Giochi della Chimica 2014
Problemi risolti – Fase nazionale – Classi A e B

1. Indicare la configurazione elettronica del magnesio nel suo stato fondamentale.
A) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ B) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ C) $1s^2\ 2s^2\ 2p^5\ 3s^2$ D) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

1. Soluzione
Il magnesio è l'elemento n° 12 della tavola periodica e ha appena messo il secondo elettrone nell'orbitale 3s.
La sua configurazione elettronica, quindi, è: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$. (Risposta D)

2. Indicare quale tra questi elementi può espandere l'ottetto.
A) azoto B) fosforo C) ossigeno D) carbonio

2. Soluzione
N, O, C sono elementi del secondo periodo e hanno 4 orbitali di valenza (2s, $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$) che possono ospitare al massimo 8 elettroni. L'espansione dell'ottetto è possibile nel fosforo, elemento del terzo periodo, che può usare oltre agli orbitali 3s e 3p anche orbitali 3d. In H_3PO_4, il fosforo usa i suoi 5 elettroni per realizzare 5 legami: un doppio legame con un ossigeno e tre legami singoli con i tre OH. Ha 10 elettroni attorno a sè. (Risposta B)

3. Calcolare quanti mL di una soluzione di HCl 0,32 M si devono aggiungere a una soluzione acquosa contenente 4,00 g di Na_2CO_3 per ottenere una soluzione a pH 10. (H_2CO_3: $K_{a1} = 4{,}2 \cdot 10^{-7}$, $K_{a2} = 4{,}8 \cdot 10^{-11}$).
A) 99,4 B) 80,8 C) 87,5 D) 33,9

3. Soluzione
Il pH 10 è vicino al secondo pK_a di H_2CO_3: $pK_{a2} = -\log K_{a2} = -\log 4{,}8 \cdot 10^{-11} = 10{,}32$. Quindi si deve preparare una soluzione tampone HCO_3^-/CO_3^{2-}. Il pH di una soluzione tampone vale: $pH = pK_a - \log [HA]/[A^-]$ da cui:
$\log [HA]/[A^-] = pK_a - pH = 10{,}32 - 10 = 0{,}32$ da cui si ricava: $[HA]/[A^-] = 10^{0,32} = 2{,}089$ $[HA] = 2{,}089\ [A^-]$
La massa molare di Na_2CO_3 è: $23 \cdot 2 + 12 + 48 = 106$ g/mol. Le moli di Na_2CO_3 sono: 4,0/106 = 0,0377 mol.
Chiamando x le moli di HCO_3^-, dalla $[HCO_3^-] = 2{,}089\ [CO_3^{2-}]$, si ha: $x = 2{,}089\ (0{,}0377 - x) = 0{,}0788 - 2{,}089\ x$
$3{,}089\ x = 0{,}0788$ $x = 0{,}0255$ mol. Queste corrispondono alle moli di HCl 0,32 M da aggiungere:
$n = M\ V$ da cui: $V = n/M$ $V = 0{,}0255/0{,}32 = 0{,}0797$ L (79,7 mL). (Risposta B)

4. Indicare quale delle seguenti affermazioni sull'azoto è corretta.
A) può espandere l'ottetto
B) ha bassa elettronegatività
C) forma più di un ossido
D) l'azoto molecolare, N_2, è presente nell'atmosfera a concentrazioni inferiori al 20%

4. Soluzione
La sola affermazione corretta è che l'azoto forma più di un ossido (NO, NO_2, N_2O, N_2O_3, N_2O_5). (Risposta C)

5. A 20,0 °C e 1013 mbar, l'aria secca ha una densità di 1,204 kg/m^3. Qual è la densità a 40 °C e 1013 mbar? (considerare ideali i gas)
A) 1,204 kg/m^3 B) 1,127 kg/m^3 C) 0,602 kg/m^3 D) 0,301 kg/m^3

5. Soluzione
La densità è: $d = m/V$ da cui: $m = d\ V$. Dato che la massa è costante: $m = d_1V_1 = d_2V_2$ $d_2 = d_1V_1/V_2$
Le due temperature sono: $T_1 = 273 + 20 = 293$ K; $T_2 = 273 + 40 = 313$ K.
In questa esperienza la pressione e il numero di moli sono costanti, quindi, dalla legge dei gas $PV = nRT$
si ottiene: $T/V = P/nR = k$ cioè $T_1/V_1 = T_2/V_2$ $V_1/V_2 = T_1/T_2$ $V_1/V_2 = 293/313 = 0{,}936$
La densità finale vale: $d_2 = d_1V_1/V_2$ $d_2 = 1{,}204 \cdot 0{,}936 = 1{,}127$ kg/m^3. (Risposta B)

6. Indicare quale tra le seguenti sostanze allo stato elementare ha il punto di fusione più basso.
A) Hg B) Fe C) Al D) W

6. Soluzione
Fe, Al, W sono metalli solidi a T ambiente, mentre Hg è un metallo liquido a T ambiente. (Risposta A)

7. Il consumo basale di ossigeno di un individuo normale è di 16,0 mol al giorno. Quale volume di aria viene inspirato in 1 giorno ($1{,}013 \cdot 10^5$ Pa e 298,15 K), sapendo che il suo contenuto di O_2 è 21,0% (v/v)?
A) 3,88 m^3
B) 1,51 m^3
C) 1,86 m^3
D) 2,44 m^3

7. Soluzione
Il volume di O_2 si ottiene dalla legge dei gas: $V = nRT/P = (16 \cdot 0{,}0821 \cdot 298)/1 = 391{,}5$ L.
Il volume di aria inspirata è: $391{,}5 \cdot (100/21) = 1864$ L (1,86 m^3). (Risposta C)

8. Indicare quale tra i seguenti elementi ha maggiore elettronegatività.
A) Si B) Al C) S D) P

8. Soluzione
Questi 4 elementi sono consecutivi nella tavola periodica: Al, Si, P, S. Dato che l'elettronegatività aumenta andando verso destra nel periodo, lo zolfo è quello più elettronegativo. (Risposta C)

9. Se la concentrazione di Pb(II) in un campione di acqua potabile è $2{,}41 \cdot 10^{-8}$ M, tenendo conto che un individuo ingerisce 2,0 L di acqua al giorno, calcolare la massa di Pb(II) ingerita in un mese (30 giorni).
A) 0,85 mg B) 1,2 mg C) 0,58 mg D) 0,30 mg

9. Soluzione
I litri di acqua ingerita in un mese sono: $2{,}0 \cdot 30 = 60$ L. Le moli di Pb ingerite sono: $n = M\,V = 2{,}41 \cdot 10^{-8} \cdot 60$
$n = 1{,}446 \cdot 10^{-6}$ mol. La massa di Pb è: $1{,}446 \cdot 10^{-6} \cdot 207{,}2 = 3{,}0 \cdot 10^{-4}$ g (0,30 mg). (Risposta D)

10. Un recipiente di 1,00 L, contenente il gas A alla pressione di 1,00 bar, viene connesso ad un altro recipiente di 3,00 L contenente il gas B alla pressione di 3,00 bar. La temperatura viene mantenuta costante. Qual è la pressione totale finale?
A) 2,50 bar B) 4,00 bar C) 1,00 bar D) 3,00 bar

10. Soluzione
Il fattore di conversione atm/bar si può incorporare nella costante R. Le moli di gas A si ricavano dalla legge dei gas: $n = PV/RT = 1 \cdot 1/RT$; Le moli del gas B sono: $n = 3 \cdot 3/RT = 9/RT$. Le moli nel recipiente finale di 4 L sono: $n = 1/RT + 9/RT = 10/RT$. La pressione è: $P = nRT/V = (10/RT)RT/4 = 10/4 = 2{,}50$ bar. (Risposta A)

11. Indicare la sola affermazione ERRATA che riguarda gli elementi F, Cl, Br.
A) sono indicati come alogeni
B) sono tutti gas a temperatura ambiente
C) sono simili dal punto di vista chimico
D) sono caratterizzati da notevole elettronegatività

11. Soluzione
Gli alogeni non sono tutti gas a T ambiente: Br_2 è liquido e I_2 è solido. (Risposta B)

12. Indicare fra le seguenti coppie quella costituita da ioni isoelettronici.
A) F^- Cl^- B) Ca^{2+} Mg^{2+} C) F^- Ca^{2+} D) F^- Al^{3+}

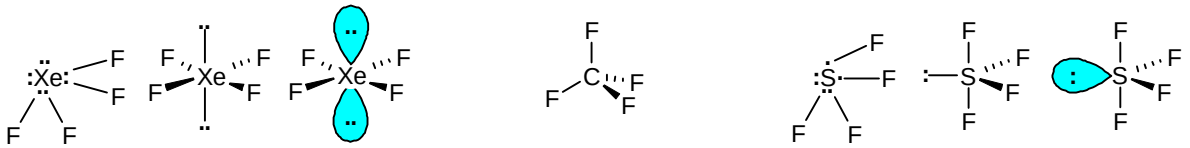
12. Soluzione
${}_9F^-$ ha la configurazione elettronica del gas nobile ${}_{10}Ne$ e così pure ${}_{13}Al^{3+}$. (Risposta D)

13. Indicare il pH di una soluzione di NH_4Cl.
A) 7,0 B) 9,2 C) 5,3 D) 11,4

13. Soluzione
NH_4Cl è il sale di un acido forte (HCl) e una base debole (NH_3) quindi è leggermente acido infatti contiene lo ione ammonio NH_4^+, un acido debole. L'unico pH acido è 5,3. (Risposta C)

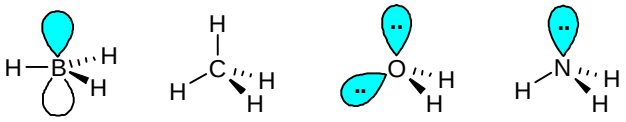
14. Indicare la molecola tetraedrica.
A) XeF_4 B) CF_4 C) SF_4 D) $TeCl_4$

14. Soluzione
CF_4 è sicuramente tetraedrica, infatti ha la stessa struttura di CH_4. (Risposta B)
XeF_4 è planare quadrata. Lo xenon Xe ha 8 elettroni di valenza, 4 li usa per legare i 4 atomi di fluoro e 4 formano 2 coppie di non legame. Le coppie da sistemare attorno a Xe sono 6 (4 di legame e 2 di non legame) e assumono una geometria ottaedrica. Le due coppie di non legame (ingombranti) vanno poste sull'asse verticale (una lontana dall'altra), i 4 atomi di fluoro si legano ai vertici della base quadrata.
SF_4 ha una geometria a cavalletto. Lo zolfo S ha 6 elettroni di valenza, 4 li usa per legare i 4 atomi di fluoro e 2 costituiscono una coppia di non legame. Le coppie da sistemare attorno a S sono 5 (4 di legame, 1 di non legame) e si dispongono a bipiramide a base triangolare. La coppia di non legame (ingombrante) occupa uno dei vertici di base (120°), i 4 atomi di F occupano le 4 posizioni rimanenti. $TeCl_4$ è come SF_4 (S e Te sono dello stesso gruppo)



15. Indicare in quale specie l'atomo centrale non raggiunge l'ottetto.
A) BF_3 B) CH_4 C) H_2O D) NH_3

15. Soluzione
In CH_4 il carbonio, che ha 4 elettroni di valenza, fa 4 legami covalenti e raggiunge l'ottetto (4+4).
In H_2O l'ossigeno, che ha 6 elettroni di valenza, fa 2 legami covalenti e raggiunge l'ottetto (6+2).
In NH_3 l'azoto, che ha 5 elettroni di valenza, fa 3 legami covalenti e raggiunge l'ottetto (5+3).
In BH_3 il boro, che ha 3 elettroni di valenza, fa 3 legami covalenti, ha solo 6 elettroni attorno a sè. (Risposta A)

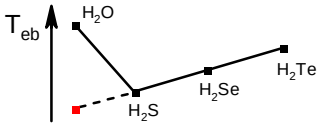


16. Calcolare il pH di una soluzione di H_2SO_4 sapendo che da 130 mL di soluzione si possono precipitare 0,750 g di $BaSO_4$ per aggiunta di un eccesso di $BaCl_2$.
A) 3,58 B) 0,990 C) 2,88 D) 1,26

16. Soluzione
La massa molare di $BaSO_4$ è: 137,3 + 32 + 48 = 233,3 g/mol. Le moli di $BaSO_4$ sono: 0,750/233,3 = 3,215 mmol. Queste coincidono con le moli di H_2SO_4, quindi la conc. di H_2SO_4 è: M = n/V = 3,215/130 = 2,47 $\cdot 10^{-2}$ M.
H_2SO_4 è un acido forte solo con il primo H^+: pH ≈ –log C = –log 2,47 $\cdot 10^{-2}$ = 1,61. Tenendo conto anche del secondo H^+ (pK_{a2} = 1,92) il pH scende solo di ≈ 0,1 unità: pH = 1,50. (Risposta X?)

17. Fra le molecole di H_2O si instaurano legami a ponte di idrogeno, che sono invece assenti tra le molecole di H_2S. Un'evidenza sperimentale di questo fatto si può ottenere dal confronto:
A) delle rispettive temperature di ebollizione
B) dei rispettivi indici di rifrazione
C) dei rispettivi calori specifici
D) dei rispettivi coefficienti di dilatazione termica

17. Soluzione



Le temperature di ebollizione degli idruri degli elementi del gruppo 16 (H_2O, H_2S, H_2Se, H_2Te) aumentano all'aumentare della massa molecolare per H_2S, H_2Se, H_2Te. Questo indica che i legami dipolo-dipolo tra le molecole sono deboli e la temperatura di ebollizione è dettata dalla massa e quindi dall'energia cinetica ($E = {}^1/_2\, mv^2$) che le molecole devono assumere per allontanarsi ed entrare in fase gassosa. L'H_2O, invece, ha una temperatura di ebollizione anomala: la sua massa più piccola dovrebbe corrispondere ad una T_{eb} inferiore (puntino rosso). La sua T_{eb}, invece, è più alta a causa dei forti legami idrogeno tra le molecole di H_2O che mancano in H_2S. Per passare in fase gassosa, una molecola d'acqua non deve solo acquistare l'energia cinetica necessaria per volare, ma anche quella necessaria per rompere i legami idrogeno con le compagne. (Risposta A)

18. Calcolare le moli di Fe metallico necessarie per degradare 1 mol di tricloroetilene secondo la reazione, da bilanciare: $Fe_{(s)} + Cl_2C{=}CHCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + H_2C{=}CH_{2\,(g)} + Cl^-_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

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

18. Soluzione

La reazione è un'ossidoriduzione, le due semireazioni sono:

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

$(C{=}C)^{2+} + 6\,e^- \rightarrow (C{=}C)^{4-}$ (rid) scambia 6 elettroni

Moltiplicando per 3 e sommando membro a membro si ottiene:

$$3\,Fe + Cl_2C{=}CHCl + H_2O \rightarrow 3\,Fe^{2+} + H_2C{=}CH_2 + Cl^- + OH^-$$

Completando il bilanciamento si ottiene:

$$3\,Fe + Cl_2C{=}CHCl + 3\,H_2O \rightarrow 3\,Fe^{2+} + H_2C{=}CH_2 + 3\,Cl^- + 3\,OH^-$$

Servono 3 moli di ferro metallico per degradare una mole di tricloroetilene. (Risposta B)

19. Diamante e grafite sono due forme cristalline di uno stesso elemento:

A) silicio B) fosforo C) zolfo D) carbonio

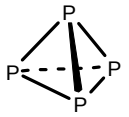
19. Soluzione

Il carbonio può esistere in più forme allotropiche. Quando, ibridato sp^3, forma legami tetraedrici con gli altri carboni si ha il diamante. Se invece il carbonio, ibridato sp^2, si lega nel piano con altri tre carboni, forma un foglio di esagoni dove, in ogni anello, vi sono 3 doppi legami C=C. Sopra e sotto il foglio vi è quindi un mare di orbitali pigreco pieni di elettroni che fanno aderire un foglio all'altro con legami di van der Waals. La grafite è formata da molti di questi fogli impilati uno sull'altro, mentre un foglio da solo costituisce il grafene. Se un foglietto si arrotola e si chiude su sè stesso si formano i nanotubi. Infine se un foglio si chiude a sfera (grazie alla formazione di qualche pentagono tra gli esagoni) si forma il fullerene, un'altra forma allotropica del carbonio. (Risposta D)

20. Il fosforo elementare ha tre allotropi: bianco, rosso e nero. Di questi, il fosforo bianco, formato da molecole tetraedriche di formula P_4, è il più reattivo nei confronti dell'ossigeno. Indicare il motivo di tale comportamento.

A) per l'elevata tensione degli angoli di legame, che hanno un valore di circa 60°
B) perché i prodotti principali di ossidazione sono gli ossidi P_4O_6 e P_4O_{10}
C) perché è capace di assorbire la luce che ne catalizza le reazioni di ossidazione
D) perché gli atomi di fosforo presentano orbitali 3d vuoti

20. Soluzione



P_4 ha una struttura tetraedrica con quattro facce costituite da triangoli equilateri. Gli atomi di fosforo si trovano sui vertici e formano legami con angoli di 60°. Questo angolo è molto più stretto dei 109° che il fosforo fa in strutture stabili come il fosfato PO_4^{3-} nelle quali si trova al centro di un tetraedro formato dai 4 ossigeni. Per questo P_4 è molto reattivo. (Risposta A)

21. Una massa di KNO_3, sciolta in acqua, viene ridotta secondo la reazione

$$3\,NO_3^-{}_{(aq)} + 8\,Al_{(s)} + 5\,OH^-_{(aq)} + 2\,H_2O_{(l)} \rightarrow 8\,AlO_2^-{}_{(aq)} + 3\,NH_{3\,(g)}$$

L'ammoniaca si rimuove per distillazione e reagisce completamente con 12,5 mL di HCl 0,100 M. Calcolare la massa di KNO_3 iniziale.

A) 0,374 g B) 0,126 g C) 0,985 g D) 1,020 g

21. Soluzione

Le moli di HCl sono: n = M V = 0,1 ·12,5 = 1,25 mmol e coincidono con le moli di NH_3 e con quelle di KNO_3.
Massa molare di KNO_3: 39,1 + 14 + 48 = 101 g/mol. La sua massa è: $101 \cdot 1{,}25 \cdot 10^{-3} = 0{,}126$ g. (Risposta B)

22. Indicare l'affermazione ERRATA relativa allo ione fosfato, PO_4^{3-}.

A) ha geometrica tetraedrica
B) presenta quattro strutture limite di risonanza più rappresentative
C) è caratterizzato da legami ionici P–O
D) sull'atomo di fosforo non sono presenti coppie solitarie

22. Soluzione

L'anione fosfato PO_4^{3-} forma legami ionici col relativo catione, ma, al suo interno, il fosforo è legato agli atomi di ossigeno da legami covalenti. (Risposta C)

23. Aggiungendo 5,60 g di Na_2SO_4 solido a 80,0 g di una soluzione dello stesso sale 11,0% (m/m), qual è la concentrazione (% m/m) della soluzione ottenuta?
A) 16,8 % B) 14,5 % C) 22,3 % D) 34,2 %

23. Soluzione
Nella soluzione iniziale vi sono: $80 \cdot 0{,}11 = 8{,}8$ g di Na_2SO_4.
Nella nuova soluzione la massa di Na_2SO_4 è 8,8 + 5,6 = 14,4 g. La massa totale è: 80 + 5,6 = 85,6 g.
La percentuale di Na_2SO_4 è: 14,4/85,6 = 16,8%. (Risposta A)

24. Per reazione tra un ossido di un non metallo e l'acqua si può ottenere:
A) un idracido
B) un sale
C) un acido ossigenato
D) un idrossido

24. Soluzione
Un ossido di un non metallo come SO_3 reagendo con H_2O forma H_2SO_4, un ossiacido. (Risposta C)

25. La quantità di NO_2 in un campione di aria viene determinata dopo ossidazione ad HNO_3 con H_2O_2. Calcolare la concentrazione in μg/L di NO_2 se sono stati consumati 5,1 mL di una soluzione di NaOH 0,0105 M per neutralizzare l'acido formato da 50 L di aria.
A) 68,7 μg/L
B) 41,8 μg/L
C) 49,3 μg/L
D) 104,2 μg/L

25. Soluzione
Le moli di NaOH sono: n = M V = 0,0105 · 5,1 = 0,05355 mmol. Queste coincidono con le mmoli di HNO_3 e NO_2.
La massa molare di NO_2 è: 14 + 32 = 46 g/mol. La massa di NO_2 è: 0,05355 · 46 = 2,4633 mg/50 L.
In un litro la massa di NO_2 è: 2,4633/50 = 49,3 μg/L. (Risposta C)

26. Data la reazione di combustione:

$$2\ C_4H_{10} + 13\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 10\ H_2O$$

Indicare la quantità massima di CO_2 ottenibile se 5,00 g di C_4H_{10} reagiscono con 25,0 g di O_2.
A) 15,1 g B) 20,0 g C) 10,9 g D) 20,9 g

26. Soluzione
La reazione è: $2\ C_4H_{10} + 13\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 10\ H_2O$

coefficienti	2	13	8
moli (mol)	0,0862	(0,781)	0,345
MM (g/mol)	58	32	44
massa (g)	5	25	15,17

La massa molare del butano C_4H_{10} è: 4 ·12 + 10 = 58 g/mol. Le moli di butano sono: 5,0/58 = 0,0862 mol.
La massa molare di O_2 è: 32 g/mol. Le moli di O_2 sono: 25,0/32 = 0,781 mol.
Le moli stechiometriche di O_2 sono: 0,0862 · (13/2) = 0,56, quindi le moli presenti di O_2 (0,781) sono in eccesso e la reazione è decisa dalle moli di butano, il reagente limitante.
Le moli che si formano di CO_2 sono 0,0862 · (8/2) = 0,345 mol. La massa molare di CO_2 è: 12 + 32 = 44 g/mol.
La massa di CO_2 che si forma è: 44 · 0,345 = 15,17 g. (Risposta A)

27. Un comune metodo di laboratorio per produrre ossigeno gassoso è scaldare il clorato di potassio, $KClO_3$. La reazione è la seguente:

$$2\ KClO_{3\,(s)} \rightarrow 2\ KCl_{(s)} + 3\ O_{2\,(g)}$$

Calcolare quanti grammi di $KClO_3$ devono essere decomposti per produrre 10,0 g di O_2.
A) 4,50 g B) 7,10 g C) 25,5 g D) 39,6 g

27. Soluzione
Le moli di O_2 sono 10/32 = 0,3125 mol. Le moli di $KClO_3$ sono i 2/3 di queste: 0,3125 · (2/3) = 0,2083 mol.
Massa molare di $KClO_3$: 39,1 + 35,45 + 48 = 122,6 g/mol. La sua massa è: 122,6 · 0,2083 = 25,5 g. (Risposta C)

28. Calcolare la costante acida K_{a2} di un acido diprotico H_2X, che forma un composto poco solubile con il Fe^{2+}, FeX (con prodotto di solubilità $10^{-10,4}$), noto il valore della costante di equilibrio della seguente reazione:

$$FeX_{(s)} + H^+_{(aq)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + HX^-_{(aq)} \qquad K = 10^{-2,7}$$

A) $10^{-7,7}$ B) $10^{-10,1}$ C) $10^{-4,9}$ D) $10^{-6,7}$

28. Soluzione

La dissociazione di HX^- si ottiene sommando le seguenti due reazioni:

$FeX \rightarrow Fe^{2+} + X^-$ (dissociazione di FeX) $K_{ps} = 10^{-10,4}$

$Fe^{2+} + HX^- \rightarrow FeX + H^+$ (inversa della reazione data) $K^{-1} = 10^{2,7}$

$HX^- \rightarrow H^+ + X^-$ (dissociazione di HX^-) $K_{a2} = K_{ps} \cdot K^{-1} = 10^{-10,4} \cdot 10^{2,7} = 10^{-7,7}$. (Risposta A)

29. In un esperimento furono ottenuti 6,00 g di ossido di sodio, $Na_2O_{(s)}$, dalla reazione di 5,00 g di sodio metallico, $Na_{(s)}$, con un eccesso di ossigeno gassoso, O_2. Indicare la resa della reazione.

A) 82,4%
B) 89,0%
C) 44,5%
D) 79,4%

29. Soluzione

La reazione è: $4\ Na + O_2 \rightarrow 2\ Na_2O$

Le moli di Na sono: 5/23 = 0,2174 mol. Le moli teoriche di Na_2O sono la metà: 0,2174/2 = 0,1087 mol.
La massa molare di Na_2O è: 23 · 2 + 16 = 62 g/mol. La massa teorica di Na_2O è: 0,1087 · 62 = 6,739 g.
La resa della reazione è: 6,0/6,739 = 89,0%. (Risposta B)

30. Il permanganato di potassio ossida, in ambiente acido, una sostanza X di massa molecolare 100,5 secondo la semireazione:

$$MnO_4^- + 8\ H^+ + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O$$

Sapendo che 0,500 mol di $KMnO_4$ reagiscono con 1,25 mol di X, determinare il numero di elettroni coinvolti nella corrispondente semireazione di ossidazione.

A) 4
B) 1
C) 5
D) 2

30. Soluzione

Il rapporto in moli $KMnO_4$/X è 0,5/1,25 e quindi 1/2,5 o meglio: 2/5
Cioè la reazione è bilanciata con questo rapporto in moli: $2\ KMnO_4 + 5\ X \rightarrow ...$
Ogni $KMnO_4$ consuma 5 e^-. Nella riduzione gli elettroni totali consumati da $KMnO_4$ sono: $2 \cdot 5\ e^- = 10\ e^-$.
Ogni X libera n e^-. Nell'ossidazione X deve liberare 10 elettroni totali: $5 \cdot n\ e^- = 10\ e^-$ da cui: $n = 2\ e^-$.
Ogni molecola X deve liberare 2 elettroni. (Risposta D)

31. Indicare i coefficienti, riportati in ordine casuale, che permettono di bilanciare la reazione:

$$MnO_4^- + Fe + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+} + H_2O$$

A) 12, 2, 6, 5, 5, 6
B) 3, 12, 8, 3, 5, 5
C) 3, 24, 5, 5, 12, 3
D) 3, 5, 5, 12, 3, 12

31. Soluzione

La reazione è un'ossidoriduzione, le due semireazioni sono:

$Mn^{7+} + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+}$ (rid) va moltiplicata per 3 per scambiare 15 elettroni
$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3\ e^-$ (ox) va moltiplicata per 5 per scambiare 15 elettroni

Moltiplicando per 3 e per 5 e sommando membro a membro si ottiene:

$$3\ MnO_4^- + 5\ Fe + H^+ \rightarrow 3\ Mn^{2+} + 5\ Fe^{3+} + H_2O$$

Completando il bilanciamento si ottiene:

$$3\ MnO_4^- + 5\ Fe + 24\ H^+ \rightarrow 3\ Mn^{2+} + 5\ Fe^{3+} + 12\ H_2O$$

I coefficienti in ordine crescente sono: 3, 3, 5, 5, 12, 24. (Risposta C)

32. Una miscela solida di 1,78 g è costituita da $BaCl_2 \cdot 2\ H_2O$ e KCl. La miscela viene riscaldata a 160 ºC per 2 ore, per eliminare tutta l'acqua di cristallizzazione. Il peso finale è 1,56 g.
Calcolare la percentuale di $BaCl_2 \cdot 2\ H_2O$ nella miscela.
A) 87,4 % B) 58,9 % C) 83,7 % D) 44,8 %

32. Soluzione
La massa di H_2O persa è: 1,78 – 1,56 = 0,22 g. Le moli di H_2O sono: 0,22/18 = 12,2 mmol.
Le moli di $BaCl_2 \cdot 2\ H_2O$ sono la metà di queste: 12,2/2 = 6,1 mmol.
La massa molare di $BaCl_2 \cdot 2\ H_2O$ è: 137,33 + 35,45 · 2 + 2 ·18 = 244,23 g/mol.
La massa di $BaCl_2 \cdot 2\ H_2O$ è: 244,23 · 0,0061 = 1,49 g. La % è 1,49/1,78 = 83,7%. (Risposta C)

33. Indicare in modo inequivocabile la quantità chimica di cloro che bisogna far reagire con 10 mol di ammoniaca, perché la seguente reazione sia completa.

$$4\ NH_3 + Cl_2 \rightarrow N_2H_4 + 2\ NH_4Cl$$

A) 2,5 mol di cloro molecolare
B) 5,0 mol di cloro molecolare
C) 2,5 mol di cloro
D) 5,0 mol di cloro

33. Soluzione
Nella reazione, le moli di Cl_2 sono $^1/_4$ di quelle di NH_3, quindi servono 10/4 = 2,5 mol di Cl_2. (Risposta A)

34. La dose massima assimilabile di metilmercurio per l'uomo è 0,1 μg per kg di peso al giorno. Quanti kg di pesce può mangiare ogni settimana un individuo di 80 kg se il contenuto di metilmercurio nel pesce è 0,3 mg/kg?
A) 1,2 kg B) 0,19 kg C) 0,48 kg D) 1,3 kg

34. Soluzione
La quantità massima di metilmercurio assimilabile in una settimana è: 80 · 7 · 0,1 = 56 μg (0,056 mg).
La massa di pesce che contiene questa quantità è: 0,056/0,3 = 0,19 kg. (Risposta B)

35. Se si vuole avere un ugual numero di molecole di due sostanze liquide diverse A e B bisogna prendere:
A) volumi uguali di A e B
B) un ugual quantità in grammi di A e B
C) quantità in grammi di A e B che stiano tra loro come le rispettive densità
D) quantità in grammi di A e B che stiano tra loro come le rispettive masse molari

35. Soluzione
Per avere uno stesso numero di molecole di A e B bisogna prendere uno stesso numero di moli delle due sostanze.
Quindi si deve avere: $n = m_A/MM_A = m_B/MM_B$ da cui: $m_A/m_B = MM_A/MM_B$. (Risposta D)

36. Calcolare quanti grammi di una soluzione di KCl al 35% (m/m) occorre aggiungere ad una soluzione al 12% (m/m) per ottenere 120 g di una soluzione al 20% (m/m) di KCl.
A) 54,7 g B) 41,7 g C) 32,1 g D) 22,4 g

36. Soluzione
Nella soluzione al 20% la massa di KCl è: 120 · 0,20 = 24 g.
Chiamiamo x la massa incognita di soluzione al 35%. La massa in grammi di soluzione al 12% è: 120 – x.
La massa di KCl nella soluzione al 35% è: 0,35 x. La massa di KCl nella soluzione al 12% è: 0,12 · (120 – x).
Dato che la massa di KCl si conserva deve valere: 0,35 x + 0,12 · (120 – x) = 24.
0,35 x + 14,4 – 0,12 x = 24 0,23 x = 9,6 x = 41,7 g. (Risposta B)

37. Qual è il numero di ossidazione medio del carbonio nella molecola di 1-propanolo $CH_3CH_2CH_2OH$?
A) +2 B) –2 C) –1,5 D) –3

37. Soluzione
La formula bruta è C_3H_8O. Gli otto H hanno n.o. complessivo +8; l'O ha n.o. –2. Il totale è +6.
I tre C devono avere n.o. complessivo –6 e quindi il loro n.o. medio è –6/3 = –2. (Risposta B)
Oppure: il n.o. del C di sinistra è –3, il C centrale ha n.o. –2, il C di destra ha n.o. –1. La media è –2.

38. Indicare il rapporto di reazione stagno /nitrobenzene nella reazione:
$C_6H_5NO_2 + Sn + H_3O^+ \rightarrow C_6H_5NH_2 + Sn^{4+} + H_2O$
A) 2 B) 1,5 C) 2,5 D) 3

38. Soluzione
La reazione è un'ossidoriduzione, 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
Il rapporto stagno /nitrobenzene è 3/2 = 1,5. (Risposta B)

39. La capacità termica specifica dell'acqua è 4,18 J K^{-1} g^{-1}. Calcolare quanta energia è richiesta per innalzare a pressione costante la temperatura di 10,0 moli di acqua da 20,0 °C a 25,0 °C.
A) 209 J B) 209 kJ C) 3,76 kJ D) 3,76 J

39. Soluzione
La massa di acqua è: 10 ·18 = 180 g. L'energia richiesta è data da: $Q = c\ m\ \Delta T = 4{,}18 \cdot 180 \cdot 5 = 3762$ J.
Quindi 3,76 kJ. (Risposta C)

40. Un campione di aria inquinata da anidride solforosa viene fatto gorgogliare ad un flusso di 1,0 m^3/h (in condizioni normali) attraverso una soluzione contenente 50 mL di H_2O_2 5% ($H_2O_2 + SO_2 \rightarrow H_2SO_4$). Dopo 0,5 h, l'acido solforico viene titolato con 5,6 mL di NaOH 0,0050 M. Calcolare la concentrazione di SO_2 in presente nell'aria inquinata.
A) 3,60 mg/m^3 B) 21,4 mg/m^3 C) 5,41 mg/m^3 D) 1,80 mg/m^3

40. Soluzione
Le moli di NaOH sono: n = M V = 0,005 · 5,6 = 0,028 mmol. Le moli di H_2SO_4 sono metà: 0,028/2 = 0,014 mmol. Queste sono anche le moli di SO_2 in un flusso di 0,5 h cioè in 0,5 m^3. In 1 m^3 ce ne sono il doppio: 0,028 mmol. La massa molare di SO_2 è: 32 + 32 = 64 g/mol. La massa di SO_2 è: 0,028 · 64 = 1,79 mg/m^3. (Risposta D)

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

41. L'Angstrom è:
A) un'unità di misura della lunghezza
B) un'unità di misura della velocità
C) un'unità di misura del tempo
D) un'unità di misura degli angoli di legame

41. Soluzione
L'Angstrom è un'unità di misura di lunghezza e vale 10^{-10} m. (Risposta A)

42. Il simbolo dell'unità di misura della massa atomica è:
A) uma B) u C) g D) nessuno dei tre

42. Soluzione
Il simbolo dell'unità di massa atomica è u. (Risposta B)

43. Determinare quante moli di formaldeide reagiscono con 100 mL di $CuSO_4$ 0,05 M, secondo la reazione da bilanciare:

$$Cu^{2+} + H_2CO + H_2O \rightarrow Cu^+ + HCOOH + H_3O^+$$

A) 0,010 B) 0,0045 C) 0,0025 D) 0,0050

43. Soluzione
Le due semireazioni sono:
$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$ (rid) va moltiplicata per 2 per scambiare 2 elettroni
$C° \rightarrow C^{2+} + 2\ e^-$ (ox) scambia 2 elettroni
Moltiplicando per 2 e sommando membro a membro si ottiene:

$$2\ Cu^{2+} + H_2CO + 3\ H_2O \rightarrow 2\ Cu^+ + HCOOH + 2\ H_3O^+$$

Le moli di Cu^{2+} sono: n = M V = 0,05 ·100 = 5 mmol. Le moli di H_2CO sono metà: 2,5 mmol. (Risposta C)

44. Litio e potassio:
A) appartengono allo stesso periodo della tavola periodica
B) possiedono lo stesso numero di protoni nel nucleo
C) possiedono lo stesso numero di elettroni nell'ultimo livello energetico
D) sono entrambi non metalli

44. Soluzione
Litio e potassio appartengono allo stesso gruppo della tavola periodica e quindi hanno lo stesso numero di elettroni nell'ultimo livello energetico. Li ($2s^1$); K ($4s^1$). (Risposta C)

45. Stabilire in quale intervallo è compreso il pH di una soluzione 0,1 M di formiato di ammonio.
K_a (ac. formico) = $1,8 \cdot 10^{-4}$; K_b (NH_3) = $1,8 \cdot 10^{-5}$
A) 6–8 B) 2–5 C) 9–10 D) 11–12

45. Soluzione
Questo sale è formato da un acido debole e una base debole. Dato che la K_a dell'acido formico è dieci volte più grande della K_b dell'NH_3, il sale è leggermente acido e il pH sarà circa 6.
Scartando l'intervallo 2–5, troppo acido, resta solo 6–8. (Risposta A)
In alternativa bisogna ricordare la formula che dà la $[H^+]$ in un sale formato da acido debole e base debole:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a}{K_b} K_w} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-4}}{1,8 \cdot 10^{-5}} K_w} = \sqrt{10\, K_w} = \sqrt{10^{-13}} = 10^{-6,5} \text{ M.} \qquad \text{pH} = -\log [H^+] = -\log 10^{-6,5} = 6,5.$$

46. L'elettronegatività:
A) è massima per il fluoro
B) è massima per i metalli alcalini
C) aumenta lungo un gruppo
D) è pari all'energia di legame

46. Soluzione
Il fluoro è l'elemento con la massima elettronegatività. Nella scala di Pauling, al fluoro è stato assegnato il valore 4, scelto in modo che tutte le EN siano positive. (Risposta A)

47. Indicare l'associazione corretta.
A) N, gas nobile B) P, metallo di transizione C) Mg, metallo alcalino D) Cl, alogeno

47. Soluzione
Le affermazioni A, B, C sono errate. Mentre è giusto affermare che il cloro è un alogeno. (Risposta D)

48. Indicare quale coppia di formule rappresenta due sostanze differenti.
A) $Si(OH)_4$ e H_4SiO_4
B) H_3BO_3 e $B(OH)_3$
C) AsH_3 e $HAsO_2$
D) acido cromico e H_2CrO_4

48. Soluzione
AsH_3 e $HAsO_2$ sono palesemente differenti. (Risposta C)

49. Indicare quale andamento si osserva spostandosi da sinistra verso destra lungo la Tavola Periodica.
A) il raggio atomico tende a diminuire
B) il raggio atomico tende ad aumentare
C) l'energia di ionizzazione tende a diminuire
D) l'elettronegatività tende a diminuire

49. Soluzione
L'affermazione esatta è la A, infatti, spostandosi a destra nei periodi, la carica nucleare aumenta e attira con più forza gli elettroni di valenza che si avvicinano di più al nucleo, dato che non si schermano tra loro perchè si trovano nello stesso guscio. Così il raggio atomico diminuisce. (Risposta A)

50. Il fosforo (P) è un esempio di:
A) non metallo B) metallo alcalino C) alogeno D) elemento delle terre rare

50. Soluzione
Gli atomi nell'angolo in alto a destra della tavola periodica (fino alla diagonale di semimetalli) sono non metalli che formano ossiacidi con l'ossigeno. Nel secondo periodo, i non metalli sono B, C, N, O, F, Ne, i non metalli del terzo periodo sono P, S, Cl, Ar. (Risposta A)

51. Un composto binario contenente idrogeno e un altro elemento, in soluzione acquosa, ha comportamento:
A) basico B) acido
C) anfotero D) non è possibile definire a priori le sue proprietà

51. Soluzione
A questa domanda non si può rispondere senza sapere di quale elemento si tratta. Con l'idrogeno, un non metallo come il cloro forma composti acidi (HCl), un altro non metallo come l'ossigeno forma composti anfoteri (H_2O), un metallo come il sodio forma composti basici (NaH). (Risposta D)

52. Indicare la configurazione che descrive uno stato eccitato dell'atomo di ossigeno.
A) $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
B) $1s^2\ 2s^2\ 2p^2\ 3s^2$
C) $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$
D) $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

52. Soluzione
Lo stato fondamentale dell'ossigeno è: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$. Uno stato eccitato deve contenere gli stessi elettroni, con almeno un elettrone promosso in orbitali a più alta energia, come in: $1s^2\ 2s^2\ 2p^2\ 3s^2$. (Risposta B)

53. Un ossido anfotero è:
A) in grado di reagire esclusivamente con basi
B) in grado di reagire esclusivamente con acidi
C) in grado di reagire sia con basi che con acidi
D) non è in grado di reagire, né con basi né con acidi

53. Soluzione
Un ossido anfotero, per definizione, si può comportare sia da acido sia da base e quindi può reagire sia con basi che con acidi. Ad es: $ZnO + 2\ OH^- + H_2O \rightarrow Zn(OH)_4^{2-}$. $ZnO + 2\ H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2O$. (Risposta C)

54. Indicare l'elemento che non presenta lo stato di ossidazione +6.
A) Cr B) Mo C) S D) Ba

54. Soluzione
Il bario da solo due elettroni esterni e non può facilmente perderne 6. (Risposta D)

55. Quando il sale NaCl si scioglie in acqua, si verifica:
A) l'avvicinamento degli ioni con carica opposta
B) l'idratazione degli ioni
C) un aumento del pH
D) una reazione di ossido-riduzione

55. Soluzione
Gli ioni Na^+ e Cl^- si staccano dai loro compagni nel cristallo e si circondano di molecole d'acqua. (Risposta B)

56. Indicare il composto ionico del cloro.
A) BCl_3 B) HCl C) CCl_4 D) NaCl

56. Soluzione
In BCl_3, HCl, CCl_4, il cloro fa legami covalenti polari. Nei cristalli di NaCl i legami sono ionici. (Risposta D)

57. Una reazione chimica si svolge in un recipiente cilindrico, con un'area di base di 10,0 cm^2 e dotato di un pistone libero di muoversi senza attrito. Sapendo che la pressione esterna è di $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa e che il lavoro associato alla reazione è –101,3 J, calcolare di quanto si innalza il pistone.
A) 10,0 cm B) 100 cm C) 1,01 cm D) 0,101 cm

57. Soluzione
Il lavoro di volume è negativo perchè è fatto dal sistema: $W = -P\,\Delta V$ da cui si ricava $\Delta V = -W/P$
$\Delta V = 101{,}3/1{,}013 \cdot 10^5 = 10^{-3}\ m^3 = 10^{-3} \cdot 10^6\ cm^3 = 10^3\ cm^3$. La lunghezza è $10^3/10 = 100$ cm. (Risposta B)

58. Indicare quale affermazione riguardante il legame covalente è ERRATA.
A) non è direzionale B) può essere polare o non polare
C) può essere semplice, doppio e triplo D) è presente nelle molecole degli alcani

58. Soluzione
Il legame covalente è dato dalla sovrapposizione di orbitali e obbliga i due atomi e gli orbitali coinvolti a rimanere allineati per rendere minima la repulsione tra i nuclei. Per questo, il legame covalente è fortemente direzionale e ogni alterazione dei corretti angoli di legame genera tensione angolare e rende instabile la molecola. (Risposta A)

59. Indicare le formule dei composti ionici che si formano quando il catione Na^+ si combina con gli anioni bromuro, carbonato e fosfato.
A) NaBr Na_2CO_3 Na_3PO_4 B) Na_2Br Na_2CO_3 Na_3PO_4
C) NaBr $Na_3(CO_3)_2$ Na_3PO_4 D) NaBr Na_2CO_3 Na_2PO_4

59. Soluzione
Col bromuro (Br^-) basta un Na^+, col carbonato (CO_3^{2-}) servono due Na^+, col fosfato (PO_4^{3-}) tre Na^+. (Risposta A)

60. Indicare quale formula corrisponde al sodio solfito.
A) Na_2S B) Na_2SO_3 C) $NaHSO_3$ D) Na_2SO_4

60. Soluzione
Il solfato è SO_4^{2-}, il solfito ha un ossigeno in meno: SO_3^{2-}. Il sodio solfito è Na_2SO_3. (Risposta B)

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

41. Calcolare quanti grammi di acqua si possono ottenere dalla decomposizione di 0,100 g di $MgCl_2 \cdot 6\,H_2O$.
A) 0,00881 g B) 0,0532 g C) 0,0189 g D) 0,0243 g

41. Soluzione
La massa molare del sale è: $24{,}3 + 2 \cdot 35{,}45 + 6 \cdot 18 = 203{,}2$ g/mol; massa molare di 6 H_2O: $6 \cdot 18 = 108$ g/mol.
Il rapporto in massa è 108/203,2 = 0,5315. La massa di H_2O è: $0{,}5315 \cdot 0{,}1 = 0{,}0532$ g. (Risposta B)

42. 3,00 g di $CaCO_3$ reagiscono con un eccesso di CH_3COOH secondo la reazione, da bilanciare:

$$CaCO_3 + CH_3COOH \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + CO_2 + H_2O.$$

Se tutto il carbonato viene consumato nella reazione, calcolare quanta CO_2 e $Ca(CH_3COO)_2$ si formano:
A) CO_2 = 1,32 g; $Ca(CH_3COO)_2$ = 4,74 g B) CO_2 = 4,74 g; $Ca(CH_3COO)_2$ = 1,32 g
C) CO_2 = 4,74 g; $Ca(CH_3COO)_2$ = 4,74 g D) CO_2 = 1,32 g; $Ca(CH_3COO)_2$ = 2,64 g

42. Soluzione

La reazione bilanciata è:	$CaCO_3$ + 2 CH_3COOH →	$Ca(CH_3COO)_2$ +	CO_2 + H_2O
Moli (mol)	0,03	0,03	0,03
MM (g/mol)	100	158	44
Massa (g)	3,0	4,74	1,32

Dato che le moli di $Ca(CH_3COO)_2$ e CO_2 sono uguali, la sola risposta con un rapporto sensato delle masse è A.
Risolviamo il problema.
$CaCO_3$: la massa molare è: 40 + 12 + 48 = 100 g/mol. Le moli sono: 3/100 = 0,03 mol
CO_2: la massa molare è: 12 + 32 = 44 g/mol. Le moli sono le stesse di $CaCO_3$. La massa è: $0{,}03 \cdot 44 = 1{,}32$ g.
$Ca(CH_3COO)_2$: la massa molare è: 40 + 2 (24 + 3 + 32) = 158 g/mol. Le moli sono le stesse di $CaCO_3$.
La massa di $Ca(CH_3COO)_2$ è: $0{,}03 \cdot 158 = 4{,}74$ g. (Risposta A)

43. Un minerale impuro contiene $Al_2(CO_3)_3$. Per reazione di 2,50 kg di minerale con un eccesso di HCl gassoso si ottengono 0,55 kg di $AlCl_3$, secondo la seguente reazione da bilanciare:

$$Al_2(CO_3)_3 + HCl \rightarrow AlCl_3 + CO_2 + H_2O$$

Calcolare la percentuale in massa di $Al_2(CO_3)_3$ presente nel minerale impuro.

A) 22,0%
B) 11,0 %
C) 38,6 %
D) 19,3%

43. Soluzione

La reazione bilanciata è:	$Al_2(CO_3)_3$ + 6 HCl	→	2 $AlCl_3$ + 3 CO_2 + 3 H_2O
Coefficienti	1		2
Moli (mol)	2,061		4,123
MM (g/mol)	234		133,4
Massa (g)	482,4		550

Le masse molari sono: $Al_2(CO_3)_3$ (2 · 27 + 3 · 60 = 234 g/mol); $AlCl_3$ (27 + 3 ·35,45 = 133,4 g/mol)
Le moli di $AlCl_3$ sono: 550/133,4 = 4,123 mol. Le moli di $Al_2(CO_3)_3$ sono la metà: 4,123/2 = 2,061 mol.
La massa di $Al_2(CO_3)_3$ è: 2,061 · 234 = 482,4 g. La % è: 482,4/2500 = 19,3%. (Risposta D)

44. Si aggiunga un eccesso di Cd metallico a una sospensione acida contenente $AgCl_{(s)}$, $AgBr_{(s)}$ e $Ag_2S_{(s)}$. Considerando le semireazioni elencate, selezionare l'affermazione corretta.

$Cd^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Cd_{(s)}$ $E^o = -0{,}403$ V
$AgCl_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + Cl^-_{(aq)}$ $E^o = +0{,}222$ V
$AgBr_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + Br^-_{(aq)}$ $E^o = +0{,}0713$ V
$Ag_2S_{(s)} + 2\,e^- \rightarrow 2\,Ag_{(s)} + S^{2-}_{(aq)}$ $E^o = -0{,}690$ V

A) reagisce solo $AgCl_{(s)}$
B) reagiscono $AgBr_{(s)}$ e $Ag_2S_{(s)}$
C) reagisce solo $Ag_2S_{(s)}$
D) reagiscono $AgCl_{(s)}$ e $AgBr_{(s)}$

44. Soluzione

Il cadmio metallico può essere ossidato a Cd^{2+} dalle coppie redox con potenziale superiore –0,403 V, quindi reagiscono AgCl e AgBr, ma non Ag_2S. (Risposta D)

45. Per una reazione di ordine zero: A → B la costante cinetica ha le dimensioni di:

A) concentrazione · $tempo^{-1}$
B) $tempo^{-1}$
C) concentrazione
D) $concentrazione^{-1}$ · $tempo^{-1}$

45. Soluzione

L'equazione cinetica di ordine zero è: v = k quindi k ha le dimensioni della velocità (M/s). (Risposta A)

46. Una soluzione acquosa contenente 1,80 g di $PbCl_2$ viene trattata con un eccesso di Na_2S secondo la seguente reazione non bilanciata:

$$PbCl_2 + Na_2S \rightarrow PbS + NaCl$$

Si recuperano per filtrazione 1,00 g di PbS. Calcolare la resa percentuale della reazione.

A) 25,0 % B) 50,3 % C) 64,6 % D) 95,0 %

46. Soluzione

La reazione bilanciata è:	$PbCl_2$ + Na_2S	→	PbS + 2 NaCl
Moli (mmol)	6,47		(6,47) 4,18
MM (g/mol)	278		239
Massa (g)	1,80		1,00

Le masse molari sono: $PbCl_2$ (207,2 + 2 · 35,45 = 278 g/mol); PbS (207,2 + 32 = 239 g/mol)
Le moli sono: $PbCl_2$ (1,80/278 = 6,47 mmol); PbS (1,00/239 = 4,18 mmol).
Dato che la resa teorica sarebbe stata di 6,47 mol, la resa % è: 4,18/6,47 = 64,6%. (Risposta C)

47. Calcolare il pH di un'acqua saturata con aria [con un contenuto di $CO_{2\,(g)}$ di 0,035% (v/v)] alle vecchie condizioni normali ($1{,}013 \cdot 10^5$ Pa e 298,15 K).

$CO_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(aq)}$ $\quad K_p = 0{,}034 \cdot 10^{-5}$ mol L^{-1} Pa^{-1}

$CO_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HCO_3^-{}_{(aq)} + H^+{}_{(aq)}$ $\quad K = 4{,}45 \cdot 10^{-7}$

A) 6,5 B) 5,6 C) 4,9 D) 7,2

47. Soluzione

La pressione parziale di CO_2 è: $p_{CO2} = x_{CO2}\,P = (0{,}035/100) \cdot 1{,}013 \cdot 10^5 = 35{,}5$ Pa

Sommando le due reazioni date si ha:

$CO_{2\,(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HCO_3^-{}_{(aq)} + H^+{}_{(aq)}$ che ha costante di eq.: $K = K_1 \cdot K_2$

$K = 0{,}034 \cdot 10^{-5} \cdot 4{,}45 \cdot 10^{-7} = 1{,}513 \cdot 10^{-13}$. $\quad K = [HCO_3^-][H^+]/p_{CO2} = [H^+]^2/p_{CO2}$

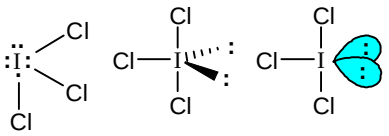
$[H^+]^2 = K \cdot p_{CO2} = 1{,}513 \cdot 10^{-13} \cdot 35{,}5 = 5{,}36 \cdot 10^{-12}$ $\quad [H^+] = 2{,}32 \cdot 10^{-6}$ $\quad$ pH = 5,6. (Risposta B)

48. In base alla teoria VSEPR, indicare quale molecola presenta una geometria a T.

A) BCl_3
B) NCl_3
C) PCl_3
D) ICl_3

48. Soluzione

Le prime tre si scartano facilmente perché sono molecole note. BCl_3 è planare triangolare, NCl_3 e PCl_3 sono piramidali come l'ammoniaca NH_3. Resta solo la molecola D: ICl_3. (Risposta D)



Ricaviamo la struttura di ICl_3. Lo iodio ha 7 elettroni di valenza. Tre li usa per legare i tre atomi di cloro. Restano 4 elettroni che costituiscono due coppie di non legame. Le coppie di elettroni da alloggiare attorno allo iodio sono 5 (3 di legame + 2 di non legame) che si dispongono a bipiramide a base triangolare. Le due coppie di non legame (ingombranti) vanno poste nella base (angoli di 120°). I tre atomi di cloro si legano nelle tre posizioni rimaste e quindi la molecola ha una geometria a T.

49. Quale delle seguenti condizioni è necessaria affinché si verifichi una collisione tra molecole efficace per una reazione chimica.

I) orientazione favorevole delle molecole nell'urto
II) energia cinetica sufficiente
III) elevato ΔH di reazione

A) condizione I
B) condizioni I e II
C) condizioni II e III
D) le tre condizioni

49. Soluzione

L'energia cinetica deve essere sufficiente a produrre, negli urti, un'energia che superi l'energia di attivazione e inoltre le molecole devono urtarsi con la corretta orientazione. Il ΔH, invece, è ininfluente. (Risposta B)

50. Che cosa si osserva se si immerge una barretta di $Cu_{(s)}$ in una soluzione contenente:

$Zn(NO_3)_2$ 0,1 M, $\quad AgNO_3$ 0,1 M, $\quad Cd(NO_3)_2$ 0,1 M $\quad$ e $\quad HNO_3$ 0,001 M?

$Cd^{2+}{}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Cd_{(s)}$ $\quad E^o = -0{,}403$ V

$Zn^{2+}{}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Zn_{(s)}$ $\quad E^o = -0{,}763$ V

$Ag^+{}_{(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$ $\quad E^o = +0{,}799$ V

$Cu^{2+}{}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ $\quad E^o = +0{,}337$ V

A) si deposita $Ag_{(s)}$
B) non si osserva nulla
C) si deposita $Zn_{(s)}$
D) si deposita $Cd_{(s)}$

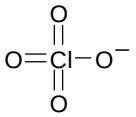
50. Soluzione

Il rame metallico si può ossidare solo reagendo con una specie dal potenziale maggiore del suo.

Il potenziale del rame è E° = +0,337 V, l'unico potenziale maggiore di questo è quello dell'argento che, quindi, si riduce ad argento metallico. ($Cu + 2\,Ag^+ \rightarrow Cu^{2+} + 2\,Ag$). (Risposta A)

51. Indicare l'ordine medio di legame tra Cl e O nelle strutture di risonanza più stabili di ClO_4^-.
A) 1
B) 1,25
C) 1,75
D) 1,5

51. Soluzione



Nello ione ClO_4^- vi sono 3 ossigeni legati da un doppio legame e un ossigeno con legame singolo. In totale i legami sono 7 e l'ordine di legame è 7/4 = 1,75. (Risposta C)

52. Cosa si verifica facendo gorgogliare aria in una soluzione contenente HCl 0,1 M, $FeCl_2$ 0,005 M e $CoCl_2$ 0,005 M?

$O_{2\,(g)} + 4\,H^+_{(aq)} + 4\,e^- \rightarrow 2\,H_2O$ E° = 1,299 V
$Co^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Co^{2+}_{(aq)}$ E° = 1,82 V
$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$ E° = 0,771 V
$2\,H^+_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow H_{2\,(g)}$ E° = 0,000 V

A) si forma H_2
B) non succede nulla
C) si forma Fe^{3+}
D) si forma Co^{3+}

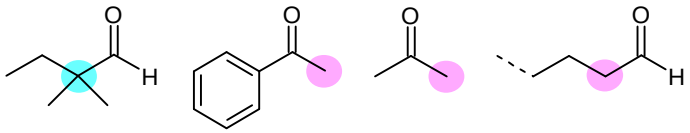
52. Soluzione
Il potenziale dell'ossigeno (1,299 V) è calcolato in condizioni standard, $[H^+]$ = 1 M (pH 0).
Con $[H^+]$ = 0,1 M (pH 1) il potenziale di O_2 è solo lievemente più basso, e la scala dei valori non cambia.
L'ossigeno dell'aria può ossidare le specie che hanno un potenziale minore di 1,299 V, quindi, in teoria, Fe^{2+} e H_2.
Dato che in soluzione non c'è H_2, l'ossigeno può ossidare solo Fe^{2+} formando Fe^{3+}. (Risposta C)

53. Quali delle seguenti affermazioni sono esatte per il processo di espansione di un gas ideale nel vuoto.
I) il processo comporta una variazione di entalpia
II) il processo comporta un aumento di entropia
III) il processo comporta una diminuzione dell'energia libera di Gibbs
IV) il processo può procedere spontaneamente nella direzione inversa
A) le quattro affermazioni sono tutte esatte
B) sono esatte solo le affermazioni II e III
C) sono esatte solo le affermazioni I e IV
D) le quattro affermazioni sono tutte errate

53. Soluzione
L'espansione di un gas nel vuoto avviene in modo adiabatico, senza scambi di calore: $\Delta H = 0$ (I errata).
Il processo comporta un aumento di entropia legato al maggior volume a disposizione e quindi al maggior disordine molecolare (II esatta).
Dato che $\Delta H = 0$ e $\Delta S > 0$, il processo è spontaneo infatti: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ (III esatta).
Se il processo è spontaneo verso destra, non è spontaneo nella direzione opposta (IV errata).
Sono corrette solo le affermazioni II e III. (Risposta B)

54. Quale dei seguenti composti non dà condensazione aldolica?
A) 2,2-dimetilbutanale B) acetofenone C) acetone D) decanale

54. Soluzione



La condensazione aldolica è una reazione nella quale la specie reattiva è un enolato che si forma per tautomeria cheto-enolica. Le aldeidi e i chetoni possono, per tautomeria, formare enolati solo se hanno idrogeni in posizione alfa. Tutte le molecole date hanno idrogeni in posizione alfa tranne la prima che, in alfa (cerchio arrurro), ha solo carboni. La molecola che non può dare condensazione aldolica, quindi, è la prima, 2,2-dimetilbutanale. (Risposta A)

55. Il pH di una soluzione può essere determinato misurando la concentrazione della forma acida e della forma basica di un indicatore. Sapendo che il blu di bromotimolo ha un valore della K_a pari a $10^{-7,1}$, determinare il pH di una soluzione in cui il rapporto [forma acida]/[forma basica] è 1,5.

A) 10,2 B) 7,90 C) 6,90 D) 5,80

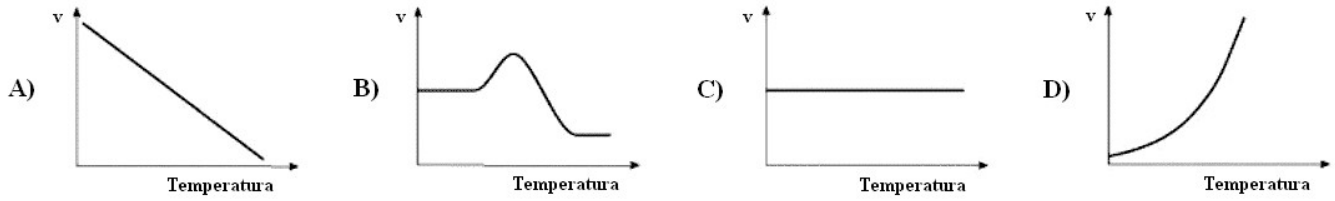
55. Soluzione

Il pH di un acido debole è dato da: $pH = pK_a - \log [HA]/[A^-] = 7,1 - \log 1,5 = 6,9$. (Risposta C)

56. Data la reazione esotermica

$$CH_{4\,(g)} + 2\,O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2\,H_2O_{(g)}$$

indicare quale dei seguenti diagrammi rappresenta la relazione tra velocità di reazione e temperatura.



56. Soluzione

In una reazione esotermica, un aumento della temperatura sposta a sinistra l'equilibrio, quindi diminuisce la K_{eq} della reazione. La velocità di reazione, invece, aumenta sempre con l'aumento della temperatura, quindi il grafico corretto è il D. (Risposta D)

57. Una soluzione di HClO 0,1 M e HCl 0,1 M viene titolata con NaOH 0,1M, usando metilarancio come indicatore. Quale delle seguenti affermazioni è esatta?

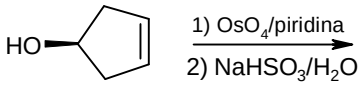
A) si titola solo HCl
B) si titola solo HClO
C) si titola sia HCl che HClO
D) non si titola nessun acido

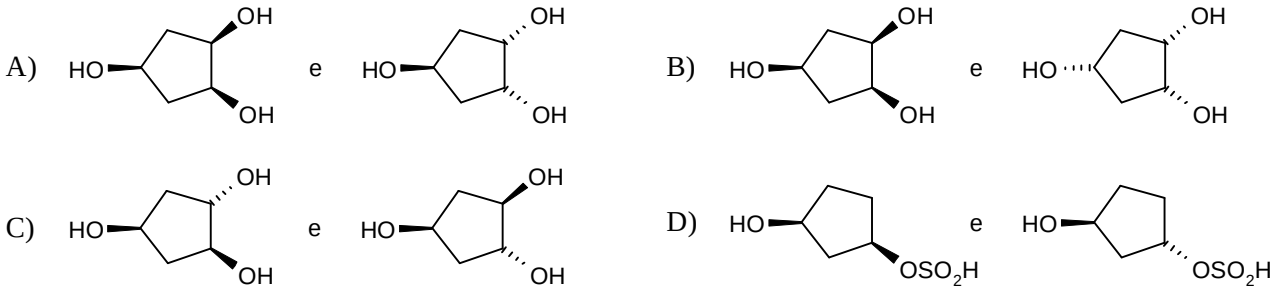
57. Soluzione

Il metilarancio è rosso a pH molto acido e vira al giallo a pH 4,4. Nella titolazione con NaOH di HCl, il pH resta acido fino all'ultima goccia di NaOH che completa la titolazione, poi l'indicatore diventa giallo e il pH diventa basico.

La K_a di HClO è $3,5 \cdot 10^{-8}$, la sua titolazione comincia a pH successivi al punto di viraggio del metilarancio. Quindi si può titolare solo HCl. (Risposta A)

58. Indicare quale coppia rappresenta il prodotto della seguente reazione.

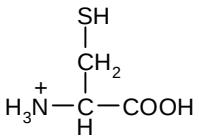




58. Soluzione

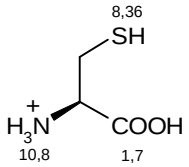
La reazione degli alcheni con tetrossido di osmio (in quantità catalitica, in presenza di un co-ossidante) è una idrossilazione cis (come quella con $KMnO_4$, ma più controllabile). Vengono aggiunti due gruppi OH dallo stesso lato del piano dell'alchene. Nella molecola finale, i due OH si devono trovare in posizione cis cioè o entrambi sopra o entrambi sotto il piano dell'anello. (Risposta A)

59. La cisteina è un amminoacido che presenta tre costanti acide: $K_{a1} = 10^{-1,70}$ $K_{a2} = 10^{-8,36}$ $K_{a3} = 10^{-10,8}$
Indicare a quali gruppi funzionali sono riferite:



A) K_{a1}: COOH K_{a2}: NH_3^+ K_{a3}: SH
B) K_{a1}: NH_3^+ K_{a2}: COOH K_{a3}: SH
C) K_{a1}: COOH K_{a2}: SH K_{a3}: NH_3^+
D) K_{a1}: SH K_{a2}: COOH K_{a3}: NH_3^+

59. Soluzione



Negli amminoacidi, i gruppi amminico e carbossilico legati al carbonio alfa hanno un effetto reciproco elettron attrattore e sono entrambi un po' più acidi di quanto sarebbero se fossero da soli. Il carbossile ha un pK_a intorno a 2 (invece di 4,5) e il gruppo amminico ha un pK_a intorno a 9 (invece di 10,5). Il pK_a del gruppo tiolico può essere dedotto da quello dell'acido solfidrico H_2S (7), quindi è un po' più acido di uno ione ammonio anche se la carica negativa di S^- è destabilizzata dall'effetto induttivo elettron-donatore del carbonio (pK_a SH tra 8 e 9). Quando il pH sale, nella molecola vi sono due cariche negative, S^- e COO^-, che stabilizzano la carica positiva sullo ione ammonio RNH_3^+ e quindi il pK_a di questo è spinto a valori più basici (oltre 10). (Risposta C)

60. L'assorbanza di un campione è 0,12. Qual è la sua trasmittanza?
A) 0,76 B) 1,32 C) 1,13 D) –0,12

60. Soluzione
La definizione di assorbanza è: A = –log T. Quindi: $T = 10^{-A} = 10^{-0,12} = 0,76$. (Risposta A)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato