

理科综合

注意事项:

1. 答题前, 考生务必用黑色碳素笔将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号在答题卡上填写清楚。
2. 每小题选出答案后, 用 2B 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。在试题卷上作答无效。
3. 考试结束后, 请将本试卷和答题卡一并交回。满分 300 分, 考试用时 150 分钟。

以下数据可供解题时参考。

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 O—16 Na—23 Mg—24 Al—27

一、选择题: 本题共 13 小题, 每小题 6 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. 下列关于细胞结构的叙述正确的是
 - A. 大肠杆菌的蛋白质在核糖体上合成后进入内质网加工
 - B. 没有液泡的细胞不能通过渗透作用进行吸水和失水
 - C. 洋葱根尖细胞的染色体和中心体在分裂过程发生周期性变化
 - D. 由蛋白质纤维组成的细胞骨架与真核细胞的运动、分化等生命活动有关
2. 萤火虫尾部的发光细胞中含有荧光素和荧光素酶。其发光原理如图 1 所示, 下列相关叙述错误的是

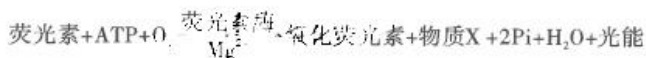



图 1

- A. 物质 X 中含有一个高能磷酸键
 - B. 发光细胞中的上述反应属于吸能反应
 - C. 一定范围内, 荧光强度与细胞呼吸强度呈正相关
 - D. 有氧呼吸三个阶段中, ATP 的产生过程伴随 NADH 的产生或消耗
3. 下列关于绿色植物光合作用的相关叙述, 错误的是
 - A. 叶黄素和胡萝卜素吸收的光能可用于光合作用
 - B. 光合作用中氧气是在生物膜上产生的
 - C. CO_2 的固定过程将 ATP 中的能量转化为 C_3 中的能量
 - D. 光合作用和化能合成作用都能将 CO_2 和 H_2O 合成为糖类
 4. 下列关于人体的内环境与稳态的叙述, 错误的是
 - A. 内环境是细胞与外界环境进行物质交换的媒介
 - B. 血浆中的营养物质和氧气可通过毛细血管的动脉端管壁进入组织液
 - C. 组织液、淋巴的成分和含量与血浆相近, 但血浆中蛋白质含量较多
 - D. CO_2 是人体细胞产生的代谢废物, 不参与维持内环境的稳态

5. 某二倍体植物的某一性状可能由一对或两对独立遗传的基因控制，显性纯合子和杂合子均表现为显性性状，现用一植株甲进行遗传学实验，下列说法正确的是
- A. 自交，若子代的性状分离比为 3 : 1，则说明该性状只由一对基因控制
- B. 自交，若子代的性状分离比为 15 : 1，则控制甲该性状的两对基因均为杂合
- C. 测交，子代不同基因型个体数目彼此之间差异很大
- D. 测交，子代有 2 种基因型，说明甲的表现型为隐性性状
6. 下列有关生态系统能量流动的叙述，正确的是
- A. 生态系统的能量流动是指能量的输入和散失的过程
- B. 流经生态系统的总能量是照射在生产者上的太阳能
- C. 流经第二营养级的总能量是指初级消费者同化的能量
- D. 各营养级同化的能量都会沿着食物链和食物网流向下一营养级
7. 工业生产和生活中广泛用到一些化学知识，下列分析正确的是
- A. 用 Al 作浓硝酸储运罐，因为 Al 不活泼
- B. Al_2O_3 陶瓷常用于人工关节，属于无机非金属材料
- C. $Al(OH)_3$ 可用作阻燃剂，因为 $Al(OH)_3$ 受热稳定，难分解
- D. 泡沫灭火剂可以用于 Mg 粉引起的火灾，因为 CO_2 可以隔绝空气
8. N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是
- A. 24g Mg 与 27g Al 中，含有相同的质子数
- B. $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} AlCl_3$ 溶液中所含 Al^{3+} 的数目小于 N_A
- C. 1mol - $COOCH_3$ 中共平面的碳原子数最多为 $6N_A$
- D. 1mol Al 与足量浓硝酸加热充分反应，转移电子数为 $3N_A$
9. 下列实验中的现象对应的结论正确的是

选项	实验	现象	结论
A	向无色溶液中滴加少量氢氧化钠溶液	有白色沉淀	溶液中有 Mg^{2+}
B	将干净的铂丝蘸取少量溶液在酒精灯上灼烧	观察火焰呈黄色	溶液中一定没有 K^+
C	用坩埚钳夹住一小块用砂纸仔细打磨过的铝箔在酒精灯上加热	熔化后的液态铝不滴落	金属铝的熔点较高
D	将 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} MgSO_4$ 溶液滴入 NaOH 溶液至不再有沉淀产生，再滴加 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} CuSO_4$ 溶液	先有白色沉淀生成，后变为浅蓝色沉淀	$K_{sp}[Cu(OH)_2] < K_{sp}[Mg(OH)_2]$

10. 分子式为 $C_{10}H_{20}O_2$ 的酯水解, 得到 A 和 B 两种物质, A 氧化可转变为 B, 符合上述性质的酯的结构有
- A. 4 种
B. 8 种
C. 16 种
D. 32 种
11. W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的四种短周期主族元素, W 原子最外层电子数为次外层的 3 倍, Z 原子最外层电子数为 W 原子最外层电子数的一半, Y 和 W 可形成一种淡黄色固体化合物。下列说法不正确的是
- A. 原子半径: $W > X > Y > Z$
B. Y_2W_2 具有漂白性
C. 最简单气态氢化物的稳定性: $W < X$
D. Y、Z 最高价氧化物对应的水化物可以相互反应生成盐和水
12. 磷酸亚铁锂 ($LiFePO_4$) 电池是新能源汽车的动力电池之一, 原理是 $(1-x)LiFePO_4 + xFePO_4 + Li_xC_n \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} LiFePO_4 + nC$ 。结构如图 2 所示。下列说法不正确的是

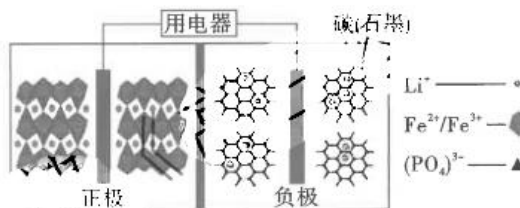


图 2

- A. 放电时, Li^+ 向左移动
B. 放电时, 正极电极反应式: $xFePO_4 + xLi^+ + xe^- \rightleftharpoons xLiFePO_4$
C. 充电时, 阳极电极反应式: $LiFePO_4 - xe^- \rightleftharpoons xLi^+ + (1-x)LiFePO_4$
D. 充电时, 阴极电极反应式: $xLi^+ + xe^- + nC \rightleftharpoons Li_xC_n$
13. 向 1L 含 0.01mol $AlCl_3$ 和 0.01mol HCl 的溶液中缓慢通入 NH_3 , 随 $n(NH_3)$ 增大, 先后发生两个不同的反应, 下列对应关系正确的是

选项	$n(NH_3) / \text{mol}$	溶液中离子的物质的量浓度
A	0	$c(Al^{3+}) + c(H^+) = c(Cl^-) + c(OH^-)$
B	0.01	$c(Cl^-) > c(Al^{3+}) > c(H^+) > c(NH_4^+)$
C	0.04	$c(Cl^-) = c(NH_3 \cdot H_2O) + c(NH_4^+)$
D	0.04	$c(NH_4^+) > c(Cl^-) > c(OH^-) > c(H^+)$

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 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. 下列说法正确的是

- A. 物体在恒力作用下一定做直线运动
- B. 物体在变力作用下一定做曲线运动
- C. 两个匀变速直线运动的合运动一定是曲线运动
- D. 一个匀速直线运动与一个匀变速直线运动的合运动可能是直线运动

15. 如图 3 所示，白板水平放置在地面上，在白板上用磁钉吸住一张彩纸，向右轻轻拉彩纸，未拉动，下列说法正确的是

- A. 磁钉受到向右的摩擦力
- B. 磁钉受到向左的摩擦力
- C. 白板受到地面向左的摩擦力
- D. 白板受到地面向右的摩擦力

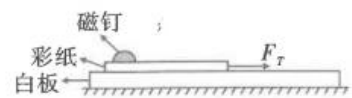


图 3

16. 如图 4 所示，已知固定斜面的倾角为 37° ，将小球从 A 点以 $v_0 = 4\text{m/s}$ 的速度水平抛出，小球落在斜面上的 B 点，不计空气阻力， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $g = 10\text{m/s}^2$ ，则 A、B 两点间的距离为

- A. 2.4m
- B. 3m
- C. 3.2m
- D. 4m

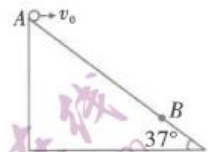


图 4

17. 一乘客乘坐竖直电梯下楼，其位移 x 与时间 t 的关系图象如图 5 所示，其中 $t_1 \sim t_2$ 之间图象为直线。乘客的速度大小用 v 表示。以下说法正确的是

- A. $t_1 \sim t_2$ 时间内， v 增加
- B. $t_2 \sim t_3$ 时间内， v 增加
- C. $0 \sim t_1$ 时间内，乘客处于超重状态
- D. $t_2 \sim t_3$ 时间内，乘客处于超重状态

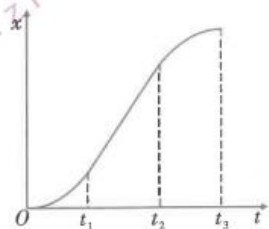


图 5

18. 某飞行器兴趣小组设计了一个质量为 m 的火箭，可提供恒定的推动力，大小为 $F = 1.5mg$ ，推动力持续时间为 t 。并且该火箭采用二级推进的方式，即当火箭飞行经过 $\frac{t}{2}$ 时，火箭丢弃掉 $\frac{m}{4}$ 的质量，剩余 $\frac{t}{2}$ 时间，火箭推动剩余的 $\frac{3m}{4}$ 继续飞行。若不考虑燃料消耗引起的质量变化，重力加速度取 g ，则该火箭竖直点火起飞后最高可上升的高度为

- A. $\frac{19}{32}gt^2$
- B. $\frac{3}{8}gt^2$
- C. $\frac{5}{16}gt^2$
- D. $\frac{7}{16}gt^2$

19. 一个物体以初速度 2m/s 做匀加速直线运动, 经过一段时间后速度变为 14m/s , 则
- 该加速过程中物体的平均速度为 7m/s
 - 物体在该运动过程位移中点的瞬时速度为 10m/s
 - 将该过程分为两段相等时间, 则物体先后两段相等时间内的位移之比是 $5:11$
 - 将该过程分为两段相等位移, 则物体先后两段位移所用时间之比是 $2:1$
20. 如图 6 所示, 质量为 m 的物体 P 置于倾角为 θ_1 的固定光滑斜面上, 轻细绳跨过光滑定滑轮分别连接着 P 与小车, P 与滑轮间的细绳平行于斜面, 小车以速率 v 水平向右做匀速直线运动。当小车与滑轮间的细绳和水平方向成夹角 θ_2 时, 下列说法正确的是

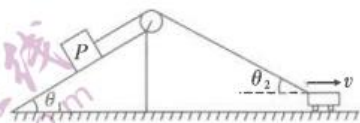


图 6

- P 的速率为 v
 - P 的速率为 $v\cos\theta_2$
 - 绳的拉力大于 $mgsin\theta_1$
 - 绳的拉力小于 $mgsin\theta_1$
21. 如图 7 所示, 能绕 O 点在水平面内转动的圆盘上, 放置两个可视为质点且质量均为 2kg 的物块 A 和 B , 它们与圆盘间动摩擦因数均为 $\frac{\sqrt{3}}{2}$, 已知最大静摩擦力等于滑动摩擦力。两物块间连接一自然长度为 5cm 、劲度系数为 200N/m 的轻质弹性橡皮筋, 橡皮筋的形变都在弹性限度内且遵从胡克定律; 两物块 A 、 B 和 O 点恰好构成一边长为 10cm 的正三角形, 现使圆盘带动两个物块以不同的角速度做匀速圆周运动, 取 $g=10\text{m/s}^2$, 则
- 当圆盘的角速度为 5rad/s 时, 圆盘对物块 A 的摩擦力最小
 - 当圆盘的角速度为 5rad/s 时, 物块 B 受到的合力大小为 10N
 - 当圆盘的角速度为 $5\sqrt{2}\text{rad/s}$ 时, 圆盘对物块 B 的摩擦力大小为 10N
 - 物块 A 、 B 刚要滑动时, 圆盘的角速度为 10rad/s

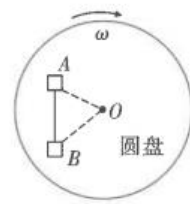


图 7

三、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。第 22 题~第 32 题为必考题, 每道试题考生都必须作答; 第 33 题~第 38 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 11 题, 共 129 分。

22. (6 分) 在“验证力的平行四边形定则”的实验中, 需要将橡皮条的一端固定在水平木板上, 橡皮条的另一端系两根细绳, 细绳端带有绳套, 先用两个弹簧秤分别勾住绳套并互成角度地拉橡皮条, 把橡皮条的结点拉到某一位置 O 并记下该点的位置; 再用一个弹簧秤将橡皮条的结点拉到同一位置 O 点。

(1) 在此过程中必须满足的条件是_____。

- A. 两根细绳必须等长
- B. 同一次实验过程，结点的位置必须都拉到同一位置 O 点
- C. 在使用弹簧秤时要使弹簧秤与木板平面平行
- D. 用两个弹簧秤同时拉细绳时要使两个弹簧秤的示数相等

(2) 如果实验情况如图 8 甲所示，其中 A 为固定橡皮条的图钉， O 为橡皮条与细绳的结点， OB 和 OC 为细绳。图乙是在白纸上根据实验结果画出的图。图乙中的 F 与 F' ，方向沿 AO 方向的是_____。

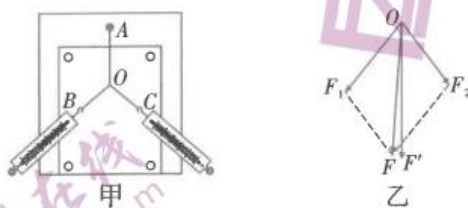


图 8

3. (9分) 某实验小组用如图 9 甲所示装置研究平抛运动。装置中，竖直硬板上依次固定着白纸和复写纸， MN 是一个水平放置、稍微向纸面内倾斜且可上下调节的挡板。小钢球从斜槽中某高度由静止释放，从斜槽末端 Q 飞出的钢球落到挡板上会挤压复写纸，在白纸上留下印记；上下调节挡板，通过多次实验，白纸上会留下钢球经过的多个位置，最终用平滑曲线将其连接，得到钢球做平抛运动的轨迹。

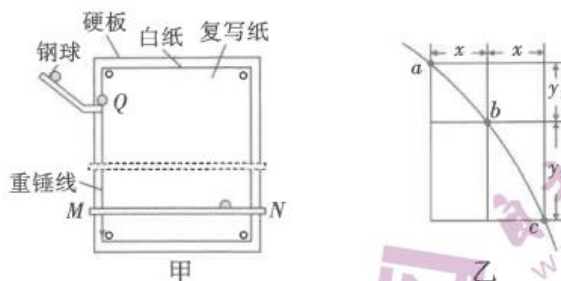


图 9

(1) 下列说法正确的是_____。

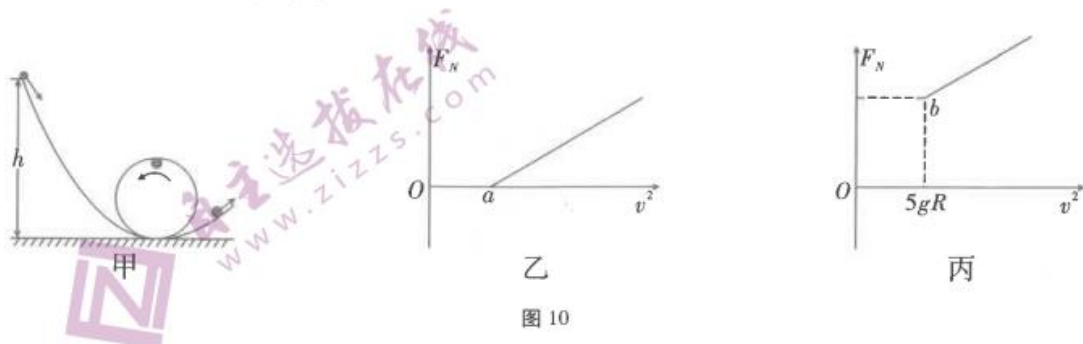
- A. 安装斜槽时，应保证斜槽末端 Q 的切线水平
- B. 钢球与斜槽间的摩擦是造成实验误差的主要原因
- C. 钢球每次都应从斜槽中同一高度由静止释放
- D. 移动挡板 MN 时，其高度必须等距变化

(2) 图乙所示为实验中得到的一张平抛运动轨迹图，在轨迹上取水平间距均为 $x=0.15\text{m}$ 的 a 、 b 、 c 三点，测得竖直间距 $y_1=0.15\text{m}$ ， $y_2=0.248\text{m}$ ，重力加速度 $g=9.8\text{m/s}^2$ 。则钢球从 a 运动到 b 的时间为_____ s，钢球经过 b 点时的速度大小为_____ m/s。(第二空保留两位有效数字)

■ □

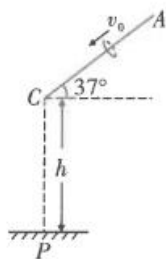
24. (12分) 如图10甲所示, 弧形轨道的下端与半径为 R 的竖直圆轨道相接。把质量为 m 的小球从弧形轨道上端不同位置处由静止释放, 并通过传感器测得小球经过竖直圆轨道的最高点和最低点时, 轨道受到的压力大小与小球瞬时速度平方的关系如图乙、丙所示, 图丙中 b 点横坐标为 $5gR$ 。若不计一切摩擦阻力, 重力加速度取 g 。求:

- (1) 图乙中 a 点对应小球的速度大小;
- (2) 图丙中 b 点对应轨道受到的压力大小。



25. (20分) 如图11所示, 光滑直杆 AC 与水平面成 37° 角, C 点距地面高度为 $h=0.8\text{m}$, 地面上的 P 点处于 C 点的正下方。有一质量 $m=0.4\text{kg}$ 的光滑小环套在直杆上, 以速度 $v_0=5\text{m/s}$ 沿杆匀速下滑, 且小环始终受到水平向右的恒力 F 作用。取 $g=10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$ 。求:

- (1) 小环受到水平恒力 F 的大小;
- (2) 小环离开杆后经过多长时间到达地面;
- (3) 小环的落地点与 P 点之间的距离。



26. (15分) 某同学取氧化铁和铝粉混合物按教材中的实验装置(如图12)进行铝热反应。

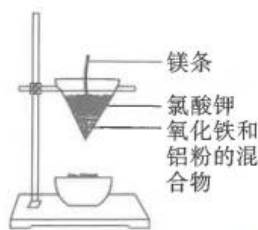


图12

查阅《化学手册》得到Al、Al₂O₃、Fe、Fe₂O₃熔点、沸点数据如下表:

物质	Al	Al ₂ O ₃	Fe	Fe ₂ O ₃
熔点/℃	660	2054	1535	1462
沸点/℃	2467	2980	2750

- (1) 该铝热反应的化学方程式为_____。
- (2) 实验中可观察到的现象之一为“纸漏斗的下部被烧穿,有熔融物落入沙中”,该反应所得熔融物熔点_____660℃(填“高于”“低于”或“等于”)。
- (3) 熔融物成分含量探究:

方案I:取反应后的“铁块”研碎取样称量,加入如图13所示装置滴入足量NaOH溶液充分反应,测量生成气体体积。

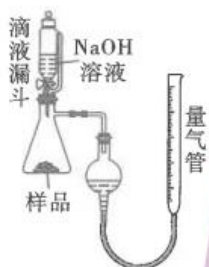


图13

- ①实验目的:测量样品中_____ (填物质名称)的百分含量。
- ②实验步骤:组装好实验装置,首先_____ (填实验步骤,下同),再加入实验药品,接下来的实验操作是打开滴液漏斗活塞,滴加NaOH浓溶液至不再产生气体,然后关闭分液漏斗活塞,恢复到室温后,_____,然后读数。
- ③装置中使用带平衡管的滴液漏斗代替普通分液漏斗,除了可以平衡压强让液体顺利滴入锥形瓶之外还可以起到降低实验误差的作用。如果装置使用分液漏斗,测量出的该物质百分含量将会_____ (填“偏大”或“偏小”)。

方案 II：将熔融物固体置于烧杯中，加入 100mL 稀硝酸，固体完全溶解（假设固体全部溶解后溶液体积不变），反应过程中无气体放出（活泼金属可把稀 HNO_3 还原为 NH_4NO_3 ）。向反应后的溶液中缓慢滴加 $6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液，产生沉淀的物质的量与加入 NaOH 溶液的体积的关系如图 14 所示：

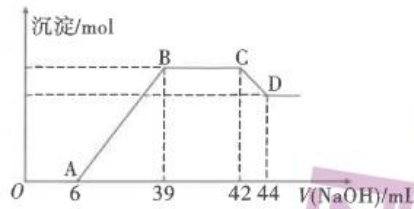


图 14

④在 CD 段，发生反应的离子方程式为_____。

⑤B 点对应的沉淀的物质的量为_____ mol。

27. (14 分) 天然铝土矿主要成分是 Al_2O_3 ，杂质主要为 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 MgO 等，工业上用天然铝土矿生产铝的工艺流程如图 15：

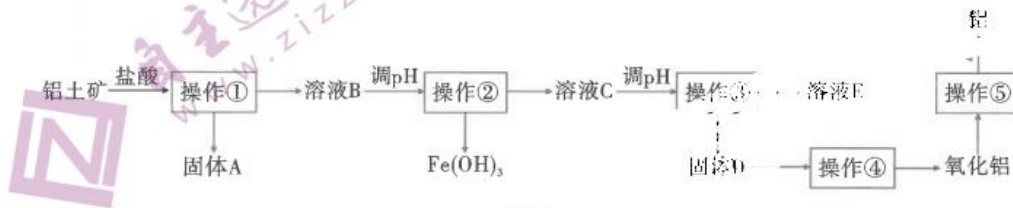


图 15

已知部分氢氧化物沉淀的 pH 如下表：

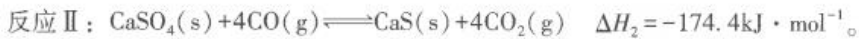
沉淀物	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
开始沉淀时的 pH (离子初始浓度为 $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	2.2	3.7	9.6
完全沉淀时的 pH (离子浓度 $< 10^{-5}\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	3.2	4.7	11.1

请回答下列问题：

- 为了加快铝土矿和盐酸的反应速率，可以采取的措施为_____（填一种即可）。
- 固体 A 的主要成分是_____（填化学式），溶液 E 中的金属离子主要为_____（填化学式）。
- “溶液 C” 调节 pH 的范围为_____。
- 为了验证“溶液 C” 中是否含有 Fe^{3+} ，可取少量“溶液 C” 于试管中，向其中加入_____溶液（填试剂名称），溶液变成血红色，则证明“溶液 C” 中有 Fe^{3+} ，其离子反应方程式为_____。
- 生产中，若“溶液 B” 在调节 pH 时不当，造成同时生成了 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 悬浊液，则其中 $c(\text{Al}^{3+}) : c(\text{Fe}^{3+}) =$ _____。
- 操作⑤反应的化学方程式为_____。

28. (14分) 研究化学反应原理对生产、生活及环境保护具有重要意义。请回答下列问题:

(1) 燃煤会产生 CO_2 、 CO 、 SO_2 等大气污染物。燃煤脱硫的相关反应的热化学方程式如下:



计算反应 $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H =$ _____。

(2) 甲醇是重要的化工原料, 又可作燃料, 工业上可利用 CO_2 来生产燃料甲醇。已知制备甲醇的有关反应的化学方程式及其在不同温度下的化学平衡常数如下表所示:

化学反应	化学平衡常数	温度 ($^{\circ}\text{C}$)		
		500	700	800
i. $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1$	K_1	2.5	0.58	0.38
ii. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2$	K_2	1		

① 500 $^{\circ}\text{C}$ 时测得反应 i 在某时刻 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的浓度分别为 $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则此时 $v(\text{正})$ _____ (填“>”“=”或“<”) $v(\text{逆})$ 。

② 下列措施能使反应 i 的平衡体系中 $n(\text{CH}_3\text{OH})$ 增大的是 _____ (填序号)。

- A. 将 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 从体系中分离出去
- B. 恒容时充入 $\text{He}(\text{g})$, 使体系压强增大
- C. 升高温度
- D. 恒容时再充入 $1 \text{ mol } \text{H}_2(\text{g})$

③ 图 16 是二氧化碳合成 CH_3OH 反应中温度对 CH_3OH 、 CO 的产率影响曲线, 700 $^{\circ}\text{C}$ 时副反应 ii 的平衡常数 _____ 1 (填“>”或“<”)。增大反应体系的压强, 合成甲醇的反应速率 _____ (填“增大”“减小”或“不变”), 副反应 ii 的化学平衡 _____ 移动 (填“向正反应方向”“向逆反应方向”或“不”)。

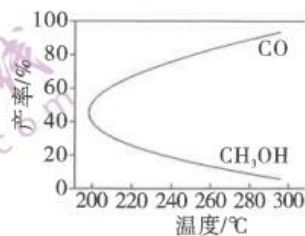


图 16

(3) 利用“ $\text{Na}-\text{CO}_2$ ”电池将 CO_2 变废为宝。我国科研人员研制出的可充电“ $\text{Na}-\text{CO}_2$ ”电池, 以钠箔和多壁碳纳米管 (MWCNT) 为电极材料, 总反应为 $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ 。放电时该电池“吸入”

CO₂，其工作原理如图 17 所示：

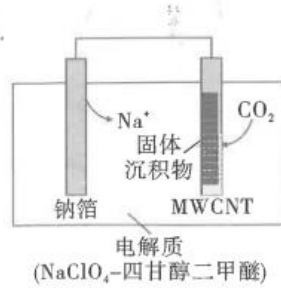


图 17

①放电时，正极的电极反应式为_____。

②若生成的 Na₂CO₃ 和 C 全部沉积在电极表面，当转移 0.2mol 电子时，两极的质量差为_____g。（假设放电前两电极质量相等）

29. (7 分) 侧根是植物吸收土壤养分的重要结构。科研人员将某植物幼苗分别培养在有 NH₄⁺ 和无 NH₄⁺ 的土壤中，结果显示有 NH₄⁺ 的土壤能促进侧根的分支。回答下列问题：

(1) 植物细胞吸收氮元素后，氮元素能参与合成的生物大分子有_____。（写出两种）

(2) 有研究表明，在有 NH₄⁺ 的土壤中，由于根细胞吸收 NH₄⁺ 导致根周围土壤 pH 降低，进而促进侧根分支。请利用下列实验材料设计实验验证这一结论，写出实验思路和预期结果。

实验材料：野生型植株幼苗（甲）、缺失 NH₄⁺ 载体的变异株幼苗（乙）、含适宜浓度 NH₄⁺ 的土壤（已知 pH 值）等。

实验思路：_____。

预期结果：_____。

30. (10 分) 在马拉松等长跑运动中，运动员的多项生理指标都与平静状态下不同。回答下列问题：

(1) 运动员在奔跑中血糖的主要去向是_____，在奔跑中调节血糖相对稳定的主要激素有_____。

(2) 奔跑过程中机体大量产热，位于_____的体温调节中枢发送信息，引起_____（写出两点），使机体散热增多，维持体温相对稳定。

(3) 运动员奔跑过程中机体损失大量水分，若饮水不足，会使细胞外液渗透压_____（填“升高”或“降低”），刺激渗透压感受器，使_____释放的抗利尿激素增多，促进_____的细胞重吸收水，导致尿量_____（填“增多”或“减少”）。

31. (12分) 经过多年治理, 滇池总体水质从重度污染变为轻度污染, 水华发生频次快速下降, 同时物种持续恢复: 滇池流域水生植物、鸟类种类增加, 以某些蓝藻为食的银白鱼也重新“归位”。这些生物之间相互制约, 达到滇池生态的平衡和稳定。回答下列问题:

(1) 引起水华的藻类, 从生态系统的成分看, 属于_____ , 该成分被称为生态系统基石的原因是_____。

(2) 滇池中的所有银白鱼属于一个_____ , 之前导致滇池银白鱼几近消失的原因, 可能有哪些? _____ (答出两点即可)。

(3) 人类治理滇池的保护性活动改变了群落演替的_____ , 经过治理, 滇池的生物多样性增加, 从而提高_____ 能力。

32. (10分) siRNA 是一种短双链核酸分子, 发挥功能时解旋为单链与特定的 mRNA 序列互补结合, 导致 mRNA 被酶切割, 随即降解, 从而引起特定基因沉默。目前, siRNA 被运用于肿瘤研究。

(1) siRNA 与 DNA 相比, 在分子组成或结构上的差异有_____ (答出两点)。

(2) MDM2 基因在卵巢癌细胞中过度表达, 能增强肿瘤的恶性程度。科学家通过向患者体内注射放射性标记的该基因的 siRNA (单链), 实现对卵巢癌的诊断和治疗效果评判。

①体外制备 MDM2 基因的单链 siRNA 时, 需向反应体系中添加该基因单链片段、4 种游离核苷酸分子、_____ 等, 其中, 添加的基因单链片段_____ (填“是”或“不是”) 指导合成特定 mRNA 的模板链。

②给经过有效治疗的卵巢癌患者注射该基因的放射性标记 siRNA, 卵巢细胞中检测到的放射性越_____ (填“高”或“低”), 说明治疗效果越好, 原因是_____。

(二) 选考题: 共 45 分。请考生从给出的 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的题号涂黑。注意所做题目的题号必须与所涂题目的题号一致, 在答题卡选答区域指定位置答题。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) 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. 内能不同的物体, 它们的分子平均动能可能相同
- B. 大气中 PM_{2.5} 颗粒的运动是分子的热运动
- C. 分子间同时存在着引力和斥力, 当分子间距增大时, 分子间的引力和斥力都减小
- D. 空气相对湿度越大时, 空气中水蒸气压强就越接近饱和汽压
- E. 气缸中密封的理想气体在被压缩过程中, 气体分子运动剧烈程度增大

(2) (10分) 新冠肺炎疫情期间, 某班级用于消毒的喷壶示意图如图 18 甲所示。壶的容积为 1.5L, 内含 1.0L 的消毒液。闭合阀门 K, 缓慢向下压压杆 A, 每次可向瓶内储气室充入 0.05L 的 1.0atm 的空气, 多次下压后, 壶内气体压强变为 2.5atm 时, 按下按柄 B, 阀门 K 打开, 消毒液从喷嘴处喷出。储气室内气体可视为理想气体, 充气和喷液过程中温度保持不变, $1.0\text{atm} = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

- I. 求充气过程向下压压杆 A 的次数和打开阀门 K 后最多可喷出液体的体积;
- II. 喷液全过程, 气体状态变化的等温线近似看成一段倾斜直线, 如图乙所示, 估算全过程壶内气体从外界吸收的热量。

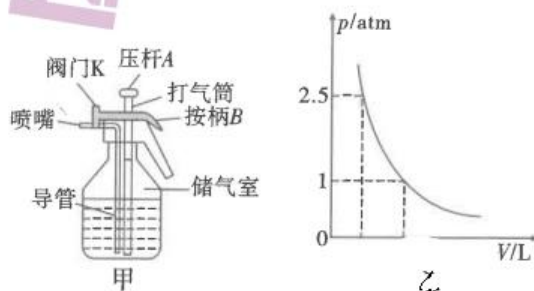


图 18

34. 【物理——选修 3-4】(15 分)

(1) (5分) 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播。如图 19 所示是 $t=0$ 时刻的波形图, 且 $x=4.0\text{m}$ 处质点刚好起振。若该波的周期为 2s, 下列说法中正确的是_____。(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. 从图示时刻起经过 2s 的时间, $x=6.0\text{m}$ 处的质点刚好起振
- B. 该波 6.0m 处的质点, 第一次到达波谷的时间为 2.5s
- C. 该波上的 E、F 两质点同时达到平衡位置和波峰位置
- D. 该波 $x=1.0\text{m}$ 处的质点从图示时刻起经过 3.0s, 通过 12cm 的路程
- E. 该波的质点 E 从图示时刻起经过 0.5s, 通过 $(1+\sqrt{3})\text{cm}$ 的路程

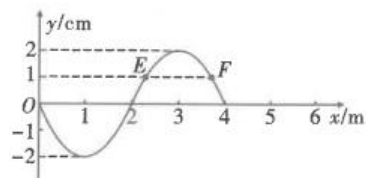


图 19

(2) (10分) 如图 20 甲所示是某种透明材料制成的光学元件, 该元件是一个中间圆柱形中空立方体, 其某一横截面如图乙所示, 其中 $OA=2R$, 中空圆形半径为 R , 一束单色光 (纸面内) 从外正方柱面上的 A 点由空气中射入, 入射角度为 θ , 光束经折射后恰好与内球面相切于 B 点。已知此材料对该单色光的折射率为 $\sqrt{3}$, 真空中的光速为 c 。求:

- I. 入射光的入射角度 θ 以及该单色光从 A 到 B 经历的时间;
- II. 如果改变入射光的入射角度, 恰好在内球面上发生全反射, 则入射角为多大。

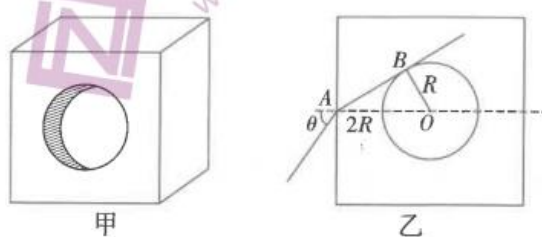


图 20

【化学——选修 3: 物质结构与性质】(15 分)

钠离子电池 (Sodium-ion battery), 是一种二次电池 (充电电池), 主要依靠钠离子在正极和负极之间移动来工作, 与锂离子电池工作原理相似。该电池的负极材料为 $\text{Na}_2\text{Co}_2\text{TeO}_6$, 电解液中含 NaClO_4 。回答下列问题:

- (1) Co 是 _____ 区元素, Co^{2+} 的价层电子排布图为 _____。
- (2) C、N、O 是第二周期非金属元素, 它们的第一电离能由大到小的排序是 _____ (用元素符号表示)。
- (3) NaClO_4 中 ClO_4^- 的几何构型为 _____, 其中氯原子的杂化轨道类型为 _____。
- (4) 氯酸 (HClO_3) 酸性 _____ (填“大于”或“小于”) 高氯酸 (HClO_4) 的酸性, 从结构的角度解释原因是 _____。

□

(5) 实验室的硅胶干燥剂中常添加 CoCl_2 , 因为无水 CoCl_2 为蓝色, 但吸水后变粉红色 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 。

$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 包含的作用力有 _____ (填序号)。

- A. 离子键 B. 极性键 C. 配位键 D. 金属键

(6) Na 和 O 形成的离子化合物的晶胞结构如图 21 所示, 若钠离子和氧离子的最短间距为 $a \text{ pm}$, 阿伏加德罗常数的值为 N_A , 该晶胞的密度为 _____ g/cm^3 (用含 a 、 N_A 的代数式表示)。

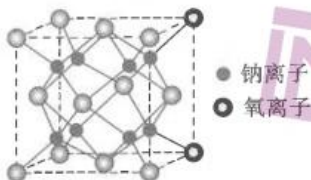


图 21

36. 【化学——选修 5: 有机化学基础】(15 分)

PPG 是一种可降解的聚酯类高分子材料, 合成路线如图 22:

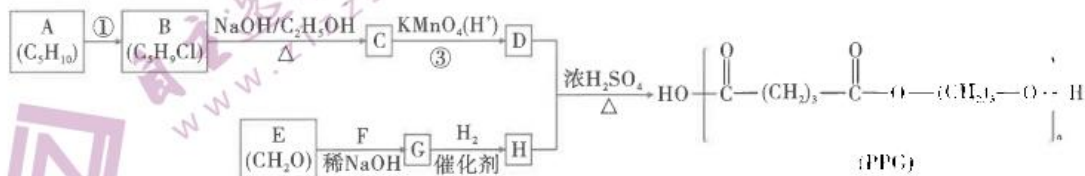
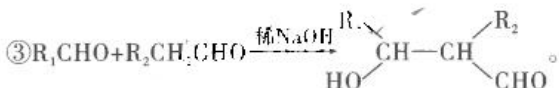


图 22

已知:

①A 的核磁共振氢谱显示只有一种化学环境的氢;

②E、F 为相对分子质量相差 14 的同系物;



回答下列问题:

- A 的化学名称为 _____。
- 反应①、③的反应类型分别为 _____, _____。
- 由 B 生成 C 的化学方程式为 _____。
- G 的结构简式为 _____。
- 由 D 和 H 反应生成 PPG 的化学方程式为 _____。
- D 的同分异构体中能同时满足下列条件的结构简式为 _____。
 - 能与饱和 NaHCO_3 溶液反应产生气体
 - 既能发生银镜反应, 又能发生水解反应
 - 核磁共振氢谱显示为 3 组峰, 且峰面积比为 6 : 1 : 1
- 根据已知信息, 写出以乙醇为原料制备 1, 3-丁二醇的合成路线 (无机试剂自选)。

37. 【生物——选修1：生物技术实践】（15分）

研究者欲从土壤中筛选尿素分解菌，相关实验流程如图23所示。



图23

回答下列问题：

- (1) 本实验中将用到的玻璃和金属材质的实验器具_____（填“可以”或“不可以”）放入干热灭菌箱中进行干热灭菌。
- (2) 本实验所用培养基都应以_____为唯一氮源，其中培养基甲能选择出尿素分解菌的原因是_____。
- (3) 图中利用培养基乙进行尿素分解菌的鉴定时，所用的接种方法为_____，接种工具是_____。培养基中应添加_____指示剂，其鉴别原理是_____。

38. 【生物——选修3：现代生物科技专题】（15分）

德尔塔变异株是目前新冠肺炎传播的主要变异株，中国研究员团队最新发现针对德尔塔变异株有效的单克隆抗体，为治疗新冠带来新希望。如图24是单克隆抗体制备流程图，回答下列问题：



图24

- (1) 上述实验前必须给小鼠注射减毒或灭活的新冠病毒抗原，注射抗原的目的是_____。
- (2) 骨髓瘤细胞与某些淋巴细胞融合，融合的方法除了电激外，还可以用_____。细胞融合完成后，融合体系中有_____种杂交细胞。
- (3) 单克隆抗体制备经过了两次筛选。利用 HAT 培养基进行筛选①，能在该培养基上正常生长的细胞的特点是_____。因为同一种抗原可能激活_____细胞，还需经过筛选②才能获得产生特定抗体的杂交瘤细胞，筛选所依据的基本原理是_____。
- (4) 与普通抗体相比较，单克隆抗体最主要的优点在于它的_____。目前，单克隆抗体的主要用途有_____（至少举出两例），该技术也为新冠肺炎的治疗提供了思路。

理科综合参考答案

一、选择题：本题共 13 小题，每小题 6 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
答案	D	A	C	D	B	C	B	D	D	A	A	C	C

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 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，全部选对的给 6 分，选对但不全的给 3 分，有选错的给 0 分。

题号	14	15	16	17	18	19	20	21
答案	D	C	B	D	A	BCD	BC	ACD

【解析】

1. 大肠杆菌为原核生物，细胞内无内质网；动物细胞无液泡，但可通过渗透作用吸水 and 失水；洋葱根尖分生区细胞是高等植物细胞，无中心体。
2. 由反应式可知 ATP 水解产生了两个游离磷酸分子和物质 X，物质 X 是核糖核苷酸，不含有高能磷酸键。
3. CO_2 的固定过程无 ATP 的参与，不可能发生 ATP 中的能量转化为 C_3 中的能量。
4. CO_2 虽是人体细胞的代谢产物，但可以作为信息分子参与体液调节。
5. 植株甲自交，子代性状分离比为 3:1，该性状可能由一对基因控制，也可能由两对基因控制（如 Aabb），A 错误。该性状无论由几对基因控制，根据基因分离定律和基因自由组合定律，植株甲产生的所有种类的配子数量相同，测交产生的所有基因型个体的数量基本相同，C 错误。植株甲表现为隐性性状时，其测交子代只有 1 种基因型，D 错误。
6. 生态系统中能量的输入、传递、转化和散失的过程，称为生态系统的能量流动，A 错误。地球上几乎所有的生态系统所需要的能量都来自太阳能，微信搜《高三答案公众号》生产者固定的太阳能就是流经生态系统的总能量，B 错误。最高营养级的生物不会有能量流向“下一营养级”，D 错误。
7. Al 作浓硝酸储运罐，因为 Al 能在浓硝酸中钝化生成致密氧化膜，故 A 错误。无机非金属材料指的是除有机高分子材料和金属材料以外的所有材料的统称， Al_2O_3 陶瓷属于新型无机非金属材料，故 B 正确。 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 可用作阻燃剂因为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 受热分解吸热，且生成耐高温的 Al_2O_3 ，故可阻燃，故 C 错误。Mg 可与 CO_2 反应继续燃烧，故不可用泡沫灭火剂，

- 故 D 错误。
8. 24g Mg 的物质的量为 1mol, 含有的质子数为 $12N_A$, 27g Al 的物质的量为 1mol, 含有的质子数为 $13N_A$, 故 A 错误。未知溶液体积, 故 Al^{3+} 数无法计数, 故 B 错误。碳原子形成的四条键呈四面体构型, 故 $\text{C}(\text{COOCH}_3)_4$ 中最多有 4 个碳原子共平面, 即 1mol 此物质中最多有 $4N_A$ 个碳原子共平面, 故 C 错误。1mol Al 与足量浓硝酸加热反应, Al 被氧化为 Al^{3+} , 转移电子数为 $3N_A$, 故 D 正确。
9. Al^{3+} 与少量 NaOH 反应也能生成白色沉淀, 故不能检验 Mg^{2+} , 故 A 错误。将干净的铂丝蘸取少量溶液在酒精灯上灼烧, 焰色反应为黄色, 因为黄色会覆盖 K 的紫色, 故应透过蓝色钴玻璃观察, 故 B 错误。将铝箔用坩埚钳夹住放在酒精灯火焰上加热, 铝和氧气反应生成了氧化铝氧化膜, 三氧化二铝的熔点高于铝的熔点, 包住了熔化的铝, 所以加热铝箔的时候铝熔化了但是不会滴落, 故 C 错误。将 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MgSO}_4$ 溶液滴入 NaOH 溶液至不再有沉淀产生, 得到的白色沉淀为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 再滴加 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液后变为浅蓝色沉淀, 说明氢氧化铜溶解度小, $K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ 小于 $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$, 故 D 正确。
10. 分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$ 的有机物能水解生成 A 和 B, A 氧化可转变为 B, 则 A 为醇, B 为酸, A 能被氧化为酸, 则 A 中含有一 CH_2OH , 因 A 在一定条件下可氧化为 B, 则 A 为 $\text{C}_4\text{H}_9\text{CH}_2\text{OH}$, B 为 $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$, 而 $-\text{C}_4\text{H}_9$ 有四种结构, 故选 A。
11. W 原子最外层电子数为次外层的 3 倍, 原子只能有 2 个电子层, 最外层电子数为 6, 故 W 为 O 元素; Z 原子最外层电子数为 W 原子最外层电子数的一半, 其最外层电子数为 3, 则 Z 为 Al; Y 和 W 可形成一种淡黄色固体化合物 (Na_2O_2), 所以 Y 为 Na, 则 X 应为 F 元素。原子半径应为 $\text{Na} > \text{Al} > \text{O} > \text{F}$, 即应为 $Y > Z > W > X$, 故 A 错误。 Y_2W_2 是 Na_2O_2 , 有漂白性, 故 B 正确。非金属性越强, 则简单氢化物的稳定性应越强 ($\text{H}_2\text{O} < \text{HF}$), 故 C 正确。Y、Z 最高价氧化物对应的水化物分别是 NaOH 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 可以相互反应生成偏铝酸钠和水, 故 D 正确。
12. 放电时, 阳离子向原电池正极移动, “Li 向左移动”说法成立, 故 A 正确。放电时, 正极电极反应式可以为 $\text{FePO}_4 + \text{Li}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{LiFePO}_4$ 或 $x\text{FePO}_4 + x\text{Li}^+ + xe^- \rightleftharpoons x\text{LiFePO}_4$, 故 B 正确。充电时, 阳极电极反应式应为 $\text{LiFePO}_4 - e^- \rightleftharpoons \text{Li}^+ + \text{FePO}_4$ 或 $\text{LiFePO}_4 - xe^- \rightleftharpoons x\text{Li}^+ + (1-x)\text{LiFePO}_4 + x\text{FePO}_4$, 故 C 不正确。充电时, 阴极是产生锂单质, 其电极反应式为 $x\text{Li}^+ + xe^- + n\text{C} \rightleftharpoons \text{Li}_x\text{C}_n$, 电极式书写正确, 故 D 正确, 不是本题

答案。

13. 向 1L 含 0.01mol AlCl_3 和 0.01mol HCl 的溶液中缓慢通入 NH_3 ，首先进行的反应为 HCl 和氨气反应生成氯化铵，0.01mol HCl 消耗 0.01mol 氨气，生成 0.01mol 氯化铵；然后三氯化铝溶液和氨气反应生成氢氧化铝和氯化铵，0.01mol 三氯化铝消耗 0.03mol 氨气，生成 0.03mol 氯化铵。未通入氨气时，根据溶液中的电荷守恒有 $3c(\text{Al}^{3+}) - c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$ ，故 A 错误。当通入的氨气为 0.01mol 时，则溶液为含有 0.01mol 氯化铵和 0.01mol 三氯化铝的混合液，氢离子浓度应小于铵根离子浓度，故 B 错误。当通入的氨气为 0.04mol 时，根据物料守恒， $c(\text{Cl}^-) = c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{NH}_4^+)$ ，故 C 正确。溶液中离子浓度的关系为 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，故 D 错误。

14. 物体在恒力作用下可以做曲线运动，如平抛运动，故 A 错误。若力的方向保持不变，只有大小改变，且力与运动方向在同一直线上，则物体可以做直线运动，如弹簧振子的振动，故 B 错误。物体做曲线运动的条件：微信搜《高三答案公众号》加速度与速度不共线，若两个匀变速直线运动的合速度与合加速度共线，则合运动是直线运动，故 C 错误。如竖直上抛运动，故 D 正确。

15. 对磁钉分析可知，磁钉没有相对彩纸的运动趋势，不受摩擦力，故 A、B 错误。对整体分析可知，整体有向右的运动趋势，故白板受到地面向左的摩擦力，故 D 错误，C 正确。

16. 设小球落在斜面上时，位移与水平方向的夹角为 θ ，则由平抛运动的特点知：

$$\tan \theta = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}, \text{ 由 } t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g} = 0.6\text{s}, \text{ 水平位移 } x = v_0 t = 2.4\text{m}, AB = \frac{x}{\cos 37^\circ} = 3\text{m},$$

故 B 正确。

17. 由于 $x-t$ 图象的斜率表示速度，由图可知在 $0 \sim t_1$ 时间内速度增加， $t_1 \sim t_2$ 时间内匀速， $t_2 \sim t_3$ 时间内减速，故 A、B 错误。 $0 \sim t_1$ 时间内，向下加速运动，则 $F_N < mg$ ，乘客处于失重状态，故 C 错误。在 $t_2 \sim t_3$ 时间内，即乘客减速下降，根据牛顿第二定律得 $F_N > mg$ ，处于超重状态，故 D 正确。

18. 加速过程 $a_1 = \frac{1.5mg - mg}{m} = \frac{1}{2}g$ ，则前 $\frac{t}{2}$ 上升的高度为 $y_1 = \frac{1}{2} \times \frac{g}{2} \left(\frac{t}{2}\right)^2 = \frac{1}{16}gt^2$ ，得到的速

度为 $v_1 = \frac{1}{4}gt$ 。后 $\frac{t}{2}$ 段 $a_2 = \frac{1.5mg - 0.75mg}{0.75m} = g$ ，则后 $\frac{t}{2}$ 上升的高度

$y_2 = \frac{1}{4}gt\left(\frac{t}{2}\right) + \frac{1}{2}g\left(\frac{t}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}gt^2$ ，得到速度为 $v_2 = \frac{1}{4}gt + g\left(\frac{t}{2}\right) = \frac{3}{4}gt$ ，减速过程上升的高

度 $y_3 = \frac{\left(\frac{3}{4}gt\right)^2}{2g} = \frac{9}{32}gt^2$ ，则总的高度为 $h = y_1 + y_2 + y_3 = \frac{19}{32}gt^2$ ，故 A 正确。

19. 物体做匀加速直线运动，则 $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 8\text{m/s}$ ，故 A 错误。物体做匀加速直线运动，则

$v_{\frac{t}{2}} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{2}} = 10\text{m/s}$ ，故 B 正确。中间时刻速度等于该段时间内的平均速度，所以中间

时刻的速度为 $v = 8\text{m/s}$ ，则 $v^2 - v_1^2 = 2ax_1$ ， $v_2^2 - v^2 = 2ax_2$ ，两式子做比值得 $x_1 : x_2 = 5 : 11$ ，

故 C 正确。前一段位移的平均速度 $\bar{v}_1 = \frac{v_1 + v_x}{2} = 6\text{m/s}$ ，后一段位移的平均速度

$\bar{v}_2 = \frac{v_2 + v_x}{2} = 12\text{m/s}$ ，根据 $t = \frac{x}{v}$ 可知 $t_1 : t_2 = 2 : 1$ ，故 D 正确。

20. 根据速度的分解可以求出绳子上的速率为 $v_1 = v \cos \theta_2$ ，P 的速率等于绳子的速率，故 B 正确，A 错误。由于 v 不变，在小车向右匀速运动的过程中， θ_2 减小， v_1 在增大，故 P 做加速运动，对 P 进行受力分析得，绳子上的拉力大于 $mg \sin \theta_1$ ，故 D 错误，C 正确。

21. 如图所示，设原长为 l_0 。圆盘对物块 A 的摩擦力最小时，

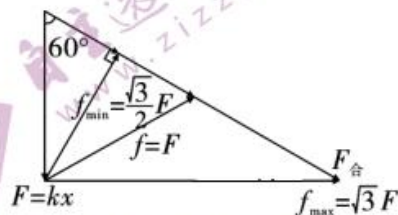
此时 $F_{\text{合}} = kx \cos 60^\circ = k(2l_0 - l_0) \cos 60^\circ = m\omega^2 2l_0$ ，解得

$\omega = 5\text{rad/s}$ ，故 A 正确。当圆盘的角速度为 5rad/s 时，此

时 $F_{\text{合}} = kx = k(2l_0 - l_0) \cos 60^\circ = 5\text{N}$ ，故 B 错误。圆盘对物块 B 的摩擦力的大小等于橡皮

筋弹力的大小时，此时 $F_{\text{合}} = kx = k(2l_0 - l_0) = m\omega^2 2l_0$ ，解得 $\omega = 5\sqrt{2}\text{rad/s}$ ，故 C 正确。

$f_{\text{max}} = \mu mg = 10\sqrt{3}\text{N}$ ，此时 $F_x = \frac{k(2l_0 - l_0)}{\cos 60^\circ} = 2m\omega^2 l_0$ ，解得 $\omega = 10\text{rad/s}$ ，故 D 正确。



三、非选择题 (共 174 分)

(一) 必考题：共 11 小题，共 129 分。

22. (每空 3 分，共 6 分)

(1) BC

(2) F'

【解析】 (1) 细线的作用是能显示出力的方向，所以不必等长，故 A 错误。为了使弹簧两次拉橡皮条的效果相同，要求在同一次实验中，O 点位置不动，故 B 正确。在拉弹簧秤时必须要求弹簧秤与木板平面平行，否则会影响力的大小，故 C 正确。在不超过弹簧秤量程的前提下，各力的取值应该适当大些，误差小点，但不需要相等，故 D 错误。

(2) F 是通过平行四边形得出的值，而 F' 是用一个弹簧拉绳套时测得的力，其方向一定沿 AO 方向。

23. (每空3分，共9分)

(1) AC

(2) 0.1 2.5

【解析】 (1) 安装斜槽时，应保证斜槽末端 Q 的切线水平，以保证小球做平抛运动，故 A 正确。斜槽轨道无论光滑与否，只要小球每次从斜槽同一位置由静止释放，都能保证每次到达底端速度相同，故 B 错误。钢球每次都应从斜槽中同一高度由静止释放，以保证每次平抛运动的初速度相同，故 C 正确。微信搜《高三答案公众号》移动挡板 MN 时，其高度没有必要等距变化，故 D 错误。

(2) 根据 $y_2 - y_1 = gT^2$ ，得 $T = \sqrt{\frac{y_2 - y_1}{g}} = 0.1\text{s}$ ，小球做平抛运动的初速度

$$v_0 = \frac{x}{T} = \frac{0.15}{0.1} \text{m/s} = 1.5\text{m/s}。b \text{ 点是 } a、c \text{ 的中间时刻，过 } b \text{ 点时 } v_y = \frac{y_1 + y_2}{2} = 1.99\text{m/s}，$$

$$v_b = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = 2.5\text{m/s}。$$

24. (12分)

解：(1) 在竖直圆轨道的最高点，由牛顿第二定律得 $mg = m\frac{v_1^2}{R}$ ①

解得 $v_1 = \sqrt{gR}$ ②

(2) 在竖直圆轨道的最低点，由牛顿第二定律得 $F_N - mg = m\frac{v_2^2}{R}$ ③

解得 $F_y = 6mg$ ，由牛顿第三定律得轨道受到的压力大小为 $6mg$ ④

评分标准：本题共 12 分。正确得出①~④式各给 3 分。

25. (20分)

解：(1) 设直杆与水平方向夹角为 θ ，小环沿杆匀速下滑，合力为零，小环所受的水平恒力向右，大小为 $F = mg \tan \theta = 3N$ ①

(2) 小环离开杆后做曲线运动，将曲线运动分解在水平与竖直方向，根据牛顿第二定律

$$\text{得 } \frac{mg}{\cos \theta} = ma \quad \text{②}$$

$$v_y = v_0 \sin \theta, \quad v_x = v_0 \cos \theta \quad \text{③}$$

$$a_y = a \cos \theta = g, \quad a_x = a \sin \theta = g \tan \theta \quad \text{④}$$

$$\text{竖直方向由速度位移方程 } v_y^2 - v_0^2 \sin^2 \theta = 2a_y h \quad \text{⑤}$$

$$\text{由速度时间方程得 } t = \frac{v_y - v_0 \sin \theta}{a_y} \quad \text{⑥}$$

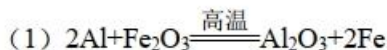
$$\text{联立②~⑥式解得 } t = 0.2s \quad \text{⑦}$$

$$(3) \text{ 水平方向由位移时间方程 } x = v_x t - \frac{1}{2} a_x t^2 \quad \text{⑧}$$

$$\text{解得 } x = 0.65m \quad \text{⑨}$$

评分标准：本题共 20 分。正确得出①式给 4 分，得出 ②~⑨式各给 2 分。

26. (除特殊标注外，每空 2 分，共 15 分)



(2) 低于

(3) ①铝 (1 分) ②检验气密性 ③上下调节量气管使左右液面相平 ④偏大



【解析】(2) 铝的熔点低于铁的熔点、但沸点高于 Fe 的熔点，Fe 熔化时铝也熔化，故形成了铁铝合金，合金熔点低于成分金属，故低于铝的熔点 $660^\circ C$ 。

- (3) ①Al 与 NaOH 反应生成 H₂, Fe 不反应, 通过气体的量, 可以计算铝的含量。
- ②读数时要使装置内气压与大气压相等, 则体积才准确, 故需上下调节量气管使左右液面相平再读数。
- ③将恒压分液漏斗换成普通分液漏斗的区别就在于, 恒压分液漏斗可以将滴入锥形瓶中的液体所占据的那部分体积 (原来这部分是气体), 转移到漏斗中; 而普通漏斗就会将这部分气体排到后面的装置中, 所以如果装置使用分液漏斗测量出的该物质百分含量将会偏大。
- ④在 CD 段, 溶解的沉淀是 Al(OH)₃, 则此阶段发生反应的离子方程式为 $\text{Al(OH)}_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
- ⑤由题意可知 Fe、Al 均为 +3 价, 则设沉淀物为 M(OH)₃, 1mol M(OH)₃ ~ 3mol OH⁻ 则 $\text{M(OH)}_3 = \frac{1}{3} n(\text{OH}^-) = \frac{1}{3} \times 33 \times 10^{-3} \times 6 \text{mol} = 0.066 \text{mol}$, 故答案为 0.066。

27. (除特殊标注外, 每空 2 分, 共 14 分)

- (1) 粉碎铝土矿或加热或搅拌
- (2) SiO₂ (1 分) Mg²⁺ (1 分)
- (3) 4.7 ≤ pH < 9.6
- (4) 硫氰化钾 Fe³⁺ + 3SCN⁻ 喲 ? Fe(SCN)₃ (其他合理答案均给分)
- (5) 10^{4.5} : 1
- (6) $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightleftharpoons[\text{冰晶石 电解}]{\text{高温熔融}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2\uparrow$

【解析】(1) 粉碎铝土矿或加热或搅拌都可以加快反应速率。

(2) SiO₂ 难溶于酸, 故酸溶后的杂质主要成分为 SiO₂, 溶液 C 用碱液调 pH 为 4.7 ≤ pH < 9.6, 使 Al³⁺ 沉淀而 Mg²⁺ 不沉淀, 故溶液 E 中的金属离子主要为 Mg²⁺。

(3) 溶液 C 用碱液调 pH 的目的是为了使 Al³⁺ 沉淀而 Mg²⁺ 不沉淀, 所以调 pH 的范围是 4.7 ≤ pH < 9.6。

(4) 用硫氰化钾溶液可以检验 Fe³⁺, 其反应为 Fe³⁺ + 3SCN⁻ 喲 ? Fe(SCN)₃。

(5) 据题意可知 $K_{\text{sp}}[\text{Fe(OH)}_3] = 10^{-5} \times [10^{-(14-3.2)}]^3 = 1 \times 10^{-37.4}$, $K_{\text{sp}}[\text{Al(OH)}_3] =$

$10^{-5} \times [10^{-(14-4.7)}]^{-3} = 1 \times 10^{-32.9}$ 。所以 $c(\text{Al}^{3+}) : c(\text{Fe}^{3+}) = K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] : K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-32.9} : 1 \times 10^{-37.4} = 10^{4.5} : 1$ 。

(6) 操作⑤是电解制铝，其反应方程式为 $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow[\text{冰晶石 电解}]{\text{高温熔融}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2\uparrow$ 。

28. (除特殊标注外，每空 2 分，共 14 分)

(1) $+281.4\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) ①> ②AD ③> 增大 (1 分) 向逆反应方向 (1 分)

(3) ① $3\text{CO}_2 + 4\text{Na}^+ - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ ②15.8

【解析】(1) 根据盖斯定律， $\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1 = (-174.4 + 455.8) \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +281.4\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) ①500°C 时 $K_1 = 2.5$ ，测得反应 i 在某时刻 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的浓度

分别为 $0.8\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.15\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则此时 $Q_c = \frac{0.3 \times 0.15}{0.8^3 \times 0.1} = 0.88 < 2.5$ ，

反应正向进行， $v(\text{正}) > v(\text{逆})$ 。

②要使体系中 $n(\text{CH}_3\text{OH})$ 增大，应使平衡向正反应方向移动。将 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 从体系中分离，平衡向正反应方向移动，则 $n(\text{CH}_3\text{OH})$ 增大；充入 $\text{He}(\text{g})$ ，使体系压强增大，但对反应物来说，浓度没有变化，平衡不移动，则 $n(\text{CH}_3\text{OH})$ 不变；已知，500°C、700°C、800°C 时 K_1 分别为 2.5、0.58、0.38，升高温度， K_1 减小，故正反应为放热反应，升高温度平衡向逆反应方向移动，则 $n(\text{CH}_3\text{OH})$ 减小；恒容时再充入 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ ，二氧化碳的转化率增大，平衡向正反应方向移动，则 $n(\text{CH}_3\text{OH})$ 增大。

③根据图示，升高温度， $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 中 CO 的产率增大，平衡正向移动，正反应为吸热反应，则升高温度，平衡常数增大。增大反应体系的压强，合成甲醇的反应速率增大， $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 平衡正向移动，使得二氧化碳和氢气的物质的量减小，副反应中反应物的量减少，平衡逆向移动。

(3) ①放电时，正极 CO_2 得电子并与 Na^+ 结合生成 Na_2CO_3 和 C。根据总反应，转移 0.2 mol 电子时，负极消耗 0.2 mol Na，正极生成 0.1 mol Na_2CO_3 和 0.05 mol C，所以两极的质量差为 $0.2\text{mol} \times 23\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.1\text{mol} \times 106\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.05\text{mol} \times 12\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 15.8\text{g}$ 。

29. (除特殊标注外，每空 2 分，共 7 分)

(1) 蛋白质、核酸 (合理即可)

(2) 实验思路：将幼苗甲和幼苗乙栽种在含 NH_4^+ 的土壤中，相同适宜条件培养，一段时间后测定侧根周围土壤的 pH 值，观察侧根分支情况 (3 分)

预测结果：甲根周围土壤的 pH 降低，侧根分支明显，而乙根周围土壤的 pH 无显著变化 (或 pH 未降低)，侧根分支不明显

30. (除特殊标注外，每空 1 分，共 10 分)

(1) 进入组织细胞氧化分解 胰岛素、胰高血糖素 (2 分)

(2) 下丘脑 汗腺分泌增加、毛细血管舒张 (2 分)

(3) 升高 垂体 肾小管和集合管 减少

31. (每空 2 分，共 12 分)

(1) 生产者 能通过光合作用把太阳能固定在所制造的有机物中 (固定 CO_2 ，吸收并转换光能)

(2) 种群 外来物种入侵、过度捕捞、水质恶化 (合理即可)

(3) 速度和方向 生态系统自我调节

32. (每空 2 分，共 10 分)

(1) 组成 siRNA 的五碳糖是核糖，不是脱氧核糖，siRNA 的碱基组成中没有 T，替换成碱基 U；比 DNA 短

(2) ①酶、ATP 不是

②低 MDM2 基因的放射性标记 siRNA 只与该基因的 mRNA 识别、结合，卵巢细胞中检测到的放射性越低，说明该基因表达水平越低，治疗效果越好

(二) 选考题：共 45 分。

33. (15 分)

(1) (5 分) ACD (选对 1 个给 2 分，选对 2 个给 4 分，选对 3 个给 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)

【解析】内能与温度、体积、物质的多少等因素有关，而分子平均动能只与温度有关，故内能不同的物体，它们分子热运动的平均分子动能可能相同，故 A 正确。悬浮在空气中的 $\text{PM}_{2.5}$ 颗粒是粉尘状固体，不是分子，所以它的运动不是分子的运动，是布朗运动，故 B 错误。分子间同时存在着引力和斥力，当分子间距增大时，分子间的引力和斥力都减小，故 C 正确。根据相对湿度的特点可知，空气的相对湿度越大，空气中水蒸气的压强越接近饱和汽压，故 D 正确。根据热力学第一定律可知，气缸中密封的理想气体在被压缩过程中，外界对气体做功，若同时物体向外界放出热量，物体的内能不一定增大，

所以气体分子运动剧烈程度不一定增大，故 E 错误。

(2) (10 分)

解：I. 壶中原来空气的体积 $V_1 = 0.5\text{L}$ ，由玻意尔定律得

$$p_1(nV_0 + V_1) = p_2V_1 \quad \text{①}$$

解得 $n = 15$ 次

最多喷射的液体体积 $\Delta V = nV_0 = 0.75\text{L}$ ②

II. 外界对气体做功 $W = -\frac{p_1 + p_2}{2} \Delta V = -131.25\text{J}$ ③

由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q = 0$ ，所以气体吸热 $Q = 131.25\text{J}$ ④

评分标准：本题共 10 分。正确得出①~⑤式各给 2 分。

34. (15 分)

(1) (5 分) BDE (选对 1 个给 2 分，选对 2 个给 4 分，选对 3 个给 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)

【解析】波速 $v = \frac{\lambda}{T} = 2\text{m/s}$ 。当横波从 $x = 4.0\text{m}$ 处传到 6.0m 处时，所用时间为 $t = \frac{x}{v} = 1\text{s}$ ，

故 A 错误。当 $x = 1\text{m}$ 处的波谷传到 6.0m 处时，该波 6.0m 处的质点第一次到达波谷，所用

时间为 $t = \frac{x}{v} = \frac{5}{2}\text{s} = 2.5\text{s}$ ，故 B 正确。图示时刻，E 质点经过 $\frac{T}{12}$ 到达平衡位置，F 质点经

过 $\frac{T}{6}$ 到达波峰位置，故 C 不正确。3.0s 时间为 $\frac{3}{2}$ 周期，则该波 $x = 1.0\text{m}$ 处的质点从图示

时刻起历时 3.0s 通过的路程是 $6A = 12\text{cm}$ ，故 D 正确。质点 E 从图示时刻起经过 $\frac{T}{4}$ ，通

过的路程为 $s = A(\sin 30^\circ + \sin 60^\circ) = (1 + \sqrt{3})\text{cm}$ ，故 E 正确。

(2) (10 分)

解：I. 光经过立方体表面折射后到达内圆面上的 B 点，由题意可知，入射角为 θ ，折射角为 $\angle OAB = 30^\circ$ ，由折射定律有

$$n = \sqrt{3} = \frac{\sin \theta}{\sin 30^\circ} \quad \text{①}$$

解得 $\theta = 60^\circ$ ②

根据几何关系可得 $x_{AB} = \sqrt{(2R)^2 - R^2} = \sqrt{3}R$ ③

$$\text{根据 } n = \frac{c}{v} \quad (4)$$

$$\text{解得 } v = \frac{c}{\sqrt{3}}$$

$$\text{所以从 } A \text{ 到 } B \text{ 的时间 } t = \frac{x_{AB}}{v} = \frac{3R}{c} \quad (5)$$

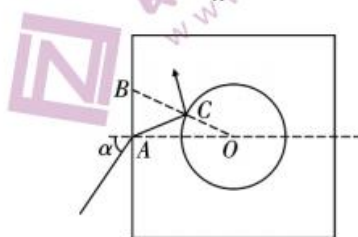
II. 如图光束以入射角 α 由 A 点进入光学元件内折射到内圆面 C 点, 如果 C 点发生全反射, 则光束在球面上的入射角 $\angle ACB$ 等于临界角 C , 则有 $\sin C = \frac{1}{n}$ (6)

$$\text{由正弦定理有 } \frac{\sin \angle ACO}{AO} = \frac{\sin \angle CAO}{CO} \quad (7)$$

$$\text{解得 } \sin \angle CAO = \frac{1}{2\sqrt{3}} \quad (8)$$

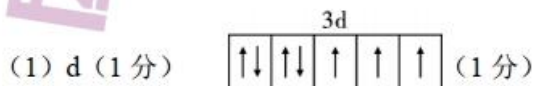
$$\text{由折射率 } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \angle CAO} \quad (9)$$

$$\text{解得 } \sin \alpha = 0.5, \text{ 所以 } \alpha = 30^\circ \quad (10)$$



评分标准: 本题共 10 分。正确得出①~⑩式各给 1 分。

35. (除特殊标注外, 每空 2 分, 共 15 分)



(2) $N > O > C$

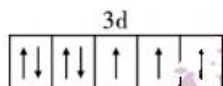
(3) 正四面体形 sp^3

(4) 小于 (1 分) 因为高氯酸 ($HClO_4$) 的非羟基氧原子数目更多

(5) BC

$$(6) \frac{4 \times 62 / N_A}{(4a / \sqrt{3} \times 10^{-10})^3}$$

【解析】(1) 钴是第 27 号元素, 其价层电子是 $3d^7 4s^2$, 其最后一个电子排在 3d 轨道中, 故为 d 区元素。钴原子失去最外层 $4s^2$ 上的 2 个电子成 Co^{2+} , 故其价层电子排布图为



(2) 同周期元素从左到右非金属性逐渐增强, 第一电离能一般也逐渐增大, 但氮元素的价层电子为 $2s^2 2p^3$, 其 p 轨道为半满较难失去第一个电子, 故第一电离能大于 O, 故排序

为 $N > O > C$ 。

(3) ClO_4^- 的中心原子为 Cl 原子，氧原子为 -2 价可视为不提供价电子，因此 Cl 的价电子对为 $(7+1) \div 2 = 4$ (对)，所以为 sp^3 杂化，几何构型为正四面体形。

(4) 含氧酸的非羟基氧原子数目越多其酸性越强。

(5) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 中的 H_2O 分子和钴离子间是配位键， H_2O 分子内 H、O 间是极性共价键。

(6) 据题意可知，Na 离子和 O 离子的最短间距为晶胞体对角线的四分之一，故可知晶胞

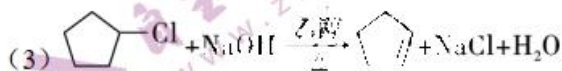
参数为 $\frac{4a}{\sqrt{3}} \text{ pm}$ ，如图可知晶胞中有 8 个 Na 离子和 4 个 O 离子 (相当于 4 个氧化钠)，所

以晶胞密度为 $\frac{4 \times 62 / N_A}{(4a / \sqrt{3} \times 10^{-10})^3} \text{ g/cm}^3$ 。

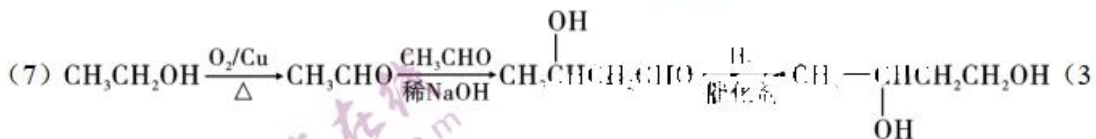
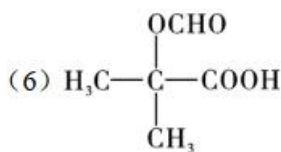
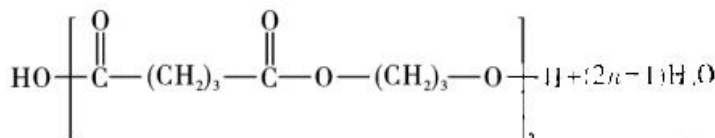
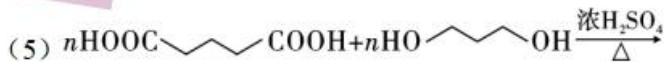
36. (除特殊标注外，每空 2 分，共 15 分)

(1) 环戊烷

(2) 取代反应 (1 分) 氧化反应 (1 分)



(4) $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$



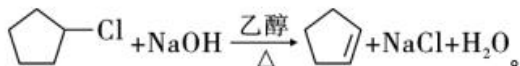
分)

【解析】(1) 依据分子式且只有一种 H，故为环戊烷 

(2) 根据分子式和反应条件判断①、③的反应类型分别为取代反应，氧化反应。

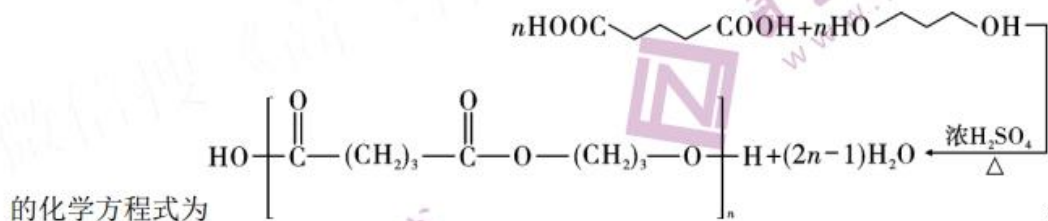
(3) A 的核磁共振氢谱显示只有一种化学环境的氢，A 为环戊烷，B 为一氯环戊烷，根据

B 生成 C 的反应条件可知该反应是消去反应，所以 B 生成 C 的化学方程式为

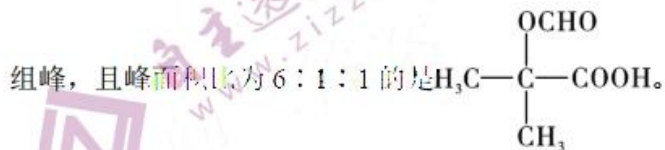


(4) E、F 为相对分子质量相差 14 的同系物，E 是甲醛，所以 F 是乙醛。根据已知信息③可知由 E 和 F 生成 G 是醛基的加成反应，G 的结构简式为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ 。

(5) G 与氢气发生加成反应生成 H，所以 H 的结构简式为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 。C 氧化生成 D，则 D 是戊二酸，结构简式为 $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ，则由 D 和 H 反应生成 PPG



(6) ①能与饱和 NaHCO_3 溶液反应产生气体，说明含有羧基；②既能发生银镜反应，又能发生水解反应，说明含有醛基和酯基，因此是甲酸形成的酯基，核磁共振氢谱显示为 3



37. (除特殊标注外，每空 2 分，共 15 分)

(1) 可以

(2) 尿素 尿素分解菌能利用尿素为氮源，能正常地生长繁殖，而其他微生物不能利用尿素为氮源，生长繁殖受抑制

(3) 稀释涂布平板法 涂布器 酚红 尿素分解菌合成的脲酶将尿素分解成氨，氨会使培养基中碱性增强，酚红指示剂变红 (3 分)

38. (除特殊标注外，每空 2 分，共 15 分)

(1) 诱导小鼠产生能够分泌抗新冠病毒抗体的 B 淋巴细胞

(2) 聚乙二醇 (PEG) 或灭活病毒 3 (1 分)

(3) 既能迅速大量繁殖，又能产生专一抗体 多种 B 抗原与抗体的反应具有特异性

(4) 特异性强，灵敏度高，可大量制备 作为诊断试剂、用于治疗疾病和运载药物

关于我们

自主选拔在线（原自主招生在线）创办于 2014 年，历史可追溯至 2008 年，隶属北京太星网络科技有限公司，是专注于中国拔尖人才培养的升学咨询在线服务平台。主营业务涵盖：新高考、学科竞赛、强基计划、综合评价、三位一体、高中生涯规划、志愿填报等。

自主选拔在线旗下拥有网站门户（官方网址：www.zizzs.com）、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户达百万量级，网站年度流量超 1 亿量级。用户群体涵盖全国 31 省市，全国超 95% 以上的重点中学老师、家长及考生，更有许多重点高校招办老师关注，行业影响力首屈一指。

自主选拔在线平台一直秉承“专业、专注、有态度”的创办公念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供中学拔尖人才培养咨询服务，为广大高校、中学和教研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和全国数百所重点中学达成深度合作，累计举办线上线下升学公益讲座千余场，直接或间接帮助数百万考生顺利通过强基计划（自主招生）、综合评价和高考，进入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力，2019 年荣获央广网“年度口碑影响力在线教育品牌”。

未来，自主选拔在线将立足于全国新高考改革，全面整合高校、中学及教育机构等资源，依托在线教育模式，致力于打造更加全面、专业的新高考拔尖人才培养服务平台。



微信搜一搜



自主选拔在线