

## Giochi della Chimica 2014

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

1. Indicare la configurazione elettronica del magnesio nel suo stato fondamentale.

- A)  $1s^2 2s^2 2p^6$                       B)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$                       C)  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2$                       D)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

#### 1. Soluzione

Il magnesio è l'elemento n° 12 della tavola periodica e ha appena messo il secondo elettrone nell'orbitale 3s.

La sua configurazione elettronica, quindi, è:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ .

(Risposta D)

2. Indicare quale tra questi elementi può espandere l'ottetto.

- A) azoto                      B) fosforo                      C) ossigeno                      D) carbonio

#### 2. Soluzione

N, O, C sono elementi del secondo periodo e hanno 4 orbitali di valenza ( $2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z$ ) che possono ospitare al massimo 8 elettroni. L'espansione dell'ottetto è possibile nel fosforo, elemento del terzo periodo, che può usare oltre agli orbitali 3s e 3p anche orbitali 3d. In  $H_3PO_4$ , il fosforo usa i suoi 5 elettroni per realizzare 5 legami: un doppio legame con un ossigeno e tre legami singoli con i tre OH. Ha 10 elettroni attorno a sé. (Risposta B)

3. Calcolare quanti mL di una soluzione di HCl 0,32 M si devono aggiungere a una soluzione acquosa contenente 4,00 g di  $Na_2CO_3$  per ottenere una soluzione a pH 10. ( $H_2CO_3$ :  $K_{a1} = 4,2 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{a2} = 4,8 \cdot 10^{-11}$ ).

- A) 99,4                      B) 80,8                      C) 87,5                      D) 33,9

#### 3. Soluzione

Il pH 10 è vicino alla seconda  $pK_a$  di  $H_2CO_3$ :  $pK_{a2} = -\log K_{a2} = -\log 4,8 \cdot 10^{-11} = 10,32$ . Quindi si deve preparare una soluzione tampone  $HCO_3^-/CO_3^{2-}$ . Il pH di una soluzione tampone vale:  $pH = pK_a - \log [HA]/[A^-]$  da cui:  $\log [HA]/[A^-] = pK_a - pH = 10,32 - 10 = 0,32$  da cui si ricava:  $[HA]/[A^-] = 10^{0,32} = 2,089$        $[HA] = 2,089 [A^-]$   
La massa molare di  $Na_2CO_3$  è:  $23 \cdot 2 + 12 + 48 = 106$  g/mol. Le moli di  $Na_2CO_3$  sono:  $4,0/106 = 0,0377$  mol.  
Chiamando x le moli di  $HCO_3^-$ , dalla  $[HCO_3^-] = 2,089 [CO_3^{2-}]$ , si ha:  $x = 2,089 \cdot (0,0377 - x) = 0,0788 - 2,089 x$   
 $3,089 x = 0,0788$        $x = 0,0255$  mol. Queste corrispondono alle moli di HCl 0,32 M da aggiungere:  
 $n = M \cdot V$        $0,0255 = 0,32 \cdot V$        $V = 0,0255/0,32 = 0,0797$  L (79,7 mL). (Risposta B)

4. Indicare quale delle seguenti affermazioni sull'azoto è corretta.

- A) può espandere l'ottetto  
B) ha bassa elettronegatività  
C) forma più di un ossido  
D) l'azoto molecolare,  $N_2$ , è presente nell'atmosfera a concentrazioni inferiori al 20%

#### 4. Soluzione

La sola affermazione corretta è che l'azoto forma più di un ossido ( $NO, NO_2, N_2O, N_2O_3, N_2O_5$ ). (Risposta C)

5. A 20,0 °C e 1013 mbar, l'aria secca ha una densità di 1,204 kg/m<sup>3</sup>. Qual è la densità a 40 °C e 1013 mbar? (considerare ideali i gas)

- A) 1,204 kg/m<sup>3</sup>                      B) 1,127 kg/m<sup>3</sup>                      C) 0,602 kg/m<sup>3</sup>                      D) 0,301 kg/m<sup>3</sup>

#### 5. Soluzione

La densità è:  $d = m/V$  da cui:  $m = d \cdot V$ . Dato che la massa è costante:  $m = d_1 V_1 = d_2 V_2$        $d_2 = d_1 V_1/V_2$

Le due temperature sono:  $273 + 20 = 293$  K;       $273 + 40 = 313$  K.

In questa esperienza la pressione e il numero di moli sono costanti, quindi, dalla legge dei gas  $PV = nRT$

si ottiene:  $T/V = P/nR = k$  cioè       $T_1/V_1 = T_2/V_2$        $V_1/V_2 = T_1/T_2$        $V_1/V_2 = 293/313 = 0,936$

La densità finale vale:       $d_2 = d_1 V_1/V_2$        $d_2 = 1,204 \cdot 0,936 = 1,127$  kg/m<sup>3</sup>. (Risposta B)

6. Indicare quale tra le seguenti sostanze allo stato elementare ha il punto di fusione più basso.

- A) Hg                      B) Fe                      C) Al                      D) W

#### 6. Soluzione

Fe, Al, W sono metalli solidi a T ambiente, mentre Hg è un metallo liquido a T ambiente.

(Risposta A)

7. Il consumo basale di ossigeno di un individuo normale è di 16,0 mol al giorno. Quale volume di aria viene inspirato in 1 giorno ( $1,013 \cdot 10^5$  Pa e 298,15 K), sapendo che il suo contenuto di  $O_2$  è 21,0% (v/v)?

- A) 3,88 m<sup>3</sup>  
 B) 1,51 m<sup>3</sup>  
 C) 1,86 m<sup>3</sup>  
 D) 2,44 m<sup>3</sup>

### 7. Soluzione

Il volume di  $O_2$  si ottiene dalla legge dei gas:  $V = nRT/P = (16 \cdot 0,0821 \cdot 298)/1 = 391,5$  L.

Il volume di aria inspirata è  $391,5 \cdot (100/21) = 1864$  L (1,86 m<sup>3</sup>).

(Risposta C)

8. Indicare quale tra i seguenti elementi ha maggiore elettronegatività.

- A) Si                      B) Al                      C) S                      D) P

### 8. Soluzione

Questi 4 elementi sono consecutivi nella tavola periodica: Al, Si, P, S. Dato che l'elettronegatività aumenta andando verso destra nel periodo, lo zolfo è quello più elettronegativo.

(Risposta C)

9. Se la concentrazione di Pb(II) in un campione di acqua potabile è  $2,41 \cdot 10^{-8}$  M, tenendo conto che un individuo ingerisce 2,0 L di acqua al giorno, calcolare la massa di Pb(II) ingerita in un mese (30 giorni).

- A) 0,85 mg              B) 1,2 mg              C) 0,58 mg              D) 0,30 mg

### 9. Soluzione

I litri di acqua ingerita in un mese sono:  $2,0 \cdot 30 = 60$  L. Le moli di Pb ingerite sono  $2,41 \cdot 10^{-8} \cdot 60 = 1,446 \cdot 10^{-6}$  mol. La massa di Pb è:  $1,446 \cdot 10^{-6} \cdot 207,2 = 3,0 \cdot 10^{-4}$  g (0,30 mg).

(Risposta D)

10. Un recipiente di 1,00 L, contenente il gas A alla pressione di 1,00 bar, viene connesso ad un altro recipiente di 3,00 L contenente il gas B alla pressione di 3,00 bar. La temperatura viene mantenuta costante. Qual è la pressione totale finale?

- A) 2,50 bar              B) 4,00 bar              C) 1,00 bar              D) 3,00 bar

### 10. Soluzione

Il fattore di conversione atm/bar si può incorporare nella costante R. Le moli di gas A si ricavano dalla legge dei gas:  $n = PV/RT = 1 \cdot 1/RT$ ; Le moli del gas B sono:  $n = 3 \cdot 3/RT = 9/RT$ . Le moli nel recipiente finale di 4 L sono:  $n = 1/RT + 9/RT = 10/RT$ . La pressione è  $P = nRT/V = (10/RT)RT/4 = 10/4 = 2,50$  bar.

(Risposta A)

11. Indicare la sola affermazione ERRATA che riguarda gli elementi F, Cl, Br.

- A) sono indicati come alogeni  
 B) sono tutti gas a temperatura ambiente  
 C) sono simili dal punto di vista chimico  
 D) sono caratterizzati da notevole elettronegatività

### 11. Soluzione

Gli alogeni non sono tutti gas a T ambiente.  $Br_2$  è liquido e  $I_2$  è solido.

(Risposta B)

12. Indicare fra le seguenti coppie quella costituita da ioni isoelettronici.

- A)  $F^-$   $Cl^-$               B)  $Ca^{2+}$   $Mg^{2+}$               C)  $F^-$   $Ca^{2+}$               D)  $F^-$   $Al^{3+}$

### 12. Soluzione

${}^9F^-$  ha la configurazione elettronica del gas nobile  ${}_{10}Ne$  e così pure  ${}_{13}Al^{3+}$ .

(Risposta D)

13. Indicare il pH di una soluzione di  $NH_4Cl$ .

- A) 7,0                      B) 9,2                      C) 5,3                      D) 11,4

### 13. Soluzione

$NH_4Cl$  è il sale di un acido forte (HCl) e una base debole ( $NH_3$ ) quindi è leggermente acido infatti contiene lo ione ammonio  $NH_4^+$ , un acido debole. L'unico pH acido è 5,3.

(Risposta C)

14. Indicare la molecola tetraedrica.

- A) XeF<sub>4</sub>                      B) CF<sub>4</sub>                      C) SF<sub>4</sub>                      D) TeCl<sub>4</sub>

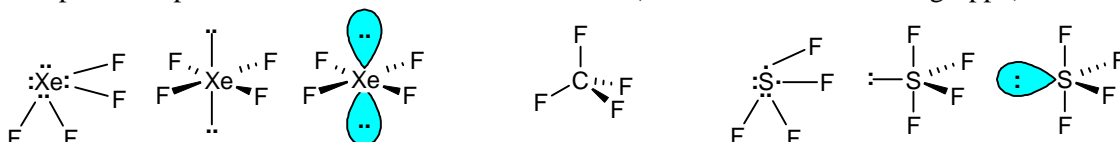
#### 14. Soluzione

CF<sub>4</sub> è tetraedrica come CH<sub>4</sub>.

(Risposta B)

XeF<sub>4</sub>, invece, è planare quadrata, infatti Xe ha 8 elettroni di valenza, 4 li usa per legare i 4 atomi di fluoro e 4 formano 2 coppie di non legame. Le coppie da sistemare attorno a Xe sono 6 (4 di legame e 2 di non legame) e assumono una geometria ottaedrica. Le due coppie di non legame vanno poste sull'asse verticale (una lontana dall'altra per il loro ingombro), i 4 atomi di fluoro si legano ai vertici della base quadrata.

SF<sub>4</sub> ha una geometria a cavalletto, infatti S ha 6 elettroni di valenza, 4 li usa per legare i 4 atomi di fluoro e 2 costituiscono una coppia di non legame. Le coppie da sistemare attorno a S sono 5 (4 di legame, 1 di non legame) e si dispongono a bipiramide a base triangolare. La coppia di non legame occupa uno dei vertici di base, i 4 atomi di fluoro occupano le 4 posizioni rimanenti. TeCl<sub>4</sub> è come SF<sub>4</sub> (S e Te sono dello stesso gruppo)



15. Indicare in quale specie l'atomo centrale non raggiunge l'ottetto.

- A) BF<sub>3</sub>                      B) CH<sub>4</sub>                      C) H<sub>2</sub>O                      D) NH<sub>3</sub>

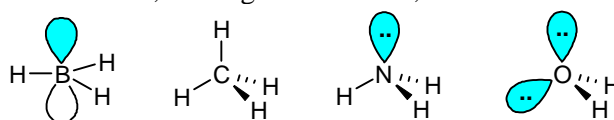
#### 15. Soluzione

In CH<sub>4</sub> il carbonio, che ha 4 elettroni di valenza, fa 4 legami covalenti e raggiunge l'ottetto.

In H<sub>2</sub>O l'ossigeno, che ha 6 elettroni di valenza, fa 2 legami covalenti e raggiunge l'ottetto.

In NH<sub>3</sub> l'azoto, che ha 5 elettroni di valenza, fa 3 legami covalenti e raggiunge l'ottetto.

In BH<sub>3</sub> il boro, che ha 3 elettroni di valenza, fa 3 legami covalenti, ha solo 6 elettroni attorno a sè. (Risposta A)



16. Calcolare il pH di una soluzione di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sapendo che da 130 mL di soluzione si possono precipitare 0,750 g di BaSO<sub>4</sub> per aggiunta di un eccesso di BaCl<sub>2</sub>.

- A) 3,58                      B) 0,990                      C) 2,88                      D) 1,26

#### 16. Soluzione

La massa molare di BaSO<sub>4</sub> è: 137 + 32 + 4 · 16 = 233 g/mol. Le moli di BaSO<sub>4</sub> sono: 0,750/233 = 3,21 mmol.

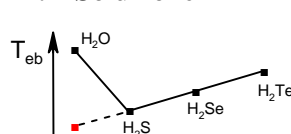
Queste coincidono con le moli di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, quindi la conc. di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è: M = n/V = 3,21/130 = 2,47 · 10<sup>-2</sup> M.

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è un acido forte solo con il primo H<sup>+</sup>: pH ≈ -log C = -log 2,47 · 10<sup>-2</sup> = 1,61. Tenendo conto anche del secondo H<sup>+</sup> (pK<sub>a2</sub> = 1,92) il pH scende solo di ≈ 0,1 unità: pH = 1,50. (Risposta X)

17. Fra le molecole di H<sub>2</sub>O si instaurano legami a ponte di idrogeno, che sono invece assenti tra le molecole di H<sub>2</sub>S. Un'evidenza sperimentale di questo fatto si può ottenere dal confronto:

- A) delle rispettive temperature di ebollizione  
B) dei rispettivi indici di rifrazione  
C) dei rispettivi calori specifici  
D) dei rispettivi coefficienti di dilatazione termica

#### 17. Soluzione



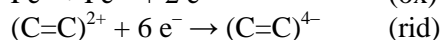
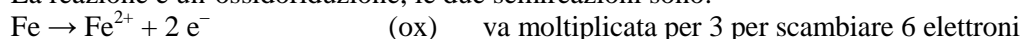
Le temperature di ebollizione degli idruri degli elementi del gruppo 16 (H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>Se, H<sub>2</sub>Te) aumentano all'aumentare della massa molecolare per H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>Se, H<sub>2</sub>Te. Questo indica che i legami dipolo-dipolo tra le molecole sono deboli e la temperatura di ebollizione è dettata dalla massa e quindi dall'energia cinetica (1/2 mv<sup>2</sup>) che le molecole devono assumere per allontanarsi dalle compagne ed entrare in fase gassosa.

L'H<sub>2</sub>O, in questo grafico, ha una temperatura di ebollizione anomala: la sua massa più piccola dovrebbe corrispondere ad una Teb inferiore. La sua alta Teb è dovuta ai forti legami idrogeno tra le molecole di H<sub>2</sub>O che mancano in H<sub>2</sub>S: per passare in fase gassosa, una molecola d'acqua non deve solo acquistare l'energia cinetica necessaria a volare, ma anche quella necessaria per rompere i legami idrogeno con le compagne. (Risposta A)

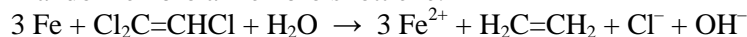
18. Calcolare le moli di Fe metallico necessarie per degradare 1 mol di tricloroetilene secondo la reazione, da bilanciare:
- $$\text{Fe}_{(s)} + \text{Cl}_2\text{C}=\text{CHCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2_{(g)} + \text{Cl}^{-}_{(aq)} + \text{OH}^{-}_{(aq)}$$
- A) 1                      B) 3                      C) 1,5                      D) 4

### 18. Soluzione

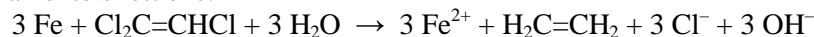
La reazione è un'ossidazione, le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 3 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



Servono 3 moli di ferro metallico per degradare una mole di tricloroetilene.

(Risposta B)

19. Diamante e grafite sono due forme cristalline di uno stesso elemento:

- A) silicio                      B) fosforo                      C) zolfo                      D) carbonio

### 19. Soluzione

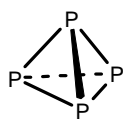
Il carbonio può esistere in più forme allotropiche. Quando, ibridato  $sp^3$ , forma legami tetraedrici con gli altri carboni si ha il diamante. Se invece il carbonio, ibridato  $sp^2$ , si lega nel piano con altri tre carboni, forma un foglio di esagoni dove, in ogni anello, vi sono 3 doppi legami C=C. Sopra e sotto il foglio vi è quindi un mare di orbitali pigreco che fanno aderire un foglio all'altro. La grafite è formata da pile di questi fogli, mentre un foglio da solo è chiamato grafene. Se un foglietto si arrotola e si chiude su sè stesso si formano i nanotubi. Infine se un foglio si chiude a sfera (grazie alla formazione di qualche pentagono in mezzo agli esagoni) si forma il fullerene, un'altra forma allotropica del carbonio.

(Risposta D)

20. Il fosforo elementare ha tre allotropi: bianco, rosso e nero. Di questi, il fosforo bianco, formato da molecole tetraedriche di formula  $P_4$ , è il più reattivo nei confronti dell'ossigeno. Indicare il motivo di tale comportamento.

- A) per l'elevata tensione degli angoli di legame, che hanno un valore di circa  $60^\circ$   
 B) perché i prodotti principali di ossidazione sono gli ossidi  $P_4O_6$  e  $P_4O_{10}$   
 C) perché è capace di assorbire la luce che ne catalizza le reazioni di ossidazione  
 D) perché gli atomi di fosforo presentano orbitali 3d vuoti

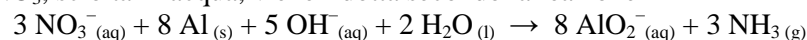
### 20. Soluzione



$P_4$  ha una struttura tetraedrica con quattro facce costituite da triangoli equilateri. Gli atomi di fosforo si trovano sui vertici e formano legami con angoli di  $60^\circ$ . Questo angolo è molto più stretto dei  $109^\circ$  che il fosforo fa in strutture stabili come il fosfato  $PO_4^{3-}$  nelle quali si trova al centro di un tetraedro formato dai 4 ossigeni. Per questo  $P_4$  è molto reattivo.

(Risposta A)

21. Una massa di  $KNO_3$ , sciolta in acqua, viene ridotta secondo la reazione



L'ammoniaca si rimuove per distillazione e reagisce completamente con 12,5 mL di HCl 0,100 M. Calcolare la massa di  $KNO_3$  iniziale.

- A) 0,374 g                      B) 0,126 g                      C) 0,985 g                      D) 1,020 g

### 21. Soluzione

Le moli di HCl sono:  $n = M \cdot V = 0,1 \cdot 12,5 = 1,25$  mmol e coincidono con le moli di  $NH_3$  e con quelle di  $KNO_3$ . Massa molare di  $KNO_3$ :  $39,1 + 14 + 48 = 101$  g/mol. La sua massa è  $101 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} = 0,126$  g. (Risposta B)

22. Indicare l'affermazione ERRATA relativa allo ione fosfato,  $PO_4^{3-}$ .

- A) ha geometria tetraedrica  
 B) presenta quattro strutture limite di risonanza più rappresentative  
 C) è caratterizzato da legami ionici P-O  
 D) sull'atomo di fosforo non sono presenti coppie solitarie

### 22. Soluzione

L'anione fosfato  $PO_4^{3-}$  forma legami ionici col relativo catione, ma, al suo interno, il fosforo è legato agli atomi di ossigeno da legami covalenti.

(Risposta C)

**23.** Aggiungendo 5,60 g di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  solido a 80,0 g di una soluzione dello stesso sale 11,0% (m/m), qual è la concentrazione (% m/m) della soluzione ottenuta?

- A) 16,8 %                      B) 14,5 %                      C) 22,3 %                      D) 34,2 %

**23. Soluzione**

Nella soluzione iniziale vi sono:  $80 \cdot 0,11 = 8,8$  g di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Nella nuova soluzione la massa di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  è  $8,8 + 5,6 = 14,4$  g. La massa totale è  $80 + 5,6 = 85,6$  g.

La percentuale di sale è  $14,4/85,6 = 16,8\%$ .

(Risposta A)

**24.** Per reazione tra un ossido di un non metallo e l'acqua si può ottenere:

- A) un idracido  
B) un sale  
C) un acido ossigenato  
D) un idrossido

**24. Soluzione**

Un ossido di un non metallo come  $\text{SO}_3$  reagendo con  $\text{H}_2\text{O}$  forma  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , un ossiacido.

(Risposta C)

**25.** La quantità di  $\text{NO}_2$  in un campione di aria viene determinata dopo ossidazione ad  $\text{HNO}_3$  con  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Calcolare la concentrazione in mg/L di  $\text{NO}_2$  se sono stati consumati 5,1 mL di una soluzione di  $\text{NaOH}$  0,0105 M per neutralizzare l'acido formato da 50 L di aria.

- A) 68,7 mg/L  
B) 41,8 mg/L  
C) 49,3 mg/L  
D) 104,2 mg/L

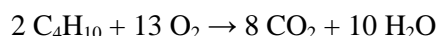
**25. Soluzione**

Le moli di  $\text{NaOH}$  sono:  $n = M \cdot V = 0,0105 \cdot 5,1 = 0,05355$  mmol. Queste coincidono con le mmoli di  $\text{HNO}_3$  e di  $\text{NO}_2$ . La massa molare di  $\text{NO}_2$  è:  $14 + 32 = 46$  g/mol. La massa di  $\text{NO}_2$  è  $0,05355 \cdot 46 = 2,4633$  mg/50 L.

In un litro la massa di  $\text{NO}_2$  è:  $2,4633/50 = 49,3$  mg/L.

(Risposta C)

**26.** Data la reazione di combustione:



Indicare la quantità massima di  $\text{CO}_2$  ottenibile se 5,00 g di  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  reagiscono con 25,0 g di  $\text{O}_2$ .

- A) 15,1 g                      B) 20,0 g                      C) 10,9 g                      D) 20,9 g

**26. Soluzione**

La reazione è:  $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$

Coefficienti	2	13	8
Moli (mol)	0,0862	(0,781)	0,345
MM (g/mol)	58	32	44
Massa (g)	5	25	15,17

La massa molare del butano  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  è:  $4 \cdot 12 + 10 = 58$  g/mol. Le moli di butano sono:  $5,0/58 = 0,0862$  mol.

La massa molare di  $\text{O}_2$  è: 32 g/mol. Le moli di  $\text{O}_2$  sono:  $25,0/32 = 0,781$  mol.

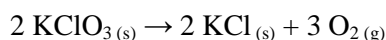
Le moli stechiometriche di  $\text{O}_2$  sono:  $0,0862 \cdot (13/2) = 0,56$ , quindi le presenti moli di  $\text{O}_2$  (0,781) sono in eccesso e la reazione è decisa dalle moli di butano, il reagente limitante.

Le moli che si formano di  $\text{CO}_2$  sono  $0,0862 \cdot (8/2) = 0,345$  mol. La massa molare di  $\text{CO}_2$  è:  $12 + 32 = 44$  g/mol.

La massa di  $\text{CO}_2$  che si forma è:  $44 \cdot 0,345 = 15,17$  g.

(Risposta A)

**27.** Un comune metodo di laboratorio per produrre ossigeno gassoso è scaldare il clorato di potassio,  $\text{KClO}_3$ . La reazione è la seguente:



Calcolare quanti grammi di  $\text{KClO}_3$  devono essere decomposti per produrre 10,0 g di  $\text{O}_2$ .

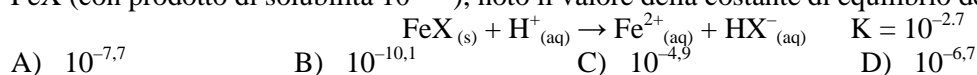
- A) 4,50 g                      B) 7,10 g                      C) 25,5 g                      D) 39,6 g

**27. Soluzione**

Le moli di  $\text{O}_2$  sono  $10/32 = 0,3125$  mol. Le moli di  $\text{KClO}_3$  sono i 2/3 di queste:  $0,3125 \cdot (2/3) = 0,2083$  mol.

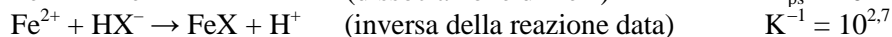
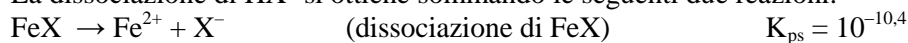
Massa molare di  $\text{KClO}_3$ :  $39,1 + 35,45 + 48 = 122,6$  g/mol. La sua massa è  $122,6 \cdot 0,2083 = 25,5$  g. (Risposta C)

28. Calcolare la costante acida  $K_{a2}$  di un acido diprotico  $H_2X$ , che forma un composto poco solubile con il  $Fe^{2+}$ ,  $FeX$  (con prodotto di solubilità  $10^{-10,4}$ ), noto il valore della costante di equilibrio della seguente reazione:

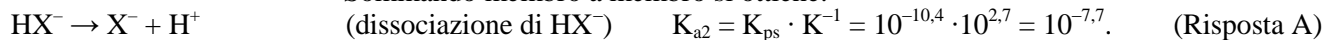


### 28. Soluzione

La dissociazione di  $HX^-$  si ottiene sommando le seguenti due reazioni:



----- Sommando membro a membro si ottiene:



29. In un esperimento furono ottenuti 6,00 g di ossido di sodio,  $Na_2O_{(s)}$ , dalla reazione di 5,00 g di sodio metallico,  $Na_{(s)}$ , con un eccesso di ossigeno gassoso,  $O_2$ . Indicare la resa della reazione.

- A) 82,4%  
B) 89,0%  
C) 44,5%  
D) 79,4%

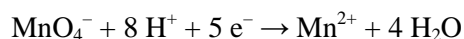
### 29. Soluzione

Le moli di Na sono:  $5/23 = 0,2174$  mol. Le moli teoriche di  $Na_2O$  sono la metà:  $0,2174/2 = 0,1087$  mol.

La massa molare di  $Na_2O$  è:  $23 \cdot 2 + 16 = 62$  g/mol. La massa teorica di  $Na_2O$  è:  $0,1087 \cdot 62 = 6,739$  g.

La resa della reazione è:  $6,0/6,739 = 89,0\%$ . (Risposta B)

30. Il permanganato di potassio ossida, in ambiente acido, una sostanza X di massa molecolare 100,5 secondo la semireazione:



Sapendo che 0,500 mol di  $KMnO_4$  reagiscono con 1,25 mol di X, determinare il numero di elettroni coinvolti nella corrispondente semireazione di ossidazione.

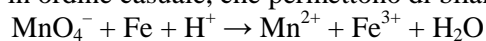
- A) 4  
B) 1  
C) 5  
D) 2

### 30. Soluzione

Il rapporto in moli  $KMnO_4/X$  è  $0,5/1,25$  e quindi  $1/2,5$  cioè: 2 mol/5 mol. Cioè la reazione è bilanciata quando le moli di  $KMnO_4$  sono 2, quindi gli elettroni consumati da  $KMnO_4$  sono: 2 mol  $\cdot$  5 elett. = 10 elett. totali.

La specie X deve quindi acquistare 2 elettroni, infatti: 5 mol  $\cdot$  2 elett. = 10 elett. totali. (Risposta D)

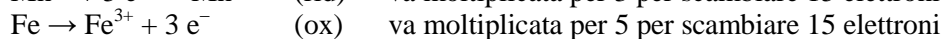
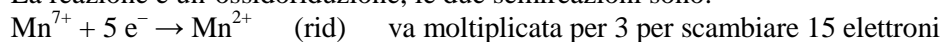
31. Indicare i coefficienti, riportati in ordine casuale, che permettono di bilanciare la reazione:



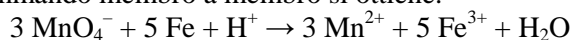
- A) 12, 2, 6, 5, 5, 6  
B) 3, 12, 8, 3, 5, 5  
C) 3, 24, 5, 5, 12, 3  
D) 3, 5, 5, 12, 3, 12

### 31. Soluzione

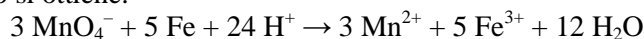
La reazione è un'ossidazione, le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 3 e per 5 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



I coefficienti in ordine crescente sono: 3, 3, 5, 5, 12, 24.

(Risposta C)

**32.** Una miscela solida di 1,78 g è costituita da  $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  e  $\text{KCl}$ . La miscela viene riscaldata a  $160^\circ\text{C}$  per 2 ore, per eliminare tutta l'acqua di cristallizzazione. Il peso finale è 1,56 g. Calcolare la percentuale di  $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  nella miscela.

- A) 87,4 %                      B) 58,9 %                      C) 83,7 %                      D) 44,8 %

**32. Soluzione**

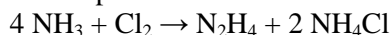
La massa di  $\text{H}_2\text{O}$  persa è  $1,78 - 1,56 = 0,22$  g. Le moli di  $\text{H}_2\text{O}$  sono:  $0,22/18 = 12,2$  mmol.

Le moli di  $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  sono la metà di queste:  $12,2/2 = 6,1$  mmol.

La massa molare di  $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  è:  $137,33 + 35,45 \cdot 2 + 2 \cdot 18 = 244,23$  g/mol.

La massa di  $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  è:  $244,23 \cdot 0,0061 = 1,49$  g. La % è  $1,49/1,78 = 83,7\%$ . (Risposta C)

**33.** Indicare in modo inequivocabile la quantità chimica di cloro che bisogna far reagire con 10 mol di ammoniaca, perché la seguente reazione sia completa.



- A) 2,5 mol di cloro molecolare  
B) 5,0 mol di cloro molecolare  
C) 2,5 mol di cloro  
D) 5,0 mol di cloro

**33. Soluzione**

Nella reazione, le moli di  $\text{Cl}_2$  sono  $1/4$  di quelle di  $\text{NH}_3$ , quindi servono  $10/4 = 2,5$  mol di  $\text{Cl}_2$ . (Risposta A)

**34.** La dose massima assimilabile di metilmercurio per l'uomo è 0,1 ng per kg di peso al giorno. Quanti kg di pesce può mangiare ogni settimana un individuo di 80 kg se il contenuto di metilmercurio nel pesce è 0,3 mg/kg?

- A) 1,2 kg                      B) 0,19 kg                      C) 0,48 kg                      D) 1,3 kg

**34. Soluzione**

La quantità massima di metilmercurio assimilabile in una settimana è:  $80 \cdot 7 \cdot 0,1 = 56$  ng (0,056 mg).

I kg di pesce che contengono questa quantità sono:  $0,056/0,3 = 0,19$  kg. (Risposta B)

**35.** Se si vuole avere un ugual numero di molecole di due sostanze liquide diverse A e B bisogna prendere:

- A) volumi uguali di A e B  
B) un ugual quantità in grammi di A e B  
C) quantità in grammi di A e B che stiano tra loro come le rispettive densità  
D) quantità in grammi di A e B che stiano tra loro come le rispettive masse molari

**35. Soluzione**

Per avere uno stesso numero di molecole di A e B bisogna prendere uno stesso numero di moli delle due sostanze. Quindi si deve avere:  $n = m_A/MM_A = m_B/MM_B$  da cui:  $m_A/m_B = MM_A/MM_B$ . (Risposta D)

**36.** Calcolare quanti grammi di una soluzione di  $\text{KCl}$  al 35% (m/m) occorre aggiungere ad una soluzione al 12% (m/m) per ottenere 120 g di una soluzione al 20% (m/m) di  $\text{KCl}$ .

- A) 54,7 g                      B) 41,7 g                      C) 32,1 g                      D) 22,4 g

**36. Soluzione**

Nella soluzione al 20% la massa di  $\text{KCl}$  è:  $120 \cdot 0,20 = 24$  g.

Chiamiamo x la massa incognita di soluzione al 35%. La massa in grammi di soluzione al 12% è:  $120 - x$ .

La massa di  $\text{KCl}$  nella soluzione al 35% è:  $0,35 x$ . La massa di  $\text{KCl}$  nella soluzione al 12% è:  $0,12 \cdot (120 - x)$ .

Dato che la massa di  $\text{KCl}$  si conserva deve valere:  $0,35 x + 0,12 \cdot (120 - x) = 24$ .

$0,35 x + 14,4 - 0,12 x = 24$                        $0,23 x = 9,6$                        $x = 41,7$  g. (Risposta B)

**37.** Qual è il numero di ossidazione medio del carbonio nella molecola di 1-propanolo  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ?

- A) +2                      B) -2                      C) -1,5                      D) -3

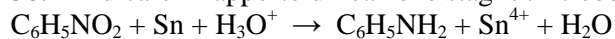
**37. Soluzione**

La formula bruta è  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ . Gli otto H hanno n.o. complessivo +8; l'O ha n.o. -2. Il totale è +6.

I tre C devono avere n.o. complessivo -6 e quindi il loro n.o. medio è  $-6/3 = -2$ . (Risposta B)

Oppure: il n.o. del C di sinistra è -3, il C centrale ha n.o. -2, il C di destra ha n.o. -1. La media è -2.

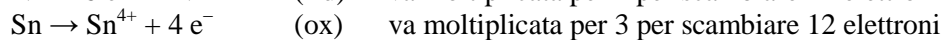
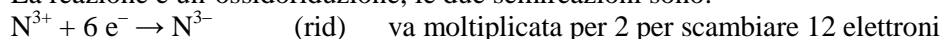
38. Indicare il rapporto di reazione stagno /nitrobenzene nella reazione:



- A) 2                      B) 1,5                      C) 2,5                      D) 3

### 38. Soluzione

La reazione è un'ossidazione, le due semireazioni sono:



Il rapporto stagno /nitrobenzene è  $3/2 = 1,5$ .

(Risposta B)

39. La capacità termica specifica dell'acqua è  $4,18 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ . Calcolare quanta energia è richiesta per innalzare a pressione costante la temperatura di 10,0 moli di acqua da  $20,0 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- A) 209 J                      B) 209 kJ                      C) 3,76 kJ                      D) 3,76 J

### 39. Soluzione

La massa di acqua è:  $10 \cdot 18 = 180 \text{ g}$ . L'energia richiesta è data da:  $Q = c m \Delta T = 4,18 \cdot 180 \cdot 5 = 3762 \text{ J}$ .

Quindi 3,76 kJ.

(Risposta C)

40. Un campione di aria inquinata da anidride solforosa viene fatto gorgogliare ad un flusso di  $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$  (in condizioni normali) attraverso una soluzione contenente 50 mL di  $\text{H}_2\text{O}_2$  5% ( $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ ). Dopo 0,5 h, l'acido solforico viene titolato con 5,6 mL di NaOH 0,0050 M. Calcolare la concentrazione di  $\text{SO}_2$  in presente nell'aria inquinata.

- A) 3,60  $\text{mg}/\text{m}^3$                       B) 21,4  $\text{mg}/\text{m}^3$                       C) 5,41  $\text{mg}/\text{m}^3$                       D) 1,80  $\text{mg}/\text{m}^3$

### 40. Soluzione

Le moli di NaOH sono:  $n = M \cdot V = 0,005 \cdot 5,6 = 0,028 \text{ mmol}$ . Le moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sono metà:  $0,028/2 = 0,014 \text{ mmol}$ .

Queste sono anche le moli di  $\text{SO}_2$  in un flusso di 0,5 h cioè in  $0,5 \text{ m}^3$ . In  $1 \text{ m}^3$  ce ne sono il doppio: 0,028 mmol.

La massa molare di  $\text{SO}_2$  è:  $32 + 32 = 64 \text{ g/mol}$ . La massa di  $\text{SO}_2$  è  $0,028 \cdot 64 = 1,79 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

(Risposta D)

## Qui continuano i quesiti della classe A (41-60)

41. L'Angstrom è:

- A) un'unità di misura della lunghezza  
B) un'unità di misura della velocità  
C) un'unità di misura del tempo  
D) un'unità di misura degli angoli di legame

### 41. Soluzione

L'Angstrom è un'unità di misura di lunghezza e vale  $10^{-10} \text{ m}$ .

(Risposta A)

42. Il simbolo dell'unità di misura della massa atomica è:

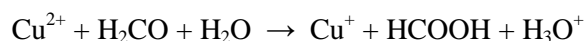
- A) uma                      B) u                      C) g                      D) nessuno dei tre

### 42. Soluzione

Il simbolo dell'unità di massa atomica è u.

(Risposta B)

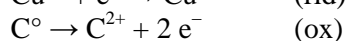
43. Determinare quante moli di formaldeide reagiscono con 100 mL di  $\text{CuSO}_4$  0,05 M, secondo la reazione da bilanciare:



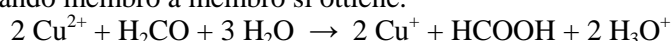
- A) 0,010                      B) 0,0045                      C) 0,0025                      D) 0,0050

### 43. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Le moli di  $\text{Cu}^{2+}$  sono:  $n = M \cdot V = 0,05 \cdot 100 = 5 \text{ mmol}$ . Le moli di  $\text{H}_2\text{CO}$  sono metà: 2,5 mmol.

(Risposta C)



44. Litio e potassio:

- A) appartengono allo stesso periodo della tavola periodica
- B) possiedono lo stesso numero di protoni nel nucleo
- C) possiedono lo stesso numero di elettroni nell'ultimo livello energetico
- D) sono entrambi non metalli

**44. Soluzione**

Litio e potassio appartengono allo stesso gruppo della tavola periodica e quindi hanno lo stesso numero di elettroni nell'ultimo livello energetico. Li: ( $2s^1$ ); K: ( $4s^1$ ). (Risposta C)

45. Stabilire in quale intervallo è compreso il pH di una soluzione 0,1 M di formiato di ammonio.

$K_a$  (ac. formico) =  $1,8 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_b$  ( $\text{NH}_3$ ) =  $1,8 \cdot 10^{-5}$

- A) 6–8
- B) 2–5
- C) 9–10
- D) 11–12

**45. Soluzione**

Questo sale è formato da un acido debole e una base debole. Dato che la  $K_a$  dell'acido formico è dieci volte più grande della  $K_b$  dell' $\text{NH}_3$ , il sale è leggermente acido e il pH sarà circa 6.

Scartando l'intervallo 2–5, troppo acido, resta solo 6–8.

(Risposta A)

In alternativa bisogna ricordare la formula che dà  $[\text{H}^+]$  in un sale formato da acido debole e base debole:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_a}{K_b} K_w} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-4}}{1,8 \cdot 10^{-5}} K_w} = \sqrt{10 K_w} = \sqrt{10^{-13}} = 10^{-6,5} \text{ M.} \quad \text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 10^{-6,5} = 6,5.$$

46. L'elettronegatività:

- A) è massima per il fluoro
- B) è massima per i metalli alcalini
- C) aumenta lungo un gruppo
- D) è pari all'energia di legame

**46. Soluzione**

L'elettronegatività massima è quella del fluoro. Dato che si misurano solo differenze di EN, nella scala di Pauling al fluoro è stato assegnato il valore 4 che è stato preso in modo che tutte le EN siano positive. (Risposta A)

47. Indicare l'associazione corretta.

- A) N gas nobile
- B) P metallo di transizione
- C) Mg metallo alcalino
- D) Cl alogeno

**47. Soluzione**

Le affermazioni A, B, C sono errate. Mentre è giusto affermare che il cloro è un alogeno. (Risposta D)

48. Indicare quale coppia di formule rappresenta due sostanze differenti.

- A)  $\text{Si}(\text{OH})_4$  e  $\text{H}_4\text{SiO}_4$
- B)  $\text{H}_3\text{BO}_3$  e  $\text{B}(\text{OH})_3$
- C)  $\text{AsH}_3$  e  $\text{HAsO}_2$
- D) acido cromico e  $\text{H}_2\text{CrO}_4$

**48. Soluzione**

$\text{AsH}_3$  e  $\text{HAsO}_2$  sono palesemente differenti. (Risposta C)

49. Indicare quale andamento si osserva spostandosi da sinistra verso destra lungo la Tavola Periodica.

- A) il raggio atomico tende a diminuire
- B) il raggio atomico tende ad aumentare
- C) l'energia di ionizzazione tende a diminuire
- D) l'elettronegatività tende a diminuire

**49. Soluzione**

L'affermazione esatta è la A, infatti, spostandosi a destra nei periodi, la carica nucleare aumenta e attira con più forza gli elettroni di valenza che si avvicinano di più al nucleo, dato che non si schermano tra loro perchè si trovano nello stesso guscio. Così il raggio atomico diminuisce. (Risposta A)

50. Il fosforo (P) è un esempio di:

- A) non metallo      B) metallo alcalino      C) alogeno      D) elemento delle terre rare

**50. Soluzione**

Gli atomi nell'angolo in alto a destra della tavola periodica (fino alla diagonale di semimetalli) sono non metalli che con ossigeno formano ossiacidi. Nel secondo periodo, i non metalli sono B, C, N, O, F, Ne, i non metalli del terzo periodo sono P, S, Cl, Ar. (Risposta A)

51. Un composto binario contenente idrogeno e un altro elemento, in soluzione acquosa, ha comportamento:

- A) basico      B) acido  
C) anfotero      D) non è possibile definire a priori le sue proprietà

**51. Soluzione**

A questa domanda non si può rispondere senza sapere di quale elemento si tratta. Con l'idrogeno, un non metallo come il cloro forma composti acidi (HCl), un altro non metallo come l'ossigeno forma composti anfoteri (H<sub>2</sub>O), un metallo come il sodio forma composti basici (NaH). (Risposta D)

52. Indicare la configurazione che descrive uno stato eccitato dell'atomo di ossigeno.

- A) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>2</sup>  
B) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>2</sup> 3s<sup>2</sup>  
C) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>1</sup>  
D) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>

**52. Soluzione**

Lo stato fondamentale dell'ossigeno è: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>. Uno stato eccitato deve contenere gli stessi elettroni, con almeno un elettrone promosso in orbitali a più alta energia, come in: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>2</sup> 3s<sup>2</sup>. (Risposta B)

53. Un ossido anfotero è:

- A) in grado di reagire esclusivamente con basi  
B) in grado di reagire esclusivamente con acidi  
C) in grado di reagire sia con basi che con acidi  
D) non è in grado di reagire, né con basi né con acidi

**53. Soluzione**

Un ossido anfotero, per definizione, si può comportare sia da acido sia da base e quindi può reagire sia con basi che con acidi. Ad es:  $\text{ZnO} + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ .  $\text{ZnO} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ . (Risposta C)

54. Indicare l'elemento che non presenta lo stato di ossidazione +6.

- A) Cr      B) Mo      C) S      D) Ba

**54. Soluzione**

Il bario ha solo due elettroni esterni e non può facilmente perderne 6. (Risposta D)

55. Quando il sale NaCl si scioglie in acqua, si verifica:

- A) l'avvicinamento degli ioni con carica opposta  
B) l'idratazione degli ioni  
C) un aumento del pH  
D) una reazione di ossido-riduzione

**55. Soluzione**

Gli ioni Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> si staccano dai loro compagni nel cristallo e si circondano di molecole di acqua. (Risposta B)

56. Indicare il composto ionico del cloro.

- A) BCl<sub>3</sub>      B) HCl      C) CCl<sub>4</sub>      D) NaCl

**56. Soluzione**

In BCl<sub>3</sub>, HCl, CCl<sub>4</sub>, il cloro fa legami covalenti polari. Nei cristalli di NaCl i legami sono ionici. (Risposta D)

57. Una reazione chimica si svolge in un recipiente cilindrico, con un'area di base di  $10,0 \text{ cm}^2$  e dotato di un pistone libero di muoversi senza attrito. Sapendo che la pressione esterna è di  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  e che il lavoro associato alla reazione è  $-101,3 \text{ J}$ , calcolare di quanto si innalza il pistone.

- A)  $10,0 \text{ cm}$       B)  $100 \text{ cm}$       C)  $1,01 \text{ cm}$       D)  $0,101 \text{ cm}$

### 57. Soluzione

Il lavoro di volume è negativo perchè è fatto dal sistema:  $W = -P \Delta V$  da cui si ricava  $\Delta V = -W/P$   
 $\Delta V = 101,3/1,013 \cdot 10^5 = 10^{-3} \text{ m}^3 = 10^{-3} \cdot 10^6 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$ . La lunghezza è  $10^3/10 = 100 \text{ cm}$ . (Risposta B)

58. Indicare quale affermazione riguardante il legame covalente è ERRATA.

- A) non è direzionale      B) può essere polare o non polare  
 C) può essere semplice, doppio e triplo      D) è presente nelle molecole degli alcani

### 58. Soluzione

Il legame covalente è dato dalla sovrapposizione di orbitali e obbliga i due atomi e gli orbitali coinvolti a rimanere allineati per rendere minima la repulsione tra i nuclei. Per questo, il legame covalente è fortemente direzionale e ogni alterazione dei corretti angoli di legame genera tensione angolare e rende instabile la molecola. (Risposta A)

59. Indicare le formule dei composti ionici che si formano quando il catione  $\text{Na}^+$  si combina con gli anioni bromuro, carbonato e fosfato.

- A)  $\text{NaBr}$     $\text{Na}_2\text{CO}_3$     $\text{Na}_3\text{PO}_4$       B)  $\text{Na}_2\text{Br}$     $\text{Na}_2\text{CO}_3$     $\text{Na}_3\text{PO}_4$   
 C)  $\text{NaBr}$     $\text{Na}_3(\text{CO}_3)_2$     $\text{Na}_3\text{PO}_4$       D)  $\text{NaBr}$     $\text{Na}_2\text{CO}_3$     $\text{Na}_2\text{PO}_4$

### 59. Soluzione

Col bromuro ( $\text{Br}^-$ ) basta un  $\text{Na}^+$ , col carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) servono due  $\text{Na}^+$ , col fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) tre  $\text{Na}^+$ . (Risposta A)

60. Indicare quale formula corrisponde al sodio solfito.

- A)  $\text{Na}_2\text{S}$       B)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$       C)  $\text{NaHSO}_3$       D)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

### 60. Soluzione

Il solfato è  $\text{SO}_4^{2-}$ , il solfito ha un ossigeno in meno:  $\text{SO}_3^{2-}$ . Il sodio solfito è  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . (Risposta B)

## Qui riprendono i quesiti della classe B (41-60)

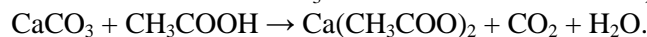
41. Calcolare quanti grammi di acqua si possono ottenere dalla decomposizione di  $0,100 \text{ g}$  di  $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ .

- A)  $0,00881 \text{ g}$       B)  $0,0532 \text{ g}$       C)  $0,0189 \text{ g}$       D)  $0,0243 \text{ g}$

### 41. Soluzione

La massa molare del sale è:  $24,3 + 2 \cdot 35,45 + 6 \cdot 18 = 203,2 \text{ g/mol}$ ; massa molare di  $6 \text{ H}_2\text{O}$ :  $6 \cdot 18 = 108 \text{ g/mol}$ .  
 Il rapporto in massa è  $108/203,2 = 0,5315$ . La massa di  $\text{H}_2\text{O}$  è:  $0,5315 \cdot 0,1 = 0,0532 \text{ g}$ . (Risposta B)

42.  $3,00 \text{ g}$  di  $\text{CaCO}_3$  reagiscono con un eccesso di  $\text{CH}_3\text{COOH}$  secondo la reazione, da bilanciare:



Se tutto il carbonato viene consumato nella reazione, calcolare quanta  $\text{CO}_2$  e  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  si formano:

- A)  $\text{CO}_2 = 1,32 \text{ g}$ ;    $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 4,74 \text{ g}$   
 B)  $\text{CO}_2 = 4,74 \text{ g}$ ;    $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 1,32 \text{ g}$   
 C)  $\text{CO}_2 = 4,74 \text{ g}$ ;    $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 4,74 \text{ g}$   
 D)  $\text{CO}_2 = 1,32 \text{ g}$ ;    $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 2,64 \text{ g}$

### 42. Soluzione

La reazione bilanciata è:  $\text{CaCO}_3 + 2 \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Moli (mol)                      0,03                      0,03      0,03

MM (g/mol)                    100                      158      44

Massa (g)                      3,0                      4,74      1,32

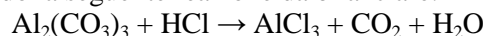
$\text{CaCO}_3$ : la massa molare è:  $40 + 12 + 48 = 100 \text{ g/mol}$ . Le moli sono:  $3/100 = 0,03 \text{ mol}$

$\text{CO}_2$ : la massa molare è:  $12 + 32 = 44 \text{ g/mol}$ . Le moli sono le stesse di  $\text{CaCO}_3$ . La massa è:  $0,03 \cdot 44 = 1,32 \text{ g}$ .

$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ : la massa molare è:  $40 + 2(24 + 3 + 32) = 158 \text{ g/mol}$ . Le moli sono le stesse di  $\text{CaCO}_3$ .

La massa di  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  è:  $0,03 \cdot 158 = 4,74 \text{ g}$ . (Risposta A)

43. Un minerale impuro contiene  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ . Per reazione di 2,50 kg di minerale con un eccesso di HCl gassoso si ottengono 0,55 kg di  $\text{AlCl}_3$ , secondo la seguente reazione da bilanciare:



Calcolare la percentuale in massa di  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$  presente nel minerale impuro.

- A) 22,0%  
 B) 11,0 %  
 C) 38,6 %  
 D) 19,3%

#### 43. Soluzione

La reazione bilanciata è:  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

Coefficienti	1	2
Moli (mol)	2,061	4,123
MM (g/mol)	234	133,4
Massa (g)	482,4	550

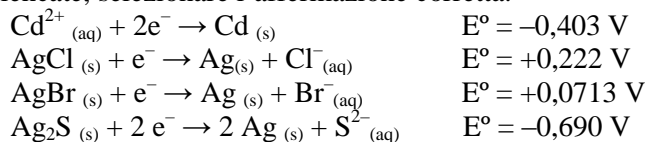
Le masse molari sono:  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$  ( $2 \cdot 27 + 3 \cdot 60 = 234$  g/mol);  $\text{AlCl}_3$  ( $27 + 3 \cdot 35,45 = 133,4$  g/mol)

Le moli di  $\text{AlCl}_3$  sono:  $550/133,4 = 4,123$  mol. Le moli di  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$  sono la metà:  $4,123/2 = 2,061$  mol.

La massa di  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$  è:  $2,061 \cdot 234 = 482,4$  g. La % è:  $482,4/2500 = 19,3\%$ .

(Risposta D)

44. Si aggiunga un eccesso di Cd metallico a una sospensione acida contenente  $\text{AgCl}_{(s)}$ ,  $\text{AgBr}_{(s)}$  e  $\text{Ag}_2\text{S}_{(s)}$ . Considerando le semireazioni elencate, selezionare l'affermazione corretta.



- A) reagisce solo  $\text{AgCl}_{(s)}$   
 B) reagiscono  $\text{AgBr}_{(s)}$  e  $\text{Ag}_2\text{S}_{(s)}$   
 C) reagisce solo  $\text{Ag}_2\text{S}_{(s)}$   
 D) reagiscono  $\text{AgCl}_{(s)}$  e  $\text{AgBr}_{(s)}$

#### 44. Soluzione

Il cadmio metallico può essere ossidato a  $\text{Cd}^{2+}$  dalle coppie redox con potenziale superiore  $-0,403$  V, quindi reagiscono  $\text{AgCl}$  e  $\text{AgBr}$ , ma non  $\text{Ag}_2\text{S}$ .

(Risposta D)

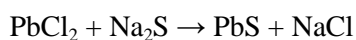
45. Per una reazione di ordine zero  $A \rightarrow B$ , la costante cinetica ha le dimensioni di:

- A) concentrazione  $\cdot$  tempo $^{-1}$   
 B) tempo $^{-1}$   
 C) concentrazione  
 D) concentrazione $^{-1} \cdot$  tempo $^{-1}$

#### 45. Soluzione

L'equazione cinetica di ordine zero è:  $v = k$  quindi  $k$  ha le dimensioni della velocità (M/s). (Risposta A)

46. Una soluzione acquosa contenente 1,80 g di  $\text{PbCl}_2$  viene trattata con un eccesso di  $\text{Na}_2\text{S}$  secondo la seguente reazione non bilanciata:



Si recuperano per filtrazione 1,00 g di  $\text{PbS}$ . Calcolare la resa percentuale della reazione.

- A) 25,0 %      B) 50,3 %      C) 64,6 %      D) 95,0 %

#### 46. Soluzione

La reazione bilanciata è:  $\text{PbCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} + 2 \text{NaCl}$

Moli (mmol)	6,47	4,18
MM (g/mol)	278	239
Massa (g)	1,80	1,00

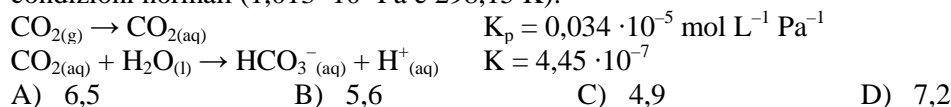
Le masse molari sono:  $\text{PbCl}_2$  ( $207,2 + 2 \cdot 35,45 = 278$  g/mol);  $\text{PbS}$  ( $207,2 + 32 = 239$  g/mol)

Le moli sono:  $\text{PbCl}_2$  ( $1,8/278 = 6,47$  mmol);  $\text{PbS}$  ( $1/239 = 4,18$  mmol).

Dato che il rapporto teorico in moli è 1:1, la resa è  $4,18/6,47 = 64,6\%$ .

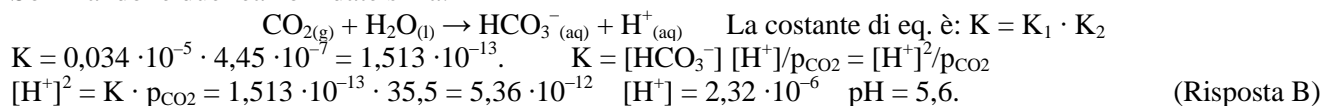
(Risposta C)

47. Calcolare il pH di un'acqua saturata con aria [con un contenuto di  $\text{CO}_2$  (g) di 0,035% (v/v)] alle vecchie condizioni normali ( $1,013 \cdot 10^5$  Pa e 298,15 K).



#### 47. Soluzione

La pressione parziale di  $\text{CO}_2$  è:  $p_{\text{CO}_2} = x_{\text{CO}_2} P = (0,035/100) \cdot 1 = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ atm} \rightarrow 3,5 \cdot 10^{-4} \cdot 1,013 \cdot 10^5 = 35,5 \text{ Pa}$   
Sommando le due reazioni date si ha:

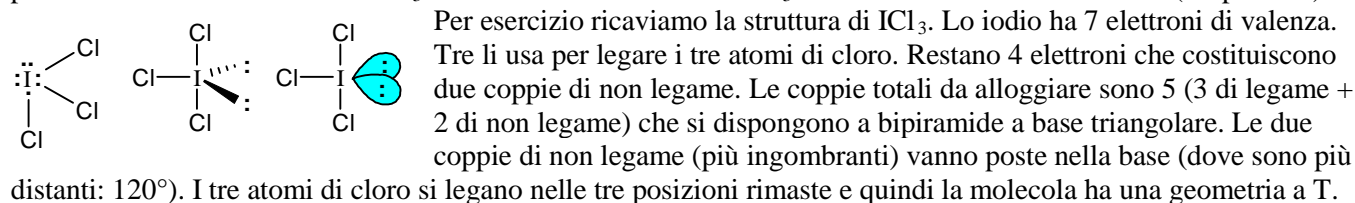


48. In base alla teoria VSEPR, indicare quale molecola presenta una geometria a T.

- A)  $\text{BCl}_3$   
B)  $\text{NCl}_3$   
C)  $\text{PCl}_3$   
D)  $\text{ICl}_3$

#### 48. Soluzione

Le prime tre si scartano facilmente perché sono molecole note.  $\text{BCl}_3$  è planare triangolare,  $\text{NCl}_3$  e  $\text{PCl}_3$  sono piramidali come l'ammoniaca  $\text{NH}_3$ . Resta solo la molecola D:  $\text{ICl}_3$ . (Risposta D)



49. Quale delle seguenti condizioni è necessaria affinché si verifichi una collisione tra molecole efficace per una reazione chimica.

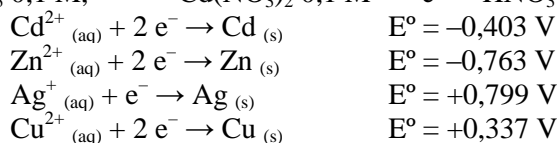
- I) orientazione favorevole delle molecole nell'urto  
II) energia cinetica sufficiente  
III) elevato  $\Delta H$  di reazione  
A) condizione I  
B) condizioni I e II  
C) condizioni II e III  
D) le tre condizioni

#### 49. Soluzione

L'energia cinetica deve essere sufficiente a produrre, negli urti, un'energia che superi l'energia di attivazione e inoltre le molecole devono urtarsi con la corretta orientazione. Il  $\Delta H$ , invece, è ininfluente. (Risposta B)

50. Che cosa si osserva se si immerge una barretta di  $\text{Cu}_{(s)}$  in una soluzione contenente:

$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  0,1 M,  $\text{AgNO}_3$  0,1 M,  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  0,1 M e  $\text{HNO}_3$  0,001 M?



- A) si deposita  $\text{Ag}_{(s)}$   
B) non si osserva nulla  
C) si deposita  $\text{Zn}_{(s)}$   
D) si deposita  $\text{Cd}_{(s)}$

#### 50. Soluzione

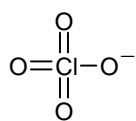
Il rame metallico si può ossidare solo reagendo con una specie dal potenziale maggiore del suo.

Il potenziale del rame è  $E^\circ = +0,337 \text{ V}$ , l'unico potenziale maggiore di questo è quello dell'argento che, quindi, si riduce ad argento metallico. ( $\text{Cu} + 2 \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Ag}$ ). (Risposta A)

51. Indicare l'ordine medio di legame tra Cl e O nelle strutture di risonanza più stabili di  $\text{ClO}_4^-$ .

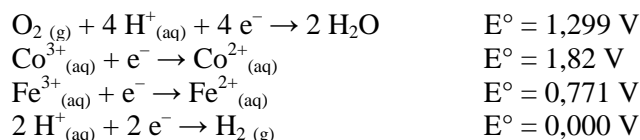
- A) 1  
B) 1,25  
C) 1,75  
D) 1,5

51. Soluzione



Nello ione  $\text{ClO}_4^-$  vi sono 3 ossigeni legati da un doppio legame e un ossigeno con legame singolo. In totale i legami sono 7 e l'ordine di legame è  $7/4 = 1,75$ . (Risposta C)

52. Cosa si verifica facendo gorgogliare aria in una soluzione contenente HCl 0,1 M,  $\text{FeCl}_2$  0,005 M e  $\text{CoCl}_2$  0,005 M?



- A) si forma  $\text{H}_2$   
B) non succede nulla  
C) si forma  $\text{Fe}^{3+}$   
D) si forma  $\text{Co}^{3+}$

52. Soluzione

Il potenziale dell'ossigeno (1,299 V) è calcolato in condizioni standard,  $[\text{H}^+] = 1 \text{ M}$  (pH 0).

Con  $[\text{H}^+] = 0,1 \text{ M}$  (pH 1) il potenziale di  $\text{O}_2$  è solo lievemente più basso, e la scala dei valori non cambia.

L'ossigeno dell'aria può ossidare le specie che hanno un potenziale minore di 1,299 V, quindi, in teoria,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{H}_2$ . Dato che in soluzione non c'è  $\text{H}_2$ , può ossidare solo  $\text{Fe}^{2+}$ . (Risposta C)

53. Quali delle seguenti affermazioni sono esatte per il processo di espansione di un gas ideale nel vuoto.

- I) il processo comporta una variazione di entalpia  
II) il processo comporta un aumento di entropia  
III) il processo comporta una diminuzione dell'energia libera di Gibbs  
IV) il processo può procedere spontaneamente nella direzione inversa  
A) le quattro affermazioni sono tutte esatte  
B) sono esatte solo le affermazioni II e III  
C) sono esatte solo le affermazioni I e IV  
D) le quattro affermazioni sono tutte errate

53. Soluzione

L'espansione di un gas nel vuoto avviene in modo adiabatico, senza scambi di calore:  $\Delta H = 0$ .

Il processo comporta un aumento di entropia legato al maggior volume a disposizione e quindi al maggior disordine molecolare.

Dato che  $\Delta H = 0$  e  $\Delta S > 0$ , il processo è spontaneo infatti:  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ .

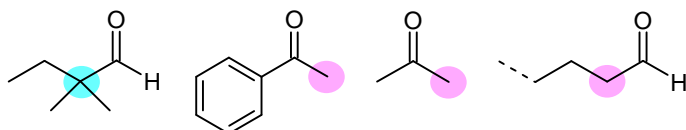
Se il processo è spontaneo verso destra, non è spontaneo nella direzione opposta.

Sono corrette solo le affermazioni 2 e 3. (Risposta B)

54. Quale dei seguenti composti non dà condensazione aldolica?

- A) 2,2-dimetilbutanale  
B) acetofenone  
C) acetone  
D) decanale

54. Soluzione



Tutte le molecole date hanno idrogeni in posizione alfa tranne la prima che, in alfa, ha solo carboni. Tutte possono dare condensazione aldolica fuorchè la prima. (Risposta A)

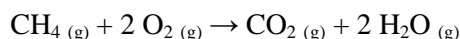
55. Il pH di una soluzione può essere determinato misurando la concentrazione della forma acida e della forma basica di un indicatore. Sapendo che il blu di bromotimolo ha un valore della  $K_a$  pari a  $10^{-7,1}$ , determinare il pH di una soluzione in cui il rapporto [forma acida]/[forma basica] è 1,5.

- A) 10,2  
B) 7,90  
C) 6,90  
D) 5,80

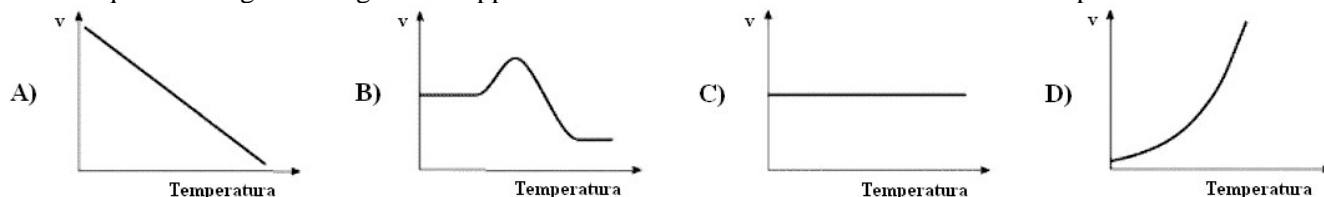
**55. Soluzione**

Il pH di un acido debole è dato da:  $\text{pH} = \text{p}K_a - \log [\text{HA}]/[\text{A}^-] = 7,1 - \log 1,5 = 6,9$ . (Risposta C)

56. Data la reazione esotermica



indicare quale dei seguenti diagrammi rappresenta la relazione tra velocità di reazione e temperatura.



**56. Soluzione**

In una reazione esotermica, un aumento della temperatura sposta a sinistra l'equilibrio, quindi diminuisce la resa della reazione. La velocità di reazione, però, aumenta sempre con l'aumento della temperatura, quindi il grafico corretto è il D. (Risposta D)

57. Una soluzione di HClO 0,1 M e HCl 0,1 M viene titolata con NaOH 0,1M, usando metilarancio come indicatore. Quale delle seguenti affermazioni è esatta?

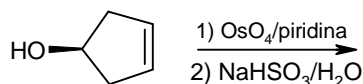
- A) si titola solo HCl  
B) si titola solo HClO  
C) si titola sia HCl che HClO  
D) non si titola nessun acido

**57. Soluzione**

Il metilarancio è rosso a pH molto acido e vira al giallo a pH 4,4. Nella titolazione con NaOH di HCl, il pH resta acido fino all'ultima goccia di NaOH che completa la titolazione, poi l'indicatore diventa giallo e il pH diventa basico.

La  $K_a$  di HClO è  $3,5 \cdot 10^{-8}$ , la sua titolazione comincia a pH successivi al punto di viraggio del metilarancio. Quindi si può titolare solo HCl. (Risposta A)

58. Indicare quale coppia rappresenta il prodotto della seguente reazione.

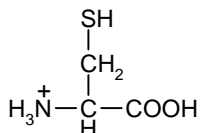


- A) e B) e C) e D) e

**58. Soluzione**

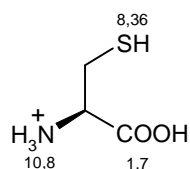
La reazione degli alcheni con tetrossido di osmio (in quantità catalitica, in presenza di un co-ossidante) è una idrossilazione cis (come quella con  $\text{KMnO}_4$ , ma più controllabile). Vengono aggiunti due gruppi OH dallo stesso lato del piano dell'alchene. I due OH si devono trovare o entrambi sopra o entrambi sotto. (Risposta A)

59. La cisteina è un amminoacido che presenta tre costanti acide:  $K_{a1} = 10^{-1,70}$   $K_{a2} = 10^{-8,36}$   $K_{a3} = 10^{-10,8}$   
Indicare a quali gruppi funzionali sono riferite:



- A)  $K_{a1}$ : COOH       $K_{a2}$ :  $\text{NH}_3^+$        $K_{a3}$ : SH  
B)  $K_{a1}$ :  $\text{NH}_3^+$        $K_{a2}$ : COOH       $K_{a3}$ : SH  
C)  $K_{a1}$ : COOH       $K_{a2}$ : SH       $K_{a3}$ :  $\text{NH}_3^+$   
D)  $K_{a1}$ : SH       $K_{a2}$ : COOH       $K_{a3}$ :  $\text{NH}_3^+$

### 59. Soluzione



Negli amminoacidi, i gruppi amminico e carbossilico legati al carbonio alfa hanno un effetto reciproco elettron attrattore e sono entrambi un po' più acidi di quanto sarebbero se fossero da soli. Il carbossile ha un  $\text{pK}_a$  intorno a 2 (invece di 4,5) e il gruppo amminico ha un  $\text{pK}_a$  intorno a 9 (invece di 10,5). Il  $\text{pK}_a$  del gruppo tiolico può essere dedotto da quello dell'acido solfidrico  $\text{H}_2\text{S}$  (7), nella cisteina però la carica negativa di  $\text{RS}^-$  è destabilizzata dall'effetto elettron donatore del carbonio e quindi è logico aspettarsi un  $\text{pK}_a$  tra 8 e 9, quindi a ridosso del  $\text{pK}_a$  del gruppo amminico. La carica negativa sullo zolfo  $\text{RS}^-$  contribuisce a stabilizzare la carica positiva sullo ione ammonio  $\text{RNH}_3^+$  e quindi la  $\text{pK}_a$  di questo è spinta a valori più basici (oltre 10). (Risposta C)

60. L'assorbanza di un campione è 0,12. Qual è la sua trasmittanza?

- A) 0,76      B) 1,32      C) 1,13      D) -0,12

### 60. Soluzione

La definizione di assorbanza è:  $A = -\log T$ . Quindi:  $T = 10^{-A} = 10^{-0,12} = 0,76$ . (Risposta A)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato