

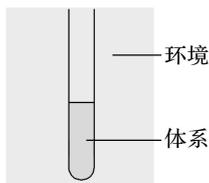
## 第一节 反应热

## 第 1 课时 反应热 焓变

**[核心素养发展目标]** 1.科学探究：理解反应热测定的原理和方法，会分析产生误差的原因，不断完善和改进测定方法。2.宏观辨识与微观探析：能从宏观和微观的角度理解化学反应中能量变化的本质，正确认识和判断放热反应和吸热反应。3.变化观念与平衡思想：能辨识化学反应中的能量转化形式，形成能量可以相互转化的观念，正确理解反应热和焓变的概念。

## 一、反应热及其测定

## 1. 体系与环境



体系与环境示意图

被研究的物质系统称为**体系**，与体系相互影响的其他部分称为**环境**。如：将试管中的盐酸、NaOH 溶液及发生的反应等看作一个反应体系；盛溶液的试管和溶液之外的空气等看作环境。热量是指因温度不同而在体系与环境之间交换或传递的能量。

## 2. 反应热

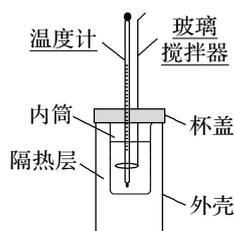
在等温条件下，化学反应体系向环境**释放**或从环境**吸收**的热量，称为化学反应的热效应，简称**反应热**。

## 3. 实验探究：中和反应反应热的测定

(1)测定原理：环境温度不变时，根据测得的体系的温度变化和有关物质的比热容等来计算反应热。即利用公式  $Q=cm\Delta t$  进行计算。

## (2)实验装置

①将如图实验装置中各仪器(或物品)的名称填在横线上。



简易量热计示意图

## ②各部分仪器的作用

- 玻璃搅拌器的作用是使反应物混合均匀充分接触。
- 隔热层的作用是减少热量的散失。
- 温度计的作用是测定反应前后反应体系的温度。

## (3)实验步骤

- 反应物温度测量( $t_1$ ): 测量混合前 50 mL  $0.50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  盐酸、50 mL  $0.55 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  氢氧化钠溶液的温度, 取两温度平均值, 记录为起始温度  $t_1$ 。
- 反应后体系温度测量( $t_2$ ): 将酸碱溶液迅速混合, 用玻璃搅拌器轻轻搅动溶液, 并准确读取混合溶液的最高温度, 记录为终止温度  $t_2$ 。
- 重复实验操作两次, 记录每次的实验数据, 取其平均值作为计算依据。

## (4)实验数据处理

某实验小组测定数据如下, 请填写表中空白

实验次数	起始温度 $t_1/^\circ\text{C}$			终止温度 $t_2/^\circ\text{C}$	温度差平均值( $t_2-t_1$ )/ $^\circ\text{C}$	
	盐酸	NaOH	平均值		温差	平均值
1	25.0	25.2	<u>25.1</u>	28.5	<u>3.4</u>	3.4
2	24.9	25.1	<u>25.0</u>	28.3	<u>3.3</u>	
3	25.6	25.4	<u>25.5</u>	29.0	<u>3.5</u>	

设溶液的密度均为  $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , 中和后溶液的比热容  $c=4.18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ , 根据实验数据计算出该反应放出的热量  $Q\approx 1.42 \text{ kJ}$ , 则生成  $1 \text{ mol H}_2\text{O}$  时放出的热量为 56.8 kJ。

## (5)实验结论

大量实验测得, 在  $25^\circ\text{C}$  和  $101 \text{ kPa}$  下, 强酸的稀溶液与强碱的稀溶液, 发生中和反应生成  $1 \text{ mol H}_2\text{O}$  时, 放出  $57.3 \text{ kJ}$  的热量。

## 【正误判断】

- 浓硫酸与 NaOH 溶液反应生成  $1 \text{ mol H}_2\text{O(l)}$ , 放出的热量为  $57.3 \text{ kJ}$ ( $\times$ )
- 同一中和反应的反应热与酸碱的用量有关( $\checkmark$ )
- 中和反应反应热的测定实验中的玻璃搅拌器换成铜质搅拌器效果更好( $\times$ )
- 中和反应反应热的测定实验中, 应将  $50 \text{ mL } 0.55 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 溶液分多次倒入小烧杯( $\times$ )
- 中和反应反应热的测定实验中, 测定盐酸后的温度计没有冲洗干净, 立即测 NaOH 溶液的

温度( $\times$ )

### 【深度思考】

根据上述测定中和反应反应热的实验,思考回答下列问题:

(1)实验中为何使用 $0.55\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液与 $0.50\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸反应,而不是选用 $0.50\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液?

**提示** 碱过量的目的是保证盐酸完全反应。

(2)若用 $0.55\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KOH}$ 溶液代替 $0.55\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液,对结果会产生影响吗?为什么?

**提示** 无影响。因为强酸、强碱的稀溶液反应生成 $1\text{ mol H}_2\text{O(l)}$ 时放出的热量是相同的,与用 $\text{KOH}$ 溶液还是 $\text{NaOH}$ 溶液以及酸碱的用量无关。

(3)用浓硫酸代替盐酸对结果会产生什么影响?用醋酸代替盐酸对结果会产生什么影响?若用稀硫酸和稀 $\text{Ba(OH)}_2$ 溶液测定中和反应反应热,对结果会产生什么影响?

**提示** 浓硫酸溶于水时放热,所测反应热的数值偏大;弱酸、弱碱电离吸热,所测反应热的数值偏小;若用稀硫酸和稀 $\text{Ba(OH)}_2$ 溶液测定反应热,生成 $\text{BaSO}_4$ 沉淀还会多放出一部分热量,所测反应热的数值偏大。

### ■ 归纳总结 ■

#### 提高中和反应反应热的测定准确度的措施

##### (1)原理方面

①为使测得的数据更准确,酸、碱溶液应当使用强酸、强碱的稀溶液。测定实验中若用弱酸或弱碱,因其电离吸热使测定数值偏小;若用浓酸或浓碱,因其溶解放热使测定数值偏大。

②为保证盐酸被完全中和,碱的浓度应稍大。

##### (2)操作方面

①酸碱溶液混合要迅速,防止热量散失。

②在测量反应混合液的温度时,温度计不要贴在容器壁上或插入容器底部,要随时读取温度值,记录下最高温度值。

##### (3)仪器方面

①不可将温度计当搅拌器使用;玻璃搅拌器应上下移动。

②应使用玻璃搅拌器,不能用金属质搅拌器代替。

## 二、反应热与焓变

### 1. 化学反应的实质和特征

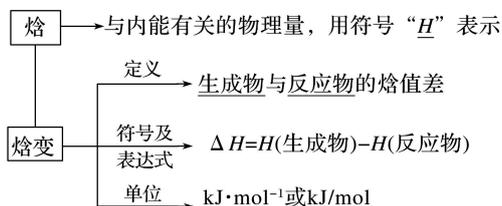


## 2. 内能

内能是体系内物质的各种能量的总和，受温度、压强和物质的聚集状态等影响。

## 3. 焓与焓变

(1)



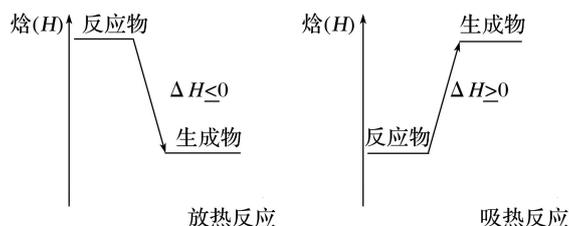
(2) 反应热与焓变的关系

在等压条件下进行的化学反应的反应热等于反应的焓变，因此常用  $\Delta H$  表示反应热。

(3) 焓变与吸热反应和放热反应的关系

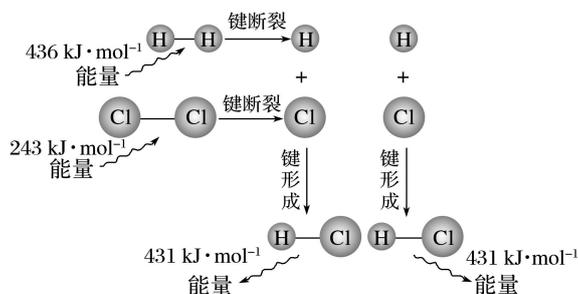
① 放热反应：反应体系向环境释放能量，反应体系的焓减小， $\Delta H$  为负值，即  $\Delta H < 0$ 。

② 吸热反应：反应体系从环境中吸收能量，反应体系的焓增大， $\Delta H$  为正值，即  $\Delta H > 0$ 。



## 4. 从微观角度理解反应热的实质

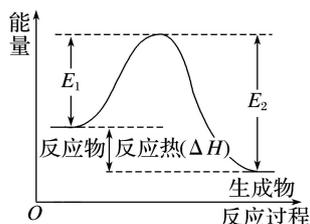
以  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$  反应的能量变化为例说明，如图所示：



由图可知：

化学键	反应中能量变化	
	断裂或形成 1 mol 化学键的能量变化	断裂或形成化学键的总能量变化
H—H	吸收 436 kJ	共吸收 679 kJ
Cl—Cl	吸收 243 kJ	
H—Cl	放出 431 kJ	共放出 862 kJ
结论	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$ 的反应热 $\Delta H = -183 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	

①图示：化学反应过程中形成化学键、断裂化学键能量变化可用如图表示：



其中， $E_1$  表示反应物断裂化学键吸收的总热量， $E_2$  表示生成物形成化学键放出的总热量， $E_1$  与  $E_2$  的差值表示反应热。上述反应过程表示该反应为放热反应。

②焓变计算公式： $\Delta H = E_{\text{总}}(\text{断键}) - E_{\text{总}}(\text{成键})$

### 【正误判断】

- (1) 化学变化中的能量变化都是化学能与热能间的相互转化(×)
- (2) 所有的化学反应都伴有能量的变化(√)
- (3) 伴有能量变化的一定是化学反应(×)
- (4) 加热条件下发生的反应均为吸热反应(×)
- (5) 在一个化学反应中，当反应物总焓大于生成物的总焓时，反应放热， $\Delta H$  为负值(√)
- (6) 浓硫酸溶于水，体系的温度升高，该过程属于放热反应(×)
- (7) 化学反应中必然存在化学键的变化(√)
- (8) 石墨转化为金刚石需要吸收能量，所以石墨更稳定(√)

### ■ 特别提醒 ■

- (1) 任何化学反应都有反应热。
- (2) 放热反应和吸热反应是针对化学反应而言，物质三态之间的变化、物质的溶解有能量的变化，但属于物理变化，故不属于放热反应或吸热反应。
- (3) 放热反应和吸热反应取决于反应物和生成物总能量的相对大小，与反应条件并无必然的关系。
- (4) 物质的能量越高，越不稳定。

### 【深度思考】

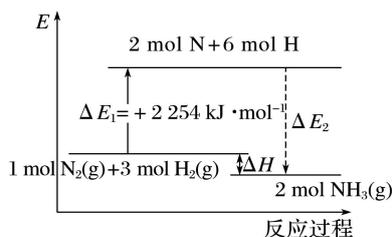
1. 在日常生活和学习中，我们经常接触到下列反应：

- ①化石燃料燃烧 ②强酸、强碱的中和反应 ③用 C 和  $\text{H}_2\text{O}$  在高温下制水煤气 ④锌和盐酸反应制氢气 ⑤氢氧化钡晶体和氯化铵晶体研磨放出氨气 ⑥煅烧石灰石

其中焓变为负值的有\_\_\_\_\_，焓变为正值的有\_\_\_\_\_。

答案 ①②④ ③⑤⑥

2. 化学反应  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  的能量变化如下图所示：



已知断裂 1 mol N≡N、1 mol N—H 分别需吸收 946 kJ、391 kJ 的能量，试回答下列问题：

(1)该反应为\_\_\_\_\_反应(填“吸热”或“放热”)。

(2)拆开 1 mol H<sub>2</sub> 中化学键所需能量为\_\_\_\_\_ kJ。

(3)该反应的反应热 $\Delta H$ =\_\_\_\_\_。

答案 (1)放热 (2)436 (3) $-92 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

### ■ 方法指导 ■

#### 判断吸热反应和放热反应的两种方法

(1)记忆法，熟记重要的吸热反应和放热反应。

①常见的吸热反应：大多数的分解反应，碳和二氧化碳、碳和水的反应， $\text{Ba}(\text{OH})_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$  与铵盐的反应等。

②常见的放热反应：中和反应、金属与酸(或水)的反应、燃烧反应及缓慢氧化、化合反应(大多数)、铝热反应等。

(2)依据物质的稳定性判断：由稳定的物质生成不稳定的物质的反应为吸热反应，反之为放热反应。

#### 随堂演练 知识落实

1. 某同学通过实验测出稀盐酸和稀 NaOH 溶液(碱稍过量)反应生成 1 mol 水的反应热 $\Delta H = -52.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，造成这一结果的原因不可能的是( )

- A. 实验装置保温、隔热效果差
- B. 用量筒量取盐酸时仰视读数
- C. 分多次将 NaOH 溶液倒入量热计的内筒中
- D. 用测量盐酸的温度计直接测定 NaOH 溶液的温度

答案 B

解析 若装置保温、隔热效果差，会造成较多的热量损失，测得的反应热数值偏小，A 项可能；仰视读数时，实际量取的溶液体积多于应该量取的溶液体积，会导致放出的热量变多，B 项不可能；C 项操作会导致较多的热量损失，C 项可能；D 项操作会导致测得的 NaOH 溶液的初始温度偏高，最后计算出的反应放出的热量比实际放出的热量少，D 项可能。

2. 下列说法正确的是( )

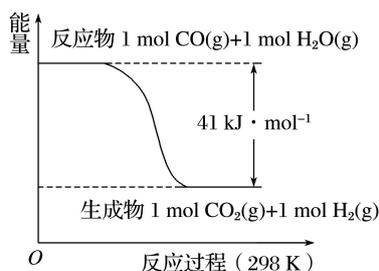
- A. 吸热反应使环境的温度升高
- B. 当反应放热时 $\Delta H > 0$ ，反应吸热时 $\Delta H < 0$

- C. 化学反应中, 当反应物的总能量大于生成物的总能量时, 反应放热,  $\Delta H$  为 “-”  
 D. 需要加热才能发生的反应一定是吸热反应

答案 C

解析 吸热反应一般使周围环境的温度降低, A 项错误; 放热反应的  $\Delta H < 0$ , 吸热反应的  $\Delta H > 0$ , B 项错误; 铝热反应是放热反应, 但需要在加热(高温)条件下才能进行, D 项错误。

3. (2020·南京月考)  $\text{CO}(\text{g})$  与  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应的能量变化如图所示, 下列有关两者反应的说法正确的是( )

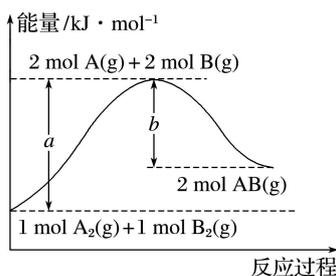


- A. 该反应为吸热反应  
 B. 1 mol  $\text{CO}(\text{g})$  和 1 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  具有的总能量大于 1 mol  $\text{CO}_2(\text{g})$  和 1 mol  $\text{H}_2(\text{g})$  具有的总能量  
 C. 该反应不需要加热就能进行  
 D. 1 mol  $\text{CO}_2(\text{g})$  和 1 mol  $\text{H}_2(\text{g})$  反应生成 1 mol  $\text{CO}(\text{g})$  和 1 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  要放出 41 kJ 热量

答案 B

解析 由能量变化示意图可知, 生成物的总能量比反应物的总能量低, 该反应为放热反应, 但并不是不需要加热; 当 1 mol  $\text{CO}_2(\text{g})$  和 1 mol  $\text{H}_2(\text{g})$  反应生成 1 mol  $\text{CO}(\text{g})$  和 1 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  时, 要吸收 41 kJ 热量。

4. 化学反应  $\text{A}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AB}(\text{g})$  的能量变化如图所示。下列有关叙述正确的是( )



- A. 该反应每生成 2 mol  $\text{AB}(\text{g})$  吸收  $b$  kJ 热量  
 B. 反应热  $\Delta H = +(a-b)$   $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 C. 该反应中反应物的总能量高于生成物的总能量  
 D. 断裂 1 mol  $\text{A}-\text{A}$  和 1 mol  $\text{B}-\text{B}$  键放出  $a$  kJ 能量

答案 B

解析 根据图像可知, 反应物的总能量低于生成物的总能量, 该反应是吸热反应, 每生成 2 mol  $\text{AB}(\text{g})$  吸收  $(a-b)$  kJ 热量, A、C 项错误; 根据反应热等于生成物总能量与反应物总能量的差

值可知, 该反应热 $\Delta H = +(a - b) \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , B 项正确; 化学键断裂吸收能量, D 项错误。

5.  $\text{SF}_6$ 是一种优良的绝缘气体, 分子结构中只存在 S—F。已知: 1 mol S(s)转化为气态硫原子吸收能量 280 kJ, 断裂 1 mol F—F、S—F 需吸收的能量分别为 160 kJ、330 kJ。则反应  $\text{S}(\text{s}) + 3\text{F}_2(\text{g}) = \text{SF}_6(\text{g})$  的反应热 $\Delta H$ 为( )

- A.  $-1\ 780 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$                       B.  $-1\ 220 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
C.  $-450 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$                       D.  $+430 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

答案 B

解析 利用 $\Delta H = \text{反应物的键能之和} - \text{生成物的键能之和}$ 进行计算。 $\Delta H = 280 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} + 3 \times 160 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - 6 \times 330 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = -1\ 220 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

## 课时对点练

### 对点训练

#### 题组一 中和反应的反应热及测定

1. 下列有关中和反应反应热及测定的说法正确的是( )

- A. 若中和反应反应热 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 则 1 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和 1 mol  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应放出的热量是 114.6 kJ  
B. 准确测量中和反应反应热的实验过程中, 至少需测定温度 4 次  
C. 玻璃搅拌器材料若用铜代替, 则测量出的中和反应反应热数值偏小  
D. 若稀酸溶液中  $\text{H}^+$  与稀碱溶液中  $\text{OH}^-$  的物质的量相等, 则所测中和反应反应热数值更准确

答案 C

解析 A 项, 1 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和 1 mol  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应除生成 2 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  外, 还生成 1 mol  $\text{CaSO}_4$ , 所以放出的热量大于 114.6 kJ, 错误; C 项, 铜容易导热, 使热量损失, 所以测量的中和反应反应热数值偏小, 正确; D 项, 当酸与碱中的  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  物质的量相等时, 实验过程中稍有误差就不能确定产生水的量, 一般都是有一种物质稍微过量, 错误。

2. (2019·濮阳高二检测)在测定中和反应反应热的实验中, 下列说法正确的是( )

- A. 使用玻璃搅拌器是为了使反应物混合均匀, 减小实验误差  
B. 为了准确测定反应混合溶液的温度, 实验中温度计水银球应与容器底部接触  
C. 用 50 mL  $0.55 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 NaOH 溶液与 50 mL  $0.50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的盐酸反应, 测得的反应热数值偏大  
D. 在测定中和反应反应热的实验中需要使用的仪器有天平、量筒、烧杯、滴定管、温度计

答案 A

3. (2019·重庆高二检测)用 50 mL  $0.50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  盐酸和 50 mL  $0.55 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 溶液测定  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的反应热 $\Delta H$  的实验时, 下列说法不正确的是( )

- A. 酸碱混合时，量筒中 NaOH 溶液应缓缓倒入量热计内筒中，不断用玻璃搅拌器搅拌
- B. 装置中的大小烧杯之间填满碎泡沫塑料的作用是保温隔热减少热量损失
- C. 用量筒量取 NaOH 溶液时，仰视取液，测得的反应热  $\Delta H$  不变
- D. 改用 25 mL  $0.50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  盐酸跟 25 mL  $0.55 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 溶液进行测定， $\Delta H$  数值不变

答案 A

解析 酸碱混合时要迅速，并且不能搅拌，防止热量的散失，A 错误；中和反应反应热测定实验成败的关键是做好保温工作，B 正确；用量筒量取 NaOH 溶液时，仰视取液，氢氧化钠溶液体积高于所需量的体积，但生成水的量不变，放出的热量不变，测得的中和反应反应热  $\Delta H$  不变，C 正确；反应放出的热量和所用酸以及碱的量的多少有关，但生成 1 mol 水时中和反应反应热的大小与参加反应的酸碱用量无关，D 正确。

#### 题组二 焓变和反应热概念的理解

4. 下列说法中正确的是( )

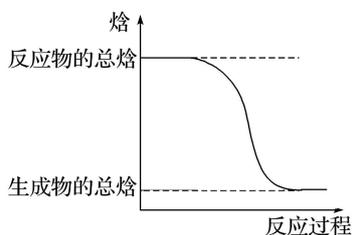
- A. 化学反应中的能量变化都表现为热量变化
- B. 焓变是指 1 mol 物质参加反应时的能量变化
- C. 在一个确定的化学反应关系中，反应物的总焓与生成物的总焓一定不同
- D. 在一个确定的化学反应关系中，反应物的总焓总是高于生成物的总焓

答案 C

解析 化学反应的能量变化可以表现为很多方面，如转化为热能、电能、光能等；在一个确定的化学反应关系中，反应物的总焓不一定高于生成物的总焓，但总是不同；焓变是指在一定条件下化学反应的反应热，不仅是指 1 mol 物质参加反应时的能量变化。

5. 下列关于  $\Delta H$  的说法正确的是( )

- A. 反应过程中，消耗的反应物越多， $\Delta H$  越大
- B.  $\Delta H > 0$  时反应放热， $\Delta H < 0$  时反应吸热
- C.  $\Delta H$  越大，说明反应放出的热量越多
- D. 能量变化如图所示的化学反应为放热反应， $\Delta H$  符号为“—”



答案 D

解析 A 项， $\Delta H$  与化学方程式中的化学计量数有关，与反应物的用量无关，错误；B 项， $\Delta H > 0$  时反应吸热， $\Delta H < 0$  时反应放热，错误；C 项，反应热有正、负，反应放出的热量越多， $\Delta H$  越小，反应吸收的热量越多， $\Delta H$  越大，错误；D 项，由于反应物的总焓大于生成物

的总焓，故由反应物转化为生成物时，该反应为放热反应， $\Delta H$ 符号为“-”，正确。

### 题组三 放热反应和吸热反应

6. (2020·合肥一中月考)下列关于化学反应与能量变化的说法正确的是( )

- A. 放热反应的发生无须任何条件
- B. 化学键的断裂和形成与反应放热和吸热无关
- C. 化学反应过程都伴随着能量的变化
- D. 硫酸与氢氧化钠的反应是吸热反应

答案 C

解析 放热反应的发生可能需要条件，如加热等，A项错误；化学键的断裂和形成与反应放热和吸热有关，B项错误；化学反应过程都伴随着能量的变化，C项正确； $\text{H}_2\text{SO}_4$ 与 $\text{NaOH}$ 的反应是放热反应，D项错误。

7. 已知反应 $\text{X}+\text{Y}=\text{M}+\text{N}$ 为放热反应，对该反应的下列说法中正确的是( )

- A. X的能量一定高于M
- B. Y的能量一定高于N
- C. X和Y的总能量一定高于M和N的总能量
- D. 因该反应为放热反应，故不必加热就可发生

答案 C

解析 放热反应指反应物的总能量高于生成物的总能量，所以X和Y的总能量高于M和N的总能量，C项正确；X的能量不一定高于M的能量，A项错误；Y的能量不一定高于N的能量，B项错误；放热反应有些也需要加热，D项错误。

8. 下列反应既属于氧化还原反应，又属于吸热反应的是( )

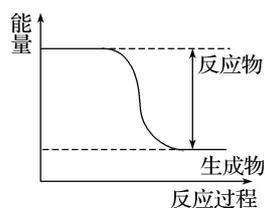
- A. 铝片与稀盐酸反应
- B.  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 反应
- C. 灼热的炭与二氧化碳反应
- D. 甲烷在氧气中的燃烧反应

答案 C

解析 Al与盐酸反应是放热反应，A项错误；B中反应是吸热反应，但不是氧化还原反应，B项错误；灼热的C和 $\text{CO}_2$ 反应是氧化还原反应，同时又是吸热反应，C项正确；甲烷的燃烧是放热反应，D项错误。

### 题组四 化学反应中能量变化图像的识别

9. 已知某化学反应 $\text{X}(\text{g})+2\text{Y}(\text{g})=\text{Z}(\text{g})$ ，反应中的能量变化如图所示，下列有关该反应的说法正确的是( )

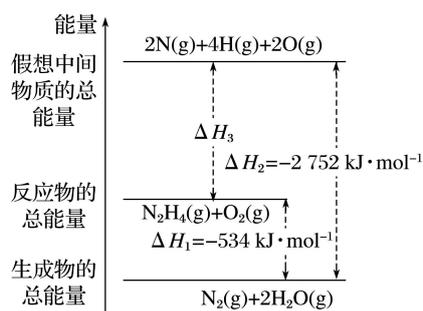


- A. 该反应是放热反应  
 B. 反应物的总键能大于生成物的总键能  
 C. Y 的能量高于 Z 的能量  
 D. 该反应的反应热  $\Delta H > 0$

答案 A

解析 该反应中反应物的总能量高于生成物的总能量，故该反应是放热反应，其焓变小于 0，A 项正确、D 项错误；放热反应中反应物的总键能小于生成物的总键能，B 项错误；反应物的总能量高于生成物的总能量，C 项错误。

10. 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  $\text{N}-\text{H}$  所需的能量(kJ)是( )

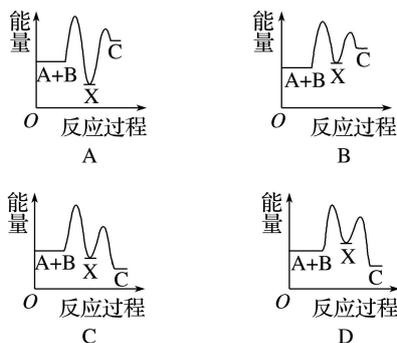


- A. 194 B. 391 C. 516 D. 658

答案 B

解析 由图知  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -534 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，可设断裂 1 mol  $\text{N}-\text{H}$  所需的能量为  $x$ ， $154 \text{ kJ} + 4x + 500 \text{ kJ} - 2752 \text{ kJ} = -534 \text{ kJ}$ ，可求得  $x = 391 \text{ kJ}$ 。

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





C. 该反应若为放热反应, 则不需加热反应就一定能自发进行

D. 反应物的总质量与生成物的总质量一定相等, 且遵循能量守恒

(2)若  $E_1 < E_2$ , 则该反应为\_\_\_\_\_ (填“吸热”或“放热”)反应, 该反应的反应热为\_\_\_\_\_。

答案 (1)AD

(2)吸热  $\Delta H = (E_2 - E_1) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

解析 (1)每个化学反应都遵循质量守恒和能量守恒, 原子数目和种类不会改变, A、D项正确; 任何化学反应都伴随着能量变化, 不一定为氧化还原反应, B项错误; 某一反应是放热反应还是吸热反应, 与反应条件无关, 加热是为了使旧化学键断裂, 引发化学反应, C项错误。(2)若  $E_1 < E_2$ , 反应吸收能量,  $\Delta H = (E_2 - E_1) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} > 0$ ; 相反, 若  $E_1 > E_2$ , 反应放出能量,  $\Delta H = (E_2 - E_1) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0$ 。

15. 甲醇既是重要的化工原料, 又可作为燃料, 利用 CO 和  $\text{H}_2$  在催化剂作用下合成甲醇, 发生反应如下:  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H$ 。

已知反应中相关的化学键键能数据如下:

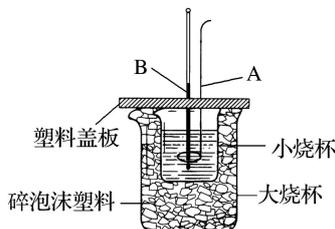
化学键	H—H	C—O	$\text{C} \equiv \text{O}$	H—O	C—H
$E/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	436	343	1 076	465	413

由此计算  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案 -99

解析 根据键能与反应热的关系知,  $\Delta H = \text{反应物键能之和} - \text{生成物键能之和} = (1\ 076 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 2 \times 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (413 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3 + 343 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 465 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -99 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

16. 已知  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的反应热  $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 回答下列有关中和反应的问题:



(1)用 0.1 mol  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  配成稀溶液与足量稀硝酸反应, 能放出\_\_\_\_\_ kJ 的能量。

(2)如图所示装置中, 仪器 A 的名称是\_\_\_\_\_, 作用是\_\_\_\_\_; 仪器 B 的名称是\_\_\_\_\_, 作用是\_\_\_\_\_; 碎泡沫塑料的作用是\_\_\_\_\_。

(3)通过实验测定的中和反应反应热的数值常常小于  $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 其原因可能是\_\_\_\_\_。

(4)用相同浓度和体积的氨水( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )代替 NaOH 溶液进行上述实验, 测得的反应热的数值

(填“偏大”“偏小”或“无影响”，下同)。

(5)用足量稀硫酸代替稀硝酸溶液进行上述实验，测得的中和反应反应热的数值\_\_\_\_\_。

答案 (1)11.46 (2)玻璃搅拌器 搅拌，使溶液充分混合 温度计 测量溶液的温度 保温、隔热、减少实验过程中的热量损失 (3)实验中不可避免有少量热量损失 (4)偏小 (5)偏大

解析 (1)根据  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的反应热  $\Delta H = -57.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  知含  $0.1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2$  的稀溶液与足量稀硝酸反应生成  $0.2 \text{ mol H}_2\text{O}(\text{l})$ ，故放出的能量为  $11.46 \text{ kJ}$ 。(2)由实验装置知，A 为玻璃搅拌器，作用是搅拌，使溶液充分混合；B 为温度计，作用是测量溶液的温度；碎泡沫塑料的作用是保温、隔热、减少实验过程中的热量损失。(3)在测量中和反应反应热的实验中，减少热量损失是实验的关键，即在实验中会不可避免有少量热量损失，导致测得的反应热的数值常常小于正常值。(4)用氨水代替  $\text{NaOH}$  溶液，会使测得的数值偏小，因为  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  是弱电解质，电离时需吸收热量。(5)从离子反应的角度上看，用稀硫酸代替稀硝酸多了  $\text{SO}_4^{2-}$  与  $\text{Ba}^{2+}$  生成  $\text{BaSO}_4$  的成键过程，故放出的热量偏大。