

第一节 化学反应的热效应

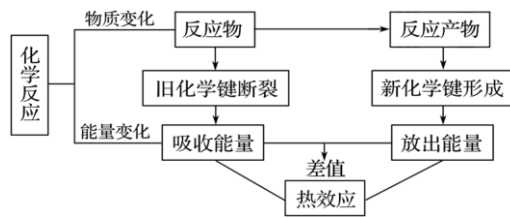
第 1 课时 化学反应的反应热及测定

学习目标

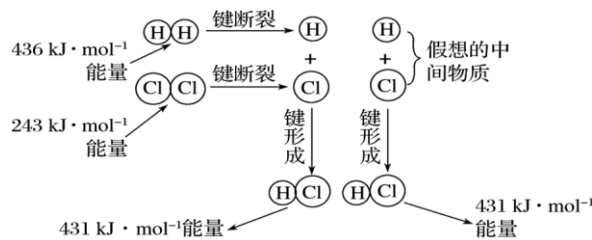
- 1.通过对日常生活生产常见化学反应的放热、吸热现象的认知，能辨识化学反应中能量变化的本质；
- 2.认识反应热、放热反应、吸热反应的含义。
- 3.能从内能变化角度认识反应热、焓变。
- 4.通过中和反应的反应热测定实验，明确反应热测定的原理和方法。

思考： 化学反应中为什么有能量变化？

化学反应包括两个过程：旧化学键的断裂和新化学键的形成，前者吸收能量，后者放出能量，这两个过程的能量不同，所以有能量变化，整个反应放热还是吸热取决于两个过程能量的相对大小。
所有的化学反应都有能量的变化。



如：反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ 的能量变化如下图所示：



由图可知，1 mol H_2 分子中的化学键断裂吸收的能量是_____，1 mol Cl_2 分子中的化学键断裂吸收的能量是_____，2 mol HCl 分子中的化学键形成释放的能量是_____，则 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ 的反应放出的热量为_____。

化学反应中的能量变化有多种形式，但通常主要表现为_____的变化。因此化学反应分为两类：_____反应和_____反应。

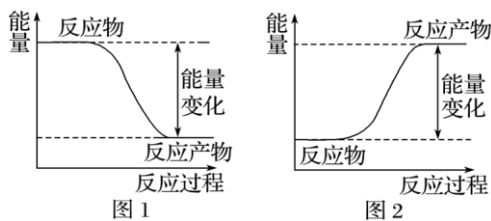


图 1 表示_____反应，
图 2 表示_____反应。

2.常见的放热反应与吸热反应

(1)常见的放热反应：①燃烧反应；②中和反应；③物质的缓慢氧化反应；④原电池反应；⑤活泼金属与水或酸的反应；⑥大多数化合反应；⑦大多数置换反应。

(2)常见的吸热反应：①多数分解反应；②以 H_2 、 CO 、 C 等为还原剂的氧化还原反应；③氯化铵固体与氢氧化钡晶体等固态铵盐与碱的反应；④碳酸钠和柠檬酸的反应；⑤碳酸钙的分解反应；⑥二氧化碳和碳单质生成一氧化碳的反应。

思考： 下列反应，哪些是放热反应，哪些是吸热反应？

- ① $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$
- ② $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- ③ 乙醇（酒精、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ）燃烧
- ④ $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$
- ⑤ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$
- ⑥ $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$
- ⑦ $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$
- ⑧ $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$
- ⑨ $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$

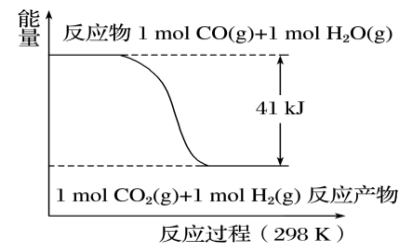
一、化学反应的反应热

(一) 反应热的涵义

- 1、化学上规定，当化学反应在一定的温度下进行时，反应所释放或吸收的热量为该反应在此温度下的热效应。
- 2、符号：用 Q 表示； $Q < 0$ ，表示放热； $Q > 0$ ，表示吸热。
- 3、单位：J 或 kJ。
- 4、反应热的数值可以通过实验测定也可以运用理论计算求得。

练习

1. 下列说法正确的是()
A. 需要加热才能发生的反应一定是吸热反应 B. 化学反应中的能量变化都表现为热量变化
C. 任何放热反应在常温下一定能发生 D. 反应物和反应产物所具有的总能量决定了反应是放热还是吸热
2. 下列变化中属于吸热反应的是()
①液态水汽化 ②将胆矾加热变为白色粉末 ③葡萄糖在人体内氧化分解 ④氯酸钾分解制氧气 ⑤生石灰跟水反应生成熟石灰
A. ①② B. ②③ C. ①④⑤ D. ②
3. $\text{CO}(\text{g})$ 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应的能量变化如图所示，有关两者反应的说法正确的是()
A. 该反应为吸热反应
B. 该反应不需要加热就能进行
C. 1 mol $\text{CO}(\text{g})$ 与 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 具有的总能量大于 1 mol $\text{CO}_2(\text{g})$ 与 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 具有的总能量
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



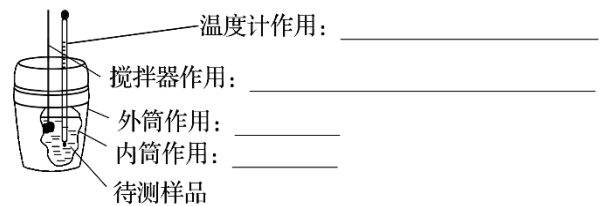
(二) 反应热的测定

1. 测量仪器：量热计

反应热的可以通过实验测得。测定反应热的仪器——量热计，其示意图如下图所示。

2、测定方法：将反应物溶液加入到量热计内筒并迅速混合，搅拌，测量反应前后溶液_____的变化值。

3、计算公式： $Q =$ _____。其中 C 表示溶液及量热计的_____， T_1 、 T_2 分别表示_____。

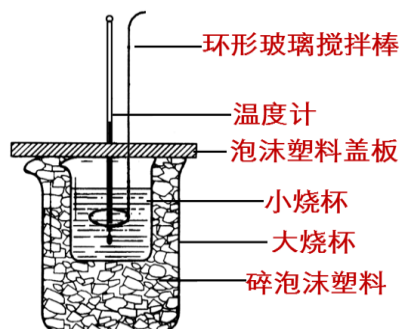


C ：热容，当物质吸收热量温度升高时，温度每升高 1K 所吸收的热量，称为该物质的热容；单位： $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$

c ：比热容，单位质量物质的热容；单位： $\text{kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ；液态水的比热为 $4.18 \text{kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。其中： $C = c \cdot m$

T ：热力学温度，也叫开尔文温度，单位为 K ， $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273.15$

实验中常见的一种简易量热计



4、测定中和反应的反应热

(1) 仪器：量热计、量筒(100ml)、温度计、烧杯(250ml)

(2) 药品：① $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸 $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液 ② $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸 $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KOH 溶液

③ $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸 $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液

(3) 实验步骤

① 向量热计内筒中加入 $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸 100mL，盖上杯盖，插入温度计，匀速搅拌后记录初始温度 T_1 。

② 向 250mL 烧杯中加入 $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液 100mL，调节其温度，使与量热计中盐酸的温度相同。

- ③ 快速将烧杯中的碱液倒入量热计中,盖好杯盖,匀速搅拌,记录体系达到的最高温度 T_2 。
- ④ 假设溶液的比热等于水的比热并忽略量热计的热容,根据溶液温度升高的数值,计算此中和反应的反应热。

重复实验步骤 2—3 次。取多次测量温度变化的平均值计算反应热。

实验一: NaOH 溶液与盐酸反应重复实验 3 次,记录实验数据并计算反应热

试验组	实验内容	溶液初始温度 T_1	溶液最高温度 T_2	$\Delta T = T_2 - T_1$	反应热/J $Q = -cm(T_2 - T_1)$
1	NaOH 溶液 与盐酸 反应	290.6K (17.5°C)	297.4 (24.3°C)		
2		290.6K (17.5°C)	297.3K (24.2°C)		
3		290.6K (17.5°C)	297.5K (24.4°C)		
4		290.6K (17.5°C)	299.5K (26.4°C)		

实验二: 分别进行三组试剂的实验,根据实验记录数据计算各反应的反应热

	实验内容	溶液初始温度 T_1	溶液最高温度 T_2	$\Delta T = T_2 - T_1$	反应热/J $Q = -cm(T_2 - T_1)$
1	NaOH溶液 与盐酸				
2	KOH溶液 与盐酸				
3	NaOH溶液 与硝酸				

思考拓展:

试计算在稀溶液中,强酸和强碱反应生成 1mol 水放出的热量是多少? _____。

在稀溶液中,酸和碱反应生成 1mol 液态水时的反应热称为中和反应的中和热。强酸和强碱反应中和热约是 $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

思考: 中和反应的反应热与中和反应的中和热的区别与联系?

在测定过程中应注意什么问题?

- (1)操作时动作要快,尽量减少热量的损失,使用保温性能好的绝热装置,避免热量散发到反应体系外。
- (2)混合好后,迅速盖好装置盖子,减少热量的损失。
- (3)所用药品浓度的配制须准确,用强酸和强碱溶液,而且要是稀溶液,因弱酸、弱碱电离时吸收热量而使测量数值偏低。为了使中和反应进行完全,可以让酸或碱稍稍过量。
- (4)温度计读数尽可能准确,宜使用有 0.1°C 刻度的温度计,测量盐酸的温度后,要将温度计上的酸冲洗干净后,再测量 NaOH 溶液的温度,避免酸、碱在温度计的表面反应放热而影响测量结果。同时应注意水银球部位要完全浸没在溶液中,而且要稳定一段时间后再读数,以提高所测的精度。记录最高温度。
- (5)进行反应热的计算式进行了以下处理:

a、忽略量热计的热容; b、认为稀溶液与水的比热相同 c、认为热容不随温度的变化而变化。

反应热测定的误差分析

- 1.量取溶液的体积有误差。
- 2.温度计的读数有误。
- 3.实验过程中有液体洒在外面。
- 4.混合酸、碱溶液时,动作缓慢,导致实验误差。
- 5.隔热操作不到位,致使实验过程中热量损失而导致误差。
- 6.测量酸后的温度计未用水清洗而便立即去测碱的温度,致使热量损失而引起误差。

练习

4. 判断正误(正确的打“√”, 错误的打“×”)。

(1)中和反应反应热与酸的强弱有关, 而与浓度无关。()

(2)10 mL 1.0 mol·L⁻¹的 NaOH 溶液与 10 mL 1.0 mol·L⁻¹的盐酸混合, 20 mL 1.0 mol·L⁻¹的 NaOH 溶液与 20 mL 1.0 mol·L⁻¹的盐酸混合, 反应热后者是前者的 2 倍。()

(3)在稀溶液中, $H^+(aq)+OH^-(aq)=H_2O(l)$ $\Delta H=-57.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 若将含 0.5 mol H₂SO₄的浓 H₂SO₄与含 1 mol NaOH 的溶液混合, 放出的热量大于 57.3 kJ。()

(4)测定中和反应的反应热时,将碱缓慢倒入酸中,所测温度值偏小。()

5.已知 $C(s, \text{石墨})=C(s, \text{金刚石})$ (吸热反应), $P_4(s, \text{白磷})=4P(s, \text{红磷})$ (放热反应), 下列判断正确的是

A.说明金刚石的能量比石墨低 B.说明红磷比白磷稳定 C.说明红磷比金刚石稳定 D.此种变化为物理变化

6.在测定中和热的实验中, 下列说法正确的是()

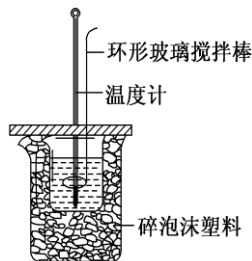
A.使用环形玻璃搅拌棒是为了加快反应速率, 减小实验误差

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小烧杯 底部接触

C.用 0.5 mol·L⁻¹ NaOH 溶液分别与 0.5 mol·L⁻¹的盐酸、醋酸溶液反应, 如所取的溶液体积相等, 则测得的中和反应的反应热数值相同

D.在测定中和热实验中需要使用的仪器有天平、量筒、烧杯、滴定管、温度计

7. 实验室利用如图装置进行中和反应反应热的测定。回答下列问题:



(1)为准确测定实验数据, 起始时盐酸与烧碱温度相同, 而终止温度与起始温度之差(t_1-t_2)分别为①2.3 °C,

②2.4 °C, ③2.9 °C, 则最终代入计算式的温度差的平均值为_____ °C。

(2)在操作正确的前提下提高中和反应反应热测定的准确性的关键是_____。

(3)如果用 0.50 mol·L⁻¹的盐酸和氢氧化钠固体进行实验, 则实验中所测出的中和反应反应热的数值将_____ (填“偏大”“偏小”或“不变”)。

8.在一定温度下的稀溶液中, 酸与碱发生中和反应生成 1molH₂O, 这时的反应热就是中和热。50mL 0.50mol·L⁻¹盐酸与 50 mL 0.55mol·L⁻¹NaOH 溶液在如图所示的装置中进行中和反应, 通过测定反应过程中所放出的热量可计算中和热。试回答下列问题:



(1)大小烧杯间填满碎纸条的作用是_____。

(2)大烧杯上如不盖硬纸板, 求得的中和热数值将_____ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。结合日常生活的实际该实验在_____中进行效果更好。

(3)实验中改用 60 mL 0.50 mol·L⁻¹盐酸与 50 mL 0.55 mol·L⁻¹ NaOH 溶液进行反应, 与上述实验相比, 所放出的热量_____ (填“相等”或“不相等”), 所求中和热_____ (填“相等”或“不相等”), 简述理由:

(4)用相同浓度和体积的氨水代替 NaOH 溶液进行上述实验, 测得的中和热的数值会_____ (填“偏大”“偏小”或“无影响”); 用 50 mL 0.5mol·L⁻¹ NaOH 溶液进行上述实验, 测得的中和热的数值会_____。(填“偏大”“偏小”或“无影响”)