

华师附中 省实验中学等十所省级重点中学联合编写

配合人教版教材

新课标高中化学

# 知识 · 方法 · 能力测评

## 化学反应原理 (选修4)

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 主 编 | 陈章盛 | 李开祥 |
| 副主编 | 谭小青 | 程 俊 |
|     | 李永红 | 莫志坚 |

班 级: \_\_\_\_\_

姓 名: \_\_\_\_\_

 广东科技出版社

新课标高中化学知识·方法·能力测评

# 化学反应原理

(选修 4)

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 主 编 | 陈章盛 | 李开祥 |
| 副主编 | 李永红 | 程 俊 |
|     | 谭小青 | 莫志坚 |

广东科技出版社

·广州·



# 出版说明

《新课标高中化学知识·方法·能力测评》(化学反应原理)是省实验中学陈章盛特级教师、顺德一中李开祥特级教师、华师附中谭小青、佛山市教研室李永红、揭阳市教研室李永成、华师大汪朝阳等老师,联合省内十所省级重点中学的特、高级教师精心设计和编写而成。供使用新课标高中教材的学生进行同步练习和测验时使用。该书的编写具有如下特点:

1. 把握新课标的精神,结合广东省的高考方案,按人教版教材内容和顺序编写。
2. 每节设置课课测评、每章设置两个单元测评、模块设置2个综合测评,水到渠成地帮助学生实现“知识与技能”、“过程与方法”、“情感态度与价值观”三维目标。
3. 重视化学与生活、生产、当今化学科学发展的联系。体现“从生活走向化学、从化学走向社会”的课标精神和高考命题趋势。
4. 每个测评都努力渗透科学探究和创新思想。同时注重培养学生获取信息和处理信息的能力。
5. 重视过程和方法的测评,特别是现象的观察、数据的分析、结论的推导、跨板块知识的综合应用。
6. 进行详细的解答和分析:包括知识的点拨、思维的启迪、方法的指导、规律的总结,视野的拓展,迁移和应用等。
7. 活页袋装设计,课课测评和答案装订成册,建议直接发给学生保管做随堂练习,方便学生自我训练和评价;单元测评、模块测评则印刷成试卷形式,建议由老师保管用作测试卷。

该书自去年出版以来,师生们给予了较高的评价。目前已成为省内较有影响力的高中新课程化学学科教辅书。

广东科技出版社

2006年1月



责任编辑:莫志坚 封面设计:钟优西

邮购电话:(020)83794049-605 83790985-607

版权所有,盗版必究

出版发行:广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路11号 邮编:510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http://www.gdstp.com.cn

经销:广东新华发行集团

印刷:佛山市浩文彩色印刷有限公司

(南海区狮山科技工业园A区 邮编:528225)

规格:787mm × 1092mm 1/16 印张:6.25 字数130千

版次:2006年1月第1版

定价:10.00元

如发现因印装质量问题影响阅读,请与承印厂联系调换。

ISBN 7-5359-4072-2



9 787535 940728 >

ISBN 7-5359-4072-2/G·679 定价:10.00元

# 目 录

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 卷 1 化学反应与能量变化 .....          | (1)       |
| 卷 2 燃烧热 能源 .....             | (3)       |
| 卷 3 化学反应热的计算 .....           | (5)       |
| 卷 4 化学反应速率 .....             | (7)       |
| 卷 5 影响化学反应速率的因素 .....        | (9)       |
| 卷 6 化学平衡 .....               | (12)      |
| 卷 7 化学反应进行的方向 .....          | (14)      |
| 卷 8 弱电解质的电离 .....            | (16)      |
| 卷 9 水的电离和溶液的酸碱性 .....        | (18)      |
| 卷 10 盐类的水解 .....             | (20)      |
| 卷 11 难溶电解质的溶解平衡 .....        | (22)      |
| 卷 12 原电池 .....               | (24)      |
| 卷 13 化学电源 .....              | (26)      |
| 卷 14 电解池 .....               | (28)      |
| 卷 15 金属的电化学腐蚀与保护 .....       | (30)      |
| 卷 1 ~ 卷 15 答案与解析 .....       | (30 ~ 50) |
|                              |           |
| 卷 16 化学反应与能量 (A 卷) .....     | (51)      |
| 卷 17 化学反应与能量 (B 卷) .....     | (53)      |
| 卷 18 化学反应速率和化学平衡 (A 卷) ..... | (55)      |
| 卷 19 化学反应速率与化学平衡 (B 卷) ..... | (57)      |
| 卷 20 水溶液中的离子平衡 (A 卷) .....   | (59)      |
| 卷 21 水溶液中的离子平衡 (B 卷) .....   | (61)      |
| 卷 22 电化学基础 (A 卷) .....       | (63)      |
| 卷 23 电化学基础 (B 卷) .....       | (65)      |
| 卷 24 化学反应原理·选修 4 (A 卷) ..... | (67)      |
| 卷 25 化学反应原理·选修 4 (B 卷) ..... | (71)      |
| 卷 16 ~ 卷 25 答案与解析 .....      | (75 ~ 98) |

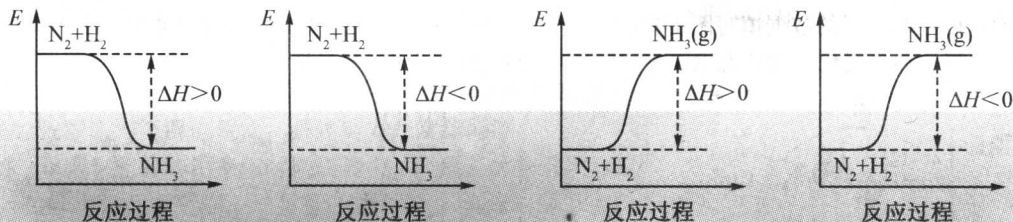


测评目标

1. 理解反应热的涵义,明确化学反应过程中能量变化与放热和吸热的关系。
2. 掌握热化学方程式表述的要求和写法,会正确书写热化学方程式。

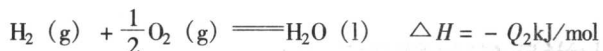
一、选择题 (每题只有1~2个选项符合题意)

1. 化学反应是物质运动的重要形式之一。有关化学反应的能量变化,下列叙述正确的是 ( )。
  - A. 化学反应的能量变化,常以反应热表示
  - B. 反应热指的是化学反应放出的热量
  - C. 放热的化学反应不必加热就可发生
  - D. 吸热反应不另加热,也有可能发生
2. 以下物质发生的变化只有吸热过程的是 ( )。
  - A. 水滴蒸发
  - B. 碘升华
  - C. 氯化钠溶于水
  - D. 硫燃烧
3. 下列变化,属于非氧化还原放热反应的是 ( )。
  - A. 铝片插入稀盐酸
  - B. 二氧化碳接触灼热的炭
  - C. 烧碱与稀硫酸中和
  - D. 氯化铵投入水发生复分解
4. 哈伯发明的合成氨工艺为解决人类粮食需求提供氮肥作出了重大贡献。已知合成氨是放热反应,下列各能量变化示意图表示正确的是 ( )。



5. 当1mol  $\text{Cl}_2$  参加化学反应或生成1mol  $\text{Cl}_2$  时,能量变化了247kJ,下列说法正确的是 ( )。
  - A. 拆开  $N_A$  个  $\text{Cl}-\text{Cl}$  键,需吸收247kJ能量
  - B. 形成  $N_A$  个  $\text{Cl}-\text{Cl}$  键,需吸收247kJ能量
  - C. 拆开  $N_A$  个  $\text{Cl}-\text{Cl}$  键,能放出247kJ能量
  - D. 形成  $N_A$  个  $\text{Cl}-\text{Cl}$  键,能放出247kJ能量
6. 碳的燃烧是人们获得能量的基本反应之一。以下书写其热化学方程式正确的是 ( )。
  - A.  $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + Q$
  - B.  $\text{C}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5\text{kJ}$
  - C.  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5\text{kJ/mol}$
  - D.  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 393.5\text{kJ/mol}$
7. 解读热化学方程式 “ $\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{I}_2(\text{g}) = \text{HI}(\text{g}) \quad \Delta H = -26\text{kJ/mol}$ ”, 以下说法正确的是 ( )。
  - A. 1mol 氢气与 1mol 碘蒸气反应时吸热 26kJ
  - B. 0.5mol 氢气与 0.5mol 碘蒸气反应生成 2mol 碘化氢气体时放热 26kJ
  - C. 1mol 氢气与 1mol 碘蒸气反应生成 1mol 碘化氢气体时放热 26kJ
  - D. 0.5mol 氢气与 0.5mol 碘蒸气反应吸热 26kJ
8. 相同温度下,下列两个反应放出的热量分别为  $Q_1$  和  $Q_2$ 

$$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1\text{kJ/mol}$$



则  $Q_1$  与  $Q_2$  的关系为 ( )。

- A.  $Q_1 > Q_2$     B.  $Q_1 < Q_2$     C.  $Q_1 = Q_2$     D. 无法确定

## 二、非选择题

9. “熵变”指的是\_\_\_\_\_，符号为\_\_\_\_\_，单位常采用\_\_\_\_\_。

10. \_\_\_\_\_叫热化学方程式。试分析、归纳写热化学方程式与写普通化学方程式有哪些不同？请指出三点：

(1) \_\_\_\_\_；

(2) \_\_\_\_\_；

(3) \_\_\_\_\_。

11. 煤炉气（以  $\text{CO}$  为代表）、天然气（以  $\text{CH}_4$  为代表）、汽油（以  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  为代表）都是人类生产生活广泛应用的能源。已知  $\text{CO}$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_8\text{H}_{18}$  各 1mol 完全燃烧时，依次放出热量 283.0kJ、890.3kJ、5 518kJ。试写出它们的热化学方程式：（有水生成的水为液态）

\_\_\_\_\_；

\_\_\_\_\_；

\_\_\_\_\_。

12. 以氢氧燃料电池为动力的汽车正在研制过程中，它既环保，又有较高的能源利用率。已知 1g  $\text{H}_2$  完全氧化生成液态水放出 142.9kJ 的能量，则其热化学方程式为\_\_\_\_\_。

13. 请根据上题所得的数据填写图 1-1 (I) 中  $\Delta H$  等于多少，并完成对应的图 (II)。

(1) 氢气和氧气化合成液态水

(2) 水电解得氢气和氧气

图(I)

图(II)

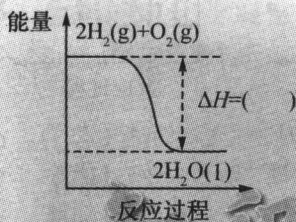


图 1-1

14. 请你简要回答以下问题：

(1) 以  $\text{H}_2$  在  $\text{O}_2$  中燃烧为例，说明反应热与分子的断键和成键的能量变化有什么关系？

(2) 为什么放热反应  $\Delta H$  为负值而吸热反应  $\Delta H$  为正值？

(3) 为什么热化学方程式中必须在反应物和生成物化学式后面注明聚集状态？

(4) 为什么热化学方程式中各物质化学计量数能够用分数表示而一般的化学方程式却不能？

### 测评目标

1. 理解燃烧热的涵义, 了解一些常见燃料的燃烧热大小。
2. 认识能源是人类生存和发展的重要基础, 知道我国能源潜在的危机。
3. 明了开发新能源和节约现有能源, 提高能源利用率的重要意义。

### 一、选择题 (每题只有 1~2 个选项符合题意)

1. 下述有关燃烧热的说法, 正确的是 ( )。
  - A. 燃料燃烧放出的热量叫燃烧热
  - B. 1mol 燃料燃烧放出的热量叫燃烧热
  - C. 1mol 纯物质燃烧生成稳定化合物时放出的热量叫燃烧热
  - D. 1mol 纯物质在 25℃、101kPa 条件下测定, 当其完全燃烧生成稳定化合物所放出的热量, 才叫该纯物质的燃烧热
2. 为了提高人类生产、生活质量, 在可能条件下合理选择燃料, 应考虑的因素有①燃烧热大小; ②储量多少; ③开采、运输、储存是否方便; ④价格高低; ⑤对生态环境影响如何。以上各点应预考虑的是 ( )。
  - A. 全部
  - B. 只有④
  - C. 只有①和④
  - D. 只有①④⑤
3. 认真读课本第 7 页的“资料”中图和表, 你认为以下说法不切合我国实际的是 ( )。
  - A. 我国人口基数大, 能源相对贫乏, 潜在着能源危机
  - B. 由于上世纪 90 年代能源消费量高企, 所以进入 21 世纪, 实行紧缩生产, 减少耗能
  - C. 我国人均能源储量低, 必须努力开发新能源
  - D. 我国在能源利用上现以煤为主, 今后要大力开发水能
4. 人类要大力开发新能源, 尽量利用可再生能源。以下四组能源选项中全部符合图 2-1 划斜线的是 ( )。
  - A. 煤炭、石油、潮汐能
  - B. 水能、生物能、天然气
  - C. 太阳能、风能、沼气
  - D. 地热能、海洋能、核能
5. 从人类社会可持续发展的需要出发, 人们在开发新能源的同时, 要重视节能, 下述各项措施并不符合科学节能观念的是 ( )。
  - A. 合理选用燃料
  - B. 使燃料充分燃烧
  - C. 不盲目开采不搞掠夺性开采
  - D. 限制用能, 争取少用
6. 为使燃料充分燃烧, 下列措施比较合理、恰当的是 ( )。
  - A. 多通空气, 越多越充分
  - B. 使固体燃料粉碎
  - C. 使燃料液化、气化, 或以雾状喷出
  - D. 改通空气为纯氧气
7. 下列燃料燃烧都在 25℃、101kPa 条件下测算热量的。这些燃料燃烧的热化学方程式如下, 其中  $\Delta H$  的绝对值能表示该燃料燃烧热的是 ( )。
  - A.  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -184.6\text{kJ/mol}$
  - B.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -802.3\text{kJ/mol}$
  - C.  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6\text{kJ/mol}$
  - D.  $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -283\text{kJ/mol}$
8. 将课本第 6 页中的热化学方程式: ① “ $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H =$

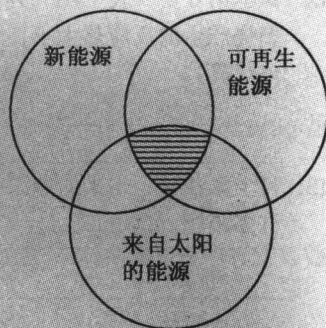


图 2-1



-890.31kJ/mol”与上题②B项的热化学方程式作比较,以下说法正确的是( )。

- A. 890.31kJ/mol 是甲烷的燃烧热  
 B. ②比①放出热量多些,所以②的热量才称为燃烧热  
 C. ②与①不同,是生成水为液态为稳定化合物,所以②的热量才称燃烧热  
 D. ②反应中  $\text{CH}_4$  完全燃烧,而①反应中  $\text{CH}_4$  没完全燃烧,所以①的热量不是燃烧热

## 二、非选择题

9. 请你根据燃烧热的概念,比较一下“燃烧热”与一般所说的“反应热”有哪几点不同?

- (1) \_\_\_\_\_;  
 (2) \_\_\_\_\_;  
 (3) \_\_\_\_\_;  
 (4) \_\_\_\_\_;  
 (5) \_\_\_\_\_。

10. 就你所知列举人类已在开发和可能开发的新能源有哪几种?给它们编序号,用序号填答其中属于可再生能源的有哪些?

(1) 新能源种类名称: \_\_\_\_\_

(2) 其中属于可再生能源的是 \_\_\_\_\_。

11. 我国产煤大省山西、内蒙等有关部门正积极试验将煤气化和液化:先将焦炭制成水煤气( $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ ),再催化成液态燃料甲醇和乙醇,请查阅课本第6页的表1-1中燃烧热,写出甲醇和乙醇完全燃烧的热化学方程式:

(1) 甲醇: \_\_\_\_\_;

(2) 乙醇: \_\_\_\_\_。

12. 课本第6页“表1-1”列出了12种常见纯净物的燃烧热。若要你比较相等质量的这些可燃物完全燃烧产生的反应热大小,怎样借助“表1-1”燃烧热的数值来运算?(只叙述运算的方法,不作具体运算)

13. 科学家预计,未来的能源将会更多地来自太阳能、氢能,它们的优点突出,但当前广泛利用还有许多难题。请填答:

| 种类  | 能源优点 | 开发利用存在的问题 |
|-----|------|-----------|
| 太阳能 |      |           |
| 氢能  |      |           |

14. 我国能源储藏相对贫乏,能源总效率也很低,只有9%,有91%未有效利用。2004年统计,我国能耗是美国的3倍,日本的4倍。你认为我国能源利用率低、能耗高的原因何在?

## 测评目标

1. 理解盖斯定理的内涵, 了解其在实际反应中的重要意义, 会运用盖斯定律进行反应热的计算。
2. 会根据热化学方程式进行反应热的运算。

## 一、选择题 (每题只有 1~2 个选项符合题意)

1. 有关反应热计算的如下说法, 不正确的是 ( )。
  - A. 测定和推算反应热, 对于生产过程中燃料选择、条件控制、“废热”利用都十分重要
  - B. 能量的变化和物质的变化密不可分, 物质的变化是以能量的变化为基础的
  - C. 同一反应一步完成和分步完成, 其能量变化都是相同的
  - D. 人们在化学反应中, 可以利用盖斯定律推算无法直接测定的“焓变”
2. 有化学反应如图 3-1 所示:

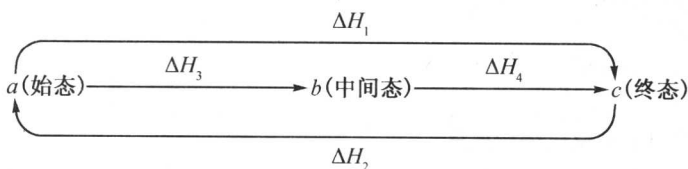
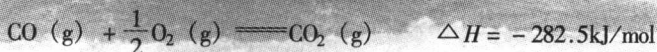
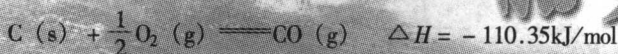


图 3-1

根据盖斯定律分析, 下列反应热的关系式表示正确的是 ( )。

- A.  $\Delta H_1 = \Delta H_3 + \Delta H_4$
  - B.  $\Delta H_1 = \Delta H_2$
  - C.  $\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 = 0$
  - D.  $\Delta H_1 + \Delta H_3 + \Delta H_4 = 0$
3. 西气东输至华东的天然气经纯化得到  $\text{CH}_4$ 。2.00g  $\text{CH}_4$  完全燃烧生成液态水和  $\text{CO}_2$ , 释放 111.4kJ 热量, 则甲烷的燃烧热是 ( )。
    - A. 111.3kJ/mol
    - B. 111.3kJ
    - C. 890.3kJ
    - D. 890.3kJ
  4. 已知  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1300\text{kJ/mol}$  以  $N_A$  表示阿伏加德罗常数, 则下列说法正确的是 ( )。
    - A. 该反应说明有  $10N_A$  个电子转移时, 吸收 1300kJ 热量
    - B. 有  $8N_A$  碳氧共用电子对形成时, 放出 1300kJ 热量
    - C. 有  $N_A$  个水分子聚集成液态时, 消耗 1300kJ 热量
    - D. 有  $2N_A$  氢氧单键形成时, 反应物变成生成物, 能量降低了 1300kJ
  5. 碳完全燃烧生成  $\text{CO}_2$ , 不完全燃烧会生成  $\text{CO}$ , 这不仅产生威胁人生命健康的毒气, 而且还损失了能量。设 1kg 碳燃烧, 有  $\frac{2}{3}$  完全燃烧,  $\frac{1}{3}$  产生了  $\text{CO}$ , 试根据以下两个热化学方程式推算损失的热量是 ( )。

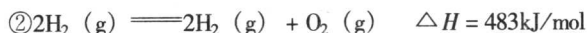
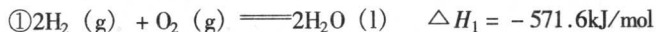


- A. 3929.2kJ
  - B. 24894.4kJ
  - C. 7849.2kJ
  - D. 32743kJ
6. 若一定量的无水酒精完全燃烧时放出的热量为  $Q$  kJ, 它所生成的  $\text{CO}_2$  用过量的饱和石灰水完全吸收

生成了 100g  $\text{CaCO}_3$  沉淀。则无水酒精燃烧热应是 ( )。

A.  $-Q \text{ kJ/mol}$  B.  $\Delta H = -2Q \text{ kJ/mol}$  C.  $2Q \text{ kJ/mol}$  D.  $Q \text{ kJ/mol}$

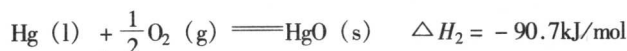
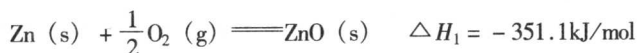
7. 氢气燃烧生成水, 水蒸气高温分解可得到氢气, 已知下列两个热化学方程式:



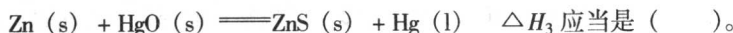
利用盖斯定律推算, 1g 液态水蒸发时, 吸收的热量是 ( )。

A. 2.4kJ B. 4.8kJ C. 49.3kJ D. 87.8kJ

8. 已知热化学方程式:



试根据盖斯定律计算下式中的  $\Delta H_3$ :



A.  $-441 \text{ kJ/mol}$  B.  $-254.6 \text{ kJ/mol}$  C.  $-438.9 \text{ kJ/mol}$  D.  $-260.4 \text{ kJ/mol}$

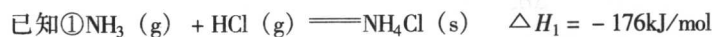
## 二、非选择题

9. 瑞士化学家盖斯发现的盖斯定律在科学研究中意义重大。

(1) 盖斯定律指出\_\_\_\_\_。

(2) 盖斯定律在科学研究中的重要意义体现于\_\_\_\_\_。

(3) 运用盖斯定律对下列反应进行推算:



则  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) \quad \Delta H_5 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

10. 人们将氢气和天然气都称之为清洁能源。实际上氢气比天然气是更为优良的燃料。

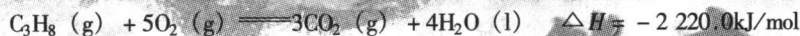
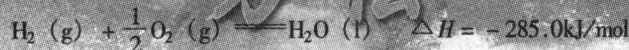
(1) 从对环境的友好度分析, 氢气比天然气好, 这是因为\_\_\_\_\_。

(2) 从燃烧热值分析, 氢气比天然气大小如何呢? 请根据下列热化学方程式推算:



燃烧等质量的  $\text{H}_2$  和  $\text{CH}_4$  放出热量之比为\_\_\_\_\_。

11. 在科学实验中, 可以根据热化学方程式和反应热, 求出混合燃烧气体中的物质的量或体积比, 例如已知:



实验测得  $\text{H}_2$  和  $\text{C}_3\text{H}_8$  混合气共 5mol, 完全燃烧生成液态水放出 6262.5kJ 热量, 则  $V(\text{H}_2) : V(\text{C}_3\text{H}_8) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

12. 石灰窑用煤煅烧石灰石产生石灰。已知 1mol  $\text{CaCO}_3$  完全分解需 175.7kJ 热量, 而碳燃烧热为 393.5kJ, 试计算理论上欲煅烧 1t  $\text{CaCO}_3$ , 需消耗含杂质 10% 的煤多少公斤?



## 测评目标

1. 理解化学反应速率的涵义和定量表达式。
2. 能进行化学反应速率的基本计算。
3. 了解化学反应速率的测量方法。

## 一、选择题 (每题有1~2个选项符合题意)

1. 下列说法正确的是 ( )。
  - A. 化学反应速率通常用单位时间内反应物或生成物的质量变化来表示
  - B. 用不同物质的浓度变化表示同一时间内、同一反应的速率时,其数值之比等于反应方程式中对应物质的化学计量数之比
  - C. 化学反应速率的单位由时间单位和浓度单位决定
  - D. 在反应过程中,反应物的浓度逐渐变小,所以用反应物表示的化学反应速率为负值
2. 一定条件下反应  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  在 10L 的密闭容器中进行,测得 2min 内,  $\text{N}_2$  的物质的量由 20mol 减小到 8mol,则 2min 内  $\text{N}_2$  的反应速率为 ( )。
  - A.  $1.2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$
  - B.  $1\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$
  - C.  $0.6\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$
  - D.  $0.4\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$
3. 对于反应  $2\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + 5\text{D}(\text{g})$ ,在某段时间内的平均反应速率为  $v_x$ , ( $x$  代表某反应物或生成物) 之间的关系,正确的是 ( )。
  - A.  $v_{\text{A}} = \frac{5}{2} v_{\text{D}}$
  - B.  $v_{\text{B}} = \frac{1}{3} v_{\text{C}}$
  - C.  $v_{\text{B}} = \frac{2}{3} v_{\text{A}}$
  - D.  $v_{\text{B}} = \frac{5}{3} v_{\text{D}}$
4. 已知反应  $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$  在某段时间内以 A 的浓度变化表示的反应速率为  $2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ,则此段时间以 C 的浓度变化表示的化学反应速率为 ( )。
  - A.  $1\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$
  - B.  $3\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$
  - C.  $4\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$
  - D.  $2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$
5. 对  $\text{A}_2 + 3\text{B}_2 \rightleftharpoons 2\text{AB}_3$  反应来说,以下反应速率的表示,最快的是 ( )。
  - A.  $v(\text{A}_2) = 0.4\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{min})^{-1}$
  - B.  $v(\text{B}) = 0.6\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{min})^{-1}$
  - C.  $v(\text{AB}_3) = 0.5\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{min})^{-1}$
  - D. 无法判断
6. 在 2L 的密闭容器中,发生  $3\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$  的反应,若最初加入 A 和 B 都是 4mol, 10s 后,测得  $v(\text{A}) = 0.12\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{s})^{-1}$ ,则此时容器中 B 的物质的量是 ( )。
  - A. 1.6mol
  - B. 2.8mol
  - C. 3.2mol
  - D. 3.6mol
7. 反应  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$  在 5L 的密闭容器中进行,半分钟后,NO 的物质的量增加了 0.3mol,则下列反应速率正确的是 ( )。
  - A.  $v(\text{O}_2) = 0.01\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{s})^{-1}$
  - B.  $v(\text{NO}) = 0.008\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{s})^{-1}$
  - C.  $v(\text{H}_2\text{O}) = 0.015\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{s})^{-1}$
  - D.  $v(\text{NH}_3) = 0.002\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{s})^{-1}$
8. 在体积为  $V\text{L}$  的密闭容器进行如下反应:  $m\text{A} + n\text{B} \rightleftharpoons p\text{C} + q\text{D}$ ,用 A 物质表示的平均速率为  $\frac{am}{p}\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{min})^{-1}$ ,则  $t\text{min}$  时, D 物质增加的物质的量为 ( )。
  - A.  $\frac{patm}{q}$
  - B.  $\frac{atm}{q}$
  - C.  $\frac{aqVt}{p}$
  - D.  $\frac{aVm}{p}$
9. 反应  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ ,经一段时间后,  $\text{SO}_3$  的浓度增加了  $0.4\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{s})^{-1}$ ,在这段时间用  $\text{O}_2$  表示的反应速率为  $0.04\text{mol}\cdot(\text{L}\cdot\text{s})^{-1}$ ,则这段时间为 ( )。
  - A. 0.1s
  - B. 2.5s
  - C. 5s
  - D. 10s
10. 有  $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$  反应,经 10min 达到平衡,结果 A 的浓度减少了

$a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , B 的浓度减少了  $\frac{a}{3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , C 的浓度增加了  $\frac{2a}{3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 然后增大容器容积, A、B、C 的体积分数不变, 则  $m:n:p:q$  为 ( )。

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

## 二、非选择题

11. (1) 化学反应速率用\_\_\_\_\_来表示。

(2) 公式  $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$  中,  $\Delta c$  表示\_\_\_\_\_,  $\Delta t$  表示\_\_\_\_\_。

(3) 应用上述概念分析: 在 2L 密闭容器中, 合成氨反应  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ , 开始时  $n(\text{N}_2) = 16 \text{ mol}$ ,  $n(\text{H}_2) = 40 \text{ mol}$ , 5min 后测定  $c(\text{N}_2) = 6 \text{ mol/L}$ , 则:

①  $\Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $\Delta c(\text{N}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

② 计算得:  $v(\text{N}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $v(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $v(\text{NH}_3) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

12. (1) 从实验现象上, 可以通过\_\_\_\_\_

等方面来观察反应的快慢。

(2) 化学反应的速率是通过实验测定的, 包括能够直接观察的某些性质, 如\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_; 也包括必须依靠仪器测量的性质, 如\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。在溶液中常常利用\_\_\_\_\_来跟踪反应的过程和测量反应速率。

13. 某温度时, 在 2L 容器中 X、Y、Z 三种物质的物质的量随时间的变化曲线如图 4-1 所示。由图中数据分析, 该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_, 反应开始至 2min, Z 的平均反应速率为\_\_\_\_\_。

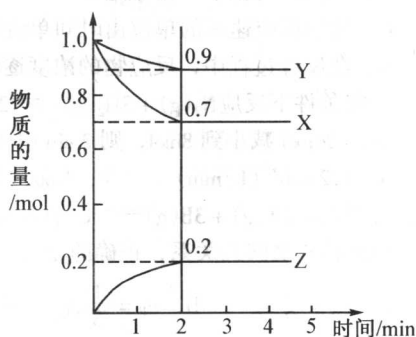


图 4-1

14. 向容积为 150mL 的锥形瓶中加入 12.6g 碳酸氢钠。再加入质量分数为 4% 的稀硫酸 150g (溶液体积为 140mL), 将所加试剂连瓶称量, 起始质量共计为 200g, 用自动计时和称量装置每秒钟测量一次药品和瓶的质量, 所得质量与时间的关系如图 4-2 曲线所示。试通过计算和对照曲线回答:

(1) 碳酸氢钠反应到一半时所用的时间约是\_\_\_\_\_s

(2) 计算反应从起始到 B 点这一段时间内  $\text{NaHCO}_3$  的平均反应速率为\_\_\_\_\_  $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ , 并根据曲线解释反应速率的变化\_\_\_\_\_

(3) 当反应停止后, 溶液的 pH \_\_\_\_\_ 7 (填“>”、“<”或“=”), 用离子方程式解释其原因是:\_\_\_\_\_

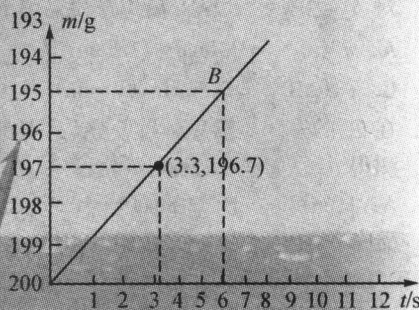


图 4-2

## 测评目标

1. 能理解浓度、压强、温度、催化剂等外界条件对化学反应速率的影响,并能进行简单的应用。
2. 能理解外界条件对化学反应速率影响的原因。
3. 了解活化分子运动论。

## 一、选择题 (每题只有1~2个选项符合题意)

1. 决定化学反应速率的主要因素是 ( )。
  - A. 反应物的浓度
  - B. 反应温度
  - C. 使用催化剂
  - D. 反应物的性质
2. NO 和 CO 都是汽车尾气里的有害物质,它们能缓慢起反应,生成氮气和二氧化碳。对此反应,下列叙述正确的是 ( )。
  - A. 使用催化剂不改变反应速率
  - B. 改变温度对反应速率无影响
  - C. 升高温度能加快反应速率
  - D. 改变压强对反应速率无影响
3. 下列说法正确的是 ( )。
  - A. 增大压强,活化分子数增大,化学反应速率一定增大
  - B. 升高温度,活化分子百分数增大,化学反应速率一定增大
  - C. 加入反应物,使活化分子百分数增大,化学反应速率增大
  - D. 使用催化剂,降低了反应的活化能、增大了活化分子百分数,化学反应速率一定增大
4. 反应  $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$  在一可变容积的密闭容器中进行,下列条件的改变对其反应速率几乎无影响的是 ( )。
  - A. 增加碳的量
  - B. 将容器的体积减小一半
  - C. 保持体积不变,充入氮气使体系压强增大
  - D. 保持压强不变,充入氮气使体系体积增大
5. 将氯酸钾加热分解,在 0.5min 内放出 5mL 氧气,加入二氧化锰后,在同样温度下,0.2min 内放出 50mL 氧气。则加入二氧化锰后的反应速率是未加二氧化锰时反应速率的 ( )。
  - A. 10 倍
  - B. 25 倍
  - C. 50 倍
  - D. 250 倍
6. 对 10mL 1mol/L 的盐酸与一小块大理石的化学反应  $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$ , 下列措施能使化学反应速率提高的是 ( )。
  - A. 加入一定量的  $CaCl_2$
  - B. 加入 5mL 1.5mol/L 的盐酸
  - C. 加入 15mL 0.5mol/L 的盐酸
  - D. 加入 5mL  $H_2O$
7. 下列 4 种某物质 X 的溶液,分别加入盛有 100mL  $2mol \cdot L^{-1}$  盐酸的烧杯中,并加入水稀释至 500mL,此时 X 和盐酸缓和地进行反应,其中反应速率最大的是 ( )。
  - A. 20mL,  $3mol \cdot L^{-1}$
  - B. 20mL,  $2mol \cdot L^{-1}$
  - C. 10mL,  $4mol \cdot L^{-1}$
  - D. 10mL,  $2mol \cdot L^{-1}$
8. 4 个试管中都装有 5mL  $0.1mol \cdot L^{-1} Na_2S_2O_3$  溶液,分别在不同温度下加入硫酸和一定量水,最先出现浑浊的是 ( )。
  - A.  $20^\circ C$ , 10mL 硫酸
  - B.  $20^\circ C$ , 5mL 硫酸, 5mL 水
  - C.  $30^\circ C$ , 5mL 硫酸, 2mL 水
  - D.  $30^\circ C$ , 4mL 硫酸, 3mL 水
9. 设  $C + CO_2 \rightleftharpoons 2CO$  (正反应为吸热反应), 反应速率为  $v_1$ ;  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$  (正反应为放热反应), 反应速率为  $v_2$ , 对于上述反应,当温度升高时,  $v_1$  和  $v_2$  的变化情况为 ( )。
  - A. 都增大
  - B. 都减小
  - C.  $v_1$  增大,  $v_2$  减小
  - D.  $v_1$  减小,  $v_2$  增大



10. 下列判断正确的是 ( )。

- A. 0.1mol/L 的盐酸和 0.1mol/L 的醋酸分别与 2mol/L 的 NaOH 反应的速率相同  
 B. 0.1mol/L 的盐酸和 0.1mol/L 的硝酸分别与大小相同的大理石反应的速率相同  
 C. Mg 和 Fe 与 0.1mol/L 的盐酸反应速率相同  
 D. 大理石块与大理石粉分别与 0.1mol/L 的盐酸反应的速率相等

## 二、非选择题

11. (1) 请将影响化学反应速率的主要因素填入下表各空栏：

| 影响因素 | 适用反应状态 | 影响规律 |
|------|--------|------|
|      | 气态反应   |      |
|      | 气态或溶液  |      |
|      | 各种状态   |      |
|      | 适用某些反应 |      |

当强化条件时，  
 活化分子\_\_\_\_\_，  
 有效碰撞\_\_\_\_\_，  
 反应速率\_\_\_\_\_。

12. 相同浓度等体积的过量盐酸与等质量的碳酸钠和碳酸氢钠分别反应，反应速率前者\_\_\_\_\_后者 (填等于、大于或小于，下同)；在同温同压下产生的气体体积前者\_\_\_\_\_后者；若与等物质的量的碳酸钠和碳酸氢钠反应，反应速率前者\_\_\_\_\_后者；产生气体体积，前者\_\_\_\_\_后者。

13. 用如图 5-1 所示装置进行下列实验。

(1) 在检查装置气密性后，向试管 a 中加入 10mL 6mol/L 稀 HNO<sub>3</sub> 和 1g Cu 片，立即将带有导管的橡皮塞塞进试管口。

请写出在试管 a 有可能发生的所有反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

(2) 实验过程中常常开始反应时速率缓慢，随后逐渐加快，这是由于\_\_\_\_\_，当反应进行一段时间后速率又逐渐减慢，原因是\_\_\_\_\_。

(3) 欲较快地制得 NO，可采取的措施是 ( )。

- A. 加热 B. 使用铜粉 C. 稀释 HNO<sub>3</sub> D. 改用浓 HNO<sub>3</sub>

14. 在一密闭容器中充入 1mol H<sub>2</sub> 和 1mol I<sub>2</sub>，压强为 p，并在一定温度下使其发生反应：H<sub>2</sub>(g) + I<sub>2</sub>(g) ⇌ 2HI(g) ΔH < 0。

(1) 保持容器容积不变，向其中加入 1mol H<sub>2</sub>，反应速率\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_。

(2) 保持容器容积不变，向其中加入 1mol N<sub>2</sub> (N<sub>2</sub> 不参加反应)，反应速率\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_。

(3) 保持容器内气体压强不变，向其中加入 1mol N<sub>2</sub> (N<sub>2</sub> 不参加反应)，反应速率\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_。

(4) 保持容器内气体压强不变，向其中加入 1mol H<sub>2</sub> 和 1mol I<sub>2</sub> (N<sub>2</sub> 不参加反应)，反应速率\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_。

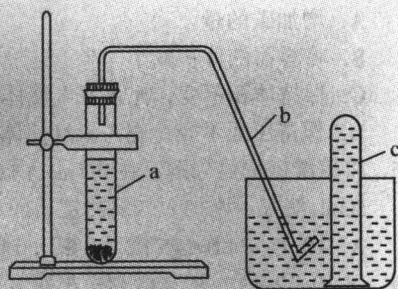


图 5-1

(5) 提高起始的反应温度, 反应速率      , 理由是      。

15. 在锌与盐酸反应的实验中, 一个学生得到的实验结果如下表所示:

|   | 锌的质量/g | 锌的形状 | 温度/℃ | 溶解于酸所花的时间/s |
|---|--------|------|------|-------------|
| A | 2      | 薄片   | 5    | 400         |
| B | 2      | 薄片   | 15   | 200         |
| C | 2      | 薄片   | 25   | 100         |
| D | 2      | 薄片   | 35   | 40          |
| E | 2      | 薄片   | 45   | 25          |
| F | 2      | 粉末   | 15   | 5           |

试求:

(1) 画一幅时间-温度的曲线图 (纵轴表示时间, 横轴表示温度)。

(2) 利用所画的曲线图, 关于温度影响反应速率, 你能得出什么结论?

(3) 20℃时, 2g 锌片溶解于酸中需花多少时间?

(4) 对比结果 B 与 F, 解释 F 为什么那么快?



## 测评目标

1. 理解化学平衡的含义。
2. 知道化学平衡常数的含义,能利用化学平衡常数计算反应物的转化率。
3. 能通过实验探究温度、浓度和压强对化学平衡的影响,并能用相关理论加以解释。
4. 认识化学平衡的控制对生活、生产和科学研究领域中的重要作用。

## 一、选择题 (每题有1~2个选项符合题意)

1. 能说明可逆反应  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$  已达到平衡状态的是 ( )。
  - A.  $\text{O}_2$  的消耗速率等于  $\text{NO}$  的消耗速率
  - B. 容器中存在  $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{NO}$  三种气体
  - C. 容器混合物总的物质的量不随时间而改变
  - D. 单位时间内每生成  $a \text{ mol N}_2$  的同时生成  $2a \text{ mol NO}$
2. 对于密闭容器中进行的反应,  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  达平衡时,其他条件不变,增大  $\text{CO}$  的浓度,下列说法不正确的是 ( )。
  - A. 正反应速率增大
  - B. 逆反应速率开始瞬间不变
  - C. 达到新平衡时,逆反应速率比原平衡大
  - D. 逆反应速率先减小后增大
3. 已知反应  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\text{放热}]{\text{吸热}} \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} + (10-n)\text{H}_2\text{O}$ 。有人将装有芒硝 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 的密闭聚乙烯管安装在房屋的外墙内就能达到白天蓄热使室内保持温度,晚上把白天所蓄热量放出,使室内保持温暖。以下说法正确的是 ( )。
  - A. 白天将太阳能转化为化学能
  - B. 白天将化学能转化为太阳能
  - C. 晚上将化学能转化为热能
  - D. 晚上将热能转化为化学能
4. 在  $1\text{L}$  密闭容器中通入  $2\text{mol}$  氨气,在一定温度下发生反应:  $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ , 达平衡时,  $\text{N}_2$  的物质的量分数为  $x_1(\text{N}_2)$ , 维持容器的体积和温度不变,分别通入下列几组物质,达到平衡时,容器内  $\text{N}_2$  的物质的量分数仍为  $x_1(\text{N}_2)$  的是 ( )。
  - A.  $3\text{mol H}_2$  和  $1\text{mol N}_2$
  - B.  $2\text{mol NH}_3$  和  $1\text{mol N}_2$
  - C.  $2\text{mol N}_2$  和  $3\text{mol H}_2$
  - D.  $0.1\text{mol NH}_3$ 、 $0.95\text{mol N}_2$ 、 $2.85\text{mol H}_2$
5. 下列事实中,不能用勒沙特列原理解释的是 ( )。
  - A. 溴水中有下列平衡  $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HBr} + \text{HBrO}$ , 当加入  $\text{AgNO}_3$  溶液后,溶液颜色变浅
  - B. 对  $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ , 平衡体系增大压强可使颜色变深
  - C. 反应  $\text{CO} + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{NO} + \text{Q}$ , 升高温度可使平衡向逆反应方向移动
  - D. 合成  $\text{NH}_3$  反应,为提高  $\text{NH}_3$  的产率,理论上应采取低温度的措施
6. 在一定温度和压强下,  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  达到平衡,下列说法使平衡不发生移动的是 ( )。
  - A. 恒温恒压时充入氦气
  - B. 恒温恒容时充入氮气
  - C. 恒温恒容时充入氦气
  - D. 恒温恒压时充入氦气
7. 对达到平衡的可逆反应  $\text{X} + \text{Y} \rightleftharpoons \text{W} + \text{Z}$ , 增大压强则正、逆反应速率  $v$  的变化如图 6-1, 分析可知  $\text{X}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{Z}$ 、 $\text{W}$  的聚集状态可能是 ( )。
  - A.  $\text{Z}$ 、 $\text{W}$  为气体,  $\text{X}$ 、 $\text{Y}$  中之一为气体
  - B.  $\text{Z}$ 、 $\text{W}$  中之一为气体,  $\text{X}$ 、 $\text{Y}$  为非气体
  - C.  $\text{X}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{Z}$  皆为气体,  $\text{W}$  为非气体
  - D.  $\text{X}$ 、 $\text{Y}$  为气体,  $\text{Z}$ 、 $\text{W}$  中之一为气体

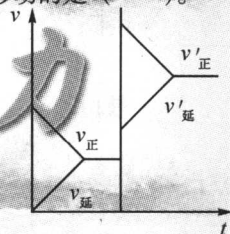


图 6-1



8.  $2\text{molSO}_2$  和  $1\text{molO}_2$  放入密闭容器中发生反应  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ , 从反应开始到平衡过程中不可能出现的是 ( )。

A.  $1\text{molSO}_2$ 、 $0.5\text{molO}_2$     B.  $1.8\text{molSO}_2$ 、 $0.9\text{molO}_2$     C.  $0.2\text{molSO}_2$ 、 $0.1\text{molO}_2$     D.  $2\text{molSO}_3$

9. 在一定条件下, 向  $5\text{L}$  密闭容器中充入  $2\text{mol A}$  气体和  $1\text{mol B}$  气体, 发生可逆反应:  $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ , 达到平衡时容器内 B 的物质的量浓度为  $0.1\text{mol/L}$ , 则 A 的转化率为 ( )。

A. 67%    B. 50%    C. 25%    D. 5%

10. 反应  $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons c\text{C}(\text{g})$ ;  $\Delta H = -Q$ , 生成物 C 的质量分数与压强 P 和温度的关系如图 6-2, 方程式中的化学计量数和 Q 值符合图象的是 ( )。

A.  $a + b < c$      $Q > 0$     B.  $a + b > c$      $Q < 0$

C.  $a + b < c$      $Q < 0$     D.  $a + b = c$      $Q > 0$

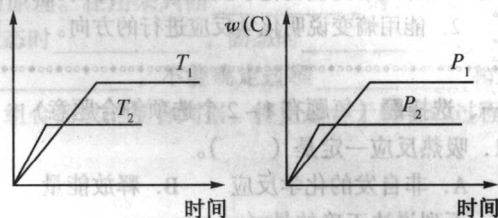


图 6-2

## 二、非选择题

11. (1) 化学平衡状态指的是\_\_\_\_\_。

(2) 勒沙特列原理: 如果改变影响平衡的条件之一(如: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_以及\_\_\_\_\_), 平衡就会向着\_\_\_\_\_的方向移动。

(3) 对于一般的可逆反应:  $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$ , 在一定温度下达到化学平衡状态时, 平衡常数的表达式为:  $K = \frac{[\text{C}]^p [\text{D}]^q}{[\text{A}]^m [\text{B}]^n}$ 。注意: ① K 值越大, 说明反应进行的\_\_\_\_\_越大; ②对于只有固体、水参加或生成的反应来说, 固体、水的浓度视为\_\_\_\_\_。

12.  $^{14}\text{CO}_2$  与碳在高温条件下发生反应,  $^{14}\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$ , 达到化学平衡后, 平衡混合物中含  $^{14}\text{C}$  的粒子有\_\_\_\_\_。

13.  $\text{CuCl}_2$  溶液有时呈黄色, 有时呈黄绿色或蓝色, 这是因为在  $\text{CuCl}_2$  的水溶液中存在如下平衡:



(蓝色)

(黄色)

现欲使溶液由黄色变成黄绿色或蓝色, 请写出两种可采用的方法:

①\_\_\_\_\_, ②\_\_\_\_\_。

14. 反应  $m\text{A} + n\text{B} \rightleftharpoons p\text{C}$  在某温度下达到平衡。

(1) ①若 A、B、C 都是气体, 减压后正反应速率小于逆反应速率, 则 m、n、p 的关系是\_\_\_\_\_;

(2) ②若 C 为气体, 且  $m + n = p$ , 在加压时化学平衡发生移动, 则平衡必定向\_\_\_\_\_ (填左或右) 方向移动;

(3) ③如果在体系中增加或减少 B 的量, 平衡不发生移动, 则 B 肯定不能为\_\_\_\_\_态;

(4) ④若升高温度, A 的转化率降低, 此反应的逆反应是\_\_\_\_\_热反应。

15. 合成氨反应  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  在某温度下达平衡时, 各物质的浓度是  $c(\text{N}_2) = 3\text{mol/L}$ ,  $c(\text{H}_2) = 9\text{mol/L}$ ,  $c(\text{NH}_3) = 4\text{mol/L}$ , 求该温度时的平衡常数和  $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$  的起始浓度。