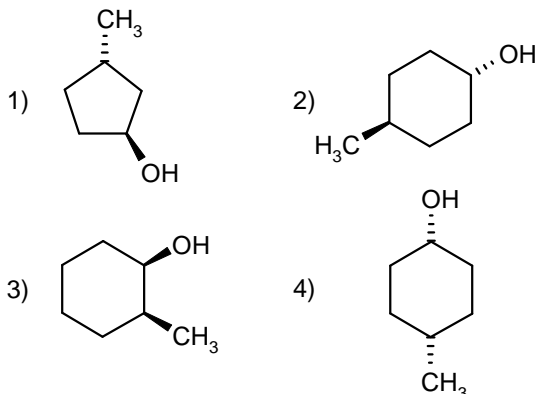


Giochi della Chimica 2017

Problemi risolti – Fase Regionale – Classe C

1. Indicare quali dei seguenti composti sono chirali e quali achirali:



- A) 1 e 2 sono chirali, 3 e 4 sono achirali
 B) 2 e 4 sono chirali, 1 e 3 sono achirali
 C) 1 e 3 sono chirali, 2 e 4 sono achirali
 D) 2 e 3 sono chirali, 1 e 4 sono achirali,

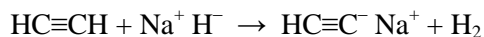
1. Soluzione

Tutte queste molecole hanno due diversi centri stereogenici, ma i composti 2 e 4 non sono chirali perché hanno un piano di simmetria nella molecola, mentre i composti 1 e 3 sono asimmetrici.

Quindi 1 e 3 sono chirali, 2 e 4 sono achirali.

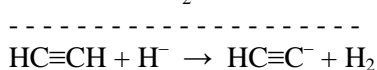
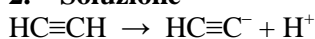
(Risposta C)

2. La reazione acido-base dell'acetilene ($pK_a = 25$) con idruro di sodio produce acetiluro di sodio e idrogeno ($pK_a = 35$). Sulla base di questi dati, calcolare la K_{eq} della reazione.



- A) 10^{-10}
 B) 10^{10}
 C) 10^{60}
 D) 10^{-20}

2. Soluzione



$$pK_1 = 25 \quad K_1 = 10^{-25}$$

$$pK_2 = -35 \quad K_2 = 10^{35}$$

sommando membro a membro si ottiene:

$$K = K_1 \cdot K_2 = 10^{-25} \cdot 10^{35} = 10^{10}$$

(Risposta B)

3. Grassi e oli sono trigliceridi, ossia triesteri del glicerolo con acidi grassi. Qual è la conseguenza della presenza di doppi legami cis, tipica degli oli?

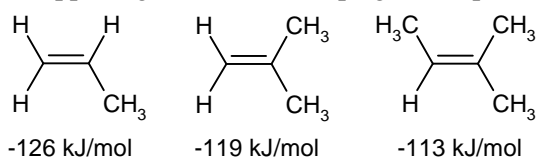
- A) impedisce l'impacchettamento delle catene degli acidi grassi, diminuendo la viscosità degli oli
 B) conferisce agli oli una maggiore stabilità ad alte temperature
 C) favorisce l'impacchettamento delle catene degli acidi grassi, aumentando la viscosità degli oli
 D) conferisce agli oli la tipica colorazione gialla

3. Soluzione

Le catene con doppi legami cis sono piegate in corrispondenza del doppio legame. Questa piegatura ostacola l'appaiamento delle catene idrocarburiche che quindi fanno legami di Van der Waals meno intensi. L'olio è più fluido a temperatura ambiente e ha temperature di congelamento minori.

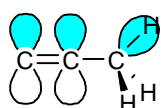
(Risposta A)

4. Osservando i calori di idrogenazione dei seguenti alcheni, si deduce che gli alcheni diventano più stabili all'aumentare della sostituzione sul doppio legame. Qual è la spiegazione più adeguata?



- A) i gruppi alchilici stabilizzano gli alcheni mediante effetti elettronici
 B) i gruppi alchilici stabilizzano gli alcheni aumentandone la simmetria
 C) i gruppi alchilici stabilizzano gli alcheni aumentandone il carattere di triplo legame
 D) i gruppi alchilici stabilizzano gli alcheni mediante effetti sterici

4. Soluzione



Il carbonio sp^3 , legato ai carboni sp^2 del doppio legame, oltre a donare elettroni per effetto induttivo, può donarli anche per effetto elettronico mediante una specie di risonanza (chiamata iperconiugazione) nella quale sovrappone l'orbitale sp^3 agli orbitali $2p$ pigreco dei carboni del doppio legame. Anche se la sovrapposizione è scarsa, ogni carbonio sostituito contribuisce a stabilizzare il doppio legame di circa 6 kJ/mol. (Risposta A)

5. Le ammine aromatiche sono basi nettamente più deboli di quelle alifatiche. Qual è la spiegazione più plausibile?

- A) l'anello aromatico esercita un effetto induttivo elettron-donatore sull'azoto
 B) il doppietto elettronico sull'azoto è più disponibile alla reazione con un acido a causa della stabilizzazione per risonanza dell'ammina aromatica
 C) il doppietto elettronico sull'azoto è meno disponibile alla reazione con un acido a causa della stabilizzazione per risonanza dell'ammina aromatica
 D) l'anello aromatico impedisce stericamente la reazione con un acido

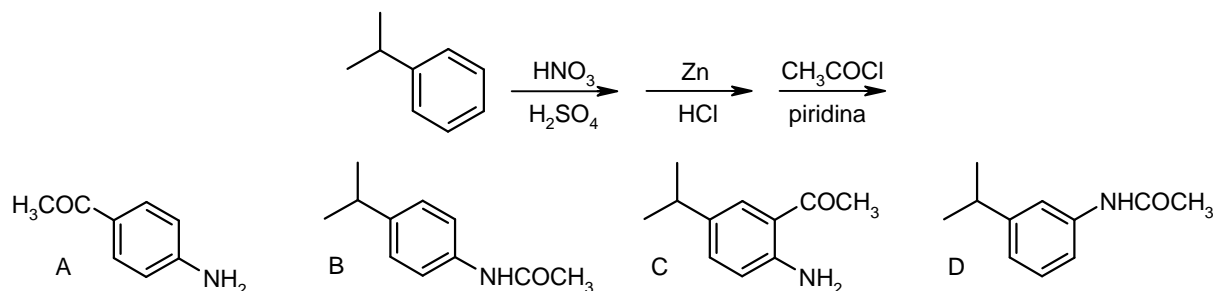
5. Soluzione



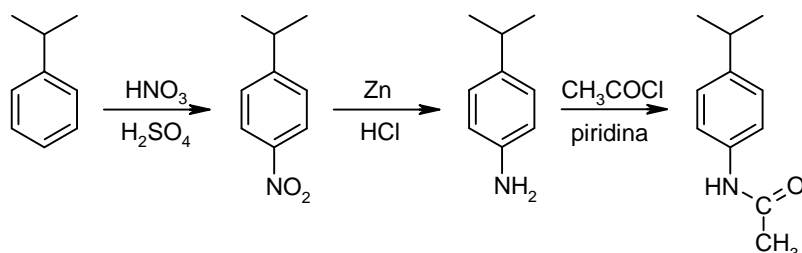
Dato che il doppietto elettronico di non legame dell'azoto può essere donato all'anello per risonanza, è meno disponibile per legarsi all' H^+ e formare lo ione ammonio. (Risposta C)

Lo ione ammonio, inoltre, è destabilizzato per effetto induttivo dalla maggiore elettronegatività del carbonio sp^2 rispetto ai carboni sp^3 delle ammine alifatiche.

6. Qual è il prodotto finale della seguente serie di reazioni?

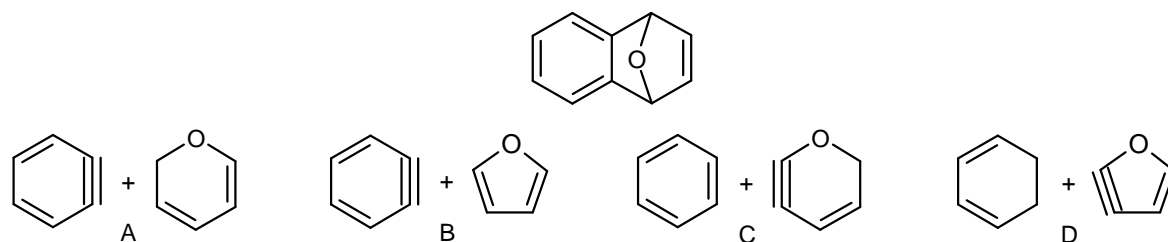


6. Soluzione

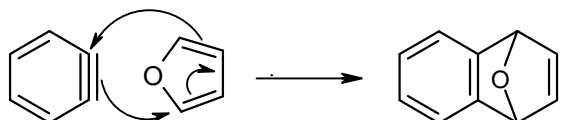


La nitratura è orientata solo in para a causa dell'ingombro sterico del gruppo isopropile. (Risposta B)

7. Individuare quale coppia di reagenti produrrà per riscaldamento il seguente addotto di Diels-Alder:



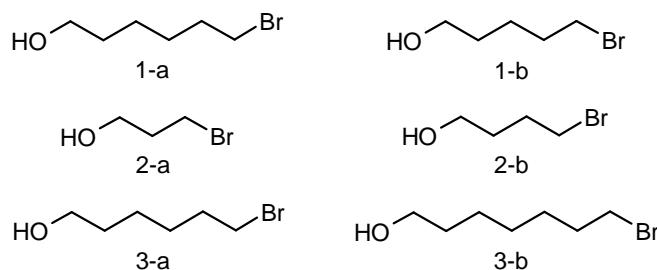
7. Soluzione



La coppia di molecole B potrebbe dare il prodotto cercato.

(Risposta B)

8. Le coppie di composti che seguono formano eteri ciclici per rimozione del protone alcolico in presenza di OH^- . Quale composto, in ciascuna coppia, formerà l'etere ciclico più rapidamente?



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

8. Soluzione

Ricordiamo che gli anelli a 5 e 6 termini sono i più stabili e quindi facili da formare. Inoltre, più distanti sono gli estremi, meno probabile è che si incontrino per reagire.

Nella prima coppia, la molecola 1-a forma un anello a 7 termini, 1-b a 6 termini: 1b è favorito.

Nella seconda coppia, la molecola 2-a forma un anello a 4 termini, 2-b a 5 termini: 2b è favorito.

Nella terza coppia, la molecola 3-a forma un anello a 7 termini, 3-b a 8 termini: 3a è favorito. (Risposta D)

9. Individuare l'affermazione ERRATA riguardo una reazione che può procedere secondo un percorso a controllo cinetico o a controllo termodinamico.

- A) il percorso a controllo cinetico prevede l'energia di attivazione più bassa
 B) il percorso a controllo termodinamico prevede la formazione del prodotto più stabile
 C) il percorso a controllo cinetico prevede l'energia di attivazione più alta
 D) i due percorsi sono caratterizzati da differente energia di attivazione

9. Soluzione

Il percorso a controllo cinetico è quello più veloce. A parità di temperatura e concentrazione, la velocità di reazione dipende dall'energia di attivazione. Con EA minore, molte più molecole ogni secondo hanno l'energia sufficiente per reagire. La risposta errata è la C. (Risposta C)

10. La solfonazione del benzene è l'unica sostituzione elettrofila aromatica (SEAr) reversibile. Quale può essere un suo utile impiego nella sintesi aromatica?

- A) come temporaneo gruppo attivante per successive reazioni di SEAr.
 B) per aumentare temporaneamente il punto di ebollizione del sistema aromatico.
 C) come gruppo protettore, mantenendo temporaneamente occupata una posizione dell'anello.
 D) per conferire temporaneamente proprietà acide al sistema aromatico.

10. Soluzione

Dato che la solfonazione è l'unica SEAr facilmente reversibile, spesso si usa per occupare la posizione para di un anello orto-para orientante per far entrare poi il gruppo di interesse, con un'altra SEAr, nella posizione orto rimasta libera. La desolfonazione finale fornisce un anello orto-disostituito con alte rese. (Risposta C)

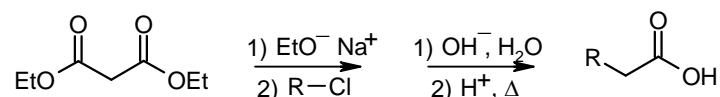
11. La reazione dell'ammoniaca con un cloruro acilico per la sintesi delle ammidi procede generalmente in presenza di una quantità doppia di NH_3 rispetto al cloruro. Perché?

- A) l'eccesso di ammoniaca fa aumentare il pH garantendo la stabilità dell'ammide formata
- B) l'eccesso di ammoniaca serve a controbilanciare l'acido cloridrico generato nel corso della reazione
- C) l'eccesso di ammoniaca serve per la cristallizzazione dell'ammide appena formata
- D) l'eccesso di ammoniaca fa diminuire il pH garantendo la stabilità dell'ammide formata

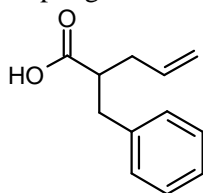
11. Soluzione

Durante la sintesi dell'ammide, dal cloruro acilico si libera HCl. Questo reagisce con l'ammoniaca trasformandola in cloruro d'ammonio non reattivo. Per questo serve un equivalente di ammoniaca per la sintesi dell'ammide e un secondo equivalente di ammoniaca per neutralizzare l'HCl formato. (Risposta B)

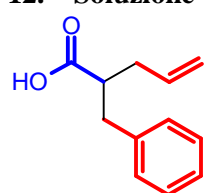
12. La sintesi malonica sfrutta l'alchilazione al carbonio in α e la decarbossilazione di un acido 1,3-dicarbossilico, ed è utilizzata per sintetizzare derivati dell'acido acetico come nello schema seguente.



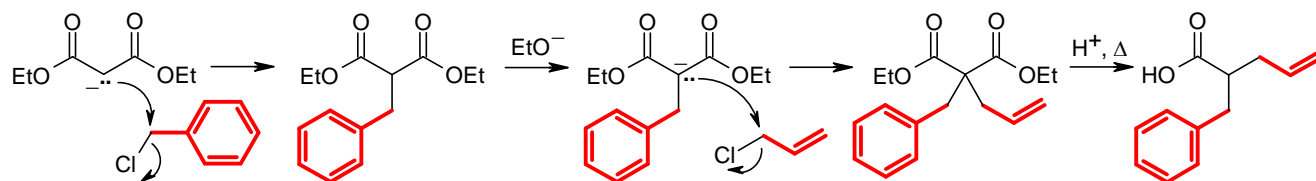
Individuare i due cloruri alchilici (R-Cl) necessari per generare il seguente composto:



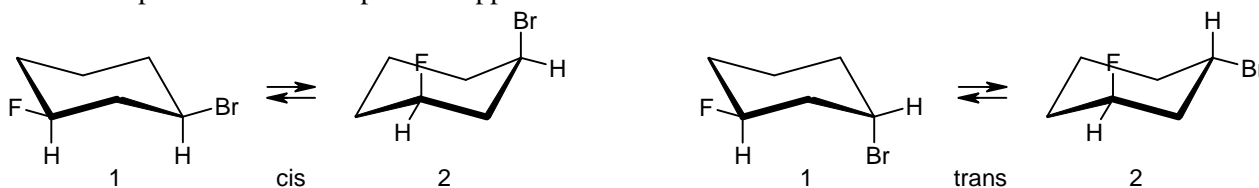
- A) clorobenzene e 1-cloro-1-propene
- B) cloruro di benzile e 3-cloropropene
- C) cloruro di benzile e 1-cloropropano
- D) clorobenzene e 3-cloropropene

12. Soluzione

Evidenziando in blu, nel composto finale, la molecola di acido acetico e in rosso i due gruppi R introdotti come cloruri alchilici, si vede che questi sono: cloruro di benzile e 3-cloropropene. (Risposta B)



13. Gli equilibri conformazionali per il cis e il trans 1-bromo-3-fluorocicloesano sono riportati sotto. Scegliere il conformero più stabile nelle rispettive coppie:



- A) sono più stabili l'1 cis e il 2 trans

- B) sono più stabili l'1 cis l'1 trans
 C) sono più stabili il 2 cis l'1 trans
 D) i conformeri nelle rispettive coppie hanno la stessa stabilità

13. Soluzione

I sostituenti del cicloesano in posizione assiale sono meno stabili a causa dell'ingombro sterico che provoca una certa tensione con gli atomi nelle altre posizioni assiali, ed è chiamata tensione 1,3-diassiale.

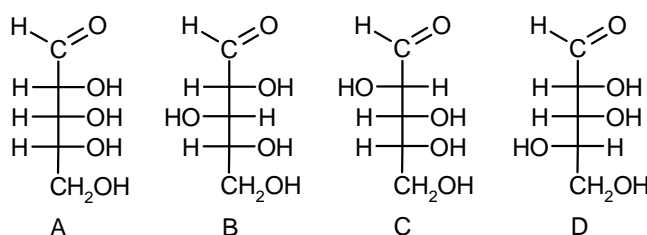
Nel conformero cis, la molecola più stabile si individua senza incertezze: è la molecola 1 con entrambi i sostituenti in posizione equatoriale.

Nel conformero trans, la molecola più stabile è meno facile da individuare. In entrambe le molecole uno dei due sostituenti è in posizione assiale. Nella molecola 1, però, la posizione assiale è occupata dal bromo, che essendo più voluminoso, provoca più tensione per ingombro sterico.

Le molecole più stabili sono quindi 1-cis e 2-trans.

(Risposta A)

14. Un D-aldopentoso viene ossidato con HNO_3 (aq) ad acido aldarico otticamente attivo. La degradazione di Wohl dell'aldopentoso genera un aldotetrosio che viene ossidato con HNO_3 (aq) ad acido aldarico otticamente attivo. Identifica il D-aldopentoso:

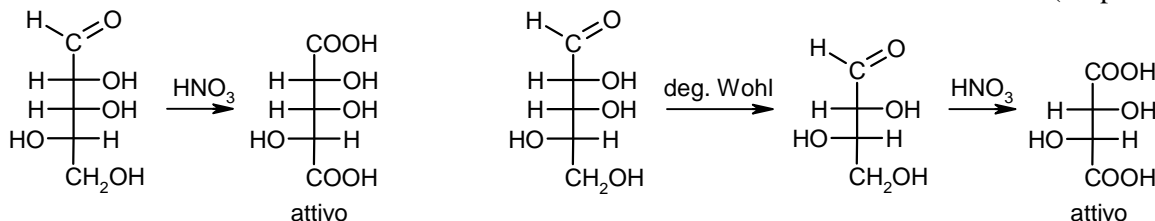


14. Soluzione

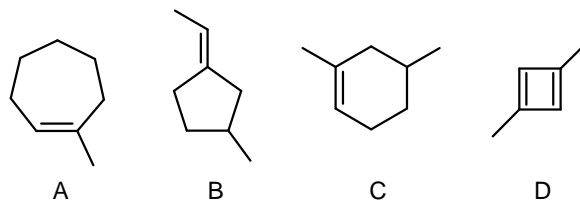
L'ossidazione con HNO_3 ossida il primo e l'ultimo dei carboni della catena ad acido carbossilico. Le molecole con un profilo simmetrico dei sostituenti OH nella catena (come le molecole A e B) diventano completamente simmetriche e sono prive di attività ottica. Le molecole C e D, invece, formano diacidi chirali.

La degradazione di Wohl elimina il carbonio 1 della catena, quindi il C2 diventa il nuovo carbonio aldeidico. Dato che l'ossidazione con HNO_3 della molecola accorciata forma un diacido otticamente attivo, questa deve provenire dalla molecola D che ha i due OH in basso asimmetrici.

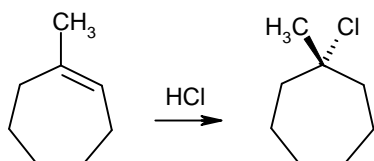
(Risposta D)



15. Un composto incognito si combina con un equivalente di H_2 in una reazione in presenza di Ni come catalizzatore, e in un'altra genera per addizione di HCl (aq) un composto achirale. Quale dei seguenti composti è quello incognito?



15. Soluzione



Solo i composti A, B e C hanno un solo doppio legame e consumano un equivalente di H_2 nella reazione di idrogenazione catalitica.

Solo il composto A, reagendo con HCl , forma una molecola che per simmetria è priva di attività ottica.

(Risposta A)

16. La pressione osmotica di una soluzione ottenuta sciogliendo 0,400 g di polistirene in 100 cm³ di benzene, alla temperatura di 25,0 °C è 1,50 kPa. Calcolare la massa molare media del polistirene.

- A) 6,6 g mol⁻¹
 B) 66 kg mol⁻¹
 C) 6,6 kg mol⁻¹
 D) 660 kg mol⁻¹

16. Soluzione

Con la pressione osmotica vale la legge dei gas $PV = nRT$ da cui si ricavano le moli $n = PV/RT$ dove $P = 1500/1,013 \cdot 10^5 = 1,48 \cdot 10^{-2}$ atm; $V = 0,1$ L $\approx 0,1$ kg. $n = (1,48 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1)/(0,0821 \cdot 298) = 6,05 \cdot 10^{-5}$ mol
 In 0,4 g vi sono $6,05 \cdot 10^{-5}$ moli. La massa molare è $MM = 0,4/6,05 \cdot 10^{-5} = 6612$ g/mol. (Risposta C)

17. Per una certa reazione il ΔH° è 350 kJ mentre il ΔS° è -160 J K⁻¹. Si può quindi affermare che, in condizioni standard, per questa reazione:

- A) il valore della costante di equilibrio sarà maggiore di 1
 B) il valore della costante di equilibrio sarà inferiore a 1
 C) la costante di equilibrio avrà valore negativo
 D) la costante di equilibrio sarà uguale a zero

17. Soluzione

Applicando la relazione $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ si ottiene $\Delta G^\circ = 350000 - 298 \cdot 160 = 302$ kJ
 Essendo $\Delta G^\circ > 0$, la reazione è sfavorita e quindi la K è minore di 1. (Risposta B)

18. A 500 °C il ciclopropano si trasforma in propene. La reazione è del primo ordine con costante cinetica pari a $6,8 \cdot 10^{-4}$ s⁻¹. Se la concentrazione iniziale di ciclopropano è 0,25 mol dm⁻³, quale sarà la sua concentrazione dopo 25 minuti?

- A) 0,05 mol dm⁻³
 B) 0,14 mol dm⁻³
 C) 0,09 mol dm⁻³
 D) 0,02 mol dm⁻³

18. Soluzione

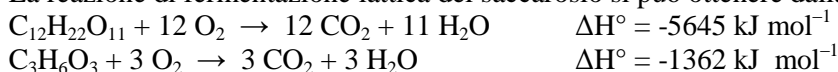
La legge cinetica del primo ordine è: $\ln(A_0/A) = kt$ $\ln(A_0/A) = 6,8 \cdot 10^{-4} \cdot 25 \cdot 60 = 1,02$ $A_0/A = 2,77$
 $A = A_0/2,77 = 0,25/2,77 = 0,09$ mol/L (Risposta C)

19. L'entalpia standard di combustione del saccarosio (C₁₂H₂₂O₁₁) è -5645 kJ mol⁻¹, mentre quella dell'acido lattico (C₃H₆O₃) è -1362 kJ mol⁻¹. Quale sarà l'entalpia della reazione d'idrolisi anaerobica del saccarosio che diventa acido lattico?

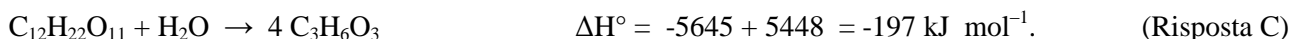
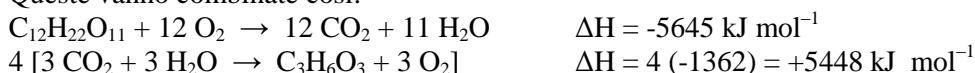
- A) -1559 kJ mol⁻¹
 B) -1559 kJ g⁻¹
 C) -197 kJ mol⁻¹
 D) 1559 kJ mol⁻¹

19. Soluzione

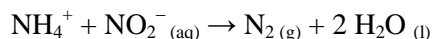
La reazione di fermentazione lattica del saccarosio si può ottenere dalla combinazione delle reazioni date.



Queste vanno combinate così:



20. Per la reazione



si eseguono a 25°C due misure di velocità iniziale v variando le concentrazioni iniziali [C].

Primo esperimento: $[\text{NH}_4^+] = 0,12 \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{NO}_2^-] = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ e $v = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$.

Secondo esperimento: $[\text{NH}_4^+] = 0,12 \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{NO}_2^-] = 0,15 \text{ mol dm}^{-3}$ e $v = 5,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$.

Se la reazione è del primo ordine rispetto a NH_4^+ , quale sarà l'ordine di reazione totale e il valore della costante cinetica k ?

- A) la reazione è del secondo ordine; $k = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 B) la reazione è del primo ordine; $k = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 C) la reazione è del primo ordine; $k = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 D) la reazione è del secondo ordine; $k = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

20. Soluzione

Nel secondo esperimento $[\text{NO}_2^-]$ aumenta di 1,5 volte e anche la velocità iniziale v aumenta di 1,5 volte, quindi la reazione è del primo ordine anche rispetto a NO_2^- . Essendo del primo ordine sia rispetto a NH_4^+ che a NO_2^- , la reazione è del secondo ordine complessivo: $v = k [\text{NH}_4^+] [\text{NO}_2^-]$ (risposte A o D).

Possiamo calcolare k : $k = v/[\text{NH}_4^+] [\text{NO}_2^-]$ $k = 3,6 \cdot 10^{-6}/0,12 \cdot 0,10 = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$. (Risposta A)

21. Se temperatura, pressione e numero di moli di ogni componente di un sistema non cambiano, un processo è spontaneo se:

- A) l'energia interna del sistema diminuisce
 B) l'entropia del sistema aumenta
 C) l'energia di Gibbs del sistema diminuisce
 D) l'energia interna dell'ambiente diminuisce

21. Soluzione

Un processo è spontaneo se $\Delta G < 0$ (o, il che è lo stesso, se l'entropia dell'universo aumenta). (Risposta C)

22. Una macchina termica lavora secondo un ciclo di Carnot. Assorbe il calore Q_x dal serbatoio termico a temperatura T_x , cede il calore Q_y al serbatoio termico a temperatura T_y producendo il lavoro W . Indicare quale dei seguenti insiemi di valori è compatibile con il funzionamento della macchina:

- A) $Q_x = 2500 \text{ J}$; $T_x = 304 \text{ °C}$; $Q_y = 1250 \text{ J}$; $T_y = 15 \text{ °C}$; $W = 1250 \text{ J}$
 B) $Q_x = 2500 \text{ J}$; $T_x = 15 \text{ °C}$; $Q_y = -1250 \text{ J}$; $T_y = 304 \text{ °C}$; $W = -1250 \text{ J}$
 C) $Q_x = 2500 \text{ J}$; $T_x = 304 \text{ °C}$; $Q_y = -1250 \text{ J}$; $T_y = 15 \text{ °C}$; $W = 2500 \text{ J}$
 D) $Q_x = 2500 \text{ J}$; $T_x = 304 \text{ °C}$; $Q_y = -1250 \text{ J}$; $T_y = 15 \text{ °C}$; $W = -1250 \text{ J}$

22. Soluzione

Problema privo di significato perché è incentrato solo sulla convenzione dei segni senza dire a quale convenzione si riferisce. (Risposta X)

Esistono due formulazioni del primo principio: quella classica $\Delta U = Q - W$ e quella egoistica: $\Delta U = Q + W$.

Nella prima, il lavoro W è positivo se è fatto dal sistema. (Risposta C)

Nella seconda W è positivo se è subito dal sistema. Questa convenzione è detta egoistica perché considera positivo tutto ciò che entra nel sistema e ne aumenta l'energia interna. (Risposta D)

Il problema, invece, pretende che una convenzione sia giusta e l'altra errata.

23. La densità di un campione di metano chiuso in un contenitore a 30 °C e alla pressione di 95 kPa è circa di:

- A) 600 g m^{-3}
 B) 400 g m^{-3}
 C) 200 g m^{-3}
 D) 100 g m^{-3}

23. Soluzione

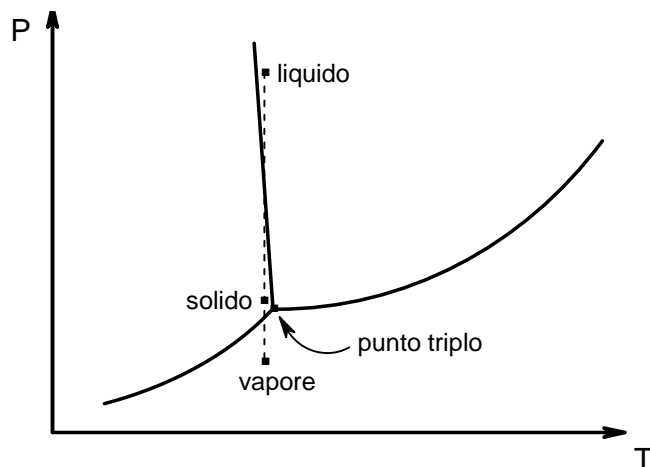
Dalla legge dei gas $PV = nRT$ si ottiene la concentrazione $n/V = P/RT$ dove $P = 95000/1,013 \cdot 10^5 = 0,938 \text{ atm}$ e $T = 30 + 273 = 303 \text{ K}$ $n/V = 0,938/(0,0821 \cdot 303) = 0,0377 \text{ mol/L}$ $MM_{\text{CH}_4} = 12 + 4 = 16 \text{ g/mol}$

La massa di metano in un litro è: $m = 16 \cdot 0,0377 = 0,603 \text{ g/L} = 603 \text{ g/m}^3$. (Risposta A)

24. A temperature di poco inferiori a quella del punto triplo, quale sequenza di transizioni si può osservare nel corso di una compressione isoterma dell'acqua?

- A) nell'ordine, da gas a solido e da solido a liquido
 B) nell'ordine, da gas a liquido e da liquido a solido
 C) da gas a liquido; non è possibile la transizione a solido
 D) da gas a solido; non è possibile la transizione a liquido

24. Soluzione



Aumentando la pressione ad una temperatura di poco inferiore a quella del punto triplo, si possono realizzare le due trasformazioni mostrate in figura: da vapore a solido e da solido a liquido. (Risposta A)

Questo è possibile perché la retta di equilibrio solido-liquido è leggermente inclinata a sinistra a causa del fatto che, nel passaggio di stato solido-liquido, la variazione di volume ΔV è negativa, cioè il ghiaccio ha un volume maggiore dell'acqua liquida.

Dalla relazione di Clapeyron:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H}{T \Delta V}$$

si vede che la pendenza della retta di equilibrio dP/dV ha lo stesso segno di ΔV (dato che ΔH è positivo: la fusione è endotermica).

25. Un corpo di ferro di massa 110 g, inizialmente a 95 °C, viene immerso in 0,400 kg di acqua a 22,0°C. Quale temperatura viene raggiunta all'equilibrio?

La capacità termica del ferro è 0,450 J K⁻¹ g⁻¹ e quella dell'acqua è 4,184 J K⁻¹ g⁻¹.

- A) 34 °C
 B) 24 °C
 C) 44 °C
 D) 54 °C

25. Soluzione

Il calore ceduto dal ferro (Q_f) è assorbito dall'acqua (Q_a) fino a quando si raggiunge l'equilibrio termico a x °C:

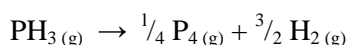
$$Q_f = Q_a. \text{ Sapendo che } Q = m c \Delta T \text{ si può scrivere } 110 \cdot 0,45 \cdot (95 - x) = 400 \cdot 4,184 \cdot (x - 22)$$

$$49,5 (95 - x) = 1673,6 (x - 22) \quad 4702,5 - 49,5 x = 1673,6 x - 36819,2 \quad 1723,1 x = 41521,7$$

La temperatura di equilibrio è quindi: x = 24,09 °C.

(Risposta B)

26. La decomposizione termica della fosfina, PH₃, secondo la reazione:



segue una cinetica del primo ordine e a 680 °C il tempo di dimezzamento è di 34 s. Calcolare il tempo richiesto per decomporre l'87,5% della fosfina.

- A) 96 s
 B) 56 s
 C) 84 s
 D) 102 s

26. Soluzione

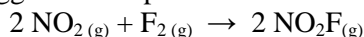
La fosfina rimasta è: 100 - 87,5 = 12,5% $A_o/A = 100/12,5 = 8$ servono tre dimezzamenti 1/2, 1/4, 1/8 che richiedono $3 \cdot t_{1/2} = 34 \cdot 3 = 102$ s. (Risposta D)

Per esercizio, applichiamo l'equazione cinetica del primo ordine: $\ln(A_o/A) = kt$ e quindi $k = \ln(A_o/A)/t$

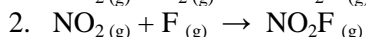
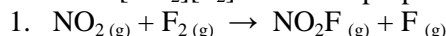
Dopo un tempo di dimezzamento, la concentrazione di A si è dimezzata quindi: $A_o/A = 2$ $k = \ln 2/t_{1/2}$

Possiamo scrivere $\ln 8/t = \ln 2/t_{1/2}$ $t = t_{1/2} \ln 8/\ln 2$ $t = 34 \cdot 3 = 102$ s.

27. Sperimentalmente si è trovato che la legge cinetica per la reazione:



è $v = k [\text{NO}_2][\text{F}_2]$. E' stato proposto, quindi, il seguente meccanismo di reazione:



Tale meccanismo è compatibile con la legge cinetica se:

- A) la reazione 1 è molto più lenta della 2
- B) in nessun caso
- C) le due reazioni hanno velocità comparabile
- D) la reazione 2 è molto più lenta della 1

27. Soluzione

La cinetica di una reazione è governata dallo stadio lento. In questo caso lo stadio lento è quello in cui vi è rottura di F_2 . La reazione tra F atomico e NO_2 è molto più veloce, quindi è ininfluente. (Risposta A)

28. La pressione osmotica di una soluzione acquosa, alla temperatura di 288,0 K, è 140,0 kPa. Sapendo che la costante crioscopica dell'acqua è $1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$, quale sarà l'abbassamento del punto di congelamento della soluzione?

- A) $0,8 \text{ }^\circ\text{C}$
- B) $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- C) $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$
- D) $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$

28. Soluzione

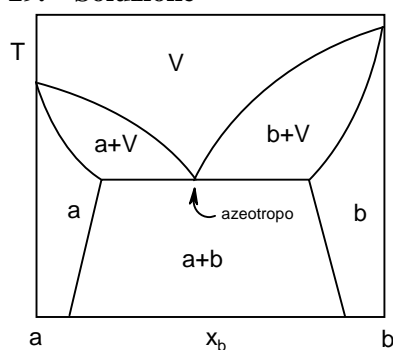
La pressione osmotica obbedisce alla legge dei gas $PV = nRT$ da cui si può ricavare $n/V = P/RT$ dove $P = 140000/1,013 \cdot 10^5 = 1,38 \text{ atm}$ quindi $n/V = 1,38/0,0821 \cdot 288 = 0,05845 \text{ mol/L}$. Considerando $M \approx m$ (molalità) si ha: $\Delta T = k m = 1,86 \cdot 0,05845 = 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

(Risposta C)

29. Due sostanze, A e B, presentano un'ampia lacuna di miscibilità in fase liquida. All'aumentare della temperatura, la loro miscela forma un azeotropo eterogeneo. Quindi:

- A) una fase liquida è in equilibrio con una fase vapore più ricca nel componente più volatile
- B) due fasi liquide sono in equilibrio con una fase vapore di composizione intermedia
- C) una fase liquida è in equilibrio con una fase vapore più ricca nel componente meno volatile
- D) due fasi liquide sono in equilibrio con una terza fase liquida di composizione intermedia

29. Soluzione



Nel punto dove si forma l'azeotropo (miscela che forma una fase vapore della stessa composizione), la fase liquida è composta dai due liquidi non miscibili, quindi vi sono due fasi liquide; queste sono in equilibrio con una fase vapore che ha una composizione uguale a quella della fase liquida. (Risposta B)

30. Un campione di glucosio, a pressione atmosferica, fonde a $149 \text{ }^\circ\text{C}$, con un ΔH di 182 J g^{-1} . Qual è il suo ΔS di fusione a questa temperatura?

- A) $-78 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- B) $78 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- C) $78 \text{ kcal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- D) $78 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$

30. Soluzione

$MM_{\text{glucosio}} = 180 \text{ g/mol}$; $\Delta H = 182 \cdot 180 = 32760 \text{ J mol}^{-1}$ Durante la fusione, il sistema è all'equilibrio:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 0 \quad T\Delta S = \Delta H \quad \Delta S = \Delta H/T \quad \Delta S = 32760/(273 + 149) = 78 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad (\text{Risposta B})$$

31. Calcolare la percentuale (m/v) di H_2O_2 in una sua soluzione commerciale a 15,0 volumi.

Si ricordi che da 1,00 L di soluzione di H_2O_2 a 1,00 volume si sviluppa 1,00 L di $\text{O}_{2(g)}$ misurato a 273 K e $1,01 \cdot 10^5$ Pa.

- A) 7,21%
 B) 4,56%
 C) 2,34%
 D) 6,98%

31. Soluzione

Da H_2O_2 a 15 volumi si sviluppano 15 L di O_2 quindi le moli sono $n = PV/RT = 1 \cdot 15 / (0,0821 \cdot 273) = 0,67$ mol
 Per ogni mole di O_2 servono 2 moli di H_2O_2 quindi $0,67 \cdot 2 = 1,34$ mol La sua massa molare è $32 + 2 = 34$ g/mol
 La massa su un litro è $34 \cdot 1,34 = 45,56$ g/L la massa su 100 mL è 4,56%. (Risposta B)

32. Una soluzione acquosa ha pH 8,0 ed è satura di acetato di un metallo, $\text{MAc}_{(s)}$. Determinare la solubilità del sale $\text{MAc}_{(s)}$ in acqua (si consideri solo la reazione dello ione Ac^- in acqua, trascurando tutti gli altri equilibri acido-base).

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

32. Soluzione

La reazione acido-base dell'acetato è: $\text{Ac}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HAc} + \text{OH}^-$ $K_b = K_w/K_a = 10^{-14}/1,8 \cdot 10^{-5} = 5,6 \cdot 10^{-10}$
 $K_b = [\text{HAc}][\text{OH}^-]/[\text{Ac}^-] = [\text{OH}^-]^2/C$ $\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 8 = 6$ $C = [\text{OH}^-]^2/K_b = (10^{-6})^2/5,6 \cdot 10^{-10}$
 $C = 1,79 \cdot 10^{-3}$ M. Dato che $\text{MAc} \rightarrow \text{M}^+ + \text{Ac}^-$ Solubilità = $[\text{Ac}^-] = 1,79 \cdot 10^{-3}$ M. (Risposta B)

33. Una soluzione di un acido debole HY ha pH = 4,90. Quante volte occorre diluire la soluzione per avere un pH = 5,25?

- A) 10 volte
 B) 12 volte
 C) 5 volte
 D) 8 volte

33. Soluzione

$\text{HY} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Y}^-$ $K_a = [\text{H}^+][\text{Y}^-]/[\text{HY}]$ $K_a = [\text{H}^+]^2/C$ $K_a = (10^{-4,9})^2/C$.

Nella seconda soluzione si ha: $K_a = (10^{-5,25})^2/C_1$.

Dato che K_a è la stessa si può scrivere: $(10^{-5,25})^2/C_1 = (10^{-4,9})^2/C$ da cui si ricava C:

$C = C_1 (10^{-4,9}/10^{-5,25})^2 = (10^{0,35})^2 C_1$ $C = 5 C_1$. Si deve diluire 5 volte. (Risposta C)

34. La combustione di un minerale, contenente il 15,0% (m/m) di azoto, produce $\text{NO}_{(g)}$. Quanti grammi di aria (O_2 21%, N_2 78%, Ar 1% v/v) sono necessari per la combustione di 0,10 kg di minerale?

- A) 82,5 g
 B) 73,8 g
 C) 49,5 g
 D) 39,5 g

34. Soluzione

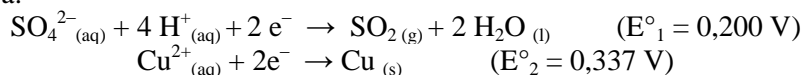
$2\text{N} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$ la massa di N nel minerale è: $0,15 \cdot 100 = 15$ g le moli di N sono $15/14 = 1,07$ mol

Queste consumano la metà di moli di O_2 $1,07/2 = 0,5357$ mol. Moli totali d'aria: $0,5357 \cdot 100/21 = 2,55$ mol

La massa media dell'aria è: $0,21 \cdot 32 + 0,78 \cdot 28 + 0,01 \cdot 40 = 28,96$ g/mol.

La massa dell'aria è $2,55 \cdot 28,96 = 73,87$ g. (Risposta B)

35. Calcolare la costante di equilibrio della reazione che si verifica aggiungendo polvere di $\text{Cu}_{(s)}$ a una soluzione di H_2SO_4 5 M, conoscendo i valori di E° per le reazioni che seguono e assumendo la pressione di $\text{SO}_2_{(g)}$ uguale a $1,01 \cdot 10^5$ Pa:



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

35. Soluzione

Dato che vale $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ e $\Delta G^\circ = -nF\Delta E^\circ$ calcoliamo intanto $\Delta E^\circ = 0,2 - 0,337 = -0,137 \text{ V}$
 $\Delta G^\circ = 2 \cdot 96485 \cdot 0,137 = 26437 \text{ J/mol}$ $\ln K = -\Delta G^\circ/RT = -26437/8,31 \cdot 298$ $\ln K = -0,67$
 $K = 2,31 \cdot 10^{-5}$. (Risposta D)

36. I risultati dell'analisi elementare di una sostanza, espressi come percentuali m/m sono:

C: 67,28%, H: 4,71%, N: 13,08%, O: 14,94%.

Indicare qual è la formula bruta del composto:

- A) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$
 B) $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$
 C) $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$
 D) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}$

36. Soluzione

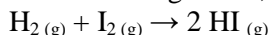
Le moli su 100 g sono: C ($67,28/12 = 5,6$); H ($4,71/1,008 = 4,67$); N ($13,08/14 = 0,934$); O ($14,94/16 = 0,934$).

Dividendo per il valore più piccolo si ha: C ($5,6/0,934 = 6$); H ($4,67/0,934 = 5$); N (1); O (1).

La molecola è quindi $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}$.

(Risposta D)

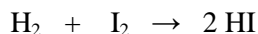
37. In un recipiente chiuso a 430°C , idrogeno e iodio reagiscono, secondo la reazione:



Mettendo a reagire quantità equimolari di idrogeno e iodio, all'equilibrio la pressione parziale di HI è il 78,65% della pressione totale. Calcolare la costante di equilibrio della reazione a 430°C .

- A) 5430
 B) 543
 C) 54,3
 D) 0,543

37. Soluzione



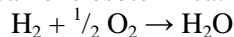
Moli iniziali n n 0

Moli finali n-x n-x 2x moli totali finali n-x + n-x + 2x = 2n

La pressione parziale di HI è proporzionale alle moli: $2x/2n = 0,7865$ da cui si ha: $x = 0,7865 n$

La K di equilibrio è $K = \text{HI}^2/\text{H}_2 \text{I}_2 = 4x^2/(n-x)^2 = 4(0,7865 n)^2/(1-0,7865 n)^2 = 54,3$. (Risposta C)

38. Un razzo con un motore che utilizza la reazione esotermica:



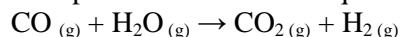
deve portare un vettore aerospaziale a una altezza di 350 km. In questo percorso si producono $1,80 \cdot 10^6$ kg di H_2O . Determinare il consumo medio di idrogeno per ogni chilometro percorso dal razzo:

- A) 571 kg
 B) 5710 kg
 C) 286 kg
 D) 2860 kg

38. Soluzione

Le moli di H_2O prodotte coincidono con quelle di H_2 consumate. La massa di H_2 è $(1,80 \cdot 10^6/18)2 = 0,2 \cdot 10^6$ kg
 Massa media di H_2 consumata per chilometro: $0,2 \cdot 10^6/350 = 571$ kg. (Risposta A)

39. In un recipiente cilindrico chiuso da un pistone si stabilisce l'equilibrio:



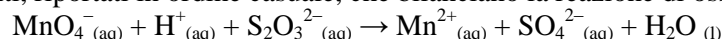
Cosa accade, all'equilibrio, se aumenta la pressione sul sistema?

- A) aumenta la massa dei prodotti
- B) aumenta la massa dei reagenti
- C) aumenta la costante di equilibrio della reazione
- D) nessuna delle tre

39. Soluzione

Dato che le moli restano costanti, la pressione non cambia durante la reazione, quindi la pressione non può spostare l'equilibrio. (Risposta D)

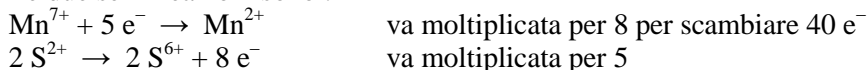
40. Indicare i coefficienti, riportati in ordine casuale, che bilanciano la reazione di ossidoriduzione:



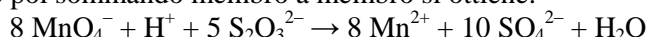
- A) 5, 5, 7, 7, 8, 10
- B) 10, 10, 5, 8, 8, 14
- C) 10, 5, 7, 8, 8, 14
- D) 2, 8, 7, 10, 10, 14

40. Soluzione

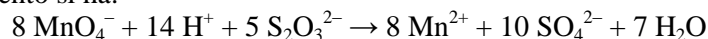
Le due semi reazioni sono :



Moltiplicando per 8 e per 5 e poi sommando membro a membro si ottiene:



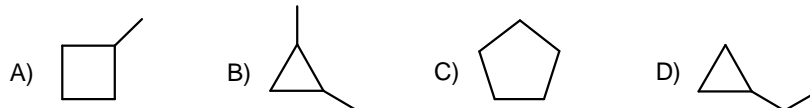
Completando il bilanciamento si ha:



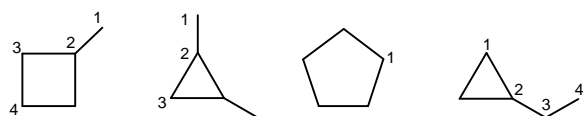
I coefficienti sono quindi: 5, 7, 8, 8, 10, 14.

(Risposta C)

41. Quale dei seguenti cicloalcani, con formula molecolare C_5H_{12} , forma un solo prodotto di monoclorurazione quando viene riscaldato in presenza di Cl_2 ?



41. Soluzione



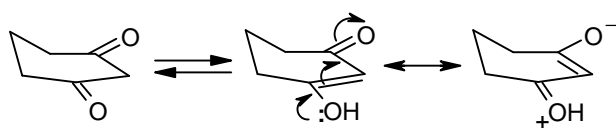
In figura sono indicati i punti dove si formano prodotti di monoclorurazione diversi.

Solo il composto C dà un solo prodotto di monoclorurazione, mentre gli altri ne danno 3 o 4. (Risposta C)

42. Le aldeidi e i chetoni con almeno un idrogeno sul carbonio α sono in equilibrio con le loro rispettive forme enoliche, e generalmente l'equilibrio è spostato verso la forma carbonilica. Perché nel caso dell' 1,3-cicloesandione, invece, l'equilibrio è spostato verso la forma enolica?

- A) la forma enolica è stabilizzata dalla coniugazione
- B) la forma enolica è stericamente meno impedita
- C) la forma enolica è stabilizzata da un legame a idrogeno intramolecolare
- D) la forma enolica ha una maggiore reattività

42. Soluzione



Il doppio legame dell'enolo è coniugato col carbonile e questa risonanza stabilizza la forma enolica rispetto quella che si forma quando vi è un solo chetone, come nel cicloesandione. (Risposta A)

43. La pressione osmotica del sangue è $7,75 \cdot 10^5$ Pa. Si vuole preparare 1,00 L di soluzione di glucosio ($C_6H_{12}O_6$) isotonica rispetto al sangue. Quanto glucosio bisogna utilizzare?

- A) 45,6 g
B) 54,1 g
C) 72,5 g
D) 66,2 g

43. Soluzione

La pressione osmotica obbedisce alla legge dei gas $PV = nRT$ le moli sono quindi $n = PV/RT$

Dove $P = 7,75 \cdot 10^5/1,013 \cdot 10^5 = 7,65$ atm $n = 7,65 \cdot 1/0,0821 \cdot 298 = 0,3127$ mol

Dato che la massa molare del glucosio è 180 g/mol, la massa da usare è: $0,3127 \cdot 180 = 56,3$ g. (Risposta B)

44. Un sistema adiabatico si espande da $1,0 \text{ m}^3$ a $1,3 \text{ m}^3$ contro una pressione esterna costante di $1,00 \cdot 10^4$ Pa. Qual è la variazione di energia interna?

- A) $\Delta U = -3,0$ kJ
B) $\Delta U = -30$ kJ
C) $\Delta U = 30$ kJ
D) $\Delta U = -40$ kJ

44. Soluzione

In un sistema adiabatico non vi è scambio di calore con l'ambiente ($Q = 0$). Per il primo principio vale

$\Delta U = Q - W$ ($Q = 0$) $\Delta U = -W$ (se il sistema compie lavoro, si abbassa la sua energia interna)

$\Delta U = -P\Delta V = -10^4 \cdot 0,3 = -3$ kJ. (Risposta A)

45. Si consideri la conversione dell'ozono in ossigeno molecolare. Se in determinate condizioni la velocità con cui si produce ossigeno è $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$, la velocità con cui si consuma ozono sarà:

- A) $9,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
B) $12,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
C) $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
D) $4,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

45. Soluzione

$2 \text{ O}_3 \rightarrow 3 \text{ O}_2$ La velocità con cui si consuma O_3 è $2/3$ di $6,0 \cdot 10^{-5} = 4 \cdot 10^{-5}$ M/s.

(Risposta D)

46. Si osserva sperimentalmente che la velocità della reazione $A \rightarrow$ Prodotti non cambia se varia la concentrazione di A. Qual è l'ordine di tale reazione? Quale andamento avrà la concentrazione di A al trascorrere del tempo?

- A) primo ordine; la concentrazione di A diminuisce linearmente
B) ordine zero; la concentrazione di A diminuisce linearmente
C) ordine zero; la concentrazione di A non cambia
D) primo ordine; il logaritmo della concentrazione di A diminuisce linearmente

46. Soluzione

Qui bisogna ricordare le leggi cinetiche delle reazioni di ordine 0, I, II.

Ordine zero: $v = k$ $A_0 - A = kt$ $t_{1/2} = A_0/2k$

Ordine I: $v = kA$ $\ln A_0/A = kt$ $t_{1/2} = (\ln 2)/k$

Ordine II: $v = kA^2$ $1/A - 1/A_0 = kt$ $t_{1/2} = 1/kA_0$

Se la velocità di reazione non dipende da A, la reazione è di ordine zero ($v = k$).

La concentrazione di A diminuisce linearmente ($A_0 - A = kt$).

(Risposta B)

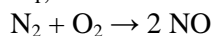
47. L'equilibrio di formazione dell'acqua: $2 \text{ H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$
si sposta a destra se la temperatura diminuisce. Si può quindi concludere che:

- A) la reazione ha un ΔH maggiore di zero
B) la reazione è endotermica
C) la reazione è esotermica
D) non si può trarre alcuna conclusione in assenza di dati aggiuntivi

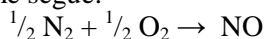
47. Soluzione

Per il principio dell'equilibrio mobile di Le Chatelier, una reazione all'equilibrio tende a contrastare ogni perturbazione del sistema. Se la reazione si sposta a destra quando la temperatura diminuisce, significa che spostandosi a destra produce più calore, quindi la reazione è esotermica. (Risposta C)

48. Alla temperatura di 300 K e alla pressione P_T , la costante di equilibrio per la reazione:



è K_p . Se, invece, la reazione viene scritta come segue:



la costante di equilibrio sarà:

- A) $(K_p)^{1/2}$
- B) K_p
- C) $(K_p)^2$
- D) $K_p \cdot P_T$

48. Soluzione

Nel primo caso (considerando solo il numeratore) $K_p = P_{\text{NO}}^2$. Nel secondo caso $K_{1p} = P_{\text{NO}}$

Quindi $K_{1p} = (K_p)^{1/2}$.

(Risposta A)

49. In quale soluzione vi è la concentrazione di ioni Ag^+ maggiore?

$K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$; $K_{ps}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1,7 \cdot 10^{-5}$; $K_{ps}(\text{AgCN}) = 1,2 \cdot 10^{-16}$.

- A) soluzione satura di AgCl
- B) soluzione satura di Ag_2SO_4
- C) soluzione 0,015 M di AgNO_3
- D) soluzione satura di AgCN

49. Soluzione

$\text{AgCl} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ $K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ $K_{ps} = [\text{Ag}^+]^2$ $[\text{Ag}^+] = (K_{ps})^{1/2} = (1,8 \cdot 10^{-10})^{1/2} = 1,34 \cdot 10^{-5}$

$\text{Ag}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $K_{ps} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{SO}_4^{2-}]$ $K_{ps} = [\text{Ag}^+]^3$ $[\text{Ag}^+] = (K_{ps})^{1/3} = (17 \cdot 10^{-6})^{1/3} = 2,6 \cdot 10^{-2}$

$\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$ $[\text{Ag}^+] = 1,5 \cdot 10^{-2}$.

Dato che $K_{ps}(\text{AgCN})$ è troppo piccola, la $[\text{Ag}^+]$ maggiore si ha con Ag_2SO_4 ($2,6 \cdot 10^{-2}$). (Risposta B)

50. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta sciogliendo in acqua 0,015 mol di HCl e 0,030 mol di NaNO_2 e portando il volume a 0,50 L.

- A) 2,2
- B) 3,3
- C) 4,3
- D) 4,9

50. Soluzione

La reazione tra HCl e NaNO_2 trasforma metà delle molecole di NaNO_2 in HNO_2 per cui alla fine abbiamo una soluzione tampone 1:1 $\text{NaNO}_2/\text{HNO}_2$. Il pH di una tale soluzione tampone è dato da $\text{pH} = \text{pKa}$. Infatti:

$\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$ $K_a = [\text{H}^+][\text{A}^-]/[\text{HA}]$ $[\text{H}^+] = K_a [\text{HA}]/[\text{A}^-]$ $\text{pH} = \text{pKa} - \log[\text{HA}]/[\text{A}^-]$. Se $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$

$\log[\text{HA}]/[\text{A}^-] = 0$ quindi $\text{pH} = \text{pKa}$. ($K_{a\text{HNO}_2} = 4,5 \cdot 10^{-4}$) $\text{pH} = \text{pKa} = 3,35$. (Risposta B)

51. Quanti grammi di acqua devono evaporare da 80,0 g di una soluzione al 37,0% (m/m) di KBr, per ottenere una soluzione al 55,0%?

- A) 34,3 g
- B) 12,8 g
- C) 11,7 g
- D) 26,2 g

51. Soluzione

Su 100 g di soluzione vi sono 37 g di KBr e quindi $100 - 37 = 63$ g di H_2O .

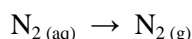
In 80 g di soluzione vi sono $37 \cdot 0,8 = 29,6$ g di KBr e $63 \cdot 0,8 = 50,4$ g di H_2O .

Perché KBr sia il 55% deve essere sciolto in $(29,6/55) \cdot 45 = 24,2$ g di H_2O .

Devono evaporare $50,4 - 24,2 = 26,2$ g di acqua.

(Risposta D)

52. Alla temperatura di 293 K, in 250 mL di soluzione acquosa sono sciolti 0,019 g di $N_{2(aq)}$ nelle condizioni in cui la pressione parziale di $N_{2(g)}$ sulla soluzione è $1,01 \cdot 10^5$ Pa. Calcolare la costante (in unità Pa/M) relativa all'equilibrio:



- A) $4,11 \cdot 10^6$ Pa/M
 B) $1,55 \cdot 10^5$ Pa/M
 C) $3,73 \cdot 10^7$ Pa/M
 D) $8,44 \cdot 10^7$ Pa/M

52. Soluzione

In un litro di soluzione sono sciolti $0,019 \cdot 4 = 0,076$ g di N_2 che corrispondono a $0,076/28 = 2,71 \cdot 10^{-3}$ mol
 La K di equilibrio della reazione è: $K = P_{N_2}/M_{N_2} = 1,01 \cdot 10^5/2,71 \cdot 10^{-3} = 3,73 \cdot 10^7$ Pa/M. (Risposta C)

53. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando: 100,0 mL di $NH_4Cl_{(aq)}$ 0,020 M con 20,0 mL di $HCl_{(aq)}$ 0,030 M e 50,0 mL di $NaOH_{(aq)}$ 0,052 M. Considerare i volumi additivi.

- A) 10,7
 B) 12,5
 C) 7,21
 D) 9,15

53. Soluzione

In 20 mL di HCl 0,03 M vi sono: $20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,03 = 0,6 \cdot 10^{-3}$ mol.

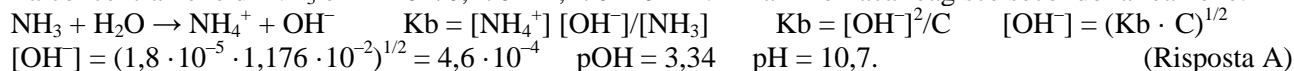
In 50 mL di NaOH 0,052 M vi sono: $50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,052 = 2,6 \cdot 10^{-3}$ mol.

NaOH viene in parte neutralizzato da HCl e ne restano: $(2,6 - 0,6) \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3}$ mol NaOH

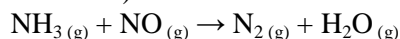
In 100 mL di NH_4Cl 0,02 M vi sono: $100 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 = 2 \cdot 10^{-3}$ mol.

Nel complesso NaOH reagisce completamente con NH_4Cl formando $2 \cdot 10^{-3}$ mol di NH_3 in 170 mL.

La concentrazione di NH_3 è $2 \cdot 10^{-3}/0,170 = 1,176 \cdot 10^{-2}$ M. L'ammoniaca reagisce secondo la reazione:



54. A 1000 K avviene la reazione (da bilanciare):

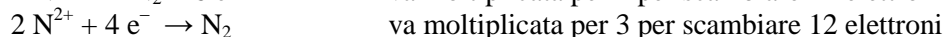


Quante moli di N_2 si ottengono se si mettono a reagire 15,3 mol di NO e 8,5 moli di NH_3 ?

- A) 12,1 mol
 B) 11,2 mol
 C) 13,1 mol
 D) 10,6 mol

54. Soluzione

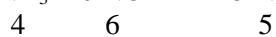
Le due semireazioni sono:



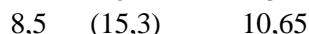
Moltiplicando per 2 e per 3 e poi sommando membro a membro si ottiene:



Coefficienti



Moli (mol)



Le moli di NO che reagiscono con 8,5 mol di NH_3 sono: $(8,5/4) \cdot 6 = 12,75$ mol. Le moli di NO sono in eccesso.

Le moli di N_2 che si formano da 8,5 mol di NH_3 sono: $(8,5/4) \cdot 5 = 10,65$ mol. (Risposta D)

55. Mettendo a reagire 2,00 mol di N_2 con una quantità stechiometrica di H_2 , ad alta temperatura, si forma NH_3 . Calcolare il numero di moli di tutte le specie presenti alla fine della trasformazione, se la reazione ha una resa del 75%.

- A) 1,0 mol N_2 ; 3,0 mol H_2 ; 2,0 mol NH_3
 B) 0,5 mol N_2 ; 1,5 mol H_2 ; 3,0 mol NH_3
 C) 0,7 mol N_2 ; 0,21 mol H_2 ; 1,75 mol NH_3
 D) 0,25 mol N_2 ; 0,50 mol H_2 ; 3,0 mol NH_3

55. Soluzione

La reazione che avviene è: $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$

Moli iniziali 2 6
Moli finali 0,5 1,5

Se la resa è 75%, le moli non reagite sono il 25%

Le moli finali di N_2 sono $0,25 \cdot 2 = 0,5$ mol. Le moli finali di H_2 sono $0,25 \cdot 6 = 1,5$ mol

Le moli finali di NH_3 sono $(2 - 0,5) \cdot 2 = 3$ mol.

(Risposta B)

56. Nella struttura di Lewis dello ione NO_3^- la carica formale sull'azoto è:

- A) 0
B) +1
C) +2
D) +3

56. Soluzione

Nello ione nitrato l'azoto fa quattro legami e quindi sta utilizzando anche il suo doppietto di non legame. Attorno all'azoto, invece dei normali 5 elettroni, ve ne sono solo 4.
L'azoto ha una carica formale positiva: +1.

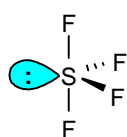
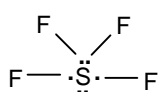
(Risposta B)

57. Indicare, in base della teoria VSEPR, quale delle due specie, SF_4 e NH_4^+ , ha una geometria a cavalletto:

- A) solo SF_4
B) solo NH_4^+
C) ambedue le specie
D) nessuna delle due specie

57. Soluzione

Sappiamo che NH_4^+ (come il metano CH_4) ha una struttura tetraedrica.



Analizziamo SF_4 . Lo zolfo (come l'ossigeno) ha 6 elettroni di valenza. Con 4 elettroni lega i 4 atomi di fluoro, restano due elettroni che formano una coppia di non legame. Le coppie da alloggiare attorno a S sono $4 + 1 = 5$ quindi sono disposte come una bipiramide trigonale. La coppia di non legame va posta su uno dei vertici della base (angoli più grandi: 120°). La molecola assume quindi

una geometria a cavalletto.

(Risposta A)

58. La reazione tra zinco e acido solforico produce solfato di zinco e idrogeno gassoso. Calcolare quanti grammi di solfato di zinco si producono se si formano 28,0 L di H_2 misurato a 273,15 K e 101,3 kPa.

- A) 202,0 g
B) 404,0 g
C) 606,0 g
D) 134,7 g

58. Soluzione

La reazione è: $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$

Dalla legge dei gas $PV = nRT$ possiamo ottenere le moli di H_2 : $n = PV/RT = 1 \cdot 28/0,0821 \cdot 273 = 1,25$ mol

Il rapporto in moli H_2/ZnSO_4 è 1:1, quindi si ottengono 1,25 moli di ZnSO_4

La massa molare di ZnSO_4 è $MM = 65,38 + 32,06 + 64 = 161,4$ g/mol

La massa di ZnSO_4 è $161,4 \cdot 1,25 = 202$ g.

(Risposta A)

59. 2,95 g di un miscuglio costituito unicamente da carbonato di calcio e carbonato di magnesio vengono completamente decomposti per riscaldamento. Dalla decomposizione si ottengono 750 mL di CO_2 misurati a 298 K e 101,3 kPa. Calcolare la composizione percentuale della miscela.

- A) $\text{CaCO}_3 = 74,58\%$; $\text{MgCO}_3 = 25,42\%$
B) $\text{CaCO}_3 = 62,64\%$; $\text{MgCO}_3 = 37,36\%$
C) $\text{CaCO}_3 = 30,51\%$; $\text{MgCO}_3 = 69,49\%$
D) $\text{CaCO}_3 = 78,3\%$; $\text{MgCO}_3 = 21,7\%$

59. Soluzione

La reazione è $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{MgO} + 2 \text{CO}_2$

Le masse molari sono: CaCO_3 (40,08 + 12 + 48 = 100,08 g/mol); MgCO_3 (24,3 + 12 + 48 = 84,3 g/mol)

Le moli di CO_2 si ricavano dalla legge dei gas $PV = nRT$ $n = PV/RT$

$n = 1 \cdot 0,75 / 0,0821 \cdot 298$ $n = 0,030655$ mol CO_2

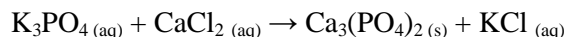
Le moli di CO_2 sono la somma delle moli dei due sali: $x = \text{moli CaCO}_3$ $(0,030655 - x) = \text{moli MgCO}_3$

$x \text{ MM}(\text{CaCO}_3) + (0,030655 - x) \text{ MM}(\text{MgCO}_3) = 2,95$ $100,08 x + 84,3 (0,030655 - x) = 2,95$

$100,08 x + 2,584 - 84,3 x = 2,95$ $15,78 x = 0,366$ $x = 0,0232$ mol $0,0232 \cdot 100,08 = 2,32$ g CaCO_3

$2,32 / 2,95 = 78,6\%$ CaCO_3 e quindi $21,4\%$ MgCO_3 . (Risposta D)

60. Calcolare quanti grammi di $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ si ottengono facendo reagire 22 g di K_3PO_4 con 12 g di CaCl_2 . La reazione (da bilanciare) è:



A) 44 g

B) 33 g

C) 22 g

D) 11 g

60. Soluzione

La reazione bilanciata è: $2 \text{K}_3\text{PO}_4 + 3 \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{KCl}$

Coefficienti $\quad 2 \quad 3 \quad 1$

Moli (mol) $\quad (0,1036) \quad (0,155) \quad 0,108 \quad 0,036$

MM (g/mol) $\quad 212,3 \quad 111 \quad 310,2$

Massa (g) $\quad (22) \quad 12 \quad 11,2$

Le masse molari sono:

K_3PO_4 ($3 \cdot 39,1 + 31 + 64 = 212,3$); CaCl_2 ($40,1 + 2 \cdot 35,45 = 111$); $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ($120,2 + 95 \cdot 2 = 310,2$)

Il K_3PO_4 è in eccesso: le moli sono $22/212,3 = 0,1036$ mol che richiedono $(3/2) \cdot 0,1036 = 0,155$ moli di CaCl_2 .

Il CaCl_2 è il reagente limitante: le sue moli sono $12/111 = 0,108$ mol

Le moli di $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ sono $(1/3) \cdot 0,108 = 0,036$ mol quindi la massa è $310,2 \cdot 0,036 = 11,2$ g. (Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato