

押新高考卷第 9-10 题

元素推断与元素周期律、化学反应机理图、化学反应速率与平衡

命题探究

核心考点	考情统计	考向预测
元素推断与元素周期律	2023·辽宁卷, 9 2023·湖北卷, 6 2023·湖南卷, 6 2023·广东卷, 14 2023·重庆卷, 13 2023·福建卷, 3 2023·河北卷, 8	根据题给信息(“残缺的”元素周期表、元素性质的递变规律或结合陌生复杂化合物的结构式等)推断元素种类, 并利用元素周期律判断相关问题, 多涉及微粒半径比较、简单氢化物熔沸点的比较、元素金属性或非金属性强弱比较、最高价氧化物的水化物的酸碱性比较、化学键类型的判断、第一电离能或电负性的强弱比较等
化学反应机理图	2023·湖南卷, 14 2023·重庆卷, 10 2023·广东卷, 15	根据反应过程中的物质转化路径图或者能量变化过程图, 把一个复杂反应分解成若干个反应, 考查化学反应与能量、物质结构等知识点, 常涉及化学键的断裂和形成、部分反应或总反应的化学方程式、原子的杂化方式、氢键、活化能、催化剂等
化学反应速率与平衡	2023·辽宁卷, 13 2023·湖南卷, 13 2023·山东卷, 14 2023·重庆卷, 11 2023·河北卷, 12	结合化学反应平衡图像(或表格)进行考查, 主要考查曲线上一些关键点的意义和比较、反应速率的比较、化学平衡常数的比较与计算、平衡转化率的计算、外界因素对平衡状态的影响等

真题回顾

考点一 元素推断与元素周期律

1. (2023·湖南卷) 日光灯中用到的某种荧光粉的主要成分为 $3W_3(ZX_4)_2 \cdot WY_2$ 。已知: X、Y、Z 和 W 为原子序数依次增大的前 20 号元素, W 为金属元素。基态 X 原子 s 轨道上的电子数和 p 轨道上的电子数相等, 基态 X、Y、Z 原子的未成对电子数之比为 2: 1: 3。下列说法正确的是

- A. 电负性: $X > Y > Z > W$
- B. 原子半径: $X < Y < Z < W$
- C. Y 和 W 的单质都能与水反应生成气体
- D. Z 元素最高价氧化物对应的水化物具有强氧化性

【答案】C

【分析】根据题中所给的信息, 基态 X 原子 s 轨道上的电子式与 p 轨道上的电子式相同, 可以推测 X 为 O 元素或 Mg 元素, 由荧光粉的结构可知, X 主要形成的是酸根, 因此 X 为 O 元素; 基态 X 原子中未成键电子数为 2, 因此 Y 的未成键电子数为 1, 又因 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大, 故 Y 可能为 F 元素、Na 元素、Al 元素、Cl 元素, 因题目中给出 W 为金属元素且荧光粉的结构中 Y 与 W 化合, 故 Y 为 F 元素或 Cl 元素; Z 原子的未成键电子数为 3, 又因其原子序大于 Y, 故 Y 应为 F 元素、Z 其应为 P 元素; 从荧光粉的结构式可以看出 W 为某+2 价元素, 故其为 Ca 元素; 综上所述, X、Y、Z、W 四种元素分别为 O、F、P、Ca, 据此答题。

【解析】A. 电负性用来描述不同元素的原子对键合电子吸引力的大小, 根据其规律, 同一周期从左到右依次增大, 同一主族从上到下依次减小, 故四种原子的电负性大小为: $Y > X > Z > W$, A 错误;

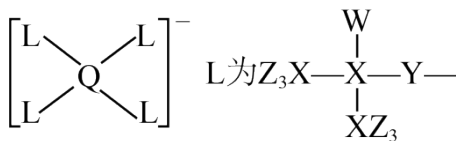
B. 同一周期原子半径从左到右依次减小, 同一主族原子半径从上到下依次增大, 故四种原子的原子半径大小为: $Y < X < Z < W$, B 错误;

C. F_2 与水反应生成 HF 气体和 O_2 , Ca 与水反应生成氢氧化钙和氢气, 二者均可以生成气体, C 正确;

D. Z 元素的最高价氧化物对应的水化物为 H_3PO_4 , 几乎没有氧化性, D 错误;

故答案选 C。

2. (2023·辽宁卷) 某种镁盐具有良好的电化学性能, 其阴离子结构如下图所示。W、X、Y、Z、Q 是核电荷数依次增大的短周期元素, W、Y 原子序数之和等于 Z, Y 原子价电子数是 Q 原子价电子数的 2 倍。下列说法错误的是



- A. W 与 X 的化合物为极性分子
- B. 第一电离能 $Z > X > Y$
- C. Q 的氧化物是两性氧化物
- D. 该阴离子中含有配位键

【答案】AB

【分析】W、X、Y、Z、Q 是核电荷数依次增大的短周期元素，W 形成 1 条单键且核电荷数最小，W 为 H，X 形成 4 条键，核电荷数大于 H，且小于其他三种元素，X 为 C，Y 形成 2 条单键，核电荷数大于 C，Y 为 O，W、Y 原子序数之和等于 Z，Z 为 F，Y 原子价电子数为 Q 原子价电子数的 2 倍，Q 为 Al。

【解析】A. W 与 X 的化合物不一定为极性分子，如 CH_4 就是非极性分子，A 错误；

B. 同周期元素从左到右第一电离能呈增大趋势，则第一电离能 $\text{F} > \text{O} > \text{C}$ ，B 错误；

C. Q 为 Al， Al_2O_3 为两性氧化物，C 正确；

D. 该阴离子中 L 与 Q 之间形成配位键，D 正确；

故答案选 AB。

3. (2023·湖北卷) W、X、Y、Z 为原子序数依次增加的同一短周期元素，其中 X、Y、Z 相邻，W 的核外电子数与 X 的价层电子数相等， Z_2 是氧化性最强的单质，4 种元素可形成离子化合物 $(\text{XY})^+(\text{WZ}_4)^-$ 。下列说法正确的是

A. 分子的极性： $\text{WZ}_3 < \text{XZ}_3$

B. 第一电离能： $\text{X} < \text{Y} < \text{Z}$

C. 氧化性： $\text{X}_2\text{Y}_3 < \text{W}_2\text{Y}_3$

D. 键能： $\text{X}_2 < \text{Y}_2 < \text{Z}_2$

【答案】A

【分析】 Z_2 是氧化性最强的单质，则 Z 是 F，X、Y、Z 相邻，且 X、Y、Z 为原子序数依次增加的同一短周期元素，则 X 为 N，Y 为 O，W 的核外电子数与 X 的价层电子数相等，则 W 为 B，即：W 为 B，X 为 N，Y 为 O，Z 是 F，以此解题。

【解析】A. 由分析可知，W 为 B，X 为 N，Z 是 F， WZ_3 为 BF_3 ， XZ_3 为 NF_3 ，其中前者的价层电子对数为 3，空间构型为平面三角形，为非极性分子，后者的价层电子对数为 4，有一对孤电子对，空间构型为三角锥形，为极性分子，则分子的极性： $\text{WZ}_3 < \text{XZ}_3$ ，A 正确；

B. 由分析可知，X 为 N，Y 为 O，Z 是 F，同一周期越靠右，第一电离能越大，但是 N 的价层电子排布式为 $2s^2 2p^3$ ，为半满稳定结构，其第一电离能大于相邻周期的元素，则第一电离能： $\text{Y} < \text{X} < \text{Z}$ ，B 错误；

C. 由分析可知，W 为 B，X 为 N，Y 为 O，则 X_2Y_3 为 N_2O_3 ， W_2Y_3 为 B_2O_3 ，两种化合物中 N 和 B 的化合价都是 +3 价，但是 N 的非金属性更强一些，故 N_2O_3 的氧化性更强一些，C 错误；

D. 由分析可知，X 为 N，Y 为 O，Z 是 F，其中 N 对应的单质为氮气，其中包含三键，键能较大，D 错误
故选 A。

4. (2022·重庆卷) R、X、Y、Z 均为短周期主族元素，Y 与 Z 同主族且 Z 的原子序数大于 Y。R 和 X 的原子获得 1 个电子均可形成稀有气体原子的电子层结构，R 的最高化合价为 +1。1 mol 化合物 RZY_3X 含 58 mol 电子。下列说法正确的是

A. R 与 X 形成的化合物水溶液呈碱性

B. X 是四种元素中原子半径最大的

C. Y 单质的氧化性比 Z 单质的弱

D. Z 的原子最外层电子数为 6

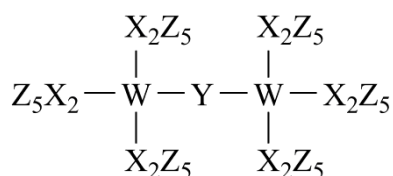
【答案】D

【分析】由题干信息可知，R、X、Y、Z均为短周期主族元素，Y与Z同主族且Z的原子序数大于Y，R和X的原子获得1个电子均可形成稀有气体原子的电子层结构，R的最高化合价为+1，则R为H，X为Cl或F；1mol化合物RZY₃X含58mol电子，设Y的原子序数为a，则Z的原子序数为a+8；若X为F，则有1+9+a+8+3a=58，解得a=10，则Y为Ne，不符合题意；若X为Cl，则有1+17+a+8+3a=58，解得a=8，则Y为O，Z为S；故R为H、X为Cl、Y为O、Z为S，据此分析解题。

- 【解析】A. 由分析可知，R为H、X为Cl，故R与X形成的化合物即HCl水溶液呈酸性，A错误；
 B. 由分析可知，R为H、X为Cl、Y为O、Z为S，故S是四种元素中原子半径最大的，B错误；
 C. 由分析可知，Y为O、Z为S，由于O的非金属性比S强，故O₂的氧化性比S强，C错误；
 D. 由分析可知，Z为S，是16号元素，S原子最外层电子数为6，D正确；

故答案为：D。

5. (2022·湖南卷) 科学家合成了一种新的共价化合物(结构如图所示)，X、Y、Z、W为原子序数依次增大的短周期元素，W的原子序数等于X与Y的原子序数之和。下列说法错误的是



- A. 原子半径：X>Y>Z
 B. 非金属性：Y>X>W
 C. Z的单质具有较强的还原性
 D. 原子序数为82的元素与W位于同一主族

【答案】C

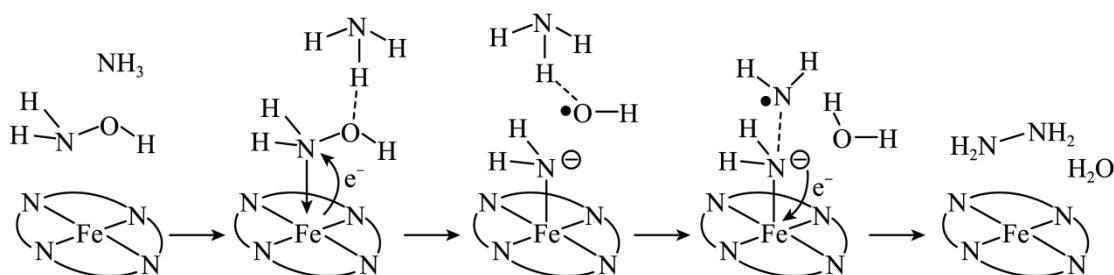
【解析】由共价化合物的结构可知，X、W形成4个共价键，Y形成2个共价键，Z形成1个共价键，X、Y、Z、W是原子序数依次增大的短周期元素，W的原子序数等于X与Y的原子序数之和，则X为C元素、Y为O元素、Z为F元素、W为Si元素。

- A. 同周期元素，从左到右原子半径依次减小，则C、O、F的原子半径大小顺序为C>O>F，故A正确；
 B. 同周期元素，从左到右元素的非金属性依次增强，同主族元素，从上到下元素的非金属性依次减弱，则C、O、Si的非金属性强弱顺序为O>C>Si，故B正确；
 C. 位于元素周期表右上角的氟元素的非金属性最强，单质具有很强的氧化性，故C错误；
 D. 原子序数为82的元素为铅元素，与硅元素都位于元素周期表ⅣA族，故D正确；

故选C。

考点二 化学反应机理图

6. (2023·新课标卷) “肼合成酶”以其中的Fe²⁺配合物为催化中心，可将NH₂OH与NH₃转化为肼(NH₂NH₂)，其反应历程如下所示。



下列说法错误的是

- A. NH_2OH 、 NH_3 和 H_2O 均为极性分子
- B. 反应涉及 N-H、N-O 键断裂和 N-N 键生成
- C. 催化中心的 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ，后又被还原为 Fe^{2+}
- D. 将 NH_2OH 替换为 ND_2OD ，反应可得 ND_2ND_2

【答案】D

【解析】A. NH_2OH ， NH_3 ， H_2O 的电荷分布都不均匀，不对称，为极性分子，A 正确；

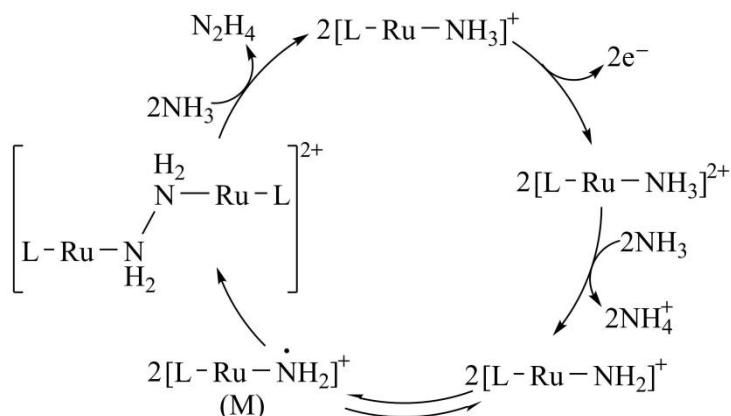
B. 由反应历程可知，有 N-H、N-O 键断裂，还有 N-H 键的生成，B 正确；

C. 由反应历程可知，反应过程中， Fe^{2+} 先失去电子发生氧化反应生成 Fe^{3+} ，后面又得到电子生成 Fe^{2+} ，C 正确；

D. 由反应历程可知，反应过程中，生成的 NH_2NH_2 有两个氢来源于 NH_3 ，所以将 NH_2OH 替换为 ND_2OD ，不可能得到 ND_2ND_2 ，得到 ND_2NH_2 和 HDO ，D 错误；

故选 D。

7. (2023·湖南卷) N_2H_4 是一种强还原性的高能物质，在航天、能源等领域有广泛应用。我国科学家合成的某 Ru(II) 催化剂(用 $[\text{L}-\text{Ru}-\text{NH}_3]^+$ 表示)能高效电催化氧化 NH_3 合成 N_2H_4 ，其反应机理如图所示。



下列说法错误的是

- A. Ru(II) 被氧化至 Ru(III) 后，配体 NH_3 失去质子能力增强
- B. M 中 Ru 的化合价为 +3
- C. 该过程有非极性键的形成
- D. 该过程的总反应式： $4\text{NH}_3 - 2\text{e}^- = \text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{NH}_4^+$

【答案】B

【解析】A. Ru(II)被氧化至Ru(III)后, $[L-Ru-NH_3]^{2+}$ 中的Ru带有更多的正电荷, 其与N原子成键后, Ru吸引电子的能力比Ru(II)强, 这种作用使得配体NH₃中的N-H键极性变强且更易断裂, 因此其失去质子(H⁺)的能力增强, A说法正确;

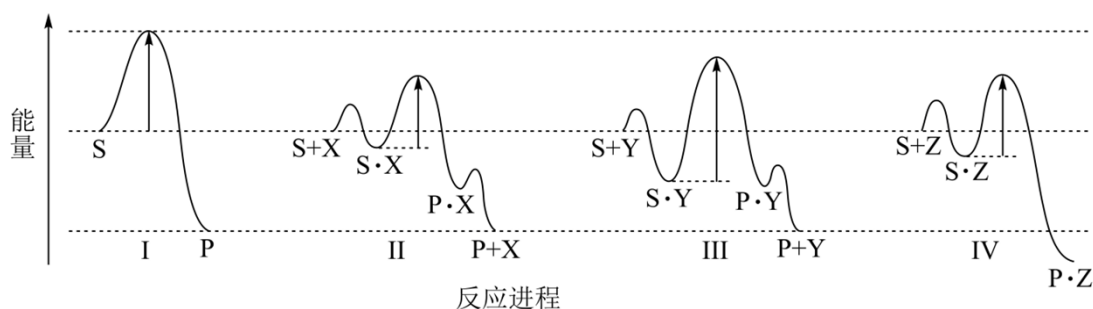
B. Ru(II)中Ru的化合价为+2, 当其变为Ru(III)后, Ru的化合价变为+3, Ru(III)失去2个质子后, N原子产生了1个孤电子对, Ru的化合价不变; M为 $[L-Ru-\overset{9}{N}H_2]^+$, 当 $[L-Ru-NH_2]^+$ 变为M时, N原子的孤电子对拆为2个电子并转移给Ru 1个电子, 其中Ru的化合价变为+2, 因此, B说法不正确;

C. 该过程M变为 $[L-Ru-NH_2-NH_2-Ru-L]^{2+}$ 时, 有N-N键形成, N-N是非极性键, C说法正确;

D. 从整个过程来看, 4个NH₃失去了2个电子后生成了1个N₂H₄和2个NH₄⁺, Ru(II)是催化剂, 因此, 该过程的总反应式为 $4NH_3 - 2e^- = N_2H_4 + 2NH_4^+$, D说法正确;

综上所述, 本题选B。

8. (2022·湖南卷) 反应物(S)转化为产物(P或P·Z)的能量与反应进程的关系如下图所示:



下列有关四种不同反应进程的说法正确的是

A. 进程I是放热反应

B. 平衡时P的产率: II > I

C. 生成P的速率: III > II

D. 进程IV中, Z没有催化作用

【答案】AD

【解析】A. 由图中信息可知, 进程I中S的总能量大于产物P的总能量, 因此进程I是放热反应, A说法正确;

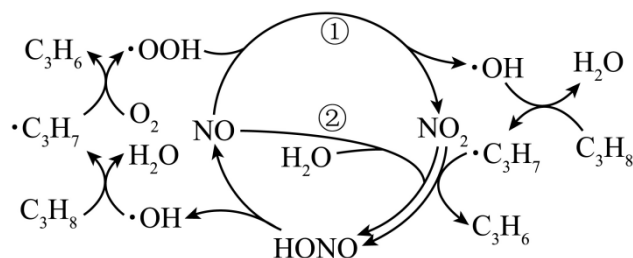
B. 进程II中使用了催化剂X, 但是催化剂不能改变平衡产率, 因此在两个进程中平衡时P的产率相同, B说法不正确;

C. 进程III中由S·Y转化为P·Y的活化能高于进程II中由S·X转化为P·X的活化能, 由于这两步反应分别是两个进程的决速步骤, 因此生成P的速率为III < II, C说法不正确;

D. 由图中信息可知, 进程IV中S吸附到Z表面生成S·Z, 然后S·Z转化为产物P·Z, 由于P·Z没有转化为P+Z, 因此, Z没有表现出催化作用, D说法正确;

综上所述, 本题选AD。

9. (2022·山东卷) 在NO催化下, 丙烷与氧气反应制备丙烯的部分反应机理如图所示。下列说法错误的是



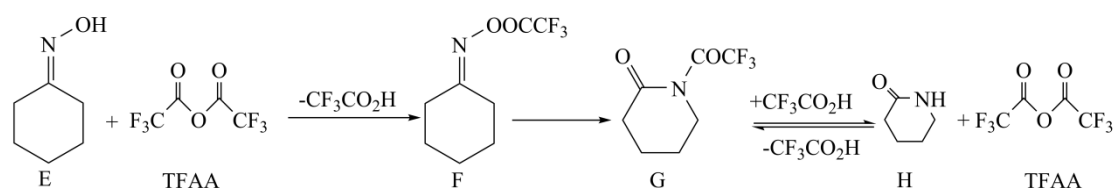
- A. 含 N 分子参与的反应一定有电子转移
 B. 由 NO 生成 HONO 的反应历程有 2 种
 C. 增大 NO 的量, C_3H_8 的平衡转化率不变
 D. 当主要发生包含②的历程时, 最终生成的水减少

【答案】D

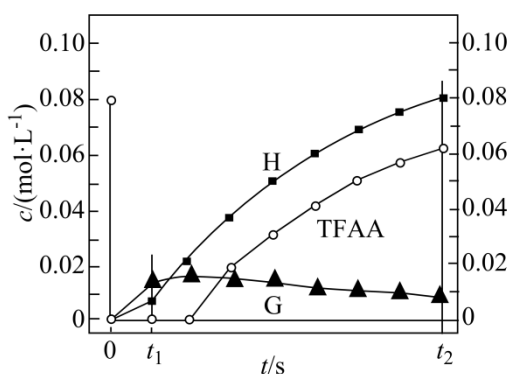
【解析】A. 根据反应机理的图示知, 含 N 分子发生的反应有 $\text{NO} + \cdot\text{OOH} = \text{NO}_2 + \cdot\text{OH}$ 、 $\text{NO} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HONO}$ 、 $\text{NO}_2 + \text{C}_3\text{H}_7 = \text{C}_3\text{H}_6 + \text{HONO}$ 、 $\text{HONO} = \text{NO} + \cdot\text{OH}$, 含 N 分子 NO、 NO_2 、HONO 中 N 元素的化合价依次为 +2 价、+4 价、+3 价, 上述反应中均有元素化合价的升降, 都为氧化还原反应, 一定有电子转移, A 项正确;
 B. 根据图示, 由 NO 生成 HONO 的反应历程有 2 种, B 项正确;
 C. NO 是催化剂, 增大 NO 的量, C_3H_8 的平衡转化率不变, C 项正确;
 D. 无论反应历程如何, 在 NO 催化下丙烷与 O_2 反应制备丙烯的总反应都为 $2\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{NO}} 2\text{C}_3\text{H}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$, 当主要发生包含②的历程时, 最终生成的水不变, D 项错误;
 答案选 D。

考点三 化学反应速率与平衡

10. (2023·山东卷) 一定条件下, 化合物 E 和 TFAA 合成 H 的反应路径如下:



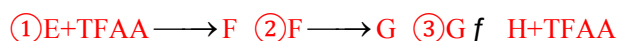
已知反应初始 E 的浓度为 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, TFAA 的浓度为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 部分物种的浓度随时间的变化关系如图所示, 忽略反应过程中的体积变化。下列说法正确的是



- A. t_1 时刻，体系中有 E 存在
 B. t_2 时刻，体系中无 F 存在
 C. E 和 TFAA 反应生成 F 的活化能很小
 D. 反应达平衡后，TFAA 的浓度为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

【答案】AC

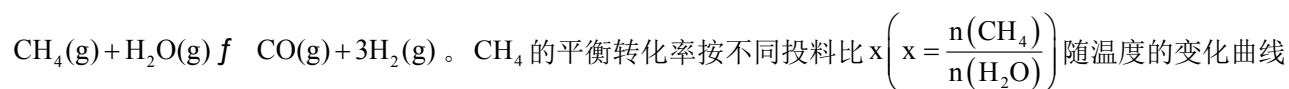
【分析】一定条件下，化合物 E 和 TFAA 合成 H 的反应路径中，共发生三个反应：



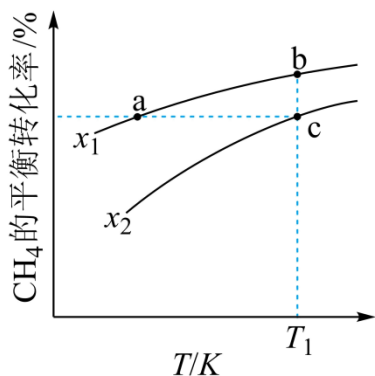
t_1 之后的某时刻，H 为 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，此时 TFAA 的浓度仍为 0，则表明 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ E、起始时的 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ TFAA、G 分解生成的 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ TFAA 全部参加反应，生成 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ F；在 t_2 时刻，H 为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，TFAA 为 $0.06\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，G 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则 F 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

【解析】A. t_1 时刻，H 的浓度小于 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，此时反应③生成 F 的浓度小于 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，参加反应①的 H 的浓度小于 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则参加反应 E 的浓度小于 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，所以体系中有 E 存在，A 正确；
 B. 由分析可知， t_2 时刻，H 为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，TFAA 为 $0.06\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，G 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则 F 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，所以体系中有 F 存在，B 不正确；
 C. t_1 之后的某时刻，H 为 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，此时 TFAA 的浓度仍为 0，表明此时 E 和 TFAA 完全反应生成 F，所以 E 和 TFAA 生成 F 的反应速率快，反应的活化能很小，C 正确；
 D. 在 t_2 时刻，H 为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，TFAA 为 $0.06\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，G 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，F 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，只有 F、G 全部转化为 H 和 TFAA 时，TFAA 的浓度才能为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，而 $\text{G} \rightleftharpoons \text{H} + \text{TFAA}$ 为可逆反应，所以反应达平衡后，TFAA 的浓度一定小于 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，D 不正确；
 故选 AC。

11. (2023·湖南卷) 向一恒容密闭容器中加入 1molCH_4 和一定量的 H_2O ，发生反应：



如图所示。下列说法错误的是



- A. $x_1 < x_2$
- B. 反应速率: $v_{b正} < v_{c正}$
- C. 点 a、b、c 对应的平衡常数: $K_a < K_b = K_c$
- D. 反应温度为 T_1 , 当容器内压强不变时, 反应达到平衡状态

【答案】B

【解析】A. 一定条件下, 增大水的浓度, 能提高 CH_4 的转化率, 即 x 值越小, CH_4 的转化率越大, 则 $x_1 < x_2$, 故 A 正确;

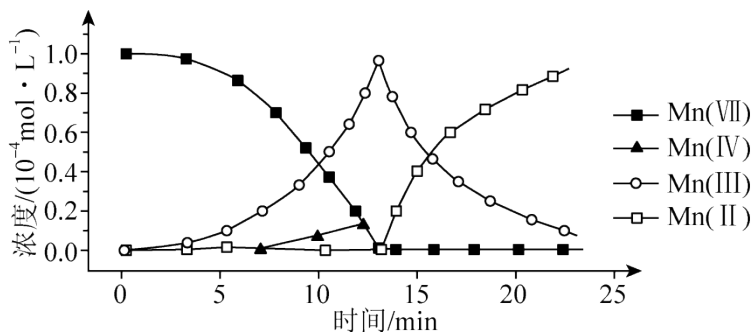
B. b 点和 c 点温度相同, CH_4 的起始物质的量都为 1mol , b 点 x 值小于 c 点, 则 b 点加水多, 反应物浓度大, 则反应速率: $v_{b正} > v_{c正}$, 故 B 错误;

C. 由图像可知, x 一定时, 温度升高 CH_4 的平衡转化率增大, 说明正反应为吸热反应, 温度升高平衡正向移动, K 增大; 温度相同, K 不变, 则点 a、b、c 对应的平衡常数: $K_a < K_b = K_c$, 故 C 正确;

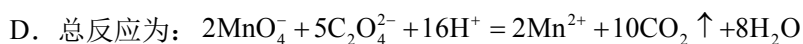
D. 该反应为气体分子数增大的反应, 反应进行时压强发生改变, 所以温度一定时, 当容器内压强不变时, 反应达到平衡状态, 故 D 正确;

答案选 B。

12. (2023·辽宁卷) 一定条件下, 酸性 KMnO_4 溶液与 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 发生反应, Mn(II) 起催化作用, 过程中不同价态含 Mn 粒子的浓度随时间变化如下图所示。下列说法正确的是



- A. Mn(III) 不能氧化 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- B. 随着反应物浓度的减小, 反应速率逐渐减小
- C. 该条件下, Mn(II) 和 Mn(VII) 不能大量共存



【答案】C

【分析】开始一段时间（大约 13min 前）随着时间的推移 Mn(Ⅶ) 浓度减小直至为 0， Mn(Ⅲ) 浓度增大直至达到最大值，结合图像，此时间段主要生成 Mn(Ⅲ) ，同时先生成少量 Mn(Ⅳ) 后 Mn(Ⅳ) 被消耗，后来（大约 13min 后）随着时间的推移 Mn(Ⅲ) 浓度减少， Mn(Ⅱ) 的浓度增大；据此作答。

【解析】A. 由图像可知，随着时间的推移 Mn(Ⅲ) 的浓度先增大后减小，说明开始反应生成 Mn(Ⅲ) ，后 Mn(Ⅲ) 被消耗生成 Mn(Ⅱ) ， Mn(Ⅲ) 能氧化 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，A 项错误；

B. 随着反应物浓度的减小，到大约 13min 时开始生成 Mn(Ⅱ) ， Mn(Ⅱ) 对反应起催化作用，13min 后反应速率会增大，B 项错误；

C. 由图像可知， Mn(Ⅶ) 的浓度为 0 后才开始生成 Mn(Ⅱ) ，该条件下 Mn(Ⅱ) 和 Mn(Ⅶ) 不能大量共存，C 项正确；

D. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 为弱酸，在离子方程式中应以化学式保留，总反应为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，D 项错误；

答案选 C。

13. (2022·辽宁卷) 某温度下，在 1L 恒容密闭容器中 2.0mol X 发生反应 $2\text{X(g)} \rightleftharpoons \text{Y(g)} + 2\text{Z(g)}$ ，有关数据如下：

时间段/min	产物 Z 的平均生成速率/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
0~2	0.20
0~4	0.15
0~6	0.10

下列说法错误的是

A. 1min 时，Z 的浓度大于 $0.20\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. 2min 时，加入 0.20mol Z ，此时 $v_{\text{正}}(\text{Z}) < v_{\text{逆}}(\text{Z})$

C. 3min 时，Y 的体积分数约为 33.3%

D. 5min 时，X 的物质的量为 1.4mol

【答案】B

【解析】A. 反应开始一段时间，随着时间的延长，反应物浓度逐渐减小，产物 Z 的平均生成速率逐渐减小，则 0: 1min 内 Z 的平均生成速率大于 0~2min 内的，故 1min 时，Z 的浓度大于 $0.20\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，A 正确；

B. 4min 时生成的 Z 的物质的量为 $0.15\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 4\text{min} \times 1\text{L} = 0.6\text{mol}$ ，6min 时生成的 Z 的物质的量为 $0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 6\text{min} \times 1\text{L} = 0.6\text{mol}$ ，故反应在 4min 时已达到平衡，设达到平衡时生了 $a\text{mol Y}$ ，列三段式：

	$2X(g)$	$\rightleftharpoons$	$Y(g)$	+	$2Z(g)$
初始量 / mol	2.0		0		0
转化量 / mol	2a		a		2a
平衡量 / mol	$2.0 - 2a$		a		0.6

根据 $2a = 0.6$ ，得 $a = 0.3$ ，则 Y 的平衡浓度为 $0.3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，Z 的平衡浓度为 $0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，平衡常数

$K = c^2(Z) \cdot c(Y) = 0.108$ ，2 min 时 Y 的浓度为 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，Z 的浓度为 $0.4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，加入 0.2mol Z 后 Z 的浓度变为 $0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $Q_0 = c^2(Z) \cdot c(Y) = 0.072 < K$ ，反应正向进行，故 $v_{\text{正}}(Z) > v_{\text{逆}}(Z)$ ，B 错误；

C. 反应生成的 Y 与 Z 的物质的量之比恒等于 1:2，反应体系中只有 Y 和 Z 为气体，相同条件下，体积之比等于物质的量之比， $\frac{V(Y)}{V(Z)} = \frac{1}{2}$ ，故 Y 的体积分数始终约为 33.3%，C 正确；

D. 由 B 项分析可知 5 min 时反应处于平衡状态，此时生成 Z 为 0.6mol ，则 X 的转化量为 0.6mol ，初始 X 的物质的量为 2mol ，剩余 X 的物质的量为 1.4mol ，D 正确；

故答案选 B。

解题秘籍

一、掌握主族元素的周期性变化规律

项目		同周期(左→右)	同主族(上→下)
原子结构	核电荷数	逐渐增大	逐渐增大
	电子层数	相同	逐渐增多
	原子半径	逐渐减小	逐渐增大
	离子半径	阳离子逐渐减小 阴离子逐渐减小 $r(\text{阴离子}) > r(\text{阳离子})$	逐渐增大
性质	化合价	最高正化合价由 $+1 \rightarrow +7$ (O、F 除外) 负化合价 $= -(8 - \text{主族序数})$	相同， 最高正化合价 = 主族序数 (O、F 除外)
	元素的金属性和非金属性	金属性逐渐减弱 非金属性逐渐增强	金属性逐渐增强 非金属性逐渐减弱
	离子的氧化性、还原性	阳离子氧化性逐渐增强 阴离子还原性逐渐减弱	阳离子氧化性逐渐减弱 阴离子还原性逐渐增强
	气态氢化物的稳定性	逐渐增强	逐渐减弱
		碱性逐渐减弱	碱性逐渐增强

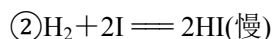
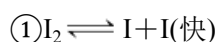
	最高价氧化物对应的水化物的酸碱性	酸性逐渐增强	酸性逐渐减弱
--	------------------	--------	--------

二、反应机理题的关键知识点和解题思路

1. **基元反应**：大多数化学反应都是分几步完成的，其中的每一步反应都称为基元反应。

2. 对于基元反应 $aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$ ，其速率方程可写为 $v = k \cdot c^a(A) \cdot c^b(B)$ (其中 k 称为速率常数，恒温下， k 不因反应物浓度的改变而变化)，这种关系可以表述为基元反应的化学反应速率与反应物浓度以其化学计量数为指数的幂的乘积成正比。有时称其为质量作用定律。

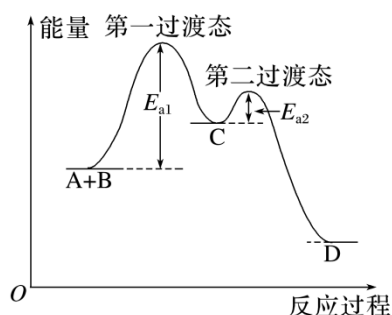
3. 许多化学反应，尽管其反应方程式很简单，却不是基元反应，而是经由两个或多个步骤完成的复杂反应。
例如 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ ，它的反应历程有如下两步基元反应：



其中慢反应为整个反应的决速步骤。

4. 过渡态理论

如图所示是两步完成的化学反应。



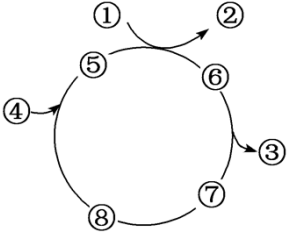
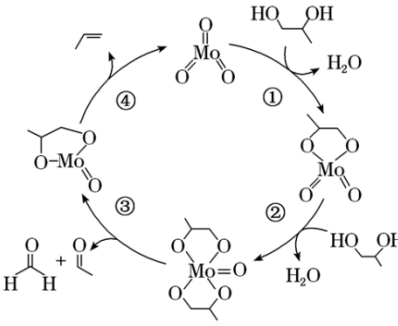
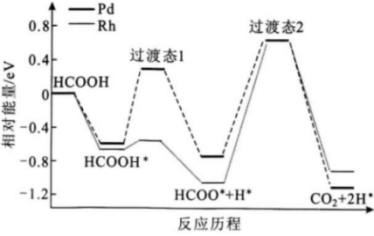
(1) 该反应的反应物为 A、B，中间体系为 C，生成物为 D。

(2) 由 A、B 生成 C 的反应为吸热反应，由 C 生成 D 的反应为放热反应，总反应为放热反应。

(3) 第一步为慢反应，第二步为快反应，决定总反应快慢的是第一步反应。

5. 常见反应历程(或机理)图像分析

图像	解读
	催化剂与化学反应 (1) 在无催化剂的情况下： E_1 为正反应的活化能； E_2 为逆反应的活化能； $E_1 - E_2$ 为此反应的焓变(ΔH)。 (2) 有催化剂时，总反应分成了两个反应步骤(也可能为多个，如模拟演练题 1 中图像所表示的)，反应①为吸热反应，产物为总反应的中间产物，反应②为放热反应，总反应为放热反应。 (3) 催化剂的作用：降低 E_1 、 E_2 ，但不影响 ΔH ，反应是放热反应还是吸热反应取决于起点(反应物)能量和终点(生成物)能量的相对大小

	“环式”反应 对于“环式”反应过程图像，位于“环上”的物质一般是催化剂或中间体，如⑤、⑥、⑦和⑧，“入环”的物质为反应物，如①和④，“出环”的物质为生成物，如②和③
 1,2-丙二醇脱氧脱水反应的催化循环机理	催化剂与中间产物 催化剂：在连续反应中从一开始就参与了反应，在最后又再次生成，所以仅从结果上来看似乎并没有发生变化，实则是消耗多少后续又生成了多少。 中间产物：在连续反应中为第一步的产物，在后续反应中又作为反应物被消耗，所以仅从结果上来看似乎并没有生成，实则是生成多少后续有消耗多少。 例 1：在含少量 I⁻的溶液中，H₂O₂ 分解的机理为： $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^- \text{ 慢}$ $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{IO}^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{I}^- + \text{H}_2\text{O} \text{ 快}$ 在该反应中 I⁻为催化剂， IO⁻为中间产物。 例 2：而在机理图中，先找到确定的反应物，反应物一般是通过一个箭头进入整个历程的物质，(产物一般多是通过一个箭头最终脱离这个历程的物质)与之同时反应的就是催化剂，并且经过一个完整循环之后又会生成；中间产物则是这个循环中的任何一个环节。如下图中，MoO₃ 则是该反应的催化剂，图中剩余的三个物质均为中间产物。
	能垒与决速步骤 能垒：简单可以理解为从左往右进行中，向上爬坡最高的为能垒，而包含此能垒的反应我们称之为决速步骤，也成为慢反应。 例如图中，从第一个中间态到过渡态 2 的能量就是能垒，而 HCOO*+H*→CO₂+2H⁺是在 Rh 做催化剂时该历程的决速步骤。 注意： ①能垒越大，反应速率越小，即多步反应中能垒最大的反应为决速反应。 ②用不同催化剂催化化学反应，催化剂使能垒降低幅度越大，说明催化效果越好。 ③相同反应物同时发生多个竞争反应，其中能垒越小的反应，反应速率越大，产物占比越高。

6. 掌握催化反应机理题的解题思路

(1) 通览全图，找准一“剂”三“物”

一“剂”指催化剂	催化剂在机理图中多数是以完整的循环出现的，以催化剂粒子为主题的多个物种一定在机理图中的主线上	
三“物”指反应物、生成物、中间物种(或中间体)	反应物	通过一个箭头进入整个历程的物质一般是反应物
	生成物	通过一个箭头最终脱离整个历程的物质多是产物
	中间体	通过一个箭头脱离整个历程，但又生成的是中间体，通过两个箭头进入整个历程的中间物质也是中间体，中间体有时在反应历程中用“[]”标出

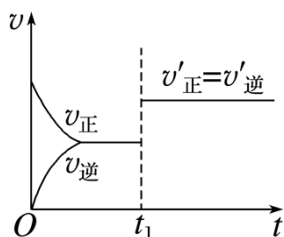
(2) 常见催化剂的四大误区

误区 1	催化剂不参加化学反应	实际上，催化剂不是不参加化学反应，而是在化学反应前后，催化剂的化学性质基本不变。例如在铜催化乙醇生成乙醛的反应中，铜参与反应的原理如下： 第一步为 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CuO}$ ， 第二步为 $\text{CuO} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{Cu} + \text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2\text{O}$ ，这两步反应方程式的加和为 $\text{O}_2 + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。显然催化剂参与了化学反应。
误区 2	一种反应只有一种催化剂	实际上一个反应可以有多种催化剂，只是我们常选用催化效率高的，对环境污染小，成本低的催化剂，如双氧水分解的催化剂可以是二氧化锰，也可以是氯化铁，当然还可以硫酸铜等。
误区 3	催化剂都是加快化学反应速率	实际上，催化剂有正催化剂与负催化剂，正催化剂加快化学反应速率，负催化剂是减慢化学反应速率的。
误区 4	催化剂的效率与催化剂的量无关	实际上，催化剂参与了化学反应，是第一反应物。既然是反应物，催化剂的表面积，催化剂的浓度大小必然影响化学反应速率。比如用酵母催化剂做食品，酵母量大自然面就膨大快。催化剂的用量是会改变催化效率的。

三、化学反应速率与平衡的图像分析

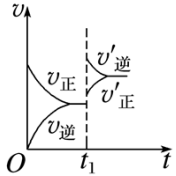
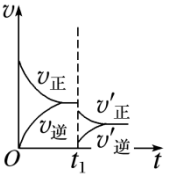
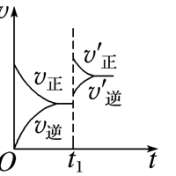
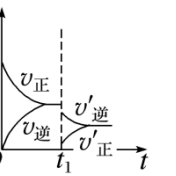
1. 瞬时速率—时间图像

(1) 当可逆反应达到一种平衡后，若某一时刻外界条件发生改变，都可能使速率—时间图像的曲线出现不连续的情况，根据出现“断点”前后的速率大小，即可对外界条件的变化情况作出判断。如图：

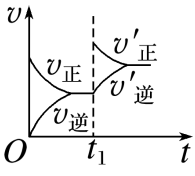
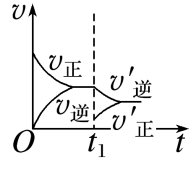
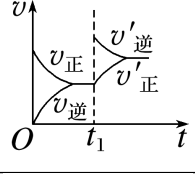
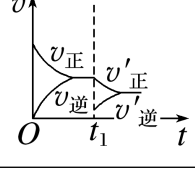


t_1 时刻改变的条件可能是使用了催化剂或增大压强(仅适用于反应前后气体物质的量不变的反应)。

(2) 常见含“断点”的速率—时间图像分析

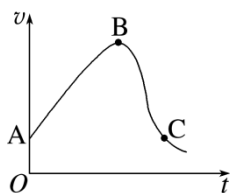
图像					
t_1 时刻 所改变的 条件	温 度	升高	降低	升高	降低
		正反应为放热反应		正反应为吸热反应	
	压 强	增大	减小	增大	减小
		正反应为气体物质的量增大的反应		正反应为气体物质的量减小的反应	

(3) “渐变”类速率—时间图像

图像	分析	结论
	t_1 时 $v'_{正}$ 突然增大, $v'_{逆}$ 逐渐增大; $v'_{正} > v'_{逆}$, 平衡向正反应方向移动	t_1 时其他条件不变, 增大反应物的浓度
	t_1 时 $v'_{正}$ 突然减小, $v'_{逆}$ 逐渐减小; $v'_{逆} > v'_{正}$, 平衡向逆反应方向移动	t_1 时其他条件不变, 减小反应物的浓度
	t_1 时 $v'_{逆}$ 突然增大, $v'_{正}$ 逐渐增大; $v'_{逆} > v'_{正}$, 平衡向逆反应方向移动	t_1 时其他条件不变, 增大生成物的浓度
	t_1 时 $v'_{逆}$ 突然减小, $v'_{正}$ 逐渐减小; $v'_{正} > v'_{逆}$, 平衡向正反应方向移动	t_1 时其他条件不变, 减小生成物的浓度

2. 全程速率—时间图像

例如：Zn 与足量盐酸的反应，化学反应速率随时间的变化出现如图所示情况。

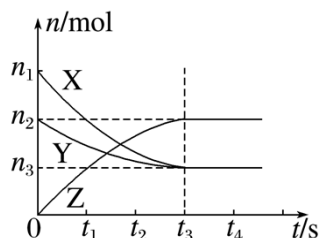


原因：

- (1) AB 段(v 增大)，反应放热，溶液温度逐渐升高， v 增大。
- (2) BC 段(v 减小)，溶液中 $c(\text{H}^+)$ 逐渐减小， v 减小。

3. 物质的量(或浓度)—时间图像

例如：某温度时，在定容($V\text{L}$)容器中，X、Y、Z 三种物质的物质的量随时间的变化曲线如图所示。



(1) 由图像得出的信息

- ①X、Y 是反应物，Z 是生成物。
- ② $t_3\text{ s}$ 时反应达到平衡状态，X、Y 并没有全部反应，该反应是可逆反应。
- ③ $0\sim t_3\text{ s}$ 时间段： $\Delta n(\text{X})=n_1-n_3\text{ mol}$ ， $\Delta n(\text{Y})=n_2-n_3\text{ mol}$ ， $\Delta n(\text{Z})=n_3\text{ mol}$ 。

(2) 根据图像可进行如下计算

- ①某物质的平均速率、转化率，如 $v(\text{X})=\frac{n_1-n_3}{V\cdot t_3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ；Y 的转化率 $=\frac{n_2-n_3}{n_2}\times 100\%$ 。
- ②确定化学方程式中的化学计量数之比，X、Y、Z 三种物质的化学计量数之比为 $(n_1-n_3):(n_2-n_3):n_3$ 。

4. 含量—时间—温度(压强)图像

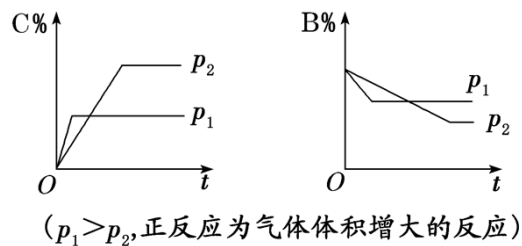
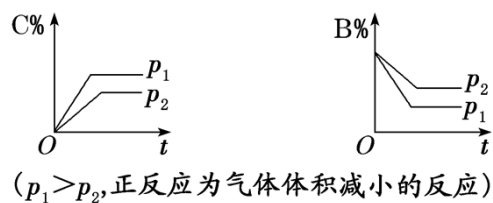
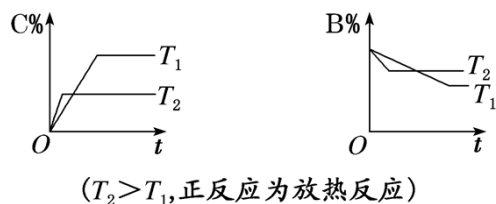
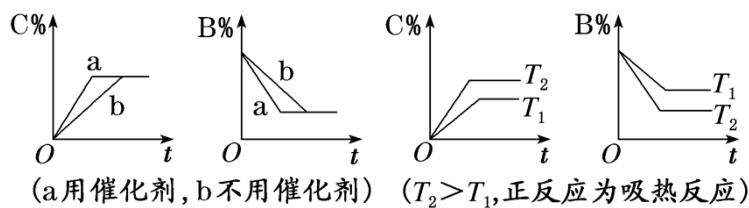
(1) 识图技巧

分析反应由开始(起始物质相同时)达到平衡所用时间的长短可推知反应条件的变化。

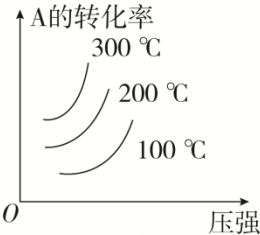
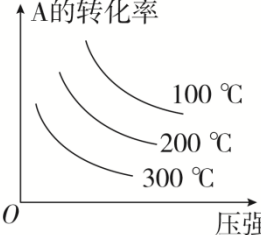
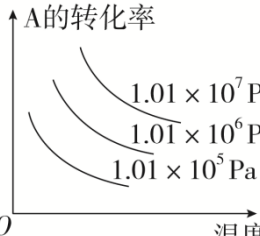
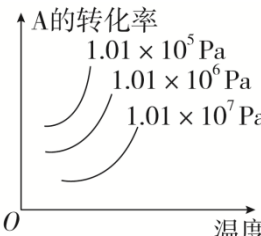
- ①若为温度变化引起，温度较高时，反应达平衡所需时间短。
- ②若为压强变化引起，压强较大时，反应达平衡所需时间短。
- ③若为是否使用催化剂，使用适宜催化剂时，反应达平衡所需时间短。

(2) 应用举例

C%指生成物的质量分数，**B%**指反应物的质量分数。

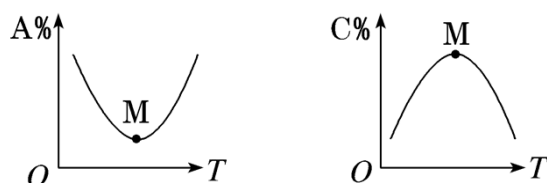


5. “A 的转化率(或 C 的含量)—温度—压强”四种图像

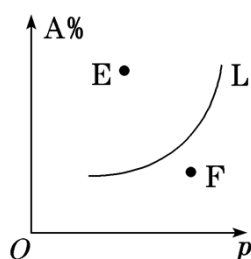
以 $m\text{A}(\text{g})+n\text{B}(\text{g})\rightleftharpoons p\text{C}(\text{g})+q\text{D}(\text{g})\quad\Delta H=Q\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 为例			
 甲 $m+n>p+q,\Delta H>0$	 乙 $m+n<p+q,\Delta H<0$		
 丙 $m+n>p+q,\Delta H<0$	 丁 $m+n<p+q,\Delta H>0$		

6. “点—线—面”三维度分析特殊平衡图像

(1) 对于化学反应: $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$, 如图所示: M 点前, 表示从反应开始, $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$; M 点恰好达到平衡; M 点后为平衡受温度的影响情况, 即升温, A 的百分含量增加或 C 的百分含量减少, 平衡左移, 故正反应 $\Delta H < 0$ 。



(2) 对于化学反应: $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$, L 线上所有的点都是平衡点(如图)。L 线的左上方(E 点), A 的百分含量大于此压强时平衡体系的 A 的百分含量, 所以 E 点满足 $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$; 同理, L 线的右下方(F 点)满足 $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$ 。



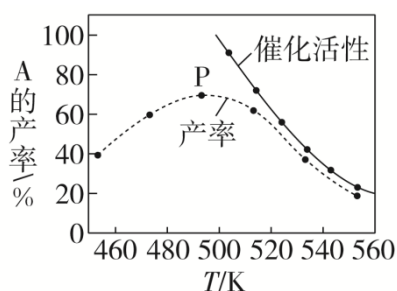
7. 化工生产中的复杂图像分析

除通过图像获取有用信息和对获取的信息进行加工处理外, 还需注意以下 4 点:

(1) 曲线上的每个点是否都达到平衡

往往需要通过曲线的升降趋势或斜率变化来判断, 如果还未达到平衡则不能使用平衡移动原理, 只有达到平衡以后的点才能应用平衡移动原理。

如图中虚线表示单位时间内 A 的产率随温度的升高先增大后减小, 先增大的原因是 P 点之前反应尚未达到平衡, 随温度的升高, 反应速率增大, 故单位时间内 A 的产率增大。



(2) 催化剂的活性是否受温度的影响

不同的催化剂因选择性不同受温度的影响也会不同。一般来说, 催化剂的活性在一定温度下最高, 低于或高于这个温度都会下降。

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/046144042122010223>