

2016 年普通高等学校招生全国统一考试（全国新课标卷 3）

理科综合能力测试

使用地区：广西、云南、贵州

注意事项：

1. 本试卷分第 I 卷（选择题）和第 II 卷（非选择题）两部分。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. 回答第 I 卷时，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，再选涂其它答案标号。写在本试卷上无效。
3. 回答第 II 卷时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
4. 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 Cl—35.5
V—51 Fe—56

第 I 卷(选择题 共 126 分)

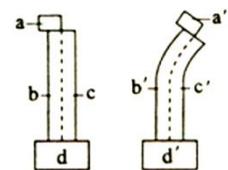
一、选择题(本题共 13 小题，每小题 6 分，共 78 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的)

1. 下列有关细胞膜的叙述，正确的是 ()
 - A. 细胞膜两侧的离子浓度差是通过自由扩散实现的
 - B. 细胞膜与线粒体膜、核膜中所含蛋白质的功能相同
 - C. 分泌蛋白质分泌到细胞外的过程存在膜脂的流动现象
 - D. 膜中的磷脂分子是由胆固醇、脂肪酸和磷酸组成的
2. 在前人进行的下列研究中，采用的核心技术相同（或相似）的一组是 ()
 - ①证明光合作用所释放的氧气来自于水
 - ②用紫外线等处理青霉菌选育高产青霉素菌株
 - ③用 T_2 噬菌体侵染大肠杆菌证明 DNA 是遗传物质
 - ④用甲基绿和吡罗红对细胞染色，观察核酸的分布

A. ①② B. ①③ C. ②④ D. ③④
3. 下列有关动物水盐平衡调节的叙述，错误的是 ()
 - A. 细胞外液渗透压的改变可影响垂体释放抗利尿激素的量

- B. 肾小管通过主动运输吸收水的过程受抗利尿激素的调节
- C. 摄盐过多后饮水量增加有利于维持细胞外液渗透压相对恒定
- D. 饮水增加导致尿生成增加有利于维持细胞外液渗透压相对恒定

4. 为了探究生长素的作用，将去尖端的玉米胚芽鞘切段随机分成两组，实验组胚芽鞘上端一侧放置含有适宜浓度 IAA 的琼脂块，对照组胚芽鞘上端同侧放置不含 IAA 的琼脂块，两组胚芽鞘下端的琼脂块均不含 IAA。两组胚芽鞘在同样条件下，在黑暗中放置一段时间后，对照组胚芽鞘无弯曲生长，实验组胚芽鞘发生弯曲生长，如图所示。根据实验结果判断，下列叙述正确的是 ()



- A. 胚芽鞘 b 侧的 IAA 含量与 b' 侧的相等
 - B. 胚芽鞘 b 侧与胚芽鞘 c 侧的 IAA 含量不同
 - C. 胚芽鞘 b' 侧细胞能运输 IAA 而 c' 侧细胞不能
 - D. 琼脂块 d' 从 a' 中获得的 IAA 量小于 a' 的输出量
5. 我国谚语中的“螳螂捕蝉，黄雀在后”体现了食物链的原理。若鹰迁入了蝉、螳螂和黄雀所在的树林中，捕食黄雀并栖息于林中。下列叙述正确的是 ()

- A. 鹰的迁入增加了该树林中蝉及其天敌的数量
- B. 该生态系统中细菌产生的能量可流向生产者
- C. 鹰的迁入增加了该生态系统能量消耗的环节
- D. 鹰的迁入改变了该生态系统能量流动的方向

6. 用某种高等植物的纯合红花植株与纯合白花植株进行杂交， F_1 全部表为红花。若 F_1 自交，得到的 F_2 植株中，红花为 272 株，白花为 212 株；若用纯合白花植株的花粉给 F_1 红花植株授粉，得到的自交植株中，红花为 101 株，白花为 302 株。根据上述杂交实验结果推断，下列叙述正确的是 ()

- A. F_2 中白花植株都是纯合体
- B. F_2 中红花植株的基因型有 2 种
- C. 控制红花与白花的基因在一对同源染色体上
- D. F_2 中白花植株的基因型种类比红花植株的多

7. 化学在生活中有着广泛的应用，下列对应关系错误的是 ()

	化学性质	实际应用
A	$Al_2(SO_4)_3$ 和小苏打反应	泡沫灭火器灭火

B	铁比铜金属性强	FeCl_3 腐蚀 Cu 刻制印刷电路板
C	次氯酸盐具有氧化性	漂白粉漂白织物
D	HF 与 SiO_2 反应	氢氟酸在玻璃器皿上刻蚀标记

8. 下列说法错误的是 ()

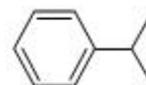
- A. 乙烷室温下能与浓盐酸发生取代反应
- B. 乙烯可以用作生产食品包装材料的原料
- C. 乙醇室温下在水中的溶解度大于溴乙烷
- D. 乙酸在甲酸甲酯互为同分异构体

9. 下列有关实验的操作正确的是 ()

	实验	操作
A	配制稀硫酸	先将浓硫酸加入烧杯中，后倒入蒸馏水
B	排水法收集 KMnO_4 分解产生的 O_2	先熄灭酒精灯，后移出导管
C	浓盐酸与 MnO_2 反应制备纯净 Cl_2	气体产物先通过浓硫酸，后通过饱和食盐水
D	CCl_4 萃取碘水中的 I_2	先从分液漏斗下口放出有机层，后从上口倒出水层

10. 已知异丙苯的结构简式如下，下列说法错误的是 ()

- A. 异丙苯的分子式为 C_9H_{12}
- B. 异丙苯的沸点比苯高
- C. 异丙苯中碳原子可能都处于同一平面
- D. 异丙苯的和苯为同系物



11. 锌-空气燃料电池可用作电动车动力电源，电池的电解质溶液为 KOH 溶液，反

应为 $2\text{Zn} + \text{O}_2 + 4\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 。下列说法正确的是 ()

- A. 充电时，电解质溶液中 K^+ 向阳极移动
- B. 充电时，电解质溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 逐渐减小
- C. 放电时，负极反应为： $\text{Zn} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$
- D. 放电时，电路中通过 2 mol 电子，消耗氧气 22.4 L (标准状况)

12. 四种短周期主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大，W、X 的简单离子具

有相同电子层结构，X 的原子半径是短周期主族元素原子中最大的，W 与 Y 同族，Z 与 X 形成的离子化合物的水溶液呈中性。下列说法正确的是 ()

- A. 简单离子半径： $W < X < Z$
- B. W 与 X 形成的化合物溶于水后溶液呈碱性
- C. 气态氢化物的热稳定性： $W < Y$
- D. 最高价氧化物的水化物的酸性： $Y > Z$

13. 下列有关电解质溶液的说法正确的是 ()

- A. 向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液中加入少量水，溶液中 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 减小
- B. 将 CH_3COONa 溶液从 20°C 升温至 30°C ，溶液中 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}$ 增大
- C. 向盐酸中加入氨水至中性，溶液中 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{Cl}^-)} > 1$
- D. 向 AgCl 、 AgBr 的饱和溶液中加入少量 AgNO_3 ，溶液中 $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Br}^-)}$ 不变

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，第 19~21 小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. 关于行星运动的规律，下列说法符合史实的是 ()

- A. 开普勒在牛顿定律的基础上，导出了行星运动的规律
- B. 开普勒在天文观测数据的基础上，总结出了行星运动的规律
- C. 开普勒总结出了行星运动的规律，找出了行星按照这些规律运动的原因
- D. 开普勒总结出了行星运动的规律，发现了万有引力定律

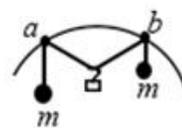
15. 关于静电场的等势面，下列说法正确的是 ()

- A. 两个电势不同的等势面可能相交
- B. 电场线与等势面处处相互垂直
- C. 同一等势面上各点电场强度一定相等
- D. 将一负的试探电荷从电势较高的等势面移至电势较低的等势面，电场力做正功

16. 一质点做速度逐渐增大的匀加速直线运动，在时间间隔 t 内位移为 s ，动能变为原来的 9 倍。该质点的加速度为 ()

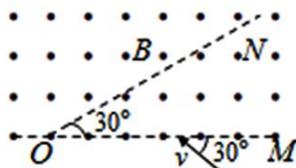
- A. $\frac{s}{t^2}$ B. $\frac{3s}{2t^2}$ C. $\frac{4s}{t^2}$ D. $\frac{8s}{t^2}$

17. 如图，两个轻环 a 和 b 套在位于竖直面内的一段固定圆弧上；一细线穿过两轻环，其两端各系一质量为 m 的小球。在 a 和 b 之间的细线上悬挂一小物块。平衡时， a 、 b 间的距离恰好等于圆弧的半径。不计所有摩擦。小物块的质量为 ()



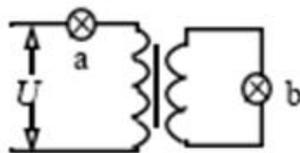
- A. $\frac{m}{2}$ B. $\frac{\sqrt{3}}{2}m$ C. m D. $2m$

18. 平面 OM 和平面 ON 之间的夹角为 30° ，其横截面（纸面）如图所示，平面 OM 上方存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，方向垂直于纸面向外。一带电粒子的质量为 m ，电荷量为 q ($q > 0$)。粒子沿纸面以大小为 v 的速度从 OM 的某点向左上方射入磁场，速度与 OM 成 30° 角。已知该粒子在磁场中的运动轨迹与 ON 只有一个交点，并从 OM 上另一点射出磁场。不计重力。粒子离开磁场的出射点到两平面交线 O 的距离为 ()



- A. $\frac{mv}{2qB}$ B. $\frac{\sqrt{3}mv}{qB}$ C. $\frac{2mv}{qB}$ D. $\frac{4mv}{qB}$

19. 如图，理想变压器原、副线圈分别接有额定电压相同的灯泡 a 和 b 。当输入电压 U 为灯泡额定电压的 10 倍时，两灯泡均能正常发光。下列说法正确的是 ()



- A. 原、副线圈匝数比为 $9:1$ B. 原、副线圈匝数比为 $1:9$
 C. 此时 a 和 b 的电功率之比为 $9:1$ D. 此时 a 和 b 的电功率之比为 $1:9$

20. 如图，一固定容器的内壁是半径为 R 的半球面；在半球面水平直径的一端有一质量为 m 的质点 P 。它在容器内壁由静止下滑到最低点的过程中，克服摩擦力做的功为 W 。重力加速度大小为 g 。设质点 P 在最低点时，向心加速度的大小

为 a ，容器对它的支持力大小为 N ，则

()



A. $a = \frac{2(mgR - W)}{mR}$

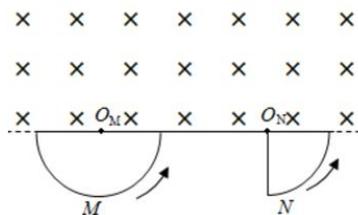
B. $a = \frac{2mgR - W}{mR}$

C. $N = \frac{3mgR - 2W}{R}$

D. $N = \frac{2(mgR - W)}{R}$

21. 如图， M 为半圆形导线框，圆心为 O_M ； N 是圆心角为直角的扇形导线框，圆心为 O_N ；两导线框在同一竖直面（纸面）内；两圆弧半径相等；过直线 $O_M O_N$ 的水平面上方有一匀强磁场，磁场方向垂直于纸面。现使线框 M 、 N 在 $t=0$ 时从图示位置开始，分别绕垂直于纸面、且过 O_M 和 O_N 的轴，以相同的周期 T 逆时针匀速转动，则

()



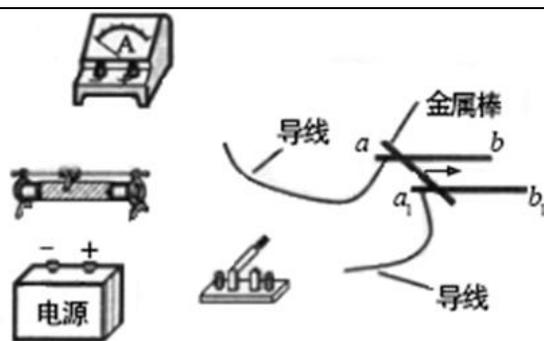
- A. 两导线框中均会产生正弦交流电
- B. 两导线框中感应电流的周期都等于 T
- C. 在 $t = \frac{T}{8}$ 时，两导线框中产生的感应电动势相等
- D. 两导线框的电阻相等时，两导线框中感应电流的有效值也相等

第 II 卷(非选择题 共 174 分)

三、非选择题(包括必考题和选考题两部分。第 22~32 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~40 题为选考题，考生根据要求作答)

(一) 必考题(共 129 分)

22. (5 分) 某同学用图中所给器材进行与安培力有关的实验。两根金属导轨 ab 和 a_1b_1 固定在同一水平面内且相互平行，足够大的电磁铁(未画出)的 N 极位于两导轨的正上方，S 极位于两导轨的正下方，一金属棒置于导轨上且两导轨垂直。



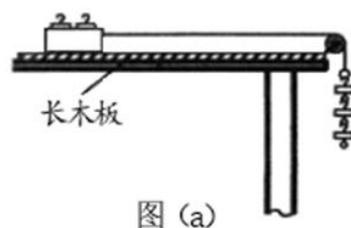
(1) 在图中画出连线，完成实验电路。要求滑动变阻器以限流方式接入电路，且在开关闭合后，金属棒沿箭头所示的方向移动。

(2) 为使金属棒在离开导轨时具有更大的速度，有人提出以下建议：

- A. 适当增加两导轨间的距离
- B. 换一根更长的金属棒
- C. 适当增大金属棒中的电流

其中正确的是_____（填入正确选项前的标号）。

23. (10分) 某物理课外小组利用图(a)中的装置探究物体加速度与其所受合外力之间的关系。图中，置于实验台上的长木板水平放置，其右端固定一轻滑轮；轻绳跨过滑轮，一端与放在木板上的小滑车相连，另一端可悬挂钩码。本实验中可



用的钩码共有 $N=5$ 个，每个质量均为 0.010 kg 。实验步骤如下：

(1) 将 5 个钩码全部放入小车中，在长木板左下方垫上适当厚度的小物块，使小车（和钩码）可以在木板上匀速下滑。

(2) 将 n （依次取 $n=1, 2, 3, 4, 5$ ）个钩码挂在轻绳右端，其余 $N-n$ 个钩码仍留在小车内；用手按住小车并使轻绳与木板平行。释放小车，同时用传感器记录小车在时刻 t 相对于其起始位置的位移 s ，绘制 $s-t$ 图像，经数据处理后可得到相应的加速度 a 。

(3) 对应于不同的 n 的 a 值见下表。 $n=2$ 时的 $s-t$ 图像如图(b)所示；由图 (b) 求出此时小车的加速度（保留 2 位有效数字），将结果填入下表。

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

$a / \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	0.20	_____	0.58	0.78	1.00
------------------------------------	------	-------	------	------	------

(4) 利用表中的数据在图 (c) 中补齐数据点，并作出 $a-n$ 图像。从图像可以看出：当物体质量一定时，物体的加速度与其所受的合外力成正比。

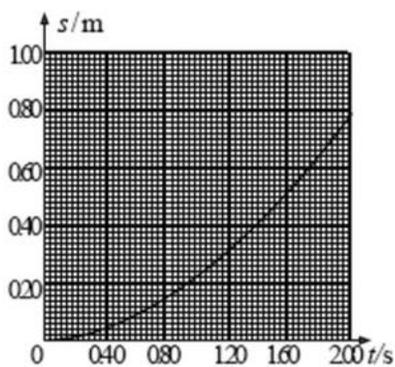


图 (b)

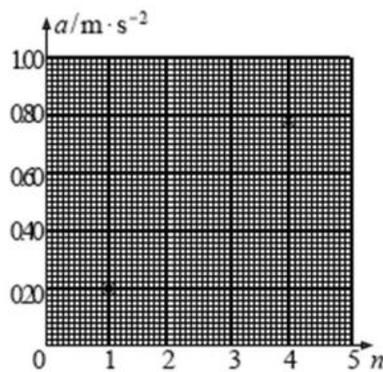


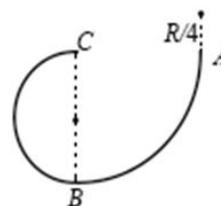
图 (c)

(5) 利用 $a-n$ 图象求得小车 (空载) 的质量为 _____ kg (保留 2 位有效数字，重力加速度取 $g = 9.8 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)。

(6) 若以“保持木板水平”来代替步骤 (1)，下列说法正确的是 _____ (填入正确选项前的标号)

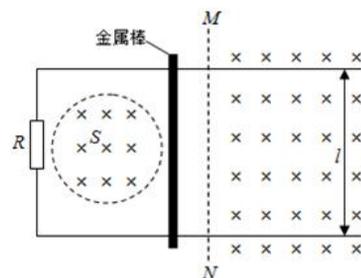
- A. $a-n$ 图线不再是直线
- B. $a-n$ 图线仍是直线，但该直线不过原点
- C. $a-n$ 图线仍是直线，但该直线的斜率变大

24. (12 分) 如图，在竖直平面内有由 $\frac{1}{4}$ 圆弧 AB 和 $\frac{1}{2}$ 圆弧 BC 组成的光滑固定轨道，两者在最低点 B 平滑连接。 AB 弧的半径为 R ， BC 弧的半径为 $\frac{R}{2}$ 。一小球在 A 点正上方与 A 相距 $\frac{R}{4}$ 处由静止开始自由下落，经 A 点沿圆弧轨道运动。



- (1) 求小球在 B 、 A 两点的动能之比；
- (2) 通过计算判断小球能否沿轨道运动到 C 点。

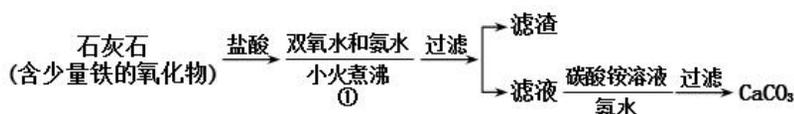
25. (20分) 如图, 两条相距 l 的光滑平行金属导轨位于同一水平面(纸面)内, 其左端接一阻值为 R 的电阻; 一与导轨垂直的金属棒置于两导轨上; 在电阻、导轨和金属棒中间有一面积为 S 的区域, 区域中存在垂直于纸面向里的均匀磁场, 磁感应强度大小 B_1 随时间 t 的变化关系为 $B_1 = kt$, 式中 k 为常量; 在金属棒右侧还有一匀强磁场区域, 区域左边界 MN (虚线) 与导轨垂直, 磁场的磁感应强度大小为 B_0 , 方向也垂直于纸面向里。某时刻, 金属棒在一外加水平恒力的作用下从静止开始向右运动, 在 t_0 时刻恰好以速度 v_0 越过 MN , 此后向右做匀速运动。金属棒与导轨始终相互垂直并接触良好, 它们的电阻均忽略不计。求:



- (1) 在 $t=0$ 到 $t=t_0$ 时间间隔内, 流过电阻的电荷量的绝对值;
- (2) 在时刻 t ($t > t_0$) 穿过回路的总磁通量和金属棒所受外加水平恒力的大小。

26. (14分) 过氧化钙微溶于水, 溶于酸, 可用作分析试剂、医用防腐剂、消毒剂。以下是一种制备过氧化钙的实验方法。回答下列问题:

(一) 碳酸钙的制备



(1) 步骤①加入氨水的目的是_____。小火煮沸的作用是使沉淀颗粒长大, 有利于_____。

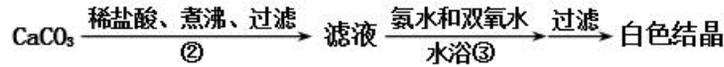
(2) 右图是某学生的过滤操作示意图, 其操作不规范的是_____ (填标号)。

- a. 漏斗末端颈尖未紧靠烧杯壁
- b. 玻璃棒用作引流
- c. 将滤纸湿润, 使其紧贴漏斗壁



- d. 滤纸边缘高出漏斗
e. 用玻璃棒在漏斗中轻轻搅动以加快过滤速度

(二)过氧化钙的制备



(3) 步骤②的具体操作为逐滴加入稀盐酸，至溶液中尚存有少量固体，此时溶液呈_____（填“酸”“碱”或“中”）性。将溶液煮沸，趁热过滤。将溶液煮沸的作用是_____。

(4) 步骤③中反应的化学方程式为_____，该反应需要在冰浴下进行，原因是_____。

(5) 将过滤得到的白色结晶依次使用蒸馏水、乙醇洗涤，使用乙醇洗涤的目的是_____。

(6) 制备过氧化钙的另一种方法是：将石灰石煅烧后，直接加入双氧水反应，过滤后可得到过氧化钙产品。该工艺方法的优点是_____，产品的缺点是_____。

27. (15分) 煤燃烧排放的烟气含有 SO_2 和 NO_x ，形成酸雨、污染大气，采用 NaClO_2 溶液作为吸收剂可同时对烟气进行脱硫、脱硝，回答下列问题：

(1) NaClO_2 的化学名称为_____。

(2) 在鼓泡反应器中通入含有 SO_2 和 NO 的烟气，反应温度为 323 K， NaClO_2 溶液浓度为 $5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。反应一段时间后溶液中离子浓度的分析结果如下表。

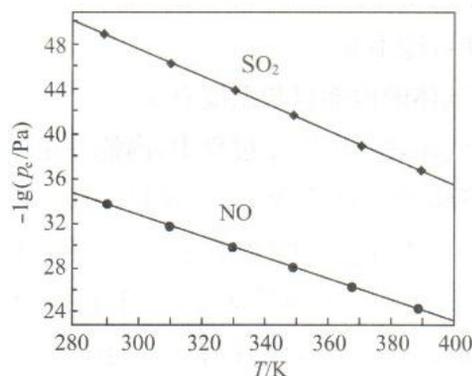
离子	SO_4^{2-}	SO_3^{2-}	NO_3^-	NO_2^-	Cl^-
$c / (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	8.35×10^{-4}	6.87×10^{-6}	1.5×10^{-4}	1.2×10^{-5}	3.4×10^{-3}

①写出 NaClO_2 溶液脱硝过程中主要反应的离子方程式：_____。增加压强， NO 的转化率_____（填“提高”“不变”或“降低”）。

②随着吸收反应的进行，吸收剂溶液的 pH 逐渐_____（填“增大”“不变”或“减小”）。

③由实验结果可知，脱硫反应速率_____（填“大于”或“小于”）脱硝反应速率。原因是除了 SO_2 和 NO 在烟气中的初始浓度不同，还可能是

(3) 在不同温度下, NaClO_2 溶液脱硫、脱硝的反应中 SO_2 和 NO 的平衡分压 p_e 如图所示。



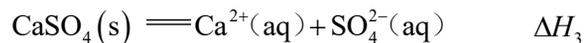
①由图分析可知, 反应温度升高, 脱硫、脱硝反应的平衡常数均_____ (填“增大”“不变”或“减小”)。

②反应 $\text{ClO}_2^- + 2\text{SO}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ 的平衡常数 K 表达式为_____。

(4) 如果采用 NaClO 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 替代 NaClO_2 , 也能得到较好的烟气脱硫效果。

①从化学平衡原理分析, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 相比 NaClO 具有的优点是_____。

②已知下列反应:



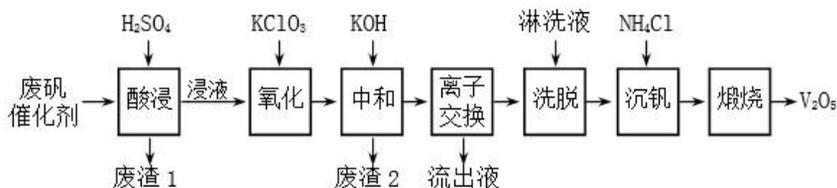
则反应 $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 的 $\Delta H =$ _____。

28. (14分) 以硅藻土为载体的五氧化二钒 (V_2O_5) 是接触法生成硫酸的催化剂。

从废钒催化剂中回收 V_2O_5 既避免污染环境又有利于资源综合利用。废钒催化剂的主要成分为:

物质	V ₂ O ₅	V ₂ O ₄	K ₂ SO ₄	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
质量分数/%	2.2~2.9	2.8~3.1	22~28	60~65	1~2	<1

以下是一种废钒催化剂回收工艺路线：



回答下列问题：

- “酸浸”时 V₂O₅ 转化为 VO₂⁺，反应的离子方程式为_____，同时 V₂O₄ 转成 VO²⁺。“废渣 1”的主要成分是_____。
- “氧化”中欲使 3 mol 的 VO²⁺ 变为 VO₂⁺，则需要氧化剂 KClO₃ 至少为_____ mol。
- “中和”作用之一是使钒以 V₄O₁₂⁴⁻ 形式存在于溶液中。“废渣 2”中含有_____。
- “离子交换”和“洗脱”可简单表示为： $4ROH + V_4O_{12}^{4-} \xrightleftharpoons[\text{洗脱}]{\text{离子交换}} R_4V_4O_{12} + 4OH^-$ (ROH 为强碱性阴离子交换树脂)。为了提高洗脱效率，淋洗液应该呈_____ (填“酸”“碱”“中”) 性。
- “流出液”中阳离子最多的是_____。
- “沉钒”得到偏钒酸铵 (NH₄VO₃) 沉淀，写出“煅烧”中发生反应的化学方程式：
_____。

29. (10 分)为了探究某地夏日晴天中午时气温和相对湿度对 A 品种小麦光合作用的影响，某研究小组将生长状态一致的 A 品种小麦植株分为 5 组，1 组在田间生长作为对照组，另 4 组在人工气候室中生长作为实验组，并保持其光照和 CO₂ 浓度等条件与对照组相同。于中午 12:30 测定各组叶片的光合速率，各组实验处理及结果如表所示：

		对照 组	实验组 一	实验组 二	实验组 三	实验组 四
实验处	温度/°C	36	36	36	31	25

理	相对湿度/%	17	27	52	52	52
实验结果	光合速率/ $\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$	11.1	15.1	22.1	23.7	20.7

回答下列问题：

(1) 根据本实验结果，可以推测中午时小麦光合作用速率影响较大的环境因素是_____，其依据是_____；并可推测，_____（填“增加”或“降低”）麦田环境的相对湿度可降低小麦光合作用“午休”的程度。

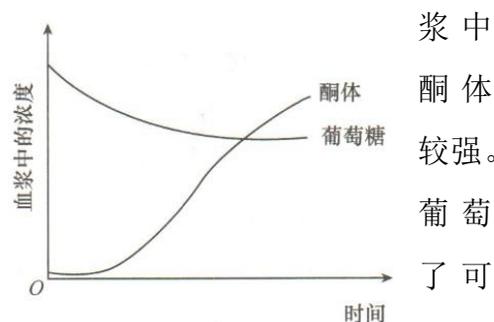
(2) 在实验组中，若适当提高组第_____组的环境温度能提高小麦的光合速率，其原因是_____。

(3) 小麦叶片气孔开放时， CO_2 进入叶肉细胞的过程_____（填“需要”或“不需要”）载体蛋白，_____（填“需要”或“不需要”）消耗 ATP。

30. (9分) 回答下列问题：

(1) 正常人在饥饿且无外源能源物质摄入的情况下，与其在进食后的情况相比，血液中胰高血糖素与胰岛素含量的比值_____，其原因是_____。

(2) 在饥饿条件下，一段时间内人体血糖和酮体浓度变化的趋势如图所示。酮体是脂肪酸分解代谢的中间产物，其酸性较强。人在某些情况下不能进食时，需要注射葡萄糖溶液，据图分析，注射葡萄糖溶液除了可以满足能量需求外，还可以_____。



31. (8分) 冻原生态系统的生物生存条件十分严酷而独具特色，有人曾将该生态系统所处的地区称为“不毛之地”。回答下列问题：

(1) 由于温度的限制作用，冻原上物种的丰富度较低。丰富度是指_____。

(2) 与热带森林生态系统相比，通常冻原生态系统的土壤有机物质积累_____，其原因是_____。

_____。
(3) 通常，生态系统的食物链不会很长，原因是_____。

32. (12分) 基因突变和染色体变异是真核生物可遗传变异的两种来源。回答下列问题：

(1) 基因突变和染色体变异所涉及到的碱基对的数目不同，前者所涉及的数目比后者_____。

(2) 在染色体数目变异中，既可发生以染色体组为单位的变异，也可发生以_____为单位的变异。

(3) 基因突变既可由显性基因突变为隐性基因（隐性突变），也可由隐性基因突变为显性基因（显性突变）。若某种自花受粉植物的 AA 和 aa 植株分别发生隐性突变和显性突变，且在子一代中都得到了基因型为 Aa 的个体，则最早在子_____代中能观察到该显性突变的性状；最早在子_____代中能观察到该隐性突变的性状；最早在子_____代中能分离得到显性突变纯合体；最早在子_____代中能分离得到隐性突变纯合体。

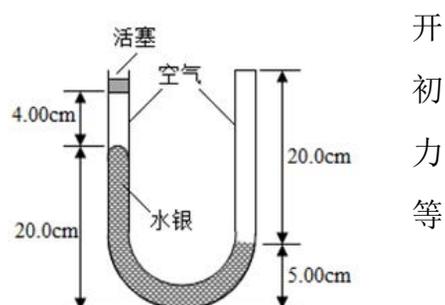
(二) 选考题(共 45 分。请考生从给出的 3 道物理题、3 道化学题、2 道生物题中每科任选一题做答。如果多做，则每学科按所做的第一题计分)

33. [物理选修 3-3] (15 分)

(1) (5 分) 关于气体的内能，下列说法正确的是_____。(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. 质量和温度都相同的气体，内能一定相同
- B. 气体温度不变，整体运动速度越大，其内能越大
- C. 气体被压缩时，内能可能不变
- D. 一定量的某种理想气体的内能只与温度有关
- E. 一定量的某种理想气体在等压膨胀过程中，内能一定增加

(2) (10 分) 一 U 形玻璃管竖直放置，左端口，右端封闭，左端上部有一光滑的轻活塞。始时，管内汞柱及空气柱长度如图所示。用向下缓慢推活塞，直至管内两边汞柱高度相



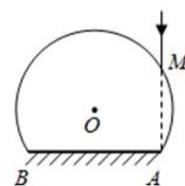
时为止。求此时右侧管内气体的压强和活塞向下移动的距离。已知玻璃管的横截面积处处相同；在活塞向下移动的过程中，没有发生气体泄漏；大气压强 $p_0 = 75.0 \text{ cmHg}$ 。环境温度不变。

34. [物理选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 由波源 S 形成的简谐横波在均匀介质中向左、右传播。波源振动的频率为 20 Hz ，波速为 16 m/s 。已知介质中 P 、 Q 两质点位于波源 S 的两侧，且 P 、 Q 和 S 的平衡位置在一条直线上， P 、 Q 的平衡位置到 S 的平衡位置之间的距离分别为 15.8 m 、 14.6 m 。 P 、 Q 开始振动后，下列判断正确的是_____。(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. P 、 Q 两质点运动的方向始终相同
- B. P 、 Q 两质点运动的方向始终相反
- C. 当 S 恰好通过平衡位置时， P 、 Q 两点也正好通过平衡位置
- D. 当 S 恰好通过平衡位置向上运动时， P 在波峰
- E. 当 S 恰好通过平衡位置向下运动时， Q 在波峰

(2) (10 分) 如图，玻璃球冠的折射率为 $\sqrt{3}$ ，其底面镀银，底面的半径是球半径的 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 倍；在过球心 O 且垂直于底面的平面（纸面）内，有一与底面垂直的光线射到玻璃球冠上的 M 点，该光线的延长线恰好过底面边缘上的 A 点。求该光线从球面射出的方向相对于其初始入射方向的偏角。



35. [物理—选修 3-5] (15 分)

(1) (5 分) 一静止的铝原子核 ${}_{13}^{27}\text{Al}$ 俘获一速度为 $1.0 \times 10^7 \text{ m/s}$ 的质子 p 后，变为处于激发态的硅原子核 ${}_{14}^{28}\text{Si}^*$ ，下列说法正确的是_____ (填正确的答案标号，选对一个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分；每错选 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)

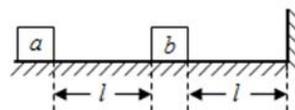
- A. 核反应方程为 $p + {}_{13}^{27}\text{Al} \longrightarrow {}_{14}^{28}\text{Si}^*$
- B. 核反应过程中系统动量守恒

C. 核反应过程中系统能量不守恒

D. 核反应前后核子数相等，所以生成物的质量等于反应物的质量之和

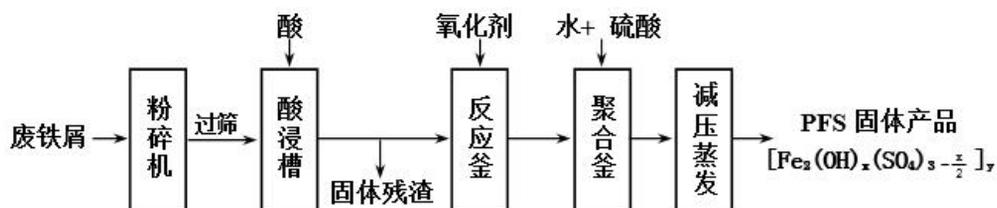
E. 硅原子核速度的数量级为 10^5 m/s，方向与质子初速度方向一致

(2) (10分) 如图，水平地面上有两个静止的小物块 a 和 b ，其连线与墙垂直； a 和 b 相距 l ， b 与墙之间也相距 l ； a 的质量为 m ， b 的质量为 $\frac{3}{4}m$ ，两物块与地面间的动摩擦因数均相同。现使 a 以初速度 v_0 向右滑动，此后 a 与 b 发生弹性碰撞，但 b 没有与墙发生碰撞，重力加速度大小为 g ，求物块与地面间的动摩擦因数满足的条件。



36. [化学—化学与技术] (15分)

聚合硫酸铁 (PFS) 是水处理中重要的絮凝剂，下图是以回收的废铁屑为原料制备 PFS 的一种工艺流程。



回答下列问题：

(1) 废铁屑主要为表面附有大量铁锈的铁，铁锈的主要成分是_____。粉碎过筛的目的是_____。

(2) 酸浸时最合适的酸是_____，写出铁锈与酸反应的离子方程式：_____。

(3) 反应釜中加入氧化剂的作用是_____，下列氧化剂中最合适的是_____ (填标号)。

a. KMnO_4

b. Cl_2

c. H_2O_2

d. HNO_3

(4) 聚合釜中溶液的 pH 必须控制在一定的范围内。pH 偏小时 Fe^{3+} 水解程度弱, pH 偏大时则_____。

(5) 相对于常压蒸发, 减压蒸发的优点是_____。

(6) 盐基度 B 是衡量絮凝剂絮凝效果的重要指标, 定义式为 $B = \frac{3n(\text{OH})}{n(\text{Fe})}$ (n

为物质的量)。为测量样品的 B 值, 取样品 $m \text{ g}$, 准确加入过量盐酸, 充分反应, 再加入煮沸后冷却的蒸馏水, 以酚酞为指示剂, 用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准 NaOH 溶液进行中和滴定(部分操作略去, 已排除铁离子干扰)。到终点时消耗 NaOH 溶液 $V \text{ mL}$ 。按照上述步骤做空白对照试验, 消耗 NaOH 溶液 $V_0 \text{ mL}$, 已知该样品中 Fe 的质量分数 ω , 则 B 的表达式为_____。

37. [化学—物质结构与性质] (15 分)

砷化镓 (GaAs) 是优良的半导体材料, 可用于制作微型激光器或太阳能电池的材料等。回答下列问题:

(1) 写出基态 As 原子的核外电子排布式: _____。

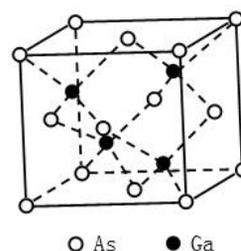
(2) 根据元素周期律, 原子半径 Ga _____ As , 第一电离能 Ga _____ (填“大于”或“小于”) As 。

(3) AsCl_3 分子的立体构型为 _____, 其中 As 的杂化轨道类型为 _____。

(4) GaF_3 的熔点高于 1000°C , GaCl_3 的熔点为 77.9°C , 其原因是 _____

_____。

(5) GaAs 的熔点为 1238°C , 密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 晶胞结构如图所示。该晶体的类型为 _____, As 以 _____ 键键合。 Ga 和 As 的摩尔质量分别为 $M_{\text{Ga}} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $M_{\text{As}} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 原子半径分别为 $r_{\text{Ga}} \text{ pm}$ 和



其晶

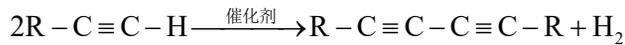
Ga 与

和

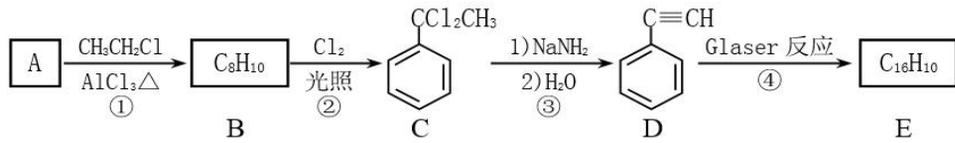
$r_{\text{As}} \text{ pm}$, 阿伏加德罗常数值为 N_A , 则 GaAs 晶胞中原子的体积占晶胞体积的百分率为_____。

38. [化学—有机化学基础] (15 分)

端炔烃在催化剂存在下可发生偶联反应, 称为 Glaser 反应。



该反应在研究新型发光材料、超分子化学等方面具有重要价值。下面是利用 Glaser 反应制备化合物 E 的一种合成路线：



回答下列问题：

(1) B 的结构简式为_____，D 的化学名称为_____。

(2) ①和③的反应类型分别为_____、_____。

(3) E 的结构简式为_____。用 1 mol E 合成 1,4-二苯基丁烷，理论上需要消耗氢气_____ mol。

(4) 化合物 $HC\equiv C$ -- $C\equiv CH$) 也可发生 Glaser 偶联反应生成聚
(
该 聚 合 反 应 的 的 化 学 方 程 式 为
_____。

(5) 芳香化合物 F 是 C 的同分异构体，其分子中只有两种不同化学环境的氢，数目比为 3:1，写出其中 3 种的结构简式：
_____。

(6) 写出用 2-苯基乙醇为原料（其他无机试剂任选）制备化合物 D 的合成路线：
_____。

39. [生物—生物技术与实践] (15 分)

某同学用新鲜的泡菜滤液为实验材料分离纯化乳酸菌。分离纯化所用固体培养基中因含有碳酸钙而不透明，乳酸菌产生的乳酸能溶解培养基中的碳酸钙。

回答下列问题：

(1) 分离纯化乳酸菌时，首先需要用_____对泡菜滤液进行梯度稀释，
进 行 梯 度 稀 释 的 理 由 是
_____。

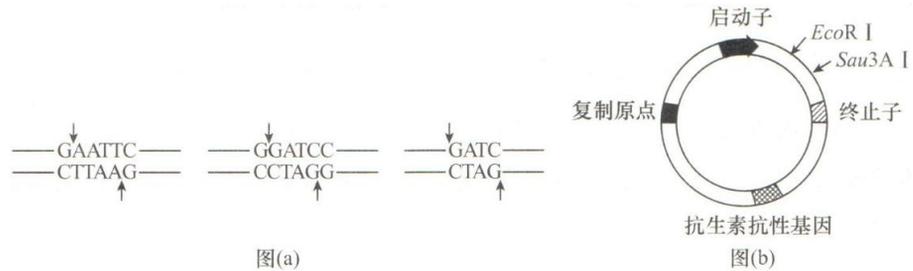
(2) 推测在分离纯化所用的培养基中加入碳酸钙的作用有_____和_____。
分离纯化时应挑选出_____的菌落作为候选菌。

(3) 乳酸菌在 -20°C 长期保存时，菌液中常需要加入一定量的_____。

(填“蒸馏水”“甘油”或“碳酸钙”)。

40. [生物—现代生物科技专题] (15分)

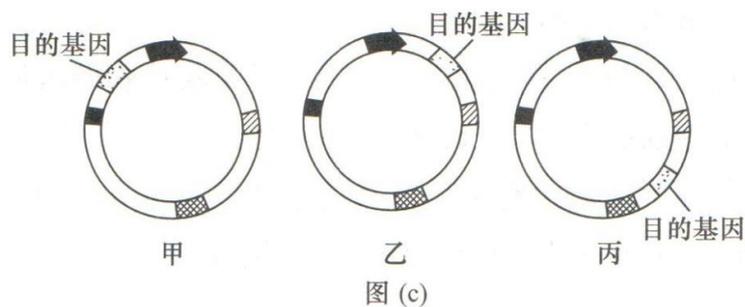
图(a)中的三个DNA片段上依次表示出了 *EcoR* I、*Bam*H I和 *Sau*3A I 三种限制性内切酶的识别序列与切割位点，图(b)为某种表达载体示意图(载体上的 *EcoR* I、*Sau*3A I 的切点是唯一的)。



根据基因工程的有关知识，回答下列问题：

(1) 经 *Bam*H I 酶切后得到的目的基因可以与上述表达载体被_____酶切后的产物连接，理由是_____。

(2) 若某人利用图(b)所示的表达载体获得了甲、乙、丙三种含有目的基因的重组子，如图(c)所示。这三种重组子中，不能在宿主细胞中表达目的基因产物的有_____，不能表达的原因是_____。



(3) DNA 连接酶是将两个 DNA 片段连接起来的酶，常见的有_____和_____，其中既能连接黏性末端又能连接平末端的是_____。