

## 第一节 化学能与热能

化学变化与生产、生活息息相关，化学变化过程中往往相伴有能量的变化，这些能量的变化往往以热量的形式表现出来，我们研究化学反应中的热效应，对化工生产有着重要的意义。化工设备中热交换器、余热锅炉、热风炉等差不多上为了综合利用热效应、提高产品产率、降低成本、制造效益，因此，研究化学反应中的反应热，对化工生产适宜条件的选择和设备设计以及对热能的合理利用都有重要意义。能源作为一种商品与国家战略、全球政治和实力紧密地交错在一起。能源问题是涉及人类生活和世界进展的社会热点，随着社会的进展和人们生活水平的提高，对能源的需求量越来越大，而它对周围的环境也产生越来越大的阻碍。在能源日趋紧张的今天，研究化学反应的反应热，如燃烧热、中和热等，对充分利用能源，提高能源利用率将有十分重要的意义。

电能是现代社会中应用最广泛、使用最方便、污染最小的一种二次能源，形形色色的各种电池(如干电池、燃料电池等)在工业生产、国家建设和日常生活中都有着广泛的应用。这些电池差不多上将化学能转变成电能的装置。

我们明白，化学反应往往需要在一定的条件下进行。例如， $H_2$  和  $N_2$  化合生成  $NH_3$  的反应，就需要在高温、高压和有催化剂存在的条件下进行。可见，研究化学反应的条件对日常生活、工农业生产和科学研究等具有重要的意义。什么缘故一个反应的进行需要如此或那样的条件呢？这就要从以下两个方面来认识：一个是反应进行的快慢，即化学反应速率问题；一个是反应进行的程度，也确实是化学反应限度问题。这两个问题不仅是今后学习化学所必需的基础理论知识，也是选择化工生产适宜条件时所必须遵循的化学变化规律。

在本章里，我们将学习化学反应速率和化学平衡的有关知识，然后将运用化学反应速率和化学平衡等有关理论，分析一些简单的化工生产的实际问题。

### 第一节 化学能与热能

700多年前，闻名的意大利旅行家马克·波罗到过中国，看见中国人烧煤炼铁，这是他生平第一次看到煤做燃料，马克·波罗在他的游记里记载了这件新奇事。书中写到，中国有一种黑色石头，能燃烧，着起火来像火柴一样，而且终夜不灭。现代科学能够如此说明，煤中含有大量的碳，燃烧时放出热能。你一定想明白，这种能量从何而来？它与化学物质和化学反应有什么关系？请随我一起走进教材第二章第一节：化学能与热能。

### 一、化学键与化学反应中能量变化的关系

#### 1. 化学反应中能量变化的缘故——微观角度：

(1) 化学反应的实质：原子的重新组合，即反应物中旧化学键的\_\_断裂\_\_和生成物中新化学键的\_\_形成\_\_的过程。

(2) 化学反应中能量变化的缘故。

① 缘故。

② 实例。

断裂 1 mol H—H 键 ( $\text{H—H} \rightarrow 2\text{H}$ ) \_\_吸取\_\_ 436 kJ 能量，

形成 1 mol H—H 键 ( $2\text{H} \rightarrow \text{H—H}$ ) \_\_放出\_\_ 436 kJ 能量；

断裂 4 mol C—H 键 ( $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 4\text{H}$ ) \_\_吸取\_\_ 1 660 kJ 能量，

形成 1 mol C—H 键 ( $\text{C—H} \rightarrow \text{C} + \text{H}$ ) \_\_放出\_\_ 415 kJ 能量。

③ 结论。

化学反应中能量变化的要紧缘故是\_\_化学键的断裂和形成\_\_。

#### 2. 化学反应中能量变化的决定因素——宏观角度：

一个确定的化学反应在发生过程中是吸取能量依旧放出能量，取决于反应物的总能量与生成物的总能量的相对大小。可表示为：

即：反应物的总能量\_\_>\_\_生成物的总能量，则化学反应\_\_放出\_\_能量，反应为放热反应；

反应物的总能量\_\_<\_\_生成物的总能量，则化学反应\_\_吸取\_\_能量，反应为吸热反应。

点拨：任何一个化学反应均相伴能量的变化。

### 二、化学能与热能的相互转化

#### 1. 两个差不多的自然规律——“质量守恒”和“能量守恒”。

质量守恒定律：自然界中的物质发生转化时\_\_总质量\_\_不变；

能量守恒定律：不同形式的能量发生转换时，\_\_总能量\_\_不变。

## 2. 具体实例

实验操作		现象及结论
铝与稀盐酸反应	现象	有__气泡__产生，用温度计测量，水银柱上升
	离子方程式	$2Al + 6H^+ \rightleftharpoons 2Al^{3+} + 3H_2 \uparrow$
	结论	爽朗金属与酸的反应为__放热__
氢氧化钡晶体与氯化铵反应	现象	闻到__刺激性__气味，烧杯壁__发凉__；玻璃片和烧杯底黏在一起，混合物呈糊状
	化学方程式	$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O + 2NH_4Cl \rightleftharpoons BaCl_2 + 10H_2O + 2NH_3 \uparrow$
	结论	该反应为__吸热__反应
盐酸与氢氧化钠溶液	现象	混合后溶液温度比原两种溶液的温度__高__
	离子方程式	$OH^- + H^+ \rightleftharpoons H_2O$
	结论	酸碱中和反应为__放热__反应

## 3. 化学反应中能量变化的应用：

利用化学能转化为热能进行生活、生产和科研，提供人类生存和进展所需要的能量和动力；利用热能转化为化学能进行化工生产、研制新物质。

点拨：需要加热才能进行的反应不一定是吸热反应，不需要加热就能进行的反应也不一定是放热反应。

### 人类利用能源的三个时期

柴草时期——树枝杂草

化石能源时期——煤、石油、天然气

多能源结构时期——太阳能、氢能、核能、风能、地热能等

1. (2021·山东青岛高一月考) 化学反应的发生必定相伴能量的转化，其最全然的缘故是( B )

- A. 化学反应中一定有新物质生成
- B. 化学反应中旧的化学键的断裂需要吸取能量，新的化学键的形成需要放出能量
- C. 化学反应通常需要加热等条件才能发生
- D. 能量变化是化学反应的差不多特点之一

解析：断裂旧键时，需要吸取一定的能量来克服原子(或离子)间的作用力，形成新键时，又要开释一定的能量，同时吸取和开释的能量不相等，因此化学反应必定相伴能量的变化。

2. (2021·宁夏石嘴山三中期中)下列说法中错误的是( B )

- A. 化学反应中的能量变化通常表现为热量的变化
- B. 需要加热才能发生的反应生成物的能量一定高于反应物的能量
- C. 化学键的断裂和形成是化学反应中能量变化的要紧缘故
- D. 反应物总能量和生成物总能量的相对大小决定了反应是放热依旧吸热

解析：A项，化学反应中的能量变化通常表现为热量的变化，放出热量或吸取热量，不符合题意；B项，碳等物质在氧气中燃烧需要加热，但生成物的总能量低于反应物的总能量，符合题意；C项，化学键的断裂吸取能量，化学键的形成放出能量，因此化学键的断裂和形成是化学反应中能量变化的要紧缘故，不符合题意；D项，反应物总能量和生成物总能量的相对大小决定了反应是放热依旧吸热，不符合题意。

3. (2021·山东济宁高一月考)下列过程一定开释能量的是( D )

- A. 化合反应
- B. 分解反应
- C. 分子拆成原子
- D. 原子结合成分子

解析：分子拆成原子是断开化学键的过程，吸取能量；原子结合成分子形成化学键的过程，开释能量。

4. (2021·山西太原时期性测评)自热食品已成为现代生活的时尚。自热食品包装中有两包发热剂，在这两包发热剂中最适合盛放的物质是( B )

- A. 熟石灰和水
- B. 生石灰和水
- C. 氯化钠和水
- D. 氯化铵和氢氧化钡晶体

解析：A 项，熟石灰溶于水没有显著热效应，故错误；B 项，生石灰和水的反应是放热反应，故正确；C 项，氯化钠溶于水，没有明显热效应，故错误；D 项，氯化铵和氢氧化钡晶体的反应是吸热反应，故错误。

5. (2021·湖北荆州沙市中学检测)一种化学冰袋中含有  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ，使用时将它们混合用手搓揉就可制冷，且制冷成效能坚持一段时刻。以下关于其制冷缘故的估量错误的是( C )

- A.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  脱水是吸热过程
- B. 较长时刻制冷是由于  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  脱水是较慢的过程
- C. 铵盐在该条件下发生的复分解反应是吸热反应
- D.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  溶于水会吸取热量

解析：A 项， $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  脱水是吸热过程，不符合题意；B 项，因为十水硫酸钠脱水较慢，且硝酸铵溶于水吸热，因此制冷成效能够坚持较长时刻，不符合题意；C 项，铵盐可不能自身发生复分解反应，且不具备与  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  发生复分解反应的条件，符合题意；D 项，硝酸铵溶于水吸热，不符合题意。

6. (2021·重庆高一期末)能源是人类赖以生存和进展不可缺少的因素。请回答下列有关问题：

(1)人类利用能源分为三个时期，即\_\_柴草时期\_\_、\_\_化石能源时期\_\_、\_\_多能源结构时期\_\_。

(2)矿物能源是现代人类社会赖以生存的重要物质基础，目前，全球仍要紧处于化石能源时期。下列不属于化石能源的是( D )

- A. 石油
- B. 煤
- C. 天然气
- D. 生物质能

以 C、 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 、 $\text{CH}_4$  为代表，写出其完全燃烧的化学方程式：\_\_ $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$ \_\_；  
\_\_ $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$ \_\_；\_\_ $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ \_\_。

并比较分析等质量的三种燃料完全燃烧，对环境的负面阻碍最小的是\_\_ $\text{CH}_4$ \_\_。

(3)有人对能源提出了以下看法:

- A. 化石能源属于不可再生能源, 只会越用越少
- B. 生物质能是一种可再生能源, 有广泛的应用前景
- C. 太阳能、氢能、核能、地壳地表能都属于新能源
- D. 我国人口众多, 资源相对匮乏, 环境承载能力较弱, 因此要建设节约型社会

约型社会

对上述看法你认为合理的有\_\_ABCD\_\_。

知识点一 吸热反应和放热反应的判定和明白得

问题探究:

1. NaOH 固体溶于水放热, NaOH 固体溶于水是放热反应吗?
2. 加热条件下进行的反应是否一定是吸热反应, 常温下进行的反应是否一定是放热反应?

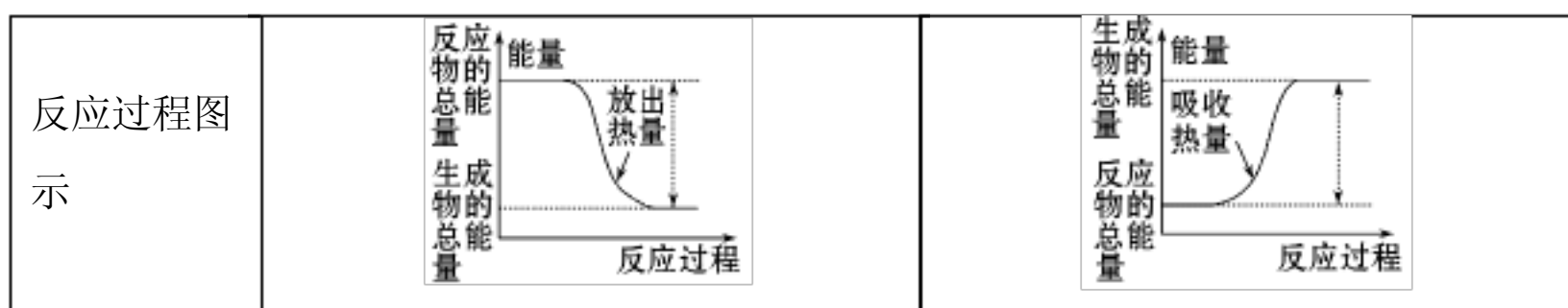
探究提示: 1.吸热反应和放热反应均是化学反应。注意明确某些吸热过程和放热过程不属于化学反应。如: NaOH 固体溶于水, 浓硫酸稀释都属于放热过程; 二者都不是化学反应, 也就不属于放热反应。

2. 都不一定。化学反应是吸热依旧放热, 与反应条件无关, 而是取决于反应过程中破坏旧化学键吸取总能量与形成新化学键放出总能量的相对大小。常温下进行的反应有的放热(如中和反应), 有的吸热(如  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的反应)。加热条件下进行的反应有的放热(如  $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ ), 有的吸热(如  $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ )。

知识归纳总结:

1. 放热反应与吸热反应的比较:

	放热反应	吸热反应
定义	开释热量的化学反应	吸取热量的化学反应
形成缘故	反应物具有的总能量大于生成物具有的总能量	反应物具有的总能量小于生成物具有的总能量
与化学键强弱的关系	生成物分子成键时开释的总能量大于反应物分子断键时吸取的总能量	生成物分子成键时开释的总能量小于反应物分子断键时吸取的总能量



2. 常见的放热反应和吸热反应

3. 放热反应和吸热反应的判定方法

(1) 依照反应物和生成物的总能量大小判定。反应物的总能量大于生成物的总能量的反应为放热反应，反之为吸热反应。

(2) 依照化学键断裂和形成时能量变化大小关系判定。

破坏反应物中化学键吸取的能量大于形成生成物中化学键放出的能量的反应为吸热反应，反之为放热反应。

(3) 依照体会规律判定。

用常见吸热和放热的反应类型来判定。

典例 1 (2021·山东德州高一期末) 下列关于化学反应与能量的说法正确的是( D )

A. 化学反应中一定有物质变化但不一定有能量变化

B.  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$  是放热反应，说明  $\text{CaO}$  的能量高于  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的能量

C.  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  晶体与氯化铵晶体反应不需要加热就能发生，说明该反应是放热反应

D.  $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}$  的过程需要吸取能量

解析：化学反应过程中，发生物质变化的同时一定伴随着能量变化，A 项错误；反应物的总能量高于生成物的总能量的反应是放热反应， $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$  是放热反应，说明  $\text{CaO}$  与  $\text{H}_2\text{O}$  的总能量高于  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的能量，B 项错误；反应是吸热依旧放热，与反应条件无必定联系，尽管  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  晶体与氯化铵晶体不需要加热就能反应，但该反应是吸热反应，C 项错误； $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}$ ，氢分子中化学键断裂，吸取能量，D 项正确。

规律方法指导：(1) 三个“不一定”：①需加热才能发生的反应不一定是吸热反应，如碳和氧气的反应；②放热反应常温下不一定容易发生，如铝



热反应；③吸热反应也不一定需要加热，如  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  晶体和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  晶体的反应。

(2)吸热反应和放热反应差不多上化学变化，如浓硫酸稀释是放热过程，但不是放热反应；如升华、蒸发、蒸馏等过程是吸热过程，但不是吸热反应。

(变式训练 1) 下列反应过程吸取能量的是( A )

解析：吸取能量的反应特点是反应物的总能量小于生成物的总能量。由选项 A 的图像可知生成物比反应物能量高，反应过程需要吸取能量；由选项 B、D 的图像可知生成物比反应物能量低，反应过程开释能量；选项 C 中的生成物和反应物能量相同。

知识点二 利用化学键运算化学反应中的能量变化

问题探究：

1. 化学反应中，反应物和生成物具有的总能量是否相同？并从该角度说明： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$  什么缘故是放热反应？

2. 假如仅从化学键角度分析， $\text{NaCl}$  溶于水的过程是吸热依旧放热？

探究提示：1.一定不相同。化学反应都伴随着能量的变化，因此反应物和生成物具有的总能量一定不相同。在  $\text{H}_2$  燃烧的反应中，反应物  $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  具有的总能量大于  $\text{H}_2\text{O}$  具有的总能量，反以该反应是放热反应。

2.  $\text{NaCl}$  溶于水， $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ，只有化学键断裂，没有化学键形成，因此  $\text{NaCl}$  溶于水时要吸取热量。

知识归纳总结：

1. 化学键与能量变化的关系

2. 运算公式

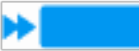
用  $Q(\text{吸})$ 表示反应物分子化学键断裂时吸取的总能量， $Q(\text{放})$ 表示生成物分子化学键形成时放出的总能量。

公式： $\Delta Q = Q(\text{吸}) - Q(\text{放})$

利用化学键形成和断裂时的能量变化运算化学反应中的能量变化：

$\Delta Q = Q(\text{吸}) - Q(\text{放})$   
 $\Delta Q < 0$ ，为放热反应  
 $\Delta Q > 0$ ，为吸热反应



典例 2 (2021·湛江高一检测)肼( $H_2NNH_2$ ) 是一种高能燃料,有关化学反应的能量变化如题图所示,已知断裂 1 mol 化学键所需的能量(kJ), $N\equiv N$  为 942、 $O\equiv O$  为 500、 $N-N$  为 154,则断裂 1 mol  $N-H$  键所需的能量(kJ)是( B )

A. 194

B. 391

C. 516 D. 658

解析:利用图示可知肼和氧气变成原子时断键需要的能量为  $2 \times 752 \text{ kJ} - 534 \text{ kJ} = 2 \ 218 \text{ kJ}$ 。肼和氧气断键变为原子时要断裂 1 个  $N-N$ , 4 个  $N-H$ , 1 个  $O\equiv O$  键,因此  $1 \times 154 \text{ kJ} + 4 \times (\text{断裂 1 mol } N-H \text{ 键所需的能量}) + 1 \times 500 \text{ kJ} = 2 \ 218 \text{ kJ}$ ,解得断裂 1 mol  $N-H$  键所需的能量为 391 kJ,选 B。

(变式训练 2) (2021·包头高一检测)已知: $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g)$  反应放出的热量为 483.6 kJ。有关键能数据如表所示:

化学键	$H-H$	$O\equiv O$
键能/ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	436	498

则水分子中  $O-H$  键键能为( A )

A.  $463.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$       B.  $926.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C.  $221.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$       D.  $413 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

解析:设水分子中  $O-H$  键键能为  $x \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,则反应放出的热量  $\Delta Q = Q(\text{放}) - Q(\text{吸}) = 2 \times 2x - (436 \times 2 + 498) = 483.6$  则  $x = 463.4$

### 1. 化学键与能量

物质中的原子之间是通过化学键相结合的。断开物质中的化学键要吸取能量,而形成物质中的化学键要放出能量。如下表:

化学键的变化与能量的关系( $25^\circ\text{C}$ 、 $101 \text{ kPa}$ )。

化学键的变化	能量的变化
断开 1 mol $H-H$ 键	吸取 436 kJ 能量
生成 1 mol $H-H$ 键	放出 436 kJ 能量
断开 1 mol $C-H$ 键	吸取 415 kJ 能量
生成 1 mol $C-H$ 键	放出 415 kJ 能量

点拨：①断开和形成 1 mol 相同的化学键吸取和放出的能量数值相同。②化学键的断裂和形成是化学反应中能量变化的要紧缘故。③物质的键能越大，则该物质具有的能量越低。

〔即时训练〕

(2021·湖南郴州期末)生产液晶显示器的过程中使用的化学清洗剂 NF<sub>3</sub> 是一种温室气体，其储存能量的能力是 CO<sub>2</sub> 的 12 000~20 000 倍，在大气中的寿命可长达 740 年之久，以下是几种化学键的键能：

化学键	N≡N	F—F	N—F
能量/kJ·mol <sup>-1</sup>	941.7	154.8	283.0

下列说法中正确的是( B )

- A. 过程  $N_2(g) \rightarrow 2N(g)$  放出能量
- B. 过程  $N(g) + 3F(g) \rightarrow NF_3(g)$  放出能量
- C. 反应  $N_2(g) + 3F_2(g) \rightleftharpoons 2NF_3(g)$  是吸热反应
- D. NF<sub>3</sub> 吸取能量后假如没有化学键的断裂与生成，仍可能发生化学反应

解析：A 项， $N_2(g) \rightarrow 2N(g)$  表示断裂化学键的过程，应吸取能量。B 项， $N(g) + 3F(g) \rightarrow NF_3(g)$  表示形成新化学键的过程，应放出能量。C 项，依照键能的数值，分别运算旧化学键断裂时吸取的总能量与新化学键形成时开释的总能量，比较二者的大小确定反应的能量变化。吸取能量  $(941.7 \text{ kJ} + 154.8 \text{ kJ} \times 3) <$  放出能量  $(283.0 \text{ kJ} \times 6)$ ，故为放热反应。D 项，化学反应一定有化学键的断裂与生成。若 NF<sub>3</sub> 吸取能量后没有化学键的断裂与生成，则一定不发生化学变化，可能发生物理变化。

1. 已知反应： $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ ，断开 1 mol A<sub>2</sub> 中的化学键消耗的能量为 Q<sub>1</sub> kJ，断开 1 mol B<sub>2</sub> 中的化学键消耗的能量为 Q<sub>2</sub> kJ，生成 1 mol AB 中的化学键开释的能量为 Q<sub>3</sub> kJ，下列说法中正确的是( C )

- A. 若该反应吸取能量，则能够得出： $Q_1 > Q_3$
- B. 若  $Q_1 + Q_2 - 2Q_3 > 0$ ，则该反应放出能量
- C. 该反应中的能量变化是  $Q_1 + Q_2 - 2Q_3$
- D. 由题意可知： $Q_1 + Q_2 = 2Q_3$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/596234022025011002>