



导学案

主编 肖德好

全品

学练考

高中化学

必修第二册 SJ

细分课时

分层设计

落实基础

突出重点

目录 Contents

06 专题6 化学反应与能量变化

PART SIX

第一单元	化学反应速率与反应限度	导 099
	第 1 课时 化学反应速率	导 099
	第 2 课时 化学反应的限度 化学平衡状态	导 103
第二单元	化学反应中的热	导 106
	第 1 课时 放热反应与吸热反应	导 106
	第 2 课时 燃料燃烧释放的能量 氢燃料的应用前景	导 111
第三单元	化学能与电能的转化	导 114
⑩	专题素养提升	导 119

07 专题7 氮与社会可持续发展

PART SEVEN

第一单元	氮的固定	导 123
第二单元	重要的含氮化工原料	导 126
	第 1 课时 氨气	导 126
	第 2 课时 硝酸	导 129
第三单元	含氮化合物的合理使用	导 132
⑩	专题素养提升	导 136

08 专题8 有机化合物的获得与应用

PART EIGHT

第一单元	化石燃料与有机化合物	导 140
	第 1 课时 天然气的利用 甲烷	导 140
	第 2 课时 石油炼制 乙烯	导 144
	第 3 课时 煤的综合利用 苯	导 148

第二单元 食品中的有机化合物	导 152
第 1 课时 乙醇	导 152
第 2 课时 乙酸	导 156
第 3 课时 酯 油脂	导 159
第 4 课时 糖类	导 164
第 5 课时 蛋白质和氨基酸	导 167
第三单元 人工合成有机化合物	导 169
⑩ 专题素养提升	导 174

09

专题9 金属与人类文明

PART NINE

第一单元 金属的冶炼方法	导 179
第二单元 探究铁及其化合物的转化	导 182
第三单元 金属材料的性能及应用	导 187
⑩ 专题素养提升	导 191

◆ 参考答案

导 193

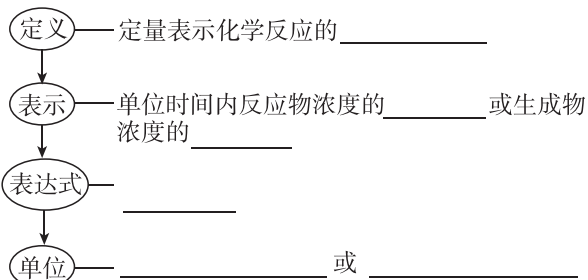
新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 化学反应速率的概念

【课前自主预习】

1. 化学反应速率



2. 实例

在一定条件下,某过氧化氢溶液中 H_2O_2 的浓度在 100 min 内从 $5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 下降到 $4 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则在这 100 min 中, H_2O_2 的浓度减少了_____。在此过程中, H_2O_2 分解反应的平均速率是_____。

【情境问题思考】

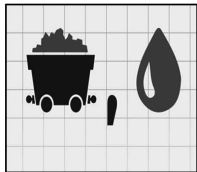
化学反应的快慢程度不同。有的可瞬间完成(如烟花的燃放),有的则较为缓慢(如铁生锈),有的则极为缓慢(如煤、石油的形成)。那么我们在科学研究中怎样表示一个化学反应的快慢呢?



烟花的燃放



铁生锈



煤、石油

问题一:再列举一些生产生活中较快或较慢的化学反应的案例。

问题二:如何定性判断下列化学反应进行的快慢?

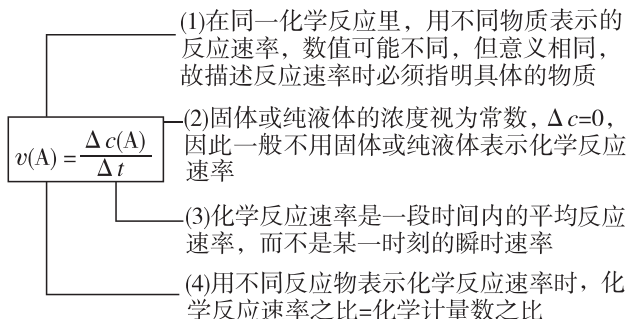
- $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$

问题三:请回忆物理学中我们是如何定量地判断一个物体运动的快慢的?类似地,化学上又是如何定量地判断一个化学反应快慢的呢?

问题四:化学反应速率表示的是瞬时速率吗?

【核心知识讲解】

1. 化学反应速率的正确理解



2. 化学反应速率计算的“三个公式”

(1)定义式: $v(\text{A}) = \frac{\Delta c(\text{A})}{\Delta t}$

(2)推导式: $v(\text{A}) = \frac{\Delta n(\text{A})}{V \cdot \Delta t}$

(3)关系式:化学反应速率之比=物质的量浓度变化量之比=物质的量变化量之比=化学计量数之比。

【知识迁移应用】

例 1 反应 $4\text{A}(\text{g}) + 5\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{C}(\text{g}) + 6\text{D}(\text{g})$ 在 10 L 恒容密闭容器中进行,半分钟后, D 的物质的量增加了 0.54 mol,则此反应的平均速率 $v(\text{X})$ (反应物的消耗速率或产物的生成速率)可表示为 ()

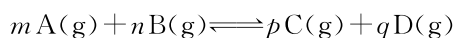
- $v(\text{A}) = 0.0012 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- $v(\text{B}) = 0.0125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- $v(\text{C}) = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- $v(\text{D}) = 0.054 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

- 例 2** 对于反应 $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 来说,以下化学反应速率的表示中,反应速率最快的是 ()
- A. $v(A_2) = 1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 B. $v(B_2) = 4.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 C. $v(C) = 1.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 D. $v(B_2) = 1.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

[规律小结]

(1)“三段式”计算模式

设 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 分别为 A、B 两物质的起始浓度, $mx \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 为反应物 A 的转化浓度, $nx \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 为 B 的转化浓度,则

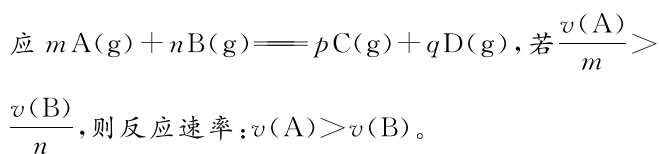


起始浓度/ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	a	b	0	0
转化浓度/ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	mx	nx	px	qx
终态浓度/ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	$a - mx$	$b - nx$	px	qx

(2) 化学反应速率大小的比较

①归一法:将同一反应中的不同物质的反应速率转化成同一单位、同一种物质的反应速率,再进行速率大小的比较。

②比值法:将各物质表示的反应速率转化成同一单位后,再除以对应各物质的化学计量数,然后对求出的数值进行大小排序,数值大的反应速率快。如反应



◆ 学习任务二 影响化学反应速率的因素

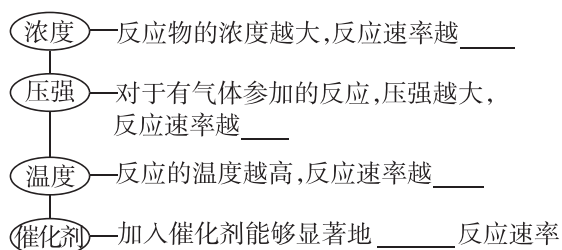
【课前自主预习】

1. 内因——“决定因素”

决定化学反应速率的主要因素是_____。

例如:等物质的量的 Mg、Zn 分别与等体积、等浓度的盐酸反应时, Mg 发生的反应更剧烈,反应更快。

2. 外因(其他条件不变时)



3. 影响化学反应速率的其他因素

除浓度、压强、温度和催化剂外,还有反应物的状态、固体_____、溶剂、光照等许多因素。人们可以通过改变这些因素来调控化学反应速率。

4. 基础实验验证

(1) 催化剂对化学反应速率的影响

	试管 1	试管 2
实验操作	5 mL 4% 的 H_2O_2 溶液	5 mL 4% 的 H_2O_2 溶液 + 少量 MnO_2 粉末
实验现象	均有气泡产生,加 MnO_2 粉末的试管产生气泡快	
实验结论	MnO_2 可以使 H_2O_2 分解的速率_____	

(2) 温度对化学反应速率的影响

	试管 1	试管 2
实验操作	5 mL 12% 的 H_2O_2 溶液	5 mL 12% 的 H_2O_2 溶液并用水浴加热
实验现象	均有气泡产生,加热的试管产生气泡快	
实验结论	其他条件相同时,温度越高, H_2O_2 的分解速率_____	

(3) 浓度对化学反应速率的影响

	试管 1	试管 2
实验操作	5 mL 4% 的 H_2O_2 溶液 + 2 滴 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $FeCl_3$ 溶液	5 mL 12% 的 H_2O_2 溶液 + 2 滴 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $FeCl_3$ 溶液
实验现象	均有气泡产生, H_2O_2 溶液浓度大的试管产生气泡快	
实验结论	其他条件相同时,反应物浓度越大,反应速率_____	

【情境问题思考】

不同化学反应进行的快慢是千差万别的。对于有利的化学反应,我们希望它们以适当的速率发生,如工业合成氨、炼铁、炼钢等;对于有害的化学反应,我们希望它们尽可能地慢些发生,如食物的腐败、钢铁的腐蚀、人体的老化等。研究影响化学反应速率的因素,人们就可以调控化学反应速率,让化学反应为人类造福。

问题一:在炎炎夏日,中午没有吃完的饭菜如果不放到冰箱中就会变质,晚上就不能食用,为什么呢?

问题二:在什么样的环境中钢铁会容易发生腐蚀呢?

问题三:用过氧化氢溶液制氧气时,如何加快制取速率呢?铁丝在空气中容易燃烧吗?为什么?

【核心知识讲解】

外界条件对化学反应速率的影响

外界条件	浓度	其他条件不变时,增大(减小)反应物的浓度,反应速率加快(减慢)	固体和纯液体的浓度可认为是常数,因此改变固体或纯液体的量不影响反应速率
	压强	温度一定时,对于有气体参加的反应,增大(减小)压强,反应速率加快(减慢)	①改变压强,可认为是改变容器的容积,使气体的浓度改变,从而使反应速率改变;②压强不影响液体或固体的反应速率
	温度	升高(降低)反应温度,反应速率加快(减慢)	通常每升高 10 °C,反应速率增大到原来的 2~4 倍
	催化剂	同等程度地改变正、逆反应速率	如向 H ₂ O ₂ 溶液中加入少量 MnO ₂ ,产生 O ₂ 的速率加快
	反应物颗粒的大小	将块状固体粉碎等能加快反应速率	大理石粉与盐酸反应比大理石块更剧烈

【知识迁移应用】

例 3 一定条件下,对于反应:CaCO₃(块状)+2HCl=CaCl₂+CO₂↑+H₂O,为加快该反应速率,下列方法可行的有 ()

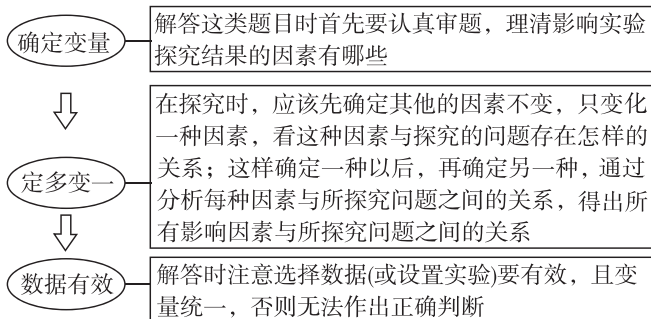
- ①增加盐酸的浓度
 - ②增加同浓度盐酸的用量
 - ③加水
 - ④增加 CaCO₃(块状)的用量
 - ⑤将块状 CaCO₃ 改为粉末状 CaCO₃
 - ⑥将盐酸换为物质的量浓度相同的硫酸
- A. 1 项 B. 2 项
C. 3 项 D. 4 项

例 4 某实验小组为探究影响 H₂O₂ 分解的因素,设计表中实验,下列有关说法错误的是 ()

	溶液	温度	时间(收集 50 mL O ₂)
①	10 mL 15% H ₂ O ₂ 溶液	25 °C	160 s
②	10 mL 30% H ₂ O ₂ 溶液	25 °C	120 s
③	10 mL 15% H ₂ O ₂ 溶液	50 °C	50 s
④	10 mL 15% H ₂ O ₂ 溶液+1 滴 10% FeCl ₃ 溶液	50 °C	20 s

- A. 实验①和②,可探究浓度对反应速率的影响
- B. 实验①和③,可探究温度对反应速率的影响
- C. 实验①和④,可探究催化剂对反应速率的影响
- D. 增大浓度、升高温度、加入合适的催化剂都能加快反应速率

【规律小结】控制变量法的应用



课堂评价

知识巩固 素养形成

1. 判断下列说法是否正确(错的打“×”,对的打“√”)。
 - (1)化学反应速率通常用单位时间内生成或消耗某物质的质量的多少来表示。 ()
 - (2)反应速率如果用反应物表示则为正值,如果用生成物表示则为负值。 ()
 - (3)反应速率的大小表示某时刻反应的快慢。 ()
 - (4)反应速率大则反应现象明显。 ()
 - (5)对于反应:CaCO₃+2HCl=CaCl₂+H₂O+

$\text{CO}_2 \uparrow$, 可以用 CaCO_3 的浓度变化来表示该反应的反应速率。 ()

(6) 实验室中利用 Zn 和稀硫酸反应制取 H_2 , 把稀硫酸换成浓硫酸, 则反应速率更快。 ()

(7) 向双氧水中加入二氧化锰, 反应速率加快。 ()

2. 下列现象或做法与化学反应速率无关的是 ()

- A. “冰墩墩”制作材料生产过程中添加抗老化助剂
- B. 水果箱中放置乙烯利
- C. 馒头制作过程中用酵母发酵
- D. 病毒可能通过气溶胶加速传播

3. 反应 $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g})$ 中几种物质的反应速率的关系正确的是 ()

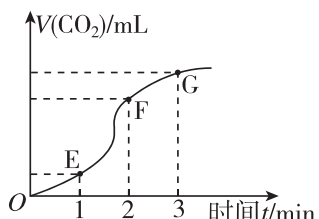
- A. $v(\text{C}) = 2v(\text{A})$
- B. $3v(\text{B}) = 2v(\text{D})$
- C. $v(\text{A}) = 3v(\text{B})$
- D. $2v(\text{D}) = v(\text{A})$

4. 在密闭容器中发生反应: $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}(\text{g})$, 可使反应速率增大的是 ()

①增大压强 ②升高温度 ③增加碳的量 ④减小压强

- A. ①②③④
- B. ②③④
- C. ①②
- D. ③④

5. 用纯净的碳酸钙与稀盐酸反应制取二氧化碳气体, 请回答下列问题。



(1) 实验过程如图所示, 分析判断 _____ (填“OE”“EF”或“FG”) 段化学反应速率最快。

(2) 为了减缓上述反应的速率, 欲向溶液中加入下列物质, 你认为可行的是 _____。

- A. 蒸馏水
- B. 氯化钠固体
- C. 氯化钠溶液
- D. 浓盐酸

(3) 除了上述方法外, 你认为还可以采取哪些措施来减缓化学反应速率? (回答两种)

- ① _____;
- ② _____。

6. 根据工业制硫酸的第一步反应: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, 试回答下列问题。

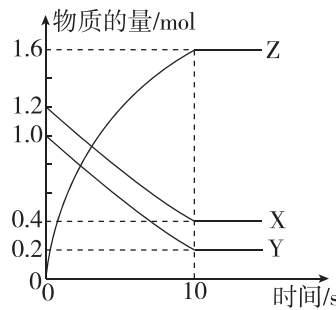
(1) 常选用哪些物质来表示该反应的化学反应速率? _____。

(2) 当生成 SO_2 的速率为 $0.64 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 时, 则氧气减少的速率为 _____。

(3) 如测得 4 s 后 O_2 的浓度为 $2.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时间段内 SO_2 的生成速率为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 则开始时氧气的浓度为 _____。

(4) 为加快黄铁矿煅烧的速率, 可以采取哪些措施? _____ (答两条)。

7. 一定温度下, 在 2 L 的恒容密闭容器中, X、Y、Z 三种气体的物质的量随时间变化的曲线如图所示, 已知该反应是可逆反应。



(1) 从反应开始到 10 s 末, X 的物质的量减少了 _____ mol, Z 的物质的量浓度增大了 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 用 Z 表示的反应速率为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(2) 由曲线可得该反应的化学方程式为 _____ (用 X、Y、Z 表示)。

例 2 在一密闭容器中进行反应： $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3(\text{g})$ 。已知反应过程中某一时刻 SO_2 、 O_2 和 SO_3 浓度分别为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。当反应达到限度时，可能存在的数据是 ()

- A. SO_2 为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 O_2 为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 B. SO_2 为 $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. SO_3 为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. SO_2 、 SO_3 均为 $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

[规律小结]

(1) 可逆反应的特点——“二同、一不完全”

- ①“二同”——可逆反应中正、逆两个反应是在“同”一条件下“同时”进行的。
 ②“一不完全”——可逆反应中反应物不能“完全转化”，反应物与生成物共存。

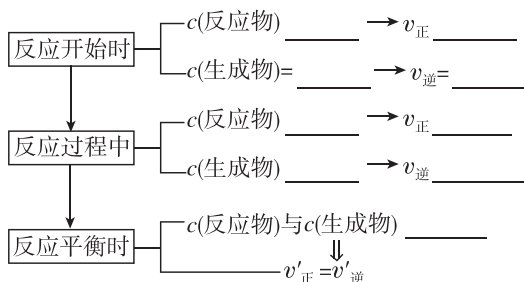
(2) 解答例 2 类题目的方法和依据

- ①方法：先假设反应物 100% 转化为生成物，求出 $c(\text{反应物})$ 的最小值和 $c(\text{生成物})$ 的最大值；再假设生成物 100% 转化为反应物，求出 $c(\text{反应物})$ 的最大值和 $c(\text{生成物})$ 的最小值，最后讨论分析。
 ②依据：可逆反应中反应物的转化率小于 100%。

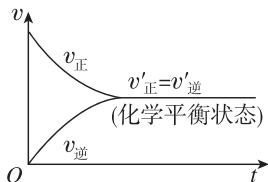
◆ 学习任务二 化学平衡状态

【课前自主预习】

1. 化学平衡的建立



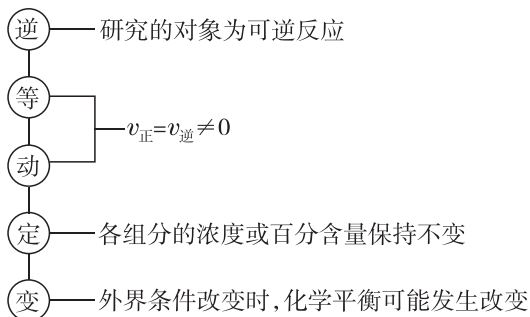
上述过程用图像表示为



2. 化学平衡状态的概念

在一定条件下，当 _____ 的速率相等时，反应物和生成物的浓度 _____，反应达到化学平衡状态。

3. 化学平衡状态的特点



[点拨] 化学平衡状态的理解误区

- (1) 平衡时，各物质的浓度不变，不是浓度相等。
 (2) 平衡时，各物质的浓度不变，不能说明反应停止了。
 (3) 平衡是在一定条件下建立的，条件改变时，平衡可能被破坏。

【情境问题思考】

日月星辰、江湖山川、花草树木、飞禽走兽，天地之间，自然万物保持着和谐，整个生态维持着一种动态的平衡，春夏秋冬、四季轮回，大自然向我们展现着它的和谐与平衡。同样对于化学反应，也存在一种动态的平衡。

问题一：可逆反应在一定条件下总会达到化学平衡，这里的“一定条件”指什么条件？在一定条件下，一个可逆反应进行到最大限度就是达到化学平衡状态，这时正、逆反应都停止了吗？

问题二：对于工业合成氨反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ ，用不同的物质来表示该反应的速率时， $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ 的具体意义是什么？

问题三：对于反应 $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ ，温度和体积一定时，混合气体的颜色不再变化，能否判断该反应达到化学平衡状态？

【核心知识讲解】

化学平衡状态判断的依据 [以 $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$ 为例]

(1) 根本依据—— $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$

① 含义

同一物质: $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$
不同物质: 化学反应速率大小之比符合化学计量数之比, 方向相反

② 举例

在单位时间内消耗了 m mol A 同时生成 m mol A, 即 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$	平衡
在单位时间内消耗了 n mol B 同时生成 p mol C, 均指 $v_{\text{正}}$	不一定平衡
$v(\text{A}) : v(\text{B}) : v(\text{C}) : v(\text{D}) = m : n : p : q, v_{\text{正}}$ 不一定等于 $v_{\text{逆}}$	不一定平衡
在单位时间内生成了 n mol B, 同时消耗 q mol D, 均指 $v_{\text{逆}}$	不一定平衡

(2) 直接依据——各组分的浓度不再改变

① 含义

各组分的浓度不再改变, 则各组分的物质的量、质量、物质的量分数、质量分数、体积分数不再改变。

② 举例

各物质的物质的量或各物质的百分含量一定	平衡
各物质的质量或各物质的质量分数一定	平衡
各气体的体积或体积分数一定	平衡
总压强、总体积、总物质的量一定	不一定平衡

(3) 其他依据

压强	① $m + n \neq p + q$ 时, 总压强一定(其他条件一定)	平衡
	② $m + n = p + q$ 时, 总压强一定(其他条件一定)	不一定平衡
混合气体的平均相对分子质量 (\overline{M}_r)	① $m + n \neq p + q$ 时, \overline{M}_r 一定	平衡
	② $m + n = p + q$ 时, \overline{M}_r 一定	不一定平衡
温度	任何化学反应都伴随着能量变化, 在其他条件不变的条件下, 体系温度一定时	平衡
体系的密度	密度一定	不一定平衡

【知识迁移应用】

例 3 在一定条件下, 使 NO 和 O_2 在一密闭容器中进行反应: $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ (红棕色), 下列说法中不正确的是 ()

- A. 反应开始时, 正反应速率最大, 逆反应速率为零
B. 随着反应的进行, 逆反应速率逐渐增大, 最后不变
C. 若加入的 O_2 过量, 则最终反应体系中没有 NO
D. 当混合气体的颜色不变时, 反应达到最大限度

例 4 可逆反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 在恒温恒容密闭容器中进行:

- ① 单位时间内生成 n mol O_2 的同时, 生成 $2n$ mol NO_2
② 单位时间内生成 n mol O_2 的同时, 生成 $2n$ mol NO
③ 用 NO_2 、NO 和 O_2 的物质的量浓度变化表示的反应速率之比为 $2 : 2 : 1$

- ④ 混合气体的颜色不再改变
⑤ 混合气体的密度不再改变
⑥ 混合气体的压强不再改变
⑦ 混合气体的平均相对分子质量不再改变
可说明该反应达到化学平衡状态的是 ()

- A. ①④⑥⑦ B. ②④⑥
C. ①④⑤⑦ D. ①②⑥⑦

【规律小结】 利用压强 p 、密度 ρ 、混合气体的平均相对分子质量 \overline{M}_r 等判断化学平衡时要“三看”

- (1) 一看外界条件即容器的容积是固定的还是可变的;
(2) 二看反应中是否全为气体物质, 即气体的质量是否守恒;
(3) 三看反应前后气体分子数是否变化。

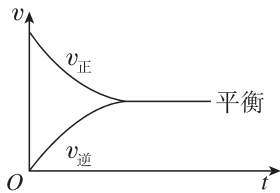
课堂评价

知识巩固 素养形成

1. 判断下列说法是否正确(错的打“×”, 对的打“√”)。

- (1) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ 与 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 互为可逆反应。 ()
(2) 通过改变反应条件, 可逆反应中反应物的转化率可达到 100%。 ()
(3) 化学反应达到限度时, 正、逆反应速率相等。 ()
(4) 可逆反应达到平衡后, 正反应和逆反应都停止。 ()

(5)可逆反应中正、逆反应速率的变化可用下图表示。



(6)若将 1 mol N₂ 和 3 mol H₂ 充入密闭容器中充分反应,最终生成 2 mol NH₃。

(7)对于容积固定的容器内的反应:2SO₂(g)+O₂(g)⇌2SO₃(g),当其密度不变时说明反应已达到平衡状态。

(8)恒温恒容的容器中,对于反应:2NO(g)+O₂(g)⇌2NO₂(g)、H₂(g)+I₂(g)⇌2HI(g),当其压强不再变化时,反应均已达到平衡状态。

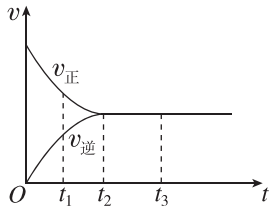
2. 下列反应不属于可逆反应的是

- A. 电解水的反应 B. 工业合成氨反应
C. Cl₂ 与 H₂O 的反应 D. SO₂ 催化氧化生成 SO₃

3. 在反应 CO+H₂O⇌CO₂+H₂ 中,加入 C¹⁸O 后,¹⁸O 存在于哪些微粒中

- A. 只存在于 CO 和 CO₂ 中
B. 存在于 CO、H₂O、CO₂ 中
C. 只存在于 CO 中
D. 存在于 CO、H₂O、CO₂、H₂ 中

4. 可逆反应 X₂+3Y₂⇌2Z₂ 在反应过程中的反应速率(v)与时间(t)的关系曲线如图所示。下列叙述不正确的是

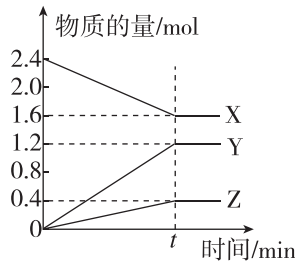


- A. t₁ 时, v_正 > v_逆
B. t₂ 时, 反应达到平衡状态
C. t₂~t₃ 时, 反应不再发生
D. t₂~t₃ 时, 各物质的浓度不再发生变化

5. 恒温恒容的密闭容器中,能标志可逆反应 A(s)+2B(g)⇌C(g)+D(g)已达平衡的是

- A. 混合气体的压强不随时间变化而变化
B. 气体总物质的量不随时间变化而变化
C. 2v_正(B)=v_逆(D)
D. 混合气体的密度保持不变

6. 某温度下,在 2 L 的恒容密闭容器中,X、Y、Z 三种物质(均为气态)间进行反应,其物质的量随时间的变化曲线如图所示。



(1)该反应的化学方程式可表示为 _____。

(2)反应起始至 t min(设 t=5),Y 的平均反应速率是 _____。

(3)在 t min 时,该反应达到了 _____ 状态,下列可判断反应已达到该状态的是 _____ (填字母)。

- A. X、Y、Z 的反应速率相等
B. X、Y 的反应速率之比为 2:3
C. 混合气体的密度不变
D. 生成 1 mol Z 的同时生成 2 mol X
E. X、Y、Z 物质的量之比等于化学计量数之比
F. 混合气体的总压强不再发生改变

第二单元 化学反应中的热

第 1 课时 放热反应与吸热反应

新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 放热反应和吸热反应

【课前自主预习】

1. 化学反应中的能量变化

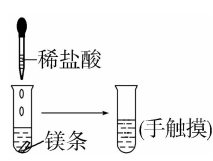
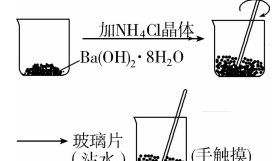
化学反应都有新物质生成,常伴随着能量变化及发

光、变色、放出气体、生成沉淀等现象。能量的变化主要表现为热量的 _____ 或 _____。

2. 放热反应和吸热反应的概念

化学上把 _____ 的反应称为放热反应,把 _____ 的反应称为吸热反应。

3. 放热反应和吸热反应的实例

实验步骤		
实验现象	试管中有_____产生, 试管外壁_____	小烧杯中的混合物经搅拌后变成_____, 并闻到_____气味, 小烧杯外壁_____, 小烧杯底部的水结冰, 并将玻璃片粘在一起
实验结论	该反应发生过程中_____热, 属于_____反应。反应的化学方程式: _____	该反应发生过程中_____热, 属于_____反应。反应的化学方程式: _____

【情境问题思考】

时下, 一种不开火、不插电, 只需要一瓶冷水就能自热的火锅在“懒人”中间流行起来。自热火锅的原理是加热包中的生石灰、碳酸钠、铁粉、铝粉、活性炭、硅藻土等成分遇水发生化学反应, 释放出大量的热用于加热食物。

问题一:需要加热的反应一定是吸热反应吗? 不需要加热就能进行的反应一定是放热反应吗?

问题二:化合反应都是放热反应吗? 分解反应都是吸热反应吗?

【核心知识讲解】

常见的放热反应与吸热反应

类型比较	放热反应	吸热反应
概念	放出热的化学反应	吸收热的化学反应
实例	<p>①绝大多数的化合反应, 如 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$</p> <p>②所有的燃烧反应, 如 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>③酸碱中和反应, 如 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>④活泼金属与酸或水的反应, 如 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$</p> <p>⑤部分特殊反应, 如铝热反应、过氧化钠与水或 CO_2 的反应、氨的催化氧化等</p>	<p>①绝大多数分解反应, 如 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$</p> <p>②铵盐与碱的反应, 如 $2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$</p> <p>③以 C、CO 和 H_2 为还原剂的氧化还原反应, 如 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$</p>

【知识迁移应用】

例 1 下列反应属于氧化还原反应且放出热量的是 ()

- 对浓硫酸进行稀释
- 碳与水蒸气的反应
- 氢气与氯气的反应
- 生石灰与水的反应

例 2 下列变化中属于化学变化且吸热的是 ()

- 液态水汽化
- 将胆矾加热变为白色粉末
- 苛性钠固体溶于水
- 氯酸钾分解制氧气
- 生石灰跟水反应生成成熟石灰
- 干冰升华

- ①②
- ②④
- ③⑤
- ①⑥

【规律小结】

任何化学反应都伴有能量的变化, 但有能量变化的不一定是化学变化。有些物理过程也有能量变化, 如浓硫酸溶于水放出大量热, 核反应也伴随着能量变化, 但二者都不属于化学反应。

[规律小结] 判断热化学方程式正误的方法——“四看法”

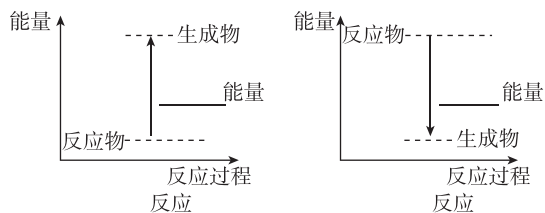
- (1) 看各物质的聚集状态是否正确。
- (2) 看 ΔH 的“+”“-”是否正确。
- (3) 看 ΔH 的单位是否正确。
- (4) 看 ΔH 的数值与化学计量数是否相对应。

◆ 学习任务三 化学反应中能量变化的原因

【课前自主预习】

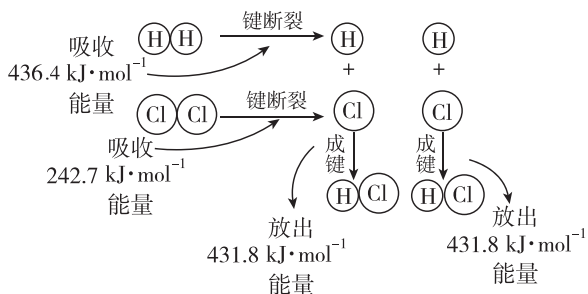
1. 物质贮存能量与化学反应中能量的变化(宏观角度)

- (1) 化学反应中的能量变化: 反应物的能量(记为 $E_{\text{反}}$) \neq 生成物的能量(记为 $E_{\text{生}}$)。
- (2) 放热反应和吸热反应:



2. 化学键与化学反应中能量的变化(微观角度)

- (1) 化学反应的本质: 反应物中旧化学键的 _____ 和生成物中新化学键的 _____。
- (2) 化学反应中的能量变化: 化学键 _____ 吸收能量(记为 $Q_{\text{吸}}$), 化学键 _____ 放出能量(记为 $Q_{\text{放}}$), $Q_{\text{吸}} \neq Q_{\text{放}} \Rightarrow$ 化学反应中有能量变化。
- (3) 放热反应和吸热反应:
 $Q_{\text{吸}} > Q_{\text{放}} \Rightarrow$ _____ 反应。
 $Q_{\text{吸}} < Q_{\text{放}} \Rightarrow$ _____ 反应。
- (4) 计算:

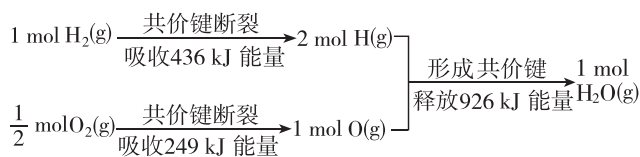


对于反应: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$,

$Q_{\text{吸}} =$ _____,
 $Q_{\text{放}} =$ _____,
 $Q_{\text{吸}} - Q_{\text{放}} =$ _____,
 即生成 2 mol $\text{HCl}(\text{g})$ _____ 184.5 kJ 的热量。

【情境问题思考】

氢能被视为 21 世纪最具发展潜力的清洁能源, 世界上许多国家和地区已经广泛开展了氢能研究。



氢气燃烧生成水蒸气的能量变化

问题一: 氢气在氧气中燃烧时, 化学能转化成哪些形式的能量?

问题二: 根据图中的能量变化, 判断反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 是吸热反应还是放热反应?

【核心知识讲解】

1. 微观和宏观角度分析反应的能量变化

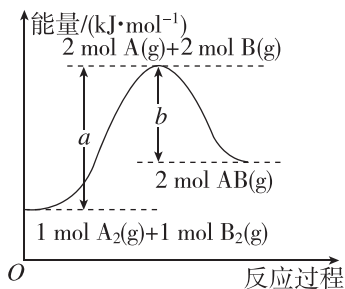
类型比较	放热反应	吸热反应
形成原因	反应物的总能量 > 生成物的总能量	反应物的总能量 < 生成物的总能量
与断键、成键中能量变化关系	断键吸收的总能量 < 成键放出的总能量	断键吸收的总能量 > 成键放出的总能量
图示		

2. 化学反应热效应的计算方法

- (1) 利用热化学方程式进行相关量的求解:
 先写出热化学方程式, 再根据热化学方程式所体现的物质之间、物质与化学反应的热效应之间的关系直接求算物质的量或化学反应的热效应。
- (2) 依据反应物与生成物的能量计算:
 $\Delta H = E_{\text{生成物}} - E_{\text{反应物}}$ 。
- (3) 依据反应物与生成物的键能计算:
 $\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$ 。

【知识迁移应用】

例 4 图像法是研究化学反应的一种常用方法。已知化学反应 $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$ 的能量变化曲线如图所示,则下列叙述中正确的是 ()



- A. 每生成 2 mol AB(g) 时吸收 b kJ 能量
- B. 该反应的 $\Delta H = +(a-b)$ kJ \cdot mol $^{-1}$
- C. 该反应中反应物的总能量高于生成物的总能量
- D. 断裂 1 mol A—A 和 1 mol B—B 时放出 a kJ 能量

[规律小结] 物质具有的能量与分子的稳定性

物质具有的能量越低,其分子越稳定,参加反应时,化学键断裂吸收的能量就越多;若是通过新键形成而生成该物质,则放出的能量就越多。反之,物质具有的能量越高,则其分子越不稳定,参加反应时断键所需能量越少;若是通过新键形成而生成该物质时,放出的能量越少。

课堂评价

知识巩固 素养形成

1. 判断下列说法是否正确(错的打“×”,对的打“√”)。

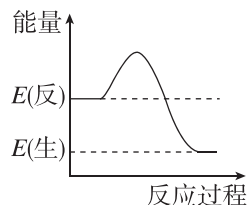
- (1) 化学变化遵循质量守恒和能量守恒。 ()
- (2) 有能量变化的过程一定发生了化学反应。 ()
- (3) 化学反应中化学能只能转变为热能。 ()
- (4) 需要点燃或加热才能发生的反应一定是吸热反应。 ()
- (5) 当反应物的总能量大于生成物的总能量时,化学反应吸收能量。 ()
- (6) 通过反应物和生成物的键能可以计算出一个化学反应是吸热反应还是放热反应。 ()
- (7) 书写热化学方程式时没有注明反应温度和压强,默认 0 °C、101 kPa 的测定条件。 ()
- (8) 热化学方程式中各物质化学式前面的化学计量数既可以表示物质的量,又可以表示微粒数目。 ()

2. 下列对化学反应的认识错误的是 ()

- 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. 必然伴随着能量的变化

3. 下列反应中,属于氧化还原反应且反应前后能量变化符合如图所示曲线的是 ()



- A. 生石灰溶于水
- B. Zn 与盐酸的反应
- C. 高温条件下碳与二氧化碳的反应
- D. Ba(OH) $_2$ \cdot 8H $_2$ O 晶体与 NH $_4$ Cl 固体的反应

4. (1) 下列过程中不一定释放能量的是 _____ (填编号,下同)。

- A. 化合反应
- B. 分解反应
- C. 形成化学键
- D. 燃料燃烧
- E. 酸碱中和
- F. 炸药爆炸

(2) 等质量的下列物质分别完全燃烧,放出热量较多的是 _____。

- A. 硫蒸气
- B. 硫固体

(3) 已知 H $_2$ 和 O $_2$ 反应放热,且断开 1 mol H—H、1 mol O=O、1 mol O—H 需吸收的能量分别为 Q $_1$ kJ、Q $_2$ kJ、Q $_3$ kJ。由此可以推知下列关系正确的是 _____。

- A. Q $_1 > Q_3$
- B. Q $_2 > Q_3$
- C. 2Q $_1 + Q_2 < 2Q_3$
- D. 2Q $_1 + Q_2 < 4Q_3$
- E. Q $_1 + Q_2 > Q_3$
- F. Q $_1 + Q_2 < Q_3$

5. 下表中的数据是破坏 1 mol 气态物质中的共价键所消耗的能量(kJ):

物质	Cl $_2$	Br $_2$	I $_2$	HCl	HBr	HI	H $_2$
能量/kJ	243	193	151	432	366	298	436

(1) 等物质的量的上述物质中具有能量最低的物质是 _____,最稳定的氢化物是 _____。

(2) X $_2$ (g) + H $_2$ (g) \rightleftharpoons 2HX(X 代表 Cl、Br、I) 是 _____ (填“吸热”或“放热”)反应。

(3) 相同条件下,Cl $_2$ (g)、Br $_2$ (g)、I $_2$ (g) 分别与 H $_2$ (g) 反应,当消耗等物质的量的 H $_2$ 时,放出或吸收的热量最多的是 _____。

第2课时 燃料燃烧释放的能量 氢燃料的应用前景

新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 燃料燃烧释放的热量

【课前自主预习】

1. 热值:

在一定条件下_____的可燃物_____所放出的热。

2. 不同的燃料其组成和结构不同,燃烧后放出的热也不同。比较几种不同燃料的热值(见下表):

物质	天然气	石油	煤炭	氢气
热值/(kJ·g ⁻¹)	约 56	约 48	约 33	143

分析发现_____是最理想的燃料,理由是_____的热值最高,但考虑_____在制备、存储、运输、开采成本等方面存在诸多问题,所以煤、石油等化石燃料仍然是当今较为主要的能源。

3. 燃料利用存在亟待解决的问题

(1)煤等化石燃料的燃烧常常伴随着大量烟尘、_____等有毒有害物质的排放。

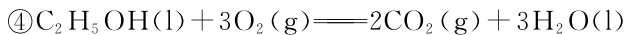
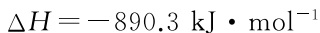
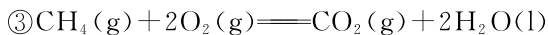
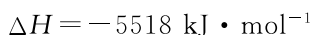
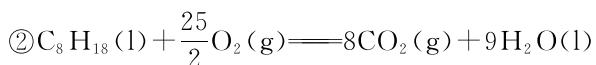
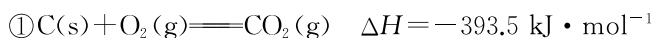
(2)SO₂、NO_x 还能导致_____,对环境的破坏非常严重。

(3)燃料燃烧过程中,一般只有约 $\frac{1}{3}$ 的能量可以实现有效转化,其他部分则转化为废热排出或损耗掉,燃料使用效率不高。

【情境问题思考】

从空间站建成到新型火箭研制,中国航天继续“超级模式”。你一定很想知道航天运载火箭中所装燃料产生的热能从何而来,它与化学物质和化学反应有什么关系?人类自从学会了用火,便以草、木等作为燃料,利用燃烧反应放出的热从事各种活动。而后,煤炭、石油等化石燃料相继被开采出来,供人类使用,燃料的更替为人类工业文明的产生和发展奠定了基础。生活中常见的燃料有煤炭、石油、天然气等化石燃料。化石燃料总有一天会枯竭,人类还要不断开发使用新的能源。

问题:常见燃料 C、C₈H₁₈、CH₄、C₂H₅OH(乙醇)完全燃烧的热化学方程式可以分别表示为



(1)完全燃烧相等物质的量的上述物质,放出热的大小顺序是_____。

(2)完全燃烧相等质量的上述物质,放出热的大小顺序为_____。

(3)燃料燃烧放出热的大小常用热值来衡量。燃料的热值是指在一定条件下单位质量的可燃物完全燃烧所放出的热量,单位是_____。

【核心知识讲解】

1. 燃料燃烧释放的热量

(1)特点

质量相同的不同燃料,由于它们的热值不同,完全燃烧后放出的热不相同。

(2)计算方法

燃料燃烧放出的热=形成生成物中的化学键放出的总能量-断裂反应物中的化学键吸收的总能量。

2. 解决燃料燃烧存在的问题的研究方向

(1)节约现有能源,尤其是减少作为燃料的煤和石油的开采。

(2)提高燃料的使用效率,减少对环境的污染。

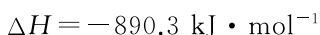
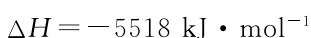
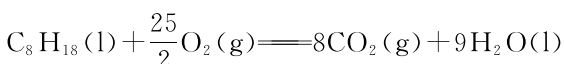
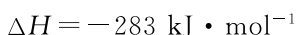
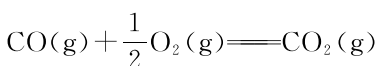
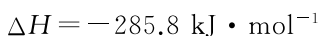
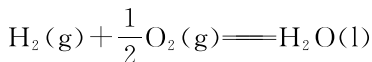
①通过化学方法将石油、煤等化石燃料转化为清洁燃料;

②研究化石燃料完全燃烧的条件和减少燃料燃烧产生热损耗的技术,研究提高燃料利用率的措施。

(3)积极开发优质的新能源,如氢能、水能、太阳能等。

【知识迁移应用】

例 1 已知下列物质燃烧的热化学方程式分别为



相同质量的 H_2 、 CO 、 C_8H_{18} 、 CH_4 完全燃烧时,放出热量最少的是 ()

- A. $\text{H}_2(\text{g})$ B. $\text{CO}(\text{g})$
C. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$ D. $\text{CH}_4(\text{g})$

[规律小结]

燃料燃烧是燃料、助燃剂发生剧烈的氧化还原反应,在生成新物质的同时还放热,即由化学能转化为热能释放出来。燃烧放热反应中参加燃烧反应的各物质的能量总和大于各生成物的能量总和。

◆ 学习任务二 氢燃料的应用前景

【课前自主预习】

1. 氢气的制备方法

(1) 电解法

电解法制氢是目前用得最多的方法。但耗费大量的 _____,成本太高,难以普遍使用。

(2) 光解法

在催化剂作用下利用太阳能,将水分解生成氢气。这种方法是制氢气的主要研究方向。其主要难题是催化剂的选择和制取。

(3) 生物法

利用蓝绿藻等低等植物和微生物在阳光作用下使水分解释放氢气。

2. 氢气的贮存

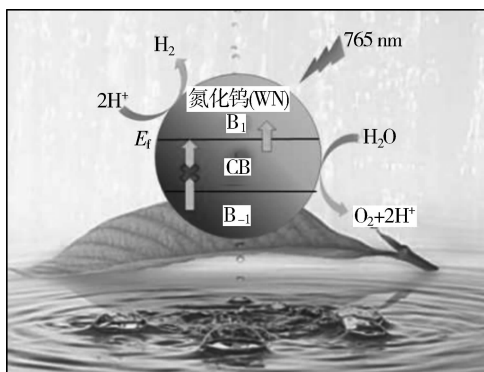
氢气密度小,熔点低,难液化,贮存液氢的容器要求高。科学家正致力于研究具备良好吸收和释放氢气性能的合金(如钢镍合金等),这将为解决氢气贮存问题开辟新的方向。贮氢合金在一定条件下吸收氢气形成金属氢化物,在加热时又可释放氢气。

3. 太阳能的利用

	实例	能量转化方式
直接利用	光合作用	光能转化为 _____ 能
	太阳能热水器	光能转化为 _____ 能
	太阳能电池	光能转化为 _____ 能
	光解水制氢气	光能转化为 _____ 能
间接利用	化石燃料	太阳能间接转化为 _____ 能

【情境问题思考】

华东理工大学材料科学与工程学院在太阳能光解水领域取得重要进展,以金属性光催化材料氮化钨为催化剂,光解水获得 H_2 和 O_2 , 获取氢能源。



问题一:太阳能光解水的过程中,主要发生的能量转化形式是什么?

问题二:氢能是公认的新型清洁能源,推测氢能具有哪些优点和缺点?

【核心知识讲解】

氢能的开发和利用

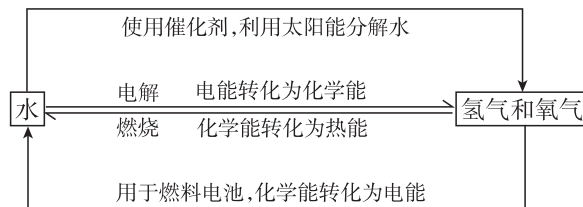
1. 氢能的优点

- 原料广——制取 H_2 的原料是 H_2O , 资源不受限制
- 无污染—— H_2 燃烧的产物是 H_2O , 无污染且可循环利用
- 热值高——是等质量汽油完全燃烧放出热量的3倍多

2. 氢能利用存在的问题

- (1) 廉价的制氢技术——首要难点
原因:制氢需要消耗大量的能量且效率低。
- (2) 安全可靠的贮氢和输氢方法——关键
原因: H_2 密度小,熔点低,难液化。

3. 氢能的产生和利用途径



【知识迁移应用】

例 2 关于用水制取二级能源氢气,以下研究方向不正确的是 ()

- A. 构成水的氢和氧都是可以燃烧的物质,因此可研究在水不分解的情况下,使氢成为二级能源
 B. 设法将太阳光聚焦,产生高温使水分解产生氢气
 C. 寻找高效催化剂,使水分解产生氢气
 D. 寻找特殊化学物质,用于开发廉价能源,以分解水制取氢气

课堂评价

知识巩固 素养形成

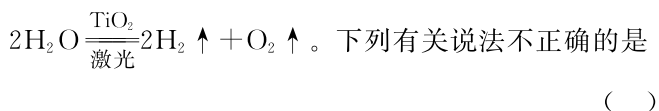
1. 判断下列说法是否正确(错的打“×”,对的打“√”)。

- (1)地球上所有可利用的能源都直接或间接来自太阳。 ()
 (2)煤、石油、天然气等化石燃料与太阳能无关。 ()
 (3)太阳能热水器是将太阳能转化为化学能。 ()
 (4)天然气属于二次能源。 ()
 (5)氢能是不可再生能源。 ()
 (6)氢能是一种无污染的绿色能源。 ()

2. 化学与能源开发、环境保护、资源利用等密切相关。下列说法正确的是 ()

- A. 天然气、石油、流水、风力、氢气为一次能源
 B. 无论风力发电还是火力发电,都是将化学能转化为电能
 C. $PM_{2.5}$ 中含有的铅、镉、铬、钒、砷等对人体有害的元素均是金属元素
 D. 发展低碳经济、循环经济,推广可利用太阳能、风能的城市照明系统

3. 氢气是未来的“绿色能源”,科学家们最新研制出利用太阳能产生激光,再用激光使水分解制得氢气的新技术,其中水的分解可以用化学方程式表示为



- A. TiO_2 在反应中作氧化剂,且该反应不需任何其他条件就能进行

B. 水分解不产生污染物

C. TiO_2 在反应中作催化剂

D. 该技术将太阳能转化为化学能

4. 下列措施可以提高燃料燃烧效率的是 ()

- ①提高燃料的着火点
 ②降低燃料的着火点
 ③将固体燃料粉碎
 ④将液体燃料雾化处理
 ⑤将煤进行气化处理
 ⑥通入适当过量的空气

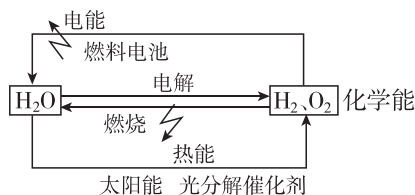
A. ①③④⑤

B. ②③⑤⑥

C. ③④⑤⑥

D. ①②③④

5. 分析下图并回答以下问题。



(1)电解水生成 H_2 , 首先要解决的问题是_____。

(2)氢气作为理想的“绿色能源”的主要理由是_____。

6. 能源是国民经济发展的重要基础,我国目前使用的能源主要是化石燃料,氢气是一种很有发展前景的新能源。

(1)在 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 101 kPa 时, $16\text{ g CH}_4(\text{g})$ 完全燃烧生成液态水时放出的热是 890.31 kJ , 则 CH_4 燃烧的热化学方程式是_____。

(2)葡萄糖是人体所需能量的重要来源之一,设它在人体组织中完全氧化时的热化学方程式为 $C_6H_{12}O_6(\text{s}) + 6O_2(\text{g}) = 6CO_2(\text{g}) + 6H_2O(\text{l}) \quad \Delta H = -2799\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 计算 100 g 葡萄糖在人体组织中完全氧化时产生的热量为_____。

(3)用 H_2S 热分解制氢时,常向反应器中通入一定比例空气,使部分 H_2S 燃烧,其目的是_____。