

1.【答案】B

【详解】A、细胞中有以无机离子形式存在的钙，也有以化合物形式存在的钙（如 CaCO_3 ），A 正确；B、 Ca^{2+} 不能自由通过细胞膜的磷脂双分子层，需要载体协助，B 错误；C、维生素 D 能有效地促进人体肠道对钙和磷的吸收，故适当补充维生素 D 可以促进肠道对钙的吸收，C 正确；D、哺乳动物的血液中必须含有一定量的 Ca^{2+} ， Ca^{2+} 的含量太低，会出现抽搐等症状，D 正确。故选 B。

2.【答案】C

【详解】A、由于细胞 b 在水分交换达到平衡时细胞的体积增大，说明细胞吸水，则水分交换前，细胞 b 的细胞液浓度大于外界蔗糖溶液的浓度，A 正确；B、水分交换达到平衡时，细胞 a 的细胞液浓度等于外界蔗糖溶液的浓度，细胞 b 的细胞液浓度大于外界蔗糖溶液的浓度，细胞 c 的细胞液浓度小于外界蔗糖溶液的浓度，因此水分交换前，细胞液浓度大小关系为细胞 b>细胞 a>细胞 c，B 正确；C、由题意可知，水分交换达到平衡时，细胞 a 未发生变化，说明其细胞液浓度与外界蔗糖溶液浓度相等；水分交换达到平衡时，虽然细胞内外溶液浓度相同，但细胞 c 失水后外界蔗糖溶液的浓度减小，因此，水分交换平衡时，细胞 c 的细胞液浓度小于细胞 a 的细胞液浓度，C 错误；D、在一定的蔗糖溶液中，细胞 c 发生了质壁分离，水分交换达到平衡时，其细胞液浓度等于外界蔗糖溶液的浓度，D 正确。故选 C。

3.【答案】A

【详解】AB、赤霉素具有促进细胞伸长的功能，该作用的发挥需要与受体结合后才能完成，故喷施某种激素后作物的矮生突变体长高，说明喷施的为赤霉素，矮生突变体矮生的原因是缺乏赤霉素而非受体合成受阻（若受体合成受阻，则外源激素也不能起作用），A 正确，B 错误；CD、脱落酸抑制植物细胞的分裂和种子的萌发，与植物矮化无直接关系，CD 错误。故选 A。

4.【答案】C

【详解】A、有氧呼吸的第一阶段场所是细胞质基质，第二、三阶段在线粒体，三个阶段均可产生 ATP，故有氧呼吸时细胞质基质和线粒体都可产生 ATP，A 正确；B、线粒体内膜是有氧呼吸第三阶段的场所，该阶段氧气和 [H] 反应生成水，该过程需要酶的催化，B 正确；C、丙酮酸分解为 CO_2 和 [H] 是有氧呼吸第二阶段，场所是线粒体基质，该过程需要水的参与，不需要氧气的参与，C 错误；D、线粒体是半自主性细胞器，其中含有少量 DNA，可以通过转录和翻译控制蛋白质的合成，D 正确。故选 C。

5.【答案】D

【详解】分析题图可知，随着时间变化，甲曲线先增加后减少，乙曲线呈 S 形，丙曲线下降，在池塘中投放一批鱼苗后，由于一段时间内鱼没有进行繁殖，而且一部分鱼苗由于不适应环境而死亡，故种群数量下降，如曲线丙；存活的个体重量增加，如曲线乙，种群总重量先增加后由于捕捞而减少，如曲线甲。综上可知，D 正确。故选 D。

6.【答案】B

【详解】A、分析题意可知，两对等位基因独立遗传，故含 a 的花粉育性不影响 B 和 b 基因的遗传，所以 Bb 自交，子一代中红花植株 B_- ：白花植株 bb =3：1，A 正确；B、基因型为 AaBb 的亲本产生的雌配子种类和比例为 AB:Ab:aB:ab=1:1:1:1，由于含 a 的花粉 50% 可育，故雄配子种类及比例为 AB:Ab:aB:ab=2:2:1:1，所以子一代中基因型为 aabb 的个体所占比例为 $1/4 \times 1/6 = 1/24$ ，B 错误；C、由于含 a 的花粉 50% 可育，50% 不可育，故亲本产生的可育雄配子是 A+1/2a，不育雄配子为 1/2a，由于 Aa 个体产生的 A：a=1:1，故亲本产生的可育雄配子数是不育雄配子的三倍，C 正确；D、两对等位基因独立遗传，所以 Bb 自交，亲本产生含 B 的雄配子数和含 b 的雄配子数相等，D 正确。故选 B。

7.【答案】D

【详解】A. 漂白粉的有效成分次氯酸钙与盐酸混合，会发生氧化还原反应生成有毒的氯气，两者不能混合使用，A 错误；B. 温室气体主要是指二氧化碳，二氧化碳不是形成酸雨的主要物质，形成酸雨的主要物质是硫氧化物、氮氧化物等，B 错误；C. 棉花、麻来源于植物，主要成分均是纤维素，为碳水化合物，但蚕丝来源于动物，主要成分是蛋白质，蛋白质不是碳水化合物，C 错误；D. 干冰是固态的二氧化碳，干冰升华时，吸收大量的热，使周围温度降低，大量的水蒸气凝结成了小液滴，形成“云雾”效果，D 正确；答案选 D。

8.【答案】B

【详解】A. 由该物质的结构简式可知，其分子式为 $\text{C}_{59}\text{H}_{90}\text{O}_4$ ，A 错误；B. 由该物质的结构简式可知，键线式端点代表甲基，10 个重复基团的最后一个连接 H 原子的碳是甲基，故分子中含有 $1+1+1+10+1=14$ 个甲基，B 正确；C. 双键碳以及与其相连的四个原子共面，羰基碳采取 sp^2 杂化，羰基碳原子和与其相连的氧原子及另外两个原子共面，因此分子中的四个氧原子在同一平面上，C 错误；D. 分子中有碳碳双键，能发生加成反应，分子中含有甲基，能发生取代反应，D 错误；故答案选 B。

9.【答案】D

【详解】A. 硝酸具有强氧化性，可以将 S^{2-} 氧化为 S 单质，自身根据其浓度大小还原为 NO 或 NO_2 ，反应的离子方程式为 $4\text{H}^++2\text{NO}_3^-+\text{S}^{2-}=\text{S}\downarrow+2\text{NO}\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ (浓) 或 $8\text{H}^++2\text{NO}_3^-+3\text{S}^{2-}=3\text{S}\downarrow+2\text{NO}+4\text{H}_2\text{O}$ (稀)，A 错误；B. 明矾在水中可以电离出 Al^{3+} ，可以与氨水中电离出的 OH^- 发生反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，但由于氨水的碱性较弱，生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不能继续与弱碱发生反应，故反应的离子方程式为 $\text{Al}^{3+}+3\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}=\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+3\text{NH}_4^+$ ，B 错误；C. 硅酸的酸性小于碳酸，向硅酸钠溶液中通入二氧化碳时，生成硅酸沉淀，二氧化碳则根据其通入的量的多少反应为碳酸根或碳酸氢根，反应的离子方程式为 $\text{SiO}_3^{2-}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2=\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}$ (CO_2 少量) 或 $\text{SiO}_3^{2-}+2\text{H}_2\text{O}+2\text{CO}_2=\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow+2\text{HCO}_3^-$ (CO_2 过量)，C 错误；D. 将等物质的量浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 NH_4HSO_4 溶液以体积比 1：2 混合， $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 电离出的 OH^- 与 NH_4HSO_4 电离出的

H⁺反应生成水, Ba(OH)₂电离出的 Ba²⁺与 NH₄HSO₄电离出的 SO₄²⁻反应生成 BaSO₄沉淀, 反应的离子方程为 Ba²⁺+2OH⁻+2H⁺+SO₄²⁻=BaSO₄↓+2H₂O, D 正确; 故答案选 D。

10. 【答案】A

【详解】A. 根据分析, II区的 K⁺只能向I区移动, A 错误; B. 根据分析, I区的 SO₄²⁻向II区移动, B 正确; C. MnO₂电极的电极反应式为 MnO₂+2e⁻+4H⁺=Mn²⁺+2H₂O, C 正确; D. 电池的总反应为 Zn+4OH⁻+MnO₂+4H⁺=Zn(OH)₄²⁻+Mn²⁺+2H₂O, D 正确; 故答案选 A。

11. 【答案】C

【详解】A. 25℃、101kPa 不是标准状况, 不能用标况下的气体摩尔体积计算氢气的物质的量, 故 A 错误; B. Al³⁺在溶液中会发生水解生成 Al(OH)₃, 因此 2.0L 1.0 mol/L 的 AlCl₃溶液中 Al³⁺数目小于 2.0N_A, 故 B 错误; C. 苯甲酸燃烧的化学反应式为 C₆H₅COOH+ $\frac{15}{2}$ O₂ $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 7CO₂+3H₂O, 1mol 苯甲酸燃烧生成 7molCO₂, 则 0.2mol 苯甲酸

完全燃烧生成 1.4molCO₂, 数目为 1.4N_A, 故 C 正确; D. 电解熔融 CuCl₂时, 阳极反应为 2Cl⁻-2e⁻=Cl₂ ↑, 阴极反应为 Cu²⁺+2e⁻=Cu, 阴极增加的重量为 Cu 的质量, 6.4gCu 的物质的量为 0.1mol, 根据阴极反应可知, 外电路中通过电子的物质的量为 0.2mol, 数目为 0.2N_A, 故 D 错误; 答案选 C。

12. 【答案】D

【详解】A. X 为 Al, Q 为 N 或 O 或 F, 同一周期从左往右元素非金属性依次增强, 同一主族从上往下依次减弱, 故非金属性: Q>X, A 错误; B. 由分析可知, X 为 Al 属于金属晶体, Y 为 Si 属于原子晶体或共价晶体, 故单质熔点 Si>Al, 即 Y>X, B 错误; C. 含有氢键的物质沸点升高, 由分析可知 Q 为 N 或 O 或 F, 其简单氢化物为 H₂O 或 NH₃ 或 HF, Z 为 Cl 或 S 或 P, 其简单氢化物为 HCl 或 H₂S 或 PH₃, 由于前者物质中存在分子间氢键, 而后者物质中不存在, 故沸点 Q>Z, C 错误; D. 元素的非金属性越强, 其最高价含氧酸的酸性越强, P、S、Cl 的非金属性均强于 Si, 因此最高价含氧酸酸性: Z>Y, D 正确; 故答案为: D。

13. 【答案】C

【详解】A. CH₃COONH₄中 NH₄⁺水解, NH₄⁺+H₂O $\rightleftharpoons$ NH₃·H₂O+H⁺, 会消耗 CH₃COO⁻水解生成的 OH⁻, 测定相同浓度的 CH₃COONH₄和 NaHCO₃溶液的 pH, 后者大于前者, 不能说明 K_a(CH₃COO⁻)<K_a(HCO₃⁻), A 错误; B. 铁锈中含有 Fe 单质, 单质 Fe 与浓盐酸可反应生成 Fe²⁺, 滴入 KMnO₄溶液, 紫色褪去, 不能说明铁锈中一定含有二价铁, B 错误; C. K₂CrO₄中存在平衡 2CrO₄²⁻(黄色)+2H⁺ $\rightleftharpoons$ Cr₂O₇²⁻(橙红色)+H₂O, 缓慢滴加硫酸, H⁺浓度增大, 平衡正向移动, 故溶液黄色变成橙红色, C 正确; D. 乙醇和水均会与金属钠发生反应生成氢气, 故不能说明乙醇中含有水, D 错误; 答案选 C。

14. 【答案】D

【解析】

【详解】运动员从 a 到 c 根据动能定理有 $mgh = \frac{1}{2}mv_c^2$

在 c 点有 $F_{Nc} - mg = m\frac{v_c^2}{R_c}$, $F_{Nc} \leq kmg$, 联立有 $R_c \geq \frac{2h}{k-1}$ 故选 D。

15. 【答案】C

【详解】由题知当列车的任一部分处于隧道内时, 列车速率都不允许超过 v (v < v₀), 则列车进隧道前必须减速到 v, 则有 v = v₀ - 2at₁

解得 $t_1 = \frac{v_0 - v}{2a}$

在隧道内匀速有 $t_2 = \frac{L + l}{v}$

列车尾部出隧道后立即加速到 v₀, 有 v₀ = v + at₃

解得 $t_3 = \frac{v_0 - v}{a}$

则列车从减速开始至回到正常行驶速率 v₀所用时间至少为 $t = \frac{3(v_0 - v)}{2a} + \frac{L + l}{v}$ 故选 C。

16. 【答案】C

【详解】设圆线框的半径为 r, 则由题意可知正方形线框的边长为 2r, 正六边形线框的边长为 r; 所以圆线框的周长为 C₂ = 2πr

面积为 S₂ = πr²

同理可知正方形线框的周长和面积分别为 $C_1 = 8r$, $S_1 = 4r^2$

正六边形线框的周长和面积分别为 $C_3 = 6r$, $S_3 = \frac{1}{2} \times 6 \times r \times \frac{\sqrt{3}}{2} r = \frac{3\sqrt{3}r^2}{2}$

三线框材料粗细相同, 根据电阻定律 $R = \rho \frac{L}{S_{\text{横截面}}}$

可知三个线框电阻之比为 $R_1 : R_2 : R_3 = C_1 : C_2 : C_3 = 8 : 2\pi : 6$

根据法拉第电磁感应定律有 $I = \frac{E}{R} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S}{R}$

可得电流之比为: $I_1 : I_2 : I_3 = 2 : 2 : \sqrt{3}$

即 $I_1 = I_2 > I_3$ 。故选 C。

17. 【答案】C

【详解】根据题意设半衰期为 t_0 的元素原子核数为 x , 另一种元素原子核数为 y , 依题意有 $x + y = N$

经历 $2t_0$ 后有 $\frac{1}{4}x + \frac{1}{2}y = \frac{N}{3}$

联立可得 $x = \frac{2}{3}N$, $y = \frac{1}{3}N$

在 $t = 4t_0$ 时, 原子核数为 x 的元素经历了 4 个半衰期, 原子核数为 y 的元素经历了 2 个半衰期, 则此时未衰变的原

子核总数为 $n = \frac{1}{2^4}x + \frac{1}{2^2}y = \frac{N}{8}$, 故选 C。

18. 【答案】B

【详解】AC. 在 xOy 平面内电场的方向沿 y 轴正方向, 故在坐标原点 O 静止的带正电粒子在电场力作用下会向 y 轴正方向运动。磁场方向垂直于纸面向里, 根据左手定则, 可判断出向 y 轴正方向运动的粒子同时受到沿 x 轴负方向的洛伦兹力, 故带电粒子向 x 轴负方向偏转。AC 错误; BD. 运动的过程中在电场力对带电粒子做功, 粒子速度大小发生变化, 粒子所受的洛伦兹力方向始终与速度方向垂直。由于匀强电场方向是沿 y 轴正方向, 故 x 轴为匀强电场的等势面, 从开始到带电粒子偏转再次运动到 x 轴时, 电场力做功为 0, 洛伦兹力不做功, 故带电粒子再次回到 x 轴时的速度为 0, 随后受电场力作用再次进入第二象限重复向左偏转, 故 B 正确, D 错误。故选 B。

19. 【答案】AD

【详解】设两物块的质量均为 m , 撤去拉力前, 两滑块均做匀速直线运动, 则拉力大小为 $F = 2\mu mg$

撤去拉力前对 Q 受力分析可知, 弹簧的弹力为 $T_0 = \mu mg$

AB. 以向右为正方向, 撤去拉力瞬间弹簧弹力不变为 μmg , 两滑块与地面间仍然保持相对滑动, 此时滑块 P 的加速度为 $-T_0 - \mu mg = ma_{p1}$

解得 $a_{p1} = -2\mu g$

此刻滑块 Q 所受的外力不变, 加速度仍为零, 滑块 P 做减速运动, 故 PQ 间距离减小, 弹簧的伸长量变小, 弹簧弹力变小。根据牛顿第二定律可知 P 减速的加速度减小, 滑块 Q 的合外力增大, 合力向左, 做加速度增大的减速运动。故 P 加速度大小的最大值是刚撤去拉力瞬间的加速度为 $2\mu mg$ 。

Q 加速度大小最大值为弹簧恢复原长时 $-\mu mg = ma_{qm}$

解得 $a_{qm} = -\mu mg$

故滑块 Q 加速度大小最大值为 μmg , A 正确, B 错误;

C. 滑块 PQ 水平向右运动, PQ 间的距离在减小, 故 P 的位移一定小于 Q 的位移, C 错误;

D. 滑块 P 在弹簧恢复到原长时的加速度为 $-\mu mg = ma_{p2}$

解得 $a_{p2} = -\mu g$

撤去拉力时, PQ 的初速度相等, 滑块 P 由开始的加速度大小为 $2\mu g$ 做加速度减小的减速运动, 最后弹簧原长时加速度大小为 μg ; 滑块 Q 由开始的加速度为 0 做加速度增大的减速运动, 最后弹簧原长时加速度大小也为 μg 。分析可知 P 的速度大小均不大于同一时刻 Q 的速度大小, D 正确。故选 AD。

20. 【答案】AD

【详解】MN 在运动过程中为非纯电阻, MN 上的电流瞬时值为 $i = \frac{u - Blv}{R}$

A. 当闭合的瞬间, $Blv = 0$, 此时 MN 可视为纯电阻 R , 此时反电动势最小, 故电流最大 $I_{\max} = \frac{U}{R} = \frac{Q}{CR}$

故 A 正确；

B. 当 $u > Blv$ 时，导体棒加速运动，当速度达到最大值之后，电容器与 MN 及 R 构成回路，由于一直处于通路形式，由能量守恒可知，最后 MN 终极速度为零，故 B 错误；

C. MN 在运动过程中为非纯电阻电路， MN 上的电流瞬时值为 $i = \frac{u - Blv}{R}$

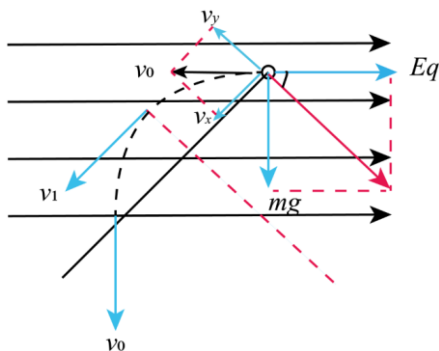
当 $u = Blv$ 时， MN 上电流瞬时为零，安培力为零此时， MN 速度最大，故 C 错误；

D. 在 MN 加速度阶段，由于 MN 反电动势存在，故 MN 上电流小于电阻 R 上的电流，电阻 R 消耗电能大于 MN 上消耗的电能（即 $E_R > E_{MN}$ ），故加速过程中， $Q_R > Q_{MN}$ ；当 MN 减速为零的过程中，电容器的电流和导体棒的电流都流经电阻 R 形成各自的回路，因此可知此时也是电阻 R 的电流大，综上分析可知全过程中电阻 R 上的热量大于导体棒上的热量，故 D 正确。故选 AD。

21. 【答案】BD

【详解】A. 如图所示 $Eq = mg$

故等效重力 G' 的方向与水平成 45° 。



当 $v_y = 0$ 时速度最小为 $v_{\min} = v_1$ ，由于此时 v_1 存在水平分量，电场力还可以向左做负功，故此时电势能不是最大，故 A 错误；

BD. 水平方向上 $v_0 = \frac{Eq}{m} t$

在竖直方向上 $v = gt$

由于 $Eq = mg$ ，得 $v = v_0$

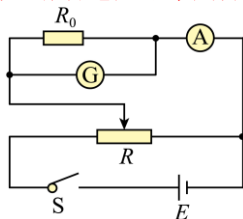
如图所示，小球的动能等于末动能。由于此时速度没有水平分量，故电势能最大。由动能定理可知 $W_G + W_{Eq} = 0$ 则重力做功等于小球电势能的增加量，故 BD 正确；

C. 当如图中 v_1 所示时，此时速度水平分量与竖直分量相等，动能最小，故 C 错误；

故选 BD。

22. 【答案】①. 见解析 ②. 990Ω

【详解】(1) [1]为了准确测出微安表两端的电压，可以让微安表与定值电阻 R_0 并联，再与电流表串联，通过电流表的电流与微安表的电流之差，可求出流过定值电阻 R_0 的电流，从而求出微安表两端的电压，进而求出微安表的内电阻，由于电源电压过大，并且为了测量多组数据，滑动电阻器采用分压式解法，实验电路原理图如图所示



(2) [2]流过定值电阻 R_0 的电流 $I = I_A - I_G = 9.00\text{mA} - 0.09\text{mA} = 8.91\text{mA}$

加在微安表两端的电压 $U = IR_0 = 8.91 \times 10^{-2} \text{V}$

微安表的内电阻 $R_g = \frac{U}{I_G} = \frac{8.91 \times 10^{-2}}{90.0 \times 10^{-6}} \Omega = 990\Omega$

23. 【答案】①. 0.304 ②. 0.31 ③. 0.32 ④. $\frac{m_2 - m_1}{2m_1}$ ⑤. 0.33

【详解】(2) [1]应该用质量较小的滑块碰撞质量较大的滑块，碰后运动方向相反，故选 0.304kg 的滑块作为 A。

(6) [2] 由于两段位移大小相等, 根据表中的数据可得 $k_2 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{0.21}{0.67} = 0.31$

(7) [3] $\frac{v_1}{v_2}$ 平均值为 $\bar{k} = \frac{0.31+0.31+0.33+0.33+0.33}{5} = 0.32$

(8) [4][5] 弹性碰撞时满足动量守恒和机械能守恒, 可得

$$\begin{aligned} m_1 v_0 &= -m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ \frac{1}{2} m_1 v_0^2 &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \end{aligned}$$

联立解得 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2 - m_1}{2m_1}$

代入数据可得 $\frac{v_1}{v_2} = 0.33$

24. 【答案】 $\frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ m/s}$

【详解】频闪仪每隔 0.05s 发出一次闪光, 每相邻两个球之间被删去 3 个影像, 故相邻两球的时间间隔为 $t = 4T = 0.05 \times 4 \text{ s} = 0.2 \text{ s}$

设抛出瞬间小球的速度为 v_0 , 每相邻两球间的水平方向上位移为 x , 竖直方向上的位移分别为 y_1 、 y_2 , 根据平抛运动位移公式有 $x = v_0 t$

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.2^2 \text{ m} = 0.2 \text{ m} \\ y_2 &= \frac{1}{2} g (2t)^2 - \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (0.4^2 - 0.2^2) \text{ m} = 0.6 \text{ m} \end{aligned}$$

令 $y_1 = y$, 则有 $y_2 = 3y_1 = 3y$

已标注的线段 s_1 、 s_2 分别为

$$\begin{aligned} s_1 &= \sqrt{x^2 + y^2} \\ s_2 &= \sqrt{x^2 + (3y)^2} = \sqrt{x^2 + 9y^2} \end{aligned}$$

则有 $\sqrt{x^2 + y^2} : \sqrt{x^2 + 9y^2} = 3 : 7$

整理得 $x = \frac{2\sqrt{5}}{5} y$

故在抛出瞬间小球的速度大小为 $v_0 = \frac{x}{t} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ m/s}$

25. 【答案】(1) $\frac{NBll}{k}$, $\frac{2NBllr}{dk}$; (2) $\frac{dk(s_1 + s_2)}{4NBllr}$

【详解】(1) 由题意当线圈中通入微小电流 I 时, 线圈中的安培力为 $F = NBll$

根据胡克定律有 $F = NBll = k|\Delta x|$, $|\Delta x| = \frac{NBll}{k}$

设此时细杆转过的弧度为 θ , 则可知反射光线转过的弧度为 2θ , 又因为 $d \gg \Delta x$, $r \gg d$

则 $\sin\theta \approx \theta$, $\sin 2\theta \approx 2\theta$

所以有

$$\begin{aligned} \Delta x &= d \cdot \theta \\ s &= r \cdot 2\theta \end{aligned}$$

联立可得 $s = \frac{2r}{d} \Delta x = \frac{2NBllr}{dk}$

(2) 因为测量前未调零, 设没有通电流时偏移的弧长为 s' , 当初始时反射光点在 O 点上方, 通电流 I 后根据前面的结论可知有 $s_1 = \frac{2NBllr}{dk} + s'$

当电流反向后有 $s_2 = \frac{2NBI'lr}{dk} - s'$ ，联立可得 $I' = \frac{4dk(s_1 + s_2)}{NBIr}$

同理可得初始时反射光点在 O 点下方结果也相同，故待测电流的大小为 $I' = \frac{4dk(s_1 + s_2)}{NBIr}$

26. 【答案】(1) $\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{ZnO} + \text{CO}_2 \uparrow$

(2) ①. 增大压强 ②. 将焙烧后的产物碾碎，增大接触面积、增大硫酸的浓度等

(3) ①. B ②. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ③. CaSO_4 ④. SiO_2

(4) $3\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{MnO}_2 \downarrow + 5\text{H}^+$

(5) 置换 Cu^{2+} 为 Cu 从而除去

(6) ①. CaSO_4 ②. MgSO_4

【小问 1 详解】由分析，焙烧时，生成 ZnO 的反应为： $\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{ZnO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ；

【小问 2 详解】可采用增大压强、将焙烧后的产物碾碎，增大接触面积、增大硫酸的浓度等方式提高锌的浸取率；

【小问 3 详解】

A. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 易分解产生 NH_3 污染空气，且经济成本较高，故 A 不适宜；

B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不会引入新的杂质，且成本较低，故 B 适宜；

C. NaOH 会引入杂质 Na^+ ，且成本较高，C 不适宜；故答案选 B；

当沉淀完全时(离子浓度小于 10^{-5}mol/L)，结合表格 K_{sp} 计算各离子完全沉淀时 $\text{pH} < 5$ 的只有 Fe^{3+} ，故滤渣①中有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，又 CaSO_4 是微溶物， SiO_2 不溶于酸，故滤渣①的主要成分是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 CaSO_4 、 SiO_2 ；

【小问 4 详解】

向 $80 \sim 90^\circ\text{C}$ 滤液①中加入 KMnO_4 溶液，可氧化 Fe^{2+} ，得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 MnO_2 的滤渣②，反应的离子方程式为 $3\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{MnO}_2 \downarrow + 5\text{H}^+$ ；

【小问 5 详解】

滤液②中加入锌粉，发生反应 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ ，故加入锌粉的目的为置换 Cu^{2+} 为 Cu 从而除去；

【小问 6 详解】

由分析，滤渣④为 CaF_2 、 MgF_2 ，与浓硫酸反应可得到 HF ，同时得到的副产物为 CaSO_4 、 MgSO_4 。

27. 【答案】(1) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + 4\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{S} + 4\text{CO} \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$

(2) ①. 硫化钠粗品中常含有一定量的煤灰及重金属硫化物等杂质，这些杂质可以直接作沸石 ②. 降低温度

(3) ①. 硫化钠易溶于热乙醇，若回流时间过长， Na_2S 会直接析出在冷凝管上，使提纯率较低，同时易造成冷凝管下端堵塞，圆底烧瓶内气压过大，发生爆炸 ②. D

(4) ①. 防止滤液冷却 ②. 重金属硫化物 ③. 温度逐渐恢复至室温

(5) 冷水

【解析】

【小问 1 详解】

工业上常用芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)和煤粉在高温下生产硫化钠，同时生产 CO ，根据得失电子守恒，反应的化学方

程式为： $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + 4\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{S} + 4\text{CO} \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ ；

【小问 2 详解】

由题干信息，生产的硫化钠粗品中常含有一定量的煤灰及重金属硫化物等杂质，这些杂质可以直接作沸石，因此回流前无需加入沸石，若气流上升过高，可直接降低降低温度，使气压降低；

【小问 3 详解】

硫化钠易溶于热乙醇，若回流时间过长， Na_2S 会直接析出在冷凝管上，使提纯率较低，同时易造成冷凝管下端堵塞，圆底烧瓶内气压过大，发生爆炸；回流结束后，先停止加热，再移去水浴后再关闭冷凝水，故正确的顺序为 ①③②，答案选 D。

【小问 4 详解】

硫化钠易溶于热乙醇，使用锥形瓶可有效防止滤液冷却，重金属硫化物难溶于乙醇，故过滤除去的杂质为重金属硫化物，由于硫化钠易溶于热乙醇，过滤后温度逐渐恢复至室温，滤纸上便会析出大量晶体；

【小问 5 详解】

乙醇与水互溶，硫化钠易溶于热乙醇，因此将滤液冷却、结晶、过滤后，晶体可用少量冷水洗涤，再干燥，即可得到 $\text{Na}_2\text{S} \cdot x\text{H}_2\text{O}$

28. 【答案】(1) ①. -223 ②. 1.2×10^{14} ③. 碳氯化反应气体分子数增加, ΔH 小于 0, 是熵增、放热过程, 熵判据与焓判据均是自发过程, 而直接氯化的体系气体分子数不变、且是吸热过程 ④. 向左 ⑤. 变小
 (2) ①. 7.2×10^5 ②. 为了提高反应速率, 在相同时间内得到更多的 TiCl_4 产品, 提高效益
 (3) 将两固体粉碎后混合, 同时鼓入 Cl_2 , 使固体粉末“沸腾”

【小问 1 详解】

①根据盖斯定律, 将“反应 ii - 反应 i”得到反应 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$, 则 $\Delta H = -51\text{kJ/mol} - 172\text{kJ/mol} = -223\text{kJ/mol}$; 则

$$K_p = \frac{K_{p2}}{K_{p1}} = \frac{1.2 \times 10^{12}\text{Pa}}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.2 \times 10^{14}\text{Pa};$$

②碳氯化的反应趋势远大于直接氯化, 因为碳氯化反应气体分子数增加, ΔH 小于 0, 是熵增、放热过程, 熵判据与焓判据均是自发过程, 而直接氯化的体系气体分子数不变、且是吸热过程;

③对应碳氯化反应, 气体分子数增大, 依据勒夏特列原理, 增大压强, 平衡往气体分子数减少的方向移动, 即平衡向左移动; 该反应是放热反应, 温度升高, 平衡往吸热方向移动, 即向左移动, 则平衡转化率变小。

【小问 2 详解】

①从图中可知, 1400°C , 体系中气体平衡组成比例 CO_2 是 0.05, TiCl_4 是 0.35, CO 是 0.6, 反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$

$$\text{的平衡常数 } K_p(1400^\circ\text{C}) = \frac{(0.6P_{\text{总}})^2}{0.05P_{\text{总}}} = \frac{(0.6 \times 1.0 \times 10^5)^2}{0.05 \times 1.0 \times 10^5} \text{Pa} = 7.2 \times 10^5\text{Pa};$$

②实际生产中需要综合考虑反应的速率、产率等, 以达到最佳效益, 实际反应温度远高于 200°C , 就是为了提高反应速率, 在相同时间内得到更多的 TiCl_4 产品。

【小问 3 详解】

固体颗粒越小, 比表面积越大, 反应接触面积越大。有利于 $\text{TiO}_2 - \text{C}$ “固-固”接触, 可将两者粉碎后混合, 同时鼓入 Cl_2 , 使固体粉末“沸腾”, 增大接触面积。

29. 【答案】(1) O_2 、 $[\text{H}]$ 和 ATP

(2) 自身呼吸消耗或建造植物体结构

(3) C_4 植物的 CO_2 补偿点低于 C_3 植物, C_4 植物能够利用较低浓度的 CO_2

【解析】

【小问 1 详解】

光合作用光反应阶段的场所是叶绿体的类囊体膜上, 光反应发生的物质变化包括水的光解以及 ATP 的形成, 因此光合作用光反应阶段生成的产物有 O_2 、 $[\text{H}]$ 和 ATP。

【小问 2 详解】

叶片光合作用产物一部分用来建造植物体结构和自身呼吸消耗, 其余部分被输送到植物体的储藏器官储存起来。故正常条件下, 植物叶片的光合产物不会全部运输到其他部位。

【小问 3 详解】

C_4 植物的 CO_2 固定途径有 C_4 和 C_3 途径, 其主要的 CO_2 固定酶是 PEPC, Rubisco; 而 C_3 植物只有 C_3 途径, 其主要的 CO_2 固定酶是 Rubisco。干旱会导致气孔开度减小, 叶片气孔关闭, CO_2 吸收减少; 由于 C_4 植物的 CO_2 补偿点低于 C_3 植物, 则 C_4 植物能够利用较低浓度的 CO_2 , 因此光合作用受影响较小的植物是 C_4 植物, C_4 植物比 C_3 植物生长得好。

30. 【答案】(1) ①. 胸腺 ②. 浆细胞

(2) 抗体与病毒特异性结合形成沉淀, 被吞噬细胞吞噬消化

(3) 病毒再次感染时, 机体内相应的记忆细胞迅速增殖分化, 快速产生大量抗体 (4) 多次接种

【解析】

【小问 1 详解】

免疫细胞是免疫系统的重要组成成分, 包括淋巴细胞和吞噬细胞等, 其中 T 细胞成熟的场所是胸腺。体液免疫过程中, 只有浆细胞能产生特异性的抗体。

【小问 2 详解】

体液免疫过程中, 抗体和病毒特异性结合后形成沉淀, 再被吞噬细胞吞噬消化。

【小问 3 详解】

记忆细胞可以在病毒消失后存活几年甚至几十年, 当同一种病毒再次感染机体, 记忆细胞能迅速增殖分化, 快速产生大量抗体, 使抗体浓度激增。

【小问 4 详解】

分析图示可知, 二次免疫比初次免疫产生的抗体更多, 故为了获得更好的免疫效果, 接种疫苗时可多次接种, 使机体产生更多的抗体和记忆细胞。

31. 【答案】(1) 幼年个体数较多、中年个体数适中、老年个体数较少

(2) ①. 样方法 ②. 标志重捕法

(3) 物种丰富度

(4) ①. 为动物提供食物和栖息空间 ②. 对植物的传粉和种子传播具有重要作用

【解析】

【小问 1 详解】

预测种群变化主要依据是年龄组成，是指不同年龄的个体在种群内的分布情况，对种群内的出生率、死亡率有很大影响，当幼年个体数最多、中年个体数适中、老年个体数最少时呈增长型，此时种群中出生率大于死亡率。

【小问 2 详解】

调查林地中某种双子叶植物的种群密度，可采用样方法进行随机抽样调查；鸟的活动能力强、活动范围广，调查其种群密度一般采用标志重捕法。

【小问 3 详解】

物种组成是区别不同群落的重要特征，一个种群中物种数目的多少称为物种丰富度。

【小问 4 详解】

植物可进行光合作用，为动物提供食物，同时可以为动物提供栖息空间；动物的活动有利于植物的繁衍，如蜜蜂采蜜可帮助植物传粉，鸟类取食可帮助植物传播种子。

32. 【答案】(1) 对母本甲的雌花花序进行套袋，待雌蕊成熟时，采集丁的成熟花粉，撒在甲的雌蕊柱头上，再套上纸袋。

(2) ①. $1/4$ ②. $bbTT$ 、 $bbTt$ ③. $1/4$

(3) ①. 糯性植株上全为糯性籽粒，非糯植株上既有糯性籽粒又有非糯籽粒 ②. 非糯性植株上只有非糯籽粒，糯性植株上既有糯性籽粒又有非糯籽粒

【解析】

【小问 1 详解】

杂交育种的原理是基因重组，若甲为母本，丁为父本杂交，因为甲为雌雄同株异花植物，所以在花粉未成熟时需对甲植株雌花花序套袋隔离，等丁的花粉成熟后再通过人工授粉把丁的花粉传到甲的雌蕊柱头后，再套袋隔离。

【小问 2 详解】

根据分析及题干信息“乙和丁杂交， F_1 全部表现为雌雄同株”，可知乙基因型为 $BBtt$ ，丁的基因型为 $bbTT$ ， F_1 基因型为 $BbTt$ ， F_1 自交 F_2 基因型及比例为 $9B_T_$ (雌雄同株) : $3B_tt$ (雌株) : $3bbT_$ (雄株) : $1bbtt$ (雌株)，故 F_2 中雌株所占比例为 $1/4$ ，雄株的基因型为 $bbTT$ 、 $bbTt$ ，雌株中与丙基因型相同的比例为 $1/4$ 。

【小问 3 详解】

假设糯和非糯这对相对性状受 A/a 基因控制，因为两种玉米均为雌雄同株植物，间行种植时，既有自交又有杂交。若糯性为显性，基因型为 AA ，非糯基因型为 aa ，则糯性植株无论自交还是杂交，糯性植株上全为糯性籽粒，非糯植株杂交子代为糯性籽粒，自交子代为非糯籽粒，所以非糯植株上既有糯性籽粒又有非糯籽粒。同理，非糯为显性时，非糯性植株上只有非糯籽粒，糯性植株上既有糯性籽粒又有非糯籽粒。

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(1) 【答案】BCE

【解析】

【详解】A. 因从 a 到 b $p-T$ 图像过原点，由 $\frac{pV}{T} = C$ 可知从 a 到 b 气体的体积不变，则从 a 到 b 气体不对外做功，选项 A 错误；

B. 因从 a 到 b 气体温度升高，可知气体内能增加，选项 B 正确；

CDE. 因 $W=0$ ， $\Delta U>0$ ，根据热力学第一定律

$$\Delta U = W + Q$$

可知，气体一直从外界吸热，且气体吸收的热量等于内能增加量，选项 CE 正确，D 错误。

故选 BCE。

(2) 【答案】(1) $T = \frac{4}{3}T_0$ ；(2) $p = \frac{9}{4}p_0$

【解析】

【详解】(i) 因两活塞的质量不计，则当环境温度升高时，IV 内的气体压强总等于大气压强，则该气体进行等压变

化，则当 B 中的活塞刚到达汽缸底部时，由盖吕萨克定律可得 $\frac{\frac{3}{4}V_0}{T_0} = \frac{V_0}{T}$ ，解得 $T = \frac{4}{3}T_0$

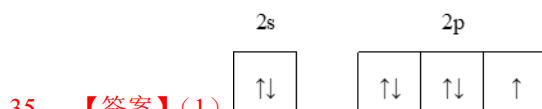
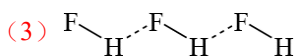
(ii) 设当 A 中的活塞到达汽缸底部时 III 中气体的压强为 p ，则此时 IV 内的气体压强也等于 p ，设此时 IV 内的气体的

体积为 V ，则 II、III 两部分气体被压缩的体积为 $V_0 - V$ ，则对气体 IV $\frac{p_0 \cdot \frac{3V_0}{4}}{T_0} = \frac{pV}{2T_0}$

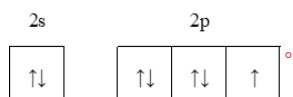
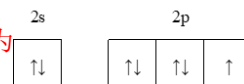
对 II、III 两部分气体 $\frac{p_0(\frac{V_0}{8} + \frac{V_0}{4})}{T_0} = \frac{p(V_0 - V)}{2T_0}$ ，联立解得 $V = \frac{2}{3}V_0$ ， $p = \frac{9}{4}p_0$

34.

(1) 【答案】①. 4 ②. 0.5 ③. 向下运动

【详解】[1] 设波的表达式为 $y = A \sin(\frac{2\pi}{\lambda} x + \varphi)$ 由题知 $A = 2\text{cm}$, 波图像过点 $(0, \sqrt{2})$ 和 $(1.5, 0)$, 代入表达式有 $y = 2 \sin(\frac{\pi}{2} x + \frac{\pi}{4})(\text{cm})$ 即 $\lambda = 4\text{m}$ [2] 由于该波的波速 $v = 2\text{m/s}$, 则 $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2}{4} \text{Hz} = 0.5\text{Hz}$ [3] 由于该波的波速 $v = 2\text{m/s}$, 则 $T = \frac{\lambda}{v} = 2\text{s}$ 由于题图为 $t = 0$ 时刻的波形图, 则 $t = 2\text{s}$ 时刻振动形式和零时刻相同, 根据“上坡、下坡”法可知质点 A 向下运动。(2) 【答案】 $n = \frac{\sqrt{7}}{2}$, $PC = \frac{\sqrt{3}-1}{2}a$ 【详解】光线在 M 点发生折射有 $\sin 60^\circ = n \sin \theta$ 由题知, 光线经折射后在 BC 边的 N 点恰好发生全反射, 则 $\sin C = \frac{1}{n}$, $C = 90^\circ - \theta$ 联立有 $\tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $n = \frac{\sqrt{7}}{2}$ 根据几何关系有 $\tan \theta = \frac{MB}{BN} = \frac{a}{2BN}$, 解得 $NC = a - BN = a - \frac{a}{\sqrt{3}}$ 再由 $\tan \theta = \frac{PC}{NC}$, 解得 $PC = \frac{\sqrt{3}-1}{2}a$ (2) ①. 图 a ②. 同一周期第一电离能的总体趋势是依次升高的, 但由于 N 元素的 $2p$ 能级为半充满状态, 因此 N 元素的第一电离能较 C 、 O 两种元素高 ③. 图 b(4) ①. sp^2 ②. sp^3 ③. $C-F$ 键的键能大于聚乙烯中 $C-H$ 的键能, 键能越大, 化学性质越稳定(5) ①. Ca^{2+} ②. $\frac{\sqrt{3}}{4}a \text{ pm}$

【解析】

【小问 1 详解】 F 为第 9 号元素其电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^5$, 则其价电子排布图为

【小问 2 详解】

C 、 N 、 O 、 F 四种元素在同一周期, 同一周期第一电离能的总体趋势是依次升高的, 但由于 N 元素的 $2p$ 能级为半充满状态, 因此 N 元素的第一电离能较 C 、 O 两种元素高, 因此 C 、 N 、 O 、 F 四种元素的第一电离能从小到大的顺序为 $C < O < N < F$, 满足这一规律的图像为图 a, 气态基态正 2 价阳离子失去 1 个电子生成气态基态正 3 价阳离子所需要的能量为该原子的第三电离能, 同一周期原子的第三电离能的总体趋势也一次升高, 但由于 C 原子在失去 2 个电子之后的 $2s$ 能级为全充满状态, 因此其再失去一个电子需要的能量稍高, 则满足这一规律的图像为图 b, 故答案为: 图 a、同一周期第一电离能的总体趋势是依次升高的, 但由于 N 元素的 $2p$ 能级为半充满状态, 因此 N 元素的第一电离能较 C 、 O 两种元素高、图 b。

【小问 3 详解】固体 HF 中存在氢键, 则 $(HF)_3$ 的链状结构为

【小问 4 详解】

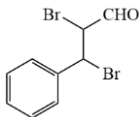
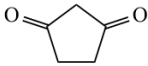
$CF_2=CF_2$ 中 C 原子存在 3 对共用电子对, 其 C 原子的杂化方式为 sp^2 杂化, 但其共聚物 ETFE 中 C 原子存在 4 对共用电子对, 其 C 原子为 sp^3 杂化; 由于 F 元素的电负性较大, 因此在于 C 原子的结合过程中形成的 $C-F$ 键的键能大于聚

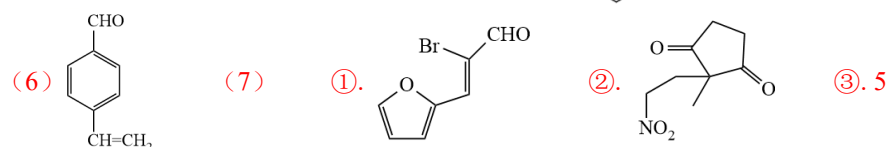
乙烯中 C-H 的键能，键能的强弱决定物质的化学性质，键能越大，化学性质越稳定，因此聚四氟乙烯的化学稳定性高于聚乙烯，故答案为： sp^2 、 sp^3 、C-F 键的键能大于聚乙烯中 C-H 的键能，键能越大，化学性质越稳定。

【小问 5 详解】

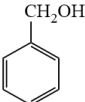
根据萤石晶胞结构，浅色 X 离子分布在晶胞的顶点和面心上，则 1 个晶胞中浅色 X 离子共有 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个，深色 Y 离子分布在晶胞内部，则 1 个晶胞中共有 8 个深色 Y 离子，因此该晶胞的化学式应为 XY_2 ，结合萤石的化学式可知，X 为 Ca^{2+} ；根据晶胞，将晶胞分成 8 个相等的小正方体，仔细观察 CaF_2 的晶胞结构不难发现 F⁻ 位于晶胞中 8 个小立方体中互不相邻的 4 个小立方体的体心，小立方体边长为 $\frac{1}{2}a$ ，体对角线为 $\frac{\sqrt{3}}{2}a$ ， Ca^{2+} 与 F⁻ 之间距离就是小晶胞体对角线的一半，因此晶体中正负的核间距的最小的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{4}a \text{ pm}$ ，故答案为： Ca^{2+} 、 $\frac{\sqrt{3}}{4}a \text{ pm}$ 。

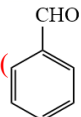
36.

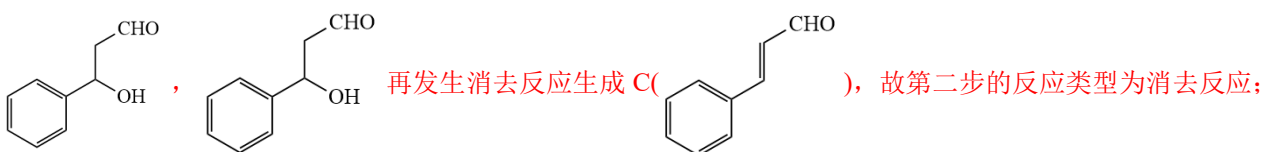
【答案】(1) 苯甲醇 (2) 消去反应 (3)  (4)  (5) 硝基、酯基和羰基

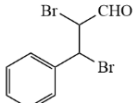


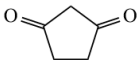
【解析】

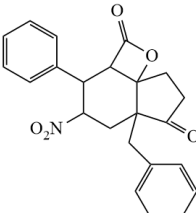
【小问 1 详解】由分析可知，A 的结构简式为 ，其化学名称为苯甲醇；

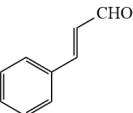
【小问 2 详解】由 B、C 的结构简式，结合反应条件，可知 B() 先与 CH_3CHO 发生碳氧双键的加成反应生成



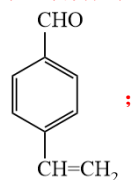
【小问 3 详解】根据分析可知，C 与 Br_2/CCl_4 发生加成反应得到 ；

【小问 4 详解】由分析，E 的结构简式为 ；

【小问 5 详解】H 的结构简式为 ，可其分子中含有的含有官能团为硝基、酯基和羰基；

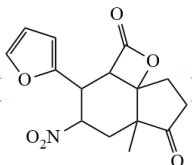
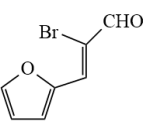
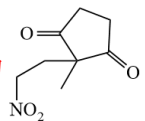
【小问 6 详解】C 的结构简式为 ，分子式为 C_9H_8O ，其同分异构体 X 可发生银镜反应，说明含有醛基，

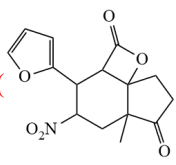
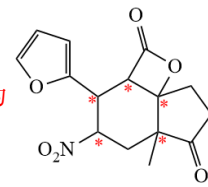
又与酸性高锰酸钾反应后可得到对苯二甲酸，则 X 的取代基处于苯环的对位，满足条件的 X 的结构简式为：



【小问 7 详解】

G 与 D 反应生成 H 的反应中，D 中碳碳双键断裂与 G 中 $HC-NO_2$ 和 $C=O$ 成环，且 $C=O$ 与 $-CHO$ 成环，从而得到

H, 可推知, 若要合成 H' (), 相应的 D' 为  , G' 为  , 手性碳原子为连有 4 个不

同基团的饱和碳原子, 则 H' () 的手性碳原子为  , 共 5 个。

37. 【答案】(1) ①. 石油 ②. DNA、RNA、蛋白质

(2) $N_0 \cdot 2^n$

(3) 在无菌条件下, 将等量等浓度的 A 菌液和 B 菌液分别接种到平板 I 的甲和乙两孔处, 平板 II 也进行同样的操作, 在相同且适宜条件下培养一段时间, 比较两个平板的两孔处的透明圈大小并作记录, 根据透明圈大降解能力强, 透明圈小降解能力弱, 进而比较 A、B 降解石油的能力

(4) ①. A ②. A 菌株降解石油的能力高于 B 菌株, 并且在没有添加氮源的培养基中也能生长

【解析】

【小问 1 详解】

培养基的成分有碳源、氮源、无机盐和水等, 从组成培养基的物质所含化学元素可知, 作为碳源的成分是石油。生物大分子 DNA、RNA、蛋白质都含有 N 元素, 故氮源在菌体内可以参与合成这些物质。

【小问 2 详解】

由题意“资源和空间不受限制”可知, 细菌的增殖呈 J 型曲线增长, 由于 DNA 的半保留复制, 细菌每繁殖一代就是上一代的 2 倍, 根据公式 $N_t = N_0 \cdot \lambda^t$, $\lambda = 2$, 繁殖 n 代后细菌的数量是 $N_0 \cdot 2^n$ 。

【小问 3 详解】

分析表格数据可知, 实验的结果是: 在平板 I 上, A 菌株降解石油的能力高于 B 菌株; 在平板 II 上, A 菌株仍然能降解石油, 而 B 菌株不能降解, 根据实验的单一变量和对照原则, 推测该同学的思路是: 在无菌条件下, 将等量等浓度的 A 菌液和 B 菌液分别接种到平板 I 的甲和乙两孔处, 平板 II 也进行同样的操作, 在相同且适宜条件下培养一段时间, 比较两个平板的两孔处的透明圈大小并作记录, 根据透明圈大降解能力强, 透明圈小降解能力弱, 进而比较 A、B 降解石油的能力。

【小问 4 详解】

由表格数据可知, 在平板 II (无氮源的培养基) 上, A 菌株仍然能降解石油, 而 B 菌株不能降解, 所以要治理贫氮且被石油污染的土壤, 应该选用 A 菌株, 因为 A 菌株降解石油的能力高于 B 菌株, 并且在没有添加氮源的培养基中也能生长。

38. 【答案】(1) ①. 放入 -196°C 的液氮中保存 (或冷冻保存) ②. 刚排出的精子必需在雌性生殖道内发生相应生理变化后才能受精 ③. 肝素或钙离子载体 A23187 ④. M II 中期

(2) 维生素、氨基酸、核苷酸

(3) 对受体母羊进行同期发情处理, 将保存的囊胚进行胚胎移植, 对受体母羊进行是否妊娠的检查, 一段时间后受体母羊产下具有该公羊优良性状的后代

【解析】

【小问 1 详解】

精液可以放入 -196°C 的液氮中保存 (或冷冻保存), 使用前再将精液解冻离心分离。刚排出的精子必需在雌性生殖道内发生相应生理变化后才能受精, 故在体外受精前要对精子进行获能处理。通常采用的体外获能方法有培养法和化学诱导法, 化学诱导法是将精子放在一定浓度的肝素或钙离子载体 A23187 溶液中, 用化学药物诱导精子获能。卵母细胞需要培养到减数第二次分裂中期 (M II 中期) 才能具备与精子受精的能力。

【小问 2 详解】

进行早期胚胎培养的培养液中, 除了无机盐、激素、血清外, 还含有维生素、氨基酸、核苷酸等。

【小问 3 详解】

要利用保存的囊胚和相应数量的非繁殖期受体母羊为材料, 获得具有该公羊优良性状的后代, 主要是利用胚胎移植技术, 即对受体母羊进行同期发情处理, 将保存的囊胚进行胚胎移植, 对受体母羊进行是否妊娠的检查, 一段时间后受体母羊产下具有该公羊优良性状的后代。