

培优点十五 等效平衡的三种情况

一. 等效平衡的三种情况

1. 恒温恒容—($\Delta n(g) \neq 0$) 投料换算成相同物质表示时量相同

典例 1. 在恒温恒容的密闭容器, 发生反应: $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons xC(g)$ 。I. 将 3mol A 和 2 mol B 在一定条件下反应, 达平衡时 C 的体积分数为 a ; II. 若起始时 A、B、C 投入的物质的量分别为 $n(A)$ 、 $n(B)$ 、 $n(C)$, 平衡时 C 的体积分数也为 a 。下列说法正确的是 ()

- A. 若 I 达平衡时, A、B、C 各增加 1mol, 则 B 的转化率将一定增大
- B. 若向 I 平衡体系中再加入 3mol A 和 2mol B, C 的体积分数若大于 a , 可断定 $x > 4$
- C. 若 $x = 2$, 则 II 体系起始物质的量应满足 $3n(B) > n(A) + 3$
- D. 若 II 体系起始物质的量满足 $3n(C) + 8n(A) = 12n(B)$, 则可判断 $x = 4$

2. 恒温恒容—($\Delta n(g) = 0$) 投料换算成相同物质表示时等比例

典例 2. 某温度时, 发生反应 $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$, 向三个体积相等的恒容密闭容器 A、B、C 中, 分别加入①2mol HI; ②3mol HI; ③1mol H_2 与 1mol I_2 , 分别达到平衡时, 以下关系正确的是 ()

- A. 平衡时, 各容器的压强: ② = ① = ③
- B. 平衡时, I_2 的浓度: ② > ① > ③
- C. 平衡时, I_2 的体积分数: ② = ① = ③
- D. 从反应开始到达平衡的时间: ① > ② = ③

3. 恒温恒压—投料换算成相同物质表示时等比例

典例 3. 已知: $T^\circ C$ 时, $2H(g) + Y(g) \rightleftharpoons 2I(g)$ $\Delta H = -196.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。 $T^\circ C$ 时, 在一压强恒定的密闭容器中, 加入 4mol H 和 2mol Y, 反应达到平衡后, 放出 354 kJ 的热量。若在上面的平衡体系中, 再加入 1mol I 气体, $T^\circ C$ 时达到新的平衡, 此时气体 H 的物质的量为 ()

- A. 0.8mol B. 0.6mol C. 0.5mol D. 0.2mol

二. 对点增分集训

1. 在恒温恒压的密闭容器中投入 2mol SO_2 和 1mol O_2 , 发生反应: $2SO_2(g) + O_2(g)$

$\rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ 。当达到平衡时,测得 SO_3 体积分数为 $w\%$ 。现在相同条件下,令 a 、 b 、 c 分别表示起始的 SO_2 、 O_2 和 SO_3 的物质的量。为达到等效平衡,则下列关于 a 、 b 、 c 的取值正确的是 ()

	a	b	c
A	2	1	1
B	1	1	0
C	1	0	1
D	0	1	2

2. 在恒温恒容容器中发生反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$, 起始时 SO_2 和 O_2 分别为 20 mol 和 10 mol, 达到平衡时, SO_2 的转化率为 80%。若从 SO_3 开始进行反应, 在相同的条件下, 欲使平衡时各成分的体积分数与前者相同, 则起始时 SO_3 的物质的量及 SO_3 的转化率分别为 ()

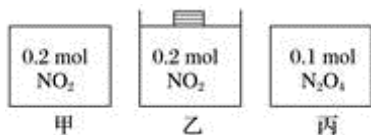
- A. 10mol 和 10% B. 20mol 和 20% C. 20mol 和 40% D. 30mol 和 80%

3. 一定温度下, 在 3 个体积均为 1L 的恒容密闭容器中发生反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = a\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 达到平衡。下列说法正确的是 ()

容器编号	温度/K	物质的起始浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$				物质的平衡浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
		$\text{CO}(\text{g})$	$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	$\text{COS}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{COS}(\text{g})$
1	T_1	10.0	7.0	0	0	2.0
2	T_1	5.0	3.5	0	0	
3	T_2	3.0	0	7.0	7.0	1.5

- A. 若 $T_1 < T_2$, 则 $a > 0$
 B. $T_1\text{K}$ 时, 该反应的平衡常数 $K = 0.1$
 C. 容器 1 中 CO 的平衡转化率比容器 2 小
 D. 容器 3 中反应达到平衡后, 再充入 1.1mol $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 和 0.3mol $\text{H}_2(\text{g})$, 平衡正向移动
4. 甲、乙、丙三个容器中最初存在的物质及数量如图所示, 三个容器最初的容积相等,

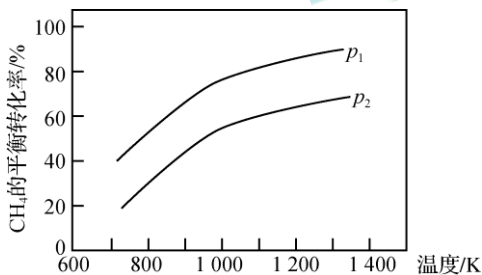
温度相同，反应中甲、丙的容积不变，乙中的压强不变，在一定温度下反应达到平衡。下列说法正确的是()



- A. 平衡时各容器内 $c(\text{NO}_2)$ 的大小顺序为乙>甲>丙
B. 平衡时 N_2O_4 的百分含量: 乙>甲=丙
C. 平衡时甲中 NO_2 与丙中 N_2O_4 的转化率不可能相同
D. 平衡时混合物的平均相对分子质量: 甲>乙>丙

5. 在三个容积相同的恒容密闭容器中，起始时按表中相应的量加入物质，在相同温度下发生反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ (不发生其他反应)， CH_4 的平衡转化率与温度、压强的关系如右下图所示

容器	起始物质的量/mol				CH_4 的平均转化率
	CH_4	H_2O	CO	H_2	
I	0.1	0.1	0	0	50%
II	0.1	0.1	0.1	0.3	
III	0	0.1	0.2	0.6	



下列说法错误的是()

- A. 该反应的 $\Delta H > 0$ ，图中压强 $P_1 < P_2$
B. 起始时，容器 II 中 $v(\text{CH}_4)_{\text{正}} < v(\text{CH}_4)_{\text{逆}}$
C. 达到平衡时，容器 I、II 中 CO 的物质的量满足: $n(\text{CO})_{\text{II}} < 2n(\text{CO})_{\text{I}}$
D. 达到平衡时，容器 II、III 中气体的总压强之比: $p_{\text{II}} : p_{\text{III}} = 4 : 5$

6. 一定温度下，在 3 个容积均为 1.0 L 的恒容密闭容器中反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 达到平衡，下列说法正确的是()

容器	温度/K	物质的起始浓度/mol·L ⁻¹			物质的平衡浓度/mol·L ⁻¹
		c(H ₂)	c(CO)	c(CH ₃ OH)	c(CH ₃ OH)
I	400	0.20	0.10	0	0.080
II	400	0.40	0.20	0	
III	500	0	0	0.10	0.025

- A. 该反应的正反应吸热
- B. 达到平衡时, 容器 I 中反应物的转化率比容器 II 中的大
- C. 达到平衡时, 容器 II 中 c(H₂) 大于容器 III 中 c(H₂) 的两倍
- D. 达到平衡时, 容器 III 中的正反应速率比容器 I 中的大

7. 在一定温度下, 已知可逆反应 $X(g) + 3Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$, 甲、乙两个恒温恒容的密闭容器中各物质浓度如下表所示:

		X(g)	Y(g)	Z(g)
容器甲	初始浓度/mol/L	2.5	y	0
	平衡浓度/mol/L	x	2.0	1.0
容器乙	t 时刻浓度/mol/L	3.0	2.0	2.0

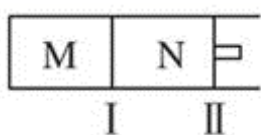
下列有关正确的是 ()

- A. $x=3.5$, $Y=3.5$
- B. 平衡常数为 $1/6$
- C. 乙容器 t 时刻 $v_{(正)}(逆)$
- D. 因温度相等, 平衡常数相同, 故容器甲与容器乙中反应能达到等效平衡状态

8. 在体积固定的密闭容器中, 加入 2mol A 和 1mol B 发生下列反应并且达到化学平衡状态, $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 3C(g) + D(g)$, 平衡时 C 的浓度为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。若维持容器体积和温度不变, 按下列 4 种方法配比作为起始物质充入该容器中, 达到平衡后, C 的浓度仍为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的是 ()

- A. 4mol A+2mol B
 B. 3mol C+1mol B+1mol D+1mol A
 C. 2mol A+1mol B+1mol D
 D. 1mol A+0.5mol B+1.5mol C+0.5mol D

9. 如图所示, 隔板 I 固定不动, 活塞 II 可自由移动, M、N 两个容器中均发生反应:
 $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons xC(g)$ $\Delta H = -192 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 向 M、N 中都通入 1mol A 和 2mol B 的混合气体, 初始 M、N 容积相同, 保持温度不变。下列说法正确的是()



- A. 若 $x=3$, 达到平衡后 A 的体积分数关系为 $\varphi(M) > \varphi(N)$
 B. 若 $x > 3$, 达到平衡后 B 的转化率关系为 $\alpha(M) > \alpha(N)$
 C. 若 $x < 3$, C 的平衡浓度关系为 $c(M) > c(N)$
 D. x 不论为何值, 起始时向 N 容器中充入任意值的 C, 平衡后 N 容器中 A 的浓度均相等

10. 甲胺(CH_3NH_2)是合成太阳能敏化剂的原料。一定温度下, 在三个体积均为 2.0L 的恒容密闭容器中按不同方式投入反应物, 发生反应 $\text{CH}_3\text{OH}(g) + \text{NH}_3(g) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$, 测得有关实验数据如下:

容器编号	温度/K	起始物质的量 (mol)				平衡物质的量 mol	
		CH_3OH	NH_3	CH_3NH_2	H_2O	CH_3NH_2	H_2O
I	530	0.40	0.40	0	0		0.30
II	530	0.80	0.80	0	0		
III	500	0	0	0.20	0.20	0.16	

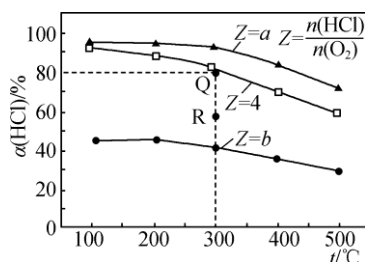
下列说法正确的是()

- A. 正反应的平衡常数 $K(\text{I}) = K(\text{II}) < K(\text{III})$
 B. 达到平衡时, 体系中 $c(\text{CH}_3\text{OH})$ 关系: $2c(\text{CH}_3\text{OH}, \text{I}) > c(\text{CH}_3\text{OH}, \text{II})$
 C. 达到平衡时, 转化率: $\alpha(\text{NH}_3, \text{I}) + \alpha(\text{H}_2\text{O}, \text{III}) = 1$

D. 530K 时, 若起始向容器 I 中充入 CH_3OH 0.10mol、 NH_3 0.15mol、 CH_3NH_2 0.10mol、 H_2O 0.10mol, 则反应将向逆反应方向进行

11. 有 I ~ IV 四个体积均为 0.5 L 的恒容密闭容器, 在 I、II、III 中按不同投料比(Z)充入 HCl 和 O_2 (如下表), 加入催化剂发生反应 $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$; ΔH , HCl 的平衡转化率(α)与 Z 和温度(t)的关系如图所示。下列说法正确的是 ()

容器	起始时		
	$t/^\circ\text{C}$	$n(\text{HCl})/\text{mol}$	Z
I	300	0.25	a
II	300	0.25	b
III	300	0.25	4



- A. $\Delta H < 0$, $a < 4 < b$
- B. 300°C 该反应的平衡常数的值为 64
- C. 容器 III 某时刻处在 R 点, 则 R 点的 $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$, 压强: $p(\text{R}) < p(\text{Q})$
- D. 若起始时, 在容器 IV 中充入 0.25mol Cl_2 和 0.25mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 300°C 达平衡时容器中 $c(\text{HCl}) = 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

参考答案

一、等效平衡的三种情况

典例 1. 【答案】D

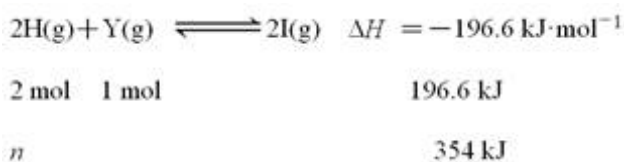
【解析】这是恒温恒容条件下的等效平衡，无论如何进行配比，只要把反应一端按反应计量数之比完全转化为另一端的物质后，相当于完全等同的起始量即可。A 项，A、B、C 各增加 1 mol 时，A 与 B 不可能完全转化为 C，加入的 B 相对量大，A 的转化率增大，而 B 的转化率将减小，错误；B 项，在 I 平衡体系中再加入 3 mol A 和 2 mol B，相当于增大了体系的压强，C 的体积分数增大，说明平衡向正反应方向移动，正反应方向体积减小， $x < 4$ ，错误；C 项，假设 C 完全转化为 A、B，则 $n(\text{A}) + 3/2n(\text{C}) = 3$ ， $n(\text{B}) + 1/2n(\text{C}) = 2$ ，即 $3n(\text{B}) = n(\text{A}) + 3$ ，错误；D 项，设 C 完全转化为 A、B，则 $xn(\text{A}) + 3n(\text{C}) = 3x$ ， $xn(\text{B}) + n(\text{C}) = 2x$ ，即 $2xn(\text{A}) + 3n(\text{C}) = 3xn(\text{B})$ ，正确。

典例 2. 【答案】C

【解析】根据等效平衡原理：若 1 mol H_2 与 1 mol I_2 完全转化为 HI，则 HI 为 2 mol，所以①和③是完全相同的等效平衡，所以二者的浓度、百分含量、压强、转化率等都一样；②与①相比增大了 HI 的量，该反应为反应前后气体体积不变的反应，增大 HI 的量，达到平衡时新平衡与原平衡相同，所以各物质的百分含量不变，但是浓度增大。

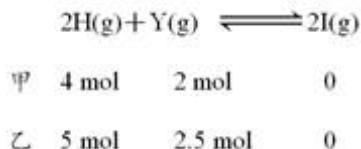
典例 3. 【答案】C

【解析】恒温恒压下，只要投料对应成比例，无论什么反应，平衡中各物质的量对应成比例，浓度、转化率、体积分数等相对量对应相等。



$n(\text{H}) \approx 3.6 \text{ mol}$ ，H 转化率为 90%。

再投料 1 mol I 时，相当于加入 1 mol H 和 0.5 mol Y，即最后状态可看成是投料 5 mol H 和 2.5 mol Y 所建立的平衡。



甲乙二种投料对应成比例，在恒温恒压下，达到平衡时各气体的量也对应成比例，H 转化率对应相等。平衡时 $n(\text{H}) = (4 + 1) \text{ mol} \times (1 - 90\%)$ ， $n(\text{H}) = 0.5 \text{ mol}$ ，C 项正确。

二、对点增分集训

1. 【答案】A

【解析】在恒温恒压的条件下，采取不同的投入物料的方式要达到与原来相同的等效平衡，可以用转换的方法，把生成物全部转化为反应物，看物料比与原平衡的物料比是否相等，如果相等就是等效平衡。A 中将 1mol 的 SO_3 全部转化为反应物可以生成 SO_2 、 O_2 的物质的量分别为 1mol、0.5mol，则 SO_2 、 O_2 的总物质的量为 3mol、1.5mol， SO_2 、 O_2 的物质的量之比为 2:1，与原来的 2mol SO_2 和 1mol O_2 的比相等，所以是等效平衡，A 对；B 中 SO_2 、 O_2 的物质的量比为 1:1，与原来的 2:1 不相等，故不是等效平衡，B 错；C 中将 1mol 的 SO_3 全部转化为反应物，可以生成 SO_2 、 O_2 的物质的量分别为 1mol、0.5mol，则 SO_2 、 O_2 的物质的量分别为：2mol、0.5mol， SO_2 、 O_2 物质的量之比与原来的 2:1 不相等，故不是等效平衡，C 错；D 中将 2mol 的 SO_3 全部转化为反应物，可以生成 SO_2 、 O_2 的物质的量分别为 2mol、1mol，则 SO_2 、 O_2 的物质的量分别为：2mol、2mol， SO_2 、 O_2 物质的量之比为 1:1，与原来的 2:1 不相等，故不是等效平衡，D 错。

2. 【答案】B

【解析】气体分子数不等的可逆反应，在恒温恒容时，只有投料对应相等，才能形成什么量都对应相等的全等效平衡；当投料对应成比例时，什么都不相等，也不对应成比例。起始时 SO_2 和 O_2 分别为 20mol 和 10mol 相当于 20mol SO_3 ，它们构成全等效平衡；参考状态中 SO_2 的转化率为 80%，参加反应 SO_2 的物质的量为 16mol，生成了 16mol SO_3 ；当起始物质是 SO_3 时，参加反应的为 $20\text{mol} - 16\text{mol} = 4\text{mol}$ ，转化率为 20%，B 项正确。由此可见，对于全等效平衡状态，从正反应和逆反应建立平衡时，计量数相同的反应物与生成物的转化率之和为 100%，据此也可直接选定 B 项。

3. 【答案】B

【解析】 T_1 时 $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{S(g)} = \text{COS(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$

开始	10	7	0	0
转化	2	2	2	2
平衡	8	5	2	2

$$K_1 = 0.1;$$

容器 1、2 比较，温度相同，1 看成 2 体积减小一半，压强增大，平衡不移动，二者为等效平衡； T_2 时 $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{S(g)} = \text{COS(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$

开始	3	0	7	7
----	---	---	---	---

转化 5.5 5.5 5.5 5.5

平衡 8.5 5.5 1.5 1.5

$$K_2 = 0.048;$$

A. 若 $T_1 < T_2$, 由上述分析可知, 升高温度 K 减小, 平衡逆向移动, 正反应为放热反应, 则 $a < 0$, 故 A 错误; B. 由上述计算可知, $T_1 K$ 时, 该反应的平衡常数 $K = 0.1$, 故 B 正确; C. 容器 1、2 比较, 温度相同, 1 看成 2 体积减小一半, 压强增大, 平衡不移动, 二者为等效平衡, 转化率相同, 故 C 错误; D. 容器 3 中反应达到平衡后, 再充入 $1.1 \text{ mol H}_2\text{S(g)}$ 和 $0.3 \text{ mol H}_2\text{(g)}$, 此时 $c(\text{CO}) = 8.5 \text{ mol/L}$, $c(\text{H}_2\text{S}) = 6.6 \text{ mol/L}$, $c(\text{COS}) = 1.5 \text{ mol/L}$, $c(\text{H}_2) = 1.8 \text{ mol/L}$, $Q_c = (1.8 \times 1.5) / (8.5 \times 6.6) = 0.048 = K$, 平衡不移动, 故 D 错误。

4. 【答案】B

【解析】 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, A 项, 甲、丙为等效平衡, 两者含有 $c(\text{NO}_2)$ 是相等的, 甲=丙, 此反应是物质的量减少的, 以乙为基准, 然后恢复到原来的体积, 体积增大, 组分的物质的量浓度减小, 平衡向逆反应方向移动, 因此甲容器中 $c(\text{NO}_2)$ 大于乙, 即甲=丙 > 乙, 故错误; B 项, 根据选项 A 的分析, N_2O_4 的百分含量: 甲=丙 < 乙, 故正确; C 项, 甲和丙为等效平衡, 两者转化率之和等于 1, 如果转化率等于 50%, 则两者相等, 故错误; D 项, 甲和丙为等效平衡, 平均相对分子质量相等, 即甲=丙, 乙中的 NO_2 的转化率大于甲中, 气体总质量不变, 乙中的气体的物质的量小于甲中, 即乙中气体平均摩尔质量大于甲, 因此有乙 > 甲=丙, 故错误。

5. 【答案】D

【解析】A 项、该反应是一个气体体积增大的反应, 增大压强, 平衡向逆反应方向移动, 由图可知压强 $P_2 > P_1$, 故 A 正确; B 项、由容器 I 中数据可知, 平衡时 CH_4 、 H_2O 、 CO 、 H_2 的浓度依次为 $\frac{0.05}{V} \text{ mol/L}$ 、 $\frac{0.05}{V} \text{ mol/L}$ 、 $\frac{0.05}{V} \text{ mol/L}$ 、 $\frac{0.15}{V} \text{ mol/L}$, 则平衡常数 $K = \frac{c(\text{CO})c^3(\text{H}_2)}{c(\text{CH}_4)c(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\frac{0.05}{V} \times (\frac{0.15}{V})^3}{\frac{0.05}{V} \times \frac{0.05}{V}} = \frac{0.0675}{V^2}$, 温度不变, 平衡常数不变, 容器 II 中浓度熵 $Q_c = \frac{c(\text{CO})c^3(\text{H}_2)}{c(\text{CH}_4)c(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\frac{0.1}{V} \times (\frac{0.3}{V})^3}{\frac{0.1}{V} \times \frac{0.1}{V}} = \frac{0.27}{V^2} > K$, 平衡向逆反应方向移动, 则 $v(\text{CH}_4)_{\text{正}} < v(\text{CH}_4)_{\text{逆}}$, 故 B 正确; C 项、由等效平衡可知, 容器 II 中 CH_4 、 H_2O 、 CO 、 H_2 的起始物质的量依次为 0.2 mol 、 0.2 mol 、 0 、 0 , 则恒容条件下, 容器 II 相对于容器 I 相当于增大压强, 若平衡不移动, 达到平衡时 $n(\text{CO})_{\text{II}} = 2n(\text{CO})_{\text{I}}$, 因该反应是一个气体体积增大的反应, 增大压强, 平衡向逆反应方向移动, 则 $n(\text{CO})_{\text{II}} < 2n(\text{CO})_{\text{I}}$, 故 B 正确; D 项、由等效平衡可知, 容器 II 中 CH_4 、 H_2O 、 CO 、 H_2 的起始物质的量依次为 0.2 mol 、

0.2mol、0、0，容器Ⅲ中 CH_4 、 H_2O 、 CO 、 H_2 的起始物质的量依次为 0.2mol、0.3mol、0、0，起始时两容器总压强之比 $p_{\text{II}} : p_{\text{III}} = 4 : 5$ ，容器Ⅲ相对于容器Ⅱ的条件变化为增大 H_2O 的浓度，平衡向气体体积增大的正反应方向移动，容器压强增大，则平衡时两容器总压强之比 $p_{\text{II}} : p_{\text{III}} < 4 : 5$ ，故 D 错误。

6. 【答案】D

【解析】对比容器Ⅰ和Ⅲ可知两者投料量相当，若温度相同，最终建立等效平衡，但Ⅲ温度高，平衡时 $c(\text{CH}_3\text{OH})$ 小，说明平衡向逆反应方向移动，即逆反应为吸热反应，正反应为放热反应，A 错误；Ⅱ相对于Ⅰ成比例增加投料量，相当于加压，平衡正向移动，转化率提高，所以Ⅱ中转化率高，B 错误；不考虑温度，Ⅱ中投料量是Ⅲ的两倍，相当于加压，平衡正向移动，所以Ⅱ中 $c(\text{H}_2)$ 小于Ⅲ中 $c(\text{H}_2)$ 的两倍，C 错误；对比Ⅰ和Ⅲ，若温度相同，两者建立等效平衡，两容器中速率相等，但Ⅲ温度高，速率更快，D 正确。

7. 【答案】C

【解析】甲中： $\text{X}(\text{g}) + 3\text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g})$

初始浓度(mol/L)	2.5	y	0
变化浓度(mol/L)	0.5	1.5	1.0
平衡浓度(mol/L)	x	2.0	1.0

A、 $x = 2.5 - 0.5 = 2.0$ ， $Y = 3.5$ ，故 A 错误；B、 $k = 1^2 / (2 \times 2^3) = 1/16$ 故 B 错误；C、 $Q_c = 2^2 / (3 \times 2^3) = 1/6 > K$ ，反应逆向进行，乙容器 t 时刻 $v_{(\text{正})} < v_{(\text{逆})}$ ，故 C 正确；D、将乙中生成物全转化为反应物，乙中相当于投入 4mol x 和 5mol y，甲、乙两个恒温恒容的密闭容器要投料完全相同，才能形成等效平衡，故 D 错误；故选 C。

8. 【答案】D

【解析】开始加入 4mol A+2mol B，相当于在加入 2mol A 和 1mol B 达平衡后，再加入 2mol A 和 1mol B，平衡向正反应进行，平衡时 C 的浓度大于 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，但转化率降低，故 C 的浓度小于 $2a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故 A 错误；开始加入 3mol C+1mol B+1mol D+1mol A，将 3mol C、1mol D 按化学计量数转化到左边可得 2mol A、1mol B，故等效为开始加入 3mol A+2mol B 所到达的平衡，则平衡时 C 的浓度不等于 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故 B 错误；开始加入 2mol A+1mol B+1mol D，等效为在加入 2mol A 和 1mol B 达平衡后，再加入 1mol D，平衡向逆反应进行，平衡时 C 的浓度小于 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故 C 错误；开始加入 1mol A+0.5mol B+1.5mol C+0.5mol D，将 1.5mol C+0.5mol D 按化学计量数转化到左边可得 1mol A、0.5mol B，故等效为开始加

入 2 mol A+1 mol B 所到达的平衡, 与原平衡为等效平衡, 故 D 正确。

9. 【答案】D

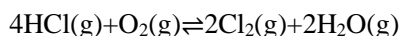
【解析】M 容器是恒温恒容下建立的平衡, N 容器是恒温恒压下建立的平衡; A 项, 若 $x=3$, 由于反应前后气体体积不变, N 容器建立的平衡与恒温恒容下建立的平衡等效, 所以达到平衡后 A 的体积分数关系为 $\varphi(M)=\varphi(N)$, 故 A 错误; B 项, 若 $x>3$, 由于反应后气体体积增大, N 容器建立的平衡相当于恒温恒容下建立的平衡扩大容器体积, 压强减小, 平衡正向移动, B 的转化率增大, 所以达到平衡后 B 的转化率关系为 $\alpha(M)<\alpha(N)$, 故 B 错误; C 项, 若 $x<3$, 由于反应后气体体积减小, N 容器建立的平衡相当于恒温恒容下建立的平衡缩小容器体积, 压强增大, 平衡正向移动, C 的平衡浓度增大, 所以 C 的平衡浓度关系为: $c(M)<c(N)$, 故 C 错误; D 项, 恒温恒压下, x 不论为何值, 起始时向 N 容器中充入任意值的 C, 一边倒后, A 与 B 的物质的量之比都是 1:2, 为等效平衡, 反应物的浓度相同, 即平衡后 N 容器中 A 的浓度均相等, 故 D 正确; 故选 D。

10. 【答案】A

【解析】A. 正反应的平衡常数 $K(I)=K(II)<K(III)$, 故 A 正确; B. 容器 I 和容器 II 为等温等容, 起始量为 2 倍关系, 由于该反应为气体体积不变的反应, 增大压强, 平衡不发生移动, 则达到平衡时, 体系中 $c(\text{CH}_3\text{OH})$ 关系: $2c(\text{CH}_3\text{OH}, I)=c(\text{CH}_3\text{OH}, II)$, 故 B 错误; C. 容器 I 和容器 III 温度不同, 若容器 III 温度也为 530K, 则能建立等效平衡, 此时应有 $\alpha(\text{NH}_3, I)+\alpha(\text{H}_2\text{O}, III)=1$, 由于容器 III 温度低于 530K, 降低温度平衡正向移动, 而容器 III 是从逆反应方向建立平衡, 则转化率减小, 所以达到平衡时, 转化率: $\alpha(\text{NH}_3, I)+\alpha(\text{H}_2\text{O}, III)<1$, 故 C 错误; D. 530K 时, 若起始向容器 I 中充入 CH_3OH 0.10 mol、 NH_3 0.15 mol、 CH_3NH_2 0.10 mol、 H_2O 0.10 mol, $Q_c=\frac{0.05\times 0.05}{0.05\times 0.075}=0.67<9$, 则反应将向正反应方向进行, D 错误。

11. 【答案】A

【解析】A. 图像中 HCl 转化率随温度升高而减小, 说明升温平衡逆向移动, 正反应为放热反应 $\Delta H<0$, 增大氧气的物质的量, 可促进 HCl 的转化, 即投料比越小, HCl 转化率越大, 可知 $a<4<b$, 故 A 正确; B. 300℃时, $Z=\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{O}_2)}=4$, $n(\text{HCl})=0.25\text{mol}$, $n(\text{O}_2)=0.0625\text{mol}$, 体积为 0.5L, $c(\text{HCl})=0.5\text{mol/L}$, $n(\text{O}_2)=0.125\text{mol/L}$, HCl 转化率 80%, HCl 的变化量为 $0.5\text{mol/L}\times 80\%=0.4\text{mol/L}$,



起始量(mol/L)	0.5	0.125	0	0
变化量(mol/L)	0.4	0.1	0.2	0.2
平衡量(mol/L)	0.1	0.025	0.2	0.2

$$K = \frac{0.2^2 \times 0.2^2}{0.1^4 \times 0.025} = 640, \text{ 故 B 错误; C. 容器 III, Z 为 4, 平衡转化率为 80\%, R 点温度与 Q}$$

点相同, 但转化率不同, 转化率小于平衡时转化率, 可知 R 点未达到平衡状态, 反应正向进行, 则 R 点的 $v(\text{正}) > v(\text{逆})$, 此时压强大于平衡状态下的压强: $p(\text{R}) > p(\text{Q})$, 故 C 错误; D. 若起始时, 在 0.5 L 容器 IV 中只充入 0.25 mol Cl_2 和 0.25 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 等效于在 0.5 L 容器中充入 0.5 mol HCl 和 0.125 mol O_2 , 充入的 HCl 和 O_2 物质的量为容器 III 的两倍, 相当于在容器 III 的基础上增大压强, 将体积缩小为原来的 $1/2$, 增大压强平衡正向移动, 300°C 达到平衡时 $0.1 \text{ mol/L} < c(\text{HCl}) < 0.2 \text{ mol/L}$, 故 D 错误。

