**课题： 化学反应的方向**

**日期 总课时 课时 课型**

**知识与技能：**

1. 了解焓变、熵变与反应方向的关系；
2. 能通过△H-T△S及给定的△S数据定量判断反应的方向

**过程与方法：**

分别通过分析反应焓变与反应熵变与反应的方向，从而进一步了解影响因素以及各因素间的相互关联。

**情感态度与价值观：**

在分析问题中能够体会到研究的乐趣，学会如何看待事物的多面性，并最终了解热力学理论研究的重要意义。

**教学重难点：**理解焓变与熵变对反应方向的共同影响，根据定量关系△H-T△S及给定数据判断反应方向。

**课型：**新课及练习讲评课

**课时安排：**1课时新课 2课时练习讲评

**教学过程：**

【导入】为了减轻汽车尾气造成的大气污染，人们提出通过2NO(g)+2CO(g)=N2(g)+2CO2(g)来处理，这一方案是否可行，反应物之间是否可以发生反应？你的依据是什么？

【板书】**第一节 化学反应的方向**

**自发反应：**

【教师】大家预习P35—P39，看看反应的自发性与哪些因素有关？

【学生】预习P35—P39（10分钟）

【教师】科学家根据自然界中能量有由高到低的自发性和混乱的程度有有序到无序的规律来研究化学反应……

【板书】一、反应焓变与反应方向

反应焓变是反应能否自发进行的一个因素，但不是唯一因素。

一般的讲，放热反应容易自发进行。

【讲解】阅读P36并思考：NH4NO3(s) 、NaOH(s)、 NaC1(s)和蔗糖都能溶于水，它们的溶解过程与焓变有关吗？是什么因素决定它们的溶解能自发进行？固体溶解过程中的共同特点是：

【板书】二、反应熵变与反应方向

1.熵：描述体系混乱度的物理量

2.符号：S 单位：J•mol-1•K-1

3.大小判据：

（1）物质的混乱度：体系混乱度越大，熵值越大；

（2）同一条件：不同物质的熵值不同；

（3）物质的存在状态：S(g) > S(l) > S(s)。

4.反应熵变

(1)符号：△S

(2)表达式:△S = S总和(生成物) – S总和(反应物)

(3)正负判断：

①气体体积增大的反应，△S>0,熵增加反应

②气体体积减小的反应，△S<0,熵减小反应

【过渡】那么决定反应方向的因素是什么呢？经许多化学家在研究大量的化学反应后得出化学反应的方向与反应的焓变及熵变都由关系。

【板书】三、焓变与熵变对反应方向的共同影响

【板书】1.判据：△H-T△S

2.判据与反应的自发性：

< 0 反应自发

△H-T△S = 0 达平衡状态

> 0 反应不能自发

3.适用判据应注意的问题：

（1）判断反应的自发性要结合△H和△S，利用△H-T△S

（2）条件是温度、压强一定条件下

（3）反应具有自发性，只能说明这个反应有进行的趋势，但这个反应到底能不能反应，那还要看反应进行的限度和反应进行的速率。

【练习】阅读P38内容，填写：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 化学反应变化 | △H-T△S | 能否自发 |
| 2KClO3(s) == 2KCl(s)＋3O2(g) |  |  |
| CO(g) == C(s,石墨)＋1/2O2(g) |  |  |
| 4Fe(OH)2(s)＋2H2O(l)＋O2(g) == 4Fe(OH)3(s) |  |  |
| NH4HCO3(s)＋CH3COOH(aq) == CO2(g)＋CH3COONH4(aq)＋H2O(l) |  |  |

【板书】恒T恒P下

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| △H | △S | △H-T△S | 反应的自发性 |
| — | + | — | 一定自发 |
| + | — | + | 一定不能自发 |
| — | — | 低温—，高温+ | 低温自发 |
| + | + | 高温—，低温+ | 高温自发 |

【小结】

△S

△H

【板书设计】

一、反应焓变与反应方向

反应焓变是反应能否自发进行的一个因素，但不是唯一因素。

一般的讲，放热反应容易自发进行。

二、反应熵变与反应方向

1.熵：

2.符号： 单位：

3.大小判据：

（1）物质的混乱度：

（2）同一条件：不同物质的熵值不同

（3）物质的存在状态：S(g) > S(l) > S(s)

4.反应熵变

(1)符号：

(2)表达式:

(3)正负判断：

三、焓变与熵变对反应方向的共同影响

1.判据：△H-T△S

2.判据与反应的自发性：

< 0 反应自发

△H-T△S = 0 达平衡状态

> 0 反应不能自发

3.适用判据应注意的问题：

（1）判断反应的自发性要结合△H和△S，利用△H-T△S

（2）条件是温度、压强一定条件下

（3）反应具有自发性，只能说明这个反应有进行的趋势，但这个反应到底能不能反应，那还要看反应进行的限度和反应进行的速率。 【作业】P40 2、3

**日期 总课时 课时 课型**

（第二课时）

【题1】下列说法完全正确的是（D）

A.放热反应均是自发反应 B.ΔS为正值的反应均是自发反应

C.物质的量增加的反应，ΔS为正值

D.如果ΔH和ΔS均为正值，当温度升高时，反应可能自发进行

【解析】大多数放热反应可自发进行，但有些放热反应需在一定条件下才能引发反应，如炭的燃烧等，故A错。ΔS为正值，即熵值增加的变化，不一定是自发反应，如碳酸钙分解为氧化钙和二氧化碳，故B错。反应前后物质的量是否改变与熵值增加与否无必然关系，故C错。而对D选项，当ΔH和ΔS均为正值时，温度越高则TΔS越大，故ΔH－TΔS可能小于零，所以反应可能自发进行。

【题2】反应CH3OH(l)+NH3(g)＝CH3NH2(g)+H2O(g)在某温度自发向右进行，若其

|ΔH|=17kJ•mol –1，|ΔH－TΔS|=17kJ•mol –1，则下列正确的是(A)

A. ΔH > 0，ΔH－TΔS < 0 B. ΔH < 0，ΔH－TΔS > 0

C. ΔH > 0，ΔH－TΔS >0 D. ΔH < 0，ΔH－TΔS < 0

【解析】当此反应在某温度下自发向右进行时，ΔH－TΔS < 0，即ΔH－TΔS <－17kJ•mol –1，因此排除B、C，由于正反应方向是熵增加的反应，即ΔS > 0，故只有ΔH > 0时，才可能满足条件。

【题3】下列反应中，ΔS最大的是（A）

A.CaCO3(s)＝CaO(s)+CO2(g) B.2SO2(g)+O2(g)＝2SO3(g)

C.N2(g)+3H2(g)＝2NH3(g) D.CuSO4(s)+5H2O(l)＝CuSO4•5H2O(s)

【解析】对同一物质来说，S(g)>S(l)>S(s)，B、C、D均为熵减少的反应，即ΔS均小于零；只有A是熵增加的反应，故选A。

【题4】已知下列反应在常温下均为非自发反应，则在高温下仍为非自发的是（D）

A.Ag2O(s)＝2Ag(s)+O2(g) B.Fe2O3(s)+ C(s)＝2Fe(s)+ CO2(g)

C.N2O4(g)＝2NO2(g) D.６C(s)+6H2O(l)＝C6H12O6(s)

【解析】在与外界隔离的体系中，自发过程将导致体系的熵增大，这个原理叫做熵增原理。在用来判断过程的方向时，称为熵判断依据。对于同一种物质而言，S(g)>S(l)>S(s)。A、C都是分解反应，都是吸热反应，即ΔH>０，又是熵增反应，即ΔS > 0，因此当高温时可能有ΔH－TΔS < 0，故在高温下可自发进行，而B也是熵增反应，也是吸热反应，同A、C一样在高温下可自发进行。D是熵减小反应，温度越高，则ΔH－TΔS的值越大，因此在高温下不能自发进行。

【题5】某反应２AB(g)C(g)+3D(g)在高温时能自发进行，其逆反应在低温下能自发进行，则该反应的ΔH、ΔS应为（C）

A.ΔH < 0，ΔS > 0 B. ΔH < 0，ΔS <0

C. ΔH > 0，ΔS > 0 D. ΔH > 0，ΔS < 0

【解析】反应自发进行的前提是反应的ΔH－TΔS<０，与温度有关，反应温度的变化可能使ΔH－TΔS的符号发生变化。ΔH > 0，ΔS < 0，在任何温度下，ΔH－TΔS>０，反应都不能自发进行。ΔH> 0，ΔS <0，在较低温度下，ΔH－TΔS<０，即反应在降低温度时才能发生。ΔH < 0，ΔS < 0，若使反应自发进行，即ΔH－TΔS<０，必须提高温度，即反应只有在较高温度时自发进行。ΔH < 0，ΔS > 0，在任何温度时，ΔH－TΔS<０，即在任何温度下反应均能自发进行。

【题6】水的三态的熵值的大小关系正确的是（C）

A.S(s)>S(l)>S(g) B. S(l)>S(s)>S(g) C. S(g)>S(l)>S(s) D. S(g)>S(s)>S(l)

【解析】按H2O(g)→H2O(l)→H2O(s)，水分子的排列越来越有序，水分子的运动范围越来越小，故混乱度越来越小，其熵越来越小。

【题8】已知2CO(g)CO2(g)+C(s)，T＝980K时，ΔH－TΔS＝０。当体系温度低于980K时，估计ΔH－TΔS的正负号为　　　　　，所以CO将发生

　　　　反应，当体系温度高于980K时，ΔH－TΔS的正负号为　　　。在冶金工业中，以C作为还原剂温度高于980K时的氧化产物是以　　　为主，低于980K时以　　为主。

【解析】由CO气体反应生成CO2气体和C的反应是一个熵增反应，即ΔS > 0。因此由T＝980 K时ΔH－TΔS＝０知，当T<980 K时，ΔH－TΔS<０；当T>980 K时，ΔH－TΔS>０。

【题9】有A、B、C、D四个反应：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 反应 | A | B | C | D |
| ΔH／kJ•mol –1 | 10.5 | 1.80 | －126 | －11.7 |
| ΔS／J•mol –1•K –1 | 30.0 | －113.0 | 84.0 | －105.0 |

则在任何温度都能自发进行的反应是　　　；任何温度都不能自发进行的反应是　　　；另两个反应中，在温度高于　　　℃时可自发进行的反应是　　　；在温度低于　　　　℃时自发进行的反应是　　　　。

【解析】对反应B，则在任何温度下，ΔH－TΔS<０，故在任何温度下都不能自发进行；同理可分析反应C在任何温度下都能自发进行。对A、D两反应可代入数据计算，可知A温度必须高于350 K时，可自发进行，D温度必须低于111.4 K时可自发进行。

【题10】下列反应：

①C(s)+O2(g)＝CO2(g) ②2CO(g)+O2(g)＝2CO2(g)

③NH4Cl(s)＝NH3(g)+HCl(g) ④CaCO3(s)＝CaO+CO2(g)

按ΔS减小的顺序排列为　③④①②　　。（填写序号）

【解析】我们知道同种物质S(g)>S(l)>S(s)。③是１种固体变成２种气体的反应，ΔS很大；④是１种固体变成１种气体和１种固体的反应，ΔS>０，但增加值比③小；①是一种固体和一种气体生成一种气体的反应，属于熵减小反应；②是两种气体生成一种气体的反应，属于熵减小反应，且减小程度比①大。

【题11】已知温度为298K时，氨的分解反应：　２NH3(g)＝N2(g)+3H2(g)

ΔH＝92.38 kJ•mol –1 ΔS＝198.26 J•mol –1•K –1

1. 在298K时，能否自发进行？
2. 欲使上述反应方向逆转，对温度条件有何要求？

【解析】通过ΔH－TΔS计算可知，ΔH－TΔS＝33.3 kJ•mol –1，不能自发进行；设在温度为x时可自发进行，则有T>＝466 K。

【题12】已知温度为298 K时，反应：

CH4(g)+4CuO(s)＝CO2(g)+2H2O(l)+4Cu(s) ΔH＝－261.11 kJ•mol –1

ΔS＝129.27 J•mol –1•K –1

1. 常温、常压下，反应能否自发进行？
2. 500 K时反应能否自发进行？

【解析】ΔH－TΔS＝－299.65 kJ•mol –1 ，能自发进行。因为ΔH < 0，ΔS > 0，在任何温度时，ΔH－TΔS<０，即在任何温度下反应均能自发进行。所以在500 K时也可自发进行。

【题13】已知数据：Sn(白)Sn(灰)，ΔH＝12.94 kJ•mol –1

ΔS＝44.36 J•mol –1•K –1，求反应Sn(白)Sn(灰)的转化温度。

【解析】ΔH－TΔS可计算得到T>291.7K。

【题14】铁锈的主要成分为Fe2O3，298 K时，由单质生成Fe2O3的

ΔH＝－824 kJ•mol –1 ，且ΔH－TΔS＝－742.2 kJ•mol –1，用计算说明在－150℃的空气中铁是否可能发生锈蚀？

【解析】常温下，T＝298 K，ΔH－TΔS＝－824 kJ•mol –1－298 KΔS＝－742.2 kJ•mol –1，解得ΔS＝－274.5 J•mol –1•K –1。在－150℃时，ΔH－TΔS＝－790.2 kJ•mol –1，故反应能自发进行。

【题15】汽车尾气的净化反应：２NO(g)+2CO(g)＝N2(g)+2CO2(g)

在298 K，100kPa时，ΔH＝－113.0 kJ•mol –1 ΔS＝－145.3 J•mol –1•K –1

通过计算说明该反应在室温下能不能自发进行？

【解析】T＝298 K，ΔH－TΔS＝－69.7 kJ•mol –1，故常温下能自发进行。