

Giochi della Chimica 2018

Problemi risolti – Fase Regionale – Classi A e B

I primi 40 quesiti sono comuni alle classi A e B.

1. Lo ione Cl^- è isoelettronico con:

- A) O^{2-}
- B) K^+
- C) S
- D) Ne

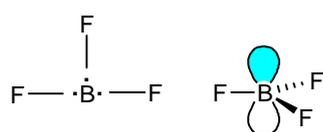
1. Soluzione

${}_{17}\text{Cl}^-$ ha l'ottetto elettronico del gas nobile ${}_{18}\text{Ar}$ e quindi dello ione del metallo alcalino ${}_{19}\text{K}^+$. (Risposta B)

2. Secondo la teoria VSEPR la geometria della molecola BF_3 è:

- A) piramidale trigonale
- B) a T
- C) planare trigonale
- D) tetraedrica

2. Soluzione



Il boro ha attorno a sé solo 3 elettroni di valenza. Con questi lega i tre atomi di fluoro. Le tre coppie di legame vengono poste nel piano con angoli di 120° lungo i vertici di un triangolo equilatero. (Risposta C)

Il boro realizza i tre legami con gli atomi di fluoro usando orbitali ibridi sp^2 .

Il terzo degli orbitali 2p rimane vuoto ed è perpendicolare al piano della molecola.

BF_3 può accettare una coppia di elettroni su questo orbitale vuoto comportandosi da acido di Lewis.

3. Indicare la specie con il legame covalente dal carattere più polare tra le seguenti:

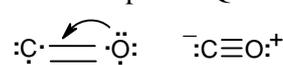
- A) SrO
- B) CO
- C) KI
- D) NO

3. Soluzione

Il legame covalente più polare è quello tra atomi che hanno la differenza di elettronegatività maggiore, ma non così grande da essere ionici (non maggiore di 1,5 unità). Senza una tabella, bisogna ricordare almeno l'ordine di grandezza delle elettronegatività. Queste sono (a memoria): K (0,9); C (2,4); N (3,0); O (3,5); Sr (1,0); I (2,5).

KI è escluso perché ha carattere salino e quindi ha legami ionici. SrO è l'ossido di un metallo alcalino terroso con una differenza di elettronegatività 1,5 quindi è covalente con un forte carattere ionico. Le altre due molecole sono covalenti polari. Quella con la maggior polarità è CO, ma ha una polarità opposta a quella prevedibile in base alla

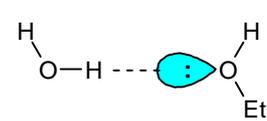
differenza di elettronegatività. L'ossigeno, infatti, dona una coppia di elettroni al carbonio per realizzare il terzo legame e la molecola è negativa sul carbonio e positiva sull'ossigeno. CO è isoelettronica di N_2 , CN^- , NO^+ . (Risposta B)



4. Indicare il tipo di interazione intermolecolare che si avrà tra H_2O ed etanolo ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$):

- A) di London
- B) ione - dipolo indotto
- C) dipolo permanente - dipolo indotto
- D) legame a idrogeno

4. Soluzione



Tra acqua ed etanolo si sviluppano forze attrattive intermolecolari di più tipi. Forze di London tra dipoli indotti istantanei (forze universali che si realizzano tra tutti i tipi di molecole), dipolo - dipolo, legame a idrogeno. Dato che il legame a idrogeno è di gran lunga il più intenso, è quello che ne caratterizza l'interazione. (Risposta D)

5. Un comune metodo di laboratorio per produrre ossigeno gassoso è scaldare il clorato di potassio, KClO_3 . La reazione (da bilanciare) è la seguente:



Calcolare quanti grammi di $\text{KClO}_3(s)$ devono essere decomposti per produrre 16,0 g di O_2 :

- A) 81,6 g B) 40,8 g C) 20,4 g D) 61,3 g

5. Soluzione

La reazione si bilancia direttamente: $2 \text{KClO}_3 \rightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2$

coefficienti	2	3
moli (mol)	1/3	1/2
MM (g/mol)	122,55	32
massa (g)	40,85	16

Le masse molari sono: KClO_3 (39,1 + 35,45 + 48 = 122,55 g/mol); O_2 (32 g/mol)

Le moli di O_2 in 16 g sono $16/32 = 0,5$ mol. Da queste si calcolano le moli di KClO_3 : $(2/3) \cdot 0,5 = 1/3$ mol.

La massa di KClO_3 è: $(1/3) \cdot 122,55 = 40,85$ g.

(Risposta B)

6. Individuare l'affermazione ERRATA tra le seguenti. Il raggio atomico del silicio è:

- A) maggiore di quello del carbonio e minore di quello dello stagno
 B) maggiore di quello dello zolfo e minore di quello del sodio
 C) maggiore di quello dell'alluminio e minore di quello del germanio
 D) minore di quello del piombo e maggiore di quello del carbonio

6. Soluzione

Il raggio atomico aumenta dall'alto verso il basso nei gruppi, e diminuisce da sinistra verso destra nei periodi.

L'andamento dei raggi dovrebbe essere: ${}_{14}\text{Al} > {}_{15}\text{Si} > {}_{16}\text{P}$, mentre in C si afferma: $\text{Si} > \text{Al}$.

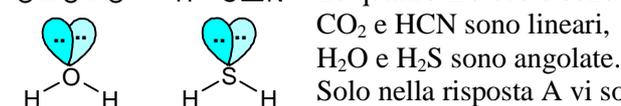
(Risposta C)

7. Secondo la teoria VSEPR quali delle seguenti coppie di molecole presentano la stessa geometria?

- A) CO_2 HCN
 B) CO_2 H_2O
 C) H_2O HCN
 D) HCN H_2S

7. Soluzione

$\text{O}=\text{C}=\text{O}$ $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ Le quattro molecole sono disegnate qui a fianco.



CO_2 e HCN sono lineari,
 H_2O e H_2S sono angolate.

Solo nella risposta A vi sono due molecole lineari.

(Risposta A)

8. Tra le seguenti specie indicare quella che non presenta legami covalenti.

- A) PF_6
 B) Cs_2O
 C) NO
 D) NH_4^+

8. Soluzione

Tutte le molecole proposte hanno legami covalenti ad eccezione di Cs_2O che è un ossido dal carattere salino perchè forma legami ionici data l'elettronegatività molto bassa di Cs.

(Risposta B)

9. L'isotopo ${}^{17}\text{O}$ è costituito da:

- A) 17 neutroni
 B) 17 protoni
 C) 9 neutroni, 8 protoni
 D) 8 neutroni, 9 protoni

9. Soluzione

L'ossigeno 16 (${}^{16}_8\text{O}$) contiene nel nucleo 8 protoni e 8 neutroni. L'ossigeno 17 (${}^{17}_8\text{O}$) ha un neutrone in più, quindi contiene 8 protoni e 9 neutroni.

(Risposta C)

10. Indicare, tra le seguenti, l'affermazione corretta riguardo a HCN:

- A) ha un legame triplo ed un legame doppio
- B) ha un legame singolo ed un legame doppio
- C) ha due legami doppi
- D) nessuna delle precedenti opzioni è corretta

10. Soluzione

Nella specie CN^- (isoelettronica di N_2) vi è un triplo legame ($\text{N}\equiv\text{C}^-$). Il carbonio negativo si lega poi ad H^+ con un legame singolo per formare HCN ($\text{N}\equiv\text{C}-\text{H}$). Questo ha un legame triplo e uno singolo. Nessuna delle risposte A, B, C è corretta. (Risposta D)

11. In un ripostiglio di 6 m^2 e alto 3 m chiuso ermeticamente si verifica una perdita di gas metano. Quando la perdita si arresta, nel locale si raggiunge una pressione parziale di metano pari a 1,5 atm alla temperatura di 25°C . Determinare la quantità di metano presente nel ripostiglio:

- A) circa 18 g
- B) circa 36 g
- C) circa 18 kg
- D) circa 36 kg

11. Soluzione

Il volume del ripostiglio è: $6 \cdot 3 = 18 \text{ m}^3 = 18000 \text{ L}$.

Dalla legge dei gas si ottengono le moli di metano: $n = PV/RT = (1,5 \cdot 18000)/(0,0821 \cdot 298) = 1103 \text{ mol}$.

La massa molare di CH_4 è $12 + 4 = 16 \text{ g/mol}$. La massa di CH_4 è $16 \cdot 1103 = 17657 \text{ g} \approx 18 \text{ kg}$. (Risposta C)

12. Una soluzione acquosa di HCl al 37% m/m ha densità pari a 1,20 g/mL. Calcolare la concentrazione molare dell'acido:

- A) 12,2 M
- B) 1,22 M
- C) 2,44 M
- D) 24,4 M

12. Soluzione

La massa di litro di soluzione è: $V \cdot d = 1000 \cdot 1,2 = 1200 \text{ g}$. Il 37% di questa è HCl cioè: $1200 \cdot 0,37 = 444 \text{ g}$.

La massa molare di HCl è $1 + 35,45 = 36,45$. Le moli di HCl in un litro sono: $444/36,45 = 12,18 \text{ mol}$.

La soluzione è 12,2 M. (Risposta A)

13. Quanti grammi di ossigeno si ottengono dalla decomposizione di una mole di KMnO_4 ?

- A) 40,5 g
- B) 64,0 g
- C) 32,0 g
- D) 16,0 g

13. Soluzione

Una mole di KMnO_4 può liberare 4 moli di atomi di ossigeno. Quindi: $4 \cdot 16 = 64 \text{ g di O}$. (Risposta B)

14. Con un costo dell'oro di 34,4 €/g, calcolare quanto costa ogni atomo d'oro.

- A) $4,09 \cdot 10^{-27} \text{ €/atomo}$
- B) $1,12 \cdot 10^{-20} \text{ €/atomo}$
- C) $1,12 \cdot 10^{-23} \text{ €/atomo}$
- D) 68,8 €/atomo

14. Soluzione

La massa atomica di Au è 197 g/mol. Le moli per grammo sono: $1/197 = 5,076 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

Gli atomi per grammo sono: $N \cdot n = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 5,076 \cdot 10^{-3} = 3,06 \cdot 10^{21} \text{ atomi/g}$.

Il costo per atomo è: $34,4 / (\text{atomi per grammo}) = 34,4 / (3,06 \cdot 10^{21}) = 1,13 \cdot 10^{-20} \text{ €/atomo}$. (Risposta B)

15. Calcolare la percentuale in peso di ossigeno nel nitrito di sodio, NaNO_2 .

- A) 46% B) 30% C) 23% D) 63%

15. Soluzione

La massa molare di NaNO_2 è: $23 + 14 + 32 = 69$ g/mol. A questi l'ossigeno contribuisce per 32 g/mol.

La % di ossigeno è: $32/69 = 46,4\%$.

(Risposta A)

16. La specie che abita il pianeta Trappist 561 possiede 12 dita. La regina del pianeta indossa su ogni dito un anello con un diamante di $0,500 \text{ cm}^3$ (densità del diamante $3,55 \text{ g/mL}$). Quante moli di carbonio adornano le dita della regina?

- A) 21,3 moli
B) 0,148 moli
C) 1,77 moli
D) nessuna delle precedenti risposte è corretta

16. Soluzione

Il volume totale dei diamanti è: $12 \text{ anelli} \cdot 0,5 = 6 \text{ cm}^3$. La massa dei diamanti è: $6 \cdot 3,55 = 21,3 \text{ g}$.

Le moli sono: $21,3/12 = 1,78 \text{ mol}$.

(Risposta C)

17. Indicare, nell'ordine, i coefficienti stechiometrici necessari a bilanciare la seguente reazione:



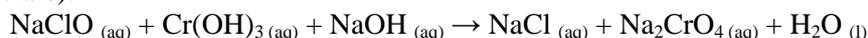
- A) 1, 1, 2
B) 1, 2, 2
C) 1, 2, 3
D) 1, 3, 2

17. Soluzione

La reazione si bilancia direttamente: $\text{B}_2\text{O}_3 + 3 \text{K}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{K}_3\text{BO}_3$.

(Risposta D)

18. In un pallone vengono messe a reagire 3,0 moli di NaClO , 2,0 moli di Cr(OH)_3 e 4,0 moli di NaOH secondo la reazione (da bilanciare):



Individuare il reagente limitante.

- A) NaClO
B) Cr(OH)_3
C) NaOH
D) i reagenti sono in quantità stechiometrica

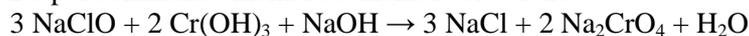
18. Soluzione

Le due semireazioni sono:

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

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

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



Completando il bilanciamento si ha: $3 \text{NaClO} + 2 \text{Cr(OH)}_3 + 4 \text{NaOH} \rightarrow 3 \text{NaCl} + 2 \text{Na}_2\text{CrO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$

coefficienti	3	2	4
moli (mol)	3	2	4

Le moli sono proporzionali ai coefficienti stechiometrici.

(Risposta D)

19. Indicare il numero quantico principale n degli orbitali che hanno tutti i seguenti numeri quantici m :

$-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$

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

19. Soluzione

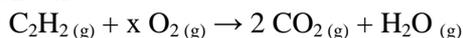
Il numero quantico l può andare da 0 a $n-1$, e m può andare da $-l$ a $+l$, quindi il valore estremo di m vale $n-1$.

In questo caso il valore estremo è: $m = 3$, quindi $n-1 = 3$, da cui si ottiene $n = 4$.

(Risposta D)

Nel quarto livello ($n = 4$) ci sono orbitali con $l = 0, 1, 2, 3$ ($4s, 4p, 4d, 4f$). Gli orbitali $4f$ sono 7 con valori di m da -3 a 3 compreso lo zero.

20. Individuare il valore del coefficiente x.



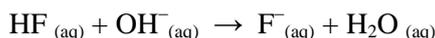
- A) 5
 B) 3/2
 C) 1/2
 D) nessuna dei precedenti è corretto

20. Soluzione

La reazione si bilancia osservando che tutti i carboni di sinistra diventano CO_2 , e che tutti gli idrogeni di C_2H_2 diventano H_2O . Infine, si devono bilanciare gli ossigeni. Si ottiene:



21. Data la seguente reazione:

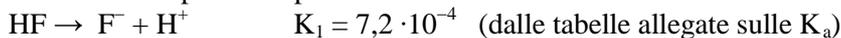


calcolare la costante di equilibrio.

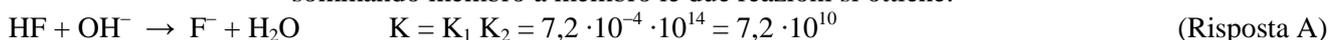
- A) $7,2 \cdot 10^{10}$
 B) $5,3 \cdot 10^6$
 C) $9,2 \cdot 10^{12}$
 D) $2,8 \cdot 10^7$

21. Soluzione

La reazione si può scomporre in due reazioni elementari:



----- sommando membro a membro le due reazioni si ottiene:



22. Calcolare la % (m/m) di NaOH in una soluzione acquosa di NaOH 4,0 N con densità di 1,15 g/mL.

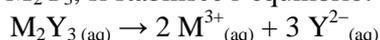
- A) 10,4% B) 22,7% C) 18,1% D) 13,9%

22. Soluzione

La massa di un litro di soluzione è: $m = d \cdot v = 1,15 \cdot 1000 = 1150 \text{ g}$. $MM_{\text{NaOH}} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$.

La massa di NaOH in un litro è: $4,0 \cdot 40 = 160 \text{ g}$. La % di NaOH è: $160/1150 = 13,9\%$. (Risposta D)

23. In una soluzione 0,080 M di un sale M_2Y_3 , si stabilisce l'equilibrio:



Sapendo che all'equilibrio $[\text{Y}^{2-}] = 0,030 \text{ M}$, calcolare il grado di ionizzazione del sale.

- A) 43,2% B) 7,6% C) 12,5% D) 55,79%

23. Soluzione

La reazione data è: $\text{M}_2\text{Y}_3 \rightarrow 2 \text{M}^{3+} + 3 \text{Y}^{2-}$

moli iniziali 0,08

moli finali 0,08-x 2x 3x

$[\text{Y}^{2-}] = 0,030 \text{ M} = 3x$ da cui si ricavano le moli di sale dissociato: $x = 0,03/3 = 0,01 \text{ mol}$.

La % di sale dissociato è: $0,01/0,08 = 12,5\%$. (Risposta C)

24. Quanta acqua bisogna aggiungere a 30,0 g di una soluzione al 33,0% di LiCl, per ottenere una soluzione al 27,0% dello stesso sale?

- A) 6,7 g B) 15,3 g C) 4,8 g D) 20,3 g

24. Soluzione

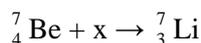
Nella soluzione vi è il 33% di LiCl e quindi il 67% di H_2O

La massa di LiCl è: $0,33 \cdot 30,0 = 9,9 \text{ g}$. La massa iniziale di H_2O è: $30 - 9,9 = 20,1 \text{ g}$.

Perchè il sale sia il 27%, la massa finale di H_2O deve essere: $100 - 27 = 73\%$ cioè: $9,9 \cdot (73/27) = 26,77 \text{ g}$.

Bisogna aggiungere $26,77 - 20,1 = 6,67 \text{ g}$ di H_2O . (Risposta A)

25. Si consideri la seguente reazione nucleare:



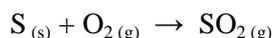
Indicare cosa rappresenta x.

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

25. Soluzione

Nella reazione, il numero di massa resta costante (7), mentre il numero atomico (numero di protoni) diminuisce da 4 a 3. Un protone, quindi, diventa neutrone cioè ingloba un elettrone veloce: $p^+ + e^- \rightarrow n$. (Risposta A)

26. Calcolare il volume di aria, misurato a 273,15 K e $1,01 \cdot 10^5$ Pa, necessario per bruciare completamente 100 g di zolfo, secondo la reazione:



Si consideri la composizione % in volume dell'aria: 21% O_2 e 79% N_2 .

- A) 476 L
- B) 333 L
- C) 298 L
- D) 546 L

26. Soluzione

Le moli di S sono: $n = 100/32,06 = 3,119$ mol queste sono anche le moli di O_2 necessarie.

Le moli di aria sono: $(3,119/21) \cdot 100 = 14,85$ mol.

Il volume si ottiene dalla legge dei gas: $V = nRT/P = (14,85 \cdot 0,0821 \cdot 273)/1 = 333$ L. (Risposta B)

27. Ad una certa temperatura, le tensioni di vapore di acetone e di etanolo sono, rispettivamente: $3,0 \cdot 10^4$ Pa e $1,2 \cdot 10^4$ Pa. Calcolare la tensione di vapore di una miscela ideale costituita dal 40% (mol/mol) di acetone e dal 60% (mol/mol) di etanolo, alla stessa temperatura.

- A) $1,1 \cdot 10^4$ Pa
- B) $2,5 \cdot 10^4$ Pa
- C) $1,9 \cdot 10^4$ Pa
- D) $1,3 \cdot 10^4$ Pa

27. Soluzione

La pressione parziale di una sostanza (p_A) in una soluzione è proporzionale alla tensione di vapore del liquido

puro e alla sua frazione molare. Acetone: $p_A = x_A P_A = 0,4 \cdot 3,0 \cdot 10^4 = 1,2 \cdot 10^4$ Pa; Etanolo: $p_E = x_E P_E$

$p_E = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 10^4 = 0,72 \cdot 10^4$ Pa. La pressione totale $p_A + p_E = (1,2 + 0,72) \cdot 10^4 = 1,9 \cdot 10^4$ Pa. (Risposta C)

28. Il limite di infiammabilità di un solvente è la minima concentrazione del solvente % (v/v) nell'aria necessaria a provocare un'esplosione per innesco con una fiamma libera. Per l'acetone, tale limite è 2,6% (v/v) a 298,15 K. Quanti kg di acetone devono essere vaporizzati in un deposito di dimensioni, in metri, $5 \times 4 \times 3$ per raggiungere il limite di infiammabilità?

- A) 8,5 kg
- B) 3,7 kg
- C) 4,9 kg
- D) 6,5 kg

28. Soluzione

Il volume della stanza è: $5 \cdot 4 \cdot 3 = 60 \text{ m}^3 = 60 \cdot 10^3$ L. Il 2,6% è $0,026 \cdot 60 \cdot 10^3 = 1560$ L. Dalla legge dei gas si possono ricavare le moli di acetone: $n = PV/RT = (1 \cdot 1560)/(0,0821 \cdot 298) = 63,76$ mol.

La massa molare dell'acetone (CH_3COCH_3) è: $12 \cdot 3 + 6 + 16 = 58$ g/mol.

La massa dell'acetone è: $58 \cdot 63,76 = 3698$ g = 3,7 kg. (Risposta B)

29. Qual è l'elemento il cui triossido ha una massa molecolare di 100 u?

- A) Re
- B) V
- C) Cr
- D) W

29. Soluzione

Tre ossigeni hanno una massa di 48 u. L'elemento cercato deve pesare $100 - 48 = 52$ u (Cr). (Risposta C)

30. Calcolare la concentrazione molare di Cl^- in una soluzione acquosa ottenuta mescolando 250 mL di una soluzione di NaCl 0,010 M e 150 mL di una soluzione di BaCl_2 0,020 M. I volumi siano additivi.

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

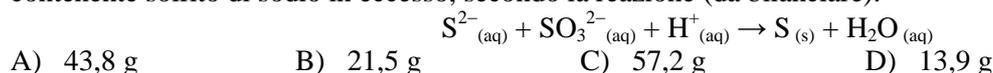
30. Soluzione

Nella prima soluzione le moli di Cl^- sono: $n = M V = 0,01 \cdot 0,250 = 0,0025$ mol.

Nella seconda soluzione le moli di Cl^- sono: $n = 2 M V = 2 \cdot 0,020 \cdot 0,150 = 0,006$ mol.

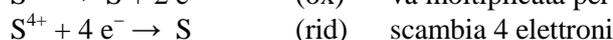
Moli totali = $0,0025 + 0,006 = 0,0085$ mol. La concentrazione di Cl^- è: $0,0085/0,4 = 0,021$ M. (Risposta B)

31. Calcolare quanti grammi di zolfo solido si producono ossidando 35,0 g di Na_2S sciolto in una soluzione contenente solfito di sodio in eccesso, secondo la reazione (da bilanciare):



31. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e poi sommando membro a membro e completando il bilanciamento si ottiene:

	$2 \text{S}^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{S} + 3 \text{H}_2\text{O}$	
coefficienti	2	3
moli (mol)	0,448	0,673
MM (g/mol)	78,06	32,06
massa (g)	35	21,6

Le masse molari sono: Na_2S ($2 \cdot 23 + 32,06 = 78,06$ g/mol); S (32,06 g/mol)

Le moli di Na_2S sono: $35/78,06 = 0,448$ mol. Le moli di zolfo sono: $(3/2) \cdot 0,448 = 0,673$ mol.

La massa di zolfo è: $32,06 \cdot 0,673 = 21,56$ g = 21,6 g. (Risposta B)

32. Una miscela gassosa contiene il 30% (m/m) di $\text{F}_2_{(\text{g})}$ ed il 70% di $\text{Cl}_2_{(\text{g})}$. Sapendo che 3,10 g di miscela gassosa occupano 1,70 L a 298 K, calcolare le pressioni parziali dei due gas.

- A) $p_{(\text{F}_2)} = 8,6 \cdot 10^5$ Pa; $p_{(\text{Cl}_2)} = 9,7 \cdot 10^5$ Pa
B) $p_{(\text{F}_2)} = 3,6 \cdot 10^4$ Pa; $p_{(\text{Cl}_2)} = 4,5 \cdot 10^4$ Pa
C) $p_{(\text{F}_2)} = 6,2 \cdot 10^7$ Pa; $p_{(\text{Cl}_2)} = 7,4 \cdot 10^7$ Pa
D) $p_{(\text{F}_2)} = 5,8 \cdot 10^7$ Pa; $p_{(\text{Cl}_2)} = 8,4 \cdot 10^7$ Pa

32. Soluzione

Le masse molari sono: F_2 ($2 \cdot 19 = 38$ g/mol); Cl_2 ($2 \cdot 35,45 = 70,9$ g/mol).

La massa di F_2 è: $0,3 \cdot 3,10 = 0,93$ g. Le moli di F_2 sono: $0,93/38 = 0,02447$ mol.

La massa di Cl_2 è: $0,7 \cdot 3,10 = 2,17$ g. Le moli di Cl_2 sono: $2,17/70,9 = 0,0306$ mol.

Le moli totali ($\text{F}_2 + \text{Cl}_2$) sono: $0,02447 + 0,0306 = 0,05507$ mol.

Dalla legge dei gas si ricava la pressione totale: $P = nRT/V = 0,05507 \cdot 0,0821 \cdot 298/1,7 = 0,793$ atm.

In Pascal diventa: $P = 0,793 \cdot 1,013 \cdot 10^5 = 8,03 \cdot 10^4$ Pa. (è compatibile solo con la B). (Risposta B)

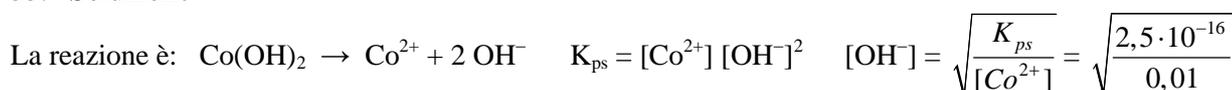
La pressione parziale del fluoro è: $p_{(\text{F}_2)} = x_{(\text{F}_2)} P = (0,02447/0,05507) \cdot 8,03 \cdot 10^4 = 3,57 \cdot 10^4$ Pa.

La pressione parziale del cloro è: $p_{(\text{Cl}_2)} = P - p_{(\text{F}_2)} = 8,03 \cdot 10^4 - 3,57 \cdot 10^4 = 4,46 \cdot 10^4$ Pa.

33. Calcolare il pH a cui inizia a precipitare $\text{Co}(\text{OH})_{2(\text{s})}$ ($K_{\text{ps}} = 2,5 \cdot 10^{-16}$), se, ad una soluzione 0,010M di CoCl_2 , si aggiunge NaOH solido.

- A) 9,3 B) 6,8 C) 10,6 D) 7,2

33. Soluzione



$[\text{OH}^-] = 1,58 \cdot 10^{-7}$ mol $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = 6,8$ $\text{pH} = 14 - 6,8 = 7,2$. (Risposta D)

34. Un ossido di azoto gassoso N_xO_y ha una densità di $1,34 \text{ kg/m}^3$ a $283,15 \text{ K}$ e $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Qual è la sua formula minima?

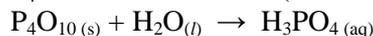
- A) NO B) NO_2 C) N_2O_3 D) N_2O_5

34. Soluzione

La densità è: $d = 1,34 \text{ g/L}$. Dalla legge dei gas si ricavano le moli in un litro: $n = PV/RT$
 $n = (1 \cdot 1)/(0,0821 \cdot 283) = 0,043 \text{ mol}$. La massa molare del gas è: $1,34/0,043 = 31,15 \text{ g/mol}$.

La massa molare di NO è: $14 + 16 = 30 \text{ g/mol}$. Il gas incognito è NO. (Risposta A)

35. Il P_4O_{10} in acqua si trasforma in H_3PO_4 secondo la reazione (da bilanciare):



Calcolare la concentrazione molare di una soluzione di H_3PO_4 ottenuta sciogliendo $25,0 \text{ g}$ di P_4O_{10} in $10,0 \text{ L}$ di acqua. (Si assuma che la densità della soluzione sia $1,0 \text{ g/mL}$)

- A) $0,035 \text{ M}$
 B) $0,011 \text{ M}$
 C) $0,044 \text{ M}$
 D) $0,074 \text{ M}$

35. Soluzione

La reazione bilanciata è:	P_4O_{10}	+	$6 \text{ H}_2\text{O}$	\rightarrow	$4 \text{ H}_3\text{PO}_4$
coefficienti	1				4
moli (mol)	0,088				0,352
MM (g/mol)	284				
massa (g)	25				

La massa molare di P_4O_{10} è: $4 \cdot 31 + 160 = 284 \text{ g/mol}$. Le moli di P_4O_{10} sono: $25/284 = 0,088 \text{ mol}$.

Le moli di H_3PO_4 sono: $0,088 \cdot 4 = 0,352 \text{ mol}$. La concentrazione è: $0,352/10 = 0,035 \text{ M}$. (Risposta A)

36. Calcolare quanti grammi di $\text{Na}_3\text{PO}_4(s)$ bisogna sciogliere in $0,500 \text{ L}$ di acqua affinché la concentrazione degli ioni Na^+ nella soluzione sia $0,15 \text{ M}$ (si assuma costante il volume).

- A) $7,51 \text{ g}$
 B) $3,44 \text{ g}$
 C) $4,10 \text{ g}$
 D) $9,22 \text{ g}$

36. Soluzione

Le moli di Na^+ in 500 mL sono $0,15 \cdot 0,5 = 0,075 \text{ mol}$. Le moli di Na_3PO_4 sono un terzo: $0,075/3 = 0,025 \text{ mol}$.
 La massa molare di Na_3PO_4 è: $3 \cdot 23 + 31 + 64 = 164 \text{ g/mol}$. La massa è: $164 \cdot 0,025 = 4,1 \text{ g}$. (Risposta C)

37. Mantenendo costante il numero di moli, un aumento simultaneo della pressione e del volume di un gas ideale determina:

- A) un aumento della temperatura
 B) una diminuzione del prodotto tra pressione e volume
 C) una separazione di fase
 D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

37. Soluzione

Se, oltre a R , anche n è costante, la legge dei gas ($PV = nRT$) diventa: $PV = kT$.

Un aumento di P e V comporta un aumento della temperatura T . (Risposta A)

38. Calcolare la quantità di calore che occorre fornire ad una mole d'acqua per riscaldarla da $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $40 \text{ }^\circ\text{C}$. La capacità termica specifica dell'acqua è $4,184 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1}$ (si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica della contenitore).

- A) $1,5 \text{ J}$ B) 15 kJ C) 1500 kJ D) $1,5 \text{ kJ}$

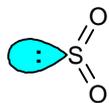
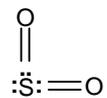
38. Soluzione

Una mole d'acqua pesa 18 g . Il calore necessario è: $Q = c m \Delta T = 4,184 \cdot 18 \cdot 20 = 1,506 \text{ kJ}$. (Risposta D)

39. L'anidride solforosa ha una geometria (posizione media relativa degli atomi):

- A) lineare
 B) angolare, con angolo di legame di circa 120°
 C) angolare, con angolo di legame di circa 109°
 D) angolare, con angolo di legame di circa 90°

39. Soluzione



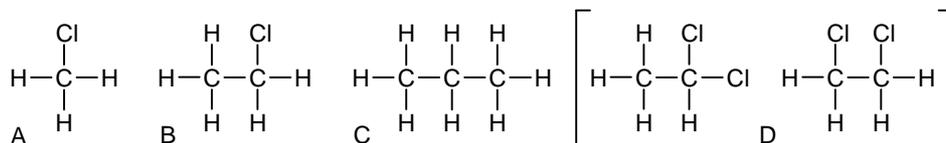
L'anidride solforosa è SO_2 . Lo zolfo S può usare orbitali d e quindi può andare oltre l'ottetto elettronico. Possiede 6 elettroni di valenza, 4 elettroni li usa per fare due doppi legami con i due ossigeni. Gli ultimi due costituiscono una coppia di non legame. Dato che ogni doppio legame occupa una sola posizione, si devono alloggiare 2 coppie di legame e una di non legame, in totale 3 coppie che sono disposte nel piano lungo i vertici di un triangolo equilatero. Uno dei vertici è occupato dalla coppia di non legame. La molecola ha una struttura angolata con un angolo di circa 120°. (Risposta B)

40. Quale delle seguenti formule molecolari può generare isomeri costituzionali?

- A) CH_3Cl B) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ C) C_3H_8 D) $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$

40. Soluzione

Gli isomeri costituzionali hanno gli stessi atomi, ma legati in modo diverso. Solo la molecola D può avere gli atomi legati in due modi diversi e può dare luogo a due isomeri di struttura o costituzionali. (Risposta D)



Qui continuano i quesiti 41-60 della classe A

41. Qual è lo stato di ossidazione dello zolfo nel solfuro di calcio?

- A) -2
 B) 2
 C) 0
 D) nessuno dei precedenti

41. Soluzione

Nei solfuri, lo zolfo raggiunge l'ottetto acquistando due elettroni ed ha stato di ossidazione -2 come l'ossigeno che appartiene al suo stesso gruppo. Quindi abbiamo S^{2-} come O^{2-} .

Il solfuro di calcio è quindi CaS : Ca^{2+} e S^{2-} .

(Risposta A)

42. Indicare l'affermazione ERRATA sull'energia di prima ionizzazione del berillio:

- A) è maggiore di quella del litio
 B) è minore di quella del calcio
 C) è minore di quella del fluoro
 D) è maggiore di quella del magnesio

42. Soluzione

In prima approssimazione, l'energia di ionizzazione aumenta lungo il periodo e diminuisce lungo il gruppo.

Quindi deve essere: $\text{Li} < \text{Be}$ (A). $\text{Be} > \text{Ca}$ (B errata). $\text{Be} < \text{F}$ (C). $\text{Be} > \text{Mg}$ (D).

(Risposta B)

43. Il cloruro di idrogeno reagisce con il monossido di diidrogeno. Indicare i prodotti della reazione.

- A) Cl_2 , O_2 , H_2
 B) Cl_2 , HClO
 C) Cl_2 , O_2
 D) nessuna delle precedenti risposte è corretta

43. Soluzione

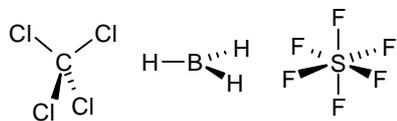
La reazione che avviene è: $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$. Le risposte A, B, C sono errate.

(Risposta D)

44. Sulla base della formula di Lewis, della geometria molecolare e dell'elettronegatività, indicare quali tra le seguenti molecole NON hanno carattere polare: CCl_4 ; NH_3 ; SF_6 ; H_2S ; BH_3 ; NO_2 .

- A) CCl_4 ; SF_6 ; NO_2
 B) CCl_4 ; BH_3 ; SF_6
 C) SF_6 ; NH_3 ; H_2S
 D) NH_3 ; H_2S ; NO_2

44. Soluzione



Le molecole simmetriche hanno momenti dipolari che si annullano tra loro, quindi sono apolari. Tra quelle proposte, le molecole simmetriche sono: CCl_4 (tetraedrica), BH_3 (planare trigonale), SF_6 (ottaedrica). (Risposta B)
 Mentre NH_3 è piramidale, H_2S è angolata, NO_2 è angolata.

45. Identificare la formula bruta del solfito ferrico.

- A) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ B) $\text{Fe}_3(\text{SO}_3)_2$ C) FeSO_3 D) $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$

45. Soluzione

Il solfato è SO_4^{2-} . Il solfito è SO_3^{2-} , lo ione ferrico è Fe^{3+} . Quindi il sale è: $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$ (6+/6-). (Risposta D)

46. Indicare la formula bruta dell'anidride solforosa.

- A) SO_2 B) SO_3 C) H_2SO_3 D) H_2SO_4

46. Soluzione

L'anidride solforica è SO_3 in cui S ha lo stesso stato di ossidazione dell'acido solforico H_2SO_4 (+6).

L'anidride solforosa ha un ossigeno in meno, quindi è SO_2 (in cui S è +4). (Risposta A)

47. Indicare l'interazione principale che si stabilisce quando l'ossigeno gassoso si scioglie in acqua.

- A) di London
 B) ione-dipolo
 C) dipolo-dipolo indotto
 D) nessuna delle precedenti

47. Soluzione

Dato che O_2 è una molecola apolare, mentre l'acqua è polare, l'interazione più intensa è quella tra il dipolo dell'acqua e il dipolo che questa induce sull'ossigeno O_2 . (Risposta C)

48. Indicare la terna contenente solo ossidi acidi.

- A) CO_2 , CO , Na_2O
 B) CaO , CO_2 , SiO_2
 C) CO_2 , SiO_2 , PbO_2
 D) SiO_2 , N_2O_5 , P_2O_5

48. Soluzione

Gli ossidi acidi, o anidridi, reagendo con acqua, formano ossiacidi, quindi sono ossidi di non metalli.

Gli ossidi basici, invece, con acqua formano idrossidi, quindi sono ossidi di metalli.

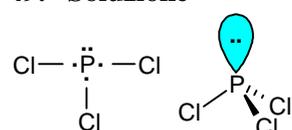
Nella prima terna vi è Na_2O ossido basico (Na). Nella seconda terna vi è CaO ossido basico (Ca).

Nella terza terna vi è PbO_2 ossido basico (Pb). La quarta contiene solo ossidi di non metalli (Si, N, P), cioè ossidi acidi che, reagendo con H_2O , formano gli acidi H_4SiO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 . (Risposta D)

49. Quali orbitali ibridi sono utilizzati dall'atomo di fosforo nella molecola PCl_3 ?

- A) sp B) sp^2 C) sp^3 D) nessuno dei precedenti

49. Soluzione



Il fosforo ha la configurazione elettronica dell'azoto, quindi PCl_3 somiglia a NH_3 .

Gli orbitali ibridi usati dal P sono sp^3 , tre di questi legano i tre atomi di cloro, il quarto ospita la coppia di non legame. (Risposta C)

50. Indicare la specie che non ha legami covalenti.

- A) HNO_3 B) SiF_4 C) CaO D) CaSO_4

50. Soluzione

Nell'ossido di calcio, l'ossigeno è legato ad un metallo. La forte differenza di elettronegatività produce legami ionici e per questo CaO è cristallino ed ha un alto punto di fusione. (Risposta C)

51. Calcolare quanti atomi di calcio vi sono in 26,348 g di Ca(OH)_2 .

- A) $2,141 \cdot 10^{23}$
 B) $0,3556 \cdot 10^{23}$
 C) $0,05905 \cdot 10^{-23}$
 D) $2,141 \cdot 10^{-23}$

51. Soluzione

La massa molare di Ca(OH)_2 è: $40,08 + 2 \cdot 17 = 74,08$ g/mol. Le moli sono $26,348/74,08 = 0,3557$ mol (Ca)
 Gli atomi di Ca sono: $N \cdot n = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 0,3557 = 2,142 \cdot 10^{23}$. (Risposta A)

52. Indicare la configurazione elettronica dello ione Mo^{5+} :

- A) $[\text{Kr}]$
 B) $[\text{Kr}] 5s^2 4d^1$
 C) $[\text{Kr}] 5s^1$
 D) nessuna delle precedenti

52. Soluzione

Il molibdeno è nel gruppo 6, quindi perdendo 5 elettroni resta con un elettrone nell'orbitale 5s (come il rubidio). La sua configurazione elettronica è: $[\text{Kr}] 5s^1$. (Risposta C)

53. Indicare la massa di un lingotto di piombo purissimo costituito da $12,044 \cdot 10^{23}$ atomi di piombo.

- A) 207 g B) 103 g C) 1410 g D) 414 g

53. Soluzione

Le moli di piombo sono: $n = \text{atomi}/N = 12,044 \cdot 10^{23}/6,022 \cdot 10^{23} = 2,00$ mol.
 La massa di Pb è: $2,00 \cdot 207,2 = 414$ g. (Risposta D)

54. Immergendo un foglio di alluminio in una soluzione acquosa di acido cloridrico si sviluppa un gas che risulta essere idrogeno. Quale delle seguenti affermazioni è FALSA?

- A) l'alluminio si ossida
 B) l'idrogeno si riduce
 C) l'alluminio si riduce
 D) si forma AlCl_3

54. Soluzione

La reazione che avviene è: $2 \text{Al} + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{H}_2$
 L'alluminio Al si ossida passando da numero di ossidazione 0 a +3. L'affermazione C è errata. (Risposta C)

55. Quale delle seguenti opzioni indica il corretto ordine di elettronegatività crescente?

- A) $\text{O} < \text{Br} < \text{I} < \text{C}$
 B) $\text{C} < \text{I} < \text{Br} < \text{O}$
 C) $\text{Br} < \text{I} < \text{O} < \text{C}$
 D) $\text{C} < \text{Br} < \text{I} < \text{O}$

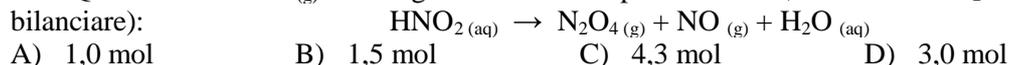
55. Soluzione

Anche se manca una tabella delle elettronegatività, si sa che l'ossigeno ha $\text{EN} = 3,5$ e la sua elettronegatività è inferiore solo a quella del fluoro (A e C errate).

Dato che l'elettronegatività diminuisce lungo i gruppi, deve essere: $\text{Br} > \text{I}$.

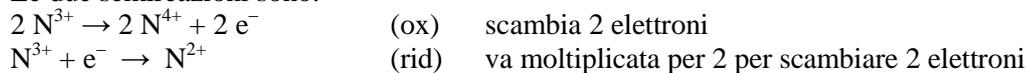
La sequenza corretta è quindi: $\text{C} < \text{I} < \text{Br} < \text{O}$. (Risposta B)

56. Quante moli di $\text{NO}_{(g)}$ si ottengono dalla decomposizione di 6,0 moli di HNO_2 secondo la reazione (da bilanciare):



56. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Le moli di NO sono metà di quelle di HNO_2 : $6,0/2 = 3,0$ mol. (Risposta D)

57. In 10,0 L di una soluzione acquosa sono sciolti 17,2 mL di $\text{O}_2_{(g)}$ (misurati a 273,15 K e $1,01 \cdot 10^5$ Pa). Calcolare la molarità di O_2 nella soluzione.

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

57. Soluzione

Dalla legge dei gas si ricavano le moli di O_2 : $n = PV/RT = (1 \cdot 17,2 \cdot 10^{-3}) / (0,0821 \cdot 273) = 7,67 \cdot 10^{-4}$ mol.

La concentrazione di O_2 è: $n/V = 7,67 \cdot 10^{-4} / 10 = 7,67 \cdot 10^{-5}$ M. (Risposta B)

58. Calcolare la % (m/m) di NaBr in una soluzione ottenuta mescolando 35,0 g di una soluzione al 18,0% (m/m) di NaBr con 15,0 g di una soluzione al 22,0% (m/m) di NaBr .

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

58. Soluzione

La massa di NaBr nella prima soluzione è: $35 \cdot 0,18 = 6,3$ g. NaBr nella seconda soluzione: $15 \cdot 0,22 = 3,3$ g.

La massa totale di NaBr è $6,3 + 3,3 = 9,6$ g. La massa totale della nuova soluzione è: $35 + 15 = 50$ g.

La % di NaBr è: $9,6/50 = 19,2\%$. (Risposta C)

59. Una bombola contiene 500 dm^3 di azoto alla pressione di $4,96 \cdot 10^6$ Pa a 25°C . Indicare la massa del gas.

- A) 52 kg
 B) 28 kg
 C) 45 kg
 D) 7,35 kg

59. Soluzione

Dalla legge dei gas si ricavano le moli di N_2 : $n = PV/RT$ dove $P = 4,96 \cdot 10^6 / 1,013 \cdot 10^5 = 49$ atm

$n = (49 \cdot 500) / (0,0821 \cdot 298) = 1001$ mol. La massa di N_2 è: $n \text{ MM} = 1001 \cdot 28 = 28000$ g (28 kg). (Risposta B)

60. Un recipiente chiuso, con una parete scorrevole, immerso in un termostato a 16°C contiene 5 moli di un gas ideale. Quale pressione bisogna esercitare sulla parete scorrevole affinché il volume sia 2 dm^3 ?

- A) 6 MPa
 B) 600 kPa
 C) 600 atm
 D) 600 Pa

60. Soluzione

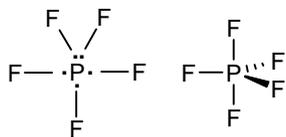
Dalla legge dei gas si ricava la pressione: $P = nRT/V = (5 \cdot 0,0821 \cdot 289) / 2 = 59,32$ atm.

Trasformando in Pascal: $59,32 \cdot 1,013 \cdot 10^5 = 60 \cdot 10^5$ Pa = 6 MPa. (Risposta A)

Qui riprendono i quesiti 41-60 della classe B

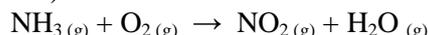
41. Secondo la teoria VSEPR la geometria della molecola PCl_5 è:

- A) trigonale planare
- B) bipiramidale trigonale
- C) a T
- D) nessuna delle precedenti

41. Soluzione

Il fosforo, come l'azoto, ha 5 elettroni di valenza e, poiché possiede anche orbitali d , può andare oltre l'ottetto. Con i suoi 5 elettroni lega i 5 atomi di fluoro e non gli restano coppie di non legame. Il fosforo deve alloggiare 5 coppie di elettroni e li dispone verso i vertici di una bipiramide trigonale. Su ogni vertice vi è un atomo di fluoro, la geometria della molecola è di bipiramide trigonale. (Risposta B)

42. Nella seguente reazione (da bilanciare):

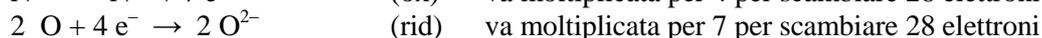
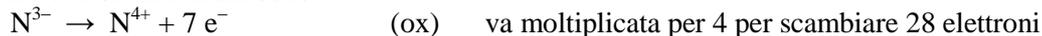


indicare il rapporto tra i coefficienti stechiometrici di O_2 e di H_2O .

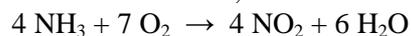
- A) 7/3
- B) 21/2
- C) 7
- D) 7/6

42. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 4 e per 7, sommando le due semireazioni, e bilanciando H_2O si ha:



Il rapporto tra i coefficienti di O_2 e H_2O è 7/6.

(Risposta D)

43. Indicare gli orbitali ibridi utilizzati dall'atomo di fosforo in $[\text{PCl}_6]^-$.

- A) sp^2d^3
- B) sp^3d^2
- C) sp^3d^3
- D) p^3d^3

43. Soluzione

Il fosforo in $[\text{PCl}_6]^-$ ha $5 + 1 = 6$ elettroni di valenza e lega i 6 atomi di cloro usando 6 orbitali diversi: oltre ai 4 orbitali sp^3 usa anche 2 orbitali d . Quindi l'ibridazione è sp^3d^2 . La geometria è ottaedrica. (Risposta B)

44. Calcolare quanto fluoro è contenuto in 984 g di una miscela di cloruro di argento e di fluoruro di potassio al 36,24% in cloruro di argento.

- A) 11,7 g
- B) 116,6 g
- C) 205,2 g
- D) 80,5 g

44. Soluzione

La % di KF è: $100 - 36,24 = 63,76\%$. La massa di KF è: $984 \cdot 0,6376 = 627,4$ g.

La massa molare di KF è: $39,1 + 19,0 = 58,1$ g/mol. Le moli di KF sono: $627,4/58,1 = 10,8$ mol.

La massa di fluoro è: $10,8 \cdot 19,0 = 205,2$ g.

(Risposta C)

45. La costante di equilibrio della reazione:



è $1,65 \cdot 10^{-3}$ a 30°C . Calcolare la concentrazione di Ag^+ in una soluzione acquosa satura di AgClO_3 a 30°C .

- A) 0,00165 M
 B) 0,0406 M
 C) 1,65 M
 D) nessuna delle precedenti

45. Soluzione

La costante della reazione di dissociazione è $K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{ClO}_3^-]$. Ponendo $x = [\text{Ag}^+]$ si ottiene $K_{ps} = x^2$

da cui si ricava $x = \sqrt{K_{ps}} = \sqrt{1,65 \cdot 10^{-3}} = \sqrt{16,5 \cdot 10^{-4}} = 4,06 \cdot 10^{-2}$. (Risposta B)

46. Il carbonato di sodio in una soluzione acquosa di acido solforico reagisce secondo la reazione:



Mettendo a reagire quantità stechiometriche di carbonato e di acido si sviluppano 44,8 mL di CO_2 misurati a STP ($T = 273,15\text{ K}$, $P = 101,3\text{ kPa}$). Calcolare la massa di Na nel campione di Na_2CO_3 che si è trasformato.

- A) 92,0 mg
 B) 46,0 mg
 C) 0,174 mg
 D) 84,3 mg

46. Soluzione

Dalla legge dei gas si ricavano le moli di CO_2 : $n = PV/RT$ $n = (1 \cdot 44,8 \cdot 10^{-3}) / (0,0821 \cdot 273) = 2,0 \cdot 10^{-3}$ mol.

Dato che il rapporto tra le moli di CO_2 e Na_2CO_3 è 1:1, anche le moli di Na_2CO_3 sono $2,0 \cdot 10^{-3}$ mol,

Le moli di Na sono il doppio: $4,0 \cdot 10^{-3}$ mol. La massa di Na è: $4,0 \cdot 10^{-3} \cdot 23 = 92,0 \cdot 10^{-3}$ g. (Risposta A)

47. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta aggiungendo 4,0 g di NaOH solido a 1 L di HF 0,1 M.

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

47. Soluzione

Le moli di NaOH sono $4/40 = 0,1$ mol, quindi HF viene completamente titolato dall'NaOH.

La reazione $\text{HF} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaF} + \text{H}_2\text{O}$ va a completezza. Resta 1L di una soluzione 0,1 M di NaF nella quale avviene la reazione: $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} + \text{OH}^-$ ($K_{a\text{HF}} = 7,2 \cdot 10^{-4}$; $K_b = 10^{-14} / 7,2 \cdot 10^{-4} = 1,39 \cdot 10^{-11}$)

$K_b = [\text{HF}][\text{OH}^-]/[\text{F}^-] = [\text{OH}^-]^2/C$ $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C} = \sqrt{1,39 \cdot 10^{-11} \cdot 0,1} = 1,18 \cdot 10^{-6}$.

Si ottiene: $\text{pOH} = -\log 1,18 \cdot 10^{-6} = 5,9$ e quindi $\text{pH} = 14 - 5,9 = 8,1$. (Risposta C)

48. Un individuo assume ogni giorno 2,0 L di acqua di una fontana che ha un contenuto di As(V) di 6,5 $\mu\text{g/L}$. Quanti milligrammi di As(V) vengono ingeriti in 2 anni da tale individuo? Si consideri l'anno di 365 giorni.

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

48. Soluzione

L'assunzione giornaliera di As è: $2,0 \cdot 6,5 \cdot 10^{-3} = 13 \cdot 10^{-3}$ mg

In due anni la quantità ingerita di As è: $2 \cdot 365 \cdot 13 \cdot 10^{-3} = 9,5$ mg. (Risposta C)

49. Decomponendo termicamente 52,3 g di un minerale contenente $\text{CeO}_2(s)$, si formano 0,014 moli di $\text{O}_2(g)$, secondo la reazione (da bilanciare):



Calcolare la % di Ce nel minerale.

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

49. Soluzione

La reazione si bilancia direttamente:



Le moli di CeO_2 sono 4 volte quelle di O_2 , quindi sono $4 \cdot 0,014 = 0,056$ mol e coincidono con quelle di Ce.

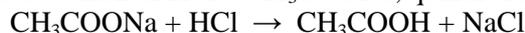
La massa di Ce nel campione è: $0,056 \cdot 140 = 7,84$ g. La % di Ce è: $7,84/52,3 = 15,0\%$. (Risposta A)

50. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando volumi uguali di una soluzione di HCl 0,1 M e una di CH₃COONa 0,1 M.

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

50. Soluzione

In volumi uguali 0,1 M, vi sono le stesse moli di HCl e CH₃COONa, quindi si completa la reazione:



Si ottiene una soluzione di CH₃COOH a concentrazione dimezzata per la diluizione: 0,05 M.

L'acido acetico si dissocia secondo la reazione: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ con $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$

$$K_a = [\text{Ac}^-][\text{H}^+]/[\text{HAc}] = [\text{H}^+]^2/C \quad [\text{H}^+] = \sqrt{K_a C} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05} = 9,5 \cdot 10^{-4}; \quad \text{pH} = 3,0. \quad (\text{Risposta A})$$

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

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

51. Soluzione

Le moli di NaOH sono: $n = M V = 0,1 \cdot 50 = 5$ mmol. Le moli di HA sono: $n = M V = 0,2 \cdot 50 = 10$ mmol.

NaOH trasforma 5 mmol di HA in A⁻. Si ottiene una soluzione di 100 mL con 5 mmol di HA e 5 mmol di A⁻.

Questa è una soluzione tampone con $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$.

La dissociazione di HA è: $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$ con: $K_a = [\text{H}^+][\text{A}^-]/[\text{HA}]$ da cui: $[\text{H}^+] = K_a [\text{HA}]/[\text{A}^-]$

Passando ai logaritmi: $\text{pH} = \text{p}K_a - \log [\text{HA}]/[\text{A}^-]$. Dato che: $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$ si ha: $\text{pH} = \text{p}K_a - \log 1$

Quindi: $\text{pH} = \text{p}K_a = 4,5$ $K_a = 10^{-\text{p}K_a} = 10^{-4,5} = 3,16 \cdot 10^{-5}$. (Risposta B)

52. Determinare quanti grammi di FeC_{2(s)} si ottengono dalla decomposizione di 1,50 moli di ferrocianuro di potassio secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 233,1 g
B) 119,8 g
C) 275,9 g
D) 223,9 g

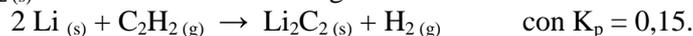
52. Soluzione

La reazione si bilancia direttamente bilanciando le cariche negative: $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} \rightarrow \text{FeC}_2 + 4 \text{CN}^- + \text{N}_2$

Il rapporto in moli Fe(CN)₆⁴⁻/FeC₂ è 1:1 quindi si ottengono 1,5 mol di FeC₂

La massa molare di FeC₂ è: 55,85 + 24 = 79,85 g/mol. La massa di FeC₂ è 79,85 · 1,5 = 119,8 g. (Risposta B)

53. Il carburo di litio Li₂C_{2(s)} si ottiene attraverso la seguente reazione condotta a 1200 K:



Se la pressione nel recipiente all'equilibrio è $1,0 \cdot 10^5$ Pa, calcolare la composizione % (v/v) dei gas.

- A) C₂H_{2(g)} = 38% H_{2(g)} = 62%
B) C₂H_{2(g)} = 26% H_{2(g)} = 74%
C) C₂H_{2(g)} = 87% H_{2(g)} = 13%
D) C₂H_{2(g)} = 55% H_{2(g)} = 45%

53. Soluzione

La K_p della reazione è: $K_p = p(\text{H}_2)/p(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{H}_2)/n(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,15$ la quantità di H₂, quindi, è molto bassa.

Proviamo con i valori della risposta C (13 e 87): $K_p = 13/87 = 0,149$ (esatto!). (Risposta C)

Per esercizio, ricaviamo la risposta col calcolo:

$$K_p = n(\text{H}_2)/n(\text{C}_2\text{H}_2) = \%(\text{H}_2) / \%(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,15 \quad \text{ponendo } x = \%(\text{H}_2) \text{ si ha: } x/(100 - x) = 0,15 \quad x = 0,15(100 - x)$$

$$x = 15 - 0,15x \quad 1,15x = 15 \quad x = 13 \quad \%(\text{H}_2) = 13\%. \quad (\text{Risposta C})$$

54. Un recipiente chiuso e rigido contenente acqua liquida in equilibrio con vapore acqueo viene termostato a 373,15 K. Mediante un dispositivo che non consente al vapore di uscire, viene aggiunto del cloruro di sodio ed il contenitore viene delicatamente agitato, sempre sotto termostatazione. Cosa può accadere?

- A) si forma un'emulsione
- B) la pressione all'interno del contenitore aumenta
- C) parte del vapore condensa
- D) parte dell'acqua liquida evapora

54. Soluzione

Se in acqua sciogliamo NaCl, la tensione di vapore diminuisce. Nel recipiente, parte del vapore condensa fino a raggiungere la nuova tensione di vapore, inferiore alla precedente. (Risposta C)

55. Un sistema chiuso, in cui non avvengono reazioni chimiche, subisce una serie di processi reversibili che lo riportano allo stato iniziale. Sommando tutti gli scambi termici avvenuti nei singoli processi, si trova che il sistema ha assorbito calore dall'ambiente circostante. Quale delle seguenti affermazioni è vera?

- A) l'ambiente circostante ha svolto lavoro sul sistema
- B) il sistema ha svolto lavoro sull'ambiente circostante
- C) in totale il sistema non ha svolto alcun lavoro
- D) nessuna delle precedenti

55. Soluzione

Per il primo principio vale: $\Delta U = Q - W$ (Δ energia interna = calore assorbito – lavoro fatto).

Se il sistema torna allo stato iniziale: $\Delta U = 0$ quindi $Q = W$ cioè il calore assorbito è uguale al lavoro fatto.

Se il sistema ha assorbito dall'ambiente il calore Q , ha svolto sull'ambiente il lavoro $W = Q$. (Risposta B)

56. Qual è l'effetto della presenza di un catalizzatore su una reazione chimica?

- A) sposta l'equilibrio verso la formazione dei prodotti
- B) diminuisce l'energia di attivazione della reazione
- C) favorisce termodinamicamente la formazione di una quantità maggiore di prodotti
- D) sottrae prodotti dalla miscela di reazione, favorendo la conversione totale dei reagenti

56. Soluzione

Un catalizzatore non cambia il ΔG di una reazione perché questo dipende solo dall'energia di prodotti e reagenti. Un catalizzatore, quindi, non influenza la K di equilibrio, ma offre un diverso percorso di reazione con una minor energia di attivazione e quindi aumenta la velocità di reazione (che infatti dipende da E_A). (Risposta B)

57. Il reagente A si converte in altre specie chimiche seguendo una cinetica del secondo ordine, $v = k[A]^2$. Quale delle seguenti affermazioni è vera?

- A) il procedere della reazione non richiede che le molecole di A si incontrino tra loro
- B) la reazione avviene quando le molecole di A si incontrano tra loro
- C) la reazione è favorita da una diminuzione della temperatura
- D) A è un composto intrinsecamente instabile

57. Soluzione

Se la reazione dipende da $[A]^2$, due molecole di A devono scontrarsi per innescare la reazione. (Risposta B)

Lo scontro, però, deve avvenire con un'energia abbastanza alta e con la giusta orientazione.

La risposta C è errata sia perché una diminuzione di temperatura non porta mai ad un aumento di velocità, sia perché parla di reazione più favorita alludendo alla K di equilibrio, mentre qui abbiamo solo un dato cinetico.

58. Sapendo che la seguente reazione è endotermica: $2 \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow 2 \text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ cosa si può fare per diminuire la quantità di H_2O all'equilibrio?

- A) aggiungere ossigeno
- B) diminuire il volume del recipiente in cui avviene la reazione
- C) aggiungere un catalizzatore
- D) aumentare la temperatura a pressione costante

58. Soluzione

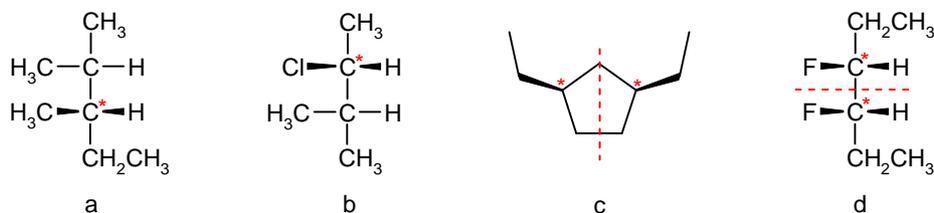
Aggiungere O_2 e aumentare la pressione (o diminuire il volume) spinge la reazione a sinistra, verso una maggior quantità di H_2O . Il catalizzatore aumenta la velocità, ma non sposta l'equilibrio. Invece, aumentare la temperatura spinge la reazione a destra, nella direzione in cui consuma calore (la reazione è endotermica). (Risposta D)

59. Individuare i composti che hanno uno stereoisomero meso:

- a) 2,3-dimetilpentano, b) 2-cloro-3-metilbutano, c) 1,3-dietilciclopentano, d) 3,4-difluoroesano.
 A) a, c
 B) a, d
 C) c, d
 D) d

59. Soluzione

Un composto meso ha più centri stereogenici, ma non è chirale a causa di una simmetria interna.



I composti *a* e *b* hanno un solo centro stereogenico e comunque non presentano simmetrie.

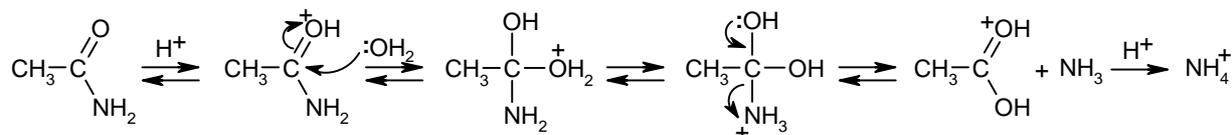
I composti *c* e *d* hanno due centri stereogenici, indicati con asterisco, e, se i due centri sono speculari come in figura, hanno un piano di simmetria, quindi sono composti meso. (Risposta C)

60. L'idrolisi delle ammidi catalizzata dagli acidi è un processo irreversibile. Individuare la motivazione corretta.

- A) nell'ultimo stadio della reazione l'ammoniaca eliminata viene protonata
 B) l'acido carbossilico formato viene protonato
 C) la formazione dell'acido carbossilico è stericamente favorita
 D) le idrolisi acide sono sempre processi irreversibili

60. Soluzione

Il meccanismo dell'idrolisi acida delle ammidi è mostrato qui di seguito.



L'ultimo passaggio della reazione è del tutto spostato a destra perché, in ambiente acido, l'ammoniaca si protona completamente. Lo ione ammonio non ha il doppietto di elettroni libero e quindi non è in grado di attaccare l'acido. Tutta la reazione è trascinata a destra. (Risposta A)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato