

## Giochi della Chimica 2015

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

1. Indicare a cosa corrisponde il prodotto  $N_A \cdot u$  nelle unità di misura del Sistema Internazionale:  
 A)  $0,001 \text{ kg mol}^{-1}$     B)  $12 \text{ g mol}^{-1}$     C)  $1/0,001 \text{ kg mol}^{-1}$     D)  $1 \text{ kg mol}^{-1}$

#### 1. Soluzione

Il numero di Avogadro è dato dal rapporto tra le due unità di misura  $g$  e  $u$ :  $N = g/u$  e rappresenta (per gli atomi) il numero di atomi di massa  $x u$  presenti in  $x g$ . Questa quantità di sostanza è stata definita una mole e quindi si è introdotta la Costante di Avogadro  $N_A = \text{atomi/mol}$ .

Quindi  $N_A = (g/u)/\text{mol}$  allora  $N_A \cdot u = g/\text{mol} = 0,001 \text{ kg/mol}$ . (Risposta A)

2. Individuare l'affermazione corretta:

- A) ci sono più atomi di carbonio in 1 g di diamante che in 1 g di grafite  
 B) ci sono meno atomi di carbonio in 1 g di diamante che in 1 g di grafite  
 C) ci sono più molecole in 1 g di  $O_3$  che in 1 g di  $O_2$   
 D) ci sono meno molecole in 1 g di  $O_3$  che in 1 g di  $O_2$

#### 2. Soluzione

Diamante e grafite sono due forme allotropiche del carbonio, quindi la stessa massa di queste due sostanze contiene un uguale numero di atomi di carbonio (A e B errate).

Anche  $O_3$  e  $O_2$  sono due forme allotropiche dell'ossigeno, un grammo di entrambe contiene lo stesso numero di atomi di ossigeno, ma 1 g di  $O_3$  contiene meno molecole perché  $O_3$  è più pesante di  $O_2$ . (Risposta D)

3. Se un elettrone presenta i seguenti numeri quantici:  $n = 4$ ,  $l = 2$ ,  $m_l = -2$ ;  $m_s = -1/2$ , esso si trova:

- A) in un orbitale p del quarto livello    B) in un orbitale d del quarto livello  
 C) in un orbitale p del secondo livello    D) in un orbitale d del terzo livello

#### 3. Soluzione

Il numero quantico  $l$  individua la forma dell'orbitale:  $l = 0, 1, 2$  indica, rispettivamente, gli orbitali s, p, d.

L'elettrone si trova in un orbitale d ( $l = 2$ ) nel quarto livello ( $n = 4$ ). (Risposta B)

4. Secondo il principio di esclusione di Pauli, un orbitale può contenere al massimo:

- A) due elettroni, purché di spin opposto    B) due elettroni, purché di spin parallelo  
 C) un elettrone con spin  $+1/2$     D) un elettrone con spin  $-1/2$

#### 4. Soluzione

Il principio di esclusione di Pauli dice che, in un atomo, non ci possono essere due elettroni con tutti i numeri quantici uguali. Se due elettroni si trovano nello stesso orbitale, hanno 3 numeri quantici uguali ( $n, l, m_l$ ) e quindi devono differire per l'ultimo, il numero quantico di spin e devono avere spin opposto. (Risposta A)

5. Il catione monopositivo di un elemento del primo gruppo della tavola periodica ha una configurazione elettronica:

- A) analoga al gas nobile che precede tale elemento  
 B) analoga al gas nobile che segue tale elemento  
 C) analoga a un alogeno  
 D) analoga al metallo alcalino che lo precede

#### 5. Soluzione

I metalli alcalini, gli elementi primo gruppo, hanno un elettrone in più del gas nobile che li precede, quindi tendono a perderlo diventando ioni monopositivi. Es:  $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$ . (Risposta A)

6. Indicare tra K, Rb, Ca e Sr, l'atomo che ha minore energia di prima ionizzazione:

- A) Sr    B) Ca    C) Rb    D) K

#### 6. Soluzione

L'energia di prima ionizzazione sale andando dal basso verso l'alto nei gruppi, quindi  $\text{Rb} < \text{K}$  e  $\text{Sr} < \text{Ca}$ .

L'EI cresce (in prima approssimazione) andando verso destra nei periodi, quindi  $\text{Rb} < \text{Sr}$ . (Risposta C)

7. Se in una generica reazione:  $A + B \rightarrow C + D$

il reagente limitante è A, vuole dire che:

- A) la reazione è un equilibrio spostato a destra
- B) il reagente B non si consumerà completamente
- C) la reazione è un equilibrio spostato a sinistra
- D) il reagente B si consumerà completamente

### 7. Soluzione

Se A è il reagente limitante, significa che il rapporto tra le moli di A e quelle di B è inferiore al loro rapporto stechiometrico nella reazione. Quando A sarà esaurito, B sarà ancora presente. (Risposta B)

8. Indicare l'affermazione ERRATA riguardante le reazioni redox:

- A) il numero di elettroni ceduti dalle specie che si ossidano deve essere uguale al numero di elettroni acquistati dalle specie che si riducono
- B) la somma delle cariche a sinistra nella reazione deve essere uguale alla somma delle cariche a destra
- C) può accadere che una stessa specie si ossidi e si riduca
- D) per ogni specie chimica coinvolta nell'ossidazione o nella riduzione, la variazione del numero di ossidazione deve essere un multiplo di due

### 8. Soluzione

In una reazione redox gli elettroni passano da una specie dove sono legati più debolmente ad un'altra dove sono legati con più forza, ed è proprio la maggiore stabilità del nuovo sistema che spinge avanti la reazione, quindi l'affermazione A è esatta. Anche l'affermazione B è esatta perché in una reazione, oltre alla massa, si conserva anche la carica. L'affermazione C è esatta perché una specie poco stabile può dare dismutazione, cioè alcune molecole di uno stesso composto si possono ossidare a spese di altre che si riducono. L'affermazione errata è la D, infatti gli elettroni scambiati possono essere sia pari che dispari e non sono obbligati a spostarsi in coppia. Il ferro, ad esempio, può passare dallo stato di ossidazione  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$ . (Risposta D)

9. L'elio, il cui numero atomico è 2, ha due isotopi stabili,  ${}^4He$  e  ${}^3He$ :

- A) l'isotopo  ${}^4He$  ha più elettroni dell'isotopo  ${}^3He$
- B) l'isotopo  ${}^4He$  ha più neutroni dell'isotopo  ${}^3He$
- C) l'isotopo  ${}^4He$  ha più protoni dell'isotopo  ${}^3He$
- D) nessuna delle tre precedenti

### 9. Soluzione

Gli isotopi (dal greco stesso posto) sono atomi con lo stesso numero di protoni, ma diverso numero di neutroni, quindi  ${}^4He$  (4 = 2 protoni, 2 neutroni) ha un neutrone in più di  ${}^3He$  (3 = 2 protoni, 1 neutrone). (Risposta B)

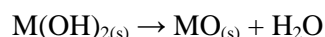
10. Un elemento metallico M forma con il cloro un composto di formula  $MCl_4$  nel quale la percentuale di alogeno è 74,75% (m/m). Determinare la massa molare del metallo:

- A) 189,7 g mol<sup>-1</sup>
- B) 141,8 g mol<sup>-1</sup>
- C) 47,90 g mol<sup>-1</sup>
- D) 105,9 g mol<sup>-1</sup>

### 10. Soluzione

Su 100 g di composto, le moli di cloro sono  $74,75/35,45 = 2,11$  mol. Le moli di M sono  $1/4$ :  $2,11/4 = 0,527$  mol. La massa di M è  $100 - 74,75 = 25,25$  g. La massa molare di M è:  $25,25/0,527 = 47,9$  g/mol. (Risposta C)

11. 3,03 g di un idrossido di formula  $M(OH)_2$  subiscono, per decomposizione termica, una perdita in massa pari a 0,936 g secondo la reazione



Indicare di quale idrossido si tratta.

- A)  $Mg(OH)_2$
- B)  $Ca(OH)_2$
- C)  $Fe(OH)_2$
- D)  $Pb(OH)_2$

### 11. Soluzione

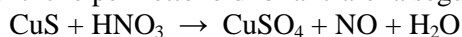
La perdita di massa del campione è dovuta alla perdita di una molecola di  $H_2O$ , si sono persi 0,936 g di  $H_2O$ .

Le moli di  $H_2O$  perse sono:  $0,936/18 = 0,052$  mol. La massa di MO rimasto è  $3,03 - 0,936 = 2,094$  g.

Le moli di MO rimaste sono 0,052 mol (come  $H_2O$ ). La massa molare di MO è  $2,094/0,052 = 40,27$  g/mol.

La massa molare di M è  $40,27 - 16 = 24,27$  g/mol, quindi M è magnesio. (Risposta A)

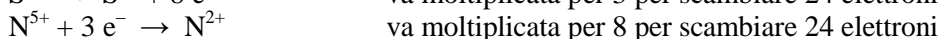
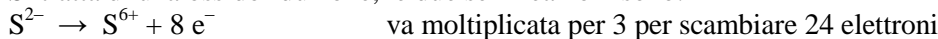
12. Indicare, nell'ordine, i coefficienti che permettono di bilanciare la seguente reazione:



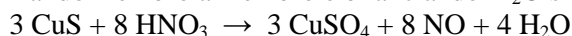
- A) 3, 8, 3, 8, 4  
 B) 3, 8, 8, 8, 4  
 C) 8, 8, 3, 8, 4  
 D) 3, 8, 3, 3, 4

### 12. Soluzione

Si tratta di una ossidoriduzione, le due semireazioni sono:



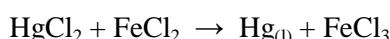
Moltiplicando per 3 e per 8, sommando membro a membro e bilanciando  $\text{H}_2\text{O}$  si ottiene:



I coefficienti sono 3, 8, 3, 8, 4.

(Risposta A)

13. Calcolare la quantità di  $\text{Hg}_{(l)}$  che si può ottenere facendo reagire 6,55 g di  $\text{FeCl}_2$  con un eccesso di  $\text{HgCl}_2$ , sapendo che la reazione (da bilanciare)

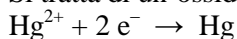


procede con una resa dell'80,0%.

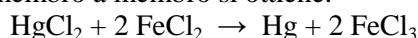
- A) 6,48 g  
 B) 5,19 g  
 C) 4,14 g  
 D) 3,11 g

### 13. Soluzione

Si tratta di un'ossidoriduzione, le due semireazioni sono:



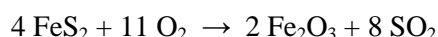
Moltiplicando per 2 e poi sommando membro a membro si ottiene:



La massa molare di  $\text{FeCl}_2$  è:  $55,85 + 2 \cdot 35,45 = 126,75$  g/mol. Le moli di  $\text{FeCl}_2$  sono:  $6,55/126,75 = 0,0517$  mol.

Le moli di  $\text{Hg}$  sono la metà:  $0,0517/2 = 0,0258$  mol. La massa di  $\text{Hg}$  è:  $0,0258 \cdot 200,59 = 5,18$  g. (Risposta B)

14. Indicare la quantità di  $\text{SO}_2$  che si ottiene mettendo a reagire 2,0 moli di  $\text{FeS}_2$  con 6,0 moli di  $\text{O}_2$ , secondo la reazione:



- A) 6,0 mol  
 B) 12,0 mol  
 C) 8,0 mol  
 D) 4,0 mol

### 14. Soluzione

2,0 mol di  $\text{FeS}_2$  reagiscono con  $11/2 = 5,5$  mol di  $\text{O}_2$ , quindi le 6,0 moli di  $\text{O}_2$  introdotte sono in eccesso.

Le moli di  $\text{SO}_2$  sono il doppio di quelle di  $\text{Fe}_2\text{S}$ :  $2,0 \cdot 2 = 4,0$  mol.

(Risposta D)

15. La seguente reazione:  $\text{HIO}_3 + 5 \text{HI} \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

- A) prevede che, in qualsiasi caso, da 6 molecole complessive di reagenti si ottengano 6 molecole di prodotti  
 B) è una reazione di comproporzione  
 C) è una reazione acido-base  
 D) è una reazione di dismutazione

### 15. Soluzione

La prima affermazione può sembrare vera, ma è ingannevole perché i reagenti devono essere presenti con 1 molecola e 5 molecole, e non con 6 molecole complessive, infatti  $2 + 4$  molecole non vanno bene.

La seconda affermazione è vera perché la comproporzione è la reazione inversa della dismutazione. In una comproporzione due specie, che contengono lo stesso elemento in stati ossidativi diversi, reagiscono per dare un composto che contiene l'elemento in uno stato ossidativo intermedio ( $\text{I}^{5+} + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2$ ).

(Risposta B)

16. In uno stesso periodo della tavola periodica:

- A) gli elementi del VII gruppo hanno elettronegatività minore
- B) gli elementi del I gruppo hanno energia di prima ionizzazione maggiore
- C) gli elementi del I gruppo hanno elettronegatività maggiore
- D) gli elementi del I gruppo hanno energia di prima ionizzazione minore

### 16. Soluzione

L'elettronegatività aumenta andando verso destra in uno stesso periodo (A e C errate).

L'EI aumenta (in prima approssimazione) andando verso destra in uno stesso periodo.

(Risposta D)

17. Indicare, l'affermazione ERRATA:

- A) l'elio risulta poco reattivo e si trova sotto forma di molecola monoatomica
- B) come tutti gli elementi del gruppo 18, l'elio presenta doppietto (ottetto) di valenza completo
- C) l'elio presenta due elettroni nel guscio esterno di valenza, quindi appartiene al gruppo 2
- D) il nome elio deriva dal latino helios (sole), perché fu scoperto osservando lo spettro della luce solare in occasione di un'eclissi

### 17. Soluzione

L'affermazione C è errata perché, pur avendo 2 elettroni nell'orbitale 1s, He non possiede orbitali 1p, e con la configurazione  $1s^2$  ha completato il primo livello, quindi He è un atomo molto stabile come (e ancor più) degli altri gas nobili e questo lo colloca nel gruppo 18 della tavola periodica.

(Risposta C)

18. Nella formula chimica dell'idruro di calcio,  $\text{CaH}_2$ , l'idrogeno viene scritto dopo il metallo perché si segue la regola secondo cui, nei composti binari, gli elementi sono scritti:

- A) in ordine alfabetico
- B) in ordine crescente di elettronegatività
- C) secondo numero atomico decrescente
- D) in ordine decrescente di elettronegatività

### 18. Soluzione

Nei composti binari, gli elementi vanno scritti in ordine crescente di elettronegatività come NaCl. (Risposta B)

19. In uno ione molecolare poliatomico, la somma algebrica dei numeri di ossidazione di tutti gli atomi deve essere uguale:

- A) a zero
- B) alla carica dello ione
- C) al numero di atomi presenti nello ione
- D) al numero di elettroni di valenza dell'atomo più elettronegativo

### 19. Soluzione

La somma dei n.o. di tutti gli atomi deve essere uguale alla carica dello ione. I numeri di ossidazione, infatti, sono la carica formale che attribuiamo ad ogni atomo immaginando che tutti i legami siano ionici. La somma delle cariche formali dei singoli atomi deve dare la carica totale dello ione.

In  $\text{NO}_3^-$  le cariche formali sono:  $\text{N}^{5+}$   $\text{O}^{2-}$   $\text{O}^{2-}$   $\text{O}^{2-}$  quindi:  $5 - 2 - 2 - 2 = -1$  (carica dello ione). (Risposta B)

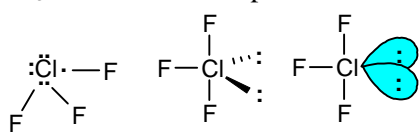
20. Sulla base della teoria VSEPR:

- A)  $\text{BF}_3$  è una molecola apolare, mentre  $\text{ClF}_3$  è polare
- B)  $\text{BF}_3$  è una molecola polare, mentre  $\text{ClF}_3$  è apolare
- C) entrambe le molecole sono polari
- D) entrambe le molecole sono apolari

### 20. Soluzione

$\text{BF}_3$  è una molecola apolare dato che è planare trigonale ed è simmetrica, quindi i dipoli si annullano tra loro.

Per determinare la struttura di  $\text{ClF}_3$  consideriamo l'atomo centrale Cl. Questo ha 7 elettroni di valenza. Ne usa 3 per legare i 3 atomi di fluoro, restano 4 elettroni che costituiscono 2 coppie di non legame. Le coppie da alloggiare attorno a Cl sono 5 (3 di legame e 2 di non legame) e quindi si dispongono a bipiramide a base trigonale. Le 2 coppie di non legame, più ingombranti, vanno poste su due vertici della base trigonale (angoli di  $120^\circ$ ), nelle altre posizioni si legano i 3 atomi di fluoro. La molecola ha una geometria a T, non è simmetrica e quindi è polare. (Risposta A)



21. Viene prelevata una frazione delle moli di gas inizialmente contenute in un recipiente rigido. Al fine di mantenere inalterata la pressione all'interno del recipiente, si deve:

- A) diminuire la temperatura                      B) prelevare altro gas  
C) aumentare la temperatura                    D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

### 21. Soluzione

Se pressione e volume sono costanti, la legge dei gas  $PV = nRT$  diventa:  $nT = PV/R = k$ . Moli e temperatura sono inversamente proporzionali. Se diminuiscono le moli, T deve aumentare. (Risposta C)

22. 0,02 mol di Ar contenute in un recipiente rigido si trovano inizialmente a 15 °C e  $1,01 \cdot 10^5$  Pa. Viene loro fornito calore per un totale di 27 J. Qual è la pressione finale all'interno del recipiente? (capacità termica molare di Ar a volume costante =  $12,48 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ).

- A)  $1,8 \cdot 10^4$  Pa            B)  $1,4 \cdot 10^5$  Pa            C)  $1,2 \cdot 10^5$  Pa            D)  $1,6 \cdot 10^5$  Pa

### 22. Soluzione

Dato che il gas è contenuto in un recipiente rigido, il volume è costante e il gas non compie lavoro in seguito al riscaldamento. Dalla legge dei gas  $PV = nRT$  si ricava il volume è:  $V = nR(T/P) = nR(298/1) = nR \cdot 298$

Il calore fornito è legato all'aumento di temperatura dalla relazione:  $Q = n c_v \Delta T$  da cui si ricava:

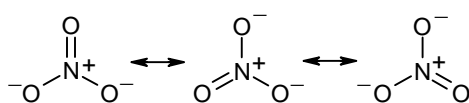
$\Delta T = Q/n c_v = 27/(0,02 \cdot 12,48) = 108,17 \text{ K}$ . La nuova temperatura è:  $298 + 108 = 406 \text{ K}$ . La pressione diventa:

$P = nRT/V = nRT/(nR \cdot 298) = 406/298 = 1,36 \text{ atm}$  ( $\cdot 1,01 \cdot 10^5$ ) =  $1,38 \cdot 10^5$  Pa. (Risposta B)

23. Lo ione nitrato ha una geometria (posizione media relativa degli atomi)

- A) planare (triangolo equilatero con azoto al centro)  
B) planare (quadrilatero con azoto in uno dei vertici)  
C) piramidale  
D) non si può dare una risposta, in mancanza di altre informazioni

### 23. Soluzione



Lo ione nitrato è descritto con le tre forme limite di risonanza mostrate. L'azoto ha sempre una carica positiva perché fa quattro legami covalenti invece dei normali 3 che realizza in  $\text{NH}_3$ . L'azoto usa il doppietto di non legame che ha in  $\text{NH}_3$  per fare un doppio legame con uno dei tre ossigeni. Non dovendo più ospitare una coppia di non legame, l'azoto deve alloggiare solo tre coppie di elettroni (il doppio legame vale per una sola coppia) e assume una geometria planare trigonale. (Risposta A)

24. Se si mescolano 25,0 g di una soluzione di  $\text{BaCl}_2$  al 15,0% (m/m) con 64,0 g di una soluzione di  $\text{BaCl}_2$  al 33,0% (m/m), qual è la concentrazione della nuova soluzione (in % m/m)?

- A) 27,9%                      B) 21,2%                      C) 29,7%                      D) 19,8%

### 24. Soluzione

Nella 1<sup>a</sup> soluzione vi sono  $25 \cdot 0,15 = 3,75$  g di  $\text{BaCl}_2$ . Nella 2<sup>a</sup> vi sono  $64 \cdot 0,33 = 21,12$  g di  $\text{BaCl}_2$ .

La massa totale di  $\text{BaCl}_2$  è:  $3,75 + 21,12 = 24,87$  g. La % è:  $24,87/(25 + 64) = 27,9\%$ . (Risposta A)

25. Il Mar Mediterraneo ha un contenuto salino di 39,0 g/L. Quanti  $\text{m}^3$  di acqua di mare sono necessari per ottenere, per evaporazione, 2,50 tonnellate di sale marino?

- A)  $95,7 \text{ m}^3$                       B)  $64,1 \text{ m}^3$                       C)  $87,5 \text{ m}^3$                       D)  $89,9 \text{ m}^3$

### 25. Soluzione

2,5 ton sono  $2,5 \cdot 10^6$  g. I litri necessari sono  $2,5 \cdot 10^6/39 = 64,1 \cdot 10^3$  L cioè  $64,1 \text{ m}^3$ . (Risposta B)

26. Calcolare la molarità degli ioni  $\text{Ca}^{2+}$  in una soluzione ottenuta trattando 10,0 kg di  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  con 0,500 L di una soluzione di HCl 0,500 M, considerando la trasformazione completa e assumendo che il volume della soluzione non cambi.

- A) 0,505 M                      B) 0,356 M                      C) 0,125 M                      D) 0,145 M

### 26. Soluzione

Le moli di HCl sono:  $0,5 \cdot 0,5 = 0,25$  mol. La reazione è:  $4 \text{HCl} + \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2$ . Per liberare uno ione  $\text{Ca}^{2+}$  servono 4 molecole di HCl. La molarità di  $\text{Ca}^{2+}$  è:  $0,25/4 = 0,125 \text{ M}$ . (Risposta C)

27. A 25 °C e  $1,01 \cdot 10^5$  Pa, l'aria ha un contenuto di elio pari a 5,00 ppm (v/v). Calcolare i grammi di elio che si possono estrarre da 2000 m<sup>3</sup> di aria.

- A) 2,35 g                      B) 1,63 g                      C) 4,68 g                      D) 8,57 g

**27. Soluzione**

5,0 ppm sono 5 L su 10<sup>6</sup> L, cioè 5 L su 1000 m<sup>3</sup>. Su 2000 m<sup>3</sup> di aria vi sono 10 L di elio.

Dalla legge dei gas si ricavano le moli di elio in 10 L:  $n = PV/RT = (1 \cdot 10)/(0,0821 \cdot 298) = 0,409$  mol.

La massa di elio è:  $0,409 \cdot 4 = 1,63$  g. (Risposta B)

28. Una soluzione di NaOH ha pH = 12,5. Quale volume di acqua occorre aggiungere a 20 mL di tale soluzione affinché il pH diventi 11,5? (considerare i volumi additivi).

- A) 180 mL  
B) 100 mL  
C) 480 mL  
D) 1000 mL

**28. Soluzione**

Per far scendere il pH di una unità bisogna diluire 10 volte e quindi si deve portare il volume a 200 mL.

Il volume di acqua da aggiungere è:  $200 - 20 = 180$  mL. (Risposta A)

29. Un olio di oliva contiene acido oleico, un acido monoprotico, in concentrazione 3,0% (m/m). Quanti litri di una soluzione di NaOH 1 M occorrono per ridurre l'acidità di 1000 kg di olio, portando la concentrazione di acido a 0,5% (m/m)? (considerare invariata la massa dell'olio).

La massa molare dell'acido oleico è 282,5 g mol<sup>-1</sup> e la sua costante di ionizzazione acida è  $K_a = 4,0 \cdot 10^{-8}$ .

- A) 54,8 L                      B) 112,4 L                      C) 99,7 L                      D) 88,5 L

**29. Soluzione**

La quantità di acido da abbattere è:  $3,0 - 0,5 = 2,5\%$ .

Su 1000 kg di olio la quantità di acido oleico libero da abbattere è:  $1000 \cdot 0,025 = 25$  kg.

Le moli di acido oleico sono:  $(25 \cdot 10^3)/282,5 = 88,5$  mol e sono neutralizzate da 88,5 mol di NaOH.

Quindi servono 88,5 L di NaOH 1M. (Risposta D)

30. Un campione solido di NaCl contiene HCl come impurezza. Sapendo che l'HCl contenuto in 10,0 g di campione è neutralizzato da 100 mL di una soluzione di NaOH 0,001M, calcolare la percentuale (m/m) di HCl nel campione.

- A) 0,075%                      B) 0,054%                      C) 0,036%                      D) 0,098%

**30. Soluzione**

Le moli di NaOH sono:  $0,1 \cdot 0,001 = 0,1$  mmol. Quindi vi sono 0,1 mmol di HCl su 10 g di campione.

In 100 g di campione vi è 1,0 mmol di HCl, quindi 36 mg di HCl, la % di HCl è: 0,036%. (Risposta C)

31. A quale pH il fenolo è ionizzato per il 25%? La sua costante di ionizzazione è  $K_a = 1,3 \cdot 10^{-10}$ .

- A) 7,82                      B) 9,41                      C) 8,54                      D) 10,81

**31. Soluzione**

La dissociazione di un acido debole come il fenolo è:  $HA \rightarrow H^+ + A^-$

Moli iniziali                      1                      0

Moli finali                      1- $\alpha$                        $\alpha$

$K_a = [H^+][A^-]/[HA] = [H^+] \alpha/(1-\alpha)$  da cui si ricava:  $[H^+] = K_a (1-\alpha)/\alpha = 1,3 \cdot 10^{-10} \cdot 0,75/0,25 = 3,9 \cdot 10^{-10}$  M

Il pH è:  $pH = -\log [H^+] = -\log 3,9 \cdot 10^{-10} = 9,41$ . (Risposta B)

32. Il radon è un gas che a 25 °C ha una solubilità in acqua di  $9,2 \cdot 10^{-8}$  M/Pa. Calcolare la concentrazione in g/L di radon in una soluzione acquosa sottoposta alla pressione parziale di radon di  $2,0 \cdot 10^5$  Pa.

- A) 2,99 g/L                      B) 7,85 g/L                      C) 9,32 g/L                      D) 4,08 g/L

**32. Soluzione**

Nella reazione  $Ar_{(g)} \rightarrow Ar_{(aq)}$  a 25 °C si ha  $K = [Ar_{(aq)}]/P_{Ar(g)} = 9,2 \cdot 10^{-8}$  M/Pa. Da cui:  $[Ar_{(aq)}] = K \cdot P_{Ar(g)}$

$[Ar_{(aq)}] = 9,2 \cdot 10^{-8} \cdot 2,0 \cdot 10^5 = 0,0184$  mol/L. I grammi su litro sono:  $0,0184 \cdot 222 = 4,08$  g/L. (Risposta D)

33. Raddoppiando la concentrazione di un acido debole HA, con  $K_a = 1,0 \cdot 10^{-5}$ , di quante volte aumenta la concentrazione di ioni  $H^+$  in soluzione?

- A) 2,5                      B) 1,4                      C) 2,0                      D) 3,5

**33. Soluzione**

La reazione di dissociazione è:  $HA \rightarrow H^+ + A^-$      $K_a = [H^+][A^-]/[HA]$      $K_a = [H^+]^2/C$      $[H^+] = \sqrt{K_a C}$

Se C raddoppia,  $[H^+]$  aumenta di  $\sqrt{2}$  volte cioè di 1,4 volte. (Risposta B)

34. Calcolare il volume di acqua da aggiungere a 100 mL di una soluzione di HCl 0,001M per ottenere una soluzione a pH 4.

- A) 1000 mL  
B) 500 mL  
C) 900 mL  
D) 2000 mL

**34. Soluzione**

Una soluzione di HCl 0,001M ha  $pH = -\log 10^{-3} = 3$ . Per avere pH 4 bisogna diluire la soluzione 10 volte, quindi bisogna portare i 100 mL fino a 1000 mL: si devono aggiungere 900 mL di  $H_2O$ . (Risposta C)

35. Calcolare il volume di  $H_2SO_4$  2,5 M necessario per neutralizzare una soluzione che contiene 2,50 g di NaOH.

- A) 25,0 mL                      B) 12,5 mL                      C) 18,4 mL                      D) 29,4 mL

**35. Soluzione**

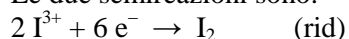
La massa molare di NaOH è:  $23 + 17 = 40$  g/mol. Le moli di NaOH sono:  $2,5/40 = 0,0625$  mol = 62,5 mmol. Le moli di  $H_2SO_4$  necessarie sono metà:  $62,5/2 = 31,25$  mmol. Il volume è:  $31,25/2,5 = 12,5$  mL. (Risposta B)

36. Calcolare le moli di  $I_2$  che si ottengono se si trasformano 3,4 moli di  $ICl_3$  secondo la reazione (da bilanciare):  $ICl_3 + H_2O \rightarrow I_2 + HIO_3 + HCl$

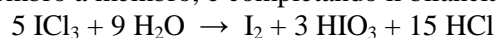
- A) 0,68 mol  
B) 1,54 mol  
C) 2,89 mol  
D) 0,42 mol

**36. Soluzione**

Le due semireazioni sono:

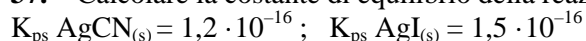


Moltiplicando per 3, sommando membro a membro, e completando il bilanciamento si ottiene:



Le moli di  $I_2$  sono 1/5 di quelle di  $ICl_3$ , quindi:  $3,4 / 5 = 0,68$  mol. (Risposta A)

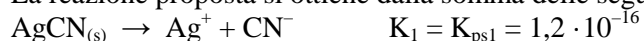
37. Calcolare la costante di equilibrio della reazione:  $AgCN_{(s)} + I^-_{(aq)} \rightarrow AgI_{(s)} + CN^-_{(aq)}$



- A) 0,25  
B) 5,4  
C) 0,80  
D) 9,8

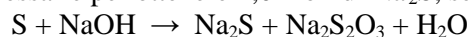
**37. Soluzione**

La reazione proposta si ottiene dalla somma delle seguenti due reazioni di dissociazione:



-----  
 $AgCN_{(s)} + I^- \rightarrow AgI_{(s)} + CN^- \quad K = K_1 \cdot K_2 = 1,2 \cdot 10^{-16} / 1,5 \cdot 10^{-16} = 0,80.$  (Risposta C)

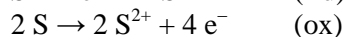
38. Calcolare le moli di NaOH necessarie per ottenere 2,0 moli di  $\text{Na}_2\text{S}$ , secondo la reazione (da bilanciare):



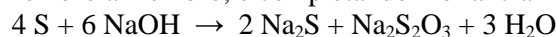
- A) 8,0 mol      B) 6,0 mol      C) 7,0 mol      D) 6,8 mol

### 38. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2, sommando membro a membro, e completando il bilanciamento si ottiene:



Per ottenere 2 mol di  $\text{Na}_2\text{S}$  servono 6 mol di NaOH.

(Risposta B)

39. Calcolare il volume di una soluzione di  $\text{HNO}_3$  al 19,0% (m/m) e densità  $1,11 \text{ g mL}^{-1}$ , che può essere preparato diluendo con acqua 50 mL di una soluzione di  $\text{HNO}_3$  al 69,8% (m/m) e densità  $1,42 \text{ g mL}^{-1}$ .

Considerare i volumi additivi.

- A) 283 mL      B) 265 mL      C) 235 mL      D) 434 mL

### 39. Soluzione

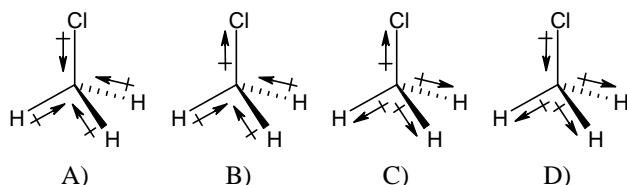
La massa di 50 mL di  $\text{HNO}_3$  con densità 1,42 è:  $50 \cdot 1,42 = 71 \text{ g}$ . La massa di  $\text{HNO}_3$  è:  $71 \cdot 0,698 = 49,56 \text{ g}$ .

Con questa massa di  $\text{HNO}_3$ , si ottiene una massa di soluzione al 19% di:  $49,56 \cdot (100/19) = 260,83 \text{ g}$ .

Questa soluzione ha un volume di:  $v = m/d = 260,83/1,11 = 235 \text{ mL}$ .

(Risposta C)

40. Il momento dipolare del clorometano ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) è maggiore (1,87 D) di quello del singolo legame C-Cl (1,5 D). Scegliere, la corretta disposizione dei dipoli nella molecola in grado di giustificare la precedente evidenza:



### 40. Soluzione

Se  $\text{CH}_3\text{Cl}$  ha un dipolo maggiore di quello del singolo legame  $\text{C} \rightarrow \text{Cl}$ , significa che i dipoli  $\text{H} \rightarrow \text{C}$  danno un contributo positivo. I piccoli dipoli  $\text{H} \rightarrow \text{C}$  si sommano al dipolo  $\text{C} \rightarrow \text{Cl}$  solo nella figura 2. (Risposta B)

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

41. Individuare, l'unica affermazione corretta.

- A) il legame a idrogeno si forma nella molecola dell'idrogeno  
 B) le forze intermolecolari dipolo permanente -dipolo permanente sono generalmente più forti delle forze intermolecolari dipolo indotto - dipolo indotto  
 C) il triplo legame si forma solo tra atomi uguali  
 D) una molecola che ha legami covalenti polari è sicuramente una molecola polare

### 41. Soluzione

A, C e D sono errate.  $\text{H}_2$  è apolare e non forma legami H. Il triplo legame esiste anche in  $\text{HC} \equiv \text{N}$ . Una molecola con dipoli simmetrici, come  $\text{CCl}_4$ , non è polare. L'affermazione corretta è la B: i legami dipolo indotto - dipolo indotto (forze di London) sono i più deboli. (Risposta B)

42. Indicare la specie che NON possiede alcun legame covalente multiplo.

- A) CO  
 B)  $\text{CO}_2$   
 C)  $\text{NH}_4^+$   
 D)  $\text{CN}^-$

### 42. Soluzione

Le molecole A, B, D hanno legami multipli:  $\text{C} \equiv \text{O}$ ,  $\text{O} = \text{C} = \text{O}$ ,  $\text{C} \equiv \text{N}$ . Mentre  $\text{NH}_4^+$ , come  $\text{CH}_4$ , possiede 4 legami singoli ed è tetraedrica. (Risposta C)



43. Indicare in quale delle seguenti specie il fosforo ha numero di ossidazione +3.

- A)  $P_4O_{10}$
- B)  $H_3PO_4$
- C)  $H_3PO_3$
- D)  $H_4P_2O_7$

**43. Soluzione**

Il fosforo ha n.o. +5 in  $P_4O_{10}$  [(10 · 2)/4 = 5], in  $H_3PO_4$  [(4 · 2) - 3 = 5], in  $H_4P_2O_7$  [(7 · 2) - 4]/2 = 5).

La sola molecola in cui il fosforo ha n.o. +3 è  $H_3PO_3$  [(3 · 2) - 3 = 3]. (Risposta C)

44. Indicare il nome dello ione  $N^{3-}$  secondo la nomenclatura internazionale.

- A) nitrito
- B) nitrato
- C) azoturo
- D) nitruro

**44. Soluzione**

Il nome corretto è nitruro. Come  $Cl^-$  è chiamato cloruro,  $S^{2-}$  è chiamato solfuro,  $N^{3-}$  è chiamato nitruro.

$BN$  è chiamato nitruro di boro e ha interessanti proprietà che lo fanno assomigliare alla grafite o al diamante.

Invece, lo ione  $N_3^-$  è chiamato azoturo ( $\text{N}=\text{N}^+=\text{N}^-$ ). (Risposta D)

45. Indicare le formule dei composti ionici che si formano quando l'anione  $HPO_4^{2-}$  si lega ai cationi  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Al^{3+}$ .

- A)  $Na_2HPO_4$ ,  $CaHPO_4$ ,  $Al_2(HPO_4)_3$
- B)  $NaHPO_4$ ,  $CaHPO_4$ ,  $Al_2(HPO_4)_3$
- C)  $Na_2HPO_4$ ,  $Ca(HPO_4)_2$ ,  $Al_2(HPO_4)_3$
- D)  $Na_2HPO_4$ ,  $CaHPO_4$ ,  $Al_3(HPO_4)_2$

**45. Soluzione**

Formando i sali si devono bilanciare le cariche positive e negative.  $Na_2HPO_4$  ( $Na^+ Na^+ HPO_4^{2-}$ );

$CaHPO_4$  ( $Ca^{2+} HPO_4^{2-}$ )  $Al_2(HPO_4)_3$  ( $Al^{3+} Al^{3+} HPO_4^{2-} HPO_4^{2-} HPO_4^{2-}$ ). (Risposta A)

46. Una miscela gassosa di elio e argon occupa un volume di 22,4 L a 273 K e  $1,01 \cdot 10^5$  Pa. Essa è costituita da:

- A)  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomi di elio e  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomi di argon
- B)  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomi
- C)  $6,02 \cdot 10^{-23}$  atomi
- D) per rispondere occorre conoscere la composizione della miscela

**46. Soluzione**

Le moli complessive di He e Ar sono:  $n = PV/RT = (1 \cdot 22,4)/(0,0821 \cdot 273) = 1,0$  mol. In 1,0 mol di questo gas vi è un numero di Avogadro di molecole monoatomiche:  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomi. (Risposta B)

47. Quando in una reazione lo ione  $Fe^{3+}$  diventa  $Fe^{2+}$ , lo ione  $Fe^{3+}$ :

- A) guadagna un elettrone
- B) perde un protone
- C) perde un elettrone
- D) guadagna un protone

**47. Soluzione**

La reazione è una riduzione, lo ione  $Fe^{3+}$  acquista un elettrone e diventa  $Fe^{2+}$ . (Risposta A)

48. Nella molecola di HCl, è presente un legame:

- A) ionico
- B) covalente non polare
- C) covalente polare
- D) covalente polare, ma solo se è sciolta in acqua

**48. Soluzione**

Dato che HCl è gassoso, H e Cl sono legati da un legame covalente polare data la loro differenza di elettronegatività. In acqua, però il legame si rompe e si formano ioni  $H^+$  e  $Cl^-$ . (Risposta C)

49. Gli atomi di due elementi, che appartengono allo stesso periodo della tavola periodica, differiscono:
- A) solo per un protone
  - B) solo per un elettrone
  - C) almeno per un protone e un elettrone
  - D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

**49. Soluzione**

Due elementi diversi, in generale, differiscono per numero di protoni, neutroni ed elettroni. Se però appartengono allo stesso periodo, possono adiacenti, nella tavola, e allora può essere che abbiano lo stesso numero di neutroni, ma differiscono almeno per un protone e un elettrone. (Risposta C)

50. I gas cosiddetti 'nobili' devono il loro nome a una loro caratteristica:

- A) sono stati scoperti da insigni scienziati appartenenti a casati nobiliari
- B) sono tutti molto rari e difficilmente reperibili
- C) non si mescolano con gli altri gas per formare miscele gassose
- D) sono poco reattivi avendo l'ottetto di valenza completo

**50. Soluzione**

I gas nobili sono poco reattivi e hanno l'ottetto di valenza completo (o il doppietto per l'He). (Risposta D)

51. Il legame a idrogeno è una forza intermolecolare di tipo dipolo-dipolo che si instaura tra molecole in cui esiste un legame tra l'idrogeno:

- A) e un metallo dei gruppi principali
- B) e un metallo di transizione
- C) e un atomo molto elettronegativo
- D) e un atomo poco elettronegativo

**51. Soluzione**

Nella molecola ci deve essere un legame tra l'idrogeno e un atomo molto elettronegativo (N, O, F). Tra i due atomi si forma un dipolo che interagisce con un altro dipolo simile in un'altra molecola. (Risposta C)

52. Indicare il tipo di legame che si ottiene quando un orbitale *s* si sovrappone a un orbitale *p* lungo la direzione di legame.

- A) metallico
- B) ionico
- C) covalente sigma
- D) covalente pi-greco

**52. Soluzione**

Se in questi due orbitali vi sono due elettroni, si forma un legame sigma covalente. (Risposta C)

53. Indicare la formula che indica un composto costituito da iodio e un metallo alcalino-terroso M.

- A)  $M_2I$
- B) MI
- C)  $MI_2$
- D)  $M_2I_3$

**53. Soluzione**

Lo iodio, come ione  $I^-$ , forma con ioni di metalli alcalino terrosi, come  $Ca^{2+}$ , composti  $CaI_2$ . (Risposta C)

54. Indicare quale alogeno ha numero di ossidazione  $-1$  quando si combina con l'ossigeno.

- A) iodio
- B) cloro
- C) bromo
- D) fluoro

**54. Soluzione**

Il solo alogeno più elettronegativo dell'ossigeno (3,5) è il fluoro (4,0). (Risposta D)

55. I sali contenenti ioni  $Mg^{2+}$  e  $Ca^{2+}$  sono:

- A) molto comuni, perché gli ioni hanno la configurazione elettronica del gas nobile che li precede
- B) poco comuni, perché gli ioni hanno la configurazione elettronica dell'elemento che li precede nel gruppo 1
- C) sempre intensamente colorati
- D) sempre solubili in acqua

**55. Soluzione**

$Mg^{2+}$  e  $Ca^{2+}$  sono del secondo gruppo e hanno raggiunto l'ottetto del gas nobile che li precede. (Risposta A)

**56.** Quanti grammi di  $\text{LiOH}_{(s)}$  sono necessari per preparare una soluzione contenente lo stesso numero di moli di soluto che sono presenti in 10 mL di una soluzione di  $\text{NaOH}$  0,2 M.

- A) 0,099 g      B) 0,077 g      C) 0,055 g      D) 0,048 g

**56. Soluzione**

Le moli di  $\text{NaOH}$  sono  $10 \cdot 0,2 = 2,0$  mmol. La massa molare di  $\text{LiOH}$  è:  $7 + 17 = 24$  g/mol.

La massa di  $\text{LiOH}$  è  $24 \cdot 2,0 = 48$  mg (0,048 g).

(Risposta D)

**57.** 0,102 g di un campione di polveri emessi da un camino industriale hanno un'acidità che viene neutralizzata da 1,25 mL di una soluzione acquosa di  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  0,002 M. Esprimere l'acidità del campione in moli di  $\text{H}^+$  per kg di campione.

- A) 0,205 mol/kg  
B) 0,049 mol/kg  
C) 0,287 mol/kg  
D) 0,032 mol/kg

**57. Soluzione**

Le moli di  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  sono:  $1,25 \cdot 0,002 = 0,0025$  mmol. Le moli di  $\text{H}^+$  sono il doppio:  $0,0025 \cdot 2 = 0,005$  mmol.

Le moli di  $\text{H}^+$  per grammo di campione sono:  $0,005/0,102 = 0,049$  mmol/g o mol/kg.

(Risposta B)

**58.** L'idrossido di sodio solido commerciale contiene il 12% di acqua. Calcolare quanti kg di questo composto sono necessari per preparare 60 L di una soluzione di  $\text{NaOH}$  0,5 M.

- A) 1,36 kg  
B) 3,79 kg  
C) 2,41 kg  
D) 4,23 kg

**58. Soluzione**

Le moli di  $\text{NaOH}$  necessarie sono:  $60 \cdot 0,5 = 30$  mol. La massa molare di  $\text{NaOH}$  è:  $23 + 17 = 40$  g/mol.

La massa di  $\text{NaOH}$  è:  $40 \cdot 30 = 1200$  g. La massa da prelevare è  $1200 \cdot (100/88) = 1360$  g.

(Risposta A)

**59.** Un recipiente di  $40 \text{ dm}^3$  contiene una miscela equimolare di metano e propano alla pressione di  $1,01 \cdot 10^7$  Pa ed alla temperatura di  $25^\circ\text{C}$ . Calcolare la massa di metano contenuta nel recipiente.

- A) 13 kg  
B) 1,3 kg  
C) 0,13 kg  
D) 20 kg

**59. Soluzione**

La pressione è  $1,01 \cdot 10^7 / 1,01 \cdot 10^5 = 100$  atm. Le moli della miscela si ricavano dalla legge dei gas  $PV = nRT$ .

$n = PV/RT = (100 \cdot 40) / (0,0821 \cdot 298) = 163,5$  mol. Le moli di metano sono la metà:  $163,5/2 = 81,75$  mol.

La massa molare del metano è  $12 + 4 = 16$  g/mol. La sua massa è  $16 \cdot 81,75 = 1308$  g.

(Risposta B)

**60.** 5,0 mol di un gas ideale sono contenute in un recipiente chiuso, con una parete scorrevole, immerso in un termostato a  $60^\circ\text{C}$ . Sulla parete viene esercitata un pressione di  $5 \cdot 10^6$  Pa e la parete scorre fino a raggiungere l'equilibrio. Qual è il volume del recipiente in queste condizioni?

- A)  $48 \text{ dm}^3$   
B)  $4,8 \text{ dm}^3$   
C)  $2,8 \text{ dm}^3$   
D)  $0,8 \text{ dm}^3$

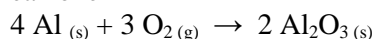
**60. Soluzione**

La pressione è  $5 \cdot 10^6 / 1,01 \cdot 10^5 = 49,5$  atm. La temperatura è:  $60 + 273 = 333$  K. Il volume si ricava dalla legge dei gas:  $V = nRT/P = (5 \cdot 0,0821 \cdot 333) / 49,5 = 2,77$  L.

(Risposta C)

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

41. Calcolare la resa percentuale della reazione



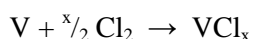
se, mettendo a reagire 8,00 moli di Al con 3,00 moli di O<sub>2</sub>, si formano 160 g di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

- A) 39,2%
- B) 19,6%
- C) 52,3%
- D) 78,4%

#### 41. Soluzione

Dato che il rapporto in moli Al/O<sub>2</sub> è 4/3, le 8 mol di Al sono in eccesso. Da tre moli di O<sub>2</sub> si formano 2 moli di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. La massa molare di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> è:  $2 \cdot 27 + 48 = 102 \text{ g/mol}$ , quindi 2 moli sono 204 g. Se, dalla reazione, si ottengono 160 g, la resa è:  $160/204 = 78,4\%$ . (Risposta D)

42. 3,00 g di vanadio metallico reagiscono esattamente con 6,26 g di cloro molecolare secondo la seguente reazione:



Determinare la formula del cloruro VCl<sub>x</sub>.

- A) VCl<sub>2</sub>
- B) VCl<sub>3</sub>
- C) VCl<sub>4</sub>
- D) VCl<sub>5</sub>

#### 42. Soluzione

Le masse molari sono: V (50,94 g/mol); Cl<sub>2</sub> ( $2 \cdot 35,45 = 70,9 \text{ g/mol}$ ).

Le moli sono: V ( $3,0/50,94 = 59 \text{ mmol}$ ); Cl<sub>2</sub> ( $6,26/70,9 = 88,3 \text{ mmol}$ ). Per portare a 1 le moli di vanadio, dividiamo per 59: V ( $59/59 = 1$ ); Cl<sub>2</sub> ( $88,3/59 = 1,5$ ). Se  $x/2 = 1,5$  si ha  $x = 3$ , quindi: VCl<sub>3</sub>. (Risposta B)

43. I lantanidi sono un insieme di:

- A) 14 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale 4d
- B) 10 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale 4d
- C) 10 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale 4f
- D) 14 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale 4f

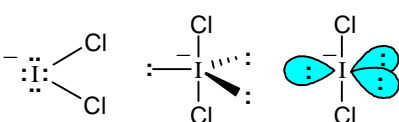
#### 43. Soluzione

I lantanidi sono 14 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale 4f. (Risposta D)

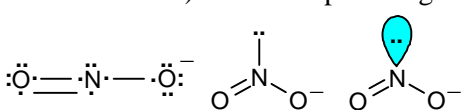
44. Indicare, sulla base della teoria VSEPR, in quale, tra gli ioni ICl<sub>2</sub><sup>-</sup> e NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, gli atomi sono allineati.

- A) solo in ICl<sub>2</sub><sup>-</sup>
- B) solo in NO<sub>2</sub><sup>-</sup>
- C) in ambedue le specie
- D) in nessuna delle due specie

#### 44. Soluzione



ICl<sub>2</sub><sup>-</sup> è una molecola lineare come I<sub>3</sub><sup>-</sup>. I<sup>-</sup> ha 8 elettroni di valenza, due li usa per legare due atomi di cloro, restano tre coppie di non legame. Le coppie totali sono 5 che si dispongono a bipiramide trigonale. Le coppie di non legame si dispongono nelle tre posizioni sulla base (sono più lontane una dall'altra: 120°). Le due coppie di legame occupano le due posizioni assiali. La molecola è lineare a 180°.



La molecola NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, invece, è angolata. L'azoto ha 5 elettroni di valenza, fa un doppio legame con un ossigeno, un legame singolo con l'altro ossigeno (che ha un elettrone in più) e inoltre ha una coppia di non legame. Le coppie da ospitare attorno a N sono tre, dato che il doppio

legame occupa una sola posizione, e si dispongono nel piano a 120°. La molecola è angolata a 120°. (Risposta A)

45. 0,229 g di una miscela di  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{CaSO}_4$  sono trattati con un eccesso di  $\text{HCl}$  in soluzione acquosa. Dalla reazione si raccolgono 20,5 mL di  $\text{CO}_2$  gassosa, misurati in condizioni standard. Determinare la composizione in massa della miscela.

- A)  $\text{CaCO}_3 = 20,0\%$  ;  $\text{CaSO}_4 = 80,0\%$   
 B)  $\text{CaCO}_3 = 80,0\%$  ;  $\text{CaSO}_4 = 20,0\%$   
 C)  $\text{CaCO}_3 = 40,0\%$  ;  $\text{CaSO}_4 = 60,0\%$   
 D)  $\text{CaCO}_3 = 60,0\%$  ;  $\text{CaSO}_4 = 40,0\%$

#### 45. Soluzione

Dalla legge dei gas  $PV = nRT$  si ricavano le moli di  $\text{CO}_2$ :  $n = PV/RT = (1 \cdot 20,5)/(0,0821 \cdot 273) = 0,915$  mmol. Le moli di  $\text{CaCO}_3$  coincidono con quelle di  $\text{CO}_2$ . La massa molare di  $\text{CaCO}_3$  è:  $40 + 12 + 48 = 100$  g/mol. La massa di  $\text{CaCO}_3$  è:  $100 \cdot 0,915 = 91,5$  mg. La sua percentuale è:  $91,5/229 = 40\%$ . (Risposta C)  
 La percentuale di  $\text{CaSO}_4$  è quella restante:  $100 - 40 = 60\%$ .

46. Indicare i numeri di ossidazione possibili per l'ossigeno:

- A) +2, 0, -2, -3  
 B) +3, +2, 0, -1  
 C) 0, -1, -2, -4  
 D) +2, 0, -1, -2

#### 46. Soluzione

In  $\text{OF}_2$  l'ossigeno ha n.o. = +2 dato che il fluoro è più elettronegativo. In  $\text{O}_2$  l'ossigeno ha n.o. = 0. In  $\text{H}_2\text{O}_2$  l'ossigeno ha n.o. = -1 e in  $\text{H}_2\text{O}$  ha n.o. = -2. (Risposta D)

47. Due recipienti (A e B) termostatati a 298,15 K sono a contatto tramite una parete rigida semipermeabile, attraverso cui passano le sole molecole di solvente. Dire cosa accade se in A viene posto un  $\text{dm}^3$  di una soluzione 0,01 M di glucosio mentre in B viene posto un  $\text{dm}^3$  di una soluzione 0,01 M di cloruro di sodio:

- A) l'acqua passa da A a B  
 B) l'acqua passa da B ad A  
 C) non si osserva passaggio netto di acqua  
 D) parte dell'acqua contenuta in A evapora

#### 47. Soluzione

La soluzione A col glucosio è 0,01 M, mentre la soluzione B con  $\text{NaCl}$  ha una concentrazione di ioni doppia dato che il sale si dissocia in  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . L'acqua passa da A a B per equilibrare le concentrazioni. (Risposta A)

48. Mediante un processo adiabatico in cui non avvengono reazioni chimiche, un sistema chiuso viene portato da uno stato iniziale 1 a uno stato finale 2. Il lavoro scambiato nel processo:

- A) è necessariamente nullo  
 B) dipende dell'effettivo percorso seguito  
 C) non dipende dell'effettivo percorso seguito  
 D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

#### 48. Soluzione

In un processo adiabatico il calore scambiato è nullo, quindi la prima legge della termodinamica ( $\Delta U = Q - W$ ) diventa:  $\Delta U = -W$  cioè il lavoro fatto è uguale alla diminuzione di energia interna. Dato che questa è una funzione di stato, il lavoro scambiato non dipende dal percorso seguito. (Risposta C)

49. La reazione elementare:  $A \rightarrow \text{prodotti}$  segue una cinetica di primo ordine. Cosa è possibile presumere sul suo meccanismo di reazione?

- A) la reazione decorre a causa di una instabilità intrinseca di A  
 B) la reazione decorre a causa degli urti tra le molecole di A e quelle dei prodotti  
 C) la reazione decorre a causa degli urti tra le molecole di A  
 D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

#### 49. Soluzione

Nella cinetica del primo ordine vale:  $v = k[A]$ . La reazione dipende solo dalla concentrazione di A a causa di una sua instabilità intrinseca. Se dipendesse dagli urti tra molecole di A si avrebbe  $v = k[A]^2$ . (Risposta A)

50. In una reazione con legge cinetica  $v = k [A]^x [B]^y$  si ha che  $k = 4,8 \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Qual è l'ordine della reazione?

- A) la reazione è di ordine due
- B) la reazione è di ordine tre
- C) la reazione è di primo ordine
- D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

### 50. Soluzione

Le dimensioni della velocità sono:  $\text{M s}^{-1}$ . Dato che  $k$  vale:  $k = v/A^x B^y$  le sue dimensioni sono  $\text{M s}^{-1}/\text{M}^z$  (dove  $z = x + y$ ) quindi:  $[k] = \text{M}^{(1-z)} \text{s}^{-1}$ .

Le dimensioni di  $k$  nel problema sono:  $[k] = \text{M}^{-2} \text{s}^{-1}$  uguagliando gli esponenti di  $\text{M}$ :  $-2 = 1 - z$  si ha:  $z = 3$ .

La legge cinetica è quindi:  $v = k [A]^x [B]^y$  con  $x + y = 3$ , la reazione è di ordine tre. (Risposta B)

51. Per una certa reazione i dati sperimentali hanno mostrato che quando la temperatura aumenta, la costante di equilibrio non subisce variazioni apprezzabili. Assumendo che  $\Delta H^\circ$  e  $\Delta S^\circ$  siano indipendenti dalla temperatura, si può affermare che:

- A) la reazione è endotermica
- B) la reazione è esotermica
- C) la reazione è atermica
- D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

### 51. Soluzione

Per il principio dell'equilibrio mobile, se la  $K$  non varia con la temperatura, la reazione è atermica. (Risposta C)

Se  $K$  è costante si ha:  $\Delta G^\circ = -RT \ln K = kT$ . L'espressione  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$  è uguale a  $kT$  solo per  $\Delta H^\circ = 0$ .

52. Quanti grammi di NaF occorre aggiungere a 0,50 L di una soluzione acquosa di HF 0,05 M per ottenere una soluzione con  $\text{pH} = 3,14$  ?

La costante di ionizzazione  $K_a$  di HF è  $7,2 \cdot 10^{-4}$

- A) 2,10 g
- B) 1,05 g
- C) 3,15 g
- D) 6,20 g

### 52. Soluzione

Il  $\text{p}K_a$  di HF è  $-\log K_a = -\log(7,2 \cdot 10^{-4}) = 3,14$ . Se in soluzione abbiamo un acido debole e la sua base coniugata (HF e  $\text{F}^-$ ) abbiamo una soluzione tampone. Il pH è dato dalla relazione  $\text{pH} = \text{p}K_a - \log [\text{HF}]/[\text{F}^-]$  da cui si ricava  $\log [\text{HF}]/[\text{F}^-] = \text{p}K_a - \text{pH}$  in questo caso:  $\log [\text{HF}]/[\text{F}^-] = 3,14 - 3,14 = 0$ , quindi  $[\text{HF}] = [\text{F}^-]$  cioè la concentrazione della base deve essere uguale a quella dell'acido (0,05 M). In  $\frac{1}{2}$  L servono  $0,05/2 = 0,025$  mol.

La massa molare di NaF è:  $23 + 19 = 42$  g/mol. La massa di NaF è:  $42 \cdot 0,025 = 1,05$  g. (Risposta B)

53. Calcolare la concentrazione di ioni  $\text{Pb}^{2+}$  in una soluzione ottenuta mescolando volumi uguali di una soluzione di NaCl 0,002 M e di una soluzione contenente ioni  $\text{Ag}^+$  e  $\text{Pb}^{2+}$ , entrambi 0,002 M.

$K_{\text{ps}} \text{AgCl}_{(\text{s})} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_{\text{ps}} \text{PbCl}_{2(\text{s})} = 1,7 \cdot 10^{-5}$

- A)  $2,4 \cdot 10^{-5}$  M
- B)  $1,0 \cdot 10^{-3}$  M
- C)  $3,1 \cdot 10^{-4}$  M
- D)  $1,0 \cdot 10^{-4}$  M

### 53. Soluzione

Mescolando volumi uguali delle due soluzioni, si avrà:  $[\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+] = [\text{Pb}^{2+}] = 0,001$  M.

Il sale meno solubile è AgCl e precipita per primo. La reazione di precipitazione è:  $\text{AgCl} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ .

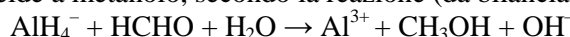
La conc. residua di  $\text{Cl}^-$  si ottiene da:  $K_{\text{ps1}} = [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-] = [\text{Cl}^-]^2$   $[\text{Cl}^-] = (K_{\text{ps1}})^{1/2} = (1,8 \cdot 10^{-10})^{1/2} = 1,34 \cdot 10^{-5}$  M.

A questo punto può precipitare il secondo sale:  $\text{PbCl}_2 \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$ .  $K = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2 = 0,001 \cdot 1,34 \cdot 10^{-5}$

$K = 1,34 \cdot 10^{-8}$ . Il prodotto delle concentrazioni è minore della  $K_{\text{ps}}$  ( $1,7 \cdot 10^{-5}$ ) quindi  $\text{PbCl}_2$  non precipita.

La concentrazione  $[\text{Pb}^{2+}]$  non cambia e resta  $0,001$  M =  $1,0 \cdot 10^{-3}$  M. (Risposta B)

54.  $\text{NaAlH}_4$  riduce la formaldeide a metanolo, secondo la reazione (da bilanciare):

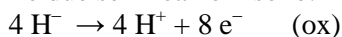


Calcolare quante mol di  $\text{NaAlH}_4$  sono necessarie per ottenere 5 mol di metanolo.

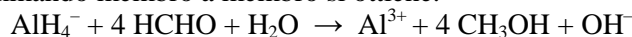
- A) 1,25                      B) 3,80                      C) 4,51                      D) 2,20

#### 54. Soluzione

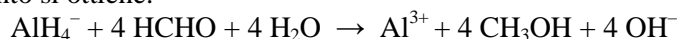
Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 4 e poi sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



Il rapporto  $\text{AlH}_4^-/\text{metanolo}$  è 1:4. Per avere 5 moli di metanolo servono  $5 \cdot 1/4 = 1,25$  mol di  $\text{AlH}_4^-$ . (Risposta A)

55. Un composto di formula  $\text{MA}_x$  ha una solubilità di  $1,0 \cdot 10^{-5}$  M. Sapendo che la sua costante di solubilità  $K_{ps}$  è  $2,7 \cdot 10^{-19}$  determinare, per tentativi, la formula del composto.

- A)  $\text{MA}$                       B)  $\text{MA}_2$                       C)  $\text{MA}_3$                       D)  $\text{MA}_4$

#### 55. Soluzione

$19/5 = 3,8$ . Provo con  $\text{MA}_3$  che si dissocia in  $\text{M}^{3+} + 3 \text{A}^-$   $K_{ps} = [\text{M}^{3+}] [\text{A}^-]^3 = s (3s)^3 = 27s^4$   $s = (K_{ps}/27)^{1/4}$   
 $s = (2,7 \cdot 10^{-19}/27)^{1/4} = 1,0 \cdot 10^{-5}$ . La solubilità è corretta, quindi la molecola è  $\text{MA}_3$ . (Risposta C)

56. Calcolare la concentrazione molare di una soluzione di un acido debole HA ( $K_a = 1,0 \cdot 10^{-5}$ ) che presenta la stessa concentrazione idrogenionica di una soluzione di acido acetico 0,05M. ( $K_a$  acido acetico =  $1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

- A) 0,067M                      B) 0,090 M                      C) 0,044 M                      D) 0,076M

#### 56. Soluzione

Con un acido debole si ha:  $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$   $K_a = [\text{H}^+] [\text{A}^-]/[\text{HA}]$   $K_a = [\text{H}^+]^2 \cdot C$  :  $[\text{H}^+]^2 = K_a C$

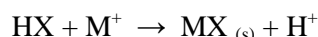
Nella soluzione di acido acetico la concentrazione idrogenionica è:  $[\text{H}^+]^2 = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05 = 9,0 \cdot 10^{-7} \text{ M}^2$

Da  $[\text{H}^+]^2 = K_a C$  si ricava la concentrazione dell'acido debole:  $C = [\text{H}^+]^2/K_a = 9,0 \cdot 10^{-7}/1,0 \cdot 10^{-5} = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

Cioè 0,090 M.

(Risposta B)

57. Un acido debole HX in soluzione acquosa reagisce con un catione  $\text{M}^+$  formando un composto poco solubile  $\text{MX}_{(s)}$  secondo la reazione

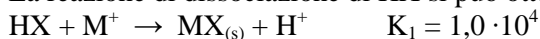


che ha una costante di equilibrio  $K_{eq} = 1,0 \cdot 10^4$ . Sapendo che il composto  $\text{MX}_{(s)}$  ha una costante di solubilità  $K_{ps} = 1,0 \cdot 10^{-12}$ , calcolare la costante di ionizzazione  $K_a$  dell'acido HX.

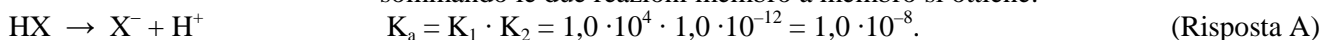
- A)  $1,0 \cdot 10^{-8}$                       B)  $3,4 \cdot 10^{-9}$                       C)  $2,9 \cdot 10^{-7}$                       D)  $7,0 \cdot 10^{-6}$

#### 57. Soluzione

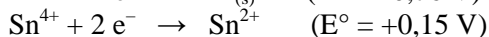
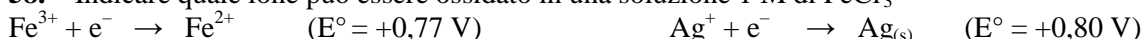
La reazione di dissociazione di HX si può ottenere dalla somma delle due reazioni date:



----- sommando le due reazioni membro a membro si ottiene:



58. Indicare quale ione può essere ossidato in una soluzione 1 M di  $\text{FeCl}_3$

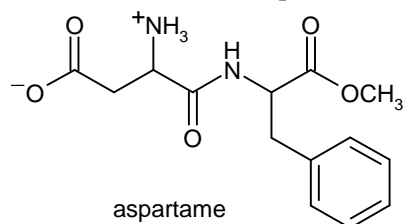


- A)  $\text{Ag}^+$                       B)  $\text{Zn}^{2+}$                       C)  $\text{Cd}^{2+}$                       D)  $\text{Sn}^{2+}$

#### 58. Soluzione

$\text{Ag}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  si trovano già nel loro massimo stato di ossidazione e quindi non possono essere ulteriormente ossidati. Il solo ione che può essere ossidato è  $\text{Sn}^{2+}$  che può diventare  $\text{Sn}^{4+}$  perché ha un potenziale (+0,15 V) inferiore a quello di  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  (+0,77 V). (Risposta D)

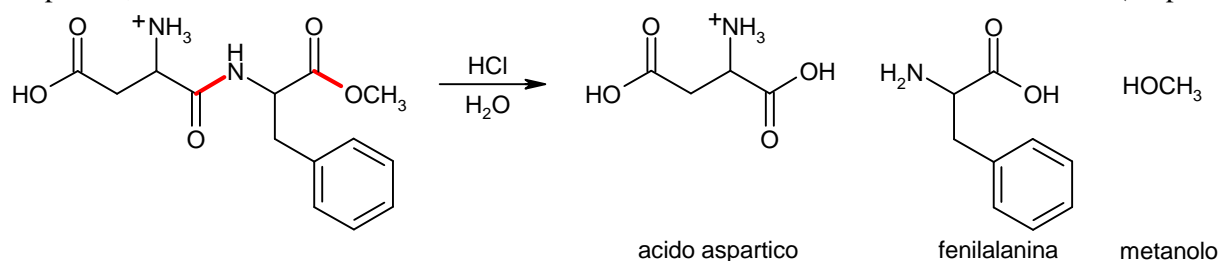
59. Il dolcificante sintetico aspartame è 160 volte più dolce del saccarosio. Quali prodotti si otterrebbero se l'aspartame fosse idrolizzato completamente in una soluzione acquosa di HCl?



- A) un dipeptide e metanolo  
 B) acido aspartico, fenilalanina e metanolo  
 C) acido aspartico e estere metilico della fenilalanina  
 D) l'aspartame non è idrolizzabile in ambiente acido

### 59. Soluzione

Vi sono due legami idrolizzabili nell'aspartame, evidenziati in rosso nella figura. Il primo è un legame ammidico che lega due amminoacidi, acido aspartico e fenilalanina, il secondo è un legame estereo, infatti la fenilalanina non ha il carbossile libero, ma è presente come estere metilico. Dopo l'idrolisi acida si ottengono tre molecole: acido aspartico, fenilalanina e metanolo. (Risposta B)



60. Disporre fenolo, p-nitrofenolo, m-nitrofenolo e cicloesano in ordine di acidità crescente:

- A) cicloesano; fenolo; m-nitrofenolo; p-nitrofenolo  
 B) p-nitrofenolo; m-nitrofenolo; fenolo; cicloesano  
 C) fenolo; cicloesano; p-nitrofenolo; m-nitrofenolo  
 D) cicloesano; m-nitrofenolo; p-nitrofenolo; fenolo

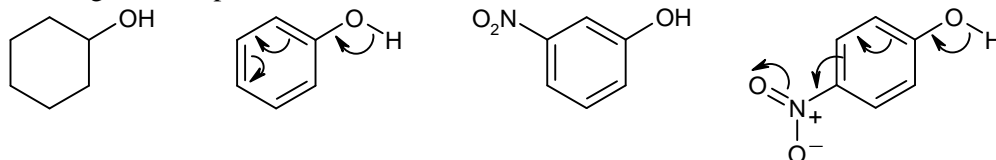
### 60. Soluzione

La molecola meno acida è il cicloesano, un alcol alifatico.

Gli alcoli aromatici, i fenoli, sono più acidi degli alcoli alifatici perché possono stabilizzare per risonanza la carica negativa che resta sull'ossigeno quando perdono  $H^+$ .

Nel nitro-fenolo la carica negativa è ulteriormente stabilizzata dal nitrogruppo elettroneattrattore e l'acidità aumenta ancora.

Il nitrogruppo è più efficace se è in para perché può prendere su di sé la carica negativa per risonanza, mentre il nitrogruppo in meta agisce solo per effetto induttivo. (Risposta A)



Soluzioni proposta da Mauro Tonellato