

## Giochi della Chimica 2021

### Problemi risolti – Fase regionale – Classe A

1. Un ricercatore fa reagire un campione di cromo metallico, di 0,500 g, con un eccesso di ossigeno, ottenendo un ossido di cromo. Al termine della reazione, l'ossido formatosi pesa 0,731 g. Determinare la formula dell'ossido di cromo:

- A) CrO                      B) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>                      C) CrO<sub>2</sub>                      D) CrO<sub>3</sub>

#### 1. Soluzione

Le moli di cromo metallico sono:  $0,5/52 = 9,62$  mmol. La massa di ossigeno nell'ossido è:  $0,731 - 0,5 = 0,231$  g. Le moli di ossigeno sono:  $0,231/16 = 14,44$  mmol. Dividendo per le moli di cromo si ottiene:  $14,44/9,62 = 1,5$ . La formula dell'ossido è: CrO<sub>1,5</sub>, che, moltiplicando per 2, diventa: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. (Risposta B)

2. Lo scheletro umano pesa in media 11,0 kg: di questa massa, il 58% è costituita da fosfato di calcio. Calcolare la massa in chilogrammi di fosforo che può essere ricavata dallo scheletro umano.

- A) 6,4 kg                      B) 3,2 kg                      C) 0,7 kg                      D) 1,3 kg

#### 2. Soluzione

La massa molare del Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> è:  $3 \cdot 40 + 2 \cdot 31 + 8 \cdot 16 = 310$  g/mol. La massa di Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> è:  $0,58 \cdot 11 = 6,38$  kg. La % di P nel Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> è:  $62/310 = 20\%$ . La massa di P nello scheletro è:  $6,38 \cdot 0,2 = 1,28$  kg. (Risposta D)

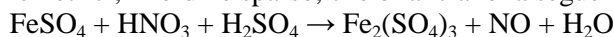
3. Si abbiano 50,0 mg del composto NO<sub>2</sub>. Da questa quantità di sostanza vengono allontanate  $3,45 \cdot 10^{20}$  molecole. Quante moli di NO<sub>2</sub> rimangono?

- A)  $6,56 \cdot 10^{-20}$  mol      B)  $5,15 \cdot 10^{-5}$  mol      C)  $1,09 \cdot 10^{-4}$  mol      D)  $5,15 \cdot 10^{-4}$  mol

#### 3. Soluzione

La massa molare di NO<sub>2</sub> è:  $14 + 32 = 46$  g/mol. Le moli iniziali di NO<sub>2</sub> sono:  $50/46 = 1,087$  mmol. Le moli allontanate sono:  $3,45 \cdot 10^{20}/6,022 \cdot 10^{23} = 0,573$  mmol. Le moli rimaste sono  $1,087 - 0,573 = 0,514$  mmol cioè  $5,14 \cdot 10^{-4}$  mol. (Risposta D)

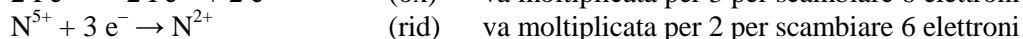
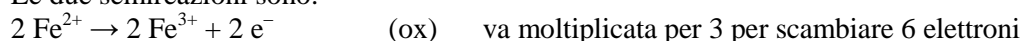
4. Indicare i coefficienti stechiometrici, in ordine sparso, che bilanciano la seguente reazione:



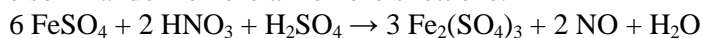
- A) 2, 3, 6, 2, 4, 3      B) 1, 3, 2, 5, 3, 2      C) 2, 4, 3, 2, 2, 4      D) 2, 3, 4, 5, 4, 3

#### 4. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 3 e per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



5. Uno studente ha trovato una confezione di una miscela di PbO e PbO<sub>2</sub> contenente il 90,7 % in peso di piombo. Determina la composizione percentuale della miscela.

- A) 55% PbO<sub>2</sub>, 45% PbO  
 B) 45% PbO<sub>2</sub>, 55% PbO  
 C) 66% PbO<sub>2</sub>, 34% PbO  
 D) 34% PbO<sub>2</sub>, 66% PbO

#### 5. Soluzione

La percentuale di ossigeno è:  $100 - 90,7 = 9,3\%$ . Su 100 g le moli di O sono:  $9,3/16 = 0,581$  mol.

Le moli di piombo sono:  $90,7/207,2 = 0,4377$  mol. Dividendo le moli di O per quelle di Pb:  $0,581/0,4377 = 1,33$

La formula media dell'ossido è; PbO<sub>1,33</sub>. Chiamando x la frazione di PbO<sub>2</sub> si ottiene:  $2_{\text{Oss}} x + 1_{\text{Oss}}(1-x) = 1,33$   
 $2x + (1-x) = 1,33 \quad x + 1 = 1,33 \quad \text{da cui: } x = 0,33 \quad \text{Quindi PbO}_2 = 33\%.$  (Risposta D)

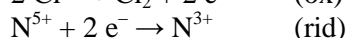
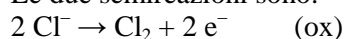
6. Indicare i coefficienti stechiometrici, in ordine sparso, che bilanciano la seguente reazione:



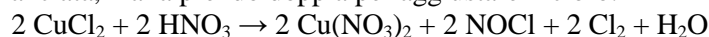
- A) 3, 8, 4, 2, 2, 3    B) 3, 4, 1, 1, 3, 4    C) 4, 2, 2, 4, 3, 2    D) 8, 4, 2, 2, 2, 2

### 6. Soluzione

Le due semireazioni sono:



L'ossido-riduzione è già bilanciata, ma la prendo doppia per aggiustare il cloro:



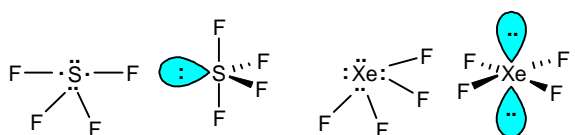
Completando il bilanciamento si ottiene:



7. Indicare quali fra questi composti non è polare secondo la teoria VSEPR:

- A)  $\text{XeF}_4$     B)  $\text{NH}_3$     C)  $\text{SF}_4$     D) nessuna delle precedenti

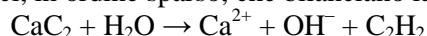
### 7. Soluzione



In  $\text{SF}_4$  lo zolfo deve sistemare attorno a sé 5 coppie di elettroni: 4 di legame e una di non legame. Queste si dispongono a bipiramide trigonale. La coppia di non legame occupa una delle posizioni sulla base, quindi la molecola ha una struttura a cavalletto (o ad altalena) che non è simmetrica

e quindi è una molecola polare. In  $\text{XeF}_4$ , invece, lo xenon deve sistemare 6 coppie di elettroni: 4 di legame e 2 di non legame. Queste si dispongono adottaedro regolare. Le coppie di non legame occupano le due posizioni opposte assiali, quindi la molecola è planare quadrata, è simmetrica e non è polare. (Risposta A)

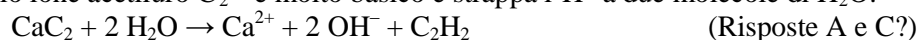
8. Indicare i coefficienti stechiometrici, in ordine sparso, che bilanciano la seguente reazione:



- A) 1, 2, 1, 2, 1  
B) 2, 4, 2, 1, 2  
C) 1, 1, 1, 2, 2  
D) nessuna delle precedenti

### 8. Soluzione

Si tratta di una reazione acido-base: lo ione acetiluro  $\text{C}_2^{2-}$  è molto basico e strappa l' $\text{H}^+$  a due molecole di  $\text{H}_2\text{O}$ .



9. Elenca i seguenti elementi in ordine decrescente di raggio atomico: Rb, Se, Ar, Cs

- A) Cs, Rb, Ar, Se  
B) Cs, Rb, Se, Ar  
C) Se, Ar, Cs, Rb  
D) Rb, Cs, Se, Ar

### 9. Soluzione

Il raggio atomico cresce scendendo lungo i gruppi:  $\text{Cs} > \text{Rb}$  (metalli alcalini dei periodi 6 e 5)

Il raggio atomico diminuisce lungo i periodi:  $\text{Se} > \text{Kr} (> \text{Ar})$ . La sequenza è: Cs, Rb, Se, Ar. (Risposta B)

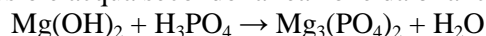
10. In relazione alla definizione di acido e di base secondo la teoria di Brønsted e Lowry, indica l'affermazione ERRATA:

- A) si definiscono basi soltanto le specie chimiche che sono in grado di produrre ioni  $\text{OH}^-$   
B) si definiscono acidi tutte le specie chimiche che sono in grado di cedere ioni  $\text{H}^+$   
C) una reazione acido-base consiste nel trasferimento di un protone dall'acido alla base  
D) si definiscono basi tutte le specie chimiche che sono in grado di acquistare ioni  $\text{H}^+$

### 10. Soluzione

La definizione di Brønsted e Lowry estende la definizione delle basi rispetto a quella di Arrhenius. Ora sono definite basi non solo le molecole come  $\text{NaOH}$ , che possono liberare  $\text{OH}^-$ , ma anche quelle come  $\text{NH}_3$ , che possono accettare ioni  $\text{H}^+$ . Quindi la definizione A è errata. (Risposta A)

11. In un recipiente vengono posti 10,0 g di idrossido di magnesio e 12,0 g di acido fosforico affinché reagiscano per dare fosfato di magnesio e acqua secondo la reazione da bilanciare:



Indicare l'affermazioni ERRATA:

- A) l'acido fosforico è il reagente in eccesso
- B) l'idrossido di magnesio è il reagente limitante
- C) la resa teorica è di 15,0 g di fosfato di magnesio
- D) l'acido fosforico è il reagente limitante

### 11. Soluzione

La reazione è:

Moli (mol)                      0,163                      (0,109) 0,122

Massa molare (g/mol)                      61,3                      98

Massa (g)                      10                      12

La massa molare di  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  è:  $24,3 + 37 = 61,3$  g/mol. La massa molare di  $\text{H}_3\text{PO}_4$  è:  $3 + 31 + 64 = 99$  g/mol.

Le moli di  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  sono:  $10/61,3 = 0,163$  mol. Le moli di  $\text{H}_3\text{PO}_4$  sono:  $12/98 = 0,122$  mol, mentre le moli stechiometriche di  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dovevano essere:  $0,163 \cdot 2/3 = 0,109$  mol.

$\text{H}_3\text{PO}_4$  è in eccesso, quindi non è il reagente limitante.

(Risposta D)

12. Calcolare la perdita in peso che 300,0 g di acetato di cobalto,  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , subiscono per disidratazione.

- A) 213,2 g
- B) 72,345 g
- C) 86,8 g
- D) tutte le precedenti sono errate

### 12. Soluzione

La massa molare di  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  è:  $(59 + 4 \cdot 12 + 4 \cdot 16 + 6) + 4 \cdot 18 = 177 + 72 = 249$  g/mol.

Le moli di sale idrato sono:  $300/249 = 1,2$  mol. L' $\text{H}_2\text{O}$  che può perdere è:  $72 \cdot 1,2 = 86,7$  g. (Risposta C)

13. Sapendo che a 25 °C l'acqua pura presenta una tensione di vapore di  $3,13 \cdot 10^3$  Pa, calcolare la tensione di vapore a 25 °C di una soluzione contenente 13,0 g di urea,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , in 100 g di acqua.

- A)  $3,01 \cdot 10^3$  Pa                      B)  $6,68 \cdot 10^3$  Pa                      C)  $1,19 \cdot 10^2$  Pa                      D) resta invariata

### 13. Soluzione

La massa molare dell'urea è:  $12 + 16 + 2 \cdot 16 = 60$  g/mol. Le moli di urea sono:  $13/60 = 0,2167$  mol.

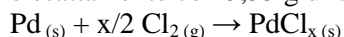
La molalità della soluzione è:  $0,2167/0,1 = 2,167$  mol/kg. Le moli di  $\text{H}_2\text{O}$  su kg sono:  $1000/18 = 55,556$  mol.

La frazione molare dell'acqua è:  $55,556/(2,167 + 55,556) = 0,962$ .

La tensione di vapore è:  $p = x_A P_A = 0,962 \cdot 3,13 \cdot 10^3 = 3,01 \cdot 10^3$  Pa.

(Risposta A)

14. 8,00 g di palladio metallico reagiscono esattamente con 5,33 g di cloro molecolare secondo la reazione:



Determinare la formula del cloruro  $\text{PdCl}_x$ .

- A)  $\text{PdCl}_5$                       B)  $\text{PdCl}_4$                       C)  $\text{PdCl}_3$                       D)  $\text{PdCl}_2$

### 14. Soluzione

Le moli di Pd sono:  $8,0/106,4 = 0,0752$  mol. Le moli di  $\text{Cl}_2$  sono:  $5,33/(35,45 \cdot 2) = 0,0752$  (le stesse moli di Pd).

Quindi:  $x/2 = 1$  da cui  $x = 2$ . La reazione è:  $\text{Pd} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{PdCl}_2$ .

(Risposta D)

15. Quali delle seguenti sostanze:  $\text{MgO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  possono reagire con  $\text{O}_2$ ?

- A)  $\text{I}_2$                       B)  $\text{SiO}_2$                       C) tutte e quattro                      D) nessuna delle quattro

### 15. Soluzione

$\text{MgO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SiO}_2$  contengono già la massima quantità di ossigeno.

Solo  $\text{I}_2$  può ossidarsi formando ossoanioni come  $\text{IO}_3^-$ .

(Risposta A)

16. Determina la geometria molecolare di  $\text{PCl}_3$ .

- A) piramidale trigonale      B) trigonale planare      C) angolare      D) nessuna delle precedenti

**16. Soluzione**

Il fosforo ha 5 elettroni esterni come l'azoto:  $\text{PCl}_3$  ha una struttura piramidale trigonale come  $\text{NH}_3$ . (Risposta A)

17. Elenca i seguenti elementi in ordine crescente di energia di prima ionizzazione: B, Mg, Na, S.

- A) Na, Mg, B, S      B) S, B, Na, Mg      C) Na, B, Mg, S      D) S, B, Mg, Na

**17. Soluzione**

La prima ionizzazione sale in modo discontinuo lungo i periodi, mentre scende lungo o gruppi. Quindi il minore è Na, il maggiore è S (risposte A e C). B e Mg sono pericolosamente vicini perchè il boro è appena giù dallo scalino della prima discontinuità (comincia a riempire orbitali p), ma, facendo prevalere la sua appartenenza al secondo periodo, lo poniamo oltre il magnesio: Na, Mg, B, S. (Risposta A)

18. Indica il composto che contiene legami covalenti.

- A) NaH      B) MgO      C)  $\text{OF}_2$       D)  $\text{CaF}_2$

**18. Soluzione**

Sono tutti composti ionici fuorchè  $\text{OF}_2$  che ha piccole differenze di elettronegatività. (Risposta C)

19. Un composto binario AB è tanto più polare:

- A) se aumenta la differenza di elettronegatività tra A e B  
 B) se aumenta la percentuale di carattere covalente del legame  
 C) quanto più gli elementi sono vicini nella tavola periodica  
 D) tutte le precedenti sono errate

**19. Soluzione**

La differenza di elettronegatività tra A e B è direttamente legata alla polarità del legame. (Risposta A)

20. Da quanti protoni e neutroni è costituito un nucleo di  $^{13}\text{C}$ ?

- A) 6 neutroni e 7 protoni  
 B) 6 neutroni e 6 protoni  
 C) 7 neutroni e 6 protoni  
 D) nessuna delle precedenti è corretta

**20. Soluzione**

Nel carbonio vi sono 6 protoni, quindi i neutroni sono  $13 - 6 = 7$ . (Risposta C)

21. Un recipiente chiuso costituito da pareti rigide è diviso in due settori da un setto scorrevole ed adiabatico.

Entrambi i settori contengono gas il cui comportamento può essere considerato ideale. All'equilibrio i due settori (denominati A e B) hanno lo stesso volume, e B contiene 1,5 volte il numero moli contenuto in A. Si può asserire che:

- A) la pressione in B sarà più alta di quella in A  
 B) la pressione in A sarà più alta di quella in B  
 C) la temperatura di A è il 50% più alta di quella di B  
 D) non è possibile che il numero di moli in A ed in B sia diverso

**21. Soluzione**

Se il setto è scorrevole, all'equilibrio le pressioni in A e B sono uguali. Dato che A e B hanno anche lo stesso volume, si ha:  $PV/R = n_A T_A = n_B T_B$  da cui:  $n_B/n_A = T_A/T_B = 1,5$  quindi:  $T_A = 1,5 T_B$ . (Risposta C)

22. Il recipiente A contiene 2 moli di acqua a  $12^\circ\text{C}$ , il recipiente B contiene del metanolo a  $33^\circ\text{C}$ . I due recipienti vengono messi a contatto attraverso una parete diatermica (le altre pareti sono adiabatiche); raggiunto l'equilibrio, la temperatura dell'acqua è di  $25^\circ\text{C}$ . Quante moli di metanolo erano contenute nel recipiente B? La capacità termica specifica dell'acqua è  $4,184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ , mentre quella del metanolo è  $2,53 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ . Si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica della contenitore.

- A) circa 3 moli      B) circa 2 moli      C) circa 8 moli      D) circa 5 moli

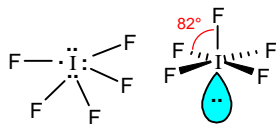
**22. Soluzione**

Il calore scambiato è lo stesso:  $Q = m_A c_A \Delta T_A = m_B c_B \Delta T_B$ .  $\Delta T_A = 25 - 12 = 13 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T_B = 33 - 25 = 8 \text{ }^\circ\text{C}$

Si ottiene:  $m_B = m_A c_A \Delta T_A / c_B \Delta T_B = (2 \cdot 18 \cdot 4,184 \cdot 13) / (2,53 \cdot 8) = 96,7 \text{ g}$ . La massa molare del metanolo ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) è:  $12 + 4 + 16 = 32 \text{ g/mol}$ . Le moli di metanolo sono:  $96,7/32 = 3,0 \text{ mol}$ . (Risposta A)

**23.** Nella molecola di pentafluoruro di iodio l'angolo tra il legame I-F assiale e uno di quelli equatoriali è:

- A)  $90^\circ$                       B)  $93^\circ$                       C)  $82^\circ$                       D)  $180^\circ$

**23. Soluzione**

$\text{IF}_5$  ha la struttura di una piramide a base quadrata. La coppia di non legame, che si trova sull'asse verticale, occupa uno spazio maggiore e spinge le altre coppie di legame. Quindi l'angolo tra il legame IF assiale e uno di quelli equatoriali è inferiore ai  $90^\circ$  teorici dell'ottaedro regolare e sarà di  $82^\circ$ . (Risposta C)

**24.** La massima concentrazione ammissibile di piombo nelle verdure a foglia è  $2,00 \text{ mg/kg}$ , riferito al prodotto fresco. Se una verdura contiene il 92,0% di acqua, qual è il limite corrispondente nel prodotto secco (cioè senz'acqua)?

- A)  $32 \text{ mg/kg}$                       B)  $25 \text{ mg/kg}$                       C)  $12 \text{ mg/kg}$                       D)  $16 \text{ mg/kg}$

**24. Soluzione**

Mentre il prodotto secco è l'8% in peso rispetto a quello fresco, il contenuto in piombo resta lo stesso, quindi vi sono  $2 \text{ mg}$  sull'8% di  $1000$ . Su  $1000 \text{ g}$  ne abbiamo:  $2/0,08 = 25 \text{ mg}$ . ( $25 \text{ mg/kg}$ ). (Risposta B)

**25.** Quale deve essere il valore della concentrazione idrogenionica in una soluzione di  $\text{H}_3\text{PO}_4$  affinché risulti  $[\text{H}_3\text{PO}_4] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$ ?

- A)  $2,3 \cdot 10^{-5}$   
B)  $5,8 \cdot 10^{-3}$   
C)  $7,5 \cdot 10^{-3}$   
D)  $1,6 \cdot 10^{-4}$

**25. Soluzione**

Dalla reazione:  $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$  con  $K_a = [\text{H}^+][\text{A}^-]/[\text{HA}]$  si ottiene:  $[\text{H}^+] = K_a \cdot [\text{HA}]/[\text{A}^-]$  da cui si ottiene l'equazione delle soluzioni tampone:  $\text{pH} = \text{p}K_a - \log [\text{HA}]/[\text{A}^-]$ . Se, come nel problema, vogliamo  $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$  si ha:  $\text{pH} = \text{p}K_a$ . Quindi  $[\text{H}^+] = K_a = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ . (Risposta C)

**26.** A  $273,15 \text{ K}$  e  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $1,71 \text{ L}$  di  $\text{CO}_2(\text{g})$  si solubilizzano in  $0,500 \text{ L}$  di acqua. Calcolare la molarità della  $\text{CO}_2$  nella soluzione.

- A)  $0,112 \text{ M}$                       B)  $0,276 \text{ M}$                       C)  $0,152 \text{ M}$                       D)  $0,194 \text{ M}$

**26. Soluzione**

Le moli di  $\text{CO}_2$  si ricavano dalla legge dei gas:  $n = PV/RT = (1 \cdot 1,71)/(0,0821 \cdot 273) = 0,0763 \text{ mol}$ .

La molarità è:  $M = n/V = 0,0763/0,5 = 1,53 \text{ M}$ . (Risposta C)

**27.** Quanta acqua occorre aggiungere a  $0,450 \text{ L}$  di una soluzione  $0,770 \text{ M}$  di  $\text{CaCl}_2$  per preparare una soluzione  $0,330 \text{ M}$  di  $\text{CaCl}_2$ ? (i volumi siano additivi).

- A)  $0,511 \text{ L}$                       B)  $0,600 \text{ L}$                       C)  $0,370 \text{ L}$                       D)  $0,812 \text{ L}$

**27. Soluzione**

Le moli delle due soluzioni sono uguali:  $M_1V_1 = M_2V_2$  da cui:  $V_2 = M_1V_1/M_2 = 0,77 \cdot 0,45/0,33 = 1,05 \text{ L}$ .

Il volume da aggiungere è:  $1,05 - 0,45 = 0,6 \text{ L}$ . (Risposta B)

**28.** Calcolare il peso molecolare di un composto X, sapendo che una soluzione ottenuta sciogliendo  $5,27 \text{ g}$  in  $0,88 \text{ L}$  risulta  $0,1021 \text{ M}$ .

- A)  $63,22$                       B)  $58,65$                       C)  $81,39$                       D)  $44,48$

**28. Soluzione**

Le moli aggiunte sono:  $0,1021 \cdot 0,88 = 0,0899 \text{ mol}$ . La massa molare è:  $5,27/0,0899 = 58,65 \text{ g/mol}$ . (Risposta B)

**29.** Calcolare la concentrazione in % (m/m) di una soluzione di  $\text{MgBr}_2$  che si ottiene mescolando 70,00 g di una soluzione 8,00% (m/m) di  $\text{MgBr}_2$  con 32,00 g di una soluzione 26,00% (m/m) di  $\text{MgBr}_2$ .

- A) 23,4%                      B) 19,4%                      C) 13,6%                      D) 30,3%

**29. Soluzione**

La massa di  $\text{MgBr}_2$  totale è:  $70 \cdot 0,08 + 32 \cdot 0,26 = 13,92$  g. La massa della soluzione finale è  $70 + 32 = 102$  g.  
La % m/m è  $13,92/102 = 13,6\%$ . (Risposta C)

**30.** Il grado alcolico ( $^\circ$ ) di una bevanda indica i mL di alcol etilico in 100,0 mL di bevanda. Calcolare il volume di una grappa con  $41^\circ$ , che contiene la stessa quantità di alcol etilico di 0,500 L di vino con  $11,5^\circ$ .

- A) 0,14 L                      B) 0,21 L                      C) 0,31 L                      D) 0,19 L

**30. Soluzione**

La quantità di alcol è la stessa quindi:  $41 \cdot V = 11,5 \cdot 0,5$  da cui:  $V = 11,5 \cdot 0,5/41 = 0,14$  L. (Risposta A)

**31.** Un composto solido idrato di formula  $X \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , con massa molecolare 245,4 u, viene riscaldato a  $150^\circ\text{C}$  per 4 ore. L'acqua prodotta allo stato di vapore è raccolta in un contenitore di 4,30 L a 273,15 K e  $1,013 \cdot 10^5$  Pa. Indicare la massa iniziale del composto.

- A) 7,55 g                      B) 2,79 g                      C) 9,41 g                      D) 4,55 g

**31. Soluzione**

L'acqua a  $0^\circ\text{C}$  non è gassosa. Eseguiamo comunque i calcoli proposti immaginando che l'acqua sia un gas ideale. Le moli di acqua sono:  $n = PV/RT = (1 \cdot 4,3)/(0,0821 \cdot 273) = 0,192$  mol. Le moli del composto idrato sono  $1/5$ .  
 $n = 0,192/5 = 0,0384$  mol. La massa era:  $245,4 \cdot 0,0384 = 9,41$  g. (Risposta C?)

**32.** Calcolare i grammi di Neon contenuti in  $250,0 \text{ m}^3$  di aria (in condizioni standard: 273,15 K;  $1,013 \cdot 10^5$  Pa), sapendo che l'atmosfera contiene 0,00182% (v/v) di Neon.

- A) 8,51 g  
B) 4,10 g  
C) 6,76 g  
D) 9,51 g

**32. Soluzione**

Le moli di gas in condizioni standard contenute in  $250 \text{ m}^3$  sono:  $n = PV/RT = (1 \cdot 250000)/(0,0821 \cdot 273) = 11154$   
Le moli di neon sono:  $11154 \cdot 0,00182/100 = 0,203$  mol. Che corrispondono a  $0,203 \cdot 20,2 = 4,1$  g. (Risposta B)

**33.** Qual è il composto più solubile tra i seguenti solfati (M, X, Y e Z sono metalli), considerando solo le rispettive costanti di solubilità  $K_{ps}$ ?

- A)  $\text{MSO}_4$  ( $K_{ps} = 2,8 \cdot 10^{-7}$ )  
B)  $\text{XSO}_4$  ( $K_{ps} = 2,4 \cdot 10^{-5}$ )  
C)  $\text{Y}_2\text{SO}_4$  ( $K_{ps} = 1,7 \cdot 10^{-5}$ )  
D)  $\text{ZSO}_4$  ( $K_{ps} = 1,8 \cdot 10^{-8}$ )

**33. Soluzione**

Da B otteniamo:  $[X^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = K_{ps}$  quindi:  $s^2 = K_{ps}$   $s = \sqrt{2,4 \cdot 10^{-5}} = 4,9 \cdot 10^{-3}$  M.

Da C otteniamo:  $[Y^+]^2[\text{SO}_4^{2-}] = K_{ps}$  quindi:  $(2s)^2 s = 4s^3 = K_{ps}$   $s = \sqrt[3]{1,7 \cdot 10^{-5} / 4} = 1,62 \cdot 10^{-2}$  M (Risposta C?)

**34.** Una soluzione di acqua ossigenata ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) si decompone liberando ossigeno, secondo la reazione (da bilanciare):  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$   
Quanti litri di  $\text{O}_2(\text{g})$  (misurati a 273,15 K e  $1,013 \cdot 10^5$  Pa) si sviluppano da 1,00 L di soluzione di  $\text{H}_2\text{O}_2$  a concentrazione 0,480 M?

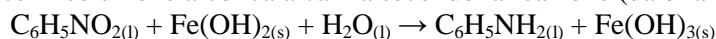
- A) 3,21 L                      B) 8,54 L                      C) 7,21 L                      D) 5,38 L

**34. Soluzione**

La reazione è:  $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  da 0,48 mol di  $\text{H}_2\text{O}_2$  si sviluppano:  $0,48/2 = 0,24$  mol di  $\text{O}_2$ .

Il volume di  $\text{O}_2$  è:  $V = nRT/P = (0,24 \cdot 0,0821 \cdot 273)/1 = 5,38$  L. (Risposta D)

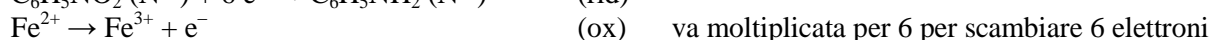
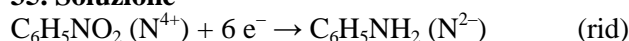
35. Il nitrobenzene reagisce in soluzione alcolica alcalina secondo la reazione (da bilanciare):



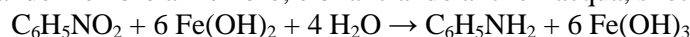
Quante moli di nitrobenzene reagiscono con 0,020 moli di  $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ ?

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

### 35. Soluzione



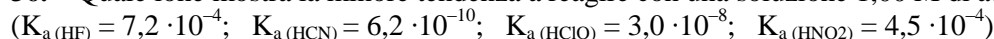
Moltiplicando per 6, sommando membro a membro, e bilanciando anche l'acqua, si ottiene:



Le moli di nitrobenzene sono 1/6 di quelle di  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ :  $0,020/6 = 3,3 \cdot 10^{-3}$  mol.

(Risposta B)

36. Quale ione mostra la minore tendenza a reagire con una soluzione 1,00 M di acido acetico?



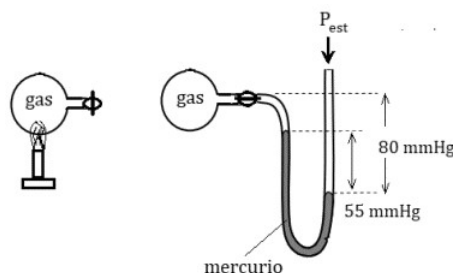
- A)  $\text{F}^-$       B)  $\text{CN}^-$       C)  $\text{ClO}^-$       D)  $\text{NO}_2^-$

### 36. Soluzione

Più basico è lo ione, più tenderà a strappare  $\text{H}^+$  all'acido acetico. Il più basico è  $\text{CN}^-$  ( $\text{K}_a$   $6,2 \cdot 10^{-10}$ ). Poi viene  $\text{ClO}^-$  ( $\text{K}_a$   $3,0 \cdot 10^{-8}$ ). Poi viene  $\text{F}^-$  ( $\text{K}_a$   $7,2 \cdot 10^{-4}$ ). Il meno reattivo è  $\text{NO}_2^-$  ( $\text{K}_a$   $4,5 \cdot 10^{-4}$ ). (Risposta D)

37. Un gas contenuto in un pallone di vetro viene riscaldato a 350,0 K. Subito dopo il recipiente viene collegato ad un manometro a mercurio.

Sapendo che la pressione esterna è  $P_{\text{est}} = 1,013 \cdot 10^5$  Pa, osservando i dati riportati in figura, calcolare la pressione del gas nel pallone.



- A)  $0,073 \cdot 10^5$  Pa  
B)  $0,21 \cdot 10^5$  Pa  
C)  $0,032 \cdot 10^5$  Pa  
D)  $0,018 \cdot 10^5$  Pa

### 37. Soluzione

Il dislivello nella colonna di mercurio del manometro differenziale è di 55 mm.

La pressione nel pallone è 55 mm Hg minore di quella atmosferica. Quindi è  $760 - 55 = 705$  mm Hg.

Cioè vale  $(705/760) \cdot 1,013 \cdot 10^5 = 0,94 \cdot 10^5$  Pa.

(Risposta X)

38. Una miscela gassosa è costituita da 3 gas, A, B, C, tutti aventi la stessa pressione parziale. Se la pressione totale della miscela è  $15,0 \cdot 10^3$  Pa, calcolare la pressione parziale dei gas e le loro frazioni molari.

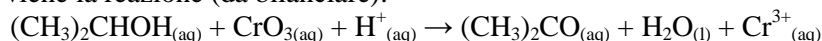
- A)  $1,0 \cdot 10^3$  Pa; 0,66      B)  $5,0 \cdot 10^3$  Pa; 0,33      C)  $8,0 \cdot 10^3$  Pa; 0,45      D)  $2,5 \cdot 10^3$  Pa; 0,72

### 38. Soluzione

Dato che la somma delle pressioni parziali è la pressione totale, la pressione parziale di ogni gas è:  $p = P/3$

Quindi  $p = 15 \cdot 10^3/3 = 5,0 \cdot 10^3$  Pa. Vale anche:  $p_A = x_A P$  quindi:  $x_A = p_A/P = 1/3 = 0,33$ . (Risposta B)

39. Il reagente di Jones (soluzione acida di  $\text{CrO}_3$ ) serve per identificare gli alcoli primari e secondari. Nel caso di un alcol secondario avviene la reazione (da bilanciare):

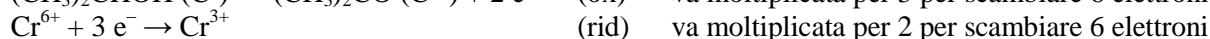
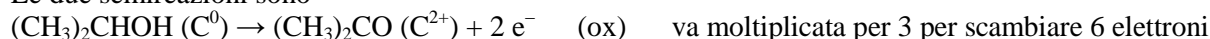


con formazione di  $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$  verde. Quante moli di  $\text{CrO}_3$  si consumano con 0,5 moli di alcol?

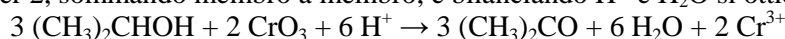
- A) 0,33 mol      B) 0,54 mol      C) 0,18 mol      D) 0,71 mol

### 39. Soluzione

Le due semireazioni sono



Moltiplicando per 3 e per 2, sommando membro a membro, e bilanciando  $\text{H}^+$  e  $\text{H}_2\text{O}$  si ottiene:



Le moli di  $\text{CrO}_3$  sono 2/3 di quelle di alcol, cioè  $0,5 \cdot 2/3 = 0,33$  mol.

(Risposta A)

40. Indicare l'osservazione ERRATA sul propanolo ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ):

- A) il numero di ossidazione medio del carbonio è  $-2$   
 B) è liquido in condizioni normali  
 C) ha un punto di ebollizione molto diverso dall'etilmetiletero ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ )  
 D) è in grado di formare legami a idrogeno intramolecolari

**40. Soluzione**

La formula bruta è  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ : la carica formale degli 8 H è  $+8$ , quella di O è  $-2$ , in totale:  $8 - 2 = +6$ .

I carboni, quindi, hanno carica  $-6$ . Ogni carbonio ha carica  $-6/3 = -2$ .

Il propanolo ha un punto di ebollizione molto più alto dell'etilmetiletero perchè, con l'ossidrile, forma legami idrogeno intermolecolari. Il propanolo non può fare legami idrogeno intramolecolari. (Risposta D)

41. Indicare il numero di elettroni spaiati in un atomo isolato di tellurio, Te.

- A) 4                      B) 3                      C) 2                      D) 0

**41. Soluzione**

Il tellurio è l'elemento 52, appartiene al gruppo 16 come l'ossigeno, quindi ha 6 elettroni esterni ( $5s^2 5p^4$ ).

Un orbitale p è pieno e due sono semipieni ( $p_x^2 p_y^1 p_z^1$ ). Ha 2 elettroni spaiati. (Risposta C)

42. Quale elemento è rappresentato dalla seguente configurazione elettronica,  $[\text{Ar}] 3d^{10}4s^24p^4$ :

- A) As                      B) Se                      C) S                      D) Br

**42. Soluzione**

La configurazione elettronica esterna è uguale a quella del tellurio, si tratta del selenio, Se. (Risposta B)

43. Indicare il composto binario in cui compare un non metallo con numero di ossidazione  $+3$ :

- A)  $\text{Mg}_3\text{N}_2$                       B)  $\text{Cs}_3\text{As}$                       C)  $\text{PCl}_3$                       D) nessuno dei precedenti

**43. Soluzione**

In  $\text{PCl}_3$ , vi sono tre Cl<sup>-</sup> e quindi vi è P<sup>3+</sup>.  $\text{PCl}_3$ , come  $\text{NH}_3$ , ha una struttura piramidale trigonale. (Risposta C)

44. Indicare quali fra questi idruri è ionico:

- A)  $\text{BaH}_2$   
 B)  $\text{H}_2\text{S}$   
 C)  $\text{B}_2\text{H}_6$   
 D)  $\text{PH}_3$

**44. Soluzione**

Gli idruri ionici sono quelli con i metalli alcalini o alcalino terrosi, come  $\text{BaH}_2$ . (Risposta A)

45. Indicare quali fra questi composti è il perossido di sodio.

- A)  $\text{Na}_2\text{O}$                       B)  $\text{Na}_2\text{O}_2$                       C)  $\text{NaO}_2$                       D) non esiste il perossido di sodio

**45. Soluzione**

Il perossido deve contenere lo ione perossido  $\text{O}_2^{2-}$ , quindi è  $\text{Na}_2\text{O}_2$ . (Risposta B)

46. Indicare la formula dell'anidride nitrica.

- A)  $\text{N}_2\text{O}_3$                       B)  $\text{N}_2\text{O}_5$                       C)  $\text{HNO}_3$                       D)  $\text{HNO}_2$

**46. Soluzione**

L'anidride nitrica ha lo stesso stato di ossidazione dell'acido nitrico  $\text{HNO}_3$  ( $\text{N}^{5+}$ ), quindi è  $\text{N}_2\text{O}_5$ . (Risposta B)

47. Quanti atomi sono contenuti in 3,764 moli di alluminio?

- A)  $2,267 \cdot 10^{24}$  atomi      B)  $2,267 \cdot 10^{-24}$  atomi      C)  $6,250 \cdot 10^{24}$  atomi      D) 3,764 atomi

**47. Soluzione**

Ogni mole contiene N atomi. Gli atomi in 3,764 mol sono:  $3,764 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 2,267 \cdot 10^{24}$  (Risposta A)



48. Qual è il numero massimo di legami che può formare un atomo di un elemento appartenente al secondo periodo?

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

**48. Soluzione**

Gli elementi del 2° periodo hanno 4 orbitali di valenza e quindi possono fare al massimo 4 legami. (Risposta C)

49. Disporre i seguenti elementi in ordine crescente di raggio atomico:

Cs, F, K, Cl.

- A) F, Cl, Cs, K                      B) Cl, F, K, Cs                      C) Cs, K, Cl, F                      D) F, Cl, K, Cs

**49. Soluzione**

Il cesio (1° gruppo, 6 periodo) è il più grande; il fluoro (7° gruppo, 2° periodo) è il più piccolo. (Risposta D)

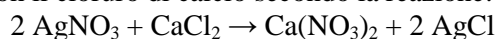
50. Indicare la massa di ossigeno contenuta in un campione di biossido di zolfo in cui la massa di zolfo è 5,04 g.

- A) 5,04 g                      B) 7,56 g                      C) 1,26 g;                      D) nessuna delle precedenti è corretta

**50. Soluzione**

L'ossigeno pesa la metà dello zolfo (16:32) quindi, in SO<sub>2</sub> S e O hanno la stessa massa. (Risposta A)

51. Il nitrato di argento reagisce con il cloruro di calcio secondo la reazione:



Tutte le sostanze coinvolte nella reazione sono solubili in acqua con l'eccezione di AgCl che forma un precipitato bianco. Supponiamo di miscelare 9,45 g di AgNO<sub>3</sub> con 6,30 g di CaCl<sub>2</sub>. Quale massa di AgCl si forma?

- A) 7,97 g                      B) non si può calcolare                      C) 9,45 g                      D) 6,30 g

**51. Soluzione**

La reazione è:  $2 \text{AgNO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + 2 \text{AgCl}$

Moli (mmol)                      55,6                      (56,8)                      55,6

Massa molare (g/mol)                      169,9                      111                      143

Massa (g)                      9,45                      6,30

Massa molare di AgNO<sub>3</sub>: 107,9 + 14 + 48 = 169,9 g/mol. Massa molare di CaCl<sub>2</sub>: 40,1 + 2 · 35,45 = 111 g/mol

Le moli di AgNO<sub>3</sub> sono: 9,45/169,9 = 55,6 mmol. Le moli di CaCl<sub>2</sub> sono: 6,3/111 = 56,8 mmol (sono in eccesso: ne reagiscono solo 55,6/2 = 27,8 mmol).

Le moli di AgNO<sub>3</sub> sono in difetto quindi determinano le moli di AgCl (55,6 mmol)

Massa molare di AgCl: 107,9 + 35,45 = 143,3 g/mol. Massa di AgCl: 143,3 · 55,6 = 7,97 g. (Risposta A)

52. Indicare la specie chimica con la seguente configurazione elettronica: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 3d<sup>5</sup> 4s<sup>2</sup>.

- A) Mn<sup>2+</sup>                      B) Mn<sup>3+</sup>                      C) Fe<sup>2+</sup>                      D) Co<sup>2+</sup>

**52. Soluzione**

4s<sup>2</sup> 3d<sup>5</sup> sono la configurazione elettronica del 7° gruppo. Appartiene a Co<sup>2+</sup> (Co è del 9° gruppo). (Risposta D)

53. Quali fra queste interazioni deboli può avere in assoluto valore energetico più elevato:

- A) interazione dipolo-dipolo                      B) interazione ione-dipolo indotto  
C) interazione dipolo-dipolo indotto                      D) interazione di legame ad idrogeno

**53. Soluzione**

L'interazione più intensa tra quelle deboli e il legame a idrogeno. (Risposta D)

54. I gas nobili sono poco reattivi perché:

- A) hanno il guscio elettronico esterno pieno                      B) sono presenti allo stato monoatomico  
C) presentano basse forze di Van der Waals                      D) non reagiscono con gli acidi

**54. Soluzione**

Nessuna delle risposte è esatta. Il guscio esterno pieno ce l'hanno solo i gas nobili più leggeri He e Ne, mentre i gas nobili successivi hanno riempito solo gli orbitali s e p (ottetto), ma il loro guscio esterno comprende anche gli orbitali d per l'argon e gli orbitali d ed f per il kripton, che, però, sono rigorosamente vuoti. (Risposta X)

55. Indicare quale dei seguenti elementi non è di transizione.

- A) Fe                      B) Cu                      C) As                      D) Ti

**55. Soluzione**

L'arsenico As, dello stesso gruppo dell'azoto, non è un metallo di transizione. (Risposta C)

56. Per liquefare il gas ideale sarebbe necessario:

- A) ridurre sia la temperatura sia la pressione                      B) aumentare sia la temperatura sia la pressione  
C) ridurre la temperatura ed aumentare la pressione                      D) nessuna delle precedenti

**56. Soluzione**

I gas ideali, per definizione, non possono essere liquefatti perchè supponiamo che non abbiano attrazione tra le molecole e che il volume delle molecole sia zero. (Risposta D)

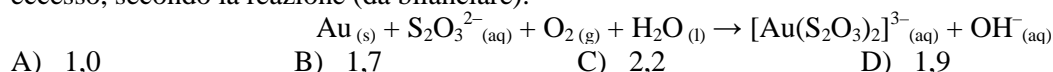
57. Un recipiente rigido e termostato contiene 3 moli del gas A. Vengono immesse nel contenitore 6 moli del gas B che reagisce quantitativamente con il gas A formando il composto AB<sub>3</sub>. Quando la reazione è andata a completezza, di quanto è variata la pressione nel contenitore rispetto a quella che si aveva prima dell'aggiunta di B?

- A) la pressione è due terzi di quella iniziale                      B) la pressione è un terzo di quella iniziale  
C) la pressione non cambia                      D) la pressione è il triplo di quella iniziale

**57. Soluzione**

La reazione è:  $A + 3 B \rightarrow AB_3$       2 moli di A reagiscono con 6 mol di B per dare 2 mol di AB<sub>3</sub>. Le moli finali sono 3 (1 mol di A e 2 mol di AB<sub>3</sub>). La pressione è proporzionale alle moli:  $P_f/P_o = n_f/n_o = 3/3$ . (Risposta C)

58. Quante moli di Au<sub>(s)</sub> si sciolgono trattando una sospensione del metallo con 2,00 moli di Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e O<sub>2(g)</sub> in eccesso, secondo la reazione (da bilanciare):

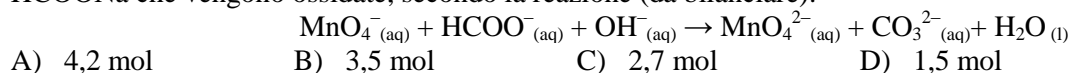


- A) 1,0                      B) 1,7                      C) 2,2                      D) 1,9

**58. Soluzione**

Bilanciando la parte di interesse della reazione si ha:  $Au + 2 S_2O_3^{2-} \rightarrow [Au(S_2O_3)_2]^{3-}$   
2,0 moli di tiosolfato (S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>) complessano 1,0 moli di Au<sup>+</sup>. (Risposta A)

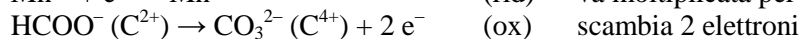
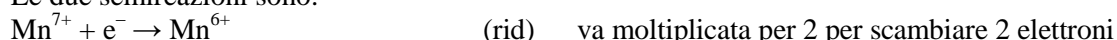
59. Una soluzione di HCOONa viene trattata con 3 moli di KMnO<sub>4</sub> e con NaOH in eccesso. Calcolare le moli di HCOONa che vengono ossidate, secondo la reazione (da bilanciare):



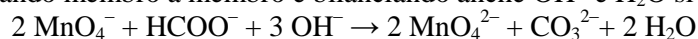
- A) 4,2 mol                      B) 3,5 mol                      C) 2,7 mol                      D) 1,5 mol

**59. Soluzione**

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2, sommando membro a membro e bilanciando anche OH<sup>-</sup> e H<sub>2</sub>O si ottiene:



Le moli di formiato di sodio sono la metà di quelle di permanganato, quindi:  $3/2 = 1,5$  mol. (Risposta D)

60. Stabilire quale delle seguenti affermazioni è ERRATA:

- A) la concentrazione salina dell'oceano influenza la concentrazione di O<sub>2(aq)</sub> disciolto.  
B) la concentrazione della CO<sub>2(aq)</sub> sciolta in acqua dipende dalla pressione.  
C) il pH dell'acqua non dipende dalla temperatura.  
D) la concentrazione totale dei sali sciolti in acqua non dipende dalla temperatura.

**60. Soluzione**

La dissociazione dell'acqua (H<sub>2</sub>O → H<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>) è una reazione endotermica, quindi la K<sub>w</sub> di equilibrio aumenta con la temperatura e così aumenta la [H<sup>+</sup>] e il pH. (Risposta C)