

1) Quante moli di monossido di azoto possono essere prodotte dalla reazione di 3,00 moli di ammoniaca con 4,00 moli di ossigeno?



L'azoto si ossida e l'ossigeno si riduce



Bilancio degli elettroni formalmente trasferiti

$$n_{Eox} \times \Delta_{ox} + n_{Ered} \times \Delta_{red} = 0$$

Nei reagenti:  $n_{Fox} = |v_{NH_3}|$      $n_{Red} = 2 |v_{O_2}|$

$$|v_{NH_3}| \times 5 + 2 |v_{O_2}| \times (-2) = 0 \quad \Rightarrow \quad 5 |v_{NH_3}| = 4 |v_{O_2}|$$

$$|v_{NH_3}| = 4 \quad |v_{O_2}| = 5$$



Bilancio dell'azoto (da sx a dx)

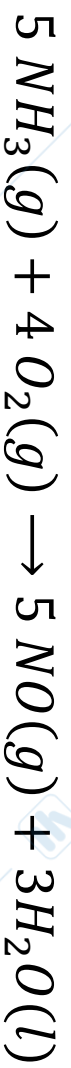


Bilancio dell'idrogeno (da sx a dx)



Bilancio dell'ossigeno soddisfatto





1                    2                    3                    4

**Calcolo delle moli di NO che possono essere prodotte**

$$n_3^g = \nu_3 \zeta_{max} = 5 \times 0,600 = 3,00 \text{ mol}$$

Con le proporzioni

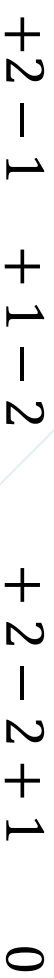
$$n_1^g : \nu_1 = n_3^g : \nu_3$$

$$\frac{n_1^g}{\nu_1} = \frac{n_3^g}{\nu_3} \quad n_3^g = \frac{\nu_3}{\nu_1} n_1^g = \frac{\nu_3}{\nu_1} (-n_{0,1}) = \frac{5}{-5} (-3) = 3,00 \text{ mol}$$

*Una mole di ammoniac produce una mole di monossido di azoto*

*Tre moli di ammoniac producono tre moli di monossido di azoto*

2) La reazione dell'idruro di calcio con l'acqua produce idrossido di calcio e idrogeno. Quante moli di idrogeno si formano dalla reazione di 0,82 moli di idruro di calcio con 1,54 moli di acqua?



L'idrogeno si ossida e si riduce

Reazione facile da bilanciare, non uso gli stati di ossidazione.

Bilancio dell'ossigeno, e poi dell'idrogeno







1	2	3	4
---	---	---	---

$$n_{0,1} = 0,82 \text{ mol}$$

$$n_{0,2} = 1,54 \text{ mol}$$

*Una mole di acqua produce una mole di idrogeno*

*1,54 moli di acqua producono 1,54 moli di idrogeno*

$$n_4^g = \nu_4 \zeta_{max} = 2 \times 0,770 = 1,54 \text{ mol}$$

$$n_2^g : \nu_2 = n_4^g : \nu_4$$

$$\frac{n_2^g}{\nu_2} = \frac{n_4^g}{\nu_4} \quad n_4^g = \frac{\nu_4}{\nu_2} n_2^g = \frac{\nu_4}{\nu_2} (-n_{0,2}) = \frac{2}{-2} (-1,54) = 1,54 \text{ mol}$$

3) Un campione 0,606 di moli di rame è aggiunto a 136 mL di acido nitrico 6,00 M. L'acido nitrico reagisce con il rame producendo nitrato di rame e monossido di azoto. Il rame reagisce completamente? Calcolare l'eventuale rame non reagito e il monossido di azoto prodotto dalla reazione.



Il rame si ossida e l'azoto si riduce



Bilancio degli elettroni formalmente trasferiti

$$n_{Eox} \times \Delta_{ox} + n_{Ered} \times \Delta_{red} = 0$$

$$\nu_{Cu(NO_3)_2} \times 2 + \nu_{NO} \times (-3) = 0 \quad \Rightarrow \quad 2|\nu_{Cu}| = 3\nu_{NO}$$

$$\nu_{Cu(NO_3)_2} = 3 \quad \nu_{NO} = 2$$



Bilancio del rame (da dx a sx)



Bilancio dell'azoto (da dx a sx)



Bilancio dell'idrogeno (da dx a sx)



Bilancio dell'ossigeno soddisfatto

$$O: 3 \times 8 = 3 \times 2 \times 3 + 4 + 2$$



1                    2                    3                    4                    5

$$n_{0,1} = 0,696 \text{ mol}$$

$$n_{0,2} = c_{0,2} V_{0,2} = 6,00 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 136 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 6,00 \times 136 \cdot 10^{-3} = 0,816 \text{ mol}$$

### Calcolo del reagente limitante

$$\zeta_{max} = \min \left\{ \frac{n_{0,1}}{-\nu_1}, \frac{n_{0,2}}{-\nu_2} \right\} = \min \left\{ \frac{0,696}{3}, \frac{0,816}{8} \right\}$$

$$\zeta_{max} = \min\{0,232; 0,102\} = 0,102 \text{ mol}$$

Il reagente limitante è l'acido nitrico, il rame non reagisce completamente.



1                    2                    3                    4                    5

$$n_1^g = \nu_1 \zeta_{max} = -3 \times 0,102 = -0,306 \text{ mol}$$

$$n_1 = n_{0,1} + n_1^g = 0,696 - 0,306 = 0,390 \text{ mol}$$

$n_2 = 0$  (reagente limitante)

$$n_5 = n_{0,5} + n_5^g = n_5^g = \nu_5 \zeta_{max} = 2 \times 0,102 = 0,204 \text{ mol}$$

4) Quanti grammi di idrogeno si producono dalla reazione di 1,84 g di alluminio con 75,0 mL di acido cloridrico 2,95 M?



L'alluminio si ossida e l'idrogeno si riduce.



Bilancio degli elettroni formalmente trasferiti

$$n_{Eox} \times \Delta_{ox} + n_{Ered} \times \Delta_{red} = 0$$

Bilancio degli elettroni formalmente trasferiti

$$n_{Eox} \times \Delta_{ox} + n_{Ered} \times \Delta_{red} = 0$$

Nei prodotti:  $n_{Eox} = |\nu_{Al}|$      $n_{Ered} = |\nu_{HCl}|$

$$|\nu_{Al}| \times 3 + |\nu_{HCl}| \times (-1) = 0 \quad \Rightarrow \quad 3|\nu_{Al}| = |\nu_{HCl}|$$

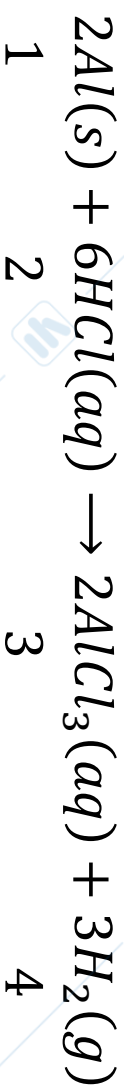
$$|\nu_{Al}| = 1 \quad |\nu_{HCl}| = 3$$



Bilancio dell'idrogeno







$$n_1^g = \nu_1 \zeta_{max} = -3 \times 0,102 = -0,306 \text{ mol}$$

$$n_1 = n_{0,1} + n_1^g = 0,696 - 0,306 = 0,390 \text{ mol}$$

$$n_2 = 0$$

$$n_4 = n_{0,4} + n_4^g = 0 + \nu_4 \zeta_{max} = 3 \times 0,0340(99) = 0,102(30) \text{ mol}$$

$$M_4 = 2 \times 1,01 = 2,02 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m_4 = n_4 M_4 = 0,102(30) \times 2,02 = 0,206(63) \text{ g} = 0,207 \text{ g}$$

5) L'ammoniaca può essere prodotta riscaldando cloruro d'ammonio e idrossido di calcio. Si formano anche cloruro di calcio e acqua. Se si riscaldano 33,0 g di cloruro di ammonio e 33,0 g di idrossido di calcio calcolare:

a) quanti grammi di ammoniaca si formano;

b) quale reagente chimico rimane in eccesso e con quale massa.

$$-3 + 1 - 1 \quad + 2 - 2 + 1 \quad - 3 + 1 \quad + 2 - 1 \quad + 1 - 2$$

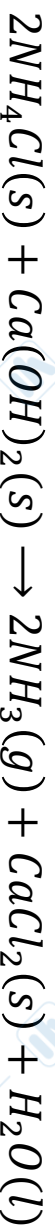


Non è un'ossido-riduzione

Bilancio del cloro (da sx a dx)



Bilancio dell'ammoniaca (da sx a dx)



Bilancio dell'idrogeno (sx a dx)



Bilancio dell'ossigeno soddisfatto



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



$$n_{0,1} = \frac{m_{0,1}}{M_1} = \frac{33,0}{53,49} = 0,616(94) \text{ mol}$$

$$n_{0,2} = \frac{m_{0,2}}{M_2} = \frac{33,0}{74,10} = 0,445(34) \text{ mol}$$

### Calcolo del reagente limitante

$$\zeta_{max} = \min \left\{ \frac{n_{0,1}}{-\nu_1}, \frac{n_{0,2}}{-\nu_2} \right\} = \min \left\{ \frac{0,616(94)}{2}, \frac{0,445(34)}{1} \right\}$$

$$\zeta_{max} = \min\{0,308(47); 0,445(34)\} = 0,308(47) \text{ mol}$$

Il reagente limitante è il cloruro d'ammonio, l'idrossido di calcio non reagisce completamente.



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

$$\text{Ca}(\text{OH})_2: n_2^g = \nu_2 \zeta_{max} = -1 \times 0,308(47) = -0,308(47) \text{ mol}$$

$$n_2 = n_{0,2} + n_2^g = 0,445(34) - 0,308(47) = 0,136(87) \text{ mol}$$

$$m_2 = n_2 M_2 = 0,136(87) \times 74,10 = 10,1 \text{ g}$$

$$\text{NH}_3: n_3 = n_{0,3} + n_3^g = 0 + \nu_3 \zeta_{max} = 2 \times 0,308(47) = 0,616(94) \text{ mol}$$

$$M_3 = 14,00 + 3 \times 1,01 = 17,03 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m_3 = n_3 M_3 = 0,616(94) \times 17,03 = 10,5(06) \text{ g} = 10,5 \text{ g}$$

6) Nella reazione di 277 g di tetracloruro di carbonio con un eccesso di fluoruro d'idrogeno si ottengono 187 g di freon-12 (diclorodifluorometano) e cloruro d'idrogeno. Calcolare:

a) le moli teoriche di diclorodifluorometano prodotte;

b) la resa percentuale.



Non è una ossido-riduzione

Bilancio del cloro (da sx a dx)



Bilancio del fluoro (da dx a sx)





1                    2                    3                    4

$$M_1 = 12,01 + 4 \times 35,45 = 153,81 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n_{0,1} = \frac{m_{0,1}}{M_1} = \frac{277}{153,81} = 1,80(09) \text{ mol}$$

Il tetracloruro di carbonio è il reagente limitante

$$\zeta_{max} = \frac{n_{0,1}}{-\nu_1} = \frac{1,80(09)}{1} = 1,80(09)$$



1	2	3	4
---	---	---	---

$$CCl_2F_2: n_{3,T}^g = \nu_3 \zeta_{max} = 1 \times 1,80(09) = 1,80 \text{ mol}$$

$$M_3 = 12,01 + 2 \times 35,45 + 2 \times 19,00 = 120,91 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n_3^g = \frac{m_3^g}{M_3} = \frac{187}{120,91} = 1,54(66) \text{ mol}$$

Calcolo della resa relativa

$$\eta = \frac{n_3^g}{n_{3,T}^g} = \frac{1,54(66)}{1,80(09)} = 0,858(79) = 0,859 \quad 100 \eta = 85,9\%$$

7) L'azoto gassoso si può preparare facendo passare ammoniaca su ossido di rame (II) ad alte temperature. Gli altri prodotti della reazione sono rame e vapor d'acqua. In un esperimento, una miscela di reazione contenente 18,1 g di ammoniaca e 94,0 g di ossido rameico produce 6,63 g di azoto. Calcolare la resa percentuale dell'esperimento.



L'azoto si ossida e il rame si riduce



Bilancio degli elettroni formalmente trasferiti

$$n_{Eox} \times \Delta_{ox} + n_{Ered} \times \Delta_{red} = 0$$





1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

$$\text{N}_2: n_{3,T}^g = \nu_3 \zeta_{\max} = 1 \times 0,378(85) = 0,378(85) \text{ mol}$$

$$M_3 = 2 \times 14,00 = 28,00 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n_3^g = \frac{m_3^g}{M_3} = \frac{6,63}{28,00} = 0,236(79) \text{ mol}$$

### Calcolo della resa relativa

$$\eta = \frac{n_3^g}{n_{3,T}^g} = \frac{0,236(79)}{0,378(85)} = 0,625(02) = 0,625 \quad 100 \eta = 62,5\%$$

8) Il cloro si può produrre riscaldando insieme ipoclorito di calcio e acido cloridrico con formazione di cloruro di calcio ed acqua. Se vengono fatte reagire 50,0 g di ipoclorito e 275 mL di acido cloridrico 6,00 M quanti grammi di cloro si formano? Quale reagente è in eccesso e con quale massa?



Il cloro si ossida e si riduce



Bilancio degli elettroni formalmente trasferiti

$$n_{Eox} \times \Delta_{ox} + n_{Ered} \times \Delta_{red} = 0$$

$$+2 + 1 - 2 \quad + 1 - 1 \quad 0 \quad + 2 - 1 \quad + 1 - 2$$



Bilancio degli elettroni formalmente trasferiti

$$n_{Eox} \times \Delta_{ox} + n_{Ered} \times \Delta_{red} = 0$$

$$n_{Eox} = 2 \times \nu_{Cl_2} \quad n_{Ered} = 2 \times |\nu_{Ca(ClO)_2}|$$

$$2 \times \nu_{Cl_2} \times 1 + 2 \times |\nu_{Ca(ClO)_2}| \times (-2) = 0 \quad \Rightarrow \quad \nu_{Cl_2} = 2 \quad |\nu_{Ca(ClO)_2}|$$

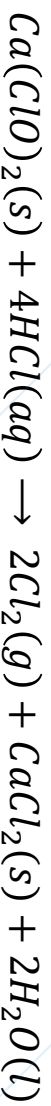
$$\nu_{Cl_2} = 2 \quad |\nu_{Ca(ClO)_2}| = 1$$



Bilancio del cloro



Bilancio dell'idrogeno



Bilancio dell'ossigeno soddisfatto



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

$$M_1 = 40,08 + 2 \times 35,45 + 2 \times 16,00 = 142,98 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n_{0,1} = \frac{m_{0,1}}{M_1} = \frac{50,0}{142,98} = 0,349(70) \text{ mol}$$

$$n_{0,2} = c_{0,2} V_{0,2} = 6,00 \times 0,275 = 1,65 \text{ mol}$$

**Calcolo del reagente limitante**

$$\zeta_{max} = \min \left\{ \frac{n_{0,1}}{-\nu_1}, \frac{n_{0,2}}{-\nu_2} \right\} = \min \left\{ \frac{0,349(70)}{1}, \frac{1,65}{4} \right\}$$

$$\zeta_{max} = \min\{0,349(70) ; 0,412(50)\} = 0,349(70) \text{ mol}$$

Il reagente limitante è l'ipoclorito di sodio. Il reagente in eccesso è l'acido cloridrico.

