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_2O_3 C) CrO_2 D) CrO_3

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 é: $CrO_{1,5}$. Moltiplicando per 2, diventa: Cr_2O_3. (Risposta B)

2. Lo scheletro umano pesa in media 11,0 kg: di questa massa, il 58% è costituito 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 $Ca_3(PO_4)_2$ è: $3 \cdot 40 + 2 \cdot 31 + 8 \cdot 16 = 310$ g/mol. La massa di $Ca_3(PO_4)_2$ è: $0,58 \cdot 11 = 6,38$ kg
La % di P nel $Ca_3(PO_4)_2$ 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_2. Da questa quantità di sostanza vengono allontanate $3,45 \cdot 10^{20}$ molecole. Quante moli di NO_2 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_2 è: 14 + 32 = 46 g/mol. Le moli iniziali di NO_2 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:

$$FeSO_4 + HNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + NO + H_2O$$

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:

$2\ Fe^{2+} \rightarrow 2\ Fe^{3+} + 2\ e^-$ (ox) va moltiplicata per 3 per scambiare 6 elettroni
$N^{5+} + 3\ e^- \rightarrow N^{2+}$ (rid) va moltiplicata per 2 per scambiare 6 elettroni

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

$$6\ FeSO_4 + 2\ HNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow 3\ Fe_2(SO_4)_3 + 2\ NO + H_2O$$

Completando il bilanciamento si ottiene:

$$6\ FeSO_4 + 2\ HNO_3 + 3\ H_2SO_4 \rightarrow 3\ Fe_2(SO_4)_3 + 2\ NO + 4\ H_2O$$ (Risposta A)

5. Uno studente ha trovato una confezione di una miscela di PbO e PbO_2 contenente il 90,7 % in peso di piombo. Determina la composizione percentuale della miscela.

A) 55% PbO_2 , 45% PbO
B) 45% PbO_2 , 55% PbO
C) 66% PbO_2 , 34% PbO
D) 34% PbO_2 , 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: $PbO_{1,33}$. Chiamiamo x la frazione molare di PbO_2.
Il numero medio di ossigeni (1,33) si può scrivere come: $2_{Ossigeni}\ x + 1_{Ossigeno}\ (1–x) = 1,33$
$2x + (1–x) = 1,33$ $x + 1 = 1,33$ da cui: $x = 0,33$ Quindi PbO_2 = 33%. (Risposta D)

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

$$CuCl_2 + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NOCl + Cl_2 + H_2O$$

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:

$2\ Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\ e^-$ (ox) scambia 2 elettroni

$N^{5+} + 2\ e^- \rightarrow N^{3+}$ (rid) scambia 2 elettroni

L'ossido-riduzione è già bilanciata, ma va moltiplicata per 2 per aggiustare il cloro in NOCl:

$$2\ CuCl_2 + 2\ HNO_3 \rightarrow 2\ Cu(NO_3)_2 + 2\ NOCl + 2\ Cl_2 + H_2O$$

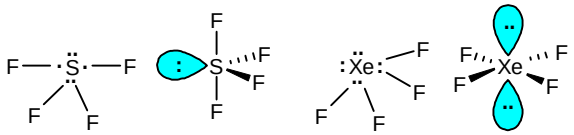
Completando il bilanciamento si ottiene:

$$3\ CuCl_2 + 8\ HNO_3 \rightarrow 3\ Cu(NO_3)_2 + 2\ NOCl + 2\ Cl_2 + 4\ H_2O$$ (Risposta A)

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

A) XeF_4 B) NH_3 C) SF_4 D) nessuna delle precedenti

7. Soluzione



NH_3 è una molecola ben conosciuta: ha una struttura piramidale e quindi è polare. Esaminiamo le altre due molecole.
In SF_4 lo zolfo deve sistemare attorno a sè 5 coppie di elettroni: 4 di legame e una di non legame. Queste si dispongono a bipiramide trigonale. La coppia di non legame (ingombrante) occupa una delle posizioni sulla base (angoli di 120°), quindi la molecola ha una struttura a cavalletto (ad altalena) che non è simmetrica e quindi è una molecola polare.
In XeF_4, lo xenon deve sistemare 6 coppie di elettroni: 4 di legame e 2 di non legame. Queste si dispongono ad ottaedro regolare. Le coppie di non legame (ingombranti) occupano le due posizioni opposte assiali (lontane tra loro), quindi la molecola è planare quadrata e simmetrica: non è polare. (Risposta A)

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

$$CaC_2 + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + OH^- + C_2H_2$$

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 C_2^{2-} è molto basico e strappa l'H^+ a due molecole di H_2O.

$$CaC_2 + 2\ H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2\ OH^- + C_2H_2$$ (Risposte A e C?)

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, quindi: Cs > Rb > K (metalli alcalini dei periodi 6, 5, 4)
Il raggio atomico diminuisce lungo i periodi, quindi: K > Se > Kr. Inoltre: Kr > Ar (nello stesso gruppo).
La sequenza completa 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 OH^-
B) si definiscono acidi tutte le specie chimiche che sono in grado di cedere ioni 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 H^+

10. Soluzione

La definizione di Brønsted e Lowry estende la definizione delle basi rispetto a quella di Arrhenius.
Vengono definite basi non solo le molecole come NaOH, che possono liberare OH^-, ma anche quelle come NH_3, che possono accettare ioni H^+. 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:

$$Mg(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2 + H_2O$$

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:	$3\ Mg(OH)_2$	+	$2\ H_3PO_4$	→	$Mg_3(PO_4)_2$	$+ 6\ H_2O$
Moli (mol)	0,1715	→	0,114 (0,122 eccesso)			
Massa molare (g/mol)	58,3		98			
Massa (g)	10		12			

La massa molare di $Mg(OH)_2$ è: 24,3 + 34 = 58,3 g/mol. La massa molare di H_3PO_4 è: 3 + 31 + 64 = 98 g/mol.
Le moli di $Mg(OH)_2$ sono: 10/58,3 = 0,1715 mol. Le moli di H_3PO_4 sono: 12/98 = 0,122 mol.
Le moli stechiometriche di H_3PO_4 sono: 0,1715 · 2/3 = 0,114 mol.
H_3PO_4, con 0,122 mol, 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, $Co(CH_3COO)_2 \cdot 4\ H_2O$, 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 $Co(CH_3COO)_2 \cdot 4\ H_2O$ è: $(59 + 4 \cdot 12 + 4 \cdot 16 + 6) + (4 \cdot 18)_{H2O} = 177 + 72_{H2O} = 249$ g/mol.
Le moli di sale idrato sono: 300/249 = 1,2 mol. L'H_2O che può perdere è: 72 · 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, $CO(NH_2)_2$, 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

Un soluto non volatile, sciolto in acqua, ne abbassa la tensione di vapore (B e D errate, C troppo bassa).
La massa molare dell'urea è: 12 + 16 + 2 · 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 H_2O 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: $p_A = x_A P_A = 0{,}962 \cdot 3{,}13 \cdot 10^3 = 3{,}01 \cdot 10^3$ Pa. (Risposta A)

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

$$Pd_{(s)} + x/2\ Cl_{2\,(g)} \rightarrow PdCl_{x\,(s)}$$

Determinare la formula del cloruro $PdCl_x$.

A) $PdCl_5$ B) $PdCl_4$ C) $PdCl_3$ D) $PdCl_2$

14. Soluzione

Le moli di Pd sono: 8,0/106,4 = 0,0752 mol. Le moli di Cl atomico sono: 5,33/35,45 = 0,1504 mol.
Dividendo entrambi i valori per quello minore si ottiene: Pd: 1 mol; Cl: 0,1502/0,0752 = 2 mol.
La molecola è: $PdCl_2$. (Risposta D)

15. Quali delle seguenti sostanze: MgO, N_2O_5, I_2, SiO_2 possono reagire con O_2?

A) I_2 B) SiO_2 C) tutte e quattro D) nessuna delle quattro

15. Soluzione

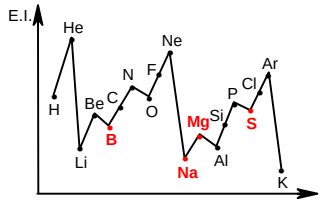
Gli ossidi MgO, N_2O_5, SiO_2 contengono già la massima quantità di ossigeno.
Solo I_2 può ossidarsi formando ossidi come I_2O_5. (Risposta A)

16. Determina la geometria molecolare di 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: PCl_3 ha una struttura piramidale trigonale come 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



L'energia di ionizzazione aumenta in modo discontinuo lungo i periodi, mentre diminuisce lungo i gruppi. Quindi la EI minore è da attribuire ad Na, quella maggiore ad S (B e D errate). Le energie di B e Mg sono pericolosamente vicine perchè il boro è appena giù dallo scalino della prima discontinuità (comincia a riempire orbitali p), ma, sapendo che il magnesio forma facilmente ioni Mg^{2+}, mettiamo prima il magnesio: Na, Mg, B, S. (Domanda inopportuna). (Risposta A)

18. Indica il composto che contiene legami covalenti.
A) NaH B) MgO C) OF_2 D) CaF_2

18. Soluzione
Sono tutti composti ionici fuorchè 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}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, in ^{13}C 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 è 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

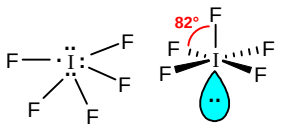
21. Soluzione
Se il setto è scorrevole, all'equilibrio le pressioni in A e B sono uguali. Dato che A e B hanno anche lo stesso volume, si ha: $PV/R = n_A T_A = n_B T_B$ da cui: $n_B/n_A = T_A/T_B = 1{,}5$ quindi: $T_A = 1{,}5\ T_B$. (Risposta C)

22. Il recipiente A contiene 2 moli di acqua a 12 °C, il recipiente B contiene del metanolo a 33 °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 °C. Quante moli di metanolo erano contenute nel recipiente B? La capacità termica specifica dell'acqua è 4,184 J K^{-1} g^{-1}, mentre quella del metanolo è 2,53 J K^{-1} g^{-1}. Si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica del contenitore.
A) circa 3 moli B) circa 2 moli C) circa 8 moli D) circa 5 moli

22. Soluzione
Il calore scambiato è: $Q = m_A\, c_A\, \Delta T_A = m_B\, c_B\, \Delta T_B$. $\Delta T_A = 25 - 12 = 13$ °C; $\Delta T_b = 33 - 25 = 8$ °C
Si ottiene: $m_B = m_A\, c_A\, \Delta T_A/(c_B\, \Delta T_B) = (2 \cdot 18 \cdot 4{,}184 \cdot 13)/(2{,}53 \cdot 8)$ $m_B = 96{,}7$ g. La massa molare del metanolo (CH_3OH) è: 12 + 4 + 16 = 32 g/mol. Le moli di metanolo sono: 96,7/32 = 3,0 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° B) 93° C) 82° D) 180°

23. Soluzione



Lo iodio ha 7 elettroni di valenza, 5 elettroni servono per legare i 5 atomi di fluoro, i due elettroni che restano formano una coppia di non legame.
In totale, in IF_5, lo iodio deve alloggiare attorno a sè 6 coppie di elettroni (5 di legame e una di non legame), che si dispongono ad ottaedro regolare. La coppia di non legame occupa uno dei vertici, nelle altre 5 posizioni si legano i 5 atomi di fluoro.
IF_5 ha la struttura di una piramide a base quadrata. La coppia di non legame occupa uno spazio maggiore e quindi spinge le altre coppie di legame. L'angolo tra il legame I-F assiale e uno di quelli equatoriali è inferiore ai 90° teorici dell'ottaedro regolare e sarà di 82°. (Risposta C)

24. La massima concentrazione ammissibile di piombo nelle verdure a foglia è 2,00 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 mg/kg B) 25 mg/kg C) 12 mg/kg D) 16 mg/kg

24. Soluzione
Il prodotto secco in 1000 g di verdura fresca è l'8%: $0{,}08 \cdot 1000 = 80$ g e può contenere 2 mg di Pb.
Il contenuto di piombo in 1000 g di prodotto secco è: $(2/80) \cdot 1000 = 25$ mg. (25 mg/kg). (Risposta B)

25. Quale deve essere il valore della concentrazione idrogenionica in una soluzione di H_3PO_4 affinchè risulti $[H_3PO_4] = [H_2PO_4^-]$?
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: $HA \rightarrow H^+ + A^-$ con $K_a = [H^+][A^-]/[HA]$ si ottiene: $[H^+] = K_a \cdot [HA]/[A^-]$ da cui si ottiene l'equazione delle soluzioni tampone: $pH = pK_a - \log [HA]/[A^-]$. Se vogliamo che risulti: $[HA] = [A^-]$ otteniamo: $pH = pK_a$. Dato che $K_a(H_3PO_4) = 7{,}5 \cdot 10^{-3}$, otteniamo: $[H^+] = K_a = 7{,}5 \cdot 10^{-3}$ M. (Risposta C)

26. A 273,15 K e $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa, 1,71 L di $CO_{2\,(g)}$ si solubilizzano in 0,500 L di acqua. Calcolare la molarità della CO_2 nella soluzione.
A) 0,112 M B) 0,276 M C) 0,152 M D) 0,194 M

26. Soluzione
Le moli di CO_2 si ricavano dalla legge dei gas: $n = PV/RT = (1 \cdot 1{,}71)/(0{,}0821 \cdot 273) = 0{,}0763$ mol.
La molarità e: $M = n/V = 0{,}0763/0{,}5 = 0{,}153$ M. (Risposta C)

27. Quanta acqua occorre aggiungere a 0,450 L di una soluzione 0,770 M di $CaCl_2$ per preparare una soluzione 0,330 M di $CaCl_2$? (i volumi siano additivi).
A) 0,511 L B) 0,600 L C) 0,370 L D) 0,812 L

27. Soluzione
Le moli delle due soluzioni sono uguali: $n = M_1V_1 = M_2V_2$ da cui: $V_2 = M_1V_1/M_2 = 0{,}77 \cdot 0{,}45/0{,}33 = 1{,}05$ L.
Il volume da aggiungere è: 1,05 – 0,45 = 0,6 L. (Risposta B)

28. Calcolare il peso molecolare di un composto X, sapendo che una soluzione ottenuta sciogliendo 5,27 g in 0,88 L risulta 0,1021 M.
A) 63,22 B) 58,65 C) 81,39 D) 44,48

28. Soluzione
Le moli sono: $n = M\,V = 0{,}1021 \cdot 0{,}88 = 0{,}0899$ mol. La MM è: 5,27/0,0899 = 58,65 g/mol. (Risposta B)

29. Calcolare la concentrazione in % (m/m) di una soluzione di $MgBr_2$ che si ottiene mescolando 70,00 g di una soluzione 8,00% (m/m) di $MgBr_2$ con 32,00 g di una soluzione 26,00% (m/m) di $MgBr_2$.
A) 23,4% B) 19,4% C) 13,6% D) 30,3%

29. Soluzione
La massa totale di $MgBr_2$ è: (70 · 0,08) + (32 · 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 (°) di una bevanda indica i mL di alcol etilico in 100,0 mL di bevanda. Calcolare il volume di una grappa con 41°, che contiene la stessa quantità di alcol etilico di 0,500 L di vino con 11,5°.
A) 0,14 L B) 0,21 L C) 0,31 L D) 0,19 L

30. Soluzione
La quantità x di alcol è la stessa: x = 0,41 V = 0,115 · 0,5 da cui: V = 0,115 · 0,5/0,41 = 0,14 L. (Risposta A)

31. Un composto solido idrato di formula $X \cdot 5\ H_2O$, con massa molecolare 245,4 u, viene riscaldato a 150 °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 °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 · 4,3)/(0,0821 · 273) = 0,192 mol. Le moli del composto idrato sono 1/5.
n = 0,192/5 = 0,0384 mol. La massa iniziale del composto era: 245,4 · 0,0384 = 9,41 g. (Risposta C?)

32. Calcolare i grammi di Neon contenuti in 250,0 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
In condizioni standard, le moli di aria in 250 m^3 sono: n = PV/RT = (1 · 250000)/(0,0821 · 273) = 11154 mol
Le moli di neon sono: 11154 · 0,00182/100 = 0,203 mol. Che corrispondono a 0,203 · 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) MSO_4 ($K_{ps} = 2{,}8 \cdot 10^{-7}$)
B) XSO_4 ($K_{ps} = 2{,}4 \cdot 10^{-5}$)
C) Y_2SO_4 ($K_{ps} = 1{,}7 \cdot 10^{-5}$)
D) ZSO_4 ($K_{ps} = 1{,}8 \cdot 10^{-8}$)

33. Soluzione
Fra i tre solfati A, B, D, che hanno la stessa formula, il più solubile è B, con la K_{ps} maggiore.
Da B otteniamo: $[X^{2+}][SO_4^{2-}] = K_{ps}$ quindi: $s^2 = K_{ps}$ da cui: $s = \sqrt{2{,}4 \cdot 10^{-5}} = 4{,}9 \cdot 10^{-3}$ M.
Da C otteniamo: $[Y^+]^2 [SO_4^{2-}] = K_{ps}$ 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 (H_2O_2) si decompone liberando ossigeno, secondo la reazione (da bilanciare): $H_2O_{2\,(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + O_{2\,(g)}$
Quanti litri di $O_{2\,(g)}$ (misurati a 273,15 K e $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa) si sviluppano da 1,00 L di soluzione di H_2O_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: $2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$ da 0,48 mol di H_2O_2 si sviluppano: 0,48/2 = 0,24 mol di O_2.
Il volume di O_2 è: V = nRT/P = (0,24 · 0,0821 · 273)/1 = 5,38 L. (Risposta D)

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

$$C_6H_5NO_{2\,(l)} + Fe(OH)_{2\,(s)} + H_2O_{\,(l)} \rightarrow C_6H_5NH_{2\,(l)} + Fe(OH)_{3\,(s)}$$

Quante moli di nitrobenzene reagiscono con 0,020 moli di $Fe(OH)_{2(s)}$?

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

$C_6H_5NO_2\ (N^{3+}) + 6\ e^- \rightarrow C_6H_5NH_2\ (N^{3-})$ (rid) scambia 6 elettroni

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$ (ox) va moltiplicata per 6 per scambiare 6 elettroni

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

$$C_6H_5NO_2 + 6\ Fe(OH)_2 + 4\ H_2O \rightarrow C_6H_5NH_2 + 6\ Fe(OH)_3$$

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

36. Quale ione mostra la MINORE tendenza a reagire con una soluzione 1,00 M di acido acetico?
($K_{a\,(HF)} = 7{,}2 \cdot 10^{-4}$; $K_{a\,(HCN)} = 6{,}2 \cdot 10^{-10}$; $K_{a\,(HClO)} = 3{,}0 \cdot 10^{-8}$; $K_{a\,(HNO_2)} = 4{,}5 \cdot 10^{-4}$)

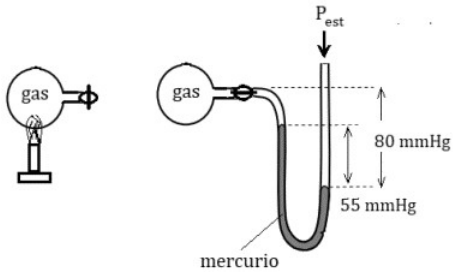
A) F^- B) CN^- C) ClO^- D) NO_2^-

36. Soluzione

Più basico è lo ione, più tenderà a strappare H^+ all'acido acetico. Quindi dobbiamo individuare lo ione MENO basico, quello che si libera dall'acido più forte. L'acido più forte è HF ($K_a = 7{,}2 \cdot 10^{-4}$) seguito da HNO_2 ($K_a = 4{,}5 \cdot 10^{-4}$). Quindi lo ione cercato è F^-. (Risposta A?)

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 $P_{est} = 1{,}013 \cdot 10^5$ 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 CrO_3) serve per identificare gli alcoli primari e secondari. Nel caso di un alcol secondario avviene la reazione (da bilanciare):

$$(CH_3)_2CHOH_{(aq)} + CrO_{3(aq)} + H^+_{(aq)} \rightarrow (CH_3)_2CO_{(aq)} + H_2O_{(l)} + Cr^{3+}_{(aq)}$$

con formazione di $Cr^{3+}_{(aq)}$ verde. Quante moli di 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 (tra parentesi il n.o. del solo C che si ossida):

$(CH_3)_2CHOH\ (C^0) \rightarrow (CH_3)_2CO\ (C^{2+}) + 2\ e^-$ (ox) va moltiplicata per 3 per scambiare 6 elettroni

$Cr^{6+} + 3\ e^- \rightarrow Cr^{3+}$ (rid) va moltiplicata per 2 per scambiare 6 elettroni

Moltiplicando per 3 e per 2, sommando membro a membro, e bilanciando H^+ e H_2O si ottiene:

$$3\ (CH_3)_2CHOH + 2\ CrO_3 + 6\ H^+ \rightarrow 3\ (CH_3)_2CO + 6\ H_2O + 2\ Cr^{3+}$$

Le moli di 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 ($CH_3CH_2CH_2OH$):
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'etilmetiletere ($CH_3CH_2OCH_3$)
D) è in grado di formare legami a idrogeno intramolecolari

40. Soluzione
Nell'1-propanolo (C_3H_8O), la carica formale degli 8 H è +8, quella di O è –2, in totale: 8 – 2 = +6.
Quindi, complessivamente, i carboni hanno carica –6. Il numero di ossidazione medio del carbonio è: –6/3 = –2.
L'1-propanolo ha un punto di ebollizione molto più alto dell'etilmetiletere perchè, con l'ossidrile, forma legami idrogeno intermolecolari, ma non ne può formare di 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, [Ar] $3d^{10}4s^24p^4$:
A) As B) Se C) S D) Br

42. Soluzione
La configurazione elettronica esterna è uguale a quella dell'ossigeno, si tratta del selenio, Se. (Risposta B)

43. Indicare il composto binario in cui compare un non metallo con numero di ossidazione +3:
A) Mg_3N_2 B) Cs_3As C) PCl_3 D) nessuno dei precedenti

43. Soluzione
In PCl_3, vi sono tre Cl^- e quindi vi è P^{3+}. PCl_3, come NH_3, ha una struttura piramidale trigonale. (Risposta C)

44. Indicare quali fra questi idruri è ionico:
A) BaH_2
B) H_2S
C) B_2H_6
D) PH_3

44. Soluzione
Gli idruri ionici sono quelli con i metalli alcalini o alcalino terrosi, come BaH_2. (Risposta A)

45. Indicare quali fra questi composti è il perossido di sodio.
A) Na_2O B) Na_2O_2 C) NaO_2 D) non esiste il perossido di sodio

45. Soluzione
Il perossido deve contenere lo ione perossido O_2^{2-}, quindi è Na_2O_2. (Risposta B)

46. Indicare la formula dell'anidride nitrica.
A) N_2O_3 B) N_2O_5 C) HNO_3 D) HNO_2

46. Soluzione
L'anidride nitrica ha lo stesso stato di ossidazione dell'acido nitrico HNO_3 (N^{5+}), quindi è N_2O_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_A 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_2 S e O hanno la stessa massa. (Risposta A)

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

$$2\ AgNO_3 + CaCl_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2\ AgCl$$

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 $AgNO_3$ con 6,30 g di $CaCl_2$. 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:	$2\ AgNO_3$	+	$CaCl_2$	→	$Ca(NO_3)_2$	+	$2\ AgCl$
Moli (mmol)	55,6	→	27,8 (56,8 eccesso)				55,6
Massa molare (g/mol)	169,9		111				143
Massa (g)	9,45		6,30				

Massa molare di $AgNO_3$: 107,9 + 14 + 48 = 169,9 g/mol. Massa molare di $CaCl_2$: 40,1 + 2 · 35,45 = 111 g/mol
Le moli di $AgNO_3$ sono: 9,45/169,9 = 55,6 mmol. Le moli di $CaCl_2$ sono: 6,3/111 = 56,8 mmol (sono in eccesso: ne reagiscono solo 55,6/2 = 27,8 mmol).
Le moli di $AgNO_3$ 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: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^2$.
A) Mn^{2+} B) Mn^{3+} C) Fe^{2+} D) Co^{2+}

52. Soluzione
$4s^2\ 3d^5$ è la configurazione elettronica del 7° gruppo, quindi appartiene a Co^{2+} (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
Un gas ideale, per definizione, non può essere liquefatto perchè si suppone che l'attrazione tra le sue molecole sia nulla. Inoltre si suppone che, in un gas ideale, il volume delle molecole sia zero. (Risposta D)

57. Un recipiente rigido e termostatato 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_3. 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: $A + 3\,B \rightarrow AB_3$ le molecole di A che reagiscono sono trasformate in AB_3. Quindi le moli complessive non cambiano e restano 3 (1 mol di A e 2 mol di AB_3). La pressione non cambia. (Risposta C)

58. Quante moli di $Au_{(s)}$ si sciolgono trattando una sospensione del metallo con 2,00 moli di $Na_2S_2O_3$ e $O_{2\,(g)}$ in eccesso, secondo la reazione (da bilanciare):

$$Au_{(s)} + S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + O_{2\,(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow [Au(S_2O_3)_2]^{3-}{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

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

58. Soluzione
Bilanciando la parte cruciale della reazione si ha: $Au + 2\,S_2O_3^{2-} \rightarrow [Au(S_2O_3)_2]^{3-}$
2,0 moli si tiosolfato ($S_2O_3^{2-}$) complessano 1,0 moli di Au^+. (Risposta A)

59. Una soluzione di HCOONa viene trattata con 3 moli di $KMnO_4$ e con NaOH in eccesso. Calcolare le moli di HCOONa che vengono ossidate, secondo la reazione (da bilanciare):

$$MnO_4^-{}_{(aq)} + HCOO^-{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)} \rightarrow MnO_4^{2-}{}_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

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

59. Soluzione
Le due semireazioni sono:
$Mn^{7+} + e^- \rightarrow Mn^{6+}$ (rid) va moltiplicata per 2 per scambiare 2 elettroni
$HCOO^-\ (C^{2+}) \rightarrow CO_3^{2-}\ (C^{4+}) + 2\,e^-$ (ox) scambia 2 elettroni
Moltiplicando per 2, sommando membro a membro e bilanciando anche OH^- e H_2O si ottiene:

$$2\,MnO_4^- + HCOO^- + 3\,OH^- \rightarrow 2\,MnO_4^{2-} + CO_3^{2-} + 2\,H_2O$$

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 $O_{2\,(aq)}$ disciolto
B) la concentrazione della $CO_{2(aq)}$ 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 ($H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$) è una reazione endotermica, quindi la K_w di equilibrio aumenta con la temperatura e così aumenta la $[H^+]$ e diminuisce il pH. (Risposta C)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato