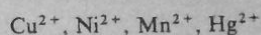


## ESERCIZI SU SALI POSUBILI E SOLUZIONI

### Equilibri di solubilità

40. Scrivere le equazioni bilanciate e le espressioni del prodotto di solubilità per la dissoluzione dei seguenti sali:
- $\text{AgC}_2\text{H}_3\text{O}_2$  (acetato di argento)
  - $\text{MnS}$
  - $\text{Al}(\text{OH})_3$
  - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
  - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$  (idrossiapatite, il componente principale dello smalto dei denti)
  - $\text{PbI}_2$
  - $\text{Cu}_2\text{S}$
41. Calcolare i valori di  $K_{ps}$  per i seguenti sali, utilizzando i dati forniti:
- Un campione di  $4,8 \times 10^{-5}$  mol di ossalato di calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) si scioglie in 1,0 l di acqua per dare una soluzione satura:
 
$$\text{CaC}_2\text{O}_4(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(aq)$$
  - La concentrazione di  $\text{Pb}^{2+}$  in una soluzione satura di  $\text{PbBr}_2$  è  $2,14 \times 10^{-2}$  M.
  - La solubilità di  $\text{BiI}_3$  è  $1,32 \times 10^{-5}$  mol/l.
  - La solubilità dell'ossalato di ferro(II) ( $\text{FeC}_2\text{O}_4$ ) è 65,9 mg/l.
  - 0,100 l di soluzione satura di periodato di rame(II) ( $\text{Cu}(\text{IO}_4)_2$ ) contengono 0,146 g di sale sciolto.
  - La solubilità del carbonato di litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) è 5,48 g/l.
42. Calcolare la solubilità di ognuno dei seguenti composti, in mol/l e in g/l:
- $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $K_{ps} = 2 \times 10^{-32}$
  - $\text{Be}(\text{IO}_4)_2$ ,  $K_{ps} = 1,57 \times 10^{-9}$
  - $\text{CaSO}_4$ ,  $K_{ps} = 6,1 \times 10^{-5}$
  - $\text{CaCO}_3$ ,  $K_{ps} = 8,7 \times 10^{-9}$
  - $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ,  $K_{ps} = 3 \times 10^{-13}$
  - $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ,  $K_{ps} = 1,1 \times 10^{-18}$  ( $\text{Hg}_2^{2+}$  è il catione in soluzione)
  - $\text{SrSO}_4$ ,  $K_{ps} = 3,2 \times 10^{-7}$
  - $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ,  $K_{ps} = 8,1 \times 10^{-12}$
  - $\text{Ag}_2\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $K_{ps} = 2 \times 10^{-7}$  ( $\text{Cl}_2\text{O}_7^{2-}$  è l'anione in soluzione)
  - $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $K_{ps} = 2 \times 10^{-47}$
43. In quali casi la solubilità relativa di due sali può essere dedotta dal confronto diretto dei rispettivi prodotti di solubilità?
44. Calcolare la solubilità (in mol/l) di  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ( $K_{ps} = 4 \times 10^{-38}$ ):
- in acqua (considerando il pH costante e uguale a 7)
  - in una soluzione tamponata a pH 5,0
  - in una soluzione tamponata a pH 11,0
45. Quale delle sostanze citate nell'esercizio 42 aumenta la sua solubilità quando il pH della soluzione diviene più acido? Scrivere le reazioni che fanno aumentare la solubilità.
46. Il  $K_{ps}$  dell'idrossiapatite,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ , è  $6,8 \times 10^{-37}$ . Calcolare la solubilità in mol/l dell'idrossiapatite in acqua pura. Come varia la solubilità per aggiunta di acidi? Se l'idrossiapatite viene trattata con ioni fluoruro, si forma il minerale fluoroapatite,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{F}$  con  $K_{ps} = 1 \times 10^{-60}$ . Calcolare la solubilità della fluoroapatite in acqua. Come giustificano questi calcoli l'aggiunta di fluoruri all'acqua potabile?
47. Il  $K_{ps}$  dello ioduro di piombo ( $\text{PbI}_2$ ) è  $1,4 \times 10^{-8}$ . Calcolare la solubilità dello ioduro di piombo:
- in acqua
  - in  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  0,10 M
  - in NaI 0,010 M
48. Quale dei seguenti ioni metallici precipita come solfuro da una soluzione di  $\text{H}_2\text{S}$  0,10 M a pH = 0,5? Quale a pH = 10,0? La concentrazione iniziale del metallo è 0,010 M.



## SOLUZIONI

**37.** Esercizio 23, fenolftaleina; esercizio 25, metilarancio. **40.** (a)  $\text{AgC}_2\text{H}_3\text{O}_2(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-(aq)$ ,  $K_{p1} = [\text{Ag}^+][\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-]$ .  
 (b)  $\text{MnS}(s) \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(aq) + \text{S}^{2-}(aq)$ ,  $K_{p1} = [\text{Mn}^{2+}][\text{S}^{2-}]$ . (c)  
 $\text{Al}(\text{OH})_3(s) \rightleftharpoons \text{Al}^{3+}(aq) + 3\text{OH}^-(aq)$ ,  $K_{p1} = [\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3$ . (d)  
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s) \rightleftharpoons 3\text{Ca}^{2+}(aq) + 2\text{PO}_4^{3-}(aq)$ ,  $K_{p1} = [\text{Ca}^{2+}]^3[\text{PO}_4^{3-}]^2$ . (e)  
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})(s) \rightleftharpoons 5\text{Ca}^{2+}(aq) + 3\text{PO}_4^{3-}(aq) + \text{OH}^-(aq)$ ,  
 $K_{p1} = [\text{Ca}^{2+}]^5[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{OH}^-]$  **41.** (a)  $2,3 \times 10^{-9}$ . (b)  $3,92 \times 10^{-5}$ . (c)  
 $8,19 \times 10^{-19}$ . (d)  $2,10 \times 10^{-7}$ . **42.** (a)  $2 \times 10^{-11}$  mol/l  
 $([\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ M})$ ;  $2 \times 10^{-9}$  g/l; (b)  $7,32 \times 10^{-4}$  mol/l; 0,286  
 g/l. (c)  $7,8 \times 10^{-3}$  mol/l; 1,1 g/l. (d)  $9,3 \times 10^{-5}$  mol/l;  $9,3 \times 10^{-3}$  g/l.  
 (e)  $7 \times 10^{-5}$  mol/l;  $9 \times 10^{-3}$  g/l. (f)  $6,6 \times 10^{-7}$  mol/l;  $3,1 \times 10^{-4}$ .  
**43.** Quando nei due sali il numero di ioni è il medesimo.  
**44.** (a)  $4 \times 10^{-17}$  mol/l. (b)  $4 \times 10^{-11}$  mol/l. (c)  $4 \times 10^{-29}$  mol/l.  
**45.**  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  e  $\text{Cu}_2\text{S}$ .  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{SrSO}_4$   
 sono leggermente più solubili in ambiente acido ma, essendo la  $K_b$  di  
 $\text{SO}_4^{2-}$  soltanto  $10^{-12}$ , l'effetto degli acidi su questi sali non è così  
 marcato. **46.**  $2,7 \times 10^{-5}$  mol/l; l'aggiunta di acidi fa aumentare la  
 solubilità perché sia il fosfato che l'idrossido reagiscono con  $\text{H}^+$ .  
 $6 \times 10^{-8}$  mol/l; l'aggiunta di fluoruri provoca la trasformazione  
 dell'idrossiapatite nella meno solubile fluoroapatite, rendendo lo  
 smalto dei denti meno suscettibile di carie. **48.**  $\text{NiS}$ ,  $\text{MnS}$ ,  $\text{CuS}$  e  $\text{HgS}$   
 precipitano a pH 10;  $\text{CuS}$  e  $\text{HgS}$  a pH 0,5. **49.** (a)  $\text{NaCl}(aq)$ ,  $\text{NH}_3(aq)$ ,  
 $\text{H}_2\text{S}(aq)$ . (b)  $\text{NaCl}(aq)$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$ ,  $\text{H}_2\text{S}(aq)$  (basi). **50.** In ambiente  
 basico. **51.**  $[\text{Pb}^{2+}] = [\text{Cl}^-] = 0,010 \text{ M}$ ;  $[\text{NO}_3^-] = 0,02 \text{ M}$ ;  
 $[\text{Na}^+] = 0,010 \text{ M}$ .