

2022 年普通高等学校招生全国统一考试  
理科综合能力测试

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

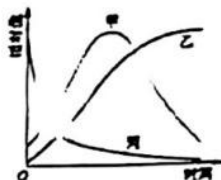
一、选择题: 本题共 13 小题, 每小题 6 分, 共 78 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 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  $\text{Ca}^{2+}$  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  $\text{CO}_2$  和 [H] 的过程需要  $\text{O}_2$  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

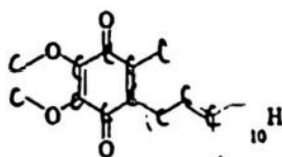
6. 某种自花传粉植物的等位基因 A/a 和 B/b 位于非同源染色体上。A/a 控制花粉育性，含 A 的花粉可育；含 a 的花粉 50% 可育、50% 不育。B/b 控制花色，红花对白花为显性。若基因型为 AaBb 的亲本进行自交，则下列叙述错误的是

- 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”

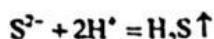
8. 辅酶  $\text{Q}_{10}$  具有预防动脉硬化的功效，其结构简式如下。下列有关辅酶  $\text{Q}_{10}$  的说法正确的是



- A. 分子式为  $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}_4$
- B. 分子中含有 14 个甲基
- C. 分子中的四个氧原子不在同一平面
- D. 可发生加成反应，不能发生取代反应

9. 能正确表示下列反应的离子方程式为

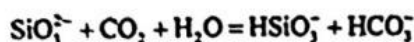
A. 硫化钠溶液和硝酸混合:



B. 明矾溶液与过量氨水混合:



C. 硅酸钠溶液中通入二氧化碳:



D. 将等物质的量浓度的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  和  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  溶液以体积比 1:2 混合:



10. 一种水性电解液  $\text{Zn}-\text{MnO}_2$  离子选择双隔膜电池

如图所示(KOH 溶液中,  $\text{Zn}^{2+}$  以  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$  存在)。

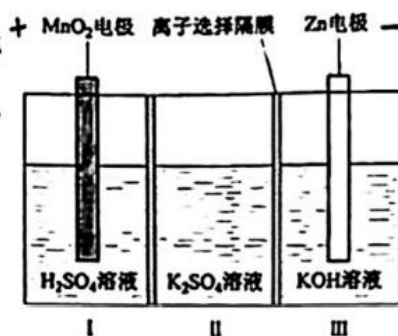
电池放电时, 下列叙述错误的是

A. II 区的  $\text{K}^+$  通过隔膜向 III 区迁移

B. I 区的  $\text{SO}_4^{2-}$  通过隔膜向 II 区迁移

C.  $\text{MnO}_2$  电极反应:  $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

D. 电池总反应:  $\text{Zn} + 4\text{OH}^- + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$



11.  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

A. 25°C, 101 kPa 下, 28 L 氢气中质子的数目为  $2.5N_A$

B. 2.0 L 1.0 mol·L<sup>-1</sup>  $\text{AlCl}_3$  溶液中,  $\text{Al}^{3+}$  的数目为  $2.0N_A$

C. 0.20 mol 苯甲酸完全燃烧, 生成  $\text{CO}_2$  的数目为  $1.4N_A$

D. 电解熔融  $\text{CuCl}_2$ , 阴极增重 6.4 g, 外电路中通过电子的数目为  $0.10N_A$

12. Q、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期主族元素, 其最外层电子数之和为 19。

Q 与 X、Y、Z 位于不同周期, X、Y 相邻, Y 原子最外层电子数是 Q 原子内层电子数的 2 倍。下列说法正确的是

A. 非金属性:  $X > Q$

B. 单质的熔点:  $X > Y$

C. 简单氢化物的沸点:  $Z > Q$

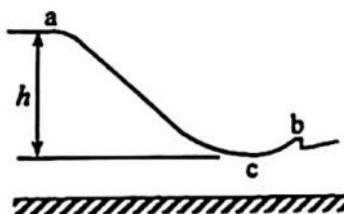
D. 最高价含氧酸的酸性:  $Z > Y$

13. 根据实验目的，下列实验及现象、结论都正确的是

选项	实验目的	实验及现象	结论
A	比较 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 和 $\text{HCO}_3^-$ 的水解常数	分别测浓度均为 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 和 $\text{NaHCO}_3$ 溶液的 pH，后者大于前者。	$K_a(\text{CH}_3\text{COO}^-) < K_a(\text{HCO}_3^-)$
B	检验铁锈中是否含有二价铁	将铁锈溶于浓盐酸，滴入 $\text{KMnO}_4$ 溶液，紫色褪去	铁锈中含有二价铁
C	探究氢离子浓度对 $\text{CrO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 相互转化的影响	向 $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 溶液中缓慢滴加硫酸，黄色变为橙红色	增大氢离子浓度，转化平衡向生成 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的方向移动
D	检验乙醇中是否含有水	向乙醇中加入一小粒金属钠，产生无色气体	乙醇中含有水

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. 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 c 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

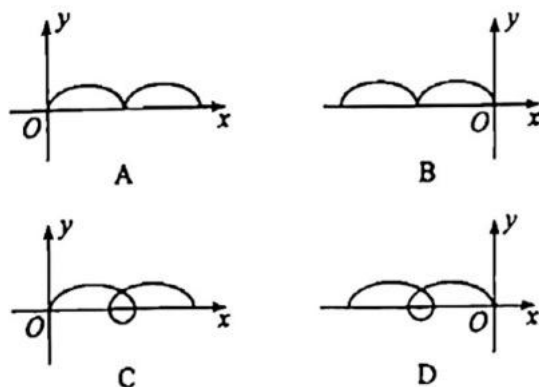
- A.  $\frac{v_0 - v}{2a} + \frac{L+l}{v}$       B.  $\frac{v_0 - v}{a} + \frac{L+2l}{v}$
- C.  $\frac{3(v_0 - v)}{2a} + \frac{L+l}{v}$       D.  $\frac{3(v_0 - v)}{a} + \frac{L+2l}{v}$

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



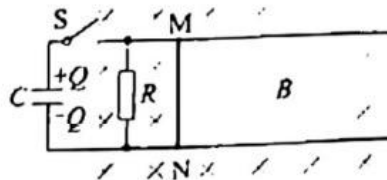
19. 如图，质量相等的两滑块 P、Q 置于水平桌面上，二者用一轻弹簧水平连接，两滑块与桌面间的动摩擦因数均为  $\mu$ 。重力加速度大小为  $g$ 。用水平向右的拉力  $F$  拉动 P，使两滑块均做匀速运动；某时刻突然撤去该拉力，则从此刻开始到弹簧第一次恢复原长之前



- A. P 的加速度大小的最大值为  $2\mu g$   
 B. Q 的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的匀强电场，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，

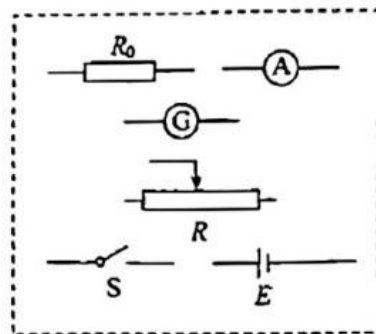
- A. 小球的动能最小时，其电势能最大
- B. 小球的动能等于初始动能时，其电势能最大
- C. 小球速度的水平分量和竖直分量大小相等时，其动能最大
- D. 从射出时刻到小球速度的水平分量为零时，重力做的功等于小球电势能的增加量

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 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 129 分。

22. (5 分)

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  $1.5\text{V}$ ，内阻很小)，电流表  $\text{A}$  (量程  $10\text{mA}$ ，内阻约  $10\Omega$ )，微安表  $\text{G}$  (量程  $100\mu\text{A}$ ，内阻  $R_g$  待测，约  $1\text{k}\Omega$ )，滑动变阻器  $R$  (最大阻值  $10\Omega$ )，定值电阻  $R_0$  (阻值  $10\Omega$ )，开关  $S$ ，导线若干。

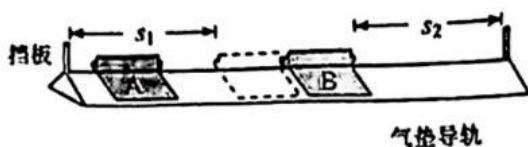


(1) 在答题卡上将图中所示的器材符号连线，画出实验电路原理图；

(2) 某次测量中，微安表的示数为  $90.0\mu\text{A}$ ，电流表的示数为  $9.00\text{mA}$ ，由此计算出微安表内阻  $R_g = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

23. (10分)

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：



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 0.510 kg 和 0.304 kg。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。

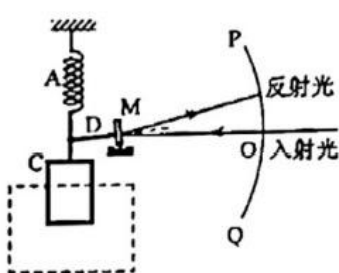
24. (12分)

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  $0.05\text{s}$  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. (20分)

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；M 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 为圆形的、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。



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。

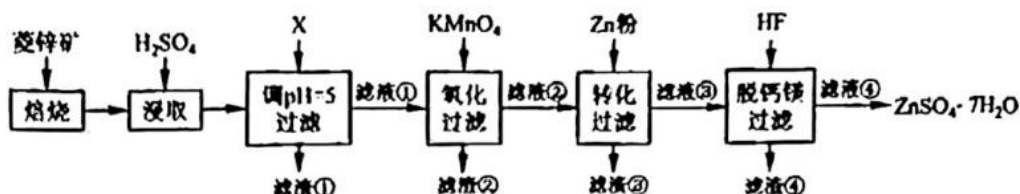
(1) 若在线圈中通入的微小电流为  $I$ ，求平衡后弹簧长度改变量的绝对值  $\Delta x$  及 PQ 上反射光点与 O 点间的弧长  $s$ ；

(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. (14分)

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

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 pH = 5, 最适宜使用的 X 是\_\_\_\_\_ (填标号)。

A.  $NH_3 \cdot H_2O$     B.  $Ca(OH)_2$     C. NaOH

滤渣①的主要成分是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

- 向  $80 \sim 90^\circ C$  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\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

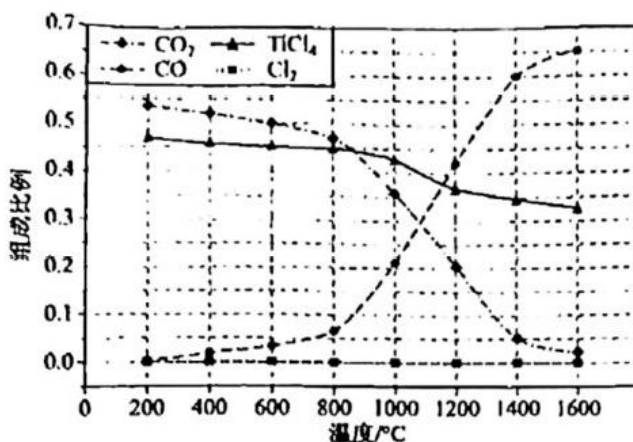
27. (15分)

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 ( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ) 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) 在  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，将  $\text{TiO}_2$ 、C、 $\text{Cl}_2$  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  $K_p(1400^\circ\text{C}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Pa}$ 。

② 图中显示，在  $200^\circ\text{C}$  平衡时  $\text{TiO}_2$  几乎完全转化为  $\text{TiCl}_4$ ，但实际生产中反应温度却远高于此温度，其原因是\_\_\_\_\_。

(3)  $\text{TiO}_2$  碳氯化是一个“气—固—固”反应，有利于  $\text{TiO}_2$ —C “固—固”接触的措施是\_\_\_\_\_。

29. (9分)

根据光合作用中  $\text{CO}_2$  的固定方式不同，可将植物分为  $\text{C}_3$  植物和  $\text{C}_4$  植物等类型。 $\text{C}_4$  植物的  $\text{CO}_2$  补偿点比  $\text{C}_3$  植物的低。 $\text{CO}_2$  补偿点通常是指环境  $\text{CO}_2$  浓度降低导致光合速率与呼吸速率相等时的环境  $\text{CO}_2$  浓度。回答下列问题。

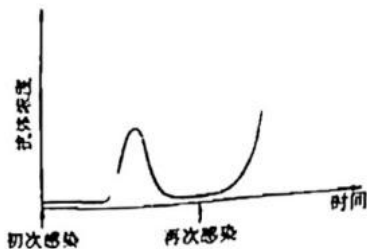
(1) 不同植物（如  $\text{C}_3$  植物和  $\text{C}_4$  植物）光合作用光反应阶段的产物是相同的，光反应阶段的产物是\_\_\_\_\_（答出3点即可）。

(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， $\text{C}_4$  植物比  $\text{C}_3$  植物生长得好。从两种植物  $\text{CO}_2$  补偿点的角度分析，可能的原因是\_\_\_\_\_。

30. (10分)

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部分。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. (9分)

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. (12分)

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bbtt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， $F_1$ 全部表现为雌雄同株； $F_1$ 自交， $F_2$ 中雌株所占比例为\_\_\_\_\_， $F_2$ 中雄株的基因型是\_\_\_\_\_；在 $F_2$ 的雌株中，与丙基因型相同的植株所占比例是\_\_\_\_\_。

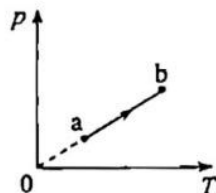
(3) 已知玉米籽粒的糯和非糯是由1对等位基因控制的相对性状。为了确定这对相对性状的显隐性，某研究人员将糯玉米纯合体与非糯玉米纯合体(两种玉米均为雌雄同株)间行种植进行实验，果穗成熟后依据果穗上籽粒的性状，可判断糯与非糯的显隐性。若糯是显性，则实验结果是\_\_\_\_\_；若非糯是显性，则实验结果是\_\_\_\_\_。

(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，则每科技所做的第一题计分。

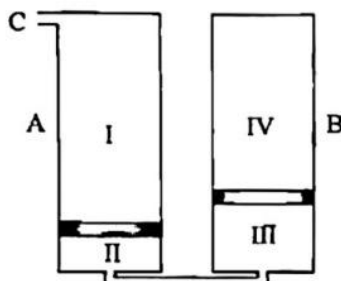
33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(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\_\_\_\_\_。(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. 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  $\frac{1}{4}V_0$ 。

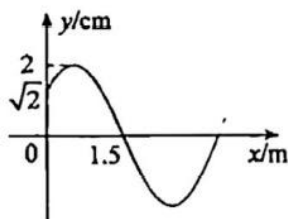


环境压强保持不变，不计活塞的质量和体积，忽略摩擦。

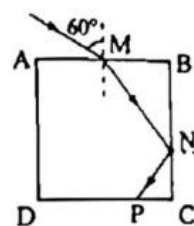
- (i) 将环境温度缓慢升高，求 B 汽缸中的活塞刚到达汽缸底部时的温度；
- (ii) 将环境温度缓慢改变至  $2T_0$ ，然后用气泵从开口 C 向汽缸内缓慢注入气体，求 A 汽缸中的活塞到达汽缸底部后，B 汽缸内第 IV 部分气体的压强。

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”)。



(2) (10分) 如图, 边长为  $a$  的正方形  $ABCD$  为一棱镜的横截面,  $M$  为  $AB$  边的中点。在截面所在平面内, 光线自  $M$  点射入棱镜, 入射角为  $60^\circ$ , 经折射后在  $BC$  边的  $N$  点恰好发生全反射, 反射光线从  $CD$  边的  $P$  点射出棱镜。求棱镜的折射率以及  $P$ 、 $C$  两点之间的距离。

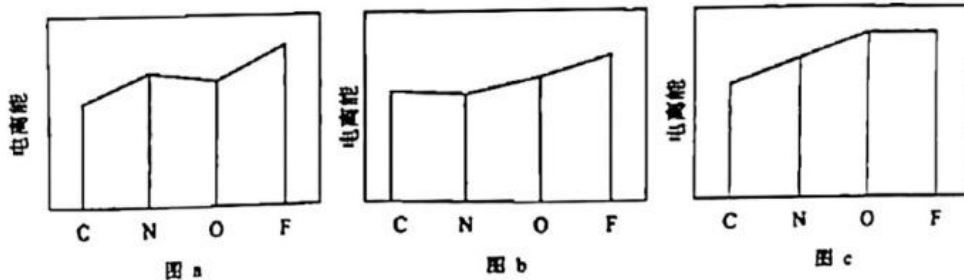


35. [化学——选修3: 物质结构与性质] (15分)

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, 其绚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 \_\_\_\_\_,

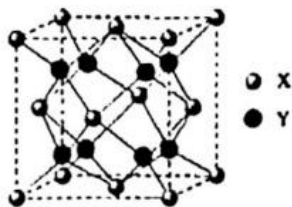
(2) 图 a、b、c 分别表示  $C$ 、 $N$ 、 $O$  和  $F$  的逐级电离能  $I$  变化趋势 (纵坐标的标度不同)。第一电离能的变化图是 \_\_\_\_\_ (填标号), 判断的根据是 \_\_\_\_\_; 第三电离能的变化图是 \_\_\_\_\_ (填标号)。



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

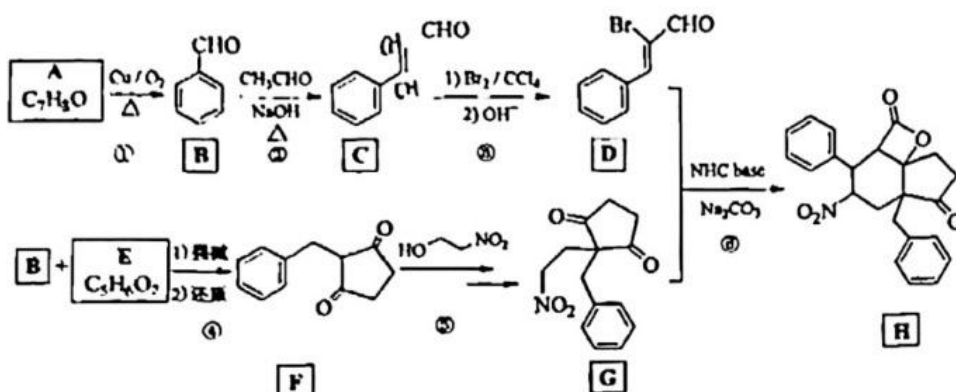
(4)  $\text{CF}_2=\text{CF}_2$  和 ETFE 分子中  $C$  的杂化轨道类型分别为 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_; 聚四氟乙烯的化学稳定性高于聚乙烯, 从化学键的角度解释原因 \_\_\_\_\_。

(5) 萤石 ( $\text{CaF}_2$ ) 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 \_\_\_\_\_  $\text{pm}$ 。



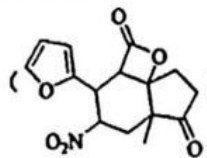
36. [化学——选修 5: 有机化学基础] (15 分)

用 *N*-杂环卡宾碱 (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  $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$  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'** (  ), 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:  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 石油。

培养基 II:  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ , 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。

(1) 实验所用培养基中作为碳源的成分是\_\_\_\_\_。培养基中  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  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\_\_\_\_\_。

菌株	透明圈大小	
	平板 I	平板 II
A	+++	++
B	++	-

(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\_\_\_\_\_。