

2010年全国初中学生化学素质和实验能力竞赛
(第二十届天原杯)复赛试题

试题说明: 1.本试卷共8页, 满分100分。(附加题供选用)

2.可能用到的相对原子质量:

H:1 C:12 N:14 O:16 Na:23 Mg:24 Si:28 S:32 Cl:35.5 K:39 Ca:40 Fe:56 Cu:64 Zn:65 Ba:137

3.考试时间: 2小时

一、选择题(本题包括15个小题, 每小题2分, 共30分。每小题)

1. 2009年12月在哥本哈根召开了世界气候大会。各国共同协商对策, 以减少温室气体排放量。下列气体中不属于温室气体的是()

A. 甲烷 B. 臭氧 C. 二氧化碳 D. 二氧化硫

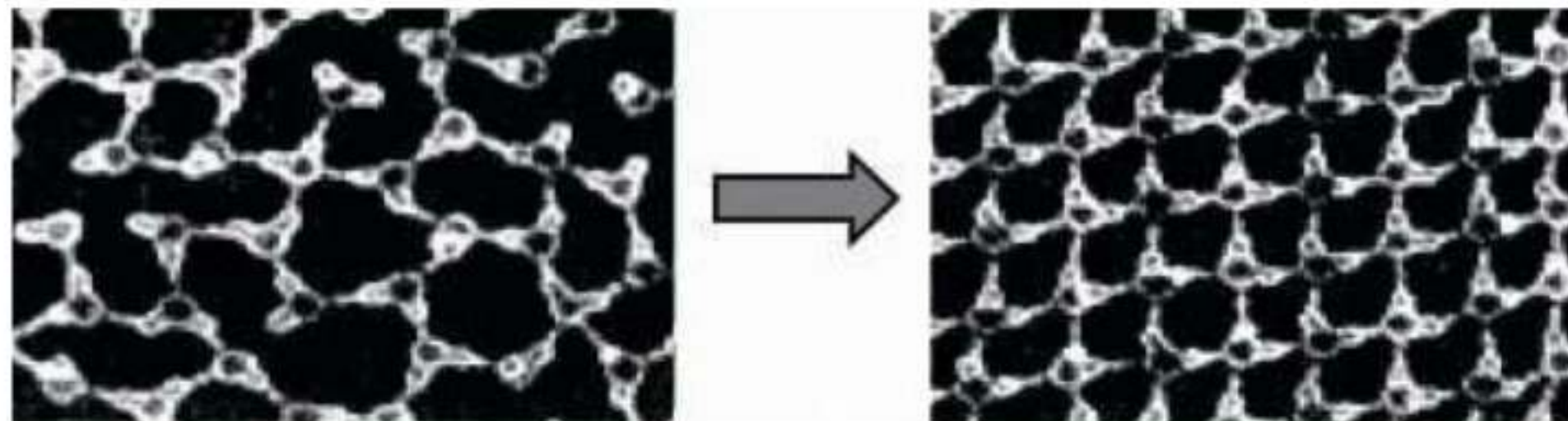
2. 从探测“土卫六”发回的信息中得知“土卫六”酷似地球经常下“雨”, 不过“雨”的成分是液态甲烷。下列叙述中错误的是()

A. 这种“雨”可以作为燃料来提供能量
B. “土卫六”表面的温度比地球表面低
C. “土卫六”上形成了甲烷的气-液循环
D. “土卫六”表面是否存在有机物还无法确定

3. 有一种用实际参加化学反应的离子符号来表示化学反应的式子叫离子方程式, 在离子方程式中, 反应前后的电荷是守恒的。现有如下离子方程式: $\text{RO}_3^{n-} + \text{F}_2 + 2\text{OH}^- = \text{RO}_4^- + 2\text{F}^- + \text{H}_2\text{O}$, 由此可知在 RO_3^{n-} 中, 元素R的化合价是()

A. +4 B. +5 C. +6 D. +7

4. 科学家发现在特殊条件下水能表现出有趣的结构和性质。例如, 在一定条件下给水施加弱电场, 能使水在常温常压下结成冰(俗称“热冰”, 结构见右图)。下列说法正确的是()



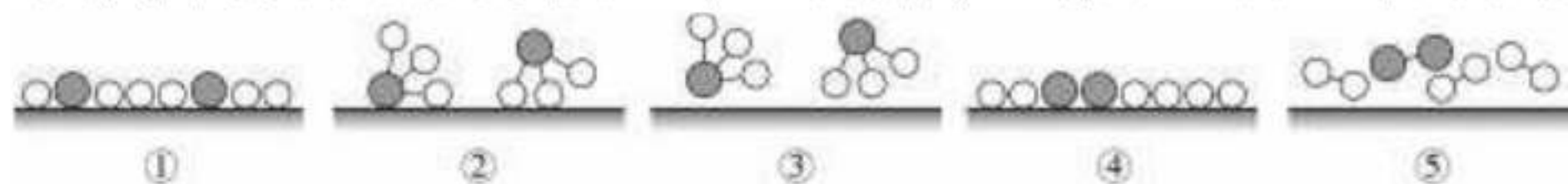
A. 在弱电场下, 水分子的排列从无序转变为有序

B. 水结成“热冰”的过程中原子个数发生变化

C. 上述变化过程中分子之间的间隔没有发生变化

D. 利用该性质, 人们可能在常温常压下建成溜冰场

5. 德国化学家格哈德·埃特尔在固体表面化学的研究中取得了非凡的成就, 其成果之一是揭示了氮气与氢气在催化剂表面合成氨的反应过程(下图所示)。符合上述反应过程的顺序是



()

A. ⑤④①③② B. ④⑤①②③ C. ④⑤①③② D. ⑤④①②③

6. 下列解释不科学的是()

A. 在溶洞中, 当溶有 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 的水液发生分解, 析出固体(在洞顶或洞底), 日久天长

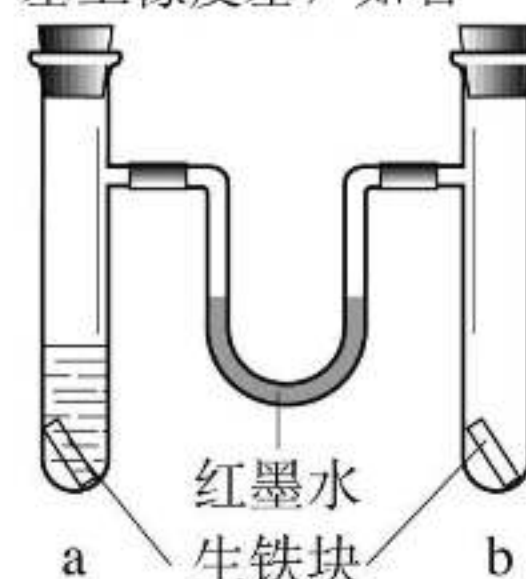
便形成了钟乳石

B. 长期盛放 NaOH 溶液的试剂瓶不易打开，是因为 NaOH 与瓶中的 CO₂ 反应导致瓶内气压小于瓶外大气压的缘故

C. “通风橱”是利用排风扇将橱内废气直接排放到室外的装置，它是一种不完善的防污设施

D. 高压氧舱可治疗煤气中毒，原因是和血红蛋白结合的 CO 跟氧气反应生成无毒的 CO₂

7. 在 a、b 两支试管中加入体积相同的同种生铁块。在 a 中加入食盐水，塞上橡皮塞，如右图。U 型玻璃管内为红墨水（开始时两端液面等高）。放置一段时间后，下列有关叙述错误的是()



A. 生铁块中的主要成分是铁，也含有少量的碳

B. 红墨水柱两边的液面变为左低右高

C. 两试管中铁均被锈蚀

D. a 试管中发生的反应是： $2C+2Fe+3O_2=2FeCO_3$

8. 原子序数在 1~18 之间的四种元素甲、乙、丙、丁，其最外层电子数的总和为 13，甲、乙和丙是具有相同电子层数的相邻元素，则丁一定不是()

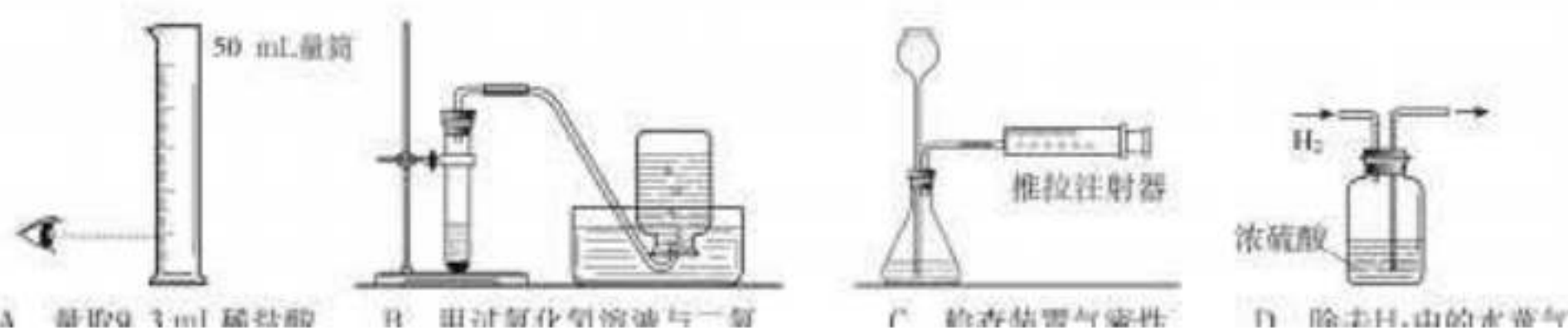
A. 氢

B. 氯

C. 氧

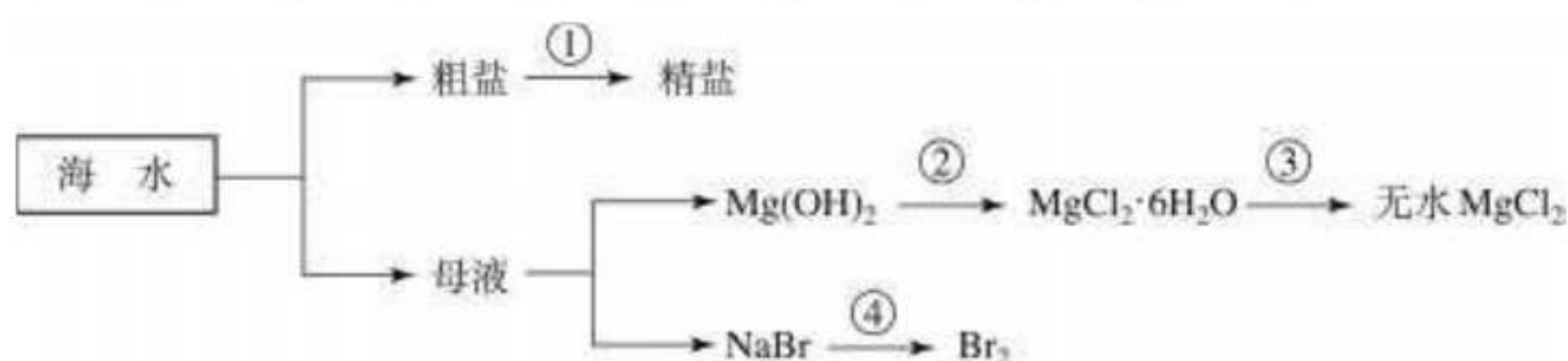
D. 铍

9. 下列装置所示的实验中，能达到实验目的的是



() A. 量取 3 mL 稀硫酸 B. 用注射器配制溶液与一臂 C. 检查装置气密性 D. 除去 H₂ 中的水蒸气

10. 已知所含元素化合价发生变化的反应是氧化还原反应，其中被还原的元素化合价降低，被氧化的元素化合价升高。海洋中有丰富的资源，如下图所示利用海水可获得许多化工产品。下列有关说法正确的是 ()



A. 第①步中除去粗盐中的 SO₄²⁻、Ca²⁺、Mg²⁺等杂质，加入的试剂顺序为：Na₂CO₃ 溶液、NaOH 溶液、BaCl₂ 溶液，过滤后加盐酸

B. 第②步中加入的试剂为 CaCl₂ 溶液

C. 第③步中发生分解反应

D. 在第④步中溴元素被还原

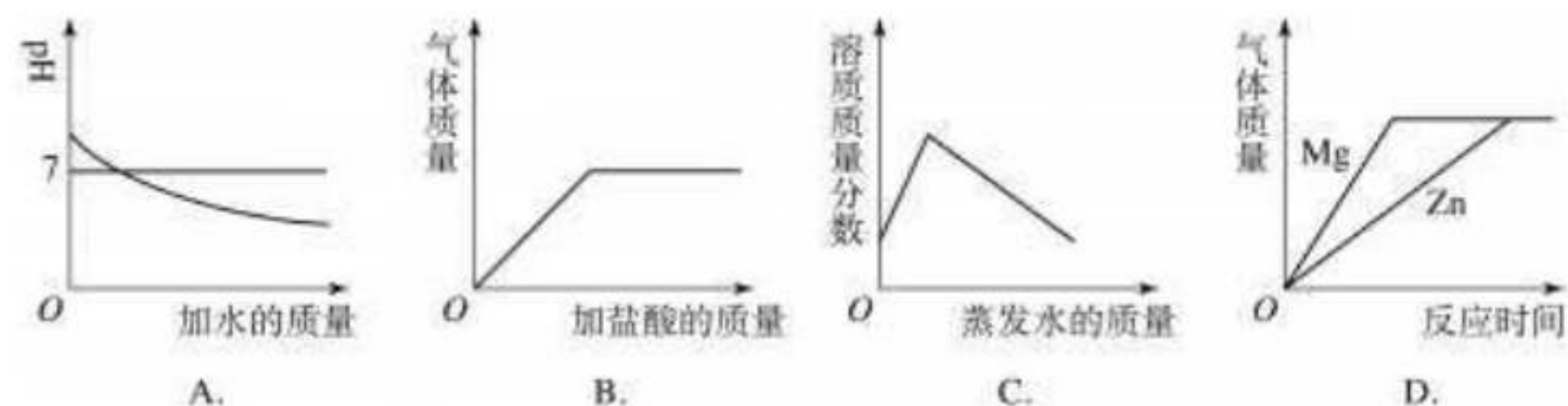
11. 在一个密闭的钢筒内有甲、乙、丙、丁四种物质，在电火花作用下，发生充分反应，测得反应前后各物质的质量如下：

	甲	乙	丙	丁
反应前质量 / g	64	10	1	25
反应后质量 / g	-----	54	37	9

已知甲的相对分子质量为丁的 2 倍，则该反应的化学方程式中甲与丁的化学计量数之比为 ()

- A. 1:2 B. 1:1 C. 2:1 D. 2:3

12. 下列所示的图像能反映相对应实验的是 ()



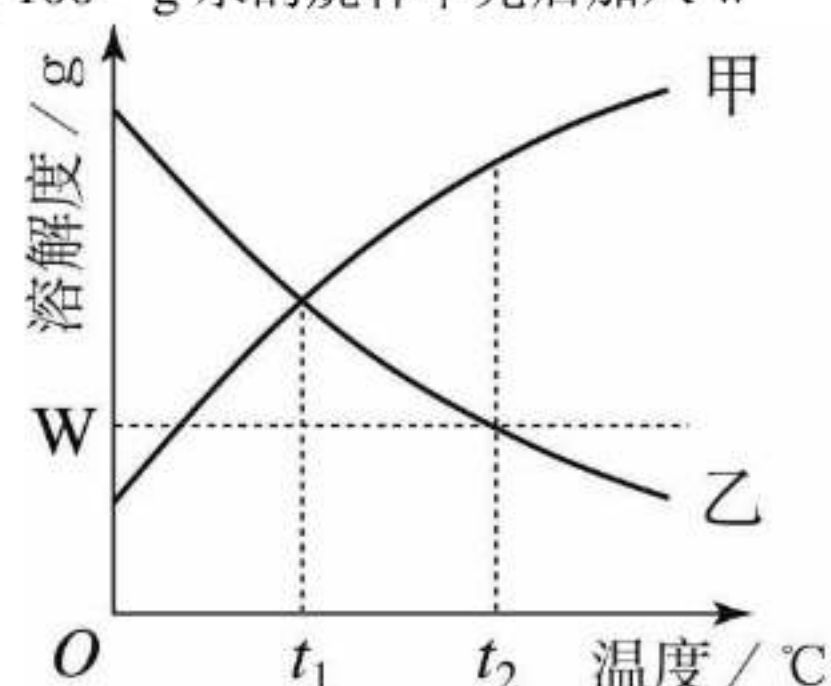
- A. 向 pH=12 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中不断加水稀释
 B. 向碳酸钙固体中逐滴加入稀盐酸至过量
 C. 在 40°C , 将饱和的硝酸钾溶液恒温蒸发水分至有白色晶体析出
 D. 将足量的金属镁片和锌片分别和等质量的相同质量分数的稀硫酸混合

13. 在“绿色化学工艺”中, 最好是反应物中原子全部转化为欲制得的产物, 即原子的利用率为 100%。在用 C_3H_4 (丙炔)合成 $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ (2-甲基丙烯酸甲酯)的过程中, 欲使原子的利用率达到最高, 在催化剂作用下还需要其他的反应物是 ()

- A. CO 和 CH_3OH B. CO_2 和 H_2O C. H_2 和 CO D. CH_3OH 和 H_2

14. 右图是甲、乙两种物质的溶解度曲线。在 $t_2^\circ\text{C}$ 时向盛有 100 g 水的烧杯中先后加入 w g 甲和 w g 乙 (两种物质溶解时互不影响), 充分搅拌。将混合物的温度降低到 $t_1^\circ\text{C}$ 。下列说法正确的是 ()

- A. 甲物质的溶解度随温度升高而减小
 B. 温度降低到 $t_1^\circ\text{C}$ 时, 得到甲、乙的饱和溶液
 C. 温度降低到 $t_1^\circ\text{C}$ 时, 甲、乙的溶质质量分数相等, 得到甲、乙的不饱和溶液
 D. $t_2^\circ\text{C}$ 时, 甲物质的溶液为饱和溶液, 乙物质的溶液为不饱和溶液



15. $t^\circ\text{C}$ 时, 将一定量 KNO_3 的不饱和溶液平均分为三份, 分别恒温蒸发出水的质量为 5 g、10 g、15 g, 析出 KNO_3 晶体的质量依次为 a g、b g、c g, 则 a、b、c 三者的关系为 ()

- A. $c = a + b$ B. $c = 2b - a$ C. $c = a + 2b$ D. $c = 2a - b$

二、填空题 (本题包括 8 个小题, 共 40 分)

16. (3 分) 现有部分常见元素的性质或原子结构如下表:

元素编号	元素性质或原子结构
X	由它形成的某种单质气体的密度约为空气的 1.1 倍
Y	历史上道尔顿曾用 \odot 来作为它的元素符号, 它的单质是最轻的气体
Z	由它组成的某种单质是细鳞片状的很软的固体, 有金属光泽和滑腻感
W	K 层和 M 层电子数之和等于 L 层的电子数

- (1) 元素 X 和 Y 能形成原子个数比为 1:1 的化合物, 其化学式为_____。
 (2) 写出元素 Z 组成的这种单质的一种用途_____。
 (3) 元素 W 可形成一种单质, 其式量为 256, 该单质的化学式为_____。

17. (3 分) 汽车安装的排气净化器的技术核心是使用高效催化剂, 使废气中的 CO 和 NO_x 在催化剂表面进行氧化还原反应。

- (1) 写出氮氧化物(用 NO_x 表示)跟 CO 反应转化为无毒物质的化学方程式。
- (2) 若汽车尾气中含有 38 g NO 和 NO_2 的混合物, 经过充分转化后生成无毒物质的质量(m)范围是 (计算结果保留 1 位小数)。

18. (7 分) 现测得二氧化碳在空气中的含量为 0.038%, 当其含量超过 0.05% 时就会加剧温室效应。所以人们一方面想限制其排放量, 另一方面又想对它进行再利用。

(1) 目前有以超临界(一种介于气态和液态之间的状态) CO_2 作致冷剂(以前曾用氟利昂), 这种做法对环境的积极意义在于。

(2) 有科学家提出回收利用 CO_2 的构想: 把空气吹入碳酸钾溶液, 从溶液中提取出 CO_2 , 又在合成塔使之变为燃料甲醇(CH_3OH)。该技术流程如下:



(说明: 吸收池中盛有饱和的 K_2CO_3 溶液, 合成塔内的反应条件为 300°C 、 200kPa 和催化剂。)

- ① 合成塔中反应的化学方程式为。
- ② 请在上述流程图中找出循环利用的物质(标出物质名称和循环方向)。
- ③ 如果空气不经过吸收池和分解池, 而是直接通入合成塔, 你认为可行吗? 并简述理由。
- ④ 若生产 4.8 吨甲醇, 则可回收空气中的 CO_2 吨。

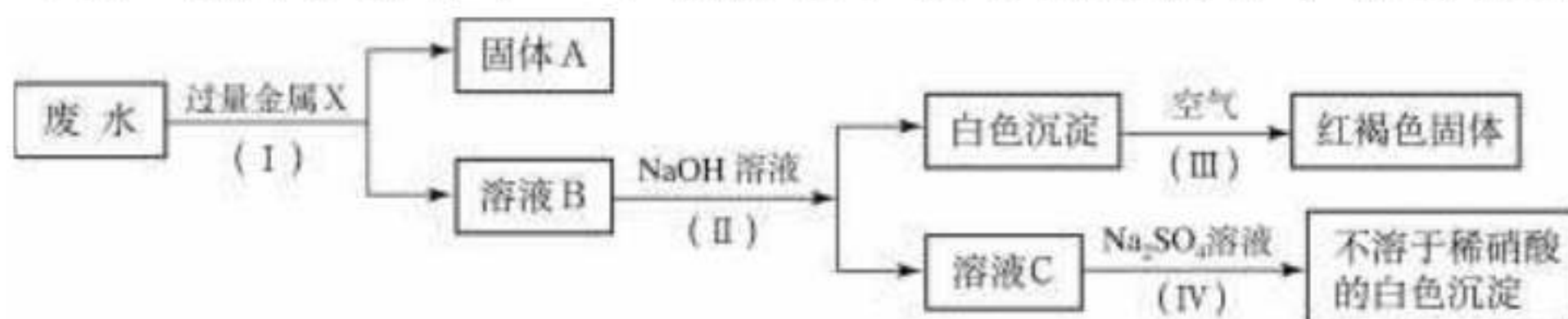
19. (5 分) 有核电荷数小于 18 的 A、B、C、D 四种元素, A 元素组成的单质是清洁能源; B 单质的体积在空气中占 21%; C 原子有 3 个电子层, 最内层电子数是最外层的 2 倍; D 元素是农作物生长所需要的营养元素, 其组成的单质可以被豆科植物的根瘤菌吸收、利用。

- (1) 写出 B、D 元素的名称: B, D。
- (2) 写出 A、B 可能形成化合物的化学式、。
- (3) 写出由 A、B、D 三种元素组成的两种化合物之间发生中和反应的化学方程式。
- (4) 活泼性强的金属氢化物的化学式可表示为 MH_n , 它与水剧烈反应生成碱和 A 的单质, 请写出 C 的氢化物与水发生反应的化学方程式。

20. (6 分) 某化工厂排出的废水透明、澄清、略显蓝色。一同学取少量废水, 用盐酸酸化, 有白色沉淀生成(不溶于稀硝酸)。过滤, 将所得的滤液分成两份, 一份滤液中加入稀硫酸, 也有白色沉淀生成(不溶于稀硝酸); 另一份滤液中加入足量 NaOH 溶液, 产生蓝色沉淀。已知白色的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 固体在潮湿的空气中可生成红褐色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。试回答:

(1) 过滤后, 向滤液中滴加 NaOH 溶液, 开始时观察不到蓝色沉淀, 原因是:

(2) 该同学设计了一个从废水中除去重金属离子的实验方案如下:



- ① 固体 A 中一定含有的物质为 (写化学式)。
- ② B 溶液中的溶质一定含有 (写化学式)。

21. (6 分) 某校化学兴趣小组在课外活动中, 对某溶液进行了多次检验, 其中 3 次检验的结果如下表所示。

序号	溶液中检验出的物质
1	KCl、K ₂ SO ₄ 、Na ₂ CO ₃
2	Na ₂ SO ₄ 、BaCl ₂ 、K ₂ CO ₃
3	Na ₂ SO ₄ 、KCl、K ₂ CO ₃

阅读上表后回答：

(1) 表中第_____次结果肯定不准确。

(2) 为验证其他 2 次检验结果中是否存在 SO₄²⁻、CO₃²⁻和 Cl⁻，又进行以下操作：①加入过量的_____（填物质名称，下同），目的是检验_____并将其除去；②加入_____溶液，过滤；③向滤液中加入_____溶液。该小组同学查阅资料后，发现可以利用焰色反应来确定溶液中存在的阳离子。

(3) 通过上述实验，该小组还是觉得无法确定其他 2 次检验结果中哪一次是正确的，你认为可能的原因是_____。

22. (4 分) 金属镁可与热水反应生成氢氧化镁，所得溶液呈碱性，可使酚酞溶液显红色。某同学将镁条放在水中煮沸，趁热取出部分溶液，滴加酚酞溶液，变为红色，放置在空气中一段时间后，发现溶液的红色褪去了。

(1) 溶液的红色褪去说明溶液的碱性_____；

(2) 据你推测，导致溶液碱性变化的原因是：_____。

(3) 设计一个实验来验证你的一种推测，简要说明操作、现象及结论。

23. (6 分) 两种抗胃酸药剂的主要成分及建议每次剂量见下表：

主要成分	NaHCO ₃	Mg(OH) ₂
主要成分相对分子质量	84	58
建议每次剂量/g	0.5	0.3

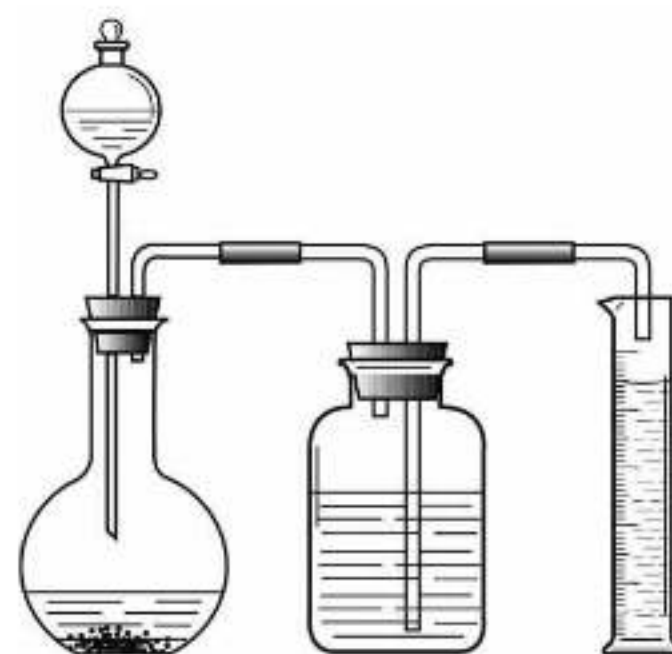
(1) 医生建议胃溃疡患者尽可能不要服用 NaHCO₃ 的可能原因是：_____。

(2) 服用 Mg(OH)₂ 的药效比服用 NaHCO₃“强”而且“持久”的可能原因是：_____。

(3) 服用 Mg(OH)₂ 的患者可能出现“轻泻”的原因是：_____。

三、实验题(本题包括 3 个小题，共 20 分)

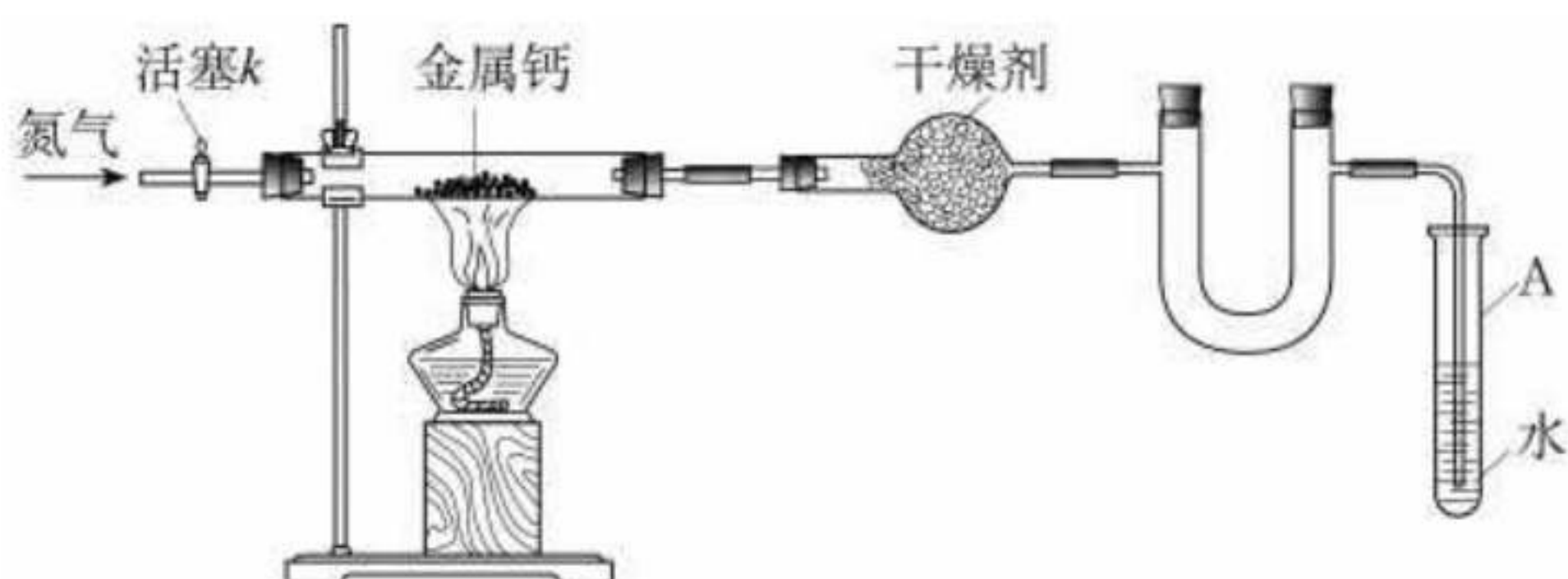
24. (4 分) 某兴趣小组用右图所示装置收集并测量反应产生的气体及其体积。若用该装置制取氢气，通过分液漏斗中加入 30 mL 稀盐酸，与平底烧瓶中盛放的 0.65 g 锌粒充分反应(盐酸足量)，已知该温度下氢气的密度为 0.0892 g/L，应能收集到_____ mL 的氢气？3 次实验收集到的氢气体积的平均值约为 242 mL。你认为造成这种实验误差的主要原因是_____。



25. (4 分) 你认为下列有关化学实验的叙述是否正确？(在“结论”栏中填“是”或“否”)

序号	实验现象或数据	结论
1	分别加热溶质的质量分数为 1%的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 溶液，观察气泡的生成可区分出这两种溶液	
2	用 pH 试纸测定一杯敞口久置于空气中的蒸馏水的 pH 为 6	
3	配制溶质的质量分数为 1%的澄清石灰水备用	
4	用排水法收满 3 瓶（每瓶 250 mL） O_2 [$\rho(\text{O}_2)=1.43 \text{ g/L}$]，需称取的氯酸钾的质量为 2.74 g	

26. (12 分) 龙海实验学校初三兴趣小组利用如下装置（部分固定装置已略去）制备氮化钙，并探究其化学式（实验式）。



- (1) 按图连接好实验装置。检查装置气密性的方法是_____。
- (2) 反应过程中末端导管必须插入试管 A 的水中，目的是_____。
- (3) 制备氮化钙的操作步骤是：①打开活塞 k 并通入 N_2 ；②点燃酒精灯，进行反应；③反应结束后，_____；④拆除装置，取出产物。
- (4) 数据记录如下：

空硬玻璃管质量 m_0/g	硬玻璃管与钙的质量 m_1/g	硬玻璃管与产物的质量 m_2/g
114.8	120.8	122.2

- ①计算得到化学式（实验式） Ca_xN_2 ，其中 $x=$ _____。
- ②若通入的 N_2 中混有少量 O_2 ，如上计算得到的 x _____ 3（填写“>”、“=”、“<”），判断依据是：_____。

得分	评卷人

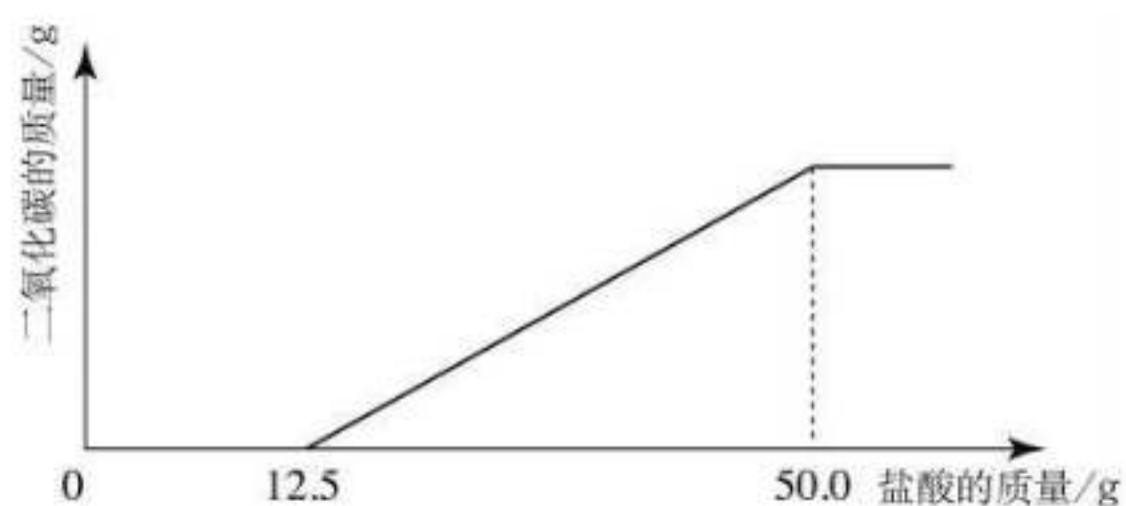
四、计算题(本题包括 2 个小题，共 10 分)

27. (4 分) 为确定氨的组成，在一定温度、压强下进行如下实验：取 20 mL 氨，设法使它完全分解为 N_2 和 H_2 ，体积为 40 mL。加入 20 mL O_2 ，当 H_2 和 O_2 完全化合成水，剩余气体体积为 15 mL（已知一定温度、压强下一定体积各种气体中的分子数相同）。请根据以上数据确定氨的分子式。

28. (6分) 取 50.00 g 某质量分数浓度的 NaOH 溶液, 向其中通入二氧化碳气体后, 再向溶液中逐滴滴入 18.25% 的盐酸, 产生 CO₂ 气体的质量 (假设反应后 CO₂ 完全逸出) 与所加的盐酸体积之间的关系如右图所示。(保留两位小数)

(1) 计算原 NaOH 溶液的质量分数浓度。

(2) 求 NaOH 溶液中通入 CO₂ 后, 所得溶液中的溶质及其质量。(保留两位小数)



附加题 (10分) 已知钠与水反应的化学方程式为: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$ 。质量均为 m g 的钠、镁、锌三种金属分别与 25 g 质量分数为 19.6% 的稀硫酸反应。

(1) 由于金属的量不确定, 产生的氢气的质量大小有多种可能 (不考虑镁与水的反应), 如镁、锌产生氢气的质量相同且都小于钠产生的氢气质量的情况表示为 $\text{Na} > \text{Mg} = \text{Zn}$ 。请按以上表示, 写出所有可能情况。

(2) 试确定, 当产生的氢气的质量大小为 $\text{Na} > \text{Mg} = \text{Zn}$ 时, m 的取值范围_____。

(3) $m = 4.6$ 时, Zn 与酸反应产生 H_2 的质量与金属质量 (m) 的关系如下图。请在图中再画出钠和镁二种金属分别与酸反应产生 H_2 的质量与金属质量 (m) 的关系图线。(在图线上用元素符号注明)

