

2022 年普通高等学校招生全国统一考试（全国乙卷）

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 B 11 C 12 N 14 O 16 Na 23 S 32
Cl 35.5

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、有丝分裂和减数分裂是哺乳动物细胞分裂的两种形式。某动物的基因型是 Aa，若该动物的某细胞在四分体时期一条染色单体上的 A 和另一条染色单体上的 a 发生了互换，则通常情况下姐妹染色单体分离导致等位基因 A 和 a 进入不同细胞的时期是

- A. 有丝分裂的后期 B. 有丝分裂的末期
C. 减数第一次分裂 D. 减数第二次分裂

2、某同学将一株生长正常的小麦置于密闭容器中，在适宜且恒定的温度和光照条件下培养，发现容器内 CO₂ 含量初期逐渐降低，之后保持相对稳定。关于这一实验现象，下列解释合理的是

- A. 初期光合速率逐渐升高，之后光合速率等于呼吸速率
B. 初期光合速率和呼吸速率均降低，之后呼吸速率保持稳定
C. 初期呼吸速率大于光合速率，之后呼吸速率等于光合速率
D. 初期光合速率大于呼吸速率，之后光合速率等于呼吸速率

3、运动神经元与骨骼肌之间的兴奋传递过度会引起肌肉痉挛，严重时危及生命。下列治疗方法中合理的是

- A. 通过药物加快神经递质经突触前膜释放到突触间隙中
B. 通过药物阻止神经递质与突触后膜上特异性受体结合
C. 通过药物抑制突触间隙中可降解神经递质的酶的活性
D. 通过药物增加突触后膜上神经递质特异性受体的数量

4、某种酶 P 由 RNA 和蛋白质组成，可催化底物转化为相应的产物。为探究该酶不同组分催化反应所需的条件，某同学进行了下列 5 组实验（表中“+”表示有，“-”表示无）。

实验组	①	②	③	④	⑤
底物	+	+	+	+	+
RNA 组分	+	+	-	+	-
蛋白质组分	+	-	+	-	+
低浓度 Mg^{2+}	+	+	+	-	-
高浓度 Mg^{2+}	-	-	-	+	+
产物	+	-	-	+	-

根据实验结果可以得出的结论是

- A. 酶 P 必须在高浓度 Mg^{2+} 条件下才具有催化活性
- B. 蛋白质组分的催化活性随 Mg^{2+} 浓度升高而升高
- C. 在高浓度 Mg^{2+} 条件下 RNA 组分具有催化活性
- D. 在高浓度 Mg^{2+} 条件下蛋白质组分具有催化活性

5、分层现象是群落研究的重要内容。下列关于森林群落分层现象的叙述，正确的是

- ① 森林群落的分层现象提高了生物对环境资源的利用能力
- ② 森林植物从上到下可以分为不同层次，最上层为灌木层
- ③ 垂直方向上森林中植物分层现象与对光的利用有关
- ④ 森林群落中动物的分层现象与食物有关
- ⑤ 森林群落中植物的分层现象是自然选择的结果
- ⑥ 群落中植物垂直分层现象的形成是由动物种类决定的

- A. ①③④⑤ B. ②④⑤⑥
- C. ①②③⑥ D. ③④⑤⑥

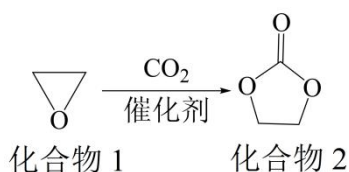
6、依据鸡的某些遗传性状可以在早期区分雌雄，提高养鸡场的经济效益。已知鸡的羽毛性状芦花和非芦花受 1 对等位基因控制。芦花鸡和非芦花鸡进行杂交，正交子代中芦花鸡和非芦花鸡数目相同，反交子代均为芦花鸡。下列分析及推断错误的是

- A. 正交亲本中雌鸡为芦花鸡，雄鸡为非芦花鸡
- B. 正交子代和反交子代中的芦花雄鸡均为杂合体
- C. 反交子代芦花鸡相互交配，所产雌鸡均为芦花鸡
- D. 仅根据羽毛性状芦花和非芦花即可区分正交子代性别

7. 生活中处处有化学，下列叙述正确的是

- A. HB 铅笔芯的成分为二氧化铅 B. 碳酸氢钠可做食品膨松剂
- C. 青铜和黄铜是不同结构的单质铜 D. 焰火中红色来源于钠盐灼烧

8. 一种实现二氧化碳固定及再利用的反应如下：



下列叙述正确的是

- A. 化合物 1 分子中的所有原子共平面 B. 化合物 1 与乙醇互为同系物
 C. 化合物 2 分子中含有羟基和酯基 D. 化合物 2 可以发生开环聚合反应

9. 某白色粉末样品,可能含有 Na_2SO_4 、 Na_2SO_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 Na_2CO_3 。取少量样品进行如下实验:

- ①溶于水,得到无色透明溶液
 ②向①的溶液中滴加过量稀盐酸,溶液变浑浊,有刺激性气体逸出。离心分离。
 ③取②的上层清液,向其中滴加 BaCl_2 溶液有沉淀生成。

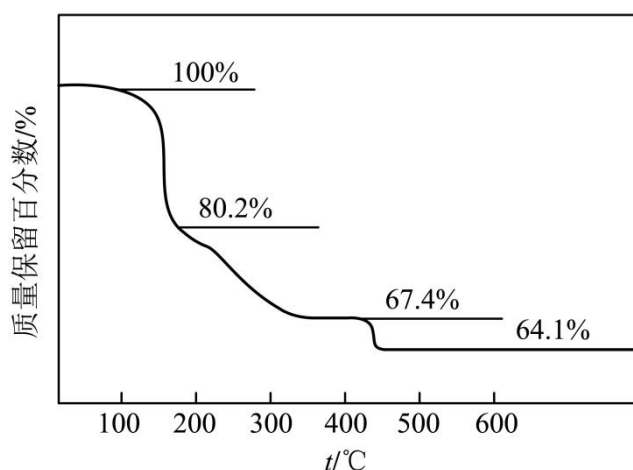
该样品中确定存在的是

- A. Na_2SO_4 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ B. Na_2SO_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 C. Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 D. Na_2SO_3 、 Na_2CO_3

10. 由实验操作和现象,可得出相应正确结论的是

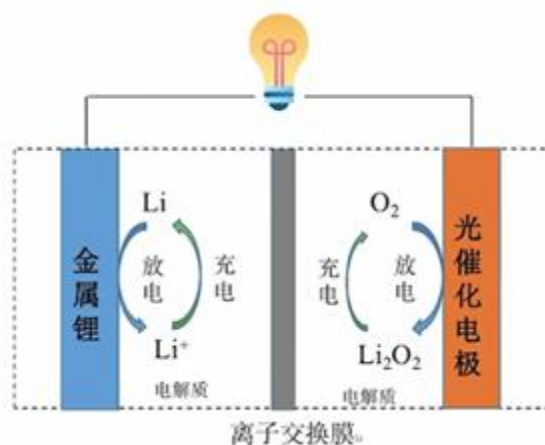
	实验操作	现象	结论
A	向 NaBr 溶液中滴加过量氯水,再加入淀粉 KI 溶液	先变橙色,后变蓝色	氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$
B	向蔗糖溶液中滴加稀硫酸,水浴加热,加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液	无砖红色沉淀	蔗糖未发生水解
C	石蜡油加强热,将产生的气体通入 Br_2 的 CCl_4 溶液	溶液红棕色变无色	气体中含有不饱和烃
D	加热试管中的聚氯乙烯薄膜碎片	试管口润湿的蓝色石蕊试纸变红	氯乙烯加聚是可逆反应

11. 化合物($\text{YW}_4\text{X}_5\text{Z}_8 \cdot 4\text{W}_2\text{Z}$)可用于电讯器材、高级玻璃的制造。 W 、 X 、 Y 、 Z 为短周期元素,原子序数依次增加,且加和为 21。 YZ_2 分子的总电子数为奇数,常温下为气体。该化合物的热重曲线如图所示,在 200°C 以下热分解时无刺激性气体逸出。下列叙述正确的是



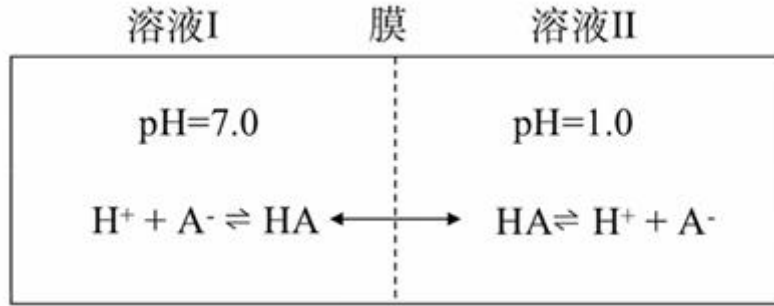
- A. W、X、Y、Z 的单质常温下均为气体
- B. 最高价氧化物的水化物的酸性：Y < X
- C. 100 ~ 200°C 阶段热分解失去 4 个 W₂Z
- D. 500°C 热分解后生成固体化合物 X₂Z₃

12. Li-O₂ 电池比能量高，在汽车、航天等领域具有良好的应用前景。近年来科学家研究了一种光照充电 Li-O₂ 电池（如图所示）。光照时，光催化电极产生电子（e⁻）和空穴（h⁺），驱动阴极反应（Li⁺ + e⁻ = Li）和阳极反应（Li₂O₂ + 2h⁺ = 2Li⁺ + O₂）对电池进行充电。下列叙述错误的是



- A. 充电时，电池的总反应 $\text{Li}_2\text{O}_2 = 2\text{Li} + \text{O}_2$
- B. 充电效率与光照产生的电子和空穴量有关
- C. 放电时，Li⁺ 从正极穿过离子交换膜向负极迁移
- D. 放电时，正极发生反应 $\text{O}_2 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = \text{Li}_2\text{O}_2$

13. 常温下，一元酸 HA 的 $K_a(\text{HA}) = 1.0 \times 10^{-3}$ 。在某体系中，H⁺ 与 A⁻ 离子不能穿过隔膜，未电离的 HA 可自由穿过该膜（如图所示）。



设溶液中 $c_{\text{总}}(\text{HA}) = c(\text{HA}) + c(\text{A}^-)$ ，当达到平衡时，下列叙述正确的是

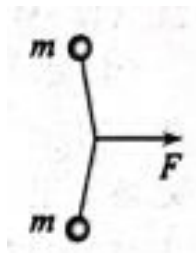
- A. 溶液I中 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{A}^-)$
- B. 溶液II中的 HA 的电离度 $\left(\frac{c(\text{A}^-)}{c_{\text{总}}(\text{HA})} \right)$ 为 $\frac{1}{101}$
- C. 溶液I和II中的 $c(\text{HA})$ 不相等
- D. 溶液I和II中的 $c_{\text{总}}(\text{HA})$ 之比为 10^{-4}

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 14~17 题只有一项是符合题目要求的，第 18~21 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. 2022 年 3 月，中国航天员翟志刚、王亚平、叶光富在离地球表面约 400km 的“天宫二号”空间站上通过天地连线，为同学们上了一堂精彩的科学课。通过直播画面可以看到，在近地圆轨道上飞行的“天宫二号”中，航天员可以自由地漂浮，这表明他们（ ）

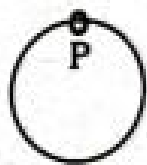
- A. 所受地球引力的大小近似为零
- B. 所受地球引力与飞船对其作用力两者的合力近似为零
- C. 所受地球引力的大小与其随飞船运动所需向心力的大小近似相等
- D. 在地球表面上所受引力的大小小于其随飞船运动所需向心力的大小

15. 如图，一不可伸长轻绳两端各连接一质量为 m 的小球，初始时整个系统静置于光滑水平桌面上，两球间的距离等于绳长 L 。一大小为 F 的水平恒力作用在轻绳的中点，方向与两球连线垂直。当两球运动至二者相距 $\frac{3}{5}L$ 时，它们加速度的大小均为（ ）



- A. $\frac{5F}{8m}$ B. $\frac{2F}{5m}$ C. $\frac{3F}{8m}$ D. $\frac{3F}{10m}$

16. 固定于竖直平面内的光滑大圆环上套有一个小环，小环从大圆环顶端 P 点由静止开始自由下滑，在下滑过程中，小环的速率正比于 ()

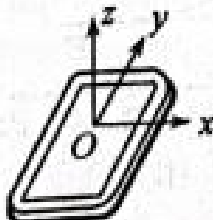


- A. 它滑过的弧长 B. 它下降的高度
C. 它到 P 点的距离 D. 它与 P 点的连线扫过的面积

17. 一点光源以 113W 的功率向周围所有方向均匀地辐射波长约为 $6 \times 10^{-7}\text{m}$ 的光，在离点光源距离为 R 处每秒垂直通过每平方米的光子数为 3×10^{14} 个。普朗克常量为 $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ 。 R 约为 ()

- A. $1 \times 10^2\text{m}$ B. $3 \times 10^2\text{m}$ C. $6 \times 10^2\text{m}$ D. $9 \times 10^2\text{m}$

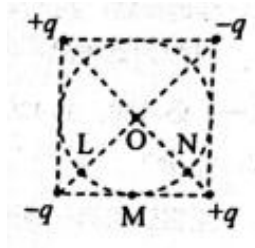
18. 安装适当的软件后，利用智能手机中的磁传感器可以测量磁感应强度 B 。如图，在手机上建立直角坐标系，手机显示屏所在平面为 xOy 面。某同学在某地对地磁场进行了四次测量，每次测量时 y 轴指向不同方向而 z 轴正向保持竖直向上。根据表中测量结果可推知 ()



测量序号	$B_x/\mu\text{T}$	$B_y/\mu\text{T}$	$B_z/\mu\text{T}$
1	0	21	-45
2	0	-20	-46
3	21	0	-45
4	-21	0	-45

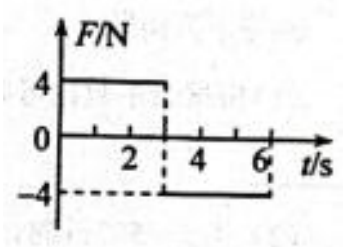
- A. 测量地点位于南半球 B. 当地的地磁场大小约为 $50\mu\text{T}$
C. 第 2 次测量时 y 轴正向指向南方 D. 第 3 次测量时 y 轴正向指向东方

19. 如图，两对等量异号点电荷 $+q$ 、 $-q$ ($q > 0$) 固定于正方形的 4 个顶点上。 L 、 N 是该正方形两条对角线与其内切圆的交点， O 为内切圆的圆心， M 为切点。则 ()



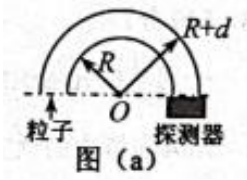
- A. L 和 N 两点处的电场方向相互垂直
- B. M 点的电场方向平行于该点处的切线，方向向左
- C. 将一带正电的点电荷从 M 点移动到 O 点，电场力做正功
- D. 将一带正电的点电荷从 L 点移动到 N 点，电场力做功为零

20. 质量为 1kg 的物块在水平力 F 的作用下由静止开始在水平地面上做直线运动， F 与时间 t 的关系如图所示。已知物块与地面间的动摩擦因数为 0.2 ，重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。则 ()



- A. 4s 时物块的动能为零
- B. 6s 时物块回到初始位置
- C. 3s 时物块的动量为 $12\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- D. 0~6s 时间内 F 对物块所做的功为 40J

21. 一种可用于卫星上的带电粒子探测装置，由两个同轴的半圆柱形带电导体极板（半径分别为 R 和 $R+d$ ）和探测器组成，其横截面如图 (a) 所示，点 O 为圆心。在截面内，极板间各点的电场强度大小与其到 O 点的距离成反比，方向指向 O 点。4 个带正电的同种粒子从极板间通过，到达探测器。不计重力。粒子 1、2 做圆周运动，圆的圆心为 O 、半径分别为 r_1 、 r_2 ($R < r_1 < r_2 < R+d$)；粒子 3 从距 O 点 r_2 的位置入射并从距 O 点 r_1 的位置出射；粒子 4 从距 O 点 r_1 的位置入射并从距 O 点 r_2 的位置出射，轨迹如图 (b) 中虚线所示。则 ()



- A. 粒子 3 入射时的动能比它出射时的大
- B. 粒子 4 入射时的动能比它出射时的大
- C. 粒子 1 入射时的动能小于粒子 2 入射时的动能
- D. 粒子 1 入射时的动能大于粒子 3 入射时的动能

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. (5 分)

用雷达探测一高速飞行器的位置。从某时刻 ($t = 0$) 开始的一段时间内，该飞行器可视为沿直线运动，每隔 1s 测量一次其位置，坐标为 x ，结果如下表所示：

t/s	0	1	2	3	4	5	6
x/m	0	507	1094	1759	2505	3329	4233

回答下列问题：

(1) 根据表中数据可判断该飞行器在这段时间内近似做匀加速运动，判断的理由是：
_____；

(2) 当 $x = 507m$ 时，该飞行器速度的大小 $v =$ _____ m/s ；

(3) 这段时间内该飞行器加速度的大小 $a =$ _____ m/s^2 (保留 2 位有效数字)。

23. (10 分)

一同学探究阻值约为 550Ω 的待测电阻 R_x 在 $0 \sim 5mA$ 范围内的伏安特性。可用器材有：电压表 V (量程为 $3V$ ，内阻很大)，电流表 A (量程为 $1mA$ ，内阻为 300Ω)，电源 E (电动势约为 $4V$ ，内阻不计)，滑动变阻器 R (最大阻值可选 10Ω 或 $1.5k\Omega$)，定值电阻 R_0 (阻值可选 75Ω 或 150Ω)，开关 S ，导线若干。

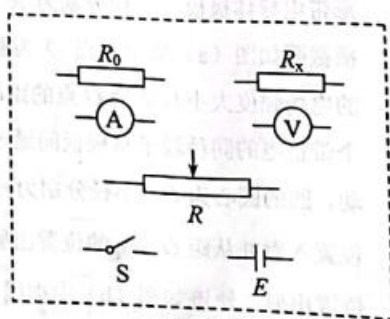


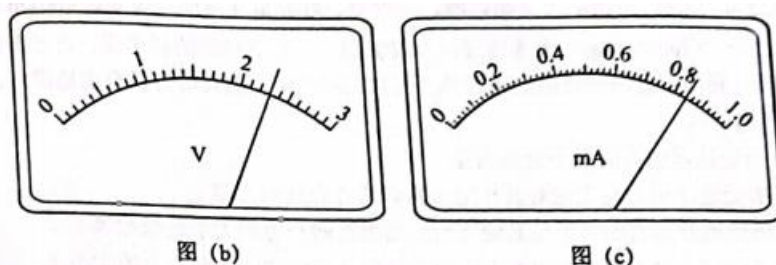
图 (a)

(1) 要求通过 R_x 的电流可在 $0 \sim 5mA$ 范围内连续可调，在答题卡上将图 (a) 所示的器材符号连线，画出实验电路的原理图；

(2) 实验时，图 (a) 中的 R 应选最大阻值为 _____ (填 “ 10Ω ” 或 “ $1.5k\Omega$ ”) 的滑动

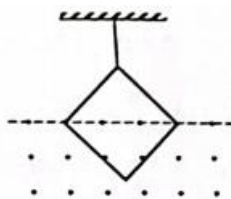
变阻器， R_0 应选阻值为_____（填“ 75Ω ”或“ 150Ω ”）的定值电阻；

(3) 测量多组数据可得 R_x 的伏安特性曲线。若在某次测量中，电压表、电流表的示数分别如图 (b) 和图 (c) 所示，则此时 R_x 两端的电压为_____V，流过 R_x 的电流为_____mA，此组数据得到的 R_x 的阻值为_____ Ω （保留 3 位有效数字）。



24. (12 分)

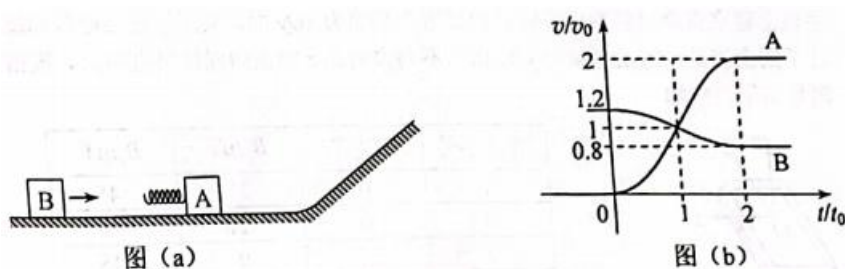
如图，一不可伸长的细绳的上端固定，下端系在边长为 $l = 0.40\text{m}$ 的正方形金属框的一个顶点上。金属框的一条对角线水平，其下方有方向垂直于金属框所在平面的匀强磁场。已知构成金属框的导线单位长度的阻值为 $\lambda = 5.0 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$ ；在 $t = 0$ 到 $t = 3.0\text{s}$ 时间内，磁感应强度大小随时间 t 的变化关系为 $B(t) = 0.3 - 0.1t(\text{SI})$ 。求



- (1) $t = 2.0\text{s}$ 时金属框所受安培力的大小；
- (2) 在 $t = 0$ 到 $t = 2.0\text{s}$ 时间内金属框产生的焦耳热。

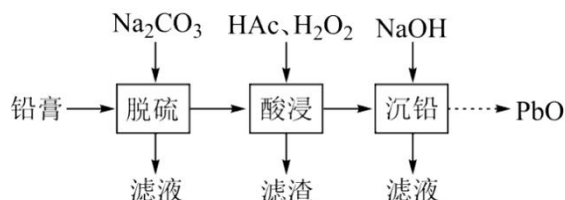
25. (20 分)

如图 (a)，一质量为 m 的物块 A 与轻质弹簧连接，静止在光滑水平面上；物块 B 向 A 运动， $t = 0$ 时与弹簧接触，到 $t = 2t_0$ 时与弹簧分离，第一次碰撞结束， A 、 B 的 $v-t$ 图像如图 (b) 所示。已知从 $t = 0$ 到 $t = t_0$ 时间内，物块 A 运动的距离为 $0.36v_0t_0$ 。 A 、 B 分离后， A 滑上粗糙斜面，然后滑下，与一直在水平面上运动的 B 再次碰撞，之后 A 再次滑上斜面，达到的最高点与前一次相同。斜面倾角为 θ ($\sin \theta = 0.6$)，与水平面光滑连接。碰撞过程中弹簧始终处于弹性限度内。求



- (1) 第一次碰撞过程中，弹簧弹性势能的最大值；
 (2) 第一次碰撞过程中，弹簧压缩量的最大值；
 (3) 物块 A 与斜面间的动摩擦因数。

26. (14 分) 废旧铅蓄电池的铅膏中主要含有 PbSO_4 、 PbO_2 、 PbO 和 Pb ，还有少量 Ba 、 Fe 、 Al 的盐或氧化物等。为了保护环境、充分利用铅资源，通过下图流程实现铅的回收。



一些难溶电解质的溶度积常数如下表：

难溶电解质	PbSO_4	PbCO_3	BaSO_4	BaCO_3
K_{sp}	2.5×10^{-8}	7.4×10^{-14}	1.1×10^{-10}	2.6×10^{-9}

一定条件下，一些金属氢氧化物沉淀时的 pH 如下表：

金属氢氧化物	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Pb}(\text{OH})_2$
开始沉淀的 pH	2.3	6.8	3.5	7.2
完全沉淀的 pH	3.2	8.3	4.6	9.1

回答下列问题：

- (1) 在“脱硫”中 PbSO_4 转化反应的离子方程式为_____，用沉淀溶解平衡原理解释选择 Na_2CO_3 的原因_____。
- (2) 在“脱硫”中，加入 Na_2CO_3 不能使铅膏中 BaSO_4 完全转化，原因是_____。
- (3) 在“酸浸”中，除加入醋酸 (HAc)，还要加入 H_2O_2 。
- (i) 能被 H_2O_2 氧化的离子是_____；
- (ii) H_2O_2 促进了金属 Pb 在醋酸中转化为 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ ，其化学方程式为_____；
- (iii) H_2O_2 也能使 PbO_2 转化为 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ ， H_2O_2 的作用是_____。
- (4) “酸浸”后溶液的 pH 约为 4.9，滤渣的主要成分是_____。
- (5) “沉铅”的滤液中，金属离子有_____。

27. (14 分) 二草酸合铜 (II) 酸钾 ($\text{K}_2[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$) 可用于无机合成、功能材料制备。实验室制备二草酸合铜 (II) 酸钾可采用如下步骤：

- I. 取已知浓度的 CuSO_4 溶液，搅拌下滴加足量 NaOH 溶液，产生浅蓝色沉淀。加热，沉淀转变成黑色，过滤。

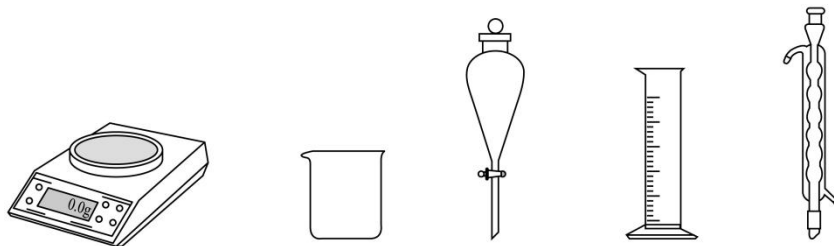
II. 向草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 溶液中加入适量 K_2CO_3 固体, 制得 KHC_2O_4 和 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 混合溶液。

III. 将II的混合溶液加热至 $80\sim 85^\circ\text{C}$, 加入I中的黑色沉淀。全部溶解后, 趁热过滤。

IV. 将III的滤液用蒸汽浴加热浓缩, 经一系列操作后, 干燥, 得到二草酸合铜(II)酸钾晶体, 进行表征和分析。

回答下列问题:

(1) 由 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 配制I中的 CuSO_4 溶液, 下列仪器中不需要的是_____ (填仪器名称)。



(2) 长期存放的 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中, 会出现少量白色固体, 原因是_____。

(3) I中的黑色沉淀是_____ (写化学式)。

(4) II中原料配比为 $n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4):n(\text{K}_2\text{CO}_3)=1.5:1$, 写出反应的化学方程式_____。

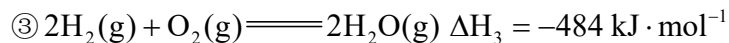
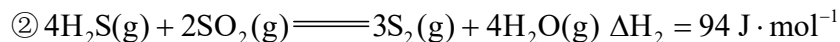
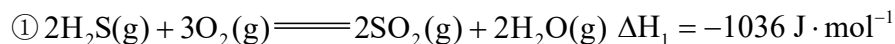
(5) II中, 为防止反应过于剧烈而引起喷溅, 加入 K_2CO_3 应采取_____的方法。

(6) III中应采用_____进行加热。

(7) IV中“一系列操作”包括_____。

28. (15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:

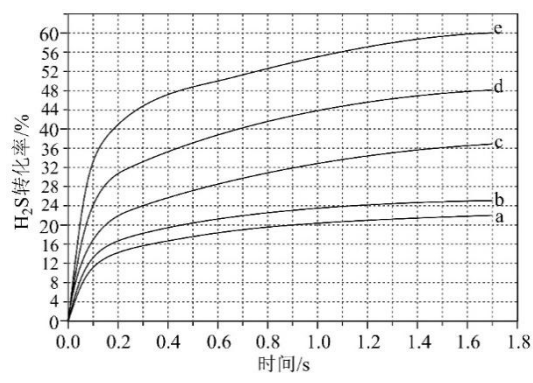


计算 H_2S 热分解反应 $\textcircled{4} 2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H_4 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 较普遍采用的 H_2S 处理方法是克劳斯工艺。即利用反应①和②生成单质硫。另一种方法是: 利用反应④高温热分解 H_2S 。相比克劳斯工艺, 高温热分解方法的优点是_____, 缺点是_____。

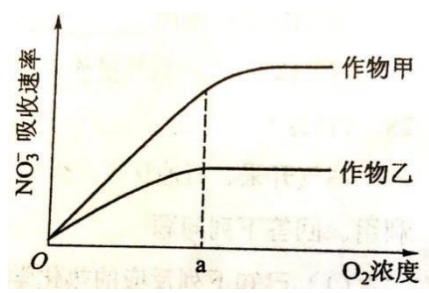
(3) 在1470 K、100 kPa 反应条件下，将 $n(\text{H}_2\text{S}):n(\text{Ar}) = 1:4$ 的混合气进行 H_2S 热分解反应。平衡时混合气中 H_2S 与 H_2 的分压相等， H_2S 平衡转化率为_____，平衡常数 $K_p =$ _____ kPa。

(4) 在1373 K、100 kPa 反应条件下，对于 $n(\text{H}_2\text{S}):n(\text{Ar})$ 分别为4:1、1:1、1:4、1:9、1:19 的 $\text{H}_2\text{S}-\text{Ar}$ 混合气，热分解反应过程中 H_2S 转化率随时间的变化如下图所示。



- ① $n(\text{H}_2\text{S}):n(\text{Ar})$ 越小， H_2S 平衡转化率_____，理由是_____。
- ② $n(\text{H}_2\text{S}):n(\text{Ar}) = 1:9$ 对应图中曲线_____，计算其在0-0.1 s 之间， H_2S 分压的平均变化率为_____ $\text{kPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

29、(10 分) 农业生产中，农作物生长所需的氮素可以 NO_3^- 的形式由根系从土壤中吸收。一定时间内作物甲和作物乙的根细胞吸收 NO_3^- 的速率与 O_2 浓度的关系如图所示。回答下列问题。



- (1) 由图可判断 NO_3^- 进入根细胞的运输方式是主动运输，判断的依据是。
- (2) O_2 浓度大于 a 时作物乙吸收 NO_3^- 速率不再增加，推测其原因是。
- (3) 作物甲和作物乙各自在 NO_3^- 最大吸收速率时，作物甲根细胞的呼吸速率大于作物乙，判断的依据是。
- (4) 据图可知，在农业生产中，为促进农作物根对 NO_3^- 的吸收利用，可以采取的措施是（答出 1 点即可）。

30、(9 分) 甲状腺激素在促进机体新陈代谢和生长发育过程中发挥重要作用。为了研究动物体内甲状腺激素的合成和调节机制，某研究小组进行了下列相关实验。

实验一：将一定量的放射性碘溶液经腹腔注射到家兔体内，一定时间后测定家兔甲状腺的放射性强度。

实验二：给甲、乙、丙三组家兔分别经静脉注射一定量的生理盐水、甲状腺激素溶液、促甲状腺激素溶液。一定时间后分别测定三组家兔血中甲状腺激素的含量，发现注射的甲状腺激素和促甲状腺激素都起到了相应的调节作用。

回答下列问题。

(1) 实验一中，家兔甲状腺中检测到碘的放射性，出现这一现象的原因是。

(2) 根据实验二推测，丙组甲状腺激素的合成量（填“大于”或“小于”）甲组。乙组和丙组甲状腺激素的合成量（填“相同”或“不相同”），原因是。

31、(8分) 某研究小组借助空中拍照技术调查草原上地面活动的某种哺乳动物的种群数量，主要操作流程是选取样方、空中拍照、识别照片中该种动物并计数。回答下列问题。

(1) 为保证调查的可靠性和准确性，选取样方时应注意的主要事项有（答出3点即可）。

(2) 已知调查区域总面积为 S ，样方面积为 m ，样方内平均个体数为 n ，则该区域的种群数量为。

(3) 与标志重捕法相比，上述调查方法的优势有（答出2点即可）。

32、(12分) 某种植物的花色有白、红和紫三种，花的颜色由花瓣中色素决定，色素的合成途径是：白色 $\xrightarrow{\text{酶1}}$ 红色 $\xrightarrow{\text{酶2}}$ 紫色。其中酶1的合成由基因A控制，酶2的合成由基因B控制，基因A和B位于非同源染色体上。回答下列问题。

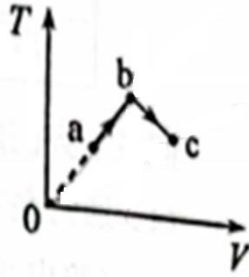
(1) 现有紫花植株（基因型为 $AaBb$ ）与红花杂合体植株杂交，子代植株表现型及其比例为；子代中红花植株的基因型是；子代白花植株中纯合体所占的比例是。

(2) 已知白花纯合体的基因型有2种。现有1株白花纯合体植株甲，若要通过杂交实验（要求选用1种纯合体亲本与植株甲只进行1次杂交）来确定其基因型，请写出所选用的亲本基因型、预期实验结果和结论。

(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。

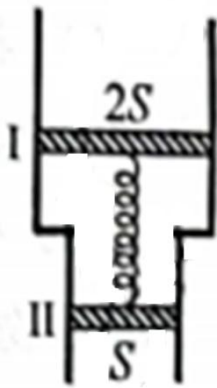
33. 【物理—选修3-3】(15分)

(1) (5分) 一定量的理想气体从状态a经状态b变化到状态c，其过程如 $T-V$ 图上的两条线段所示，则气体在_____。(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. 状态 a 处的压强大于状态 c 处的压强
- B. 由 a 变化到 b 的过程中，气体对外做功
- C. 由 b 变化到 c 的过程中，气体的压强不变
- D. 由 a 变化到 b 的过程中，气体从外界吸热
- E. 由 a 变化到 b 的过程中，从外界吸收的热量等于其增加的内能

(2) (10分) 如图，一竖直放置的汽缸由两个粗细不同的圆柱形筒组成，汽缸中活塞 I 和活塞 II 之间封闭有一定量的理想气体，两活塞用一轻质弹簧连接，汽缸连接处有小卡销，活塞 II 不能通过连接处。活塞 I、II 的质量分别为 $2m$ 、 m ，面积分别为 $2S$ 、 S ，弹簧原长为 l 。初始时系统处于平衡状态，此时弹簧的伸长量为 $0.1l$ ，活塞 I、II 到汽缸连接处的距离相等，两活塞间气体的温度为 T_0 。已知活塞外大气压强为 p_0 ，忽略活塞与缸壁间的摩擦，汽缸无漏气，不计弹簧的体积。



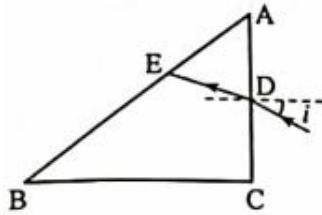
- (i) 求弹簧的劲度系数；
- (ii) 缓慢加热两活塞间的气体，求当活塞 II 刚运动到汽缸连接处时，活塞间气体的压强和温度。

34. 【物理——选修 3-4】(15分)

(1) (5分) 介质中平衡位置在同一水平面上的两个点波源 S_1 和 S_2 ，二者做简谐运动的振幅相等，周期均为 $0.8s$ 。当 S_1 过平衡位置向上运动时， S_2 也过平衡位置向上运动。若波速为 $5m/s$ ，则由 S_1 和 S_2 发出的简谐横波的波长均为 _____ m。P 为波源平齿位置所在水平面上的一点，与 S_1 、 S_2 平衡位置的距离均为 $10m$ ，则两波在 P 点引起的振动总是相互

_____ (填“加强”或“削弱”)的;当 S_1 恰好在平衡位置向上运动时,平衡位置在 P 处的质点_____ (填“向上”或“向下”)运动。

(2) (10分) 一细束单色光在三棱镜 ABC 的侧面 AC 上以大角度由 D 点入射(入射面在棱镜的横截面内),入射角为 i ,经折射后射至 AB 边的 E 点,如图所示,逐渐减小 i , E 点向 B 点移动,当 $\sin i = \frac{1}{6}$ 时,恰好没有光线从 AB 边射出棱镜,且 $DE = DA$ 。求棱镜的折射率。



35. [化学——选修3:物质结构与性质] (15分)

卤素单质及其化合物在科研和工农业生产中有着广泛的应用。回答下列问题:

(1) 氟原子激发态的电子排布式有_____,其中能量较高的是_____。(填标号)

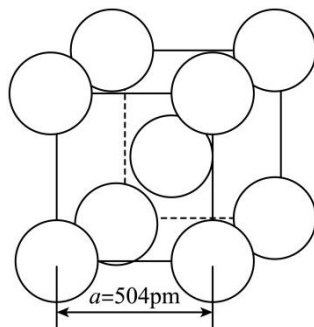
a. $1s^2 2s^2 2p^4 3s^1$ b. $1s^2 2s^2 2p^4 3d^2$ c. $1s^2 2s^1 2p^5$ d. $1s^2 2s^2 2p^3 3p^2$

(2) ①一氯乙烯(C_2H_3Cl)分子中,C的一个_____杂化轨道与Cl的 $3p_x$ 轨道形成C-Cl_____键,并且Cl的 $3p_z$ 轨道与C的 $2p_z$ 轨道形成3中心4电子的大 π 键(Π_3^4)。

②一氯乙烷(C_2H_5Cl)、一氯乙烯(C_2H_3Cl)、一氯乙炔(C_2HCl)分子中,C-Cl键长的顺序是_____,理由:(i)C的杂化轨道中s成分越多,形成的C-Cl键越强;(ii)_____。

(3) 卤化物 $CsICl_2$ 受热发生非氧化还原反应,生成无色晶体X和红棕色液体Y。X为_____。解释X的熔点比Y高的原因_____。

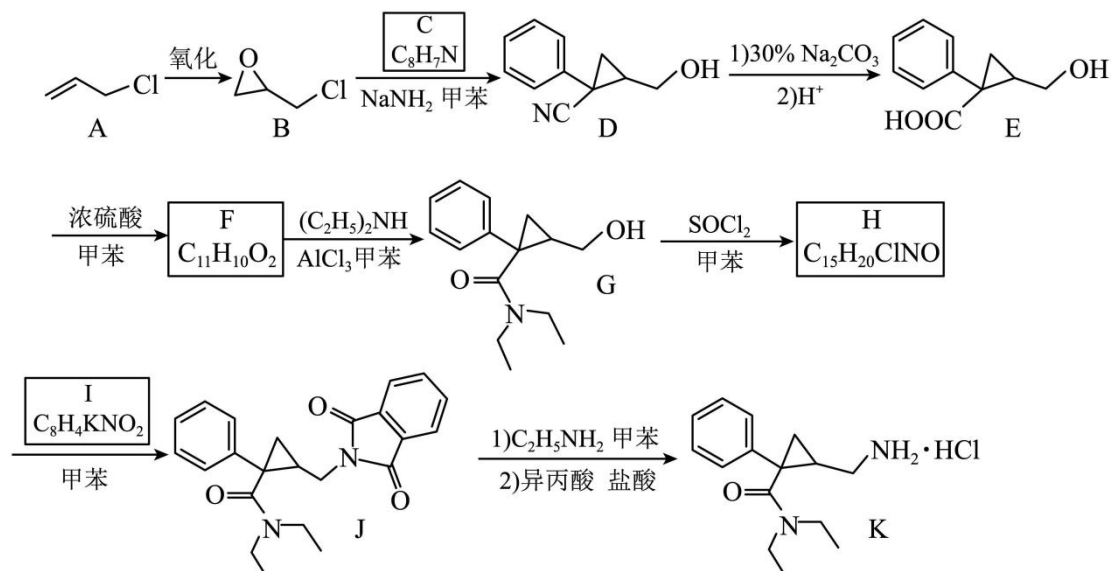
(4) $\alpha-AgI$ 晶体中 I^- 离子作体心立方堆积(如图所示), Ag^+ 主要分布在由 I^- 构成的四面体、八面体等空隙中。在电场作用下, Ag^+ 不需要克服太大的阻力即可发生迁移。因此, $\alpha-AgI$ 晶体在电池中可作为_____。



已知阿伏加德罗常数为 N_A ，则 $\alpha - \text{AgI}$ 晶体的摩尔体积 $V_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ (列出算式)。

36. [化学——选修 5: 有机化学基础] (15 分)

左旋米那普伦是治疗成人重度抑郁症的药物之一，以下是其盐酸盐 (化合物 K) 的一种合成路线 (部分反应条件已简化，忽略立体化学)：



已知：化合物 **F** 不能与饱和碳酸氢钠溶液反应产生二氧化碳。

回答下列问题：

- A** 的化学名称是_____。
- C** 的结构简式为_____。
- 写出由 **E** 生成 **F** 反应的化学方程式_____。
- E** 中含氧官能团的名称为_____。
- 由 **G** 生成 **H** 的反应类型为_____。
- I** 是一种有机物形成的盐，结构简式为_____。
- 在 **E** 的同分异构体中，同时满足下列条件的总数为_____种。
 - 含有一个苯环和三个甲基；
 - 与饱和碳酸氢钠溶液反应产生二氧化碳；
 - 能发生银镜反应，不能发生水解反应。

上述同分异构体经银镜反应后酸化，所得产物中，核磁共振氢谱显示有四组氢 (氢原子数量比为 6 : 3 : 2 : 1) 的结构简式为_____。

37. 【生物——选修 1: 生物技术实践】(15 分)

化合物 **S** 被广泛应用于医药、食品和化工工业。用菌株 **C** 可生产 **S**，**S** 的产量与菌株 **C** 培养所利用的碳源关系密切。为此，某小组通过实验比较不同碳源对菌体生长和 **S** 产量的影响，结果见表。

碳源	细胞干重 (g/L)	S 产量 (g/L)
葡萄糖	3.12	0.15
淀粉	0.01	0.00
制糖废液	2.30	0.18

回答下列问题。

- (1) 通常在实验室培养微生物时, 需要对所用的玻璃器皿进行灭菌, 灭菌的方法有 (答出 2 点即可)。
- (2) 由实验结果可知, 菌株 C 生长的最适碳源是; 用菌株 C 生产 S 的最适碳源是。菌株 C 的生长除需要碳源外, 还需要 (答出 2 点即可) 等营养物质。
- (3) 由实验结果可知, 碳源为淀粉时菌株 C 不能生长, 其原因是。
- (4) 若以制糖废液作为碳源, 为进一步确定生产 S 的最适碳源浓度, 某同学进行了相关实验。请简要写出实验思路:。
- (5) 利用制糖废液生产 S 可以实现废物利用, 其意义是 (答出 1 点即可)。

38、【生物——选修 3: 现代生物科技专题】(15 分)

新冠疫情出现后, 病毒核酸检测和疫苗接种在疫情防控中发挥了重要作用。回答下列问题。

- (1) 新冠病毒是一种 RNA 病毒, 检测新冠病毒 RNA (核酸检测) 可以采取 RT-PCR 法。这种方法的基本原理是先以病毒 RNA 为模板合成 cDNA, 这一过程需要的酶是, 再通过 PCR 技术扩增相应的 DNA 片段。根据检测结果判断被检测者是否感染新冠病毒。
- (2) 为了确保新冠病毒核酸检测的准确性, 在设计 PCR 引物时必须依据新冠病毒 RNA 中的来进行。PCR 过程每次循环分为 3 步, 其中温度最低的一步是。
- (3) 某人同时进行了新冠病毒核酸检测和抗体检测 (检测体内是否有新冠病毒抗体), 若核酸检测结果为阴性而抗体检测结果为阳性, 说明 (答出 1 种情况即可); 若核酸检测和抗体检测结果均为阳性, 说明。
- (4) 常见的病毒疫苗有灭活疫苗、蛋白疫苗和重组疫苗等。已知某种病毒的特异性蛋白 S (具有抗原性) 的编码序列 (目的基因)。为了制备蛋白疫苗, 可以通过基因工程技术获得大量蛋白 S。基因工程的基本操作流程是。

2022 年普通高等学校招生全国统一考试 (全国乙卷)

理科综合 参考答案

一、单选题

1. D 2. D 3. B 4. C 5. A 6. C

7. B8. D 9. A10. C11. D12. C13. B

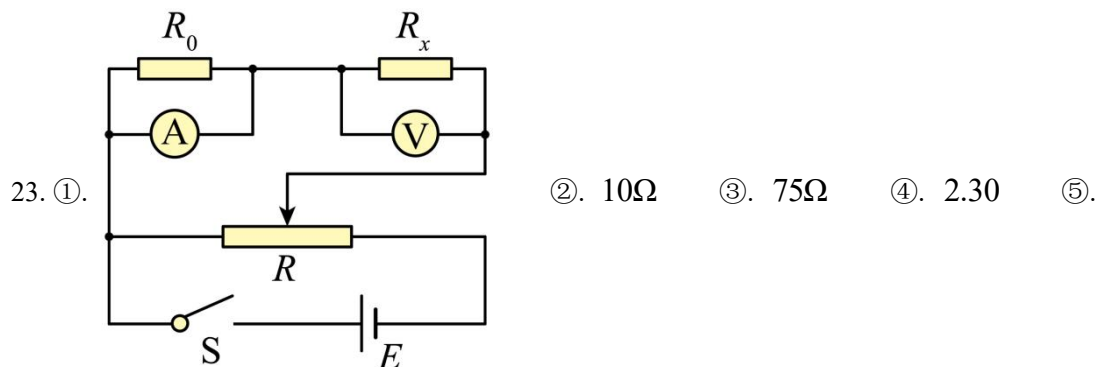
二、选择题:

14. C15. A16. C 17. B18. BC 19. AB 20. AD 21. BD

三、非选择题:

(一) 必考题:

22. ①. 相邻 1s 内的位移之差接近 $\Delta x=80\text{m}$ ②. 547 ③. 79



4.20

⑥. 548

24. (1) $0.04\sqrt{2}\text{N}$; (2) 0.016J

25. (1) $0.6mv_0^2$; (2) $0.768v_0t_0$; (3) 0.45

26. (1) ①. $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) = \text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ②. 反应 $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) =$

$\text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = 3.4 \times 10^5 > 10^5$, PbSO_4 可以比较彻底的转化为

PbCO_3

(2) 反应 $\text{BaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) = \text{BaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = 0.04 \ll 10^5$, 反

应正向进行的程度有限

(3) ①. Fe^{2+} ②. $\text{Pb} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HAc} = \text{Pb}(\text{Ac})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ③. 作还原剂

(4) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$

(5) Ba^{2+} 、 Na^+

27. (1) 分液漏斗和球形冷凝管

- (2) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 风化失去结晶水生成无水硫酸铜
 (3) CuO (4) $3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{KHC}_2\text{O}_4 + \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow$
 (5) 分批加入并搅拌 (6) 水浴
 (7) 冷却结晶、过滤、洗涤

28. (1) 170 (2) ①. 副产物氢气可作燃料 ②. 耗能高
 (3) ①. 50% ②. 4.76
 (4) ①. 越高 ②. $n(\text{H}_2\text{S}) : n(\text{Ar})$ 越小, H_2S 的分压越小, 平衡向正反应方向进行, H_2S 平衡转化率越高 ③. d ④. 24.9

29. (1) 主动运输需要呼吸作用提供能量, O_2 浓度小于 a 点, 根细胞对 NO_3^- 的吸收速率与 O_2 浓度呈正相关
 (2) 主动运输需要载体蛋白, 此时载体蛋白达到饱和
 (3) 甲的 NO_3^- 最大吸收速率大于乙, 甲需要能量多, 消耗 O_2 多
 (4) 定期松土

30. (1) 甲状腺吸收碘合成甲状腺激素
 (2) ①. 大于 ②. 不相同 ③. 乙组注射外源甲状腺激素, 使甲状腺激素合成减少, 丙组注射促甲状腺激素会促进甲状腺激素的合成

31. (1) 随机取样、样方大小一致、样方数量适宜
 (2) $(S \times n) / m$ (3) 对野生动物的不良影响小、调查周期短, 操作简便

32. (1) ①. 白色: 红色: 紫色=2: 3: 3 ②. AAbb 、 Aabb ③. 1/2
 (2) 选用的亲本基因型为: AAbb ; 预期的实验结果及结论: 若子代花色全为红花, 则待测白花纯合体基因型为 aabb ; 若子代花色全为紫花, 则待测白花纯合体基因型为 aaBB

(二) 选考题

33. 【物理—选修 3-3】(15 分)

- (1) ABD
 (2)

(i) $k = \frac{40\text{mg}}{l}$;

(ii) $p_2 = p_0 + \frac{3\text{mg}}{S}$, $T_2 = \frac{4}{3}T_0$

34. 【物理——选修 3-4】(15 分)

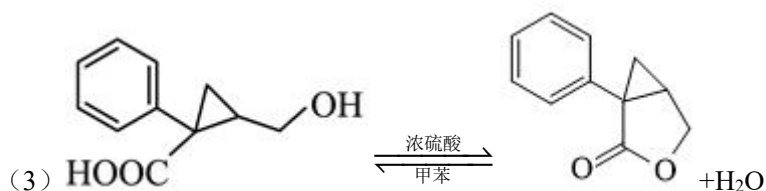
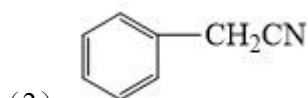
- (1) ①. 4 ②. 加强 ③. 向下
 (2) 1.5

35. 【化学—选修 3：物质结构与性质】(15 分)

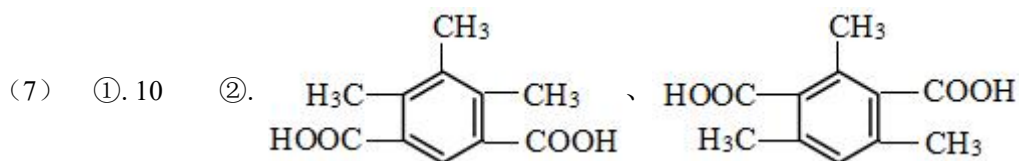
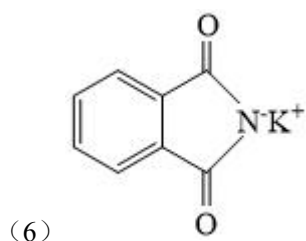
- (1) ①. ad ②. d
 (2) ①. sp^2 ②. σ ③. 一氯乙烷 > 一氯乙烯 > 一氯乙炔 ④. Cl 参与形成的大 π 键越多, 形成的 C-Cl 键的键长越短
 (3) ①. CsCl ②. CsCl 为离子晶体, ICl 为分子晶体
 (4) ①. 电解质 ②.
$$\frac{N_A \times (504 \times 10^{-12})^3}{2}$$

36. [化学-选修 5: 有机化学基础] (15 分)

- (1) 3-氯-1-丙烯



- (4) 羟基、羧基
 (5) 取代反应



37. 【生物——选修 1: 生物技术实践】(15 分)

- (1) 高压蒸汽灭菌、干热灭菌
 (2) ①. 葡萄糖 ②. 制糖废液 ③. 氮源、无机盐、生长因
 (3) 缺少淀粉酶
 (4) 分别配制一系列不同浓度梯度的以制糖废液为唯一碳源的培养基, 培养菌株 C, 其他条件相同且适宜, 一段时间后, 测定并比较不同浓度制糖废液中的 S 的产量, S 产量最高时

对应的制糖废液浓度

(5) 减少污染、节省原料、降低生产成本

38、【生物——选修 3：现代生物科技专题】（15 分）

(1) 逆转录酶##反转录酶

(2) ①. 特异性核苷酸序列 ②. 退火##复性

(3) ①. 曾感染新冠病毒，已康复 ②. 已感染新冠病毒，是患者

(4) 获取 S 蛋白基因→构建 S 蛋白基因与运载体的表达载体→导入受体细胞→目的基因的检测与鉴定（检测受体能否产生 S 蛋白）

