Giochi della Chimica 2021
Problemi risolti – Fase regionale – Classe A (28 maggio)

1. Indicare quale tra queste reazioni è di metatesi:
A) $2\ Al_{(s)} + 6\ HCl \rightarrow 3\ H_{2\,(g)} + 2\ AlCl_{3\,(aq)}$
B) $CaO_{(s)} + H_2O \rightarrow Ca(OH)_{2\,(aq)}$
C) $AgNO_{3\,(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3\,(aq)}$
D) $2\ HI_{(g)} \rightarrow H_{2\,(g)} + I_{2\,(g)}$

1. Soluzione
In una reazione di metatesi o di doppio scambio i cationi di un sale si legano agli anioni dell'altro e viceversa spinti dalla formazione di un sale poco solubile (come AgCl). (Risposta C)

2. Il numero massimo di elettroni che può essere contenuto in totale nei primi tre livelli elettronici è:
A) 18 B) 30 C) 26 D) 28

2. Soluzione
Il primo livello può ospitare al massimo 2 elettroni ($1s^2$).
Il secondo livello può ospitare al massimo 8 elettroni ($2s^2\ 2p^6$).
Il terzo livello può ospitarne al massimo 18 ($3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$). In totale: 2 + 8 + 18 = 28 elettroni. (Risposta D)

3. Il numero di massa di un atomo è 18, il numero atomico è 8; i neutroni contenuti nel nucleo sono:
A) 10 B) 18 C) 18 D) 26

3. Soluzione
Il numero di massa A è la somma di neutroni e protoni, mentre il numero atomico Z è dato dai soli protoni.
I neutroni nel nucleo sono, quindi: $n = A - Z = (n + p) - p = 18 - 8 = 10$. (Risposta A)

4. Un litro di CO e un litro di CO_2, nelle stesse condizioni di temperatura e pressione:
A) hanno la stessa massa
B) hanno masse che stanno nel rapporto 1:2
C) contengono lo stesso numero di atomi
D) contengono lo stesso numero di molecole

4. Soluzione
Nelle stesse condizioni di V, T, P, i gas hanno lo stesso numero di moli ($n = PV/RT$) e molecole. (Risposta D)

5. Sono stati ottenuti, con cinque differenti metodi, cinque campioni di un ossido di azoto; la percentuale in peso di azoto risulta essere la stessa in ognuno dei cinque campioni. Ciò costituisce una prova della legge:
A) della conservazione della massa
B) delle proporzioni multiple
C) delle proporzioni definite
D) di Avogadro

5. Soluzione
Per la legge di Proust delle proporzioni definite, un composto, di qualsiasi origine, contiene sempre gli stessi elementi nello stesso rapporto in massa. (Risposta C)

6. Indicare quanti atomi sono contenuti in 0,1 moli di ossigeno molecolare:
A) 2 atomi
B) $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi
C) $6{,}023 \cdot 10^{-23}$ atomi
D) $1{,}205 \cdot 10^{23}$ atomi

6. Soluzione
Una molecola di O_2 contiene due atomi di ossigeno, quindi 0,1 mol di O_2 contengono 0,2 mol di atomi di O.
Quindi: $0{,}2 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 1{,}204 \cdot 10^{23}$ atomi. (Risposta D)

7. Il numero di ossidazione dello zolfo nel composto $Al_2(SO_4)_3$ è:
A) +3 B) +6 C) –2 D) +4

7. Soluzione
$Al_2(SO_4)_3$ contiene ioni Al^{3+} e SO_4^{2-}. Le cariche formali positive di S sono uguali a quelle negative di O meno 2. Quindi: $(4 \cdot 2) – 2 = +6$. (Risposta B)

8. Il diossido di carbonio, a temperatura e pressione standard, è:
A) aeriforme
B) solido
C) liquido
D) una miscela in equilibrio solido-liquido

8. Soluzione
Il diossido di carbonio (o anidride carbonica) è CO_2, un gas che si produce con la combustione di sostanze organiche e che è tra i principali responsabili dell'effetto serra. (Risposta A)

9. La formula H_2SO_3 secondo la nomenclatura IUPAC corrisponde a:
A) acido solforico
B) acido solforoso
C) acido solfidrico
D) acido metasolforico

9. Soluzione
L'acido solforico è H_2SO_4, con un ossigeno in meno diventa H_2SO_3, acido solforoso. (Risposta B)

10. L'ossido di potassio, reagendo con l'acqua, forma:
A) un sale
B) una soluzione basica
C) una soluzione acida
D) non reagisce

10. Soluzione
L'ossido di potassio K_2O, reagendo con acqua, diventa idrossido di potassio, KOH, basico. (Risposta B)

11. La quantità di acqua ossigenata H_2O_2 presente in una soluzione acquosa viene spesso espressa in volumi, ovvero indicando il volume di O_2 (in L) misurato in condizioni normali che si forma quando l'acqua ossigenata si decompone completamente secondo la reazione (da bilanciare):

$$H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$$

Sapendo che 1 L di soluzione contiene 8,5 volumi di H_2O_2, indicare la massa dell'H_2O_2 contenuta:
A) 26 g B) 13 g C) 20 g D) 8,5 g

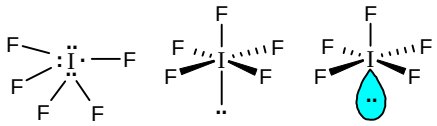
11. Soluzione
La reazione è: $2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$ Le moli di O_2 in 8,5 L in condizioni normali (1 atm e 273 K) sono: $n = PV/RT = (1 \cdot 8{,}5)/(0{,}0821 \cdot 273) = 0{,}379$ mol. Le moli di H_2O_2 sono il doppio: $0{,}379 \cdot 2 = 0{,}758$ mol. La massa molare di H_2O_2 è: $2 + 32 = 34$ g/mol. La massa di H_2O_2 è: $0{,}758 \cdot 34 = 25{,}8$ g. (Risposta A)

12. Un elemento possiede un'elevata affinità elettronica, quindi:
A) tende a formare legami covalenti con ogni tipo di atomo
B) è dotato di basso potenziale di ionizzazione
C) non è possibile prevedere il suo comportamento in presenza di un elemento diverso
D) è dotato di elevata elettronegatività

12. Soluzione
L'affinità elettronica indica la tendenza di un atomo a diventare ione negativo, quindi è legata anche alla tendenza ad attirare a sè gli elettroni di legame e quindi all'elettronegatività. Una delle tecniche per calcolare l'elettronegatività degli atomi parte proprio dalla loro affinità elettronica. (Risposta D)

13. Indicare la geometria molecolare di IF_5:
A) piramidale a base trigonale
B) ottaedrica
C) bipiramide trigonale
D) piramidale a base quadrata

13. Soluzione



La struttura di IF_5 si può ricavare con la teoria VSEPR.
Lo iodio ha 7 elettroni di valenza, 5 elettroni vengono usati per legare i 5 atomi di fluoro, restano 2 elettroni che formano una coppia di non legame. Le coppie di elettroni da alloggiare attorno allo iodio sono 6 (5 di legame e una di non legame). Queste si dispongono verso i vertici di un ottaedro. La coppia di non legame occupa una posizione qualsiasi, per esempio quella in basso. Nelle 5 posizioni restanti si legano i 5 atomi di fluoro. La molecola è piramidale con base quadrata. (Risposta D)

14. Indicare lo ione con volume maggiore tra i seguenti: Cl^-, K^+, S^{2-}, Ca^{2+}
A) Cl^-
B) K^+
C) S^{2-}
D) Ca^{2+}

14. Soluzione
S^{2-}, Cl^-, K^+, Ca^{2+} sono ioni isolelettronici con la configurazione del gas nobile Ar. Il più voluminoso è il più negativo, S^{2-}, perchè ha un numero minore di protoni nel nucleo per attirare gli stessi elettroni. (Risposta C)

15. Una bimba va spesso dal dentista a causa delle numerose carie, perché è golosa di dolciumi. I dentifrici al fluoro proteggono dalla carie perché possono trasformare l'idrossiapatite $Ca_5(PO_4)_3OH$ dello smalto dei denti nella più insolubile e resistente fluoroapatite $Ca_5(PO_4)_3F$, un sale costituito da ioni Ca^{2+}, F^-, e PO_4^{3-}. Indicare il numero di particelle che compongono 1,57 kg di fluoroapatite.
A) $7{,}12 \cdot 10^{20}$ particelle
B) $1{,}88 \cdot 10^{24}$ particelle
C) $6{,}02 \cdot 10^{24}$ particelle
D) nessuna delle precedenti è corretta

15. Soluzione
La massa molare di $Ca_5(PO_4)_3F$ è: $5 \cdot 40 + 3 \cdot 31 + 12 \cdot 16 + 19 = 504$ g/mol.
Ogni formula contiene 9 ioni (5 Ca^{2+}, 3 PO_4^{3-}, 1 F^-).
Le moli di fluoroapatite sono: 1570/504 = 3,115 mol. Le moli di ioni sono: $3{,}115 \cdot 9 = 28{,}0$ mol.
Il numero di ioni è: $28 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 1{,}69 \cdot 10^{25}$ ioni. (nessuna delle risposte).
Quindi, forse, il termine particelle stava per "molecole di fluoroapatite" o meglio "unità di formula" ...
Il numero di molecole di fluoroapatite è: $3{,}115 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 1{,}88 \cdot 10^{24}$ formule. (Risposta B?)

16. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti:
A) il legame singolo Si-Cl è più polare del legame singolo C-Cl
B) il legame singolo C-S è meno polare del legame singolo S-Br
C) il legame singolo C-O è più polare del legame singolo P-O
D) il legame singolo C-O è meno polare del legame singolo P-O

16. Soluzione
Le due risposte C e D sono opposte, una delle due deve essere errata.
Il carbonio è meno elettronegativo dell'azoto (2,5 contro 3,0). Anche il fosforo è meno elettronegativo dell'azoto (2,2? contro 3,0). Le elettronegatività di P e C sono così vicine che, a memoria, è rischioso rispondere.
Se il fosforo è meno elettronegativo del carbonio, allora C-O è meno polare di P-O. (Risposta D)

17. Il ferro metallico si ottiene dall'ossido di ferro (III), o ossido ferrico, secondo la reazione (da bilanciare):

$$Fe_2O_{3\,(s)} + CO_{(g)} \rightarrow Fe_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$

Indicare quanti kg di ferro si possono ottenere da 100,0 kg di Fe_2O_3 e da 50,0 kg di $CO_{(g)}$ se la resa della reazione è del 67%.

A) 44,5 kg B) 80,1 kg C) 100,0 kg D) 36,0 kg

17. Soluzione

Le due semireazioni sono:

$2\ Fe^{3+} + 6\ e^- \rightarrow 2\ Fe$ (rid) scambia 6 elettroni

$C^{2+} \rightarrow C^{4+} + 2\ e^-$ (ox) va moltiplicata per 3 per scambiare 6 elettroni

Moltiplicando per 3 e sommando membro a membro si ottiene:

	Fe_2O_3	+ 3 CO	→	2 $Fe_{(s)}$	+ 3 $CO_{2\,(g)}$
Moli (mol)	(626,2 eccesso)	1785,7		1190,4	
MM (g/mol)	159,7	28		55,85	
Massa (kg)	10	50		66,49	

La massa molare di Fe_2O_3 é: $2 \cdot 55{,}85 + 48 = 159{,}7$ g/mol. Le moli di Fe_2O_3 sono: 100000/159,7 = 626,2 mol

La massa molare di CO é: 12 + 16 = 28 g/mol. Le moli di CO sono: 50000/28 = 1785,7 mol

Le moli di CO sono in difetto infatti consumano solo: 1785,7 /3 = 595 mol di Fe_2O_3.

Le moli di Fe prodotte sono: $1785{,}7 \cdot (2/3) = 1190{,}4$ mol. La massa di Fe è: $1190{,}4 \cdot 55{,}85 = 66{,}49$ kg

Considerando una resa del 67%, la massa di Fe è: $66{,}49 \cdot 0{,}67 = 44{,}5$ kg. (Risposta A)

18. Nella tavola periodica degli elementi, il potenziale di ionizzazione lungo un gruppo:

A) cresce progressivamente
B) decresce progressivamente
C) decresce nei primi due gruppi, cresce negli altri
D) decresce nei primi due gruppi, poi resta invariato.

18. Soluzione

L'energia di prima ionizzazione decresce lungo i gruppi a causa della sempre maggiore lontananza dell'elettrone esterno che deve essere perso perchè l'atomo diventi uno ione positivo. (Risposta B)

19. Indicare quale serie di numeri quantici è incompatibile:

A) n = 3; l = 1; m_l = –1; m_s = +1/2
B) n = 4; l = 2; m_l = 1; m_s = –1/2
C) n = 5; l = 4; m_l = –3; m_s = –1/2
D) n = 5; l = 5; m_l = 0; m_s = +1/2

19. Soluzione

Nella sequenza D, il numero quantico l non può essere 5 perchè l può assumere solo valori interi compresi tra zero e n–1. Quindi, con n = 5, i valori che può assumere l sono: 0, 1, 2, 3, 4 (s, p, d, f, g). (Risposta D)

20. Indicare, in ordine sparso, i coefficienti stechiometrici necessari per bilanciare la seguente reazione:

$$K_2CrO_4 + AlCl_3 \rightarrow Al_2(CrO_4)_3 + KCl$$

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

20. Soluzione

La reazione è di doppio scambio: $3\ K_2CrO_4 + 2\ AlCl_3 \rightarrow Al_2(CrO_4)_3 + 6\ KCl$. (Risposta C)

21. Un gas a comportamento ideale è contenuto in un recipiente chiuso da un setto scorrevole (cilindro-pistone) costituito da pareti adiabatiche. Il gas, inizialmente in equilibrio termodinamico, viene fatto espandere diminuendo lentamente la pressione esercitata sul pistone, fino a raggiungere un nuovo equilibrio. La temperatura del gas…

A) rimane costante B) diminuisce C) aumenta D) i dati sono insufficienti

21. Soluzione

In un'espansione isoterma, la temperatura e l'energia interna rimangono costanti solo perchè il sistema assorbe dall'esterno un calore uguale al lavoro compiuto. In un'espansione adiabatica, non ci sono scambi di calore e quindi la temperatura e l'energia interna del gas diminuiscono ($\Delta U = -W_{fatto}$). (Risposta B)

22. Un blocco di ferro di massa 4 kg alla temperatura di 20 °C viene messo in contatto con un blocco di alluminio di massa 3 kg alla temperatura di 65 °C. I due blocchi di metallo possono scambiare calore soltanto tra loro. Quale temperatura sarà raggiunta all'equilibrio? La capacità termica specifica del ferro è 460 J K^{-1} kg^{-1}, mentre quella dell'alluminio è 880 J K^{-1} kg^{-1} e si considerano indipendenti dalla temperatura.
A) 40,0 °C
B) 42,5 °C
C) 45,0 °C
D) 46,5 °C

22. Soluzione
Il calore Q_A ceduto dall'alluminio è uguale al calore Q_F assorbito dal ferro. Quindi: $m_A\, c_A\, \Delta T_A = m_F\, c_F\, \Delta T_F$
Chiamando T la T di equilibrio si ha: $3 \cdot 880\ (65–T) = 4 \cdot 460\ (T–20)$ da cui: $17160 – 264T = 184T – 3680$
$448T = 20840$ da cui: $T_{equilibrio} = 46,5$ °C. (Risposta D)

23. L'acqua è caratterizzata da:
A) valori alti di calore specifico ed entalpia di fusione
B) valore alto di calore specifico e valore basso di entalpia di fusione
C) valore basso di calore specifico e valore alto di entalpia di fusione
D) valori bassi di calore specifico ed entalpia di fusione

23. Soluzione
I legami a idrogeno dell'acqua le danno valori elevati sia di calore specifico sia di ΔH di fusione. (Risposta A)

24. Le lamine di ferro vengono protette dall'ossidazione atmosferica con un rivestimento di zinco metallico (ferro zincato). Qual è la funzione dello $Zn_{(s)}$?
A) $Zn_{(s)}$ non viene ossidato dall'ossigeno
B) $Zn_{(s)}$ si ossida dopo il $Fe_{(s)}$
C) $Zn_{(s)}$ si ossida prima del $Fe_{(s)}$
D) $Zn_{(s)}$ forma una lega con il $Fe_{(s)}$

24. Soluzione
Lo Zn si ossida prima del Fe e così cede al ferro gli elettroni e gli impediscono di ossidarsi, inoltre, lo zinco forma in superficie una patina di ossido che lo protegge da ulteriori ossidazioni. (Risposta C)

25. La soluzione fisiologica in vendita nelle farmacie è una soluzione acquosa allo 0,9% di NaCl ed ha la stessa pressione osmotica del sangue (isotonica). Indicare quale concentrazione di glucosio ($C_6H_{12}O_6$) fornisce una soluzione isotonica con il sangue.
A) 0,31 M
B) 0,11 M
C) 0,28 M
D) 0,45 M

25. Soluzione
La massa molare di NaCl è: 23 + 35,45 = 58,45; In un litro i grammi di NaCl sono $0,9 \cdot 10 = 9$ g.
In 9 g le moli di NaCl sono: 9/58,45 = 0,154 mol. NaCl produce due ioni, le moli totali sono: $0,154 \cdot 2 = 0,308$ mol.
Una soluzione isotonica deve contenere 0,308 moli di glucosio su litro cioè deve essere 0,31 M. (Risposta A)

26. Il lievito artificiale utilizzato in cucina è costituito da una miscela di $NaHCO_{3\,(s)}$ e $Ca(H_2PO_4)_{2\,(s)}$.
Alla temperatura di 160 °C, indicare i prodotti della lievitazione.
A) $CO_3^{2–} + H_3PO_4$
B) $CO_2 + HPO_4^{2–} + H_2O$
C) $H_2CO_3 + PO_4^{3–}$
D) $CO_2 + H_2O + H_2PO_4$

26. Soluzione
Il bicarbonato $NaHCO_3$ ha bisogno di un H^+ per produrre CO_2: $HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$
L'acido che fornisce l'H^+ è $Ca(H_2PO_4)_2$: $H_2PO_4^- \rightarrow H^+ + HPO_4^{2–}$
I prodotti della decomposizione termica del lievito sono: CO_2, H_2O, $HPO_4^{2–}$. (Risposta B)

27. Il nitrobenzene si riduce ad anilina mediante riduzione con $Sn_{(s)}$, secondo la reazione (da bilanciare):

$$C_6H_5NO_{2\,(l)} + Sn_{(s)} + H^+_{(l)} \rightarrow C_6H_5NH_{2\,(l)} + Sn^{4+}_{(l)} + H_2O_{(l)}$$

Quante moli di Sn occorrono per ridurre 2 moli di nitrobenzene?

A) 5,5 mol B) 3,0 mol C) 3,8 mol D) 1,5 mol

27. Soluzione

Le due semireazioni sono:

$N^{3+} + 6\ e^- \rightarrow N^{3-}$ (rid) va moltiplicata per 2 per scambiare 12 elettroni

$Sn \rightarrow Sn^{4+} + 4\ e^-$ (ox) va moltiplicata per 3 per scambiare 12 elettroni

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

$$2\ C_6H_5NO_2 + 3\ Sn + 12\ H^+ \rightarrow 2\ C_6H_5NH_2 + 3\ Sn^{4+} + 4\ H_2O$$

Per ridurre 2 moli di nitrobenzene servono 3 moli di Sn. (Risposta B)

28. L'aceto di vino commerciale ha una concentrazione di acido acetico (CH_3COOH) del 6,0% (m/m) (densità 1,020 g mL^{-1}). Calcolare la concentrazione molare dell'acido acetico.

A) 1,02 M B) 0,85 M C) 1,21 M D) 0,77 M

28. Soluzione

La massa molare di CH_3COOH è: 24 + 4 + 32 = 60 g/mol. Un litro di aceto pesa: 1000 · 1,020 = 1020 g e contiene: 0,06 ·1020 = 61,2 g/L di acido acetico. La concentrazione è: 61,2/60 = 1,02 M. (Risposta A)

29. Una bombola di acetilene di 10,0 L, alla pressione di 150,0 $\cdot 10^5$ Pa ed alla temperatura di 290,0 K, a causa di una perdita nel manometro, si svuota accidentalmente fino ad una pressione nella bombola di 100,0 $\cdot 10^5$ Pa. La stanza del laboratorio in cui si trova la bombola ha una superficie di 42 m^2 ed un'altezza di 2,9 m (a forma di parallelepipedo). Calcolare la concentrazione del gas nella stanza (in g/m^3).

A) 6,51 g/m^3 B) 4,43 g/m^3 C) 2,95 g/m^3 D) 8,17 g/m^3

29. Soluzione

Risolviamo questo problema solo come caso teorico, ma vogliamo far notare che una bombola di acetilene non è stabile a queste pressioni. L'acetilene va stoccato in soluzione con l'acetone a pressioni non superiori alle 20 atm altrimenti si decompone in modo esplosivo secondo la reazione $C_2H_2 \rightarrow 2\ C + 3\ H_2$ con $\Delta H = -54$ kcal/mol.
La pressione iniziale era: 150,0/1,013 = 148 atm. La pressione finale è: 100/1,013 = 98,7 atm.
All'inizio, le moli di acetilene nella bombola sono: n = PV/RT = (148 ·10)/(0,0821 · 290) = 62,16 mol.
Le moli rimaste sono: n = PV/RT = (98,7 · 10)/(0,0821 · 290) = 41,45 mol.
Le moli fuoruscite sono: 62,16 – 41,45 = 20,7 mol. La massa molare di acetilene, C_2H_2, è: 24 + 2 = 26 g/mol.
La massa uscita è: 26 · 20,7 = 538 g. La concentrazione è: 538/(42 · 2,9) = 4,42 g/m^3. (Risposta B)

30. Il contenuto di azoto organico in un alimento si determina trasformandolo in $NH_{3\,(g)}$. Sapendo che da 10,53 g di farina si ottengono 0,016 mol di $NH_{3\,(g)}$ determinare la percentuale di azoto organico (espresso come % di N).

A) 8,1% B) 4,3% C) 5,7% D) 2,1%

30. Soluzione

Le moli di NH_3 in 100 g di farina sono: (0,016/10,53) ·100 = 0,152 mol.
La massa di N in 100 g di farina è 0,152 ·14 = 2,13 g cioè 2,1%. (Risposta D)

31. Un'acqua minerale contiene una concentrazione di As pari a 9,50 μg/L. Se si assumono 1,50 L di acqua al giorno, calcolare la quantità di As (in mg) ingerita in 1 anno (365 giorni).

A) 7,21 mg B) 2,85 mg C) 5,20 mg D) 9,64 mg

31. Soluzione

La quantità di As ingerita in un anno è: (9,5 $\cdot 10^{-3}$) · 1,5 · 365 = 5,20 mg. (Risposta C)

32. L'acqua distillata a 323 K ha un pH = 6,63. Calcolare il prodotto ionico dell'acqua a questa temperatura.

A) 9,1 $\cdot 10^{-14}$ B) 1,3 $\cdot 10^{-13}$ C) 5,5 $\cdot 10^{-14}$ D) 7,4 $\cdot 10^{-13}$

32. Soluzione

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-6,63} = 2,34 \cdot 10^{-7}$ M. Dato che: $[OH^-] = [H^+]$ si ha: $K_w = [H^+][OH^-] = [H^+]^2$.
$K_w = (2,34 \cdot 10^{-7})^2 = 5,5 \cdot 10^{-14}$. (Risposta C)

33. Quanti mL di HCl 0,150 M si devono aggiungere a 3,50 g di $NaNO_2$ ($K_{a\ HNO2} = 4,5 \cdot 10^{-4}$) per ottenere una soluzione con pH = 4,10 e con un volume finale di 500,0 mL ? (Considerare i volumi additivi)
A) 75,3 mL B) 84,8 mL C) 67,3 mL D) 51,1 mL

33. Soluzione
Il pK_a di HNO_2 è = $-\log(4,5 \cdot 10^{-4}) = 3,347$. Il pH di una soluzione tampone è: $pH = pK_a - \log[HA]/[A^-]$ da cui:
$\log[HA]/[A^-] = pK_a - pH = 3,347 - 4,10 = -0,7532$ Da cui: $[HA]/[A^-] = 10^{-0,753} = 0,17652$
La massa molare di $NaNO_2$ é: 23 + 14 + 32 = 69 g/mol. Le moli di $NaNO_2$ sono: 3,50/69 = 50,7 mmol.
Se chiamiamo x le mmoli da aggiungere di HCl si ha: $n_{(HA)} = x$ e $n_{(A-)} = 50,7 - x$
quindi $[HA]/[A^-] = x/(50,7 - x) = 0,17652$ da cui: $5,665x = 50,7 - x$ $x = 50,7/6,665 = 7,607$ mmol.
Il volume di HCl è: V = n/M = 7,607/0,150 = 50,7 mL.
Il pH della soluzione tampone non varia se si porta il volume a 500 mL. (Risposta D)

34. In quali condizioni di pH l'ossigeno disciolto in una soluzione acquosa mostra un potere ossidante maggiore?
A) soluzione acida
B) soluzione neutra
C) soluzione basica
D) non dipende dal pH

34. Soluzione
La semireazione di O_2 è: $O_{2\,(g)} + 4\ H^+_{(aq)} + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$.
Una maggior concentrazione di H^+ spinge la reazione a destra e rende O_2 più ossidante. (Risposta A)

35. Una soluzione di H_2SO_4 viene analizzata per determinarne il titolo, aggiungendo una soluzione 1 M di $BaCl_2$. Si verifica la reazione quantitativa:

$$SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Ba^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow BaSO_{4\,(s)}$$

Sapendo che da 80,0 mL di soluzione si ottengono 0,235 g di solido, calcolare il pH della soluzione di H_2SO_4.
A) 1,55 B) 1,84 C) 1,33 D) 1,40

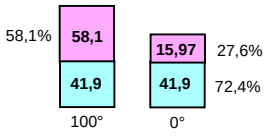
35. Soluzione
La massa molare di $BaSO_4$ è: 137,33 + 32 + 64 = 233,3 g/mol. Le moli di $BaSO_4$ sono: 0,235/233,3 = 1,007 mmol.
La concentrazione di H_2SO_4 è: $1,007/80 = 1,26 \cdot 10^{-2}$ M. HSO_4^- non è un acido forte infatti ha un $pK_a = 1,92$.
Se immaginiamo che H_2SO_4 liberi un solo H^+, si ottiene: $pH = -\log(1,26 \cdot 10^{-2}) = 1,9$
Se calcoliamo con esattezza il pH considerando anche il secondo H^+ che ha $pK_a = 1,92$, si ottiene: pH = 1,75
Se calcoliamo il pH considerando la dissociazione totale, si ha: $pH = -\log(2 \cdot 1,26 \cdot 10^{-2}) = 1,6$. (Risposta X?)

36. La concentrazione di un metallo in una lega si può esprimere in carati (k). 1 carato corrisponde ad 1 g su 24 g di lega. Una lega di oro-rame con 18,0 k in oro, quale percentuale (m/m) di oro contiene?
A) 62% B) 75% C) 58% D) 81%

36. Soluzione
La lega contiene 18 g di Au e 6 g di Cu. La % di Au è 18/24 = 75%. (Risposta B)

37. Sapendo che la solubilità di KCl a 100 °C è 58,1% ed a 0 °C è 27,6%, calcolare la resa di cristallizzazione dopo raffreddamento a 0 °C (cioè la % del solido cristallizzato rispetto al solido iniziale disciolto).
A) 48,7%
B) 59,4%
C) 52,5%
D) 45,9%

37. Soluzione



In 100 g della soluzione a 100 °C vi sono 58,1 g di KCl e 100 –58,1 = 41,9 g di H_2O.
Dopo che la soluzione è stata raffreddata a 0 °C, una quantità x di KCl precipita.
La soluzione fredda è formata dal KCl residuo sciolto in 41,9 g di H_2O.
Il KCl è il 27,6% della soluzione fredda, l'acqua è il 100 – 27,6 = 72,4%.
Dato che l'acqua pesa 41,9 g, il KCl residuo pesa: (41,9/72,4) · 27,6 = 15,97 g.
Il KCl estratto è 58,1 – 15,97 = 42,13 g. La % cristallizzata è: 42,13/58,1 = 72,5%. (Risposta X?)

38. In un reattore industriale di 10 L, alla temperatura di 30 °C è presente una miscela costituita da: 11,5 g di $N_{2\,(g)}$, 18,7 g di $O_{2\,(g)}$ e 31,4 g di $CH_{4\,(g)}$. Calcolare la % (v/v) di $CH_{4\,(g)}$.
A) 58% B) 66% C) 49% D) 51%

38. Soluzione
Le moli di N_2 sono: 11,5/28 = 0,411 mol. Moli di O_2: 18,7/32 = 0,584 mol. Moli di CH_4: 31,4/16 = 1,963 mol. La % in volume è uguale a quella in moli: % di CH_4 = 1,962/(0,411 + 0,584 + 1,963) = 66%. (Risposta B)

39. L'umidità relativa rappresenta il rapporto tra l'umidità reale e l'umidità massima (satura) ad una data temperatura. A 24 °C l'umidità massima è 21,6 mg/L di vapor d'acqua. Calcolare la concentrazione del vapor d'acqua (in mg/L) in un ambiente con il 61,0% di umidità relativa.
A) 18,4 mg/L B) 21,7 mg/L C) 13,2 mg/L D) 27,9 mg/L

39. Soluzione
La quantità di vapor d'acqua a 24 °C con il 61% di umidità relativa è 21,6 · 0,61 = 13,2 mg/L. (Risposta C)

40. Indicare l'osservazione ERRATA sull'etanolo (CH_3CH_2OH):
A) il numero di ossidazione medio del carbonio è 2
B) è un liquido in condizioni normali
C) è un alcol secondario
D) è in grado di formare legami a idrogeno

40. Soluzione
Il carbonio alchilico ha n.o. –3, il carbonio alcolico ha n.o. –1. Il n.o. medio è –2 (non è 2).
Gli alcoli vengono classificati primari, secondari o terziari a seconda del tipo di carbonio che regge l'OH.
Nell'etanolo, l'OH è legato ad un carbonio primario, quindi è un alcol primario (non è secondario).
Nelle ammine, invece, la classificazione è fatta in base alla sostituzione dell'azoto amminico. Due molecole simili come l'alcol terzbutilico (alcol terziario) e la terzbutilammina (ammina primaria terzalchilica) possono chiarire la convenzione. (Risposta A e C)

41. Indicare quale carica ha un sistema formato da 7 protoni, 7 neutroni e 6 elettroni:
A) –1 B) 0 C) +1 D) +7

41. Soluzione
Se i protoni (+) sono uno in più degli elettroni (–), la carica dello ione è +1. (Risposta C)

42. Elementi che hanno lo stesso numero di elettroni nella configurazione elettronica esterna:
A) hanno la stessa affinità elettronica
B) hanno la stessa energia di ionizzazione
C) fanno parte dello stesso gruppo della tavola periodica
D) occupano lo stesso periodo della tavola periodica

42. Soluzione
Due elementi diversi, che hanno lo stesso numero di elettroni nella configurazione elettronica esterna, fanno parte dello stesso gruppo della tavola periodica, come C ($2s^2\ 2p^2$) e Si ($3s^2\ 3p^2$) entrambi del gruppo 14. (Risposta C)

43. Aprendo la lattina di una bibita gassata si forma, nelle immediate vicinanze dell'apertura, una "nebbiolina". Ciò è dovuto:
A) all'anidride carbonica che si libera e si rende evidente
B) all'espansione improvvisa del vapor d'acqua, che condensa
C) all'espansione della CO_2, che produce un abbassamento della temperatura con condensazione del vapor d'acqua
D) alla formazione di un aerosol della bibita, dovuto allo scuotimento della lattina e all'improvvisa apertura.

43. Soluzione
Il gas nella lattina, soprattutto CO_2, è saturo di vapor d'acqua. Quando la lattina viene aperta, il gas si espande rapidamente e si raffredda. Il vapor d'acqua diventa soprasaturo e condensa formando la nebbiolina. (Risposta C)

44. Le molecole di ossigeno sciolte in acqua interagiscono con le molecole di solvente tramite interazioni di tipo:
A) legame a idrogeno
B) dipolo permanente-dipolo permanete
C) dipolo indotto-dipolo indotto
D) dipolo permanente-dipolo indotto

44. Soluzione
Le molecole di H_2O hanno un dipolo permanente dovuto ai due legami polari O–H angolati.
Le molecole di O_2 sono apolari, però possono formare un dipolo indotto se si avvicinano alla carica elettrica del dipolo dell'acqua. Il legame tre le due molecole, quindi, è dipolo permanente-dipolo indotto. (Risposta D)

45. Calcolare la composizione percentuale in massa di H_3PO_4.
A) 3,061% H; 31,63% O; 65,3% P
B) 3, 061% H; 65,3% O; 31,63% P
C) 6,122% H; 61,969% O; 31,63% P
D) 6,122% H; 31,63% O; 61,969% P

45. Soluzione
La massa molare di H_3PO_4 è: 3 + 31 + 64 = 98 g/mol.
La % dei tre atomi è circa: 3% (H), 31% (P), 64% (O). (Risposta B)

46. Indicare la formula del carbonato di alluminio.
A) $Al(CO_3)_3$
B) $Al(HCO_3)_3$
C) $Al_2(CO_3)_3$
D) $Al_3(CO_3)_2$

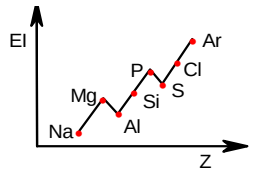
46. Soluzione
Lo ione alluminio è Al^{3+}, lo ione carbonato è CO_3^{2-}, quindi il sale è $Al_2(CO_3)_3$ (+6/–6). (Risposta C)

47. I due nuclidi 14 e 12 del carbonio si distinguono perché il primo possiede:
A) due neutroni in più
B) due protoni in più
C) due nucleoni in meno
D) due elettroni in meno

47. Soluzione
^{14}C e ^{12}C sono *isotopi*, cioè si trovano *nello stesso posto* della tavola periodica, infatti, essendo carboni, hanno 6 protoni, ma si differenziano per il numero di neutroni (6p,8n il primo; 6p,6n il secondo). (Risposta A)

48. Disporre in ordine crescente di energia di prima ionizzazione i seguenti elementi: Na, Mg, Al, Si.
A) Si, Mg, Al, Na B) Na, Al, Si, Mg C) Na, Mg, Al, Si D) Na, Al, Mg, Si

48. Soluzione



Questi sono elementi consecutivi del 3° periodo (Z = 11, 12, 13, 14). L'energia di ionizzazione aumenta lungo il periodo, ma con piccole discontinuità. Aumenta da Na a Mg, poi diminuisce leggermente con Al (l'elettrone dell'Al è in un orbitale 3p ed è più facile da strappare a causa della schermatura degli elettroni 3s), poi aumenta ancora con Si e P. Vi è poi un'altra discontinuità con S che deve mettere un secondo elettrone nell'orbitale $3p_x$. La sequenza, quindi, è: Na, Al, Mg, Si. (Risposta D)

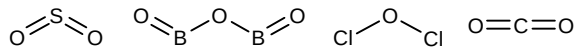
49. Nella molecola NH_3 l'atomo di azoto mette in compartecipazione con ciascun atomo di H:
A) un elettrone B) due elettroni C) tre elettroni D) nessuna delle precedenti

49. Soluzione
In NH_3, i legami covalenti N–H si realizzano con N e H che mettono in compartecipazione ognuno un elettrone per realizzare una coppia di elettroni di legame. (Risposta A)

50. Indicare la configurazione elettronica del molibdeno:
A) [Ar] $4s^2\,3d^{10}\,4p^2$
B) [Kr] $5s^1\,4d^5$
C) [Kr] $5s^2\,4d^5$
D) nessuna delle precedenti è corretta

50. Soluzione
Il molibdeno è l'elemento 42 del 5° periodo, ha il guscio interno del gas nobile precedente, Kr, e inoltre deve alloggiare altri 6 elettroni. Potrebbe avere la configurazione [Kr] $5s^2\,4d^4$, ma la schermatura degli elettroni 4d destabilizza l'orbitale 5s così il molibdeno trova più conveniente occupare con un singolo elettrone tutti gli orbitali 5s e 4d: [Kr] $5s^1\,4d^5$. (Risposta B)

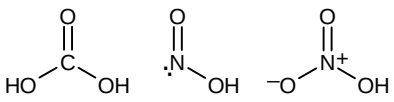
51. Indicare la molecola che, secondo la teoria VSEPR, non presenta legami doppi:
A) SO_2 B) B_2O_3 C) Cl_2O D) CO_2

51. Soluzione

La molecola senza doppi legami è Cl_2O che ha una struttura simile ad H_2O. (Risposta C)

52. Indicare la coppia di specie che hanno la stessa configurazione elettronica:
A) Cl^-, N^{3-} B) Cl^-, Na^+ C) O^{2-}, Cl^- D) O^{2-}, Al^{3+}

52. Soluzione
$_8O^{2-}$ e $_{13}Al^{3+}$ hanno entrambi la configurazione elettronica del gas nobile $_{10}Ne$. (Risposta D)

53. Elencare l'acido nitrico, l'acido nitroso e l'acido carbonico in ordine di acidità crescente:
A) H_2CO_3, HNO_2, HNO_3 B) H_2CO_3, HNO_3, HNO_2
C) HNO_2, H_2CO_3, HNO_3 D) HNO_3, HNO_2, H_2CO_3

53. Soluzione

L'acido nitrico HNO_3 è più acido dell'acido nitoso HNO_2 per l'effetto elettron-attrattore dell'ossigeno in più e per la carica positiva sull'atomo di azoto. Il meno acido è l'acido carbonico perchè l'elettronegatività del carbonio (2,5) è minore di quella dell'azoto (3,0). (Risposta A)

54. Individuare l'affermazione ERRATA riguardante il legame covalente:
A) può essere semplice, doppio, o triplo
B) non è direzionale
C) può essere polarizzato e non polarizzato
D) si instaura tra elementi con piccole differenze di elettronegatività

54. Soluzione
Il legame covalente è direzionale e l'angolo di legame più conveniente dipende dalla geometria degli orbitali atomici coinvolti. Se l'angolo di legame è costretto a stringersi o ad allargarsi, la molecola diventa instabile a causa di una certa tensione angolare come nel ciclopropano nel quale il carbonio è costretto ad avere angoli di legame di 60° invece dei normali 109° del metano tetraedrico. (Risposta B)

55. L'isotopo 18 del fluoro (fondamentale in medicina nella tomografia a emissione di positroni, PET) decade con processo β^+ con tempo di dimezzamento ($t_{1/2}$) di 109,7 min. Supponendo di avere inizialmente 1 mol di ^{18}F, indicare la massa di ^{18}F ancora presente dopo 5 h.
A) si consuma tutto B) 2,500 g C) 1,250 g D) 5,000 g

55. Soluzione
5 ore sono $5 \cdot 60 = 300$ min. Quindi sono poco meno di 3 volte il tempo di dimezzamento (300/109,7 = 2,73).
Se la massa di ^{18}F si dimezza tre volte, diventa: 100% → 50% → 25% → 12,5%.
Dato che l'isotopo si dimezza solo 2,7 volte, la massa residua sarà un po' più di 12,5%
La massa molare di ^{18}F é 18 g/mol. La massa residua è poco maggiore di $18 \cdot 0{,}125 = 2{,}25$ g. (Risposta B)

56. Un sistema è costituito da una singola sostanza in due fasi all'equilibrio tra loro. In questo caso:
A) temperatura, pressione, volume molare e capacità termica molare sono uguali in tutti i punti del sistema
B) temperatura, pressione, volume molare sono uguali in tutti i punti del sistema
C) temperatura e capacità termica molare sono uguali in tutti i punti del sistema
D) temperatura e pressione sono uguali in tutti i punti del sistema

56. Soluzione
Due fasi diverse di una sostanza hanno densità diversa, quindi, anche volume molare e capacità termica molare sono diversi. All'equilibrio, quindi, solo temperatura e pressione sono uguali in ogni punto. (Risposta D)

57. Fornendo calore pari a $9{,}5 \cdot 10^5$ J, una certa quantità di ghiaccio, inizialmente a –18 °C, viene trasformata in acqua liquida a 25 °C. Qual era la massa di ghiaccio? I calori specifici del ghiaccio e dell'acqua liquida sono 2090 J kg^{-1} K^{-1} e 4186 J kg^{-1} K^{-1} e possono essere considerati indipendenti dalla temperatura; l'entalpia di fusione dell'acqua è 334 kJ kg^{-1}.
A) 1,5 kg B) 2,0 kg C) 2,5 kg D) 3,0 kg

57. Soluzione
Bisogna fornire tre quantità di calore: Q_1 per scaldare il ghiaccio da –18 a 0 °C, Q_2 per fondere il ghiaccio e Q_3 per scaldare l'acqua da 0 a 25 °C. Il calore totale è: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m\, c_g\, \Delta T_1 + m\, \Delta H_{fus} + m\, c_{aq}\, \Delta T_3$.
$Q/m = c_g\, \Delta T_1 + \Delta H_{fus} + c_{aq}\, \Delta T_3 = 2090 \cdot 18 + 334000 + 4186 \cdot 25$ $Q/m = 476270$ J
Da cui: $m = (9{,}5 \cdot 10^5)/476270 = 2{,}0$ kg. (Risposta B)

58. La reazione tra un cloruro ed il dicromato di potassio forma un composto tossico, il cloruro di cromile (da bilanciare): $K_2Cr_2O_{7\,(s)} + NaCl_{\,(s)} + H_2SO_{4\,(l)} \rightarrow CrO_2Cl_{2\,(l)} + KHSO_{4\,(s)} + NaHSO_{4\,(s)} + H_2O_{\,(l)}$
Quante moli di cloruro di cromile si formano da 0,500 moli di NaCl?
A) 0,35 mol B) 0,14 mol C) 0,25 mol D) 0,45 mol

58. Soluzione
La reazione bilanciata è: $K_2Cr_2O_7 + 4\ NaCl + 6\ H_2SO_4 \rightarrow 2\ CrO_2Cl_2 + 2\ KHSO_4 + 4\ NaHSO_4 + 3\ H_2O$
Le moli di cloruro di cromile sono metà di quelle di NaCl, quindi 0,5/2 = 0,25 mol. (Risposta C)

59. L'isotopo del carbonio, ^{14}C, si forma per reazione dei neutroni cosmici (^1_0n) con l'azoto atmosferico, secondo la reazione seguente (da bilanciare). Stabilire la natura dell'atomo X.

$$^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{14}_{6}C + X$$

A) ^2_1H B) ^1_1H C) ^3_1H D) ^3_2He

59. Soluzione
La massa si conserva. Dato che a sinistra è: 14 + 1 = 15, a destra deve essere: 14 + 1 = 15 quindi: ^1X.
Anche la carica si conserva. Dato che a sinistra è 7 + 0 = 7, a destra deve essere: 6 + 1 = 7 quindi $_1X$.
La specie X ha massa 1 e carica 1, quindi è un protone, un nucleo di idrogeno: ^1_1H. (Risposta B)

60. Un composto solido insolubile ha una costante di solubilità pari a K_{ps}. Indicare la formula del composto sapendo che la solubilità s del solido è:

$$s = \sqrt[4]{\frac{K_{ps}}{27}}$$

A) AB_2 B) A_2B_3 C) A_2B D) AB_3

60. Soluzione
Elevando alla quarta l'espressione data si ottiene: $K_{ps} = 27\ s^4$. Individuiamo il composto per tentativi:
La dissociazione del composto A è: $AB_2 \rightarrow A + 2\ B$ $K_{ps} = [A][B]^2$ Dato che $[A] = s$ e $[B] = 2s$ si ha: $K_{ps} = s\,(2s)^2 = 4\ s^3$ (errato). Per avere s^4, la somma degli indici deve essere 4 come in AB_3: 1+3 = 4.
La dissociazione del composto D è: $AB_3 \rightarrow A + 3\ B$ $K_{ps} = [A][B]^3$ Dato che $[A] = s$ e $[B] = 3s$ si ha: $K_{ps} = s\,(3s)^3 = 27\ s^4$. Il composto incognito è AB_3. (Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato