

# 2021 年普通高等学校招生全国统一考试（甲卷）

## 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，将答案书写在答题卡上，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。

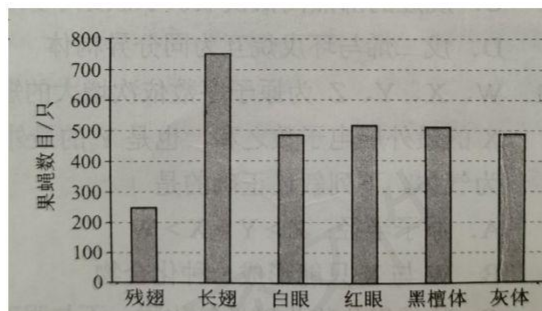
可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 S 32 Cu 64 Zr 91

一、选择题：本题共 13 个小题，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. 已知①酶、②抗体、③激素、④糖原、⑤脂肪、⑥核酸都是人体内有重要作用的物质。下列说法正确的是  
A. ①②③都是由氨基酸通过肽键连接而成的  
B. ③④⑤都是生物大分子，都以碳链为骨架  
C. ①②⑥都是由含氮的单体连接成的多聚体  
D. ④⑤⑥都是人体细胞内的主要能源物质
2. 某同学将酵母菌接种在马铃薯培养液中进行实验，不可能得到的结果是  
A. 该菌在有氧条件下能够繁殖  
B. 该菌在无氧呼吸的过程中无丙酮酸产生  
C. 该菌在无氧条件下能够产生乙醇  
D. 该菌在有氧和无氧条件下都能产生  $\text{CO}_2$
3. 生长素具有促进植物生长等多种生理功能。下列与生长素有关的叙述，错误的是  
A. 植物生长的“顶端优势”现象可以通过去除顶芽而解除  
B. 顶芽产生的生长素可以运到侧芽附近从而抑制侧芽生长  
C. 生长素可以调节植物体内某些基因的表达从而影响植物生长  
D. 在促进根、茎两种器官生长时，茎是对生长素更敏感的器官
4. 人体下丘脑具有内分泌功能，也是一些调节中枢的所在部位。下列有关下丘脑的叙述，错误的是  
A. 下丘脑能感受细胞外液渗透压的变化  
B. 下丘脑能分泌抗利尿激素和促甲状腺激素

C. 下丘脑参与水盐平衡的调节；下丘脑有水平衡调节中枢

D. 下丘脑能感受体温的变化；下丘脑有体温调节中枢



5. 果蝇的翅型、眼色和体色 3 个性状由 3 对独立遗传的基因控制，且控制眼色的基因位于 X 染色体上。让一群基因型相同的果蝇（果蝇 M）与另一群基因型相同的果蝇（果蝇 N）作为亲本进行杂交，分别统计子代果蝇不同性状的个体数量，结果如图所示。已知果蝇 N 表现为显性性状灰体红眼。下列推断错误的是

A. 果蝇 M 为红眼杂合体雌蝇

B. 果蝇 M 体色表现为黑檀体

C. 果蝇 N 为灰体红眼杂合体

D. 亲本果蝇均为长翅杂合体

6. 群落是一个不断发展变化的动态系统。下列关于发生在裸岩和弃耕农田上的群落演替的说法，错误的是

A. 人为因素或自然因素的干扰可以改变植物群落演替的方向

B. 发生在裸岩和弃耕农田上的演替分别为初生演替和次生演替

C. 发生在裸岩和弃耕农田上的演替都要经历苔藓阶段、草本阶段

D. 在演替过程中，群落通常是向结构复杂、稳定性强的方向发展

7. 化学与人体健康及环境保护息息相关。下列叙述正确的是

A. 食品加工时不可添加任何防腐剂

B. 掩埋废旧电池不会造成环境污染


C. 天然气不完全燃烧会产生有毒气体

D. 使用含磷洗涤剂不会造成水体污染

8.  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是（ ）

A. 18g 重水 ( $D_2O$ ) 中含有的质子数为  $10N_A$

B. 3mol 的  $NO_2$  与  $H_2O$  完全反应时转移的电子数为  $4N_A$

C. 32g 环状 $S_8$  (  ) 分子中含有的S-S键数为 $1N_A$

D. 1L  $pH = 4$  的 $0.1mol \cdot L^{-1} K_2Cr_2O_7$  溶液中 $Cr_2O_7^{2-}$  离子数为 $0.1N_A$

9. 实验室制备下列气体的方法可行的是 ( )

|   | 气体   | 方法             |
|---|------|----------------|
| A | 氨气   | 加热氯化铵固体        |
| B | 二氧化氮 | 将铝片加到冷浓硝酸中     |
| C | 硫化氢  | 向硫化钠固体滴加浓硫酸    |
| D | 氧气   | 加热氯酸钾和二氧化锰的混合物 |

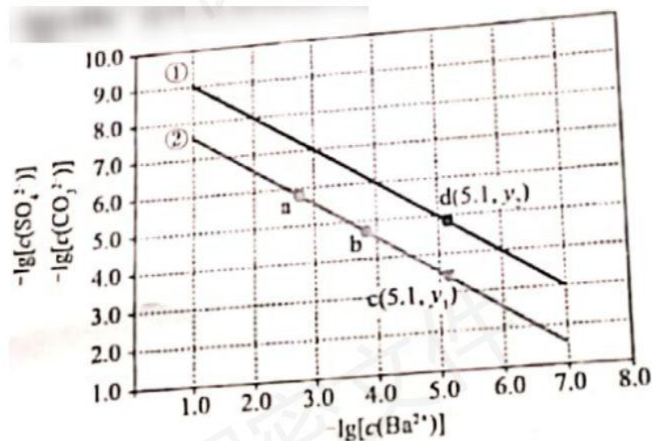
10. 下列叙述正确的是 ( )

- A. 甲醇既可发生取代反应也可发生加成反应
- B. 用饱和碳酸氢钠溶液可以鉴别乙酸和乙醇
- C. 烷烃的沸点高低仅取决于碳原子数的多少
- D. 戊二烯与环戊烷互为同分异构体

11. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素，Z 的最外层电子数是 W 和 X 的最外层电子数之和，也是 Y 的最外层电子数的 2 倍。W 和 X 的单质常温下均为气体。下列叙述正确的是 ( )

- A. 原子半径:  $Z > Y > X > W$
- B. W 与 X 只能形成一种化合物
- C. Y 的氧化物为碱性氧化物，不与强碱反应
- D. W、X 和 Z 可形成既含有离子键又含有共价键的化合物

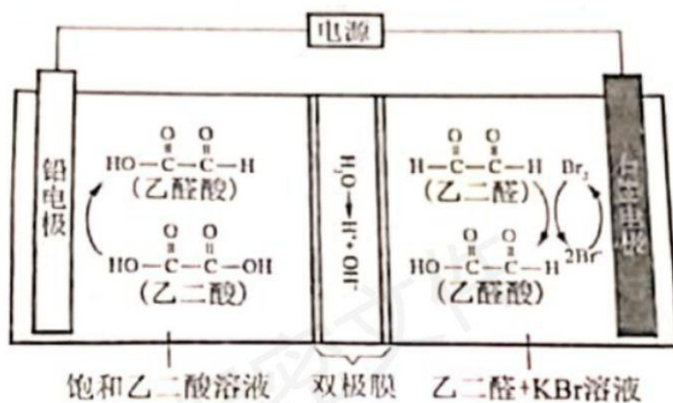
12. 已知相同温度下， $K_{sp}(BaSO_4) < K_{sp}(BaCO_3)$ 。某温度下，饱和溶液中  $-\lg[c(SO_4^{2-})]$ 、 $-\lg[c(CO_3^{2-})]$  与  $-\lg[c(Ba^{2+})]$  的关系如图所示。



下列说法正确的是 ( )

- A. 曲线①代表  $\text{BaCO}_3$  的沉淀溶解曲线
- B. 该温度下  $\text{BaSO}_4$  的  $K_{sp}(\text{BaSO}_4)$  值为  $1.0 \times 10^{-10}$
- C. 加适量  $\text{BaCl}_2$  固体可使溶液由 a 点变到 b 点
- D.  $c(\text{Ba}^{2+}) = 10^{-5.1}$  时两溶液中  $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = 10^{y_2 - y_1}$

13. 乙醛酸是一种重要的化工中间体, 可用如下图所示的电化学装置合成。图中的双极膜中间层中的  $\text{H}_2\text{O}$  解离为  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ , 并在直流电场作用下分别向两极迁移。下列说法正确的是 ( )



A.  $\text{KBr}$  在上述电化学合成过程中只起电解质的作用

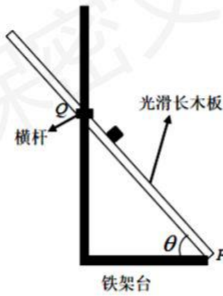
B. 阳极上的反应式为:  $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{H}_2\text{O}$

C. 制得  $2\text{mol}$  乙醛酸, 理论上外电路中迁移了  $1\text{mol}$  电子

D. 双极膜中间层中的  $\text{H}^+$  在外电场作用下向铅电极方向迁移

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. 如图，将光滑长平板的下端置于铁架台水平底座上的挡板  $P$  处，上部架在横杆上。横杆的位置可在竖直杆上调节，使得平板与底座之间的夹角  $\theta$  可变。将小物块由平板与竖直杆交点  $Q$  处静止释放，物块沿平板从  $Q$  点滑至  $P$  点所用的时间  $t$  与夹角  $\theta$  的大小有关。若由  $30^\circ$  逐渐增大至  $60^\circ$ ，物块的下滑时间  $t$  将



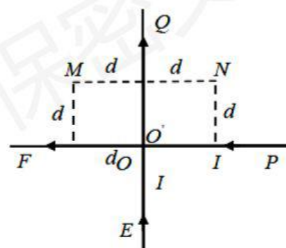
A. 逐渐增大 B. 逐渐减小 C. 先增大后减小 D. 先减小后增大

15. “旋转纽扣”是一种传统游戏。如图，先将纽扣绕几圈，使穿过纽扣的两股细绳拧在一起，然后用力反复拉绳的两端，纽扣正转和反转会交替出现。拉动多次后，纽扣绕其中心的转速可达  $50 \text{ r/s}$ ，此时纽扣上距离中心  $1 \text{ cm}$  处的点向心加速度大小约为



A.  $10 \text{ m/s}^2$  B.  $100 \text{ m/s}^2$  C.  $1\,000 \text{ m/s}^2$  D.  $10\,000 \text{ m/s}^2$

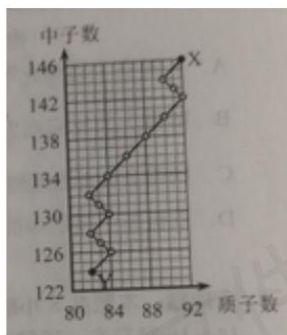
16. 两足够长直导线均折成直角，按图示方式放置在同一平面内， $EO$  与  $O'Q$  在一条直线上， $PO'$  与  $OF$  在一条直线上，两导线相互绝缘，通有相等的电流  $I$ ，电流方向如图所示。若一根无限长直导线通过电流  $I$  时，所产生的磁场在距离导线  $d$  处的磁感应强度大小为  $B$ ，则图中与导线距离均为  $d$  的  $M$ 、 $N$  两点处的磁感应强度大小分别为



A.  $B$ 、 $0$  B.  $0$ 、 $2B$  C.  $2B$ 、 $2B$  D.  $B$ 、 $B$

17. 如图，一个原子核  $X$  经图中所示的一系列  $\alpha$ 、 $\beta$  衰变后，生成稳定的原子核  $Y$ ，在此过程中放射出电子

的总个数为

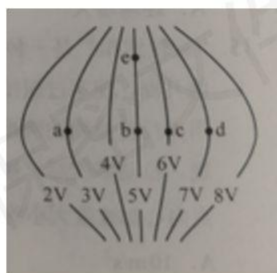


- A. 6    B. 8    C. 10    D. 14

18. 2021年2月, 执行我国火星探测任务的“天问一号”探测器在成功实施三次近火制动后, 进入运行周期约为 $1.8 \times 10^5$  s的椭圆形停泊轨道, 轨道与火星表面的最近距离约为 $2.8 \times 10^5$  m。已知火星半径约为 $3.4 \times 10^6$  m, 火星表面处自由落体的加速度大小约为 $3.7 \text{ m/s}^2$ , 则“天问一号”的停泊轨道与火星表面的最远距离约为

- A.  $6 \times 10^5$  m    B.  $6 \times 10^6$  m    C.  $6 \times 10^7$  m    D.  $6 \times 10^8$  m

19. 某电场的等势面如图所示, 图中 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 为电场中的5个点, 则

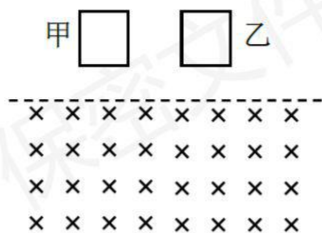


- A. 一正电荷从 $b$ 点运动到 $e$ 点, 电场力做正功  
 B. 一电子从 $a$ 点运动到 $d$ 点, 电场力做功为 $4 \text{ eV}$   
 C.  $b$ 点电场强度垂直于该点所在等势面, 方向向右  
 D.  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 四个点中,  $b$ 点的电场强度大小最大

20. 一质量为 $m$ 的物体自倾角为 $\alpha$ 的固定斜面底端沿斜面向上滑动。该物体开始滑动时的动能为 $E_k$ , 向上滑动一段距离后速度减小为零, 此后物体向下滑动, 到达斜面底端时动能为 $E_k/5$ 。已知 $\sin\alpha=0.6$ , 重力加速度大小为 $g$ 。则

- A. 物体向上滑动的距离为 $\frac{E_k}{2mg}$   
 B. 物体向下滑动时的加速度大小为 $g/5$   
 C. 物体与斜面间的动摩擦因数等于 $0.5$   
 D. 物体向上滑动所用的时间比向下滑动的时间长

21. 由相同材料的导线绕成边长相同的甲、乙两个正方形闭合线圈，两线圈的质量相等，但所用导线的横截面积不同，甲线圈的匝数是乙的 2 倍。现两线圈在竖直平面内从同一高度同时由静止开始下落，一段时间后进入一方向垂直于纸面的匀强磁场区域，磁场的上边界水平，如图所示。不计空气阻力，已知下落过程中线圈始终平行于纸面，上、下边保持水平。在线圈下边进入磁场后且上边进入磁场前，可能出现的是



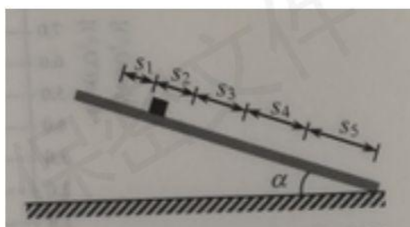
- A. 甲和乙都加速运动
- B. 甲和乙都减速运动
- C. 甲加速运动，乙减速运动
- D. 甲减速运动，乙加速运动

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)

为测量小铜块与瓷砖表面间的动摩擦因数，一同学将贴有标尺的瓷砖的一端放在水平桌面上，形成一倾角为  $\alpha$  的斜面 (已知  $\sin\alpha=0.34$ ,  $\cos\alpha=0.94$ )，小铜块可在斜面上加速下滑，如图所示。该同学用手机拍摄小铜块的下滑过程，然后解析视频记录的图像，获得 5 个连续相等时间间隔 (每个时间间隔  $\Delta T=0.20\text{ s}$ ) 内小铜块沿斜面下滑的距离  $s_i$  ( $i=1, 2, 3, 4, 5$ )，如下表所示。

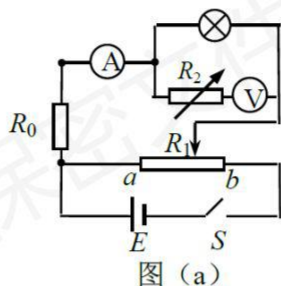


| $s_1$  | $s_2$  | $s_3$  | $s_4$   | $s_5$   |
|--------|--------|--------|---------|---------|
| 5.87cm | 7.58cm | 9.31cm | 11.02cm | 12.74cm |

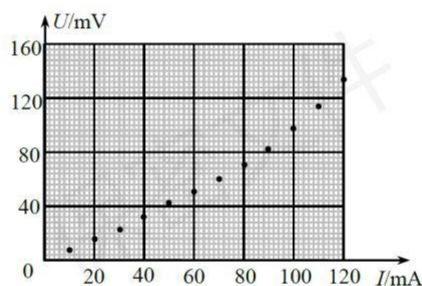
由表中数据可得，小铜块沿斜面下滑的加速度大小为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ ，小铜块与瓷砖表面间的动摩擦因数为\_\_\_\_\_。(结果均保留 2 位有效数字，重力加速度大小取  $9.80\text{ m/s}^2$ )

23. (10分)

某同学用图(a)所示电路探究小灯泡的伏安特性,所用器材有:小灯泡(额定电压 2.5 V, 额定电流 0.3 A)、电压表(量程 300 mV, 内阻 300  $\Omega$ )、电流表(量程 300 mA, 内阻 0.27  $\Omega$ ) 定值电阻  $R_0$ 、滑动变阻器  $R_1$  (阻值 0~20  $\Omega$ )、电阻箱  $R_2$  (最大阻值 9 999.9  $\Omega$ )、电源  $E$  (电动势 6V, 内阻不计)、开关  $S$ 、导线若干。完成下列填空:



- (1) 有 3 个阻值分别为 10  $\Omega$ 、20  $\Omega$ 、30  $\Omega$  的定值电阻可供选择, 为了描绘小灯泡电流在 0-300 mA 的  $U-I$  曲线,  $R_0$  应选取阻值为 \_\_\_\_\_  $\Omega$  的定值电阻;
- (2) 闭合开关前, 滑动变阻器的滑片应置于变阻器的 \_\_\_\_\_ (填“a”或“b”) 端;



图(b)

- (3) 在流过电流表的电流较小时, 将电阻箱  $R_2$  的阻值置零, 改变滑动变阻器滑片的位置, 读取电压表和电流表的示数  $U$ 、 $I$ , 结果如图(b)所示。当流过电流表的电流为 10 mA 时, 小灯泡的电阻为 \_\_\_\_\_  $\Omega$  (保留 1 位有效数字);
- (4) 为使得电压表满量程时对应于小灯泡两端的电压为 3 V, 该同学经计算知, 应将  $R_2$  的阻值调整为 \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。然后调节滑动变阻器  $R_1$ , 测得数据如下表所示:

|               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $U/\text{mV}$ | 24.0  | 46.0  | 76.0  | 110.0 | 128.0 | 152.0 | 184.0 | 216.0 | 250.0 |
| $I/\text{mA}$ | 140.0 | 160.0 | 180.0 | 200.0 | 220.0 | 240.0 | 260.0 | 280.0 | 300.0 |

(5) 由图(b)和上表可知, 随流过小灯泡电流的增加, 其灯丝的电阻 \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”);

(6) 该同学观测到小灯泡刚开始发光时流过电流表的电流为 160 mA, 可得此时小灯泡电功率  $P_1 =$

\_\_\_\_\_ W (保留 2 位有效数字); 当流过电流表的电流为 300 mA 时, 小灯泡的电功率为  $P_2$ , 则

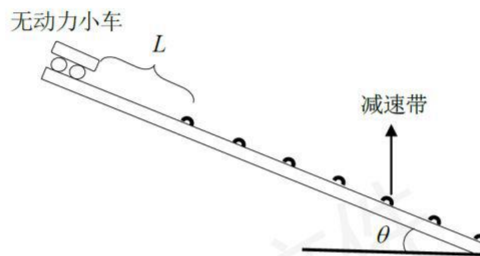
$\frac{P_2}{P_1} =$  \_\_\_\_\_ (保留至整数)。



24. (12分)

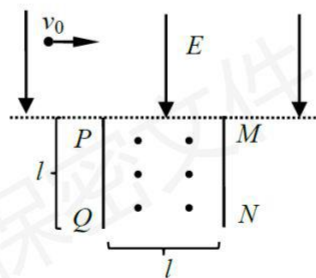
如图，一倾角为 $\theta$ 的光滑斜面上有50个减速带（图中未完全画出），相邻减速带间的距离均为 $d$ ，减速带的宽度远小于 $d$ ；一质量为 $m$ 的无动力小车（可视为质点）从距第一个减速带 $L$ 处由静止释放。已知小车通过减速带损失的机械能与到达减速带时的速度有关。观察发现，小车通过第30个减速带后，在相邻减速带间的平均速度均相同。小车通过第50个减速带后立刻进入与斜面光滑连接的水平地面，继续滑行距离 $s$ 后停下。已知小车与地面间的动摩擦因数为 $\mu$ ，重力加速度大小为 $g$ 。

- (1) 求小车通过第30个减速带后，经过每一个减速带时损失的机械能；
- (2) 求小车通过前30个减速带的过程中在每一个减速带上平均损失的机械能；
- (3) 若小车在前30个减速带上平均每一个损失的机械能大于之后每一个减速带上损失的机械能，则 $L$ 应满足什么条件？



25. (20分)

如图，长度均为 $l$ 的两块挡板竖直相对放置，间距也为 $l$ ，两挡板上边缘 $P$ 和 $M$ 处于同一水平线上，在该水平线的上方区域有方向竖直向下的匀强电场，电场强度大小为 $E$ ；两挡板间有垂直纸面向外、磁感应强度大小可调节的匀强磁场。一质量为 $m$ ，电荷量为 $q$  ( $q > 0$ )的粒子自电场中某处以大小为 $v_0$ 的速度水平向右发射，恰好从 $P$ 点处射入磁场，从两挡板下边缘 $Q$ 和 $N$ 之间射出磁场，运动过程中粒子未与挡板碰撞。已知粒子射入磁场时的速度方向与 $PQ$ 的夹角为 $60^\circ$ ，不计重力。

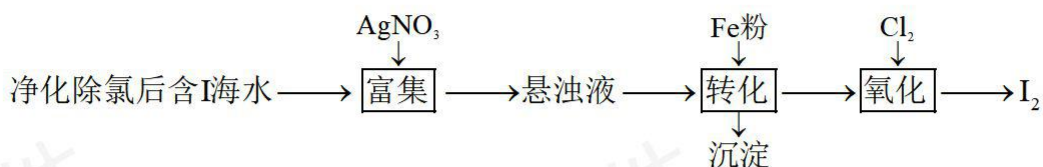


- (1) 求粒子发射位置到 $P$ 点的距离；
- (2) 求磁感应强度大小的取值范围；
- (3) 若粒子正好从 $QN$ 的中点射出磁场，求粒子在磁场中的轨迹与挡板 $MN$ 的最近距离。

26. (14分)

碘（紫黑色固体，微溶于水）及其化合物广泛用于医药、染料等方面。回答下列问题：

(1)  $I_2$  的一种制备方法如下图所示：



①加入 Fe 粉进行转化反应的离子方程式为\_\_\_\_\_，生成的沉淀与硝酸反应，生成\_\_\_\_\_后可循环使用。

②通入  $Cl_2$  的过程中，若氧化产物只有一种，反应的化学方程式为\_\_\_\_\_；若反应物用量比  $n(Cl_2)/n(FeI_2) = 1.5$  时，氧化产物为\_\_\_\_\_；当  $n(Cl_2)/n(FeI_2) > 1.5$ ，单质碘的收率会降低，原因是\_\_\_\_\_。

(2) 以  $NaIO_3$  为原料制备  $I_2$  的方法是：先向  $NaIO_3$  溶液中加入计量的  $NaHSO_3$ ，生成碘化物；再向混合溶液中加入  $NaIO_3$  溶液，反应得到  $I_2$ ，上述制备  $I_2$  的总反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3)  $KI$  溶液和  $CuSO_4$  溶液混合可生成  $CuI$  沉淀和  $I_2$ ，若生成  $1\text{mol } I_2$ ，消耗的  $KI$  至少为\_\_\_\_\_  $\text{mol}$ 。 $I_2$  在  $KI$  溶液中可发生反应： $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$ 。实验室中使用过量的  $KI$  与  $CuSO_4$  溶液反应后，过滤，滤液经水蒸气蒸馏可制得高纯碘。反应中加入过量  $KI$  的原因是\_\_\_\_\_。

27. (15分)

胆矾 ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) 易溶于水，难溶于乙醇。某小组用工业废铜焙烧得到的  $CuO$  (杂质为氧化铁及泥沙) 为原料与稀硫酸反应制备胆矾，并测定其结晶水的含量。回答下列问题：

(1) 制备胆矾时，用到的实验仪器除量筒、酒精灯、玻璃棒、漏斗外，还必须使用的仪器有\_\_\_\_\_ (填标号)。

A. 烧杯      B. 容量瓶      C. 蒸发皿      D. 移液管

(2) 将  $CuO$  加入到适量的稀硫酸中，加热，其主要反应的化学方程式为\_\_\_\_\_，与直接用废铜和浓硫酸反应相比，该方法的优点是\_\_\_\_\_。

(3) 待  $CuO$  完全反应后停止加热，边搅拌边加入适量  $H_2O_2$ ，冷却后用  $NH_3 \cdot H_2O$  调  $pH$  为  $3.5 \sim 4$ ，再煮沸  $10\text{min}$ ，冷却后过滤。滤液经如下实验操作：加热蒸发、冷却结晶、\_\_\_\_\_、乙醇洗涤、\_\_\_\_\_，得到胆矾。其中，控制溶液  $pH$  为  $3.5 \sim 4$  的目的是\_\_\_\_\_，煮沸  $10\text{min}$  的作用是\_\_\_\_\_。

(4) 结晶水测定：称量干燥坩埚的质量为  $m_1$ ，加入胆矾后总质量为  $m_2$ ，将坩埚加热至胆矾全部变为白色，置于干燥器中冷至室温后称量，重复上述操作，最终总质量恒定为  $m_3$ 。根据实验数据，胆矾分子中结晶水的个数为\_\_\_\_\_（写表达式）。

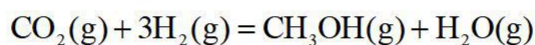
(5) 下列操作中，会导致结晶水数目测定值偏高的是\_\_\_\_\_（填标号）。

- ①胆矾未充分干燥      ②坩埚未置于干燥器中冷却      ③加热时有少胆矾迸溅出来

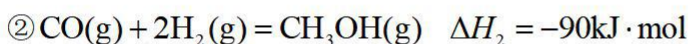
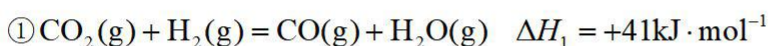
28. (14分)

二氧化碳催化加氢制甲醇，有利于减少温室气体二氧化碳。回答下列问题：

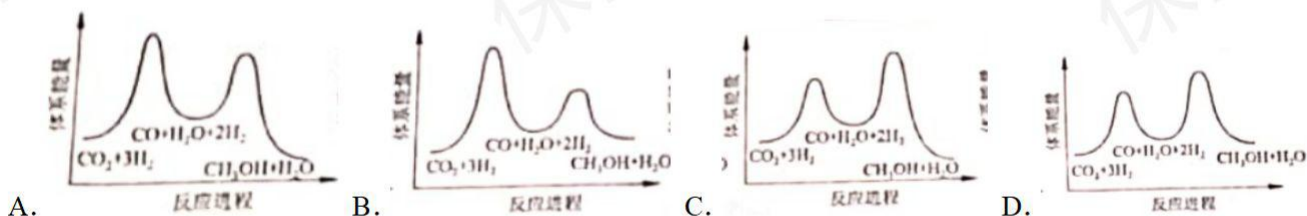
(1) 二氧化碳加氢制甲醇的总反应可表示为：



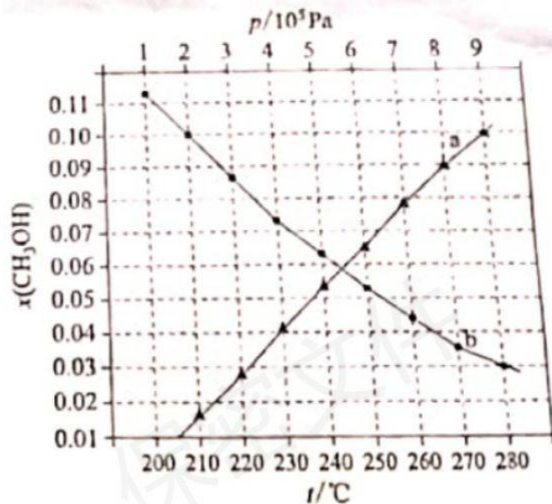
该反应一般认为通过如下步骤来实现：



总反应的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；若反应①为慢反应，下列示意图中能体现上述反应能量变化的是\_\_\_\_\_（填标号），判断的理由是\_\_\_\_\_。



(2) 合成总反应在起始物  $n(\text{H}_2)/n(\text{CO}_2) = 3$  时，在不同条件下达到平衡，设体系中甲醇的物质的量分数为  $x(\text{CH}_3\text{OH})$ ，在  $t = 250^\circ\text{C}$  下的  $x(\text{CH}_3\text{OH}) \sim p$ 、在  $p = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$  下的  $x(\text{CH}_3\text{OH}) \sim t$  如图所示。



①用各物质的平衡分压表示总反应的平衡常数，表达式  $K_p =$  \_\_\_\_\_；

②图中对应等压过程的曲线是\_\_\_\_\_，判断的理由是\_\_\_\_\_；

③当  $x(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.10$  时， $\text{CO}_2$  的平衡转化率  $\alpha =$  \_\_\_\_\_，反应条件可能为\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_。

29. (10分)

植物的根细胞可以通过不同方式吸收外界溶液中的  $\text{K}^+$ 。回答下列问题：

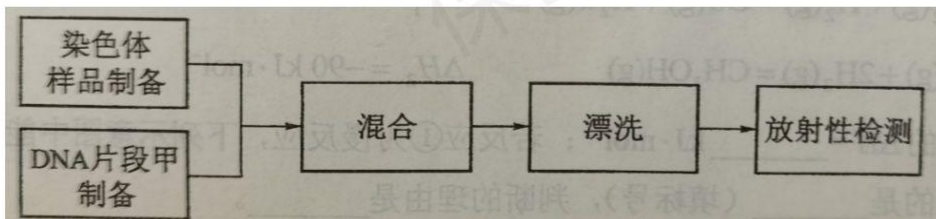
(1) 细胞外的  $\text{K}^+$  可以跨膜进入植物的根细胞。细胞膜和核膜等共同构成了细胞的生物膜系统，生物膜的结构特点是\_\_\_\_\_。

(2) 细胞外的  $\text{K}^+$  能够通过离子通道进入植物的根细胞。离子通道是由\_\_\_\_\_复合物构成的，其运输的特点是\_\_\_\_\_（答出1点即可）。

(3) 细胞外的  $\text{K}^+$  可以通过载体蛋白逆浓度梯度进入植物的根细胞。在有呼吸抑制剂的条件下，根细胞对  $\text{K}^+$  的吸收速率降低，原因是\_\_\_\_\_。

30. (9分)

用一段由放射性同位素标记的 DNA 片段可以确定基因在染色体上的位置。某研究人员使用放射性同位素  $^{32}\text{P}$  标记的脱氧腺苷三磷酸( $\text{dATP}$ ,  $\text{dA-P}_\alpha\sim\text{P}_\beta\sim\text{P}_\gamma$ ) 等材料制备了 DNA 片段甲（单链），对 W 基因在染色体上的位置进行了研究，实验流程的示意图如下。



回答下列问题：

(1) 该研究人员在制备  $^{32}\text{p}$  标记的 DNA 片段甲时，所用 dATP 的  $\alpha$  位磷酸基团中的磷必须是  $^{32}\text{p}$ ，原因是\_\_\_\_\_。

(2) 该研究人员以细胞为材料制备了染色体样品，在混合操作之前去除了样品中的 RNA 分子，去除 RNA 分子的目的是\_\_\_\_\_。

(3) 为了使片段甲能够通过碱基互补配对与染色体样品中的 W 基因结合，需要通过某种处理使样品中的染色体 DNA\_\_\_\_\_。

(4) 该研究人员在完成上述实验的基础上，又对动物细胞内某基因的 mRNA 进行了检测，在实验过程中用某种酶去除了样品中的 DNA，这种酶是\_\_\_\_\_。

31. (8 分)

捕食是一种生物以另一种生物为食的现象，能量在生态系统中是沿食物链流动的。

回答下列问题：

(1) 在自然界中，捕食者一般不会将所有的猎物都吃掉，这一现象对捕食者的意义是\_\_\_\_\_ (答出 1 点即可)。

(2) 青草→羊→狼是一条食物链。根据林德曼对能量流动研究的成果分析，这条食物链上能量流动的特点是\_\_\_\_\_。

(3) 森林、草原、湖泊、海洋等生态系统是常见的生态系统，林德曼关于生态系统能量流动特点的研究成果是以\_\_\_\_\_生态系统为研究对象得出的。

32. (12 分)

植物的性状有的由 1 对基因控制，有的由多对基因控制。一种二倍体甜瓜的叶形有缺刻叶和全缘叶，果皮有齿皮和网皮。为了研究叶形和果皮这两个性状的遗传特点，某小组用基因型不同的甲乙丙丁 4 种甜瓜种子进行实验，其中甲和丙种植后均表现为缺刻叶网皮。杂交实验及结果见下表 (实验②中  $F_1$  自交得  $F_2$ )。

| 实验 | 亲本  | $F_1$  | $F_2$  |
|----|-----|--|--|
| ①  | 甲×乙 | 1/4 缺刻叶齿皮, 1/4 缺刻叶网皮<br>1/4 全缘叶齿皮, 1/4 全缘叶网皮 | /  |
| ②  | 丙×丁 | 缺刻叶齿皮  | 9/16 缺刻叶齿皮, 3/16 缺刻叶网皮<br>3/16 全缘叶齿皮, 1/16 全缘叶网皮 |

回答下列问题：

(1) 根据实验①可判断这 2 对相对性状的遗传均符合分离定律，判断的依据是\_\_\_\_\_。根据实验②，可判断这 2 对相对性状中的显性性状是\_\_\_\_\_。

(2) 甲乙丙丁中属于杂合体的是\_\_\_\_\_。

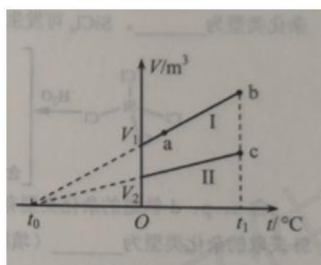
(3) 实验②的  $F_2$  中纯合体所占的比例为\_\_\_\_\_。

(4) 假如实验②的  $F_2$  中缺刻叶齿皮：缺刻叶网皮：全缘叶齿皮：全缘叶网皮不是 9：3：3：1，而是 45：15：3：1，则叶形和果皮这两个性状中由 1 对等位基因控制的是\_\_\_\_\_，判断的依据是\_\_\_\_\_。

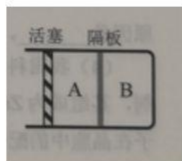
(二) 选考题：共 45 分。请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做，则每学科按所做的第一题计分。

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(1) (5 分) 如图，一定量的理想气体经历的两个不同过程，分别由体积-温度 ( $V-t$ ) 图上的两条直线 I 和 II 表示， $V_1$  和  $V_2$  分别为两直线与纵轴交点的纵坐标。 $t_0$  是它们的延长线与横轴交点的横坐标， $t_0 = -273.15^\circ\text{C}$ ； $a$  为直线 I 上的一点。由图可知，气体在状态  $a$  和  $b$  的压强之比  $p_a/p_b =$ \_\_\_\_\_；气体在状态  $b$  和  $c$  的压强之比  $p_b/p_c =$ \_\_\_\_\_。



(2) (10 分) 如图，一汽缸中由活塞封闭有一定量的理想气体，中间的隔板将气体分为 A、B 两部分；初始时，A、B 的体积均为  $V$ ，压强均等于大气压  $p_0$ 。隔板上装有压力传感器和控制装置，当隔板两边压强差超过  $0.5p_0$  时隔板就会滑动，否则隔板停止运动。气体温度始终保持不变。向右缓慢推动活塞，使 B 的体积减小为  $V/2$ 。

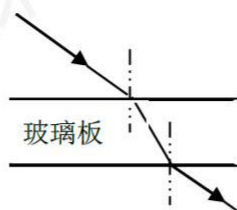


(i) 求 A 的体积和 B 的压强；

(ii) 再使活塞向左缓慢回到初始位置，求此时 A 的体积和 B 的压强。

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 如图，单色光从折射率  $n=1.5$ 、厚度  $d=10.0\text{ cm}$  的玻璃板上表面射入。已知真空中的光速为  $3.0 \times 10^8\text{ m/s}$ ，则该单色光在玻璃板内传播的速度为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ ；对于所有可能的入射角，该单色光通过玻璃板所用时间  $t$  的取值范围是\_\_\_\_\_  $\text{s} \leq t <$  \_\_\_\_\_  $\text{s}$  (不考虑反射)。



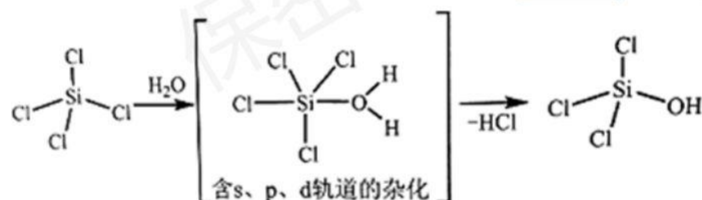
(2) (10分) 均匀介质中质点  $A$ 、 $B$  的平衡位置位于  $x$  轴上，坐标分别为  $0$  和  $x_B=16\text{ cm}$ 。某简谐横波沿  $x$  轴正方向传播，波速为  $v=20\text{ cm/s}$ ，波长大于  $20\text{ cm}$ ，振幅为  $y=1\text{ cm}$ ，且传播时无衰减。 $t=0$  时刻  $A$ 、 $B$  偏离平衡位置的位移大小相等、方向相同，运动方向相反，此后每隔  $\Delta t=0.6\text{ s}$  两者偏离平衡位置的位移大小相等、方向相同。已知在  $t_1$  时刻 ( $t_1>0$ )，质点  $A$  位于波峰。求：

- (i) 从  $t_1$  时刻开始，质点  $B$  最少要经过多长时间位于波峰；
- (ii)  $t_1$  时刻质点  $B$  偏离平衡位置的位移。

35. [化学—选修3：物质结构与性质] (15分)

我国科学家研发的全球首套千吨级太阳能燃料合成项目被形象地称为“液态阳光”计划。该项目通过太阳能发电电解水制氢，再采用高选择性催化剂将二氧化碳加氢合成甲醇。回答下列问题：

(1) 太阳能电池板主要材料为单晶硅或多晶硅。Si 的价电子层的电子排布式为\_\_\_\_\_；单晶硅的晶体类型为\_\_\_\_\_。 $\text{SiCl}_4$  是生产高纯硅的前驱体，其中 Si 采取的杂化类型为\_\_\_\_\_。 $\text{SiCl}_4$  可发生水解反应，机理如下：

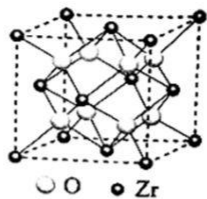


含 s、p、d 轨道的杂化类型有：①  $\text{dsp}^2$ 、②  $\text{sp}^3\text{d}$ 、③  $\text{sp}^3\text{d}^2$ ，中间体  $\text{SiCl}_4(\text{H}_2\text{O})$  中 Si 采取的杂化类型为\_\_\_\_\_ (填标号)。

(2)  $\text{CO}_2$  分子中存在\_\_\_\_\_个  $\sigma$  键和\_\_\_\_\_个  $\pi$  键。

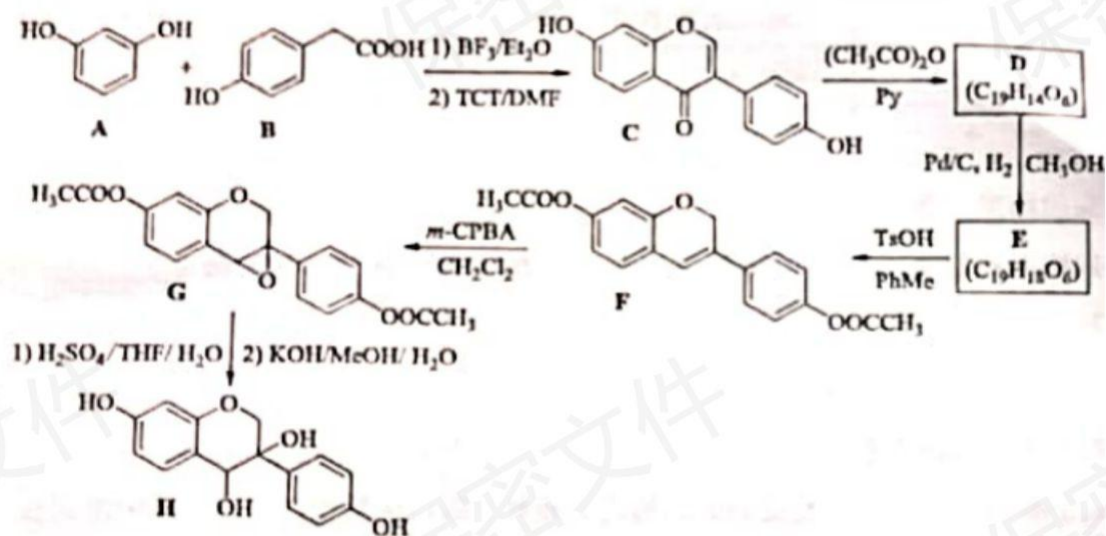
(3) 甲醇的沸点 ( $64.7^\circ\text{C}$ ) 介于水 ( $100^\circ\text{C}$ ) 和甲硫醇 ( $\text{CH}_3\text{SH}$ ,  $7.6^\circ\text{C}$ ) 之间，其原因是\_\_\_\_\_。

(4) 我国科学家发明了高选择性的二氧化碳加氢合成甲醇的催化剂，其组成为  $\text{ZnO}/\text{ZrO}_2$  固溶体。四方  $\text{ZrO}_2$  晶胞如图所示。 $\text{Zr}^{4+}$  离子在晶胞中的配位数是\_\_\_\_\_，晶胞参数为  $a\text{ pm}$ 、 $a\text{ pm}$ 、 $c\text{ pm}$ ，该晶体密度为\_\_\_\_\_  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  (写出表达式)。在  $\text{ZrO}_2$  中掺杂少量  $\text{ZrO}$  后形成的催化剂，化学式可表示为  $\text{Zn}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_y$ ，则  $y=_____$  (用  $x$  表达)。



36. [化学—选修5: 有机化学基础] (15分)

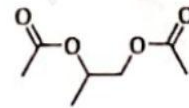
近年来, 以大豆素(化合物C)为主要成分的大豆异黄酮及其衍生物, 因其具有优良的生理活性而备受关注. 大豆素的合成及其衍生化的一种工艺路线如下:



回答下列问题:

- (1) A 的化学名称为\_\_\_\_\_。
- (2) 1mol D 反应生成 E 至少需要\_\_\_\_\_ mol 氢气。
- (3) 写出 E 中任意两种含氧官能团的名称\_\_\_\_\_。
- (4) 由 E 生成 F 的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (5) 由 G 生成 H 分两步进行: 反应 1) 是在酸催化下水与环氧化合物的加成反应, 则反应 2) 的反应类型为\_\_\_\_\_。
- (6) 化合物 B 的同分异构体中能同时满足下列条件的有\_\_\_\_\_ (填标号)。
  - a. 含苯环的醛、酮
  - b. 不含过氧键 (-O-O-)
  - c. 核磁共振氢谱显示四组峰, 且峰面积比为 3:2:2:1
 A. 2 个      B. 3 个      C. 4 个      D. 5 个





(7)根据上述路线中的相关知识,以丙烯为主要原料用不超过三步的反应设计合成:

37. [生物——选修 1: 生物技术实践] (15 分)

加酶洗衣粉是指含有酶制剂的洗衣粉。某同学通过实验比较了几种洗衣粉的去渍效果(“+”越多表示去渍效果越好),实验结果见下表。

|    | 加酶洗衣粉 A | 加酶洗衣粉 B | 加酶洗衣粉 C | 无酶洗衣粉 (对照) |
|----|---------|---------|---------|------------|
| 血渍 | +++     | +       | +++     | +          |
| 油渍 | +       | +++     | +++     | +          |

根据实验结果回答下列问题:

- 加酶洗衣粉 A 中添加的酶是\_\_\_\_\_ ; 加酶洗衣粉 B 中添加的酶是\_\_\_\_\_ ; 加酶洗衣粉 C 中添加的酶是\_\_\_\_\_。
- 表中不宜用于洗涤蚕丝织物的洗衣粉有\_\_\_\_\_ , 原因是\_\_\_\_\_。
- 相对于无酶洗衣粉, 加酶洗衣粉去渍效果好的原因是\_\_\_\_\_。
- 关于酶的应用, 除上面提到的加酶洗衣粉外, 固定化酶也在生产实践中得到应用, 如固定化葡萄糖异构酶已经用于高果糖浆生产。固定化酶技术是指\_\_\_\_\_。固定化酶在生产实践中应用的优点是(答出 1 点即可)。

38. [生物——选修 3: 现代生物科技专题] (15 分)

PCR 技术可用于临床的病原菌检测。为检测病人是否感染了某种病原菌, 医生进行了相关操作: ①分析 PCR 扩增结果; ②从病人组织样本中提取 DNA; ③利用 PCR 扩增 DNA 片段; ④采集病人组织样本。回答下列问题:

- 若要得到正确的检测结果, 正确的操作顺序应该是\_\_\_\_\_ (用数字序号表示)。
- 操作③中使用的酶是\_\_\_\_\_ , PCR 反应中的每次循环可分为变性、复性、\_\_\_\_\_ 三步, 其中复性的结果是\_\_\_\_\_。
- 为了做出正确的诊断, PCR 反应所用的引物应该能与\_\_\_\_\_ 特异性结合。
- PCR (多聚酶链式反应) 技术是指\_\_\_\_\_。该技术目前被广泛地应用于疾病诊断等方面。