

## Giochi della Chimica 2019

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

1. Indicare quale, tra i seguenti composti binari, contiene il legame covalente dal carattere più polare.

- A) CO<sub>2</sub>
- B) SiO<sub>2</sub>
- C) NO
- D) NaCl

#### 1. Soluzione

Il legame covalente più polare è quello tra atomi con la maggior differenza di elettronegatività.

Il composto D va scartato perché è ionico. Nelle tre molecole rimaste, vi sono tre atomi legati all'ossigeno (che ha EN 3,5) e vanno posti nel seguente ordine di elettronegatività: Si < C < N (1,9? < 2,4 < 3,0).

Anche se non ricordiamo esattamente l'EN del silicio, questa è sicuramente minore di quella del carbonio, dato che l'EN diminuisce lungo i gruppi, quindi il legame covalente più polare è in SiO<sub>2</sub>. (Risposta B)

2. L'emissione di una particella β<sup>+</sup> da parte di un nucleo atomico comporta:

- A) un aumento di un'unità del numero atomico
- B) una diminuzione di un'unità del numero atomico
- C) un aumento di un'unità del numero di massa
- D) una diminuzione di quattro unità del numero atomico

#### 2. Soluzione

Le radiazioni che possono essere emesse da un nucleo in una reazione nucleare sono chiamate: α, β<sup>+</sup>, β<sup>-</sup>, γ.

La radiazione γ è costituita da onde elettromagnetiche monocromatiche di altissima energia.

Le radiazioni α, β<sup>+</sup>, β<sup>-</sup> sono corpuscolari. Le radiazioni α sono costituite da nuclei di elio (due protoni e due neutroni), le radiazioni β<sup>+</sup> da positroni (l'antiparticella dell'elettrone), le radiazioni β<sup>-</sup> da elettroni.

La radiazione β<sup>+</sup> è formata da un positrone veloce emesso da un protone che si trasforma in neutrone: p<sup>+</sup> → n + β<sup>+</sup>

Il numero di massa A del nucleo non cambia, ma il numero atomico Z diminuisce di una unità. (Risposta B)

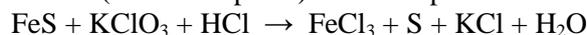
3. Indicare il numero massimo di elettroni che possono essere contenuti in un orbitale 5f:

- A) 14
- B) 10
- C) 2
- D) 1

#### 3. Soluzione

Un orbitale, anche se è un orbitale 5f, può ospitare al massimo due elettroni con spin opposto. (Risposta C)

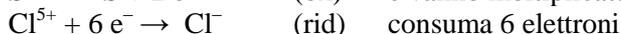
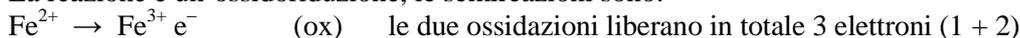
4. Indicare i coefficienti stechiometrici (in ordine sparso) necessari per bilanciare la seguente reazione:



- A) 1, 1, 2, 2, 2, 3, 4
- B) 1, 1, 1, 2, 2, 3, 3
- C) 1, 1, 2, 2, 3, 6, 6
- D) 1, 1, 2, 2, 2, 3, 6

#### 4. Soluzione

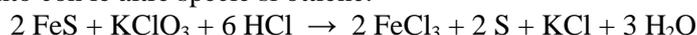
La reazione è un'ossidazione, le semireazioni sono:



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



Completando il bilanciamento con le altre specie si ottiene:



I coefficienti sono quindi: 1, 1, 2, 2, 2, 3, 6.

(Risposta D)

5. Indicare quale, tra le seguenti specie, è un composto di coordinazione.

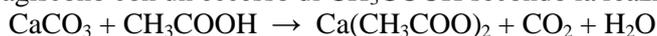
- A)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$   
 B)  $\text{PF}_5$   
 C)  $\text{Ni}(\text{CO})_4$   
 D)  $\text{CH}_4$

### 5. Soluzione

In un composto di coordinazione, un atomo o un catione metallico ospita, nei suoi orbitali vuoti, gli elettroni di un numero di legandi (ioni negativi o molecole neutre) maggiore del suo numero di ossidazione. Il legame che si realizza, chiamato di coordinazione, è più labile dei normali legami covalenti.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  è un idrossido con legame ionico.  $\text{PF}_5$  e  $\text{CH}_4$  sono molecole covalenti. Resta solo  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  nel quale un atomo di nichel metallico coordina quattro molecole di monossido di carbonio. (Risposta C)

6. 6,00 grammi di  $\text{CaCO}_3$  reagiscono con un eccesso di  $\text{CH}_3\text{COOH}$  secondo la reazione, da bilanciare:



Se tutto il carbonato di partenza viene consumato nella reazione, calcolare i grammi di  $\text{CO}_2$  e i grammi di  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  ottenuti.

- A)  $\text{CO}_2 = 9,48 \text{ g}$ ;  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 9,48 \text{ g}$   
 B)  $\text{CO}_2 = 9,48 \text{ g}$ ;  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 2,64 \text{ g}$   
 C)  $\text{CO}_2 = 2,64 \text{ g}$ ;  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 9,48 \text{ g}$   
 D)  $\text{CO}_2 = 2,64 \text{ g}$ ;  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 5,28 \text{ g}$

### 6. Soluzione

La reazione bilanciata è:	$\text{CaCO}_3$	$+ 2 \text{CH}_3\text{COOH}$	$\rightarrow$	$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$+ \text{CO}_2$	$+ \text{H}_2\text{O}$
coefficienti	1			1	1	
moli (mol)	0,06			0,06	0,06	
MM (g/mol)	100			158	44	
Massa (g)	6			9,48	2,64	

Le masse molari sono:  $\text{CaCO}_3$  (100 g/mol);  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  (158 g/mol);  $\text{CO}_2$  (44 g/mol).

Le moli di  $\text{CaCO}_3$  sono:  $6,00/100 = 0,06 \text{ mol}$ , queste sono anche le moli di  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  e  $\text{CO}_2$ .

La massa delle due specie è:  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  ( $158 \cdot 0,06 = 9,48 \text{ g}$ ) e  $\text{CO}_2$  ( $44 \cdot 0,06 = 2,64 \text{ g}$ ). (Risposta C)

7. Il dottor McCoy ha scoperto un nuovo elemento. Di questo elemento, che ha battezzato Vagonio (Vg), conosce la massa atomica ( $402,23 \text{ g mol}^{-1}$ ) e i principali stati di ossidazione (+2, +3). Ha notato che il cloruro vagonico ( $\text{VgCl}_3$ ) è molto igroscopico e che all'aria forma un sale idrato di formula  $\text{VgCl}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ . Scaldando questo composto in presenza di un anidrificante ottiene il sale anidro di massa pari al 75,8% di quella del composto iniziale. Individuare il valore di  $x$ .

- A) 3  
 B) 6  
 C) 9  
 D) 12

### 7. Soluzione

La massa molare di  $\text{VgCl}_3$  è:  $402,23 + (3 \cdot 35,45) = 508,58 \text{ g/mol}$ .

La massa molare del sale idrato è:  $508,58 \cdot (100/75,8) = 670,95 \text{ g/mol}$ . La % di  $\text{H}_2\text{O}$  è:  $100 - 75,8 = 24,2\%$ .

La quantità di  $\text{H}_2\text{O}$  è:  $670,95 \cdot 0,242 = 162,37 \text{ g}$  che corrisponde a:  $162,37/18 = 9 \text{ moli}$  di  $\text{H}_2\text{O}$  per mole di  $\text{VgCl}_3$ . Quindi la formula è  $\text{VgCl}_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ . (Risposta C)

8. Indicare la configurazione elettronica dell'arsenico nel suo stato fondamentale.

- A)  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$   
 B)  $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^5$   
 C)  $[\text{Ar}] 4s^2 4d^{10} 4p^3$   
 D)  $[\text{Kr}] 3d^{10} 4s^2 4p^3$

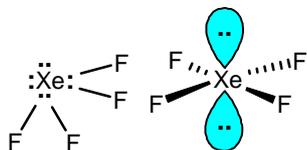
### 8. Soluzione

L'arsenico sta riempiendo gli orbitali del 4° livello e ha 3 elettroni nell'orbitale p come l'azoto. Quindi la sua configurazione è  $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^3$  o anche  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$ . (Risposta A)

9. Indicare, secondo la teoria VSEPR, la geometria della molecola XeF<sub>4</sub>

- A) tetraedrica
- B) planare quadrata
- C) ottaedrica
- D) a sella

### 9. Soluzione



Lo xenon è del 5° periodo e può andare oltre l'ottetto dato che possiede, oltre ai 4 orbitali 5s e 5p, anche gli orbitali 5d. Dei suoi otto elettroni di valenza, 4 elettroni servono per legare i 4 atomi di fluoro, gli altri 4 elettroni costituiscono due coppie di non legame. Lo xenon deve alloggiare attorno a sé 6 coppie di elettroni (4 coppie di legame e 2 di non legame) che si dispongono verso i vertici di un ottaedro.

Le due coppie di non legame (più ingombranti) si dispongono da lati opposti, per esempio sull'asse verticale, i quattro atomi di fluoro si legano ai quattro vertici della base. La struttura è planare quadrata. (Risposta B)

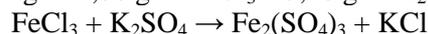
10. Individuare l'affermazione ERRATA:

- A) il silicio è meno elettronegativo del carbonio
- B) il piombo appartiene al gruppo 14
- C) il selenio appartiene al gruppo 16
- D) il germanio ha il raggio atomico minore di quello dell'arsenico

### 10. Soluzione

L'ultima affermazione è errata perché il raggio atomico diminuisce andando verso destra nel periodo, quindi il germanio, che precede l'arsenico, deve avere un raggio un po' maggiore. (Risposta D)

11. In un recipiente vengono posti a reagire 4,86 g di FeCl<sub>3</sub> e 3,48 g di K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> secondo la reazione da bilanciare:



Indicare l'affermazione corretta:

- A) FeCl<sub>3</sub> è il reagente limitante e a reazione completa avranno reagito  $2,0 \cdot 10^{-2}$  mol di K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- B) FeCl<sub>3</sub> è il reagente limitante e a reazione completa si otterranno  $4,0 \cdot 10^{-2}$  mol di KCl
- C) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è il reagente limitante e a reazione completa avranno reagito  $2,0 \cdot 10^{-2}$  mol di FeCl<sub>3</sub>
- D) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è il reagente limitante e a reazione completa si otterranno  $4,0 \cdot 10^{-2}$  mol di KCl

### 11. Soluzione

La reazione bilanciata è:	$2 \text{FeCl}_3 + 3 \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{KCl}$		
coefficienti	2	3	6
moli (mol)	(0,03) 0,013	0,02	0,04
MM (g/mol)	162,2	174,26	
massa (g)	(4,86)	3,48	

Le masse molari sono, FeCl<sub>3</sub>:  $55,85 + 3 \cdot 35,45 = 162,2$  g/mol; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:  $2 \cdot 39,1 + 32,06 + 64 = 174,26$  g/mol

Le moli di FeCl<sub>3</sub> sono:  $4,86/162,2 = 0,03$  mol. Le moli di K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sono:  $3,48/174,26 = 0,02$  mol.

I due sali reagiscono con un rapporto in moli FeCl<sub>3</sub>/K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> di 2:3. Il K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dovrebbe essere il più abbondante, invece è il meno abbondante, quindi, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è il reagente limitante. Con 0,02 mol di K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reagiscono:

$0,02 \cdot 2/3 = 0,013$  moli di FeCl<sub>3</sub> e si formano  $0,02 \cdot 2 = 0,04$  mol di KCl. (Risposta D)

12. Il trifluoruro di boro BF<sub>3</sub> è un importante catalizzatore acido di Lewis. Generalmente non lo si trova puro, ma sotto forma di complesso eterato di formula BF<sub>3</sub> · CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> che, a temperatura ambiente, è un liquido incolore. Calcolare la percentuale in massa di BF<sub>3</sub> contenuto in questo complesso.

- A) 52,2%
- B) 50,0%
- C) 47,8%
- D) 30,0%

### 12. Soluzione

La massa molare di BF<sub>3</sub> è:  $10,8 + 3 \cdot 19 = 67,8$  g/mol; La massa molare di C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O è:  $4 \cdot 12 + 10 + 16 = 74$  g/mol.

La % in massa di BF<sub>3</sub> è:  $67,8/(67,8 + 74) = 47,9\%$ . (Risposta C)

13. Nel 2267, a bordo dell'Enterprise, il dottor McCoy ha una tavola periodica aggiornata. Dopo gli orbitali *f*, infatti, sono stati scoperti elementi che riempiono gli orbitali *g* e gli orbitali *h*. Indicare il numero atomico dell'elemento che, per primo, sblocca gli orbitali *g*, secondo la regola della diagonale (detta anche di Madelung o di Klechkowski).

- A)  $Z = 121$   
 B)  $Z = 221$   
 C)  $Z = 402$   
 D)  $A = 402$

### 13. Soluzione

1	s							
2	s	p						
3	s	p	d					
4	s	p	d	f				
5	s	p	d	f	g			
6	s	p	d	f	g			
7	s	p	d	f	g			
8	s	p	d	f	g			
9	s	p	d	f	g			
10	s	p	d	f	g			

Secondo la regola della diagonale riportata nella figura qui a lato, l'ordine di riempimento degli orbitali è il seguente:

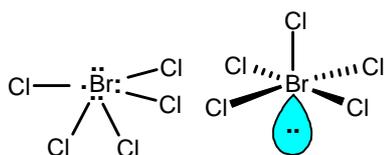
1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, **7p, 8s, 5g.**

Ora si devono contare le posizioni sulla tavola periodica. Dopo  ${}_{111}\text{Rg}$ , vi è l'elemento con  $Z = 112$  che ha finito di riempire il 6d, da qui si conta fino al gas nobile sotto il Radon che ha  $Z = 118$  (finisce il 7p), poi vi sono gli elementi 119 e 120 (8s), infine si giunge al n°121 che inizia a riempire il 5g. (Risposta A)

14. Indicare, secondo la teoria VSEPR, la geometria della molecola  $\text{BrCl}_5$

- A) planare quadrata  
 B) piramidale quadrata  
 C) a bipiramide trigonale  
 D) ottaedrica

### 14. Soluzione



Il bromo possiede anche orbitali *d* e può andare oltre l'ottetto. Ha 7 elettroni di valenza, ne usa 5 per legare i 5 atomi di cloro, e lascia gli ultimi 2 elettroni come coppia di non legame. Il bromo, quindi, deve alloggiare 6 coppie di elettroni (5 coppie di legame e una di non legame) che vengono disposte verso i vertici di un ottaedro regolare. La coppia di non legame occupa un vertice, nelle altre 5 posizioni vi sono i 5 atomi di cloro.

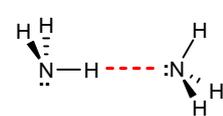
La molecola  $\text{BrCl}_5$  ha la geometria di una piramide a base quadrata.

(Risposta B)

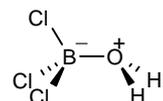
15. Tra le seguenti coppie di molecole, indicare quella tra cui si instaura il legame intermolecolare più forte:

- A)  $\text{BCl}_3$   $\text{H}_2\text{O}$   
 B)  $\text{NH}_3$   $\text{NH}_3$   
 C)  $\text{PH}_3$   $\text{PH}_3$   
 D)  $\text{CH}_4$   $\text{CCl}_4$

### 15. Soluzione

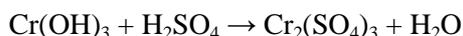


I legami intermolecolari più forti sono quelli a idrogeno. Questi si realizzano tra una molecola che contiene un atomo molto elettronegativo (N, O, F) e un idrogeno parzialmente positivo perché legato ad un altro atomo molto elettronegativo (N, O, F). Tra le coppie riportate ve ne è solo una accettabile:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_3$ . (Risposta B)



Tra  $\text{BCl}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}$  si instaura un legame molto intenso, ma non si può considerarlo intermolecolare, è un vero legame covalente tra l'acido di Lewis  $\text{BCl}_3$  e la base di Lewis  $\text{H}_2\text{O}$ . La molecola risultante  $\text{BCl}_3\text{OH}_2$  è un acido molto forte che si può dissociare in  $\text{H}^+$  e  $\text{BCl}_3\text{OH}^-$ .

16. In un recipiente vengono posti a reagire 3,00 g di idrossido di cromo(III) con un eccesso di acido solforico secondo la reazione, da bilanciare:



Al termine della reazione, tutta l'acqua formata si viene scissa per elettrolisi in idrogeno ed ossigeno molecolari. Calcolare il volume di idrogeno molecolare formatosi in condizioni standard.

- A) 1,95 L  
 B) 3,00 L  
 C) 1,34 L  
 D) 22,4 L

**16. Soluzione**

La reazione bilanciata è:  $2 \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$

La massa molare di  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  è:  $52 + 3 \cdot 17 = 103 \text{ g/mol}$ ; le moli di  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  sono:  $3,00/103 = 0,0291 \text{ mol}$ .

Da queste si ottiene un numero triplo di moli di  $\text{H}_2\text{O}$  ( $0,0291 \cdot 3 = 0,0873 \text{ mol}$ ) e da queste un uguale numero di molecole di  $\text{H}_2$  per elettrolisi ( $0,0873 \text{ mol}$ ). Dalla legge dei gas si ottiene il volume di  $\text{H}_2$ :

(a  $P = 1 \text{ atm}$  e  $T = 273 \text{ K}$ )  $V = nRT/P = 0,0873 \cdot 0,0821 \cdot 273/1 = 1,96 \text{ L}$ . (Risposta A)

**17.** L'acqua regia è una miscela di acido cloridrico ed acido nitrico acquosi concentrati. È così chiamata perché è in grado di sciogliere anche i metalli più nobili come l'oro, il metallo regale per eccellenza. Indicare cosa accade durante la reazione:

- A) l'azione combinata delle proprietà ossidanti dell'acido nitrico e coordinanti del cloruro permettono l'ossidazione dei metalli e la formazione di cloro-complessi anionici solubili nel mezzo acquoso  
 B) l'azione combinata delle proprietà ossidanti del cloruro e coordinanti del nitrato permettono l'ossidazione dei metalli e la formazione di nitro-complessi anionici solubili nel mezzo acquoso  
 C) il metallo disciolto in acqua regia non sta cambiando il suo stato di ossidazione  
 D) il metallo disciolto in acqua regia si sta riducendo

**17. Soluzione**

L'unica risposta sensata è la prima. L'acido nitrico ossida l'oro metallico che diventa  $\text{Au}^{3+}$  stabilizzato dal legame con gli ioni cloruro che con  $\text{Au}^{3+}$  formano un complesso di coordinazione. (Risposta A)

**18.** Sciogliendo  $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  di fosfito monoacido di sodio in un litro d'acqua si formano ioni sodio idrati. Indicare il numero di moli di ioni sodio idrati che si formano:

- A)  $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 B)  $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 C)  $3,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 D)  $1,00 \text{ mol}$

**18. Soluzione**

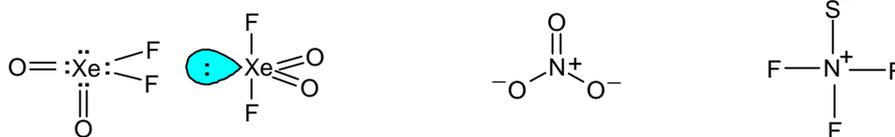
L'acido fosforico è  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; l'acido fosforoso è  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ; il fosfito di sodio è  $\text{Na}_3\text{PO}_3$ ; il fosfito di sodio monoacido è  $\text{Na}_2\text{HPO}_3$ . Dato che ci sono due ioni sodio per molecola, in soluzione si forma un numero doppio di moli di ioni sodio idrati:  $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ . (Risposta B)

**19.** Tra le seguenti specie indicare quella in cui non sono presenti legami doppi:

- A)  $\text{XeO}_2\text{F}_2$   
 B)  $\text{NO}_3^-$   
 C)  $\text{SNF}_3$   
 D) nessuna delle precedenti opzioni è corretta

**19. Soluzione**

Nella molecola  $\text{SNF}_3$ , l'azoto non può fare doppi legami perché ha già raggiunto l'ottetto elettronico e non ha altri orbitali disponibili. (Risposta C)



**20.** Indicare tra i seguenti elementi quello che forma con l'ossigeno il legame covalente più polare:

- A) Na  
 B) K  
 C) Mg  
 D) F

**20. Soluzione**

Con Na, K, Mg l'ossigeno non forma legami covalenti, ma ionici. Resta F (EN 4,0):  $\text{F}^{\delta-}-\text{O}^{\delta+}$ . (Risposta D)

21. Un recipiente chiuso contiene  $n$  moli di un gas ideale. Se la pressione viene quadruplicata e il volume viene ridotto a sette sedicesimi di quello iniziale, la temperatura:

- A) rimane costante  
 B) diminuisce  
 C) aumenta  
 D) non si può rispondere, in mancanza di informazioni aggiuntive

### 21. Soluzione

Dalla legge dei gas si ricava la temperatura:  $T = PV/nR$ . Dato che  $n$  e  $R$  sono costanti si può scrivere  $T = k PV$ .

Se  $P$  diventa  $4P$  e  $V$  diventa  $7/16 V$  si ottiene  $T_1 = k \cdot 4P \cdot 7/16 V$   $T_1 = 7/4 \cdot k PV = 7/4 T$

La temperatura aumenta e diventa  $7/4 T$  cioè 1,75 volte maggiore.

(Risposta C)

22. Per riscaldare 2,00 moli di acqua da 25,0 °C fino a 30,0 °C vengono impiegati 783,1 J. Quanta energia viene dispersa nel processo? La capacità termica specifica dell'acqua è  $4,184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

- A) 5 J                      B) 40 J                      C) 0,4 J                      D) 30 J

### 22. Soluzione

Per scaldare l'acqua di 5 gradi, il calore necessario è:  $Q = m c \Delta T = 2 \cdot 18 \cdot 4,184 \cdot 5 = 753,12 \text{ J}$ .

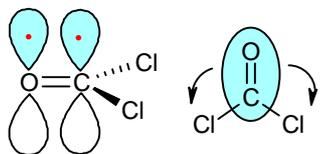
Se l'energia consumata è stata 783,1 J, l'energia sprecata è stata:  $783,1 - 753,12 = 30 \text{ J}$ .

(Risposta D)

23. La geometria molecolare della molecola di fosgene ( $\text{COCl}_2$ ) è:

- A) trigonale piramidale, l'angolo Cl-C-Cl è  $102,8^\circ$   
 B) trigonale piramidale, l'angolo Cl-C-Cl è  $109,4^\circ$   
 C) trigonale planare, l'angolo Cl-C-Cl è  $111,8^\circ$   
 D) trigonale planare, l'angolo Cl-C-Cl è  $121,8^\circ$

### 23. Soluzione



Il carbonio, per poter fare il doppio legame  $\text{C}=\text{O}$ , è ibridato  $\text{sp}^2$ .

La geometria della molecola è planare trigonale con angoli di circa  $120^\circ$ .

Tra le risposte, gli angoli più vicini ai  $120^\circ$  sono:  $121,8^\circ$  (D) e  $111,8^\circ$  (C).

Secondo la teoria VSEPR, il doppio legame occupa uno spazio maggiore di un legame singolo a causa della nuvola pi greco sopra e sotto il piano che è meno in tensione tra i due nuclei. L'angolo di legame Cl-C-Cl, quindi, deve essere un po' minore dei  $120^\circ$  teorici, quindi può essere solo  $111,8^\circ$ .

minore dei  $120^\circ$  teorici, quindi può essere solo  $111,8^\circ$ .

(Risposta C)

24. Utilizzando la tabella delle costanti di solubilità, indicare quale ione  $\text{M}^{2+}$  ha la concentrazione maggiore in una soluzione ottenuta mescolando volumi uguali di una soluzione 0,01 M di  $\text{M}(\text{NO}_3)_2$  e di una soluzione 0,1 M di  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . (escludere la formazione di idrossidi)

- A)  $\text{Cu}^{2+}$                       B)  $\text{Pb}^{2+}$                       C)  $\text{Sr}^{2+}$                       D)  $\text{Ba}^{2+}$

### 24. Soluzione

Qui si chiede di confrontare le  $K_{\text{ps}}$  dei carbonati di  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  per individuare la più grande.

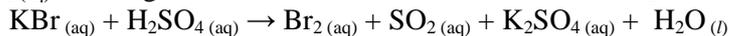
Le 4  $K_{\text{ps}}$  sono rispettivamente:  $2,5 \cdot 10^{-10}$ ;  $1,5 \cdot 10^{-13}$ ;  $9,4 \cdot 10^{-10}$ ;  $8,1 \cdot 10^{-9}$ .

La  $K_{\text{ps}}$  maggiore è quella di  $\text{BaCO}_3$  per la reazione:  $\text{BaCO}_3 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$   $K_{\text{ps}} = [\text{Ba}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$

Una  $K_{\text{ps}}$  maggiore consente di avere una maggior concentrazione di  $\text{Ba}^{2+}$ .

(Risposta D)

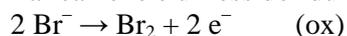
25. Quante moli di  $\text{SO}_2(\text{aq})$  si ottengono da 8,00 moli di  $\text{KBr}$  e 2,00 moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , secondo la reazione (da bilanciare)?



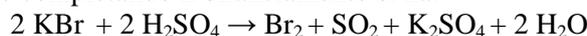
- A) 2,34                      B) 4,05                      C) 3,11                      D) 1,00

### 25. Soluzione

La reazione è un'ossidazione-riduzione. Le due semireazioni sono:



Sommando le due semireazioni e completando il bilanciamento si ha:



Dato che  $\text{KBr}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  reagiscono in rapporto 1:1, le 8 moli di  $\text{KBr}$  sono in eccesso.

Da 2 moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  si ottiene una mole di  $\text{SO}_2$ .

(Risposta D)

26. Quale delle seguenti soluzioni ha il più alto pH?

- A) NaF 0,1 M  
 B) NaNO<sub>2</sub> 0,1 M  
 C) NH<sub>4</sub>Cl 0,1 M, NH<sub>3</sub> 0,1M  
 D) NaCN 0,1 M

**26. Soluzione**

Abbiamo 3 sali di acidi deboli e una soluzione tampone NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Un anione di un acido debole reagisce così:  $A^- + H_2O \rightarrow HA + OH^-$   $K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = \frac{[OH^-]^2}{C}$

$[OH^-] = \sqrt{K_b C} = \sqrt{\frac{K_w C}{K_a}}$  l'anione dell'acido più debole (con la K<sub>a</sub> più piccola) produce l'ambiente più basico.

Le tre K<sub>a</sub> sono: HF (7,2 · 10<sup>-4</sup>); HNO<sub>2</sub> (4,5 · 10<sup>-4</sup>); HCN (6,2 · 10<sup>-10</sup>). L'acido cianidrico è il più debole.

Per NaCN si ha:  $[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w C}{K_a}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 0,1}{6,2 \cdot 10^{-10}}} = 1,27 \cdot 10^{-3}$  pOH = 2,9 pH = 14 - 2,9 = 11,1

Questo pH è più basico anche di quello della soluzione tampone con NH<sub>3</sub> che ha pH = pK<sub>a</sub> = 9,3. (Risposta D)

27. Un camino industriale emette fumi con una concentrazione di NO<sub>(g)</sub> pari a 25,00 µg m<sup>-3</sup>, con una portata di 120 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> (a 290,00 K e 1,01 · 10<sup>5</sup> Pa). Quanti milligrammi di NO<sub>(g)</sub> sono emessi in 24 ore (nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione)?

- A) 92,55 mg      B) 72,00 mg      C) 31,82 mg      D) 48,50 mg

**27. Soluzione**

In 24 ore sono emessi 120 · 24 = 2880 m<sup>3</sup>. Ogni m<sup>3</sup> contiene 25,00 µg, cioè 25,00 · 10<sup>-3</sup> mg di NO.

La quantità di NO è: 25,00 · 10<sup>-3</sup> · 2880 = 72,00 mg.

(Risposta B)

28. Calcolare quanti kg di O<sub>2</sub> sono contenuti in 7,21 m<sup>3</sup> di aria misurati a 288 K e alla pressione di 1,01 · 10<sup>5</sup> Pa (la composizione dell'aria è: 21% v/v di O<sub>2</sub> e 79% v/v di N<sub>2</sub>)

- A) 8,15 kg      B) 4,33 kg      C) 2,04 kg      D) 7,18 kg

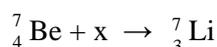
**28. Soluzione**

Dalla legge dei gas si ricavano le moli:  $n = PV/RT$   $n = (1 \cdot 7,21 \cdot 10^3)/(0,0821 \cdot 288)$   $n = 304,9$  mol di aria.

Le moli di O<sub>2</sub> sono: 304,9 · 0,21 = 64,0 mol; la massa di O<sub>2</sub> è: 64,0 · 32 = 2,04 kg.

(Risposta C)

29. Si consideri la seguente reazione nucleare:



Cosa rappresenta x?

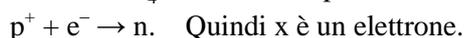
- A) un elettrone      B) un protone      C) un neutrone      D) una particella alfa

**29. Soluzione**

${}^7_4\text{Be}$  e  ${}^7_3\text{Li}$  hanno lo stesso numero di massa (7), quindi, la somma di protoni e neutroni non cambia.

Il n° atomico, cioè il n° di protoni, invece, diminuisce da 4 a 3, quindi un protone si è trasformato in neutrone.

Il nucleo del  ${}^7_4\text{Be}$  è stato colpito da un elettrone veloce (una radiazione β<sup>-</sup>) che ha provocato la trasformazione:



Quindi x è un elettrone. (Risposta A)

30. Una pianta adulta di canna domestica è in grado di estrarre da un suolo inquinato una quantità di Cd di 7,78 mg/kg (in 1 anno). Calcolare i grammi di Cd estratti in 1 anno da un terreno agricolo di 250000 m<sup>2</sup>, in cui sono cresciute 3 piante per m<sup>2</sup>, con un peso medio delle canne di 480 g.

- A) 3288 g      B) 2801 g      C) 1865 g      D) 4022 g

**30. Soluzione**

Nel terreno di 2,5 · 10<sup>5</sup> m<sup>2</sup> vi sono 3 piante/m<sup>2</sup> quindi 7,5 · 10<sup>5</sup> piante che pesano: 7,5 · 10<sup>5</sup> · 0,480 = 3,6 · 10<sup>5</sup> kg.

Il cadmio estratto è: 3,6 · 10<sup>5</sup> · 7,78 · 10<sup>-3</sup> = 2801 g.

(Risposta B)

31. Quanti kg di etere etilico devono essere vaporizzati in una stanza  $5\text{m} \times 4\text{m} \times 3\text{m}$  per avere una concentrazione di 1,7% in volume a  $25^\circ\text{C}$  (limite di infiammabilità)?

- A) 8,5 kg                      B) 3,1 kg                      C) 4,9 kg                      D) 2,5 kg

### 31. Soluzione

Il volume della stanza è  $5 \cdot 4 \cdot 3 = 60 \text{ m}^3$ . La percentuale di 1,7% corrisponde a  $60 \cdot 0,017 = 1,02 \text{ m}^3$  (1020 L).

Dalla legge dei gas si ricavano le moli:  $n = PV/RT$   $n = (1 \cdot 1020)/(0,0821 \cdot 298)$   $n = 41,7 \text{ mol}$

La massa molare di  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  è:  $4 \cdot 12 + 10 + 16 = 74 \text{ g/mol}$ ; la massa è:  $74 \cdot 41,7 = 3,1 \text{ kg}$ . (Risposta B)

32. Calcolare la massa atomica di X (espressa in unità di massa atomica, u) il cui composto  $\text{XO}_3$  ha una massa molecolare di 100 u.

- A) 55,84 u                      B) 26,98 u                      C) 52,00 u                      D) 69,72 u

### 32. Soluzione

La massa di 3 ossigeni è 48 u. La massa di X è  $100 - 48 = 52,0 \text{ u}$ . (Risposta C)

33. Calcolare la concentrazione molare di  $\text{Cl}^-$ , in una soluzione ottenuta mescolando 250 mL di una soluzione 0,010 M di NaCl, con 150 mL di una soluzione 0,020 M  $\text{BaCl}_2$  (si considerino i volumi additivi).

- A) 0,052 M                      B) 0,021 M                      C) 0,088 M                      D) 0,067 M

### 33. Soluzione

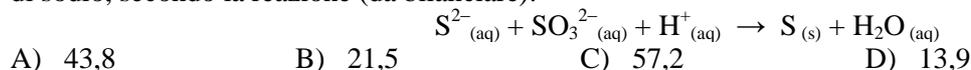
Le moli di  $\text{Cl}^-$  in 250 mL di NaCl 0,01 M sono:  $n = M V = 0,01 \cdot 0,250 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

Le moli di  $\text{Cl}^-$  in 150 mL di  $\text{BaCl}_2$  0,02 M sono:  $n = M V = 2 \cdot 0,02 \cdot 0,150 = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

Le moli totali di  $\text{Cl}^-$  sono:  $2,5 \cdot 10^{-3} + 6,0 \cdot 10^{-3} = 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

La concentrazione è:  $M = n/V = 8,5 \cdot 10^{-3}/(0,250 + 0,150) = 0,021 \text{ M}$ . (Risposta B)

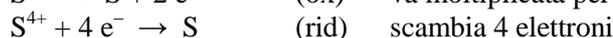
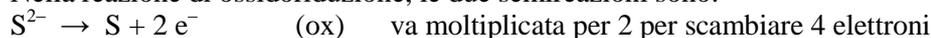
34. Calcolare quanti grammi di zolfo  $\text{S}_{(s)}$  si producono dall'ossidazione di 35 g di  $\text{Na}_2\text{S}$  con un eccesso di solfito di sodio, secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 43,8                      B) 21,5                      C) 57,2                      D) 13,9

### 34. Soluzione

Nella reazione di ossidoriduzione, le due semireazioni sono:



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

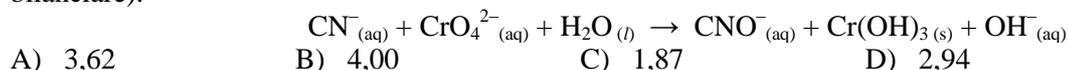


La massa molare di  $\text{Na}_2\text{S}$  è:  $2 \cdot 22,99 + 32,06 = 78,04 \text{ g/mol}$ . Le moli di  $\text{Na}_2\text{S}$  sono:  $35/78,04 = 0,4485 \text{ mol}$

Il rapporto in moli  $\text{Na}_2\text{S}/\text{S}$  è 2:3. Le moli di zolfo ottenute sono:  $0,4485 \cdot 3/2 = 0,623 \text{ mol}$

La massa di zolfo è:  $0,623 \cdot 32,06 = 21,6 \text{ g}$ . (Risposta B)

35. Calcolare quante moli di  $\text{Cr}(\text{OH})_3_{(s)}$  si ottengono da 4,00 moli di  $\text{K}_2\text{CrO}_4_{(s)}$ , secondo la reazione (da bilanciare):

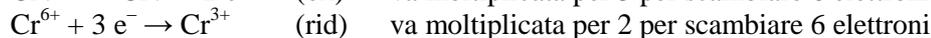


- A) 3,62                      B) 4,00                      C) 1,87                      D) 2,94

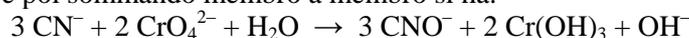
### 35. Soluzione

Senza bilanciare la reazione si osserva che  $\text{CrO}_4^{2-}$  e  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  contengono entrambe un atomo di cromo e devono essere presenti in rapporto 1:1, quindi da 4,0 moli del primo ottengo 4,0 moli del secondo. (Risposta B)

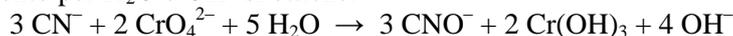
Come esercizio, risolviamo comunque il problema. Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 3 e per 2 e poi sommando membro a membro si ha:

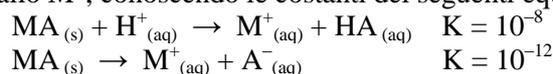


Completando il bilanciamento per  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{OH}^-$  si ottiene:



Il rapporto in moli  $\text{Cr}(\text{OH})_3/\text{CrO}_4^{2-}$  è 1:1 per cui da 4,0 moli del primo ottengo 4,0 moli del secondo.

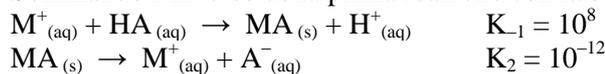
36. Determinare la costante acida di un acido HA, il cui anione  $A^-$  forma un composto poco solubile con il metallo  $M^+$ , conoscendo le costanti dei seguenti equilibri:



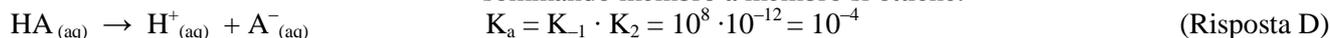
- A)  $10^{-8}$   
 B)  $10^{-5}$   
 C)  $10^{-7}$   
 D)  $10^{-4}$

### 36. Soluzione

Sommando l'inverso della prima reazione con la seconda si ottiene:



-----  
 sommando membro a membro si ottiene:



37. Si consideri il composto poco solubile  $M(OH)_x$  con costante di solubilità  $K_s$  (si ricordi  $pK_s = -\log K_s$ ). Indicare i valori del logaritmo della solubilità per i due valori:  $x = 1$  e  $x = 2$ .

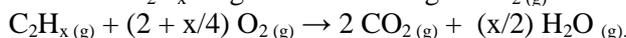
	log (solubilità)			
	A)	B)	C)	D)
$x = 1$	$pK_s - \log 2$	$-1/2 pK_s$	$2 pK_s$	$pK_s + 2$
$x = 2$	$pK_s - \log(4/3)$	$-(1/3 pK_s + 0,2)$	$0,5 (pK_s)^3$	$(pK_s)^{3/4}$

### 37. Soluzione

Con  $x = 1$ :  $MOH \rightarrow M^+ + OH^- \quad K_s = [M^+][OH^-] = s \cdot s = s^2 \quad s = K_s^{1/2} \quad \log s = -1/2 pK_s$  (Risposta B)

Con  $x = 2$ :  $M(OH)_2 \rightarrow M^+ + 2 OH^- \quad K_s = [M^+][OH^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 \quad s = (1/4 K_s)^{1/3} \quad \log s = 1/3 \log(1/4 K_s)$   
 $\log s = 1/3(\log 1/4 + \log K_s) \quad \log s = 1/3 \log 0,25 - 1/3 pK_s \quad \log s = -0,2 - 1/3 pK_s$  (confermata la risposta B)

38. 3,0 moli di un composto di formula  $C_2H_x$  reagiscono con ossigeno  $O_{2(g)}$  secondo la reazione:



Sapendo che si producono 6,0 moli di acqua, determinare la formula del composto.

- A)  $C_2H_8$                       B)  $C_2H_6$                       C)  $C_2H_4$                       D)  $C_2H_2$

### 38. Soluzione

Se da 3 moli di  $C_2H_x$  si formano 6 moli di  $H_2O$ , da una mole se ne formano 2. Il coefficiente dell' $H_2O$  deve essere uguale a 2. Quindi:  $x/2 = 2$  cioè:  $x = 4$ . La formula del composto è  $C_2H_4$ . (Risposta C)

39. Il corpo di un uomo adulto di 65,0 kg contiene 5,00 L di sangue (densità =  $1,05 \text{ g mL}^{-1}$ ), con una concentrazione di emoglobina del 15% in massa. Sapendo che 1,00 g di emoglobina può legare 1,34 mL di  $O_{2(g)}$  a 273,15 K e  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , calcolare il volume di  $O_{2(g)}$  totale presente nel corpo in queste condizioni.

- A) 1035 mL                      B) 1090 mL                      C) 1055 mL                      D) 1005 mL

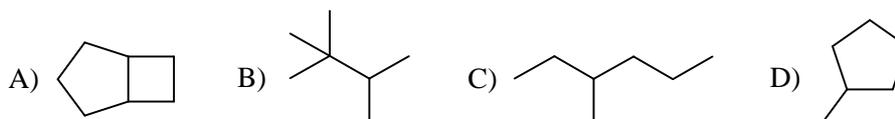
### 39. Soluzione

La massa di 5,00 L di sangue è:  $m = d \cdot V \quad m = 1,05 \cdot 5000 = 5250 \text{ g}$ .

La massa dell'emoglobina è il 15%:  $5250 \cdot 0,15 = 787,5 \text{ g}$ .

Se ogni grammo di emoglobina lega 1,34 mL di  $O_2$ , abbiamo:  $1,34 \cdot 787,5 = 1055 \text{ mL di } O_2$ . (Risposta C)

40. Quale dei seguenti alcani ha nella sua struttura un solo carbonio primario?



### 40. Soluzione

I carboni primari sono quelli terminali (cioè legati ad un solo carbonio).

Nella struttura A non ci sono carboni primari. Nella struttura B ce ne sono 5. Nella struttura C ce ne sono 3.

Nella struttura D ce n'è uno solo.

(Risposta D)

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

41. Indicare l'affermazione ERRATA:

- A) il fluoro è l'elemento più elettronegativo della tavola periodica  
 B) l'ossigeno è più elettronegativo dello zolfo  
 C) il fluoro appartiene al gruppo 17 e i suoi numeri di ossidazione più comuni sono  $-1, 0, +1, +3, +5, +7$   
 D) il cloro appartiene al gruppo 17 e i suoi numeri di ossidazione più comuni sono  $-1, 0, +1, +3, +5, +7$

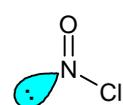
**41. Soluzione**

Il cloro può raggiungere numeri d'ossidazione fino a  $+7$  (come in  $\text{HClO}_4$ ) grazie al fatto che può usare, oltre agli orbitali  $3s$  e  $3p$ , anche gli orbitali  $3d$  e quindi può andare oltre l'ottetto elettronico.

Il fluoro appartiene al secondo periodo e può usare solo orbitali  $2s$  e  $2p$  (i  $2d$  non esistono) e quindi è vincolato all'ottetto. Inoltre è l'elemento più elettronegativo e non può avere numeri d'ossidazione positivi. (Risposta C)

42. Indicare il numero di ossidazione dell'azoto nel composto cloruro di nitrosile, di formula  $\text{NOCl}$ :

- A)  $+1$                       B)  $+3$                       C)  $-1$                       D)  $0$

**42. Soluzione**

Il cloruro di nitrosile,  $\text{NOCl}$ , è il cloruro dell'acido nitroso  $\text{HNO}_2$ . All'ossigeno attribuiamo n.o.  $-2$  e al cloro n.o.  $-1$ , quindi all'azoto spetta il n.o.  $+3$ . Il numero di ossidazione è una carica formale che attribuiamo ad ogni atomo di una molecola immaginando che tutti i legami siano ionici anche se in realtà sono covalenti. Per ogni legame attribuiamo una carica negativa all'atomo più elettronegativo, una carica positiva all'altro atomo. (Risposta B)

43. Indicare il numero di ossidazione medio dello zolfo nel metabisolfito di sodio, di formula  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ :

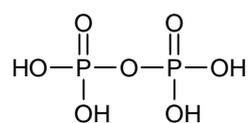
- A)  $+2$                       B)  $-2$                       C)  $+4$                       D)  $0$

**43. Soluzione**

In  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  vi sono 10 cariche negative da attribuire all'ossigeno ( $-2 \cdot 5$ ) e 2 cariche positive da attribuire al sodio ( $+1 \cdot 2$ ). Le cariche positive da attribuire allo zolfo sono  $(10 - 2) : 2 = +4$ . (Risposta C)

44. Indicare la formula bruta dell'acido pirofosforico:

- A)  $\text{H}_3\text{PO}_3$                       B)  $\text{H}_3\text{PO}_4$                       C)  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$                       D)  $\text{HPO}_3$

**44. Soluzione**

L'acido pirofosforico,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , è una specie di anidride nella quale due molecole di acido ortofosforico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) sono condensate con perdita di una molecola d'acqua.

L'acido pirofosforico può essere ulteriormente disidratato con perdita di altre due molecole d'acqua per formare anidride fosforica  $\text{P}_2\text{O}_5$ . (Risposta C)

45. Una bombola di ozono, allotropo dell'ossigeno di formula  $\text{O}_3$ , ha un volume di  $44,8$  L e, alla temperatura di  $273$  K, ha una pressione interna di  $20,0$  atm. Indicare il numero di moli di atomi d'ossigeno contenute all'interno della bombola:

- A)  $6$  mol                      B)  $40$  mol                      C)  $80$  mol                      D)  $120$  mol

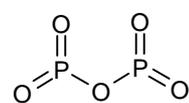
**45. Soluzione**

Dalla legge dei gas si ottengono le moli di  $\text{O}_3$ :  $n = PV/RT = (20 \cdot 44,8)/(0,0821 \cdot 273) = 40$  mol.

In ogni molecola di  $\text{O}_3$  ci sono 3 atomi di ossigeno, quindi le moli di O sono  $40 \cdot 3 = 120$  mol. (Risposta D)

46. Indicare la formula bruta dell'anidride fosforica:

- A)  $\text{PO}_3$                       B)  $\text{P}_2\text{O}_3$                       C)  $\text{PO}_5$                       D)  $\text{P}_2\text{O}_5$

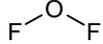
**46. Soluzione**

L'anidride fosforica è  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Il fosforo appartiene al terzo periodo, possiede orbitali  $d$  e può andare oltre l'ottetto elettronico formando più di quattro legami. Dato che ha 5 elettroni di valenza, lega due ossigeni con due doppi legami e col quinto elettrone lega un ossigeno che si mette a ponte tra due atomi di fosforo. (Risposta D)

47. Indicare, tra i seguenti composti, l'anidride fluorica:

- A)  $\text{OF}_2$                       B)  $\text{O}_2\text{F}_2$                       C)  $\text{O}_2\text{F}$                       D)  $\text{HO}_2\text{F}$

**47. Soluzione**

$:\ddot{\text{F}}:\text{---}:\ddot{\text{O}}:\text{---}:\ddot{\text{F}}:$   L'anidride fluorica è  $\text{OF}_2$ . Il fluoro è del secondo periodo e non può alloggiare più di 4 coppie di elettroni. Dato che il fluoro ha 7 elettroni di valenza, per raggiungere l'ottetto si lega ad un ossigeno e questo fa da ponte tra due atomi di fluoro. La struttura è simile a quella di  $\text{H}_2\text{O}$ . (Risposta A)

48. Indicare le formule dei composti ionici che si formano quando il catione  $\text{Ca}^{2+}$  si lega agli anioni cloruro, solfato e fosfato:

- A)  $\text{CaCl}_2$   $\text{CaSO}_4$   $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$   
 B)  $\text{CaCl}_2$   $\text{CaSO}_4$   $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$   
 C)  $\text{CaCl}$   $\text{CaSO}_4$   $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$   
 D)  $\text{CaCl}_2$   $\text{Ca}_2\text{SO}_4$   $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

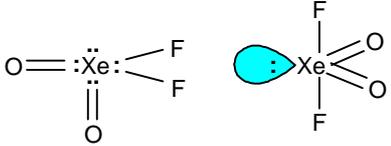
**48. Soluzione**

Per rispondere a questa domanda, bisogna sapere quante cariche negative hanno i tre anioni: cloruro  $\text{Cl}^-$ , solfato  $\text{SO}_4^{2-}$ , fosfato  $\text{PO}_4^{3-}$ . Dato che il catione è  $\text{Ca}^{2+}$ , i tre sali, per essere neutri, devono essere:  $\text{CaCl}_2$  (2+, 2-);  $\text{CaSO}_4$  (2+, 2-);  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (6+, 6-). (Risposta A)

49. La molecola  $\text{XeO}_2\text{F}_2$  presenta:

- A) due legami doppi e due legami singoli  
 B) quattro legami singoli  
 C) un legame doppio e tre singoli  
 D) nessuna delle precedenti opzioni è corretta

**49. Soluzione**

 Lo xenon è del quinto periodo e può andare oltre l'ottetto elettronico usando anche orbitali *d*. Lo xenon forma due legami doppi con due atomi di ossigeno e due legami singoli con due atomi di fluoro. (Risposta A)  
 I due elettroni residui di Xe costituiscono una coppia di non legame. Xe deve alloggiare cinque coppie di elettroni (trascurando quelle pigre) che sono dirette verso i vertici di una bipiramide trigonale. Le coppie più ingombranti (la coppia di non legame e i due doppi legami) si dispongono ai vertici della base. La molecola ha una struttura ad altalena.

50. I protoni, neutroni ed elettroni presenti nell'atomo di  $^{32}_{16}\text{S}$  sono rispettivamente:

- A) 16, 16, 32                      B) 16, 32, 16                      C) 16, 16, 16                      D) 32, 16, 32

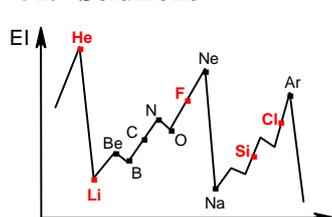
**50. Soluzione**

Nell'atomo  $^{32}_{16}\text{S}$  ( $^A_Z\text{S}$ ), 32 è il numero di massa A (somma del numero di protoni e neutroni), mentre 16 è il numero atomico Z (numero di protoni). Quindi  $^{32}_{16}\text{S}$  possiede 16 p, 16 n, 16 e. (Risposta C)

51. L'energia di prima ionizzazione del fluoro è:

- A) minore di quella del litio  
 B) maggiore di quella del He  
 C) minore di quella del cloro  
 D) maggiore di quella del silicio

**51. Soluzione**



Come si vede nel grafico approssimativo tracciato qui a lato, l'EI del fluoro è maggiore di quella del litio  
 minore di quella di He  
 maggiore di quella del cloro  
 maggiore di quella del silicio.

(Risposta D)

52. Indicare le coppie di ioni che hanno la stessa configurazione elettronica:

- A)  $F^-$  e  $Na^+$ ;  $O^{2-}$  e  $Si^{4+}$   
 B)  $Na^+$  e  $Mg^{2+}$ ;  $Ca^{2+}$  e  $Be^{2+}$   
 C)  $F^-$  e  $Cl^-$ ;  $Br^-$  e  $Cl^-$   
 D)  $F^-$  e  $Na^+$ ;  $Si^{4+}$  e  $P^{3-}$

**52. Soluzione**

$F^-$  e  $Na^+$  hanno configurazione [Ne], [Ne]       $O^{2-}$  e  $Si^{4+}$  hanno configurazione [Ne], [Ne]  
 $Na^+$  e  $Mg^{2+}$  hanno configurazione [Ne], [Ne]       $Ca^{2+}$  e  $Be^{2+}$  hanno configurazione [Ar], [He]  
 $F^-$  e  $Cl^-$  hanno configurazione [Ne], [Ar]       $Br^-$  e  $Cl^-$  hanno configurazione [Kr], [Ar]  
 $F^-$  e  $Na^+$  hanno configurazione [Ne], [Ne]       $Si^{4+}$  e  $P^{3-}$  hanno configurazione [Ne], [Ar]

Solo in A le due coppie hanno la stessa configurazione elettronica.

(Risposta A)

53. Individuare l'affermazione ERRATA:

- A) molti metalli vengono ossidati dall'acido cloridrico. Durante questa reazione si riduce idrogeno.  
 B) i composti binari di un non metallo ed ossigeno sono detti anidridi  
 C) quando un acido reagisce con una base si ottiene un sale neutro  
 D) per condizioni standard (STP) si intende  $T = 0^\circ C$  (273,15 K) e  $P = 1,00$  bar ( $1,00 \cdot 10^5$  Pa)

**53. Soluzione**

Le affermazioni A, B e D sono corrette. L'affermazione C è errata perché solo un acido forte e una base forte (o un acido e una base di uguale forza), reagendo tra loro, producono un sale neutro:  $HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$ . Un acido forte e una base debole, invece, formano un sale acido per la presenza dell'acido coniugato della base debole come in:  $HCl + NH_3 \rightarrow NH_4Cl$  il sale è acido perché contiene lo ione  $NH_4^+$ .

(Risposta C)

54. Individuare l'affermazione corretta:

- A) il legame tra idrogeno e iodio in HI è più lungo del legame tra idrogeno e fluoro in HF  
 B) il legame tra ossigeno e cloro in HClO è meno forte del legame tra sodio e cloro in NaCl  
 C) il legame tra idrogeno e iodio in HI è più corto del legame tra idrogeno e cloro in HCl  
 D) il legame tra carbonio e ossigeno è più forte in  $CO_2$  che in CO

**54. Soluzione**

La lunghezza del legame covalente è uguale alla somma dei due raggi atomici e si accorcia un po' se vi è differenza di elettronegatività tra i due atomi perché si forma anche un parziale legame ionico.

L'affermazione A è corretta perché lo iodio è più grande del fluoro e inoltre F è più elettronegativo. (Risposta A)

L'affermazione B è errata perché il legame covalente tra O e Cl è più forte del legame ionico tra  $Na^+$  e  $Cl^-$ .

L'affermazione C è errata perché lo iodio è più grande del cloro e inoltre Cl è più elettronegativo.

L'affermazione D è errata perché in  $CO_2$  ( $O=C=O$ ) il legame carbonio-ossigeno è doppio mentre in CO ( $\overset{\ominus}{C} \equiv O^+$ ) il legame è triplo ed inoltre vi è un contributo ionico.

55. L'oganesson è l'ultimo elemento dell'odierna tavola periodica. Ha numero atomico  $Z = 118$ . Indicare la configurazione elettronica di questo elemento.

- A)  $[Rn] 4f^{14} 5d^{10} 7s^2 7p^6$       B)  $[Rn] 5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^4$   
 C)  $[Rn] 5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^5$       D)  $[Rn] 5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^6$

**55. Soluzione**

Contando le posizioni sulla tavola periodica si vede che l'elemento 118 è un gas nobile e sta sotto il Radon 86.

Quindi la sua configurazione elettronica è  $[Rn] 5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^6$ .

(Risposta D)

56. In un recipiente di  $0,8 m^3$ , precedentemente evacuato, venne immessa aria fino a raggiungere un contenuto di ossigeno di 5 moli, raggiungendo la pressione di  $1,00 \cdot 10^5$  Pa. Qual è, circa, la temperatura nel recipiente?

- A) 325 K      B) 405 K      C) 305 K      D) 265 K

**56. Soluzione**

Il contenuto di  $O_2$  nell'aria è del 21%, le moli di aria sono:  $5 \cdot 100/21 = 23,8$  mol.

La pressione è  $1/1,013 = 0,987$  atm

Dalla legge dei gas  $PV = nRT$  si ottiene:  $T = PV/nR = (0,987 \cdot 800)/(23,8 \cdot 0,0821) = 404$  K. (Risposta B)

57. Il sistema A non è all'equilibrio termico con il sistema B ed il sistema B non è all'equilibrio termico con il sistema C. Di conseguenza:

- A) la temperatura del sistema A è necessariamente diversa da quella del sistema C
- B) la temperatura del sistema A è necessariamente uguale a quella del sistema C
- C) la temperatura del sistema A può essere uguale a quella del sistema C
- D) nessuna delle precedenti opzioni è corretta

**57. Soluzione**

Dato che  $T_A \neq T_B \neq T_C$ ,  $T_A$  può essere anche uguale a  $T_C$ .

(Risposta C)

58. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando volumi uguali di una soluzione 0,1 M di HCl e di una soluzione 0,1 M di  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .

- A) 3,0
- B) 4,5
- C) 6,9
- D) 5,7

**58. Soluzione**

Mescolando le due soluzioni si ha la reazione  $\text{HCl} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$ .

La soluzione ottenuta contiene acido acetico 0,05 M a causa della diluizione effettuata.

Dalla relazione degli acidi deboli  $[\text{H}^+] = \sqrt{K_a C} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05} = 0,949 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

Il pH della soluzione è:  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0,949 \cdot 10^{-3} = 3,0$ .

(Risposta A)

59. Un individuo assume ogni giorno 2,00 L di acqua con un contenuto di As(V) pari a 6,5  $\mu\text{g/L}$ . Quanti milligrammi di As(V) vengono assunti in 2 anni (considerando l'anno di 365 giorni)?

- A) 4,3
- B) 5,7
- C) 9,5
- D) 7,1

**59. Soluzione**

6,5  $\mu\text{g/L}$  sono  $6,5 \cdot 10^{-3} \text{ mg/L}$ . Nella dose giornaliera di 2 L vi sono:  $2 \cdot 6,5 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ mg}$  di As.

In due anni se ne assumono:  $1,3 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 365 = 9,5 \text{ mg}$ .

(Risposta C)

60. Calcolare la percentuale in massa di NaBr di una soluzione ottenuta mescolando 35 g di una soluzione al 18% in massa di NaBr con 15 g di una soluzione al 22% in massa di NaBr.

- A) 20,5
- B) 21,9
- C) 19,2
- D) 21,0

**60. Soluzione**

La quantità di NaBr nella prima soluzione è:  $35 \cdot 0,18 = 6,3 \text{ g}$

La quantità di NaBr nella seconda soluzione è:  $15 \cdot 0,22 = 3,3 \text{ g}$

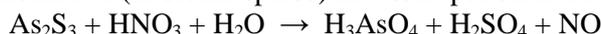
La massa totale di NaBr è:  $6,3 + 3,3 = 9,6 \text{ g}$ . La massa totale delle due soluzioni è:  $35 + 15 = 50 \text{ g}$ .

La % di NaBr è:  $9,6/50 = 19,2 \%$ .

(Risposta C)

**Qui continuano i quesiti della classe B (41-60)**

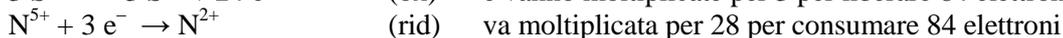
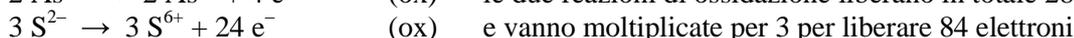
41. Indicare i coefficienti stechiometrici (in ordine sparso) necessari per bilanciare la seguente reazione:



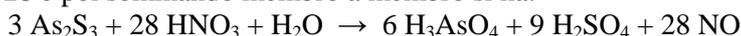
- A) 1, 2, 3, 8, 10, 16  
 B) 3, 4, 6, 9, 28, 28  
 C) 3, 6, 6, 9, 16, 18  
 D) 3, 6, 9, 16, 32, 32

**41. Soluzione**

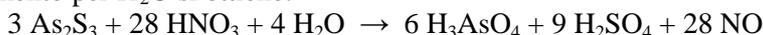
Le semireazioni sono



Moltiplicando per 3 e per 28 e poi sommando membro a membro si ha:



Completando il bilanciamento per  $\text{H}_2\text{O}$  si ottiene:



I coefficienti sono: 3, 4, 6, 9, 28, 28.

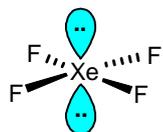
(Risposta B)

42. Individuare la terna di molecole che NON hanno una geometria planare secondo la teoria VSEPR:

- A) HCN,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PCl}_5$   
 B)  $\text{O}_3$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{PCl}_5$   
 C)  $\text{SO}_3$ ,  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{SF}_6$   
 D) nessuna delle precedenti opzioni è corretta

**42. Soluzione**

Il problema chiede di individuare la terna di molecole in cui nessuna delle tre è planare.



In A: HCN è lineare,  $\text{NH}_3$  è piramidale,  $\text{PCl}_5$  è a bipiramide trigonale. Nessuna delle tre molecole è planare (A esatta).

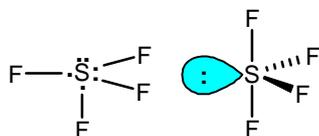
In B:  $\text{O}_3$  è angolata (come  $\text{H}_2\text{O}$ ) quindi è planare (B errata).

In C:  $\text{SO}_3$  è trigonale planare e  $\text{XeF}_4$  è planare quadrata (C errata).

(Risposta A?)

43. Secondo la teoria VSEPR, la geometria del tetrafluoruro di zolfo è:

- A) ad altalena  
 B) tetraedrica  
 C) planare quadrata  
 D) a bipiramide trigonale

**43. Soluzione**

Lo zolfo (come l'ossigeno) ha sei elettroni di valenza. Quattro elettroni servono per legare i 4 atomi di fluoro. I due elettroni rimasti formano una coppia di non legame.

Lo zolfo deve alloggiare 5 coppie di elettroni (4 di legame e una di non legame), e le dispone a bipiramide trigonale. La coppia di non legame (più ingombrante) occupa uno dei vertici di base (angoli di  $120^\circ$ ), quindi la geometria della molecola è ad altalena.

(Risposta A)

44. Un campione sottoposto ad analisi elementare risulta composto da: 28,32% di K; 34,77% di O; 36,90% di V in massa. Indicare la formula compatibile con tale analisi:

- A)  $\text{KVO}_3$                       B)  $\text{K}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$                       C)  $\text{K}_3\text{VO}_4$                       D)  $\text{K}_6\text{V}_{10}\text{O}_{28}$

**44. Soluzione**

In 100 g, le moli di K sono:  $28,32/39,1 = 0,724$  mol; le moli di O sono:  $34,77/16 = 2,17$  mol; le moli di V sono:  $36,90/50,94 = 0,724$  mol. Le moli di K e V sono uguali (B, C, D errate), la sola formula compatibile è  $\text{KVO}_3$ .

Per puro esercizio continuiamo dividendo le moli per il valore più piccolo per ottenere numeri piccoli e interi.

K ( $0,724/0,724 = 1$ ), O ( $2,17/0,724 = 3$ ), V ( $0,724/0,724 = 1$ ). La molecola cercata è  $\text{KVO}_3$ . (Risposta A)

45. Partendo da 34,0 g di idrossido di alluminio si ottengono 41,8 g di solfato di alluminio secondo la reazione (da bilanciare):



Indicare la resa teorica del solfato e la resa percentuale della reazione.

- A) 74,6 g; 56,0%  
 B) 74,6 g; 28,0%  
 C) 149 g; 28,0%  
 D) 149 g; 56,0%

#### 45. Soluzione

La reazione si bilancia velocemente:

	$2 \text{ Al(OH)}_3 + 3 \text{ H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{ H}_2\text{O}$	
coefficienti	2	1
moli (mol)	0,436	0,218
MM (g/mol)	77,98	342,14
massa (g)	34	74,59

Il rapporto in moli tra idrossido e solfato di alluminio è 2:1.

Masse molari:  $\text{Al(OH)}_3$ :  $26,98 + 48 + 3 = 77,98$  g/mol;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ :  $2 \cdot 26,98 + 3 \cdot 32,06 + 12 \cdot 16 = 342,14$  g/mol.

Le moli di  $\text{Al(OH)}_3$  sono  $34/77,98 = 0,436$  mol.

Le moli teoriche di  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  sono la metà di queste:  $0,436/2 = 0,218$  mol.

La resa teorica in massa è:  $0,218 \cdot 342,14 = 74,6$  g e la resa percentuale è:  $41,8/74,6 = 56,0\%$ . (Risposta A)

46. Due sostanze hanno formula rispettivamente  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  e  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Indicare quale tra queste affermazioni è corretta.

- A) le due sostanze contengono la stessa percentuale in massa di rame  
 B) la percentuale in massa di rame è maggiore in  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$   
 C) la percentuale in massa di rame è maggiore in  $\text{Cu}_2\text{S}$   
 D) la percentuale in massa di rame in  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  è 2,5 volte quella di  $\text{Cu}_2\text{S}$

#### 46. Soluzione

Masse molari:  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  ( $5 \cdot 63,55 + 55,85 + 4 \cdot 32,06 = 501,84$  g/mol) e  $\text{Cu}_2\text{S}$  ( $2 \cdot 63,55 + 32,06 = 159,16$  g/mol)

Le percentuali in massa di rame sono: in  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ :  $5 \cdot 63,55/501,84 = 63,3\%$

in  $\text{Cu}_2\text{S}$ :  $2 \cdot 63,55/159,16 = 79,9\%$  (Risposta C)

47. Dovendo preparare 0,50 L di una soluzione di cloruro di sodio isotonica rispetto al sangue, quante moli di cloruro di sodio bisogna utilizzare? La pressione osmotica del sangue è  $7,75 \cdot 10^5$  Pa.

- A) 0,075 mol      B) 0,20 mol      C) 0,15 mol      D) 0,30 mol

#### 47. Soluzione

La pressione in atmosfere è  $7,75 \cdot 10^5 / 1,013 \cdot 10^5 = 7,65$  atm. La pressione osmotica obbedisce alla legge dei gas, quindi le moli di ioni nel sangue sono:  $n = PV/RT = 7,65 \cdot 0,5/0,0821 \cdot 293 = 0,159$  moli di ioni.

Le moli di NaCl sono la metà:  $0,159/2 = 0,079$  mol. (Risposta A)

48. Un gas monoatomico ideale, contenuto in un recipiente adiabatico delimitato da una parete scorrevole, viene compresso irreversibilmente da  $2,0 \text{ m}^3$  a  $1,5 \text{ m}^3$  contro una pressione esterna costante di  $1,00 \cdot 10^5$  Pa. Durante il processo, il gas si riscalda di 50 K. Quante sono, circa, le moli di gas contenute nel recipiente?

- A) 100      B) 30      C) 80      D) 10

#### 48. Soluzione

In una trasformazione adiabatica non vi è scambio di calore ( $Q = 0$ ) quindi, per il primo principio ( $U = Q + W$ ) (calore assorbito + lavoro subito), si può scrivere  $\Delta U = W$ . Il lavoro subito ( $W$ ) corrisponde all'aumento di energia interna ( $\Delta U$ ). Dato che  $U$  è una funzione di stato, l'aumento di  $U$  è indipendente dal tipo di trasformazione eseguita. La più semplice trasformazione è quella a volume costante, nella quale vale:  $\Delta U = n c_v \Delta T$ .

La capacità termica a volume costante  $c_v$  di un gas monoatomico è legata ai gradi di libertà delle sue molecole.

Queste si possono muovere lungo gli assi  $x$ ,  $y$ ,  $z$  e quindi hanno 3 gradi di libertà. Dato che ognuno di questi assorbe un'energia pari a  $\frac{1}{2} R$  (dalla teoria cinetica dei gas), si ha:  $c_v = 3/2 R = 1,5 \cdot 8,31 = 12,5 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

Il lavoro  $W$  subito dal gas è:  $-P\Delta V = -(1,00 \cdot 10^5)(1,5 - 2) = 0,5 \cdot 10^5 \text{ J}$ . Quindi  $\Delta U = W = 0,5 \cdot 10^5 \text{ J}$

Dalla  $\Delta U = n c_v \Delta T$  si ricava  $n = \Delta U/c_v \Delta T$   $n = 0,5 \cdot 10^5 / 12,5 \cdot 50$   $n = 80$  mol. (Risposta C)

49. Si consideri la reazione in cui il composto  $AB_2$  reagisce per formare  $AB$  e  $B_2$ . In determinate condizioni, la velocità con cui si produce  $AB$  è  $9,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ . La velocità con cui si produce  $B_2$  è:

- A)  $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$       B)  $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$   
 C)  $9,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$       D)  $9,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

#### 49. Soluzione

La reazione bilanciata è  $2 AB_2 \rightarrow 2 AB + B_2$ . Data la stechiometria della reazione, ogni due moli di  $AB$  si forma una sola mole di  $B_2$ , quindi:  $v_{(B_2)} = v_{(AB)}/2 = 9,0 \cdot 10^{-3}/2 = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$  (Risposta B)

50. Studiando una reazione del tipo  $A \rightarrow \text{Prodotti}$  si osserva sperimentalmente che il tempo di dimezzamento della concentrazione di  $A$  si riduce della metà se la concentrazione iniziale di  $A$  raddoppia. Qual è l'ordine di tale reazione?

- A) secondo ordine      B) ordine zero  
 C) primo ordine      D) nessuna delle precedenti opzioni è corretta

#### 50. Soluzione

Qui bisogna ricordare le leggi cinetiche delle reazioni di ordine 0, I, II.

Ordine zero:  $v = k$        $A_0 - A = kt$        $t_{1/2} = A_0/2k$

Ordine I:  $v = kA$        $\ln A_0/A = kt$        $t_{1/2} = \ln 2/k$

Ordine II:  $v = kA^2$        $1/A - 1/A_0 = kt$        $t_{1/2} = 1/kA_0$

Nelle cinetiche di II ordine, il tempo di dimezzamento diventa la metà se  $A_0$  raddoppia. (Risposta A)

51. L'equilibrio di una reazione chimica si sposta a sinistra (verso i reagenti) se la temperatura diminuisce. Si può, quindi, concludere che:

- A) la reazione ha un  $\Delta H$  minore di zero  
 B) la reazione è endotermica  
 C) la reazione è esotermica  
 D) non si può trarre alcuna conclusione in assenza di altri dati

#### 51. Soluzione

Una reazione all'equilibrio reagisce alle perturbazioni cercando di contrastarle (principio di Le Chatelier).

Quando una reazione all'equilibrio viene raffreddata, si sposta nella direzione in cui libera calore. Se si sposta a sinistra significa che verso sinistra libera calore, quindi verso destra assorbe calore: è endotermica. (Risposta B)

52. Calcolare il pH di una soluzione di  $HF$   $0,1 \text{ M}$  a cui si aggiungono  $4,0 \text{ g}$  di  $NaOH$  solido per litro di soluzione.

- A) 13,0      B) 9,8      C) 8,1      D) 7,5

#### 52. Soluzione

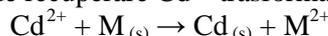
La massa molare di  $NaOH$  è  $40 \text{ g mol}^{-1}$ . Le moli di  $NaOH$  sono  $4/40 = 0,1 \text{ mol}$ . Quindi si aggiungono  $0,1 \text{ mol}$  di  $NaOH$  a  $0,1 \text{ mol}$  di  $HF$ . Questo basta per completare la reazione:  $HF + NaOH \rightarrow NaF + H_2O$

La soluzione finale, quindi, contiene il sale  $NaF$   $0,1 \text{ M}$  che libera lo ione  $F^-$ , la base coniugata di  $HF$ , un acido di media forza con  $K_a = 7,2 \cdot 10^{-4}$ . In soluzione si instaura l'equilibrio:  $F^- + H_2O \rightarrow HF + OH^-$

La soluzione è quindi leggermente basica.  $K_b = \frac{[HF][OH^-]}{[F^-]} = \frac{[OH^-]^2}{C}$  da cui:  $[OH^-] = \sqrt{K_b C}$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w C}{K_a}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 0,1}{7,2 \cdot 10^{-4}}} = 1,9 \cdot 10^{-6} \quad pOH = -\log(1,9 \cdot 10^{-6}) = 5,72 \quad pH = 8,28 \quad (\text{Risposta C})$$

53. Una soluzione contiene  $Cd(NO_3)_2$   $0,1 \text{ M}$ . Si intende recuperare  $Cd^{2+}$  trasformandolo in  $Cd_{(s)}$ , mediante reazione con una lamina di un metallo  $M$ :



Considerando la tabella dei potenziali redox, quale metallo deve essere immerso nella soluzione?

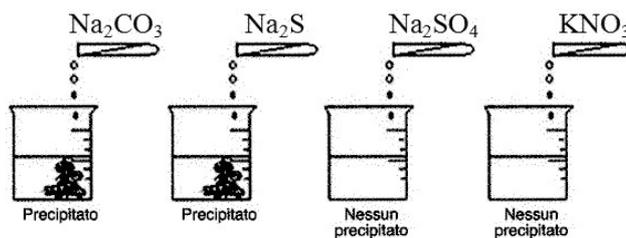
- A) Zn      B) Sn      C) Cu      D) Co

#### 53. Soluzione

Per ridurre il  $Cd^{2+}$ , si deve usare un metallo  $M$  con un potenziale di riduzione minore di quello del cadmio:

$E^\circ(Cd^{2+}/Cd) = -0,403 \text{ V}$ . Solo lo zinco ha un potenziale minore:  $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0,76 \text{ V}$ . (Risposta A)

54. Una soluzione incognita contenente un catione è posta in quattro becher. Si effettuano le seguenti aggiunte:



Considerando la tabella delle costanti di solubilità, indicare il catione presente nella soluzione.

- A)  $\text{Ca}^{2+}$       B)  $\text{Zn}^{2+}$       C)  $\text{Ba}^{2+}$       D)  $\text{Sr}^{2+}$

#### 54. Soluzione

	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Ba}^{2+}$	$\text{Sr}^{2+}$
$\text{CO}_3^{2-}$	*	*	*	*
$\text{S}^{2-}$		*		
$\text{SO}_4^{2-}$	*		*	*
$\text{NO}_3^-$				

Nella tabella i sali poco solubili sono indicati con un asterisco.

Solo lo zinco precipita sia come carbonato sia come solfuro.

Gli altri tre precipitano come carbonati e come solfati.

(Risposta B)

55. 52,3 g di un minerale contenente  $\text{CeO}_2(\text{s})$ , riscaldati a 1500 K, formano 0,014 moli di  $\text{O}_2(\text{g})$  secondo la reazione (da bilanciare):



Calcolare la % in massa di Ce nel minerale.

- A) 15,0%  
B) 21,7%  
C) 38,9%  
D) 41,8%

#### 55. Soluzione

La reazione bilanciata è:  $4 \text{CeO}_2 \rightarrow 2 \text{Ce}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$

Il rapporto in moli  $\text{CeO}_2/\text{O}_2$  è 4:1 quindi le moli di  $\text{CeO}_2$  nel campione sono  $4 \cdot 0,014 = 0,056$  mol.

Dato che la massa atomica di Ce è:  $140,12 \text{ g mol}^{-1}$ , la massa di Ce nel campione è:  $140,12 \cdot 0,056 = 7,85$  g.

La percentuale in massa è:  $7,85/52,3 = 15,0\%$ .

(Risposta A)

56. Determinare la costante di ionizzazione di un acido debole HA sapendo che, aggiungendo 50 mL di una soluzione 0,1 M di NaOH a 50 mL di una soluzione 0,2 M di HA, si ottiene una soluzione con pH 4,5.

- A)  $6,8 \cdot 10^{-7}$       B)  $3,2 \cdot 10^{-5}$       C)  $8,4 \cdot 10^{-3}$       D)  $5,2 \cdot 10^{-8}$

#### 56. Soluzione

Le moli di NaOH reagiscono con metà delle moli di HA trasformandolo in  $\text{A}^-$ .

Si ottiene una soluzione tampone in cui vi sono HA e  $\text{A}^-$  in uguale concentrazione.

Applicando la relazione  $\text{pH} = \text{pK}_a - \log \text{HA}/\text{A}^-$  se  $\text{HA} = \text{A}^-$  si ha:  $\log \text{HA}/\text{A}^- = 0$  e quindi:  $\text{pH} = \text{pK}_a$

Quindi:  $\text{pK}_a = 4,5$        $\text{K}_a = 10^{-\text{pK}_a} = 10^{-4,5} = 3,2 \cdot 10^{-5}$  (Risposta B)

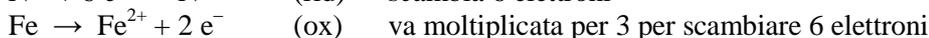
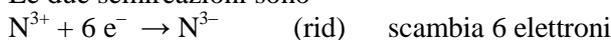
57. Determinare quante moli di  $\text{Fe}(\text{s})$  sono necessarie per ridurre 2 moli di nitrobenzene, secondo la reazione (da bilanciare):



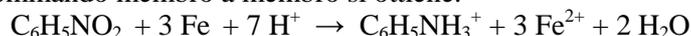
- A) 4,87      B) 3,21      C) 6,00      D) 9,11

#### 57. Soluzione

Le due semireazioni sono



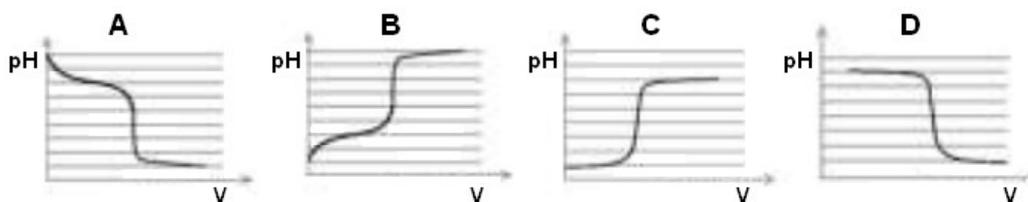
Moltiplicando per 3 e poi sommando membro a membro si ottiene:



Dato che il rapporto in moli Fe/nitrobenzene è 3:1, le moli di Fe devono essere  $3 \cdot 2 = 6$  mol.

(Risposta C)

58. Quale andamento del pH in funzione del volume di titolante si verifica nella titolazione di una soluzione di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  con  $\text{HCl}$ ?



### 58. Soluzione

Il pH iniziale della soluzione di  $\text{NH}_3$  è basico (B e C errati).

A metà della titolazione si forma un tampone che arresta il pH attorno al  $\text{pK}_a$  dello ione ammonio (9,3).

Nel grafico A, il pH iniziale è basico, poi scende per l'aggiunta di  $\text{HCl}$ , la discesa si arresta a pH 9, poi il pH scende bruscamente al punto equivalente quando in soluzione comincia ad accumularsi  $\text{HCl}$ . (Risposta A)

59. I bromo-alcossidi di formula generale  $\text{Br}-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_n\text{CH}_2\text{O}^-$  possono reagire secondo un meccanismo  $\text{S}_\text{N}2$  dando una reazione intermolecolare o intramolecolare. La resa delle due reazioni in competizione è dipendente dalla concentrazione del reagente bifunzionale e dalle dimensioni del ciclo che si può formare. Individuare quale delle seguenti affermazioni è vera:

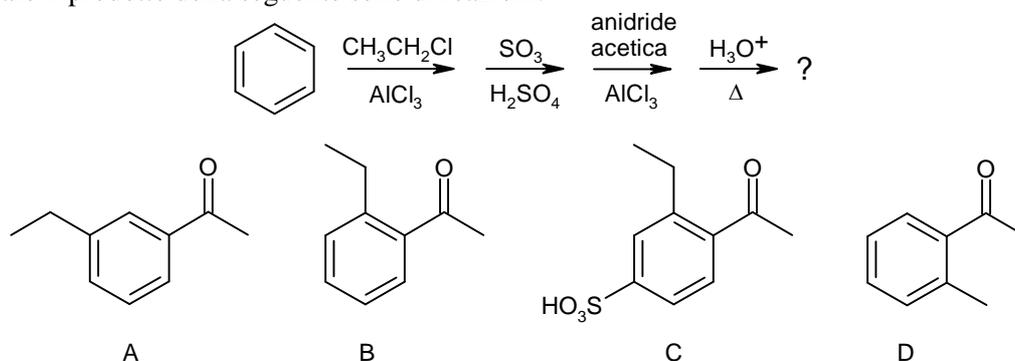
- A) una bassa concentrazione di reagente favorisce la reazione intramolecolare
- B) un'alta concentrazione del reagente inibisce la reazione intermolecolare
- C) la formazione di cicli a sei termini favorisce la reazione intermolecolare
- D) la formazione di cicli a quattro termini favorisce la reazione intramolecolare

### 59. Soluzione

La chiusura dell'anello è favorita in soluzioni diluite perché si abbassa la probabilità di incontrare altre molecole, mentre il reattivo sull'altro capo della stessa catena è sempre presente. (Risposta A)

La chiusura di un anello a quattro termini è meno facile di quella di un anello a sei termini.

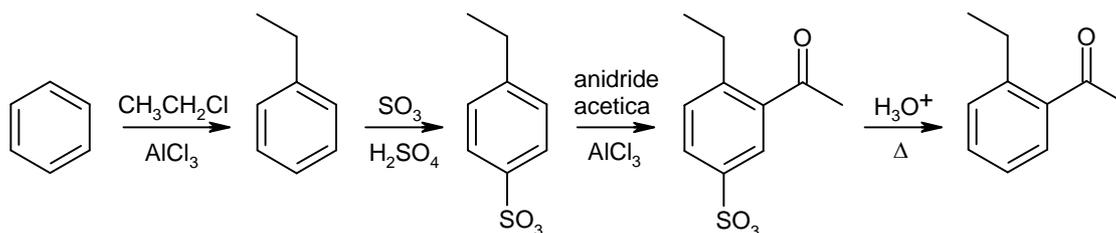
60. Individuare il prodotto della seguente serie di reazioni:



### 60. Soluzione

La prima reazione è un'alchilazione di Friedel-Crafts e forma etilbenzene. Questo è orto-para orientante, ma per questioni di ingombro sterico, orienta solo in para la reazione di solfonazione. La successiva acilazione va nella posizione orto rispetto al sostituito etilico dato che la posizione para è occupata.

L'ultima reazione è una desolfonazione e fornisce 2-etil-1-acetilbenzene. (Risposta B)



Soluzioni proposte da Mauro Tonellato