

Frère Natalino Prof. Dott. Cesare De Rossi

STECCHIOMETRIA

CALCOLI STECHIOMETRICI UTILI AD
ALUNNI CHE DESIDERANO
ISCRIVERSI A FACOLTA' SCIENTIFICHE
E AD EX-ALUNNI CHE GIA' LE
FREQUENTANO

INDICE

- 01- Misure - Unità - Dimensioni.
- 02- Formule chimiche -- Unità chimiche -- Moli.
- 03- Calcoli stechiometrici fondamentali.
- 04- Le leggi dei gas.
- 05- Volumi dei gas nelle reazioni chimiche.
- 06- Peso equivalente - Valenza - Peso atomico.
- 07- Concentrazione delle soluzioni.
- 08- Valenza - Legami chimici - Numero di ossidazione - Reazioni foniche.
- 09- Reazione di Ossido - Riduzione
- 10- Principio dell'equivalenza applicato all'analisi titrimetrica.
- 11- Analisi Indiretta
- 12- Le leggi dello stato di soluzione.
- 13- Termo-Chimica : Esercizi.
- 14- Equilibrio chimico: Esercizi sugli Equilibri Elettrolitici:Calcolo della $[H^+]$ e $[OH^-]$ in soluzioni a P_H e P_{OH} a noti.
- 15- Esercizi sugli Equilibri Elettrolitici:Calcolo del P_H e P_{OH} in soluzioni a $[H^+]$ e $[OH^-]$ note.
- 16- Elettrochimica: Esercizi.
- 17- Potenziali di ossido-Riduzione
- 18- Calcolo del Potenziale di una semicoppia Redox dal Potenziale noto di altre semicoppie.
- 19- Previsione della possibilità che una reazione redox avvenga in base a dati Potenziali.
- 20- Determinare se una disproporzione è possibile in base ai valori dei Potenziali.
- 21- Determinare se una disproporzione è possibile in base ai valori della loro Costante d'Equilibrio.
- 22- Grado di avanzamento delle reazioni redox in base ai valori della Costante d'Equilibrio.
- 23- Previsione della direzione verso la quale tende ad evolvere una reazione dalle variazioni del DG° .
- 24- Calcolo della Costante d'Equilibrio per mezzo dell'Energia Libera Standard (DG°).

II

MISURE = UNITA' = DIMENSIONI

N.B.- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments.

b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

N.B.- Nello svolgere questi problemi stechiometrici, ho cercato di spiegare attraverso quali passaggi si può giungere alle risposte richieste.

n° 1

Quante cifre significative vi sono nei seguenti valori:

Soluzione

a)- 132,0	4 cifre significative (1320)
b)- 0.00320	3 cifre significative (320)
c)- $1,10 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$	3 cifre significative (110)
d)- $1,1 \cdot 10^4$	2 cifre significative (11)
e)- $1,98 \cdot 10^3$	3 cifre significative (198)
f)- $1040 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$	4 cifre significative (1040)

N.B.- Lo zero, all'inizio di un numero non può mai essere cifra significativa; lo è, invece, quando si trova in mezzo, o alla fine, di un numero.

n° 2

Risolvere le seguenti operazioni esprimendo il risultato con il corretto numero di cifre significative.

Soluzione

a)- $1,22 \cdot 0,4 = 0,488 \cong 0,5$	Risposta = 0,5
b)- $68,4 \times 0,072 = 4,9298 \cong 4,9$	Risposta = 4,9
c)- $103,96 \times 0,610 = 63,4156 \cong 63,4$	Risposta = 63,4
d)- $96,48 / 2,64 = 36,54545455 \cong 36,5$	Risposta = 36,5
e)- $13,64 / 0,552 = 24,71014493 \cong 24,7$	Risposta = 24,7
f)- $9,84 / 9,3 = 1,058064516 \cong 1,06$	Risposta = 1,06
g)- $4,20 + 3,472 + 0,04726 + 0,13 + 0,0048 = 7,85406 \cong 7,85$	Risposta = 7,85

n° 3

La densità dell'alcool è $0,79 \text{ g/cm}^3$ a 20° . Calcolare la massa di 250 cm^3 di alcool:

Soluzione

Sapendo che: massa = densità x volume

$$\text{massa} = d \cdot V = 0,79 \times 250 = 197,5 \cong 198 \text{ g.}$$

Risposta

La massa di 250 cm^3 di alcool è di $1,98$

n° 4

La densità del benzolo è $0,88 \text{ g/cm}^3$ a 20° . Quanti milligrammi di benzolo vi sono in 25 millilitri.

Soluzione

Sapendo che:

$$\text{massa} = \text{densità} \times \text{volume}$$

$$\text{massa} = d * V = 0,88 \times 25 = \text{g. } 22 = \text{mg } 22000$$

Risposta

In 25 ml vi sono mg. 22000 di benzolo

n° 5

Una molecola d'acqua ha una superficie di 10 Angstrom (Å). Quante molecole d'acqua sono necessarie per coprire 1 cm² di superficie ?

Soluzione

Determino il n° di molecole d'acqua necessari per coprire 1 cm² di superficie:

$$10^{-15} \text{ cm}^2 = 10^{-8} \text{ cm} \times 10^{-8} \text{ cm} = 10^{-15} \text{ cm}^2$$

$$10^{-15} : 1 = 1 : x \text{ da cui ho:}$$

$$x = 1 \times 1 / 10^{-15} = 1 \times 10^{15}$$

Risposta

Per coprire 1 cm² di superficie saranno necessarie 1*10¹⁵ molecole d'acqua.

n° 6

Lo spessore di una bolla di sapone è di circa 60 Å . Paragonate questo spessore con la luce gialla del sodio che è di 0,5890 micron (= μm).

Soluzione.

Determino il n° di cm corrispondenti a 60 Å:

$$60 \text{ Å} = 60 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

Determino il n° di cm pari ai micron dati:

$$0,5890 \text{ μm} = 0,5890 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

Paragono lo spessore lo spessore di 60 Å a quello della luce pari a 0,5890 μ:

$$(60 \times 10^{-8}) / (0,5890 \times 10^{-4}) = (6 \times 10^{-7}) / (589 \times 10^{-7}) = 6 / 589 = 0,010187 \approx 1/100$$

Risposta

Lo spessore della bolla di sapone corrisponde a circa 1/100 della luce gialla del sodio che è 0,5890 μ.

n° 7

Una lampada ultravioletta emette il 95% delle sue radiazioni alla lunghezza d'onda di 2357 Å. Esprimete questa lunghezza d'onda in centimetri, millimicron e micron.

Soluzione

Trasformo gli Å in cm:

$$2357 \text{ Å} = 2,357 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

Trasformo gli Å in millimicron (mμ):

$$2357 \text{ Å} = 235,7 \text{ mμ}$$

Rasformo gli Å in μ:

$$2357 \text{ Å} = 0,2357 \text{ μ}$$

Risposta

$$2357 \text{ Å} = 2,357 \times 10^{-5} \text{ cm} \quad 2357 \text{ Å} = 235,7 \text{ mμ}$$

$$2357 \text{ Å} = 0,2357 \text{ μ}$$

n° 8

Su di una piastra di ferro venne depositato dello zinco; si ebbe uno spessore di 0,000412 cm. Esprimete lo spessore in angstrom (Å).

Soluzione

$$\text{cm. } 0,000412 = 4,12 \times 10^{-5}$$

Risposta

$$\text{cm. } 0,000412 \text{ corrispondono a } 4,12 \times 10^5 \text{ Å}$$

n° 9

1 / 100000 mg. Di DDT è la dose mortale per una mosca. Che parte è di un grammo questa quantità?

Soluzione

$$\text{mg. } 1 / 100000 = \text{g. } 1 / (100000 \cdot 1000) = \text{g. } 1 \cdot 10^{-8}$$

Risposta

Questa quantità è 1 / 100000000 = g. 1.10-8

n° 10

Qual è il peso in grammi di 25 ml di una soluzione il cui peso specifico (d) è 1,45?

Soluzione

Sapendo che:

$$1 \text{ ml} = 1 \text{ cc. (cm}^3)$$

$$1 \text{ cc.} = 1 \text{ ml} = \text{g. } 1,45$$

Determino il peso di 25 ml con $d = 1,45$:

$$1 : 1,45 = 25 : \text{gx}$$

$$\text{gx} = (1,45 \times 25) / 1 = \text{g. } 36,25 \cong \text{g. } 36,3$$

Risposta

Il peso in grammi di 25 ml, di una sostanza il cui peso specifico è 1,45, è g. 36,3

N.B.- Termine de 1° Capitolo

II

FORMULE CHIMICHE

UNITA' CHIMICHE

MOLI

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Convertire in moli(M): a)- 0,18 Kg di clorato di bario:

Soluzione

Scrivo la reazione per ottenere il clorato di bario:



Determino il peso molecolare del clorato di bario:

$$\text{Ba} = \text{g. } 127,4$$

$$2\text{Cl} = \text{g. } 71$$

$$6 \text{ O} = \text{g. } 96$$

$$\text{p.m.} = \text{g. } 304,4$$

$$\text{Kg. } 0,18 = \text{g. } 180$$

Determino le moli corrispondenti a Kg 0,18 di clorato di bario:

$$\text{n° Moli} = \text{P/g} : \text{p.m.} = \text{g. } 180 / 304,4 = 0,5913272011 \text{ M } 0,59 \text{ M}$$

Risposta a)

0,18 Kg. di clorato di bario corrispondono a 0,59 M del medesimo sale.

b)- Convertire in moli (M) 24 g. di solfato di rame pentaidrato:

Soluzione

Scrivo la reazione per ottenere il solfato di rame pentaidrato:



Determino le moli corrispondenti a 24 g. di solfato rameico pentaidrato:

Sapendo che: p.m. ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) = 250 g.

$$\text{N}^\circ \text{ Moli} = P/g : p.m. = g. 24 / 250 = 0,096 \text{ M}$$

Risposta b)

24 g. Di solfato rameico pentaidrato corrispondono a 0,096 M

c)- Convertire in moli (M) 260 mg di nitrato di ammonio:

Soluzione

Scrivo la reazione per ottenere il nitrato di ammonio:



Determino le moli corrispondenti a 24 g. di solfato rameico pentaidrato:

Sapendo che : p.m. [$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$] = g. 187,2

$$\text{Mg. } 260 = g. 0,260$$

$$\text{N}^\circ \text{ Moli} = P/g : p.m. = g. 0,260 / 187,2 = g. 0,001388889 \text{ M} \cong \text{M. } 0,00139$$

Risposta

260 mg. di nitrato rameico corrispondono a 0,00139 M

n° 2

Vi sono più molecole in:

a)- 4 millimoli di acido nitrico o in 80 mg. Di questo acido?

Soluzione a)

Trasformo le millimoli in moli e determino il numero di molecole presenti in 4 mM:

$$\text{mM } 4 = \text{M } 4 / 1000 = 4,10^{-3}$$

$$\text{n}^\circ \text{ molecole} = \text{n}^\circ \text{ moli} \times N = 4,10^{-3} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 2,408 \cdot 10^{21} \quad 24,08 \cdot 10^{20} \text{ (numero di molecole)}$$

Determino il n° di molecole presenti in 80 mg.:

$$p.m.(\text{HNO}_3) = g. 63 \quad \text{mg. } 80 = 0,080 \text{ g. (di acido nitrico)}$$

$$\text{n}^\circ \text{ Moli} = P/g : p.m. = 0,080 / 63 = 0,0012698413 \quad 0,00127 \quad 127 \cdot 10^{-5} \text{ moli}$$

$$\text{n}^\circ \text{ Molecole} = \text{n}^\circ \text{ moli} \times N = 127 \cdot 10^{-5} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 7,6454 \cdot 10^{20} \quad 764,54 \cdot 10^{18} \text{ (molecole)}$$

Paragono il n° di molecole trovate:

$$24,08 \cdot 10^{20} > 764,54 \cdot 10^{18}$$

Risposta a)

Essendo $24,08 \cdot 10^{20} > 764,54 \cdot 10^{18}$ vi sono più molecole in 4 m.moli di HNO_3 .

b)- Vi sono più molecole in: 4 moli di nitrato calcico o in un chilo di cloruro di piombo?

Soluzione b)

Determino il n° di molecole di $\text{Ca}[\text{NO}_3]_2$:

$$\text{n}^\circ \text{ Molecole} = \text{n}^\circ \text{ moli} \times N = 4 \times 6,02 \cdot 10^{23} = 2,408 \cdot 10^{24} = 24,08 \cdot 10^{23} \text{ (Molecole)}$$

$$\text{Essendo } p.m. \text{ PbCl}_2 = 278 \text{ g.} \quad \text{e} \quad 1\text{Kg.} = 1000 \text{ g.}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Moli PbCl}_2 = P/g : p.m. = 1000 / 278 = 3,5971 \quad 3,6$$

$$\text{N}^\circ \text{ Molecole} = \text{n}^\circ \text{ Moli} \times N = 3,6 \times 6,02 \cdot 10^{23} = 2,1672 \cdot 10^{24} \quad 21,7 \cdot 10^{23} \text{ (n}^\circ \text{ Molecole)}$$

Risposta b)

$24,08 \cdot 10^{23} > 21,7 \cdot 10^{23}$. Vi sono più molecole in 4 moli di nitrato di calcio.

c)- Vi sono più molecole in: 16 g. di cloruro di sodio o in 20 g. di cloruro di potassio?

Soluzione c)

$$\text{Sapendo che: Na} \quad = g. 23$$

$$\text{Cl} = \text{g. } 35,5$$

$$\text{p.m. NaCl} = \text{g. } 58,5$$

Determino il n° di moli e il n° di molecole di NaCl:

$$\text{n° Moli} = P/g. / \text{p.m.} = 16 / 58,5 = 0,2735 \quad 0,27$$

$$\text{n° Molecole} = \text{n° Moli} \times N = 0,2735 \times 6,02.10^{23} = 1,6464.10^{23} \quad 1,65.10^{23} \text{ (mol NaCl)}$$

Determino il n° di moli e il n° di molecole di KCl:

$$\text{Sapendo che: p.m.} = \text{K} = \text{g. } 39,1$$

$$\text{Cl} = \text{g. } 35,5$$

$$\text{p.m. KCl} = \text{g. } 74,5$$

$$\text{n° Moli} = P/g. / \text{p.m.} = 20 / 74,5 = 0,2681 \quad 0,27 \text{ (moli KCl)}$$

$$\text{n° Molecole} = \text{n° Moli} \times N = 0,2681 \times 6,02.10^{23} = 1,61396.10^{23} \quad 1,61.10^{23}$$

$$\text{Dato che: } 1,65.10^{23} > 1,61.10^{23}$$

Risposta c)

Vi sono più molecole in 16 g. di NaCl.

n° 3

Convertire:

a)- 3 moli di acqua in Kg ed in molecole.

Soluzione a)

$$\text{Sapendo che: p.m. (H}_2\text{O)} = 2\text{H} = 2$$

$$\text{O} = 16$$

$$\text{p.m. H}_2\text{O} = 18$$

Determino il n° di moli, grammi e di molecole di H₂O :

$$\text{n° moli} = P/g. : \text{p.m.} \quad \text{g.} = \text{n° moli} \times \text{p.m.}$$

$$\text{n° moli} = 3 \quad \text{g.} = 3 \times 18 = \text{g. } 54 \text{ (grammi di acqua)} = \text{Kg } 0,054$$

$$\text{n° molecole} = \text{n° moli} \times N = 3 \times 6,02.10^{23} = 1,806.10^{24} \quad 18,06.10^{23} \text{ (molecole)}$$

Risposta a)

$$\mathbf{3 \text{ moli} = \text{Kg. } 0,054 = \text{molecole } 18,06.10^{23}}$$

Convertire:

b)- 1,7 moli di acido cloridrico in molecole.

Soluzione b)

Trasformo le millimoli in moli:

$$1,7 \text{ moli} / 1000 = \text{m.moli } 0,0017 = \text{m.moli } 1,7.10^{-3}$$

Determino il n° di molecole:

$$\text{n° M} = 1,7.10^{-3} \times 6,02.10^{23} = 1,0234.10^{21} \quad 1,02.10^{21}$$

Risposta b)

$$\mathbf{1,7 \text{ moli di acido cloridrico HCl corrispondono a molecole } 1,02.10^{21}}$$

Convertire:

c)- 6000 molecole di fosfato tricalcico in tonnellate.

Soluzione c)

Determino il peso molecolare di Ca₃(PO₄)₂:

$$3\text{Ca} = \text{g. } 120$$

$$2\text{P} = \text{g. } 62$$

$$8\text{O} = \text{g. } 128$$

$$\text{p.m. Ca}_3\text{(PO}_4\text{)}_2 = \text{g. } 310$$

Determino il n° di grammi di 6000 molecole di Ca₃(PO₄)₂:

$$N : \text{p.m.} = \text{n° molec.} : x \quad 6,02 : 310 = 6.10^3 : \text{g.x} \quad \text{gx} = (310 \times 6.10^3) / (6,02.10^{23}) = 3,08970.10^{-18}$$

=

$$\mathbf{3,09.10^{-18} \text{ (grammi)}}$$

Trasformo i grammi in tonnellate:
g. $3,09 \cdot 10^{-18} / 106 = 3,09 \cdot 10^{-24}$

Risposta c)

6000 molecole di fosfato tricalcico pesano tonnellate $3,09 \cdot 10^{-24}$

Convertire:

d)- $6,9 \cdot 10^{16}$ molecole di anidride carbonica in moli.

Soluzione d)

Determino le moli di anidride carbonica CO_2 :

$$1 : 6,02 \cdot 10^{23} = x : 6,9 \cdot 10^{16}$$

$$x \text{ moli} = (1 \cdot 6,9 \cdot 10^{16}) / (6,02 \cdot 10^{23}) = 1,146179 \cdot 10^{-7} \quad 1,15 \cdot 10^{-7}$$

Risposta d)

$6,9 \cdot 10^{-16}$ molecole corrispondono a moli $1,15 \cdot 10^{-7}$

n° 4

Quanti grammo-atomi di ferro e zolfo sono contenuti:

a)- in una mole di FeS_2 (pirite) (evidente)

b)- in 1 chilo di questi composto

Soluzione

Determino il peso molecolare di FeS_2 :

$$\text{Fe} = \text{g. } 55,8$$

$$2\text{S} = \text{g. } 64,2$$

$$\text{p.m.} = \text{g. } 120,0$$

Determino le moli di FeS_2 :

$$\text{n° moli} = 1000 : 120 = 8,33 \text{ (moli di pirite)}$$

NB- Siccome il rapporto in cui stanno gli elementi del composto è di 1 per il Fe e 2 per lo S, i grammo-atomi rispettivi saranno:

$$8,33 \text{ grammo-atomi di Fe}$$

$$8,33 \times 2 = \text{grammo-atomi di S} = 16,66 \quad 16,7$$

Risposta

In una mole di FeS_2 sono contenuti 8,33 grammo-atomi di Fe e 16,7 di S

n° 5

$1,81 \cdot 10^{19}$ molecole di NO_2 vengono allontanate da 10 mg. di NO_2 ; quante moli di NO_2 rimangono?

Soluzione

Determino il numero di moli:

$$\text{n° moli} = \text{n° molecole} : N = (1,81 \cdot 10^{19} / 6,02 \cdot 10^{23}) = 0,3006645 \cdot 10^{-4} \quad 0,301 \cdot 10^{-4} \text{ (moli } \text{NO}_2\text{)}$$

Determino il peso molecolare e i grammi di NO_2 :

$$\text{N} = 14 \text{ g.}$$

$$2\text{O} = 32 \text{ g.}$$

$$\text{p.m. } \text{NO}_2 = 46 \text{ g.}$$

Determino i grammi di NO_2 :

$$\text{g- } \text{NO}_2 = \text{p.m.} \times \text{n° moli} = 0,301 \cdot 10^{-4} \times 46 = 0,0013846 \quad 13,85 \cdot 10^{-4} \text{ (g. di } \text{NO}_2\text{)}$$

Determino i grammi e le moli rimasti di NO_2 :

$$\text{mg, } 10 = \text{g. } 0,010$$

$$0,010 - 13,85 \cdot 10^{-4} = \text{g. } 0,008615 \text{ (g. rimasti di } \text{NO}_2\text{)}$$

$$\text{n° moli} = \text{g.} / \text{p.m.} = 0,008615 / 46 = 0,0001872826 \quad 1,87 \cdot 10^{-4} \text{ (moli di } \text{NO}_2\text{)}$$

Risposta

Rimangono $1,87 \cdot 10^{-4}$ moli di NO_2 .

n° 6

2,71.1019 molecole di un composto hanno una massa di 3,76 mg. Qual è il peso molecolare?

Soluzione

Determino il n° di moli del composto:

$$n^{\circ}\text{moli} = n^{\circ}\text{molecole} / N = ((2,71.1019) / (6,02.1023)) = 4,501661.10^{-5} \quad 45,02.10^{-6}$$

Determino il peso molecolare:

$$\text{p.m.} = \text{g.} / \text{moli} \quad \text{mg. } 3,76 = \text{g. g. } 0.00376$$

$$\text{pm} = 376.10^{-5} / 45,02.10^{-6} = 8,351844. \quad 83,5$$

Risposta

Il peso molecolare del composto è g. 83,5

III

CALCOLI STECHIOMETRICI

FONDAMENTALI

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments

b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Un composto costituito da silicio, ossigeno e bromo venne analizzato: il contenuto in silicio e bromo venne analizzato; il contenuto in silicio e bromo era rispettivamente 10,2% e 86,85%. Qual è la formula più semplice attribuibile a questo composto?

Soluzione

Conoscendo il % di Si e Br determino il % O

$$100 - (\% \text{Si} + \% \text{Br}) = 100 - (28,1 + 79,9) = 2,95\%$$

$$\text{Sapendo che il: p.a. Si} = 28,1 \quad \text{p.a. Br} = 79,9 \quad \text{p.a. O} = 16$$

$$\begin{array}{ccc} \text{X} & \text{y} & \text{z} \\ \text{Si} = 10,2\% & \text{Br} = 86,85\% & \text{O} = 2,95\% \end{array}$$

Determino il rapporto tra % e p.a

(% / p.a) di Si, Br, O

$$\text{Per Si: } 10,2 / 28,1 = 0,361702 \quad 0,36$$

$$\text{Per Br } 86,85 / 79,9 = 1,08698 \quad 1,09$$

$$\text{Per O } 2,95 / 16 = 0,184375 \quad 0,18$$

D

Determino gli indici atomici minimi di Si, Br, O:

$$\text{i.a.m.} = \% / (\text{p.a} \times \text{rapporto minimo})$$

$$\text{i.a. Si} = 0,36 / 0,18 = 2 \quad \text{Si}_2$$

$$\text{i.a. Br} = 1,09 / 0,18 = 6,0555 \quad 6 \quad \text{Br}_6$$

$$\text{i.a. O} = 0,18 / 0,18 = 1 \quad \text{O}_1$$

Quindi la formula più semplice è: $\text{Si}_2 \text{Br}_6 \text{O}$

Risposta

La formula più semplice del composto dato è: $\text{Si}_2 \text{Br}_6 \text{O}$

n° 2

Calcolare il numero di moli di anidride borica presenti in 1000 g. di acido borico al 70%.

Soluzione

Reazione per ottenere l'anidride borica dall'acido borico:



Determino il p.m. dell'acido borico $4\text{H}_3\text{BO}_3$ e $2\text{B}_2\text{O}_3$

$$12\text{H} = 12 \qquad 4\text{B} = 43,2$$

$$4\text{B} = 43,2 \qquad 6\text{O} = 96$$

$$12^\circ = 192 \qquad \text{p.m. } 2\text{B}_2\text{O}_3 = 139,2 / 2 = 69,6$$

$$\text{p.m. } 4\text{H}_3\text{BO}_3 = 247,2 / 4 = \text{g. } 61,8$$

Determino i g. di B_2O_3 e ne calcolo il 70%

$$247,2 : 139,2 = 1000 : \text{xg } \text{B}_2\text{O}_3$$

$$\text{xg. } \text{B}_2\text{O}_3 = 139,2 \times 1000 / 247,2 = \text{g. } 563,1068 \approx 563$$

$$100 : 563 = 70 : \text{xg.} \qquad \text{xg.} = 563 \times 70 / 100 = \text{g. } 394$$

Determino le moli di anidride borica presenti in 1000 g. di acido borico al 70%:

$$\text{n}^\circ \text{moli} = \text{g.} / \text{p.m.} = 394 / 69,6 = 5,6609 \approx 5,66 \text{ n}^\circ \text{moli } \text{B}_2\text{O}_3.$$

Risposta

Il n° di moli di anidride borica presenti in 1000 g. di acido borico al 70% sono: 5.66

n° 3

Si ha una miscela costituita da 1,5 moli di K_2SO_4 e 4 moli di KCl . Calcolare la percentuale di potassio.

Soluzione

Determino il peso molecolare di K_2SO_4 e KCl :

$$2\text{K} = 78,2 \qquad \text{K} = 39,1$$

$$\text{S} = 32,1 \qquad \text{Cl} = 35,5$$

$$4\text{O} = 64 \qquad \text{p.m. } \text{KCl} = 74,6$$

$$\text{p.m. } \text{K}_2\text{SO}_4 = 174,3$$

Trasformo le moli in grammi (di K_2SO_4 e KCl):

$$\text{g. } \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{moli} \times \text{p.m.} = 1,5 \times 174,3 = \text{g. } 261,45$$

$$\text{g. } \text{KCl} = \text{moli} \times \text{p.m.} = 4 \times 74,6 = \text{g. } 298,4$$

$$\text{g. } 559,85 \text{ (g. di } \text{K}_2\text{SO}_4 \text{ e } \text{KCl} \text{ contenuti nella miscela data)}$$

Determino i g. di K presenti nella miscela data:

$$174,3 : 78,2 = 261,45 : \text{xK} \qquad \text{xg. K} = 78,2 \times 261,45 / 174,3 = 117,3 \text{ (g. K in } \text{K}_2\text{SO}_4)$$

$$74,6 : 39,1 = 298,4 : \text{xK} \qquad \text{xg. K} = 39,1 \times 298,4 / 74,6 = 156,4 \text{ (g. K in } \text{KCl)}$$

$$273,7 \text{ (g. K nella miscela)}$$

Determino la % di K nella miscela data:

$$559,85 : 273,7 = 100 : \%K \qquad \%K = 48,8881 \approx 49\%$$

Risposta

La percentuale di K nella miscela data è: 49%

n° 4

Grammi 14 di una miscela di cloruro di potassio e cloruro sodico contiene 0,12 moli di cloruro potassico. Calcolare la percentuale di cloruro di sodio.

Soluzione

Determino il p.m. KCl e NaCl :

$$\text{K} = 39,1 \qquad \text{Na} = 23$$

$$\text{Cl} = 35,5 \qquad \text{Cl} = 35,5$$

$$\text{p.m. di } \text{KCl} = 74,6 \qquad \text{p.m. di } \text{NaCl} = 58,5$$

Determino i grammi dei due composti:

$$\text{g.} = \text{moli} \times \text{p.m.}$$

$$\text{g. } \text{KCl} = 0,12 \times 74,6 = \text{g. } 8,952 \approx \text{g. } 8,95$$

$$\text{g. } \text{NaCl} = 14 - 8,95 = \text{g. } 5,05$$

Determino la % di NaCl :

$$14 : 5,05 = 100 : \%x \quad \%x = \% \text{ NaCl} = 5,05 \cdot 100 / 14 = 36,0714 \quad 36 \% \text{ NaCl}$$

Risposta

La percentuale di cloruro di sodio nella miscela data è: 36% di NaCl.

n° 5

Grammi 0,5 di una miscela di Fe_2O_3 e Al_2O_3 contiene 0.0946 g. di ferro. Calcolare il peso di Al_2O_3 nella miscela.

Soluzione

Determino il peso molecolare dei due sesquiossidi:

$$\begin{array}{rcl} 2\text{Fe} & = & 111,6 \\ 3\text{O} & = & 48 \\ \text{p.m. } \text{Fe}_2\text{O}_3 & = & 159,6 \end{array} \quad \begin{array}{rcl} 2\text{Al} & = & 54 \\ 3\text{O} & = & 48 \\ \text{p.m. } \text{Al}_2\text{O}_3 & = & 102 \end{array}$$

Determino il peso della miscela:

$$\text{g. } (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3) = \text{g. } (159,6 + 102 = \text{g. } 261,6$$

Determino i grammi Fe_2O_3 contenenti g. 0,0946 g. di Fe:

$$159,6 : 111,6 = x(\text{Fe}_2\text{O}_3) : 0,0946 \quad x(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,1352 \quad 0,135$$

Determino i grammi di Al_2O_3 contenuti in 0,5 g. di miscela:

$$0,5 - 0,135 = \text{g. } 0,365 \quad 0,37$$

Risposta

Il peso di Al_2O_3 nella miscela è: g. 037

n° 6

Il cromo può formare tre composti con l'ossigeno; desumere la formula più semplice di questi composti supponendo che i rapporti di combinazione tra cromo ed ossigeno sono i seguenti: g.1 di cromo e g. 0,3088 di ossigeno, g.1 di cromo e g. 0,4615 di ossigeno e g.1 di cromo e g. 0,924 di ossigeno.

Soluzione

Determino il peso atomico del cromo e dell'ossigeno:

$$\text{p.a. Cr} = 52 \text{ g.} \quad \text{p.a. O} = 16$$

$$\text{indice Cr} = 1 / 52 = 0,019;$$

$$\text{indice O} = 0,3088 / 16 = 0,019;$$

$$\text{rapporto indici} = 0,019 / 0,019 = 1 \text{ rapporto } 1 : 1 \text{ cioè } \text{CrO} \text{ ossido cromoso}$$

$$\text{indice Cr} = 1 / 52 = 0,019;$$

$$\text{indice O} = 0,4615 / 16 = 0,029;$$

$$\text{rapporto indici} = 0,019 / 0,029 = (1:1,5) \cdot 2 = 2:3 \text{ cioè } \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ Sesquiossido di cromo}$$

$$\text{indice Cr} = 1 / 52 = 0,019;$$

$$\text{indice O} = 0,924 / 16 = 0,058;$$

$$\text{rapporto indici} = 0,058 / 0,019 = 3; \text{ rapporto } 1 : 3 \text{ cioè } \text{CrO}_3 \text{ Ossido cromatico}$$

Risposta

Il cromo con l'ossigeno può formare tre composti: ossido cromoso CrO ; sesquiossido di cromo Cr_2O_3 ; anidride cromica CrO_3 .

n° 7

Calcolare la percentuale di cromo nel carbonato cromatico $[\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3]$:

Soluzione

Determino il peso molecolare del $\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$:

$$2\text{Cr} = 104 \text{ g.}$$

$$3\text{C} = 36 \text{ g.}$$

$$9\text{O} = 144 \text{ g.}$$

$$\text{p.m.} = 284 \text{ g.}$$

Determino il % di cromo nel carbonato cromatico:

% Cr è dato da p.m : p.a. = 100 : %Cr
% Cr è dato da 284 : 104 = 100 : % Cr
% Cr = 104*100/ 284 = 36,6197 36,6 %

Risposta

Il % di Cr nel carbonato cromico è: 36,6% di Cr.

n° 8

Riscaldando ad elevata temperatura rame e zolfo si forma solfuro rameoso.. Se una carica è costituita da 60 parti di rame e 40 parti di zolfo, calcolare l'elemento che rimane in eccesso e la percentuale di questo che non si combina.

Soluzione

Determino il peso molecolare del solfuro rameoso Cu₂S:

2Cu = 128 g.

S = 32 g

p.m. = 160 g.

Determino la % di Cu e S in Cu₂S:

p.m.(Cu₂S) : p.a.(2Cu) = 100 : %Cu

160 : 128 = 100 : % Cu % Cu = 128*100 / 160 = 80 % di rame

160 : 32 = 100 : % S % S = 32*100 / 160 = 20 % di zolfo

Determino le parti di zolfo che si combinano con 60 parti di rame:

80 : 20 = (80-20) : xS xS = 20*60 / 80 = 15 (parti di zolfo)

Determino le parti di zolfo che non si combinano e la loro %:

40 (parti di zolfo) - 15 (parti di S che si combinano) = 25 (parti di S in eccesso)

40 : 25 = 100 : xS x%S = 25*100/ 40 = 62,50% (zolfo che non si combina)

Risposta

L'elemento che rimane in eccesso è lo zolfo (S).

La % dell'elemento che non si combina è lo zolfo per il 62,50 %.

N° 9

Quanto ferro si può ottenere dalla riduzione di una tonnellata di ematite (Fe₂O₃) all'80%

Soluzione

Determino il peso molecolare (p.m.) dell'ematite:

Sapendo che l'ematite è il sesquiossido di ferro, la sua formula è: Fe₂O₃

2Fe = 111,6 g.

3° = 48 g.

p.m. Fe₂O₃ = 159,6

Determino la quantità di ferro presente in una tonnellata:

159,6 : 111,6 = 55 : xFe xFe = 111,6*55/159,6 = 6,9925 g. 7*105

Determino la quantità di ferro contenuta in 1 tonnellata di ematite all'80 %:

100 : 7.105 = 80 : xg.Fe xg.Fe = 7.105 *80 / 100 = 5,6.105 = Kg. 560

Risposta

Il ferro che si può ottenere dalla riduzione di una tonnellata di ematite all'80 % è di Kg560.

n° 10

Quanti grammi di acido fosforico al 30% devono essere pesati per avere 3 moli di anidride fosforica (PO₅).

Soluzione

Scrivo la reazione per ottenere l'anidride fosforica:



N.B.- per essere sicuri che la reazione sia scritta bene basta controllare che il bilancio di carica e

di massa del 1° membro siano uguali.

Calcolo il p.m di $2\text{H}_3\text{PO}_4$ e di P_2O_5 :

$$\begin{array}{ll} 6\text{H} & = 6 \text{ g.} \\ 2\text{P} & = 62 \text{ g.} \\ 8\text{O} & = 128 \text{ g.} \end{array} \quad \begin{array}{ll} 2\text{P} & = 62 \text{ g.} \\ 5\text{O} & = 80 \text{ g.} \\ \text{P.M.} & = 142 \text{ G} \end{array}$$

$$\text{p.m.} = 196 : 2$$

Determino i g. di tre moli di P_2O_5 :

$$\text{g. di 3moli} = \text{p.m.} * \text{n}^\circ \text{moli} = 142 * 3 = 426 \text{ g.}$$

Calcolo la quantità necessaria di H_3PO_4 per ottenere 3 moli di P_2O_5 :

$$\text{p.m.} (\text{H}_3\text{PO}_4) : \text{p.m.} (\text{P}_2\text{O}_5) = \text{xg.} (\text{H}_3\text{PO}_4) : 426 \text{ (n}^\circ \text{ g. Di 3 moli } \text{P}_2\text{O}_5)$$

$$196 : 142 = \text{xg.} (\text{H}_3\text{PO}_4) : 426 \quad \text{xg.} (\text{H}_3\text{PO}_4) = 196 * 42.6886 / 142 = \text{g. } 588$$

Determino la quantità di (H_3PO_4) al 30%:

$$30 : 100 = 588 : \text{g.x} \quad \text{g.X}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 100 * 588 / 30 = \text{g. } 1960.$$

Risposta

Debbono essere pesati 1960 g. di acido fosforico al 30% per avere 3 moli di P_2O_5 .

n° 11

Un composto ha dato all'analisi i seguenti risultati:

$$\text{Fe} = 28\% \quad \text{S} = 24\% \quad \text{O} = 48\%$$

Calcolare la formula più semplice del composto.

Soluzione

Determino l'impostazione del problema:

$$\begin{array}{lll} \text{x} & \text{y} & \text{z} \\ \text{Fe} = 28\% & \text{S} = 24\% & \text{O} = 38\% \end{array}$$

Determino gli indici della formula più semplice del composto:

$$\text{i.Fe: p.a.} = 55,8 \quad \%/\text{p.a.} = 28/55,8 = 0,50 \quad \text{i.Fe} = 0,50/0,50 = 1 \quad 1 * 2\text{x} = 2\text{Fe}$$

$$\text{i.S: p.a.} = 32,1 \quad \%/\text{p.a.} = 24/32,1 = 0,75 \quad \text{i.S} = 0,75/0,50 = 1,5 \quad 1,5 * 2\text{y} = 3\text{S}$$

$$\text{i.O: p.a.} = 16 \quad \%/\text{p.a.} = 48/16 = 3 \quad \text{i.O} = 3/0,50 = 6 \quad 6 * 2\text{z} = 12 \text{ O}$$

N.B.- Gli indici trovarli (1, 1,5, 6) avendo un indice non intero li moltiplico per 2 ed ho (2, 3, 12)

La formula per ottenere gli indici minimi, in questo caso è: $\text{i.min.} = (\% / (\text{p.a.} * \text{rapp. Minimo } 0,50))$.

$$\text{cioè } \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$$

Risposta

La più semplice formula del composto è: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

IV

LE LEGGI DEI GAS

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Calcolare nella seguente tabella i valori incogniti relativi a sistemi gassosi nelle condizioni di temperatura e pressione nindicata:

Soluzione

Condizioni normali			Condizioni finali		
P	V	T	P	V	T

(mm.) (°C)	(ml.)	(°C)	(mm.)	(ml.)	
520	100	130	?	180	30
760	250	80	450	?	0
600	430	3	510	250	?
$PV = K$	$P'V' = K$		$PV = P'V'$		
T	T		T	T'	
$(520 \times 100) / 403 = (180 \times x) / 303$			$x = (520 \times 100 \times 303) / (403 \times 180) = \text{mm.}$		
217,2					
$(760 \times 360) / 353 = (450 \times x) / (273)$			$x = (700 \times 360 \times 273) / (450 \times 353) = \text{ml. } 433,1$		
$(600 \times 430) / (276) = (510 \times 250) / (x)$			$x = (510 \times 250 \times 276) / (600 \times 430) = 136,4 \text{ } ^\circ\text{C}$		

Risposta

La pressione richiesta è: P = mm. 217,2

Il volume richiesto è : V = ml. 433,1

La temperatura richiesta è : 136,4 °C

n° 2

250 ml. di azoto vengono raccolti alla pressione di 758 mm. Ed alla temperatura di 19°C. A che pressione il volume risulta triplicato se la temperatura viene portata a 100°C.

Soluzione

$$PV / T = P'V' / T'$$

$$(250 \times 758) / (273 + 19) = (x \times 750) / 373$$

$$x = (250 \times 758 \times 273) / (292 \times 750) = \text{mm. } 322,8$$

Risposta

Il volume risulterà triplicato alla pressione di mm. 233,8

n° 3

Calcolare la densità dell'ossigeno in grammi per litro alla pressione di 400 millimetri ed a 15°C?

Soluzione

$$D = PM / RT$$

$$D = [(400 / 760) \times 32] / (288 \times 0,0821) = 0.712 \text{ g/l.}$$

Risposta

La densità dell'ossigeno in g./l alla pressione di 400 ml. ed a 15°C è: D = 0,712 g./l.

n° 4

288 ml. di gas vengono raccolti su acqua a 15°C. L'altezza dell'acqua nella campanella è di 6,8 cm. Superiore al livello dell'acqua esterno e la pressione atmosferica di 734 millimetri . Calcolare il volume del gas a condizioni normali sapendo che la densità del mercurio è 13,6 e la tensione di vapore dell'acqua a 15°C è uguale a 13 mm,

Soluzione

Determino la pressione del gas raccolto
 $P = 68 / 13,6 = 5 \text{ mm}$
 $734 - 5 - 13 = 716 \text{ mm}$
 Determino il volume del gas alle condizioni normali.
 Sapendo che $P \times V / T = P' \times V' / T$ ho $(760 \times x) / 273 = (716 \times 228) / 288$
 $xV = (716 \times 228 \times 273) / 760 \times 288 = \text{ml. } 203,6125 \text{ ml. } 203,6$

Risposta

Il volume del gas a condizioni normali è ml. 203,6

n° 5

Un litro di aria pesa g. 1,293 a condizioni normali. A quale temperatura un litro d'aria pesa un grammo se la pressione è di 690 mm?

Soluzione

Determino la temperatura richiesta:

Sapendo che: $D = PM / R \cdot T$ ho $1 = ((690 / 760) \cdot 29) / (0,0821 \cdot xT)$

$xT = ((690 / 760) \cdot 29) / (0,0821) = 320,6936 \text{ } 321 \text{ } ^\circ\text{K}$

$321^\circ\text{K} - 273^\circ\text{K} = 48^\circ\text{C}$.

Risposta

A 48°C un litro d'aria pesa 1 g. se la pressione è di 690 mm.

N° 6

820 ml. di un gas a 35° e 80 cm di mercurio pesano g.2,46. Calcolare il peso molecolare.

Soluzione

Determino il p.m.:

Sapendo che: $M = g \cdot RT / PV$ ml. 820 = l. 0,82 e cm Hg 80 = mm Hg 800 / 760 = 1,05 atm.

$M = g \cdot RT / PV = [2,46 \cdot 0,0821 \cdot (273 + 35)] / (800 \cdot 0,82) = 72,248 \text{ g } 72$

Risposta

Il peso molecolare del gas è: g. 72

n° 7

Calcolare il peso molecolare (p.m. o PM) di un composto organico di cui g. 0,716 trasformati in gas forniscono un volume di 243 ml. a 200°C e 750 mm. del 50 mm di pressione.

Soluzione

Determino il p.m. del composto dato:

Sapendo che: ml. 243 = l. 0,243; mm 750 = atm. 0,99 ho:

$PM = g \cdot RT / PV = [0,716 \cdot 0,0821 \cdot (273 + 200)] / (0,99 \cdot 0,243) = g. 115,58$

Risposta

Il p.m. del composto organico dato è g. 115,58

n° 8

Calcolare il numero di molecole contenuto in 1 ml di gas a 27°C ed 1 atmosfera.

Soluzione

Determino il numero di moli del gas:

Sapendo che: $PV = nRT$ $n = PV / RT$ ml 1 = l. 0,001 $N = 6,02 \cdot 10^{23}$

$N^\circ \text{moli gas} = PV / RT = (1 \cdot 0,001) / (0,0821 \cdot (273 + 27)) = 4,06 \cdot 10^{-5} \text{ (moli gas)}$

Determino il n° di molecole del gas nelle condizioni date:

$4,06 \cdot 10^{-5} \cdot N = 4,06 \cdot 10^{-5} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,44 \cdot 10^{19} \text{ (n° molecole)}$

Risposta

Il numero di molecole nelle condizioni date è: 2,44.1019.

n° 9

Una massa d'ossigeno a 20° e 740 mm di pressione occupa un volume di 1290 ml. Che pressione è necessaria per ridurre il suo volume a 860 ml ?

Soluzione

Determino la pressione necessaria per ridurre il suo volume a 860 ml:

Sapendo che: $PV / T = P'V' / T'$ $T = 273 + 20 = 293^\circ\text{K}$

$PV / T = P'V' / T' = (760 \cdot 1290) / 293 = (x \cdot 860) / 293$

$x = (740 \cdot 1290) / 860 = 1110 \text{ mm}$

Risposta

La pressione necessaria per ridurre il suo volume a 860 ml: 1110 mm.

n° 10

A 2200° ed alla pressione di 0,9 atmosfere la densità dell'anidride carbonica è 0,190 g./litro. Calcolare la frazione di CO2 decomposta in ossido di carbonio Co ed ossigeno.

Soluzione

Scrivo la reazione di decomposizione dell'anidride carbonica in ossido di carbonio:



Determino la densità teorica Dt:

$$Dt = PM / RT = (0,9 \cdot 44) / (0,0821 \cdot (2200 + 273)) = 0,195 \text{ g/litro}$$

Calcolo la frazione di CO2 decomposta:

$$= (Dt - Ds) / Ds - (n-1) = (0,195 - 0,190) / (0,190 \cdot (1,5 - 1)) = 0,053 \quad 5,3\%$$

Risposta

La frazione dissociata di CO2 è: 5,3

n° 11

La densità del cloro è 3,17 mg/cc a condizioni normali. Calcolare la densità a 100° e 70 cm Hg. di pressione.

Soluzione

Determino la densità a 200° e 78 cm di pressione:

$$D_2 = D_1 = (P_2 \cdot T_1) / (P_1 \cdot T_2) = 3,17 \cdot (700 \cdot 273) / (760 \cdot 373) = \text{mg./cc } 2,136966 \quad 2,14 \text{ mg / cc}$$

Risposta

La densità a 100° e 70 cm Hg di pressione è: d = 2,14 mg./ cc.

n° 12

Si osserva che la densità di un certo gas è 2,5 volte maggiore di quella dell'ossigeno alla stessa temperatura e pressione.

Qual è il peso molecolare?

Soluzione

Determino la densità dell'ossigeno:

$$D = (PM) / (RT) = (1 \cdot 32) / (0,0821 \cdot 273) = 1,4277 \quad 1,43$$

Determino la densità del gas sconosciuto:

$$D_{\text{gas sc.}} = D_{\text{O}} \cdot 2,5 = 1,43 \cdot 2,5 = 3,58$$

Determino il peso molecolare (M): dalla $D = P \cdot M / R \cdot T$

$$M = R \cdot T \cdot D / P = (0,0821 \cdot 273 \cdot 3,58) / 1 = 80,2356 \quad 80,24$$

Risposta

Il peso molecolare del gas dato è: M = 80,24

n° 13

La densità del pentacloruro di fosforo (PCl5) riferita all'idrogeno è 57,77 a 250° ed alla pressione di 1 atmosfera.

Calcolare il grado di dissociazione del pentacloruro di fosforo (PCl5) in tricloruro di fosforo (PCl3) e cloro (Cl2) a questa temperatura.

Soluzione

Determino la reazione chimica che interessa questo processo:



Determino il volume del PCl5 a 250° e 1 atmosfera:

Essendo:

$$P \cdot V = R \cdot T = (1 \cdot x) = (0,0821 \cdot 523) \text{ da cui ho } x = R \cdot T / P = (0,0821 \cdot 523) / 1 = 42,9382 \quad 42,94 \text{ ml}$$

Determino i grammi Di pentacloruro di fosforo PCl5:

$$g. = (D \cdot P \cdot V \cdot M') / (R \cdot T) \quad \text{dalla } D = (g \cdot R \cdot T) / (P \cdot V \cdot M')$$

$g. = (D.P.V.M') / R.T) = (57,77*1*42,94*2,016) / (0,0821*523) = g. 116,4689 \text{ g. } 116,47$
 Determino il grado di dissociazione del pentacloruro di fosforo in tricloruro di fosforo a questa temperatura:

$$P*V = g. / M*[1+(n-1)]*R*T = (1*42,94 = (116,46 / 208,5)*(1+(2-1)]*0,0821*523=$$

$$42,94 = 0,56[1+]*42,94 \quad 42,94 = 24,04 + 24,04 = (42,94 - 24,04) / 24,04 = 0,7862 = 0,79\%$$

Risposta

Il grado di dissociazione del pentacloruro di fosforo in tricloruro di fosforo a questa temperatura è: PCl_5 ----- PCl_3 è dello 0,79%.

n° 14

Nei seguenti problemi quale dato manca per calcolare la risposta?

a)- un certo gas a temperatura costante viene fatto espandere dalla pressione di 10 atmosfere ad 1 atmosfera. Calcolare il volume finale.

Soluzione a)

Determino il volume finale:

Sapendo che: $P*V / T = P'*V' / T' = (10*?) / \text{costante} = (1*x) / \text{costante}$

Risposta a)

Per risolvere questo problema manca il volume iniziale.

b)- 80 ml di gas vengono riscaldati da -38° a 40° e 80 mm di Hg. Qual è la pressione iniziale?

Soluzione b)

Determino la pressione iniziale:

Sapendo che:

$P*V / T = P'*V' / T'$ sostituendo i dati noti ho: $(80*x) / (273-30) = (80*?) / (273+40)$

Risposta b)

Per calcolare la pressione iniziale manca il volume finale.

c)- Che volume occuperanno 15 ml di gas quando si raffreddano a -30° e a pressione costante.

Soluzione c)

Determino il volume dei 15 ml di gas raffreddato a -30° e a pressione costante:

Sapendo che:

$P*V / T = P'*V' / T'$ sostituendo i dati noti ho: $(15*\text{costante}) / ? = (x*\text{costante}) / (273-30)$

Risposta c)

Per calcolare il volume nelle condizioni date manca la temperatura iniziale.



VOLUMI DEI GAS NELLE REAZIONI CHIMICHE

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974.72

n° 1

Che volume di ossigeno misurato a c. n. (condizioni normali = 0°C e 1 atm.) si può ottenere dal riscaldamento di gr. 10 di KClO₃ al 90%.

Soluzione

Scrivo la reazione di riscaldamento:



Determino il p.m. di 2KClO₃:

K = g. 39,1

Cl = g. 35,5

3° = g. 48

p.m. = g. 122,6

Determino il volume corrispondente a 10 g. di KClO₃:

Sapendo che: $P \cdot V = g. / M \cdot R \cdot T = 1 \cdot x = 10 / 122,6 \cdot 0,0821 \cdot 273$

$X = (10 \cdot 0,0821 \cdot 273) / (1 \cdot 122,6) = \text{ml. } 1,8282 \approx 1,8$

Determino il volume dell'ossigeno derivante da 1,8 volumi di KClO₃ al 100%:

$2 : 3 = 1,8 : x \quad \text{ml} \cdot x = (3 \cdot 1,8) / 2 = \text{ml. } 2,7$

Determino i volumi di ossigeno derivanti da 1,8 volumi di KClO₃ al 90%:

$100 : 2,73 = 90 : \text{ml} \cdot x \quad \text{ml} \cdot x = (2,73 \cdot 90) / 100 = \text{ml. } 2,43$

Risposta

Il volume di ossigeno cercato è: ml 2,43

n° 2

Grammi 15 di alluminio reagiscono con acido cloridrico liberando idrogeno. Calcolare il volume di idrogeno misurato a 20° e 780 mm di Hg (mercurio)-

Sluzione

Scrivo la reazione chimica prevista:



Sapendo che: p.a.Al = g. 27

Determino i g. di Al a 1,02 atm. E 293°K

Sapendo che: $P \cdot V = g. \cdot R \cdot T / M$ trasformo imm di Hg in atm. $780 \text{ mm} / 760 \text{ mm} = 1,03 \text{ atm.}$

Ho: $1,03 \cdot x = 15 \cdot 0,0821 \cdot (273 + 20) \quad x = 15 \cdot 0,0821 \cdot (273 + 20) / (27 \cdot 1,3) = 12,9748 \approx 13 \text{ ml.}$

Determino il volume occupato da 15 g. di Al a 2,03 atm. E 293°C:

$2 : 3 = 13 : x \quad x = 3 \cdot 13 / 2 = 19,5 \text{ ml.}$

Risposta

Il volume di idrogeno misurato a 20° e 760 mm Hg è: 19,5 ml.

n° 3

L'alcool etilico brucia all'aria formando anidride carbonica (CO₂) e vapore acqueo (H₂O) . Calcolare il volume dei prodotti gassosi ottenuti dalla combustione di una molecola di alcool.

Soluzione

Scrivo la reazione chimica prevista:



Sapendo che: p.m. 2C = g. 24

5H = g. 5

OH = g. 17

p.m. = g. 46

Determino il volume di CO₂ e CO:

Sapendo che g. 48 = litri 22,412 ho

$22,412 \cdot 2 = \text{ml. } 44,824$ (volume di CO₂)

$33,412 \cdot 3 = \text{ml. } 67,236$ (volume H₂O)

Risposta

Il volume del prodotto gassoso CO₂ ottenuto dalla combustione gassosa di una molecola di

alcol è: ml 44,8.

Il volume del prodotto gassoso H₂O ottenuto dalla combustione gassosa di una molecola di alcol è: ml 67,2

n°4

Quando il formiato di sodio viene trattato con acido solforico concentrato si libera ossido di carbonio secondo l'equazione:



Che volume di CO si ottiene da grammi 5 di formiato di sodio alla pressione di 756 mm ed alla temperatura di 14°C?

Soluzione

Sapendo che: $P \cdot V = (g./M) \cdot R \cdot T$ da cui ho: $V = (g. \cdot R \cdot T) / (P \cdot M)$

Ed essendo: p.m. NaCOONa = g. 68

Determino il volume di formiato in litri corrispondente a 5 g.:

$$V = (g. \cdot R \cdot T) / (P \cdot M) = (5 \cdot 0,0821 \cdot (273 + 14)) / ((756 / 760) \cdot 68) = 1,741718 \text{ ml. } 1,742 \text{ di CO.}$$

N.B.- dato che il rapporto tra i volumi di formiato e ossido di carbonio è di 1:1 quindi da ml. 1,742, si otterranno 1,742 ml di ossido di carbonio.

Risposta

Il volume di CO che si ottiene da g. 5 di formiato alla pressione di 756 mm Hg ed alla temperatura di 14°C è ml. 1,742

n° 5

Grammi 18 di magnesio vengono fatti reagire con 100 ml di acido solforico diluito contenenti 200 g. di acido per litro. Calcolare:

a)- Se si scioglierà tutto il magnesio o quanto ne rimarrà indisciolti

b)- Il volume di idrogeno c. n. (condizioni normali) sviluppato.

Soluzione

Determino la reazione chimica prevista dal problema:



Determino i g. contenuti in 100 ml di H₂SO₄:

Sapendo che: p.m. H₂SO₄ = g. 98

p.a. Mg. = 24,3

$$1000 : 200 = 100 : x \quad x = 200 \cdot 100 / 1000 = \text{g. } 20$$

Determino i g. di Mg disciolti in 20 g. di H₂SO₄:

$$98 : 24,3 = 20 : x \quad x = 24,3 \cdot 20 / 98 = 4,9591 \text{ g. } 5$$

Determino la quantità di Mg indisciolti:

$$18 - 5 = \text{g. } 13 \text{ (Mg. Indisciolti)}$$

Determino i litri di H₂ s c.n.:

$$98 : 22,412 = 20 : x \quad x = 22,412 \cdot 20 / 98 = \text{litro } 4,5739 \text{ } 4,57 \text{ l.}$$

Risposta

Il magnesio non si scioglierà tutto ma ne resteranno g. 13 di Mg. Indisciolti.

Il volume di idrogeno sviluppato a c.n. è litri 4,57

n° 6

Quanti litri di cloro misurati a condizioni normali si possono ottenere da Kg 1 di pirolusite che ha un titolo del 78,5%?

Soluzione

Scrivo la reazione chimica alla quale il problema si riferisce:



Calcolo il p.m. della pirolusite (MnO₂):

$$\text{p.m. MnO}_2 = 87 \text{ (n° 1 Kg. = g. } 1000)$$

Determino le moli di pirolusite:

$n^{\circ}\text{moli} = P/g, p.p.m = g. 1000 / 87 = 11,4923 \quad 11,5 \text{ (n}^{\circ} \text{ moli MnO}_2\text{)}$
Determino i litri di pirolusite al 100%:

$$22,412 * 11,5 = 257,7$$

Determino i litri di pirolusite al 78%:

$$100 : 257,7 = 78,5 : \%x \quad \&x = 257,7 * 78,5 / 100 = 202,2945 \quad 202,3 \&$$

N.B.- dato che il rapporto tra i volumi di pirolusite e cloro sono di 1:1; quindi da 202,3 litri di pirolusite si otterranno 202,3 litri di cloro.

Risposta

Da 1Kg. di pirolusite misuto a c.n. con un titolo del 78% si poaaono ottenere litri 203,3.

n° 7

Quante ore di illuminazione si possono avere con una lampada ad acetilene caricata con Kg 1 di carburo di calcio sapendo che la lampada consuna 50 litri all'ora di acetilene a 25° e 743 mm di Hg.

Soluzione

Scrivo la reazione chimica prevista dal problema:



Determino il n° di moli di CaC₂

Sapendo che: p.m.CaC₂ = g. 64 1 Kg. = 1000 g. $T = 273^{\circ} + 25^{\circ} = 298^{\circ}\text{K}$

$$P(\text{atm.}) = 743 / 760 = 0,98 \text{ atm.}$$

$$n^{\circ}\text{moli CaC}_2 = P/g. / p.m. = 1000 / 64 = 15,6 \text{ moli}$$

Determino il volume a condizioni normali (c.n.)

$$\text{Sapendo che: } P*V=n*R*T \text{ da cui ho: } V = n*R*T / P = (15,6*0.0821*298) / 0,98 = 386,84 \text{ litri}$$

Determino le ore di illuminazione della lampada ad acetilene:

$$n^{\circ} \text{ ore illuminazione} = 386,84 / 50 = 8\text{h } 74'$$

Risposta

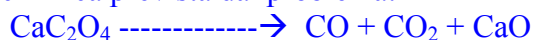
Con la lampada ad acetilene che opera nelle condizioni date dal problema si possono avere 8h 74' ore di illuminazione.

n° 8

Quanti litri di ossido di carbonio (CO) e di anidride carbonica (CO₂) e quanti grammi di ossido di calcio (CaO) si ottengono per riscaldamento da 10 g. di ossalato di calcio [Ca(COO)2]?

Soluzione

Scrivo la reazione chimica prevista dal problema:



Determino i grammi di CaO:

Sapendo che: p.m. CaC₂O₄ = g. 128,1 p.m. CaO = g. 56

$$128,1 : 56 = 10 : \text{xg. CaO} \quad \text{xg. CaO} = (56*10) / 128,1 = \text{g. } 4,372 \text{ (g. CaO)}$$

Determino il volume in litri di CO e CO₂:

$$128,1 : 22,412 = 10 : \text{xl. Co e CO}_2; \quad \text{xl. Co e CO}_2 = (22,412*10) / 128,1 = \text{litri } 1,75 \text{ di CO e CO}_2$$

N.B.- Questo risultato è valido sia per l'ossido di carbonio che per l'anidride carbonica dato che il rapporto tra i volumi è di 1;1

Risposta

Dal riscaldamento di 10 g. di ossalato di calcio si ottengono g. 4,372 di CaO e litri 1,75 sia di CO che di CO₂.

n° 9

L'acqua ossigenata in presenza della luce si decompone in acqua ed ossigeno. Che volume di ossigeno misurato a 20°C e 765 mm si può formare dalla decomposizione di 200 g. di

H₂O₂ al 30%.

Soluzione

Scrivo la reazione chimica delineata dal problema proposto:



Determino il volume occupato da 5,87 moli di acqua ossigenata:

$T=273+20=293^\circ\text{K}$ $P(\text{in atm.})=765 / 760=1,01$ p.m.H₂O₂= 34 g.

$V \cdot P = (g./M) \cdot R \cdot T$ da cui ho $V = (g. \cdot R / P \cdot M) = (200 \cdot 0,0821 \cdot 293) / (1,01 \cdot 34) = 140,1 \text{ l.}$

Determino i litri di ossigeno che si ottengono da 140,1 di H₂O₂:

$140,1 / 2 = \text{litri } 70,05$

Determino i litri di ossigeno al 30%:

$100 : 70,05 = 30 : x_{\text{O}_2 \text{ al } 30\%}$ $x_{\text{O}_2 \text{ al } 30\%} = 70,05 \cdot 30 / 100 = 21,02 \text{ litri}$

Risposta

Il volume di ossigeno alle condizioni date dal problema è di litri 21,02.

n° 10

Un carbone fossile contiene il 2,2% di zolfo in peso .

Che volume di anidride solforosa di forma dalla combustione di una tonnellata di questo carbone?

Soluzione

Determino i g. di zolfo contenuto in una tonnellata:

Sapendo che: 1 tonnellata di carbone = g. 1000000

$100 : 2,2 = 1000000 : x_{\text{g}}$ da cui ho $x = (2,2 \cdot 1000000) / 100 = \text{g. } 22000$ di zolfo

Determino il volume di anidride di anidride solforosa che si forma dalla combustione di 2 t. di carbone:

Sapendo che: p.a. S =32,1 g ho:

$22412 : 32,1 = x_{\text{V di SO}_2} : 22000$ $x_{\text{V.SO}_2} = (22,412 \cdot 22000) / 32,1 = 1536,24933 \text{ } 15360$

Risposta

Dalla combustione di una tonnellata di carbone contenente il 2,2% di zolfo si ottiene un volume di SO₂ di 15360.

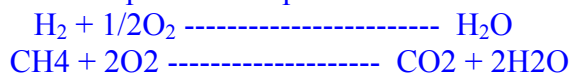
n° 11

Una miscela costituita da volumi uguali idrogeno e metano viene bruciata all'aria. Che volume di aria (80% di N₂ e 20% di O₂) è necessario per la combustione completa di un litro della miscela?

Soluzione

Sapendo che nell'aria è 1/ 5 di O₂ :

Scrivo la reazione chimica prevista dal problema:



Determino il volume di O₂ per mezzo del quale reagisce un litro di miscela:

Sapendo che:

$22,412 \cdot 2 = 44,824$ doppio volume di una grammomolecola di H a 0°C e 1 atmosfera (c.n.)

$44,624 : 56,030 = 1 : x_{\text{vol.O}_2}$ $x_{\text{vol.O}_2} = 1,2556 \text{ } 1,26$

Determino il corrispondente volume di aria:

$1,26 \cdot 5 = \text{Litri } 6,30$

Risposta

Per la combustione completa di un litro della miscela sarà necessario un volume d'aria pari a litri 6,30

n° 12

Alla pressione di 742 mm e alla temperatura di 27°C dell'anidride carbonica secca viene

fatta assorbire su di una soluzione di potassa caustica. Viene osservato un aumento in peso della soluzione dei gr. 2,3

Calcolare il volume di anidride carbonica assorbito,

Soluzione

Determino il volume di CO₂:

Sapendo che: p.m. CO₂= 44 e sapendo che: $P \cdot V = (g./M) \cdot R \cdot T$ e $T = 273 + 27 = 300$ mm

$P = 742 / 760 = \text{atm.} 0,98$ e da cui ho:

$V = (g./M) \cdot R \cdot T / P \cdot M = (2,3 \cdot 0,0821 \cdot 300) / (0,98 \cdot 44) = 1,3138$ litri

Risposta

Il volume di anidride carbonica assorbito è litri 1.3138

n° 13

15 ml di ossido di carbonio (CO) vennero mescolate con 5 ml di ossigeno e fatti esplodere. Qual è il volume e la composizione del gas residuo.

Soluzione

Scrivo la reazione chimica prevista dal problema:



Determino il volume di CO₂ e il residuo di CO dopo l'esplosione:

"10ml. di CO reagiscono con 5 ml. di ossigeno per dare 10 ml. di CO₂; avvenuta la reazione rimangono ancora (15ml.-10ml= 5ml.CO) 5 ml. di CO. Il volume è di 10 ml. e il residuo 5ml. di CO".

Risposta

Il volume e la composizione del gas residuo è di 10 ml. e 5 ml.

n° 14

48,7 ml. di ossigeno vennero raccolti in un audiometro con camicia riscaldante ad una temperatura superiore ai 100°. Vi si aggiungano 45 ml. di idrogeno e la miscela viene fatta esplodere. Calcolare il volume e la composizione della miscela risultante.

Soluzione

Scrivo la reazione prevista dal problema:



N.B.-45 ml. di idrogeno reagiscono con 22,5 ml. di ossigeno per dar luogo a 45 ml. di vapore acqueo.

Determino la quantità di idrogeno rimanente:

$48,7 - 22,5 = 26,2$ (ossigeno residuo)

Determino il volume totale della miscela:

$45 + 26,2 = 71,2$ (volume totale miscela)

Determino la % di O₂ nella miscela ottenuta:

$71,2 : 26,2 = 100 : x\% \text{O}_2$ $x\% \text{H}_2\text{O} = (26,2 \cdot 100) / 71,2 = 36,7978$ 36,8 (% O₂)

Determino il % di H₂O (nella miscela)

$71,2 : 45 = 100 : x\% \text{H}_2\text{O}$ $x\% \text{H}_2\text{O} = (45 \cdot 100) / 71,2 = 63,2911$ 63,3

Risposta

Il volume della miscela e la composizione della miscela sono: V = 71,2 %O₂ = 36,8 e %H₂O=63,3.

n° 15

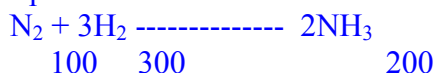
Una miscela è costituita da 100 ml. di azoto e 200 ml. di ossigeno. Si aggiungono 500 ml. di idrogeno, e la miscela viene fatta esplodere. Calcolare il volume dopo l'esplosione.

a)- Se non si fa condensare l'acqua

c)- Se si fa condensare l'acqua.

Soluzione

Scrivo la reazione prevista dal problema:



a)- Se non si fa condensare l'acqua:

$$300 \cdot 200 / 100 = \text{ml } 600$$



c)- Se si fa condensare l'acqua:

$$400 \cdot 100 / 200 = 200 \text{ ml}$$

Risposta

Il volume dopo l'esplosione con acqua non condensata è: ml. 600

Il volume dopo l'esplosione con acqua condensata è: ml. 200

VI

PESO EQUIVALENTE = VALENZA = PESO ATOMICO

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments

b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Un ossido d'alluminio contiene il 52,91% d'alluminio. Determinare il peso equivalente e la valenza dell'alluminio.

Soluzione

Determino il % di ossigeno:

$$100 - 52,91 = 47,09\% \text{ (% di ossigeno)}$$

Determino il p.e. dell'alluminio:

$$47,09 : 8 = 52,91 : x \text{ da cui } x = 8 \cdot 52,91 / 47,09 = 8,99$$

Determino la valenza dell'alluminio:

Sapendo che: p.a. Al = 27

$$\text{valenza} = \text{p.a} / \text{p.e.} = 27 / 8,99 = 3$$

Risposta

Il p.e. di Al = 8,99

La valenza dell'alluminio = 3

n° 2

In base al principio dell'equivalenza calcolare, senza determinare l'equazione di reazione.

a)- quanto solfato di rame reagisce con 2,4 g. di solfuro di sodio per produrre solfuro rameico e solfato di sodio?

b)- quanti g. di zinco reagiscono con g. 11 di idrossido di sodio formando idrogeno e zinco di sodio?

c)- quanti g. di idrossido di sodio reagiscono con 30 g. di solfato di alluminio?

Soluzione

a)- quanto solfato di rame reagisce con 2,4 g. di solfuro di sodio per produrre solfuro rameico e solfato di sodio?

Soluzione a)

Sapendo che: p.a.Cu = 63,5 p.e. = p.a. (m) / valenza
 p.a. S = 32
 p.a. 4O = 64
 p.m. = 159,5

Determino il p.e. di CuSO₄:

$$\text{p.e. CuSO}_4 = 159,5 / 2 = 79,75$$

Determino la quantità di CuSO₄ che reagisce con Na₂S:

$$\text{Sapendo che: } 2\text{Na} = \text{g. } 46 \qquad \text{p.e. Na}_2\text{S} = 78 / 2 = \text{g. } 39$$

$$\text{S} = \text{g. } 32 \quad \text{p.m.} = \text{g. } 78$$

$$x / 79,75 = 2,4 / 39 \quad \text{da cui ho } x = (79,75 \cdot 2,4) / 39 = 4,9076 \quad 4,91$$

Risposta a)

La quantità di CuSO₄ che reagisce con Na₂S: g. 4,91

b)- quanti g. di zinco reagiscono con g. 11 di idrossido di sodio formando idrogeno e zinco di sodio?

Soluzione b)

Determino i g. di zinco che reagiscono con l'idrossido di sodio:

$$\text{Sapendo che: p.a Zn} = \text{g. } 65 \qquad \text{p.e Zn} = 65 / 2 = 32,5$$

$$\text{Na} = \text{g. } 23$$

$$\text{HO} = \text{g. } 17 \qquad \text{p.e. NaOH} = 40 / 1 = \text{g. } 40$$

$$\text{p.m.} = \text{g. } 40$$

$$x / 32,5 = 11 / 40 \quad \text{da cui ho: } x\text{Zn} = (32,5 \cdot 11) / 40 = \text{g. } 8,9375 \quad \text{g. } 9 \text{ (g. di Zn)}$$

Risposta b)

I grammi di Zn cercati sono: g. 9

c)- quanti g. di idrossido di sodio reagiscono con 30 g. di solfato di alluminio?

Soluzione c)

Determino i g. NaOH che reagiscono con g. 30 con Al₂(SO₄)₃:

$$\text{Sapendo che: Na} = 23$$

$$\text{OH} = 17$$

$$\text{p.m.} = 40$$

$$\text{p.e. NaOH} = 40 / 1 = \text{g. } 40$$

$$\text{Sapendo che: } 2\text{Al} = 54$$

$$3\text{S} = 96,3$$

$$12\text{O} = 192$$

$$\text{p.m.} = 342,3$$

$$\text{p.e. Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 342,3 / 6 = 57,05 \quad \text{g. } 57$$

$$x / 40 = 30 / 57 \qquad x\text{NaOH} = 30 \cdot 40 / 57 = \text{g. } 21,0526 \quad \text{g. } 21 \text{ di NaOH}$$

Risposta c)

I g. di idrossido di sodio sono: g.21

n° 3

Determinare il peso equivalente e la valenza dello stagno:

a)- nell'ossido che contiene 88,12% Sn

b)- nell'ossido che contiene 78,77% Sn

Soluzione

a)- nell'ossido che contiene 88,12% Sn

Soluzione a)

Determino il p.e. e la valenza dello Sn che nell'ossido contiene 88,12% di Sn:

Sapendo che: 100 - 88,12 = 11,88% (ossigeno)

$$88,12 / x = 11,88 / 8 \quad \text{da cui ho: } x = 88,12 \cdot 8 / 11,88 = 59,3400 \quad 59,3$$

$$\text{valenza} = \text{p.a.} / \text{p.e.} = 118,75 / 59,35 = 2 \text{ (Valenza dello stagno)}$$

Risposta a)

Il p.e. e la valenza dello Sn che nell'ossido contiene 88,12% di Sn:

b)- nell'ossido che contiene 78,77% Sn

Soluzione b)

Determino il p.e. e la valenza dello Sn che nell'ossido contiene 78,77% di Sn:

Sapendo che: $100 - 78,77 = 21,23\%$

$78,77 / x = 21,33 / 8 \quad x_{p.e.Sn} = 78,77 \cdot 8 / 21,33 = 29,5434 \quad 29,54$

valenza = p.a. p.e. = $118,75 / 29,53 = 4,0213 \quad 4$

Risposta b)

Il p.e. e la valenza dello Sn che nell'ossido contiene 78,77% di Sn:

p.e.Sn = 29.54 e valenza è 4

n° 4

Macinando in un mortaio il mercurio e lo iodio si ottenne un composto di color verde; un campione di g. 0.5 di questo sale venne analizzato e venne determinato che il suo contenuto in mercurio era di g. 0,3059.

Calcolare il peso equivalente del mercurio sapendo che il peso equivalente dello iodio è g. 127.

Soluzione.

Determino i g. di iodio contenuti in g. 0,5 della miscela:

$0,5 - 0,3059 = g. 0,1941$

Determino il p.e. del mercurio:

$0,1941 / 127 = 0,3059 / x \quad x = (127 \cdot 0,3059) / 0,1941 = 200,1509 \quad 200,2$

Risposta

Il peso equivalente del mercurio è: p.e. Hg = g. 200,2

n° 5

Il fosforo si combina con il cloro formando due composti a e b che sottoposti d analisi, fornirono i seguenti risultati:

a)- P : 10,15 Cl : 34,85 b)- P : 8,762 Cl : 50,17

Calcolare il peso equivalente del fosforo nei due composti sapendo che quello del cloro è 35,5.

Soluzione

Determino il p.e. del fosforo con Cl = 34,85:

$10,15 / x = 34,85 / 35,5 \quad x_{p.e.P} = (10,15 \cdot 35,5) / 34,85 = 10,3393 \quad 10,34 \text{ (p.e.P)}$

Determino il p.e. del fosforo con Cl = 50,17:

$8,762 / x = 50,17 / 35,5 \quad x_{p.e.P} = (8,762 \cdot 35,5) / 50,17 = 6,1999 \quad 6,20 \text{ (p.e.P)}$

Risposta

Il p.e. del fosforo con Cl = 34,85 è: p.e.P = 10,34 g.

Il p.e. del fosforo con Cl = 50,17 è: p.e.P = 6,20 g.

n° 6

Grammi 2,94 di nichel (valenza = 2) si combinano con un elemento x per formare 4,49 g. di un composto.

Calcolare il peso equivalente dell'elemento x.

Soluzione

Determino il p.e. del nichel:

Sapendo che: p.a.Ni = 58,69

p.e.Ni = p.a. / valenza = $58,69 / 2 = g. 29,345 \quad 29,35$ (peso equivalente Ni)

Determino il p.e. del composto x:

Sapendo che: g. composto $x = 4,49 - 2,94 = 1,55$ g.
 $2,94 / 29,35 = 1,55 / x$ $x(\text{com.inc.}) = (2,94 \cdot 1,55) / 29,35 = 15,4736 \approx 15,47$ (p.e. el.x)

Risposta

Il peso equivalente dell'elemento x è: p.e.x = g. 15,47

n° 7

Determinare il peso equivalente del rame in CuO e in Cu₂O.

Soluzione

Determino il peso equivalente (p.e.) di Cu in CuO:

Sapendo che: p.e. = p.a. / valenza p.a. Cu = 63,6

CuO (Cu bivalente) p.e.Cu+2 = (p.a. / Valenza = $63,6 / 2 = 31,8$ (p.e. Cu bival.)

Determino il p.e. di Cu monovalente in Cu₂O:

Cu₂O (Cu monovalente) p.e. Cu monov. = $63,6 / 1 = 63,6$ (p.e. Cu monov.)

Risposta

Il p.e. di Cu bivalente è: 31,8 g.

Il p.e. di Cu monov. è: 63,6 g.

n° 8

Determinare il peso equivalente del cloroplatinato di sodio (Na₂PtCl₆) secondo che esso venga usato:

a)- per il suo contenuto in sodio

b)- per il suo contenuto in platino

c)- per il suo contenuto in cloro

Soluzione

Determino il p.e. di Na, Pt, Cl nel cloroplatinato di sodio:

Sapendo che: 2Na = 46

Pt = 195,2

6Cl = 213

p.m. = 454,2

p.e. 2Na = $454,2 / 2 = \text{g. } 227,1$ p.e. Pt = $195,2 / 1 = 195,2$ p.e. 6Cl = $213 / 6 = \text{g. } 35,5$

Risposta

I p.e. di Na, Pt, Cl nel cloroplatinato di sodio: p.e.2Na = g. 227,1 p.e. Pt = 195,2 e il p.e. 6Cl = g. 35,5

n° 9

Determinare il peso equivalente di NaAl(SO₄)₂·12H₂O quando viene considerato rispetto al suo contenuto:

a) in sodio Na b)- in alluminio Al c) in SO₄ = 4 ?

Soluzione

Determino i p.e. di Na, Al, SO₄ =

4 in NaAl(SO₄)₂·12H₂O:

Calcolo il p.m. Na = g. 23

Al = g. 27

(SO₄)₂ = g. 192,2

24H = g. 24

12O = g. 192

p.m. = g. 458,2

p.e.Na = $458,2 / 23 = \text{g. } 19,92$; p.e.Al = $27 / 1 = \text{g. } 27$; p.e.2SO₄ = $192,2 / 2 = \text{g. } 96,1$

Risposta

I p.e. di Na, Al, SO₄ = 4 in NaAl(SO₄)₂·12H₂O sono: p.e.Na = g. 19,92 p.e.Al = g. 27 p.e. SO₄ = g. 96,1

$$2\text{SO} = 4 \quad 114,6$$

n° 10

Grammi 6,842 di polvere di rame furono riscaldati in corrente di ossigeno. L'ossido che si ottenne pesava g. 8,567. Calcolare il peso equivalente del rame.

Soluzione

Determino l'ossigeno contenuto in g. 8,567 di ossido:

$$g.O = 8,567 - 6,842 = g. 1,725$$

$$\text{Spendo che: } p.e. O_2 = g. 8$$

$$1,725 / 8 = 6,842 / x \text{ da cui } x (p.e.Cu) = 8 \cdot 6,842 / 1,725 = g. 31,7310 \quad g. 31,73$$

Risposta

Il peso equivalente (p.e.) del rame è: p.e.Cu = g. 31,73

n° 11

Quando 3,5 g. Di un metallo reagiscono con un acido, si sviluppano 250 cc. di idrogeno a c. n. (= condizioni normali). Calcolare il peso equivalente del metallo.

Soluzione

N.B.- Un equivalente di idrogeno occupa ml. 112,06

Determino il p.e. del metallo:

$$250 / 11206 = 3,5 / x \quad x (p.e.metallo) = (3,5 \cdot 11206) / 250 = g. 156,884 \quad 156,9 (p.e. metallo)$$

Risposta

Il peso equivalente del metallo è: g.156,9

n°12

Il cloruro di un elemento fu trasformato quantitativamente nel corrispondente ossido e si ottennero da g. 0,1287 di cloruro, g. 0,1057 di ossido. Calcolare il peso equivalente dell'elemento.

Soluzione

$$\text{Sapendo che: } p.e.Cl = 35,5$$

$$p.e.O = g. 8$$

Determino il p.e. dell'elemento:

$$0,1827 / x + 35,5 = 0,1057 / x + 8$$

$$0,1827 \cdot (x + 8) = 0,1057 \cdot (x + 35,5)$$

$$x \cdot 0,1827 + 1,4616 = x \cdot 0,1057 + 3,7524; \quad 0,077x = 2,2908; \quad x = 29,7506 \quad 29,75 (p.e. metallo)$$

Risposta

Il peso equivalente del metallo è: p.e. metallo = 29,75

n° 13

I prezzi dello zinco, del ferro e del magnesio sono rispettivamente 150, 120 e 1600 lire al Kg. I pesi equivalenti di questi elementi sono 32, 5, 28 e 12. Calcolare il costo di un grammo di idrogeno ottenuto trattando questi metalli con acido solforico diluito.

Soluzione

Determino il costo di un grammo di idrogeno ottenuto trattando questi metalli: Zn, Fe, Mg con acido solforico diluito:

$$\text{Sapendo che: } p.e. Fe \quad 28; \quad p.e. H \quad 1$$

$$p.e. Zn \quad 32,5 \quad p.e. H \quad 1$$

$$p.e. Mg \quad 12 \quad p.e. H \quad 1$$

$$1000 : 100 = 20 : x \quad x = 3,36 \quad (\text{costo } 1g. H - Fe)$$

$$1000 : 150 = 32,5 : x \quad x = 4,88 \quad (\text{costo } 1g. H - Zn)$$

$$1000 : 1600 = 12 : x \quad x = 19,20 \quad (\text{costo } 1g. H - Mg)$$

Risposta

Il costo di un grammo di idrogeno ottenuto scaldando questi metalli con acido solforico diluito: Fe = £ 3,36 (costo 1g. H - Fe)

Zn = £ 4,88 (costo 1g . H - Zn)
Mg. = £ 19,20 (costo 1g. H - Mg)

n° 14

Grammi 1,08 di un ossido metallico per riscaldamento si decompongono nel metallo e nell'ossigeno, si ottengono 56,0 ml. di ossigeno misurato a c, n, (condizioni normali (0° e 1 atmosfera).

Qual è il peso equivalente del metallo?

Soluzione

Determino il p.e. del metallo:

Sapendo che: p.m. O₂ = g. 32

$22412 : 32 = 56 : x$ $x(\text{p.e. metallo}) = 32 \cdot 56 / 22412 = 0,0799 = \text{g. } 0,08$

$1,08 - 0,08 = \text{g. } 1$ (g. del metallo)

$1 / x = 0,08 / 8$ $x (\text{p.e. metallo}) = 1 \cdot 8 / 0,08 = \text{g. } 100$ (p.e. metallo)

Risposta

Il peso equivalente del metallo è g.100

n° 15

Il fluoruro di un metallo contiene 18,92% di acqua di cristallizzazione e 19,9% di fluoro. Calcolare la formula empirica del fluoro.

Soluzione

Determino il probabile peso atomico (p.a.) del metallo:

Sapendo che: p.a. F = 19 p.m.H₂O = g. 18

Peso atomico metallo = $6,4 / 0,028 = \text{g. } 229,5714$ 230

Determino il % del metallo:

$18,92 + 19,9 = 38,82$ (%F + %H₂O)

$100 - 38,82 = 61,18\%$ (% metallo)

Calcolo la formula empirica del composto:

$x : y : z = \text{Me} : \text{F} : \text{H}_2\text{O}$

coeff. Me = $\% \text{ Me} / \text{p.a. Me} = 61,18 / 230 = 0,27$ $0,27 / 0,27 = 1$

coeff. F = $\% \text{ F} / \text{p.a. F} = 19,9 / 19 = 1,05$ $1,05 / 0,27 = 3,89$ 4 $\text{MeF}_{4.4}\text{H}_2\text{O}$

coeff.H₂O = $\% \text{H}_2\text{O} / \text{p.m.} = 18,92 / 18 = 1,05$ $105 / 0,27 = 3,89$ 4

N.B.- per trovare gli indici della formula empirica divido il coeff. Minimo per il coeff. di ciascuno elemento.

Risposta

La formula empirica del composto è : $\text{MeF}_{4.4}\text{H}_2\text{O}$ (tetrafluorure tetato di Me)

VIII

CONCENTRAZIONE DELLE SOLUZIONI

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Quanti moli si solfato di alluminio vi sono in 20 ml. di una soluzione 3M ?

Soluzione

$\text{ml. } 1000 : n^\circ \text{ M} = \text{ml. } 20 : x\text{M } [\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$

$$1000 : 3M = 20 : xM$$

$$xM = 3M \cdot 20 / 1000 = 0,06 M$$

Risposta

In 20 ml. di $[Al_2(SO_4)_3]$ vi sono 0,06 M.

n° 2

**Quanti grammi di idrossido di calcio $[Ca(OH)_2]$ vi sono in 800 ml. di una soluzione 0,12 N ?
Quante millimoli e quanti milliequivalenti ?**

Soluzione

Sapendo che: p.m. $[Ca(OH)_2] = 74,09$ p.e. $[Ca(OH)_2] = p.m. / 2 = 37,045$

Determino i grammi di idrossido di calcio contenuto in una soluzione 0,12 N)

$$=,12N = 0,12 \cdot 37,045 = 4,4454 \text{ circa} = 4,45$$

Determino i grammi contenuti in 800 ml. di soluzione 0,12 N:

$$1000 : 4,45 = 800 : xg. \quad Xg. = 4,45 \cdot 800 / 1000 = g. 3,56$$

Determino le moli e le millimoli di idrossido

$$M = Pg. / p.m. = 3,56 / 74,09 = 0,04806 \text{ circa} = 0,048$$

$$\text{Millimoli} = 0,048 \cdot 1000 = 48$$

Determino il n° di equivalenti e di milliequivalenti:

$$e = Pg. / p.e. = 3,56 / 37,045 = 0,096$$

$$\text{mme} = e \cdot 1000 = 96,0993 \text{ circa} = 96$$

Risposte

I g. di idrossido di calcio presenti in 800 ml. di una soluzione 0,12 N sono: g. 3,56

Le moli di idrossido di calcio presenti in 800 ml. di una soluzione 0,12 N sono: 48 M

**Le milliequivalenti di idrossido di calcio presenti in 800 ml. di una soluzione 0,12 N sono:
96 mm.e.**

n° 3

Per una reazione sono necessari 12 g. di acido solforico.

Quanti millilitri di una soluzione 1,8 N si debbono usare ?

Soluzione

Sapendo che p.m. $H_2SO_4 = 98,074$ p.e. = p.m. / 2 = 98,074 / 2 = 49,036

Determino g. corrispondenti a una soluzione 1,8 N di acido solforico:

$$p.e. = 1,8 \cdot N = 1,8 \cdot p.e. = 1,8 \cdot 49,036 = 88,2648 \text{ circa} = g. 88,26$$

Determino i ml. di una soluzione 1,8 N che si debbono usare:

$$1000 : 88,26 = x : 12$$

$$x\text{ml.} = (1000 \cdot 12 / 88,26 = 135,9619 \text{ circa} = \text{ml. } 136$$

Risposta

Si debbono usare ml. 136.

n° 4

Eeguire le conversioni delle concentrazioni delle seguenti soluzioni in quelle indicate:

a)- 3 M H_2SO_4 in normalità

b)- 0,35 N $Ca(OH)_2$ in molarità

c)- 5 g. Na_2SO_4 / litro in molarità

d)- 20 mg. $CuSO_4$ /ml in molarità

e)- 5% $NaCl$ in moli $NaCl$ / Kg (solvente molalità)

f)- 1 molale $NaCl$ in % in peso

Soluzione

a)- 3 M H_2SO_4 in normalità

Essendo $M = 2N$ sarà $3 M = 3 \cdot 2N = 6N$ (di H_2SO_4)

b)- 0,35 N $Ca(OH)_2$ in molarità

Essendo $M [Ca(OH)_2] = 2N$ sarà $0,35N [Ca(OH)_2] = 0,35 / 2 M = 0,175 M$ di Ca_2SO_4

c)- 5 g. Na_2SO_4 / litro in molarità

Essendo p.m. (Na_2SO_4) = g. 142,04 avrò:

$$1 : 142,04 = x \text{ ml.} : 5 \text{ xml.} = 1 * 5 / 142,04 = 0,03520 \text{ circa} = 0,035 M$$

d)- 20 mg. $CuSO_4$ /ml in molarità

Sapendo che p.m. ($CuSO_4$) = 159,60

Determino la molarità di $CuSO_4$:

$$Pg = 20 \text{ mg.} \quad p.m. = 159,60$$

$$M (CuSO_4) = Pg / p.m. = 20 / 159,60 = 0,125313 \text{ circa} = 0,125 M$$

e)- 5% $NaCl$ in moli $NaCl$ / Kg (solvente molalità)

Sapendo che p.m. ($NaCl$) = 58,443

Determino i g. di $NaCl$ contenuti in ml. 1000:

$$95 : 5 = 1000 : xg. \quad Xg. = (5 * 1000) / 95 = xg = 52,6316 \text{ curca} = g. 52,63$$

$$\text{molalità} = Pg / p.m. = 52,63 / 58,443 = 0.9001 \text{ circa} = 0,90 \text{ molale}$$

f)- 1 molale $NaCl$ in % in peso

Sapendo che p.m. ($NaCl$) = 58.443

$$\text{Determino il \% in peso: } [58,443 / (58,443 + 1000)] * 100 = 5,5216 \text{ circa} = 5,52\%$$

Risposte

a)- 3 M H_2SO_4 in normalità = 6 N

b)- 0,35 N $Ca(OH)_2$ in molarità = 0,175M

c)- 5 g. Na_2SO_4 / litro in molarità = 0,035 M

d)- 20 mg. $CuSO_4$ /ml in molarità = 0,125 M

e)- 5% $NaCl$ in moli $NaCl$ / Kg (solvente molalità) = 0,90 molale

f)- 1 molale $NaCl$ in % in peso = 5,52%

n° 5

Quanto idrossido di sodio è necessario per preparare 300 ml. 0,037 N di $NaOH$?

Soluzione

Dato che il p.m. di $NaOH$ = 39,997

Determino i g. contenuti in una soluzione 0,037 N:

$$39,997 * 0,037 = g. 1,479889 \text{ circa} = 1,48 g.$$

Determino i g. necessari per preparare 300 ml. Di una soluzione 0,037 N:

$$1000 : 1,48 = 300 : xg. \quad xg. = 1,48 * 300 / 1000 = g. 0,444$$

Risposta

Per preparare 300 ml. di $NaOH$ 0,037 N di $NaOH$ servono g. 0,444.

n° 6

L'ammoniaca concentrata è una soluzione al 26% di NH_3 , la sua densità è 0,904 g/cc. Qual è la sua molarità e la sua normalità.

Soluzione

Sapendo che p.m. = p.e. = 17,031

Determino i g. contenuti in una soluzione di NH_3 al 26%:

$$100 : 904 = 26 : xg. \quad xg. = 904 * 26 / 100 = 235,04 g.$$

Determino il p.m = p.e.:

$$p.m = p.e. = Pg / p.m = p.e. = 235,04 / 17,032 = g. 13,80071634 \text{ circa} = 13,80 M = N$$

Risposta

La molarità è = la normalità = 13,80 M = N della soluzione.

Dell'ammoniaca gassosa viene fatta gorgogliare in acqua dando luogo ad una soluzione con peso specifico 0,83 e contenente 18,6% in peso di NH_3 . Qual è il peso di NH_3 per ml. di soluzione ?

Determino i grammi di NH_3 contenuti in un litro:

$$100 : 930 = 18,6 : \text{xg}, \quad \text{xg. } 18,6 \cdot 930 / 100 = 172,98 \text{ g.}$$
$$172,98 / 1000 = 0,17298 \text{ circa} = 0,173 \text{ mg. / ml.}$$

Il peso di NH_3 per ml. di soluzione è: mg. / ml. 173

Qual è la composizione percentuale in peso di idrossido di sodio presente in una soluzione 4 N di NaOH che ha un peso specifico di 1,15 ?

Sapendo che:

Determino i g. di NaOH contenuti in 1 litro di soluzione 4 N:

$$N = p.e * 4 \quad N = 39,997 * 4 = g. 159.976 \quad g. 160$$

Determino la % di una soluzione di NaOH 6 N con $d = 1,15$:

$$1150 : 160 = 100 : x\% \quad x\% = 160 * 100 / 1150 = 13,9130 \quad 14 \%$$

La % in peso di NaOH 4 N con $d = 1,15$ è: $\cong 14 \%$

Quanto H_2SO_4 al 45% si deve mescolare con H_2SO_4 L 13% per ottenere 100 cc. di H_2SO_4 al 20% ?

45		7
	20	
13		25

Determino le varie percentuali da miscelare:

$$32 : 7 = 100 : x\% \quad x\% = 100 \cdot 7 / 32 = \text{ml. } 21.875 \quad \text{ml. } 21,88 \text{ di H}_2\text{SO}_4 \text{ 45\%}$$
$$32 : 25 = 100 ; x\% \quad x\% = 25 * 100 / 32 = \text{ml. } 78,125 \quad \text{ml. } 78,13 \text{ di H}_2\text{SO}_4 \text{ 13\%}$$

Per ottenere la soluzione richiesta debbo miscelare ml. 21.88 di H_2SO_4 45% con ml.78,13 al 13%.

VALENZA = LEGAMI CHIMICI NUMERO
DI OSSIDAZIONE
REAZIONI IONICHE

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments

b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

NB- <-----> = 2 frecce, una da sinistra a destra e l'altra da destra a sinistra.

n° 1

Acido nitrico + carbonato acido di sodio:



Soluzione



Semplificando ho:



Risposta



n° 2

Solfato d'alluminio + ammoniaca:



Soluzione

Ionizzo e semplifico:



Semplifico:



Risposta



n° 3

Fosfato di ammonio + idrossido di sodio:



Soluzione

Ionizzo e semplifico:



Semplifico:



Risposta



n° 4

Cloruro di argento diammino + idrossido di sodio:



Soluzione

Ionizzo e semplifico:



Risposta



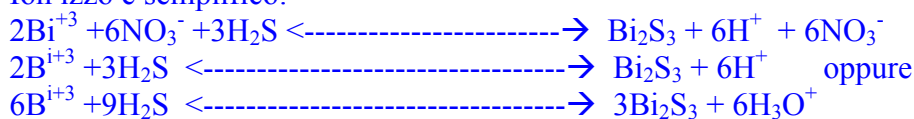
n° 5

Nitrato di bismuto + idrogeno solforato:



Soluzione

Ionizzo e semplifico:



Risposta



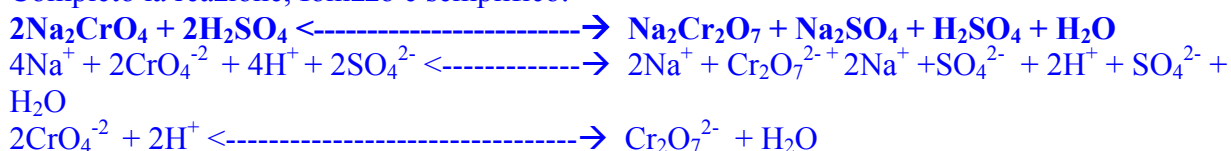
n° 6

Cromato di sodio + acido solforico:



Soluzione

Completo la reazione, Ionizzo e semplifico:



Risposta



n° 7

Acido perclorico + idrossido ferrico:



Soluzione

Ionizzo e semplifico:



Risposta



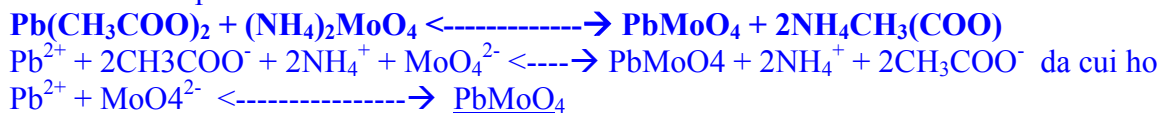
n° 8

Acetato di piombo + molibdato di ammonio:



Soluzione

Ionizzo e semplifico:



Risposta



N° 9

Tricloruro d'arsenico + idrogeno solforato :



Soluzione

Ionizzo e semplifico:





Risposta



IX

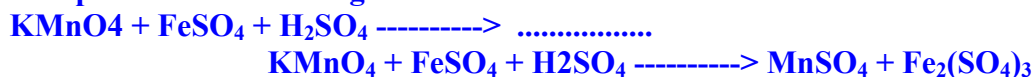
REAZIONI DI OSSIDO-RIDUZIONE

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974
- c)- Questi esercizi li puoi ritrovare, più sviluppati, nel mio Corso sulle Ossidoriduzioni

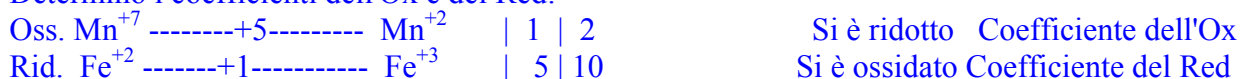
n° 1

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Si è ridotto Coefficiente dell'Ox

Si è ossidato Coefficiente del Red

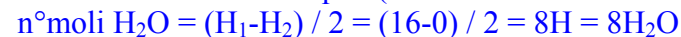
Scrivo i coefficienti dell'Ox e del Red nelle forme ossidate e Ridotte:



Determino il coefficiente dell'ambiente: (Solfati del 2° membro meno solfati del 1° membro)



Determino le moli di acqua: (n° H del 1° membro meno quelle presenti nel 2° eccettuata l'acqua):



Risposta

Il bilanciamento della reazione è:



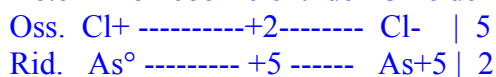
n° 2

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente basico:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Determino il coefficiente dell'ambiente:



Determino le moli di H₂O:

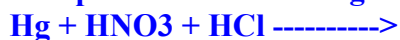


Risposta



n° 3

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



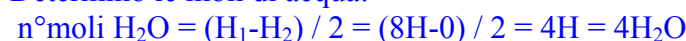
Scrivo i coefficienti dell'Ox e del Red nelle forme ossidate e Ridotte:



Determino il coefficiente dell'ambiente:



Determino le moli di acqua:



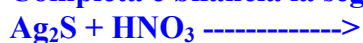
Risposta

Il bilanciamento della reazione è:



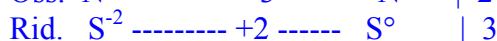
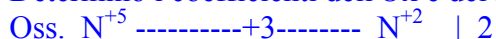
n° 4

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:

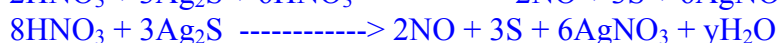


Soluzione

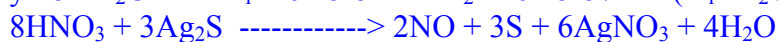
Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Determino il coefficiente dell'ambiente:



Determino le moli di H₂O:



Risposta



n° 5

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente basico:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Scrivo i coefficienti dell'Ox e del Red nelle forme ossidate e Ridotte:



Determino il coefficiente dell'ambiente:

L'ambiente è evidentemente basico ed è $2\text{Bi}(\text{OH})_3$



Determino le moli di acqua:

$$n^\circ \text{moli H}_2\text{O} = (\text{H}_1 - \text{H}_2) / 2 = (6 - 0) / 2 = 3\text{H} = 3\text{H}_2\text{O}$$



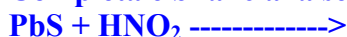
Risposta

Il bilanciamento della reazione è:



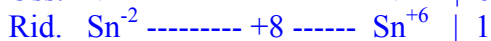
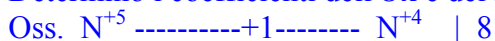
n° 6

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Determino il coefficiente dell'ambiente: (acido per HNO_3)

In questo caso l'Ossidante è anche ambiente = 8HNO_3



Determino le moli di H_2O :

$$n^\circ \text{moli H}_2\text{O} = n^\circ \text{H}_1 \text{ membro} - n^\circ \text{H}_2 \text{ membro} / 2 = (\text{H}_1 - \text{H}_2) / 2 = (8\text{H} - 0) / 2 = 4\text{H} = 4\text{H}_2\text{O}$$



Risposta



n° 7

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Scrivo i coefficienti dell'Ox e del Red nelle forme ossidate e ridotte:



Determino il coefficiente dell'ambiente:

$$x\text{HNO}_3 = 10\text{NO}_3 - 6\text{NO}_3 = 4\text{NO}_3 = 4\text{HNO}_3$$



Determino le moli di acqua: ($n^\circ \text{H}$ del 1° membro meno quelle presenti nel 2° eccettuata l'acqua):

$$n^\circ \text{moli H}_2\text{O} = (\text{H}_1 - \text{H}_2) / 2 = (4\text{H} - 0) / 2 = 2\text{H} = 2\text{H}_2\text{O}$$



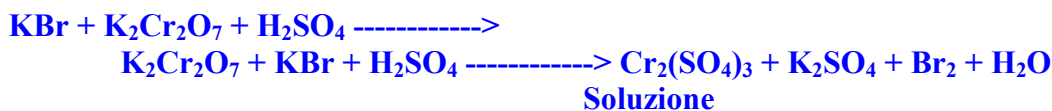
Risposta

Il bilanciamento della reazione è:

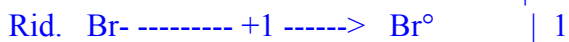
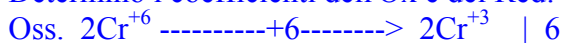


n° 8

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



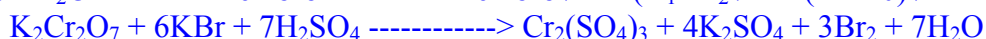
Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Determino il coefficiente dell'ambiente:



Determino le moli di H₂O:



Risposta



n° 9

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



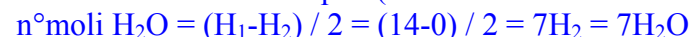
Scrivo i coefficienti dell'Ox e del Red nelle forme ossidate e Ridotte:



Determino il coefficiente dell'ambiente: (Solfati del 2° membro meno solfati del 1° membro)



Determino le moli di acqua: (n° H del 1° membro meno quelle presenti nel 2° eccettuata l'acqua):



Risposta

Il bilanciamento della reazione è:



n° 10

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



Soluzione

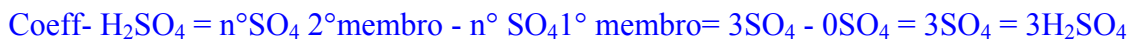
Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Determino il coefficiente dell'ambiente:



Determino le moli di H₂O:





Risposta



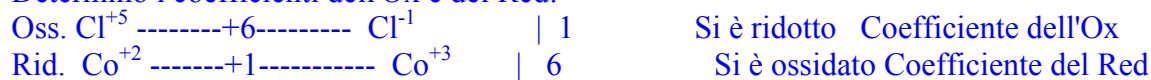
n° 11

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente basico:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Scrivo i coefficienti dell'Ox e del Red nelle forme ossidate e Ridotte:



Determino il coefficiente dell'ambiente: (Solfati del 2° membro meno solfati del 1° membro)

$$x\text{KOH} = 13\text{K} - 1\text{K} = 12\text{K} = 12\text{K} = 12\text{KOH}$$



Determino le moli di acqua: (n° H del 1° membro meno quelle presenti nel 2° eccettuata l'acqua):

$$n^\circ \text{moli H}_2\text{O} = (\text{H}_1 - \text{H}_2) / 2 = (12 - 0) / 2 = 6\text{H}_2 = 6\text{H}_2\text{O}$$



Risposta

Il bilanciamento della reazione è:



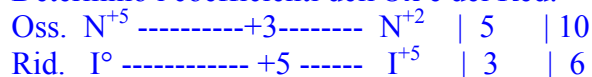
n° 12

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Scrivo i coefficienti dell'Ox e del Red nelle forme ossidate e Ridotte:



Determino il coefficiente dell'ambiente:

$$\text{Coeff- } x\text{HNO}_3 = n^\circ \text{NO}_2^\circ \text{membro} - n^\circ \text{NO}_3^\circ \text{1°membro} = 10 - 10 = 0 = 0\text{HNO}_3$$



Determino le moli di H₂O:

$$n^\circ \text{moli H}_2\text{O} = n^\circ \text{H}^\circ \text{1°membro} - n^\circ \text{H}^\circ \text{2° membro} / 2 = (\text{H}_1 - \text{H}_2) / 2 = (10\text{H} - 6\text{H}) / 2 = (10 - 6)\text{H} / 2 = 4\text{H} / 2 = 2\text{H}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$$

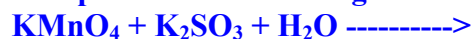


Risposta



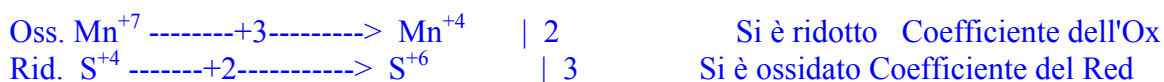
n° 13

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente basico:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Scrivo i coefficienti dell'Ox e del Red nelle forme ossidate e Ridotte:



Determino il coefficiente dell'ambiente:



Determino le moli di acqua: (n° H del 1° membro meno quelle presenti nel 2° eccettuata l'acqua):

$$n^\circ \text{moli H}_2\text{O} = (\text{H}_1 - \text{H}_2) / 2 = (2 - 0) / 2 = \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O}$$



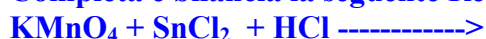
Risposta

Il bilanciamento della reazione è:



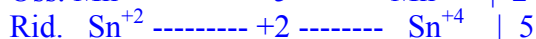
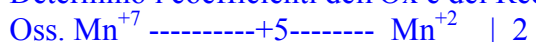
n° 14

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Determino il coefficiente dell'ambiente:

$$\text{Coeff- HCl} = n^\circ \text{Cloruri } 2^\circ \text{membro} - n^\circ \text{cloruri } 1^\circ \text{ membro} = 26\text{Cl} - 10\text{Cl} = 16\text{Cl} = 16\text{HCl}$$



Determino le moli di H₂O:

$$n^\circ \text{moli H}_2\text{O} = n^\circ \text{H } 1^\circ \text{membro} - n^\circ \text{H } 2^\circ \text{ membro} / 2 = (\text{H}_1 - \text{H}_2) / 2 = (16\text{H} - 0\text{H}) / 2 = 8\text{H}_2 =$$



Risposta



n° 15

Completa e bilancia la seguente Reazione di Ossidoriduzione in ambiente acido:



Soluzione

Determino i coefficienti dell'Ox e del Red:



Scrivo i coefficienti dell'Ox e del Red nelle forme ossidate e Ridotte:



Determino il coefficiente dell'ambiente: (Solfati del 2° membro meno solfati del 1° membro)

$$x\text{HNO}_3 = 6\text{NO}_3 - 6\text{NO}_3 = 0\text{NO}_3 = 0\text{HNO}_3$$



Determino le moli di acqua: (n° H del 1° membro meno quelle presenti nel 2° eccettuata l'acqua):

$$n^\circ \text{moli H}_2\text{O} = (\text{H}_1 - \text{H}_2) / 2 = (6 - 2) / 2 = 2\text{H}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$$



Risposta

Il bilanciamento della reazione è:



X

PRINCIPIO DELL'EQUIVALENZA APPLICATO ALL'ANALISI TITRIMETRICA

I

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

N° 1.

Calcolare il peso di soluto espresso in grammi presente nelle seguenti soluzioni.:

a)- 30 ml. AgNO₃ 0,05N

b)- 2 l. HCl 2,5 N

c)- 3 l. H₂SO₄ 1,5 N

d)- 1,5 l. Na₂CO₃ 2N

Soluzione

a)- 30 ml. AgNO₃ 0,05N p.m. = g. 169,87 p.e = p.m. / V = 169,87 / 1 = 169,87
1000 : (169,87*0,05) = 30 : x x = (169,87*0,05 * 30) / 1000 = g. 0,254805 circa= g. 0,2548

oppure

$$P/g. = ml \cdot N \cdot p.e / 1000 = (30 \cdot 0,05 \cdot 169,87) / 1000 = g. 0,2548$$

b)- 2 l. HCl 2,5 N p.m. = 36,461 p.e. = p.m. / V = 36,461 / 1 = 36,461 l. = ml. 1000
1000 : 36,461 = 2000 : x g. x g. = (36,461*2,5*2000) / 1000 = g. 182,305

oppure

$$P/g. = ml \cdot N \cdot p.e / 1000 = (2000 \cdot 2,5 \cdot 36,461) / 1000 = g. 182,305$$

c)- 3 l. H₂SO₄ 1,5 N p.m. = 98,074 p.e. = p.m. / V = 98,074 / 2 = 49,037
1000 : 49,037*1,5 = 3000 : x g. x g. = (49,037*1,5 * 3000) - 1000 = g. 220,6665
circa= g. 220,67

oppure

$$P/g. = ml \cdot N \cdot p.e / 1000 = (3000 \cdot 1,5 \cdot 49,037) / 1000 = g. 220,67$$

d)- 1,5 l. Na₂CO₃ 2N p.m. = g. 105,9798 p.e. = p.m. / V = g. 52,9899
1000 : 52,9899*2 = 1500 : x g. x g. = (52,9899*2*1500) / 1000 =
xg. 158,9697circa= g 158,97

oppure

$$P/g. = ml \cdot N \cdot p.e / 1000 = (1500 \cdot 2 \cdot 52,9899) / 1000 = g. 158,97$$

Risposte

Il peso del soluto espresso in grammi della soluzione a) è: g. 0,25 48

Il peso del soluto espresso in grammi della soluzione b) è: g. 182,305

Il peso del soluto espresso in grammi della soluzione c) è: g. 220,67

Il peso del soluto espresso in grammi della soluzione d) è: g. 158,97

n° 2

Come può essere preparata ciascuna delle seguenti soluzioni:

a)- 150 ml. 0,1 N di NaOH partendo da NaOH solido

b)- 100 ml. 0,1 N di NH₄OH partendo da una soluzione 1,1 N

c)- 1,5 litri 0,05 N di Ba(OH)₂ partendo da BaO solido

d)- 150 ml. 0,15 N di HCl partendo da HCl 12 N

Soluzione a)

a)- 150 ml. 0,1 N di NaOH partendo da NaOH solido

p.m.= 39,997

p.e. p.m. / V = 39,997 / 1 = 39,997

Determino il n° di equiv. Di NaOH:

150 : x = 1000 : 0,1 n°eq. = (150*0,1) / 1000 = 0,015 (n° di equivalenti)

Determino i g. di NaOH di questa soluzione:

p/g. = n°eq*p.e = 0,015*39,997= 0,59996circa= 0,6 g. (g. NaOH necessario)

oppure

p.e. = ml.*N / 1000 = (150*0,1) / 1000 = 0,015

Determino i g. di NaOH di questa soluzione:

p/g. = n°e.l.* p.e = (150*0,1*39,997) / 1000 = 0,584955 circa= 0,6 (gr. Di NaOH)

Soluzione b)

b)- 100 ml. 0,1 N di NH₄OH partendo da una soluzione 1,1 N*

p.m. = 35,046

Determino i grammi presenti 100 ml. 0,1 N di NH₄OH:

1000 : (0,1*35,046) = 100 : xg. xg. = (0,1*35,046*100) / 1000 = x g. 0,35046

1000 : (1,1*35,046) = x ml. : 0,35046 x ml. = (1000*0,35046) / (1,1*35,046) ml.

9,090909091= ml. 9,09 (diluire ml. 9,09 (di soluzione 1,1 N a ml. 100 per ottenere una soluzione 0,1 N)

oppure

V1 = ml. 100 C1 = 0,1N V = x C2 = 1,1 N

V*C1 = V*C2 da cui ho: Vx = (100 * 0,1) / 1,1 = ml. 9,09090909 circa= ml. 9,09 (diluire ml. 9,09 (di soluzione 1,1 N a ml. 100 per ottenere una soluzione 0,1 N)

Soluzione c)

.c)- 1,5 litri 0,05 N di Ba(OH)₂ partendo da BaO solido

p.m (BaO) = g.153,34

p.e. (BaO) = p.m./V = 153,34 / 2 = g. 76,67

Determino i grammi di BaO presenti in ml. 1500 di soluz. 0,05 N:

BaO+H₂O ----- Ba(OH)₂

1000 : (0,05*76,67) = 1500 : x ml. x ml. = (0,05*76,67*1500) / 1000 = g. 5,75025 = g. 5,750

(diluire I grammi trovati di BaO fino a l. 1,5 per ottenere una soluzione 0,05 N)

oppure

Sapendo che : V = 1500 N = 0,05

n°equ. = (V N) / 1000 = (1500*0,05) / 1000 = n°equ. 0,075

g. = n°equ. * p.e = 0,075*76,67 = 5,75025 circa= g. 5,750 (diluire I grammi trovati di BaO fino a l. 1,5 per ottenere una soluzione 0,05 N)

Soluzione d)

d)- 150 ml. 0,15 N di HCl partendo da HCl 12 N

Calcolo il volume di soluzione 12 N da diluire fino a ml. 150 per ottenere una soluzione 0,15 N:

Sapendo che: V1 = 150 C1 = 0,15 N V2 = x ml, C2 = 12 N

V1*C1 = xV2*C2 xV = (150*0,15) / 12 = ml. 1,875 circa= ml. 1,88 (diluire i ml. trovati di soluzione 12 N fino a ml. 150 per ottenere una soluzione 0,12 N)

Risposte

a)- I grammi di NaOH necessari per preparare la soluzione richiesta sono: g. 0,60.

b)- I ml. di soluzione 1,1 N da diluire per ottenere una soluzione 0,1 N sono: ml.9,09.

c)- I g. di BaO da diluire fino a l. 1,5 per ottenere una soluzione 0,05 N sono: g. 5,750.

d)- i ml. di HCl da diluire di soluzione 12 N fino a ml. 150 per ottenere una soluzione 0,15 sono: ml. 1,88

n° 3

Che quantità delle sostanze elencate reagisce con 20 ml. di NaOH 0,1 N?

- a), = 0,05 N di HCl;
- b)-= 0,05 N di H₂SO₄;
- c)- = HCl;
- d)- = mg. H₂SO₄

Soluzione

a)- **Determino la quantità di HCl che reagirà con 20 ml. di NaOH 0,1 N:**

Sapendo che: $V_2 = x$ ml.: $C_2 = \text{HCL } 0,05 \text{ N}$; $V_1 = \text{ml } 20 \text{ NaOH } 0,1 \text{ N}$.; $C_1 = 0,1 \text{ N NaOH}$

$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$ da cui ricavo:

$V_2 = C_1 * V_1 / C_2 = (0,1 * 20) / 0,05 = \text{ml. } 40$ (ml. di HCl che reagiscono con 20 ml. di NaOH 0,1 N

b)- **Determino la quantità di H₂SO₄ 0,05 N che reagisce con 20 ml. di NaOH 0,1 N:**

Sapendo che: $V_2 = x$ ml H₂SO₄.; $C_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,05 \text{ N}$; $V_1 = \text{ml } 20 \text{ NaOH } 0,1 \text{ N}$.; $C_1 = 0,1 \text{ N NaOH}$

$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$ da cui ricavo:

$V_2 = C_1 * V_1 / C_2 = (0,1 * 20) / 0,05 = \text{ml. } 40$ (ml. di H₂SO₄ che reagiscono con 20 ml. di NaOH 0,1 N

c)- **Determino i milligrammi di HCl N che reagiscono con 20 ml. di NaOH 0,1 N:**

Sapendo che: $V_2 = x$ ml HCl; $C_2 = \text{HCl N}$; $V_1 = \text{ml } 20 \text{ NaOH } 0,1 \text{ N}$.; $C_1 = 0,1 \text{ N NaOH}$

p.e. HCL = 36,461

$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$ da cui ricavo:

$V_2 = C_1 * V_1 / C_2 = (0,1 * 20) / 1 = \text{ml. } 2$

p.e.(HCl)*2) = 36,461*2 == 72,922 circa= mg 73

d)- **Determino i milligrammi di H₂SO₄ che reagiscono con 20 ml. di NaOH 0,1 N:**

Sapendo che: $V_2 = x$ ml H₂SO₄; $C_2 = \text{H}_2\text{O}_4$; $V_1 = \text{ml } 20 \text{ NaOH } 0,1 \text{ N}$.; $C_1 = 0,1 \text{ N NaOH}$

p.e. H₂SO₄ = 98,074 / 2 = 49.037

$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$ da cui ricavo:

$V_2 = C_1 * V_1 / C_2 = (0,1 * 20) / 1 = \text{ml. } 2$

p.e.(H₂SO₄)*2) = 49,037*2 == 98,074 circa= mg 98

Risposta

a)- **I ml. di HCl che reagiscono con ml. 20 di NaOH 0,1 N sono: ml. 40**

b)- **I millilitri di H₂SO₄ ch reagiscono con ml. 20 di NaOH 0,1 N sono: ml. 40**

c)- **I milligrammi di HCl che reagiscono con ml. 20 di NaOH 0,1 N sono : mg, 73**

d)- **I milligrammi di H₂SO₄ che reagiscono con ml. 20 di NaOH 0,1 N sono : mg, 98**

n° 4

Calcolare la normalità e la molarità di ciascuna delle seguenti soluzioni:

a)- HCl (d = 1,12) 24% HCl

b)- HNO₃ (d = 1,42) 72% HNO₃

c)- H₂SO₄ (d = 1,83) 95% H₂SO₄

d)- H₂SO₄ (d = 1,802) 71,84% H₂SO₄

e)- NH₄OH (d = 0,89) 30% NH₃

f)- NaOH (d = 1,1) 10% NaOH

Soluzione

a)- **Determino il peso di un litro di HCl e del 24% di HCl:**

Pg. = $d * V = 1,12 * 1000 = \text{g. } 1120$

Pg. (24% HCl) = $1120 * 24\% = 1120 * 0,24 = \text{g. } 268,8$

Determino la molarità e la normalità di HCl

p.m. = p.e. HCl = 36,461

$$M = N = 268,8 / 36,461 = 7,3723 \text{ circa} = 7,37$$

b)- Determino il peso di un litro di HNO_3 e del 24% di HNO_3 :

$$P_g = d \cdot V = 1,42 \cdot 1000 = \text{g. } 1420$$

$$P_g. (24\% \text{HNO}_3) = 1420 \cdot 72\% = 1420 \cdot 0,72 = \text{g. } 1022,4$$

Determino la molarità e la normalità di HNO_3 :

$$p.m. = p.e. \text{HNO}_3 = 63,012$$

$$M = N = 1022,4 / 63,013 = 16,2252 \text{ circa} = 16,22$$

c)- Determino il peso di un litro di H_2SO_4 e del 95% di H_2SO_4 :

$$P_g = d \cdot V = 1,83 \cdot 1000 = \text{g. } 1830$$

$$P_g. (24\% \text{H}_2\text{SO}_4) = 1830 \cdot 95\% = 1830 \cdot 0,95 = \text{g. } 1738,5$$

Determino la molarità e la normalità di HNO_3 :

$$p.m. = 98,074 (\text{H}_2\text{SO}_4) = p.e. = 49,037$$

$$M = 1738,5 / 98,074 = \text{g. } 17,7264 \text{ circa} = 17,73 (M)$$

$$N = 1738,5 / 49,037 = \text{g. } 35,4528 \text{ circa} = 35,45 (N)$$

d)- Determino il peso di un litro di H_2SO_4 e del 24% di H_2SO_4 :

Calcolo il % di H_2O che si deve unire all' SO_3 per formare H_2SO_4 :



$$p.m.(\text{SO}_3) : p.m.(\text{H}_2\text{O}) = 71,8 : x (\% \text{H}_2\text{O})$$

$$80,058 : 18,015 = 71,8 : x (\% \text{H}_2\text{O})$$

$$x (\% \text{H}_2\text{O}) = (18,015 \cdot 71,8) / 07,058 = 16,16$$

$$71,8 \cdot 16,16 = 87,96 (\% \text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$P_g = d \cdot V = 1,802 \cdot 1000 = \text{g. } 1802 (\text{peso di 1 litro})$$

Determino la molarità (M):

$$1802 \cdot 0,889 = 1602 \quad p.m.(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,074$$

$$M = 1602 / 98,074 = 16,33 M$$

Determino la normalità (N):

$$N = 1602 / 49,037 = 32,63 (N)$$

e)- Determino la molarità e la normalità di NH_4OH ($d = 0,89$) con 30% di NH_3 :

Calcolo il % di H_2O che si deve unire all' NH_3 per formare NH_4OH :



$$p.m.(\text{NH}_3) = 17,031 \quad \text{H}_2\text{O} = 18,015$$

$$17,031 : 18 = 30 : x (\% \text{H}_2\text{O}) \quad x (\% \text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 30 / 17,031 = 31,71 (\text{H}_2\text{O})$$

Determino il % NH_4OH :

$$30 + 31,71 = 61,71 (\% \text{NH}_4\text{OH})$$

Determino il peso di un litro:

$$P_g = d \cdot V = 0,89 \cdot 1000 = 890 \text{ g/l}$$

$$\text{g. } 890 \cdot 0,6171 = \text{g. } 597,19$$

$$\text{Determino il p.m (M) e il p.em. (N) di } \text{NH}_4\text{OH} = \text{g. } 35,096$$

$$M(\text{NH}_4\text{OH}) = P_g / p.m. = 597,19 / 35,096 = 17,02 (M \text{ e } N)$$

f)- Determino M e N di NaOH ($d = 1,1$) 10% NaOH :

$$P_g = d \cdot V = 1,1 \cdot 1000 = \text{g. } 1100 (\text{peso di un litro di } \text{NaOH})$$

$$P_g.(10\%) = 1100 \cdot 0,10 = \text{g. } 110 (\text{peso di un litro di } \text{NaOH} \text{ al } 10\%)$$

Determino la molarità (M) e la normalità (N) di NaOH al 10%:

$$p.m. = p.e. \text{NaOH} = \text{g. } 39,997$$

$$M = N = P_g. / p.m.(=p.e.) = 110 / 39,997 = 2,75 (M=N)$$

Risposte

a)- La M e la N di HCl ($d = 1,12$) al 24% di HCl

$$\text{I è : } M = N = 7,37$$

b)- La molarità di HNO_3 ($d = 1,42$) al 72% HNO_3 è: 16,22

c)- La molarità di H_2SO_4 ($d = 1,83$) al 95% H_2SO_4 è: 17,73 (M) e 35,45 (N)

d)- La molarità di H_2SO_4 ($d = 1,802$) all'84% HNO_3 è: 16,33 (M) e 32,63 (N)

- e)- La molarità di NH_4OH ($d = 0,89$) al 30% NH_4OH è: $(M = N) = 17,02$
 f)- La molarità di NaOH ($d = 1,1$) al 10% HNO_3 è: $(M = N) = 2,75$

XI

ANALISI CHIMICA INDIRECTA

ESERCIZI

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
 b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Un campione di gr. 2,00 di una miscela di solfuro di rame e di solfuro di manganese viene trattata con acido solforico si ottiene una miscela di solfati che pesa gr. 3,35.

Calcolare il contenuto di rame e manganese nella miscela.

Soluzione

Reazione che si ottiene aggiungendo alla miscela di solfuri l'acido solforico:



N.B.- p.m. $\text{CuS} = 95,606$

$\text{CuS} = x$

p.m. $\text{Cu} = 63,546$

p.m. $\text{MnS} = 86,998$

$\text{MnS} = y$

p.m. $\text{Mn} = 54,938$

p.m. $\text{CuSO}_4 = 159,60$

p.m. $\text{MnSO}_4 = 151,00$

Determino la quantità di Cu e di Mn nella miscela impostando una equazione:

$$x + y = 2$$

$$x = 2 - y$$

$$(\text{CuSO}_4 / \text{CuS}) x + (\text{MnSO}_4 / \text{MnS}) y = 3,36$$

$$(159,60 / 95,606) x + (151,00 / 86,998) y = 3,36$$

$$1,67 x + 1,74 y = 3,36$$

$$1,67 (2 - y) + 1,74 y = 3,36$$

$$3,34 - 1,67 y + 1,74 y = 3,36 \quad 0,07 y = 3,36 - 3,34 \quad 0,07 y = 0,02 \quad y = 0,29$$

$$x = 2 - 0,29 = 1,71$$

$$x = 1,71$$

$$95,606 : 63,546 = 1,71 : x (\text{Cu}) \quad x (\text{Cu}) = 63,546 * 1,71 / 95,605 = 1,1366 \text{ circa} = 1,14 \quad \text{Cu} = 1,14$$

$$86,998 : 54,938 = 0,29 : y (\text{Mn}) \quad y (\text{Mn}) = 54,938 * 0,29 / 86,998 = 0,1831 \quad \text{Mn} = 0,18$$

Risposta

Il contenuto di rame e manganese nella miscela è : Cu = 1,14 Mn = 0,18.

XII

LEGGI DELLO STATO DI SOLUZIONE

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
 b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

La pressione osmotica di una soluzione di zucchero è di 22,7 atmosfere a 60°.

Calcolare la concentrazione della soluzione in moli per litro.

Soluzione

Dalla formula generali delle leggi derivo la concentrazione:

$\pi = CRT$ π = pres. Osmot, C = concentrazione R = numero siso T = temperatura °K
 $C = \pi / RT = 22,7 / 0,0821 \cdot (273 + 33) = 22,7 / (0,0821 \cdot 333) = 0,8303 \text{ moli / litro}$

Risposta

La concentrazione della soluzione è di 0,8303

n° 2

0,743 g. di un composto organico sono disciolti in acqua a 15° e portati al volume di 150 ml.; questa soluzione ha una pressione osmotica di 1,535 atmosfere.

Calcolare il peso molecolare (p.m.) del composto.

Soluzione

Calcolo la molarità (M) dalla legge dei gas:

$\pi = g/M \cdot R \cdot T$ da cui ho: $M = gRT / \pi V$

Calcolo ora la Molarità della soluzione:

$M = gRT / \pi V = (0,743 \cdot 0,0821 \cdot (273 + 15)) / (1,535 \cdot 0,150)$

$M = (0,061 \cdot 288) / 0,2303 = 17,568 / 0,2303 = 76,28 \text{ M}$

Risposta

Il peso molecolare (M) del composto è: M = 76,28

n° 3

Grammi 68,4 di zucchero (p.m. = 342) vengono disciolti in u litro di soluzione.

Calcolare la pressione osmotica a 20°.

Soluzione

Dalla formula dei gas ricavo la pressione osmotica (formula):

$\pi = g/MRT$ (pres. Osm.) = gRT / VM

Dalla formula trovata calcolo la pressione osmotica:

$\pi = 68,4 \cdot 0,0821 \cdot (273 + 20) / (342 \cdot 1) = (68,4 \cdot 0,0821 \cdot 293) / (342 \cdot 1) = 4,81,11 \text{ pres.osm.}$

Risposta

La pressione osmotica della soluzione a 20° è: 4,81

n° 4

Una soluzione di g. 11,346 di trementina in 100 g. di etere (C₂H₅-O-C₂H₅) ha una tensione di vapore di 360,1 mm. Alla temperatura della esperienza la tensione di vapore dell'etere puro è di 383 mm.

Calcolare il peso molecolare della trementina.

Soluzione

Dalla formula generale dei gas ho:

$(P_0 - P) / P_0 = (g \cdot M_1 / (g \cdot l \cdot M))$ da cui ricavo: $M = (P_0 \cdot g \cdot M_1) / [g \cdot l \cdot (P_0 - P)]$

Dalla formula sopra trovata, sostituendo opportunamente, i dati trovo la molarità:

$P_0 = 383 \text{ mm.}$ $g \cdot l = 11,346$ $M_1 = 74 \text{ g.} = 100$ $(P_0 - P) = (383 - 360,1) = 22,9$

$M = (P_0 \cdot g \cdot M_1) / [g \cdot l \cdot (P_0 - P)] = (383 \cdot 11,346 \cdot 74) / (100 \cdot 22,9) = 140,4229 \text{ circa} = 140,42$

Risposta

Il peso molecolare della trementina è gr. 140,42

n° 5

A 20° la tensione di vapore dell'etere è di 442 mm. di mercurio. Quando g. 6,1 di sostanza vengono disciolti in 50g. di etere la tensione di vapore diminuisce di 32 mm.. Quale è il peso molecolare della sostanza?

Soluzione

Determino la formula per calcolare la molarità di una soluzione partendo dalla legge dei gas
 $P_0 - P / P_0 = g \cdot M_1 / g_1 \cdot M$ $M = P_0 \cdot g \cdot M_1 / g_1 \cdot (P_0 - P)$
 Sapendo che: $P_0 = 442 \text{ mm.}$ $g = 6,1$ $M_1 = 74$ $g_1 = 50 \text{ g.}$ $(P_0 - P) = (442 - 410) = 32 \text{ mm.}$
 Calcolo il peso molecolare della soluzione:
 $M = P_0 \cdot g \cdot M_1 / g_1 \cdot (P_0 - P) = (442 \cdot 6,1 \cdot 74) / (50 \cdot 32) = 124,69925 \text{ circa} = 125 \text{ g.}$

Risposta

Il peso molecolare della sostanza è: $M = g. 125$.

n° 6

A 80° la tensione di vapore di una soluzione di g. 2,47 di benzoato di etile in g. 100 di benzolo è 742,6 mm. la tensione di vapore del benzolo puro a 80° è 751,86 mm. Calcolare il peso molecolare del benzoato di etile.

Soluzione

Determino la formula per calcolare la molarità di una soluzione partendo dalla legge dei gas
 $P_0 - P / P_0 = g \cdot M_1 / g_1 \cdot M$ $M = P_0 \cdot g \cdot M_1 / g_1 \cdot (P_0 - P)$
 Sapendo che: $P_0 = 751,86 \text{ mm.}$ $g = 2,47$ $M_1 = 78$ $g_1 = 100 \text{ g.}$
 $(P_0 - P) = (751,86 - 742,6) = 9,26 \text{ mm.}$
 Calcolo il peso molecolare della soluzione:
 $M = P_0 \cdot g \cdot M_1 / g_1 \cdot (P_0 - P) = (751,86 \cdot 2,47 \cdot 78) / (100 \cdot 9,26) = 156,4291011 \text{ circa} = 156 \text{ g}$

Risposta

Il peso molecolare del benzoato di etile è: $M = 156 \text{ g.}$

n° 7.

Una soluzione contiene 116 g. di acetone (CH_3COCH_3), 138 g. di alcol etilico $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ e 126 g. di acqua. Determinare la frazione molare di ciascun componente.

Soluzione

Sapendo che :

p.m. (CH_3COCH_3) = 58,081

p.m. ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) = 46,69

p.m. H_2O = 18,015

a)- Determino il n° di moli di CH_3COCH_3 :

$n^\circ M(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = P.g. / p.m. = 116 / 58,081 = 2 \text{ (moli di } \text{CH}_3\text{COCH}_3)$

Determino il n° di moli di $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$:

$n^\circ M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = P.g. / p.m. = 138 / 46,69 = 2,95665 \text{ circa} = 3 \text{ (n}^\circ M \text{ } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH)}$

Determino il n° di moli H_2O :

$n^\circ M(\text{H}_2\text{O}) = P.g. / p.m. = 126 / 18,015 = 6,9942 \text{ circa} = 7 \text{ (n}^\circ M \text{ } \text{H}_2\text{O)}$

Determino la frazione molare di ciascun componente:

a)- Determino la frazione molare di CH_3COCH_3 :

$\text{Fraz.M } \text{CH}_3\text{COCH}_3 = N / n + N = 2 / (2 + 10) = 1,67 \text{ (fraz.M di } \text{CH}_3\text{COCH}_3)$

b)- Determino la frazione molare di $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$:

$\text{fraz.M } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = N / n + N = 3 / 3 + 9 = 0,250 \text{ (fraz.M } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH)}$

c)- Determino la frazione molare di H_2O :

$\text{fraz.M } \text{H}_2\text{O} = N / n + N = 7 / 7 + 5 = 0,583 \text{ (fraz.M } \text{H}_2\text{O)}$

Risposta

La fraz.M di CH_3COCH_3 è 1,67

La fraz.M $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ è 0,250

La fraz.M H_2O è 0,583

n° 8

La pressione osmotica di una soluzione di un composto organico contenente g. 478,3 di

questo prodotto in un litro d'acqua è di 57,5 atmosfere a 30°. Calcolare la pressione osmotica di una soluzione contenente 910,6 g. di questa sostanza in un litro d'acqua a 56°C.

Soluzione

Determino il peso molecolare del composto organico dato:

Sapendo che : $V = g / M \cdot RT$ ricavo il peso molecolare

$$M = (g \cdot RT) / V = 478,3 \cdot 0,0821 \cdot (273+30) / (57,5 \cdot 1) = 478,3 \cdot 0,0821 \cdot 303 / (57,6 \cdot 1) = 206,9276 \text{ circa} = 207 \text{ (peso molecolare)}$$

Determino la pressione osmotica della sostanza nelle condizioni date:

Dato $V = (g / M \cdot RT)$ e quindi $\pi = (gRT) / (MV)$

$$\pi = (gRT) / (MV) = (910,6 \cdot 0,0821 \cdot (273+56)) / (205 \cdot 1) = 910,6 \cdot 0,0821 \cdot 329 / (205 \cdot 1) = 119,9811 \text{ circa} = 120 \text{ (pres.osmotica)}$$

Risposta

La pressione osmotica di questa soluzione è 120 atm.

n° 9

Grammi 17,930 di mannite disciolti in g. 1000 di acqua abbassano la tensione di vapore dell'acqua di 0,307 mm. La tensione di vapore dell'acqua alla temperatura dell'esperienza è di 17,19 mm.

Calcolare il peso molecolare della mannite.

Soluzione

Dalle formule dei gas ricavo la molarità (M):

$(P_0 - P) / P_0 = (g \cdot M_1) / (g_1 M)$ da cui ricavo M :

$$M = (P_0 \cdot g \cdot M_1) / (g_1 (P_0 - P)) = (17,19 \cdot 17,930 \cdot 18) / (1000 \cdot 0,0307) = 180,7134 \text{ circa} = 181 \text{ M}$$

Risposta

Il peso molecolare della mannite è 181 g.

n° 10

Calcolare il grado di dissociazione apparente di un elettrolita binario di una soluzione 0,100 molare molale che ha una pressione osmotica di 3,08 atmosfere a 25 °C.

Soluzione

Calcolo la pressione osmotica teorica:

Sapendo che $t = CRT$ ed essendo $n = 2$ avrò:

$$t = CRT = 0,100 \cdot 0,0821 \cdot (273+25) = (0,100 \cdot 0,0821 \cdot 298) = 2,44658 \text{ circa} = 2,45$$

Calcolo il grado di dissociazione apparente : $s = 3,08$ $t = 2,45$ $(n-1) = (2-1)$

$$= (s - t) / (t \cdot (n-1)) = (3,08 - 2,45) / (2,45 \cdot (2-1)) = 0,2571429 \text{ circa} = 0,26 \text{ (gr. Di diss, app.)}$$

Risposta

Il grado di dissociazione apparente dell'elettrolita binario è: 0,26

n° 11

La pressione osmotica di una soluzione di g. 10 di benzofenone in g. 100 di etere è di 8,939 atmosfere a 0°.

Calcolare il peso molecolare del benzofenone.

Soluzione

Calcolo la concentrazione in grammi del benzofenone:

Dalle leggi dei gas ho:

$$V = g / M \cdot RT \quad M = (gRT) / V \quad c = g/V \text{ (concentrazione in g.)}$$

$$c = g/V = (10 \cdot 1000) / 100 = g. 100 \text{ (concentrazione in g.)}$$

Determino il peso molecolare del benzofenone:

$$M = (gRT) / V = (100 \cdot 0,0821 \cdot 273) / 8,939 = 250,7361 \text{ circa} = 250,74 \text{ (p.m. del benzofenone)}$$

Risposta

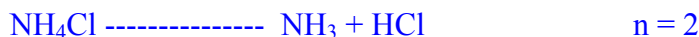
Il peso molecolare del benzofenone è: g. 250,74

n° 12

La pressione osmotica di una soluzione N/10 di cloruro di ammonio a 15° è 4,35 atmosfere. Calcolare il grado di dissociazione apparente del cloruro di ammonio (NH₄Cl).

Soluzione

Sapendo che:



Determino la pressione osmotica teorica (t):

Sapendo che:

$$t = CRT = (0,10 \cdot 0,0821 \cdot (373 + 15)) = 0,10 \cdot 0,0821 \cdot 288 = 2,36448 \text{ circa} = 2,36 \text{ (pres.osm.teor.)}$$

Calcolo il grado di dissociazione apparente del cloruro di ammonio:

Sapendo che:

$$= (s - t) / [t (n - 1)] = (4,35 - 2,36) / [2,36 (2 - 1)] = 0,843220 \text{ circa} = 0,84 \text{ (gr. Diss. App.)}$$

Risposta

Il grado di dissociazione apparente del cloruro di ammonio è 0,84.

n° 13

**Il cloroformio bolle a 61,2° ed il suo calore latente di evaporazione è di 58,5 cal/g.. Calcolare la temperatura di ebollizione di una soluzione contenente g. 1 di iodio in 37 g. di cloroformio assumendo che in questo solvente la molecola dello iodio sia biatomica.
p.m. I₂ = 263,81**

Soluzione

Determino la costante di ebollizione: $L(\text{tens.vap.}) = 58,5 \text{ cal/g.}$ $T = (273 + 61,2) = 334,2^\circ \text{ K}$
 $= (0,002 \cdot T^2) / L = (0,002 \cdot 334,2^2) / 58,5 = 3,81845 \text{ circa} = 3,81 \text{ (costante ebull.)}$

Determino la concentrazione della soluzione: $I_2 = 253,81 \text{ p.m.}$ $I_2 = 1 \text{ g.}$

$\text{CHCl}_3 = 117,37 \text{ cloroformio}$

$C (\text{Conc.}) = (1 \cdot 1000) / (37 \cdot 253,81) = 0,106489 \text{ circa} = 0,106 \text{ M (concentrazione)}$

Calcolo l'innalzamento del punto di ebollizione: $K = 3,81$ $c = 0,106$

$t = K \cdot c = 3,81 \cdot 0,106 = 0,40386 \text{ circa} = 0,4039 \text{ (innalzamento del punto di ebollizione)}$

Determino il tempo di ebollizione della soluzione:

$t_{\text{eb}} = 61,2 + 0,4039 = 61,6039 \text{ (tempo eb. Soluz.)}$

Risposta

La temperatura di ebollizione della soluzione data è: 61,6039°

n° 14

49 grammi di acido solforico vengono disciolti in 200 g. di acqua. Calcolare la temperatura di congelamento e quella di ebollizione sapendo che il grado di dissociazione apparente dell'acido solforico a quella diluizione è 0,90

Soluzione

Sapendo che p.m. di $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98,074$

Calcolo le moli H_2SO_4 contenute in 200 g. di H_2O in cui sono soluzionati 49 g. di H_2SO_4 :

$n^\circ \text{ moli} = P/g. / p.m. = 49 / 98,074 = 0,4996 \text{ circa} = 0,50 \text{ (moli di } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ in 200 g. } \text{H}_2\text{O)}$

Calcolo le moli di H_2SO_4 contenuti in grammi 1000 di acqua)

$200 : 0,5 = 1000 : x \text{ (moli di } \text{H}_2\text{SO}_4)$ $x \text{ (moli di } \text{H}_2\text{SO}_4) = (0,5 \cdot 1000) / 200 = 2,5 \text{ M}$

Determino la temperatura di congelamento: $K(\text{cost.}) = 1,86$ $c(\text{obc.}) = 2,5$

$t_o = K \cdot C = 1,86 \cdot 2,5 = 4,65 \text{ (to)}$

Sapendo che: $t_o = 4,65$ $= 0,90$ $n = 3$

$t = t_o [1 + (n - 1)] = 4,65 [1 + (0,90 \cdot 2)] = -13,02 \text{ (temperatura di congelamento)}$

Determino la temperatura di ebollizione:

Sapendo che: $K(\text{costante eb.}) = 0,52$ $C(\text{conc.}) = 2,5$ $n = 3$

$t_o = k \cdot C = 0,52 \cdot 2,5 = 1,3 \text{ (to)}$

$t = t_0 \cdot [1 + \Delta t_f \cdot (n-1)] = 1,3 \cdot [1 + (0,90 \cdot 2)] = 3,64$ (innalzamento del punto di ebollizione)
 ed ora determino la temperatura di ebollizione:
 $t(\text{ebol.}) = t + \Delta t_f = 100 + 3,64 = 103,64$ (temperatura di ebollizione)

Risposta

La temperatura di congelamento è di -13,02.

La temperatura di ebollizione è di 103,64.

n° 15

Aggiungendo 20 g. di cloruro di sodio a 250 g di acqua si osservò un innalzamento del punto di ebollizione a 130°.

Calcolare il grado di dissociazione apparente del sale.

Soluzione

Determino le moli di NaCl contenuti in 1000 g. di H₂O:

$250 : (20 / 58,443) = 1000 : x$ (moli NaCl)

x (moli NaCl) = $((20/58,443) \cdot 1000) / 250 = 1,368855$ circa = 1,37 (moli di NaCl in g. 1000 di H₂O)

Determino il grado di dissociazione apparente: $K = 0,52$; $C = 1,37$; $t = 1,30$; $t_0 = 0,71$

$N = 2$ $(n - 1) = 2 - 1 = 1$

$t_0 = K \cdot C = 0,52 \cdot 1,37 = 0,7124$ circa = 0,71 (t_0)

$= (t - t_0) / (t_0 \cdot (n - 1)) = (1,30 - 0,71) / (0,71 \cdot 1) = 0,8309859$ circa = 0,83 (gradi dissoc. Appar.)

Risposta

Il grado di dissociazione apparente del sale è : 0,83

XIII

TERMO=CHIMICA = ESERCIZI

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments

b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Calcolare il calore di reazione relativo alla trasformazione C (amorfo) ----- C (grafite) sapendo che il calore di combustione della grafite è 94800 calorie e quello del carbonio amorfo è 97650 calorie.

Soluzione

Calcolo il calore di reazione C (amorfo) ----- C (grafite):

$(C \text{ amorfo}) + (O_2) = (CO_2) + 97650$

$(C \text{ grafite}) + (O_2) = (CO_2) + 94800$ sommando hp

$\text{cal } 97650 - \text{cal } 94800 = \text{cal. } 2850$

Risposta

Il calore di reazione relativo alla trasformazione (C amorfo) ----- (C grafite) è di 2850 calorie.

n° 2

Il calore di formazione, dell'ossido di rame è 45600 calorie e quello dell'acqua 68380 calorie.

Calcolare la tonalità termica relativa alla riduzione di una mole di ossido di rame con

idrogeno ed acqua.

Soluzione

Determino la tonalità termica di riduzione dell'ossido di rame con idrogeno ed acqua:

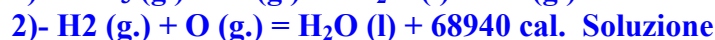


Risposta

La tonalità termica relativa alla riduzione di una mole di ossido di rame con H e acqua è 22780 calorie.

N° 3

Calcolare il calore di formazione dell'ammoniaca dai seguenti dati:



Calcolo il calore di formazione dell'ammoniaca NH_3 :

$$18120 = (3 \times 68940 \text{ (cal.)}) - 2x$$

$$2x = (3 \times 68940 \text{ cal.}) - 18120 \text{ cal.} = 188700 \text{ cal.}$$

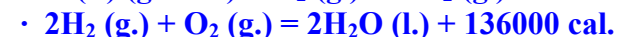
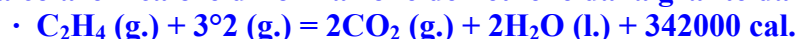
$$X = 188700 / 2 = 94350 \text{ (calore di formazione di } \text{NH}_3\text{)}$$

Risposta

Il calore di formazione dell'ammoniaca NH_3 è : 94350 calorie

n° 4

Calcolare il calore di formazione dell'etilene dalla grafite dai seguenti dati:



La reazione è endotermica o esotermica?

Soluzione

Determino il tipo di reazione:

$$342000 = (2 \times 94000) + 136000 - x$$

$$342000 = 188000 + 136000 - x$$

$$x = - 342000 + 188000 + 136000$$

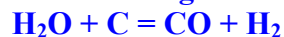
$$x = - 18000 \text{ calorie (reazione endotermica)}$$

Risposta

Il calore di formazione dell'etilene dalla grafite dai dati sopra indicati è - 18000 calorie cioè la reazione è endotermica.

N° 5

Calcolare il calore di formazione del gas di acqua:



Sapendo che il calore di formazione dell'acqua è di 58100 calorie e quello dell'ossido di carbonio è 29000 calorie.

Soluzione

Determino il calore di formazione del gas di acqua:

$$x = 29000 \text{ cal} - 58100 \text{ cal} = - 29100 \text{ calorie (calore di formazione del gas d'acqua)}$$

Risposta

Il calore di formazione del gas d'acqua è di -29100 calorie.

n° 6

Il calore di formazione del vapore d'acqua è 57800 gr. / calorie mentre quello dell'acido cloridrico è 22000 gr. / calorie. Calcolare la tonalità termica della reazione.

Soluzione

Determino la tonalità della reazione:



$$x = (2 \times 57800) - (4 \times 22000) = 115600 - 88000 = 27600 \text{ cal (tonalità della reazione)}$$

Risposta

La tonalità della reazione è di 27600 cal.

n° 7

Calcolare la tonalità termica della reazione:



Dai seguenti dati sperimentali:



Soluzione

Determino le calorie di formazione di NH_3 che è anche la tonalità termica della reazione:

$$42000 = 76000 - 22000 - x$$

$$42000 = 54000 - x$$

$$x = 54000 - 42000 = 12000 \text{ (calorie di formazione di } \text{NH}_3 \text{)}$$

Risposta

La tonalità termica della reazione che corrisponde anche alle calorie di formazione di NH_3 è 12000 calorie.

n° 8

Il calore di soluzione di FeCl_3 è 32,7 Kcal e quello di $\text{FeCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ è 5,7 Kcal. Calcolare la tonalità termica della reazione.

Soluzione

Determino la tonalità termica della reazione:



$$32,7 \text{ Kcal} = 5,7 \text{ Kcal} + x$$

$$x = 32,7 - 5,7 = 27 \text{ Kcal (tonalità della reazione)}$$

Risposta

La tonalità della reazione data è 27 Kcal.

n° 9

Determinare la tonalità termica della reazione di decomposizione del nitrato di ammonio NH_4NO_3 in ossidulo di azoto N_2O ed acqua H_2O sapendo che il calore di formazione del nitrato di ammonio NH_4NO_3 è di 880 Kcal., di N_2O -180 Kcal. E di H_2O 684 Kcal.



Soluzione

Determino la tonalità termica della reazione:

N.B.- Con le locuzioni "calore di reazione" e "tonalità termica di reazione" viene indicata la quantità di calore in gioco in una reazione, "presa col segno positivo" se durante la reazione si ha cessione di calore all'ambiente, e col segno negativo se si ha assorbimento di calore dall'ambiente.

$$880 \text{ Kcal.} = -180 \text{ Kcal.} + (2 \times 684 \text{ Kcal.}) + x$$

$$x = -880 \text{ Kcal} - 180 \text{ Kcal.} + (2 \times 684 \text{ Kcal}) = .$$

$$X = +1368 \text{ Kcal} - 1060 \text{ Kcal.} = 308 \text{ Kcal.}$$

Risposta

La tonalità termica della reazione data è 308 Kcal,

n° 10

Gt. 100 di una sostanza hanno richiesto 125 cal. Per passare da 20° a 30°. Qual è il calore specifico della soluzione?

Soluzione

Determino il calore specifico della soluzione:

Essendo :

$Q = M \cdot c_s \cdot t$ da cui ricavo il calore specifico :

c_s (Calore specifico) = $Q / M \cdot t = 125 \text{ cal} / (100) \cdot 10 = 0,125 \text{ cal}$, (calore specie.)

Risposta

Il calore specifico della sostanza è 0,125 cal.

n° 11

Che quantità di calore è necessaria per trasformare gr. 20 di ghiaccio a 0° in vapore a 100° sapendo che il calore latente di fusione e di vaporizzazione dell'acqua è rispettivamente di 79 e di 540 calorie?

Soluzione

Determino il calore necessario per fondere 20 gr, di ghiaccio a 0°:

$Q_1 = M \times LF$ (calore latente di fusione) = $gr.20 \times 79 = 1580^\circ$ (calore di fusione)

Determino il calore necessario per riscaldare l'acqua da 0° a 100°:

$Q_2 = M \times c_s \times t = 20 \times 1 \times 100 = 2000^\circ$ (calore per riscaldare da 0° a 100°)

Determino il calore necessario per far evaporare 20 gr. di acqua a 100°:

$Q_3 = M \times E = 20 \times 540 = 10800^\circ$ (calore per far evaporare 20 gr. di acqua da 0° a 100°)

Determino la quantità di calore necessario per trasformare gr. 20 di ghiaccio a 0° in vapore a 100°:

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1580^\circ + 2000^\circ + 10800^\circ = 14\,380^\circ$ (calore totale)

Risposte

1- $gr.20 \times 79 = 1580^\circ$ (calore di fusione)

2- 2000° (calore per riscaldare da 0° a 100°)

3- 10800° (calore per far evaporare 20 gr. di acqua da 0° a 100°)

4- $1580^\circ + 2000^\circ + 10800^\circ = 14\,380^\circ$ (calore totale)

n° 12

Il calore di combustione dell'acetone CH_3COCH_3 è 426,8 Kcal. Ed il calore di combustione della grafite e dell'idrogeno 94,45 e 68,37 Kcal. Calcolare il calore di formazione dell'acetone.

Soluzione

Determino il calore di formazione dell'acetone CH_3COCH_3 :

$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94,45 \text{ Kcal.}$

$H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O + 68,37 \text{ Kcal.}$

$CH_3COCH_3 + 4O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 3H_2O + 426,8 \text{ Kcal.}$

X 0 (3 x 94,45)) 3 x (3 x 68,37) 426,8 Kcal

$426,8 = (3 \times 94,45) + (3 \times 68,37) - (x + 0)$

$x = (3 \times 94,45) + (3 \times 68,37) - 426,8 = 283,35 + 205,11 - 426,8 = 61,56$ (calore di formazione del CH_3COCH_3)

Risposta

Il calore di formazione del CH_3COCH_3 è 61,56 Kcal,

n° 13

Il calore di combustione dell'acido benzoico C_6H_5COOH è 772130 cal. Calcolare l'energia in joule ottenuta dalla combustione di gr. 1 di acido benzoico. (p.m, C_6H_5COOH = gr. 122,124)

Soluzione

Calcolo il calore in calorie che si sviluppa dalla combustione di un grammo di acido benzoico:

$$122,124 : 772130 = 1 : x \quad x = 772130 \times 1 / 122,124 = 6322,5083 \text{ circa} = 6323 \text{ (calorie)}$$

Trasformo le calorie in joule:

$$1 \text{ cal} = 4,185 \text{ joule}$$

$$6323 \text{ cal} \times 4,185 \text{ Joule} = 26461,755 \text{ circa} = 26462 \text{ (energia in joule)}$$

Risposta

L'energia in joule ottenuta dalla combustione di gr. 1 di acido benzoico è di 26462 joule.

n° 14

Grammi 10 di NaOH e la quantità stechiometrica corrispondente di HCl vengono mescolati in modo che il calore prodotto venga assorbito da 2000 gr. di acqua a 20°.

Quale sarà la temperatura finale dell'acqua? (p.m. NaOH = gr. 39,997 p.m. HCl = 36,461)

Soluzione

Calcolo i grammi di HCl che reagiscono con gr 10 di NaOH



$$39,997 : 36,461 = 10 : x \quad x = 36,461 \times 10 / 39,997 = 9,1159 \text{ circa} = 9,12$$

Determino il calore che si sviluppa dalla reazione di 10 gr. di NaOH con 9,12 gr. di HCl:

$$(\text{p.m. NaOH} + \text{p.m. HCl}) : 13700 = (\text{gr HCl} + 10 \text{ gr NaOH}) : x \text{ (calore sviluppato)}$$

$$(39,997 + 36,461) : 13700 = 9,12 : x$$

$$76,458 : 13700 = 9,12 : x \quad x(\text{calore sviluppato}) = 13700 \times 9,12 / 76,458 = 1634,1521 \text{ circa} = 1635.$$

Determino l'aumento di temperatura dell'acqua :

$$t^\circ = M / Q = 1635 / 2000 = 0,8175 \text{ circa} = 0,82$$

Determino la temperatura finale dell'acqua :

$$20^\circ + 0,82 = 20,82^\circ \text{ circa} = 21^\circ \text{ (temperatura finale dell'acqua)}$$

Risposta

La temperatura finale dell'acqua è di circa 21°.

n° 15

:Determinare il valore di trasformazione di un grammo-atomo di zolfo rombico in zolfo monoclinico sapendo che il calore di combustione di 1 grammo-atomo di S (rombico) è 70,90Kcal. E quello di zolfo (monoclinico) è 70,077 Kcal.

Soluzione

Determino le calorie necessarie per passare dallo zolfo rombico allo zolfo monoclinico:



$$\text{S (rombico)} - \text{S (monoclinico)} = 70900 - 70977 = - 77 \text{ cal,}$$

Risposta

Il calore di trasformazione di 1 grammo-atomo di zolfo rombico a zolfo monoclinico nelle condizioni date è di -77 cal.

XIV

EQUILIBRIO CHIMICO

[ESERCIZI SUGLI EQUILIBRI

ELETTROLITICI

CALCOLO DELLA $[H^+] \approx [OH^-]$ IN SOLUZIONI A pH E pOH NOTI

N.B.- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Determinare il Ph di una soluzione la cui concentrazione idrogenionica $[H^+] = 10^{-11}$.

Soluzione

Per definizione ho

$$pH = -\log [H^+] = -\log 10^{-11}$$

N.B.- Dalla matematica so che il log di una potenza di 10 è uguale all'esponente quindi:

$$pH = -\log [H^+] = -\log 10^{-11} = -(-11) = 11$$

Risposta

Il pH della soluzione ricevuta è: pH = 11

n° 2

Determinare il Ph di una soluzione la cui concentrazione idrogenionica $[H^+] = 0,015 = 1,5 \cdot 10^{-2}$

Soluzione

Per definizione ho

$$pH = -\log [H^+] = -\log 1,5 \cdot 10^{-2}$$

N.B.- Dalla matematica so che il log di una potenza di 10 è uguale all'esponente quindi:

$$pH = -\log [H^+] = -\log 1,5 \cdot 10^{-2} = (-1) \cdot \log(1,5) - (-2) = 1,82$$

Risposta

Il pH della soluzione ricevuta è: pH = 1,82

n° 3

Determinare il pH di una soluzione la cui concentrazione idrogenionica $[H^+] = 1,25$.

Soluzione

Per definizione ho

$$pH = -\log [H^+] = -\log 1,25$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log 1,25 = -0,0969 = -0,10$$

Risposta

Il pH della soluzione ricevuta è: pH = -10

n° 4

Determinare il Ph di una soluzione la cui concentrazione idrogenionica $[H^+] = 5,3 \cdot 10^{-5}$.

Soluzione

Per definizione ho

$$pH = -\log [H^+] = -\log (5,3 \cdot 10^{-5})$$

N.B.- Dalla matematica so che il log di una potenza di 10 è uguale all'esponente quindi:

$$pH = -\log [H^+] = -\log (5,3 \cdot 10^{-5}) = -\log (5,3) - (-5) = 4,2757 = 4,28$$

Risposta

Il pH della soluzione ricevuta è: pH = 4,28

n° 5

Determinare il Ph di una soluzione la cui concentrazione idrogenionica $[H^+] = 0,00000016 = 1,6 \cdot 10^{-7}$

Soluzione

Per definizione ho: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (1,6 \cdot 10^{-7})$

N.B.- Dalla matematica so che il log di una potenza di 10 è uguale all'esponente quindi:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (1,6 \cdot 10^{-7}) = -\log (1,6) - (-7) = 6,7959 = 6,80$$

Risposta

Il pH della soluzione ricevuta è: $\text{pH} = 6,80$

n° 6

Calcolare il Ph e il Poh di una soluzione avente la seguente concentrazione ossidrionica:

$$[\text{OH}^-] = 10^{-11}.$$

Soluzione

Conoscendo la concentrazione ossidrionica determino il pOH:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 10^{-11} = -(-11) = 11$$

Conoscendo il pOH determino il pH:

$$\text{pH} = \text{pK}_w - \text{pOH} = 14 - 11 = 3$$

Risposta

La soluzione data ha: $\text{pOH} = 11$ e $\text{pH} = 3$

XV

EQUILIBRI FRA ELETTROLITI CALCOLO DEL pH e del pOH IN SOLUZIONI A CONCENTRAZIONI DI [H⁺] O [OH⁻] NOTE

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logarithmische per chimici Hoepli 1974

n° 1

Calcolare il pH e il pOH della soluzione la cui concentrazione idrogenionica è: $[\text{H}^+] = 10^{-11}$

Soluzione

Sapendo che:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (10^{-11})$$

N.B.- Il logaritmo di una potenza di 10 è uguale all'esponente.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (10^{-11}) = -(-11) = 11$$

Sapendo che:

$$\text{pOH} = \text{pK}_w - \text{pH} \text{ ho:}$$

$$\text{pOH} = \text{pK}_w - \text{pH} = 14 - 11 = 3$$

Risposta

Il pH della soluzione data è: $\text{pH} = 11$ e il $\text{pOH} = 3$

n° 2

Calcolare il Ph e il Poh della soluzione la cui concentrazione idrogenionica è: $[\text{H}^+] = 0,015$

Soluzione

Sapendo che $[H^+] = 0,015 = 1,5 \cdot 10^{-2}$:

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1,5 \cdot 10^{-2}) = -\log (1,5) - \log(10^{-2})$$

N.B.- Il logaritmo di una potenza di 10 è uguale all'esponente.

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1,5) - \log(10^{-2}) = -0,18 - (-2) = -0,18 + 2 = 1,82$$

Essendo $pOH = pK_w - pH$ ho:

$$pOH = pK_w - pH = 14 - 1,82 = 12,18$$

Risposta

Il pH della soluzione data è: $pH = 1,82$ e $pOH = 12,18$

n° 3

Calcolare il Ph e il Poh della soluzione la cui concentrazione idrogenionica è: $[H^+] = 1,25$

Soluzione

Sapendo che:

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1,25) \text{ ho:}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1,25) = -0,09691 = -0,10$$

Sapendo che $pOH = pK_w - pH$ ho:

$$pOH = pK_w - pH = 14 - (-0,10) = 14,10$$

Risposta

Il pH della soluzione data è: $pH = -0,10$ e il $pOH = 14,10$

n° 4

Calcolare il Ph e il Poh della soluzione la cui concentrazione idrogenionica è: $[H^+] = 5,3 \cdot 10^{-5}$

Soluzione

Sapendo che:

$$pH = -\log [H^+] = -\log (5,3 \cdot 10^{-5})$$

N.B.- Il logaritmo di una potenza di 10 è uguale all'esponente.

$$pH = -\log [H^+] = -\log (5,3 \cdot 10^{-5}) = -\log(5,3) - \log(10^{-5}) = -0,7243 - (-5) = -0,7243 + 5 = 4,2756 = 4,28$$

$$pOH = pK_w - pH = 14 - 4,28 = 9,72$$

Risposta

Il pH della soluzione data è: $pH = 4,28$ e il $pOH = 9,72$

n° 5

Calcolare il Ph della soluzione la cui concentrazione idrogenionica è: $[H^+] = 0,00000016$

Soluzione

Sapendo che:

$$pH = -\log [H^+] = -\log (0,00000016) = -\log(1,6 \cdot 10^{-7})$$

N.B.- Il logaritmo di una potenza di 10 è uguale all'esponente.

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1,6 \cdot 10^{-7}) = -\log(1,6) - \log(10^{-7}) = -0,2041 - (-7) = -0,2041 + 7 = 6,7959 = 6,80$$

$$pOH = pK_w - pH = 14 - 6,80 = 7,20$$

Risposta

Il pH della soluzione data è: $pH = 6,80$ e il $pOH = 7,20$

n° 6

**Calcolare il Ph e il Poh di una soluzione che ha la seguente concentrazione ossidrionica:
 $pOH = 10-11$.**

Soluzione

Sapendo che:

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log(10^{-11})$$

N.B.- Il logaritmo di una potenza di 10 è uguale all'esponente.

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log(10^{-11}) = -(-11) = 11$$

$$pH = pK_w - pOH = 14 - 11 = 3$$

Risposta

Il pOH della soluzione ricevuta è: $pOH = 11$

Il pH della soluzione ricevuta è: $pH = 3$

n° 7

Calcolare il Ph e il pOH di una soluzione che ha la seguente concentrazione ossidrilionica:

$Poh = 0,015 = 1,5 \cdot 10^{-2}$.

Soluzione

Sapendo che:

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(1,5 \cdot 10^{-2})$$

N.B.- Il logaritmo di una potenza di 10 è uguale all'esponente.

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(1,5 \cdot 10^{-2}) = -\log(1,5) - \log(10^{-2}) = -0,1761 - (-2) = 1,8239 = 1,82$$

$$pH = pK_w - pOH = 14 - 1,82 = 12,18$$

Risposta

Il pOH della soluzione ricevuta è: $pOH = 1,82$

Il pH della soluzione ricevuta è: $pH = 12,18$

n° 8

Calcolare il pH e il pOH di una soluzione che ha la seguente concentrazione ossidrilionica:

$pOH = 1,25 \cdot 10^{-5}$.

Soluzione

Sapendo che:

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(1,25 \cdot 10^{-5})$$

N.B.- Il logaritmo di una potenza di 10 è uguale all'esponente.

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(1,25 \cdot 10^{-5}) = -\log(1,25) - \log(10^{-5}) = -0,0969 - (-5) = 4,9031 = 4,90$$

$$pH = pK_w - pOH = 14 - 4,90 = 9,10$$

Risposta

Il pOH della soluzione ricevuta è: $pOH = 4,90$

Il pH della soluzione ricevuta è: $pH = 9,10$

n° 9

Calcolare il pH e il pOH di una soluzione che ha la seguente concentrazione ossidrilionica:

$pOH = 0,0000000075 = 7,5 \cdot 10^{-9}$.

Soluzione

Sapendo che:

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(7,5 \cdot 10^{-9})$$

N.B.- Il logaritmo di una potenza di 10 è uguale all'esponente.

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(7,5 \cdot 10^{-9}) = -0,8751 - (-9) = -0,88 + 9 = 8,12$$

$$pH = pK_w - pOH = 14 - 8,12 = 5,88$$

Risposta

Il pOH della soluzione ricevuta è: $pOH = 8,12$

Il pH della soluzione ricevuta è: $pH = 5,88$

n° 10

Determinare la concentrazione in ioni idrogeno $[H^+]$ e in ioni ossidrilioni $[OH^-]$ della seguente soluzione avente: $pH = 5,7$.

Soluzione

$$\text{Sapendo che } pH = -\log[H^+] \text{ ricavo la } [H^+]: -\log[H^+] = pH \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-5,7} = 10^{-0,7} \cdot 10^{-5} = 10(1-0,7) \cdot 10^{-5} = 10 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6} = 1,9952 \cdot 10^{-6} = 2,00 \cdot 10^{-6}$$

$$pOH = pK_w - pH = 14 - 5,7 = 8,3 \quad 0,5 \cdot 10^{-8} = 5,00 \cdot 10^{-9}$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-8,3} = 10^{-0,3} \cdot 10^{-8} = 10(1-0,3) \cdot 10^{-8} = 10 \cdot 0,7 \cdot 10^{-8} = 5,01 \cdot 10^{-9}$$

Risposta

La soluzione data ha: $[H^+] = 2,00 \cdot 10^{-6}$ e $[OH^-] = 5,00 \cdot 10^{-9}$

n° 11

Determinare la concentrazione in ioni idrogeno $[H^+]$ e in ioni ossidrili $[OH^-]$ della seguente soluzione avente: pH = 4,3.

Soluzione

Sapendo che se pH = 4,3 sarà pOH = 14-4,3 = 9,7

pH = -log $[H^+]$ ricavo la $[H^+]$:

-log $[H^+] =$ pH $[H^+] = 10^{-pH}$

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4,3} = 10^{-0,3} \cdot 10^{-4} = 10^{(1-0,3)} \cdot 10^{(-4-1)} = 10^{0,7} \cdot 10^{-5} = 5,0118 \cdot 10^{-5} = 5,01 \cdot 10^{-5}$

pOH = pK_w = 14-4,3 = 9,7

$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-9,7} = 10^{-0,7} \cdot 10^{-9} = 10^{(1-0,7)} \cdot 10^{(-9-1)} = 10^{0,3} \cdot 10^{-10} = 1,9952 \cdot 10^{-10} = 2,00 \cdot 10^{-10}$

Risposta

La soluzione data ha: $[H^+] = 5,01 \cdot 10^{-5}$ e $[OH^-] = 2,00 \cdot 10^{-10}$

n° 12

Determinare la concentrazione in ioni idrogeno $[H^+]$ e in ioni ossidrili $[OH^-]$ della seguente soluzione avente: Ph = 11,00.

Soluzione

Sapendo che pH = 11,00 sarà pOH = 14-11 = 3

pH = -log $[H^+]$ ricavo la $[H^+]$:

-log $[H^+] =$ pH; $[H^+] = 10^{-pH}$; $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11}$

pOH = pK_w - pH = 14,00 - 11,00 = 3,00

$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3}$

Risposta

La soluzione data ha: $[H^+] = 10^{-11}$ e $[OH^-] = 10^{-3}$

n° 13

Calcola il pH e il pOH di ml 100 di una soluzione 0,1M di HCl.

Sluzione

Sapendo che la soluzione è 0,1M so che la sua $[H^+] = 0,1$. Per cui:

pH = -log $[H^+] = -\log 0,1 = -\log(10^{-1}) = -(-1) = 1$

pOH = pK_w - pH = 14 - 1 = 13

Risposta

Il pH di ml 100 di soluzione 0,1M è: pH = 1 e pOH = 13

N° 14

Calcola il pH e il pOH di ml 100 di soluzione 0,1M con K= 1,8.10⁻⁵.

Soluzione

$[H^+] = (KHC)^{1/2} = (1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1)^{1/2} = (1,8 \cdot 10^{-6})^{1/2} = (1,8)^{1/2} \cdot (10^{-6})^{1/2} = 1,3416 \cdot 10^{-3} = 1,34 \cdot 10^{-3}$

pH = -log $[H^+] = -\log(1,34 \cdot 10^{-3}) = -\log(1,34) - (-3) = -0,1271 - (-3) = -0,13 + 3 = 2,87$

pOH = pK_w - pH = (14 - 2,87 = 11,13

Risposta

La soluzione 0,1M con K=1,8.10⁻⁵ ha: pH = 2,87 e pOH = 11,13.

N° 15

Calcolare il Ph e il Poh di una soluzione che in ml, 100 contiene gr. 3,65 di HCl

Soluzione

Calcolo la molarità della soluzione:

$$100 : 3,65 = 1000 : xM \quad xM = 3,65 \cdot 1000 / 100 = \text{gr. } 36,5$$

$$M = P_g / P_M = 36,5 / 36,5 = 1 = 1M \quad [H^+] = 1 \text{ da cui ho:}$$

$$pH = -\log(1) = 0$$

$$pOH = pK_w - pH = 14 - 0 = 14$$

Risposta

La soluzione data ha: pH = 0 e pOH = 14

n° 16

Calcolare il Ph e il Poh di una soluzione che in ml, 100 contiene gr. 1 di HCl AcH.

Soluzione

Calcolo la molarità della soluzione:

$$100 : 1 = 1000 : xM \quad xM = 1 \cdot 1000 / 100 = \text{gr. } 10$$

$$M = P_g / P_M = 10 / 60 = 0,16$$

$$[H^+] = KHC(1/2) = (1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,16)(1/2) = 0,001697 = 1,70 \cdot 10^{-3} \text{ da cui ho:}$$

$$pH = -\log(1,70 \cdot 10^{-3}) = -\log(1,70) - \log(10^{-3}) = 2,7696 \text{ circa} = 2,77 \text{ e calcolando il pOH ho:}$$

$$pOH = pK_w - pH = 14 - 2,77 = 11,23$$

Risposta

La soluzione data ha: pH = 2,77 e pOH = 11,23.

N° 17

Calcolare il pH e il pOH di una soluzione che in ml, 100 contiene gr. 3,65 gr. Di HCl e 2 gr. Di NaCl.

Soluzione

Calcolo la molarità della soluzione:

$$100 : 3,65 = 1000 : xHCl \quad xM = 3,65 \cdot 1000 / 100 = \text{gr. } 36,5$$

$$M = P_g / P_M = 36,5 / 36,5 = 1M$$

$$[H^+] = KHC(1/2) = (1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 1)(1/2) = 1 \text{ da cui ho:}$$

$$pH = -\log(1) = 0 \text{ e calcolando il pOH ho:}$$

$$pOH = pK_w - pH = 14 - 0 = 14$$

Risposta

La soluzione data ha: pH = 0 e pOH = 14.

N° 17

Calcolare il Ph e il Poh di una soluzione che in ml, 100 contiene gr. 1,00 gr. Di AcH e 2 gr. Di Na Ac..

Soluzione

Calcolo la molarità della soluzione in AcH:

$$100 : 1 = 1000 : xAcH \quad xAcH = 1 \cdot 1000 / 100 = \text{gr. } 10,00$$

$$M = P_g / P_M = 10,00 / 60,00 = 0,16 M \text{ (Concentrazione in AcH)}$$

Determino la concentrazione in Ac Na:

$$100 : 2 = 1000 : xAcNa \quad xAcNa = P_g / P_M = 20 / 82 = 0,24$$

$$[H^+] = K_a \cdot C_a / C_s = (1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,16 / 0,24) = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ da cui ho:}$$

$$pH = -\log(1,2 \cdot 10^{-5}) = -(-5) - 0,079 = 4,92 \text{ e calcolando il pOH ho:}$$

$$pOH = pK_w - pH = 14 - 4,92 = 9,08$$

Risposta

La soluzione data ha: pH = 4,92 e pOH = 9,08

n° 18

Calcolare il Ph e il Poh di una soluzione ottenuta aggiungendo 75 ml. 0,1 M di NaOH a 50

ml. di HCl 0,1 M.

Soluzione

Determino il n° di equivalenti di NaOH e di HCl:

$$0,075 * 0,1 = 0,0075 \text{ (equivalenti di NaOH)}$$

$$0,050 * 0,1 = 0,0050 \text{ (equivalenti di HCl)}$$

Determino gli equivalenti in eccesso di NaOH

$$0,0075 - \text{n° equivalenti di NaOH}$$

$$0,0050 = \text{n° equivalenti di HCl}$$

$$0,0025 = \text{n° equivalenti in eccesso di NaOH}$$

$$\text{Determino il totale dei ml. di NaOH + HCl} = \text{ml. } 75 + 50 = \text{ml } 125$$

Determino la concentrazione di NaOH in eccesso:

$$125 : 0,0025 = 1000 : x(\text{NaOH}). \quad X(\text{NaOH}) = 0,02$$

$$[\text{OH}^-] = 0,02 \text{ Concentrazione in eccesso di NaOH}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}] = -\log (0,02) = -\log (2,00) - \log (10^{-2}) = -0,30 - (-2) = 2 - 0,30 = 1,70$$

$$\text{pH} = \text{pKw} - \text{pOH} = 14 - 1,70 = 12,30$$

Risposta

La soluzione data ha: pOH = 1,7 e pH = 12,3

n° 19

Calcolare il pH e il pOH di una soluzione ottenuta aggiungendo ml. 75 di AcH 0,1M a ml. 50 di NaOH 0,1M e KAC M = 1,8.10⁻⁵.

Soluzione

Determino il n° di equivalenti di AcH e di NaOH:

$$0,075 * 0,1 = 0,0075 \text{ (equivalenti di NaOH)}$$

$$0,050 * 0,1 = 0,0050 \text{ (equivalenti di sale AcHCl)}$$

Determino gli equivalenti in eccesso di NaOH

$$0,0075 - \text{n° equivalenti di NaOH}$$

$$0,0050 = \text{n° equivalenti di sale formato.}$$

$$0,0025 = \text{n° equivalenti in eccesso di acido.}$$

$$\text{Determino il totale dei ml. di AcH + NaOH} = \text{ml. } 75 + 50 = \text{ml } 125$$

Determino la concentrazione di sale in eccesso:

$$125 : 0,0050 = 1000 : x(\text{sale}). \quad X(\text{sale}) = 0,04$$

Determino la concentrazione dell'acido:

$$125 : 0,0025 = 1000 : x(\text{acido}) \quad x(\text{acido}) = 0,02$$

$$[\text{H}^+] = \text{Ka} * \text{Ca} / \text{Cs} = 1,80 \cdot 10^{-5} * 0,02 / 0,04 = 9,00 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log (9,00 \cdot 10^{-6}) = -\log(9,00) - \log 10^{-6} = -0,95 + 6 = 5,05$$

$$\text{pOH} = \text{pKw} - \text{pH} = 14 - 5,05 = 8,95$$

Risposta

La soluzione data ha: pH = 5,05 e pOH = 8,95

n° 20

Quanti grammi di HCl si debbono pesare per preparare una soluzione di ml. 500 che abbia un Ph uguale a 3,72.

Soluzione

Determino la $[\text{H}^+]$ della soluzione avente pH = 3,72:

Sapendo che per definizione che:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \text{ ho}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,72} = 10^{-0,72} \cdot 10^{-3} = 10^{(1-0,72)} \cdot 10^{(-3-1)} = 10^{0,28} \cdot 10^{-4} = 2,14 \cdot 10^{-4}$$

Determino i grammi da pesare:

$$1000 : 500 = 2,14 \cdot 10^{-4} * \text{PM} : x_{\text{gr}} \quad x_{\text{gr}} = (500 * 2,14 \cdot 10^{-4} * 36,5) / 1000 = \text{gr. } 0,00391$$

Risposta

I grammi di HCl da pesare sono: gr. 0,00391

n° 21

Un acido monoprotico è ionizzato per 0,18% in una soluzione acquosa 0,01M. Calcolare la sua costante di dissociazione (K)

Soluzione

$$K = 2 \times c = 0,0018 \times 0,1 = 0,0000000328 = 3,28 \cdot 10^{-8}$$

Risposta

La costante di dissociazione di K è: $K = 3,28 \cdot 10^{-8}$.

n° 22

La costante di dissociazione dell'acido lattico che è monoprotico è $K = 1,6 \cdot 10^{-4}$. Qual è la concentrazione dello ione lattato (L-) in una soluzione 0,5N dell'acido.

Soluzione



Determino la concentrazione dell'anione lattato (L-) :

$$[L^-] = KC (1/2) = KC 0,5 = (1,6 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5) 0,5 = 0,0089442719 \text{ circa} = 8,94 \cdot 10^{-3}$$

Risposta

La concentrazione del lattato è: $[L^-] = 8,94 \cdot 10^{-3}$.

N° 23

Qual è la molarità di una soluzione di acido nitroso (HNO₂) ionizzata per il 6,8%?

$K (HNO_2) = 5,00 \cdot 10^{-4}$.

Soluzione

Determino la concentrazione ionizzata allo 6,8%:

$$= 6,8\% = 0,068$$

$$C (\text{Concentrazione}) = K / 2 = 5,00 \cdot 10^{-4} / 0,068^2 = 5 \cdot 10^{-4} / 46,2 \cdot 10^{-4} = 0,11M$$

Risposta

La molarità della soluzione data è: $M = 0,11$

n° 24

Calcolare in una soluzione $5,00 \cdot 10^{-2}$ N di acido acetico (CH₃COOH) ($K = 1,8 \cdot 10^{-5}$) la concentrazione degli ioni delle molecole dissociate.

Soluzione

La dissociazione dell'acido acetico è:



$$(1 -) c \quad \quad \quad c \quad c$$

$$= (K / C) 0,5 = [(1,8 \cdot 10^{-5}) / (5,00 \cdot 10^{-2})] 0,5 = 0,01897 \text{ circa} = 1,90 \cdot 10^{-2}$$

L'acido acetico essendo acido monoprotico ho:

$$[CH_3COO^-] = [H^+] = c = 1,9 \cdot 10^{-2} \times 5,00 \cdot 10^{-2} = 0,00095$$

$$[CH_3COOH] = AcH = (1 -)c = (1 - 1,9 \cdot 10^{-2}) \times (5,00 \cdot 10^{-2}) = 0,04905 \text{ circa} = 0,049$$

Risposta

$$[CH_3COO^-] = [H^+] = 0,00096$$

$$[CH_3COOH] = 0,049$$

XVI

ELETTRO - CHIMICA - ESERCIZI

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
 b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Una corrente di 12 ampere passa attraverso una soluzione di Cloruro di Cromo per 40 minuti.

Quanti grammi di Cromo vengono depositati e quanti litri di cloro a c.n, (= a condizioni normali) si libereranno?

Soluzione

$Q = I \times t$ (Q = coulomb - I = intensità in ampere - t = tempo in secondi)

$T = 40 \times 60 = 2400$ secondi

Determino la quantità di Cr e di Cl in coulomb:

$Q = I \times t = 12 \times 2400 = 28800$ coulombs

Determino la quantità di Cr in grammi in grammi e di Cl in litri:

p.e.Cr = $PM / Val. = 51,996 / 3 = 17,332 = 17,33$ (normalmente si danno valori a 2 cifre decimali)

v.e Cl = $PM / Val. = 35,453 / 3 = 11,8177 = 11,82$

96500 = coulomb necessari per precipitare 1 equivalente di Cr o per liberare 1 equivalente di Cl;

$96500 : 17,33 = 28800 : x \quad x = 17,33 \times 28800 / 96500 = \text{gr. Cr } 5,1721 = \text{gr. Cr } 5,17$

$96500 : 11,82 = 28800 ; x \text{ l.Cl} = 11,82 \times 28800$

$00 / 96500 = 3,6624 = \text{l.Cl } 3,66$

Risposta

I gr. Di cromo depositati sono: gr.Cr = 5,17.

I litri di cloro liberati sono: l.Cl = 3,66

n° 2

Una corrente di 2 ampere passa per 40 secondi attraverso una soluzione di un acido diluito.

Quanti millimoli di idrogeno e di ossigeno si formeranno?

Soluzione

$Q = I \times t$ (Q = coulomb - I = intensità in ampere - t = tempo in secondi)

$T = 40$ secondi

Determino la quantità di H e di O in coulomb:

$Q = I \times t = 2 \times 40 = 80$ coulombs

Trasformo i coulombs in faraday:

$96500 : 1 = 80 : x(\text{faraday}) \quad x(\text{faraday}) = 80 / 96500 = 0,0008290(F = 0,00083(\text{faraday}))$

Sapendo che: 1 faraday libera 500 millimoli di H_2 ($2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$)

1 faraday libera 250 millimoli di O_2 ($2OH^- \rightarrow H_2O + 1/2O_2 + 2e^-$)

Determino le moli di idrogeno e di ossigeno:

$500 \times 0,00083 = 0,415$ (m.moli di H_2)

$250 \times 0,00083 = 0,208$ (m.moli di O_2)

Risposte

Si liberano 0,415 di H_2 e 0,208 millimoli di O_2 .

n° 3

Per quanto tempo deve passare una corrente di 20 ampere attraverso una soluzione di $AgNO_3$ per avere un deposito di 40 gr. di argento. Quante moli di ossigeno si formano. (p.m. $AgNO_3=107,868$).

Soluzione

Determino i coulombs necessari per far precipitare gr. 40 di Ag.:

$n^{\circ}\text{Coul. p.e.Ag.} = x(n^{\circ}\text{Coul. (gr.40Ag). : gr.40(Ag.)}$
 $96500 : 107,868 = x(n^{\circ}\text{Coul. (gr.40Ag) : 40}$ $x(n^{\circ}\text{Coul. (gr.40Ag)} = 96500 \times 40 : 107,868 = 35784,47732 = 35784,5 \text{ coulombs.}$
 Determino il tempo in secondi e in minuti per precipitare 40 gr. di A g.:
 Sapendo che: $Q = I \times t$ so anche che $t = Q : I$
 $T = Q : I = 35784,5 : 20 = 1789,225 \text{ secondi}$ $1789,225 : 60 = 29,82 \text{ minuti.}$
 Determino le moli di Ossigeno che si formano:
 N.B. 1 faraday libera 250 millinoli di O₂. Di conseguenza:
 1 coulomb libererà 1/1000 di millinoli di O₂ = 0,250 moli d O₂ , per cui avrò:
 $96500 \text{ (Cou) : } 0,250 \text{ (l.)} = 357784,47732 \text{ (C06) : } x \text{ (l. O}_2\text{), da cui ho:}$
 $x \text{ (l. O}_2\text{)} = 0,250 \times 35784,47732 : 96500 = 0,092706 \text{ circa} = 1. 0,0927 \text{ _ (moli di O}_2\text{)}$

Risposta

- 1- La corrente deve passare per 29,82 minuti.
- 2- Le moli di ossigeno che si formano sono: 0,0927.

n° 4

Calcolare il numero di ore necessario a decomporre elettroliticamente 18 gr. di acqua con una corrente di 3 ampere.

Soluzione

Determino i coulomb necessari per far decomporre gr. 18 di acqua:
 $p.m \text{ (H}_2\text{O)} = 18,015$ $p.e = p.m : 2 = 9,0077$
 $96500 \text{ (Cou) : } 9,0077 = x \text{ (Cou) : } 18 \text{ (gr.)}$ $x(\text{Cou}) = 96500 \times 18 : 9,0077 = 192835.0189 = \text{circa}$
 $= 192835 \text{ (Coulomb)}$
 Calcolo il tempo necessario a far depositare 18 gr. di acqua:
 Dato che : $Q = I \times t$ ho $t = Q : I = 192835 : 3 = 64278,3333 \text{ (secondi) circa} = 64278 \text{ secondi}$
 $= 64278 : (60 \times 60) = 17,855 \text{ circa} = 18 \text{ (ore)}$

Risposta

Per decomporre elettroliticamente 18 gr. di acqua con una corrente di 3 ampere saranno necessarie circa 18 ore.

n° 5

Nell'elettrolisi di una soluzione di cloruro di sodio sono stati liberati 1000 gr di cloro. Calcolare:

- a)- La quantità di corrente impiegata
- b)- Il peso in grammi di idrossido di sodio (NaOH formatosi
- c)- Il volume di idrogeno misurato a 15° e 745 mm. di pressione, liberato dalla stessa corrente

Soluzione

Determino i coulomb necessari a sviluppare 1000 gr. di cloro:
 $96500 \text{ (Cou) : } 35,453 \text{ (Cl)} = x \text{ (Cou) : } 1000 \text{ (gr. Cl)}$
 $x \text{ (Cou)} = 96500 \times 1000 : 35,453 = 2721913,519 \text{ circa} = 2721914 \text{ (Coulomb)}$
 Trasformo i coulomb in anpere:
 $96500 : 26,8 = 2721914 : x \text{ (Ampere)}$
 $x \text{ (Amp)} = 26,8 \times 2721914 : 96500 = 755,9305 = \text{circa} = 756 \text{ Ampere}$
 Determino i gr. di Na che reagiscono con 1000 di Cl:
 $\text{Cl : Na} = 1000 : x \text{ (Na)}$
 $35,453 : 22,9898 = 1000 : x \text{ (Na)}$ $x \text{ (Na)} = 22,9898 \times 1000 : 35,453 = 648,8795 \text{ cica} = 649 \text{ (gr. Na)}$
 Determino i gr. di NaOH che si sono formati:
 $\text{NaOH (p.m) : Na (p.m)} = x \text{ (NaOH gr) : Na (gr.)}$
 $39,997 : 22,9898 = x \text{ /NaOH gr) : } 649 \text{ Na gr,)} \quad x \text{ (NaOH gr.)} = 39,997 \times 649 : 22,9898 =$

1129,1117

x (NaOH gr.) = circa 1129 gr.

Determino il volume di idrogeno liberato a 15°C e a 745 mm di pressione:

$96500 ; 1(\text{p.e. H}_2) = 2721914 \times (\text{gr.H}) \times (\text{gr.H}) = 1 \times 2721914 : 96500 = 28,2064 \text{ circa} = 28 \text{ gr. (H)}$

Determino il numero di moli H:

$n^\circ \text{ moli} = P(\text{in gr.}) : V(\text{valenza}) = 28 : 2 = 14 \text{ (moli corrisondenti)}$

Sapendo che : $PV = nRT$ e, di conseguenza

$V = nRT:P \text{ Atm.} = \text{Pres. (in mm. Hg)} : 760,00 = \text{atm } 745 = 0,98026 \text{ circa} = 0,98 \text{ atm.}$

$V(\text{H}) = 14 * 0,0821 * 288 : 0,98 \text{ (atmosfera)} = 337,782857 \text{ circa} = 338 \text{ (volume liberato)}$

Risposte

1- La quantità di corrente impiegata è di 756 Ampere

3- L'NaOH formatosi è di 1129 gr.

4- Il volume di idrogeno liberato è 338

n° 6

Gr. 0,2368 di ioduro di potassio furono disciolti in 250ml. di acetone. La resistenza della soluzione era di 1900 ohm e la costante della cella 1.436.

Calcolare la conducibilità molecolare della soluzione.

Soluzione

Sapendo che p.m.KI = 166,0065

Determino il volume molecolare di gr. 0,2368 di KI:

$0,2368 : 250 = 166,0065 : x(\text{M KI}) \quad x(\text{M KI}) = 250 \times 166,0065 : 0,2368 = 175260,2407 \text{ (vol. molec.)}$

Determino la conducibilità molecolare:

Sapendo che $= C / R$ in cui C (costante di cella) = 1,436 R(resistenza della soluz.) = 1900

Conducib. Specifica) = $C / R = 1,436 / 1900 = 0,0007557895 \text{ circa} = 0,00076 \text{ (conduc. Spec.)}$

$= x V = 0,00076 \times 175260 = 133,1976 \text{ circa} = 133 \text{ (Conducibilità molecolare)}$

Risposta

La conducibilità molecolare della soluzione è : 133 mho

n° 7

La resistenza di una cella piena con KCl N/10 è di 540 ohm a 10° e la conducibilità della cella elettrolitica a questa temperatura è di 0,009316 mho. Calcolare la resistenza della cella piena di una soluzione di nitrato d'argento N / 2000 110 mho.

Soluzione

Determino la resistenza della cella piena di una soluzione AgNO₃ N / 2000 a 110 mho:

So che C(costante di Cella) = (Conducibilità specifica) x R Resistenza di Cella) ho

$C = x R = 0,009316 \text{ (mho)} \times 540 \text{ (ohm)} = 5,03064 \text{ (Costante)}$ da cui ricavo la Con. Spec.:

$= C / V = 110 \text{ (mho)} / 2000000 = 0,000055 \text{ (cond. Spec.)}$

$R = C / = 5,03064 / 0,000055 = 91465,45455 \text{ circa} = 91466 \text{ (resistenza)}$

Soluzione

La resistenza della cella piena di una soluzione di AgNO₃ N / 2000 a 110 mho è : 91466.

n° 8

La amovibilità dello ione sodio è 43,4 e quella dello ione cloro 65,5 a 15°. Calcolare la conducibilità equivalente del cloruro di sodio a diluizione infinita.

Soluzione

Determino la conducibilità equivalente di NaCl a diluizione infinita:

$\text{inf.} = A + c = 43,4 + 65,5 = 108,9 \text{ (conducibilità equivalente)}$

Risposta

La conducibilità equivalente di NaCl a diluizione infinita è: 108,9

n° 9

Un acido monobasico ha un peso molecolare uguale a gr. 60. Una soluzione dell'acido che contiene gr. 1,36 dell'acido in 500 ml. ha una conducibilità equivalente di 12,6 mho a 18°: qual è: a)- La conducibilità specifica.

b)- La resistenza specifica della soluzione a questa temperatura.

Soluzione

Determino il volume molecolare:

$$1,36 : 500 = 60 : x \text{ (p.m.)} \quad x \text{ (p.m.)} = 500 \times 60 / 1,36 = 22058,8235 \text{ circa} = 22059 \text{ (vol. molare)}$$

Determino la conducibilità specifica:

$$= 12,6 \text{ mho} \quad V = 22059 \text{ (vol. molare)}$$

$$= \kappa / V = 12,6 / 22059 = 0,0005711954 \text{ circa} = 5,71 \cdot 10^{-4} \text{ (Cond. Spec.)}$$

Determino la resistenza specifica a questa temperatura:

$$= \text{resistenza specifica} \quad I = 1 \quad = \text{cond. Specif.} = 5,71 \cdot 10^{-4} \text{ (conduc. Specie.)}$$

$$= I / \kappa = 1 / 5,71 \cdot 10^{-4} = 1751,313485 \text{ circa} = 1,75 \cdot 10^3 \text{ (resist.spec.)}$$

Risposte

a)- La conducibilità specifica della soluzione è $5,71 \cdot 10^{-4}$.

b)- La resistenza specifica della soluzione a 18° è $1,75 \cdot 10^3$.

n° 10

Quanto tempo impiega una corrente di 4 ampere per depositare 24 gr. di nichel (Ni^{+2}) da una soluzione di NiSO_4 ? (p.e. di Ni = p.m. / 2 = 58,71 / 2 = 29,355)

Soluzione

Determino gli equivalenti di Ni presenti in 24 gr.:

$$\text{n° Equ. Ni} = \text{p.gr.} / \text{p.e.} = \text{gr.} (24 / 29,355) = \text{gr.} 0,817578 \text{ circa} = \text{gr.} 0,82 \text{ (equiv. Di Ni in 24 gr.)}$$

Determino il n° di coulomb necessari per questa precipitazione:

$$96500 \times 0,82 = 79130 \text{ (coulomb)}$$

Determino il tempo in secondi impiegato per questa precipitazione:

Sapendo che $Q = I \times t$ da cui ho:

$$t = Q / I = 79130 / 4 = \text{sec.} 19782,5 \text{ circa} = 19783 \text{ (secondi)}$$

Risposta

Per precipitare 24 gr, di Ni occorreranno 19783 secondi.

n° 11

Qual è l'intensità della corrente che libera gr. 20 gr. di cloro da una soluzione di cloruro in 6 ore?

Soluzione

Determino il n° di coulomb necessari per precipitare 20 gr. di cloro:

$$\text{eq coulomb : equiv. Cl} = x(\text{coulomb}) : 20 \text{ (gr Cloro)}$$

$$96500 : 35,453 = x(\text{coulomb}) : 20 \text{ (gr.Cl)} \quad x(\text{coulomb}) = 96500 \times 20 / 35,453 = 54438,27039 = 54438 \text{ coulomb}$$

Determino l'intensità della corrente che libera 20 gr. di cloro:

$$Q = \text{quantità coulomb} = 54438 \quad t = 6 \text{ ore} = 21600$$

$$I = Q / t = 54438 / 21600 = 2,520277778 \text{ circa} = 2,52 \text{ ampere}$$

Risposta

L'intensità della corrente che libera 20 gr di Cl nella soluzione data è di: 2,52 ampere.

n° 12

La soluzione di un metallo è stata elettrolizzata.

Calcolare il peso equivalente (p.e.) dai seguenti dati:

- a)- aumento di peso al catodo gr. 0,675
- b)- intensità della corrente 0,75 ampere
- c)- tempo di elettrolisi 45 minuti

Soluzione

Determini il n° di coulomb necessari per la deposizione del metallo:

$$I = 0,75 \text{ ampere} \quad t = 45 \times 60 = 2700 \text{ secondi}$$

$$Q = I \times t = 0,75 \times 2700 = 2065 \text{ coulomb}$$

Determino il peso equivalente del metallo:

$$\text{equiv.coul.} : x (\text{peso quiv. Met.}) = 2065 (\text{coul. Necessari}) : 0,675 (\text{peso metallo})$$

$$96500 : x (\text{peso quiv. Met.}) = 2065 \times 0,75$$

$$x (\text{peso quiv. Met.}) = 96500 \times 0,75 / 2065 = 31,54358 \text{ circa} = \text{gr. 32 (peso equivalente metallo)}$$

Risposta

Il peso equivalente del metallo è di gr. 32.

XVII

POTENZIALI DI OSSIDO-RIDUZIONE

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Il Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Calcolare la "forza elettro motrice" (f.e.m.) della pila:



Soluzione

I potenziali normali del piombo e dello zinco sono rispettivamente:

$$\text{Potenziale Normale Pb} = 0,12$$

$$\text{Potenziale Normale Zn} = -0,76$$

Determino il potenziale della semicoppia Pb | Pb²⁺ :

$$e_{\text{Pb} - \text{Pb}^{2+}} = e^{\circ} + 0,06/n \lg [\text{Pb}^{2+}] = -0,12 + 0,03 \lg 0,5 = -0,1290$$

Determino il potenziale della semicoppia Zn | Zn²⁺ :

$$e_{\text{Zn} - \text{Zn}^{2+}} = e^{\circ} + 0,07/n \lg [\text{Zn}^{2+}] = -0,76 + 0,03 \lg 0,01 = -0,82$$

Determino la f.e.m. della pila:

$$e_{\text{tot.}} = e_{\text{pos.}} - e_{\text{neg.}} = -0,1290 - (-0,82) = -(-0,82) = 0,691 \quad 0,69$$

Risposta

La forza elettro-motrice della pila è 0,69.

n° 2

Dai valori dei Potenziali Normali calcolare le f.e.m. delle pile basate sulle seguenti reazioni:



Soluzione

Sapendo che:

$$e_{\text{Zn} - \text{Zn}^{2+}} = -0,76$$

$$e_{\text{Ag} - \text{Ag}^{+}} = 0,80$$

Determino il Potenziale Normale totale:

$$e_{\text{tot}} = 0,80 - (-0,76) = 1,56 \text{ V}$$

Inoltre sapendo che:

$$e_{\text{Fe} - \text{Fe}^{++}} = -0,44$$

$$e_{\text{H} - \text{H}^+} = 0,00$$

Determino il Potenziale Normale totale:

$$e_{\text{tot}} = 0,00 - (-0,44) = 0,44 \text{ V}$$

e in ultimo sapendo che:

$$e_{\text{MnO}_4^- - \text{Mn}^{++}} = 1,52$$

$$e_{\text{Cl}^- - \text{Cl}_2} = 1,36$$

Determino il Potenziale Normale totale:

$$e_{\text{tot}} = 1,52 - 1,36 = 0,16 \text{ V}$$

Risposte

Le f.e.m. delle pile date sono: a)- 1,56 V b)- 0,44 V c)- 0,16 V

n° 3

Calcolare le Costanti di Equilibrio delle reazioni dell'esercizio n° 2:



$$e_{(\text{Zn} - \text{Zn}^{2+})} = - 0,76$$

$$e_{(\text{Ag} - \text{Ag}^+)} = 0,80$$



$$e_{(\text{Fe} - \text{Fe}^{2+})} = - 0,44$$

$$e_{(\text{H} - \text{H}^+)} = 0,00$$



$$e_{(\text{MnO}_4^- - \text{Mn}^{2+})} = 1,52$$

$$e_{(\text{Cl}^- - \text{Cl}_2)} = 1,35$$

Soluzione



Determino la Costante di Equilibrio:

$$e_{\text{Zn} - \text{Zn}^{++}} + (0,06 / n * \lg [\text{Zn}^{2+}]) = e_{\text{Ag} - \text{Ag}^+} + (0,06 / n * \lg [\text{Ag}^+])$$

$$-0,76 + (0,03 * \lg [\text{Zn}^{2+}]) = 0,80 + (0,83 * \lg [\text{Ag}^+]^2)$$

$$0,03 + \lg [\text{Zn}^{2+}] / [\text{Ag}^+]^2 = 0,76 + 0,80$$

$$\lg ([\text{Zn}^{2+}] / [\text{Ag}^+]^2) = 1,56 / 0,03 = 52 \text{ da cui ho } K = 10^{52}$$

$$e_{(\text{Zn} - \text{Zn}^{2+})} = -0,76$$

$$e_{(\text{Ag} - \text{Ag}^+)} = 0,80$$

$$e_{\text{tot}} = - (-0,76) + 0,80 = 1,56 \text{ V.}$$



Determino la Costante di Equilibrio:

$$e_{\text{Fe} - \text{Fe}^{++}} + (0,06 / n * \lg [\text{Fe}^{2+}]) = e_{\text{H} - \text{H}^+} + (0,06 / n * \lg [\text{H}^+])$$

$$-0,44 + (0,03 * \lg [\text{Fe}^{2+}]) = 0,00 + (0,03 * \lg [\text{H}^+]^2)$$

$$0,03 + \lg [\text{Fe}^{2+}] / [\text{H}^+]^2 = 0,44$$

$$\lg [\text{Fe}^{2+}] / [\text{H}^+]^2 = 0,44 / 0,03 = 14,2 \text{ da cui ho } K = 2 * 10^{14}$$

$$e_{(\text{Fe} - \text{Fe}^{2+})} = -0,44$$

$$e_{(\text{H} - \text{H}^+)} = 0,00$$

$$e_{\text{tot}} = 0,00 - (-0,44) = 0,44 \text{ V.}$$



Determino la Costante di Equilibrio:

$$e_{\text{Mn} - \text{Mn}^{++}} + (0,06 / n * \lg [\text{Mn}^{++}]) = e_{\text{Cl}^- - \text{Cl}_2} + (0,06 / n * \lg [\text{Cl}_2]^5)$$

$$0,006 * \lg [\text{Cl}_2]^5 / [\text{Mn}^{2+}]^2 = 0,16$$

$$\lg [\text{Cl}_2]^5 / [\text{Mn}^{2+}]^2 = 26,5 \text{ da cui ho } K = 10^{27}$$

$$e_{(\text{MnO}_4^- - \text{Mn}^{2+})} = 1,52$$

$$e_{(2\text{Cl}^- - \text{Cl}_2)} = 1,36$$

$$e_{\text{tot}} = (1,52 - 1,36) = 0,16 \text{ V.}$$

Risposte

Le Costanti di Equilibrio delle reazioni date sono: $K = 1,56 \text{ V.} - 0,44 \text{ V.} - 0,16 \text{ V.}$

n° 4

Qual è il potenziale di un elettrodo costituito da un pezzo di argento in una soluzione Ag. Soluzione

Sapendo che:

$$\text{Ag}^+ (K_{ps} = 8,5 \cdot 10^{-17}) \quad S = (8,5 \cdot 10^{-17})^{1/2} = 9,2195 \cdot 10^{-9} \quad 9,22 \cdot 10^{-9}$$

Determino il Potenziale Normale dell'argento:

e_{Ag}

$$= e^\circ + (0,06 / n) \log(\text{Ag}^+) = 0,80 + (0,06) \log(9,22 \cdot 10^{-9})$$

$$e_{\text{Ag}} = 0,80 - 0,4821 = 0,3179 \text{ V} \quad 0,318 \text{ V}$$

Risposta

Il Potenziale dell'elettrodo dato è: 0,318 V

n° 5

Calcolare la forza elettromotrice della pila:

Ag | Ag⁺ 0.1 N || Al⁺⁺⁺ 0.01 N | Al

Soluzione

Sapendo che i Potenziali Normali dell'argento e dell'alluminio sono rispettivamente : +0.80 e 1,28 volt.

Determino il Potenziale dell'argento:

$$e_{\text{Ag}} = e^\circ + (0,06 / n) \log(0.1) = 0,80 - 0,06 = 0,74$$

Determino il Potenziale dell'alluminio:

$$e_{\text{Al}} = e^\circ + (0,06 / n) \log(0.01) = -1,28 - 0,04 = -1,32$$

Determino il Potenziale Totale della pila:

$$e_{\text{tot}} = 0,74 - (-1,32) = 2,06$$

Risposta

La Forza Elettromotrice della pila è: 2,06

n° 6

Calcolare la Costante di Equilibrio per la reazione:



Soluzione

Sapendo che:

I Potenziali Normali delle semicoppie Cl-Cl⁻ e I-I⁻ sono rispettivamente: 1,36 e 0,54

Determino il Potenziale delle due semicoppie:

$$e^\circ_{\text{Cl-Cl}^-} + (0,06 / n) \log(\text{Cl}^-) = e^\circ_{\text{I-I}^-} + (0,06 / n) \log(\text{I}^-)$$

$$0,03 \log([\text{I}^-]^2 / [\text{Cl}^-]^2) = 0,82$$

$$\log([\text{I}^-]^2 / [\text{Cl}^-]^2) = 0,82 / 0,03 = 27,33 \text{ da cui ho } K = 3,3 \cdot 10^{27}$$

Risposta

La Costante di Equilibrio della reazione data è: $3,3 \cdot 10^{27}$

n° 7

Se un pezzo di argento è posto in una soluzione di Sn-SnCl₂, verrà spostato lo stagno ?

Soluzione

Sapendo:

$$e^\circ_{\text{Ag-Ag}^+} = 0,80 \quad e^\circ_{\text{Sn-Sn}^{++}} = -0,14$$

Lo stagno non viene spostato dall'argento in quanto il Potenziale Normale dell'argento è al di sotto di quello dello stagno.

Risposta

Lo stagno non potrà essere spostato perché $e^{\circ}_{\text{Ag}-\text{Ag}^+} = 0.80 > e^{\circ}_{\text{Sn}-\text{Sn}^{++}} = -0.14$.

n° 8

Calcolare la Costante di Equilibrio della reazione:



Soluzione

Sapendo che:

$$e^{\circ}_{\text{MnO}_4^- - \text{Mn}^{+2}} = 1,50 \quad e^{\circ}_{\text{Fe}^{+2} - \text{Fe}^{+3}} = 0,75$$

Determino il Potenziale Notmale della reazione:

$$e^{\circ}_{\text{MnO}_4^- - \text{Mn}^{+2}} + (0.06 / n * \log(\text{Mn}^{++})) = e^{\circ}_{\text{Fe}^{+2} - \text{Fe}^{+3}} + (0.06 / n * \log(\text{Fe}^{+3})^5)$$

$$1,50 + 0,012 * \log(\text{Mn}^{+2}) = 0,75 + 0,012 * \log(\text{Fe}^{+3})^5$$

$$0,012 * \log(\text{Fe}^{+3})^5 / (\text{Mn}^{++}) = 0,75 \quad \log(\text{Fe}^{+3})^5 / (\text{Mn}^{+2}) = 62,3$$

$$\text{da cui ho: } K = 3,0 * 10^{63}.$$

Risposta

La Costante di Equilibrio dell'equazione data è: $k = 3,0 * 10^{63}$

n° 9

Calcolare la Costante di Equilibrio della reazione:



Soluzione

Sapendo che:

$$e^{\circ}_{\text{Fe}^{+3} - \text{Fe}^{+2}} = 0,75 \quad e^{\circ}_{\text{I}_2 - \text{I}^-} = 0,54$$

Determino il Potenziale della reazione data:

$$e^{\circ}_{\text{Fe}^{+3} - \text{Fe}^{+2}} + 0.06 / n * \log(\text{Fe}^{+2}) = e^{\circ}_{\text{I}_2 - \text{I}^-} + 0,06 / n * \log(\text{I}^-)$$

$$0.03 * \log(\text{I}^-)^2 / (\text{Fe}^{+2})^2 = 0.21 \quad \log([\text{I}_2] / [\text{Fe}^{+2}]^2) = 7$$

$$\text{da cui ho: } K = 10^7$$

Risposta

La Costante d'Equilibrio della reazione data è: $K = 10^7$

n° 10

Determinare se è possibile ossidare con cloro una soluzione di sale ferroso; questa ossidazione è quantitativa ?

Soluzione

Sapendo che:

$$e^{\circ}_{\text{Fe}^{+2} - \text{Fe}^{+3}} = 0,75 \quad e^{\circ}_{\text{Cl}^{\circ} - \text{Cl}^-} = 1,36$$

E' possibile eseguire ossidazione con cloro in quanto questo elemento nella scala dei potenziali normali presenta un'attività come ossidante maggiore rispetto al ferro che al contrario presenta un'attività riducente maggiore.

$$e^{\circ}_{\text{Fe}^{+2} - \text{Fe}^{+3}} + 0.06 / n * \log[\text{Fe}^{+3}] = e^{\circ}_{\text{Cl}_2 - \text{Cl}^-} + 0,06 / n * \log[\text{Cl}^-]$$

$$0,75 + 0,03 * \log[\text{Fe}^{+3}]^2 = 1,36 + 0,03 * \log[\text{Cl}^-]^2$$

$$0,03 * \log([\text{Fe}^{+3}]^2 / [\text{Cl}_2]) = 0,61 \quad \log([\text{Fe}^{+3}]^2 / [\text{Cl}_2]) = 20,3 \quad \text{da cui ho } K = 3,0 * 10^{20}$$

Risposta

La Costante d'Equilibrio della reazione data è: $k = 3,0 * 10^{20}$

CALCOLO DEL POTENZIALE DI UNA SEMICOPPIA REDOX DAL POTENZIALE NOTO DI ALTRE SEMICOPPIE

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

N° 1

Calcolare il potenziale normale della semicoppia:



$$E^\circ_{[\text{Tl}^{+3}/\text{Tl(s)}]} = X$$

noti i valori delle semicoppie:



$$E^\circ_{(\text{Tl}^{+}/\text{Tl})} = 0,34 \text{ V}$$

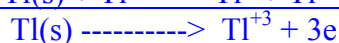
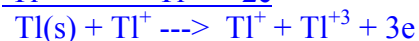
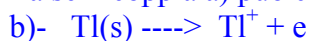


$$E^\circ_{(\text{Tl}^{+3}/\text{Tl}^{+})} = 1,25 \text{ V}$$

Soluzione

A)- Ricavo il potenziale della semicoppia a) dai potenziali delle semicoppie b) e c):

La semicoppia a) può considerarsi come derivata dalla somma delle semicoppie b) e c):



B)- Determino le variazioni di energia totale delle semicoppie a potenziale noto:

L'energia totale espressa in elettron-volt (Ev) corrispondente alle reazioni b) e c) è data dal prodotto

"Volt x n° elettroni":

$$\text{Tl(s)} \longrightarrow \text{Tl}^{+} + \text{e} \quad \text{eV} = E^\circ \times n^\circ \text{e} = 0,34 \times 1 = 0,34 \text{ Ev}$$

$$\text{Tl}^{+} \longrightarrow \text{Tl}^{+3} + 2\text{e} \quad \text{eV} = E^\circ \times n^\circ \text{e} = 1,25 \times 2 = 2,50 \text{ Ev}$$

C)- Determino il potenziale incognito della semicoppia a):

Calcolo il potenziale incognito (x) (= lavoro per unità di carica) sommando l'energia totale (Ev) della b) e della c) e dividendo per il numero di elettroni (n° e) della a):

$$E^\circ_{(\text{Tl}^{+3}/\text{Tl})} = \text{eV}_{(\text{Tl}^{+}/\text{Tl})} + \text{eV}_{(\text{Tl}^{+3}/\text{Tl}^{+})} / n^\circ \text{e}_{(\text{Tl}^{+3}/\text{Tl})} = [E^\circ_{(\text{Tl}^{+}/\text{Tl})} \times n^\circ \text{e}] / n^\circ \text{e}_{(\text{Tl}^{+3}/\text{Tl})} =$$

$$= [(0,34 \times 1) + (-1,25 \times 2)] / 3 = [0,34 - 2,50] / 3 = -2,16 / 3 = -0,72 \text{ eV}.$$

Risposta

Il potenziale normale della semicoppia $E^\circ_{[\text{Tl}^{+3}/\text{Tl(s)}]} = -0,72 \text{ Ev}$

N.B.- I seguenti esercizi si calcolano con lo stesso metodo del n° 1

N° 2

Calcolare il potenziale normale della semicoppia:

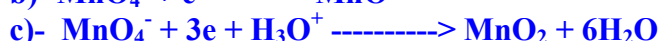


$$E^\circ_{[\text{MnO}_4^{2-}/\text{MnO}_2]} = X$$

noti i valori delle semicoppie:



$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-})} = 0,564 \text{ Ev}$$



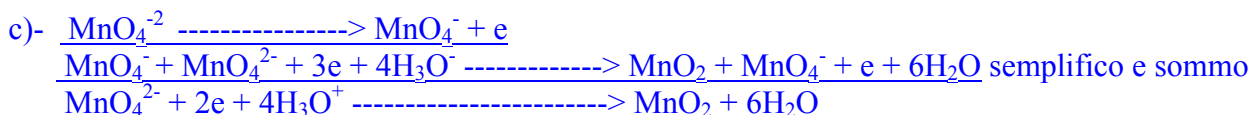
$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2)} = +1,695 \text{ Ev}$$

Soluzione

A)- Ricavo il potenziale della semicoppia a) dai potenziali delle semicoppie b) e c):

La semicoppia a) può considerarsi come derivata dalla somma delle semicoppie b) e c):





B)- Determino le variazioni di energia totale delle semicoppie a potenziale noto:

L'energia totale espressa in elettron-volt (Ev) corrispondente alle reazioni b) e c) è data dal prodotto

"Volt x n° elettroni":

$$\text{c)- } \text{MnO}_4^- + 3\text{e} + 4\text{H}_3\text{O}^+ \text{ -----} \rightarrow \text{MnO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \quad \text{eV} = E^\circ \cdot n^\circ \text{e} = 1,695 \cdot 3 = 5,085 \text{ eV}$$

$$\text{b)- } \text{MnO}_4^{2-} \text{ -----} \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{e} \quad \text{eV} = E^\circ \cdot n^\circ \text{e} = 0,654 \cdot 1 = 0,564 \text{ eV}$$

C)- Determino il potenziale incognito della semicoppia a):

Calcolo il potenziale incognito (x) (= lavoro per unità di carica) sommando l'energia totale (eV) della c) e della b), cambiata di segno (a causa dell'inversione operata) e dividendo per il numero di elettroni (n° e) della a):

$$\begin{aligned}
 E^\circ_{(\text{MnO}_4^{2-}/\text{MnO}_2)} &= \text{eV}[(\text{MnO}_4^{2-}/\text{MnO}_2) + \text{eV}(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2)] / n^\circ \text{e}[(\text{MnO}_4^{2-}/\text{MnO}_2)] = \\
 &= E^\circ[(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2) \cdot n^\circ \text{e}] + [E^\circ(\text{MnO}_4^{2-} + \text{MnO}_4^-) \cdot n^\circ \text{e}] / n^\circ \text{e}(\text{MnO}_4^{2-} / \text{MnO}_2) = \\
 &= [(1,635 \cdot 3) + (-0,564 \cdot 1)] / 2 = [5,085 - 0,564] / 2 = 4,521 / 2 = 2,2606 \text{ eV}
 \end{aligned}$$

Risposta

Il potenziale normale della semicoppia $E^\circ(\text{MnO}_4^{2-}/\text{MnO}_2) = 2.2606 \text{ eV}$.

n° 3

Calcolare il potenziale normale della semicoppia:



$$E^\circ[\text{BrO}^-/\text{BrO}_3^-] = X$$

noti i valori delle semicoppie:



$$E^\circ(\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-) = -0,61 \text{ eV}$$



$$E^\circ(\text{BrO}^-/\text{Br}^-) = -0,76 \text{ eV}$$

Soluzione

A)- Ricavo il potenziale della semicoppia a) dai potenziali delle semicoppie b) e c):

La semicoppia a) può considerarsi come derivata dalla somma delle semicoppie b) e c) scritta come riduzione (cioè andrà invertita e di conseguenza andrà invertito anche il potenziale)



$$E^\circ(\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-) = 0,61 \text{ eV}$$



$$E^\circ(\text{BrO}^-/\text{Br}^-) = -0,76 \text{ eV}$$



B)- Determino le variazioni di energia totale delle semicoppie a potenziale noto:

L'energia totale espressa in elettron-volt (Ev) corrispondente alle reazioni b) e c) espressa in Ev è data dal prodotto "Volt x n° elettroni cioè **"E° * n°e"**:

$$\text{Br}^- + 6\text{OH}^- \text{ ----} \rightarrow \text{BrO}_3^- + 6\text{e} + 3\text{H}_2\text{O} \quad \text{eV} = E^\circ(\text{BrO}_3^- / \text{Br}^-) = E^\circ \cdot n^\circ \text{e} = -0,61 \cdot 6 = -3,66 \text{ eV}$$

$$\text{BrO}^- + 2\text{e} + 2\text{OH}^- \text{ -----} \rightarrow \text{BrO}_3^- \quad \text{eV} = E^\circ(\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-) \cdot n^\circ \text{e} = -(-0,76 \cdot 2) = 1,52 \text{ eV}$$

C)- Determino il potenziale incognito della semicoppia a):

Calcolo il potenziale incognito (x) (= lavoro per unità di carica) sommando l'energia totale (eV) della b) all'inverso dell'energia totale della c) e dividendo per il numero di elettroni (n° e) della a):

$$\begin{aligned}
 E^\circ(\text{BrO}_3^-/\text{BrO}^-) &= [\text{eV}(\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-) + \text{eV}(\text{BrO}^-/\text{Br}^-) \cdot n^\circ \text{e}(\text{BrO}_3^-/\text{BrO}^-)] / n^\circ \text{e} + \\
 [E^\circ(\text{BrO}^-/\text{Br}^-) \cdot n^\circ \text{e}] / n^\circ \text{e}(\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-) &= [(-3,66) + (-0,76 \cdot 2)] / 4 = [-3,66 + 1,52] / 4 = -0,54 \text{ eV}
 \end{aligned}$$

Risposta

Il potenziale normale della semicoppia $E^\circ(\text{BrO}_3^-/\text{BrO}^-) = -0,54 \text{ eV}$

n° 4

Calcolare il potenziale normale della semicoppia:



$$E^\circ[\text{Pb}^{+4}/\text{Pb}] = X$$

noti i valori delle semicoppie:



$$E^\circ(\text{Pb}^{+4}/\text{Pb}^{+2}) = +1,70 \text{ eV}$$



$$E^\circ(\text{Pb}^{+2}/\text{Pb}) = -0,121 \text{ eV}$$

Soluzione

A)- Ricavo il potenziale della semicoppia a) dai potenziali delle semicoppie b) e c):

La semicoppia a) può considerarsi come derivata dalla somma delle semicoppie b) e c):



$$E^\circ(\text{Pb}^{+4}/\text{Pb}^{+2}) = 1,70 \times 2 = 3,40 \text{ eV}$$



$$E^\circ(\text{Pb}^{+2}/\text{Pb}) = 0,121 \times 2 = 0,24 \text{ eV}$$



Sommando e semplificando ho:

B)- Determino le variazioni di energia totale delle semicoppie a potenziale noto:

L'energia totale espressa in elettron-volt (eV) corrispondente alle reazioni b) e c) è data dal prodotto

"Volt x n° elettroni":



$$E^\circ(\text{Pb}^{+4}/\text{Pb}^{+2}) = 1,70 \times 2 = 3,40 \text{ eV}$$



$$E^\circ(\text{Pb}^{+2}/\text{Pb}) = 0,121 \times 2 = 0,24 \text{ eV}$$

C)- Determino il potenziale incognito della semicoppia a):

Calcolo il potenziale incognito (x) (= lavoro per unità di carica) sommando l'energia totale (eV)

della b) e della c) e dividendo per il numero di elettroni (n° e) della a):

$$E^\circ(\text{Pb}^{+4}/\text{Pb}) = [(1,70 \times 2) + (-0,12 \times 2)] / 4 = [3,40 - 0,24] / 4 = 0,79 \text{ eV}$$

Risposta

Il potenziale normale della semicoppia $E^\circ(\text{Pb}^{+4}/\text{Pb}) = -0,79 \text{ eV}$

N° 5

Calcolare il potenziale normale della semicoppia:

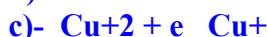


$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = X$$

noti i valori delle semicoppie:



$$E^\circ(\text{Cu}^{+}/\text{Cu}) = +0,52 \text{ eV}$$



$$E^\circ(\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}^{+}) = +0,15 \text{ eV}$$

Soluzione

A)- Ricavo il potenziale della semicoppia a) dai potenziali delle semicoppie b) e c):

La semicoppia a) può considerarsi come derivata dalla somma delle semicoppie b) e c), scrivendo la semicoppia a) come riduzione e non come ossidazione:



Sommando e semplificando ho:



B)- Determino le variazioni di energia totale delle semicoppie a potenziale noto:

L'energia totale espressa in elettron-volt (eV) corrispondente alle reazioni b) e c) è data dal prodotto

"Volt x n° elettroni":



$$E^\circ(\text{Cu}^{+}/\text{Cu}) = +0,52 \text{ eV}$$



$$E^\circ(\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}^{+}) = +0,15 \text{ eV}$$

C)- Determino il potenziale incognito della semicoppia a):

Calcolo il potenziale incognito (x) (= lavoro per unità di carica) sommando l'energia totale (eV)

della b) e della c) e dividendo per il numero di elettroni (n° e) della a):

$$E^\circ(\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}) = (0,52 \times 1) + (0,15 \times 1) / 2 = (0,52 + 0,15) / 2 = 0,67 / 2 = 0,34 \text{ eV}$$

Risoista

Il potenziale normale della semicoppia $E^\circ(\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ eV}$

n° 6

Calcolare il potenziale normale della semicoppia:



$$E^\circ[\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}] = X$$

noti i valori delle semicoppie:



$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ eV}$$

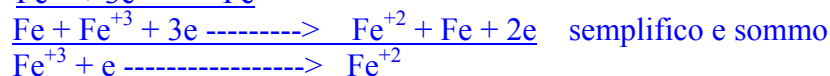
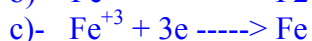


$$E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}) = -0,36 \text{ eV}$$

Soluziobe

A)- Ricavo il potenziale della semicoppia a) dai potenziali delle semicoppie b) e c):

La semicoppia a) può considerarsi come derivata dalla somma delle semicoppie c) e b) scritta come ossidazione(cioè va invertita e di conseguenza andrà invertito anche il potenziale):



B)- Determino le variazioni di energia totale delle semicoppie a potenziale noto:

L'energia totale espressa in elettron-volt (eV) corrispondente alle reazioni b) e c) è data dal prodotto

"Volt x n° elettroni":



$$\text{eV} = E^\circ \cdot n^\circ \cdot e^\circ = - (-0,44 \times 2) = +0,88 \text{ eV}$$



$$\text{eV} = E^\circ \cdot n^\circ \cdot e^\circ = -0,036 \times 3 = -0,108 \text{ eV}$$

C)- Determino il potenziale incognito della semicoppia a):

Calcolo il potenziale incognito (x) (= lavoro per unità di carica) sommando l'energia totale (eV) della b) e della c) e dividendo per il numero di elettroni (n° e) della a):

$$E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = \text{eV}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) + \text{eV}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}) / n^\circ \text{e}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = [-E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) \cdot n^\circ \text{e}] + [E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}) \cdot n^\circ \text{e}] / n^\circ \text{e}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = [(-0,44 \cdot 2) + (-0,036 \cdot 3)] / 1 = [0,88 - 0,108] / 1 = 0,772 \text{ eV} \cong 0,77 \text{ eV}$$

Risposta

Il potenziale normale della semicoppia $E^\circ[\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}] = 0,772 \text{ eV} \cong 0,77 \text{ eV}$.

XIX

PREVISIONE DELLA POSSIBILITA' CHE UNA REAZIONE REDOX AVVENGA INBASE A DATI DI POTENZIALE

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments

b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logarithmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Si voglia decidere circa la possibilità di ossidare un sale ferroso a sale ferrino, mediante un sale tannico che si riduce a stannoso.

Soluzione

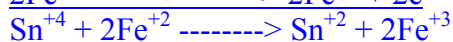
I valori dei potenziali delle semicoppie sono:



$$E^\circ(\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{+2}) = 0,15 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2}) = 0,77 \text{ V}$$

Bilancio elettronicamente le due reazioni, semplifico w sommo:



Poiché $E^\circ(\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2}) > E^\circ(\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{+2})$ non è possibile che un sale tannico ossidi un sale ferroso.

E' invece possibile la reazione inversa, ossidare cioè un sale stannoso a tannico con un sale ferrino che si riduce a ferroso. Cioè:



Bilancio elettronicamente le due reazioni, semplifico w sommo:



Poiché $E^\circ(\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2}) > E^\circ(\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{+2})$ è possibile che un sale oncent ossidi un sale stannoso a sale tannico riducendosi a sale ferroso.

Risposta

Non è possibile ossidare un sale ferroso a sale ferrico con un sale stannico che si riduca a sale stannoso perché $E^\circ(\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2}) > E^\circ(\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{+2})$.

N.B.- La "conditio sine qua non" affinché una coppia redox ossidi un'altra coppia è che la differenza tra i loro potenziali normali [$E^\circ > 0$] sia maggiore di 0.

N° 2

Si voglia decidere circa la possibilità di sviluppare idrogeno dalla soluzione acquosa di un acido con $a(\text{H}_3\text{O}^+) = 1$.

a)- mediante aggiunta di ferro.

b)- mediante aggiunta di rame.

Soluzione

I valori dei potenziali delle semicoppie sono:



$$E^\circ(\text{Fe}^{+2} / \text{Fe}) = -0,41 \text{ V}$$

$$E^\circ(2\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Cu}^{+2} / \text{Cu}) = 0,337 \text{ V}$$

Essendo pertanto: $E^\circ(\text{Cu}^{+2} / \text{Cu}) > E^\circ(2\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2) > E^\circ(\text{Fe}^{+2} / \text{Fe})$ lo ione H_3O^+ potrà ossidare il ferro riducendosi a H_2 :



ma non potrà ossidare il rame il cui E° è maggiore di zero.

Risposta

La soluzione acquosa di un acido con $\alpha_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = 1$ non potrà ossidare il ferro il cui $E^\circ > 0$

N.B.- Generalizzando si ha: Solo i metalli il cui E° ha valore negativo sono in grado di sviluppare idrogeno da soluzioni acide.

I metalli con $E^\circ > 0$ non danno in modo apprezzabile tale reazione.

n° 3

Determinare se è possibile ossidare apprezzabilmente mediante iodio (I_2), in soluzione acquosa, il tiosolfito ($S_2O_3^{2-}$) a tetrationato ($S_4O_6^{2-}$).

Soluzione

I valori dei potenziali delle semicoppie sono:



$$E^\circ(I_2 / 2I^-) = 0,536 \text{ V}$$



$$E^\circ(S_4O_6^{2-} / 2S_2O_3^{2-}) = 0,080 \text{ V}$$



Risposta

La reazione redox ha luogo poiché il potenziale normale della semicoppia ossidante è maggiore del potenziale normale della semicoppia riducente:

$$E^\circ(I_2 / 2I^-) = 0,536 \text{ V} > E^\circ(S_4O_6^{2-} / 2S_2O_3^{2-}) = 0,080 \text{ V}$$

n° 4

Determina se è possibile ossidare il ferro-ferroso a ferro-ferrico con permanganato potassico, in ambiente solforico.

$$E^\circ(MnO_4^- / Mn^{2+}) = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ(Fe^{3+} / Fe^{2+}) = 0,77 \text{ V}.$$

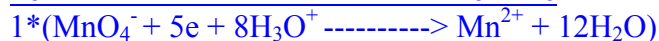
Soluzione

I valori dei potenziali delle semicoppie sono:

$$E^\circ(MnO_4^- / Mn^{2+}) = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ(Fe^{3+} / Fe^{2+}) = 0,77 \text{ V}.$$

Visto che si ha: $E^\circ(MnO_4^- / Mn^{2+}) = 1,52 \text{ V} > E^\circ(Fe^{3+} / Fe^{2+}) = 0,77 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare il ferro-ferroso a ferro-ferrico con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero. Le reazioni che avvengono sono le seguenti:



Risposta

Visto che si ha: $E^\circ(MnO_4^- / Mn^{2+}) = 1,52 \text{ V} > E^\circ(Fe^{3+} / Fe^{2+}) = 0,77 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare il ferro-ferroso a ferro-ferrico con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero.

N° 5

Determinare se è possibile ossidare lo ioduro a iodio elementare con permanganato potassico in ambiente solforico.

$$E^\circ(MnO_4^- / Mn^{2+}) = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ(I_2 / 2I^-) = 0,54 \text{ V}.$$

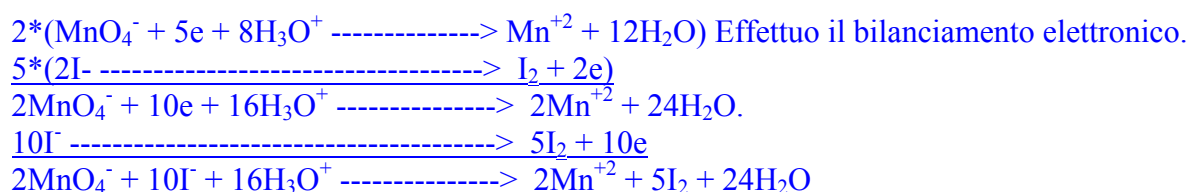
Soluzione

I valori dei potenziali delle semicoppie sono:

$$E^\circ(MnO_4^- / Mn^{2+}) = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ(I_2 / 2I^-) = 0,54 \text{ V}.$$

Visto che si ha: $E^\circ(MnO_4^- / Mn^{2+}) = 1,52 \text{ V} > E^\circ(I_2 / 2I^-) = 0,54 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare lo ioduro a iodio elementare con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero. Le reazioni che avvengono sono le seguenti:



Risposta

Visto che si ha: $E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{+2})} = 1,52 \text{ V} > E^\circ_{(\text{I}_2 / 2\text{I}^-)} = 0,54 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare lo ioduro a iodio elementare con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero.

n° 6

Determinare se è possibile ossidare il cloruro a cloro elementare con permanganato potassico in ambiente solforico.

$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{+2})} = 1,52 \text{ V} \qquad E^\circ_{(\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-)} = 1,36 \text{ V}.$$

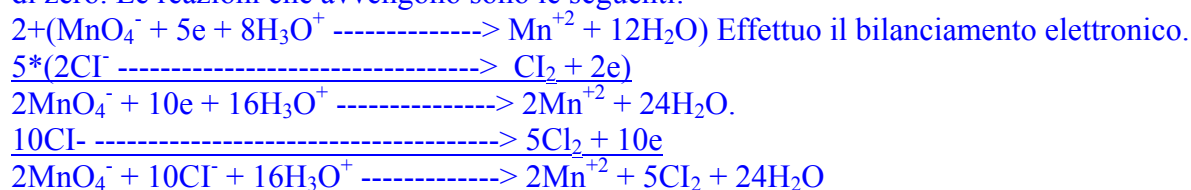
Soluzione

I valori dei potenziali delle semicoppie sono:

$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{+2})} = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-)} = 1,36 \text{ V}.$$

Visto che si ha: $E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{+2})} = 1,52 \text{ V} > E^\circ_{(\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-)} = 1,36 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare il cloruro a cloro elementare con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero. Le reazioni che avvengono sono le seguenti:



Risposta

Visto che si ha: $E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{+2})} = 1,52 \text{ V} > E^\circ_{(\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-)} = 1,36 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare il cloruro a cloro elementare con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero.

n° 7

Determinare se è possibile ossidare i sali stannosi a sali tannici con permanganato potassico in ambiente solforico.

$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{+2})} = 1,52 \text{ V} \qquad E^\circ_{(\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{+2})} = 0,15 \text{ V}.$$

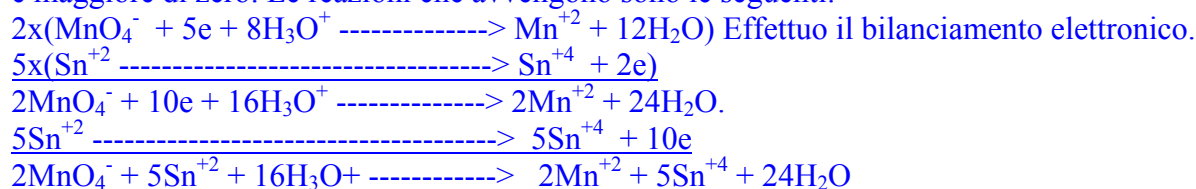
Soluzione

I valori dei potenziali delle semicoppie sono:

$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{+2})} = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{+2})} = 0,15 \text{ V}.$$

Visto che si ha: $E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{+2})} = 1,52 \text{ V} > E^\circ_{(\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{+2})} = 0,15 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare i sali stannosi a sali tannici con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero. Le reazioni che avvengono sono le seguenti:



Risposta

Visto che si ha: $E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})} = 1,52 \text{ V} > E^\circ_{(\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}^{4+})} = 0,15 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare i sali stannosi a sali stannici con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero.

N° 8

Determinare se è possibile sviluppare bromo, trattando un bromuro con permanganato potassico, in ambiente solforico.

$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})} = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(2\text{Br}^- / \text{Br}_2)} = 1,09 \text{ V}.$$

Soluzione

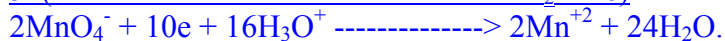
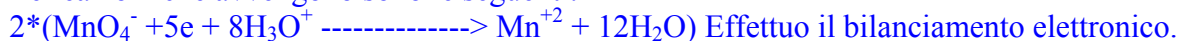
I valori dei potenziali delle semicoppie sono:

$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})} = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(2\text{Br}^- / \text{Br}_2)} = 1,09 \text{ V}.$$

Visto che si ha: $E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})} = 1,52 \text{ V} > E^\circ_{(2\text{Br}^- / \text{Br}_2)} = 1,09 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare il bromuro a bromo elementare con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero.

Le reazioni che avvengono sono le seguenti:



Risposta

Visto che si ha: $E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})} = 1,52 \text{ V} > E^\circ_{(\text{Br}_2 / 2\text{Br}^-)} = 1,09 \text{ V}$ posso affermare che è possibile sviluppare bromo trattando un bromuro con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero.

N° 9

Determinare, se è possibile, ossidare un solfuro a zolfo elementare con permanganato di potassico in ambiente solforico.

$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})} = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(2\text{S}^{2-} / \text{S}_2)} = 0,14 \text{ V}.$$

Soluzione

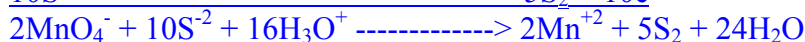
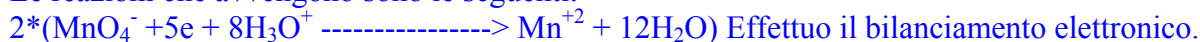
I valori dei potenziali delle semicoppie sono:

$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})} = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(2\text{S}^{2-} / \text{S}_2)} = 0,14 \text{ V}.$$

Visto che si ha: $E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})} = 1,52 \text{ V} > E^\circ_{(2\text{S}^{2-} / \text{S}_2)} = 0,14 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare un solfuro a zolfo elementare con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero.

Le reazioni che avvengono sono le seguenti:



Risposta

Visto che si ha: $E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})} = 1,52 \text{ V} > E^\circ_{(2\text{S}^{2-} / \text{S}_2)} = 0,14 \text{ V}$ posso affermare che è possibile ossidare un solfuro a zolfo elementare trattando un solfuro con permanganato potassico in ambiente solforico che si ridurrà a manganese-manganoso dato che la differenza dei potenziali normali è maggiore di zero.

XX

DETERMINARE SE UNA DISPROPORZIONE E' POSSIBILE IN BASE AI VALORI DEI POTENZIALI

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments

b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

Regola : Una specie (A) può disproporzionarsi soltanto se la coppia costituita da (A) e da un suo prodotto di riduzione [A/A(rid)] ha un potenziale redox superiore a quello della coppia costituita dalla stessa specie (A) e da un suo prodotto di ossidazione A[ox / A].

$$E^{\circ}_{(A / A \text{ rid.})} > E^{\circ}_{(A \text{ ox} / A)}$$

n° 1

Determinare se il cloro, in soluzione alcalina (NaOH) può disproporzionare dando NaCl e NaClO.

Soluzione

I valori dei potenziali normali delle semicoppie sono:



$$E^{\circ}_{(\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-)} = 1,36 \text{ V}$$



$$E^{\circ}_{(\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-)} = 0,38 \text{ V}$$



Risposta

La di sproporzione può aver luogo perché è verificata la a), coè:

$$E^{\circ}_{(A / A \text{ rid})} > E^{\circ}_{(A \text{ ox} / A)}$$

$$E^{\circ}_{(\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-)} = 1,36 \text{ V} > E^{\circ}_{(\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-)} = 0,38 \text{ V}$$

n° 2

Determinare se l'ipoclorito di sodio (NaClO) a 80°C e in soluzione alcalina per NaOH, può disproporzionare dando Na Cl e NaClO₃.

Soluzione

I valori dei potenziali normali delle semicoppie sono:



$$E^{\circ}_{(2\text{ClO}^- / 2\text{Cl}^-)} = 0,88 \text{ V}$$



$$E^{\circ}_{(\text{ClO}^- / 2\text{ClO}_3^-)} = 0,50 \text{ V}$$



Risposta

La di sproporzione può aver luogo perché è verificata la a), coè:

$$E^{\circ}_{(A / A \text{ rid})} > E^{\circ}_{(A \text{ ox} / A)}$$

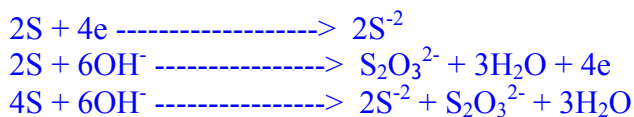
$$E^{\circ}_{(2\text{ClO}^- / 2\text{Cl}^-)} = 1,36 \text{ V} > E^{\circ}_{(\text{ClO}_3^- / 2\text{ClO}^-)} = 0,50 \text{ V}$$

n° 3

Determinare se lo zolfo, posto in soluzione di NaOH, può disproporzionare dando solfuro di sodio (Na₂S) e tiosolfato di sodio (Na₂S₂O₃).

Soluzione

I valori dei potenziali normali delle semicoppie sono:



$$\begin{array}{l}
E^{\circ}_{(2S / 2S^{-2})} = -0,48 \text{ V} \\
E^{\circ}_{(2S / S_2O_3^{2-})} = -0,74 \text{ V}
\end{array}$$

Risposta

La di sproporzione può aver luogo perché è verificata la a), coè:

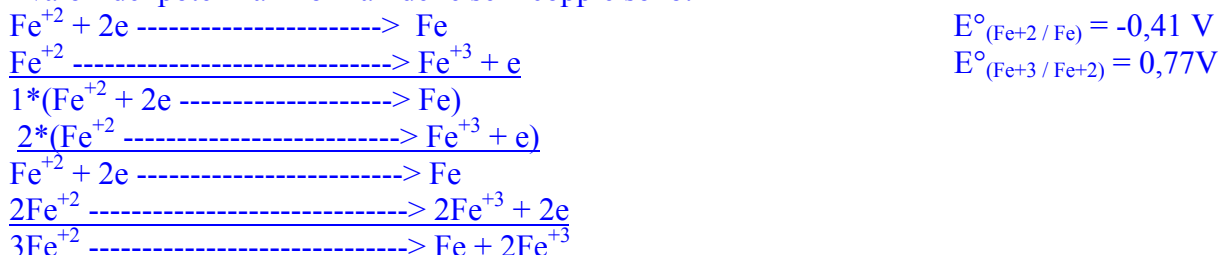
$$\begin{array}{l}
E^{\circ}_{(A / A_{rid})} > E^{\circ}_{(A_{ox} / A)} \\
E^{\circ}_{(2S / 2S^{-2})} = -0,48 > E^{\circ}_{(2S / S_2O_3^{2-})} = -0,74 \text{ V}
\end{array}$$

n° 4

Determinare se il ferro-ferroso , in soluzione acquosa, può disproporzionare dando ferro e ferro-ferrico.

Soluzione

I valori dei potenziali normali delle semicoppie sono:



$$\begin{array}{l}
E^{\circ}_{(Fe^{+2} / Fe)} = -0,41 \text{ V} \\
E^{\circ}_{(Fe^{+3} / Fe^{+2})} = 0,77 \text{ V}
\end{array}$$

Risposta

La oncentrazione non può aver luogo perché non è verificata la a) cioè il potenziale normale della semicoppia ossidante è minore del potenziale normale della semicoppia del riducente:

$$\begin{array}{l}
E^{\circ}_{(A / A_{rid})} > E^{\circ}_{(A_{ox} / A)} \quad \text{infatti:} \\
E^{\circ}_{(Fe^{+2} / Fe)} = -0,41 \text{ V} < E^{\circ}_{(Fe^{+3} / Fe^{+2})} = 0,77 \text{ V}
\end{array}$$

n° 5

Determinare se il rame-rameoso, in soluzione acquosa, può disproporzionare dando rame metallico e rame-rameico.

Soluzione

I valori dei potenziali normali delle semicoppie sono:



$$\begin{array}{l}
E^{\circ}_{(Cu^{+} / Cu)} = 0,52 \text{ V} \\
E^{\circ}_{(Cu^{+} / Cu^{+2})} = 0,15 \text{ V}
\end{array}$$

Risposta

La oncentrazione può aver luogo perché è verificata la a) cioè il potenziale normale della semicoppia ossidante è maggiore del potenziale normale della semicoppia del riducente:

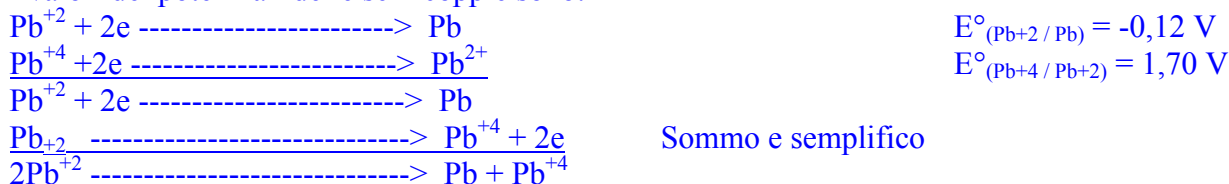
$$\begin{array}{l}
E^{\circ}_{(A / A_{rid})} > E^{\circ}_{(A_{ox} / A)} \quad \text{infatti:} \\
E^{\circ}_{(Cu^{+} / Cu)} = 0,52 \text{ V} > E^{\circ}_{(Cu^{+} / Cu^{+2})} = 0,15 \text{ V}
\end{array}$$

n° 6

Determinare se il piombo-piomboso può disproporzionare dando piombo metallico e piombo piombino.

Soluzione

I valori dei potenziali delle semicoppie sono:



$$\begin{array}{l}
E^{\circ}_{(Pb^{+2} / Pb)} = -0,12 \text{ V} \\
E^{\circ}_{(Pb^{+4} / Pb^{+2})} = 1,70 \text{ V}
\end{array}$$

Sommo e semplifico

Risposta

La di sproporzione non può aver luogo perché non è verificata la a) cioè:

$$E^{\circ}_{(A / A_{rid})} > E^{\circ}_{(A_{ox} / A)} \quad \text{infatti}$$

$$E^{\circ}_{(Pb^{+2} / Pb)} = -0,12 \text{ V} < E^{\circ}_{(Pb^{+4} / Pb^{+2})} = 1,70 \text{ V}$$

XXI

DISPROPORZIONI: DETERMINARE SE UNA DISPROPORZIONE E' POSSIBILE IN BASE AI VALORI DELLA LORO COSTANTE DI EQUILIBRIO.

Determinare se possono aver luogo le seguenti reazioni di concentrazione in base al valore della loro costante di equilibrio.

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

N° 1

Il rame può avere la reazione di di sproporzione secondo la seguente reazione?



Soluzione

I valori delle semicoppie sono:



$$E^{\circ}_{(Cu^{+} / Cu)} = 0,52 \text{ V}$$



$$E^{\circ}_{(Cu^{+2} / Cu)} = 0,34 \text{ V}$$

Sapendo che una reazione di disproporzione può aver luogo se la sua Costante di Equilibrio (K) è elevata, calcolo il valore di K:

$$K = C_2^{n1} / C_1^{n2} = 10^{(17 * [n1n2 * (E1 - E2)])} = [Cu^{+2}] / [Cu^{+}]^2 = 10^{17 * [1 * 2 * (0,52 - 0,34)]} = 10^{17 * 2 * 0,18} = 10^{6,12}$$

Risposta

L'elevato valore della Costante di Equilibrio indica che lo ione rameoso si disproporziona e quindi proprio a causa di questa reazione lo stato di ossidazione del rame non è stabile.

n° 2

Il piombo può avere la reazione di disproporzione secondo la seguente reazione?



Soluzione

I valori dei potenziali normali delle semicoppie sono:



$$E^{\circ}_{(Pb^{+2} / Pb)} = -0,12 \text{ V}$$



$$E^{\circ}_{(Pb^{+4} / Pb^{+2})} = 1,70 \text{ V}$$

Dai valori riportati calcolo il Potenziale della semicoppia:



$$E^{\circ}_{(Pb^{+4} / Pb)} = [(1,70 * 2) + (-0,12 * 2)] / 4 = (3,40 - 0,24) / 4 = 3,16 / 4 = 0,79 \text{ eV.}$$

Sapendo che una reazione di di sproporzione può aver luogo se la sua Costante d'Equilibrio (K) è elevata, calcolo il valore di K:

$$K = C_2^{n1} / C_1^{n2} = 10^{(17 * n1n2 * (E1 - E2))} = [Pb^{+4}] / [Pb^{+2}] = 10^{(17 * 2 * 2 * (-0,12 - 0,79))} = 10^{17 * 4 * (-0,91)} = 10^{-61,8}$$

Risposta

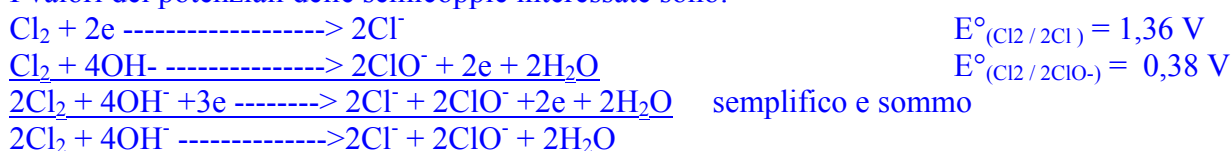
Il molto piccolo valore della Costante di Equilibrio indica che lo ione piomboso (Pb^{+2}) non può disproporzionare dando piombo metallico (Pb) e ione piombico (Pb^{+4})

n° 3

Determinare se il cloro, in soluzione alcalina per NaOH, può disproporzionare dando NaCl e NaClO.

Soluzione

I valori dei potenziali delle semicoppie interessate sono:



Sapendo che una reazione di disproporzione può aver luogo se la sua Costante di Equilibrio (K) è elevata. Calcolo il valore di (K):

$$K = [\text{C}_2^{n1}] / [\text{C}_1^{n2}] = 10^{17 \cdot n1 \cdot n2 (E^\circ_1 - E^\circ_2)} = 10^{17 \cdot 2 (1,36 - 0,38)} = 10^{(17 \cdot 2 \cdot 0,98)} = 10^{33,30}$$

Risposta

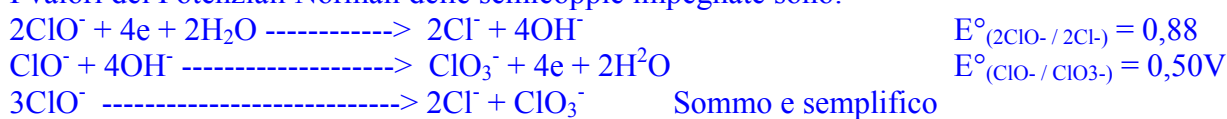
L'elevato valore della Costante di Equilibrio indica che il cloro elementare, in soluzione alcalina, disproporziona dando ione cloruro (Cl^-) e ione ipoclorito (ClO^-).

n° 4

Determinare se l'ipoclorito di sodio (NaClO), a 80°C in soluzione alcalina per NaOH, può disproporzionare dando NaCl e NaClO_3 .

Soluzione

I valori dei Potenziali Normali delle semicoppie impegnate sono:



Sapendo che una reazione di disproporzione può aver luogo se la sua Costante di Equilibrio (K) è elevata. Calcolo quindi il valore di K:

$$\begin{aligned} K &= \text{C}_2^{n1}(\text{ClO}^- / \text{ClO}_3^-) = [\text{C}_2] / [\text{C}_1] \\ &= 10^{17 \cdot n1 \cdot n2 (E^\circ_1 - E^\circ_2)} \\ &= [\text{ClO}^{-3}] / [\text{Cl}^-]^2 = 10^{[17 \cdot 4 (0,88 - 0,50)]} = 10^{[17 \cdot 4 \cdot 0,38]} = 10^{25,82} \text{ circa } = 10^{26} \end{aligned}$$

Risposta

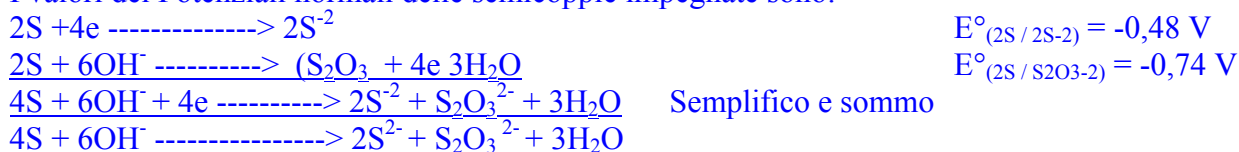
L'elevato valore della Costante di Equilibrio indica che lo ione ipoclorito a 80°C e in soluzione alcalina, si disproporziona dando ione cloruro (Cl^-) e lo ione clorato (ClO^{-3}).

n° 5

Determinare se lo zolfo, posto in soluzione alcalina per NaOH, può disproporzionare dando solfuro di sodio (Na_2S) e tiosolfato di sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

Soluzione

I valori dei Potenziali normali delle semicoppie impegnate sono:



Sapendo che una reazione di disproporzione può aver luogo se la sua Costante di Equilibrio (K) è elevata. Calcolo il valore di K:

$$\begin{aligned} K &= \text{C}_2^{n1} / \text{C}_1^{n2} (4\text{S} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = [\text{C}_2] / [\text{C}_1] = 10^{17 \cdot n1 \cdot n2 (E^\circ_1 - E^\circ_2)} \\ &= [\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]^2 / [\text{S}^{2-}]^2 = 10^{17 \cdot 4 [-0,48 - (-0,74)]} = 10^{17 \cdot 4 \cdot 0,26} = 10^{17,68} \cong \underline{10^{17,70}} \end{aligned}$$

Risposta

L'elevato valore della Costante di Equilibrio indica che lo zolfo elementare in soluzione alcalina per NaOH, si disproporziona dando lo ione solfuro (S^{2-}) e lo ione tiosolfato ($S_2O_3^{2-}$).

n° 6

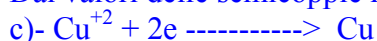
Determinare se il rame -rameoso, in soluzione acquosa, può disproporzionare dando rame e rame-rameico.

Soluzione

I valori dei potenziali normali delle semicoppie interessate, sono:



Dai valori delle semicoppie riportate, calcolo il Potenziale normale della semicoppia:



che risulta dalla somma di a) e b), invertendo la seconda:



Semplifico e sommo



$$E^\circ_{(Cu^{+2}/Cu)} = [(0,52 \times 1) + (0,15 \times 1)] / 2 = [0,52 + 0,15] / 2 = 0,67 / 2 = 0,335 \text{ V}$$

Sapendo che una reazione di disproporzione può aver luogo se la sua Costante di Equilibrio (K) è elevata. Calcolo il valore di $K_{(Cu^{+2}/Cu)}$:

$$\begin{aligned} K = C_2^{n1} / C_1^{n2} = (Cu^{+2} / Cu) = [C_2] / [C_1] &= 10^{17 \cdot n1 \cdot n2 (E1 - E2)} = [Cu^{+2}] / [Cu]^2 = 10^{17 \cdot 2 \cdot (0,52 - 0,34)} \\ &= 10^{17 \cdot 2 \cdot 0,18} = 10^{6,12} \cong 10^6. \end{aligned}$$

Risposta

L'elevato valore della Costante di Equilibrio indica che lo ione rameoso si disproporziona dando rame metallico e ione rameico.

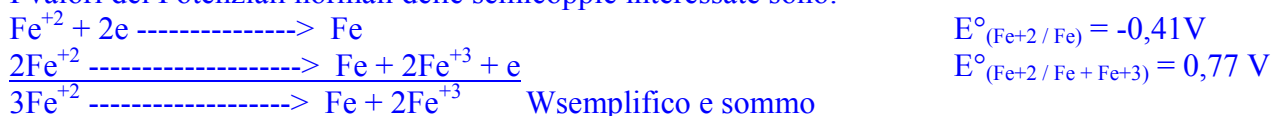
Proprio a causa di questa reazione lo stato di ossidazione del rame non è stabile.

n° 7

Determinare se il ferro-ferroso, in soluzione acquosa, può disproporzionare dando ferro e ferro-ferrico.

Soluzione

I valori dei Potenziali normali delle semicoppie interessate sono:



Wsemplifico e sommo

Sapendo che una reazione di disproporzione può aver luogo se la sua Costante di Equilibrio (K) è elevata. Calcolo il valore di $K_{(3Fe^{+2}/Fe + 2Fe^{+3})}$:

$$\begin{aligned} K = C_2^{n1} / C_1^{n2} = (3Fe^{+2} / Fe + 2Fe^{+3}) = [C_2] / [C_1] &= 10^{17 \cdot n1 \cdot n2 (E1 - E2)} = [Fe^{+3}]^2 / [Fe^{+2}]^3 \\ &= 10^{17 \cdot 2 \cdot (-0,41 - 0,77)} = 10^{17 \cdot 2 \cdot (-1,18)} = 10^{-40} \end{aligned}$$

Risposta

Il valore, molto piccolo, della Costante di Equilibrio indica che lo ione ferroso non può disproporzionare dando ferro-Metallico e ione ferrino.

(Ciò significa che avviene la reazione inversa, cioè lo ione ferrino ossida il ferro metallico a ione ferroso riducendosi a sua volta, a ione ferroso).

GRADO DI AVANZAMENTO DELLE REAZIONI REDOX IN BASE AI VALORI DELLA COSTANTE DI EQUILIBRIO K

1)- **Reazione analiticamente completa.**

2)- **Reazione quantitativa.**

4)- **Reazione totalmente spostata a destra.**

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments

b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Determinare se è possibile ossidare apprezzabilmente mediante iodio, in soluzione acquosa, il tiosolfato di sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) a tetrationato di sodio ($\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$).

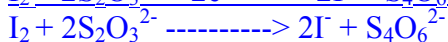
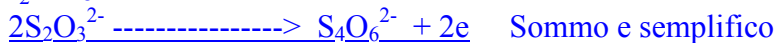
Soluzione

A)- Determino la reazione ionica di ossimoriduzione:

I valori dei Potenziali normali delle semicoppie sono:

$$E^\circ_{(\text{I}_2 / 2\text{I}^-)} = 0,536 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = 0,080 \text{ V}$$



B)- Determino il valore della Costante di Equilibrio $K_{(\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} / 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-})}$

Sapendo che una reazione redox può aver luogo se la sua Costante di Equilibrio è elevata.

Determino il valore di $K_{(\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} / 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-})}$

$$\log K_{(\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} / 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-})} = n[E^\circ_{(\text{I}_2 / 2\text{I}^-)} - E^\circ_{(\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}] / 0,059 = [2(0,536 - 0,080)] / 0,059$$

$$K_{(\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} / 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-})} = 10^{[2(0,536 - 0,080)] / 0,059} = 10^{[2 \times 0,456] / 0,059} = 10^{0,912 / 0,059} = 10^{15,46}$$

$$= 10^{0,46 \times 15} = 10^{0,46 \times 10^{15}} = 2,882 \times 10^{15} \approx \underline{\underline{2,88 \cdot 10^{15}}}$$

Risposta

L'elevato valore della Costante di Equilibrio indica che la reazione è fortemente spostata a destra, cioè è quantitativa.

Ciò significa che lo iodio, in soluzione acquosa, ossida quantitativamente il tiosolfato a tetrationato.

n° 2

Determinare se una soluzione tannica (Sn^{+4}) può ossidare una soluzione ferrosa (Fe^{+2}) a ferrica (Fe^{+3}).

N.B.- I valori dei Potenziali Standard delle semicoppie sono:

$$E^\circ_{(\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{+2})} = 0,15 \text{ V} \quad E^\circ_{(\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2})} = 0,771 \text{ V}$$

Soluzione

N.B.- Si risolve come il n°1.

n°3

Determinare se il permanganato potassico, può, in soluzione solforica, ossidare il ferro-ferroso (Fe^{+2}) a ferro-ferrico (Fe^{+3}).

N.B.- I Potenziali Standard delle semicoppie sono:

$$E^\circ_{(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{+2})} = 1,52 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2})} = 0,771 \text{ V}$$

Soluzione

N.B.- Si risolve come il n°1.

n°4

Determinare se è possibile sviluppare idrogeno dalla soluzione acquosa di un acido con $\alpha_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = 1$ mediante aggiunta di ferro.

N.B.- I Potenziali Standard delle due semicoppie sono:

$$E^\circ_{(2\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2)} = 0,000 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(\text{Fe}^{+2} / \text{Fe})} = -0,41 \text{ V}$$

Soluzione

N.B.- Si risolve come il n°1.

N° 5

Determinare se è possibile sviluppare idrogeno dalla soluzione acquosa di un acido con $\alpha_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = 1$ mediante aggiunta di rame (Cu).

N.B.- I Potenziali Standard delle due semicoppie sono:

$$E^\circ_{(2\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2)} = 0,000 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(\text{Cu}^{+2} / \text{Cu})} = 0,337 \text{ V}$$

Soluzione

N.B.- Si risolve come il n°1

XXIII

PREVISIONE DELLA DIREZIONE VERSO LA QUALE TENDE AD EVOLVERE UNA REAZIONE, DALLE VARIAZIONI DI ENERGIA LIBERA STANDARD (G°)

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

- a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments
- b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n°1

In quale direzione tende ad evolvere la seguente reazione a 25°C:



sapendo che le variazioni di energia libera standard sono:

$$\Delta G^\circ_f(\text{NO gas}) = 20,72 \text{ Kcal/M.}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{NO}_2 \text{ gas}) = 12,39 \text{ Kcal/M.}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ(\text{reazione}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$
b)- $\Delta G^\circ f(\text{elementi}) = 0$
c)- $\Delta G^\circ f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)
 $\Delta G^\circ f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^\circ f(\text{reazioni})$:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ f(\text{reazioni}) &= \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi}) \\ &= 2\Delta G^\circ f_{(\text{NO}_2 \text{ gas})} - [(\Delta G^\circ f_{(\text{NO gas})} + \Delta G^\circ f_{(\text{O}_2 \text{ gas})})] \\ &= (2 \cdot 12,39) - [(2 \cdot 20,72) + 0] = 24,78 - 41,44 = -16,66 \text{ Kcal / M}\end{aligned}$$

Risposta

Dato che $\Delta G^\circ f(\text{reazione}) < 0$ la reazione evolve a destra cioè:



n° 2

Determinare la reazione verso la quale tende ad evolvere la seguente reazione, a 25°C:



sapendo che le reazioni di Energia Libera Standard sono :

$$\Delta G^\circ f_{(\text{NH}_3 \text{ gas})} = -3,976 \text{ Kcal / M.}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ(\text{reazione}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$
b)- $\Delta G^\circ f(\text{elementi}) = 0$
c)- $\Delta G^\circ f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)
 $\Delta G^\circ f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^\circ f(\text{reazioni})$:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ f(\text{reazioni}) &= \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi}) \\ &= 2\Delta G^\circ f_{(\text{NH}_3)} - [(2\Delta G^\circ f_{(\text{N}_2)} + 3\Delta G^\circ f_{(\text{H}_2)})] \\ &= (2 \cdot (-3,976)) - [(2 \cdot 0) + 3 \cdot 0] = -7,952 - 0 = -7,952 \text{ Kcal / M}\end{aligned}$$

Risposta

Dato che $\Delta G^\circ f(\text{reazione}) < 0$ la reazione evolve a destra cioè:



n° 3

Determinare in quale direzione evolve la reazione di conversione dell'acqua:



A 25°C e ad 2 atmosfera.

$$\Delta G^\circ f_{(\text{CO}_2)} = -94,26 \text{ Kcal / M.}$$

$$\Delta G^\circ f_{(\text{CO})} = -32,807 \text{ Kcal / M.}$$

$$\Delta G^\circ f_{(\text{H}_2\text{O})} = -54,635 \text{ Kcal / M.}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ(\text{reazione}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$
b)- $\Delta G^\circ f(\text{elementi}) = 0$
c)- $\Delta G^\circ f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)
 $\Delta G^\circ f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^\circ f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, la reazione di Energia Libera sarà:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ f(\text{reazioni}) &= \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi}) \\ &= [\Delta G^\circ f_{(\text{CO}_2)} + (\Delta G^\circ f_{(\text{H}_2)})] - [\Delta G^\circ f_{(\text{CO})} + \Delta G^\circ f_{(\text{H}_2\text{O})}]\end{aligned}$$

$$= \Delta G^\circ_f(\text{CO}_2) + \Delta G^\circ_f(\text{H}_2) - \Delta G^\circ_f(\text{CO}) - \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O})$$

$$= ((-94,26 + 0 + 32,807 + 54,635) - (-9,4260 + 87,442) = -6,818 \text{ Kcal / M.}$$

Risposta

Dato che la reazione di conversione del gas d'acqua a 25°C è caratterizzata da variazione negativa di Energia Libera ($\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) < 0$), essa evolve a destra, cioè:



n° 4

Determinare la direzione verso la quale tende ad evolvere la seguente reazione a 25°C:



Sapendo che le variazioni di Energia Libera Standard sono:

$$\Delta G^\circ_f(\text{C}_6\text{H}_6 \text{ liq}) = +29,4 \text{ Kcal / M.}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{C}_6\text{H}_{12} \text{ liq}) = +6,8 \text{ Kcal / M.}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ(\text{reazione}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^\circ_f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$\Delta G^\circ_f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^\circ_f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, la reazione di Energia Libera sarà:

$$\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$$

$$= [\Delta G^\circ_f(\text{C}_6\text{H}_{12}) - (\Delta G^\circ_f(\text{C}_6\text{H}_6))] - [\Delta G^\circ_f(\text{CO}) + \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O})]$$

$$= \Delta G^\circ_f(\text{CO}_2) + [\Delta G^\circ_f(\text{H}_2) - (\Delta G^\circ_f(\text{C}_6\text{H}_6) + 3 \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{gas}))]$$

$$= +6,8 - (+29,4 + 3,0) = +6,8 - 29,4 = -22,6 \text{ Kcal / M.}$$

Risposta

Dato che ($\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) < 0$), La reazione evolve a destra, cioè:



n° 5

Determinare la reazione verso la quale tende ad evolvere la seguente reazione a 25°C:



sapendo che le reazioni di Energia Libera Standard sono:

$$\Delta G^\circ_f(\text{CO gas}) = -32,808 \text{ Kcal / M.}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O gas}) = -54,636 \text{ Kcal / M.}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{HCOOH gas}) = -80,240 \text{ Kcal / M.}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ(\text{reazione}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^\circ_f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$\Delta G^\circ_f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^\circ_f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, la reazione di Energia Libera sarà:

$$\Delta G^\circ_f(\text{reazioni}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$$

$$= [\Delta G^\circ_f(\text{HCOOH}\uparrow \text{ gas}) - (\Delta G^\circ_f(\text{CO}\uparrow \text{ gas}) + \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O gas}))]$$

$$= -80,240 - (-32,808 - 54,636) = -80,240 + 87,444 = +7,204 \text{ Kcal / M.}$$

Risposta

Dato che ($\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) > 0$), La reazione evolve a sinistra, cioè:



n° 6

Determinare la reazione verso la quale tende ad evolvere la seguente reazione, a 25°C:



sapendo che $\Delta G^\circ(\text{prodotti}) = 20,735 \text{ Kcal / M.}$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ(\text{reazione}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^\circ_f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$\Delta G^\circ_f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^\circ_f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, la reazione di Energia Libera sarà:

$\Delta G^\circ_f(\text{reazioni}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$

$= [\Delta G^\circ_f(\text{NO}\uparrow \text{ gas}) - (1/2\Delta G^\circ_f(\text{N}_2\uparrow \text{ gas}) + 1/2\Delta G^\circ_f(\text{O}_2\uparrow \text{ gas}))]$

$= 20,735 \text{ Kcal / M.}$

Risposta

Dato che $(\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) > 0)$, La reazione evolve a sinistra, cioè:



n° 7

Determinare la reazione verso la quale tende ad evolvere la seguente reazione a 35°C:



Sapendo che le variazioni di Energia Libera Standard sono:

$\Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{S gas}) = - 7,800 \text{ Kcal / M.}$

$\Delta G^\circ_f(\text{SO}_2 \text{ gas}) = - 69,600 \text{ Kcal / M.}$

$\Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O gas}) = - 54,600 \text{ Kcal / M.}$

$\Delta G^\circ_f(\text{S}) = 0,600 \text{ Kcal / M}$ **sa è un elemento.**

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ(\text{reazione}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^\circ_f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$\Delta G^\circ_f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^\circ_f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, la reazione:

$\Delta G^\circ_f(\text{reazioni}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$

$= [2\Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O}\uparrow \text{ gas}) + 3\Delta G^\circ_f(\text{S dil})] - [2\Delta G^\circ_f(\text{H}_2\uparrow \text{ gas}) + \Delta G^\circ_f(\text{SO}_2\uparrow \text{ gas})]$

$= [(-54,600 \times 2) + (0 \times 3)] - [(-7,800 \times 2) + (-69,600 \times 1)] =$

$= -109,200 + 0 + 85,200 = -24,00 \text{ Kcal / M}$

Risposta

Dato che $(\Delta G^\circ_f(\text{reazione}) < 0)$, La reazione evolve a destra, cioè:



n° 8

Determinare la direzione verso la quale tende ad evolvere la reazione di alchilazione dell'isobutano con etilene secondo l'equazione (a 25°C)



Sapendo che le reazioni di Energia Libera Standard sono:

$\Delta G^\circ_f(\text{C}_4\text{H}_{10}\uparrow \text{ gas}) = -4,160 \text{ Kcal / M.}$

$$\Delta G^{\circ}f(C_2H_4\uparrow \text{ gas}) = +16,300 \text{ Kcal / M.}$$

$$\Delta G^{\circ}f(C_6H_{14}\uparrow \text{ gas}) = -2,300 \text{ Kcal / M.}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^{\circ}(\text{reazione}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^{\circ}f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $G^{\circ}f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, la reazione

$$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$$

$$= \Delta G^{\circ}f(C_6H_{14} \text{ liq}) - [(\Delta G^{\circ}f(C_4H_{10}\uparrow \text{ gas}) + \Delta G^{\circ}f(2H_4\uparrow \text{ gas})]$$

$$= -2,300 - (-4,260 + 16,300) = -2,300 - 12,140 = -14,440 \text{ Kcal / M}$$

Risposta

Dato che $(\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0)$, La reazione evolve a destra, cioè:



n° 9

Determinare la direzione verso la quale tende ad evolvere la reazione di sintesi del fosgene:



che a 25°C, presenta una variazione di Energia Libera Standard di -48,77 Kcal / M

$$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) = -48,77 \text{ Kcal / M}$$

$$\Delta G^{\circ}f(CO \text{ gas}) = -32,808 \text{ Kcal / M}$$

$$2\Delta G^{\circ}f(Cl_2 \text{ gas}) = +32,808 \text{ Kcal / M}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^{\circ}(\text{reazione}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - G^{\circ}(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^{\circ}f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, la reazione

$$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$$

$$= \Delta G^{\circ}f(COCl_2\uparrow \text{ gas}) - (\Delta G^{\circ}f(CO\uparrow \text{ gas}) + \Delta G^{\circ}f(Cl_2\uparrow \text{ gas}))$$

$$= -48,77 - (-32,808 + 16,404 \times 2) = -48,77 - (-32,808 + 32,808) = -48,77 \text{ Kcal / M}$$

Risposta

Dato che $(\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0)$, La reazione evolve a destra, cioè:



n° 10

Determinare in quale direzione evolve la reazione di idroforming del butano a butadiene:



a 25°C e a 1 atmosfera.

Le Energie Libere Standard di formazione dei reagenti a 25°C:

$$\Delta G^{\circ}f(C_4H_{10}\uparrow \text{ gas}) = -4,100 \text{ Kcal / M-1}$$

$$\Delta G^{\circ}f(C_4H_6\uparrow \text{ gas}) = +36,01 \text{ Kcal / M-1}$$

$$\Delta G^{\circ}f(H_2\uparrow \text{ gas}) = 0 \text{ Kcal / M-1}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^{\circ}(\text{reazione}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^{\circ}f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) > 0 \quad (\text{reazione verso sinistra})$$

Determino il $\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, la reazione $\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$

$$\begin{aligned} &= \Delta G^{\circ}f(\text{C}_4\text{H}_6\uparrow_{\text{gas}}) + (\Delta G^{\circ}f(\text{H}_2\uparrow_{\text{gas}}) - \Delta G^{\circ}f(\text{C}_4\text{H}_{10}\uparrow_{\text{gas}})) \\ &= +36,01 + 0 - (-4,100) = +36,01 + 4,100 = -40,110 \text{ Kcal / M-1} \end{aligned}$$

Risposta

Poiché la reazione di deidrogenazione del butano a butadiene, a 25°C, è caratterizzata da variazione positiva di Energia Libera Standard e dato che

($\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) > 0$), in tale reazione

evolve da destra a sinistra, cioè:



n° 11

Determinare se la reazione:



è possibile a 25°C.

In letteratura si trovano i seguenti valori delle Energie Libere Standard dei componenti Cu₂O, NO, CuO:

$$\Delta G^{\circ}f(\text{Cu}_2\text{O}) = -34,98 \text{ Kcal / M}$$

$$\Delta G^{\circ}f(\text{N}_2\uparrow_{\text{gas}}) = 0 \text{ Kcal / M-1}$$

$$\Delta G^{\circ}f(\text{NO}\uparrow_{\text{gas}}) = + 20,72 \text{ Kcal / M-1}$$

$$\Delta G^{\circ}f(\text{CO}) = -30,40 \text{ Kcal / M}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^{\circ}(\text{reazione}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^{\circ}f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, la reazione $\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$

$$\begin{aligned} &= [\Delta G^{\circ}f(\text{Cu}_2\text{O}) + \Delta G^{\circ}f(\text{NO}\uparrow_{\text{gas}})] - [2\Delta G^{\circ}f(\text{CuO}) + 1/2\Delta G^{\circ}f(\text{N}_2\uparrow_{\text{gas}})] \\ &= (+34,98 + 20,72) - (-2 \times 30,40 + 1/2 \times 0) = -14,26 + 60,80 = +46,54 \text{ Kcal / M} \end{aligned}$$

Risposta

Poiché la reazione è caratterizzata da variazione positiva di Energia Libera Standard e dato che ($\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) > 0$), in tali reazioni evolve da destra a sinistra, cioè:



n° 12

Determinare se la $\text{CO}_2\uparrow$ alle condizioni normali, può esistere in presenza di C. Si sa che:

$$\Delta G^{\circ}f(\text{CO}_2\uparrow_{\text{gas}}) = -94,260 \text{ Kcal / M}$$

$$\Delta G^{\circ}f(\text{CO}\uparrow_{\text{gas}}) = -32,808 \text{ Kcal / M}$$

N.B.- Il problema potrebbe anche essere posto nei seguenti termini:

"Determinare la direzione verso la quale tende ad evolvere la seguente reazione:



A 25°C e 1 atmosfera".

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^{\circ}(\text{reazione}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^{\circ}f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) > 0 \quad (\text{reazione verso sinistra})$$

Determino il $\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, determino la reazione di Energia Libera Standard della reazione sopra scritta:

$$\begin{aligned}\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) &= \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi}) \\ &= [\Delta G^{\circ}f(\text{CO}_2\uparrow_{\text{gas}}) + \Delta G^{\circ}f(\text{C solido})] - 2\Delta G^{\circ}f(\text{CO gas}) \\ &= -94,260 + 0 - (-32,808 \times 2) = -94,260 + 65,616 = -28,644 \text{ Kcal / M}\end{aligned}$$

Risposta

Poiché la reazione è caratterizzata da variazione positiva di Energia Libera Standard e dato che ($\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0$), in tali condizioni termiche la reazione evolve da sinistra a destra, cioè:



n° 13

Determinare se la $\text{CO}_2\uparrow$, a 727°C , può esistere in presenza di carbonio (C solido). La variazione di Energia Libera Standard di reazione a 727°C è:

$$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) = +1,040 \text{ Kcal / M-1}$$

N.B.- Il problema potrebbe anche essere posto nei seguenti termini:

"Determinare la direzione verso la quale tende ad evolvere la seguente reazione:



Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^{\circ}(\text{reazione}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$

$$\text{b)- } \Delta G^{\circ}f(\text{elementi}) = 0$$

$$\text{c)- } \Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0 \quad (\text{reazione verso destra})$$

$$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) > 0 \quad (\text{reazione verso sinistra})$$

Determino il $\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, determino

$$\begin{aligned}\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) &= \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi}) \\ &= \Delta G^{\circ}f(\text{CO}_2\uparrow_{\text{gas}}) + \Delta G^{\circ}f(\text{C solido})] - 2\Delta G^{\circ}f(\text{CO}\uparrow_{\text{gas}}) \\ &= + 1,040 \text{ Kcal / M-1}\end{aligned}$$

Risposta

Poiché la reazione è caratterizzata da variazione positiva di Energia Libera Standard e dato che ($\Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) > 0$), in tali condizioni termiche la reazione evolve da destra a sinistra, cioè:



n° 14

Determinare se la reazione di formazione del metano:



a 18°C è spontanea.

Dalla letteratura si sa che la variazione di Energia Libera Standard di formazione del metano a 8°C è:

$$\Delta G^{\circ}f(\text{CH}_4\uparrow_{\text{gas}}) = -12,23 \text{ Kcal / M-1}$$

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^{\circ}(\text{reazione}) = \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi})$

$$\text{b)- } \Delta G^{\circ}f(\text{elementi}) = 0$$

$$\text{c)- } \Delta G^{\circ}f(\text{reazione}) < 0 \quad (\text{reazione verso destra})$$

$$\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) > 0 \quad (\text{reazione verso sinistra})$$

Determino il $\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, determino

$$\begin{aligned}\Delta G^{\circ}f(\text{reazioni}) &= \Delta G^{\circ}(\text{prodotti}) - \Delta G^{\circ}(\text{reattivi}) \\ &= \Delta G^{\circ}f(\text{CH}_4\uparrow_{\text{gas}}) - [\Delta G^{\circ}f(\text{C solido})] - 2\Delta G^{\circ}f(2\text{H}_2\uparrow_{\text{gas}})]\end{aligned}$$

$$= -12,23 - 0 + 0 = -12,23 \text{ Kcal / M-1}$$

Risposta

Poiché la reazione è caratterizzata da variazione negativa di Energia Libera Standard e dato che ($\Delta G^\circ f(\text{reazione}) < 0$), in tali condizioni termiche la reazione evolve da sinistra verso destra, cioè:



n° 15

La variazione di Energia Libera coinvolta dalla solidificazione di 1 Mole di benzene a 5°C è -78 cal / M. ($\Delta G^\circ f(\text{C}_6\text{H}_6 \text{ liq.}) = -78 \text{ cal / M}$)



Dire se questa solidificazione è spontanea.

Soluzione

Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ(\text{reazione}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$

b)- $\Delta G^\circ f(\text{elementi}) = 0$

c)- $\Delta G^\circ f(\text{reazione}) < 0$ (reazione verso destra)

$\Delta G^\circ f(\text{reazioni}) > 0$ (reazione verso sinistra)

Determino il $\Delta G^\circ f(\text{reazioni})$: Tenuto conto che le energie libere sono grandezze additive, determino

$\Delta G^\circ f(\text{reazioni}) = \Delta G^\circ(\text{prodotti}) - \Delta G^\circ(\text{reattivi})$

$$= -78 \text{ cal / M} = -0,078 \text{ Kcal / M-1}$$

Risposta

Poiché la reazione è caratterizzata da variazione negativa di Energia Libera Standard e dato che ($\Delta G^\circ f(\text{reazione}) < 0$), in tali condizioni termiche la reazione evolve da sinistra verso destra, cioè:



XXIV

"CALCOLO DELLA COSTANTE DI EQUILIBRIO PER MEZZO DELLA ENERGIA LIBERA STANDARD"(G°)"

(Grado di avanzamento delle Reazioni Redox)

N.B- Per effettuare i calcoli in questo capitolo ho usato:

a)- Il calcolatore scientifico programmabile TI-73 BASICALC della Texas instruments

b)- Kuster-Thiel-Fischbeck Tabelle logaritmiche per chimici Hoepli 1974

n° 1

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K) della reazione, a 25°C



sapendo che le variazioni di Energia Libera Standard sono:

$$\Delta G^\circ f(\text{NO}\uparrow_{\text{gas}}) = 20,72 \text{ Kcal / M}$$

$$\Delta G^\circ f(\text{NO}_2\uparrow_{\text{gas}}) = 12,39 \text{ Kcal / M}$$

Soluzione

A)- Sapendo che $\Delta G^\circ \text{ reazione} = \Delta G^\circ \text{ prodotti} - \Delta G^\circ \text{ reattivi}$

E ricordando che per gli elementi $\Delta G^\circ f \text{ elementi} = 0$ calcolo:

$$\begin{aligned}
 G^\circ \text{ reazione} &= \Delta G^\circ \text{ prodotti} - \Delta G^\circ \text{ reattivi} \\
 &= 2\Delta G^\circ f(\text{NO}_2 \uparrow \text{gas}) - [2\Delta G^\circ f(\text{NO} \uparrow \text{gas}) + \Delta G^\circ f(\text{O}_2 \uparrow \text{gas})] \\
 &= (2 \times 12,39) - [(2 \times 29,72) + 0] \\
 &= 24,78 - 41,44 = -16,66 \text{ Kcal / M} = -16660 \text{ cal / M}
 \end{aligned}$$

B)- Sapendo che $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ ricavo K: $\ln K = \Delta G^\circ / -RT$. Trasformando il logaritmo naturale (ln) in logaritmo decimale (log) ho :

$$\ln K = 2,3026 \log K = \Delta G^\circ / -RT$$

Dato che R = 1,987 (nei gas) e T = 273° + 25° = 298°K ho:

$$\log K = \Delta G^\circ / -RT \times 2,3026 \text{ da cui ho}$$

$$\begin{aligned}
 K &= 10^{\Delta G^\circ / -RT \times 2,3026} = 10^{-16660 / -1,987 \times 298 \times 2,3026} = 10^{-16660 / -1363,429} = 10^{12,219} \\
 &= 10^{0,219 \times 12} = 10^{0,219 \times 10^{12}} \text{ cioè } K = 1,656 \times 10^{12}
 \end{aligned}$$

Risposta

Il valore della Costante di Equilibrio a 25°C della reazione data è:

$$K = 1,666 \times 10^{12}$$

n° 2

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K) a 25°C, della reazione:



Sapendo che le variazioni di Energia Libera Standard sono:

$$\Delta G^\circ f(\text{NH}_3 \uparrow \text{gas}) = -3,976 \text{ Kcal / M}$$

Soluzione

A)- Sapendo che $\Delta G^\circ \text{ reazione} = \Delta G^\circ \text{ prodotti} - \Delta G^\circ \text{ reattivi}$

E ricordando che per gli elementi $\Delta G^\circ f \text{ elementi} = 0$ calcolo:

$$\begin{aligned}
 G^\circ \text{ reazione} &= \Delta G^\circ (\text{prodotti}) - \Delta G^\circ (\text{reattivi}) \\
 &= 2\Delta G^\circ f(\text{NH}_3 \uparrow \text{gas}) - [\Delta G^\circ f(\text{N}_2 \uparrow \text{gas}) + \Delta G^\circ f(\text{H}_2 \uparrow \text{gas})] \\
 &= (2 \times (-3,976)) - [(2 \times 0) + 3 \times 0] \\
 &= -7,952 - 0 = -7,952 \text{ Kcal / M} = -7952 \text{ cal / M}
 \end{aligned}$$

B)- Sapendo che $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ ricavo K: $\ln K = \Delta G^\circ / -RT$. Trasformando il logaritmo naturale (ln) in logaritmo decimale (log) ho :

$$\ln K = 2,3026 \log K = \Delta G^\circ / -RT$$

Dato che R = 1,987 (nei gas) e T = 273° + 25° = 298°K ho:

$$\log K = \Delta G^\circ / -RT \times 2,3026 \text{ da cui ho}$$

$$\begin{aligned}
 K &= 10^{\Delta G^\circ / -RT \times 2,3026} = 10^{-7952 / -1,987 \times 298 \times 2,3026} = 10^{-7952 / -1363,429} = 10^{5,832} = \\
 &= 10^{0,832 \times 5} = 10^{0,832 \times 10^5} \text{ cioè } K = 6,792 \cdot 10^5
 \end{aligned}$$

Risposta

Il valore della Costante di Equilibrio a 25°C della reazione data è:

$$K = 6,792 \times 10^5$$

n° 3

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K), a 25°C della reazione:



Sapendo che le variazioni di Energia Libera STANDARD sono:

$$\Delta G^\circ f(\text{CO} \uparrow \text{gas}) = -32,808 \text{ Kcal / M.}$$

$$\Delta G^\circ f(\text{H}_2\text{O} \uparrow \text{gas}) = -54,636 \text{ Kcal / M.}$$

$$\Delta G^\circ f(\text{CO}_2 \text{ gas}) = -94,260 \text{ Kcal / M.}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

$$\text{a)- } \Delta G^\circ (\text{reazione}) = \Delta G^\circ (\text{prodotti}) - \Delta G^\circ (\text{reattivi})$$

$$\text{b)- } \Delta G^\circ f(\text{elementi}) = 0$$

Calcolo:

$$\begin{aligned}
&= [\Delta G^\circ_f(\text{CO}_2\uparrow_{\text{gas}}) + \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\uparrow_{\text{gas}})] - [\text{CO}_2\uparrow_{\text{gas}} + \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O}\Delta\uparrow_{\text{gas}})] \\
&= (-94,260 + 0) - (-32,808 - 54,636) = -94,260 + 87,444 = \\
&= -94,260 + 87,444 = -6,816 \text{ Kcal/M} = 6816 \text{ cal/M}
\end{aligned}$$

B) - Sapendo che $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ ricavo K sapendo che:

$$R_{(\text{gas})} = 1,987 \quad T = 273 + 25 = 298 \text{ K} \quad \ln = 2,3026 * \log \quad \text{ottengo}$$

$$\Delta G^\circ = -RT * \ln K = -RT * 2,3026 \log(K) \text{ da cui ho } \log(K) = \Delta G^\circ / RT * 2,3026$$

$$\begin{aligned}
K &= 10^{-\Delta G^\circ / RT * 2,3026} = 10^{(-6816 / 1,987 * 298 * 2,3026)} = 10^{(-6816 / 1363,429)} = 10^{4,999} = 10^{0,999 + 4} \\
&= 10^{0,999} * 10^4 = 9,977 * 10^4
\end{aligned}$$

Risposta

Il valore della Costante di Equilibrio, alle condizioni date, è $K = 9,977 * 10^4$

n°4

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K) a 25°C della reazione:



sapendo che le variazioni di Energia Libera Standard (ΔG°), sono:

$$\Delta G^\circ_f(\text{C}_6\text{H}_6) = +29,4 \text{ Kcal/M}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{C}_6\text{H}_{12}) = +6,8 \text{ Kcal/M}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

$$\text{a)- } \Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} + \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$\text{b)- } \Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$$

$$\text{c)- } \Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0 \text{ la reazione evolve a destra}$$

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} > 0 \text{ la reazione evolve a sinistra}$$

Calcolo il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$= \Delta G^\circ_f[\text{C}_6\text{H}_{12}] - [\Delta G^\circ_f(\text{C}_6\text{H}_6) + 3\Delta G^\circ_f(\text{H}_2\uparrow_{\text{gas}})]$$

$$= +6,8 - (+29,4 + 3*0) = +6,8 - 29,4 = -22,6 = K_{\text{cal/M}} = -22600 \text{ cal/M}$$

B)- Sapendo che:

$$\text{a)- } \Delta G^\circ = -RT \ln(K)$$

$$\text{b)- } R = 1,987$$

$$\text{c)- } T = 273 + 35 = 298^\circ\text{C}$$

$$\text{d)- } \ln = 2,3026 * \log$$

Calcolo la Costante di Equilibrio K:

$$\log(K) = \Delta G^\circ / RT * 2,3026 \quad \text{da cui ho:}$$

$$K = 10^{(\Delta G^\circ / RT * 2,3026)} = 10^{(-22600 / 1,987 * 298 * 2,3026)} = 10^{(-22600 / 1363,429)} = 10^{16,576}$$

$$= 10^{0,576 + 16} = 10^{0,576} * 10^{16} = 3,767 * 10^{16}$$

Risposta

La Costante di Equilibrio della reazione data è: $K = 3,767 * 10^{16}$

n° 5

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K), a 25°C, della reazione:



sapendo che le reazioni di Energia Libera (ΔG°) Standard sono:

$$\Delta G^\circ_f(\text{CO}\uparrow_{\text{gas}}) = -32,808 \text{ Kcal/M}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O}\uparrow_{\text{gas}}) = -54,636 \text{ Kcal/M}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{HCOOH}\uparrow_{\text{gas}}) = -80,240 \text{ Kcal/M}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

- a)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$
 b)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$ reazione evolve verso destra
 $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} > 0$ reazione evolve verso sinistra

Determino il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ_{\text{reazione}} &= \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}} \\ &= [\Delta G^\circ_f(\text{HCOOH}\uparrow_{\text{gas}})] - [\Delta G^\circ_f(\text{CO}\uparrow_{\text{gas}}) + \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O}\uparrow_{\text{gas}})] \\ &= -80,240 - (-32,808 - 54,636) = -80,240 + 87,444 = +7,204 \text{ Kcal/M} \\ &= +7204 \text{ cal/M}\end{aligned}$$

B)- Sapendo che:

- a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$
 b)- $R = 1,987$
 c)- $T = 273 + 25 = 298^\circ\text{K}$
 d)- $\ln = 2,3027 * \log$

Calcolo la Costante di Equilibrio K:

$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) = -RT * 2,3026 \log(K)$ da cui ho:

$$\begin{aligned}\log(K) &= 10^{(\Delta G^\circ / -RT * 2,3026)} = 10^{(+7204 / -1,987 * 298 * 2,3026)} = 10^{(+7204 / -1363,42)} = 10^{-5,284} \\ &= 10^{-0,284-5} = 10^{-5,284} = 10^{-5,284} * 10^{-5-1} = 10^{0,716} * 10^{-6} = 5,200 * 10^{-6}\end{aligned}$$

Risposta

Il valore della Costante di Equilibrio della reazione data è: $K = 5,200 * 10^{-6}$

n° 6

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K), a 25°C, della reazione:



Sapendo che: $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = 20735 \text{ cal/M}$

Soluzione

- Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$
 b)- $R = 1,987$
 c)- $T = 273 + 25 = 298^\circ\text{K}$
 d)- $\ln = 2,3026 * \log$

Calcolo il valore della Costante (K):

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= -RT \ln(K) = -RT * 2,3026 \log(K) && \text{da cui ricavo } \log(K): \\ \log(K) &= \Delta G^\circ / -RT * 2,3026 && \text{da cui ricavo } K: \\ K &= 10^{(\Delta G^\circ / -RT * 2,3026)} = 10^{(20735 / -1,987 * 298 * 2,3026)} = 10^{(20735 / -1363,429)} \\ &= 10^{-15,208} = 10^{(0,208-16)} = 10^{(1-0,208)+(-1-15)} = 10^{0,792-16} = 10^{0,792} * 10^{-16} = \underline{6,194 * 10^{-16}}\end{aligned}$$

Risposta

Il valore della Costante d'Equilibrio della reazione data: $K = 6,194 * 10^{-16}$

n° 7

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K), a 25°C, della reazione:



Sapendo che le variazioni di Energia Libera Standard sono:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{S}\uparrow_{\text{gas}}) &= -7,800 \text{ Kcal/M} \\ \Delta G^\circ_f(\text{SO}_2\uparrow_{\text{gas}}) &= -69,600 \text{ Kcal/M} \\ \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O}\uparrow_{\text{gas}}) &= -54,600 \text{ Kcal/M}\end{aligned}$$

Soluzione

- A)- Sapendo che: a)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$
 b)- $\Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$

Calcolo il valore del ΔG° reazione:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ \text{reazione} &= \Delta G^\circ \text{prodotti} - \Delta G^\circ \text{reattivi} \\ &= [2\Delta G^\circ f(\text{H}_2\text{O} \uparrow \text{gas}) + 3\Delta G^\circ f(\text{S})] - [2\Delta G^\circ f(\text{H}_2\text{S} \uparrow \text{gas}) + \Delta G^\circ f(\text{SO}_2 \uparrow \text{gas})] \\ &= [(-54,600 \cdot 2) + 3 \cdot 0] - [(-7,800 \cdot 2) + (-69,600 \cdot 1)] = -109,200 - (-15,600 - 69,600) = \\ &= -109,200 + 85,200 = -24000 \text{ cal/M}\end{aligned}$$

Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$

b)- $R = 1,987$

c)- $T = 273 + 25 = 298^\circ \text{K}$

d)- $\ln = 2,3026 \cdot \log$

Calcolo la Costante di Equilibrio (K)

$$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) = -RT \cdot 2,3026 \cdot \log(k) \quad \text{da cui ricavo } \log(K): \text{as}$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT \cdot 2,3026 \quad \text{da cui ricavo } K:$$

$$\begin{aligned}K &= 10^{(\Delta G^\circ / -RT \cdot 2,3026)} = 10^{(-24000 / (1,987 \cdot 298 \cdot 2,3026))} = 10^{(-24000 / -1363,429)} \\ &= 10^{17,603} = 10^{(0,603 + 17)} = 10^{0,603} \cdot 10^{17} = \underline{4,009 \cdot 10^{17}}\end{aligned}$$

Risposta

Il valore della Costante d'Equilibrio della reazione data: $K = 4,009 \cdot 10^{17}$

n° 8

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K), a 25°C, della reazione di alchilazione dell'isobutano con l'etilene secondo l'equazione:



Sapendo che le variazioni di Energia Libera Standard sono:

$$\Delta G^\circ f(\text{C}_4\text{H}_{10} \uparrow \text{gas}) = -4,160 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M}$$

$$\Delta G^\circ f(\text{C}_2\text{H}_4 \uparrow \text{gas}) = +16,300 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M}$$

$$\Delta G^\circ f(\text{C}_6\text{H}_{14} \uparrow \text{gas}) = -2,300 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ \text{reazione} = \Delta G^\circ \text{prodotti} - \Delta G^\circ \text{reattivi}$

b)- $\Delta G^\circ \text{reazione} < 0$ la reazione evolve a destra

$\Delta G^\circ \text{reazione} > 0$ la reazione evolve a sinistra

Calcolo il valore del ΔG° reazione:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ \text{reazione} &= \Delta G^\circ \text{prodotti} - \Delta G^\circ \text{reattivi} \\ &= [\Delta G^\circ f(\text{C}_6\text{H}_{14}) - \Delta G^\circ f(\text{C}_4\text{H}_{10} \uparrow \text{gas}) + \Delta G^\circ f(\text{C}_2\text{H}_4 \uparrow \text{gas})] \\ &= [(-2,300) - (-4,160) + 16,300] = [-2,300 - 12,140] = \\ &= -14,44 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M}\end{aligned}$$

B)- Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$

b)- $R = 1,987$

c)- $T = 273 + 25 = 298^\circ \text{K}$

d)- $\ln = 2,3026 \cdot \log$

Calcolo la Costante di Equilibrio (K):

$$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) = -RT \cdot 2,3026 \cdot \log(k) \quad \text{da cui ricavo } \log(K):$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT \cdot 2,3026 \quad \text{da cui ricavo } K:$$

$$\begin{aligned}K &= 10^{(\Delta G^\circ / -RT \cdot 2,3026)} = 10^{(-14,440 / (1,987 \cdot 298 \cdot 2,3026))} = 10^{(-14,440 / -1363,429)} \\ &= 10^{10,591} = 10^{(0,591 + 10)} = 10^{0,591} \cdot 10^{10} = \underline{3,899 \cdot 10^{10}}\end{aligned}$$

Risposta

Il valore della Costante d'Equilibrio della reazione data: $K = 3,8999 \cdot 10^{10}$

n° 9

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K) della sintesi del fosgene,



che a 25°C, presenta una variazione di Energia Libera Standard di - 48,77 K_{cal}/M:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = -48,77 \text{ Kcal/M}$$

$$\Delta G^\circ_{\text{fosgene}}(\text{COCl}_2 \uparrow_{\text{gas}}) = -32,908 \text{ Kcal/M}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reagenti}}$

b)- $\Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$

c)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$ la reazione evolve verso destre

$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} > 0$ la reazione evolve verso sinistra

Determino il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$= [\Delta G^\circ_f(\text{COCl}_2 \uparrow_{\text{gas}})] - [\Delta G^\circ_f(\text{CO} \uparrow_{\text{gas}}) + \Delta G^\circ_f(\text{Cl}_2 \uparrow_{\text{gas}})]$$

$$= -81,578 - (-32,802 + 0) = -81,578 + 32,808 = -48,770 \text{ Kcal/M} = -48770 \text{ Kcal/M}$$

B)- Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$

b)- $R \uparrow_{\text{gas}} = 1,987$

c)- $T = 273 + 25 = 298^\circ\text{K}$

d)- $\ln = 2,3026 \cdot \log$

Calcolo il valore della Costante (K):

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = -RT \ln(K) = -RT \cdot 2,3026 \cdot \log(k) \quad \text{da cui ricavo } \log(K):$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT \cdot 2,3026 \quad \text{da cui ricavo } K:$$

$$K = 10^{(\Delta G^\circ / -RT \cdot 2,3026)} = 10^{(-48,770 / (1,987 \cdot 298 \cdot 2,3026))} = 10^{(-48770 / -1363,429)}$$

$$= 10^{-35,770} = 10^{(0,770 + 35)} = 10^{0,770+35} = 10^{0,770} \cdot 10^{35} = 5,890 \cdot 10^{35}$$

Risposta

Il valore della Costante d'Equilibrio della reazione data: $K = 5,890 \cdot 10^{35}$

n°10

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K), della reazione di hydroforming del butano a butadiene:



a 25°C° e 1 atmosfera.

Le Energie Libere Standard di formazione dei reagenti a 25°C sono:

$$\Delta G^\circ_f(\text{C}_4\text{H}_{10} \uparrow_{\text{gas}}) = -4,100 \text{ Kcal/M}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{C}_4\text{H}_6 \uparrow_{\text{gas}}) = +36,010 \text{ Kcal/M}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ_f(\text{H}_2 \uparrow_{\text{gas}}) = 0 \text{ Kcal/M}^{-1}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$

b)- $\Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$

c)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$ la reazione evolve a destra

$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} > 0$ la reazione evolve a sinistra

Calcolo il valore del $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\begin{aligned}
\Delta G^\circ_{\text{reazione}} &= \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}} \\
&= [\Delta G^\circ_f[\text{C}_4\text{H}_6\uparrow_{\text{gas}}] + \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\uparrow_{\text{gas}})] + [\Delta G^\circ_f(\text{C}_4\text{H}_{10}\uparrow_{\text{gas}})] \\
&= [+36,010 + 0 - (-4,100)] = +36,010 + 4,100 = \\
&= +40,110 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M}^{-1} = +40110 \text{ cal}/\text{M}^{-1}
\end{aligned}$$

B)- Sapendo che:

- a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$
- b)- $R = 1,987$
- c)- $T = 273 + 25 = 298^\circ\text{K}$
- d)- $\ln = 2,3026 * \log$

Calcolo la Costante di Equilibrio (K):

$$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) = -RT * 2,3026 * \log(k) \quad \text{da cui ricavo } \log(K):$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT * 2,3026 \quad \text{da cui ricavo } K:$$

$$\begin{aligned}
K &= 10^{(\Delta G^\circ / -RT * 2,3026)} = 10^{(40,110 / (1,987 * 298 * 2,3026))} = 10^{(40,110 / -1363,429)} \\
&= 10^{-29,425} = 10^{(-0,425 - 29)} = 10^{0,425} * 10^{-30} = 3,758 * 10^{-30}
\end{aligned}$$

Risposta

Il valore della Costante d'Equilibrio della reazione data: $K = 3,758 * 10^{-30}$

n° 11

Calcolare la Costante di Equilibrio (K) della reazione:



a 25°C.

La letteratura ci dà i seguenti valori delle Energie Libere dei composti Cu₂O, NO, CuO:

$$\Delta G^\circ(\text{Cu}_2\text{O}) = -34,95 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M}$$

$$\Delta G^\circ(\text{NO}\uparrow) = +20,72 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M}$$

$$\Delta G^\circ(\text{CuO}) = -30,40 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M}$$

$$\Delta G^\circ(\text{N}_2\uparrow) = 0 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

- a)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_f \text{ prodotti} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$
- b)- $\Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$
- c)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$ reazione evolve verso destra
 $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$ reazione evolve verso sinistra

Determino il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\begin{aligned}
\Delta G^\circ_{\text{reazione}} &= \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}} \\
&= f[(\text{Cu}_2\text{O}) + \Delta G^\circ_f(\text{NO}\uparrow)] - [\Delta G^\circ_f(\text{CuO}) * \Delta G^\circ(1/2\text{N}_2\uparrow)] \\
&= (-34,98 + 20,72) - (-30,40 * 2 + \frac{1}{2} * 0) \\
&= -14,26 + 60,80 = +46,54 \text{ K}_{\text{cal}}/\text{M} = +46540 \text{ cal}/\text{M}
\end{aligned}$$

B)- Sapendo che

- a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$
- b)- $R = 1,987$
- c)- $T = 273 + 25 = 298^\circ\text{K}$
- d)- $\ln = 2,3026 * \log$

Determino la Costante di Equilibrio (K):

$$\Delta G^\circ = -RT * 2,3026 * \log(K) \quad \text{da cui ho :}$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT * 2,3026 \quad \text{dalla quale ho:}$$

$$\begin{aligned}
K &= 10^{(\Delta G^\circ / -RT * 2,3026)} = 10^{(46540 / (1,987 * 298 * 2,3026))} = 10^{(46540 / -1365,43)} = 10^{(-34,1345)} \\
&= 10^{(-0,1345 - 34)} = 10^{(1 - 1345) + (-34 - 1)} = 10^{(0,8655)} * 10^{-35} = 7,337 * 10^{-35}
\end{aligned}$$

Risposta

La Costante di Equilibrio dell'equazione data è: $K = 7,337 \cdot 10^{-35}$

n° 12

Calcolare la Costante di Equilibrio (K) della reazione a 25°C della seguente reazione:



sapendo che a 25°C e 1 atmosfera le variazioni di Energia Libera dei composti sono:

$$\Delta G^\circ(\text{CO}_2\uparrow_{\text{gas}}) = -94,260 \text{ Kcal/M}$$

$$\Delta G^\circ(\text{C}) = 0 \text{ Kcal/M}$$

$$\Delta G^\circ(\text{CO}\uparrow_{\text{gas}}) = -32,808 \text{ Kcal/M}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

$$\text{a)- } \Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$\text{b)- } \Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$$

$$\text{c)- } \Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0 \quad \text{reazione evolve verso destra}$$

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0 \quad \text{reazione evolve verso sinistra}$$

Determino il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$= \Delta G^\circ_f [(\text{CO}_2\uparrow_{\text{gas}}) + \Delta G^\circ_f (\text{C solido})] - [2\Delta G^\circ_f (\text{CO}\uparrow)]$$

$$= (-94,240 + 0) - (-32,808 \cdot 2) = -94,260 + 65,616 =$$

$$= -28,644 \text{ Kcal/M} = -28644 \text{ cal/M}$$

B)- Sapendo che

$$\text{a)- } \Delta G^\circ = -RT \ln(K)$$

$$\text{b)- } R = 1,987$$

$$\text{c)- } T = 273 + 25 = 298 \text{ °K}$$

$$\text{d)- } \ln = 2,3026 \cdot \log$$

Determino il valore della Costante di Equilibrio (K):

$$\Delta G^\circ = -RT \cdot 2,3026 \cdot \log(K) \quad \text{da cui ho :}$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT \cdot 2,3026 \quad \text{dalla quale ho:}$$

$$K = 10^{(\Delta G^\circ / -RT \cdot 2,3026)} = 10^{(-28,644 / -1,987 \cdot 298 \cdot 2,3026)} = 10^{(-28,644 / -1365,43)} = 10^{(20,9846)}$$

$$= 10^{0,9846 + (20)} = 10^{0,9846} \cdot 10^{20} = \underline{9,6516 \cdot 10^{20}}$$

Risposta

La Costante di Equilibrio dell'equazione data è: $K = 9,6516 \cdot 10^{20} \approx 9,65 \cdot 10^{20}$

n° 13

Calcolare la Costante di Equilibrio (K) della Costante di Equilibrio a 727°C, della seguente reazione:



sapendo che a 727°C la variazione di Energia Libera della reazione è:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = -1,040 \text{ Kcal/M}^{-1}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

$$\text{a)- } \Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$\text{b)- } \Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$$

$$\text{c)- } \Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0 \quad \text{reazione evolve verso destra}$$

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0 \quad \text{reazione evolve verso sinistra}$$

Determino il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$= \Delta G^\circ_f [(\text{CO}_2\uparrow_{\text{gas}}) + \Delta G^\circ_f (\text{C solido})] - [2\Delta G^\circ_f (\text{CO}\uparrow)]$$

$$= (+1,040 \text{ Kcal/M}^{-1}) = +1040 \text{ cal M}^{-1}$$

B)- Sapendo che

a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$

b)- $R = 1.987$

c)- $T = 273 + 25 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$

d)- $\ln = 2.3026 \cdot \log$

Determino il valore della Costante di Equilibrio (K):

$$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) = -RT \cdot 2.3026 \cdot \log(K) \quad \text{da cui ho :}$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT \cdot 2.3026 \quad \text{dalla quale ho:}$$

$$K = 10^{(\Delta G^\circ / -RT \cdot 2.3026)} = 10^{+1040 / -1.987 \cdot 1000 \cdot 2.3026} = 10^{(+1040 / -4575.27)} = 10^{-0.2274}$$
$$= 10^{(1 - 0.2274) + (-1)} = 10^{0.7726} \cdot 10^{-1} = \underline{5.924 \cdot 10^{-1}}$$

Risposta

La Costante di Equilibrio dell'equazione data è: $K = 5.924 \cdot 10^{-1} \cong \underline{5.92 \cdot 10^{-1}}$

n° 14

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K) della reazione di formazione del metano:



a 18°C e 1 atmosfera.

Dalla letteratura si sa che la variazione di Energia Libera di formazione del metano a 18°C è :

$$\Delta G^\circ_f (\text{CH}_4\uparrow_{\text{gas}}) = -12.23 \text{ Kcal/M}^{-1}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_f \text{ prodotti} - \Delta G^\circ_f \text{ reattivi}$

b)- $\Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$

c)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$

reazione evolve verso destra

$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} > 0$

reazione evolve verso sinistra

Determino il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_f \text{ prodotti} - \Delta G^\circ_f \text{ reattivi}$$

$$= \Delta G^\circ_f [(\text{CH}_4\uparrow_{\text{gas}}) - [2\Delta G^\circ_f (\text{C solido}) + 2\Delta G^\circ_f (\text{H}_2\uparrow_{\text{gas}})]]$$

$$= -12.23 \text{ Kcal/M}^{-1} = -12230 \text{ cal / M}^{-1}$$

B)- Sapendo che

a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$

b)- $R = 1.987$

c)- $T = 273 + 18 = 291 \text{ }^\circ\text{K}$

d)- $\ln = 2.3026 \cdot \log(K)$

Determino il valore della Costante di Equilibrio (K):

$$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) = -RT \cdot 2.3026 \cdot \log(K) \quad \text{da cui ho :}$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT \cdot 2.3026 \quad \text{dalla quale ho:}$$

$$K = 10^{(\Delta G^\circ / -RT \cdot 2.3026)} = 10^{-12230 / -1.987 \cdot 291 \cdot 2.3026} = 10^{(-12230 / -1392)} = 10^{9.186}$$
$$= 10^{0.186} \cdot 10^9 = 1.535 \cdot 10^9 \cong \underline{1.54 \cdot 10^9}$$

Risposta

La Costante di Equilibrio dell'equazione data è: $K = 1.535 \cdot 10^9 \cong \underline{1.54 \cdot 10^9}$

n° 15

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K) della seguente reazione:



a -5°C sapendo che la variazione di Energia Libera coinvolta dalla solidificazione di una mole di benzene, a questa temperatura, è -78 cal / M^{-1} .

Soluzione

A)- Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_f \text{ prodotti} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$

b)- $\Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$

c)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$

reazione evolve verso destra

$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$

reazione evolve verso sinistra

Determino il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$= -78 \text{ cal} / \text{M}^{-1} = -0,078 \text{ Kcal} / \text{M}^{-1}$$

B)- Sapendo che

a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$

b)- $R = 1,987$

c)- $T = 273 - 5 = 268 \text{ }^\circ\text{K}$

d)- $\ln = 2,3026 * \log(K)$

Determino il valore della Costante di Equilibrio (K):

$$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) = -RT * 2,3026 * \log(K) \quad \text{da cui ho :}$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT * 2,3026 \quad \text{dalla quale ho:}$$

$$K = 10^{(\Delta G^\circ / -RT * 2,3026)} = 10^{-78, / -1,987 * 268 * 2,3026} = 10^{(-78 / -1226)} = 10^{0,0635}$$

$$= 1,1577 \cong \underline{1,18}$$

Risposta

La Costante di Equilibrio dell'equazione data è: $K = 1,1577 \cong \underline{1,16}$

FINE

CESARE

n° 14

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K) della reazione di formazione del metano:



a 18°C e 1 atmosfera.

Dalla letteratura si sa che la variazione di Energia Libera di formazione del metano a 18°C è :

$$\Delta G^\circ_f (\text{CH}_4\uparrow_{\text{gas}}) = -12,23 \text{ Kcal/M}^{-1}$$

Soluzione

A)- Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_f \text{ prodotti} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$

b)- $\Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$

c)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$

reazione evolve verso destra

$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$

reazione evolve verso sinistra

Determino il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$= \Delta G^\circ_f [(\text{CH}_4\uparrow_{\text{gas}}) - [2\Delta G^\circ_f (\text{C solido}) + 2\Delta G^\circ_f (\text{H}_2\uparrow_{\text{gas}})]]$$

$$= -12,23 \text{ Kcal/M}^{-1} = -12230 \text{ cal / M}^{-1}$$

B)- Sapendo che

a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$

b)- $R = 1,987$

c)- $T = 273 + 18 = 291 \text{ }^\circ\text{K}$

d)- $\ln = 2,3026 * \log(K)$

Determino il valore della Costante di Equilibrio (K):

$$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) = -RT * 2,3026 * \log(K) \quad \text{da cui ho :}$$

$$\log(K) = \Delta G^\circ / -RT * 2,3026 \quad \text{dalla quale ho:}$$

$$K = 10^{(\Delta G^\circ / -RT * 2,3026)} = 10^{-12230, / -1,987 * 291 * 2,3026} = 10^{(-12230 / -1392)} = 10^{9,186}$$

$$= 10^{0,186} * 10^9 = 1,535 * 10^9 \approx \underline{1,54 * 10^9}$$

Risposta

La Costante di Equilibrio dell'equazione data è: $K = 1,535 * 10^9 \approx \underline{1,54 * 10^9}$

n° 15

Calcolare il valore della Costante di Equilibrio (K) della seguente reazione:



a -5°C sapendo che la variazione di Energia Libera coinvolta dalla solidificazione di una mole di benzene, a questa temperatura, è -78 cal / M⁻¹.

Soluzione

A)- Sapendo che:

a)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_f \text{ prodotti} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$

b)- $\Delta G^\circ_{\text{elementi}} = 0$

c)- $\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$

reazione evolve verso destra

$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} < 0$

reazione evolve verso sinistra

Determino il $\Delta G^\circ_{\text{reazione}}$:

$$\Delta G^\circ_{\text{reazione}} = \Delta G^\circ_{\text{prodotti}} - \Delta G^\circ_{\text{reattivi}}$$

$$= -78 \text{ cal / M}^{-1} = -0,078 \text{ Kcal / M}^{-1}$$

B)- Sapendo che

a)- $\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$

b)- $R = 1,987$

$$\text{c)- } T = 273 - 5 = 268 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$\text{d)- } \ln = 2,3026 * \log(K)$$

Determino il valore della Costante di Equilibrio (K):

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln(K) = -RT * 2,3026 * \log(K) \quad \text{da cui ho :}$$

$$\log(K) = \Delta G^{\circ} / -RT * 2,3026 \quad \text{dalla quale ho:}$$

$$K = 10^{(\Delta G^{\circ} / -RT * 2,3026)} = 10^{-78, / - 1,987 * 268 * 2,3026} = 10^{(-78 / -1226)} = 10^{0,0635}$$

$$= 1,1577 \cong \underline{1,18}$$

Risposta

La Costante di Equilibrio dell'equazione data è: $K = 1,1577 \cong \underline{1,16}$