

化学反应中能量变化的考点聚焦

江苏省灌南高级中学 222500 刘玲玲

化学反应中的能量变化是高中化学的重点知识,高考对其考查呈现多种形式,如图解分析反应过程、书写热化学方程式、结合盖斯定律求解反应热等,处理好反应中的能量问题需要充分了解考点,本文将结合考题对化学反应中能量变化的考点进行详细解读。

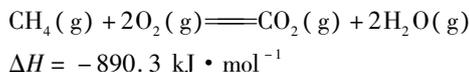
一、热化学方程式书写

考点聚焦: 书写热化学方程式是考查反应热知识点的重要形式,在书写时要格外注意物质的

聚焦状态和化学的计量数,当物质的状态或计量数发生改变时, ΔH 的值也会随之改变,两者存在一一对应关系。

例 1 下列热化学方程式书写正确的是()。

A. 已知甲烷的燃烧热为 $890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则甲烷完全燃烧的热化学方程式为:



则 $K = \frac{c(\text{CH}_4) \cdot c^2(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c^4(\text{H}_2)}$

$$= \frac{0.1 \text{ mol/L} \times (0.2 \text{ mol/L})^2}{0.1 \text{ mol/L} \times (0.1 \text{ mol/L})^4} = 400 (\text{mol/L})^{-2}$$

故答案为 A。

4. 考查化学平衡常数的影响因素

求解此类题目的关键有两点:一是要明确化学平衡常数只与温度有关;二是要掌握温度对化学平衡常数的影响规律。

例 4 下列关于化学平衡常数的叙述正确的是()。

- A. 反应物的浓度增大,化学平衡常数 K 值增大
- B. 升高温度,化学平衡常数 K 值一定增大
- C. 降低温度,化学平衡常数 K 值一定减小
- D. 若化学平衡常数 K 值随温度的升高而增大,则正反应为吸热反应

解析 化学平衡常数 K 只与温度有关,A 项错误;升高温度,放热反应的化学平衡常数 K 值减小,B 项错误;降低温度,放热反应的化学平衡常数 K 值增大,C 项错误。若正反应是吸热反应,温度升高化学平衡常数 K 值增大,D 项正确。

故答案为 D。

5. 考查利用化学平衡常数进行有关化学平衡的计算

求解此类题目常用“三段式”法。“三段式”法是在化学方程式下列出可逆反应到达平衡的过

程中各物质的起始量、转化量和平衡量,然后根据题给条件建立等量关系进行求解。

例 5 在一定温度下,反应



的平衡常数为 1。向某恒容密闭容器中加入 1 mol $\text{I}_2(\text{g})$ 和足量 $\text{TaS}_2(\text{s})$,反应达到平衡,则 $\text{I}_2(\text{g})$ 的转化率为()。

- A. 33.3%
- B. 50.0%
- C. 66.7%
- D. 77.8%

解析 设达到平衡时参加反应的 $\text{I}_2(\text{g})$ 的物质的量为 $2x \text{ mol}$,容器的体积为 $V \text{ L}$ 。则

$\text{TaS}_2(\text{s}) + 2\text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{TaI}_4(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$			
起始物质的量(mol)	1	0	0
转化物质的量(mol)	$2x$	x	x
平衡物质的量(mol)	$1 - 2x$	x	x

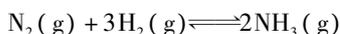
$$K = \frac{\frac{x}{V} \text{ mol/L} \times \frac{x}{V} \text{ mol/L}}{\left(\frac{1 - 2x}{V} \text{ mol/L}\right)^2} = 1 \quad \text{解得 } x = 0.667$$

从而得平衡时 $\text{I}_2(\text{g})$ 的转化率为 $\frac{0.667 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 66.7\%$

故答案为 C。

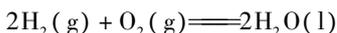
(收稿日期:2017-11-25)

B. 已知:0.5 mol 的 N_2 和 1.5 mol 的 H_2 在密闭容器中反应生成 NH_3 , 放出的热量为 19.3 kJ, 则热化学方程式为:



$$\Delta H = -38.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

C. 在 101 kPa 的条件下, 2 g 的 H_2 进行完全燃烧, 放出 285.8 kJ 的热量, 则热化学方程式为



$$\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

D. 已知 0.2 mol 的 CS_2 在 O_2 中完全燃烧, 释放的热量为 215 kJ, 则该反应的热化学方程式为:



$$\Delta H = -1075 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

解析 本题主要考查热化学方程式的书写, A 中甲烷完全燃烧的最终产物应该是液态的水, 气态水不是稳定的氧化物, 故错误。B 中反应是可逆反应, 反应有限度, 按照给出的 N_2 和 H_2 的物质的量不可能完全生成 NH_3 , $\Delta H < -38.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故错误。C 中 2 g 的 H_2 即为 1 mol 的 H_2 , 而化学方程式是 2 mol 的 H_2 , 因此 $\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故错误。D 中的物质状态和化学计量数与 ΔH 相对应, 故正确。

二、反应热的影响因素

考点聚焦: 焓变不仅与化学反应的起始和终止状态有关, 还与物质所处的压强、温度等外界因素有关, 但与化学反应的过程并无关系。而平衡的移动不会改变反应热的大小, 只会改变反应放出或吸收的热量。

例2 反应

$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) \quad \Delta H < 0$
当其他条件不变时, 下列说法正确的是()。

A. 催化剂的加入, 改变了反应的途径, 因此反应热也改变

B. 当改变压强时, 平衡不移动, 故反应的热量也不变

C. 当升高温度时, 反应的速率加快, 故反应放出的热量不变

D. 生成物的总能量高于反应物的总能量

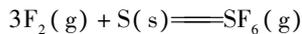
解析 本题主要考查影响焓变的因素, 催化剂改变了反应的途径, 降低反应的活化能, 使更多的反应分子成为活化分子, 增大了活化分子的百

分数, 从而提高了活化分子碰撞的几率, 有效加快反应的速率, 但并未改变反应热, 故 A 错误。由于该反应是气体体积不变的反应, 改变压强, 平衡不发生移动, 因此反应的热量也不改变, 故 B 正确。升高温度, 平衡向吸热方向移动, 即逆反应方向, 因此反应放出的热量减少, 故 C 错误。根据题干信息可知该反应为放热反应, 因此, 反应物的能量高于生成物的能量, 故 D 错误。

三、化学键求解反应热

考点聚焦: 化学反应的实质是: 旧化学键的断裂和新化学键的形成。在这个过程中, 断裂化学键需要吸收一定的能量, 而形成新键时会释放能量, 因此化学反应能量的变化取决于新键形成和旧键断裂所需能量变化的相对值。

例3 已知化合物 SF_6 中只存在 S-F 键, 其中 1 mol 的 S(s) 转变为 S(g) 吸收的能量是 280 kJ, 断裂 1 mol 的 S-F、F-F 键需要的能量是 330 kJ、160 kJ。问反应

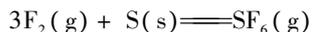


的反应热 ΔH 是()。

A. $-1220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $-450 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. $-1220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $460 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

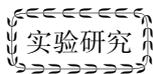
解析 本题考查利用化学键能求解化学反应热的知识, 其中涉及到断裂化学键需要吸收能量和形成新键会释放能量, 而热量变化的总体效应即为反应的反应热。根据题干信息可知:



的反应, 反应物断裂旧键吸收的热量为 $160 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3 + 280 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 760 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 生成物形成新的化学键释放的热量为 $330 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 = 1980 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 可知释放的热量高于吸收的热量, 因此该反应释放的热量为 $1980 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 760 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 1220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 即 $\Delta H = \text{反应物键能之和} - \text{生成物键能之和} = -1220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 正确选项为 C。

四、盖斯定律求解反应热

考点聚焦: 盖斯定律是求解化学反应热的重要定律, 盖斯定律指出反应过程所需的反应热仅与各反应物与各生成物的状态有关, 与具体的反应过程不存在必然关系, 可以将一个反应分成多步进行, 各步反应热之和与一步完成所需的反



铜与硝酸反应实验的改进

江苏省梁丰高级中学 215600 杜娟

苏教版高中化学必修一专题四第二单元中有一个经典的实验:探究硝酸性质的实验。教材实验是将浓硝酸放置于分液漏斗当中,铜放于试管中,使用排水集气法对实验产生的气体进行收集。但是此实验仍然存在诸多不足的地方:由于仪器在开始实验之前本身不处于真空状态,因此实验过程中会有氧气,对于实验产生的红棕色气体来源的判断有影响;反应无法做到绿色化,生成的气体污染环境,没有及时处理;实验无法做到随开随停,只能让反应进行到反应物消耗完为止。现针对上述几个不足的地方,对铜与硝酸反应的实验进行如下改进。

一、铜与硝酸反应实验改进意见一

1. 实验装置(如图1所示)

2. 实验步骤

(1) 按实验装置图连接好试管和注射器。

(2) 使用铜丝来加大反应的接触面积。将螺旋状的铜丝直接插入到大试管中,盖紧瓶塞,使用

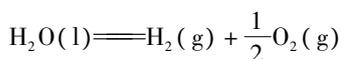
► 应热相一致。因此可以利用盖斯定律进行反应热的计算,高考也常设为考点对学生的分析计算能力进行考查。

例4 近几年研究人员研发利用太阳能分解水,将其生成的氢气在催化剂的作用下和二氧化碳发生反应来生成甲醇,并同步开发以甲醇作为燃料的电池。 $H_2(g)$ 、 $CO(g)$ 和 $CH_3OH(l)$ 的燃烧热 ΔH 分别为 $-285.8\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $-283\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 和 $-726.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,回答下列问题:

(1) 利用太阳能来分解水,如果分解 10 mol 的水需要消耗多少太阳能;

(2) 写出甲醇在不完全燃烧的情况下生成 CO 和液态 H_2O 的热化学方程式。

解析 (1) 水分解的化学方程式为



其逆反应可以看作是氢气燃烧的反应式,而氢气

注射器向试管内注入 3 mL 的浓硝酸。可以观察到试管中迅速产生大量红棕色气体。

(3) 待大试管内充满红棕色气体之后,使用大试管上方右侧的注射器吸取出一定量的气体,然后通过左边的注射器向大试管内注入适量的水。待大试管内红棕色气体彻底消失以后,注入空气。这里可以看到注入水以后,红棕色气体变为无色,当注入空气以后,又变为红棕色。

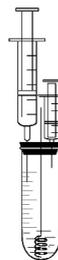


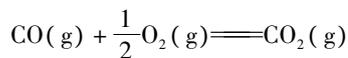
图1

(4) 分别通过左右两只注射器,注入浓硝酸和蒸馏水,进行稀硝酸与铜丝的反应。可以观察到反应相比之前变得缓慢,铜丝表面不断有无色气泡冒出。

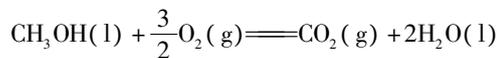
(5) 实验结束后,使用注射器向试管中注入足量的氢氧化钠溶液,然后注入空气,直至试管内

的燃烧热为 $-285.8\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,则水分解应为吸热反应,热效应为 $\Delta H = +285.8\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。因此分解 10 mol 的水要消耗 2858 kJ 的能量。

(2) 书写甲醇不完全燃烧情况下的热化学方程式需要计算相应的反应热,由题设条件

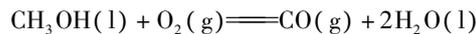


$$\Delta H_1 = -283.0\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad \text{①}$$



$$\Delta H_2 = -726.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad \text{②}$$

利用盖斯定律,②-①可得:



$$\Delta H = -443.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

即 1 mol 的甲醇不完全燃烧生成 CO 和液态 H_2O 的过程会放出 443.5 kJ 的热量。

(收稿日期:2017-12-25)