



目标导航

课程标准	课标解读
1. 了解焓变与熵变的含义。 2. 理解焓变、熵变与反应方向的关系。 3. 能综合运用焓变与熵变判断反应进行的方向。	1. 通过已有知识及日常生活中的见闻，构建化学反应方向的判据，学会运用比较、归纳、概括等方法对信息进行加工，构建新知识。 2. 通过本节内容的学习，学生能够感受到事物的发展、变化常常受多种因素的制约，要全面分析问题。 3. 让学生初步建立基于条件改变控制化学反应的观念，提升“宏观辨识与微观探析”“变化观念”“证据推理与模型认知”等学科素养。



知识精讲

知识点01 反应的自发性

1. 自发过程

(1) 含义：在_____和_____一定的条件下，不借助光、电等外部力量就能_____的过程。

(2) 特点

①体系趋向于从_____能量状态转变为_____能量状态。

②在密闭条件下，体系趋向于从_____状态转变为_____状态。

③具有_____性：即过程的某个方向在一定条件下是自发的，而其逆方向在该条件下肯定不能自发。

2. 特别提醒：自发过程需要在一定的温度和压强下才可以发生。

【即学即练 1】下列过程是非自发的是（ ）。

- A. 加热铁棒一端，热量传向另一端
- B. 使铁棒上的铁锈转化成单质铁
- C. 气体从高密度处向低密度处扩散
- D. 煤气的燃烧

知识点02 化学反应方向的判断

1. 反应焓变与反应方向

- (1) 能自发进行的化学反应多数是 ΔH _____0的反应。
- (2) 有些 ΔH _____0的反应也能自发进行。
- (3) 反应的焓变是反应能否自发进行的影响因素，但不是唯一因素。

2. 反应熵变与反应方向

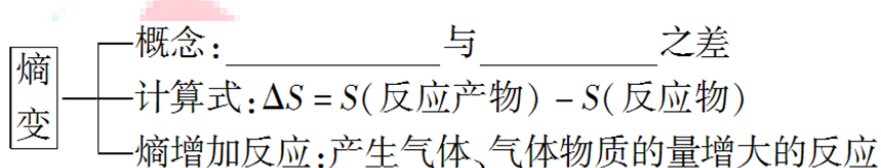
(1) 熵

- ①概念：描述体系_____的一个物理量，符号为_____，单位是_____。
- ②特点：混乱度越大，体系越无序，体系的熵值就_____。

(2) 影响熵的因素

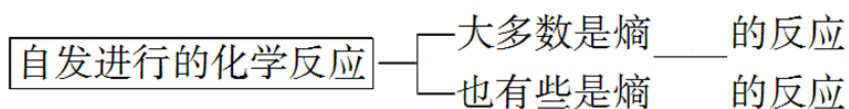
- ①同一物质： S （高温）_____ S （低温）， S （g）_____ S （l）_____ S （s）
- ②不同物质：相同条件下不同物质具有不同的熵值，分子结构越复杂，熵值越_____。
- ③ S （混合物）_____ S （纯净物）

(3) 反应熵变



(4) 反应熵变与反应方向

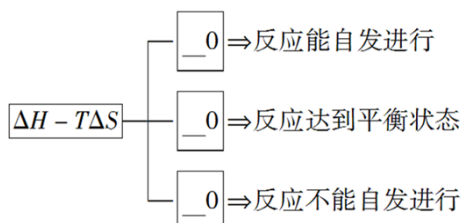
①二者关系



- ②结论：熵变是与反应能否自发进行有关的一个因素，但不是唯一因素。

3. 焓变与熵变对反应方向的共同影响

(1) 反应方向的判据： $\Delta H - T\Delta S$



- (2) 文字表述：在_____和_____一定的条件下，自发反应总是向 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 的方向进行，直至达到_____状态。

(3) 局限性

①只能用于一定温度和压强条件下的反应，不能用于其他条件下的反应。

②仅仅可以用于判断温度和压强一定条件下反应自动发生的____，不能说明反应在该条件下能否_____。

【特别提醒】在 ΔH 和 ΔS 确定的情况下，温度有可能对反应的方向起决定作用。反应的判据为。

【即学即练 2】(2021·厦门高二检测) 对于化学反应方向的确定，下列说法中正确的是 ()。

- A. 温度、压强一定时，放热的熵减小的反应一定能自发进行
- B. 温度、压强一定时，焓因素和熵因素共同决定一个化学反应的方向
- C. 反应焓变是决定反应能否自发进行的惟一因素
- D. 固体的溶解过程只与焓变有关，与熵变无关

能力拓展

考法01 反应熵变的判断

【典例 1】下列反应中，熵减小的是 ()。

- A. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{s}) = \text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{s}) + \text{NH}_3(\text{g})$
- B. $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) = 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
- C. $\text{MgCO}_3(\text{s}) = \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- D. $2\text{CO}(\text{g}) = 2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$

【知识拓展】熵变正负的判断

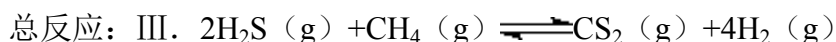
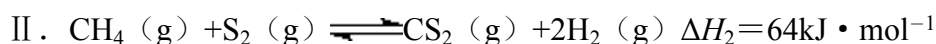
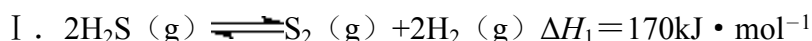
(1) 物质由固态到液态、由液态到气态或由固态到气态的过程，熵变为正值，是熵增加的过程。

(2) 气体体积增大的反应，熵变通常都是正值，是熵增加的反应。

(3) 气体体积减小的反应，熵变通常都是负值，是熵减小的反应。

考法02 化学反应方向的判断

【典例2】(2022·浙江6月选考节选) 热解 H_2S 制 H_2 。根据文献，将 H_2S 和 CH_4 的混合气体导入石英管反应器热解(一边进料，另一边出料)，发生如下反应：



反应III能自发进行的条件是_____。

【知识拓展】化学反应方向的判断

1. 放热和熵增加都对 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 有所贡献，因此放热的熵增加反应一定能自发进行，吸热的熵减小反应一定不能自发进行。
2. 当反应的焓变和熵变的影响相反，且二者大小相差悬殊时，某一因素可能占主导地位。
一般常温下自发进行的放热反应，焓变对反应方向起决定性作用。
一般常温下自发进行的吸热反应，熵变对反应方向起决定性作用。
3. 如果反应的焓变和熵变的影响相反且相差不大时，温度可能对反应的方向起决定性作用。
温度与反应方向的关系：

$\Delta S \uparrow$	
$\Delta H < 0$ $\Delta S > 0$ 所有温度下反应都能自发进行	$\Delta H > 0$ $\Delta S > 0$ 高温下反应能自发进行
$\Delta H \rightarrow$	
$\Delta H < 0$ $\Delta S < 0$ 低温下反应能自发进行	$\Delta H > 0$ $\Delta S < 0$ 所有温度下反应都不能自发进行

4. ΔH 与 ΔS 共同影响一个化学反应在一定条件下能否自发进行，它们与化学反应速率无关。

考法03 反应自发温度的计算

【典例3】工业上利用甲烷制取碳黑的反应是：① $\text{CH}_4(\text{g}) = \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H(298\text{K}) = 74.848\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\Delta S(298\text{K}) = 80.674\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
反应过程中容易发生副反应：② $2\text{CH}_4(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H(298\text{K}) = 376.426\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $-\Delta S(298\text{K}) = 220.211\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

下列有关说法中正确的是（ ）。

- A. 反应①在常温下就可以自发进行
- B. 焓变是副反应②自发进行的决定因素
- C. 制取碳黑允许的最低温度是 927.8K
- D. 温度越高对制取碳黑越有利

【知识拓展】 $\Delta H - T\Delta S$ 的有关计算

1. 反应自发进行的最低或最高温度的计算

(1) 计算依据： $\Delta H - T\Delta S \leq 0$

①若 $\Delta S > 0$ ，则 $T \geq \frac{\Delta H}{\Delta S}$ ，为最低温度

②若 $\Delta S < 0$ ，则 $T \leq \frac{\Delta H}{\Delta S}$ ，为最高温度

(2) 注意单位的换算

① ΔS 的单位为: $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

② ΔH 的单位为: $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

③ T 的单位为: K

2. 物质三态变化过程中的转折温度(熔点、沸点、升华点)为平衡温度

3. 利用 ΔH 、 ΔS 的符号和 $\Delta H - T\Delta S$ 进行推理,可以减少计算量。

分层提分

题组A 基础过关练

1. 下列过程是非自发的是 ()。

A. 加热铁棒一端, 热量传向另一端

B. 使铁棒上的铁锈转化成单质铁

C. 气体从高密度处向低密度处扩散

D. 煤气的燃烧

2. 下列关于自发过程的叙述中, 正确的是 ()。

A. 只有不需要任何条件就能够自动进行的过程才是自发过程

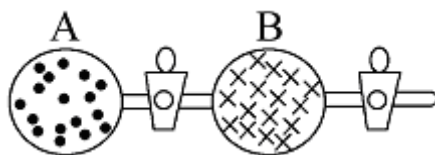
B. 需要加热才能够进行的过程肯定不是自发过程

C. 同一可逆反应的正、逆反应在不同条件下都有自发进行的可能

D. 非自发过程在任何条件下都不可能变为自发过程

3. 在图甲中的 A、B 两容器里, 分别收集着两种互不作用的理想气体。若将中间活塞打开(如图乙所示), 两种气体分子立即都分布在两个容器中。这是一个不伴随能量变化的自发过程。

关于此过程的下列说法不正确的是 ()。



A. 此过程为混乱程度小向混乱程度大的方向的变化过程, 即熵增大的过程

B. 此过程为自发过程, 而且没有热量的吸收或放出

C. 此过程从有序到无序, 混乱度增大

D. 此过程是自发可逆的

4. (2021·厦门高二检测) 对于化学反应方向的确定, 下列说法中正确的是 ()。

- A. 温度、压强一定时，放热的熵减小的反应一定能自发进行
- B. 温度、压强一定时，焓因素和熵因素共同决定一个化学反应的方向
- C. 反应焓变是决定反应能否自发进行的惟一因素
- D. 固体的溶解过程只与焓变有关，与熵变无关

5. 在 25°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 下，反应 $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) = 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = +56.7 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 能自发进行的合理解释是（ ）。

- A. 该反应是分解反应
- B. 该反应的熵增效应大于焓变效应
- C. 该反应是熵减反应
- D. 该反应是放热反应

6. (2021 · 河南济源高二检测) 下列过程属于熵增加的是（ ）。

- A. 一定条件下水由气态变为液态
- B. 高温高压条件下使石墨转化为金刚石
- C. 散落的火柴的无序排列
- D. CO 点燃时生成 CO_2

7. (2021 · 聊城高二检测) 下列关于冰熔化为水的过程判断正确的是（ ）。

- A. $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$
- B. $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$
- C. $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$
- D. $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$

8. 下列反应常温时能自发进行，既能用焓判据又能用熵判据解释的是（ ）。

- A. $\text{HCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl}$
- B. $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$
- C. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
- D. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$

9. 硝酸铵溶于水的过程是吸热过程，但能自发进行。请回答下列问题：

(1) 硝酸铵溶于水的过程中体系的混乱度（填“增大”或“减小”“不变”，下同）熵值_____， ΔS _____（填“>”或“<”“=”）0。

(2) 该过程中体系的能量_____（填“升高”或“降低”“不变”）；若用单一的方向判据来解释，你认为应用_____判据；这一过程能自发进行，说明_____效应大于_____效应。

10. 根据你已有的知识和经验，分析下列过程的焓变、熵变，并判断反应的方向。

(1) $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta S = +80.7 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, ΔH _____0, 该反应

_____（自发或非自发）。

(2) $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{TiCl}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = +161.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\Delta S = -38.4 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 该反应_____（自发或非自发）

题组B 能力提升练

1. (2021·浙江6月选考) 相同温度和压强下, 关于物质熵的大小比较, 合理的是 ()。

- A. $1 \text{ mol CH}_4(\text{g}) < 1 \text{ mol H}_2(\text{g})$
- B. $1 \text{ mol H}_2\text{O}(\text{g}) < 2 \text{ mol H}_2\text{O}(\text{g})$
- C. $1 \text{ mol H}_2\text{O}(\text{s}) > 1 \text{ mol H}_2\text{O}(\text{l})$
- D. $1 \text{ mol C}(\text{s}, \text{金刚石}) > 1 \text{ mol C}(\text{s}, \text{石墨})$

2. 下列说法中正确的是 ()。

- A. 能自发进行的反应一定能迅速发生反应
- B. 非自发进行的反应一定不可能发生反应
- C. 理论判断能自发进行的反应, 实际情况下可能不能发生
- D. 常温下, $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, 该反应是自发反应

3. (2021·菏泽高二检测) 已知 $\text{X}(\text{g}) + 3\text{Y}(\text{g}) = 2\text{Z}(\text{g})$ $\Delta H > 0$ 下列说法正确的是 ()。

- A. 该反应的 $\Delta S > 0$
- B. 该反应在任何温度下都不能自发进行
- C. 该反应是放热反应
- D. 该反应在任何温度下都能自发进行

4. (2021·赣州高二检测) 某化学反应 $\Delta H = -122 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta S = -330 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 则下列说法正确的是 ()。

- A. 在任何温度下都能自发进行
- B. 在任何温度下都不能自发进行
- C. 仅在高温下自发进行
- D. 仅在低温下自发进行

5. (2021·枣庄高二检测) 下列反应在任意温度下一定能自发进行的是 ()。

- A. $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$
- B. $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ $\Delta H < 0$
- C. $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H > 0$



6. (2021·山西太原高二检测) 下列说法正确的是 ()。

A. 一定温度下, 反应 $MgCl_2(l) = Mg(l) + Cl_2(g)$ 的 $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$

B. 凡是放热反应都是自发的, 凡是吸热反应都是非自发的

C. 常温下 $2H_2O = 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$, 即常温下水的分解反应是自发反应

D. 对于反应 $H_2O_2 = 2H_2O + O_2 \uparrow$, 加入 MnO_2 或升高温度都能加快 O_2 的生成速率

7. (2021·海南文昌高二检测) 二氧化碳捕集、存储和转化是当今化学研究的热点问题之一。

(1) 用钌的配合物作催化剂, 一定条件下可直接光催化分解 CO_2 , 发生反应 $2CO_2(g) = 2CO(g) + O_2(g)$, 该反应的 ΔH _____ 0, ΔS _____ 0 (选填 “>”、“<” 或 “=”), 在低温下, 该反应 _____ (填 “能” 或 “不能”) 自发进行。

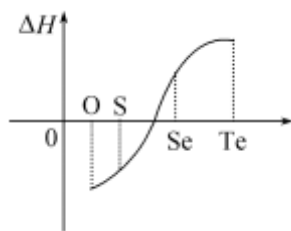
(2) CO_2 转化途径之一是利用太阳能或生物质能分解水制 H_2 , 然后将 H_2 与 CO_2 转化为甲醇或其他化学品, 你认为该方法需要解决的技术问题有 _____。

A. 开发高效光催化剂

B. 将光催化制取的氢气从反应体系中有效分离, 并与 CO_2 发生催化转化

C. 二氧化碳及水资源的供应

8. 某化学兴趣小组专门研究了氧族元素及其某些化合物的部分性质。所查资料信息如下: ①酸性 $H_2SO_4 > H_2SeO_4 > H_2TeO_4$; ②氧、硫、硒与氢气化合越来越难, 碲与氢气不能直接化合; ③由元素的单质生成等物质的量的氢化物的焓变情况如图。



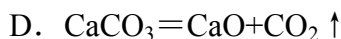
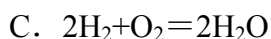
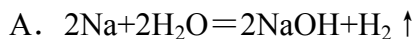
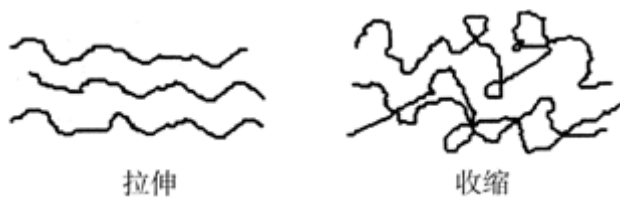
请回答下列问题:

(1) H_2 与硫化合的反应 _____ (填 “放出” 或 “吸收”) 热量。

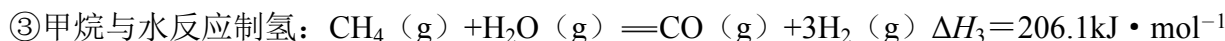
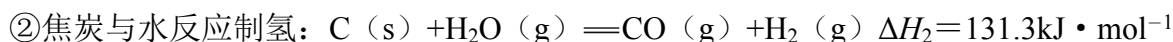
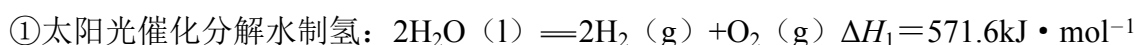
(2) 已知 H_2Te 分解反应的 $\Delta S > 0$, 请解释为什么 Te 和 H_2 不能直接化合 _____。

题组C 培优拔尖练

1. (2021·舟山高二检测) 橡皮筋在拉伸和收缩状态时结构如图: 在其拉伸过程中有放热现象, 反之吸热。25℃、101kPa 时, 下列化学反应的焓变、熵变和自发性与橡皮筋从拉伸状态到收缩状态一致的是 ()。



2. (2021·2022江苏南通上学期期末高二检测) 通过以下反应均可获取 H_2 :



下列有关说法正确的是 ()。

A. 反应①中电能转化为化学能

B. 反应②为放热反应

C. 反应③使用催化剂, ΔH_3 减小

D. 反应 $\text{CH}_4(\text{g})=\text{C}(\text{s})+2\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H=74.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

3. (2021·肇庆高二检测) 下列对于化学反应方向说法正确的是 ()。

A. 反应 $2\text{A}(\text{g})+\text{B}(\text{g})=3\text{C}(\text{s})+\text{D}(\text{g})$ 在一定条件下能自发进行, 说明该反应的 $\Delta H>0$

B. 常温下反应 $2\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$ 能自发进行, 则 $\Delta H<0$

C. 反应 $2\text{Mg}(\text{s})+\text{CO}_2(\text{g})=\text{C}(\text{s})+2\text{MgO}(\text{s})$ 能自发进行, 则该反应的 $\Delta H>0$

D. 一定温度下, 反应 $2\text{NaCl}(\text{s})=2\text{Na}(\text{s})+\text{Cl}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H<0$, $\Delta S>0$

4. 下列说法不正确的是 ()。

A. 反应 $2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})+\text{Ba}(\text{OH})_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s})=\text{BaCl}_2(\text{s})+2\text{NH}_3(\text{g})+10\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 是一个显著吸热的反应, 但在常温下就能自发进行, 其原因是该反应的 $\Delta S>0$

B. 已知: $\text{NH}_3(\text{g})+\text{HCl}(\text{g})=\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \Delta H<0$, 则该反应低温下自发, 高温下非自发

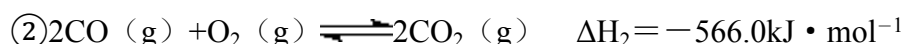
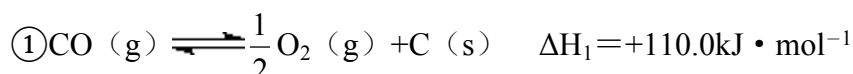
C. 反应 $2\text{K}(\text{s})+2\text{H}_2\text{O}(\text{l})=2\text{K}^+(\text{aq})+2\text{OH}^-(\text{aq})+\text{H}_2(\text{g})$ 在高温、低温下都能自发进行

D. 非自发反应就是不可能发生的反应，自发反应就是能较快进行的反应

5. (2021·许昌高二检测) 在 732K 时反应 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) = \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$ 的 ΔG ($\Delta G = \Delta H - T\Delta S$) 为 $-20.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ΔH 为 $154\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应的 ΔS 为 (单位: $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) ()。

A. -587 B. 587 **C. 239** D. -239

6. (2021·平顶山高二检测) 已知反应:



请回答下列问题:

(1) 反应①的熵变 ΔS _____ (填“ $>$ ”或“ $<$ ”) 0。

(2) 有人建议, 汽车尾气中的 CO 可用催化加热分解的方法来消除 (反应①), 这一方案在理论上是否可行? _____ (填“可行”或“不可行”)。

(3) 反应②中的 ΔH_2 是不是 CO 的燃烧热? _____ (填“是”或“不是”)。

(4) 煤炭的充分燃烧也是建设环境友好型社会的一个重要方面, $12\text{gC}(\text{s})$ 完全燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 时, 放出的热量为 _____ kJ。

7. 已知 $2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s})$, $T=980\text{K}$ 时, $\Delta H - T\Delta S = 0$ 。当体系温度低于 980K 时, 估计 $\Delta H - T\Delta S$ 的正负符号为 _____; 当体系温度高于 980K 时, $\Delta H - T\Delta S$ 的正负符号为 _____。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。

8. 已知 298K 时存在下列数据:

物质	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}(\text{s})$	$\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-4324.08	-1384.49	-241.83



(1) 通过计算说明上述反应在 298K、100kPa 时 _____ (填“能”或“不能”) 自发进行。

(2) 欲在 100kPa 时使上述反应体系发生逆转, 温度的范围是 _____。



目标导航

课程标准	课标解读
1. 了解焓变与熵变的含义。 2. 理解焓变、熵变与反应方向的关系。 3. 能综合运用焓变与熵变判断反应进行的方向。	1. 通过已有知识及日常生活中的见闻，构建化学反应方向的判据，学会运用比较、归纳、概括等方法对信息进行加工，构建新知识。 2. 通过本节内容的学习，学生能够感受到事物的发展、变化常常受多种因素的制约，要全面分析问题。 3. 让学生初步建立基于条件改变控制化学反应的观念，提升“宏观辨识与微观探析”“变化观念”“证据推理与模型认知”等学科素养。



知识精讲

知识点01 反应的自发性

1. 自发过程

(1) 含义：在**温度**和**压强**一定的条件下，不借助光、电等外部力量就能**自动**进行的过程。

(2) 特点

①体系趋向于从**高**能量状态转变为**低**能量状态。

②在密闭条件下，体系趋向于从**有序**状态转变为**无序**状态。

③具有**方向性**：即过程的某个方向在一定条件下是自发的，而其逆方向在该条件下肯定**不能**自发。

2. 特别提醒：自发过程需要在一定的温度和压强下才可以发生。

【即学即练 1】下列过程是非自发的是（ ）。

- A. 加热铁棒一端，热量传向另一端
- B. 使铁棒上的铁锈转化成单质铁**
- C. 气体从高密度处向低密度处扩散
- D. 煤气的燃烧

【解析】选 B。根据自发过程的定义来进行判断。热量从高温处传向低温处、金属的腐蚀、气体从高密度处向低密度处扩散、煤气的燃烧都是自发的，其逆向过程都是非自发的。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/458072017124006126>

