

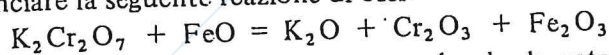
## 27

## Esercizi di riepilogo

*Viene proposta una serie di problemi il cui procedimento risolutivo, pur non essendo particolarmente difficile, richiama nozioni su vari argomenti. La numerazione dei testi degli esercizi non segue volutamente un ordine di difficoltà, cosicché lo studente che voglia "saggiare" la completezza della propria preparazione può liberamente attingere ovunque problemi tipo esame.*

1. Si deve riempire alla temperatura di 20°C una bombola della capacità di 100 litri con idrogeno alla pressione di 50 atm. Determinare il tempo necessario affinché, per elettrolisi dell'acqua con una corrente di 10 ampere, si ottenga la quantità di idrogeno sufficiente.

2. Bilanciare la seguente reazione di ossidoriduzione:



e calcolare il calore di reazione sapendo che le entalpie standard di formazione delle sostanze sono nell'ordine: -485,9; -64,3; -86,4; -269,7 e -196,5 kcal/mole.

513. 0,5 g dell'acido organico monocarbossilico  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_2$  vennero sciolti in acqua e la soluzione portata a 100 ml. Per titolare 10 ml di quella soluzione risultarono necessari 11,62 ml di una soluzione contenente 0,8 g di NaOH in 400 ml. Inoltre 0,05 g del composto, bruciati con 100 ml di  $\text{O}_2$  misurati a c.n., dettero luogo a 93,5 ml di gas che dopo l'assorbimento di  $\text{CO}_2$  si ridussero a 41,5 ml sempre a c.n.. Stabilire la formula dell'acido.

512

4. Due soluzioni *a* e *b* contenenti rispettivamente 18 e 36 grammi di glucosio  $C_6H_{12}O_6$  per 180 g di acqua vengono poste sotto una campana di vetro. Determinare: (a) la tensione di vapore iniziale delle due soluzioni a  $25^\circ C$ ; (b) la tensione di vapore all'equilibrio; (c) il volume di vapor acqueo transitato tra le due soluzioni a  $25^\circ C$  e 1 atm. [ $p^\circ$  per  $H_2O$  a  $25^\circ C = 23,756$  torr].
5. Dell'acqua acidulata viene sottoposta ad elettrolisi; dopo un certo tempo, 450 ml di gas umido proveniente dalla cella elettrolitica vengono raccolti a  $25^\circ C$  in un tubo di livello riempito con un olio minerale (p. sp. 0,858 g/ml). La pressione barometrica è 750 torr ed il livello esterno del tubo è più alto di quello interno di 2,9 cm. Calcolare la quantità di elettricità che ha attraversato la cella. [A  $25^\circ C$ :  $p^\circ$  per  $H_2O = 23,756$  torr;  $p^\circ$  per l'olio = 1,067 torr; p.sp. di Hg = 13,59 g/ml].
6. Il bromito di bario viene ottenuto allo stato solido ponendo a reagire bromo e idrato di bario. Per determinare la resa in bromito, una certa aliquota dei prodotti di reazione viene disciolta in una soluzione acida contenente ioni ioduro e lo iodio liberato è titolato con tiosolfato. Una determinazione fu condotta su 0,5 g di prodotti e furono necessari 46,4 ml di tiosolfato 0,2 N. Che percentuale di bromito di bario era contenuta nei prodotti?
7. L'energia libera standard a  $600^\circ C$  per la reazione:  $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$  vale  $-1374,3$  cal. Calcolare: (a) la costante di equilibrio; (b) la composizione all'equilibrio quando 1 mole di CO e 2 moli di  $H_2O$  vengono mescolate a  $600^\circ C$ .
8. Una miscela di 30 l di  $CH_4$  e 20 l di  $C_2H_6$  misurati a  $25^\circ C$  e 1 atm viene bruciata in aria. Calcolare: (a) il volume di aria necessario per la combustione, supponendo che l'aria sia costituita per 1/5 in volume da ossigeno; (b) la quantità di acqua che da  $20^\circ C$  può essere scaldata fino a  $80^\circ C$  per mezzo del calore svolto; (c) la variazione globale di energia libera associata alla combustione. [I valori di  $\Delta H_f^\circ$  per  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $H_2O(liq.)$  e  $CO_2$  a  $25^\circ C$  sono rispettivamente  $-17,9$ ;  $-20,2$ ;  $-68,3$  e  $-94$  kcal/mole; i  $\Delta G_f^\circ$  rispettivamente  $-12,14$ ;  $-7,86$ ;  $-56,7$  e  $-94,26$  kcal/mole].
9. Si consideri la seguente cella elettrochimica:

Zn/Zn<sup>2+</sup>(0,1 M)//CH<sub>3</sub>COOH(0,2 M),CH<sub>3</sub>COONa(0,1 M)/Pt,H<sub>2</sub>(1 atm)  
in cui il volume della soluzione di Zn<sup>2+</sup> è 0,5 litri e quello del tampone 0,3 litri. Si vuol conoscere il pH del tampone e la *fem* della pila (a) all'inizio; (b) dopo il passaggio di 5000 coulomb. [ $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ;  $E^\circ$  per Zn<sup>2+</sup>/Zn = -0,76 v].

10. Disponendo di 800 ml di una soluzione acquosa 0,1 M in acido acetico, determinare: (a) quale volume di CH<sub>3</sub>COONa 1 M occorre aggiungere per ottenere un pH pari a 5,1; (b) quale volume di NaOH 0,5 M sarebbe necessario per ottenere lo stesso valore di pH; (c) il pH al punto equivalente della titolazione con NaOH 0,5 M; (d) il pH della soluzione ottenuta facendo evaporare 300 ml di acqua dalla soluzione di partenza, supponendo che non evapori l'acido acetico; (e) la pressione osmotica a 25°C della soluzione iniziale dopo l'aggiunta di 1 g di KCl. [ $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ].
11. Il solfato cerico ossida l'acqua ossigenata con formazione di solfato ceroso e sviluppo di ossigeno. Scrivere l'equazione di reazione e stabilire: (a) la quantità di solfato cerico necessaria per ossidare 200 g di una soluzione al 25% di acqua ossigenata; (b) il volume di ossigeno che si libera a 20°C e 745 torr.
12. In un pallone della capacità di 10 litri vengono posti 2 litri di una miscela di etere e acetone con frazione molare dell'etere pari a 0,5. Determinare: (a) la tensione di vapore a 20°C della miscela sapendo che a questa temperatura le tensioni di vapore dell'etere e dell'acetone sono rispettivamente 442 e 185 torr; (b) la composizione della fase vapore; (c) il volume di aria misurato a c.n. necessario per bruciare la miscela allo stato di vapore. (Si consideri l'aria formata per 1/5 in volume da ossigeno).
13. A 100 ml di una soluzione 0,1 M di NH<sub>3</sub> vengono aggiunti 50 ml di una soluzione 0,05 M in NH<sub>4</sub>Cl. Stabilire il valore del pH prima e dopo l'aggiunta; se nella soluzione vengono introdotti 4 g di MgSO<sub>4</sub>, determinare la quantità di cloruro di ammonio che deve essere presente affinché tutto il magnesio resti in soluzione. [ $K_b$  di NH<sub>3</sub> =  $1,8 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_{ps}$  di Mg(OH)<sub>2</sub> =  $1,2 \cdot 10^{-11}$ ].
14. L'acidità dei grassi viene determinata mediante titolazione alla fenolftaleina con KOH di una soluzione alcolico-etera del grasso;

514

il numero di acidità rappresenta i mg di KOH necessari per salificare gli acidi liberi contenuti in un grammo di sostanza; l'acidità viene anche espressa in percentuale di acido oleico (p. m. 282) o di  $\text{SO}_3$ . In una determinazione, partendo da 5 g di grasso furono necessari 4 ml di KOH 0,1 N; si calcoli il numero di acidità e l'acidità espressa in % di acido oleico e in % di  $\text{SO}_3$ .

15. In un pallone vengono introdotti alla pressione atmosferica e a  $880^\circ\text{C}$  anidride carbonica e carbonio elementare. Raggiunto l'equilibrio la miscela viene raffreddata a  $0^\circ\text{C}$  e raccolta in una buretta. Si misura un volume di 110 ml a c.n. che, in seguito ad assorbimento su KOH, si riduce a 10 ml. Determinare la  $K_p$  della reazione.
16. L'alluminio metallico viene ottenuto per elettrolisi di  $\text{Al}_2\text{O}_3$  fuso con elettrodi di grafite; nelle condizioni operative, tutto l'ossigeno che si forma reagisce sull'anodo formando CO e  $\text{CO}_2$  in rapporto in volume di 5 a 1. Determinare: (a) la quantità di elettricità necessaria per preparare 100 kg di metallo; (b) il volume di gas misurato a c.n. che si ottiene all'anodo; (c) la quantità di calore che si ottiene bruciando il gas ottenuto all'anodo, se il calore di combustione di CO è 67,95 kcal/mole.
- § 17. Il nitrato di ammonio si decompone per riscaldamento secondo la reazione  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ . Calcolare: (a) il volume di gas che si sviluppa a  $2500^\circ\text{C}$  per esplosione a pressione atmosferica di 1 kg di sale; (b) quali volumi di soluzioni di  $\text{HNO}_3$  al 67% (p. sp. 1,4) e di  $\text{NH}_3$  al 30% (p. sp. 0,892) sono necessari per ottenere 1 kg di nitrato di ammonio.
- § 18. Si considerino 50 ml di una soluzione 0,1 M di  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Calcolare: (a) il pH della soluzione; (b) il pH di una soluzione ottenuta diluendo fino a 300 ml; (c) il pH dopo aggiunta di 1 ml di HCl  $10^{-3}\text{N}$ ; (d) i valori di pH dopo aggiunta di 10,50,100 ml di NaOH 0,5 N; (e) ~~la conducibilità specifica~~. [ $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ;  $\lambda_{\text{per H}^+} = 349,8$ ;  $\lambda_{\text{per CH}_3\text{COO}^-} = 40,9$ ].
19. Il propilene è ossidato dal permanganato in soluzione acida con formazione di  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Scrivere l'equazione di reazione e determinare: (a) il volume misurato a c.n. della  $\text{CO}_2$  che si forma per ogni grammo di  $\text{KMnO}_4$  che reagisce; (b) la concentra-

zione in acido acetico quando 100 ml di soluzione all'1% (P/V) di  $\text{KMnO}_4$  vengono posti a reagire con 200 ml di una soluzione di propilene.

20. La pressione osmotica misurata su una soluzione acquosa satura di  $\text{CaSO}_4$  è a  $10^\circ\text{C}$  di 494 torr. Determinare: (a) il prodotto di solubilità e la solubilità di  $\text{CaSO}_4$  in acqua; (b) il peso molecolare di uno zucchero se una soluzione contenente in 500 ml 2,521 g di zucchero è isotonica a  $10^\circ\text{C}$  con la soluzione satura di  $\text{CaSO}_4$ .
21. A c.n. 50 ml di una miscela di  $\text{CH}_4$  e  $\text{C}_2\text{H}_4$  vengono mescolati con 200 ml di  $\text{O}_2$  e fatti esplodere. La  $\text{CO}_2$  prodotta è fatta assorbire in 50 ml di una soluzione di  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  0,1 M; dopo filtrazione di  $\text{BaCO}_3$  formatosi, per titolare l'idrato di bario in eccesso sono necessari 37,6 ml di  $\text{HCl}$  0,1 N. Determinare: (a) la composizione della miscela; (b) il volume di  $\text{O}_2$  effettivamente impiegato.
22. Una pentola a pressione è capace di sopportare una pressione di 3,56 atm, pressione alla quale la temperatura di ebollizione dell'acqua è  $140^\circ\text{C}$ . La pentola viene riempita con 2 litri d'acqua e portata a  $140^\circ\text{C}$ ; quindi viene aperta la valvola fino a che non è raggiunta la pressione atmosferica. Si vuol conoscere la quantità di acqua evaporata. (Si trascurino le variazioni con la temperatura del calore specifico e del calore latente di evaporazione dell'acqua, che valgono rispettivamente 1 cal/g e 540 cal/g).
23. Nell'idrogeno naturale; per ogni 5000 atomi di  $^1\text{H}$  è presente un atomo di  $^2\text{H}$ ; supponendo che, nella fusione nucleare di due nuclei di deuterio  $^2\text{H}$  in elio  $^4\text{He}$ , venga trasformato in energia 1/1000 della massa, determinare: (a) l'energia ricavabile sfruttando tutto il deuterio contenuto in un metro cubo di acqua; (b) se il calore di combustione del gasolio è di  $10^4$  kcal/litro, quanti litri di gasolio occorrono per ricavare la stessa energia.
24. 1 grammo di una miscela di fosfati monoacido e biacido di sodio vengono disciolti in acqua. Per titolare la soluzione fino al viraggio della fenolftaleina ( $\text{pH} \cong 8,8$ ) sono necessari 35,75 ml di  $\text{NaOH}$  0,2 N. Calcolare: (a) la composizione della miscela; (b) il pH iniziale; (c) il pH a metà titolazione. [Per  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :  $K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ].

516

25. Il volume di un appartamento è di 500 metri cubi. Determinare di quanto aumenta l'umidità quando a  $20^{\circ}\text{C}$  e 1 atm viene bruciato all'interno dell'abitazione 1 mc. di metano. La tensione di vapore dell'acqua a  $20^{\circ}\text{C}$  è 17,535 torr.
26. L'acido cloridrico può essere preparato per reazione tra acido solforico e cloruro di sodio con formazione di solfato di sodio. Si vuol conoscere le quantità di NaCl e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  necessarie per ottenere 150 l di una soluzione di HCl con densità 1,18 g/ml al 16,15% in peso.
27. La densità del cloro liquido a  $20^{\circ}\text{C}$  e 6,6 atm è 1,556 g/ml. Determinare: (a) la quantità di elettricità necessaria per ottenere 5 litri di cloro liquido nelle condizioni sopra menzionate; (b) la quantità di bromo che può essere ottenuta per ossidazione di bromuri con un litro di cloro liquido supponendo una resa del 98%; (c) il volume di soluzione di  $\text{Br}_2$  0,1 M che può essere ottenuto utilizzando il bromo prodotto dalla ossidazione.
28. Una pila è così costituita:  $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}(0,5\text{ M})//\text{Ag}^+(1,5\text{ M})/\text{Ag}$ ; gli elettrodi metallici pesano 50 g ciascuno. Si vuol conoscere: (a) la forza elettromotrice della pila; (b) la quantità di elettricità che la pila è capace di erogare; (c) per quanto tempo resta accesa una lampadina da 3 watt collegata alla pila, supponendo che la tensione sia costantemente uguale alla *fem* durante tutto l'arco di funzionamento. [ $E^{\circ}$  per  $\text{Ag}^+/\text{Ag} = 0,80\text{ v}$ ;  $E^{\circ}$  per  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0,76\text{ v}$ ].
29. Un'acqua minerale contiene per litro 130 mg di  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 15 mg di  $\text{MgSO}_4$  e 200 mg di NaCl. Determinare: (a) le durezza permanente, temporanea e totale in gradi francesi; (b) la pressione osmotica a  $20^{\circ}\text{C}$ ; (c) la temperatura di congelamento. [ $k_{cr}$  per  $\text{H}_2\text{O} = 1,86^{\circ}\text{C}$ ].
30. Ad una certa temperatura T un recipiente viene riempito alla pressione di 10 atm con 0,2 moli di  $\text{SO}_2$  e 0,2 moli di  $\text{O}_2$ . Dalla conseguente reazione di equilibrio si produce  $\text{SO}_3$ ; all'equilibrio la reazione viene bloccata e la miscela viene fatta assorbire in acqua e la soluzione viene divisa in due identiche porzioni. Una porzione, acidificata per evitare la formazione di solfito di bario, viene

trattata con  $\text{BaCl}_2$  e separa 5,83 g di un precipitato di  $\text{BaSO}_4$ . Calcolare la costante di equilibrio per la reazione  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  alla temperatura T.

31. Un litro di una soluzione acquosa contiene disciolti 50 g di acido acetico e 30 g di acetato di sodio. Calcolare: (a) il pH della soluzione; (b) il pH della soluzione dopo aggiunta di 5 ml di  $\text{HCl}$  2 N; ~~(c) i potenziali di un elettrodo di platino a contatto con le due soluzioni di cui ai punti precedenti;~~ (d) il volume di  $\text{NaOH}$  0,2 N necessario per titolare 100 ml della soluzione iniziale e il pH al punto equivalente. [ $K_a$  per  $\text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ].
32. Si consideri una soluzione al 5% di  $\text{NaCl}$  in acqua. Determinare: (a) la temperatura di congelamento; (b) la molalità ~~e la quantità di ghiaccio separata~~ quando la temperatura è  $-10^\circ\text{C}$ . [ $k_{cr}$  per  $\text{H}_2\text{O} = 1,86^\circ\text{C}$ ].
33. Una polvere minerale contiene  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  e  $\text{SiO}_2$ ; 3,433 g della polvere vengono solubilizzati in 100 ml di  $\text{HCl}$  1 N; resta tuttavia un residuo indisciolto il quale, filtrato, lavato e seccato, pesa 412,6 mg. L'eccesso di  $\text{HCl}$  nel filtrato è equivalente a 41,3 ml di  $\text{NaOH}$  0,8 N. Determinare la composizione della miscela.
34. In una serata estiva la temperatura è di  $25^\circ\text{C}$  e l'umidità è pari al 85%; durante la notte la temperatura scende a  $12^\circ\text{C}$ . Determinare: (a) la quantità di acqua che condensa per  $1000 \text{ m}^3$  di aria; (b) il calore associato alla condensazione. [ $p^0$  di  $\text{H}_2\text{O}$  a  $25^\circ\text{C}$  e a  $12^\circ\text{C}$  rispettivamente 23,756 e 10,518 torr;  $\Delta H_{\text{evap}}$  medio tra  $12^\circ\text{C}$  e  $25^\circ\text{C} = 10,5 \text{ kcal/mole}$ ].
35. Le proteine contengono mediamente il 17,5% in peso di azoto; il metodo analitico di *Kjeldahl* prevede la trasformazione di tutto l'azoto proteico in solfato di ammonio; l'ammoniaca liberata per trattamento con  $\text{NaOH}$  in eccesso viene quindi raccolta in  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e l'acido in eccesso titolato con  $\text{NaOH}$ . In una determinazione, condotta su 0,4 g di una farina, furono impiegati 50 ml di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 N e l'eccesso richiese per la titolazione 44,6 ml di  $\text{NaOH}$  0,1 N; qual era il contenuto % di proteine nella farina?
36. In una soluzione tampone costituita da  $\text{NH}_3$  0,1 M e  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,5 M contenente  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  come corpo di fondo, il potenziale di un elet-

518

trodo di ferro risulta uguale a  $-0,5258$  volt. Calcolare il prodotto di solubilità dell'idrato ferroso. [ $K_b$  per  $NH_3 = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ;  $E^\circ$  per  $Fe^{2+}/Fe = -0,44$  v].

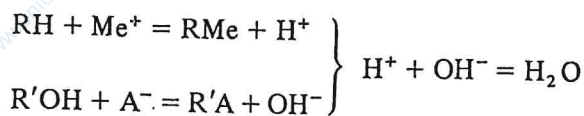
37. La pressione osmotica di una soluzione contenente  $0,5$  g di un sale di un acido organico monocarbossilico in  $200$  ml è di  $1,28$  atm a  $27^\circ C$ . La quantità stechiometrica di ossigeno per bruciare  $0,3$  g del composto è di  $245$  ml misurati a c.n., e dalla reazione si ottengono  $0,412$  g di  $CO_2$  e  $0,14$  g di  $H_2O$ . Stabilire la formula molecolare della sostanza che è costituita da C, H, O e Na.
38. Una soluzione di acido cloridrico contenente un indicatore presenta un'estinzione di  $0,85$ . Dopo l'aggiunta di  $5$  ml di  $NaOH$   $0,3$  M a  $500$  ml di soluzione, l'estinzione diminuisce fino al valore di  $0,64$ . Calcolare il pH della soluzione iniziale.
39. In una regione montuosa la *piovosità annua* è di  $800$  mm; calcolare: (a) la quantità per  $km^2$  di carbonato di calcio che viene disciolto dall'acqua piovana nell'arco di un anno; (b) il rapporto in peso tra le quantità dei carbonati di calcio e di magnesio che vengono annualmente asportate da rocce dolomitiche. Si consideri l'acqua che dilava ormai satura dei sali e si ammetta che la  $CO_2$  atmosferica disciolta nell'acqua piovana non abbia influenza sul discioglimento. [ $K_{ps}$  per  $CaCO_3 = 4,8 \cdot 10^{-9}$ ;  $K_{ps}$  per  $MgCO_3 = 2,6 \cdot 10^{-5}$ ].
40. Vengono mescolati  $100$  ml di soluzione  $5$  M di  $NH_3$  e  $30$  g di  $NH_4Cl$  e la soluzione portata a  $500$  ml. Quindi si aggiungono  $1$  g di  $AgOH$  e  $1$  g di  $AgJO_3$ . Qual è la composizione della miscela? [ $K_{ps}$  per  $AgOH = 2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{ps}$  per  $AgJO_3 = 2,3 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_b$  per  $NH_3 = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ].
41. Per la pila  $Pb/PbCl_2(\text{sat.}, 1 \text{ litro})//Ag^+(0,5 \text{ M}, 1 \text{ litro})/Ag$  determinare: (a) la *fem* della pila; (b) la *fem* e la concentrazione degli ioni cloruro dopo il passaggio di  $3 \cdot 10^4$  coulomb. [ $E^\circ$  per  $Pb^{2+}/Pb = -0,13$  v;  $E^\circ$  per  $Ag^+/Ag = 0,80$  v;  $K_{ps}$  di  $PbCl_2 = 2,4 \cdot 10^{-4}$ ].
42. Il potere calorifico dei grassi, dei carboidrati e delle proteine è rispettivamente  $9$ ;  $4$  e  $4$  kcal/g; il latte contiene in media il  $4\%$  di grassi, il  $5\%$  di carboidrati e il  $3,3\%$  di proteine. Stimare la quantità minima di latte che un uomo di  $80$  kg dovrebbe bere per scalare  $1000$  m di altitudine. (Si suggerisce di calcolare il fabbisogno ener-

- getico come guadagno in energia potenziale. Accelerazione di gravità =  $9,8 \text{ m/sec}^2$ ).
43. L'intensità del colore violetto di uno spessore di 3 cm di una soluzione molto diluita di  $\text{MnO}_4^-$  appare identica a quella di uno spessore di 4,5 cm di una soluzione standard di  $\text{KMnO}_4$   $5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ . La soluzione era stata ottenuta trattando opportunamente 0,5 g di un campione contenente manganese e diluendo a 400 ml. Per titolare la soluzione occorrono 6,1 ml di acido ossalico 0,05 N. Supponendo esatta la determinazione colorimetrica, determinare l'errore compiuto nella titolazione e la percentuale di manganese nel campione.
44. I coefficienti di Bunsen per  $\text{O}_2$  e  $\text{N}_2$  valgono rispettivamente 0,0489 e 0,0235. Supponendo che l'aria sia costituita da 20 voll.% di  $\text{O}_2$  e 80 voll.% di  $\text{N}_2$ , determinare: (a) la temperatura di congelamento di una soluzione satura di aria; (b) la percentuale in moli dei gas disciolti. [ $k_{cr}$  per  $\text{H}_2\text{O} = 1,86^\circ\text{C}$ ].
45. Una miscela gassosa costituita da 3 moli di idrogeno e una mole di azoto viene portata alla pressione di 30 atm e alla temperatura di  $200^\circ\text{C}$ . All'equilibrio sono presenti nella miscela 67,6 voll.% di  $\text{NH}_3$ . Determinare: (a) la costante  $K_p$  per l'equilibrio  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  a  $200^\circ\text{C}$  e 30 atm; (b) la costante di equilibrio a  $400^\circ\text{C}$  e 30 atm; (c) quale dovrebbe essere la pressione a  $200^\circ\text{C}$  affinché l'ammoniaca costituisca 80 voll.% della miscela d'equilibrio. [ $\Delta H_f^\circ$  medio tra  $200^\circ\text{C}$  e  $400^\circ\text{C}$  per  $\text{NH}_3 = -12,25 \text{ kcal/mole}$ ].
46. Un campione di gas costituito da 15 litri a c.n. di aria inquinata per  $\text{H}_2\text{S}$  viene fatto passare attraverso una colonna di assorbimento contenente una soluzione di cloruro di cadmio. La soluzione viene quindi raccolta, acidificata e trattata con 50 ml di una soluzione di iodio 0,01 N per ossidare il solfuro a zolfo elementare. La titolazione dello iodio in eccesso richiede 8 ml di tiosolfato sodico 0,05 N. Determinare la quantità in parti per milione di  $\text{H}_2\text{S}$  nel campione di aria se la sua densità a c.n. è di 1,293 g/l.
47. L'energia libera di formazione standard a  $25^\circ\text{C}$  per  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$  e  $\text{SO}_3$  (gas) valgono rispettivamente 12,39; -71,79; 20,72; e -88,52 kcal/mole. Calcolare: (a) la costante di equilibrio per la reazione  $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3$  (gas); (b) in quale direzione si evolve

520

spontaneamente la reazione in una miscela costituita da 1 mole di NO, 1 mole di SO<sub>3</sub>, 10<sup>-2</sup> moli di NO<sub>2</sub> e 10<sup>-2</sup> moli di SO<sub>2</sub> e la composizione all'equilibrio.

48. La materia organica vivente contiene un atomo di <sup>14</sup>C per ogni 10<sup>12</sup> circa atomi di carbonio ordinario; tale contenuto è mantenuto costante grazie ai continui scambi con il <sup>14</sup>C presente nel suddetto rapporto nella CO<sub>2</sub> atmosferica. Quando l'organismo muore ogni scambio cessa e il <sup>14</sup>C presente decade con un tempo di dimezzamento di 5570 anni senza essere ripristinato. Un campione di carbonio ricavato da un reperto archeologico in legno mostra una radioattività del 22% inferiore a quella di un identico campione ricavato da legno fresco; qual è l'età del reperto?
49. La costante specifica di velocità per la dissociazione del gas azometano secondo la reazione del primo ordine  $(\text{CH}_3\text{N})_2 = \text{C}_2\text{H}_6 + \text{N}_2$  vale  $6,8 \cdot 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$  a 300°C e  $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$  a 350°C. Calcolare: (a) l'energia di attivazione; (b) il fattore di velocità; (c) il tempo di dimezzamento a 300°C; (d) la pressione della miscela di reazione a metà della trasformazione se la pressione iniziale era di 400 torr e la temperatura e il volume sono rimasti invariati.
50. Le resine a scambio ionico vengono usate per deionizzare le acque. Esse funzionano schematicamente secondo le reazioni sotto indicate:



dove Me<sup>+</sup> e A<sup>-</sup> sono i generici ioni positivo e negativo. Le resine esaurite vengono rigenerate per trattamento rispettivamente con HCl e NaOH concentrati. Determinare i volumi di HCl al 20% (p. sp. 1,1) e di NaOH al 31,2% (p. sp. 1,345) in teoria sufficienti per rigenerare delle resine attraverso le quali è passata 1 tonnellata di acqua di mare con una salinità del 3,45% dovuta alla presenza dei seguenti cationi: Na<sup>+</sup> 30,37%; K<sup>+</sup> 1,09%; Ca<sup>2+</sup> 1,26% e Mg<sup>2+</sup> 3,64% e degli anioni Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

51. L'anidride solforosa può essere ottenuta per ossidazione dell'acido solfidrico. Per determinare la costante di equilibrio della reazione  $\text{H}_2\text{S} + (3/2)\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$  in un reattore di 25 l furono introdotti

## Cap. 27 - Esercizi di riepilogo

ti 10 l di  $\text{H}_2\text{S}$  e 30 l di  $\text{O}_2$  misurati entrambi in condizioni normali. Raggiunto l'equilibrio, la miscela gassosa venne raffreddata e fatta gorgogliare in una soluzione di  $\text{CuCl}_2$ . Si ottennero 0,115 g di  $\text{CuS}$ . Calcolare la costante di equilibrio.

52. 1 g di calce spenta un po' carbonatata fu sciolta in 100 ml di una soluzione di  $\text{HCl}$  ottenuta per diluizione di 10 ml di  $\text{HCl}$  al 15% (P/V). Per titolare la miscela risultante furono necessari 14,1 ml di  $\text{NaOH}$  1N. Quale percentuale di  $\text{CaCO}_3$  era contenuta nella calce spenta?
53. Fornire un valore numerico per un'opportuna grandezza che possa essere posta in relazione con il potere corrosivo di un'acqua a  $20^\circ\text{C}$  e 1 atm, contenente disciolti 18 ml/l di aria e avente pH 6,5. Si suggerisce di fare uso dei seguenti dati di letteratura:  $E^\circ$  per la coppia  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = 1,23$ ; coefficienti di Bunsen per  $\text{O}_2$  e per  $\text{N}_2$  rispettivamente 0,03 e 0,018. Si consideri l'aria atmosferica composta per il 78 voll% da  $\text{N}_2$  essendo il resto  $\text{O}_2$ .
54. In un bacino chiuso di acqua marina, con una salinità del 30 per mille in  $\text{NaCl}$ , si verificò incidentalmente un forte inquinamento di sali solubili di un metallo pesante. Tuttavia, la scarsa solubilità del suo cloruro, di formula  $\text{MeCl}_2$  ( $K_{ps} = 4 \cdot 10^{-14}$ ) limitò le conseguenze; fu però trovato in soluzione lo ione  $\text{MeCl}_3^-$  ( $K_{inst} = 7,5 \cdot 10^{-12}$ ). Considerando il bacino come una soluzione satura di  $\text{MeCl}_2$  stabilire l'inquinamento totale dovuto al metallo sciolto.
55. La pressione osmotica a  $20^\circ\text{C}$  di una soluzione satura di  $\text{PbCl}_2$  è 2,866 atm. Calcolare il prodotto di solubilità del sale e la temperatura di ebollizione della soluzione. ( $K_{eb}$  per l'acqua =  $0,52^\circ\text{C}$ ).
56. I potenziali normali delle coppie  $\text{Co}^{2+}/\text{Co}$  e  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$  valgono rispettivamente  $-0,28$  e  $-0,25$  volt. Stabilire se la reazione  $\text{Co} + \text{Ni}^{2+} = \text{Co}^{2+} + \text{Ni}$  è spontanea. Calcolare inoltre la costante di equilibrio e le concentrazioni all'equilibrio di  $\text{Co}^{2+}$  e di  $\text{Ni}^{2+}$  quando si pone a reagire un grammoione di  $\text{Ni}^{2+}$ .
57. Pari volumi di una soluzione 0,3N di  $\text{HCl}$  e di un'altra soluzione di  $\text{HCl}$  a titolo sconosciuto vengono mescolati. Per titolare 30 ml della soluzione risultante occorrono 24 ml di  $\text{KOH}$  0,5N. Calcolare la

522

pressione osmotica a 25°C delle prime due soluzioni e di quella ottenuta dal mescolamento.

58. A 20 ml di HCl 0,1N vengono aggiunti 10 ml di AgNO<sub>3</sub> 0,08M e 10 ml di Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,05M. Qual è la composizione della soluzione? Quale volume di HCl 0,2N si deve aggiungere perché la concentrazione di Ag<sup>+</sup> divenga 10<sup>-9</sup> M? (K<sub>ps</sub> per AgCl = 1,2 · 10<sup>-10</sup> e K<sub>ps</sub> per Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> = 2 · 10<sup>-18</sup>).
59. A 50 ml di NaOH 0,1M vengono aggiunti 20 ml di una soluzione di Na<sub>2</sub>S 0,2M. Calcolare il pH della soluzione e il volume di HCl 0,2N che deve essere aggiunto alla soluzione per ottenere pH = 3. Le costanti di dissociazione acida per H<sub>2</sub>S sono K<sub>1</sub> = 9,1 · 10<sup>-8</sup> e K<sub>2</sub> = 1,6 · 10<sup>-15</sup>.
60. Una pila è così costituita: Pb/Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (0,5M)//CuSO<sub>4</sub> (1M)/Cu. Ciascuna semicella contiene 5 l di soluzione. Calcolare la quantità di elettricità che la pila è capace di erogare e la costante di equilibrio per la reazione Pb + Cu<sup>2+</sup> = Pb<sup>2+</sup> + Cu; E° per le coppie Pb<sup>2+</sup>/Pb e Cu<sup>2+</sup>/Cu sono rispettivamente -0,13 e 0,34 volt. Determinare inoltre la concentrazione di Pb<sup>2+</sup> e Cu<sup>2+</sup> all'equilibrio.
61. Sia il permanganato di potassio che il biossido di manganese reagiscono con HCl sviluppando cloro. 0,50 g di un miscuglio di KMnO<sub>4</sub> e MnO<sub>2</sub> vennero trattati con un eccesso di HCl e il cloro sviluppato raccolto in una soluzione di KI. Per titolare lo iodio liberatosi occorsero 29,9 ml di Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,5N. Determinare la percentuale di MnO<sub>2</sub> nella miscela e il volume di cloro che si era sviluppato a 25°C e 765 mmHg.
62. L'oro da gioielleria contiene il 75% di oro e il resto rame. Se il *carato* esprime il contenuto percentuale di Au nella lega aurea e l'oro puro è a 24 carati, a quanti carati corrisponde l'oro da gioielleria? E qual è la percentuale in moli? Quanto acido nitrico al 30% è necessario per disciogliere in soluzione cloridrica 10 g d'oro da gioielleria?
63. Il prodotto di solubilità di PbCl<sub>2</sub> è 2,4 · 10<sup>-4</sup>; 10 g di PbCl<sub>2</sub> vengono posti in 100 ml di una soluzione satura di AgCl; un elettrodo d'argento immerso in questa soluzione subisce a causa dell'aggiun-

ta uno sbalzo di 0,2254v. Calcolare il prodotto di solubilità di AgCl, sapendo che è circa 1 milione di volte più piccolo di quello di PbCl<sub>2</sub>.

64. Calcolare il volume di una soluzione 0,1M di NaNO<sub>2</sub> che deve essere aggiunta a 10 ml di HCl 1M per ottenere (a) pH= 1; (b) il punto equivalente; (c) pH= 3,347. ( $K_a = 4,5 \cdot 10^{-4}$ ).
65. Il tritolo è un esplosivo che viene preparato per nitrurazione del toluene:  $C_7H_8 + 3HNO_3 = C_7H_5(NO_2)_3 + 3H_2O$ . Quale peso di HNO<sub>3</sub> al 40% occorre per nitrare 50 g di toluene? Quale volume di gas si ottiene dalla esplosione del tritolo ottenuto, che avviene per decomposizione in H<sub>2</sub>O, CO, N<sub>2</sub>, e C solido a 2800°K e 1 atm?
66. Un litro di una soluzione di CuSO<sub>4</sub> è elettrolizzato fino a pH 1,1. Calcolare il peso del rame depositato e il volume di gas sviluppato a 16°C e 762 torr.
67. Nei seguenti equilibri consecutivi:  $A \rightleftharpoons 2B \rightleftharpoons C + D$ , il termine C è una base debole organica. Partendo da 0,3 moli di A in un volume di 400 ml si raggiunge l'equilibrio quando le moli di B presenti sono 0,04 e C richiede per la titolazione 30,5 ml di HCl 0,1N. Calcolare le due costanti di equilibrio.
68. Nella fermentazione alcolica da una mole di glucosio C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> si formano in quantità equimolare CO<sub>2</sub> e alcol etilico CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH. Se in 800 g di una soluzione fermentano 10 g di glucosio qual è la percentuale di alcol formatosi e quale volume di CO<sub>2</sub> si ottiene a 40°C e 758 torr?
69. Una soluzione contiene 3g per 100 ml di acido organico monoprotico. In seguito all'aggiunta di 10 ml di NaOH 1M il pH della soluzione risulta 2,94. Inoltre 0,8g di acido sciolti in acqua richiedono per la titolazione 58 ml di NaOH 0,3M. Calcolare il peso molecolare e la costante di dissociazione dell'acido.
70. Una pila è così costituita: Ag/Ag<sup>+</sup>(0,1M)//Cu<sup>2+</sup>(0,1M)/Cu. Il volume di ciascun semielemento è 1 l. Calcolare la forza elettromotrice prima e dopo che si sono depositati 5 g di argento e la concentrazione di Ag<sup>+</sup> e Cu<sup>2+</sup>. Se nella semicella di sinistra della pila iniziale fossero stati aggiunti 200 ml di SnSO<sub>4</sub> 0,6M, quale sarebbe stata la fem? ( $E_{Ag^+/Ag}^0 = 0,8$  v;  $E_{Cu^{2+}/Cu}^0 = 0,34$  v;  $E_{Sn^{2+}/Sn^{4+}}^0 = 0,15$  v).

71. Una soluzione 0,1M di un acido debole HA contiene  $8,08 \cdot 10^{17}$  singoli ioni  $A^-$  per ml. Calcolare la costante di dissociazione dell'acido e il pH della soluzione che si ottiene aggiungendo 1 mg di NaOH per ml di soluzione di HA.
72. In un recipiente di 5 l vengono poste 0,4 moli di CO e 0,5 moli di  $H_2$ . Raggiunto l'equilibrio, la reazione viene bloccata e il metanolo presente viene ossidato a  $CO_2$  in ambiente acido da 1200 ml di  $KMnO_4$  0,2M. Calcolare la costante di equilibrio  $K_c$  per la reazione  $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$ .
73. A 50 ml di una soluzione 0,1M in ione  $Pb^{2+}$  vengono aggiunte  $5 \cdot 10^{-3}$  moli di Sn metallico. Per titolare lo ione stannoso, dopo filtrazione, sono necessari 25 ml di  $K_2Cr_2O_7$  0,2742N. Calcolare la costante dell'equilibrio della reazione  $Sn + Pb^{2+} \rightleftharpoons Sn^{2+} + Pb$  e il potenziale normale della coppia  $Sn^{2+}/Sn$  sapendo che quello della coppia  $Pb^{2+}/Pb$  è -0,13 volt.
74. L'analisi di un'acqua ha fornito tra l'altro i seguenti risultati: (a) consumo di ossidante per le sostanze organiche presenti in 2 litri di acqua: pari a 24 ml di ossigeno misurati a  $20^\circ$  e 1 atm; (b) consumo di soluzione di  $FeSO_4$   $2 \cdot 10^{-2}N$  per la determinazione su un litro di acqua del cromo trivalente (previa completa ossidazione a  $Cr_2O_7^{2-}$ ): 8,3 ml; (c) consumo di EDTA 0,1M per la determinazione su 0,25 l di acqua degli ioni  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ : 11,2 ml; (d) peso del precipitato di  $CaCO_3$  ottenuto da 0,25 l di acqua 75,67 mg. Determinare il numero di meq/l di sostanze organiche, la quantità di cromo trivalente in ppm e la durezza totale dell'acqua.
75. Una sorgente radioattiva costituita da 1 g di radio  $^{226}Ra$  metallico venne chiusa nel 1915 in un'ampolla saldata sotto vuoto e schermata in modo tale da raccogliere le particelle  $\alpha$  emesse in un volume di 50 ml. Questo isotopo del radio ha un tempo di dimezzamento di 1600 anni e, attraverso una serie piuttosto complessa di disintegrazioni, decade emettendo 5 particelle  $\alpha$  fino a un isotopo stabile del piombo. Quale sarà a  $25^\circ C$  la pressione nell'ampolla nell'anno 2000?

## Cap. 27 - Esercizi di riepilogo

76. Lo ione bivalente di un metallo ha una forte tendenza a formare con lo ione cloruro il complesso  $\text{MeCl}_4^{2-}$ . 0,03 moli di sale di  $\text{Me}^{2+}$  furono sciolte in 0,5 litri di soluzione 0,5M in NaCl. Un elettrodo di Me metallico immerso nella soluzione ha rispetto all'elettrodo normale a idrogeno un potenziale di  $-0,364$  v.  $E^\circ$  per la coppia  $\text{Me}^{2+}/\text{Me}$  vale  $-0,012$  v. Determinare la costante di instabilità di  $\text{MeCl}_4^{2-}$  e il potenziale standard per la coppia  $\text{MeCl}_4^{2-}/\text{Me}$ .
77. Per aumentare di  $80^\circ\text{C}$  a pressione costante la temperatura di un certo volume di una miscela gassosa di  $\text{O}_2$  e  $\text{N}_2$  sono necessarie 7336 calorie. Nelle stesse condizioni, un pari volume di aria (21 voll.% di  $\text{O}_2$  e 79 voll.% di  $\text{N}_2$ ) richiederebbe 7220 cal. I calori specifici molari medi per  $\text{O}_2$  e  $\text{N}_2$  sono rispettivamente 7,1 e 6,9 cal/mole. Calcolare il volume iniziale della miscela a  $25^\circ\text{C}$  e 770 torr e la sua composizione. Stabilire inoltre la variazione di entropia associata al processo.
78. L'umidità relativa all'interno di una camera climatica di  $25\text{ m}^3$  deve essere costantemente del 60% a  $18^\circ\text{C}$  e 1 atm. Per assicurare questa condizione è mantenuto un flusso di aria umidificata regolato in modo tale che si abbia un ricambio totale ogni venti minuti. Calcolare quanta acqua deve essere aggiunta all'aria secca ogni 20 minuti essendo la tensione di vapore dell'acqua a  $18^\circ\text{C}$  di 15,48 torr. Se nella camera fossero bruciati  $0,05\text{ m}^3$  di metano, di quanto aumenterebbe l'umidità relativa in assenza del flusso, rimanendo costanti temperatura e pressione?
79. Una soluzione che contiene HCl e un acido debole HA ha una pressione osmotica di 8,736 atm a  $25^\circ\text{C}$ . Nella titolazione con NaOH, 21 ml di questa soluzione richiedono 14 ml di NaOH 0,15N per il viraggio del metilarancio e 35 ml per il viraggio della fenolftaleina. Determinare la costante di dissociazione di HA.
80. Per ottenere idrossidi di metalli alcalini non facilmente reperibili si usa spesso sospendere dell'ossido d'argento insieme a un alogenuro alcalino in poca acqua ed agitare; ad esempio si può preparare CsOH partendo da CsJ; qual è in questo caso la concentrazione finale dello ione  $\text{J}^-$  nella soluzione? Supponendo di costituire una pila ponendo in contatto mediante ponte salino questa soluzione

526

con un'altra 0,1M in  $\text{AgNO}_3$  e usando elettrodi di argento, quale sarebbe la sua *fem*? ( $K_{ps}$  per  $\text{AgOH}$  e  $\text{AgJ}$  sono rispettivamente  $2 \cdot 10^{-8}$  e  $1,7 \cdot 10^{-16}$ ).

## RISOLUZIONI

1.  $PV = nRT$      $50 \cdot 100 = n \cdot 0,082 \cdot 293$      $n = 208,1$   
 $96500 : 1/2 = x : 208,1$      $x = 4,016 \cdot 10^7$  cou  
 $t = q/I = 4,016 \cdot 10^7$  sec.
2.  $K_2Cr_2O_7 + 6FeO = K_2O + Cr_2O_3 + 3Fe_2O_3$   
 $\Delta H^\circ = 3 \cdot (-196,5) - 269,7 - 86,4 + 6 \cdot 64,3 + 485,9 = -73,9$  kcal  
 $q = 73,9$  kcal.
3.  $(0,8/NaOH)/0,4 = 5 \cdot 10^{-2} =$  molarità di NaOH  
 $(0,5/p.m.) \cdot 0,1 = 11,62 \cdot 0,05/1000$  da cui p.m. = 86  
 $93,5 - 41,5 = 52$  ml di  $CO_2$      $100 - 41,5 = 58,5$  ml di  $O_2$  reagito;  
 $C_xH_yO_2 + nO_2 = xCO_2 + (y/2)H_2O$  dove  $n = (x + y/4 - 1)$   
 $0,05/86 : 52 \cdot 10^{-3}/22,4 = 1 : x$      $x = 4$   
 $0,05/86 : 58,5 \cdot 10^{-3}/22,4 = 1 : n$      $n = 4,5 = (x + y/4 - 1)$   $y = 6$   
 formula:  $C_4H_6O_2$ .
4. (a)  $p_a = \frac{180/H_2O}{180/H_2O + 18/C_6H_{12}O_6} \cdot 23,756 = 23,520$  torr  
 $p_b = \frac{180/H_2O}{180/H_2O + 36/C_6H_{12}O_6} \cdot 23,756 = 23,290$  torr;  
 (b) All'equilibrio  $p_a = p_b$  ovvero  $X_a = X_b$ :  
 $\frac{(180-x)/H_2O}{(180-x)/H_2O + 18/C_6H_{12}O_6} = \frac{(180+x)/H_2O}{(180+x)/H_2O + 36/C_6H_{12}O_6}$   
 da cui  $x = 60$  g     $p_{eq} = \frac{(120/H_2O) \cdot 23,756}{120/H_2O + 18/C_6H_{12}O_6} = 23,404$  torr;
- (c)  $V = (60/H_2O) \cdot 0,082 \cdot 298 = 81,45$  litri.
5.  $P_{tot} = 750 + 29 \cdot 0,858/13,59 = 751,83$  torr =  $p_{gas} + p_{H_2O}^0 + p_{olio}^0$   
 $p_{gas} = 751,83 - 23,756 - 1,067 = 727$  torr  
 $760 \cdot V/273 = 727 \cdot 450/298$      $V = 394,3$  ml di gas a c.n.  
 $96500 : (5,6 + 11,2) = x : 394,3 \cdot 10^{-3}$      $x = 2265$  cou.
6.  $4Ba(OH)_2 + 4Br_2 = Ba(BrO_2)_2 + 3BaBr_2 + 4H_2O$   
 $Ba(BrO_2)_2 + 8HJ = BaBr_2 + 4J_2 + 4H_2O$   
 $46,4 \cdot 0,2/1000 = x/(1/8)Ba(BrO_2)_2$      $x = 0,4189$  g  
 $0,4189 \cdot 100/0,5 = 83,8\%$ .

528

7. (a)  $\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq} = -1374,3 = -1,987 \cdot 873 \cdot 2,303 \log K_{eq}$   $K_{eq} = 2,207$ ;  
 (b)  $2,207 = x^2 / (1-x)(2-x)$  da cui  $x = n_{CO_2} = 0,77$   
 $n_{H_2} = 0,77$   $n_{H_2O} = 2 - 0,77 = 1,23$   $n_{CO} = 1 - 0,77 = 0,23$
8. (a)  $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ ;  $C_2H_6 + (7/2)O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$   
 $[30 \cdot 2 + 20 \cdot (7/2)] \cdot 5 = 650$  l di aria a  $25^\circ C$  e 1 atm;  
 (b)  $n_{CH_4} = 1 \cdot 30 / 0,082 \cdot 298 = 1,23$   $n_{C_2H_6} = 1 \cdot 20 / 0,082 \cdot 298 = 0,82$   
 $\Delta H_{tot} = 1,23 \cdot (-2 \cdot 68,3 - 94 + 17,9) + 0,82 \cdot (-3 \cdot 68,3 - 2 \cdot 94 + 20,2) =$   
 $= -567,2$  kcal;  $q = +567,2$  kcal;  
 (c)  $\Delta G_{tot} = 1,23 \cdot (-2 \cdot 56,7 - 94,26 + 12,14) + 0,82 \cdot (-3 \cdot 56,7 - 2 \cdot 94,26 + 7,86) =$   
 $= -528,11$  kcal.  $567,2 = m \cdot 1 \cdot 60$   $m = 9,453$  kg.
9. (a)  $[H^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} (0,2/0,1) = 3,6 \cdot 10^{-5}$   $pH = 4,444$   
 $fem = 0,0591 \log 3,6 \cdot 10^{-5} - [-0,76 + (0,0591/2) \log 0,1] = 0,527$  v;  
 (b)  $5000/96500 = 0,0518$  F  $[Zn^{2+}] = (0,1 \cdot 0,5 + 0,0518/2) / 0,5 = 0,152$   
 $[H^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{(0,2 \cdot 0,3 - 0,0518) / 0,3}{0,1 + 0,0518} = 3,24 \cdot 10^{-6}$   $pH = 5,49$   
 $fem = 0,0591 \log 3,24 \cdot 10^{-6} + 0,76 - (0,0591/2) \log 0,152 = 0,458$  v.
10. (a)  $10^{-5,1} = 7,94 \cdot 10^{-6} = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,8/x$   $x = 0,1814 = n_{sale}$   $V = 181,4$  ml;  
 (b)  $7,94 \cdot 10^{-6} = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot (0,1 - 0,8 - x) / x$   $x = n_{NaOH} = 5,55 \cdot 10^{-2}$   
 $V = 5,55 \cdot 10^{-2} / 0,5 = 0,111$  l = 111 ml;  
 (c)  $0,1 \cdot 800 = 0,5 \cdot x$   $x = 160$  ml NaOH 0,5 M per la titolazione;  
 soluzione di  $CH_3COONa$   $0,1 \cdot 800 / (800 + 160) = 0,0833$  M  
 $[OH^-] = \sqrt{10^{-14} \cdot 0,0833 / 1,8 \cdot 10^{-5}} = 6,8 \cdot 10^{-6}$   $pH = 8,832$ ;  
 (d)  $[H^+] = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 \cdot 800 / 500} = 1,70 \cdot 10^{-3}$   $pH = 2,77$ ;  
 (e)  $K_a = c_a \alpha^2 / (1 - \alpha)$   $1,8 \cdot 10^{-5} = 0,1 \cdot \alpha^2 / (1 - \alpha)$   $\alpha = 0,0134$   
 $\pi = [(1/KCl) \cdot 2 / 0,8 + 0,1(1 + 0,0134)] \cdot 0,082 \cdot 298 = 3,30$  atm.
11.  $2Ce(SO_4)_2 + H_2O_2 = Ce_2(SO_4)_3 + O_2 + H_2SO_4$   
 (a)  $2Ce(SO_4)_2 : H_2O_2 = x : 200 \cdot 0,25$   $x = 976,8$  g di  $Ce(SO_4)_2$ ;  
 (b)  $V = nRT/P = (200 \cdot 0,25 / H_2O_2) \cdot 0,082 \cdot 293 / (745/760) = 36,04$  l.
12. (a)  $p = 0,5 \cdot 442 + 0,5 \cdot 185 = 313,5$  torr;  
 (b)  $X_{eterc} = 0,5 \cdot 442 / 313,5 = 0,705$   $X_{acetone} = 1 - 0,705 = 0,295$ ;  
 (c)  $C_4H_{10}O + 6O_2 = 4CO_2 + 5H_2O$   $C_3H_6O + 4O_2 = 3CO_2 + 3H_2O$   
 $n = \frac{PV}{RT}$   $n_{eterc} = \frac{(0,5 \cdot 442 / 760) \cdot (10 - 2)}{0,082 \cdot 293} = 0,0968$

## p. 27 - Esercizi di riepilogo

$$n_{\text{acetone}} = \frac{(0,5 \cdot 185 / 760) \cdot 8}{0,082 \cdot 293} = 0,0405$$

$$V_{\text{O}_2} = (6 \cdot 0,0968 + 4 \cdot 0,0405) \cdot 22,4 = 16,64 \text{ l};$$

$$V_{\text{aria}} = 16,64 \cdot 5 = 83,2 \text{ l}.$$

$$[\text{OH}^-]_i = \sqrt{K_b c_b} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1} = 1,34 \cdot 10^{-3} \quad \text{pH} = 11,13;$$

$$[\text{OH}^-]_f = K_b (c_b / c_s) = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 / 0,0025 = 7,2 \cdot 10^{-5} \quad \text{pH} = 9,857;$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = (4 / \text{MgSO}_4) \cdot 1000 / 150 = 2,22 \cdot 10^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{ps} / [\text{Mg}^{2+}]} = \sqrt{1,2 \cdot 10^{-11} / 2,22 \cdot 10^{-1}} = 7,35 \cdot 10^{-6} =$$

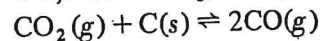
$$= K_b c_b / c_s = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 / (0,0025 + x) \quad x = 2,2 \cdot 10^{-2}$$

$$2,2 \cdot 10^{-2} \cdot \text{NH}_4\text{Cl} = 1,177 \text{ g}.$$

$$n.a. = 4 \cdot 0,1 \cdot \text{KOH} / 5 = 4,48$$

$$4 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 282 = 0,1128 \text{ g}$$

$$4 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot \text{SO}_3 / 2 = 0,016 \text{ g}$$



$$\text{pari a } (0,1128 / 5) \cdot 100 = 2,256\% \text{ a.oleico};$$

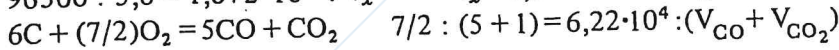
$$\text{pari a } (0,016 / 5) \cdot 100 = 0,32\% \text{ SO}_3.$$

$$K_p = (X_{\text{CO}} \cdot P)^2 / X_{\text{CO}_2} \cdot P = 1 \cdot 10^2 / 100 = 1.$$

$$= \left( \frac{10}{100} \cdot 1 \right)^2 / \frac{100}{110} \cdot 1 = 0,009091$$

$$(a) \quad 96500 : \text{Al} / 3 = x : 100 \cdot 10^3 \quad x = 1,072 \cdot 10^9 \text{ cou};$$

$$(b) \quad 96500 : 5,6 = 1,072 \cdot 10^9 : V_x \quad V_x = 6,22 \cdot 10^4 \text{ l di O}_2$$



$$V_{\text{CO}} + V_{\text{CO}_2} = V_{\text{tot}} = 1,066 \cdot 10^5 \text{ litri}.$$

$$(c) \quad V_{\text{CO}} = (5/6) \cdot 1,066 \cdot 10^5 = 8,883 \cdot 10^4 \text{ l}$$

$$q = 67,95 \cdot 8,883 \cdot 10^4 / 22,4 = 2,70 \cdot 10^5 \text{ kcal}.$$

$$(a) \quad 1 \cdot V = 3 \cdot (1000 / \text{NH}_4\text{NO}_3) \cdot 0,082 \cdot 2773 = 8527 \text{ l};$$

$$(b) \quad \text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 \quad \text{HNO}_3 : \text{NH}_4\text{NO}_3 = x : 1000$$

$$x = 787,5 \text{ g di HNO}_3 \text{ al } 100\%$$

$$1000 - 787,5 = 212,5 \text{ g di NH}_3 \text{ al } 100\%$$

$$V_{\text{HNO}_3} = 787,5 / 0,67 \cdot 1,4 = 839,5 \text{ ml}$$

$$V_{\text{NH}_3} = 212,5 / 0,30 \cdot 0,892 = 794,1 \text{ ml}.$$

$$18. (a) \quad [\text{H}^+] = \sqrt{K_a c_a} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1} = 1,34 \cdot 10^{-3} \quad \text{pH} = 2,872 ;$$

$$(b) \quad [\text{H}^+] = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1(50/300)} = 5,48 \cdot 10^{-4} \quad \text{pH} = 3,261 ;$$

$$(c) \quad [\text{H}^+] = 10^{-3} / 51 + x \text{ dove } x = [\text{CH}_3\text{COO}^-];$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = (10^{-3} / 51 + x) \cdot x / 0,1 \cdot 50 / 51$$

$$\text{da cui: } x = 1,318 \cdot 10^{-3} \quad [\text{H}^+] = 1,337 \cdot 10^{-3} \quad \text{pH} = 2,874 ;$$

530

- (d) agg. 10 ml: soluz. tampone:  $[H^+] = K_a c_a / c_s =$   
 $= 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot (50 \cdot 0,1 - 10 \cdot 0,05) / 10 \cdot 0,05 = 1,62 \cdot 10^{-4}$  pH = 3,790;  
 agg. 50 ml: soluz. tampone  $c_a = c_s$ : pH =  $-\text{Log} 1,8 \cdot 10^{-5} = 4,745$ ;  
 agg. 100 ml: punto equivalente, soluzione di:  
 $50 \cdot 0,1 / 1000 = 5 \cdot 10^{-3}$  moli di  $\text{CH}_3\text{COONa}$  in 150 ml:  
 $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_w c_s / K_a} = \sqrt{10^{-14} \cdot (5 \cdot 10^{-3} / 0,150) / 1,8 \cdot 10^{-5}} = 4,3 \cdot 10^{-6}$   
 pH = 8,634.
- (e)  $\Lambda^\infty = \chi \cdot 1000 / c_a$   $\chi = (349,8 + 40,9) \cdot 1,34 \cdot 10^{-3} / 10^3 =$   
 $= 5,235 \cdot 10^{-4}$  mho/cm
19.  $2\text{MnO}_4^- + \text{C}_3\text{H}_6 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{COOH} + 4\text{H}_2\text{O}$   
 (a)  $(1/2\text{KMnO}_4) \cdot 22,4 = 0,0709$  l  
 (b)  $(1/2\text{KMnO}_4) \cdot 1000 / (100 + 200) = 1,055 \cdot 10^{-2}$  M.
20. (a)  $\pi = cRT\nu$   $494/760 = \sqrt{K_{ps}} \cdot 0,082 \cdot 283 \cdot 2$   $K_{ps} = 1,96 \cdot 10^{-4}$   
 $S = \sqrt{K_{ps}} = 1,4 \cdot 10^{-2}$  moli/l  $1,4 \cdot 10^{-2} \cdot \text{CaSO}_4 = 1,9$  g/l;  
 (b)  $0,5(494/760) = (2,521/M) \cdot 0,082 \cdot 283$  da cui  $M = 180$ .
21. (a)  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $x = \text{ml di CH}_4$   $y = \text{ml di C}_2\text{H}_4$   $x + y = 50$   
 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 $50 \cdot 0,1 / 1000 = 37,6 \cdot (0,1/2) / 1000 + (x + 2y) / 22400$   
 da cui  $x = 30$  ml di  $\text{CH}_4$   $y = 20$  ml di  $\text{C}_2\text{H}_4$   
 (b)  $2 \cdot 30 + 3 \cdot 20 = 120$  ml di  $\text{O}_2$  impiegato.
22.  $2 \cdot 10^3 \cdot 1(140 - 100) = 540 \cdot x$   $x = 148,14$  g.
23. (a)  $1 \text{ mc} = 10^6$  g di  $\text{H}_2\text{O}$   $\text{H}_2\text{O} : 2\text{H} = 10^6 : x$   $x = 1,111 \cdot 10^5$  g di H  
 $^2\text{H} : (1\text{H} \cdot 5000 + ^2\text{H} \cdot 1) = y : 1,111 \cdot 10^5$   $y = 44,43$  g di  $^2\text{H}$   
 $44,43 / 1000 = 4,443 \cdot 10^{-2}$  g di massa trasformata;  
 $E = mc^2 = 4,443 \cdot 10^{-2} \cdot 9 \cdot 10^{20} / 4,18 \cdot 10^{10} = 9,566 \cdot 10^8$  kcal;  
 (b)  $9,566 \cdot 10^8 / 10^4 = 9,566 \cdot 10^4$  l pari a 95,66 mc di gasolio.
24. (a)  $x + y = 1$   $x / \text{NaH}_2\text{PO}_4 = 35,75 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2$   
 $x = 0,858$  g di  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$   $y = 1 - 0,858 = 0,142$  g di  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ;  
 (b)  $[\text{H}^+] = 6,2 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{0,858 / \text{NaH}_2\text{PO}_4}{0,142 / \text{Na}_2\text{HPO}_4} = 4,43 \cdot 10^{-7}$  pH = 6,353  
 (c)  $c_a = (1/2) 0,858 / \text{NaH}_2\text{PO}_4 = 3,575 \cdot 10^{-3}$   
 $c_s = 0,142 / \text{Na}_2\text{HPO}_4 + c_a = 4,575 \cdot 10^{-3}$   
 $[\text{H}^+] = 6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 3,575 \cdot 10^{-3} / 4,575 \cdot 10^{-3} = 4,84 \cdot 10^{-8}$  pH = 7,31.

25.  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  1 mc di  $\text{CH}_4 \rightarrow 2$  mc di  $\text{H}_2\text{O}$  a 1 atm  
 $P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad 1 \cdot 2 = p_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 500 \quad p_{\text{H}_2\text{O}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ atm} = 3,04 \text{ torr}$   
 $\Delta U = (3,04/17,535) \cdot 100 = 17,34 \%$ .
26.  $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$   
 $150 \cdot 10^3 \cdot 1,18 \cdot 0,1615 = 2,859 \cdot 10^4 \text{ g di HCl}$   
 $2,859 \cdot 10^4 \cdot \frac{\text{NaCl}}{\text{HCl}} = 4,582 \cdot 10^4 \text{ g di NaCl};$   
 $2,859 \cdot 10^4 \cdot \frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{2\text{HCl}} = 3,838 \cdot 10^4 \text{ g di H}_2\text{SO}_4 .$
27. (a)  $5 \cdot 10^3 \cdot 1,556 = 7,78 \cdot 10^3 \text{ g di Cl}_2$  pari a  $7,78 \cdot 10^3 / (\text{Cl}_2/2) = 219,15 \text{ eq}$   
 $219,15 \cdot 96500 = 2,115 \cdot 10^7 \text{ cou};$   
 (b)  $219,15 \cdot (1/2) \text{Br}_2 \cdot 0,98/5 = 3,436 \cdot 10^3 \text{ g di Br}_2$   
 (c)  $n_{\text{Br}_2} = 3,436 \cdot 10^3 / \text{Br}_2 = 21,48 \quad V = 21,48/0,1 = 214,8 \text{ l.}$
28. (a)  $fem = E_{\text{Ag}} - E_{\text{Zn}} = 0,8 + 0,0591 \text{Log} 1,5 + 0,76 - (0,0591/2) \text{Log} 0,5 =$   
 $= 1,579 \text{ v};$   
 (b) in teoria la pila cessa di funzionare quando tutto lo zinco è solubilizzato:  $q = 96500 \cdot 50 / (\text{Zn}/2) = 1,48 \cdot 10^5 \text{ cou};$   
 (c)  $W \cdot t = q \cdot E \quad t = 1,48 \cdot 10^5 \cdot 1,579/3 = 7,79 \cdot 10^4 \text{ sec} \cong 22 \text{ ore.}$
29. (a)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 : \text{CaCO}_3 = 130 : x \quad x = 80,2 \text{ mg in CaCO}_3$   
 $80,2/10 = 8,02^\circ \text{ di durezza temporanea}$   
 $\text{MgSO}_4 : \text{CaCO}_3 = 15 : y \quad y = 12,4 \text{ mg in CaCO}_3$   
 $12,4/10 = 1,24^\circ \text{ di durezza permanente}; 1,24 + 8,02 = 9,26^\circ \text{ totali};$   
 (b)  $\pi = [3 \cdot 0,13 / \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2 \cdot 0,015 / \text{MgSO}_4 + 2 \cdot 0,2 / \text{NaCl}] \cdot 0,082 \cdot 293 =$   
 $= 0,227 \text{ atm};$   
 (c)  $\Delta T = 1,86 \cdot [3 \cdot 0,13 / \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2 \cdot 0,015 / \text{MgSO}_4 + 2 \cdot 0,2 / \text{NaCl}] =$   
 $= 1,76 \cdot 10^{-2};$   
 l'acqua congela a  $-0,0176^\circ \text{C.}$
30. All'inizio:  $eq_{\text{SO}_2} = 2 \cdot eq_{\text{NaOH}} = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,4$  pari a  $0,4/2 = 0,2$  moli.  
 All'equilibrio:  
 $n_{\text{SO}_3} = 2 \cdot 5,83 / \text{BaSO}_4 = 0,05 \quad n_{\text{SO}_2} = 0,2 - 0,05 = 0,15$   
 $n_{\text{O}_2} = 0,2 - (1/2)n_{\text{SO}_3} = 0,175 \quad n_{\text{tot}} = 0,05 + 0,15 + 0,175 = 0,375$   
 $K_p = p_{\text{SO}_3}^2 / p_{\text{O}_2} \cdot p_{\text{SO}_2}^2 = \frac{(0,05)^2}{(0,15)^2 \cdot 0,175 \cdot 10/0,375} = 2,38 \cdot 10^{-2} .$

532

31.  $c_a = 50/\text{CH}_3\text{COOH} = 0,833 \text{ moli/l}$ ;  $c_s = 30/\text{CH}_3\text{COONa} = 0,366 \text{ moli/l}$   
 (a)  $[\text{H}^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot c_a / c_s = 4,1 \cdot 10^{-5}$        $\text{pH} = 4,387$ ;  
 (b)  $[\text{H}^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot (c_a + 5 \cdot 2 / 1000) / (c_s - 5 \cdot 2 / 1000) = 4,262 \cdot 10^{-5}$   
 $\text{pH} = 4,370$ ;  
 (c)  $E_{(a)} = 0,0591 \cdot \text{pH}_{(a)} = 0,2593 \text{ v}$ ;  $E_{(b)} = 0,0591 \cdot \text{pH}_{(b)} = 0,2583 \text{ v}$ ;  
 (d)  $c_a \cdot 100 = 0,2 \cdot V_x$        $V_x = 0,833 \cdot 100 / 0,2 = 416,5 \text{ ml}$   
 $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_w c_s / K_a} = \sqrt{10^{-14} \cdot (0,0833 + 0,0366) / (0,416 + 0,100)} / 1,8 \cdot 10^{-5} =$   
 $= 1,136 \cdot 10^{-5}$        $\text{pH} = 9,055$ .
32. (a)  $\Delta T = k_{cr} \cdot m \nu = 1,86 \cdot (5 \cdot 10^3 / 95 \cdot \text{NaCl}) \cdot 2 = 3,35 \text{ p.cong.} = -3,35^\circ \text{C}$ ;  
 (b)  $10 = 1,86 \cdot m \cdot 2$        $m = 2,69$        $2,69 \cdot \text{NaCl} : 1000 = 5 : x$   
 $x = 31,8 \text{ g di H}_2\text{O}$        $95 - 31,8 = 63,2 \text{ g di ghiaccio separato}$ .
33.  $(0,4126 / 3,433) \cdot 100 = 12,02\% \text{ di SiO}_2 \text{ (residuo insolubile)}$ .  
 $x + y = 3,433 - 0,4126 = 3,0204$   
 $(1 \cdot 100 - 0,8 \cdot 41,3) \cdot 10^{-3} = x / (1/2) \text{CaCO}_3 + y / (1/2) \text{MgCO}_3$   
 $x = 1,208 \text{ g pari a } (1,208 / 3,433) \cdot 100 = 35,19\% \text{ di CaCO}_3$   
 $y = 1,8124 \text{ g pari al } 52,79\% \text{ di MgCO}_3$ .
34. (a)  $U = p/p^0$        $0,85 = p / 23,756$  da cui  $p = 20,192 \text{ torr}$   
 $(20,192 / 760) \cdot 10^6 = (m_1 / \text{H}_2\text{O}) \cdot 0,082 \cdot 298$        $m_1 = 1,957 \cdot 10^4 \text{ g}$   
 $(10,518 / 760) \cdot 10^6 = (m_2 / \text{H}_2\text{O}) \cdot 0,082 \cdot 285$        $m_2 = 1,066 \cdot 10^4 \text{ g}$   
 $1,957 \cdot 10^4 - 1,066 \cdot 10^4 = 8,91 \cdot 10^3 \text{ g di H}_2\text{O condensata}$   
 (b)  $Q = 10,5 \cdot 8,91 \cdot 10^3 / \text{H}_2\text{O} = 5,20 \cdot 10^3 \text{ kcal}$ .
35.  $\text{eq}_{\text{NH}_3} = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 - 44,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 5,4 \cdot 10^{-4}$  pari a:  
 $5,4 \cdot 10^{-4} \cdot \text{N} = 7,56 \cdot 10^{-3} \text{ g di azoto e a } 7,56 \cdot 10^{-3} \cdot 100 / 17,5 =$   
 $= 4,32 \cdot 10^{-2} \text{ g di proteine; } (4,32 \cdot 10^{-2} / 0,4) \cdot 100 = 10,8\%$ .
36.  $-0,5258 = -0,44 + (0,0591 / 2) \text{Log}[\text{Fe}^{2+}]$        $[\text{Fe}^{2+}] = 1,23 \cdot 10^{-3}$   
 $[\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 / 0,5 = 3,6 \cdot 10^{-6}$        $K_{ps} = 1,23 \cdot 10^{-3} \cdot (3,6 \cdot 10^{-6})^2 =$   
 $= 1,6 \cdot 10^{-14}$ .
37.  $1,28 \cdot 0,2 = (0,5 / \text{p.m.}) \cdot 0,082 \cdot 300 \cdot 2$        $\text{p.m.} = 96$   
 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{Na} + n\text{O}_2 = x\text{CO}_2 + (y/2)\text{H}_2\text{O} + (1/2)\text{Na}_2\text{O}$   
 $0,3 : 245 \cdot 10^{-3} / 22,4 = 96 : n$        $n = 3,5 = x + y/4 + 1/4 - z/2$   
 $0,3 : 0,412 = 96 : x\text{CO}_2$        $0,3 : 0,14 = 96 : (y/2)\text{H}_2\text{O}$   
 da cui  $x = 3$        $y = 5$        $z = 2$        $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2\text{Na} \equiv \text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}$ .
38.  $0,85 = \epsilon \cdot d \cdot c$        $0,64 = \epsilon \cdot d \cdot (c \cdot 0,5 - 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3) / 0,505$ ;  
 $0,85 / 0,64 = 0,505 \cdot c / (c/2 - 1,5 \cdot 10^{-3})$ ;  $c = [\text{H}^+] = 1,27 \cdot 10^{-2}$        $\text{pH} = 1,896$ .

39. (a) Dalla piovosità si ricava la quantità d'acqua caduta su 1 km<sup>2</sup>:  
 $(10^3)^2 \cdot 0,8 = 8 \cdot 10^5 \text{ mc} = 8 \cdot 10^8 \text{ l}$   
 $S = \sqrt{K_{ps}} = 6,93 \cdot 10^{-5} \text{ moli/l} \quad (6,93 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot 10^8 \cdot \text{CaCO}_3) \cdot 10^{-6} = 5,544 \text{ tonn.}$
- (b)  $[\text{Ca}^{2+}]/[\text{Mg}^{2+}] = 4,8 \cdot 10^{-9} / 2,6 \cdot 10^{-5} = 1,846 \cdot 10^{-4}$   
 $r = 1,846 \cdot 10^{-4} \cdot \text{CaCO}_3 / \text{MgCO}_3 = 2,19 \cdot 10^{-4}$  (2,19 g di CaCO<sub>3</sub> per ogni 10 kg di MgCO<sub>3</sub>).
40.  $[\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5 / (30 / \text{NH}_4\text{Cl}) = 1,605 \cdot 10^{-5}$   
 $[\text{Ag}^+] = 2 \cdot 10^{-8} / 1,605 \cdot 10^{-5} = 1,246 \cdot 10^{-3}$   
 $[\text{JO}_3^-] = 2,3 \cdot 10^{-8} / 1,246 \cdot 10^{-3} = 1,846 \cdot 10^{-5}$ .
41. (a)  $2,4 \cdot 10^{-4} = K_{ps} = x(2x)^2 \quad x = [\text{Pb}^{2+}] = 3,91 \cdot 10^{-2}$   
 $fem = E_{\text{Ag}} - E_{\text{Pb}} = 0,8 + 0,0591 \text{Log}0,5 + 0,13 - (0,0591/2) \text{Log}3,91 \cdot 10^{-2} = 0,954 \text{ v};$
- (b)  $eq = 30000/96500 = 0,31; \quad [\text{Ag}^+] = 0,5 - 0,31 = 0,19$   
 $K_{ps} = [(0,31/2) + x](2x)^2 \quad x = [\text{Cl}^-] = 1,86 \cdot 10^{-2}$   
 $[\text{Pb}^{2+}] = 0,31/2 + x = 0,1736$   
 $fem = 0,8 + 0,0591 \text{Log}0,19 + 0,13 - (0,0591/2) \text{Log}0,1736 = 0,910 \text{ v.}$
2. Guadagno in energia potenziale:  $1000 \cdot 80 \cdot 9,8/4,18 = 1,875 \cdot 10^5 \text{ cal}$   
 $(4 \cdot 9 + 5 \cdot 4 + 3,3 \cdot 4) / 100 = 0,692 \text{ kcal} = 692 \text{ cal/g di latte}$   
 $1,875 \cdot 10^5 / 692 = 271 \text{ g di latte.}$
3.  $c_1 d_1 = c_2 d_2 \quad 5 \cdot 10^{-4} \cdot 4,5 = x \cdot 3 \quad x = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$   
 $7,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,4 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ eq in 400 ml (colorimetria)}$   
 $6,1 \cdot 0,05 / 1000 = 3,05 \cdot 10^{-4} \text{ eq in 400 ml (volumetria)}$   
 $errore = [(3,05 - 3) \cdot 10^{-4} / 3 \cdot 10^{-4}] \cdot 100 = +1,67\%;$   
 $(3 \cdot 10^{-4} \cdot (\text{Mn}/5) / 0,5) \cdot 100 = 0,66\% \text{ Mn.}$
4. (a) Per litro di H<sub>2</sub>O:  $48,9 \cdot 0,2 = 9,78 \text{ ml O}_2 \quad 23,5 \cdot 0,8 = 18,8 \text{ ml N}_2$   
 $\Delta T = k_{cr} \cdot m = 1,86 \cdot (9,78 + 18,8) / 22,4 \cdot 10^3 = 2,37 \cdot 10^{-3}$   
 la soluzione congela a  $-0,00237^\circ \text{C}$ .
- (b)  $9,78 \cdot 100 / (9,78 + 18,8) = 34,2 \text{ moli \% O}_2$   
 $100 - 34,2 = 65,8 \text{ moli \% N}_2$ .
5. (a)  $X_{\text{NH}_3} = 0,676 \quad X_{\text{N}_2} = (1 - 0,676) / 4 = 0,081 \quad X_{\text{H}_2} = 3 \cdot X_{\text{N}_2} = 0,243$   
 $K_p = p_{\text{NH}_3}^2 / p_{\text{H}_2}^3 \cdot p_{\text{N}_2} = 0,676^2 / 0,243^3 \cdot 0,081 \cdot 30^2 = 0,437 \text{ atm}^{-2};$
- (b)  $\text{Log}(K_2/K_1) = \frac{\Delta H^\circ}{2,303R} \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{T_1 T_2} \quad \Delta H^\circ = -12,25 \cdot 2 \cdot 10^3 = -2,45 \cdot 10^4 \text{ cal};$

534

$$\text{Log}(x/0,437) = \frac{-2,45 \cdot 10^4}{2,303 \cdot 1,987} \cdot \frac{200}{473 \cdot 673} \quad x = 1,89 \cdot 10^{-4} \text{ atm}^{-2};$$

(c)  $X_{\text{NH}_3} = 0,8$     $X_{\text{N}_2} = (1-0,8)/4 = 0,05$     $X_{\text{H}_2} = 3 \cdot X_{\text{N}_2} = 0,15$   
 $0,437 = 0,8^2/0,15^3 \cdot 0,05 \cdot P_x^2$  da cui  $P_x = 93,16 \text{ atm}$ .

46.  $(50 \cdot 0,01 - 8 \cdot 0,05) \cdot 10^{-3} = 10^{-4} \text{ eq}$  pari a  $10^{-4} \cdot \text{H}_2\text{S}/2 = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ g di H}_2\text{S}$   
 $x : 10^6 = 1,7 \cdot 10^{-3} : 15 \cdot 1,293$     $x = 87,6 \text{ ppm}$ .

47. (a)  $\Delta G_{\text{reaz.}}^\circ = 20,72 - 88,55 - 12,39 + 71,79 = -8,4 \text{ kcal}$   
 $-8,4 \cdot 10^3 = -1,987 \cdot 298 \cdot 2,303 \text{Log}K_{\text{eq}}$     $K_{\text{eq}} = 1,44 \cdot 10^6$ ;

(b) essendo il rapporto  $1 \cdot 1/10^{-2} \cdot 10^{-2} = 10^4 < K_{\text{eq}}$ , la reazione si sposta verso destra; all'equilibrio:

$$n_{\text{SO}_3} = n_{\text{NO}} = 1 + x \quad n_{\text{SO}_2} = n_{\text{NO}_2} = 10^{-2} - x$$

$$1,44 \cdot 10^6 = (1-x)^2 / (10^{-2}-x)^2 \text{ da cui } x = 9,15 \cdot 10^{-3}$$

$$n_{\text{SO}_3} = n_{\text{NO}} = 1,00915 \quad n_{\text{SO}_2} = n_{\text{NO}_2} = 8,5 \cdot 10^{-4}$$

48.  $\text{Log}(N/N_0) = \text{Log}[(100-22)/100] = -0,301(t_x/5570)$     $t_x = 1997 \text{ anni}$ .

49. (a)  $E_a = \frac{4,57 \cdot \text{Log}(k_2/k_1)}{1/T_1 - 1/T_2} = \frac{4,57 \cdot \text{Log}(3,2 \cdot 10^{-3}/6,8 \cdot 10^{-4})}{1/563 - 1/623} =$   
 $= 1,80 \cdot 10^4 \text{ cal};$

(b)  $(350 - 300)/10 = 5$ ;    $k_2/k_1 = 4,706 = \beta^5$     $\beta = 1,363$ ;

(c)  $t_{1/2} = 0,693/k = 0,693/6,8 \cdot 10^{-4} = 1019 \text{ sec}$ ;

(d) per 1 mole iniziale si ha:  $(1-0,5) + 0,5 + 0,5 = 1,5 \text{ moli}$   
 $p = 400 \cdot 1,5 = 600 \text{ torr}$ .

50. n.eq. cationi = n.eq. anioni =  $10^6 \cdot 0,0345[0,3037/\text{Na} + 0,0109/\text{K} +$   
 $+ 0,0126/(\text{Ca}/2) + 0,0364/(\text{Mg}/2)] = 590,1$

$$590,1 \cdot \text{HCl} = 2,154 \cdot 10^4 \text{ g di HCl} \text{ pari a } 2,154 \cdot 10^4 / 0,2 \cdot 1,1 \cdot 10^3 =$$
  
 $= 97,91 \text{ l};$

$$590,1 \cdot \text{NaOH} = 2,360 \cdot 10^4 \text{ g di NaOH}$$

$$\text{pari a } 2,360 \cdot 10^4 / 0,312 \cdot 1,345 \cdot 10^3 = 56,24 \text{ l}.$$

51. All'equilibrio:  $n_{\text{H}_2\text{S}} = n_{\text{CuS}} = 0,115/\text{CuS} = 1,2 \cdot 10^{-3}$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{SO}_2} = 10/22,4 - 1,2 \cdot 10^{-3} = 0,4452$$

$$n_{\text{O}_2} = 30/22,4 - (3/2) \cdot 0,4452 = 0,671$$

$$K_c = \frac{(0,4452/25)^2}{(1,2 \cdot 10^{-3}/25) \cdot (0,671/25)^{3/2}} = 1,502 \cdot 10^3 (\text{moli/l})^{-1/2}$$

52.  $15 \cdot 0,1/\text{HCl} = 0,0411 \text{ moli di HCl in } 100 \text{ ml (HCl } 0,41 \text{ 1N)}$

$$x + y = 1 \quad \frac{x}{\text{Ca(OH)}_2/2} + \frac{y}{\text{CaCO}_3/2} = 0,0411 - 14,1 \cdot 1/1000$$

## Nomenclatura dei composti organici

535

$$x = 0,995 \quad y = 0,005 \quad 0,005 \cdot 100/1 = 0,5\% \text{ di } \text{CaCO}_3.$$

$$53. \quad 0,03 \cdot 0,22 : (0,03 \cdot 0,22 + 0,018 \cdot 0,78) = x : 100$$

$x = 32\%$  di ossigeno nell'aria disciolta in acqua

$$E = E^\circ + (0,0591/4) \text{Log } p_{\text{O}_2} \cdot [\text{H}^+]^4 \quad [\text{H}^+] = 10^{-6,5} = 3,16 \cdot 10^{-7}$$

$$E = 1,23 + (0,0591/4) \text{Log}[0,32 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot (3,16 \cdot 10^{-7})^4] = 0,813 \text{ v.}$$

$$54. \quad K_{ps} = [\text{Me}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$$

$$K_{inst} = [\text{Me}^{2+}][\text{Cl}^-]^3/[\text{MeCl}_3] = K_{ps} \cdot [\text{Cl}^-]/[\text{MeCl}_3] = 7,5 \cdot 10^{-12}$$

$$[\text{Cl}^-] = 30/\text{NaCl} = 0,513 \quad [\text{Me}^{2+}] = K_{ps}/0,513^2 = 1,52 \cdot 10^{-13}$$

$$[\text{MeCl}_3] = K_{ps} \cdot 0,513/K_{inst} = 2,74 \cdot 10^{-3}$$

$$S = [\text{Me}^{2+}] + [\text{MeCl}_3] \approx [\text{MeCl}_3] = 2,74 \cdot 10^{-3} \text{ g.ioni/l.}$$

$$55. \quad \pi = [\text{Pb}^{2+}] \cdot 0,082 \cdot 293 \cdot 3 = 2,866 \text{ atm} \quad \text{da cui } [\text{Pb}^{2+}] = 3,98 \cdot 10^{-2}$$

$$K_{ps} = 3,98 \cdot 10^{-2} \cdot (3,98 \cdot 10^{-2} \cdot 2)^2 = 2,52 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta T = 0,52 \cdot 3,97 \cdot 10^{-2} \cdot 3 = 0,062 \quad \text{p.eb.} = 100,062^\circ \text{C.}$$

$$56. \quad \Delta E^\circ = -0,25 - (-0,28) = 0,03 > 0 \text{ (reazione spontanea)}$$

$$\text{Log } K_{eq} = 2 \cdot (-0,25 - (-0,28))/0,0591 = 1,015 \quad K_{eq} = 10,35$$

$$[\text{Co}^{2+}]/[\text{Ni}^{2+}] = x/(1-x) = 10,35 \quad x = 0,9119 = [\text{Co}^{2+}]$$

$$[\text{Ni}^{2+}] = 0,0881.$$

$$57. \quad 30 \cdot N = 24 \cdot 0,5 \quad N = 0,4 \quad \text{normalità della soluzione risultante.}$$

$$0,3 \cdot 1 + x \cdot 1 = 0,4 \cdot 2 \quad x = 0,5N$$

$$\pi_1 = 0,3 \cdot 0,082 \cdot 298 \cdot 2 = 14,66 \text{ atm} \quad \pi_2 = 0,5 \cdot 0,082 \cdot 298 \cdot 2 = 24,44 \text{ atm}$$

$$\pi_3 = (\pi_1 + \pi_2)/2 = 19,55 \text{ atm.}$$

$$58. \quad 0,1 \cdot 20 - 0,08 \cdot 10 - 2 \cdot 0,05 \cdot 10 = 0,2 \quad \text{m.moli di } \text{Cl}^- \text{ in eccesso in 40 ml}$$

$$[\text{Ag}^+] = 1,2 \cdot 10^{-10}/(0,2/40) = 2,4 \cdot 10^{-8}$$

$$[\text{Hg}_2^{2+}] = 2 \cdot 10^{-18}/(0,2/40)^2 = 8 \cdot 10^{-14}$$

perché  $[\text{Ag}^+] = 10^{-9}$  deve essere  $[\text{Cl}^-] = 0,12$  quindi:

$$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 40 + 0,2 \cdot V = 0,12(40 + V) \quad V = 60. \text{ ml.}$$

$$59. \quad \text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^- \quad \text{all'equilibrio: } n_{\text{HS}^-} = x$$

$$n_{\text{S}^{2-}} = 0,2 \cdot (20/70) - x \quad n_{\text{OH}^-} = 0,1 \cdot (50/70) + x$$

536

$$K_i = K_w/K_2 = 10^{-14}/1,6 \cdot 10^{-15} = \frac{x \cdot (0,1 \cdot 50/70 + x)}{0,2 \cdot 20/70 - x} \quad x = 0,056$$

$$[\text{OH}^-] = 0,056 + 0,1 \cdot 50/70 = 0,1274 \quad \text{pH} = 13,105$$

per avere  $\text{pH} = 3$   $[\text{H}^+] = 10^{-3}$ 

$$0,2 \cdot V - 0,1 \cdot 50 - 2 \cdot 0,2 \cdot 20 = (V + 70) \cdot 10^{-3} \quad V = 65,3 \text{ ml.}$$

60.  $q = 1 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 96500 = 965000 \text{ cou}$

$$\text{Log} K_{\text{eq}} = 2 \cdot (0,34 + 0,13)/0,0591 = 15,9 \quad K_{\text{eq}} = 8 \cdot 10^{15}$$

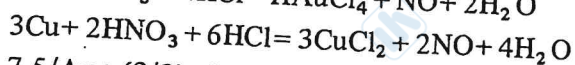
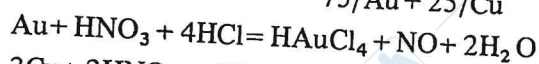
$$8 \cdot 10^{15} = [\text{Pb}^{2+}]/[\text{Cu}^{2+}] \quad [\text{Pb}^{2+}] \cong 1 + 0,5 = 1,5 \quad [\text{Cu}^{2+}] \cong 1,87 \cdot 10^{-16}$$

61.  $x + y = 0,5 \quad x/(\text{KMnO}_4/5) + y/(\text{MnO}_2/2) = 0,5 \cdot 29,9/1000$

da cui  $x = 0,4 \quad y = 0,1 \quad (0,1/0,5) \cdot 100 = 20\% \text{ di MnO}_2$ 

$$\frac{765}{760} : V = \frac{29,9 \cdot 0,5/2}{1000} \cdot 0,082 \cdot 298 \quad V = 0,181 \text{ l.}$$

62.  $24 \cdot 75/100 = 18 \text{ carati} \quad \frac{75/\text{Au}}{75/\text{Au} + 25/\text{Cu}} \cdot 100 = 49,18 \text{ atomi \% di Au}$



$$7,5/\text{Au} + (2/3) \cdot 2,5/\text{Cu} = 0,0643 \text{ moli di HNO}_3 \text{ occorrenti pari a:}$$

$$0,0643 \cdot \text{HNO}_3/0,3 = 13,5 \text{ g di HNO}_3 \text{ al } 30\%.$$

63.  $[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2 = S \cdot (2S)^2 = 2,4 \cdot 10^{-4} \quad S = 0,0391 \text{ moli/l}$

$$0,0391 \cdot \text{PbCl}_2 \cdot 0,1 = 1,087 \text{ g} < 10 \text{ g (la soluzione è satura anche in PbCl}_2)$$

perciò:  $[\text{Cl}^-] \cong 2S = 0,0782$ 

$$E_i = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ + 0,0591 \text{ Log} \sqrt{K_{\text{ps}}} \quad E_f = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ + 0,0591 \text{ Log} \frac{K_{\text{ps}}}{0,0782}$$

$$[\text{Ag}^+]_f < [\text{Ag}^+]_i \quad E_f < E_i \quad \text{perciò:}$$

$$E_f - E_i = -0,2254 = 0,0591 \text{ Log} \frac{K_{\text{ps}}}{0,0782 \cdot \sqrt{K_{\text{ps}}}} \quad K_{\text{ps}} = 1,46 \cdot 10^{-10}$$

64. (a)  $[\text{H}^+] = 0,1 \quad 10 \cdot 1 - V \cdot 0,1 = (10 + V) \cdot 0,1 \quad V = 45 \text{ ml.}$

(b)  $10 \cdot 1 = V \cdot 0,1 \quad V = 100 \text{ ml}$

(c) al punto equivalente  $[\text{H}^+] = \sqrt{K_a C_a} = \sqrt{4,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1(100/110)}$   
 $\text{pH} = 2,194 < 3,347$  perciò si ha tampone:

$$[\text{H}^+] = 4,5 \cdot 10^{-4} = 4,5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{V \cdot 0,1 - 10 \cdot 1}{10 \cdot 1} \quad V = 200 \text{ ml.}$$

## Nomenclatura dei composti organici

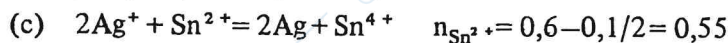
537

65.  $C_7H_8 : 3 \cdot HNO_3 = 50 : x \cdot 0,4$   $x = 256,8$  g di  $HNO_3$  al 40%  
 $2C_7H_8(NO_2)_3 = 5H_2O + 7CO + 7C + 3N_2$   
 $2 \cdot C_7H_8 : (5 + 7 + 3) = 50 : n_x$   $n_x = 4,076$  moli di gas  
 $1 \cdot V = 4,076 \cdot 0,082 \cdot 2800$   $V = 935,8$  l.
66.  $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$   $H_2O = 2H^+ + (1/2)O_2 + 2e^-$   
 $[H^+] = 7,94 \cdot 10^{-2}$   $q = 7,94 \cdot 10^{-2} \cdot 96500 = 7662$  cou  
 $Cu/2 : 96500 = x : 7662$   $x = 2,52$  g di Cu  
 $22,4/4 : 96500 = y : 7662$   $y = 0,445$  l di  $O_2$  a c.n.  
 $760 \cdot 0,445/273 = 762 \cdot V/289$   $V = 0,47$  l.
67.  $n_C = n_D = 30,5 \cdot 1/1000 = 0,0305$   $n_B = 0,04$   
 $n_A = 0,3 - 0,04/2 - 0,0305 = 0,2495$   
 $K_1 = [B]^2/[A] = \frac{(0,04/0,4)^2}{0,2495/0,4} = 0,016$   
 $K_2 = [C][D]/[B]^2 = 0,0305^2/0,04^2 = 0,581$ .
68.  $C_6H_{12}O_6 = 2CO_2 + 2C_2H_5OH$   
 $C_6H_{12}O_6 : 2 \cdot C_2H_5OH = 10 : x$   $x = 5,11$  g  $\frac{5,11}{800} \cdot 100 = 0,639\%$   
 $C_6H_{12}O_6 : 2 = 10 : y$   $y = 0,111$  moli di  $CO_2$   
 $(758/760) \cdot V = 0,111 \cdot 0,082 \cdot 313$   $V = 2,86$  l.
69.  $0,8/P.M. = 0,3 \cdot 58/1000$   $P.M. = 46$   
 $n_a = 3/46 - 1 \cdot 10/1000 = 0,0552$   $n_s = 1 \cdot 10/1000 = 0,01$   
 $[H^+] = 1,15 \cdot 10^{-3} = K_a \cdot 0,0552/0,01$   $K_a = 2,1 \cdot 10^{-4}$
70. (a)  $E_{Ag} = 0,8 + 0,0591 \text{Log} 0,1 = 0,741$  v  
 $E_{Cu} = 0,34 + (0,0591/2) \text{Log} 0,1 = 0,310$  v  
 $fem_1 = 0,741 - 0,310 = 0,431$  v.
- (b)  $n_{Ag} = 5/Ag = 0,04635$   $[Ag^+] = 0,1 - 0,04635 = 0,05365$   
 $[Cu^{2+}] = 0,1 + 0,04635/2 = 0,1232$   
 $E_{Ag} = 0,8 + 0,0591 \text{Log} 0,05365 = 0,725$  v  
 $E_{Cu} = 0,34 + (0,0591/2) \text{Log} 0,1232 = 0,313$  v

36

538

$$fem_2 = 0,725 - 0,313 = 0,412 \text{ v.}$$



$$n_{Sn^{4+}} = 0,1/2 = 0,05 \quad n_{Ag^+} = 0$$

$$E_{Sn} = 0,15 + (0,0591/2) \text{Log}(0,05/0,55) = 0,119 \text{ v}$$

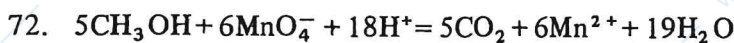
$$fem_3 = E_{Cu} - E_{Sn} = 0,310 - 0,119 = 0,191 \text{ v}$$

$$71. \quad 8,08 \cdot 10^{17} \cdot 10^3 / 6,023 \cdot 10^{23} = 1,342 \cdot 10^{-3} = [A^-]$$

$$K_a = (1,342 \cdot 10^{-3})^2 / 0,1 = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$n_{HA} = 0,1 - 1/\text{NaOH} = 0,075 \text{ moli/l} \quad n_{NaA} = 1/\text{NaOH} = 0,025 \text{ moli/l}$$

$$[H^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,075 / 0,025 = 5,4 \cdot 10^{-5} \quad \text{pH} = 4,268.$$



$$n_{CH_3OH} = 1,2 \cdot 0,2 \cdot (5/6) = 0,2 \quad n_{CO} = 0,4 - 0,2 = 0,2$$

$$n_{H_2} = 0,5 - 2 \cdot 0,2 = 0,1 \quad K_c = \frac{0,2/5}{(0,2/5) \cdot (0,1/5)^2} = 2500.$$

$$73. \quad n_{Sn^{2+}} = (1/2) \cdot 0,2742 \cdot 25/1000 = 3,427 \cdot 10^{-3}$$

$$n_{Pb^{2+}} = 5 \cdot 10^{-3} - 3,427 \cdot 10^{-3} = 1,573 \cdot 10^{-3}$$

$$K_c = 3,427 \cdot 10^{-3} / 1,573 \cdot 10^{-3} = 2,18$$

$$\text{Log} K_c = 0,338 = 2(-0,13 - E_{Sn^{2+}/Sn}^0) / 0,0591 \quad E_{Sn^{2+}/Sn}^0 = -0,14 \text{ v}$$



$$5,6 \cdot (293/273) = 6 \text{ l} \quad (24 \cdot 10^{-3}/6)/2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ eq/l (2meq/l)}$$

$$(b) \quad 2 \cdot 10^{-2} \cdot 8,3/1000 = 1,66 \cdot 10^{-4} \text{ eq/l}$$

$$1,66 \cdot 10^{-4} \cdot (Cr/3) = 2,88 \cdot 10^{-3} \text{ g/l di Cr (2,88 ppm)}$$

$$(c) \quad 0,1 \cdot 11,2 = x/\text{Ca} + y/\text{Mg} \quad x = 75,67 (\text{Ca}/\text{CaCO}_3) = 30 \text{ mg in 250 ml}$$

$$y = 9 \text{ mg in 250 ml}$$

$$\text{durezza} = \frac{1000}{250} (75,67 + \frac{9}{\text{Mg}} \cdot \text{CaCO}_3) \cdot \frac{1}{10} = 45,07^\circ \text{ F.}$$

$$75. \quad \text{Log}(x/1) = -0,301 \cdot (85/1600) \quad x = 0,964 \text{ g di Ra residui}$$

$$Ra \rightarrow 5He \quad 5 \cdot (1 - 0,964) / 226 = 7,96 \cdot 10^{-4} \text{ g atomi di He}$$

$$P \cdot (50/1000) = 7,96 \cdot 10^{-4} \cdot 0,082 \cdot 298 \quad P = 0,389 \text{ atm (296 torr)}$$



$$[\text{Cl}^-] = 0,5 - 0,03 \cdot 4 / 0,5 = 0,26 \quad [\text{MeCl}_4^{2-}] = 0,03 / 0,5 = 0,06$$

## Nomenclatura dei composti organici

539

$$-0,364 = -0,012 + \frac{0,0591}{2} \text{Log}(K_{\text{inst}} \cdot \frac{0,06}{(0,26)^4}) \quad K_{\text{inst}} = 9,33 \cdot 10^{-14}$$

$$E_{\text{MeCl}_4^-/\text{Me}}^{\circ} = E_{\text{Me}^{2+}/\text{Me}}^{\circ} + (0,0591/2) \text{Log} K_{\text{inst}} = -0,397 \text{ v}$$

77.  $Q = (n_{\text{O}_2} \cdot C_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} \cdot C_{\text{N}_2}) \cdot \Delta T$  Per una mole di aria:

$$Q = (0,21 \cdot 7,1 + 0,79 \cdot 6,9) \cdot 80 = 555 \text{ cal}$$

$$n_{\text{tot}} = 7220/555 = 13 \quad (770/760) \cdot V = 13 \cdot 0,082 \cdot 298 \quad V = 313,5 \text{ l}$$

$$7336 = [x \cdot 7,1 + (13-x) \cdot 6,9] \cdot 80$$

$$x = n_{\text{O}_2} = 10 \text{ (76,9\%)} \quad n_{\text{N}_2} = 3 \text{ (23,1\%)}$$

$$\Delta S = n C_p \cdot 2,303 \text{Log}(T_2/T_1) = (10 \cdot 7,1 + 3 \cdot 6,9) \cdot 2,303 \text{Log}(378/298) = 21,8 \text{ cal/}^{\circ}\text{K}$$

78.  $U_{\text{nel}} = 60 = (p_{\text{H}_2\text{O}}/15,48) \cdot 100 \quad p_{\text{H}_2\text{O}} = 9,29 \text{ torr}$

$$(9,29/760) \cdot 25 \cdot 10^3 = (x/\text{H}_2\text{O}) \cdot 0,082 \cdot 291 \quad x = 230,5 \text{ g}$$

$$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \quad n_{\text{CH}_4} = 0,05 \cdot 10^3 / 0,082 \cdot 291 = 2,095$$

$$\Delta p_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 25 \cdot 10^3 = 2 \cdot 2,095 \cdot 0,082 \cdot 291 \quad \Delta p_{\text{H}_2\text{O}} = 0,004 \text{ atm (3,04 torr)}$$

$$\Delta H_{\text{nel}}\% = (3,04/15,48) \cdot 100 = 19,6$$

79.  $c_{\text{tot}} = 35 \cdot 0,15/21 = 0,25 \quad c_{\text{HCl}} = 14 \cdot 0,15/21 = 0,1 \quad c_{\text{HA}} = 0,15$

$$8,736 = 2 \cdot 0,1 \cdot 0,082 \cdot 298 + (1 + \alpha) \cdot 0,15 \cdot 0,082 \cdot 298$$

$$\text{da cui } \alpha \approx 0,05 \quad K_a = 0,15 \cdot \alpha^2 / (1 - \alpha) = 3,95 \cdot 10^{-4}$$

80.  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{AgOH}$

$$\frac{[\text{Ag}^+][\text{J}^-]}{[\text{Ag}^+][\text{OH}^-]} = \frac{1,7 \cdot 10^{-16}}{2 \cdot 10^{-8}} = 8,5 \cdot 10^{-9} = \frac{[\text{J}^-]}{[\text{OH}^-]} \quad [\text{J}^-] \ll [\text{OH}^-]$$

$$\text{perciò } [\text{Ag}^+] = [\text{J}^-] + [\text{OH}^-] \approx [\text{OH}^-] = \sqrt{2 \cdot 10^{-8}} = 1,414 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{J}^-] = 1,7 \cdot 10^{-16} / 1,414 \cdot 10^{-4} = 1,2 \cdot 10^{-12}$$

$$fem = 0,0591 \cdot \text{Log}(0,1/1,414 \cdot 10^{-4}) = 0,168 \text{ v}$$