

绝密★启用前（全国卷）

## 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。

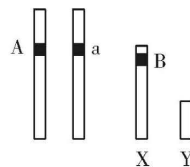
可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Cl 35.5 Cu 64

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 4 个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 当植物物种入侵新的生态系统时，外来物种凋落物可能会改变凋落物分解者之间的相互作用。分解者在分解凋落物时，细胞内会进行的生理过程是

- A. 核糖体进行蛋白酶的合成  
B. [H]在线粒体内膜上结合  $O_2$  生成水  
C. 溶酶体内的酶能催化蛋白质水解  
D. 液泡充分吸收水分后可使细胞坚挺

2. 某生物 ( $2N=8$ ) 体细胞中部分染色体及其基因情况如图所示。在不考虑变异的前提下，下列关于该动物的原始生殖细胞进行细胞分裂的叙述，正确的是

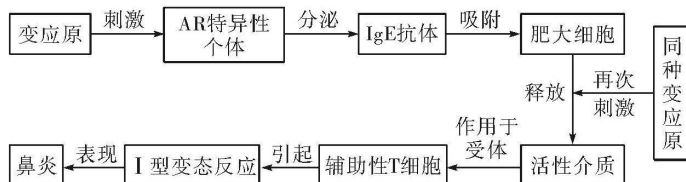


- A. 有丝分裂中期或减数分裂 II 后期细胞中有 8 条染色体和 2 个 A 基因  
B. 当细胞中有 2 个 a 基因和 2 个 B 基因时，该细胞可能是次级精母细胞  
C. 当细胞中有 2 条 Y 染色体时，同时会含有 2 个 A 基因和 2 个 B 基因  
D. 在有丝分裂后期和减数分裂 II 后期，X 染色体和 a 基因的数量不同

3. 为探究  $\alpha$ -淀粉酶的失活温度，兴趣小组开展了下列探究实验，下列叙述正确的是

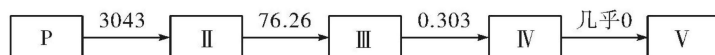
试管编号	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'	5	5'	
淀粉溶液	2mL		2mL		2mL		2mL		2mL		
$\alpha$ -淀粉酶		2mL		2mL		2mL		2mL		2mL	
保温温度	80℃		85℃		90℃		95℃		100℃		
保温时间	15min		15min		15min		15min		15min		
反应时间	将每种温度下的两支试管中的溶液混合均匀，再次在所设定的温度下保温 15min										
碘液	往每组试管中滴加 2 滴碘液										
现象	不变蓝		深蓝		深蓝		深蓝		深蓝		

- A. 实验结果的检测试剂不能替换成斐林试剂溶液  
B. 每支试管内的反应溶液需要设置相同的 pH 值  
C. 实验表明酶的催化作用具有高效性和专一性  
D. 加热至 85℃ 为酶的作用提供活化能来加快反应速率
4. 如图为变应性鼻炎 (AR) 的发病机制，舌下特异性免疫治疗 (SLIT) 是目前最新的治疗方式之一。治疗时，将粉尘螨 (变应原的一种) 制成滴剂，然后通过依次增加浓度的方式舌下含服。下列叙述正确的是



理科综合试题 (全国卷) 第 1 页 (共 14 页)

- A. 变应原初次接触 AR 特异性个体不会引起免疫反应  
 B. 变应原再次刺激机体，肥大细胞会迅速增殖引起二次免疫  
 C. SLIT 治疗通过多次含服变应原可能使肥大细胞的活性介质耗尽  
 D. 活性介质作用于辅助性 T 细胞的方式体现了细胞膜具有流动性
5. 如图为某城市湖泊生态系统中主要食物链的部分能量流动的过程图（图中 P 是浮游植物，II~V 是消费者，数字单位是  $t/km^2 \cdot a$ ）。下列叙述错误的是

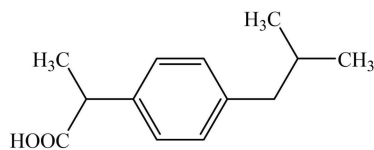


- A. 当 P 中某种群的出生率下降、死亡率升高时，其种群密度可能在增大  
 B. IV 同化的能量极少，原因是其通过呼吸作用消耗的能量太多  
 C. V 中不同物种在湖泊中不同的水层分布与食物的分布有关  
 D. 图中后一个营养级的存在有利于增加前一个营养级的物种多样性
6. 控制色觉的基因位于 X 染色体上，正常色觉 B 基因对色弱 B 基因、色盲 b 基因为显性，色弱基因 B 对色盲基因 b 为显性。下图为某家系图，电泳图为同种限制酶处理该家族第二代的电泳结果，序号①~⑤表示电泳条带。下列叙述正确的是

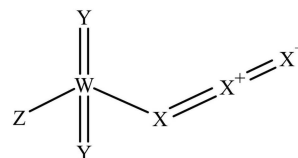


- A. 条带②③代表色盲基因，条带④⑤代表色弱基因  
 B. 对 I<sub>1</sub> 的色觉基因进行电泳，所得条带是②③④⑤  
 C. II<sub>3</sub> 与正常人结婚，孩子表现为色弱的概率是 1/4  
 D. 基因突变的随机性导致色盲基因和色弱基因的出现
7. “千锤万击出深山，烈火焚烧若等闲”是明代诗人于谦的著名诗句，下列有关该诗句中所涉及物质的说法错误的是

- A. 碳酸钙可作补钙剂  
 B. 氧化钙可作干燥剂  
 C. 氧化钙用于制作发热包  
 D. 碳酸钙是生产陶瓷的原料
8. 布洛芬是一种解热镇痛药，其结构简式如图所示。下列有关该物质的说法错误的是



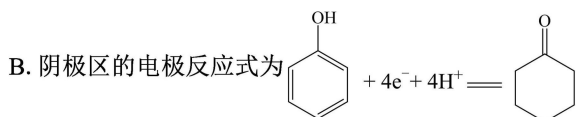
- A. 分子式为  $C_{13}H_{18}O_2$   
 B. 能与乙醇发生酯化反应  
 C. 能与  $NaHCO_3$  溶液反应  
 D. 所有的碳原子一定共面
9. 2022 年诺贝尔化学奖授予了对点击化学和生物正交化学做出贡献的三位科学家。我国科学家在寻找新的点击反应砌块的过程中，意外发现一种安全、高效的合成化合物，其结构简式如图所示，其中 X、Y、Z 和 W 是原子序数依次增大的短周期元素，W 的原子序数是 Y 的二倍。下列说法错误的是



- A. 简单氢化物的稳定性： $Z > Y$   
 B. 含氧酸的酸性： $W > X$   
 C. X 与 Y 能形成多种二元化合物  
 D. 分子结构中除 W 外，其他元素均满足 8 电子结构

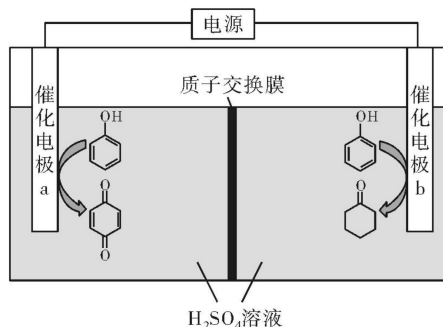
10. 中科院化学研究所开发了一个包括苯酚电催化还原和苯酚电催化氧化两个半反应的综合电化学策略，成功实现了苯酚合成两种重要的化工原料——环己酮和苯醌。下列说法错误的是

A. 溶液中的  $H^+$  的移动方向：电极 a → 电极 b

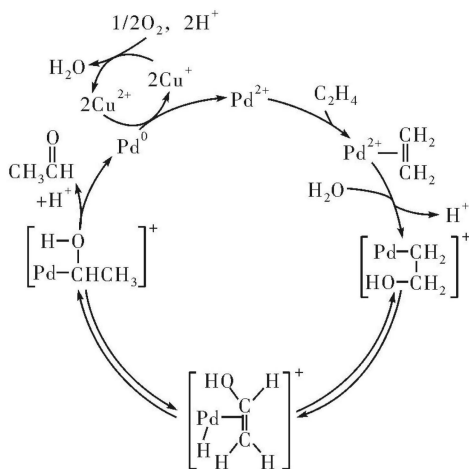


C. 电路中转移  $2 \text{ mol } e^-$  时，理论上会消耗苯酚的数目为  $0.5N_A$

D. 该电化学合成环己酮和苯醌的原子利用率为 100%



11. 过渡金属元素离子催化乙烯氧化成乙醛的反应机理如图所示。下列说法正确的是



A.  $Pd^{2+}$  和  $Cu^+$  能够降低反应的活化能

B. 该反应历程中氢离子物质的量一直减小

C. Pd 的化合价在反应历程中未发生变化

D. 该历程的总反应为  $2CH_2=CH_2 + O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2CH_3CHO$

12. 下列实验方案能达到实验目的的是

编号	实验目的	实验方案
A	检验蔗糖是否发生水解	直接向水解后的溶液中加入新制氢氧化铜并加热，观察现象
B	探究氯乙烷是否含有氯元素	取 2 mL 氯乙烷样品于试管中，加入 5 mL 20% KOH 的溶液并加热，冷却到室温后向试管中滴加 $AgNO_3$ 溶液
C	比较次氯酸和醋酸酸性强弱	用 pH 计测量相同浓度 $NaClO$ 溶液与 $CH_3COONa$ 的 pH，比较两溶液的 pH 大小
D	探究金属钠在氧气中燃烧所得固体粉末的成分	取少量固体粉末，加入 2~3 mL 蒸馏水，观察是否有气体生成

13. 图 1 为  $CdCO_3$  和  $Cd(OH)_2$  在  $25^\circ C$  时的沉淀溶解平衡曲线，图 2 为向两份等体积等浓度的  $CdCl_2$  溶液中分别滴加等浓度的  $NaOH$  溶液和  $Na_2CO_3$  溶液滴定关系图（图 1 中横坐标为阴离子浓度的负对数， $pCd^{2+}$  为  $Cd^{2+}$  浓度的负对数）。下列说法正确的是

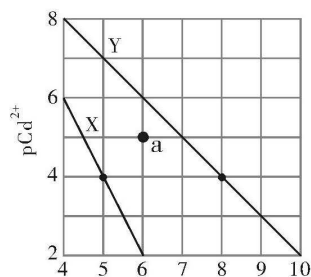


图 1

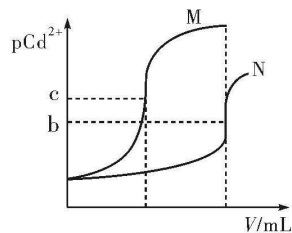


图 2

- A. X 为  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  对应直线,  $K_{\text{sp}}[\text{Cd}(\text{OH})_2]=1 \times 10^{-14}$
- B. M 为向  $\text{CdCl}_2$  溶液中滴加  $\text{NaOH}$  溶液对应的曲线
- C. 图 1 中 a 点对应的溶液为  $\text{CdCO}_3$  的不饱和溶液
- D. 图 2 中 c 点、b 点对应取值分别为  $c=6$ ,  $b>5$

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 题有只有一项符合题目要求,第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

14. 2023 年 1 月在俄罗斯与乌克兰紧张的战争局势下,人们对第三次世界大战和核战争爆发的担忧达到了前所未有的高度。下面关于核能的说法正确的是

- A. 核裂变和核聚变反应中质量和能量均不守恒
- B. 核裂变和核聚变中释放的能量就是原子核的结合能
- C. 组成原子核的核子越多,它的比结合能一定越大
- D. 比结合能越大,原子核中核子结合得一定越牢固,原子核就越稳定

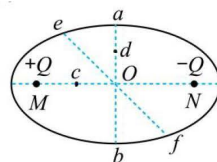
15. 吊车是工程上常用的一种机械,如图所示为一吊车吊起一批木材,吊车大臂支架顶端固定一定滑轮,一根缆绳绕过定滑轮,一端固定于吊车车身的控制器上,另一端连接一吊钩,吊钩下挂着木材,保持缆绳的长度不变,控制吊车大臂支架绕固定轴转动使木材缓慢升高,在木材缓慢升高的过程中吊钩不会碰到定滑轮,木材也不会接触到大臂。为了研究问题的方便,不计缆绳和定滑轮的质量及一切摩擦力,则在此过程中下列说法正确的是

- A. 缆绳上的弹力一直增大
- B. 吊车大臂支架对定滑轮的弹力一直增大
- C. 吊车大臂支架对定滑轮的弹力方向始终沿吊车大臂支架方向
- D. 两缆绳对定滑轮的作用力与竖直方向的夹角不变



16. 如图,一椭圆的两焦点  $M$ 、 $N$  处固定两个等量异种电荷  $+Q$ 、 $-Q$ ,  $O$  为椭圆中心,  $ab$  是椭圆短轴上的两个端点,  $c$  是  $OM$  上的一点,  $d$  是  $Oa$  上的一点,  $ef$  是椭圆上关于  $O$  点对称的两个点,取无穷远处电势势能为零,下列说法中正确的是

- A.  $a$ 、 $b$  两点电势相等,但电场强度不同
- B.  $e$ 、 $f$  两点电场强度相同,但电势不同
- C. 一电子在  $c$  点受到的静电力大于在在  $d$  点受到的静电力,且在  $c$  点的电势能也大于在  $d$  点的电势能
- D. 一质子从  $d$  点移到无穷远处,静电力做正功

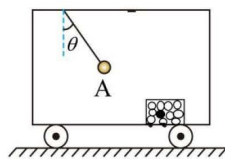


17. 如图,一辆公共汽车在水平公路上做直线运动,小球  $A$  用细线悬挂车顶,车厢底板上放一箱苹果,箱和苹果总质量为  $M$ ,苹果箱和箱内的苹果始终相对于车厢底板静止,苹果箱与公共汽车车厢底板间的动摩擦

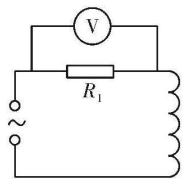


因数为 $\mu$ ，重力加速度大小为 $g$ ，若观察到细线偏离竖直方向夹角大小为 $\theta$ 保持不变，则下列说法正确的是

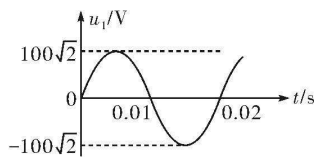
- A. 汽车一定向左做匀加速直线运动
- B. 车厢底板对苹果箱的摩擦力一定为 $\mu Mg$
- C. 苹果箱中间一个质量为 $m$ 的苹果受到周围其它苹果对它的作用力方向水平向左
- D. 苹果箱中间一个质量为 $m$ 的苹果受到周围其它苹果对它的作用力大小为 $\frac{mg}{\cos \theta}$



18. 对如图甲所示的理想变压器，原线圈回路中接有一阻值为 $R_1$ 的电阻，理想交流电压表与 $R_1$ 并联，副线圈回路中接有阻值为 $R$ 的电阻，现给变压器加上如图乙所示的正弦交流电，已知 $R_1=6R$ ，开关S闭合后电压表的示数为60V，下列说法正确的是



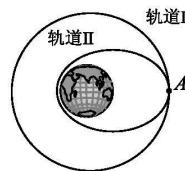
图甲



图乙

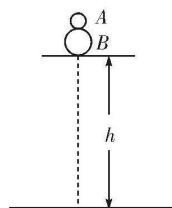
- A. 理想变压器原副线圈匝数之比为3:1
  - B. 理想变压器副线圈的电压为20V
  - C. 理想变压器副线圈的电流为2A
  - D. 电阻 $R$ 的阻值为 $10\Omega$
19. 神舟十五号载人飞船与天和核心舱对接的示意图如图所示，圆形轨道I为核心舱的运行轨道，椭圆轨道II为载人飞船的运行轨道，两轨道相切于A点，载人飞船与核心舱在A点实现完美对接。设圆形轨道I的半径为 $r$ ，地球表面的重力加速度为 $g$ ，地球的半径为 $R$ ，忽略地球自转，椭圆轨道II的半长轴为 $a$ 。下列说法正确的是

- A. 载人飞船在轨道II上运行经过A点时的速度大于核心舱在轨道I运行的速度
- B. 核心舱在轨道I上运行的周期与载人飞船在轨道II上运行的周期之比为 $\sqrt{r^3} : \sqrt{a^3}$
- C. 核心舱绕地球运行的线速度为 $\sqrt{\frac{gR^2}{r}}$
- D. 核心舱绕地球运行的角速度为 $\sqrt{\frac{gR^2}{r}}$

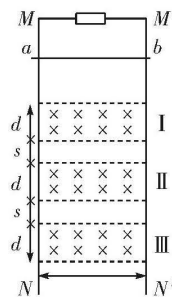


20. 如图所示，质量为 $m$ 的小球A与质量为 $km$  ( $3 < k < 7$ )的小球B叠放在一起，从高度为 $h$  ( $h \gg r$ )处由静止开始下落，落到水平地面时，B与地面之间以及B与A之间均在竖直方向发生弹性碰撞（认为B先与地面发生碰撞，紧接着A、B间再发生碰撞），则A反弹后能达到的最大高度可能为

- A.  $4.5h$
- B.  $5.5h$
- C.  $6.5h$
- D.  $7.5h$



21. 如图，两光滑金属导轨 $MN$ 、 $M'N'$ 竖直平行放置，两导轨相距 $L$ ， $MM'$ 间连接阻值为 $R$ 的电阻。I、II、III区域内存在磁感应强度大小为 $B$ ，方向垂直于导轨平面向里的匀强磁场，磁场区域的宽度均为 $d$ ，相邻磁场间的无磁场区域的宽度均为 $s$ 。一质量为 $m$ 、阻值为 $R$ 的导体棒 $ab$ 跨放在两导轨上，从磁场区域I上边界上方某处由静止释放，导体棒在进入I磁场区域后做减速运动，导体棒离开三个磁场时恰好均做匀速运动，导体棒下滑过程中



始终垂直于导轨且与导轨接触良好。导轨的电阻忽略不计，重力加速度大小为  $g$ 。则

- A. 棒  $ab$  进入磁场 I、II、III 区域时的速度不相同
- B. 棒  $ab$  在磁场 I、II、III 区域内的运动时间相同
- C. 棒  $ab$  从进入磁场区域 I 瞬间到进入磁场区域 III 瞬间电阻  $R$  产生的热量为  $mg(d+s)$
- D. 棒  $ab$  释放处距磁场区域 I 上边界距离为  $\frac{2m^2 R^2 g}{B^4 L^4} + s$

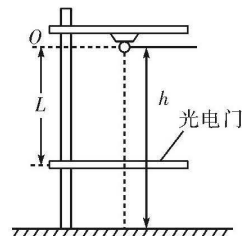
三、非选择题：共 174 分。第 22~32 题为必考题，每个试题考生都必须做答。第 33~38 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 129 分。

22. (6 分) 某实验小组用如图所示的装置来验证机械能守恒定律，支架竖直固定，上端有一个电磁铁，通电时吸住小铁球，断电时小铁球从静止开始自由下落，小球的正下方固定有光电门。小球在自由下落的过程中可通过光电门，已知重力加速度大小为  $g$ 。回答下列问题：

(1) 实验中必须要测量的物理量是\_\_\_\_\_。(填序号)

- A. 释放点小球的球心距地面的高度  $h$
- B. 释放点小球的球心与光电门之间的高度  $L$
- C. 小球的质量  $m$
- D. 小球的直径  $d$
- E. 小球通过光电门的时间  $t$

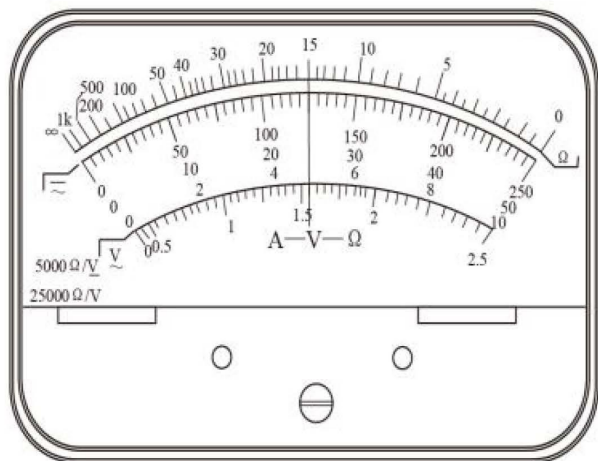


(2) 小球通过光电门的速率  $v =$  \_\_\_\_\_ (用实验中测得物理量的符号表示)。

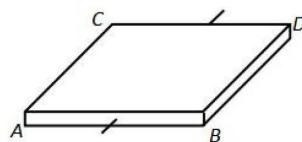
(3) 要验证小铁球下落过程中机械能是否守恒，只需验证等式\_\_\_\_\_是否成立即可(用实验中测得物理量的符号表示)。

23. (9 分) 某实验小组要测量一种新型导电材料的电阻率，取一块厚度均匀的正方形导电材料，如图甲。

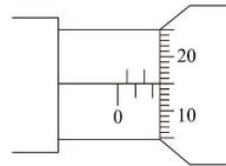
(1) 实验小组先用多用电表的欧姆挡粗测  $AB$  边与  $CD$  边之间的电阻  $R_x$ ，机械调零、欧姆调零后，选择“ $\times 10$ ”挡，按正确的操作步骤来测量，表盘的示数如图乙所示，则阻值  $R_x =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ ；



图乙



图甲



图丙

(2) 实验小组选用如下实验器材采用伏安法，再来精确测量电阻  $R_x$ ，器材及其符号和规格如下：

- A. 电池组 ( $E=1.5V$ , 内阻不计)
- B. 定值电阻 ( $R_1=295\Omega$ )
- C. 定值电阻 ( $R_2=995\Omega$ )
- D. 电流表  $A_1$  (量程为  $5mA$ , 内阻为  $r_1=5\Omega$ )
- E. 电流表  $A_2$  (量程为  $15mA$ , 内阻约为  $1\Omega$ )
- F. 滑动变阻器  $R$  (最大阻值  $10\Omega$ , 允许通过的最大电流为  $0.5A$ )
- G. 开关导线若干

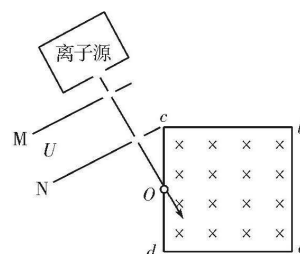


为了减小实验误差, 要求电表的测量值在量程的  $1/3$  以上, 定值电阻应该选择 \_\_\_\_\_ (选填 “ $R_1$ ” 或 “ $R_2$ ”), 在方框中画出合适的电路图, 并标上各器材的符号;

(3) 实验前用螺旋测微器测出这种材料的厚度  $d$ , 其示数如图丙所示, 则  $d=$  \_\_\_\_\_  $mm$ ;

(4) 若实验中电流表  $A_1$ 、 $A_2$  的示数分别为  $I_1$ 、 $I_2$ , 则待测电阻  $R_x=$  \_\_\_\_\_ (用实验测得的物理量符号和题设中给出的物理量符号来表示); 可得导电材料的电阻率为 \_\_\_\_\_ (用  $R_x$  和测得的物理量符号表示)。

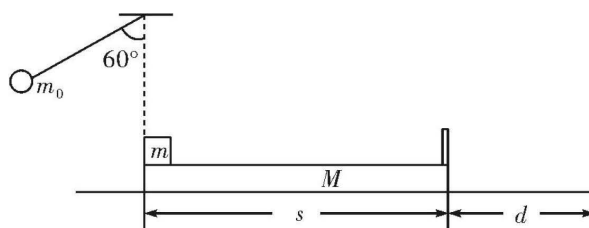
24. (14分) 如图所示, 有一粒子源, 可以产生某种质量为  $m$ , 电荷量为  $q$  的带正离子, 离子从静止开始经  $M$  和  $N$  两板间的电场加速后, 从  $cd$  边的中点  $O$  沿纸面以与  $Od$  成  $30^\circ$  角的方向射入边长为  $a$  的正方形  $abcd$  边界内的匀强磁场区域, 已知匀强磁场的磁感应强度为  $B$ , 方向垂直纸面向里, 不计粒子的重力以及离子间的相互作用。求:



(1) 若要离子全部从  $ab$  边射出, 加速电场  $MN$  两板间电压  $U$  满足的条件;

(2) 若加速电场  $MN$  两板间电压  $U = \frac{qB^2 a^2}{50m}$ , 离子在磁场中运动的时间  $t$ 。

25. (18分) 如图, 质量为  $M=2kg$ 、长度为  $s=9m$  的长木板 (B) 静止于粗糙的水平面上, 其右端带有一竖直挡板, 长木板与水平面间的动摩擦因数为  $\mu_1=0.1$ , 长木板右侧距竖直墙壁距离为  $d=2.5m$ , 有一质量  $m=1kg$  的物块 (A) 静止于长木板左端, 物块与木板间的动摩擦因数为  $\mu_2=0.5$ , 物块的正上方  $O$  点固定一长度为  $L=4.9m$  轻绳, 轻绳的另一端连接一质量为  $m_0=6kg$  的小球, 现将小球拉起一定高度, 当轻绳与竖直方向成  $60^\circ$  角时静止释放小球, 当小球运动到最低点时恰好与物块发生弹性碰撞 (碰撞后小球与木块以及挡板不会再次发生碰撞), 当物块运动到长木板的最右端与挡板也发生弹性碰撞, 重力加速度大小取  $g=10m/s^2$ , 小球和物块均视为质点。求:



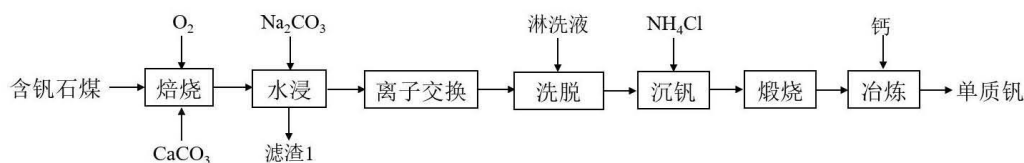
(1) 小球与物块碰撞之后物块的速度大小  $v_0$ ;

(2) 物块与长木板碰撞之后物块的速度  $v_1$ ;

(3) 长木板与墙壁碰撞之前瞬间的物块的速度  $v_A$  和长木板的速度大小  $v_B$ 。

26. (14分) 钒的用途十分广泛, 有金属 “维生素” 之称。以含钒石煤 (主要成分是  $V_2O_3$ 、 $V_2O_4$ , 含有  $SiO_2$ 、 $FeS_2$  及  $Mg$ 、 $Al$ 、 $Mn$  等化合物杂质) 制备单质钒的工艺流程图如下所示:





已知：①该工艺条件下，溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的 pH 如表所示：

金属离子	Fe <sup>3+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
开始沉淀 pH	1.9	7.0	3.0	8.1
完全沉淀 pH	3.2	9.0	4.7	10.1

② $K_{sp}(\text{CaCO}_3)=2.8\times 10^{-9}$ 、 $K_{sp}(\text{CaSiO}_3)=2.5\times 10^{-8}$ 、 $K_{sp}[\text{Ca}(\text{VO}_3)_2]$ 远大于  $K_{sp}(\text{CaCO}_3)$ 。

③一般认为平衡常数  $K>10^5$  反应较完全。

回答下列问题：

- (1) 为了提高“焙烧”效率，可采用的措施有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- (2) “焙烧”时， $\text{V}_2\text{O}_3$ 、 $\text{V}_2\text{O}_4$ 都转化为  $\text{Ca}(\text{VO}_3)_2$ ，写出  $\text{V}_2\text{O}_3$  转化为  $\text{Ca}(\text{VO}_3)_2$  的化学反应方程式\_\_\_\_\_。
- (3) “水浸”加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  调节溶液的 pH 为 8.5，可完全除去的金属离子有\_\_\_\_\_，及部分的\_\_\_\_\_。
- “水浸”加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  不能使  $\text{CaSiO}_3$  完全转化，原因是\_\_\_\_\_。

(4) “离子交换”可表示为  $[\text{RCl}_4]+ \text{V}_4\text{O}_{12}^{4-} \xrightleftharpoons[\text{洗脱}]{\text{离子交换}} [\text{R}_4-\text{V}_4\text{O}_{12}]+4\text{Cl}^-$  ( $[\text{RCl}_4]$  为强碱性阴离子交换树脂， $\text{V}_4\text{O}_{12}^{4-}$  为  $\text{VO}_3$  在水溶液中的实际存在形式)，则“洗脱”过程“淋洗液”最好选用\_\_\_\_\_。

(5) 下列金属冶炼方法与本工艺流程中加入钙冶炼 V 的方法相似的是\_\_\_\_\_。

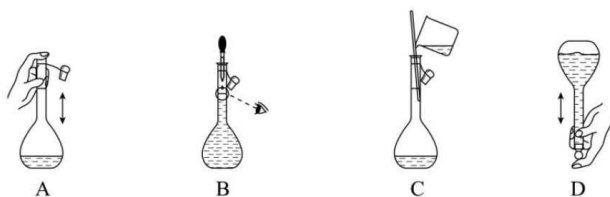
- A. 高炉炼铁      B. 电解熔融 NaCl 制钠      C. 利用铝热反应制锰      D. 氧化汞分解制汞

27. (15 分) 铜盐主要用于杀毒和驱虫。实验室采用滴定法测定硫酸铜样品中铜的含量。实验步骤如下：

I. 铜盐的溶解：准确称取硫酸铜样品 0.5 g 于碘量瓶中，加入 1 mol/L  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液和 30 mL  $\text{H}_2\text{O}$  使之溶解。

II. 滴定：向上述碘量瓶中加入 5 mL 20% KI 溶液，立即用 0.1 mol/L  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至浅黄色。然后加入 1 mL 淀粉溶液，继续滴定溶液呈浅蓝色。再加入 5 mL 10% KSCN 溶液，摇匀后溶液蓝色转深，再继续滴定到终点，消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液的体积为  $V$  mL。回答下列问题：

- (1) 利用浓硫酸配制 250 mL 1 mol/L  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、250 mL 容量瓶、\_\_\_\_\_。
- 下列关于容量瓶的操作，正确的是\_\_\_\_\_。



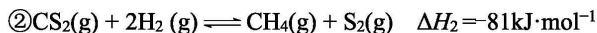
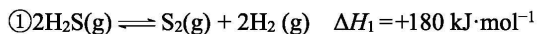
- (2) 溶解硫酸铜加入硫酸的目的是\_\_\_\_\_；不能将硫酸换为盐酸的理由是\_\_\_\_\_。
- (3) 已知滴定过程加入 5 mL 20% KI 溶液，有白色沉淀 (CuI) 生成，发生的离子反应方程式为\_\_\_\_\_。
- (4) 已知  $\text{I}_2+\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ ，CuI 容易吸附  $\text{I}_3^-$ ，加入 KSCN 溶液的目的是将 CuI 转化为  $\text{CuSCN}$  沉淀并释放吸附的  $\text{I}_3^-$ ，如不加 KSCN 溶液，则测量结果\_\_\_\_\_ (填“偏大”、“偏小”或“不变”)。

理科综合试题 (全国卷) 第 8 页 (共 14 页)



(5) 滴定终点的现象是\_\_\_\_\_；已知  $I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}$ ，则硫酸铜样品中铜的含量为\_\_\_\_\_%。  
28. (14分) 油气开采、石油化工、煤化工等行业废气普遍含有的硫化氢，需要回收处理并加以利用。回答下列问题：

(1) 已知下列反应的热化学方程式：



则反应③  $CH_4(g) + 2H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4H_2(g)$  的  $\Delta H_3 =$ \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；下列叙述能说明反应③达到平衡状态的是\_\_\_\_\_ (填标号)。

- A. 断裂 2mol C-H 键的同时生成 1 mol C=S 键      B. 恒容条件下，体系压强不再变化  
C. 恒容条件下，气体的密度不再变化              D.  $v_{\text{正}}(H_2S) = 2v_{\text{逆}}(CS_2)$

(2) 在不同温度、反应压强为 100 kPa，进料  $H_2S$  的摩尔分数 (可看成体积分数) 为 0.1%~20% (其余为  $N_2$ ) 的条件下，对于反应①， $H_2S$  分解平衡转化率的结果如图 1 所示。则  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  由大到小的顺序为\_\_\_\_\_； $H_2S$  的摩尔分数越大， $H_2S$  分解平衡转化率越小的原因是\_\_\_\_\_。

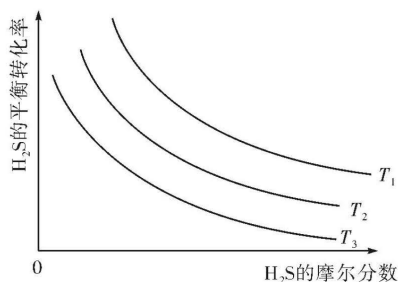


图 1

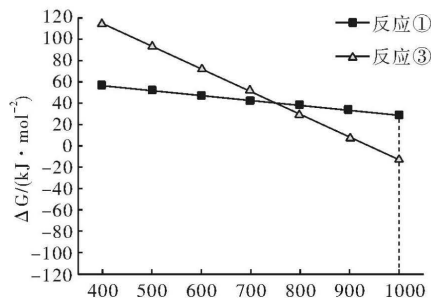


图 2

(3) 反应①和③的  $\Delta G$  随温度的影响如图 2 所示，已知  $\Delta G = -RT \ln K$  ( $R$  为常数， $T$  为温度， $K$  为平衡常数)，则在 1000°C 时，反应的自发趋势①\_\_\_\_\_③ (填“>”、“<”或“=”)。在 1000°C、100 kPa 反应条件下，将  $n(H_2S) : n(CH_4) : n(N_2) = 3 : 2 : 15$  的混合气进行反应，达到平衡时  $n(CS_2) : n(H_2)$  约为 1 : 4， $n(S_2)$  微乎其微，其原因是\_\_\_\_\_。

(4) 在 1000°C、100 kPa 反应条件下，将  $n(H_2S) : n(CH_4) : n(N_2) = 3 : 3 : 2$  的混合气进行反应③，达到平衡时， $CS_2$  分压与  $H_2S$  的分压相同。则反应③的  $K_p =$ \_\_\_\_\_ (不用写单位)。

29. (9分) 为探讨油茶叶片的光合特性与叶龄的相关性，某研究小组对油茶新梢不同叶位叶龄叶片 (图 1) 的部分形态生理特征指标和光合功能指标进行了观测，实验结果见图 2 (注：d 是单位“天”，a 是单位“年”)：

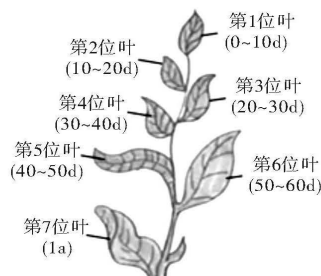


图1 油茶新梢叶位示意图

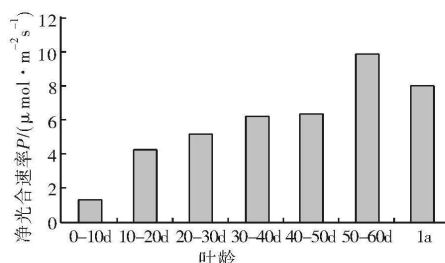


图2 不同叶龄叶片的净光合速率

回答下列问题：

(1) 研究小组发现不同叶位叶片的含水量不同，且第 1-6 位叶细胞的含水量均超过第 7 位叶细胞，这与细胞的哪个生命历程有关？\_\_\_。第 1 位叶细胞自由水比例\_\_\_（填“小于”、“等于”或“大于”）第 3 位叶细胞自由水比例，原因是\_\_\_。

(2) 图 2 显示油茶不同位叶的净光合速率均大于 0，其含义是\_\_\_，由图 2 可看出叶龄会影响油茶叶片的光合作用，可能是因为随着叶龄的增大，叶片中的\_\_\_等物质增多，从而促进叶片的光合作用。

(3) 为进一步探究叶龄对气孔导度（气孔开放度）和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的影响，研究小组发现第 2-7 位叶的气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 均无明显差异，而第 1 位叶的气孔导度明显小于第 2 位叶、胞间 CO<sub>2</sub> 明显大于第 2 位叶，从影响光合作用因素的角度分析，推测原因是\_\_\_（答出两点即可）。

30. (10 分) 胰岛素敏感性的改变是 2 型糖尿病重要的发病机制，传统香烟及电子烟可引起糖尿病和血脂（总胆固醇、甘油三酯、脂肪酸等）异常，其可能的机理如图所示：



回答下列问题：

(1) 血液中的白细胞包括吞噬细胞和肥大细胞等，其中吞噬细胞可参与人体的\_\_\_免疫，而肥大细胞释放的炎症因子（如 TNF- $\alpha$ ）可作为体液因子对生命活动进行体液调节，在人体内体液调节和神经调节之间的关系是\_\_\_。

(2) 肥大细胞释放的炎症因子可导致组织细胞对胰岛素的敏感度下降，使得组织细胞内\_\_\_（答出 2 点即可）等生理过程异常，从而无法降低血糖浓度，进而导致糖尿病。烟草的有害物质或气溶胶能促进肾上腺素分泌，进而导致血脂异常，机理可能是\_\_\_。

(3) 某研究小组为探究某些不含尼古丁的电子烟是否与传统香烟一样能导致血脂异常和胰岛素敏感度下降，他们将 6 周龄 ApoE 基因敲除雄鼠随机分为 4 组：对照组、传统烟组、电子烟组、电子烟不含尼古丁组（0mg 组），进行了 18 周的烟气毒染实验，实验结果见图 1；在实验后对小鼠注射胰岛素，并用血糖仪记录注射 0min、15min、30min、60min、90min、120min、150min 的血糖浓度，实验结果见图 2。

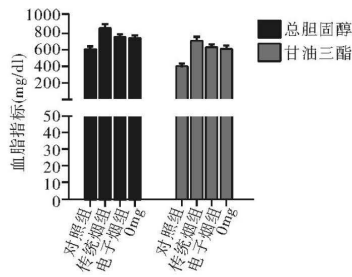


图1

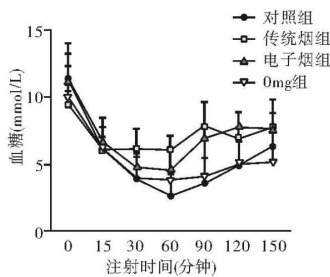


图2 染毒后对各组小鼠胰岛素耐量的影响

由实验结果可得出的结论是\_\_\_。

31. (11 分) 植物的生长状况主要受竞争、压力（如温度、肥力等限制因素）和干扰（如放牧、践踏等）的综合影响，植物竞争是决定群落性质的最主要因素。为研究植物间的竞争机制，某研究小组以白三叶（豆科固氮植物）和黑麦草（禾本科植物）进行相关实验，实验结果见下表：

组别	组合	种植比例	培养处理	生物量/g		根茎比		叶数/片		叶长/cm	
				白三叶	黑麦草	白三叶	黑麦草	白三叶	黑麦草	白三叶	黑麦草
1	白三叶	1:0	正常	0.3	—	1.5	—	3	—	8	—
2	白三叶: 黑麦草	1:3	正常	0.05	1.4	1.5	0.6	2	6	7	38
3	白三叶: 黑麦草	3:1	正常	0.3	0.6	1.2	0.6	2	8	6	36
4	黑麦草	0:1	正常	—	1.1	—	0.6	—	6	—	34

注：本实验采用水培实验法，其中的“正常”是指使用无土栽培营养液正常用量；生物量是指清洗根系后烘干植株至质量不再变化，利用电子天平称量的结果；“根茎比”是指能量投入的比例。

回答下列问题：

- (1) 该实验的目的是\_\_\_\_，为保证实验结果的可信度，该实验还需控制\_\_\_\_（答出2点即可）等无关变量。
- (2) 由实验可知：①在白三叶:黑麦草种植比例为\_\_\_\_时，黑麦草的生物量优势明显高于白三叶；②与单播相比，混播时，白三叶与黑麦草的生物量无显著变化，从植物对无机盐的利用的角度分析，原因可能是\_\_\_\_；③混播时，白三叶侧重于\_\_\_\_（填“地上竞争”或“地下竞争”），黑麦草在利用\_\_\_\_（填写环境因素）方面具有优势。
- (3) 研究发现，氮增加会促进植物生物量增加，从而增强某一物种的竞争能力，请设计实验探究施氮对黑麦草和白三叶两种植物间竞争的影响，写出实验思路：\_\_\_\_。

32. (9分) 某植物的性别决定方式是XY型，基因B和b分别控制其叶形的阔叶和窄叶，且含基因b的花粉没有受精能力；该植物的花色有红色、粉色和白色三种颜色，控制花色的基因位于常染色体上。回答下列问题：

- (1) 同学甲取部分阔叶雌株与阔叶雄株杂交，发现窄叶雄株占了1/6，且没有窄叶雌株，根据此实验结果可知，控制叶形的基因位于\_\_\_\_（填“常染色体”或“X染色体”）上，理由是\_\_\_\_；另可推知亲本雌株中杂合子占\_\_\_\_。
- (2) 同学乙取该植物的一株开红花植株与一株开粉花植株杂交，发现F<sub>1</sub>均开红花，F<sub>1</sub>随机传粉，结果发现F<sub>2</sub>中红花:粉花:白花=12:3:1，根据此实验结果，控制花色的基因的位置是\_\_\_\_；若让F<sub>2</sub>中的红花植株与白花植物杂交，F<sub>3</sub>的表现型及比例为\_\_\_\_。
- (3) 同学丙从该植物种群中取一株雌株与一株雄株杂交，结果发现F<sub>1</sub>红花窄叶占3/16，可推知亲本的表现型是\_\_\_\_。

(二) 选考题：共45分。请考生从所给出的2道物理题、2道化学题、2道生物题中每科任选一题作答，并用2B铅笔在答题卡上把所选题目题号后的方框涂黑。注意所做题目的编号必须与所涂题目的题号一致，并且在解答过程中写清每问的小题号，在答题卡指定位置答题，如果多做则每学科按所做的第一题计分。

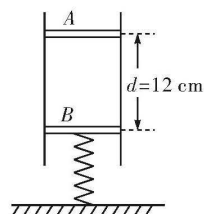
33. (15分) 【物理——选修3-3】

- (1) (5分) 下列说法正确的是\_\_\_\_（填正确答案标号，选对一个得2分，选对2个得4分，选对3个得5分。每选错一个扣3分，最低得分为0分）。
- A. 一定质量的乙醚液体全部蒸发，变成同温度的乙醚气体，分子势能增加
- B. 当液体和固体之间表现为不浸润，附着层内分子间表现为引力
- C. 温度高的物体比温度低的物体内能大，热量多
- D. 气体和固体对容器底部的压强，都是因为大量分子对容器壁持续的碰撞引起的



E. 热量与功是过程量，内能是状态量

(2) (10分) 如图，水平面上固定一劲度系数为  $k=100\text{N/m}$  的轻弹簧，弹簧上端有一个两端开口的绝热汽缸，汽缸内有一加热装置，图中未画出，两绝热活塞  $A$  和  $B$  封住一定质量的理想气体，活塞  $A$  的质量为  $m=2\text{kg}$ ，汽缸内部横截面的面积为  $S=2\text{cm}^2$ ，弹簧上端固定于活塞  $B$  上，平衡时，两活塞间的距离为  $d=12\text{cm}$ 。已知大气压强为  $p_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$ ，初始时气体的温度为  $T_1=300\text{K}$ ，重力加速度大小为  $g=10\text{m/s}^2$ ，两活塞  $A$ 、 $B$  均可无摩擦地滑动但不会脱离汽缸，且不漏气，汽缸侧壁始终在竖直方向上，不计加热装置的体积，弹簧始终在弹性限度内且始终在竖直方向上。

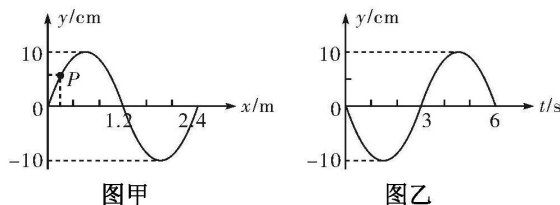


(i) 启动加热装置，将气体的温度加热到  $T_2=400\text{K}$ ，求此过程中活塞  $A$  对地移动的距离  $x_1$ ；

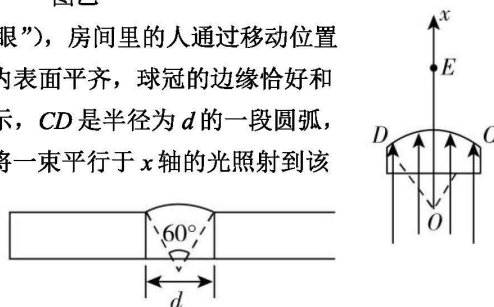
(ii) 如果不启动加热装置，保持气体温度为  $T_1=300\text{K}$  不变，在活塞  $A$  施加一个竖直向上  $F=10\text{N}$  的拉力，活塞  $A$  缓慢地移动了一段距离后再次达到平衡状态，求此过程中活塞  $A$  对地移动的距离  $x_2$ 。

34. (15分) 【物理——选修3-4】

(1) (5分) 一列简谐横波沿  $x$  轴方向传播， $t=5.5\text{s}$  时刻的波形图如图甲所示，质点  $P$  的振动图像如图乙所示。该波沿  $x$  轴\_\_\_\_ (选填“正方向”或“负方向”) 正方向传播，该波的波速为\_\_\_\_  $\text{m/s}$ ，质点  $P$  起振后， $9\text{s}$  内经过的路程为\_\_\_\_  $\text{cm}$ 。



(2) (10分) 某同学研究安全防盗门上的观察孔 (俗称“猫眼”)，房间里的人通过移动位置刚好能看到门外全部的景象，猫眼的平面部分正好和安全门内表面平齐，球冠的边缘恰好和防盗门外表面平齐。他将该材料从“猫眼”里取下，如图所示， $CD$  是半径为  $d$  的一段圆弧，圆弧的圆心为  $O$ ， $\angle COD=60^\circ$ ， $Ox$  轴是材料的对称轴，他将一束平行于  $x$  轴的光照射到该材料，结果最外侧的光线射到  $x$  轴上的  $E$  点，测得  $OE$  的长度为  $\sqrt{3}d$ 。求：



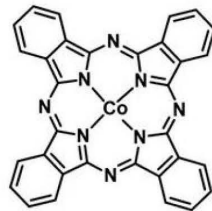
(i) 该材料的折射率；

(ii) 防盗门的厚度。

35. (15分) 【化学——选修3：物质结构与性质】

Co 及其化合物广泛应用于光电材料领域。回答下列问题：

(1) 一种含 Co 化合物能高效催化  $\text{CO}_2$  还原为  $\text{CO}$ ，其结构如图所示。



① 基态 Co 原子的价电子轨道表示式为\_\_\_\_，已知含有多个配位原子的配体与中心离子 (或原子) 通过螯合配位成环而形成的配合物为螯合物。则  $1\text{mol}$  该 Co 的配合物中通过螯合作用形成的配位键\_\_\_\_  $\text{mol}$ 。

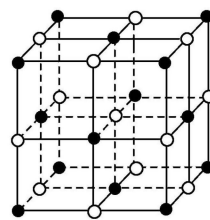
② 上述配合物中 N 元素的杂化方式有\_\_\_\_。

③ 第二周期中基态原子的第一电离能介于 B 与 N 之间的元素有\_\_\_\_ 种。

④ N 形成的胺类物质有  $\text{NH}_3$  和  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ，则碱性  $\text{NH}_3$ \_\_\_\_  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (填“>”或“<”或“=”)，理由是\_\_\_\_\_。



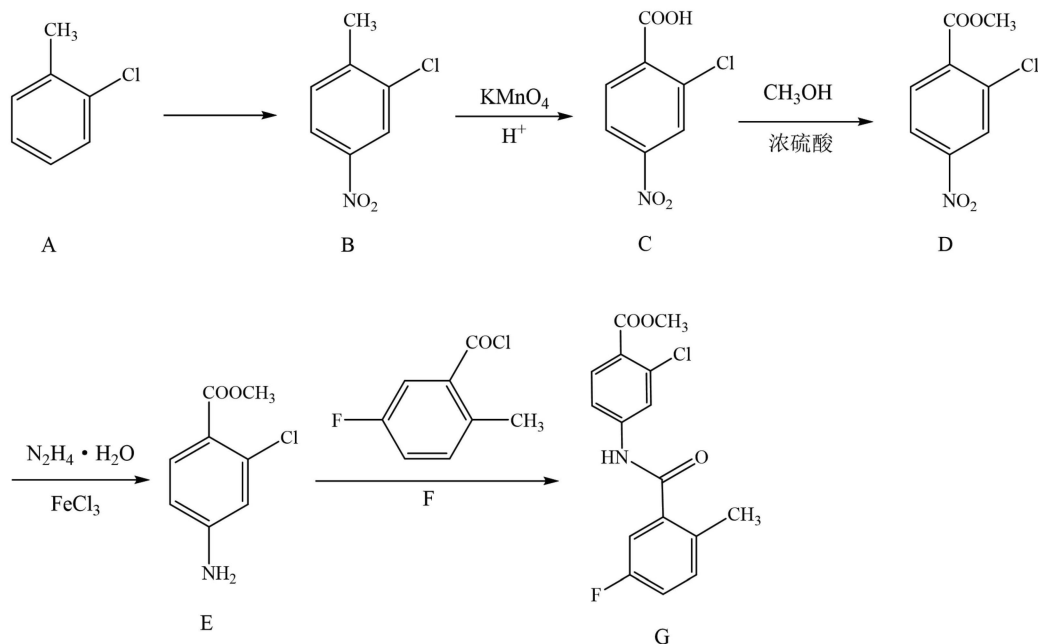
(2) 一种钴的氧化物在纳米储能领域研究广泛，其晶胞结构如图所示（白球为 Co，黑球为 O），已知该晶胞参数为  $a \text{ pm}$ ，阿伏伽德罗常数为  $N_A$ 。



①与 O 原子最近距离的 O 原子个数为\_\_\_\_\_。②该氧化物的摩尔体积  $V_m = \text{_____} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$  (用含  $a$  和  $N_A$  的代数式表示)。

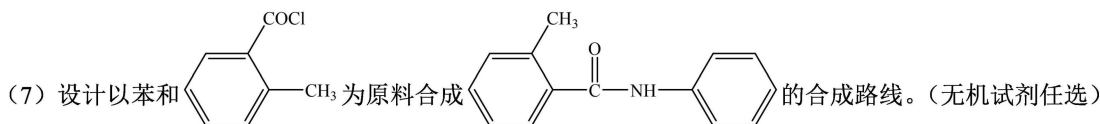
36. (15 分) 【化学——选修 5: 有机化学基础】

化合物 G 是用于治疗充血性心力衰竭药品的合成中间体，其合成路线如下：



回答下列问题：

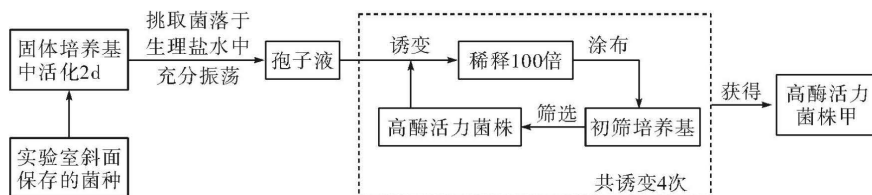
- (1) A 的名称为\_\_\_\_\_。
- (2) A→B 反应中所需的条件和试剂是\_\_\_\_\_。
- (3) C→D 反应的化学反应方程式是\_\_\_\_\_。
- (4) D→E 反应的反应类型为\_\_\_\_\_。
- (5) G 中含氧官能团的名称为\_\_\_\_\_。
- (6) F 有多种同分异构体，同时满足下列条件的同分异构体的结构简式共有\_\_\_\_\_种。
  - a. 分子结构中含有苯环，且苯环上有三个取代基
  - b. 能发生银镜反应



37. (15 分) 【生物——选修 1: 生物技术实践】

D-泛酸应用广泛，其合成的关键在于将 DL-泛解酸内脂拆分成 D-泛解酸。在固体发酵培养基中加入 DL-泛解酸内脂和 pH 指示剂，具有 D-泛解酸内脂水解酶活力的菌株在培养基上生长，会将培养基中的 DL-泛解酸内脂中的 D-泛解酸内脂水解成 D-泛解酸，导致菌落周围 pH 下降，产生变色圈，变色圈和菌落直径比值越大，

酶活力可能越高。为解决原始菌株酶活力较低的问题，某研究小组对实验室保存的一株具有 D-泛解酸内脂水解酶活性的链孢霉菌为材料，进行诱变，基本过程如图所示：



回答下列问题：

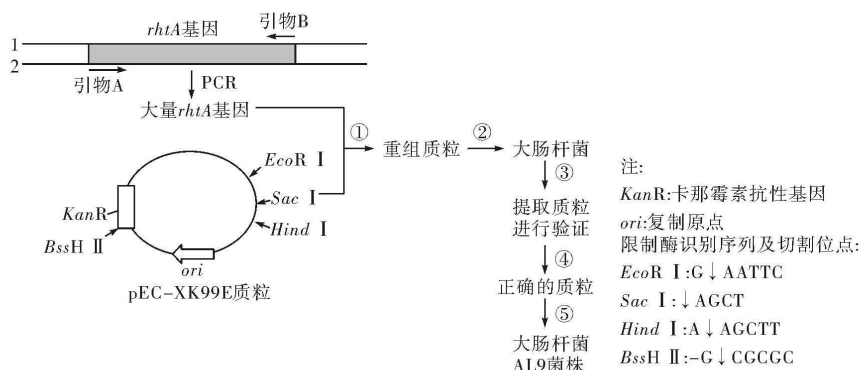
(1) 实验过程中使用的培养基，虽然用途不同，但是均含有\_\_\_等四种营养构成组分，除此之外，初筛培养基还需添加的物质是\_\_\_。培养基制备完成并灭菌后要注意避免\_\_\_。

(2) 孢子液诱变后需用无菌生理盐水稀释，目的是\_\_\_。涂布到初筛培养基需使用的接种工具是\_\_\_。进行4次诱变的方法分别是等离子、等质子、紫外线、等质子，不是全部使用等离子诱变，推测其目的是\_\_\_。

(3) 若想探究等离子和紫外线处理的最佳时间，则该实验需补充的操作是\_\_\_。

### 38. (15分)【生物——选修3：现代生物科技专题】

研究表明来源于大肠杆菌的苏氨酸输出蛋白(由 *rhtA* 基因编码)能够识别 5-氨基乙酰丙酸，并将其输出至细胞外。为探究苏氨酸输出蛋白对 5-氨基丙酸合成的影响，研究人员从大肠杆菌的基因组 DNA 中扩增出 *rhtA* 基因，并构建出相应的重组质粒，获得转 *rhtA* 基因的工程菌，其基本操作流程如图所示，已知引物 A、B 的序列分别是：5' AGGAAACAGACCATGGAATTCATGCCTGGTTCATTACGTAAAATG3'、5' GCCAAGCTTGCATGCCTGCAGTTAATTAATGTCTAATTCCTTTTATTTTGCTC3'。

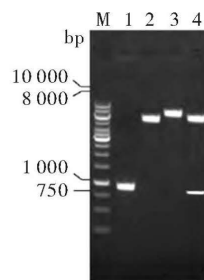


回答下列问题：

(1) 由图可知，获取大量 *rhtA* 基因要经 PCR 技术扩增，若要扩增出 N 个 *rhtA* 基因，需要引物 A、B 各\_\_\_个，对引物 A 的设计要求是\_\_\_ (答出 2 点即可)；通过过程①得到重组质粒，需选用的两种限制酶是\_\_\_，两者起作用部位的化学键是\_\_\_。

(2) 过程②⑤在操作时，一般需用钙离子处理大肠杆菌细胞，使细胞处于一种\_\_\_的生理状态。过程③将大肠杆菌体内的质粒提取出来进行验证时，以 *EcoR I* 切割 pEC-XK99E 质粒为对照，分别对重组质粒用 *EcoR I* 单酶切、以 (1) 选用的双酶对重组质粒进行双酶切，然后用电泳技术进行验证，其实验结果如图所示，若 2 是对照，则 3、4 分别是单酶切、双酶切的结果，做出此推测的依据是\_\_\_。

(3) 将正确的质粒导入 AL9 后，后续的步骤是\_\_\_。本技术选用微生物大肠杆菌作为受体细胞，而不选用动物细胞，理由是\_\_\_ (答出一点即可)。



## 关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址：www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信信号：**zizzsw**。



自主选拔在线

