



## 化学反应与能量变化

### ◎ 高考怎么考

- 1、反应热的本质及图像识别
- 2、常见的吸热、放热反应
- 3、热化学方程式的书写
- 4、燃烧热和中和热
- 5、盖斯定律的应用
- 6、化学平衡移动与反应热的关系



### 自检自查必考点

#### 反应热的本质、类型及图像识别：

**本质：**化学反应的实质是原子重新排列组合的过程，其本质是旧键的断裂和新键的形成过程，破坏旧键需要吸收能量，而形成新键放出能量，整个过程吸收和放出的能量不相等，因此化学反应必然伴随着能量变化。

① 破坏旧键时需要克服原子间的相互作用，这需要吸收能量；② 形成新键时又要释放能量。

放热反应：当前者小于后者时，就是放热反应； $\Delta H < 0$

反应物的总能量 > 生成物的总能量      反应物的总键能 < 生成物的总键能

类型：① 活泼金属与水或酸发生反应： $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$

② 酸碱中和反应： $2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$

③ 燃烧反应： $2CO + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2$

④ 多数化合反应： $Na_2O + H_2O = 2NaOH$

吸热反应：当前者大于后者时，为吸热反应； $\Delta H > 0$

反应物的总能量 < 生成物的总能量      反应物的总键能 > 生成物的总键能

类型：① 多数的分解反应： $CaCO_3 \xrightarrow{\text{高温}} CaO + CO_2 \uparrow$

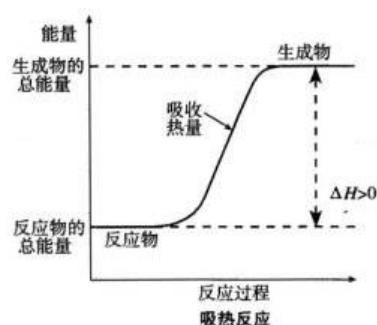
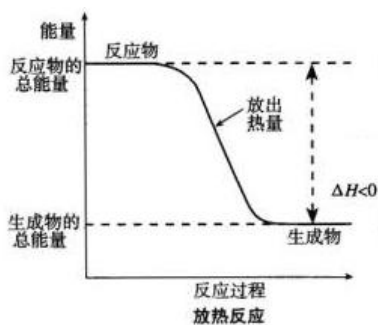
②  $2NH_4Cl(s) + Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O(s) = BaCl_2 + 2NH_3 \uparrow + 10H_2O$

③  $C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$

④  $CO_2 + C \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$

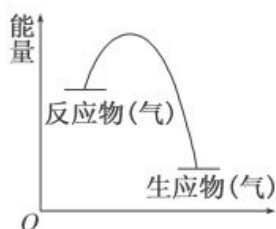
⑤ 盐类的水解及弱电解质的电离

⑥  $NH_4^+$ 溶于水



## 例题讲解

【例 1】从如图所示的某气体反应的能量变化分析，以下判断错误的是

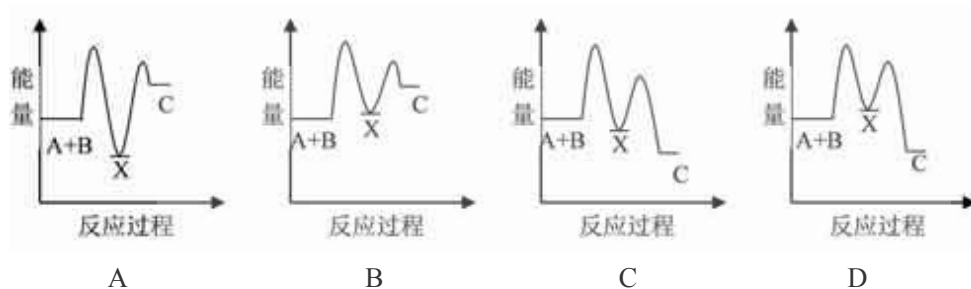


- A. 这是一个放热反应  
 B. 该反应可能需要加热  
 C. 生成物的总能量低于反应物的总能量  
 D. 反应物比生成物更稳定

【解析】因反应物的能量高于生成物的能量，故反应放热，且生成物比反应物更稳定，A、C 正确，D 项不正确；反应是否需要加热与反应吸、放热无必然联系，B 项正确。

【答案】D

【例 2】反应  $A+B \rightarrow C$  ( $\Delta H < 0$ ) 分两步进行：①  $A+B \rightarrow X$  ( $\Delta H > 0$ )，②  $X \rightarrow C$  ( $\Delta H < 0$ )。下列示意图中，能正确表示总反应过程中能量变化的是

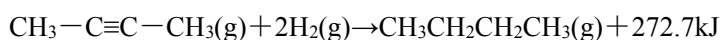
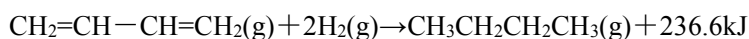


【来源】2012 年全国 1 卷

【解析】由反应  $A+B \rightarrow C$  ( $\Delta H < 0$ ) 分两步进行 ①  $A+B \rightarrow X$  ( $\Delta H > 0$ ) ②  $X \rightarrow C$  ( $\Delta H < 0$ ) 可以看出， $A+B \rightarrow C$  ( $\Delta H < 0$ ) 是放热反应，A 和 B 的能量之和 C，由 ①  $A+B \rightarrow X$  ( $\Delta H > 0$ ) 可知这步反应是吸热反应， $X \rightarrow C$  ( $\Delta H < 0$ ) 是放热反应，故 X 的能量大于 A+B；A+B 的能量大于 C，X 的能量大于 C。

【答案】D

【例 3】 1,3-丁二烯和 2-丁炔分别与氢气反应的热化学方程式如下:



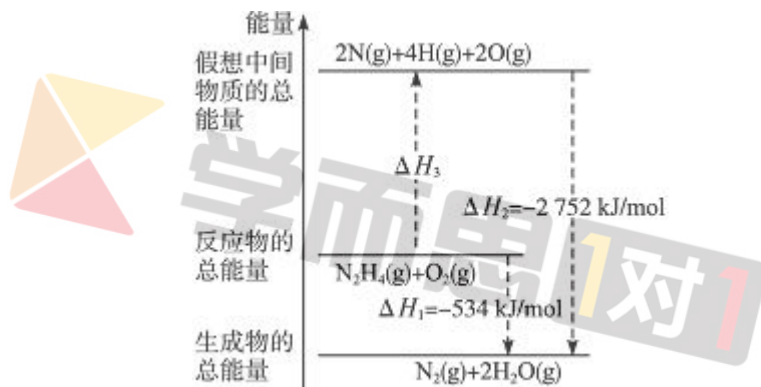
由此不能判断

- A. 1,3-丁二烯和 2-丁炔稳定性的相对大小
- B. 1,3-丁二烯和 2-丁炔分子储存能量的相对高低
- C. 1,3-丁二烯和 2-丁炔相互转化的热效应
- D. 一个碳碳叁键的键能与两个碳碳双键的键能之和的大小

【来源】 2014 上海卷

【答案】 D

【例 4】 肼( $\text{H}_2\text{NNH}_2$ )是一种高能燃料, 有关化学反应的能量变化如图所示。已知断裂 1 mol 化学键所需的能量(kJ):  $\text{N}\equiv\text{N}$  为 942、 $\text{O}=\text{O}$  为 500、 $\text{N}-\text{N}$  为 154, 则断裂 1 mol  $\text{N}-\text{H}$  键所需的能量(kJ)是



A. 194

B. 391

C. 516

D. 658

【来源】 2012 年重庆卷

【解析】 由题中的图象可以看出断裂 1 mol  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$  和 1 mol  $\text{O}_2(\text{g})$  中的化学键所要吸收的能量为:  $2752\text{ kJ} - 534\text{ kJ} = 2218\text{ kJ}$

设断裂 1 mol  $\text{N}-\text{H}$  键所需要的能量为  $x$

则:  $154\text{ kJ} + 4x + 500\text{ kJ} = (2752 - 534)\text{ kJ}$

解得  $x = 391\text{ kJ}$ , 故 B 项正确。

【答案】 B



## 自检自查必考点

热化学方程式的书写及盖斯定律的应用:

### 1. 热化学方程式的意义

热化学方程式是用来表明反应物质的量和反应热的关系的化学方程式。因此热化学方程式不仅表明了化学反应中的物质变化, 也表明了化学反应中的能量变化。

例如: 热化学方程式:  $\text{N}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}); \Delta H=-92.38\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 表示的意义为 1mol 氮气

与 3mol 氢气 反应完全 生成 2mol 氨气，放出 92.38kJ 的热量。

再如  $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ;  $\Delta H = -285.8 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，表示的意义为 1mol 氢气与 1/2mol 氧气反应生成 1mol 液态水，放出 285.8kJ 的热量。

热化学方程式与普通化学反应方程式的区别

## 2. 热化学方程式书写

(1) 应注明反应温度和压强。

因为反应的温度和压强不同时，其  $\Delta H$  也不同，但中学阶段所用的  $\Delta H$  一般都是在 101kPa 和 25°C 时的数据，故常常不特别注明。

(2) 要注明反应物和生成物的聚集状态。

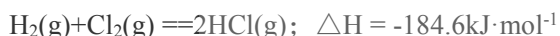
因为物质呈现哪一种聚集状态，与它们所具有的能量有关，物质的三态之间的变化本身就伴随有吸热或放热的过程。例如：冰融化成水时需吸收热量，水蒸发成水蒸气时，也需吸收热。

常以 g、s、l、aq 分别表示气、固、液态及水溶液，热化学方程式中不用“↑”和“↓”。若物质有同素异形体或几种晶型，也应注明是哪一种。

(3) 要有表明反应热的“+”、“-”符号， $\Delta H$  的单位一般为  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) 与一般化学方程式不同，热化学方程式各物质化学式前的化学计量数不是表示分子个数而是表示其物质的量，故化学计量数可以是整数，也可以是分数。对于相同物质的反应，当化学计量数不同，其  $\Delta H$  也不同。

(5) 热化学方程式的各物质化学式前的化学计量数与反应热成正比。例如：相同物质的下列化学反应，前者的反应热是后者的两倍。



### 盖斯定律的应用

盖斯定律是指一定条件下，某化学反应无论是一步完成还是分几步完成，反应的总热效应相同。即反应热只与始态和终态相关，而与反应途径无关。

计算技巧：

a、热化学方程式中化学计量数之比等于各物质物质的量之比；还等于反应热之比。

b、热化学方程式之间可以进行加减运算。



### 例题讲解

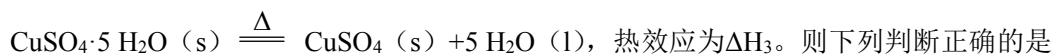
【例 5】工业生产水煤气的反应为： $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) - 131.4 \text{kJ}$  下列判断正确的是

- A. 反应物能量总和大于生成物能量总和
- B.  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 131.4 \text{kJ}$
- C. 水煤气反应中生成 1 mol  $\text{H}_2(\text{g})$  吸收 131.4kJ 热量
- D. 水煤气反应中生成 1 体积  $\text{CO}(\text{g})$  吸收 131.4 kJ 热量

【来源】2012 年上海卷

【答案】C

【例 6】室温下，将 1mol 的  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$  溶于水会使溶液温度降低，热效应为  $\Delta H_1$ ，将 1mol 的  $\text{CuSO}_4(\text{s})$  溶于水会使溶液温度升高，热效应为  $\Delta H_2$ ； $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  受热分解的化学方程式为：

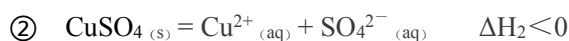
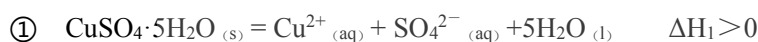


- A.  $\Delta H_2 > \Delta H_3$     B.  $\Delta H_1 < \Delta H_3$   
 C.  $\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2$                                 D.  $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$

【来源】2014 新课标 2

【答案】B

【解析】依据题意得到这两个热化学方程式，



所以 A.  $\Delta H_3 > \Delta H_2$       B. 正确      C.  $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2$       D.  $\Delta H_3 > \Delta H_1 + \Delta H_2$

【例 7】有反应  $4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，已知 2mol  $\text{O}_2$  被还原时，放出 a kJ 的热量，且知断开 1mol  $\text{O}_2$  需要吸收 b kJ 的热量，断开 1mol  $\text{Cl}_2$  需要吸收 c kJ 的热量。则断开 1 mol  $\text{H}-\text{O}$  键比断开 1 mol  $\text{H}-\text{Cl}$  键所需能量高

- A.  $(a+b-2c)/4$       B.  $(a+2b-4c)/8$       C.  $(b-a-2c)/4$       D.  $(2b-a-4c)/8$

【答案】B

【例 8】已知： $2\text{Zn}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{ZnO}(\text{s}) \quad \Delta H = -701.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



则反应  $\text{Zn}(\text{s}) + \text{HgO}(\text{s}) = \text{ZnO}(\text{s}) + \text{Hg}(\text{l})$  的  $\Delta H$  为

- A.  $+519.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$                                       B.  $+259.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 C.  $-259.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$                                       D.  $-519.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【答案】C

【例 9】铝是地壳中含量最高的金属元素，其单质及合金在生产生活中的应用日趋广泛。

(1) 真空碳热还原-氯化法可实现由铝矿制备金属铝，其相关的热化学方程式如下：



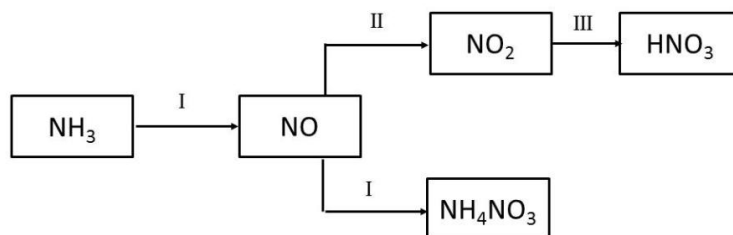
① 反应  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) = 2\text{Al}(\text{l}) + 3\text{CO}(\text{g})$  的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (用含 a、b 的代数式表示)。

②  $\text{Al}_4\text{C}_3$  是反应过程的中间产物。 $\text{Al}_4\text{C}_3$  与盐酸反应(产物之一是含氢量最高的烃)的化学方程式 \_\_\_\_\_。

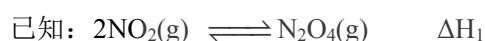
【来源】2012 年江苏

【答案】①  $a+b$       ②  $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{HCl} = 4\text{AlCl}_3 + 3\text{CH}_4 \uparrow$

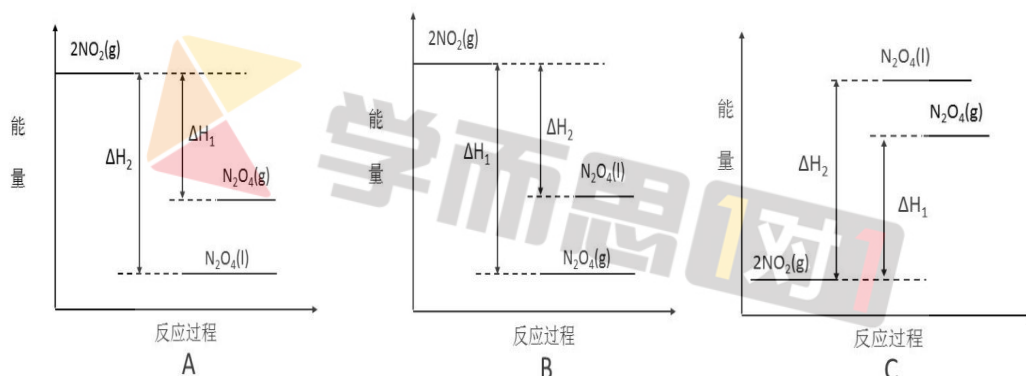
【例 10】  $\text{NH}_3$  经一系列反应可以得到  $\text{HNO}_3$  和  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ，如下图所示。



Ⅲ中，将  $\text{NO}_2(\text{g})$  转化为  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{l})$ ，再制备浓硝酸。



下列能量变化示意图中，正确的是（选填字母）\_\_\_\_\_



【来源】2014 北京卷

【答案】A

【例 11】 化合物  $\text{AX}_3$  和单质  $\text{X}_2$  在一定条件下反应可生成化合物  $\text{AX}_5$ 。回答下列问题：

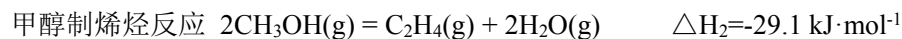
已知  $\text{AX}_3$  的熔点和沸点分别为  $-93.6^\circ\text{C}$  和  $76^\circ\text{C}$ ， $\text{AX}_5$  的熔点为  $167^\circ\text{C}$ 。室温时  $\text{AX}_3$  与气体  $\text{X}_2$  反应生成 1 mol  $\text{AX}_5$ ，放出热量 123.8 kJ。该反应的热化学方程式为\_\_\_\_\_

【来源】2014 大纲卷

【答案】 $\text{AX}_3(\text{l}) + \text{X}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AX}_5(\text{s})$ ； $\Delta H = -123.8 \text{ kJ/mol}$

【例 12】 乙醇是重要的有机化工原料，可由乙烯气相直接水合法或间接水合法生产。回答下列问题：

已知：



则乙烯气相直接水合反应  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$  的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。与间接水合法相比，气相直接水合法的优点是\_\_\_\_\_。

【来源】2014 年新课标 1

【答案】  $-45.5 \text{ kJ/mol}$  原子利用率高，腐蚀性小等



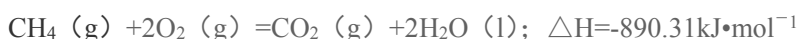
## 自检自查必考点

### 燃烧热与中和热：

燃烧热是指，101kPa 时，1mol 纯净物完全燃烧生成稳定的氧化物时放出的热量，单位为 kJ/mol。

- 1) 燃烧热是以 1 mol 物质完全燃烧所放出的热量来定义的，因此在书写燃烧的热化学方程式时，一般以燃烧 1 mol 物质为标准来配平其余物质的化学计量数；（因此当可燃物系数不为 1 时，应进行换算）
- 2) 燃烧产物必须是稳定的氧化物，如 C—CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>—H<sub>2</sub>O(l)、S—SO<sub>2</sub> 等。

例如，实验测得在 25℃、101kPa 时，1molCH<sub>4</sub> 完全燃烧放出 890.31kJ 的热量，就是甲烷的燃烧热。



<注> 生成稳定的化合物，意思是不能再燃烧、状态稳定的化合物。

### 中和热

中和热是指在稀溶液中，酸跟碱发生中和反应生成 1molH<sub>2</sub>O 时的反应热。

如：浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶于水放热

中和热的表示方法：



<注>

- (1) 中和热不包括离子在水溶液中的生成热、物质的溶解热、电解质电离的吸热所伴随的热效应。
- (2) 中和反应的实质是 H<sup>+</sup> 和 OH<sup>-</sup> 结合生成 H<sub>2</sub>O，若反应过程中有其他物质生成，这部分反应热不包括在中和热内。
- (3) 弱酸弱碱电离要消耗能量，中和热  $\Delta H > -57.3 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。



## 例题讲解

**【例 13】** 强酸与强碱的稀溶液发生中和反应的热效应： $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H = -57.3 \text{kJ/mol}$ ，分别向 1L 0.5mol/L 的 NaOH 溶液中加入下列物质：①稀醋酸；②浓硫酸；③稀硝酸，恰好完全反应的

热效应分别为  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$ ，它们的关系正确的是

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| A. $Q_1 > Q_2 > Q_3$ | B. $Q_2 < Q_3 < Q_1$ |
| C. $Q_1 = Q_2 = Q_3$ | D. $Q_1 < Q_3 < Q_2$ |

**【考点】** 燃烧热与中和热的计算

**【解析】** 强酸的 H<sup>+</sup> 与强碱的 OH<sup>-</sup> 在稀溶液中发生中和反应的热效应： $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H = -57.3 \text{kJ/mol}$ 。由于稀醋酸中主要是醋酸分子，当醋酸和 NaOH 发生中和反应时，醋酸的电离平衡向电离

的方向移动，电离过程要吸收热，因此中和热放出的热量小于 57.3 kJ/mol；

$Q_1 < 57.3$  kJ/mol；而浓  $H_2SO_4$  稀释时要放出热量，所以  $Q_2 > 57.3$  kJ/mol，故 D 符合题意。

【答案】D

【例 14】已知： $2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O(l)$   $\Delta H = -571.6$  kJ·mol<sup>-1</sup>

$CH_4(g) + 2O_2(g) = CO_2(g) + 2H_2O(l)$   $\Delta H = -890$  kJ·mol<sup>-1</sup>

现有  $H_2$  与  $CH_4$  的混合气体 112 L（标准状况），使其完全燃烧生成  $CO_2$  和  $H_2O(l)$ ，若实验测得反应放热 3 695 kJ，则原混合气体中  $H_2$  与  $CH_4$  的物质的量之比是

- A. 1 : 1                      B. 1 : 3                      C. 1 : 4                      D. 2 : 3

【答案】B

【例 15】氢气是一种清洁能源，氢气的制取与储存是氢能源利用领域的研究热点。

已知： $CH_4(g) + H_2O(g) = CO(g) + 3H_2(g)$   $\Delta H = +206.2$  kJ·mol<sup>-1</sup>

$CH_4(g) + CO_2(g) = 2CO(g) + 2H_2(g)$   $\Delta H = -247.4$  kJ·mol<sup>-1</sup>

$2H_2S(g) = 2H_2(g) + S_2(g)$   $\Delta H = +169.8$  kJ·mol<sup>-1</sup>

(1)以甲烷为原料制取氢气是工业上常用的制氢方法。 $CH_4(g)$  与  $H_2O(g)$  反应生成  $CO_2(g)$  和  $H_2(g)$  的热化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) $H_2S$  热分解制氢时，常向反应器中通入一定比例空气，使部分  $H_2S$  燃烧，其目的是\_\_\_\_\_。燃烧生成的  $SO_2$  与  $H_2S$  进一步反应，生成物在常温下均非气体，写出该反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

(3) $H_2O$  的热分解也可得到  $H_2$ ，高温下水分解体系中主要气体的体积分数与温度的关系如图 11 所示。图中 A、B 表示的物质依次是\_\_\_\_\_。

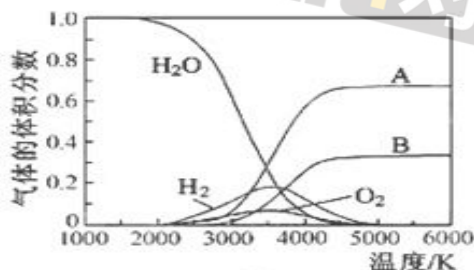


图 11

【答案】(1) $CH_4(g) + 2H_2O(g) = CO_2(g) + 4H_2(g)$   $\Delta H = +165.0$  kJ·mol<sup>-1</sup>

(2)为  $H_2S$  热分解反应提供热量

$2H_2S + SO_2 = 2H_2O + 3S$  (或  $4H_2S + 2SO_2 = 4H_2O + 3S_2$ )

(3)H、O (或氢原子、氧原子)



## 自检自查必考点

化学平衡与反应热的关系：

与平衡移动相结合：

T 升高，反应朝吸热 ( $\Delta H > 0$ ) 方向移动，依此判断正反应的吸放热的情况；

T 降低，反应朝放热 ( $\Delta H < 0$ ) 方向移动，依此判断正反应的吸放热的情况；





d. 容器①中, 反应的化学反应速率为:  $v(H_2O) = \frac{4}{Vt_1} \text{ mol} / (L \cdot \text{min})$

(5) 已知:  $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g) \quad \Delta H = -484 \text{ kJ/mol}$ , 写出 CO 完全燃烧生成  $CO_2$  的热化学方程式: \_\_\_\_\_。

(6) 容器①中反应进行到  $t \text{ min}$  时, 测得混合气体中  $CO_2$  的物质的量为  $0.6 \text{ mol}$ 。若用  $200 \text{ mL } 5 \text{ mol/L}$  的 NaOH 溶液将其完全吸收, 反应的离子方程式为 (用一个离子方程式表示) \_\_\_\_\_。

【来源】2012 年海淀一模

【答案】(1) 小于 (答“<”不扣分) (2) 80 (3) 1 (4) a

(5)  $2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) \quad \Delta H = -566 \text{ kJ/mol}$  (3 分)

(6)  $3CO_2 + 5OH^- \rightleftharpoons 2CO_3^{2-} + HCO_3^- + 2H_2O$

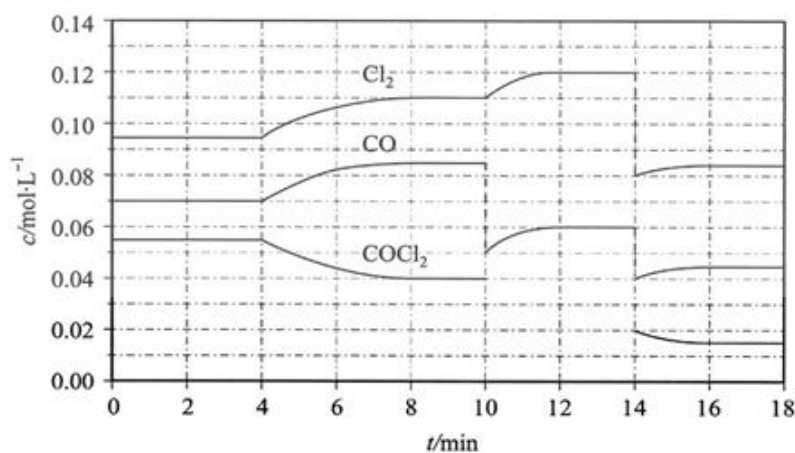
【例 19】光气( $COCl_2$ )在塑料、制革、制药等工业中有许多用途, 工业上采用高温下 CO 与  $Cl_2$  在活性炭催化下合成。

(1) 实验室中常用来制备氯气的化学方程式为 \_\_\_\_\_;

(2) 工业上利用天然气(主要成分为  $CH_4$ )与  $CO_2$  进行高温重整制备 CO, 已知  $CH_4$ 、 $H_2$  和 CO 的燃烧热 ( $\Delta H$ ) 分别为  $-890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  和  $-283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则生成  $1 \text{ m}^3$ (标准状况)CO 所需热量为 \_\_\_\_\_;

(3) 实验室中可用氯仿( $CHCl_3$ )与双氧水直接反应制备光气, 其反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_;

(4)  $COCl_2$  的分解反应为  $COCl_2(g) = Cl_2(g) + CO(g) \quad \Delta H = +108 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。反应体系达到平衡后, 各物质的浓度在不同条件下的变化状况如下图所示(第 10min 到 14min 的  $COCl_2$  浓度变化曲线未示出):



① 计算反应在第 8min 时的平衡常数  $K =$  \_\_\_\_\_;

② 比较第 2 min 反应温度  $T(2)$  与第 8 min 反应温度  $T(8)$  的高低:  $T(2)$  \_\_\_\_\_  $T(8)$  (填“<”、“>”或“=”);

③ 若 12 min 时反应于温度  $T(8)$  重新达到平衡, 则此时  $c(COCl_2) =$  \_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;

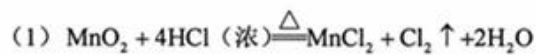
④ 较产物 CO 在 2-3 min、5-6 min 和 12-13 min 时平均反应速率[平均反应速率分别以  $v(2-3)$ 、 $v(5-6)$  和  $v(12-13)$  表示]的大小 \_\_\_\_\_;

⑤ 比较反应物  $COCl_2$  在 5-6 min 和 15-16 min 时平均反应速率的大小:

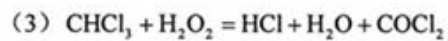
$v(5-6)$  \_\_\_\_  $v(15-16)$  (填“<”、“>”或“=”)，原因是\_\_\_\_\_。

【来源】2012年湖南

【答案】



(2)  $5.52 \times 10^3 \text{ kJ}$



(4) ①  $0.234 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

② <

③ 0.031

④  $v(5-6) > v(2-3) = v(12-13)$

⑤ > 在相同温度时，该反应的反应物浓度越高，反应速率越大

