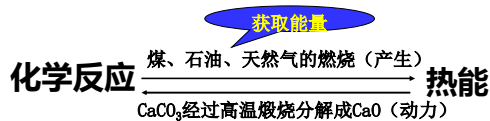


现代社会中，人类的一切活动都离不开能量，而许多能量的利用与化学反应中的能量变化密切相关。从煤、石油和天然气等提供的热能，到各种化学电池提供的电能，都是通过化学反应获得的。



热能对化学反应的支持作用，利用热能来完成常温下很难发生的化学反应。

物质发生化学反应的同时还伴随着能量的变化，而这种能量变化又通常表现为**热量的变化**。

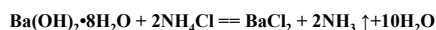
#### 实验探究

【实验6-1】镁与盐酸的反应 放出大量气泡，温度升高

反应物的总能量 = 生成物的总能量 + 热能  
即为放热反应

【实验6-2】Ba(OH)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O晶体与NH<sub>4</sub>Cl晶体的反应

- ①有刺激性气味的气体产生；②反应混合物逐渐成糊状；
- ③玻璃片上的水结成冰；④玻璃片与烧杯粘在一起；
- ⑤用手触摸杯壁下部，有冰凉的感觉。



反应物的总能量 = 生成物的总能量 - 热能  
即为吸热反应

## 第六章 化学反应与能量

### 第一节 化学反应与能量变化

#### 一、化学能与热能的相互转化

##### 1、宏观：从总能量角度认识反应中的能量变化

- (1) 化学反应中生成物和反应物的能量存在差异；
- (2) 化学反应中能量守恒；
- (3) 反应物和生成物的能量差若以热能形式表现即为放热和吸热。

#### 从反应物和生成物的总能量来考虑



水由高处向低处流要释放能量  
(势能转换为动能)

反应物的总能量高

化学反应 放出能量

生成物的总能量低

反应物的总能量 > 生成物的总能量

化学反应放出能量



将水由低处抽向高处需供能量  
(电能转化为机械能，再转化为势能)

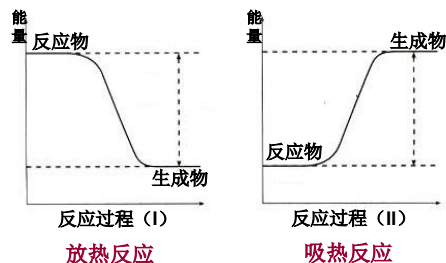
生成物的总能量高

化学反应 吸收能量

反应物的总能量低

反应物的总能量 < 生成物的总能量

化学反应吸收能量



放热反应：反应物能量 > 生成物能量  
吸热反应：反应物能量 < 生成物能量

## 课堂训练

1、下列反应中生成物总能量高于反应物总能量的是 ( )

- A. 碳酸钙受热分解 B. 乙醇燃烧  
C. 铝粉与氧化铁粉末反应 D. 氧化钙溶于水

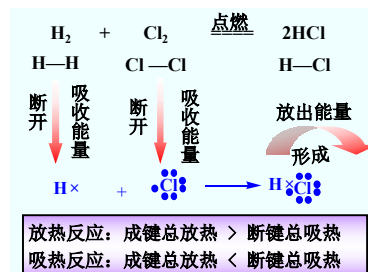
2、如何用最简单的方法区分以下白色固体:

NaOH、 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 、NaCl?

注意: 识记常见的吸热、放热过程

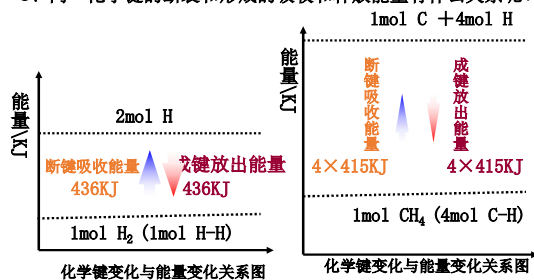
## 2、微观: 从断键、成键角度认识反应中能量变化

化学反应的实质 { 旧键断裂 吸热  
新键形成 放热



## 思考与交流

1、同一化学键的断裂和形成的吸收和释放能量有什么关系呢?

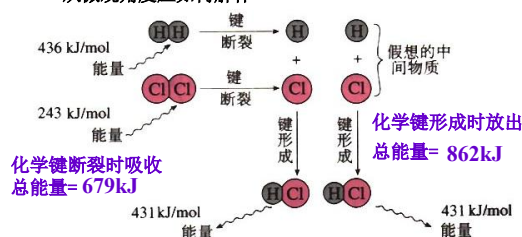


同一个化学键, 断裂时吸收的能量与形成时放出的能量相等。

## 思考与交流

2、实验测得1mol  $\text{H}_2$ 与1mol  $\text{Cl}_2$ 反应生成2mol  $\text{HCl}$ 时放出184.6kJ的热量,

从微观角度应如何解释?



反应热量变化:

$$679 \text{ kJ/mol} - 862 \text{ kJ/mol} = -183 \text{ kJ/mol}$$

讨论: 氢气在氯气中燃烧时发出苍白色火焰, 在反应过程中, 破坏1mol 氢气中的化学键消耗的能量为a kJ, 破坏1mol 氯气中的化学键消耗的能量为b kJ, 形成1mol  $\text{HCl}$ 中的化学键释放的能量为c kJ。下列关系中正确的是 ( )

- A.  $a+b > c$  B.  $a+b > 2c$  C.  $a+b < c$  D.  $a+b < 2c$

## 3、常见的放热反应、吸热反应

化学反应 { 放热反应: 有热量放出的化学反应  
吸热反应: 吸收热量的化学反应

常见的放热反应:

- (1) 所有燃烧反应
- (2) 中和反应
- (3) 大多数化合反应 例外:  $\text{C} + \text{CO}_2$
- (4) 活泼金属跟水或酸反应

常见的吸热反应:

- (1) 大多数分解反应
- (2)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 的反应
- (3) C为还原剂的氧化还原反应。

## 课堂训练

- 下列说法中正确的是 ( )
  - 需要加热才能发生的反应一定是吸热反应
  - 放热反应在常温下一定很容易发生
  - 反应是放热的还是吸热的, 看反应物和生成物所具有总能量的相对大小
  - 吸热反应在常温的条件下不能发生
- 下列说法中正确的是 ( )
  - 干冰升华需吸收大量的热, 这个变化是吸热反应
  - 已知反应:  $X+Y \rightleftharpoons M+N$  为放热反应, 则X的能量一定高于M的能量
  - 分解反应一定是吸热反应
  - 用氢氧焰可以加热软化玻璃, 生产各种玻璃器皿, 主要是利用了氢气和氧气化合时放出的热量

## 【知识小结】

### 1、化学反应与热能

(1) 微观: 化学反应的实质:

旧键断裂 吸收能量  $E_{\text{吸}}$       新键形成 放出能量  $E_{\text{放}}$

反应能量变化的主要原因

$E_{\text{吸}} > E_{\text{放}}$ : 化学反应为吸热反应

$E_{\text{吸}} < E_{\text{放}}$ : 化学反应为放热反应

(2) 宏观: 化学反应:

反应物 自身能量  $E_{\text{反}}$       生成物 自身能量  $E_{\text{生}}$

物质自身能量越低, 越稳定

$E_{\text{反}} > E_{\text{生}}$ : 化学反应为放热反应

$E_{\text{反}} < E_{\text{生}}$ : 化学反应为吸热反应

## 课堂训练

- 金刚石和石墨是碳元素的两种同素异形体, 在100kPa时, 1mol石墨转化为金刚石, 要吸收1.895kJ的热量, 试判断在100kPa压强下, 下列结论正确的是 ( )
  - 石墨比金刚石稳定
  - 金刚石比石墨稳定
  - 1mol石墨比1mol金刚石的总能量高
  - 石墨转化为金刚石是物理变化
- 下列叙述中正确的是 ( )
  - 若反应  $X \rightarrow Y$  放热, 则Y能量比X高
  - 若反应  $X \rightarrow Y$  放热, 则Y所处状态比X稳定
  - 如反应  $X \rightarrow Y$  吸热, 则X化学活性强于Y
  - 若反应  $X + R \rightarrow Y$  放热, 说明R一定是  $O_2$ , 因只有  $O_2$  参加的反应才会放热

## 【知识回顾】

### 1、化学反应与热能

(1) 微观: 化学反应的实质:

旧键断裂 吸收能量  $E_{\text{吸}}$       新键形成 放出能量  $E_{\text{放}}$

反应能量变化的主要原因

$E_{\text{吸}} > E_{\text{放}}$ : 化学反应为吸热反应

$E_{\text{吸}} < E_{\text{放}}$ : 化学反应为放热反应

(2) 宏观: 化学反应:

反应物 自身能量  $E_{\text{反}}$       生成物 自身能量  $E_{\text{生}}$

物质自身能量越低, 越稳定

$E_{\text{反}} > E_{\text{生}}$ : 化学反应为放热反应

$E_{\text{反}} < E_{\text{生}}$ : 化学反应为吸热反应

## 《选择性必修1》第一章

### 二、反应热、焓变

1、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该化学反应的热效应, 简称反应热。

2、焓变:

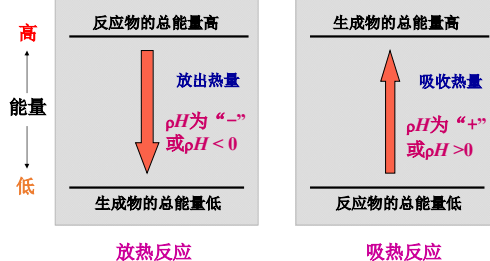
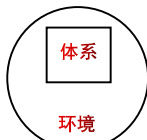
H称为“焓”, 是与物质内能有关的物理量, 生成物与反应物的焓值差  $\Delta H$  称为“焓变”, 数值上等于某反应恒压条件下的反应热。

$\rho H$  的单位: kJ/mol。

规定:

当  $\Delta H$  为 “-” ( $\Delta H < 0$ ) 时, 为放热反应;

当  $\Delta H$  为 “+” ( $\Delta H > 0$ ) 时, 为吸热反应。



放热反应

吸热反应

注意: 反应时需要加热的反应不一定是吸热反应; 反应时不需要加热的反应不一定是放热反应。

讨论1：放热反应中，体系能量如何变化，环境能量如何变化？

> 规定放热反应的 $\Delta H$ 为“-”，是指体系的能量降低；环境的能量升高。

讨论2：总结计算反应热的两种方法

微观

$$\Delta H = E(\text{反应物分子化学键断裂时所吸收的总能量}) - E(\text{生成物分子化学键形成时所释放的总能量})$$

宏观

$$\Delta H = E(\text{生成物总能量}) - E(\text{反应物总能量})$$

### 课堂训练

1、1mol C与1mol  $H_2O(g)$ 反应生成1mol  $CO(g)$ 和1mol  $H_2(g)$ ，需要吸收131.5kJ的热量，该反应的反应热为 $\Delta H = +131.5 \text{ kJ/mol}$ 。

2、H—H键、N—H键、N≡N键的键能分别是436kJ/mol、391kJ/mol、946kJ/mol，则1mol  $N_2$ 生成 $NH_3$ 的反应热为  $-92 \text{ kJ/mol}$ ，

1mol  $H_2$ 生成 $NH_3$ 的反应热为  $-30.7 \text{ kJ/mol}$ 。

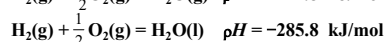
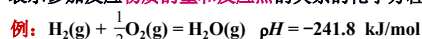
3、预测生成2mol HBr和2mol HCl时，哪个反应放出的热量多？并说出你的理由。

生成HCl放出的热量多。因为 $Cl_2$ 比 $Br_2$ 活泼，能量高，而HCl比HBr稳定，能量低，所以生成HCl放出的热量多。

## 二、热化学方程式

1、定义：

表示参加反应物质的量和反应热的关系的化学方程式。



2、书写注意事项

- (1) 要注明温度和压强（25°C，101kPa时不注明）；
- (2) 需注明反应物和生成物的聚集状态（s、l、g、aq）。
- (3) 热化学方程式各物质前的化学计量数可以是整数，也可以是分数，当化学计量数不同时，其 $\Delta H$ 也不同，但单位始终为  $\text{kJ/mol}$  《选1》教材P10资料卡片
- (4) 需注明 $\Delta H$ 的“+”与“-”，正逆反应的 $\Delta H$ 绝对值相等，符号相反。

注意：a.  $\Delta H$ 与测定条件有关；

b. 利用反应热大小可以判断物质稳定性的强弱，能量越低越稳定

讨论1：已知0.5 mol甲烷和0.5 mol水蒸气在 $t^\circ\text{C}$ ， $p \text{ kPa}$ 时，完全反应生成一氧化碳和氢气（合成气），吸收了 $a \text{ kJ}$ 热量。该反应的热化学方程式是：

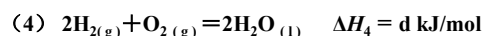
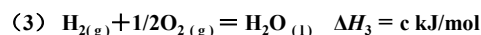
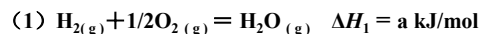
\_\_\_\_\_。

练习：教材P13 1、2题

讨论2：已知充分燃烧 $a \text{ g}$ 乙炔气体时生成1mol二氧化碳气体和液态水，并放出热量 $b \text{ kJ}$ ，则乙炔燃烧的热化学方程式正确的是（ ）

- A.  $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) = 4CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -4b \text{ kJ/mol}$   
B.  $C_2H_2(g) + 5/2O_2(g) = 2CO_2(g) + H_2O(l) \quad \Delta H = +2b \text{ kJ/mol}$   
C.  $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) = 4CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -2b \text{ kJ/mol}$   
D.  $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) = 4CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = +b \text{ kJ/mol}$

讨论3：已知



则a、b、c、d的关系正确的是 C。

A、 $a < c < 0$  B、 $b > d > 0$  C、 $2a = b < 0$  D、 $2c = d > 0$

$\Delta H$ 的数值与反应方程式中系数对应成比例。

讨论4：下列各组热化学方程式中，化学反应的 $\Delta H$ 前者大于后者的是（ C ）

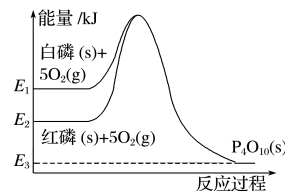
- ①  $C(s) + O_2(g) = CO_2(g) \quad \Delta H_1$        $C(s) + 1/2O_2(g) = CO(g) \quad \Delta H_2$   
 ②  $S(s) + O_2(g) = SO_2(g) \quad \Delta H_3$        $S(g) + O_2(g) = SO_2(g) \quad \Delta H_4$   
 ③  $H_2(g) + 1/2O_2(g) = H_2O(l) \quad \Delta H_5$        $2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O(l) \quad \Delta H_6$   
 ④  $CaCO_3(s) = CaO(s) + CO_2(g) \quad \Delta H_7$        $CaO(s) + H_2O(l) = Ca(OH)_2(s) \quad \Delta H_8$   
 ⑤  $2K(s) + 2H_2O(l) = 2KOH(aq) + H_2(g) \quad \Delta H_9$   
      $2Na(s) + 2H_2O(l) = 2NaOH(aq) + H_2(g) \quad \Delta H_{10}$

A. ①⑤    B. ④    C. ②③④    D. ①②③⑤

结论：物质所具有的能量与它们的聚集状态有关。即化学反应放出热量的多少与反应物、产物的状态有关。

状态由固→液→气变化时，会吸热；反之会放热。

讨论5：白磷和红磷分别与氧气反应生成1 mol  $P_4O_{10}(s)$ 过程中的能量变化如图( $E$ 表示能量) 下列说法正确的是( )



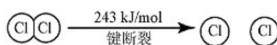
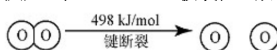
- A. 红磷比白磷稳定  
 B. 白磷燃烧是吸热反应  
 C. 红磷转变为白磷是放热反应  
 D. 红磷燃烧的热化学方程式是  $4P(s) + 5O_2(g) = P_4O_{10}(s) \quad \Delta H = -(E_3 - E_2) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

讨论6：（北京高考）用 $Cl_2$ 生产某些含氯有机物时会产生副产物HCl。利用反应A，可实现氯的循环利用。反应A：



(1) 已知：I 反应A中，4mol HCl被氧化，放出115.6kJ的热量。

II



①  $H_2O$ 的电子式是\_\_\_\_\_。

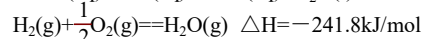
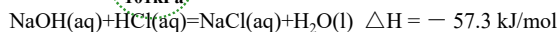
② 反应A的热化学方程式是\_\_\_\_\_。

③ 断开1 mol H—O 键与断开1 mol H—Cl 键所需能量相差约为\_\_\_\_\_ kJ， $H_2O$ 中H—O 键比HCl中H—Cl 键（填“强”或“弱”）\_\_\_\_\_。

### 小结

	化学方程式	热化学方程式
化学计量数表示的意义	微粒个数或物质的物质的量。 一定要整数	物质的 物质的量。 可以是分数
是否要注明物质的状态	“↑” “↓”	必须注明
$\Delta H$ 的正负号与单位	无	必须注明
是否要注明温度与压强	否	是。25°C, 101KPa 时可不注明
意义	表明反应中物质的变化	表明反应中物质与能量的变化

思考与交流 观察以下热化学方程式，分析其与普通的化学方程式有何不同？



### 《选择性必修1》第一章

#### 三、中和热

1、定义：在稀溶液中，酸与碱发生中和反应，生成1 mol  $H_2O$ 时放出的热量

例如：

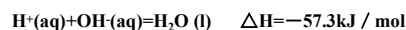
(1) 1L 1mol/L 稀盐酸和1L 1mol/L NaOH 溶液发生中和反应放出的热量为57.3kJ。



(2) 1L 1mol/L  $H_2SO_4$  和2L 1mol/L NaOH 溶液发生中和反应放出的热量为114.6kJ。



强酸与强碱的稀溶液反应，它们的中和热是相同的。



## 课堂训练

已知  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ , 计算下列反应中放出的热量。

- (1) 用 20g NaOH 配成稀溶液跟足量稀盐酸反应, 放出热量为 \_\_\_\_\_ kJ。
- (2) 用 0.1mol  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  配成稀溶液跟足量稀硝酸反应, 放出热量为 \_\_\_\_\_ kJ。
- (3) 用 1mol 醋酸稀溶液和足量 NaOH 溶液反应, 放出的热量 \_\_\_\_\_ (大于、小于、等于) 57.3kJ。
- (4) 100ml 0.1mol/L 的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液与 100ml 0.1mol/L 的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液反应, 放出的热量是否为 1.146kJ? 为什么?

## 2、中和热的测定

### (1) 实验原理

根据强酸与强碱溶液反应前后溶液温度的变化, 计算出生成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  放出的热量。

热量的计算公式:  $(m_1 + m_2) \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$

### (2) 实验步骤

- ① 保温装置的装备。
- ② 量取盐酸倒入量热计并测量其温度。
- ③ 另取一量筒量取 NaOH 溶液并测其温度。
- ④ 将量筒中 NaOH 溶液倒入盛盐酸的量热计中, 用搅拌器匀速搅动溶液, 记录混合液的最高温度。
- ⑤ 重复实验两次, 取测量所得数据的平均值进行计算。

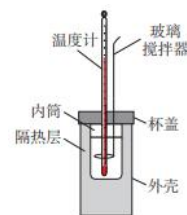


图 1-3 简易量热计示意图

### 实验用品:

量热计  
温度计 ———— 测量反应前后的温度  
玻璃搅拌器 ———— 搅拌, 使反应液混合均匀  
量筒(50 mL)两个 ———— 量取反应液

### 药品:

0.50 mol/L 盐酸  
0.55 mol/L NaOH 溶液

计算生成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  时的反应热:

$$\Delta H = \frac{-0.418 \cdot (t_2 - t_1)}{0.025} \text{ kJ/mol}$$

### 想一想

判断下列实验操作对中和热测定的数值有何影响?

- ① 用相同浓度和体积的氨水代替 NaOH 溶液进行实验
- ② 用相同浓度和体积的醋酸代替稀盐酸溶液 进行实验
- ③ 实验中改用 60 mL 0.50 mol/L 盐酸跟 50 mL 0.55 mol/L NaOH 溶液进行实验

### 实验误差分析:

热量的计算公式:  $(m_1 + m_2) \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$

## 四、燃烧热

1. 定义: 在 101kPa 时, 1mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量。

$\text{C} - \text{CO}_2(\text{g})$   
 $\text{S} - \text{SO}_2(\text{g})$   
 $\text{H} - \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\text{N} - \text{N}_2(\text{g})$

生成物不能继续燃烧

单位: kJ/mol

2. 表示的意义:

如:  $\text{CH}_4$  的燃烧热为 890.3 kJ/mol。

含义: 在 101kPa 时, 1mol  $\text{CH}_4$  完全燃烧时, 放出 890.3 kJ 的热量。

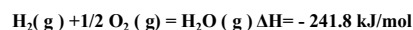
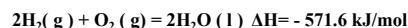
3. 表示燃烧热的热化学方程式的书写:

应以 1mol 物质的标准来配平其余物质的化学计量数(常出现分数)

4. 一定量可燃物完全燃烧时放出的热量:  $Q_{\text{放}} = n(\text{可燃物}) \times |\Delta H|$

## 课堂训练

1、已知:



则氢气的燃烧热  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_。

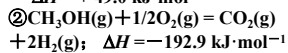
2、25℃、101kPa 下, 碳、氢气、甲烷和葡萄糖的燃烧热依次是 393.5 kJ/mol、285.8 kJ/mol、890.3 kJ/mol、2800 kJ/mol, 则下列热化学方程式正确的是 ( )

- A.  $\text{C}(\text{s}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ/mol}$
- B.  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +571.6 \text{ kJ/mol}$
- C.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ/mol}$
- D.  $1/2 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1400 \text{ kJ/mol}$



3、甲醇质子交换膜燃料电池中将甲醇蒸气转化为氢气的两种反应原理是  
① $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ ;

$$\Delta H = +49.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



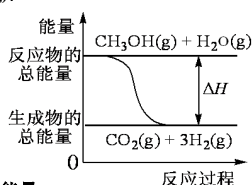
下列说法正确的是( )

A.  $\text{CH}_3\text{OH}$ 的燃烧热为 $192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. 反应①中的能量变化如图所示

C.  $\text{CH}_3\text{OH}$ 转变成 $\text{H}_2$ 的过程一定要吸收能量

D. 根据②推知反应:  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的  
 $\Delta H > -192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



### 小结

		燃烧热	中和热
不同点	反应热的定义	在101 kPa时, 1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时放出的热量; 反应物不同, 燃烧热不同。	在稀溶液中, 酸与碱发生中和反应, 生成1 mol $\text{H}_2\text{O}$ 时放出的热量; 强酸与强碱反应的中和热都相同, 均约为 $57.3 \text{ kJ/mol}$
	反应物的量	1 mol 可燃物	不定
	生成物的量	不定	1 mol $\text{H}_2\text{O}$
相同点	能量变化	放热反应	
	$\rho H$	$\rho H < 0$ (单位 $\text{kJ/mol}$ )	

### 能源

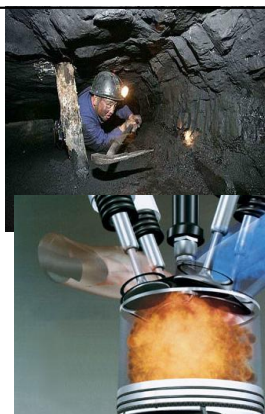
#### 人类利用能源的三个阶段

《必修2》P34~35



中国古代制陶图

柴草时期



化石能源时期



多能源结构时期

### 能源

- 1、能源就是能提供 能量 的自然资源, 包括化石燃料(煤、石油、天然气)、阳光、生物能、风能、地热能、潮汐能等。
- 2、我国目前使用的主要能源是 化石燃料, 是能不 再生。
- 3、能源是国民经济和社会发展的重要物质基础, 它的开发和利用情况, 可以用来 衡量 一个国家或地区的经济发展和科学技术水平
3. 解决能源的办法是 开源节流, 即开发 新的能源 和节约 现有能源, 提高能源的 利用率。
4. 现在探索开发的新能源有 太阳能、氢能、地热能、海洋(潮汐)能、生物能 等, 新能源的主要优势是 资源丰富, 可以再生, 污染少。

## 能源分类

按转换过程分	按利用历史分	按性质分	
一次能源	常规能源	可再生能源	风能、水能、
		不可再生能源	煤炭、石油、天然气等
	新能源	可再生能源	太阳能、海洋能、地热能、波浪能、潮汐能等。
		不可再生能源	核能
二次能源	电能、氢能、煤气、水煤气、蒸汽、焦炭、汽油、煤油、柴油、液化石油气、沼气能等		

2、提高可燃物的燃烧效率，合理利用有限的能源

### 燃料的充分燃烧的条件

- (1) 燃烧时要有足够多的空气；(不是越多越好)
- (2) 燃料与空气要有足够大的接触面积。

### 燃料充分燃烧的意义

- (1) 节约能源
- (2) 减少污染、保护环境

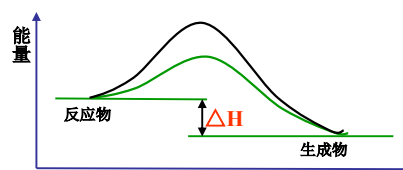
## 想一想

如何测定如下反应： $C(s) + 1/2O_2(g) = CO(g)$  的反应热  $\Delta H$ ?

- ①能直接测定吗？如何测？
- ②若不能直接测，怎么办？

【思考】化学反应中反应热 ( $\Delta H$ ) 与反应途径有关系吗？

无关



1836年瑞士化学家盖斯通过大量实验事实证明，  
不管化学反应是一步完成或分几步完成，其反应热是相同的。

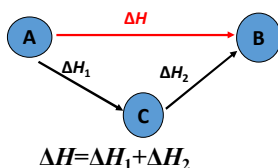
## 第二节 反应热的计算

### 一、盖斯定律

《选择性必修1》第一章P14

化学反应不管是一步完成还是分几步完成，其反应热总是相同的。

化学反应的反应热只与反应体系的始态和终态有关，而与反应的途径无关。

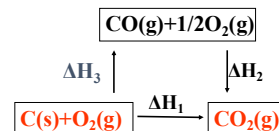


阅读教材P14~15

如何获得  $C(s) + 1/2O_2(g) = CO(g)$  ③ 反应的反应热  $\Delta H_3 = ?$

已知：①  $C(s) + O_2(g) = CO_2(g)$   $\Delta H_1 = -393.5 \text{ kJ/mol}$

②  $CO(g) + 1/2O_2(g) = CO_2(g)$   $\Delta H_2 = -283.0 \text{ kJ/mol}$



$$\begin{aligned}
 \Delta H_3 &= \Delta H_1 - \Delta H_2 \\
 &= -393.5 \text{ kJ/mol} - (-283.0 \text{ kJ/mol}) \\
 &= -110.5 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$



**讨论1:** 同素异形体相互转化但反应热相当小而且转化速率慢, 有时还很不完全, 测定反应热很困难。已知:

- ①  $\text{P}_4(\text{白磷}, \text{s}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = \text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s}) \quad \Delta H_1 = -2983.2 \text{ kJ/mol}$   
 ②  $\text{P}(\text{红磷}, \text{s}) + 5/4\text{O}_2(\text{g}) = 1/4\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s}) \quad \Delta H_2 = -738.5 \text{ kJ/mol}$

试写出白磷转化为红磷的热化学方程式。



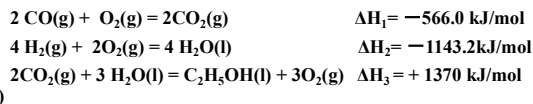
**讨论2:**  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -a \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

- (1)  $\text{CH}_3\text{OH}$ 改为(g),  $\Delta H = -b \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $a$  \_\_\_  $b$ ;  
 (2)  $\text{CO}_2$ 改为CO,  $\Delta H = -c \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $a$  \_\_\_  $c$ ;  
 (3)  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 改为(g),  $\Delta H = -d \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $a$  \_\_\_  $d$ ;  
 (4)  $\text{CH}_3\text{OH}$ 改为 $\text{CH}_4$ ,  $\Delta H = -e \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $a$  \_\_\_  $e$ ;

**讨论2:** 已知

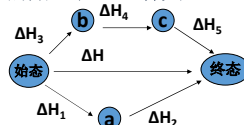
- ①  $\text{CO}(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -283.0 \text{ kJ/mol}$   
 ②  $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -285.8 \text{ kJ/mol}$   
 ③  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = -1370 \text{ kJ/mol}$   
 计算:  $2\text{CO}(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$  的 $\Delta H$

解: ① $\times 2$  + ② $\times 4$  - ③ = ④



**应用盖斯定律需要注意的问题:**

1.  $\Delta H$ 只与反应体系的始态和终态有关



$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$$

2. 不同途径的反应方程式和热效应可进行代数运算  
 3. 计量数的变化与反应热数值的变化要对应  
 4. 反应方向发生改变, 反应热的符号也要改变

**关键:** 目标方程式的“四则运算”。

**方法:** 写出目标方程式确定“过渡物质”(要消去的物质) 逐一消去“过渡物质”。

## 课堂训练

按照盖斯定律, 结合下述反应方程式回答问题, 已知:

- ①  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \quad \Delta H_1 = -176 \text{ kJ/mol}$   
 ②  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{NH}_3(\text{aq}) \quad \Delta H_2 = -35.1 \text{ kJ/mol}$   
 ③  $\text{HCl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{HCl}(\text{aq}) \quad \Delta H_3 = -72.3 \text{ kJ/mol}$   
 ④  $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) \quad \Delta H_4 = -52.3 \text{ kJ/mol}$   
 ⑤  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) \quad \Delta H_5 = ?$

则第⑤个方程式中的反应热 $\Delta H$ 是\_\_\_\_\_。

根据盖斯定律和上述反应方程式得:

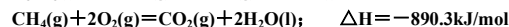
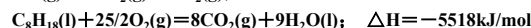
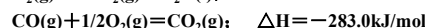
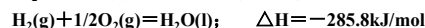
$$\text{⑤} = \text{④} + \text{③} + \text{②} - \text{①}, \quad \text{即} \Delta H_5 = +16.3 \text{ kJ/mol}$$

## 二、反应热的计算

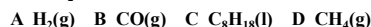
**常见题型:**

1. 根据热化学反应方程式计算。

**练习1:**  $\text{H}_2$ 、CO、辛烷、甲烷的热化学方程式分别为:

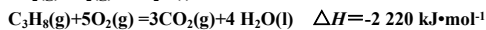
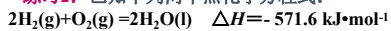


相同质量的 $\text{H}_2$ 、CO、辛烷、甲烷完全燃烧时放出热量最少的是 ( )



## 2. 反应热的判断和求算. 教材P17~18 例题

**练习2:** 已知下列两个热化学方程式:



- (1)  $\text{H}_2$ 的燃烧热为\_\_\_\_\_， $\text{C}_3\text{H}_8$ 的燃烧热为\_\_\_\_\_
- (2)  $2\text{g H}_2$ 和 $2\text{mol C}_3\text{H}_8$ 组成的混合气体完全燃烧放出的热量为\_\_\_\_\_
- (3) 现有 $\text{H}_2$ 和 $\text{C}_3\text{H}_8$ 的混合气体 $5 \text{ mol}$ ，完全燃烧时放出热量 $3847 \text{ kJ}$ ，则混合气体中 $\text{H}_2$ 和 $\text{C}_3\text{H}_8$ 的体积比为( )

A. 1:3    B. 3:1    C. 1:4    D. 1:1

## 3. 利用键能计算反应热

**练习3:** 已知:  $\text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2$ ;

有关化学键的键能如下。

化学键	C—H	C=C	C—C	H—H
键能 (kJ/mol)	414.4	615.3	347.4	435.3

试计算该反应的反应热。

解:  $\Delta H = [6E(\text{C-H}) + E(\text{C-C})] - [E(\text{C=C}) + 4E(\text{C-H}) + E(\text{H-H})]$

$$= (6 \times 414.4 + 347.4) \text{ kJ/mol} - (615.3 + 4 \times 414.4 + 435.3) \text{ kJ/mol}$$

$$= +125.6 \text{ kJ/mol}$$

**练习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 $1 \text{ mol}$ 化学键所需的能量

(kJ):  $\text{N} \equiv \text{N}$ 为 $942$ 、 $\text{O}=\text{O}$ 为 $500$ 、 $\text{N-N}$ 为 $154$ ,则断裂 $1 \text{ mol N-H}$ 键所需的能量 (kJ) 是 ( )

A.194    B.391    C.516    D.658

