

## Giochi della Chimica 1986

### Problemi risolti – Fase regionale – Classi A e B

1. Qual è il prodotto X che manca nella reazione?

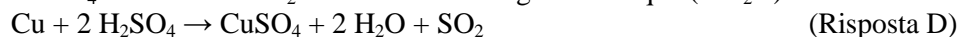


- A)  $\text{H}_2$       B)  $\text{H}_2\text{O}$       C)  $\text{S}$       D)  $\text{SO}_2$       E)  $\text{H}_2\text{SO}_3$

#### 1. Soluzione

Dato che il rame si ossida ( $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$ ) bisogna cercare la specie che si riduce.

Questa non può essere  $\text{H}^+$  perché l'idrogeno ha un potenziale  $E^\circ$  troppo basso e infatti lo troviamo tutto in  $2 \text{H}_2\text{O}$ . La specie che si riduce è lo zolfo di  $\text{SO}_4^{2-}$  che forma  $\text{SO}_2$  lasciando due ossigeni all'acqua ( $2 \text{H}_2\text{O}$ ):



2. Considerate uguali volumi delle soluzioni acquose a concentrazione 1 M di queste sostanze:

1.  $\text{CH}_3\text{COOH}$       2.  $\text{CH}_3\text{COONa}$       3.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$       4.  $\text{NaOH}$

Confrontate il numero di ioni presenti in queste soluzioni:

- A) 1 e 3 contengono lo stesso numero di ioni  
 B) 2 e 4 contengono lo stesso numero di ioni  
 C) tutte contengono lo stesso numero di ioni  
 D) ognuna contiene un differente numero di ioni  
 E) 1 e 2 contengono lo stesso numero di ioni

#### 2. Soluzione

L'acido acetico è un elettrolita debole che è dissociato circa all'1% ( $\text{pK}_a = 4,7$ ).

L'etanolo è un elettrolita molto debole e possiamo considerarlo non dissociato ( $\text{pK}_a = 18$ )

L'acetato di sodio è completamente dissociato. Anche se l'acetato è una base debole e si lega in parte ad  $\text{H}^+$  ( $\text{Ac}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HAc} + \text{OH}^-$ ), la quantità complessiva di ioni negativi, per l'elettroneutralità, è uguale a quella degli ioni positivi:  $[\text{Ac}^-] + [\text{OH}^-] = [\text{Na}^+] = 1 \text{ M}$ .

L'idrossido di sodio è completamente dissociato quindi  $[\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \text{ M}$ . (Risposta B)

3. Quale atomo ha raggio minore?

- A)  $\text{K}$       B)  $\text{Cl}$       C)  $\text{Br}$       D)  $\text{Cs}$       E)  $\text{Na}$

#### 3. Soluzione

Il raggio atomico diminuisce salendo lungo i gruppi o anche andando verso destra nei periodi.

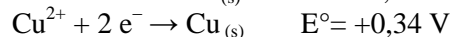
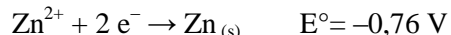
$\text{Na}$ ,  $\text{K}$  e  $\text{Cs}$  appartengono al 1° gruppo. Il sodio, che si trova più in alto ( $[\text{Ne}] 3s^1$ ), ha raggio minore.

Per lo stesso motivo  $\text{Cl}$  ha raggio minore di  $\text{Br}$  dato che entrambi appartengono al 17° gruppo (alogeni).

Bisogna confrontare ora  $\text{Na}$  e  $\text{Cl}$ . Il cloro ha raggio minore perché è nello stesso periodo, ma si trova più a destra. Entrambi hanno gli elettroni di valenza nel terzo guscio, ma il cloro ha una carica nucleare maggiore e attira più vicino a sé gli elettroni. (Risposta B)

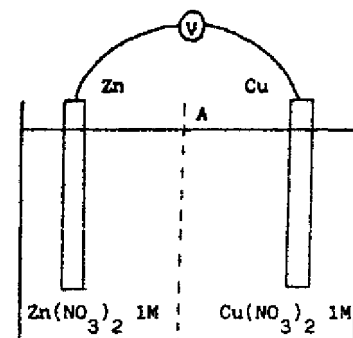
4. Considerate la cella:

I potenziali standard sono:



La cella funziona efficientemente quando è presente il setto poroso, A. Se A viene rimosso, la cella funziona ancora, ma con un'efficienza minore. Perché?

- A) non c'è più un circuito completo  
 B) la concentrazione di  $\text{Zn}^{2+}$  cala a seguito del mescolamento  
 C) si forma un precipitato che ostacola il movimento degli ioni  
 D) gli ioni  $\text{Cu}^{2+}$  possono reagire direttamente con l'elettrodo di zinco  
 E) la resistenza elettrica della soluzione cala notevolmente



#### 4. Soluzione

Senza il setto poroso, una parte degli ioni  $\text{Cu}^{2+}$  possono reagire direttamente con l'elettrodo di zinco e così lo scambio di elettroni tra  $\text{Zn}$  e  $\text{Cu}^{2+}$  avviene direttamente e non attraverso il circuito esterno. (Risposta D)

5. Per neutralizzare 0,015 moli di  $\text{H}_3\text{PO}_3$  si sono consumate 0,030 moli di  $\text{NaOH}$ . Quale equazione descrive la reazione che è avvenuta?

- A)  $\text{H}_3\text{PO}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{NaPO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$   
 B)  $\text{H}_3\text{PO}_3 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$   
 C)  $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 D)  $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 E)  $\text{H}_3\text{PO}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$

### 5. Soluzione

Le moli consumate di  $\text{NaOH}$  sono il doppio di quelle di  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , quindi hanno neutralizzato solo due  $\text{H}^+$ :



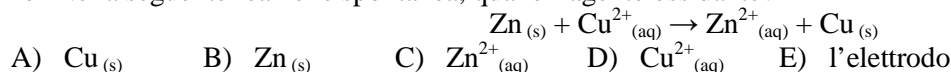
6. Quali affermazioni sull'equilibrio chimico sono corrette? L'equilibrio:

1. può essere raggiunto solo in un sistema chiuso
  2. può essere raggiunto sia partendo dai reagenti che partendo dai prodotti
  3. è caratterizzato dalla costanza delle proprietà misurabili
  4. può essere un processo dinamico o statico
  5. è insensibile alle variazioni di temperatura e pressione
- A) 1            B) 3            C) 1, 2 e 3            D) 1, 3 e 5            E) 1 e 3

### 6. Soluzione

L'equilibrio è un processo dinamico, non statico (4 errata). L'equilibrio è deciso dal  $\Delta G$  ( $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ), quindi l'equilibrio dipende dalla temperatura T (5 errata). (Risposta C)

7. Nella seguente reazione spontanea, qual è l'agente ossidante?



### 7. Soluzione

L'ossidante è  $\text{Cu}^{2+}$  che ossida lo zinco metallico ( $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$ ) e si riduce a Cu metallico. (Risposta D)

8. Basandosi sulla posizione dell'indio nella tavola periodica, qual è la formula del cloruro d'indio?

- A)  $\text{InCl}_3$   
 B)  $\text{InCl}_4$   
 C)  $\text{InCl}_6$   
 D)  $\text{InCl}_7$   
 E)  $\text{InCl}_2$

### 8. Soluzione

L'indio è nel gruppo 13 come l'alluminio, forma cloruri  $\text{InCl}_3$  ( $\text{In}^{3+}$ ) simili ad  $\text{AlCl}_3$  ( $\text{Al}^{3+}$ ). (Risposta A)

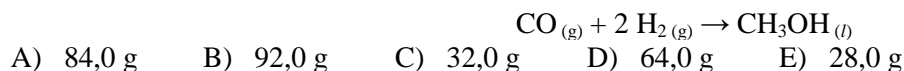
9. L'aggiunta di 10 mL di acido cloridrico 1,0 M ad 1 L d'acqua cambia il pH dell'acqua da 7 a circa:

- A) 6            B) 5            C) 4            D) 3            E) 2

### 9. Soluzione

Le moli di  $\text{HCl}$  sono:  $n = MV = 1,0 \cdot 0,01 = 0,01$  mol. La concentrazione di  $\text{HCl}$  è leggermente minore di  $10^{-2}$  M ( $C = n/V = 10^{-2}/1,01 = 0,99 \cdot 10^{-2}$  M). Il pH è 2.  $\text{pH} = -\log(0,99 \cdot 10^{-2}) = 2,00$ . (Risposta E)

10. Quanti grammi di monossido di carbonio  $\text{CO}$  sono necessari per preparare 96,0 g di metanolo  $\text{CH}_3\text{OH}$  secondo la reazione:



### 10. Soluzione

La massa molare di  $\text{CH}_3\text{OH}$  è:  $12 + 4 + 16 = 32$  g/mol. Le moli di metanolo sono:  $n = m/\text{MM} = 96/32 = 3$  mol. La massa molare di  $\text{CO}$  è:  $12 + 16 = 28$  g/mol. La massa di  $\text{CO}$  è:  $m = n \text{ MM} = 3 \cdot 28 = 84$  g. (Risposta A)

11. L'affinità elettronica di un atomo è:

- A) la variazione di energia quando l'atomo perde un elettrone
- B) l'intensità con cui gli elettroni di un atomo si attirano l'un l'altro
- C) la variazione di energia quando un atomo acquista un elettrone
- D) l'intensità con cui gli elettroni in un atomo sono attratti dal nucleo
- E) la facilità con cui il nucleo di un atomo può perdere una particella  $\beta^-$

### 11. Soluzione

L'affinità elettronica si riferisce alla reazione di acquisto di un elettrone da parte di un atomo neutro in fase gassosa ( $\text{Cl}_{(g)} + e^- \rightarrow \text{Cl}^-_{(g)}$ ) e corrisponde al  $\Delta H$  della reazione, cioè alla variazione di energia ( $\Delta H$ ) quando l'atomo acquista un elettrone. Se viene liberata energia, l'affinità elettronica è negativa. (Risposta C)

12. 10 mL di un idrocarburo gassoso vengono bruciati e producono 70 mL di una miscela di biossido di carbonio e vapor d'acqua misurati alla stessa temperatura e pressione. L'idrocarburo era:

- A)  $\text{CH}_4$
- B)  $\text{C}_3\text{H}_8$
- C)  $\text{C}_2\text{H}_6$
- D)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$
- E)  $\text{C}_5\text{H}_{12}$

### 12. Soluzione

Con i gas, a parità di T e P, le moli sono proporzionali ai volumi, ( $n = PV/RT$ ) quindi il rapporto tra le moli di due gas è uguale al rapporto tra i volumi. Da una mole di idrocarburo si ottengono 7 moli complessive di  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

L'idrocarburo è  $\text{C}_3\text{H}_8$ , infatti:  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$  (Risposta B)

13. In un sistema in cui l'acqua è in ebollizione a 100 °C il calore fornito al sistema:

- A) fa crescere l'energia potenziale delle molecole
- B) fa crescere l'energia cinetica delle molecole
- C) fa crescere l'energia cinetica e potenziale delle molecole
- D) non modifica né l'energia cinetica né quella potenziale delle molecole, ma fa crescere l'entropia del sistema
- E) fa crescere la temperatura dell'acqua

### 13. Soluzione

Il calore fornito all'acqua in ebollizione a 100 °C produce la transizione di fase dell'acqua ed è detto calore latente di ebollizione. Durante il processo, la temperatura rimane costante e quindi anche l'energia cinetica è costante, ma l'energia potenziale aumenta dato che vengono rotti i legami intermolecolari. Nel processo inverso di condensazione, questa energia potenziale viene liberata sotto forma di calore. (Risposta A)

14. Quale ione ha raggio maggiore?

- A)  $\text{O}^{2-}$
- B)  $\text{Al}^{3+}$
- C)  $\text{F}^-$
- D)  $\text{S}^{2-}$
- E)  $\text{Na}^+$

### 14. Soluzione

$\text{O}^{2-}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Na}^+$  sono ioni isoelettronici ed hanno la configurazione elettronica del gas nobile Ne.

Tra questi ioni,  $\text{O}^{2-}$  ha raggio maggiore perché, a parità di elettroni, ha una minore carica positiva nel nucleo.

$\text{S}^{2-}$  ha raggio ancora maggiore perché ha la configurazione elettronica del gas nobile successivo, Ar. (Risposta D)

15. Quali attrezzi si possono utilizzare per determinare la densità di un liquido sconosciuto?

- A) beuta e beaker
- B) bilancia e bruciatore bunsen
- C) cilindro graduato e pipetta
- D) cilindro graduato e bilancia
- E) beaker e termometro

### 15. Soluzione

La densità è  $d = m/V$ . Per determinare la massa  $m$  e il volume  $V$  del liquido, bisogna usare una bilancia e un cilindro graduato. (Risposta D)

16. Quale sostanza NON è un comune ossidante?

- A)  $\text{O}_2$
- B)  $\text{HNO}_3$
- C)  $\text{KMnO}_4$
- D)  $\text{CO}$
- E)  $\text{Cl}_2$

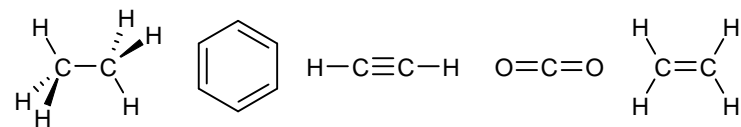
### 16. Soluzione

$\text{O}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{Cl}_2$ , sono comuni ossidanti, mentre  $\text{CO}$  si può ossidare a  $\text{CO}_2$ . (Risposta D)

17. In quale composto gli atomi legati al carbonio hanno disposizione tetraedrica?

- A) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>    B) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>    C) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>    D) CO<sub>2</sub>    E) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

**17. Soluzione**



Solo la prima molecola, etano, possiede carboni tetraedrici, che legano 4 atomi attorno a sé. Mentre nelle altre molecole vi sono doppi o tripli legami che fanno assumere al carbonio una struttura planare o lineare. (Risposta A)

18. Uno studente ottiene 20,0 g di prodotto da un esperimento: il valore atteso era 25,0 g. Qual è l'errore percentuale?

- A) 0,0250    B) 20,0    C) 0,800    D) 4,00    E) 5,00

**18. Soluzione**

L'errore assoluto è di 5,0 g. L'errore percentuale è di  $5/25 = 20,0\%$ .

(Risposta B)

19. Una soluzione contiene 2,00 g di NaOH in 0,200 L. Qual è la sua concentrazione molare?

- A) 0,0100 M    B) 0,250 M    C) 0,100 M    D) 1,25 M    E) 1,00 M

**19. Soluzione**

La massa molare di NaOH è:  $23 + 16 + 1 = 40$  g/mol. Le moli di NaOH sono:  $2/40 = 0,05$  mol.

La concentrazione è:  $C = n/V = 0,05/0,2 = 0,250$  M (tra cifre significative).

(Risposta B)

20. In quale coppia di anioni entrambi i nomi terminano in "ato"?

- A) Cl<sup>-</sup>, ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
 B) ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
 C) NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
 D) HS<sup>-</sup>, HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>  
 E) HS<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>

**20. Soluzione**

ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sono clorato e nitrato, mentre Cl<sup>-</sup> è cloruro, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> è nitrito, HS<sup>-</sup> è idrogenosolfuro.

(Risposta B)

21. Quanti mL di NaOH 0,150 M sono necessari per neutralizzare 30,0 mL di HNO<sub>3</sub> 0,500 M?

- A) 2,25    B) 100    C) 180    D) 400    E) 30

**21. Soluzione**

Nella titolazione, le moli di NaOH e di HNO<sub>3</sub> devono essere le stesse. Quindi:  $n_1 = n_2$      $M_1V_1 = M_2V_2$ .

Da cui:  $V_1 = M_2V_2/M_1$      $V_1 = 0,5 \cdot 30/0,15 = 100$  mL.

(Risposta B)

22. Un campione di sale idrato (2,32 g) viene riscaldato per eliminare l'acqua di idratazione. Le pesate dopo tre successivi riscaldamenti danno: 2,21 g; 1,78 g; 1,79 g. Se il sale anidro ha MM = 178 g mol<sup>-1</sup>, quante moli di acqua erano presenti per mole di sale?

- A) 1    B) 2    C) 3    D) 4    E) 5

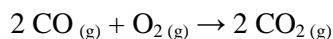
**22. Soluzione**

Le moli di sale anidro sono:  $1,78/178 = 0,01$  mol. La massa di acqua è:  $2,32 - 1,78 = 0,54$  g.

Le moli di H<sub>2</sub>O sono:  $0,54/18 = 0,03$  mol. Le moli di H<sub>2</sub>O per mole di sale sono:  $0,03/0,01 = 3$ .

(Risposta C)

23. Considerate il sistema:



All'equilibrio le concentrazioni (in mol L<sup>-1</sup>) sono: [CO] = 2,0    [O<sub>2</sub>] = 1,0    [CO<sub>2</sub>] = 16

Qual è il valore della costante in equilibrio?

- A) 8,0    B) 32    C) 64    D) 128    E) 80

**23. Soluzione**

La K<sub>eq</sub> vale:  $K_{eq} = [\text{CO}_2]^2/[\text{CO}]^2[\text{O}_2]$      $K_{eq} = 16^2/(2^2 \cdot 1) = 64$ .

(Risposta C)

24. Quale elemento forma un ossido che, sciolto in acqua, fa virare all'azzurro la cartina al tornasole?

- A) S            B) Ca            C) C            D) P            E) Br

**24. Soluzione**

Se la cartina vira verso l'azzurro, l'ambiente è basico. Cerchiamo un ossido basico, l'ossido di un metallo (Ca).

SO<sub>3</sub> (che forma H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dà soluzioni acide. CaO (che forma CaOH) dà soluzioni basiche.

CO<sub>2</sub> (che forma H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dà soluzioni acide. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (che forma H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dà soluzioni acide.

Br<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (che forma HBrO<sub>3</sub>) dà soluzioni acide.

(Risposta B)

25. L'ossido di disprosio, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, reagisce con l'acido cloridrico per produrre solamente acqua e un sale.

Il sale è:

- A) Dy<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>    B) DyCl<sub>3</sub>    C) DyCl<sub>2</sub>    D) DyCl<sub>6</sub>    E) DyCl

**25. Soluzione**

L'ossido di disprosio, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, contiene Dy<sup>3+</sup> e somiglia a Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> che contiene Fe<sup>3+</sup>.

Il cloruro che si forma con HCl è DyCl<sub>3</sub> (simile a FeCl<sub>3</sub>).

(Risposta B)

26. Una soluzione 0,001 M di LiOH ha un pH di:

- A) 14            B) 3            C) 11            D) 4            E) 10<sup>-3</sup>

**26. Soluzione**

LiOH è completamente dissociato, [OH<sup>-</sup>] = C = 10<sup>-3</sup> M. Quindi pOH = 3. pH = 14 - 3 = 11.

(Risposta C)

27. Quale reazione rappresenta una reazione di neutralizzazione?

- A) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> → H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>                      B) 2 NaHCO<sub>3</sub> → Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>  
 C) LiOH + HBr → LiBr + H<sub>2</sub>O                D) 2 HCl + Zn → ZnCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>  
 E) SO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

**27. Soluzione**

In una reazione di neutralizzazione un acido reagisce con una base per formare un sale e acqua (H<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup> → H<sub>2</sub>O)

Questo accade solo in: LiOH<sub>(base)</sub> + HBr<sub>(acido)</sub> → LiBr<sub>(sale)</sub> + H<sub>2</sub>O.

(Risposta C)

28. Quale processo avverrà al catodo durante l'elettrolisi di una soluzione di sodio idrossido usando elettrodi di platino?

- A) OH<sup>-</sup> → OH + e<sup>-</sup>                                B) 4 OH → 2H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub>  
 C) H<sup>+</sup> + e<sup>-</sup> → H                                 D) Na<sup>+</sup> + e<sup>-</sup> → Na  
 E) OH + e<sup>-</sup> → OH<sup>-</sup>

**28. Soluzione**

Al catodo avvengono le riduzioni (consonante-consonante). Le reazioni A e B sono ossidazioni (A e B errate).

Il potenziale del sodio (E° = -2,7 V) è troppo basso e quindi Na<sup>+</sup> non si può ridurre in acqua (D errata).

La specie OH è radicalica e non si forma in acqua (E errata).

Resta solo la riduzione di H<sup>+</sup> (2 H<sup>+</sup> + 2 e<sup>-</sup> → H<sub>2</sub>) che qui è scritta come reazione parziale. In ambiente basico il potenziale dell'idrogeno si abbassa e bisogna applicare un potenziale maggiore di quello che serve in soluzione

acida per far avvenire l'elettrolisi.

(Risposta C)

29. Quale delle seguenti affermazioni relative alla velocità di una reazione NON è corretta?

- A) le reazioni veloci sono spostate più a destra di quelle lente  
 B) una maggiore concentrazione dei reagenti eleva la frequenza degli urti tra le particelle  
 C) il catalizzatore modifica il meccanismo della reazione abbassando in tal modo l'energia di attivazione  
 D) un aumento della temperatura eleva la frequenza e l'energia degli urti tra le particelle  
 E) un aumento della temperatura aumenta sempre la velocità delle reazioni

**29. Soluzione**

Le affermazioni sono tutte vere ad eccezione della A (le reazioni veloci sono spostate più a destra di quelle lente).

La velocità di reazione dipende dall'energia di attivazione ΔG\*, mentre la posizione dell'equilibrio termodinamico dipende dal ΔG della reazione. Ci sono reazioni molto lente, come la combustione del metano (alta energia di attivazione: serve una fiamma per innescarla), che però quando avvengono vanno a completezza. (Risposta A)

30. Quale ossido forma l'acido più forte?

- A)  $\text{Cl}_2\text{O}_7$     B)  $\text{CO}_2$     C)  $\text{SO}_2$     D)  $\text{P}_4\text{O}_{10}$     E)  $\text{Al}_2\text{O}_3$

**30. Soluzione**

Da  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  si forma  $\text{HClO}_4$ , un acido molto forte. Da  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  si forma  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , un acido di media forza ( $K_a = 7,5 \cdot 10^{-3}$ ).  
Da  $\text{SO}_2$  si forma  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , un acido di media forza ( $K_a = 1,2 \cdot 10^{-2}$ ). Da  $\text{CO}_2$  si forma  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , un acido debole.  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$  è una specie basica. (Risposta A)

31. Un processo elettrolitico produce 3,000 kg di alluminio all'ora partendo da  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Usando la stessa corrente, quanti kg di tungsteno si possono ottenere all'ora da  $\text{WO}_3$ ?

- A) 10,22    B) 20,43    C) 40,86    D) 61,28    E) 3,000

**31. Soluzione**

Nella prima reazione ( $\text{Al}^{3+} + 3 e^- \rightarrow \text{Al}$ ) per produrre una mole di alluminio servono 3 moli di elettroni.

Le moli di alluminio prodotte sono:  $n = m/\text{MA} = 3000/26,98 = 111,19$  mol.

Nella seconda reazione ( $\text{W}^{6+} + 6 e^- \rightarrow \text{W}$ ) per produrre una mole di tungsteno servono 6 moli di elettroni.

Con la stessa corrente si possono produrre la metà di moli di tungsteno cioè:  $111,19/2 = 55,597$  mol.

La massa di tungsteno prodotta ogni ora è:  $m = n \text{ MA} = 55,597 \cdot 183,84 = 10220$  g (10,22 kg). (Risposta A)

32. Quale, fra le seguenti sostanze, ha la maggiore temperatura di ebollizione?

- A)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$   
B)  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$   
C)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$   
D)  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$   
E)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

**32. Soluzione**

Le due sostanze A ed E (propano e butano) sono due idrocarburi e sono le due sostanze più bassobollenti, dato che formano solo legami di van der Waals (forze di London).

Poi abbiamo l'etere C (dimetiletere) sostanza lievemente polare che forma legami dipolo-dipolo.

A temperatura un po' maggiore bolle l'acetone B, più polare, nel quale si formano legami dipolo-dipolo più forti.

La sostanza più alto bollente è l'alcol D (2-propanolo), più polare, che forma legami a idrogeno. (Risposta D)

33. Quale coppia di reagenti NON dà origine ad un prodotto gassoso?

- A)  $\text{K}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
B)  $\text{Na}_2\text{SO}_3_{(s)} + \text{HCl}_{(aq)}$   
C)  $\text{Cu}_{(s)} + \text{HNO}_3_{(aq)}$   
D)  $\text{NH}_3_{(aq)} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(aq)}$   
E)  $\text{Zn}_{(s)} + \text{HCl}_{(aq)}$

**33. Soluzione**

Nelle reazioni A, B, C, E c'è una sostanza riducente (K,  $\text{SO}_3^{2-}$ , Cu, Zn) che, reagendo con  $\text{H}^+$ , forma  $\text{H}_2$  (gas).

Nella reazione D, una base e un acido formano un sale,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . (Risposta D)

34. Quale tipo di legame tiene assieme la molecola di fosfina,  $\text{PH}_3$ ?

- A) legame ad idrogeno    B) legame ionico    C) legame di Van der Waals  
D) legame covalente    E) legame metallico

**34. Soluzione**

Nella molecola  $\text{PH}_3$  (come in  $\text{NH}_3$ ) tre legami covalenti uniscono l'atomo centrale ai tre H. (Risposta D)

35. Quali sostanze possiedono proprietà più simili?

- 1)  $\text{CH}_3\text{OH}$     2)  $\text{CH}_3\text{COOH}$     3)  $\text{CH}_3\text{CH}_3$     4)  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$     5)  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$   
A) 1, 2    B) 3, 4    C) 1, 5    D) 1, 2, 5    E) 1, 4

**35. Soluzione**

Le sostanze 1 e 5 sono alcoli (metanolo e 2-propanolo) quindi hanno proprietà simili.

Le altre 3 sostanze sono un acido, un alcano e un chetone (acido acetico, etano, acetone). (Risposta C)

36. Qual è l'equazione bilanciata della dissociazione del cloruro di magnesio?

- A)  $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{aq})$   
 B)  $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}(\text{aq})$   
 C)  $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{aq})$   
 D)  $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$   
 E)  $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^+(\text{aq}) + \text{Cl}_2^-(\text{aq})$

### 36. Soluzione

$\text{MgCl}_2$  è un sale, contiene  $\text{Mg}^{2+}$  e 2 ioni  $\text{Cl}^-$ , la reazione è:  $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$ . (Risposta D)

37. Dati questi valori di  $K_a$ :



In quale reazione l'equilibrio è più spostato a destra?

- A)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{F}^- \rightarrow \text{HF} + \text{CH}_3\text{COO}^-$   
 B)  $\text{HOCl} + \text{F}^- \rightarrow \text{HF} + \text{OCl}^-$   
 C)  $\text{HF} + \text{OCl}^- \rightarrow \text{HOCl} + \text{F}^-$   
 D)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HOCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 E)  $\text{HF} + \text{HOCl} \rightarrow \text{HCl} + \text{HOF}$

### 37. Soluzione

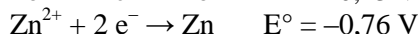
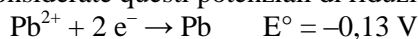
Le reazioni acido-base sono spostate nella direzione: acido più forte  $\rightarrow$  acido più debole

Dato che  $K_a(\text{HF}) > K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) > K_a(\text{HOCl})$  le reazioni A e B sono spostate a sinistra (A e B errate)

Le reazioni D ed E non sono acido-base e non sono spostate a destra.

La reazione C è molto spostata a destra:  $K_{\text{eq}} = K_{a1}/K_{a2}$ .  $K_{\text{eq}} = 6,7 \cdot 10^{-4}/3,2 \cdot 10^{-8} = 2,1 \cdot 10^4$ . (Risposta C)

38. Considerate questi potenziali di riduzione in soluzione acquosa 1,0M:



In soluzione acquosa, quale reazione avviene?

- A)  $\text{Pb} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{Zn}$   
 B)  $\text{Pb}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Pb} + \text{Zn}^{2+}$   
 C)  $\text{Pb}^{2+} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Pb} + \text{Zn}$   
 D)  $\text{Pb} + \text{Zn} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{Zn}^{2+}$   
 E) non avviene nessuna reazione

### 38. Soluzione

Le reazioni C e D sono errate perché in C entrambe le specie si riducono, in D entrambe si ossidano.

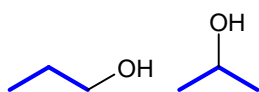
Nelle reazioni redox, la specie col potenziale maggiore si riduce, quella col potenziale minore si ossida.

In questo caso  $\text{Pb}^{2+}$  si riduce ( $E^\circ = -0,13 \text{ V}$ ), mentre Zn si ossida ( $E^\circ = -0,76 \text{ V}$ ). (Risposta B)

39. Quanti isomeri strutturali esistono, in totale, di un alcol di formula  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ?

- A) 5      B) 3      C) 4      D) 2      E) 1

### 39. Soluzione



Una catena di 3 atomi di carbonio può essere solo lineare. Il gruppo OH si può legare in due soli punti, sul carbonio terminale o su quello centrale e quindi esistono solo due diversi isomeri di struttura del propanolo: 1-propanolo e 2-propanolo. (Risposta D)

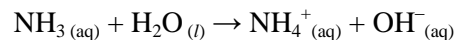
40. Un atomo centrale legato a due altri atomi e privo di coppie di elettroni di non legame (coppie solitarie) dovrebbe avere un angolo di legame di:

- A)  $90^\circ$       B)  $120^\circ$       C)  $109,5^\circ$       D)  $180^\circ$       E)  $104^\circ$

### 40. Soluzione

Una molecola di questo tipo è, per esempio,  $\text{CO}_2$  nella quale il carbonio centrale fa due doppi legami con gli atomi di ossigeno. Secondo la teoria VSEPR, le due coppie di legame sigma attorno al carbonio si dispongono a  $180^\circ$  in modo da essere il più lontano possibile una dall'altra (le coppie pigre non si considerano perché si sovrappongono ad una coppia sigma). La molecola  $\text{CO}_2$ , quindi, è lineare. (Risposta D)

41. Nella reazione:



qual è una coppia coniugata acido-base?

- A)  $\text{H}_2\text{O}$   $\text{NH}_3$
- B)  $\text{NH}_4^+$   $\text{H}_2\text{O}$
- C)  $\text{OH}^-$   $\text{NH}_3$
- D)  $\text{NH}_4^+$   $\text{NH}_3$
- E)  $\text{OH}^-$   $\text{NH}_4^+$

**41. Soluzione**

In questa reazione vi sono due coppie coniugate acido-base:  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$ .

(Risposta D)

42. Nell'elettro-rivestimento la massa del metallo depositato sul catodo è proporzionale a:

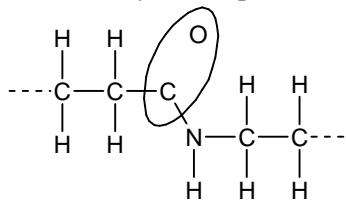
- A) la dimensione dello ione
- B) la concentrazione dello ione
- C) la temperatura della soluzione
- D) la quantità di elettricità che passa attraverso la cella
- E) il potenziale di ossidoriduzione del metallo

**42. Soluzione**

Al catodo avviene la riduzione (consonante-consonante). Con lo zinco avverrebbe la reazione:  $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$ . Per ogni atomo di zinco depositato devono passare due elettroni nel circuito elettrico della cella. Quindi, la massa di metallo depositato è proporzionale alla quantità di corrente che scorre nella cella.

(Risposta D)

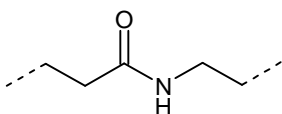
43. Una piccola porzione di una macromolecola di nylon ha questo arrangiamento di atomi:



L'ossigeno è legato al carbonio mediante:

- A) un legame semplice
- B) un legame doppio
- C) un legame triplo
- D) un legame ionico
- E) un legame di Van der Waals

**43. Soluzione**



Al carbonio del problema mancano due legami per fare i 4 legami dell'ottetto.

Il legame in questione, quindi, è un doppio legame, quello del carbonile di una ammido. La macromolecola è una poliammide (nylon).

(Risposta B)

44. Nel sistema all'equilibrio:



La dissoluzione di  $\text{AgCl}(\text{s})$  in acqua è un processo endotermico. Quale delle seguenti azioni NON influenzerebbe da sola la concentrazione di  $\text{Ag}^+$  e quella di  $\text{Cl}^-$  nella soluzione?

- A) l'aggiunta di  $\text{AgCl}(\text{s})$
- B) l'aggiunta di  $\text{NaCl}(\text{s})$
- C) l'aggiunta di  $\text{AgNO}_3(\text{s})$
- D) l'innalzamento della temperatura
- E) l'abbassamento della temperatura

**44. Soluzione**

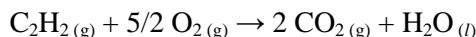
La  $K_{ps}$  dipende dalla temperatura quindi ogni variazione di temperatura influenza sia  $[\text{Ag}^+]$  sia  $[\text{Cl}^-]$ .

L'aggiunta di uno dei due ioni (con  $\text{NaCl}$  o  $\text{AgNO}_3$ ) fa diminuire la concentrazione dell'altro:  $K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ .

L'aggiunta di  $\text{AgCl}$ , invece, non influenza l'equilibrio perché  $\text{AgCl}$  si aggiunge al corpo di fondo. (Risposta A)



45. Il calore liberato dalla combustione di 2,50 moli di acetilene,  $C_2H_2$ , è assorbito da 155 kg d'acqua inizialmente a  $20,0\text{ }^\circ\text{C}$ . La reazione di combustione dell'acetilene è:



$\Delta H = -310,7\text{ kcal mol}^{-1}$ . Qual è la temperatura finale dell'acqua?

- A)  $21,0\text{ }^\circ\text{C}$     B)  $24,0\text{ }^\circ\text{C}$     C)  $25,0\text{ }^\circ\text{C}$     D)  $30,0\text{ }^\circ\text{C}$     E)  $31,0\text{ }^\circ\text{C}$

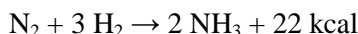
#### 45. Soluzione

Il calore prodotto dalla combustione di 2,50 moli di acetilene è:  $Q = 310,7 \cdot 2,5 = 776,75\text{ kcal}$ .

Il calore necessario per scaldare l'acqua è:  $Q = c m \Delta T$  da cui:  $\Delta T = Q/c m$      $\Delta T = 776,75/1 \cdot 155 = 5,0\text{ }^\circ\text{C}$

La temperatura finale dell'acqua è:  $20,0 + 5,0 = 25,0\text{ }^\circ\text{C}$ . (Risposta C)

46. La reazione di sintesi dell'ammoniaca



ha  $\Delta H = -22\text{ kcal/mol}$  e (a  $1000\text{ K}$ ) ha  $K_{eq} = 2,37 \cdot 10^{-3}$ . Quale delle seguenti affermazioni è corretta?

- A) un aumento della temperatura favorisce la produzione di  $NH_3$   
 B) un aumento della pressione favorisce la produzione di  $NH_3$   
 C) un raffreddamento del sistema non sposta l'equilibrio ma diminuisce la velocità della reazione  
 D) a  $1000\text{ K}$  l'equilibrio è più spostato verso la produzione di  $NH_3$   
 E) la reazione è lenta a  $1000\text{ K}$  a causa del basso valore della  $K_{eq}$

#### 46. Soluzione

Dato che la reazione è esotermica, è spinta a sinistra da un aumento di temperatura (A errata), mentre è spinta verso destra da una diminuzione di temperatura (C errata).

Andando verso destra il n° di molecole diminuisce ( $4 \rightarrow 2$ ) e così diminuisce la pressione.

Un aumento di pressione spinge la reazione verso destra, la direzione che fa diminuire la pressione (B corretta).

A  $1000\text{ K}$  la  $K_{eq}$  è molto piccola ( $2,37 \cdot 10^{-3}$ ) quindi la reazione è spostata a sinistra (D errata).

La velocità di una reazione dipende dall'energia di attivazione e non dalla  $K_{eq}$  (E errata). (Risposta B)

### AVVERTENZA

Al gruppo di domande che seguono bisogna rispondere scegliendo una delle cinque alternative qui sotto elencate:

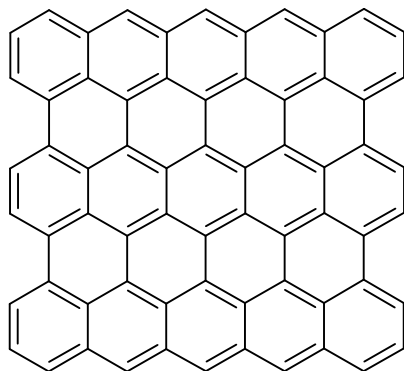
- A) entrambe le affermazioni **sono vere**, e la seconda **spiega** correttamente la prima.  
 B) entrambe le affermazioni **sono vere**, ma la seconda **non spiega** la prima.  
 C) la prima affermazione **è vera**, la seconda **è falsa**.  
 D) la prima affermazione **è falsa**, la seconda **è vera**.  
 E) entrambe le affermazioni **sono false**.

47. In un cristallo di grafite gli strati di atomi di C possono scorrere abbastanza facilmente l'uno sull'altro **perché**

gli strati sono tenuti assieme da forze di Van der Waals piuttosto deboli.

- A)    B)    C)    D)    E)

#### 47. Soluzione



Gli strati di atomi di carbonio della grafite sono formati da un insieme di atomi di carbonio legati tra loro nel piano per formare una rete di anelli esagonali. Ogni atomo di carbonio lega i tre carboni adiacenti con legami covalenti sigma. Su ogni carbonio resta un ultimo elettrone di valenza che può formare un doppio legame pigreco con un carbonio adiacente. In questo modo, su ogni foglio di grafite vi sono tantissimi doppi legami che costituiscono una rete di doppi legami delocalizzati.

Gli elettroni pigreco sono liberi di muoversi nel piano e rendono la grafite un buon conduttore elettrico, inoltre sono responsabili delle interazioni attrattive di van der Waals (forze di London) che fanno aderire i piani tra loro, ma consentono ai piani di scivolare uno sull'altro. Questo sfaldamento dei piani rende la grafite un lubrificante e spiega perché la grafite delle matite può tracciare segni sulla carta. (Risposta A)

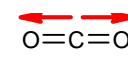
48. La molecola di CO<sub>2</sub> è apolare

**perché**

ha struttura lineare.

A) B) C) D) E)

**48. Soluzione**

 La molecola CO<sub>2</sub> è apolare anche se ha due legami C=O molto polari. Questi due dipoli si annullano tra loro dato che la molecola è lineare e i dipoli sono in perfetta opposizione tra loro. (Risposta A)

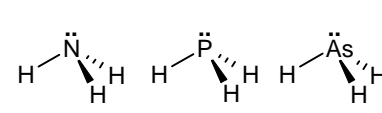
49. L'ammoniaca mostra un punto di ebollizione anormalmente elevato in confronto con gli altri idruri degli elementi del V gruppo

**perché**

la molecola dell'ammoniaca ha forma piramidale.

A) B) C) D) E)

**49. Soluzione**

 L'ammoniaca NH<sub>3</sub> ha effettivamente un punto di ebollizione anormalmente elevato rispetto agli altri idruri dello stesso gruppo (PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>), questo, però, non dipende dalla forma piramidale della molecola (anche PH<sub>3</sub> e AsH<sub>3</sub> sono piramidali), ma dal fatto che l'azoto è più elettronegativo e può formare legami a idrogeno in NH<sub>3</sub> liquida, che devono essere rotti nel passaggio allo stato gassoso. La maggiore energia richiesta per il passaggio di stato spiega la temperatura di ebollizione più alta. (Risposta B)

50. L'energia cinetica media delle molecole di un gas rimane costante a pressione costante

**perché**

le collisioni tra le molecole gassose sono perfettamente elastiche.

A) B) C) D) E)

**50. Soluzione**

La teoria cinetica dei gas ideali dice che l'energia cinetica media delle molecole del gas è legata alla temperatura e non alla pressione:  $E_c = \frac{3}{2} kT$

La teoria cinetica si fonda su alcune ipotesi iniziali la più importante delle quali è che gli urti tra le molecole e con le pareti del recipiente siano perfettamente elastici.

Quindi la prima affermazione del quesito 50 è errata, mentre la seconda affermazione è corretta. (Risposta D)

Soluzioni proposte da:  
Mauro Tonellato