

# 第六届全国中学生数理化学学科能力展示活动

## 九年级化学解题技能展示试题(A卷)

考生须知:

1. 本试卷考试时间为120分钟,满分120分。
2. 选择题答案填在指定表格内,其他各题答案均须用蓝色或黑色签字笔按规定要求在相应空白处作答,书写要规范。

3. 请将个人信息完整填写在密封线内。

4. 成绩查询:2014年1月5日起,考生可通过活动官方网站——“理科学科能力评价网”(www.xkslh.com)查询自己的分数及获奖情况。

总分	
----	--

相对原子质量: H 1 C 12 O 16 N 14 Na 23 Cl 35.5 S 32 Mg 24

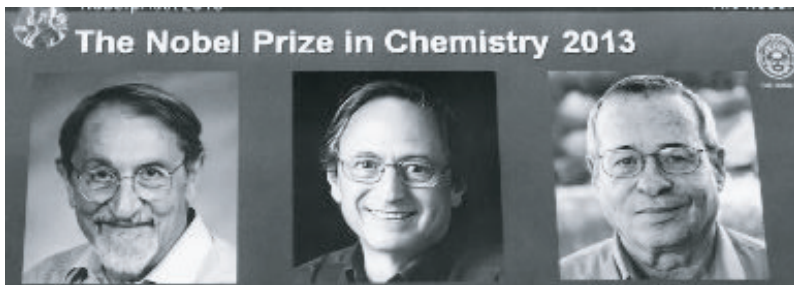
提示: 1. 在一定温度下,向一定量溶剂(水)里加入某种物质,当该物质不能继续溶解时,所得的溶液叫做这种物质的饱和溶液。 2. 物质在水里的溶解度:在一定温度下,某固态物质在100g水中达到饱和状态时所溶解的质量。

### I卷(选择题部分共45分)

本题得分		评卷人					
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	

一、选择题(本题包括15个小题,每小题3分,共45分。每小题有1个或2个选项符合题意,全对得3分,漏选得1分,错选不得分。)

1. 2013年10月9日,在瑞典首都斯德哥尔摩,瑞典皇家科学院宣布,将2013年诺贝尔化学奖授予三名美国科学家,以表彰他们哪方面的研究贡献( )。



- A 准晶体； B G 蛋白偶联受体；  
C 发展复杂化学体系多尺度模型； D 人工合成牛胰岛素

2. “低能耗”“低废水”“低废弃物”是低碳理念的重要内涵. 下列各项做法不符合低碳理念的是( ).

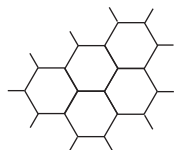
- A 推广利用太阳能； B 家庭电器长期处于待机状态；  
C 循环使用生活用水； D 回收有机垃圾用于生产沼气

3. 由反应物粒子一步直接实现的化学反应称为基元反应. 某化学反应是通过三步基元反应实现的: ①  $Ce^{4+} + Mn^{2+} \rightarrow Ce^{3+} + Mn^{3+}$ ; ②  $Ce^{4+} + Mn^{3+} \rightarrow Ce^{3+} + Mn^{4+}$ ; ③  $Ti^{+} + Mn^{4+} \rightarrow Ti^{3+} + Mn^{2+}$ . 由此可知, 该反应的催化剂是:( ).

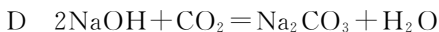
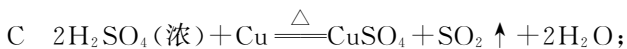
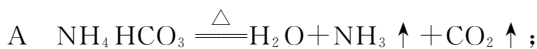
- A  $Ce^{4+}$ ; B  $Ti^{3+}$ ; C  $Mn^{3+}$ ; D  $Mn^{2+}$

4. 石墨晶体结构如右图所示, 每一层由无数个正六边形构成. 则平均每个正六边形所占有的碳原子数目为( ).

- A 6; B 4; C 3; D 2



5. 在初中化学中, 将氧化还原反应定义为得氧与失氧的反应, 事实上, 有相当多的化学反应不存在氧的得失, 但同样属于氧化还原反应. 所以将化学反应中同种元素间存在化合价变化作为氧化还原反应的定义更为合理. 根据以上信息, 判断下列反应中属于氧化还原反应的是( ).



6. 下面列出了一定温度下每立方厘米活性炭所能吸附的常见气体的体积, 分析下面的数据与气体的组成、性质等的关系, 你认为下列结论正确的是( ).

气体	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>
气体的沸点(°C)	-252	-78	-183	-196	-34
被吸附的体积(mL)	4.5	97	35	11	494

- A 气体分子中所含原子个数多时, 气体易被吸附;  
B 沸点越高的气体, 越易被吸附;  
C 气体是化合物时, 易被吸附;  
D 气体的相对分子质量越大, 越易被吸附

7. 芬太奴是强有力的麻醉剂, 在军事上作为“非致命武器”曾被用作解救人质, 其化学式为 C<sub>20</sub>H<sub>24</sub>N<sub>2</sub>O, 下列关于芬太奴的说法中正确的是( ).

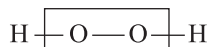
- A 芬太奴的每一个分子中含有 47 个原子;  
B 芬太奴是国际禁用的杀伤性武器;  
C 芬太奴是由碳、氢、氧、氮四种元素组成的物质;  
D 芬太奴中碳、氢、氧、氮四种元素的质量比为 120:12:7:8

8. 许多同学喜欢吃家庭腌制的小菜. 腌制小菜的一般方法是: 将食盐、香料等一起放入水中煮制得浓盐水, 盐水冷却后放入洗净待腌制的鲜菜, 腌制过程中还要不断打开缸盖晒缸并及时补充食盐, 一段时间后, 即得成品小菜. 若室温时食盐的溶解度为 36g, 关于小菜腌制过程中的下列说法, 错误的是( ).

- A 煮制浓盐水时, 10 kg 水最多可得到浓盐水 13.6 kg;

- B 腌菜的过程中,原来的浓盐水会逐渐变稀;  
 C 晒缸的目的防止腌菜腐败变质,二是促使水分蒸发以保持盐水的浓度;  
 D 补充食盐的目的是保持盐水的浓度,以利于食盐往蔬菜中渗透

9. “物质的结构决定性质,物质的性质决定用途”. 过氧化氢是一种常用杀菌消毒剂,其原因是过氧化氢分子中含有一种叫“过氧基”的结构(方框框出部分). 据此推测下列物质中,可作杀菌消毒剂的是( ).



- A  $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ ;    B  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ;    C  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ;    D  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ | \quad || \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

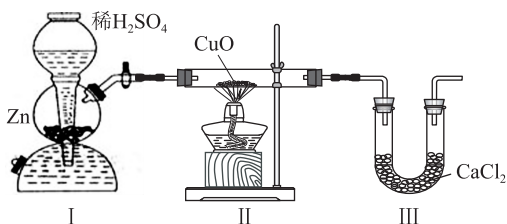
10. 已知:  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ . 某种混合气体中可能含有  $\text{N}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{CO}$ , 将混合气体依次通过  $\text{NaHCO}_3$  溶液和灼热的  $\text{CuO}$ , 气体体积无变化但是有红色物质生成; 再通过  $\text{NaOH}$  溶液, 气体体积明显减小; 将燃着的木条伸入装有剩余气体的集气瓶中, 木条熄灭(假设每步反应都是完全的), 则下列说法中正确的是( ).

- A 一定有  $\text{CO}$  和  $\text{HCl}$ , 肯定无  $\text{N}_2$ ;    B 一定有  $\text{CO}$  和  $\text{N}_2$ , 可能有  $\text{HCl}$ ;  
 C 一定有  $\text{CO}$  和  $\text{HCl}$ , 可能有  $\text{N}_2$ ;    D 一定有  $\text{CO}$  和  $\text{N}_2$ , 肯定无  $\text{HCl}$

11. According to the nitrogen element chemical valence, we put the five kinds of chemical substances in this order from top to bottom: ①  $\text{N}_2\text{O}_5$ , ② X, ③  $\text{N}_2\text{O}_3$ , ④  $\text{N}_2$ , ⑤  $\text{NH}_3$ . So which one of the following options may be the X? ( ).

- A  $\text{NO}_2$ ;    B  $\text{NaNO}_2$ ;    C  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;    D  $\text{N}_2\text{O}$ ;

12. 用右图装置测定水中氢、氧元素的质量比, 其方法是分别测定通入氢气前后玻璃管的质量差和 U 形管的质量差, 实验测得  $m(\text{H}) : m(\text{O}) > 1:8$ . 下列对导致这一结果的原因分析中, 一定错误的是( ).



- A I、II 装置之间缺少干燥装置;  
 B III 装置后缺少干燥装置;  
 C II 装置中玻璃管内有水冷凝;  
 D  $\text{CuO}$  没有全部被还原

13.  $t^\circ\text{C}$  时将一定量 A(不含结晶水)的不饱和溶液均分为三份, 分别加热蒸发, 然后冷却至  $t^\circ\text{C}$ . 已知三份溶液分别蒸发水 10 g、20 g、30 g, 析出 A 依次为 a g、b g、c g, 则 a、b、c 三者的关系是( ).

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

14. 不久前, 日本某一材料研究所的科学家发明了一种“碳纳米管温度计”, 这种温度计被认定是目前世界上最小的温度计. 研究人员在长约  $10^{-6}$  m, 直径为  $10^{-7}$  m 的碳纳米管中充入液态的金属镓. 当温度升高时, 管中镓就会膨胀, 通过电子显微镜就能读取温度值. 这种温度计测量的范围可从  $30^\circ\text{C}$  到  $490^\circ\text{C}$ , 并且精确度较高, 可用于检查电子线路是否异常、测量毛细血管的温度等许多方面. 根据以上信息判断下列推测中正确的是( ).

- A 碳纳米管的体积在  $10^\circ\text{C}$  至  $500^\circ\text{C}$  之间随温度变化很小, 可忽略不计;  
 B 金属镓的熔点、沸点都很低;  
 C 在  $30^\circ\text{C}$  至  $490^\circ\text{C}$  之间金属镓的体积与温度变化呈反比;  
 D 金属镓的体积在  $30^\circ\text{C}$  至  $490^\circ\text{C}$  之间随温度变化很小, 可忽略不计

15. 当汽车尾气产生的  $\text{NO}_2$  在日光照射下分解成为  $\text{NO}$  和氧原子时, 即开始光化学烟雾的循

环,不断地产生  $O_3$ 。这个循环包括下列 3 个化学方程式: (1)  $NO_2 = NO + O$ ; (2) \_\_\_\_\_; (3)  $O + O_2 = O_3$ , 则(2)中的化学方程式是( )。

- A  $NO + O = NO_2$ ;      B  $2NO + O_2 = 2NO_2$ ;  
C  $O_3 = O + O_2$ ;      D  $2N_2 + 2O_3 = 4NO + O_2$

## II 卷 (非选择题部分 共 75 分)

### 二、填空题 (本题包括 4 个小题,共 30 分)

16. (4 分)在许多古诗词和成语中,蕴藏了一些物质的性质和化学现象,体现了化学之美。请用化学知识回答下列问题:

本题得分	评卷人

(1)刘禹锡《浪淘沙》中的:“美人首饰侯王印,尽是沙中浪底来”,与哪一种金属的性质有关? \_\_\_\_\_。刘长卿《酬张夏》中的:“水声冰下咽,沙路雪中平”,描绘了哪种物质的不同状态? \_\_\_\_\_。从王安石《梅花》中的:“墙角数枝梅,凌寒独自开,遥知不是雪,为有暗香来”,可以知道什么是运动的? \_\_\_\_\_。

(2)以下过程中可能涉及化学变化的是 \_\_\_\_\_。

- a. 水落石出;    b. 百炼成钢;    c. 滴水成冰;    d. 水滴石穿;    e. 木已成舟

17. (3 分)高温煅烧碱式碳酸镁可以得到  $MgO$ 。取碱式碳酸镁 4.66 g,高温煅烧至恒重,得到固体 2.00 g 和标准状况下  $CO_2$  1.76g,则碱式碳酸镁的化学式为 \_\_\_\_\_。

18. (9 分)有一包固体混合物,其中含硝酸钠和某一不溶性杂质,将其投入一定量的水中,使其充分溶解,所得结果如下表:

温度( $^{\circ}C$ )	10	40	75
剩余物质的质量(g)	201	132	72

附:硝酸钠溶解度表:

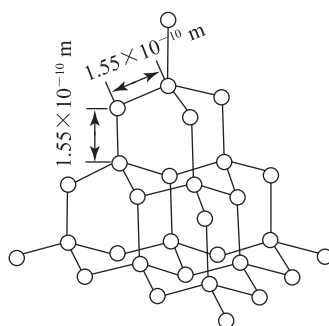
温度/ $^{\circ}C$	10	25	40	50	55	60	65	75	80
溶解(g/100g 水)	81	92	104	114	117	124	130	150	166

问:(1)该实验用水的质量为 \_\_\_\_\_?

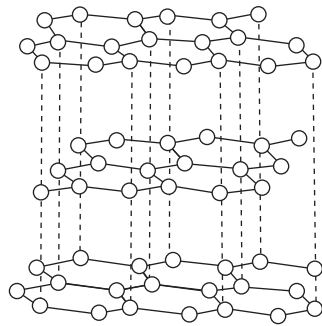
(2)原固体混合物中含硝酸钠的质量为 \_\_\_\_\_?

(3)欲完全溶解原固体混合物中的硝酸钠,所需最低温度是 \_\_\_\_\_?

19. (14 分)碳元素有多种同素异形体,其中金刚石和石墨是常见的两种。人们在生产和科学研究中发现了一个普遍规律,物质的能量越低越稳定,化学变化从能量变化的角度来分析,就是由高能物质向低能量物质转化,如要使化学变化反向进行,则必须控制一定的条件。众所周知,天然金刚石是罕见的,而石墨则在自然界中含量较多。由实验可知,如果要实现石墨转化为金刚石的转化,则至少要在温度 1700 K 和压强  $6 \times 1.01 \times 10^8$  kPa 的条件下进行,而且还要一种催化剂。1954 年,霍尔首先在有 FeS 存在的条件下制得金刚石。有一种观点认为从石墨到金刚石结构转化过程中,石墨碳原子间的链不发生断裂,而是在催化剂的作用下,按一定的方向移动直接转化为金刚石的结构,这种转化的前后结构如图所示。试回答下列问题:



金刚石的晶体结构示意图



石墨的晶体结构示意图

在自然界中含量较多。由实验可知,如果要实现石墨转化为金刚石的转化,则至少要在温度 1700 K 和压强  $6 \times 1.01 \times 10^8$  kPa 的条件下进行,而且还要一种催化剂。1954 年,霍尔首先在有 FeS 存在的条件下制得金刚石。有一种观点认为从石墨到金刚石结构转化过程中,石墨碳原子间的链不发生断裂,而是在催化剂的作用下,按一定的方向移动直接转化为金刚石的结构,这种转化的前后结构如图所示。试回答下列问题:

(1) 根据题中所述,可知金刚石的能量\_\_\_\_\_ (填高于、低于或等于)石墨的能量。

(2) 霍尔在制金刚石时所用的 FeS 的作用是\_\_\_\_\_。

(3) 从图示可看出,金刚石是一种空间网状晶体,每个碳原子结合另外\_\_\_\_\_个碳原子。晶体中每一个最小的封闭的环上有\_\_\_\_\_个碳原子。

(4) 合成的金刚石夹杂了石墨,要得到纯净的金刚石,需要用高氯酸( $\text{HClO}_4$ )来清洗掉石墨,产物除  $\text{H}_2\text{O}$  是液体外,其余都是气体,其中一种是无色无毒的化合物,另一种是有色有毒的氯气。则用高氯酸清除石墨的化学反应方程式为:\_\_\_\_\_。

(5) 发生过火山爆发的地方,在火山口喷口附近的熔岩渣中有可能找到\_\_\_\_\_ (填金刚石或石墨)。

本题得分	评卷人

### 三、实验题 (本题包括 3 个小题,共 25 分)

20. (8 分)泡菜是我国北方人民广泛喜爱的一种菜肴,但在腌制过程中,由于一些硝酸盐还原菌的作用,会产生一定量的亚硝酸盐。某校自然科学课外研究小组为了了解泡菜在腌制过程中亚硝酸盐含量变化及其高峰期出现的时间,以及用加热煮沸过的  $\text{NaCl}$  溶液腌制的泡菜中亚硝酸盐含量变化的情况进行了如下 2 次实验,2 次均用容量相同的 1、2、3 号泡菜坛。

(1) 第 1 次在 1、2、3 号泡菜坛中,分别加入质量分数为 10% 的  $\text{NaCl}$  溶液和 0.6 kg 的新鲜莲花菜;

表 1 泡菜腌制过程中亚硝酸盐含量的变化(未加热)

时间	亚硝酸盐含量(mg/kg)		
	1 号坛	2 号坛	3 号坛
封坛前	0.15	0.15	0.15
第 4 天	0.6	0.2	0.8
第 8 天	0.2	0.1	0.6
第 12 天	0.1	0.05	0.2
第 16 天	0.1	0.05	0.2

(2) 第 2 次在 1、2、3 号泡菜坛中,分别加入煮沸过的质量分数为 10% 的  $\text{NaCl}$  溶液和 0.6 kg 的新鲜莲花菜;

(3) 封坛前分别测量各坛中液体未加热和煮沸后亚硝酸盐的含量;

(4) 用水封坛,放在  $15\sim 20^\circ\text{C}$  环境中;

(5) 以后每隔 4 天测量一次,所得数据见表 1 和表 2。

表 2 未加热和加热情况下亚硝酸盐含量的对比

时间	亚硝酸盐含量(mg/kg)					
	未加热			加热煮沸后		
	1 号坛	2 号坛	3 号坛	1 号坛	2 号坛	3 号坛
封坛前	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
第 4 天	0.6	0.2	0.8	0.6	0.2	0.8
第 8 天	0.2	0.1	0.6	0.2	0.1	0.6
第 12 天	0.1	0.05	0.2	0.1	0.05	0.2
第 16 天	0.1	0.05	0.2	0.1	0.05	0.2

请根据上述情况,回答下列问题:

(1) 在该项研究中,要选用同样处置的 3 只坛的目的是什么?

(2) 请根据表 1 中的数据,以时间为横坐标、亚硝酸盐含量为纵坐标,绘制 3 只坛内亚硝酸盐含量随时间变化的趋势图。

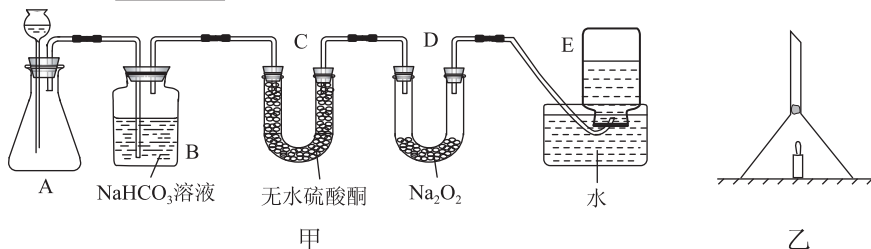
(3) 根据(2)中所绘曲线及表 1、表 2 中的数据,你可以推理出什么结论?(至少写出 3 条)

(4) 该项研究的设计存在着一个较明显的缺陷,你认为是什么?

21. (10分) 某课外小组查阅到：“过氧化钠( $\text{Na}_2\text{O}_2$ )是种淡黄色粉末，它能和二氧化碳发生反应，同时放出大量热”。于是他们设计了以下三个探究实验：

【实验1】用嘴通过玻璃管对着包有过氧化钠粉末的棉花吹气，发现棉花剧烈燃烧，将燃烧后的灰烬溶于水，加入盐酸会产生能使澄清石灰水变浑浊的气体。据此推断过氧化钠和二氧化碳两种物质反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

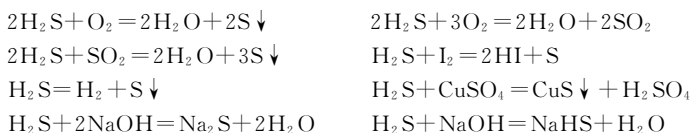
【实验2】按图甲所示完成装置连接(装置气密性良好)。A中装人稀盐酸和大理石，则B装置的作用是\_\_\_\_\_；反应一段时间后(此时样品仍呈淡黄色)，将带火星的木条伸入E中收集到的气体，发现木条马上熄灭。于是他们对此展开争论：甲认为可能是二氧化碳过量，E中收集到的气体中含有大量二氧化碳；乙认为是二氧化碳被干燥后根本不能和过氧化钠反应，E中收集到的气体全部是二氧化碳。则\_\_\_\_\_观点是正确的，为了证实这个观点，此时可以采取的简便验证方法是\_\_\_\_\_。



【实验3】在证实上述观点后，他们又设计了一个实验，装置如图乙。将一团包有过氧化钠粉末的棉花塞在漏斗管中，下方点燃一支短蜡烛(蜡烛火焰与棉花不接触)，则棉花会燃烧起来吗？\_\_\_\_\_并简要说明理由。\_\_\_\_\_

22. (7分) 下面是关于硫化氢的部分文献资料：

资料：常温常压下，硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ )是一种无色气体，具有臭鸡蛋气味，1L饱和硫化氢溶液中溶有3.4g  $\text{H}_2\text{S}$  气体。硫化氢有剧毒，经黏膜吸收后危害中枢神经系统，对心脏等多种器官造成损害。硫化氢的水溶液称氢硫酸(弱酸)，长期存放会变浑浊，硫化氢及氢硫酸能发生的反应主要有：

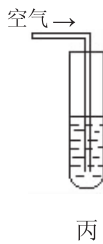
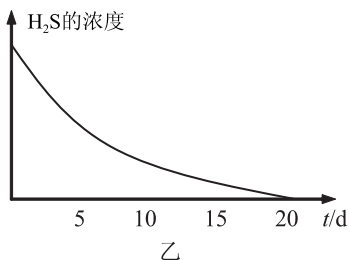
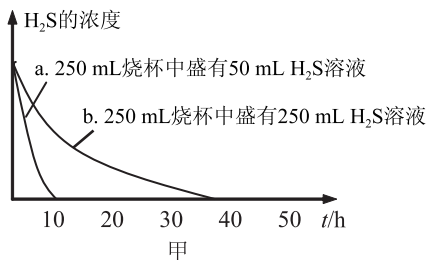


某研究性学习小组对资料中“氢硫酸长期存放会变浑浊”这一记载十分感兴趣,为了探究其原因,他们分别做了如下实验:

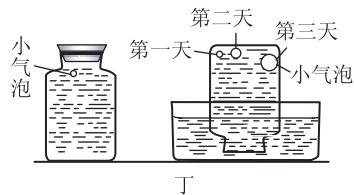
实验 1: 将  $H_2S$  气体溶于蒸馏水制成氢硫酸饱和溶液,在空气中放置 1~2 天未见浑浊现象.用相同浓度的碘水与氢硫酸溶液反应测其浓度.图甲所示为两只烧杯中氢硫酸浓度随时间变化情况.

实验 2: 密闭存放的氢硫酸,每天定时取 1 mL 氢硫酸,用相同浓度的碘水进行反应,图乙所示为氢硫酸浓度随放置天数变化的情况.

实验 3: 在饱和氢硫酸溶液中以极慢的速度通入空气(1~2 个气泡/min),数小时未见变浑浊的现象,如图丙.



实验 4: 盛满试剂瓶,密闭存放的饱和氢硫酸溶液隔 2~3 天观察,直到略显浑浊.当把满瓶的氢硫酸倒扣在培养皿中观察 2~3 天,在溶液略显浑浊的同时,瓶底仅聚集有少量的气泡,随着时间的增加,这种气泡也略有增多(大),浑浊也更明显些,如图丁.



请回答下列问题:

(1) 实验 1(见图甲)中,氢硫酸的浓度随时间变化而减小的主要因素是\_\_\_\_\_.

(2) 实验 1 和实验 2 中,碘水与氢硫酸反应的化学方程式为\_\_\_\_\_.

(3) 实验 3 的设计意图是\_\_\_\_\_.此实验中通入空气的速度很慢的主要原因是什么?\_\_\_\_\_.

(4) 实验 4 的实验现象说明“氢硫酸长期存放会变浑浊”的主要原因可能是\_\_\_\_\_ (用反应式表示).为进一步证实上述原因的准确性,你认为还应做哪些实验(只需用文字简单说明实验设想,不需要回答实际步骤和设计实验方案)?\_\_\_\_\_.

本题得分	评卷人

#### 四、计算题 (本题包括 3 个小题,共 20 分)

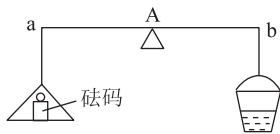
23. (4 分)右表是实验室所用硫酸试剂瓶上标签的部分内容,请仔细阅读后计算:

(1) 硫酸的相对分子质量\_\_\_\_\_,硫酸中 H、S、O 元素的质量比\_\_\_\_\_.

(2) 欲配制 200 g 溶质质量分数为 20% 的稀硫酸,需用这种浓硫酸的体积是\_\_\_\_\_;需加水的质量是\_\_\_\_\_ (保留 1 位小数).

硫酸(化学纯)	
化学式: $H_2SO_4$	相对分子质量: _____
密度: $1.84 \text{ g/cm}^3$	质量分数: 98%

24. (8分)如右图,在一根长 100 cm,粗细均匀的木棒左端挂有 50 g 砝码,右端挂有内盛 40 g 稀硫酸的小桶(小桶质量为 10 g),以 A 点为支点时,木棒平衡. 向小桶内加入一定质量的碳酸钠固体,恰好完全反应后,木棒失衡. 如果将支点移动 1.5 cm,木棒再次平衡.



- (1) 移动支点后,支点 A 距离 a 点的距离是\_\_\_\_\_;
- (2) 加入碳酸钠的质量是\_\_\_\_\_?
- (3) 原硫酸溶液中溶质的质量分数是\_\_\_\_\_?

25. (8分)洁煤技术也是煤炭工业的“绿色化学”技术,我国已建成百万吨级的煤间接液化大型企业. 煤转化技术包括“直接气化”和“间接液化”,“直接气化”是指煤直接热裂为碳、一氧化碳和氢气,而“间接液化”是指将煤先转化为合成气 CO 和 H<sub>2</sub>,再在催化剂作用下控制 CO 和 H<sub>2</sub> 的比例合成煤油、汽油等多种化工产品,根据以上信息回答下列问题:

- (1) 写出 CO 和 H<sub>2</sub> 直接合成 C<sub>5</sub>H<sub>10</sub> 的化学反应方程式.
- (2) 若汽油的平均组成用化学式 C<sub>a</sub>H<sub>b</sub> 表示,则合成气 CO 和 H<sub>2</sub> 的质量比为多少?
- (3) 若设某长焰煤的化学式为 C<sub>1000</sub>H<sub>847</sub>O<sub>794</sub>,则在 0°C、1.01×10<sup>5</sup> Pa 的条件下,直接分解 25551 克这种长焰煤最多可得多少升 CO(该条件下 CO 的密度为 1.25 克/升)?