



主编 刘增利<sup>®</sup>

直通高考版

# 倍速<sup>®</sup>

$100+100+100 \neq 10000000$

# 学习法

高中化学 选修4

人教版 化学反应原理

构建有效学习



教材核心知识透析  
典例变式互动多解

高考考点综合运用  
题型考向靶心预测



开明出版社

直通高考版

**倍速**<sup>®</sup>

100+100+100 $\neq$ 1000000

**学习法**

**高中化学 选修4**  
**人教版 化学反应原理**

主 编 刘增利  
编 者 苏士杰 闫 彬  
冯建设

开明出版社

## 图书在版编目 ( C I P ) 数据

倍速学习法 : 人教版. 化学. 4 : 选修 / 刘增利主  
编. -- 北京 : 开明出版社, 2013.4  
ISBN 978-7-5131-0952-9


I. ①倍… II. ①刘… III. ①中学化学课-高中-教  
学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第023237号

---


策划设计	万向思维教育科学研究院	出 版	开明出版社
主 编	刘增利	印 刷	陕西思维印务有限公司
执行主编	杨文彬	印刷质检	高 峰 13096935553
责任编辑	范 英	经 销	各地书店
研发统筹	冯艳红 赫丽娟	开 本	890×1240 1/16
责任审读	张 英	印 张	13
校订统筹	刘英锋 陈宏民	字 数	364 千字
责任校对	王艳霞 李二林	版 次	2013 年 4 月第 1 版
责任录排	王 芳*	印 次	2013 年 4 月第 1 次印刷
封面设计	大象设计 李诚真	定 价	23.80 元
版式设计	李诚真		

---

 万向思维教育图书官方网址: <http://www.wanxiangsiwei.com>

万向思维新浪微博@万向思维教育图书和腾讯微博@万向思维教育图书  
最给力的学习网——啃书网( [www.kbook.com.cn](http://www.kbook.com.cn) )



 图书质量监督电话:010-88817647 售后服务电话:010-82553636

图书内容咨询电话:010-82378880 转 113

 通信地址:北京市海淀区王庄路1号清华同方科技广场B座16层(邮编100083)

本书中所有方正字体皆为北京北大方正电子有限公司授权使用

版权所有 翻印必究

### 使用图解

Baidu 百科

有效学习

#### 有效学习是什么

指符合人的认知规律的学习，其目的是通过优化学习方法提高学习效率和质量，用更少的时间，学到更多、更牢、更好的知识内容，做尽可能少的题掌握尽可能丰富和牢靠的知识——学一而知十、有的放矢、各个击破、学会学习、爱上学习。

#### 有效学习不是什么

不是盲目刻苦，不是题海战术，不是死记硬背，不是千篇一律地对待各类知识。

#### 有效学习涉及五大科学原理

A. 建构主义

■ 作用于指导下的自我学习

B. 信息加工心理学

■ 作用于寻找更有利于理解、记忆的方式，理解和存储知识

C. 从基础概念的建构到概念的综合应用

■ 作用于通过学以致用用的训练，理解知识之间的有机联系

D. 认知失衡原理、知识的同化与吸收、体验性教学素材库建立

■ 作用于呈现更有体验感的学习材料

E. 学习风格的检测与应用

■ 作用于根据学习风格提供有利的学习方式

### 第1步 化繁为简：知识讲解细致

按照教材知识点的顺序，结合实际教学对课内知识进行全面、细致地讲解。右侧全国各地最新常考例题的搭配，简单明了地诠释了左侧的知识。左讲右例，点对点，学习过程化繁为简，吃透教材轻而易举。

### 第2步 化难为易：要点拓展全面

对教材中隐藏的要点、难点知识进行深入、透彻地纵向挖掘。拓展知识面，拓宽知识结构，加强知识讲解层次的梯度，兼顾各个层面学生的需求。要点、难点、易混易错点，逐点攻克，学习知识化难为易，让知识没有盲点。

### 第3步 化整为零：考点分类精准

全面、精准地以考点归类本节的典型例题，并且每个考点下面配以解决一类问题的方法，通过解一道题而掌握解一类题的方法，让学生在学的过程中有“点”可查，有“法”可循。考点分类化整为零，达到授之以渔而非鱼的目的。

### 第4步 化静为动：变式例练迁移

对应左侧考点方法，精选变式题型，典例学法迁移，母题多向发散训练。重点、难点、常考点题型分解，逐点逐题练习。变式例练化静为动，达到融会贯通、举一反三的效果。

#### (01) 基本知能必会

##### 课内知识点睛

知识点1 可逆反应与不可逆反应(基础)

##### ① 可逆过程

在一定温度下，当把适量蔗糖晶体溶解在水里时，一方面，蔗糖分子不断离开蔗糖表面扩散到水里去；另一方面，溶解在水里的蔗糖分子不断地在未溶解的蔗糖表面聚集成为晶体，当这两个相反过程的速率相等时，蔗糖的溶解达最大限度，形成蔗糖的饱和溶液。此时，我们说达到溶解平衡状态。



溶解、结晶的过程可表示为：固体溶质  $\rightleftharpoons$  溶液中的溶质。

##### 常考题型例解

题型一 可逆反应的判断和相关计算

例1 下列反应属于可逆反应的是 ( )

- A.  $H_2$  和  $O_2$  点燃生成  $H_2O$  的反应与  $H_2O$  电解生成  $H_2$  和  $O_2$  的反应
- B.  $CuSO_4$  吸水形成胆矾晶体与胆矾加热失去水生成  $CuSO_4$
- C.  $Cl_2$  溶于水
- D.  $Na_2O$  溶于水

【解析】A、B 项的反应不在同一条件下进行的，不属于可逆反应；D 项反应能进行到底，不属于可逆反应；同一条件下， $Cl_2$  与水反应生成  $HCl$  和  $HClO$ ，同时  $HCl$  和  $HClO$  反应生成  $Cl_2$ 。

#### (02) 拓展要点领悟

##### 要点拓展全解

拓展1 化学平衡状态的判断方法(重点)

##### ① 直接判断法[从定义出发]

- (1)同一物质的消耗速率与生成速率相等。
- (2)反应进行方向相反的不同物质的消耗速率或生成速率之比符合化学计量数之比。
- (3)各组分浓度保持不变(“不变”不能理解为“相等”或“成某一比例”)。

##### ② 间接判断法

- (1)各组分物质的量、气体的体积、百分含量(物质的量分数或质量分数)保持不变。
- (2)某物质化学键断裂速率与其化学键生成速率相等；或反应进行方向相反的不同物质化学键断裂(或生成)速率符合化学计量数之比。

##### ③ 化学平衡状态的判断

平衡标志	判断
① 各物质的物质的量或各物质的物质的量分数一定	平衡
② 各物质的质量或各物质的质量分数一定	平衡
③ 各气体的体积或体积分数一定	平衡

##### 题型诠释例解

例2 在一定条件下，可逆反应  $2A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3C(g) + D(g)$  在容积不变的容器中进行。达到平衡的标志是 ( )

- A. 单位时间内生成  $2n$  mol  $B$ ，同时消耗  $3n$  mol  $C$
- B. 容器内压强不随时间变化
- C. 混合气体的密度不随时间变化
- D. 单位时间内断裂  $2$  mol  $A$ — $A$  键，同时断裂  $3$  mol  $C$ — $C$  键

【解析】在任何时刻，单位时间内生成  $2n$  mol  $B$  的同时必然消耗  $3n$  mol  $C$ ，两个速率的指向相同，不能作为达到平衡的标志，所以选项 A 错误；该反应的特征是反应前后气体体积不变，但恒温恒容时，在任何时刻气体物质的量均不变，压强均不变，又因为密闭体系质量守恒，所以平

#### (03) 考点方法整合

##### 典例方法解析

考点1 可逆反应与不可逆反应

可逆反应的正反应方向和逆反应方向同时进行，反应不完全，反应后反应物、生成物共存；不可逆反应可完全反应。

例1 当可逆反应  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$  达到平衡后，向密闭容器中通入  $O_2$ ，再次达到平衡时， $O$  存在于 ( )  
A.  $SO_2$ 、 $O_2$       B.  $SO_2$ 、 $SO_3$       C.  $SO_2$ 、 $SO_3$ 、 $O_2$       D.  $SO_2$ 、 $O_2$

【解析】因为化学平衡是动态平衡，加入  $O_2$  后， $O_2$  与  $SO_2$  反应生成的  $SO_3$  中含有  $O$  原子，同时部分含有  $O$  原子的  $SO_2$  分解生成的  $SO_2$  和  $O_2$  中都可能含有  $O$  原子。

【答案】C

【点拨】可逆反应的正、逆反应同时进行，反应物、生成物共存。

考点2 化学平衡状态的判断

化学反应达到平衡状态时， $v(正)=v(逆)$  是关键，但  $v(正)=v(逆)$  有多种表示形式，解题时抓住两个要点：一是方向，无论用反应物还是生成物来表示，方向一定要相反；二是比例，反应速率之比等于化学计量数之比。

例2 在一定温度下，反应  $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$  达到平衡的标志是 ( )  
A. 单位时间生成  $n$  mol 的  $A_2$ ，同时生成  $n$  mol 的  $AB$   
B. 容器内的总压强不随时间变化  
C. 单位时间生成  $2n$  mol 的  $AB$  同时生成  $n$  mol 的  $B_2$   
D. 单位时间生成  $n$  mol 的  $A_2$ ，同时生成  $n$  mol 的  $B_2$

【解析】A 中  $A_2$  和  $AB$  的物质的量之比不等于化学计量数之比，A 不正确；容器内的总压强始终不随时间变化而变化，B 不正确；生成  $A_2$  和  $B_2$  均为逆反应速率，D 不正确。

##### 对应变式题练

- 1. 在恒温下的密闭容器中，有可逆反应  $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ， $\Delta H < 0$ ，不能说明已达到平衡状态的是 ( )  
A. 正反应生成  $NO_2$  的速率和逆反应生成  $O_2$  的速率相等
- B. 反应器中压强不随时间变化而变化
- C. 混合气体颜色深浅保持不变
- D. 混合气体平均相对分子质量保持不变

2. 图 2-3-9 中的曲线 NO 的转化率与温度的关系曲线，图 2-3-9 中 a、b、c、d 四点，其中表示未达到平衡状态，且  $v(正) > v(逆)$  的点是 ( )  
A. a 点      B. b 点      C. c 点      D. d 点

3. 已知  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ， $\Delta H = -197$  kJ/mol。若在相同的温度和压强时，向某容器中加入  $2$  mol  $SO_2(g)$  和  $1$  mol  $O_2(g)$  反应达到平衡时，放出的热量  $Q$  数值可能为 ( )  
A.  $Q = 197$  kJ      B.  $Q = 0$  kJ  
C.  $Q < 197$  kJ      D.  $Q > 197$  kJ

4. 一定条件下，通过下列反应可实现煤煤气中硫的回收：  
 $SO_2(g) + 2CO(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) + S(l)$ ， $\Delta H < 0$ 。若反应在恒容的密闭容器中进行，下列有关说法正确的是 ( )

# 使用图解

## 全书结构

### 同步模块

### 全章总结

#### 基本知能必会

课内知识点睛  
常考题型例解

#### 拓展要点领悟

要点拓展全解  
题型诠释例解

#### 考点方法整合

典例方法解析

对应变式题练

综合拓展分析

#### 真题考法解读

例解真题考法

精选模拟演练

#### 知能优化测训

基础达标

知能优化

考例链接

#### 全章专题归纳剖析

全章知能同步检测

### (04) 真题考法解读

▶▶▶ 参考答案链接 P176

近水知鱼性,近山识鸟音  
JINSHUIZHUYINGXING, JINSHANSHIBIAOYIN

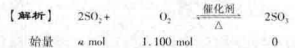
#### 例解真题考法

#### 考法 1 化学平衡状态

**■ 考题 1** 在体积恒定的密闭容器中,一定量的  $\text{SO}_2$  与  $1.100 \text{ mol O}_2$  在催化剂作用下加热到  $600^\circ\text{C}$  发生反应:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ ,  $\Delta H < 0$ 。当气体的物质的量减少  $0.315 \text{ mol}$  时反应达到平衡,在相同温度下测得气体压强为反应前的  $82.5\%$ 。下列有关叙述正确的是 ( )

- 当  $\text{SO}_2$  的生成速率与  $\text{SO}_3$  的消耗速率相等时反应达到平衡
- 降低温度,正反应速率减小程度比逆反应速率减小程度大
- 将平衡混合气体通入过量  $\text{BaCl}_2$  溶液中,得到沉淀的质量为  $161.980 \text{ g}$
- 达到平衡时,  $\text{SO}_2$  的转化率为  $90\%$

2012·四川理综,12,6分



#### 精选模拟演练

1. 图 2-3-17 是温度和压强对  $\text{X} + \text{Y} \rightleftharpoons \text{Z}$  反应影响的示意图。图中纵坐标表示平衡混合气体中 Z 的体积分数。下列叙述正确的是 ( )

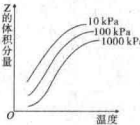


图 2-3-17

- X, Y, Z 均为气态
- 恒容时,混合气体的密度可作为此反应是否达到化学平衡的判断依据
- 升高温度时,  $v_{\text{正}}$  增大,  $v_{\text{逆}}$  减小,平衡向右移动

### (05) 知能优化测训

▶▶▶ 参考答案链接 P177

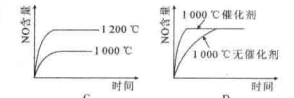
千锤成利器,百炼变纯钢  
QIANCHUANCHENGJILIQI, BAILIANBIANCHUNGANG

#### 基础达标

- 在一定条件下,某容器中充入  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  合成  $\text{NH}_3$ , 以下叙述错误的是 ( )
  - 开始反应时,正反应速率最大,逆反应速率为零
  - 随着反应的进行,正反应速率逐渐减小,最后减小为零
  - 随着反应的进行,逆反应速率逐渐增大,最后保持恒定
  - 随着反应的进行,正反应速率逐渐减小,最后与逆反应速率相等且都保持恒定
- 关于平衡常数,下列说法不正确的是 ( )

#### 知识链接

知识要点 1.2  
考点 1  
知识要点 3  
考点 3  
知识要点 1.3  
考点 1,3  
知识要点 2  
考点 2



5. 工业上制备纯硅反应的热化学方程式如下:  
 $\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Si}(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{g})$   
 $\Delta H = +Q \text{ kJ/mol} (Q > 0)$   
某温度,压强下,将一定量的反应物通入密闭容器进行以上的反应(此条件下为可逆反应),下列叙述正

## 第5步 化暗为明: 高考分析透彻

高考试题原型在教材,对比揭秘。精选考题,全析考点,了解考情,明确考法,深入、透彻地直击高频考点。精选全国各省市模拟试题,汲取考练精髓,零距离体验高考,备战高考。

## 第6步 化生为熟: 练习巩固拔高

立足教材,夯实基础,注重能力,考究梯度。精心设置的一套优化测训题,考查全面、题型新颖、层级清晰,以便学生查漏补缺,拔高练习。考例链接,追本溯源,方便学生回归考点知识和例题方法,学有所用,学以致用,学用相长。

## 全章专题归纳剖析

### 专题一 有关化学反应速率和化学平衡图像的分析

#### 速率—时间图像

(1) 浓度对化学平衡的影响

浓度变化	增大反应物浓度	增大生成物浓度
平衡移动	正向移动	逆向移动
速率—时间图像		
浓度变化	减小生成物浓度	减小反应物浓度

#### (3) 温度对化学平衡的影响

焓变	$\Delta H > 0$ (吸热反应)	
温度改变	升温	降温
平衡移动	正向移动	逆向移动
速率—时间图像		
焓变	$\Delta H < 0$ (放热反应)	
温度改变	升温	降温
平衡移动	逆向移动	正向移动

## 全章知能同步检测

(满分:100分 时间:90分钟)

### 第 1 卷 (选择题, 共 45 分)

一、选择题 (本题包括 15 小题, 每题 3 分, 共 45 分; 每小题只有一个选项符合题意)

- 升高温度时, 化学反应速率加快, 主要是由于 ( )
  - 分子运动速率加快, 使反应物分子间的碰撞机会增多
  - 反应物分子的能量增加, 活化分子百分数增大, 有效碰撞次数增多, 化学反应速率加快
  - 该化学反应的过程是吸热的
  - 该化学反应的过程是放热的
- 已知:  $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$   $\Delta H > 0$ 。该反应达到平衡后, 下列条件有利于反应向正方向进行的是 ( )
  - 升高温度和减小压强
  - 降低温度和减小压强
  - 降低温度和增大压强
  - 升高温度和增大压强
- 在一固定体积的容器中充入  $2 \text{ mol NH}_3$ , 反应  $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons$

- 同一反应物在平衡态 I 和平衡态 II 时浓度不相等
- 下列事实不能用勒夏特列原理解释的是 ( )
  - 在强碱存在的条件下, 醋在水中的溶解度增大
  - 可用浓氨水和氢氧化钠固体快速制取氨气
  - 加催化剂, 使  $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$  在一定条件下转化为  $\text{NH}_3$
  - 加压条件下有利于  $\text{SO}_2$  与  $\text{O}_2$  反应生成  $\text{SO}_3$
- 可逆反应的条件改变后,  $v(\text{正})$  与时间关系如图 2-2-11 所示, X、Y、Z、W 四点中,  $v(\text{逆})$  最大的是 ( )

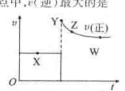


图 2-2-11

- X B. Y C. Z D. W
- 下列对熵的理解不正确的是 ( )
  - 同种物质气态时熵值最大, 固态时熵值最小
  - 体系越有序, 熵值越小; 越混乱, 熵值越大

## 第7步 化分为合: 专题突破优化

优化整合全章化学知识, 系统、全面地设置例题。梳理模块核心要点, 构建模块知识体系。注重思维策略指导, 突出学科方法优势, 便于培养学生创新思维。

## 第8步 化辅为主: 阶段检测仿真

精心选编涵盖全章节或阶段性知识和能力要求的检测试题, 梯度合理、层次分明、题量适中, 与同步考试和高考接轨, 仿真度高, 利于学生同步检测, 查漏补缺。

页码

页码

## 第一章 化学反应与能量

### 第一节 化学反应与能量的变化

- 拓展1 书写热化学方程式的防错诀窍 ..... /7
- 拓展2 从微观、宏观角度理解焓变  $\Delta H$  (或反应热) ..... /7
- 考点1 反应热与“键能”的关系 ..... /8
- 考点2 反应热与物质“总能量”的关系 ..... /9
- 考点3 反应热的比较 ..... /9
- 考点4 热化学方程式正误判断 ..... /10
- 考点5 化学键与反应热 ..... /10
- 考法1 反应热与物质总能量的关系 ..... /11
- 考法2 热化学方程表示的意义 ..... /11
- 考法3 热化学方程式的书写 ..... /12
- 考法4 利用键能计算反应热 ..... /12

### 第二节 燃烧热·能源

- 拓展1 燃烧热和中和热的比较 ..... /17
- 拓展2 能源的分类、利用及转化 ..... /17
- 考点1 表示中和热、燃烧热的热化学方程式的书写 ..... /18
- 考点2 能源的开发和利用 ..... /19
- 考点3 各能量之间的相互转化 ..... /19
- 考点4 有关燃烧热的计算 ..... /19
- 考法1 有关燃烧热的热化学方程式的正误判断 ..... /20
- 考法2 能源问题及其利用 ..... /21
- 考法3 利用燃烧热求算热化学方程式的焓变 ..... /21

### 第三节 化学反应热的计算

- 拓展1 应用盖斯定律比较反应热 ..... /25
- 拓展2 反应热的计算 ..... /25
- 考点1 运用盖斯定律比较反应热大小 ..... /26
- 考点2 盖斯定律在反应热计算中的应用 ..... /27
- 考点3 利用盖斯定律比较物质的稳定性 ..... /27
- 考点4 利用盖斯定律与“物质的总能量变化”计算反应热 ..... /27
- 考法1 盖斯定律的理解 ..... /28
- 考法2 盖斯定律的应用 ..... /28

#### 全章专题归纳剖析

- 专题 计算反应热的解题方法与技巧 ..... /31

## 第二章 化学反应速率和化学平衡

### 第一节 化学反应速率

- 拓展1 化学反应速率的比较方法 ..... /38
- 拓展2 物质的量(或浓度)—时间图像的分析方法 ..... /38
- 考点1 对化学反应速率的理解 ..... /39
- 考点2 化学反应速率的计算 ..... /39
- 考点3 化学反应速率的应用 ..... /40

- 考法1 化学反应速率的计算 ..... /40
- 考法2 化学反应速率的测定 ..... /40
- 考法3 化学反应速率的应用 ..... /41

### 第二节 影响化学反应速率的因素

- 拓展1 外界条件对反应速率的影响及本质 ..... /46
- 拓展2 外界条件对可逆反应中正逆反应速率的影响 ..... /46
- 拓展3 化学反应速率中的图像分析 ..... /46
- 考点1 影响化学反应速率的主要因素 ..... /47
- 考点2 影响化学反应速率的外界因素 ..... /48
- 考点3 化学反应速率影响因素的图像分析及综合应用 ..... /48
- 考法1 外界因素对反应速率的影响 ..... /49
- 考法2 化学反应速率快慢比较 ..... /50
- 考法3 化学反应速率的综合应用 ..... /50

### 第三节 化学平衡

- 拓展1 化学平衡状态的判断方法 ..... /58
- 拓展2 反应物的转化率 ..... /58
- 拓展3 有关化学平衡常数的计算 ..... /59
- 考点1 可逆反应与不可逆反应 ..... /60
- 考点2 化学平衡状态的判断 ..... /60
- 考点3 外界条件对化学平衡的影响 ..... /60
- 考点4 勒夏特列原理 ..... /61
- 考点5 化学平衡常数及其应用 ..... /61
- 考点6 化学平衡图像题 ..... /62
- 考点7 化学反应速率和化学平衡综合题 ..... /63
- 考法1 化学平衡状态 ..... /64
- 考法2 勒夏特列原理的应用 ..... /64
- 考法3 外界条件对化学平衡移动的影响 ..... /65
- 考法4 化学平衡的综合题 ..... /65

### 第四节 化学反应进行的方向

- 拓展1 焓变、熵变对反应方向的影响 ..... /70
- 拓展2 焓变与熵变对反应方向的共同影响 ..... /70
- 考点1 自发过程或自发反应的判断 ..... /71
- 考点2 化学反应的方向与焓变的关系 ..... /71
- 考点3 化学反应的方向与熵变的关系 ..... /71
- 考点4 复合判据及其应用 ..... /72
- 考法 复合判据的应用 ..... /72

#### 全章专题归纳剖析

- 专题一 有关化学反应速率和化学平衡图像的分析 ..... /75
- 专题二 等效平衡 ..... /77

## 第三章 水溶液中的离子平衡

### 第一节 弱电解质的电离

- 拓展1 弱电解质的判断方法 ..... /86

# 拓展·考点·考法 专题索引

	页码
拓展2 外界条件对电离平衡的影响	/87
考点1 强、弱电解质的判断	/86
考点2 影响溶液的导电性的因素	/87
考点3 弱电解质的电离平衡移动	/87
考点4 电离方程式的判断	/87
考点5 电离平衡常数	/88
考法 电离平衡的移动	/89
<b>第二节 水的电离和溶液的酸碱性</b>	
拓展1 水电离平衡的影响因素	/95
拓展2 水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 或 $c(\text{OH}^-)$ 的计算	/95
拓展3 溶液 pH 的计算	/96
拓展4 酸碱中和滴定实验误差分析	/97
考点1 水的电离平衡移动	/98
考点2 溶液酸碱性的判断与比较	/98
考点3 溶液 pH 的确定	/98
考点4 有关水的离子积的计算	/99
考点5 滴定法及其综合应用	/100
考法1 水的离子积	/101
考法2 水的电离平衡移动	/101
考法3 溶液酸碱性判断	/101
考法4 溶液 pH 计算	/102
考法5 酸碱中和滴定实验误差分析	/102
<b>第三节 盐类的水解</b>	
拓展1 盐类水解方程式的书写	/106
拓展2 盐溶液蒸干、灼热时所得产物的判断	/107
拓展3 盐溶液中粒子间的关系	/108
拓展4 强(弱)酸与弱(强)碱混合后溶液的 pH 判断规律	/108
考点1 有关水解反应的判断	/109
考点2 盐类水解平衡移动	/109
考点3 盐的水解规律	/109
考点4 盐类水解的应用	/110
考法1 影响盐类水解的因素	/110
考法2 盐溶液中粒子间的关系	/110
考法3 盐类水解程度的比较	/111
<b>第四节 难溶电解质的溶解平衡</b>	
拓展1 溶度积和	/116
拓展2 溶度积、溶解度和物质的量浓度之间的换算	/117
考点1 影响沉淀溶解平衡的因素	/117
考点2 溶度积相关计算	/118
考点3 沉淀溶解平衡曲线	/118
考点4 沉淀溶解平衡的应用	/119
考法1 溶度积的相关计算	/119
考法2 沉淀溶解平衡曲线	/120

	页码
考法3 溶度积的比较与应用	/120
<b>全章专题归纳剖析</b>	
专题 比较电解质溶液中离子浓度的方法及规律	/123
<b>第四章 电化学基础</b>	
<b>第一节 原电池</b>	
拓展1 原电池电极的判断方法	/130
拓展2 原电池工作原理的应用	/130
考点1 原电池的构成及工作原理	/131
考点2 原电池正、负极的判断	/131
考点3 原电池的设计和应用	/132
考法1 原电池原理及电极反应式	/133
考法2 电极反应式及电子流向	/133
考法3 原电池原理的应用	/134
<b>第二节 化学电源</b>	
拓展1 二次电池电极反应式的书写方法	/139
拓展2 燃料电池电极反应式的书写方法	/140
考点1 常见的化学电源	/140
考点2 充电电池	/141
考点3 燃料电池	/141
考点4 新型电池	/142
考法1 电池充电、放电过程	/142
考法2 燃料电池	/143
考法3 太阳能电池及新型电池	/143
<b>第三节 电解池</b>	
拓展1 电解池中电极和电极产物的判断	/149
拓展2 电解池中电极反应式和电解总反应式的书写	/150
拓展3 用惰性电极电解电解质溶液的规律	/151
考点1 电解原理	/152
考点2 电解原理的应用	/152
考点3 电解的相关计算	/152
考法1 电解原理及电化学的综合应用	/153
考法2 电解的相关计算	/154
<b>第四节 金属的电化学腐蚀与防护</b>	
拓展1 影响金属腐蚀的因素	/158
拓展2 判断金属腐蚀快慢的规律	/159
考点1 金属的腐蚀	/159
考点2 金属防护的常见方法	/159
考点3 金属腐蚀与防护的综合应用	/160
考法1 金属的腐蚀	/161
考法2 金属腐蚀快慢的判断	/161
<b>全章专题归纳剖析</b>	
专题一 原电池、电解池和电镀池	/164
专题二 有关电化学的计算	/165

# 目录

# CONTENTS

页码

页码

## 第一章 化学反应与能量

第一节 化学反应与能量的变化	/2
基本知能必会	/2
拓展要点领悟	/7
考点方法整合	/8
真题考法解读	/11
知能优化测训	/13
第二节 燃烧热 能源	/15
基本知能必会	/15
拓展要点领悟	/17
考点方法整合	/18
真题考法解读	/20
知能优化测训	/22
第三节 化学反应热的计算	/24
基本知能必会	/24
拓展要点领悟	/25
考点方法整合	/26
真题考法解读	/28
知能优化测训	/29
全章专题归纳剖析	/31
全章知能同步检测	/32

## 第二章 化学反应速率和化学平衡

第一节 化学反应速率	/36
基本知能必会	/36
拓展要点领悟	/38
考点方法整合	/39
真题考法解读	/40
知能优化测训	/41
第二节 影响化学反应速率的因素	/43
基本知能必会	/43
拓展要点领悟	/46
考点方法整合	/47
真题考法解读	/49
知能优化测训	/51
第三节 化学平衡	/53
基本知能必会	/53
拓展要点领悟	/58
考点方法整合	/60
真题考法解读	/64
知能优化测训	/66
第四节 化学反应进行的方向	/68
基本知能必会	/68
拓展要点领悟	/70
考点方法整合	/71
真题考法解读	/72
知能优化测训	/73
全章专题归纳剖析	/75
全章知能同步检测	/78

## 第三章 水溶液中的离子平衡

第一节 弱电解质的电离	/82
基本知能必会	/82
拓展要点领悟	/85
考点方法整合	/86

真题考法解读	/89
知能优化测训	/89
第二节 水的电离和溶液的酸碱性	/91
基本知能必会	/91
拓展要点领悟	/95
考点方法整合	/98
真题考法解读	/101
知能优化测训	/102
第三节 盐类的水解	/104
基本知能必会	/104
拓展要点领悟	/106
考点方法整合	/109
真题考法解读	/110
知能优化测训	/111
第四节 难溶电解质的溶解平衡	/113
基本知能必会	/113
拓展要点领悟	/116
考点方法整合	/117
真题考法解读	/119
知能优化测训	/121
全章专题归纳剖析	/123
全章知能同步检测	/124

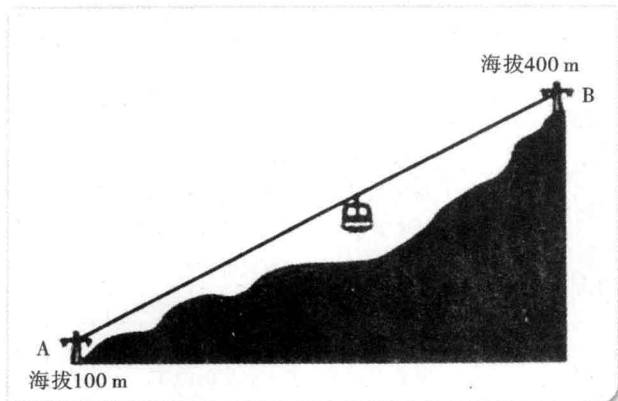
## 第四章 电化学基础

第一节 原电池	/128
基本知能必会	/128
拓展要点领悟	/130
考点方法整合	/131
真题考法解读	/133
知能优化测训	/134
第二节 化学电源	/136
基本知能必会	/136
拓展要点领悟	/139
考点方法整合	/140
真题考法解读	/142
知能优化测训	/144
第三节 电解池	/146
基本知能必会	/146
拓展要点领悟	/149
考点方法整合	/152
真题考法解读	/153
知能优化测训	/154
第四节 金属的电化学腐蚀与防护	/156
基本知能必会	/156
拓展要点领悟	/158
考点方法整合	/159
真题考法解读	/161
知能优化测训	/162
全章专题归纳剖析	/164
全章知能同步检测	/165
参考答案及点拨	/169
附录一 教材问题及课后习题答案与提示	/193
附录二 化学要点速记	/199



# 第一章

# 化学反应与能量

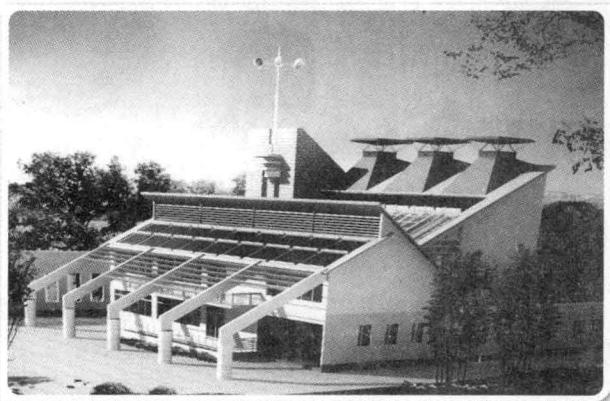


1. 盖斯定律是化学学科学习中很重要同时也是比较难理解的内容,我们可以以登山为例,简单、形象地理解此定律。人从山底 A 点到达 B 点,可以坐过山车也可徒步,但对于这两种途径来说,跨过的山的高度都是一样的。我们可以把 A 点比作反应体系的始态, B 点比作反应体系的终态,山的高度比作化学反应的反应热,所以反应热只与反应体系的始态和终态有关,而与反应途径无关,这就是盖斯定律。

——关键词:盖斯定律

2. 自地球形成生物以来,生物就主要以太阳提供的热和光生存,而自古人类也懂得以阳光晒干物件作为保存物品的方法,如制盐和晒咸鱼等。在现代,太阳能热水器是将太阳光能转化为热能,将水从低温度加热到高温,以满足人们在生活中、生产中的热水使用。

——关键词:太阳能



3. 荷兰是世界上唯一一个低于海平面的国家,因为地势较低,所以很多地方有积水。为了把积水抽到海里,荷兰人就发明了风车,利用风力把水送到海里。这样既环保又节省了能源。同时他们还利用自然风力,用来发电、灌溉农田、获取土地、碾谷物、粗盐、烟叶、榨油,压滚毛呢、毛毡、造纸等等。

——关键词:风力

## 全章概述

煤、石油和天然气等燃料为机器、发动机提供能量,含有糖类、油脂和蛋白质等物质的食物为人类和动物提供能量。它们为什么能提供能量?能提供多少能量?这就是本章将要学习的内容,包括“化学反应与能量的变化”“燃烧热 能源”和“化学反应热的计算”。

## 第一节 化学反应与能量的变化

学习内容	学习要求	高考考点	考查角度
化学反应中能量的变化	1. 了解化学反应中能量转化的原因,能说出常见的能量转化形式; 2. 了解化学能与热能的相互转化。了解吸热反应、放热反应、反应热等概念; 3. 热化学方程式的书写	1. 反应热与化学键的关系(必考)	角度1:反应热、焓变、吸热反应、放热反应、燃烧热、中和热等概念 角度2:反应热与“键能”的关系
		2. 反应热与物质总能量的关系(必考)	角度1:化学反应的实质 角度2:反应热与焓变的关系
		3. 反应热大小的比较(偶考)	角度1:常见的吸热反应、放热反应 角度2:反应热大小的比较
		4. 热化学方程式(必考)	角度1:热化学方程式的书写 角度2:热化学方程式的正误判断
		5. 中和热及其测定(偶考)	角度1:实验基本操作 角度2:定量实验中数据的处理

### 01 基本知能必会

造烛求明,读书求理  
ZAOZHUQIUMINGDUSHUQIULI

#### 课内知识点睛

#### 常考题型例解

#### 知识点1 焓变 反应热(重点)

##### ①焓变、反应热的概念

##### (1)焓与焓变

①焓是表示物质自身所含能量的物理量,用符号  $H$  表示。

②对于某一化学反应而言,由于反应物和生成物所含的能量不同,所以在化学反应中就会有能量的变化,这个能量的变化叫做焓变,用符号  $\Delta H$  表示,单位一般采用  $\text{kJ/mol}$  (或  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )。

焓变用公式表示:  $\Delta H = H(\text{生成物}) - H(\text{反应物})$ 。

##### (2)反应热

一定温度下,化学反应所释放或吸收的热量称为反应热。研究证明,化学反应在恒压条件下的反应热与焓变相同。

**【说明】**①反应热的单位和焓变一样,为  $\text{kJ/mol}$  或  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

②反应热描述的是一定温度下化学反应前后的热量变化。

③任何化学反应都有反应热。

##### (3)焓变与反应热的比较

	反应热	焓变
含义	化学反应中吸收或放出的热量	化学反应中生成物所具有的焓与反应物所具有的焓之差
符号	$Q$	$\Delta H$
与能量变化的关系	反应在恒压条件下进行的,此时的反应热等于焓变	$\Delta H > 0$ , 反应吸收热量; $\Delta H < 0$ , 反应放出热量
二者的相互联系	$\Delta H$ 是化学反应在恒定压强下(通常在敞口容器中进行的化学反应)且不与外界进行电能、光能等其他能量的转化时的反应热 ( $Q_p$ ); $\Delta H = Q_p$ (中学阶段二者通用)	

##### ②焓变、反应热产生的原因

由于在化学反应过程中,当反应物分子间的化学键断裂时,需要克服原子间的相互作用,这需要吸收能量;当原子重新结合成生成物分子即新化学键形成时,又要释放能量,则反应物分子断裂时所吸收的总能量与生成物分子形成

#### 题型一 焓变、反应热

**例1** 下列对化学反应认识错误的是 ( )

- A. 会引起化学键的变化
- B. 会产生新的物质
- C. 必然引起物质状态的变化
- D. 必然伴随着能量变化

易→知识点1

**【解析】**化学变化的本质是旧化学键的断裂和新化学键的形成,化学变化中会产生新的物质并伴随能量变化,但物质状态不一定发生变化,如  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ 。

**【答案】**C

**【点拨】**任何化学反应都伴随能量变化。

**例2** 下列说法中正确的是 ( )

- A. 焓变是指 1 mol 物质参加反应时的能量变化
- B. 当反应放热时  $\Delta H > 0$ , 反应吸热时  $\Delta H < 0$
- C. 在加热条件下发生的反应均为吸热反应
- D. 一个化学反应中,当反应物能量大于生成物能量时,反应放热,  $\Delta H$  为“-”

中→知识点1

**【解析】**A 项没有指明反应的温度和压强。B 项显然是错误的。焓变与参加反应的物质有关,与反应条件是否加热没有直接关系,所以 C 项不正确。在反应中物质所具有的总能量减少,反应就放热,反之就吸热。因此, D 正确。

**【答案】**D

**【点拨】**对于一个特定的化学反应,反应

时所释放的总能量的差即为该反应的反应热。下面以  $H_2$  与  $Cl_2$  反应生成  $HCl$  为例来说明。

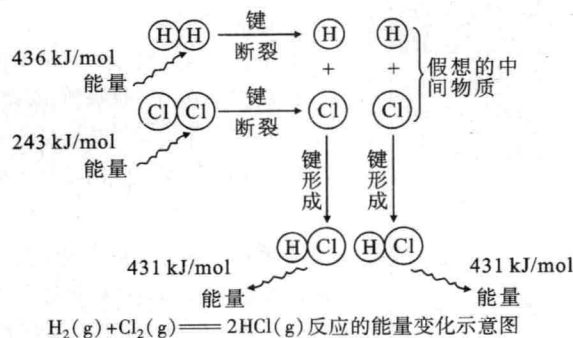


图 1-1-1

上面分析过程可归纳如下表:

	化学键	吸收能量	放出能量
断开	1 mol H—H	436 kJ	—
	1 mol Cl—Cl	243 kJ	—
形成	2 mol H—Cl	—	$2 \times 431$ kJ
$H_2 + Cl_2 = 2HCl$ 放出 183 kJ/mol 能量			

综上所述,反应热与化学键能量变化的关系可以表示为:

$$\Delta H = \sum E_{\text{反应物}} - \sum E_{\text{生成物}}$$

其中:  $\sum E_{\text{反应物}}$  表示反应物断键时吸收的总能量,  $\sum E_{\text{生成物}}$  表示生成物成键时放出的总能量。 $H_2$  与  $Cl_2$  反应中:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \sum E_{\text{反应物}} - \sum E_{\text{生成物}} = (436 \text{ kJ/mol} + 243 \text{ kJ/mol}) - 2 \times 431 \text{ kJ/mol} \\ &= -183 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

结果为负值,说明 1 mol  $H_2(g)$  和 1 mol  $Cl_2(g)$  断键时吸收的总能量小于生成 2 mol  $HCl(g)$  成键时放出的总能量,最终上面的反应放出能量 183 kJ/mol。

**【要点总结】**(1) 化学反应都伴随着能量变化,通常表现为热量变化。形成化学键时放热,断开化学键时需要吸热。

(2)  $\Delta H$  为“-”表示放热反应, $\Delta H$  为“+”表示吸热反应。

## 知识点 2 吸热反应与放热反应(基础)

类型比较	放热反应	吸热反应
定义	释放热量的化学反应	吸收热量的化学反应
形成原因	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	生成物分子成键时释放出的总能量大于反应物分子断裂时吸收的总能量	生成物分子成键时释放的总能量小于反应物分子断裂时吸收的总能量
表示方法	$\Delta H < 0$	$\Delta H > 0$
图示	<p>放热反应 <math>\Delta H</math> 为“-”或 <math>\Delta H &lt; 0</math></p>	<p>吸热反应 <math>\Delta H</math> 为“+”或 <math>\Delta H &gt; 0</math></p>

热是“一定温度下”的热量变化;焓变与等压下且能量全部转化为热能时的反应热相等。当  $\Delta H < 0$  时,为放热反应,此时反应物总能量大于反应产物总能量;当  $\Delta H > 0$  时,表示吸热反应,此时反应物总能量小于反应产物总能量。

## 题型二 反应物与生成物的能量变化

**例 3** 化学反应  $A_2 + B_2 = 2AB$  的能量变化如图 1-1-3 所示,则下列说法正确的是 ( )

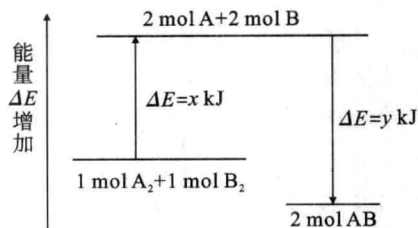


图 1-1-3

- A. 该反应是吸热反应  
B. 断裂 1 mol A—A 键和 1 mol B—B 键能放出  $x$  kJ 能量  
C. 形成 2 mol A—B 键需要放出  $y$  kJ 的能量  
D. 2 mol AB 的总能量高于 1 mol  $A_2$  和 1 mol  $B_2$  的总能量

中—知识点 1.2

**【解析】**从能量变化图上可以看出,反应物总能量高于生成物总能量,该反应是放热反应,A、D 错;反应物断键时要吸收能量,B 错;形成化学键要放出能量,C 正确。

**【答案】**C

**【点拨】**判断反应吸热放热时,只需比较起始和终了状态的能量高低,起始时能量高于结束时的能量,反应放热,反之吸热。图中最高处并不是反应结束,而是反应中间过渡阶段。

**例 4** 下列过程一定释放出能量的是 ( )

- A. 化合反应 B. 分解反应  
C. 分子拆成原子 D. 原子组成分子

另—知识点 2

**【解析】**分子拆成原子是化学键断裂的过程,一定吸收能量;原子结合成分子是形成化学键的过程,一定放出能量。一个反应最终是吸收能量,还是放出能量,取决于成键放出的能量与断键吸收的能量的相对大小。

**【答案】**D

**【点拨】**原子组成成分子是由不稳定状态到稳定状态,是由能量高到能量低,所以放热。

续表

类型比较	放热反应	吸热反应
实例	$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = -483.6 \text{ kJ/mol}$	$\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +131.3 \text{ kJ/mol}$
常见类型	①金属与水或酸的反应,如: $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ ②酸碱中和反应,如: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ ③所有的燃料燃烧及易爆物质的爆炸 ④铝热反应,如 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 与 Al 反应: $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ ⑤大多数的化合反应,如: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$	① $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 的反应: $2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \longrightarrow \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ ② C 和 $\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CO}_2$ 的反应: $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$ ; $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ ③盐类的水解反应 ④大多数的分解反应,如: $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$

**【要点总结】**对于焓变、反应热,既可以用反应物的总键能减去生成物的总键能来表示,也可以用生成物的总能量减去反应物的总能量来表示,这两种计算方法并不矛盾,无论用哪一种方法,计算结果都是相同的。如果是放热反应,  $\Delta H$  为负值,如果是吸热反应,  $\Delta H$  为正值。

**【说明】**(1)通过反应放热或吸热,可比较反应物和生成物的相对稳定性。如果反应放热,生成物较稳定,如果反应吸热,反应物较稳定。

(2)化学反应为吸热反应与化学反应是否需要加热无关。

### 知识点3 热化学方程式(重、难点)

#### ①定义

热化学方程式指的是能表示参加反应物质的量和反应热的关系的方程式。

#### ②意义

热化学方程式既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。

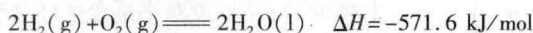
#### ③书写热化学方程式的一般步骤

(1)依据有关信息写出注明反应物和生成物聚集状态的化学方程式,并配平。

(2)根据化学方程式中各物质的化学计量数计算相应的反应热的数值。

(3)如果为放热反应  $\Delta H$  为“-”,如果为吸热反应则  $\Delta H$  为“+”。

例如:2 mol 氢气和 1 mol 氧气反应生成 2 mol 液态水时放出 571.6 kJ 能量,反应的热化学方程式可表示为:



#### ④化学方程式与热化学方程式的比较

	化学方程式	热化学方程式
化学计量数	是整数,既表示粒子个数,又表示该物质的物质的量	既可以是整数,也可以是分数,只表示该物质的物质的量
状态	不要求注明	必须在分子式后注明
反应热的数值	无	必须注明
意义	表明了化学反应中物质的变化	不仅表明了化学反应中物质的变化,也表明了化学反应中的能量变化

**例5** 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
- 反应是放热还是吸热,必须看反应物和生成物所具有的总能量的相对大小
- 吸热反应在一定的条件下也能发生

中→知识点2

**【解析】**化学反应的能量变化主要表现为放热或吸热。反应是放热还是吸热,主要取决于反应物和生成物所具有的总能量的相对大小。放热反应和吸热反应在一定的条件下都能发生。开始时需要加热的反应可能是吸热反应,也可能是放热反应。故正确答案为 CD。

**【答案】**CD

**【点拨】**化学反应是吸热反应还是放热反应与反应条件无关。

### 题型三 热化学方程式

**例6** 热化学方程式  $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +131.3 \text{ kJ/mol}$  表示 ( )

- 1个固态碳原子和 1 分子水蒸气反应吸热 131.1 kJ
- 1个固态碳原子和 1 分子水蒸气反应放热 131.1 kJ
- 1 mol 固态碳和 1 mol 水蒸气反应生成一氧化碳气体和氢气,并吸热 131.3 kJ
- 1 mol 固态碳和 1 mol 水蒸气反应生成一氧化碳气体和氢气,并放热 131.3 kJ

中→知识点3

**【解析】**热化学方程式的化学计量数表示对应物质的物质的量,不表示原子或分子数。 $\Delta H > 0$ ,说明反应吸热。

**【答案】**C

**【点拨】**热化学方程式的化学计量数只表示该物质的物质的量。

**例7** 已知充分燃烧  $a \text{ g}$  乙炔气体时生成 1 mol  $\text{CO}_2$  气体和液态水,放出热量  $b \text{ kJ}$ ,则下列热化学方程式正确的是 ( )

- $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{s}) \longrightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = -4b \text{ kJ/mol}$
- $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = -2b \text{ kJ/mol}$
- $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = -2b \text{ kJ/mol}$
- $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{s}) \longrightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = b \text{ kJ/mol}$

中→知识点3

**【解析】**观察各选项,反应热中都不含  $a$ ,

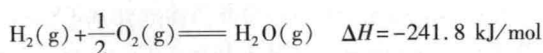
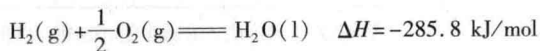
## 5 书写热化学方程式应注意的问题

(1)  $\Delta H$  只能写在标有反应物和生成物状态的化学方程式的右边,并用“空格”隔开。 $\Delta H$  的单位一般为 kJ/mol。

(2) 注意反应热  $\Delta H$  与测定条件(温度、压强等)有关。因此书写热化学方程式时应注明  $\Delta H$  的测定条件。绝大多数  $\Delta H$  是在 25 °C、101 kPa 下测定。对于 25 °C、101 kPa 时进行的反应,可不注明温度和压强。

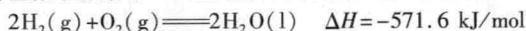
(3) 注意热化学方程式中各物质化学式前面的化学计量数仅表示该物质的物质的量,并不表示物质的分子或原子数。因此化学计量数可以是整数也可以是分数。

(4) 注意反应物和产物的聚集状态不同,反应热数值以及符号都可能不同。例如:

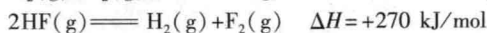
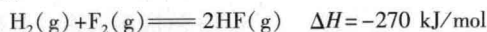


因此,必须注明物质的聚集状态(固:s、液:l、气:g)才能完整地体现出热化学方程式的意义。由于注明了物质的聚集状态,所以热化学方程式中不必再标记“↑”和“↓”。

(5) 热化学方程式中化学式前面的化学计量数必须与  $\Delta H$  相对应,如果化学计量数改变,则  $\Delta H$  也要按比例改变。如上面的热化学方程式可表示为:



(6) 当反应逆向进行,其反应热与正反应的反应热数值相等,符号相反。例如:



(7) 热化学方程式一般不写反应条件。

## 知识点 4 中和热的测定基础(基础)

## 1 中和热

在稀溶液中,酸和碱发生中和反应生成 1 mol 水时的反应热叫中和热。表示方法:  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ 。

## 2 实验用品

简易量热计[或大烧杯和小烧杯、泡沫塑料或纸屑、泡沫塑料板或硬纸板(中心有两个小孔)、环形玻璃搅拌棒]、温度计、量筒(50 mL)两个。0.50 mol/L 盐酸、0.55 mol/L NaOH 溶液。

## 3 实验原理

通过酸碱中和反应中溶液温度的变化计算反应热,进而测定中和热。

## 4 实验步骤

(1) 在大烧杯底垫泡沫塑料(或纸屑),使放入的小烧杯杯口与大烧杯杯口相平。然后再在大、小烧杯之间填满碎泡沫塑料(或纸屑),大烧杯上用泡沫塑料板(或硬纸板)作盖板,在板中间开两个小孔,正好使温度计和环形玻璃搅拌棒通过,以达到保温、隔热、减少实验过程中热量损失的目的,如图 1-1-2 所示。该实验也可在保温杯中进行。

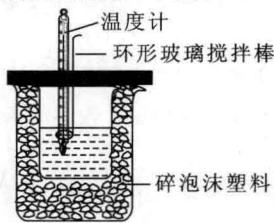


图 1-1-2

(2) 用一个量筒量取 50 mL 0.50 mol/L 盐酸,倒入小烧杯中,并用温度计测量盐酸的温度,记入下表。然后把温度计上的酸用水冲洗干净。

(3) 用另一个量筒量取 50 mL 0.55 mol/L NaOH 溶液,并用温度计测量 NaOH 溶液的温度,记入下表。

(4) 把温度计和环形玻璃搅拌棒放入小烧杯的盐酸中,并把量筒中的 NaOH 溶液一次倒入小烧杯(注意不要洒到外面)。用环形玻璃搅拌棒轻轻搅动溶液,并准确读取混合溶液的最高温度,记为终止温度,记入下表。

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 $(T_2 - T_1)/^\circ\text{C}$
	HCl	NaOH	平均值		
1					
2					
3					

显然,本题中 a g 乙炔没有参与计算反应热。必须根据生成 1 mol 二氧化碳,放出 b kJ 的热量来计算,由乙炔燃烧的化学方程式可确定化学计量数关系:  $\text{C}_2\text{H}_2 \sim 2\text{CO}_2 \sim 2b$ ,且反应放热,  $\Delta H < 0$ 。A、D 选项中,  $\text{O}_2$  应为气态;因此可确定 B 是正确选项。

【答案】B

【点拨】反应物与反应热是一一对应关系。

例 8 写出下列反应的热化学方程式:

(1) 1 mol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$  完全燃烧生成  $\text{CO}_2(\text{g})$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ,放出 1 366.8 kJ 热量: \_\_\_\_\_。

(2) 1 mol C(石墨)与适量  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应生成  $\text{CO}(\text{g})$  和  $\text{H}_2(\text{g})$ ,吸收 131.3 kJ 能量: \_\_\_\_\_。

2009·八校联考·中一·知识点 3

【解析】已知反应物的物质的量及放出或吸收的热量,要写出热化学方程式,关键是要确定与方程式中的化学计量数相对应的  $\Delta H$ 。

(1)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  燃烧的化学方程式为  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ,那么,相应的热化学方程式为  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1\,366.8 \text{ kJ/mol}$ 。

(2) 1 mol C(石墨)完全反应吸收 131.3 kJ 热量,则相应的热化学方程式为  $\text{C}(\text{石墨},\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +131.3 \text{ kJ/mol}$ 。

【答案】(1)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1\,366.8 \text{ kJ/mol}$

(2)  $\text{C}(\text{石墨},\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +131.3 \text{ kJ/mol}$

【点拨】已知反应物的物质的量及放出或吸收的热量,要写出热化学方程式,关键是要确定方程式中的化学计量数相对应的  $\Delta H$ ;还要特别注意区别简单化学方程式的书写,要标明反应物、生成物的聚集状态。

## 题型四 中和热的测定

例 9 某学习小组进行了测定稀硫酸和稀氢氧化钠中和热的实验。

(1) 写出该反应的热化学方程式(中和热为 57.3 kJ/mol): \_\_\_\_\_。

(2) 取 50 mL NaOH 溶液和 30 mL 硫酸溶液进行实验,实验数据如下表。

①请填写下表中的空白:

(5) 重复实验步骤(2)~(4)三次,取测量所得数据的平均值作为计算依据。

(6) 根据实验数据计算中和热。

$$\text{计算公式: } \Delta H = -\frac{Q}{n(\text{H}_2\text{O})} = -\frac{(m_1+m_2) \times c \times (T_2-T_1)}{n(\text{H}_2\text{O})}$$

式中  $Q$  为中和反应生成一定物质的量的  $\text{H}_2\text{O}$  所放出的热量,  $Q = (m_1+m_2) \times c \times (T_2-T_1)$ ;  $(m_1+m_2)$  为酸和碱的质量之和;  $(T_2-T_1)$  为中和反应后与反应前的温度差;  $c$  为中和反应后生成的溶液的比热容。

为了使计算简便,可近似地认为:

① 0.50 mol/L 盐酸和 0.55 mol/L NaOH 溶液的密度都是  $1 \text{ g/cm}^3$ , 所以 50 mL 0.50 mol/L 盐酸的质量  $m_1 = 50 \text{ g}$ , 50 mL 0.55 mol/L NaOH 溶液的质量  $m_2 = 50 \text{ g}$ 。

② 中和后生成的溶液的比热容  $c = 4.18 \text{ J/(g} \cdot \text{°C)}$ , 由此可以计算出, 50 mL 0.50 mol/L 盐酸与 50 mL 0.55 mol/L NaOH 溶液发生中和反应时放出的热量为:

$$Q = (m_1+m_2) \times c \times (T_2-T_1) = (50 \text{ g} + 50 \text{ g}) \times 4.18 \text{ J/(g} \cdot \text{°C)} \times (T_2-T_1) = 418(T_2-T_1) \text{ J} = 0.418(T_2-T_1) \text{ kJ}$$

又因 50 mL 0.5 mol/L 盐酸中含有 0.025 mol 的  $\text{H}^+$ , 所以跟 0.025 mol 的  $\text{OH}^-$  发生中和反应, 生成 0.025 mol 的水, 放出热量为  $Q$ , 所以中和热:

$$\Delta H = -\frac{Q}{0.025} = -\frac{0.418(T_2-T_1)}{0.025} \text{ kJ/mol}$$

若用其他的强酸和强碱做此实验的结论基本上是一样的, 这是因为强酸与强碱反应的实质是  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。通过大量实验测定, 1 mol  $\text{H}^+$  和 1 mol  $\text{OH}^-$  反应生成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  时, 放出热量 57.3 kJ。在稀溶液中, 酸跟碱发生中和反应而生成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$ , 这时的反应热(即所放出的热量)叫做中和热, 其热化学方程式为:  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$

### 5 实验注意事项

(1) 盐酸和 NaOH 溶液浓度的配制须准确, 且 NaOH 溶液的浓度须稍大于盐酸的浓度, 以确保盐酸被完全中和。为使测得的中和热更准确, 所用盐酸和 NaOH 溶液的浓度宜小不宜大(不大于 1 mol/L), 以防浓酸、浓碱溶液稀释时放热。

【注意】NaOH 溶液必须现配, 久置的 NaOH 溶液往往由于吸收空气中的二氧化碳而导致浓度不准, 影响实验结果; 还要注意新配制的 NaOH 溶液要充分冷却至室温后才能使用。

(2) 实验操作时动作要快, 隔热和保温效果要好, 以减少热量损失。

(3) 温度计的水银球部分要完全浸没在溶液中, 而且要稳定一段时间后再读数, 以提高所测温度的精度。

(4) 实验时需用强酸强碱的稀溶液。避免浓酸、浓碱稀释放热和弱酸弱碱电离吸热引起的误差。

(5) 测量温度一般要三次, 取数据的平均值作为实验计算的依据。

### 6 中和热测定实验的误差分析

中和热测定结果往往偏低, 其原因可能为:

(1) 量热器的两个烧杯杯口不相平, 纸板孔偏大, 仪器保温性能差, 这是测定结果偏低的主要原因。

(2) 倒入 NaOH 溶液动作慢; 搅拌不均匀; 未能及时观察温度上升情况, 造成了热量损失。

(3) 计算中假定溶液比热容为  $4.18 \text{ J/(g} \cdot \text{°C)}$ , 密度为  $1 \text{ g/cm}^3$ , 实际上这是水的比热容和密度, 酸碱溶液的比热容、密度均较此数大, 所以使结果偏低。此外, 计算中忽略了仪器所吸收的热量, 也使结果偏低。

(4) 实验中若以环形金属丝搅拌棒代替环形玻璃搅拌棒会使测定值比理论值偏低, 这是因为金属比玻璃易导热。

实验次数	起始温度 $T_1/\text{°C}$			终止温度 $T_2/\text{°C}$	温度差平均值 $(T_2-T_1)/\text{°C}$
	$\text{H}_2\text{SO}_4$	NaOH	平均值		
1	26.2	26.0	26.1	30.1	
2	27.0	27.4	27.2	33.3	
3	25.9	25.9	25.9	29.8	
4	26.4	26.2	26.3	30.4	

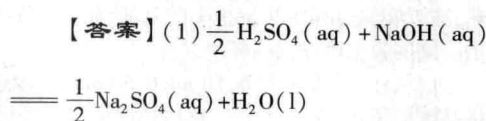
② 近似认为 0.50 mol/L NaOH 溶液和 0.50 mol/L 硫酸溶液的密度都是  $1 \text{ g/cm}^3$ , 中和后生成溶液的比热容  $c = 4.18 \text{ J/(g} \cdot \text{°C)}$ 。则中和热  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_ (取小数点后一位)。

(3) 上述实验数值结果与  $-57.3 \text{ kJ/mol}$  有偏差, 产生偏差的原因可能是(填字母) \_\_\_\_\_。

- 实验装置保温、隔热效果差
- 量取 NaOH 溶液的体积时仰视读数
- 分多次把 NaOH 溶液倒入盛有硫酸的小烧杯中
- 用温度计测定 NaOH 溶液起始温度后直接测定  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液的温度

2012 · 烟台模拟 · 中 → 知识点 4

【解析】(1) 表示中和热的热化学方程式时要注意生成水的物质的量是 1 mol。(2) 先计算生成水的物质的量为 0.025 mol; 第 2 次实验  $(T_2-T_1)$  值较其他实验误差较大, 舍去, 用其他三组实验数据计算  $(T_2-T_1)$  的平均值为  $4.0 \text{ °C}$ , 计算得  $\Delta H = -53.5 \text{ kJ/mol}$ 。(3) 分析偏差原因即分析“偏低”的原因, a、c 直接造成了热量损失, 符合要求; b 的结果是量取的 NaOH 溶液偏多, 是造成“偏高”的原因, 不符合要求; d 使  $T_1$  偏高, 则  $(T_2-T_1)$  偏低, 符合要求。



$$\Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$$

(2) ① 4.0 ②  $-53.5 \text{ kJ/mol}$  (3) acd

【点拨】解答本题时应注意以下三点:

- 测定中和热的装置保温效果要好;
- 使酸或碱有一种稍过量, 并搅拌使之迅速反应;
- 测定中和热时只能是强酸、强碱的稀溶液发生反应。

## 要点拓展全解

## 拓展1 书写热化学方程式的防错诀窍(重点)

热化学方程式同时表明了两个方面的内容,一是新旧物质之间的转化,二是化学能与热能之间的转化。因此,热化学方程式必须同时符合质量守恒定律和能量守恒定律。

书写热化学方程式应注意以下五点:

①注意 $\Delta H$ 的符号

$\Delta H$ 只能写在标有反应物和生成物状态的化学方程式的右边,若为放热反应, $\Delta H$ 为“-”;若为吸热反应, $\Delta H$ 为“+”。 $\Delta H$ 的单位一般为kJ/mol。

## ②注意测定条件

注意反应热 $\Delta H$ 与测定条件(温度、压强等)有关。因此,书写热化学方程式时应注意 $\Delta H$ 的测定条件。绝大多数 $\Delta H$ 是在25℃、101 325 Pa下测定的,此时可不注明温度和压强。

## ③注意物质的聚集状态

注意反应物和生成物的聚集状态不同,反应热 $\Delta H$ 也不同。因此,必须注明物质的聚集状态才能完整地体现出热化学方程式的意义。气体用“g”,液体用“l”,固体用“s”,溶液用“aq”。热化学方程式中不用标注“↑”和“↓”。

## ④注意化学计量数

注意热化学方程式是表示反应已完成的数量。由于 $\Delta H$ 与反应完成物质的量有关,所以方程式中化学式前面的化学计量数必须与 $\Delta H$ 相对应,如果化学计量数加倍,则 $\Delta H$ 也要加倍。当反应逆向进行时,其反应热与正反应的反应热数值相等,符号相反。

例如:已知 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol}$ ,则

$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +285.8 \text{ kJ/mol}$ ,

$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ/mol}$ 。

⑤注意 $\Delta H$ 的单位

关于 $\Delta H$ 的单位“kJ/mol”并不是指每摩尔具体物质反应时伴随的能量变化是多少千焦,而是指给定形式的具体反应以各物质的化学计量数来计量其物质的量时伴随的能量变化。

拓展2 从微观、宏观角度理解焓变 $\Delta H$ (或反应热)(难点)

## ①微观角度:键能的不同引起焓变

当反应物分子间的化学键断裂时,需要克服原子间的相互作用,这需要吸收能量;当原子重新结合成生成物分子,即新键形成时,又要释放能量。由于吸收和放出的能量不同,导致了化学反应前后的能量变化。化学反应过程中能量守恒,热量变化是化学反应中能量变化的主要形式。化学键的断裂和形成是化学反应中能量变化的主要原因(如图1-1-4)。

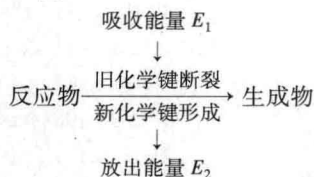


图 1-1-4

若 $E_1 > E_2$ ,反应吸收能量, $\Delta H > 0$ ;

若 $E_1 < E_2$ ,反应放出能量, $\Delta H < 0$ 。

(1)由键能求焓变的公式: $\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$ 。

(2)生成物分子化学键形成释放的总能量比反应物分子化学键断裂吸收的总能量大,为放热反应。因反应放出热量而使反应体系的能量降低,故规定放热反应

## 题型诠释例解

例10 沼气是一种能源,它的主要成分是完全燃烧生成 $\text{CO}_2$ 和液态水时,放出445 kJ热量;已知在25℃、101 kPa时,1 mol液态水转化为气态水时要吸收44.0 kJ热量。则下列热化学方程式正确的是 ( )

- A.  $2\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +890 \text{ kJ/mol}$   
 B.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +890 \text{ kJ/mol}$   
 C.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -890 \text{ kJ/mol}$   
 D.  $\frac{1}{2}\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \frac{1}{2}\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -401 \text{ kJ/mol}$

2012·山东济南一中模拟·中→知识点3

【解析】已知0.5 mol  $\text{CH}_4$ 完全燃烧生成 $\text{CO}_2$ 和液态水时,放出445 kJ热量,则1 mol  $\text{CH}_4$ 完全燃烧生成 $\text{CO}_2$ 和液态 $\text{H}_2\text{O}$ 时,放出890 kJ热量;而当0.5 mol  $\text{CH}_4$ 燃烧生成 $\text{CO}_2$ 和气态水时,生成的水为1 mol,这时将少释放44.0 kJ热量。因为该反应放热, $\Delta H < 0$ ,选项D项正确。

【答案】D

【点拨】书写热化学方程式时,注意水的状态和 $\Delta H$ 的正负号。

例11 化学反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ 的能量变化如图1-1-6所示,该反应的热化学方程式是 ( )

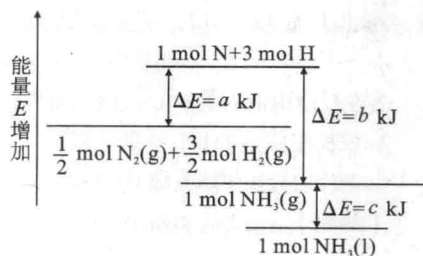


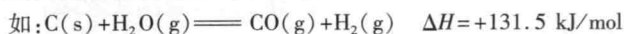
图 1-1-6

- A.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = 2(a - b - c) \text{ kJ/mol}$   
 B.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$

的  $\Delta H$  为“-”，即  $\Delta H < 0$ 。



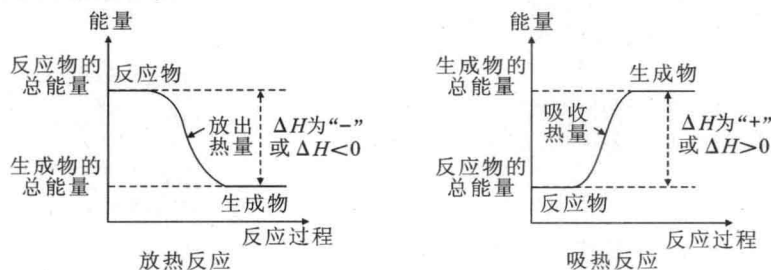
对于吸热反应，由于反应通过加热、光照等吸收能量，使反应体系的能量升高。因此，规定吸热反应的  $\Delta H$  为“+”，即  $\Delta H > 0$ 。



当  $\Delta H$  为“-”或  $\Delta H < 0$  时，为放热反应；当  $\Delta H$  为“+”或  $\Delta H > 0$ ，为吸热反应。

## ② 宏观角度：物质能量的不同引起焓变

(1) 如果反应物所具有的总能量大于生成物所具有的总能量，那么由反应物转化为生成物时能量主要转变成热量形式放出，这是放热反应。反之，如果反应物所具有的总能量小于生成物所具有的总能量，反应物就需要吸收热量才能转化为生成物，这是吸热反应(如图 1-1-5)。



化学反应过程中的能量变化示意图

图 1-1-5

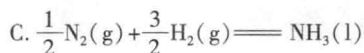
因此，化学反应的过程也可看做是“储存”在物质内部的能量(化学能)转化为热能、电能、光能等释放出来，或者是热能、电能、光能等转化为物质内部的能量被“储存”起来的过程。

(2) 由物质的能量求焓变的公式： $\Delta H = \sum E(\text{生成物}) - \sum E(\text{反应物})$

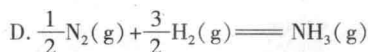
若  $\sum E(\text{反应物}) > \sum E(\text{生成物})$ ，则反应放热。

若  $\sum E(\text{反应物}) < \sum E(\text{生成物})$ ，则反应吸热。

$$\Delta H = 2(b-a) \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = (b+c-a) \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = (a+b) \text{ kJ/mol}$$

中一·知识点 3

**【解析】**图 1-1-6 反映了由反应物到生成物所经历的反应过程和能量变化。起点为  $\frac{1}{2} \text{ mol N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{ mol H}_2(\text{g})$ ，终点为  $1 \text{ mol NH}_3(\text{l})$ 。变化三阶段为：①吸收能量  $a \text{ kJ}$ ；②放出能量  $b \text{ kJ}$ ；③  $1 \text{ mol NH}_3(\text{g})$  放出能量  $c \text{ kJ}$  到  $1 \text{ mol NH}_3(\text{l})$ 。故可得热化学方程式： $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{l})$

$\Delta H = (a-b-c) \text{ kJ/mol}$ ，扩大化学计量数后得到 A 项。

**【答案】**A

**【点拨】**反应热可根据反应物所具有的总能量与反应产物所具有的总能量的相对大小进行计算，即  $\Delta H = \text{反应产物所具有的总能量} - \text{反应物所具有的总能量}$ 。

## (03) 考点方法整合

▶▶▶ 参考答案链接 P169

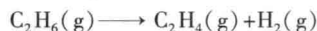
积累知识，胜过蓄金  
JILEIZHISHISHENGGUOXUJIN

### 典例方法解析

#### 考点 1 反应热与“键能”的关系

化学反应实质上是反应物原有化学键的断裂(这个过程吸收能量)和生成物新化学键的形成(这个过程释放能量)的过程。在不做其他功的情况下，当前者大于后者时，为吸热反应；当前者小于后者时，为放热反应。反应热与键能的关系为： $\Delta H = \text{反应物的总键能} - \text{生成物的总键能}$ 。

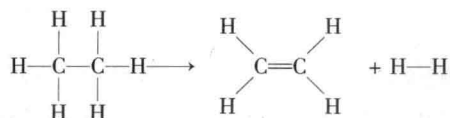
**例 1** 已知断裂  $1 \text{ mol C-H}$  键，要吸收热量  $414.4 \text{ kJ}$ ；断裂  $1 \text{ mol C-C}$  键，要吸收热量  $347.4 \text{ kJ}$ ；生成  $1 \text{ mol C=C}$  键，会放出热量  $615.3 \text{ kJ}$ ；生成  $1 \text{ mol H-H}$  键，会放出热量  $435.3 \text{ kJ}$ 。下面是乙烷裂解为乙烯和氢气的反应：



若在反应中消耗了  $1 \text{ mol}$  乙烷，则有关该反应的说法正确的是 ( )

- A. 该反应放出  $251.2 \text{ kJ}$  的热量      B. 该反应吸收  $251.2 \text{ kJ}$  的热量  
C. 该反应放出  $125.6 \text{ kJ}$  的热量      D. 该反应吸收  $125.6 \text{ kJ}$  的热量

**【解析】**用结构式表示该反应为：



$1 \text{ mol}$  乙烷含有  $1 \text{ mol C-C}$  键和  $6 \text{ mol C-H}$  键。生成的  $1 \text{ mol}$  乙烯中含有

### 对应变式题练

1. 已知：①  $1 \text{ mol H}_2$  分子中化学键断裂时需要吸收  $436 \text{ kJ}$  的能量，②  $1 \text{ mol I}_2$  蒸气中化学键断裂时需要吸收  $151 \text{ kJ}$  的能量，③ 由  $\text{H}$  原子和  $\text{I}$  原子形成  $1 \text{ mol HI}$  分子时释放  $299 \text{ kJ}$  的能量。下列热化学方程式正确的是 ( )

- A.  $2\text{HI}(\text{g}) = \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$   
 $\Delta H = +11 \text{ kJ/mol}$   
B.  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = \text{HI}(\text{g})$   
 $\Delta H = -11 \text{ kJ/mol}$   
C.  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = 2\text{HI}(\text{g})$   
 $\Delta H = +288 \text{ kJ/mol}$   
D.  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) = \text{HI}(\text{g})$   
 $\Delta H = -114 \text{ kJ/mol}$

2. 科学家已获得了极具理论研究意义的  $\text{N}_4$  分子，其结构为正四面体(如图 1-1-10 所示)，与白磷分子相似。已知断裂  $1 \text{ mol N-N}$  键吸收  $193 \text{ kJ}$  热

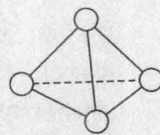


图 1-1-10



1 mol C=C 键和 4 mol C—H 键; 1 mol 氢气中含有 1 mol H—H 键。根据反应热与键能的关系:

$$\Delta H = \sum E_{\text{反应物}} - \sum E_{\text{生成物}} = (347.4 \text{ kJ/mol} + 6 \times 414.4 \text{ kJ/mol}) - (615.3 \text{ kJ/mol} + 4 \times 414.4 \text{ kJ/mol} + 435.3 \text{ kJ/mol}) = 125.6 \text{ kJ/mol}$$

$\Delta H > 0$ , 说明反应是吸热的。

【答案】D

【点拨】解答本题时应注意以下两点:(1)  $\Delta H$  = 各反应物的键能之和 - 各生成物的键能之和;(2) 同一化学键形成时释放的能量与断裂时吸收的能量数值相同。

### 考点 2 反应热与物质“总能量”的关系

反应物具有的总能量大于生成物所具有的总能量, 导致反应物转化为生成物时放出热量, 为放热反应; 反应物具有的总能量小于生成物所具有的总能量, 则反应时需要从外界吸收能量, 为吸热反应。反应热与能量的关系为:

$$\Delta H = \text{生成物所具有的总能量} - \text{反应物所具有的总能量}$$

例 2 已知:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) = 2\text{HF}(\text{g})$

$\Delta H = -546.6 \text{ kJ/mol}$ , 下列说法正确的是 ( )

A. 氟化氢气体分解生成氢气和氟气的反应是放热反应

B. 1 mol  $\text{H}_2$  与 1 mol  $\text{F}_2$  反应生成 2 mol 液态 HF 放出的热量小于 546.6 kJ

C. 在相同条件下, 1 mol  $\text{H}_2$  与 1 mol  $\text{F}_2$  的能量总和大于 2 mol HF 气体的能量

D. 该反应中的能量变化可用图 1-1-7 来表示

【解析】由热化学方程式可知  $\Delta H < 0$ ,  $\text{H}_2$  与  $\text{F}_2$  反应生成 HF 是放热反应, 则 HF 分解成  $\text{H}_2$  和  $\text{F}_2$  为吸热反应, 故 A 错。HF(g) 转变为 HF(l) 要放热, 则 1 mol  $\text{H}_2$  与 1 mol  $\text{F}_2$  反应生成 2 mol HF(l), 放出的热量大于 546.6 kJ, 故 B 错。该反应为放热反应, 则反应物总能量高于生成物总能量, C 正确。该反应中能量变化的如图 1-1-8。

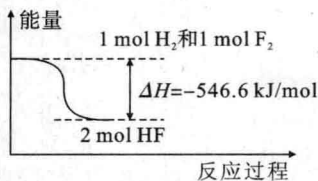


图 1-1-8

【答案】C

【点拨】化合反应一般是放热反应, 分解反应是吸热反应。

### 综合拓展分析

### 考点 3 反应热的比较

反应热的比较是个难点, 解题时要注意以下三点:

(1) 对于吸热反应,  $\Delta H > 0$ , 吸热越多,  $\Delta H$  越大; 但对于放热反应,  $\Delta H < 0$ , 即  $\Delta H$  为负值, 放热越多,  $\Delta H$  反而越小,  $\Delta H$  是带有正负号的。

(2) 物质的三态变化要影响反应热: 固体  $\xrightarrow{\text{吸热}}$  液体  $\xrightarrow{\text{吸热}}$  气体。

(3) 强酸与强碱的中和反应的实质是  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  反应, 通过许多次实验测定, 1 mol  $\text{H}^+$  和 1 mol  $\text{OH}^-$  反应生成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  时, 放出热量 57.3 kJ。但因为稀释放热(例如: 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  稀释时要放出大量的热)、电离吸热等影响使得不同的中和反应热效应并不相同。

例 3 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 ( )

量, 断裂 1 mol  $\text{N} \equiv \text{N}$  键吸收 941 kJ 热量, 则 ( )

A.  $\text{N}_4$  的键能是  $\text{N}_2$  的二倍

B. 1 mol  $\text{N}_4$  气体转化为  $\text{N}_2$  时要吸收 724 kJ 能量

C.  $\text{N}_4$  是  $\text{N}_2$  的同系物

D. 1 mol  $\text{N}_4$  气体转化为  $\text{N}_2$  时要放出 724 kJ 能量

3. 由图 1-1-11 分析, 有关叙述正确的是 ( )

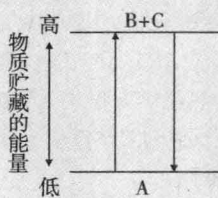


图 1-1-11

A.  $\text{A} \rightarrow \text{B} + \text{C}$  和  $\text{B} + \text{C} \rightarrow \text{A}$  两个反应吸收或放出的能量不等

B.  $\text{A} \rightarrow \text{B} + \text{C}$  是放热反应

C. A 具有的能量高于 B 和 C 具有的能量总和

D.  $\text{A} \rightarrow \text{B} + \text{C}$  是吸热反应, 则  $\text{B} + \text{C} \rightarrow \text{A}$  必然是放热反应

► 2012 · 北京四中模拟

4. 下列变化为放热反应的是 ( )

A. 水蒸气的液化

B. 能量变化如图 1-1-12 所示的化学反应

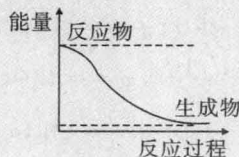


图 1-1-12

C. 形成化学键时共放出能量 862 kJ 的化学反应

D.  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的反应

5. 根据热化学方程式:  $\text{S}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$   $\Delta H = -293.23 \text{ kJ/mol}$ , 分析下列说法正确的是 ( )

A. 该反应为吸热反应

B.  $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$ , 反应放出的热量大于 293.23 kJ/mol

C. 1 mol  $\text{SO}_2$  的化学键断裂吸收的能量总和大于 1 mol 硫和 1 mol 氧气的化学键断裂吸收的能量之和

D. 1 mol  $\text{SO}_2$  的化学键断裂吸收的能量总和小于 1 mol 硫和 1 mol 氧气的化学键断裂吸收的能量之和

6. 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 ( )

①  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta H_1$