

Esercizi

1. Un organismo consuma 75 grammi di glucosio al giorno. Calcolare l'energia consumata nell'unità di tempo (potenza) di questo organismo, sapendo che l'apporto calorico del glucosio ($-\Delta H_{\text{ossidazione}}$) è di 3.7 kcal/g.

L'organismo consuma in un'ora: $Q_p = 3700 \text{ cal/g} \cdot 75 \text{ g/giorno} = 2.77 \times 10^5 \text{ cal/giorno}$

Che equivalgono a: $2.77 \times 10^5 \text{ cal/giorno} \cdot 4.18 \text{ J/cal} = 1.16 \times 10^6 \text{ J/giorno}$

In un giorno di sono 24 ore di 3600 secondi, quindi il consumo energetico (potenza, P) é:

$$P = \frac{1.16 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{giorno}^{-1}}{24 \times 3600 \text{ s} \cdot \text{giorno}^{-1}} = 13.4 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} = 13.4 \text{ W}$$

2. Una persona ($T = 37^\circ\text{C}$) beve un bicchiere di acqua fredda (200 mL a $T = 4^\circ\text{C}$). Calcolare quanto calore in kJ viene sottratto all'organismo, che mantiene costante la propria temperatura.

La relazione che collega il calore scambiato alla temperatura ed alla massa dell'oggetto (H_2O) è:

$$E = m \cdot C_s \cdot \Delta T = 200 \text{ g} \times 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times (37 - 4) ^\circ\text{C} = 6600 \text{ cal} = 27,59 \text{ kJ}$$

Questo è il calore assorbito dall'acqua per passare da 4 a 37°C .

Quindi l'organismo subisce variazione di calore di $-6600 \text{ cal} = -27,59 \text{ kJ}$

3. Viene data la composizione di una bomba calorimetrica, che è costituita da metallo (contenitori e reattore) ed acqua che circonda la cella di reazione ed in cui è immerso il termometro. La variazione di temperatura misurata dalla combustione di 1 g di glucosio è stata di 1.63°C . É data la massa del metallo ($m_{\text{met}} = 800 \text{ g}$, ed il suo calore specifico ($C_{s_{\text{met}}} = 0.2 \text{ cal g}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$) e la massa dell'acqua contenuta nella bomba calorimetrica ($m_{\text{H}_2\text{O}} = 3500 \text{ g}$) ed il suo calore specifico ($C_{s_{\text{H}_2\text{O}}} = 1 \text{ cal g}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$). Calcolare il calore sviluppato durante la combustione di 1 grammo di glucosio.

Il calore sviluppato durante la combustione di 1 grammo di glucosio (Q_v) e' dato da:

$$Q_v = (m_{\text{met}} \cdot C_{s_{\text{met}}} + m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{s_{\text{H}_2\text{O}}}) \cdot \Delta T = (800 \text{ g} \cdot 0.2 \text{ cal g}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1} + 3500 \text{ g} \cdot 1 \text{ cal g}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}) \cdot 1.63 ^\circ\text{C}$$
$$= 5966 \text{ cal} = 24937 \text{ J}$$

4. Se il tempo di dimezzamento del decadimento del Torio-234 è di 24 giorni, quale è il valore della costante cinetica di decadimento in s^{-1} ?

Dato che $k = \ln 2 / t_{1/2}$

Se il tempo di dimezzamento è 24 giorni, $t_{1/2}$ in secondi è

$$t_{1/2} = 24 \text{ giorni} \times 24 \text{ ore} \times 3600 \text{ s} = 2.07 \times 10^6 \text{ s}$$

$$k = 0.693 / 2.07 \times 10^6 \text{ s} = 3.34 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

5. Un cadavere ritrovato in una grotta ha una concentrazione di ^{14}C che è il 62,3 % rispetto a quella di un essere vivente. Il tempo di dimezzamento del ^{14}C è di 5730 anni. Indicare approssimativamente l'anno di morte.

Dato che il decadimento radioattivo segue legge cinetica del primo ordine:

$$k = \ln 2 / t_{1/2} = 0.693 / 5730 \text{ anni} = 1.21 \times 10^{-4} \text{ anni}^{-1}$$

possiamo quindi applicare:

$$\ln([A]_0/[A]_t) = k \times t = \ln(100/62.3) = 1.21 \times 10^{-4} \text{ anni}^{-1} \times t$$

$$t = 0.4732 / 1.21 \times 10^{-4} \text{ anni}^{-1} = 3900 \text{ anni}$$

l'anno di morte è 2016 d.C – 3900 anni \approx 1900 a.C.

6. L'attività del ^{14}C del legno di una tomba egiziana è di 7,26 disintegrazioni al minuto per grammo di campione. Essendo noto che il periodo di dimezzamento del ^{14}C è di 5730 anni e che 1 g di campione di legno attuale ha un'attività del ^{14}C uguale a 13 disintegrazioni al minuto, calcolare l'età approssimativa del campione.

Dato che il decadimento radioattivo segue legge cinetica del primo ordine:

$$k = \ln 2 / t_{1/2} = 0.693 / 5730 \text{ anni} = 1.21 \times 10^{-4} \text{ anni}^{-1}$$

il numero di decadimenti è una misura della quantità di isotopo ^{14}C nel materiale, possiamo quindi applicare:

$$\ln([A]_0/[A]_t) = k \times t = \ln(13/7.26) = 1.21 \times 10^{-4} \text{ anni}^{-1} \times t$$

$$t = 0.5825 / 1.21 \times 10^{-4} \text{ anni}^{-1} = 4815 \text{ anni}$$

7. Per la reazione in soluzione acquosa: saccarosio \rightarrow glucosio + fruttosio, nota come "Inversione del saccarosio", è stato calcolato a 25°C che la costante di velocità è uguale a $8.94 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$.

Calcolare la velocità della reazione quando la concentrazione del saccarosio è uguale a 0,25 mol/L.

L'inversione del saccarosio segue una tipica legge cinetica del primo ordine:

$$v = k \times [A]$$

quindi:

$$v = 8.94 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1} \times 0,25 \text{ mol/L} = 2.23 \times 10^{-7} \text{ M s}^{-1}$$

8. Trovare quante moli e quanti grammi di soluto sono contenuti in 50 mL di una soluzione acquosa di carbonato di sodio Na_2CO_3 0,1 M. La massa atomica Na è 23 u.m.a., del C è 12 u.m.a. e dell'O è 16 u.m.a.

$$n \text{ moli} = [\text{Na}_2\text{CO}_3] \times \text{Vol} = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,05 \text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ moli}$$

$$\text{MM Na}_2\text{CO}_3 = \text{MM Na} \times 2 + \text{MM C} + \text{MM O} \times 3 = (23 \times 2 + 12 + 16 \times 3) = 106 \text{ u.m.a.}$$

Quindi la massa di una mole è 106 g/mol

$$\text{Peso in g} = 5 \times 10^{-3} \text{ moli} \times 106 \text{ g/mol} = 0.53 \text{ g}$$

9. 0,181 moli di iodio molecolare pesano 45,93 g. Calcolare: a) il peso molecolare dello iodio; b) stabilire se le sue molecole sono monoatomiche o biatomiche, sapendo che il peso atomico dello iodio è 126,9.

$$\text{a) PM iodio} = 45,93 \text{ g} : 0,181 \text{ mol} = 253.8 \text{ g/mol}$$

b) indichiamo con «a» il numero di atomi contenuti nella molecola di iodio dell'esercizio; scriviamo la relazione: $\text{PM iodio} = a \times \text{PA iodio} \Rightarrow a = \text{PM iodio} : \text{PA iodio} = 253.8 \text{ g/mol} : 126,9 \text{ g/mol} = 2$

La molecola di iodio è biatomica: I_2

10. Si vuole preparare una miscela gassosa contenente un uguale numero di moli di ossigeno, O_2 , e di azoto, N_2 . Trovare quanti grammi di ossigeno occorre aggiungere a 4,173 g di azoto. Il peso atomico dell'azoto è 14,007 g/mol ed il peso atomico dell'ossigeno è 15,999 g/mol.

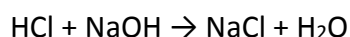
$$\text{Massa Molecolare del N}_2 = 14,007 \text{ g/mol} \times 2 = 28,014 \text{ g/mol}$$

$$n \text{ N}_2 = m \text{ N}_2 : \text{MM N}_2 = 4,173 \text{ g} : 28,014 \text{ g/mol} = 0,149 \text{ mol}$$

$$n \text{ N}_2 = n \text{ O}_2 = 0,149 \text{ mol}$$

$$m \text{ O}_2 = \text{MM O}_2 \times n \text{ O}_2 = (15,999 \text{ g/mol} \times 2) \times 0,149 \text{ mol} = 4,768 \text{ g}$$

11. Una mole di acido cloridrico (HCl) reagisce con una mole di idrossido di sodio (NaOH) per produrre una mole di cloruro di sodio (NaCl) ed una mole di acqua. Calcolare: a) quanti grammi di idrossido di sodio reagiscono con 3,723 g di cloruro di idrogeno puro. b) quanti grammi di acqua e di cloruro di sodio vengono prodotti. Il peso atomico dell'idrogeno è 1,008 uma, il peso atomico del cloro è 35,453 uma, il peso atomico del sodio è 22,990, il peso atomico dell'ossigeno è 15,999.



Cioè: 1 mole HCl + 1 mole NaOH = 1 mole NaCl + 1 mole H₂O

$$n \text{ HCl} = m \text{ HCl} : \text{MM HCl} = 3,723 \text{ g} : (1,008 + 35,453) \text{ g/mol} = 0,1021 \text{ mol}$$

$$n \text{ HCl} = n \text{ NaOH}$$

$$m \text{ NaOH} = n \text{ NaOH} \times \text{MM NaOH} = 0,1021 \text{ mol} \times (22,990 + 15,999 + 1,008) \text{ g/mol} = 4,084 \text{ g}$$

$$b) m \text{ NaCl} = n \text{ NaCl} \times \text{MM NaCl} = 0,1021 \text{ mol} \times (22,990 + 35,453) \text{ g/mol} = 5,967 \text{ g}$$

$$m \text{ H}_2\text{O} = 0,1021 \text{ mol} \times (1,008 \times 2 + 15,999) \text{ g/mol} = 1,839 \text{ g}$$

12. 0,100 mol di bromo, Br₂, vengono sciolte in 2,50 mol di cloroformio, CHCl₃. Calcolare: a) le composizioni percentuali in massa (massa %) del soluto e del solvente; b) quanti grammi di Br₂ sono contenuti in 5,00 g di soluzione. La massa molecolare del Br₂ = 159,81 g/mol, la massa molecolare del CHCl₃ = 119,38 g/mol.

$$a) m \text{ Br}_2 = \text{MM Br}_2 \times n \text{ Br}_2 = 159,81 \text{ g/mol} \times 0,1 \text{ mol} = 15,98 \text{ g}$$

$$m \text{ CHCl}_3 = \text{MM CHCl}_3 \times n \text{ CHCl}_3 = 119,38 \text{ g/mol} \times 2,5 \text{ mol} = 298,45 \text{ g}$$

$$m \text{ TOT} = m \text{ Br}_2 + m \text{ CHCl}_3 = 15,98 + 298,45 = 314,43 \text{ g}$$

$$\text{massa \% di Br}_2 = (m \text{ Br}_2 : m \text{ TOT}) \times 100 = (15,98 \text{ g} : 314,43 \text{ g}) \times 100 = 5,08\%$$

$$\text{massa \% di CHCl}_3 = 100 - 5,08 = 94,92\%$$

$$b) m \text{ Br}_2 = \text{massa \% di Br}_2 : 100 \times m \text{ TOT} = (5,08 : 100) \times 5 \text{ g} = 0,254 \text{ g}$$

13. Calcolare la concentrazione in g L⁻¹ di una soluzione composta da 5,00 x 10⁻² mol di cromato di potassio (K₂CrO₄) disciolto in 250 mL di acqua. Usando questa concentrazione, trovare in quanti mL di soluzione sono contenuti: a) 1,00 g di K₂CrO₄ b) 1,00 mol di K₂CrO₄. La massa molecolare di K₂Cr₂O₄ = 194,2 g/mol.

$$\text{Concentrazione in massa di K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4, C_s, 5 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 194,2 \text{ g/mol} : 0,250 \text{ L} = 38,84 \text{ g/L}$$

$$a) V = m : C_s = 1 \text{ g} : 38,84 \text{ g/L} = 2,57 \times 10^{-2} \text{ L} = 25,7 \text{ mL}$$

$$b) m = n \times \text{MM K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4 = 1 \text{ mol} \times 194,2 \text{ g/mol} = 194,2 \text{ g}$$

$$V = m : C_s = 194,2 \text{ g} : 38,84 \text{ g/L} = 5 \times 10^{-3} \text{ L} = 5 \text{ mL}$$

14. Trovare quanti litri di soluzione acquosa alla concentrazione di 0,1 M si possono preparare da 2,50 g di SnCl₂·2H₂O (cloruro stannoso). La massa molecolare di SnCl₂·2H₂O = 225,5 g/mol

$$n \text{ SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = m : \text{MM} = 2,5 \text{ g} : 225,5 \text{ g/mol} = 1,11 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V = n : M = 1,11 \times 10^{-2} \text{ mol} : 0,1 \text{ mol/L} = 0,111 \text{ L}$$

15. Calcolare la molarità di una soluzione acquosa di H₂SO₄ (acido solforico) a concentrazione 18,6 g/L. la massa molecolare di H₂SO₄ = 98,09 g/mol.

Ricordiamo: Molarità = concentrazione in massa di soluto : MM soluto

$$[\text{H}_2\text{SO}_4] = 18,6 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1} : \text{MM H}_2\text{SO}_4 = 18,6 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1} : 98,09 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,189 \text{ M}$$

16. Trovare: a) la percentuale in massa (massa%) di acido nitrico, HNO₃, in una sua soluzione 6,61 M (d = 1210 g·dm⁻³); b) quanti grammi di questo acido allo stato puro sono contenuti in 20,00 g di questa soluzione; c) quanti grammi di acido allo stato puro sono contenuti in 20,00 mL della stessa soluzione. La massa molecolare del HNO₃ è 63 g·mol⁻¹.

A) Consideriamo 1 L di soluzione. Troviamo $n \text{ HNO}_3 = C \text{ HNO}_3 \times V = 6,61 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 6,61 \text{ mol}$

Troviamo $m \text{ HNO}_3 = n \text{ HNO}_3 \times \text{MM HNO}_3 = 6,61 \text{ mol} \times 63 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 416,43 \text{ g}$

$$\% \text{ massa HNO}_3 = (m \text{ HNO}_3 : m \text{ TOT}) \times 100 = (416,43 \text{ g} : 1210 \text{ g}) \times 100 = 34,4\%$$

B) in 20 g di soluzione: $m \text{ HNO}_3 = \text{massa}\% \text{ HNO}_3 : 100 \times m \text{ TOT} = 34,4 : 100 \times 20 \text{ g} = 6,88 \text{ g}$

C) in 20 mL di soluzione: $m \text{ HNO}_3 = C \text{ HNO}_3 \times V \times \text{MM HNO}_3 = 6,61 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0,02 \text{ L} \times 63 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,33 \text{ g}$

17. Calcolare le frazioni molari (X) di HCl e H₂O in una soluzione acquosa di HCl al 35,2%. La massa molecolare del HCl è 36,4 u.m.a., la massa molecolare dell'H₂O è 18 u.m.a.

Considerando 100 g di soluzione, abbiamo: 35,2 g di HCl (100 g – 35,2 g) di H₂O, cioè 64,8 g di H₂O

Calcoliamo le frazioni molari:

$$X \text{ HCl} = n \text{ HCl} : (n \text{ HCl} + n \text{ H}_2\text{O}) = (m \text{ HCl} : \text{MM HCl}) : [(m \text{ HCl} : \text{MM HCl}) + (m \text{ H}_2\text{O} : \text{MM H}_2\text{O})] = (35,2 \text{ g} : 36,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}) : [(35,2 \text{ g} : 36,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}) + (64,8 \text{ g} : 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1})] = 0,21$$

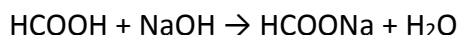
$$X \text{ H}_2\text{O} = 1 - X \text{ HCl} = 1 - 0,21 = 0,79.$$

18. 60,0 mL di una soluzione 0,250 M di H₂SO₄ vengono diluiti con acqua fino a 250 mL. Calcolare la molarità della soluzione risultante.

Indichiamo con V_i il volume iniziale di H₂SO₄, con C_i la sua molarità, con C_f la concentrazione finale e con V_f il volume finale, possiamo scrivere: $C_i \times V_i = C_f \times V_f$

$$\text{Quindi } C_f = (C_i \times V_i) / V_f = (0,25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0,060 \text{ L}) / 0,25 \text{ L} = 0,06 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

19. Determinare il pH di una soluzione preparata mescolando 100 mL di acido formico 0.1 M con 25 mL di idrossido di sodio 0.16 M. (per l'acido formico $K_a = 1.5 \times 10^{-4}$ M).



$$\text{Moli acido} = C_a \times V_a = 0.1 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.01 = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\text{Moli base} = C_b \times V_b = 0.16 \text{ mol/L} \times 0.025 \text{ L} = 0.004 = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Moli base} = \text{moli sale} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Titolazione incompleta \rightarrow tampone

$$\text{moli acido finali} = \text{mol}_a - \text{mol}_{\text{base}} = 10^{-2} - (4 \times 10^{-3}) = 6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{pKa acido formico} = -\log(1.5 \times 10^{-4}) = 3.82$$

$$\text{concentrazione dell'acido} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol} / 0.125 \text{ L} = 4.8 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{concentrazione del sale} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol} / 0.125 \text{ L} = 3.2 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH Tampone} = \text{pKa} + \log C_s/C_a = 3.82 + \log(3.2 \times 10^{-2}) / (4.8 \times 10^{-2}) = 3.64$$

20. Calcolare il pH della seguente soluzione acquosa: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,63 \cdot 10^{-3}$ M. Indicare se la soluzione è acida o basica.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(2,63 \cdot 10^{-3}) = 2,58$$

$\text{pH} < 7.0$ la soluzione è acida

21. Calcolare il pH di una soluzione acquosa contenente $1,60 \cdot 10^{-4}$ mol di ioni H_3O^+ in 250 mL di soluzione. Indicare se la soluzione è acida o basica.

$$M \text{ H}_3\text{O}^+ = [\text{H}_3\text{O}^+] = n \text{ H}_3\text{O}^+ : V \text{ soluzione} = 1,60 \cdot 10^{-4} \text{ mol} : 0,25 \text{ L} = 6,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(6,40 \cdot 10^{-4}) = 3,19$$

$\text{pH} < 7.0$ la soluzione è acida

22. Calcolare la concentrazione molare di ioni H_3O^+ e quante moli di questo sono contenute in 25,0 mL di una soluzione acquosa di $\text{pH} = 1,18$.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1,18} = 6,61 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$n \text{ H}_3\text{O}^+ = [\text{H}_3\text{O}^+] \times V = 6,61 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} \times 0,025 \text{ L} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

23. Calcolare il pH di 50,0 mL di una soluzione acquosa contenente $2,40 \cdot 10^{-6}$ mol di NaOH in e dire se è acida o basica.

NaOH è una base forte ed in acqua è completamente dissociata. $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

$$[\text{OH}^-] = n \text{ OH}^- : V \text{ soluzione} = 2,40 \cdot 10^{-6} \text{ mol} : 0,05 \text{ L} = 4,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

Il prodotto ionico dell' H_2O è $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]$

$$\text{Quindi, } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w : [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14} : 4,80 \cdot 10^{-5} = 2,08 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2,08 \cdot 10^{-10}) = 9,68$$

La soluzione è basica

24. E' noto il valore delle costanti di dissociazione dell'acido acetico, CH_3COOH ($K_a = 1.8 \cdot 10^{-5}$).

Calcolare la costante di dissociazione K_b della rispettiva base coniugata, CH_3COO^- .

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

$$K_b = (1 \cdot 10^{-14}) : (1.8 \cdot 10^{-5}) = 5.5 \cdot 10^{-10}$$

25. Calcola la concentrazione degli ioni $[\text{OH}^-]$ in una soluzione acquosa avente una concentrazione idrogenionica $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$ e stabilisci se questa soluzione è acida o basica.

$$\text{Dal prodotto ionico dell'acqua: } K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$\text{Si ha } [\text{OH}^-] = K_w / [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} / 10^{-3} = 10^{-11} \text{ M}$$

Poiché la concentrazione $[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ M}$, la soluzione è acida.

26. Calcola la concentrazione degli ioni $[\text{H}_3\text{O}^+]$ di una soluzione acquosa avente una concentrazione di ioni $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-6}$.

$$\text{Dal prodotto ionico dell'acqua: } K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$\text{Si ha } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w / [\text{OH}^-] = 10^{-14} / 10^{-6} = 10^{-8} \text{ M}$$

Poiché la concentrazione $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ M}$, la soluzione è basica.

27. Calcola la concentrazione idrogenionica ed il pH di una soluzione acquosa contenente 4 g di NaOH in 1 litro. La massa molecolare (MM) dell'idrossido di sodio 40 u.m.a.

Il numero di moli di soluto in un litro di soluzione, cioè la molarità M, è:

$$m = \text{grammi} / \text{MM} = 4 / 40 = 0,1 \text{ M} = 10^{-1} \text{ M}$$

Poiché NaOH è una base fortissima, all'equilibrio risulterà praticamente tutta dissociata:

All'equilibrio si ha $[\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ M}$.

E di conseguenza, dal prodotto ionico dell'acqua ($K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$) si ricava:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_w / [\text{OH}^-] = 10^{-14} / 10^{-1} = 10^{-13}$$

Quindi la $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13} \text{ M}$

ed il $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-13} = 13$

28. Calcola il pH di un 1 litro di soluzione contenente 0,365 g di HCl. La massa molecolare (MM) dell'acido cloridrico è 36,5 u.m.a.

La molarità dell'acido sarà data da:

$$[\text{HCl}] = 0.365 \text{ g L}^{-1} / 36.5 \text{ g mol}^{-1} = 0.01 = 10^{-2} \text{ M}$$

Poiché l'acido cloridrico è un acido completamente dissociato, la sua concentrazione corrisponde a quella degli ioni $[\text{H}_3\text{O}^+]$, da cui:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M, quindi il pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-2} = 2.$$

29. Calcola i mg di KOH contenuti in 100 mL di una soluzione acquosa a pH = 11. La massa molecolare (MM) del KOH è 56 u.m.a.

Dalla definizione di pH si deduce che:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-11} \text{ M}$$

E di conseguenza, dal prodotto ionico dell'acqua ($K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$) si ricava:

$$[\text{OH}^-] = K_w / [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} / 10^{-11} = 10^{-3} \text{ M}$$

Poiché KOH è una base fortissima, all'equilibrio risulterà tutta dissociata:

All'equilibrio si ha $[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M}$, che sarà equivalente alla concentrazione di KOH.

$$\text{moli KOH} = [\text{KOH}] \times \text{Volume} = 10^{-3} \text{ M} \times 0.1 \text{ L} = 10^{-4} \text{ mol}$$

Dato che la MM di KOH è 56 u.m.a. si ha:

$$\text{g soluto} = \text{mol} \times \text{MM} = 10^{-4} \text{ mol} \times 56 \text{ g mol}^{-1} = 5,6 \times 10^{-3} \text{ g} = 5,6 \text{ mg di KOH.}$$

30. Calcola il pH di una soluzione 0,05 M di acido acetico CH_3COOH sapendo che è un acido debole e che la sua $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$.

Per gli acidi deboli vale la relazione:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$$

sostituendo si ottiene:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.05} = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3} \text{ M}$$

da cui

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3} = 3.$$

31. Calcola il pH di una soluzione che in 2 litri contiene 10,7 g di NH₄Cl. La costante di dissociazione dell'ammoniaca è $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$. La massa molecolare del NH₄Cl è 53.5 u.m.a.

Il numero di moli di NH₄Cl in soluzione è:

$$\text{mol NH}_4\text{Cl} = 10.7 \text{ g} / 53.5 \text{ g mol}^{-1} = 0.2 \text{ mol}$$

la concentrazione di NH₄Cl è:

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = n \text{ mol} / V = 0.2 \text{ mol} / 2 \text{ L} = 0.1 \text{ M}$$

L' NH₄Cl in soluzione acquosa è completamente dissociato e la concentrazione degli ioni NH₄⁺ sarà uguale a 0.1 M = 10⁻¹ M

Quindi, dato che lo ione NH₄⁺ è l'acido coimugato dell'ammoniaca:

$$\text{la concentrazione di } [\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w \times C_s}{K_b}}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w \times C_s}{K_b}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 10^{-1}}{1.8 \times 10^{-5}}} = 7.45 \times 10^{-6} \text{ M}$$

da cui si ricava che $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (7,45 \times 10^{-6}) = 5,13$

Il pH della soluzione sarà 5,13.

32. Calcolare la V_{max} della reazione ossidazione delle poliammine da parte di una Ammino ossidasi sapendo la concentrazione dell'enzima è $5 \times 10^{-9} \text{ M}$ e la k_{cat} è $8,0 \times 10^2 \text{ s}^{-1}$.

Dato che la $V_{\text{max}} = k_{\text{cat}} \times [\text{E}]$

$$V_{\text{max}} = k_{\text{cat}} \times [\text{E}] = 8,0 \times 10^2 \text{ s}^{-1} \times 5 \times 10^{-9} \text{ M} = 4 \times 10^{-10} \text{ M s}^{-1}$$

33. Calcolare la concentrazione di enzima in soluzione sapendo che in condizioni di saturazione si osserva una velocità di scomparsa del substrato di $2.4 \times 10^{-5} \text{ M s}^{-1}$ e che la costante catalitica dell'enzima è $4.8 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$.

Dato che la $V_{\text{max}} = k_{\text{cat}} \times [\text{E}]$

$$[\text{E}] = V_{\text{max}} / k_{\text{cat}} = 2.4 \times 10^{-5} \text{ M s}^{-1} / 4.8 \times 10^5 \text{ s}^{-1} = 5 \times 10^{-11} \text{ M}$$

34. Il coefficiente di diffusione dell'insulina è $D = 8.2 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a 20°C. Stimare il tempo medio richiesto perché una molecola di insulina diffonda ad una distanza uguale ad un diametro cellulare.

Il diametro medio di una cellula è di circa $10 \text{ mm} = 10^{-5} \text{ m}$

Utilizzando la relazione sullo spostamento

quadratico medio:

Per cui

$$\bar{x}^{-2} = 2 \cdot D \cdot t$$

$$t = \frac{\bar{x}^{-2}}{2 \cdot D} = \frac{10^{-10} \text{ m}^2}{2 \cdot 8.2 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}} = 0.61 \text{ s}$$

35. Stimare il tempo medio impiegato dal virus della poliomielite (P.M. = $1 \cdot 10^7$ Da, diametro = 300 \AA , $D = 1.69 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) per diffondere attraverso una cellula.

Si assuma che la viscosità della soluzione sia uguale alla viscosità dell'acqua ($\zeta = 8.94 \cdot 10^{-4} \text{ Kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$), che un diametro cellulare equivalga a 10 \mu m , che il virus sia sferico e che la temperatura sia di 37°C .

Dalla relazione di Einstein:

$$t = \frac{\bar{x}^2}{2D} = \frac{(1 \cdot 10^{-5} \text{ m})^2}{2 \cdot 1.69 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}} \cong 3.0 \text{ s}$$

36. Una soluzione di insulina e' mantenuta a temperatura costante, senza agitazione, per un anno. Calcolare il cammino libero medio dell'insulina sapendo che il suo coefficiente di diffusione è $D = 8.2 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ e supponendo che nella soluzione siano assenti moti convettivi.

In un anno ci sono:

$$365 \text{ giorni anno}^{-1} \cdot 24 \text{ ore giorno}^{-1} \cdot 3600 \text{ secondi ora}^{-1} = 3.157 \cdot 10^7 \text{ s}$$

Quindi applicando la relazione di Einstein:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \sqrt{2 \cdot D \cdot t} = \sqrt{2 \cdot 8.2 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \cdot 3.157 \cdot 10^7 \text{ s}} = \sqrt{5.18 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} \\ &= 7.19 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 7.19 \text{ cm} \end{aligned}$$

37. Supponendo che il coefficiente di diffusione di una molecola all'interno del doppio strato lipidico sia $D = 10^{-12} \text{ m}^2 \text{ s}$, quanto impiegherà ad attraversare una membrana cellulare? Lo spessore della membrana e' circa 50 \AA , quindi:

$$d = 50 \text{ \AA} = 5 \text{ nm} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Secondo la relazione: $\bar{x}^2 = 2 D t$

Allora:

$$t = \frac{\bar{x}^2}{2 D} = \frac{(5 \cdot 10^{-9} \text{ m})^2}{2 \cdot 10^{-12} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}} = 1.25 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 12.5 \mu\text{s}$$

38. Calcolare il peso molecolare della mioglobina sapendo che una sua soluzione alla concentrazione di 50 mg ml⁻¹ presenta una $\pi = 54.9$ mmHg a 25°C.

La pressione atmosferica e' pari a 760 mmHg quindi:

$$\pi = \frac{54.9 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg atm}^{-1}} = 0.0722 \text{ atm}$$

La pressione osmotica e' uguale a:

$$\pi = R T C = R T \frac{n}{V} = R T \frac{m}{PM V}$$

per cui: $PM = \frac{RT \cdot m}{\pi_{\text{mioglobina}} \cdot V} = \frac{0.082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{0.0722 \text{ atm} \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 16922 \text{ g mol}^{-1}$

39. Calcolare il valore della pressione osmotica di una soluzione isotonica di saccarosio ([saccarosio] = 0.31 M) a 37°C.

La pressione osmotica si calcola mediante la seguente relazione:

$$\pi = R T C$$

Quindi:

$$\begin{aligned} \pi &= 0.31 \text{ n L}^{-1} \cdot 0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 310 \text{ K} = \\ &= 7.9 \text{ atm} \end{aligned}$$

40. L'acido ascorbico (vitamina C) presenta un massimo di assorbimento a 265 nm, dove possiede un coefficiente di estinzione molare di 15000 M⁻¹cm⁻¹. Utilizzando una cuvetta da 3 mL e cammino ottico 1 cm, si determina una assorbanza pari a 0.3. Quale è la concentrazione dell'acido ascorbico in soluzione?

Dato che $A = \varepsilon \cdot b \cdot C$

$$C = 0.3 / (15000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1} \cdot 1 \text{ cm}) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

41. Una proteina (PM 26000 uma) contiene 2 amminoacidi tirosina ($\varepsilon_{280\text{nm}} = 5000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$) e 6 triptofani ($\varepsilon_{280\text{nm}} = 1100 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$). Se la proteina in soluzione è alla concentrazione di $3.85 \times 10^{-5} \text{ M}$ ed una cuvetta con cammino ottico di 1 cm, quale sarà il valore dell'Assorbanza a 280 nm?

Dato che $A = \varepsilon \cdot b \cdot C$

$$\text{E che } A = \varepsilon_1 \cdot c_1 \cdot d + \varepsilon_2 \cdot c_2 \cdot d$$

La concentrazione della proteina è $= 3.85 \times 10^{-5} \text{ M}$

Quindi l'assorbanza sarà:

$$A = (2 \times 3.85 \times 10^{-5} \text{ M} \cdot 5000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1} + 6 \times 3.85 \times 10^{-5} \text{ M} \cdot 1100 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}) \cdot 1 \text{ cm} = 0.64$$