

Giochi della Chimica 2016

Problemi risolti – Fase nazionale – Classi A e B

1. ANNULLATA

2. Secondo la definizione di Lewis, si comporta da base una specie:

- A) in grado di cedere ioni H^+ a un'altra detta acido
- B) in grado di accettare ioni H^+ da un'altra detta acido
- C) in grado di accettare una coppia di è
- D) in grado di donare un doppietto elettronico a un'altra detta acido

2. Soluzione

Secondo la definizione di Lewis, una base (come OH^- o NH_3), ha un doppietto di elettroni che può donare ad un'altra specie che possiede un orbitale vuoto, chiamata acido (come H^+ o BF_3). (Risposta D)

3. La somma della pK_a di un acido e della pK_b della sua base coniugata, a 298 K, vale:

- A) 7
- B) 14
- C) 10
- D) dipende dall'acido e dalla base

3. Soluzione

Per un acido: $HA \rightarrow H^+ + A^- \quad K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ Per la sua base: $A^- + H_2O \rightarrow HA + OH^- \quad K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$

Dato che $K_w = [H^+][OH^-]$ si ricava: $[OH^-] = K_w/[H^+]$ che, sostituita nella K_b , dà: $K_b = \frac{[HA]K_w}{[A^-][H^+]} = \frac{K_w}{K_a}$

Da cui si ricava $K_w = K_a \cdot K_b = 10^{-14}$ passando ai logaritmi: $pK_a + pK_b = 14$. (Risposta B)

4. Per la combustione completa di 0,5 mol di un idrocarburo occorrono 2,5 mol di O_2 e vengono prodotte 1,5 mol di CO_2 . Individuare l'idrocarburo.

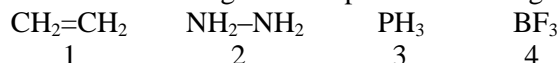
- A) C_3H_6
- B) C_3H_4
- C) C_3H_8
- D) C_3H_7

4. Soluzione

Una molecola di idrocarburo consuma 5 O_2 e produce 3 CO_2 . Quindi l'idrocarburo contiene 3 carboni.

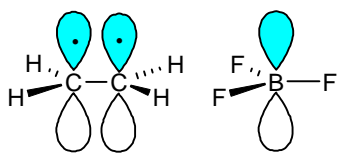
Per formare 3 CO_2 servono 3 O_2 , restano 2 O_2 che formano 4 molecole di H_2O . In 4 H_2O vi sono 8 H che devono provenire dall'idrocarburo. Questo, quindi, è C_3H_8 . ($C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$). (Risposta C)

5. Individuare le due molecole a geometria planare tra le seguenti:



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

5. Soluzione



Etilene (1) e BF_3 (4) sono molecole planari con gli atomi centrali ibridati sp^2 e quindi hanno l'orbitale $2p_z$ perpendicolare al piano molecolare. (Risposta A)

Nell'etilene i due orbitali $2p_z$ hanno ciascuno un elettrone e realizzano un legame pi greco. In BF_3 l'orbitale $2p_z$ è vuoto e la molecola è un acido di Lewis.

Idrazina NH_2-NH_2 e fosfina PH_3 hanno azoto e fosforo ibridati sp^3 e quindi non sono planari.

6. Completare in modo corretto la frase: le forze di Van der Waals sono forze:

- A) di interazioni tra ioni
 B) intermolecolari con energia di legame confrontabile con quella di un legame covalente
 C) intermolecolari con energia di legame compresa tra quella del legame covalente e quella del legame a idrogeno
 D) intermolecolari con energia di legame inferiore a quella del legame a idrogeno

6. Soluzione

I legami di Van der Waals sono legami intermolecolari molto deboli che comprendono i legami dipolo-dipolo, ione-dipolo e dipolo indotto-dipolo indotto. I legami idrogeno sono una variante dei legami dipolo-dipolo particolarmente intensa. (Risposta D)

7. Quale, tra le seguenti proprietà degli elementi, ha un andamento periodico?

- A) la massa atomica B) il numero atomico C) l'affinità elettronica D) il numero di massa

7. Soluzione

Mentre A, B e D aumentano linearmente col crescere delle dimensioni degli atomi, l'affinità elettronica C ha un andamento periodico perché dipende da quali orbitali si sono riempiti nell'atomo. (Risposta C)

8. Quale delle seguenti configurazioni elettroniche di un atomo neutro non è corretta?

- A) $2s^2 2p^6$ B) $4s^2 3d^{10} 4p^1$ C) $6s^2 4f^{10}$ D) $4s^2 4d^5$

8. Soluzione

La configurazione errata è $4s^2 4d^5$ perché quando due elettroni sono entrati in 4s i successivi elettroni si dispongono in 3d e non in 4d. L'ordine di riempimento è: 4s, 3d, 4p. (Risposta D)

9. Durante un'autopsia sotto la lingua del paziente viene trovata una polvere bianca. L'analisi rivela una percentuale in peso di Na del 33,18%. Quale delle seguenti sostanze può essere la polvere bianca?

- A) $Na_2P_2O_7$ B) Na_3AsO_3 C) Na_3PO_4 D) Na_3AsO_4

9. Soluzione

Se il Na è il 33,18%, significa che la massa degli altri atomi del composto è: $100 - 33,18 = 66,82 \%$.

Dato che in $Na_2P_2O_7$ vi sono due atomi di Na la loro massa è $2 \cdot 23 = 46$ g/mol,

quindi la massa degli altri atomi dovrebbe essere: $(46/33,18) \cdot 66,82 = 92,6$ g/mol, ma P_2O_7 pesa molto di più.

Negli altri tre sali vi sono 3 atomi di sodio, la loro massa è $3 \cdot 23 = 69$ g/mol,

quindi la massa degli altri atomi dovrebbe essere: $(69/33,18) \cdot 66,82 = 139$ g/mol.

La massa molare di AsO_3 è $75 + 48 = 123$ g/mol (troppo poco)

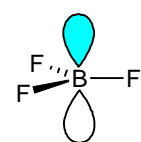
La massa molare di PO_4 è $31 + 64 = 95$ g/mol (troppo poco)

La massa molare di AsO_4 è $75 + 64 = 139$ g/mol (la massa cercata). (Risposta D)

10. Qual è l'angolo di legame FXF in un fluoruro XF_3 , se X è un elemento la cui configurazione elettronica nello stato fondamentale è $1s^2 2s^2 2p^1$?

- A) 60° B) 109° C) 120° D) 180°

10. Soluzione



La configurazione elettronica $1s^2 2s^2 2p^1$ è quella del boro. La molecola BF_3 è planare triangolare con angoli FBF di 120° come si deduce dall'ibridazione sp^2 del boro o dalla teoria VSEPR. Infatti, si devono sistemare attorno al boro tre coppie di elettroni di legame che si dispongono nel piano a 120° . (Risposta C)

11. Il volume molare di un gas ideale alla temperatura di $25^\circ C$ e alla pressione di 1 bar è:

- A) 22,414 L/mol B) 24,465 L/mol C) 22,711 L/mol D) 24,790 L/mol

11. Soluzione

Dalla legge dei gas $PV = nRT$ si ricava il volume molare: $V/n = RT/P$.

Dove $P = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$, cioè: $1/1,013 = 0,987 \text{ atm}$ e $T = 273 + 25 = 298 \text{ K}$.

$V/n = (0,0821 \cdot 298)/0,987 = 24,79 \text{ L/mol}$. (Risposta D)

12. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti:

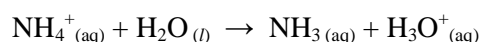
- A) l'energia degli orbitali atomici dell'idrogeno dipende solo dal numero quantico n
 B) l'energia di un generico orbitale atomico dipende dai numeri quantici n e l
 C) il numero quantico l dà indicazioni sulla "forma" dell'orbitale atomico
 D) l'energia di un generico orbitale atomico dipende dai numeri quantici n , l e m_l

12. Soluzione

Le affermazioni B e D sono alternative tra loro. La D è errata perché il numero quantico n definisce il livello energetico, mentre il numero quantico l definisce il momento della quantità di moto e quindi la forma dell'orbitale. In un atomo con più elettroni, un orbitale del terzo livello con $l = 0$ ($3s$) ha energia minore di uno con $l = 1$ ($3p$) perché è più penetrante e questo a sua volta ha energia minore di uno con $l = 2$ ($3d$).

Il numero quantico m_l definisce l'orientazione nello spazio di un certo orbitale. Per esempio, l'orbitale $3p$ può orientarsi in tre modi, per cui ci sono tre orbitali $3p$ ($3p_x$, $3p_y$, $3p_z$) che sono degeneri, cioè hanno la stessa energia. L'energia, quindi, dipende dai numeri quantici n e l , ma non da m_l . (Risposta D)

13. Nella reazione:



l'acqua si comporta da:

- A) acido B) ossidante C) base D) riducente

13. Soluzione

Lo ione ammonio NH_4^+ è l'acido che cede un H^+ alla base, l'acqua H_2O , che lo accetta. (Risposta C)

14. La percentuale di sodio in una miscela costituita solo da NaCl e Na_2CO_3 è del 42,0 % (m/m). Calcolare la composizione percentuale del campione.

- A) 32,6% Na_2CO_3 67,4% NaCl
 B) 50% Na_2CO_3 50% NaCl
 C) 67,4% Na_2CO_3 32,6% NaCl
 D) 73,2% Na_2CO_3 26,8% NaCl

14. Soluzione

La % di Na in NaCl è: $23/(23 + 35,45) = 23/58,45 = 39,35 \%$

La % di Na in Na_2CO_3 è: $(2 \cdot 23)/(2 \cdot 23 + 12 + 48) = 46/106 = 43,40 \%$

Chiamando x la % di Na_2CO_3 si ha: $x \cdot 43,4 + (1-x) 39,35 = 42$ $43,4x + 39,35 - 39,35x = 42$

$4,05x = 2,65$ $x = 0,654 = 65,4\%$ (Na_2CO_3) la % di NaCl è $100 - 65,4 = 34,6\%$. (Risposta C)

15. Quale dei seguenti campioni è costituito da circa $6,02 \cdot 10^{23}$ atomi di ossigeno legati?

- A) 33,0 g di CaCO_3
 B) 156 g di H_2SiO_3
 C) 76,0 g di Cr_2O_3
 D) 63,0 g di HNO_3

15. Soluzione

Vi sono tre atomi di ossigeno per molecola, quindi, per contenere una mole di O, la massa data deve essere $1/3$ della massa molare. La massa molare di CaCO_3 è: $40 + 12 + 48 = 100$ g/mol, $100/3 = 33,0$ g. (Risposta A)

16. Quale delle seguenti sostanze è un solido di tipo molecolare?

- A) $\text{BaO}_{(\text{s})}$ B) $\text{KCl}_{(\text{s})}$ C) $\text{C}_{(\text{s})}$ diamante D) $\text{CO}_{2(\text{s})}$

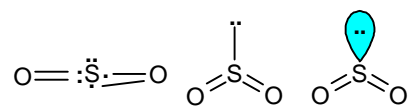
16. Soluzione

Un solido molecolare è composto di molecole che al loro interno sono tenute insieme da legami covalenti, ma che tra loro sono legate da legami deboli come i legami di Van der Waals o i legami idrogeno.

Il ghiaccio d'acqua, per esempio, è un solido molecolare nel quale le varie molecole d'acqua sono legate tra loro da legami idrogeno. Tra i solidi dati, i primi due sono ionici, quindi non sono formati da molecole distinte, ma tutto il cristallo è una singola molecola. Il terzo, diamante, è un solido covalente in cui tutto il cristallo è una singola molecola unita da legami covalenti. Il quarto è un solido molecolare, formato da molecole distinte di CO_2 unite da legami di Van der Waals così deboli che il punto di sublimazione a $P = 1$ atm è -78 °C. (Risposta D)

17. Indicare, secondo la teoria VSEPR, la geometria di una molecola di SO_2
 A) trigonale planare B) lineare C) angolare D) a T

17. Soluzione



Lo zolfo ha 6 elettroni di valenza. Con 4 elettroni realizza due doppi legami coi due atomi di ossigeno, 2 elettroni costituiscono una coppia di non legame. La teoria VSEPR tratta i doppi legami come legami singoli. Le coppie di elettroni da ospitare sono 3 (due di legame e una di non legame) e vengono

disposte nel piano a 120° verso i vertici di un triangolo equilatero. Uno dei vertici è occupato dalla coppia di non legame, negli altri due vanno posti i due ossigeni legati con doppio legame. La molecola è angolata. (Risposta C)

18. Per calcolare la molarità di una soluzione acquosa di glucosio ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), di cui si conosce il volume, quale ulteriore informazione è necessaria?

- A) la densità dell'acqua
 B) la densità della soluzione e la massa del glucosio
 C) la massa del glucosio
 D) la densità dell'acqua e la massa molare del glucosio

18. Soluzione

La molarità è data dal numero di moli di soluto contenute in un litro di soluzione, quindi la densità non c'entra. Le moli si ricavano dalla massa di glucosio contenuta in un volume noto di soluzione. (Risposta C)

19. Una soluzione 0,001 M di LiOH ha pH:

- A) 14 B) 3 C) 11 D) 10^{-3}

19. Soluzione

LiOH è una base forte, la concentrazione $[\text{OH}^-]$ coincide con la concentrazione di LiOH cioè $[\text{OH}^-] = 10^{-3}$ M.
 $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 3$; $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3 = 11$. (Risposta C)

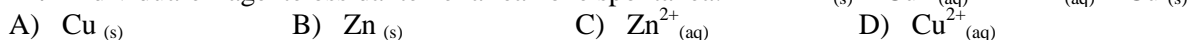
20. Elementi che hanno lo stesso numero di elettroni nella configurazione elettronica esterna:

- A) fanno parte dello stesso gruppo della tavola periodica
 B) hanno la stessa affinità elettronica
 C) hanno la stessa energia di ionizzazione
 D) fanno parte dello stesso periodo della tavola periodica

20. Soluzione

Se due elementi hanno lo stesso numero di elettroni di valenza, sono nello stesso gruppo della tavola periodica come, per esempio, O ($2s^2 2p^4$) e S ($3s^2 3p^4$). (Risposta A)

21. Individuare l'agente ossidante nella reazione spontanea:



- A) $\text{Cu}_{(s)}$ B) $\text{Zn}_{(s)}$ C) $\text{Zn}^{2+}_{(aq)}$ D) $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$

21. Soluzione

Lo zinco si ossida da Zn a Zn^{2+} per opera di Cu^{2+} che è l'ossidante. (Risposta D)

22. Un recipiente chiuso contiene n moli di un gas ideale. Una delle pareti è un pistone libero di scorrere su cui agisce una forza imposta dall'esterno. Le altre pareti sono rigide. Se la forza viene raddoppiata, per mantenere costante il volume del gas, si dovrà:

- A) mantenere la temperatura costante
 B) aumentare la temperatura
 C) diminuire la temperatura
 D) non si può dare una risposta, in mancanza di informazioni aggiuntive

22. Soluzione

Se la forza viene raddoppiata, la pressione raddoppia. Dalla legge dei gas $PV = nRT$ si ricava la pressione:
 $P = (nR/V) T$ Se n , R e V sono costanti, per raddoppiare P , deve raddoppiare T . (Risposta B)

23. Due recipienti contenenti rispettivamente 100 g di acqua alla temperatura di 25 °C e 60 g di etanolo alla temperatura di 5 °C sono posti a contatto attraverso una parete conduttrice diatermica (conduttrice di calore). Se le altre pareti dei due contenitori sono adiabatiche (isolanti), qual è la temperatura del sistema quando si raggiunge l'equilibrio? Le capacità termiche specifiche di acqua ed etanolo sono 4,184 J K⁻¹ g⁻¹ e 2,460 J K⁻¹ g⁻¹.
 A) circa 15 °C B) circa 20 °C C) circa 18 °C D) circa 10 °C

23. Soluzione

Il calore scambiato è: $Q = m c \Delta T$. Il calore ceduto dall'acqua è uguale a quello che acquistato dall'etanolo.

$$-Q_1 = Q_2. \quad -m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2. \quad \text{Sia } x \text{ la temperatura di equilibrio: } 100 \cdot 4,184 (25 - x) = 60 \cdot 2,46 (x - 5)$$

$$10460 - 418,4 x = 147,6 x - 738 \quad 566 x = 11198 \quad x = 19,8 \text{ °C.} \quad (\text{Risposta B})$$

24. La molecola O₃ ha geometria (posizione media relativa degli atomi):

- A) la molecola O₃ non esiste
 B) lineare
 C) angolare o lineare, in dipendenza dall'ambiente esterno
 D) angolare

24. Soluzione

La molecola di ozono ha geometria angolata con tutti e tre gli atomi di ossigeno ibridati sp². Il doppio legame O=O può essere disegnato a sinistra o a destra e la molecola è quindi un ibrido di risonanza rappresentato dalle due forme limite disegnate qui e da altre due forme limite con un legame pigreco in meno. (Risposta D)

25. ANNULLATA

26. Confrontando 1 L di soluzione acquosa 1 m di NaCl con 1 L di soluzione acquosa 1 M di NaCl, la prima soluzione:

- A) contiene una quantità minore di NaCl
 B) contiene una quantità maggiore di NaCl
 C) contiene una quantità minore di acqua
 D) ha una densità maggiore

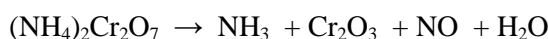
26. Soluzione

A 25 °C la soluzione 1 m contiene una mole di NaCl in 1 kg (1 L) di acqua, mentre la soluzione 1 M contiene la stessa quantità di sale, ma in 1 L di soluzione. Per confrontare le due soluzioni bisogna capire cosa accade quando si aggiunge NaCl all'acqua. Se partiamo da 1 L di acqua, all'inizio il volume aumenta per l'arrivo di un certo volume di sale, poi, quando il sale si scioglie, il volume diminuisce, ma resta sempre maggiore del volume iniziale di acqua pura. Questo significa che, se ne preleviamo 1 L, dobbiamo scartare un po' di soluzione e quindi un po' di sale.

A 25 °C in 1 L di soluzione 1 m, a causa dell'aumento di volume, vi è una quantità di sale inferiore ad una mole, mentre in 1 L di soluzione 1 M vi è esattamente una mole. (Risposta A)

A 80 °C la differenza tra le due soluzioni è ancora maggiore infatti la densità dell'acqua diminuisce e il volume di 1 kg di acqua è circa 1030 mL.

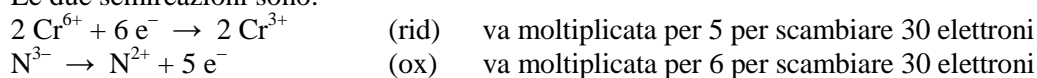
27. Calcolare le moli di NO che si ottengono quando si trasformano 2,0 mol di (NH₄)₂Cr₂O₇ secondo la reazione (da bilanciare):



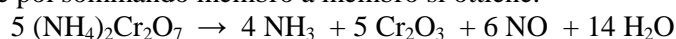
- A) 1,5 mol B) 4,0 mol C) 6,4 mol D) 2,4 mol

27. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 5 e per 6 e poi sommando membro a membro si ottiene:



Da 2 moli di (NH₄)₂Cr₂O₇ si formano 6/5 · 2 = 2,4 moli di NO.

(Risposta D)

28. Una soluzione satura di KNO_3 ha una concentrazione 3,17 M e una densità di 1,055 g/mL a 293 K.

Determinare la solubilità di KNO_3 espressa come % (m/m) a 293 K.

- A) 28,4% B) 55,3% C) 30,4% D) 43,5%

28. Soluzione

Dato che la densità è: $d = m/V$, il volume occupato da 1 kg è: $V = m/d = 1/1,055 = 0,948$ L.

Le moli di KNO_3 su 1 kg di soluzione sono: $n = M V = 3,17 \cdot 0,948 = 3,005$ mol.

La MM di KNO_3 è: $39 + 14 + 48 = 101$ g/mol. In 100 g di soluzione vi sono 0,3005 mol di KNO_3 .

La massa in 100 g è: $101 \cdot 0,3005 = 30,4\%$.

(Risposta C)

29. A 25 °C, le densità dell'acetone e dell'etanolo sono, rispettivamente, 0,791 g/mL e 0,789 g/mL. Indicare quale delle seguenti soluzioni di acetone in etanolo contiene la maggiore quantità di acetone espressa in grammi di acetone per 100 mL di soluzione.

- A) 12% (m/m) B) 12% (m/V) C) 12% (V/V) D) 12 Kg/m³

29. Soluzione

La soluzione più concentrata è quella che ha la maggior massa di acetone nel minor volume di soluzione (m/V).

La risposta D è la meno concentrata perchè propone 12 g di acetone per 1 L di soluzione (1,2 g/100 mL).

B è più concentrato di C: a parità di volume di soluzione (100 mL), 12 g di acetone pesano di più di 12 mL.

A è meno concentrato di B: a parità di soluto (12 g), 100 g di soluzione hanno un volume maggiore di 100 mL.

Quindi, la soluzione con più massa (12 g) nel minor volume (100 mL) è B, 12% m/V.

(Risposta B)

30. Qual è, a 303 K, la densità (g/L) di una miscela gassosa ideale, costituita da CO_2 (g) e N_2 (g) alle pressioni parziali di $0,858 \cdot 10^5$ Pa e $0,955 \cdot 10^5$ Pa rispettivamente?

- A) 1,55 g/L B) 2,56 g/L C) 1,09 g/L D) 2,04 g/L

30. Soluzione

Le pressioni parziali sono: $0,858/1,013 = 0,847$ atm (CO_2) e $0,955/1,013 = 0,943$ atm (N_2).

Le moli di CO_2 in 1 L sono: $n = PV/RT = 0,847 \cdot 1/0,0821 \cdot 303 = 0,034$ mol. La sua massa è $0,034 \cdot 44 = 1,5$ g

Le moli di N_2 in 1 L sono: $n = PV/RT = 0,943 \cdot 1/0,0821 \cdot 303 = 0,038$ mol. La sua massa è $0,038 \cdot 28 = 1,06$ g

La massa totale in 1 L è: $1,5 + 1,06 = 2,56$ g/L.

(Risposta B)

31. In un reparto di saldatura la concentrazione di NO (g) nell'aria è 15,0 ppm alla temperatura di 290 K e alla pressione di $1,01 \cdot 10^5$ Pa. Qual è la concentrazione di NO (g) in mg/m³?

- A) 35,6 mg/m³
B) 11,6 mg/m³
C) 22,7 mg/m³
D) 18,9 mg/m³

31. Soluzione

15 ppm sono 15 mL/m³. Le moli in questo volume sono: $n = PV/RT = (1 \cdot 0,015)/(0,0821 \cdot 290) = 6,3 \cdot 10^{-4}$ mol.

La massa molare di NO è: $14 + 16 = 30$ g/mol. La massa di NO è: $30 \cdot 6,3 \cdot 10^{-4} = 18,9$ mg/m³. (Risposta D)

32. 5,00 L di una sostanza gassosa X, misurati alla temperatura di 310 K e alla pressione di $2,1 \cdot 10^5$ Pa, hanno lo stesso peso di 2,50 L di ossigeno molecolare misurati nelle stesse condizioni di temperatura e pressione. Calcolare la massa molare del gas.

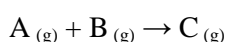
- A) 85,7 g/mol B) 16,0 g/mol C) 44,9 g/mol D) 76,3 g/mol

32. Soluzione

Se 5,0 L di X pesano come 2,5 L di O_2 , allora X pesa la metà di O_2 cioè 16 g/mol.

(Risposta B)

33. La reazione di equilibrio:



ha una costante $K_c = 0,877$ (espressa in concentrazioni molari). Determinare per quale valore della concentrazione molare di B, all'equilibrio, si ha $[\text{C}] = [\text{A}]$.

- A) 1,07 M B) 1,55 M C) 1,14 M D) 2,13 M

33. Soluzione

$K_c = [\text{C}]/[\text{A}][\text{B}]$ Se $[\text{C}] = [\text{A}]$ allora: $K_c = 1/[\text{B}]$ $[\text{B}] = 1/K_c = 1/0,877 = 1,14$ M.

(Risposta C)

34. Analizzando la carne di una trota di fiume si è trovato che conteneva Hg alla concentrazione di 7,40 µg/kg. Mangiando 0,310 kg di pesce 2 volte la settimana, in quante settimane un individuo ingerisce 1 mg di Hg?

- A) 218 B) 325 C) 421 D) 186

34. Soluzione

7,4 µg sono $7,4 \cdot 10^{-3}$ mg. In una settimana la quantità di pesce ingerito è: $0,310 \cdot 2 = 0,620$ kg/settimana

In una settimana si ingeriscono: $7,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,62 = 4,59 \cdot 10^{-3}$ mg di Hg.

Per ingerire 1 mg di Hg sono necessarie: $1/4,59 \cdot 10^{-3} = 218$ settimane. (Risposta A)

35. Calcolare quanti kg di N₂ sono contenuti in 5,30 m³ di aria misurati a 304 K e alla pressione di $1,01 \cdot 10^5$ Pa (composizione dell'aria (V/V): 21% O₂ e 79% N₂)

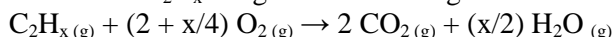
- A) 5,32 kg
B) 3,99 kg
C) 6,51 kg
D) 4,69 kg

35. Soluzione

Le moli complessive in 5,3 m³ di aria sono: $n = PV/RT = (1 \cdot 5300)/(0,0821 \cdot 304) = 212,4$ mol.

Le moli di N₂ sono il 79%: $212,4 \cdot 0,79 = 167,8$ mol. La massa di N₂ è: $167,8 \cdot 28 = 4,70$ kg. (Risposta D)

36. 3,0 moli di un idrocarburo di formula C₂H_x reagiscono con ossigeno secondo la reazione:



Sapendo che si producono 6,0 moli di acqua, determinare la formula dell'idrocarburo.

- A) C₂H₈ B) C₂H₆ C) C₂H₄ D) C₂H₂

36. Soluzione

Per ogni mole di idrocarburo C₂H_x si formano $6,0/3,0 = 2$ moli di acqua. Quindi: $x/2 = 2$ da cui si ottiene $x = 4$.

L'idrocarburo è C₂H₄ (etilene). (Risposta C)

37. Il metano brucia secondo la reazione (da bilanciare): $CH_{4(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

Se si bruciano 2,5 L di CH₄ misurati alla temperatura di 308 K e alla pressione di $1,01 \cdot 10^5$ Pa, quali sono i volumi di O₂ consumato e di CO₂ formata, misurati nelle stesse condizioni di temperatura e pressione?

- A) 5,0 L O₂, 2,5 L CO₂
B) 3,4 L O₂, 1,33 L CO₂
C) 6,1 L O₂, 4,0 L CO₂
D) 2,9 L O₂, 3,5 L CO₂

37. Soluzione

La reazione bilanciata è: $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$

L'O₂ consumato è il doppio del CH₄: $2,5 \cdot 2 = 5,0$ L. La CO₂ è uguale al CH₄: 2,5 L. (Risposta A)

38. Un minerale che contiene il 2,50% (m/m) di zolfo, brucia secondo la reazione: $S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$

Quanti grammi di aria sono necessari per la combustione di 1,00 kg di minerale?

(composizione dell'aria (v/v): 21,0% O₂, 79,0% N₂)

- A) 232,7 g B) 107,0 g C) 143,9 g D) 554,8 g

38. Soluzione

La massa di zolfo in 1 kg di minerale è $0,025 \cdot 1000 = 25$ g. Le moli di zolfo sono $25/32,06 = 0,7798$ mol.

Le moli di O₂ sono le stesse (0,7798 mol) quindi la massa di O₂ è: $0,7798 \cdot 32 = 24,95$ g

Le moli di N₂ sono $0,7798 \cdot (79/21) = 2,93$ mol. La massa di N₂ è: $2,93 \cdot 28 = 82,14$ g.

La massa di aria è quindi: $24,95 + 82,14 = 107,09$ g (107,1 g). (Risposta B)

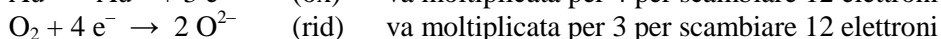
39. Determinare i grammi di oro che si "sciogliono" in 200 mL di una soluzione 0,15 M di KCN, secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 3,22 g B) 1,04 g C) 2,55 g D) 1,48 g

39. Soluzione

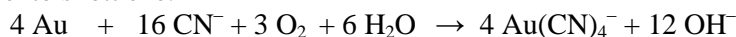
Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 4 e per 3 e poi sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



Moli (mol) 0,0075 0,03

MM (g/mol) 197

Massa (g) 1,48

In 200 mL 0,15 M le moli di KCN sono: $0,2 \cdot 0,15 = 0,03$ mol. Le moli di oro sono: $4/16 \cdot 0,03 = 0,0075$ mol

La massa di oro è: $0,0075 \cdot 197 = 1,48$ g. (Risposta D)

40. In 100 mL di una soluzione satura di ossigeno in acqua, sono contenuti 3,16 mL di O_2 , misurati alla temperatura di 298 K e alla pressione di $1,01 \cdot 10^5$ Pa. Determinare la solubilità di O_2 in mol/L

A) $2,07 \cdot 10^{-3}$ M B) $1,29 \cdot 10^{-3}$ M C) $1,01 \cdot 10^{-3}$ M D) $1,65 \cdot 10^{-3}$ M

40. Soluzione

Dalla legge dei gas si ricavano le moli di O_2 : $n = PV/RT = (1 \cdot 0,00316)/(0,0821 \cdot 298) = 1,29 \cdot 10^{-4}$ mol/100 mL

Le moli su litro sono 10 volte di più: $1,29 \cdot 10^{-3}$ mol/L. (Risposta B)

Qui continuano gli ultimi 20 quesiti della classe A

41. Una norma prevede che la concentrazione massima di metanolo nell'aria in un luogo di lavoro non possa superare le 250 ppm. Quali tra i seguenti valori, espressi in % (V/V), superano il limite normativo?

1) 0,0027%; 2) 0,0099%; 3) 0,0122%; 4) 0,0260%;

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

41. Soluzione

250 ppm significa 250 mL su un milione di mL. Per trasformare ppm in percentuale basta applicare la proporzione: $250 : 10^6 = x : 10^2$ si ottiene: $x = 250 (10^2/10^6) = 250/10^4 = 0,0250\%$ (Risposta D)

42. Essiccando per 24 ore a 180 °C, un campione di 1,54 g di $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ si allontana tutta l'acqua di idratazione e il peso del campione diventa 0,68 g. Calcolare il numero "n" di molecole di acqua di idratazione del sale.

A) 2 B) 4 C) 8 D) 10

42. Soluzione

La massa molare di Na_2SO_4 è: $2 \cdot 23 + 32 + 64 = 142$ g/mol. Le moli di Na_2SO_4 sono: $0,68/142 = 4,79$ mmol.

La massa di acqua nel campione è: $1,54 - 0,68 = 0,86$ g. Le moli di acqua sono: $0,86/18 = 47,8$ mmol.

Le moli di acqua, per ogni mole di Na_2SO_4 , sono: $47,8/4,79 = 10$. (Risposta D)

43. Immergendo in un cilindro graduato contenente metanolo, una scheggia di un solido impermeabile di 5,94 g, il livello del metanolo nel cilindro si innalza. Per riportare il metanolo al livello iniziale è necessario prelevare dal cilindro 4,08 g di metanolo. Calcolare la densità del solido. (densità metanolo = 0,792 g/mL).

A) 1,01 g/mL B) 1,15 g/mL C) 1,22 g/mL D) 1,35 g/mL

43. Soluzione

Il volume di metanolo eliminato è: $v = m/d = 4,08/0,792 = 5,15$ mL e corrisponde al volume del solido.

La densità del solido è: $d = m/v = 5,94/5,15 = 1,15$ g/mL. (Risposta B)

44. Qual è il volume di un recipiente che contiene 0,30 kg di etano a 40 °C alla pressione di $1,0 \cdot 10^7$ Pa?

A) $1,4 \text{ m}^3$ B) $2,6 \text{ m}^3$ C) $5,2 \text{ m}^3$ D) $2,6 \text{ dm}^3$

44. Soluzione

L'etano in queste condizioni è un gas che supponiamo ideale. La massa molare di CH_3CH_3 è: $24 + 6 = 30$ g/mol.

Le moli sono: $n = 300/30 = 10$ mol. $T = 40 + 273 = 313$ K. $P = 1,0 \cdot 10^7/1,013 \cdot 10^5 = 98,7$ atm.

Dalla legge dei gas si ottiene il volume: $V = nRT/P = 10 \cdot 0,0821 \cdot 313/98,7 = 2,6$ L. (Risposta D)

45. Sono funzioni di stato:

- A) l'energia interna, il lavoro ed il calore
- B) il lavoro ed il calore, ma non l'energia interna
- C) l'energia interna ed il calore, ma non il lavoro
- D) l'energia interna, ma non il calore ed il lavoro

45. Soluzione

Per il primo principio: $\Delta U = Q - W$ L'energia interna U è una funzione di stato, quindi il calore assorbito Q e il lavoro fatto W , separatamente, non sono funzioni di stato. (Risposta D)

46. Aumentando la temperatura di una soluzione, quale delle seguenti grandezze non cambia?

- A) molarità
- B) molalità
- C) densità
- D) nessuna delle risposte precedenti

46. Soluzione

Aumentando la temperatura, aumenta il volume della soluzione quindi cambia la molarità (n/V) e la densità (m/V), ma non cambia la massa quindi la molalità ($n/\text{massa solvente}$) resta costante. (Risposta B)

47. I motori di alcuni razzi funzionano tramite la combustione completa del butano (C_4H_{10}) con ossigeno liquido. Quanti kg di ossigeno devono essere iniettati per ogni kg di butano che brucia?

- A) 3,58 kg
- B) 7,16 kg
- C) 5,35 kg
- D) 1,78 kg

47. Soluzione

La reazione è:	$C_4H_{10} + \frac{13}{2} O_2 \rightarrow 4 CO_2 + 5 H_2O$
Moli (mol)	17,24 112
MM (g/mol)	58 32
Massa (g)	1000 3586

La massa molare di C_4H_{10} è: $4 \cdot 12 + 10 = 58$ g/mol. Le moli in 1000 g di butano sono: $1000/58 = 17,24$ mol
 Le moli di O_2 sono: $17,24 \cdot \frac{13}{2} = 112$ mol. La massa di O_2 è: $112 \cdot 32 = 3586$ g (3,59 kg). (Risposta A)

48. L'energia di prima ionizzazione di un atomo è:

- A) l'energia minima richiesta per allontanare a distanza infinita l'elettrone più esterno da un atomo isolato
- B) l'energia liberata quando uno ione carico negativamente perde un elettrone
- C) l'energia liberata dalla reazione tra un elettrone e uno ione positivo allo stato gassoso
- D) l'energia minima richiesta per allontanare a distanza infinita un generico elettrone dall'atomo isolato

48. Soluzione

L'energia di prima ionizzazione è l'energia minima richiesta per allontanare a distanza infinita l'elettrone più esterno di un atomo isolato: $Na_{(g)} + E.I. \rightarrow Na^+_{(g)} + e^-$. (Risposta A)

49. Indicare il prodotto gassoso che si libera quando si introduce Zn metallico in una soluzione acquosa concentrata di HCl.

- A) Cl_2
- B) H_2
- C) O_2
- D) $ZnCl_2$

49. Soluzione

Avviene la reazione: $Zn + 2 H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$. Si libera idrogeno gassoso H_2 . (Risposta B)

50. Il composto Na_2O_2 è:

- A) perossido
- B) ossido
- C) superossido
- D) idrossido

50. Soluzione

Na_2O_2 ($Na-O-O-Na$) è un perossido dato che contiene il gruppo perossidico $O-O$. (Risposta A)

51. Secondo il modello atomico di Thomson un atomo è costituito da:

- A) un nucleo positivo e particelle cariche negative che vi ruotano intorno secondo orbite ben definite
- B) una massa carica negativamente all'interno della quale sono distribuite in maniera uniforme particelle cariche positivamente
- C) una massa carica positivamente all'interno della quale sono distribuite in maniera uniforme particelle cariche negativamente
- D) una massa neutra all'interno della quale sono distribuite in maniera uniforme particelle cariche negativamente

51. Soluzione

Il modello atomico di Thomson descrive l'atomo come una nuvola diffusa di carica positiva all'interno della quale gli elettroni orbitano in modo ordinato. Questo modello è stato poi superato da quello di Rutherford che concentra la carica positiva in uno spazio piccolissimo al centro dell'atomo, il nucleo. (Risposta C)

52. Quando una reazione ha raggiunto l'equilibrio:

- A) le moli di prodotto sono uguali alle moli di reagente
- B) la massa di prodotto è uguale alla massa di reagente
- C) le quantità chimiche di reagente e prodotto non cambiano se cambia la pressione o la temperatura
- D) nessuna delle risposte precedenti

52. Soluzione

Quando una reazione ha raggiunto l'equilibrio, le quantità chimiche di reagenti e prodotti restano costanti se non cambiano le condizioni come pressione e temperatura. La costante di equilibrio, a parte casi particolari, varia con la temperatura. (Risposta D)

53. Quale delle seguenti specie presenta l'atomo con il numero di ossidazione più alto?

- A) MnO_4^-
- B) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- C) IrCl_6^{2-}
- D) OsO_4

53. Soluzione

In MnO_4^- vi è Mn^{7+} ; in $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ vi è Cr^{6+} ; in IrCl_6^{2-} vi è Ir^{4+} ; in OsO_4 vi è Os^{8+} . (Risposta D)

54. In un solido metallico:

- A) elettroni e ioni metallici sono liberi di muoversi nel reticolo
- B) le molecole occupano posizioni definite nel reticolo e sono legate da forze di Van der Waals
- C) gli ioni metallici occupano posizioni definite mentre gli elettroni sono liberi di muoversi all'interno del reticolo
- D) gli ioni metallici possono muoversi liberamente nel reticolo mentre gli elettroni occupano posizioni definite

54. Soluzione

In un solido metallico gli ioni positivi del metallo occupano posizioni definite mentre gli elettroni di valenza sono liberi di muoversi all'interno del reticolo e possono condurre la corrente elettrica. (Risposta C)

55. Indicare in quale delle seguenti sostanze il legame è dovuto principalmente a forze elettrostatiche:

- A) sodio
- B) cloruro di sodio
- C) acido cloridrico
- D) diamante

55. Soluzione

L'attrazione elettrostatica si realizza tra cariche negative e positive. Il nucleo trattiene a sé gli elettroni grazie all'attrazione elettrostatica. Tutti i legami tra atomi, ionici, covalenti o di van der Waals, sono generati dall'attrazione elettrostatica.

Il legame covalente genera un'attrazione elettrostatica solo quando gli orbitali si sovrappongono in modo opportuno e produce precisi angoli di legame.

Il legame ionico, invece, non è mediato dagli orbitali ed è una semplice attrazione elettrostatica tra ioni di carica opposta. Se è questo che intende la domanda, la sostanza ionica tra quelle proposte è il sale NaCl formato da ioni Na^+ e Cl^- . (Risposta B)

56. Quante moli di Fe_2O_3 si possono ottenere se si hanno a disposizione dieci moli di Fe?

- A) 20 B) 5 C) 30 D) 15

56. Soluzione

Servono due moli di ferro per produrre una mole di Fe_2O_3 , quindi si producono: $10/2 = 5$ mol. (Risposta B)

57. Quale delle seguenti è la configurazione elettronica di un gas nobile:

- A) $1s^2 2s^1$
 B) $1s^2 2s^2 2p^5$
 C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$
 D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

57. Soluzione

I gas nobili hanno riempito l'orbitale 1s (He: $1s^2$) o gli orbitali ns e np ($ns^2 np^6$), cioè hanno l'ottetto elettronico. In questo caso, $4s^2 4p^6$ (Kr). (Risposta C)

58. A 20,0 mL di una soluzione 0,03 M di Cd^{2+} vengono aggiunti 98,4 mg di $\text{Na}_3\text{PO}_4(s)$. Quanti grammi di fosfato di cadmio precipitano?

- A) 0,306 g B) 0,102 g C) 0,204 g D) 0,125 g

58. Soluzione

La reazione è: $3 \text{Cd}^{2+} + 2 \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{Na}^+$

Moli (mmol)	0,6	(0,6)	0,2
MM (g/mol)	164		527,2
Massa (mg)	98,6		105

In 20 mL 0,03 M di Cd^{2+} le moli sono: $n = M V = 0,03 \cdot 20 = 0,6$ mmol.

La massa molare di Na_3PO_4 è: $3 \cdot 23 + 31 + 64 = 164$ g/mol. Le moli sono: $98,4/164 = 0,6$ mmol

Queste richiedono 0,9 mmol di Cd^{2+} per reagire, ma ce ne sono solo 0,6, quindi Cd^{2+} è il reagente limitante.

Le moli di $\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2$ che si formano sono $0,6/3 = 0,2$ mmol. La MM è: $3 \cdot 112,4 + 2(31 + 64) = 527,2$ g/mol

La massa di $\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2$ che precipita è $527,2 \cdot 0,2 = 105$ mg (0,105 g). (Risposta B)

59. L'anidride ftalica ($\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_3$) viene prodotta industrialmente dall'ossidazione controllata del naftalene (C_{10}H_8) secondo la reazione:



Se da 1,0 kg di naftalene si ottengono 808 g di anidride ftalica, qual è la resa percentuale della reazione?

- A) 80,8% B) 70,1% C) 100% D) 0,81%

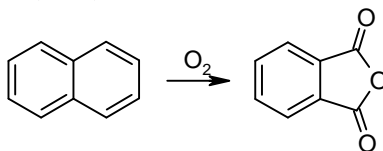
59. Soluzione

La massa molare del naftalene C_{10}H_8 è: $120 + 8 = 128$ g/mol. Le moli in 1,0 kg sono: $1000/128 = 7,81$ mol

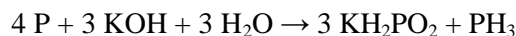
La massa molare dell'anidride ftalica $\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_3$ è: $8 \cdot 12 + 4 + 48 = 148$ g/mol.

Il rapporto in moli è 1:1, quindi la resa teorica di anidride ftalica sarebbe stata: $7,81 \cdot 148 = 1156$ g

La resa della reazione è $808/1156 = 69,9\%$ (70%). (Risposta B)



60. Quando avviene la reazione spontanea:



- A) il fosforo si è ridotto
 B) il fosforo si è ossidato
 C) il fosforo non si è né ossidato né ridotto
 D) il fosforo si è ossidato e ridotto

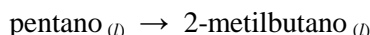
60. Soluzione

In KH_2PO_2 lo stato di ossidazione del fosforo è P^+ ; in PH_3 lo stato di ossidazione del fosforo è P^{3-} .

Il fosforo in parte si è ossidato ($\text{P} \rightarrow \text{P}^+$) e in parte si è ridotto ($\text{P} \rightarrow \text{P}^{3-}$). (Risposta D)

Qui riprendono gli ultimi 20 quesiti della classe B

41. In un reattore chiuso di 5,00 L sono contenute 1,40 mol di pentano e 3,50 mol di 2-metilbutano in equilibrio a 310 K secondo la reazione



Se in questo sistema si aggiungono 1,00 moli di pentano, quale sarà la concentrazione di pentano nella nuova condizione di equilibrio?

- A) 0,15 M B) 0,88 M C) 0,34 M D) 0,79 M

41. Soluzione

Le moli iniziali in un litro sono: pentano ($1,4/5 = 0,28$ mol/L); m-butano ($3,5/5 = 0,7$ mol/L);

L'aggiunta di pentano è di $1/5 = 0,2$ mol/L. La nuova concentrazione di pentano è: $0,28 + 0,2 = 0,48$ mol/L

La reazione è: pen \rightarrow mbu

Moli iniziali 0,48 0,7

Moli finali 0,48-x 0,7+x

La K di equilibrio della reazione è: $K = [\text{mbu}]/[\text{pen}] = 0,7/0,28 = 2,5$.

Dopo l'aggiunta si può scrivere: $[\text{mbu}] = K [\text{pen}]$ $0,7 + x = 2,5 (0,48 - x)$ $0,7 + x = 1,2 - 2,5x$

$3,5x = 0,5$ $x = 0,5/3,5 = 0,143$ mol/L.

La concentrazione finale di pentano è: $0,48 - x = 0,48 - 0,143 = 0,337$ M (0,34 M) (Risposta C)

42. Il grado di dissociazione di un acido debole HA in una sua soluzione è 20%. Di quante volte bisogna aumentare il volume di tale soluzione, diluendo con H₂O, perchè il grado di dissociazione diventi 50%?

- A) 2 volte
B) 4 volte
C) 10 volte
D) 3,5 volte

42. Soluzione

La reazione di dissociazione è: HA \rightarrow H⁺ + A⁻ $K = [\text{H}^+][\text{A}^-]/[\text{HA}]$

Moli iniziali C 0 0

Moli finali C(1- α) C α C α $K = C\alpha^2/(1-\alpha)$

Dato che K è costante, vale: $C_1\alpha_1^2/(1-\alpha_1) = C_2\alpha_2^2/(1-\alpha_2)$ $C_1 \cdot 0,2^2/(1-0,2) = C_2 \cdot 0,5^2/(1-0,5)$

$0,04 C_1/0,8 = 0,25 C_2/0,5$ $0,05 C_1 = 0,5 C_2$ $C_1 = 10 C_2$ (Risposta C)

43. Un campione di minerale costituito da Au_(s) e da SiO_{2(s)} ha volume = 38,0 mL e densità = 9,80 g mL⁻¹. Calcolare la massa di Au_(s) nel campione, sapendo che la densità dell'oro è 19,32 g/mL e quella della silice è 2,20 g/mL.

- A) 330 g B) 318 g C) 341 g D) 326 g

43. Soluzione

Chiamando x la percentuale v/v di Au nel campione, si può scrivere:

$19,32 x + 2,20 (1-x) = 9,80$ $19,32 x - 2,20 x = 9,80 - 2,20$ $17,12 x = 7,6$ $x = 0,4439$

La massa di Au in 1 mL è: $x \cdot 19,32 = 0,4439 \cdot 19,32 = 8,576$ g/mL

La massa totale di Au è quindi: $38 \cdot 8,576 = 326$ g. (Risposta D)

44. Una bombola di 8,0 m³ contiene una miscela gassosa di He e N₂ alla pressione complessiva di $85,0 \cdot 10^5$ Pa misurati a 303 K. Calcolare la % v/v di He nella miscela, sapendo che nella bombola sono presenti 87,0 kg di N₂.

- A) 88,5%
B) 45,3%
C) 65,9%
D) 77,8%

44. Soluzione

Il volume della bombola è: $V = 8000$ L. La pressione è: $P = 85 \cdot 10^5/1,013 \cdot 10^5 = 83,91$ atm.

Dalla legge dei gas si ricavano le moli totali: $n = PV/RT = (83,91 \cdot 8000)/(0,0821 \cdot 303) = 26985$ mol.

Le moli di N₂ sono: $87000/28 = 3107$ mol. Le moli di He sono la differenza: $26985 - 3107 = 23878$ mol.

La % v/v di He è uguale alla % mol/mol: $23878/26985 = 88,5\%$. (Risposta A)

45. Una soluzione acquosa di 0,5 L, che contiene 2 moli di un acido debole HA e 1 mole di NaOH, ha pH 5,4. Calcolare la costante acida di HA.

- A) $7,3 \cdot 10^{-5}$
 B) $8,1 \cdot 10^{-7}$
 C) $4,0 \cdot 10^{-6}$
 D) $2,9 \cdot 10^{-4}$

45. Soluzione

Una mole di HA è trasformata nella sua base coniugata A^- reagendo con una mole di NaOH.

Nella soluzione rimangono una mole di HA e una mole di A^- che formano una soluzione tampone.

Il pH si calcola con la formula: $pH = pK_a - \log[HA]/[A^-]$ $pH = pK_a - \log(1/1)$ $pH = pK_a$

Quindi si ottiene: $pK_a = 5,4$ da cui si ricava $K_a = 10^{-5,4} = 4,0 \cdot 10^{-6}$. (Risposta C)

46. Per preparare una soluzione al 23,0% (m/m) di KF avendo a disposizione 90,0 g di una soluzione al 18,0% (m/m) dello stesso sale, quanti grammi di KF_(s) occorre aggiungere?

- A) 5,84 g
 B) 8,43 g
 C) 7,55 g
 D) 3,22 g

46. Soluzione

Chiamando x la massa di KF da aggiungere, si può scrivere: $KF_{attuale} + x = 23\%$ della nuova massa:

$(0,18 \cdot 90) + x = 0,23 (90 + x)$

Svolgendo i calcoli si ottiene: $16,2 + x = 20,7 + 0,23 x$ $0,77 x = 4,5$ $x = 5,84$ g. (Risposta A)

47. Un minerale contiene il 95,0% (m/m) di HgO. Se 40,0 g di tale minerale sono decomposti secondo la reazione da bilanciare: $HgO_{(s)} \rightarrow Hg_{(l)} + O_{2(g)}$ si ottengono 0,0714 moli di O₂.

Calcolare la resa % della reazione.

- A) 81,4 %
 B) 92,3 %
 C) 78,6 %
 D) 88,1 %

47. Soluzione

La reazione bilanciata è: $2 HgO \rightarrow 2 Hg + O_2$

Coefficienti	2	1
Moli (mol)	0,175	0,0877
MM (g/mol)	216,59	
Massa (g)	38	

La massa di HgO è: $0,95 \cdot 40,0 = 38$ g. La MM di HgO è: $200,59 + 16 = 216,59$ g/mol.

Le moli di HgO sono: $38/216,59 = 0,175$ mol. Le moli teoriche di O₂ sono la metà: $0,175/2 = 0,0877$ mol.

La resa % è: $0,0714/0,0877 = 81,4\%$. (Risposta A)

48. Introducendo 173 g di un composto non volatile in 2,00 kg di acqua si ottiene una soluzione ideale che ha una tensione di vapore pari a 3,09 kPa a 25 °C. Qual è la massa molare del composto? La tensione di vapore dell'acqua a 25 °C è 3,17 kPa.

- A) 40 g mol^{-1}
 B) 50 g mol^{-1}
 C) 60 g mol^{-1}
 D) 45 g mol^{-1}

48. Soluzione

In 1,00 kg di acqua si introducono: $173/2 = 86,5$ g del composto. La tensione di vapore è: $p_A = x_A P_A$ da cui si può ricavare la frazione molare dell'acqua: $x_A = p_A/P_A = 3,09/3,17 = 0,9748$. La frazione molare del composto è la differenza all'unità: $1 - 0,9748 = 0,0252$. Se chiamiamo x la massa molare del composto, le moli totali sono:

$(1000/18) + (86,5/x)$. Utilizzando questa espressione nel calcolo della frazione molare dell'acqua si ottiene:

$0,9748 = (1000/18)/[(1000/18) + (86,5/x)]$. Svolgendo i calcoli si trova: $25,2 x = 1517,8$

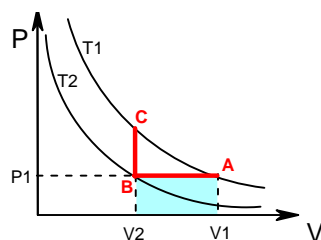
Da cui si ricava: $x = 60,2$ g/mol. (Risposta C)

49. (????) Riducendo il volume di un sistema gassoso ideale, mantenendo la pressione fissa a 101,3 kPa, il sistema cede 20 kJ all'ambiente. Di quanto deve diminuire il volume perchè la temperatura del sistema non cambi?

49. (Riscritto) Un gas ideale viene prima raffreddato alla pressione costante di 101,3 kPa, poi scaldato a volume costante fino a tornare alla temperatura di partenza. Se nel processo cede 20 kJ all'ambiente, calcolare di quanto è diminuito il suo volume.

- A) 1970 cm³
 B) 197 dm³
 C) 197 m³
 D) 19,7 dm³

49. Soluzione



Alla fine delle due trasformazioni (A→B, B→C) il sistema torna alla temperatura iniziale T₁, quindi la sua energia interna non è cambiata: $\Delta U = 0$.

Per il primo principio, vale: $\Delta U = Q - W = 0$

quindi: $W = Q$ (lavoro fatto) = (calore assorbito).

In questo caso, W e Q sono entrambi negativi:

(lavoro di compressione subito nel tratto A→B) = (calore complessivo ceduto)

$$W = P\Delta V = 1,013 \cdot 10^5 \Delta V \quad Q = -20 \text{ kJ}$$

$$W = Q \quad P\Delta V = Q \quad \Delta V = Q/P = -20000/1,013 \cdot 10^5 \quad \Delta V = -0,197 \text{ m}^3.$$

Il volume è diminuito di 197 dm³. (Risposta B)

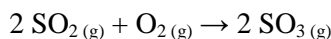
50. Si consideri la reazione in cui l'ozono spontaneamente forma ossigeno molecolare. Indicando con x la velocità con cui si consuma l'ozono, quale sarà la velocità con cui si forma l'ossigeno molecolare?

- A) 1/2 x B) x C) 2 x D) 3/2 x

50. Soluzione

La reazione è: $2 \text{O}_3 \rightarrow 3 \text{O}_2$ che si può scrivere $\text{O}_3 \rightarrow \frac{3}{2} \text{O}_2$ quindi $v(\text{O}_2) = \frac{3}{2} x$. (Risposta D)

51. Si consideri la reazione:



per la quale il ΔH° è negativo. Come è possibile spostare l'equilibrio verso la formazione dei prodotti?

- A) non si può influire sull'equilibrio termodinamico di una reazione
 B) aggiungendo SO₃
 C) diminuendo la temperatura e/o aumentando la pressione
 D) aggiungendo un catalizzatore

51. Soluzione

Per la legge dell'equilibrio mobile, una reazione all'equilibrio reagisce ad una perturbazione cercando di contrastarla.

La reazione del problema produce calore ($\Delta H^\circ < 0$) e abbassa la pressione (3 mol → 2 mol).

Per spingerla verso destra si può abbassare la temperatura (la reazione reagisce producendo più calore) o aumentare la pressione (la reazione reagisce diminuendo il numero di molecole). (Risposta C)

52. La costante cinetica per una data reazione del primo ordine è $5 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ a 10 °C, mentre a 20 °C il suo valore è $7,2 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. L'energia di attivazione della reazione vale:

- A) 25 kJ mol⁻¹ B) 250 kJ mol⁻¹ C) 2500 J mol⁻¹ D) 250 J mol⁻¹

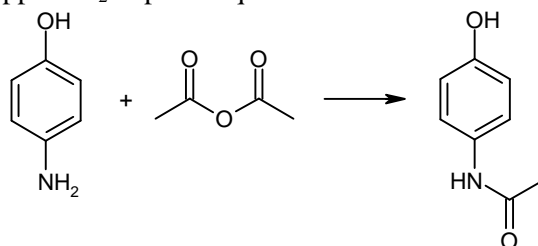
52. Soluzione

L'equazione di Arrhenius lega la k di velocità all'energia di attivazione E_a: $k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$ Il valore di A si ricava

dalle k di velocità a due diverse T: $A = k_1 e^{\frac{E_a}{RT_1}} = k_2 e^{\frac{E_a}{RT_2}}$ passando ai logaritmi: $\ln k_1 + \frac{E_a}{RT_1} = \ln k_2 + \frac{E_a}{RT_2}$

$$\frac{E_a}{T_1} - \frac{E_a}{T_2} = R \ln \frac{k_2}{k_1} \quad \frac{E_a}{283} - \frac{E_a}{293} = 8,31 \ln \frac{7,2}{5} \quad E_a \frac{293 - 283}{283 \cdot 293} = 3,03 \quad E_a = 25 \text{ kJ/mol.} \quad (\text{Risposta A})$$

53. Il paracetamolo viene preparato per reazione del p-aminofenolo con anidride acetica. Perché l'acetilazione avviene preferenzialmente sul gruppo NH_2 rispetto a quello OH ?



- A) per ragioni di ingombro sterico
 B) per la maggior elettrofilicità del gruppo amminico
 C) per la maggior nucleofilicità del gruppo amminico
 D) dipende dall'anidride scelta

53. Soluzione

L'azoto, essendo meno elettronegativo dell'ossigeno, è più nucleofilo. (Risposta C)
 Nel nostro corpo, la degradazione del paracetamolo consuma una quantità equivalente di glutatone, un'importante molecola antiossidante e anti radicali liberi. Un consumo giornaliero troppo alto (> 4 g) di paracetamolo può esaurire il glutatone ed espone il fegato a gravi rischi ossidativi che possono anche portare alla morte.

54. La basicità delle alchilammine aumenta, in fase gassosa, passando dalle ammine primarie alle terziarie: $\text{NH}_2\text{R} < \text{NHR}_2 < \text{NR}_3$, a causa dell'effetto elettron-donatore dei gruppi alchilici. In soluzione acquosa, invece, le ammine terziarie risultano essere meno basiche delle ammine primarie. Indicare la spiegazione più corretta:

- A) in soluzione si verifica un'inversione dell'effetto induttivo dei gruppi alchilici, che diventano elettron-attrattori
 B) in soluzione i tre gruppi alchilici legati all'atomo di azoto interferiscono con la solvatazione del catione trialkilammonio che, quindi, è meno stabilizzato
 C) in soluzione si osserva una modifica di ibridazione dell'atomo di azoto da sp^3 a sp^2
 D) in soluzione le ammine terziarie sono facilmente ossidabili, generando specie poco basiche

54. Soluzione

La basicità di una specie dipende da quanto è stabilizzato il catione che si forma quando la specie cattura H^+ . Nelle ammine dipende dalla stabilità, in acqua, dello ione ammonio. Le ammine terziarie, anche se con i loro 3 sostituenti stabilizzano, per effetto induttivo, la carica positiva dell'azoto, nello stesso tempo ostacolano la formazione del guscio di solvatazione di molecole d'acqua. (Risposta B)

55. Il primo metodo per l'arricchimento dell'uranio prevedeva l'utilizzo della diffusione di UF_6 gassoso. Utilizzando questa tecnica viene sfruttata la differenza di velocità tra gli isotopi, in particolare si riesce a separare l'isotopo ^{235}U dal più pesante ^{238}U . Qual è il rapporto tra la velocità del gas contenente ^{235}U e quella del gas contenente ^{238}U ?

- A) 1,004 B) 0,996 C) 1,025 D) 0,976

55. Soluzione

Le molecole gassose più leggere sono più veloci, quindi il rapporto v_{235}/v_{238} è maggiore di 1 (B e D errate). Molecole di gas alla stessa temperatura hanno la stessa energia cinetica ($E = \frac{1}{2}mv^2$) e quindi: $m_A v_A^2 = m_B v_B^2$. Le masse molari dei due gas sono: $^{235}\text{UF}_6$ ($235 + 6 \cdot 19 = 349$ g/mol); $^{238}\text{UF}_6$ ($238 + 6 \cdot 19 = 352$ g/mol); Dalla relazione $m_A v_A^2 = m_B v_B^2$ si ricava $v_A/v_B = (m_B/m_A)^{1/2} = (352/349)^{1/2} = 1,004$. (Risposta A)

56. L'effetto fotoelettrico è un fenomeno fisico che prevede l'espulsione di elettroni da una superficie, tendenzialmente metallica, in seguito a irraggiamento con onde elettromagnetiche. La spiegazione di questo fenomeno è storicamente importante dal momento che rappresenta la conferma:

- A) della natura ondulatoria dell'elettrone B) della natura quantistica dell'atomo
 C) della natura corpuscolare della radiazione D) della natura ondulatoria della radiazione

56. Soluzione

Rappresenta la conferma della natura corpuscolare della radiazione. Ogni unità di luce, chiamata fotone, possiede un'energia che può essere assorbita dagli atomi del metallo, ma l'interazione luce-elettrone avviene con un fotone per volta quasi fosse un proiettile isolato. Se il fotone non ha abbastanza energia ($E = h\nu$) cioè se la sua frequenza è troppo bassa, l'elettrone non la può assorbire e non viene strappato. Non conta l'intensità del fascio di luce, ma l'energia del singolo fotone. (Risposta C)

57. Quale dei seguenti metalli presenta una configurazione elettronica con l'orbitale d completo?

- A) Fe
- B) Cu
- C) Ni
- D) Co

57. Soluzione

L'orbitale d si completa, naturalmente, con Zn ($4s^2 3d^{10}$), ma è completo anche un passo prima con Cu ($4s^1 3d^{10}$). Secondo il normale riempimento degli orbitali il Cu dovrebbe essere ($4s^2 3d^9$), ma l'orbitale d completo è leggermente schermante e destabilizza l'orbitale $4s$, così il secondo elettrone $4s$ del Cu preferisce completare il $3d$ piuttosto che rimanere in $4s$. (Risposta B)

58. Un'onda elettromagnetica con lunghezza d'onda di 242 nm è in grado di dissociare l'ossigeno molecolare rompendo il legame covalente. Calcolare l'energia di dissociazione molare di O_2

($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s; $c = 3 \cdot 10^8$ m s $^{-1}$)

- A) 495 kJ mol $^{-1}$
- B) $8 \cdot 10^{-19}$ J
- C) $8 \cdot 10^{-19}$ J mol $^{-1}$
- D) 257 kJ mol $^{-1}$

58. Soluzione

La frequenza della radiazione è: $\nu = c/\lambda = 3 \cdot 10^8 / 242 \cdot 10^{-9} = 1,24 \cdot 10^{15}$ cicli/s

L'energia di un fotone della radiazione è: $E = h \nu = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 1,24 \cdot 10^{15} = 8,214 \cdot 10^{-19}$ J

L'energia necessaria per dissociare una mole (N molecole) è: $N \cdot E$

$N \cdot E = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 8,214 \cdot 10^{-19} = 495$ kJ/mol. (Risposta A)

59. Quante moli di $Ca(OH)_2$ bisogna aggiungere a 250,0 mL di una soluzione acquosa di HCl 0,010 M per ottenere una soluzione a pH = 3,0, se il volume della soluzione dopo l'aggiunta dell'idrossido non cambia?

- A) 1,13 mmol
- B) 2,25 mmol
- C) 0,23 mmol
- D) 4,50 mmol

59. Soluzione

Per avere pH 3,0 si deve avere $[HCl] = 10^{-3}$ M. La sua concentrazione iniziale è 0,01 M, deve diventare 0,001 M.

La differenza è $0,01 - 0,001 = 0,009$ mol/L. In 250 mL: $0,009/4 = 0,00225$ moli di HCl da eliminare.

Le moli necessarie di $Ca(OH)_2$ sono la metà: $0,00225/2 = 0,001125$ mol o 1,13 mmol. (Risposta A)

60. Quale delle seguenti sostanze ha il punto di ebollizione più elevato?

- A) F_2
- B) Cl_2
- C) Br_2
- D) I_2

60. Soluzione

Dato che le quattro sostanze sono simili (molecole biatomiche di alogeni), il punto di ebollizione maggiore spetta alla specie con massa maggiore: I_2 . La temperatura di ebollizione, infatti, è legata, a parità di legami intermolecolari, all'energia cinetica che le molecole devono acquistare per passare alla fase vapore e quindi alla loro massa. Ricordiamo che, a 25 °C, fluoro e cloro sono gassosi, il bromo è liquido, mentre lo iodio è solido. (Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato