

Giochi della Chimica 2027

Esercizi di allenamento (1) – Soluzioni guidate

1. 10,00 g di solfato di rame pentaidrato blu, $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, vengono riscaldati fortemente per eliminare tutta l'acqua di idratazione. Quanto solfato di rame anidro incolore rimane?

- A) 1,67 g
- B) 3,61 g
- C) 6,39 g
- D) 8,99 g

1. Soluzione

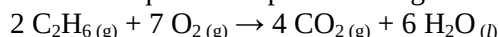
La massa molare di $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ è: $63,55 + 32 + 64 + (5 \cdot 18) = 159,55 + 90 = 249,55$.

La massa di solfato anidro si ricava con la proporzione: $159,55 : 249,55 = x : 10$

Da cui si ottiene la massa di CuSO_4 anidro: $x = 1595,5/249,55 = 6,39 \text{ g}$

(Risposta C)

2. L'etano reagisce con l'ossigeno secondo l'equazione riportata di seguito.



Una miscela di etano e ossigeno occupa 22,4 L a STP (condizioni standard). La miscela viene fatta reagire come descritto sopra e i gas, alla fine, occupano 11,2 L a STP. Quante moli di etano erano presenti originariamente?

- A) 0,20 mol
- B) 0,30 mol
- C) 0,40 mol
- D) le informazioni fornite non sono sufficienti.

2. Soluzione

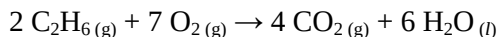
22,41 L in condizioni normali (0 °C, 1 atm) contengono una mole di gas.

Infatti, dalla legge dei gas ideali, si ottiene: $n = PV/RT$ $n = (1 \cdot 22,41)/(0,0821 \cdot 273) = 1 \text{ mol}$

Quindi, durante la reazione da una mole di etano e ossigeno si ottiene mezza mole di gas finale.

Se chiamiamo n le moli iniziali di etano, quelle di ossigeno sono $1-n$

Chiamiamo $2x$ le moli consumate di etano



inizio n $1-n$ 0

fine $n-2x$ $1-n-7x$ $4x$

moli totali finali: $1-5x$

Dato che alla fine è rimasta mezza mole, deve valere $1 - 5x = 0,5$ $5x = 0,5$ da cui: $x = 0,1 \text{ mol}$

La quantità iniziale di etano (n) deve essere maggiore o uguale a 0,2 mol ($n-2x \geq 0$ da cui: $n \geq 0,2 \text{ mol}$)

La quantità iniziale di ossigeno ($1-n$) deve essere maggiore o uguale a 0,7 mol ($1-n-7x \geq 0$ $1-n \geq 0,7 \text{ mol}$)

Da cui si ottiene; $n \leq 0,3 \text{ mol}$. Quindi le moli iniziali di etano (n) devono essere minori o uguali a 0,3 mol.

Le moli iniziali di etano non sono definite, ma possono essere comprese tra 0,2 e 0,3 moli. (Risposta D)

3. 0,2700 g di un solido bianco vengono titolati con 32,70 mL di una soluzione di NaOH 0,1834 M per raggiungere il punto finale della fenolftaleina. Qual è la formula molecolare del composto?

- A) CHO_2
- B) CH_2O_2
- C) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
- D) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$

3. Soluzione

Le moli usate di NaOH sono state: $n = MV = 0,1834 \cdot 32,70 = 6,0 \text{ mmol}$.

Se l'acido fosse monoprotico, le moli di NaOH coinciderebbero con quelle dell'acido:

$n = m/MM$ da cui: $MM = m/n = 270/6 = 45 \text{ g/mol}$.

La molecola più vicina è acido formico (CH_2O_2): $12 + 2 + 32 = 46 \text{ g/mol}$ che, però, è liquido.

Se l'acido fosse diprotico, le sue moli sarebbero la metà (3,0) e la sua MM sarebbe doppia: 90 g/mol :

Questo indica l'acido ossalico (solido bianco, $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$): $24 + 2 + 64 = 90 \text{ g/mol}$

(Risposta C)

4. Le soluzioni acquose di idrossido di sodio assorbono anidride carbonica sia perché la CO_2 ha una certa solubilità in acqua, sia perché gli ioni idrossido reagiscono facilmente con l'eccesso di CO_2 per formare ioni bicarbonato. Un recipiente rigido con 10,00 L di spazio di testa contiene 1,00 L di NaOH 0,100 M ed è mantenuto a 25 °C. L'anidride carbonica viene introdotta nello spazio di testa a una pressione di 1,33 atm, che scende a 1,00 atm dopo che l'assorbimento nell'NaOH acquoso è completo. Se l'esperimento venisse ripetuto con una pressione iniziale di CO_2 di 1,50 atm, quale concentrazione di 1,00 L di NaOH sarebbe necessaria per ridurre la pressione di CO_2 a 1,00 atm?

- A) 0,112 M B) 0,152 M C) 0,169 M D) 0,204 M

4. Soluzione

Le moli assorbite nel primo esperimento sono: $n = PV/RT = 0,33 \cdot 10/0,082 \cdot 298 = 0,135$ mol

Le moli assorbite nel secondo esperimento sono: $n = PV/RT = 0,50 \cdot 10/0,082 \cdot 298 = 0,204$ mol.

Le moli in più sono state: $0,204 - 0,135 = 0,069$ mol. Queste richiedono una quantità extra di NaOH.

La nuova concentrazione di NaOH deve essere: $0,100 + 0,069 = 0,169$ M.

(Risposta C)

5. Qual è la concentrazione dello ione cloruro in una soluzione preparata miscelando 0,100 L di LiCl 0,100 M con 0,200 L di BaCl_2 0,200 M e 0,300 L di CeCl_3 0,300 M?

- A) 0,200 M B) 0,233 M C) 0,467 M D) 0,600 M

5. Soluzione

Le moli di Cl^- che vengono da LiCl sono: $n = MV = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01$ mol.

Le moli di Cl^- che vengono da BaCl_2 sono: $n = 2MV = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,2 = 0,08$ mol

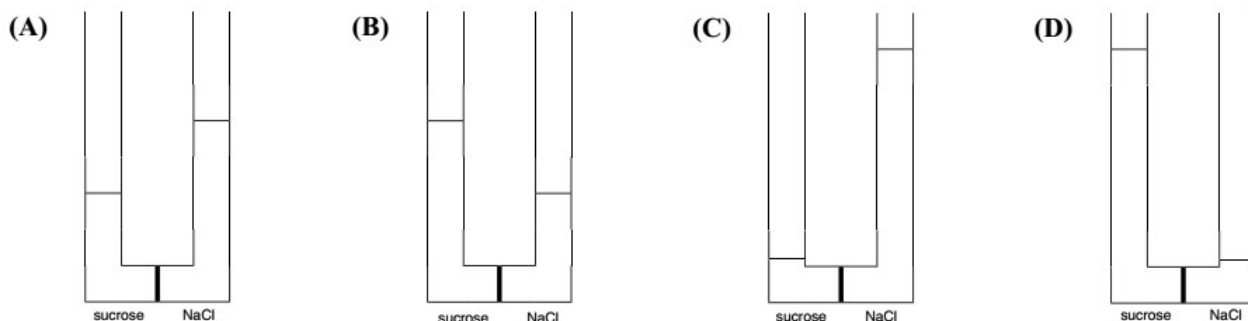
Le moli di Cl^- che vengono da CeCl_3 sono: $n = 3MV = 3 \cdot 0,3 \cdot 0,3 = 0,27$ mol

Le moli totali di Cl^- sono: $0,01 + 0,08 + 0,27 = 0,36$ mol. Il volume totale è $0,1 + 0,2 + 0,3 = 0,6$ L.

La concentrazione è: $[\text{Cl}^-] = n/V = 0,360/0,600 = 0,600$ M.

(Risposta D)

6. Un tubo a U è diviso in due scomparti da una membrana semipermeabile che permette solo il passaggio dell'acqua. Sul lato sinistro del tubo a U vengono aggiunti 10 mL di una soluzione di saccarosio 0,20 M e sul lato destro vengono aggiunti 10 mL di una soluzione di cloruro di sodio 0,15 M. Quale immagine rappresenta meglio l'aspetto del tubo a U dopo il raggiungimento dell'equilibrio?



6. Soluzione

Sul lato sinistro la concentrazione resta 0,20 M perché il saccarosio non si dissocia.

Sul lato destro la concentrazione raddoppia e diventa 0,30 M perché NaCl si dissocia in Na^+ e Cl^- .

L'acqua tende a passare dalla soluzione più diluita (0,20 M) a quella più concentrata (0,30 M) per riequilibrare le concentrazioni.

(Risposta A)

7. Una miscela gassosa spegne uno stecco di legno incandescente e non rende torbida l'acqua di calce quando vi viene fatta gorgogliare. Quale descrizione definisce più accuratamente la miscela gassosa?

- A) contiene solo anidride carbonica
B) contiene solo ossigeno
C) contiene sia anidride carbonica che ossigeno
D) non contiene né anidride carbonica né ossigeno

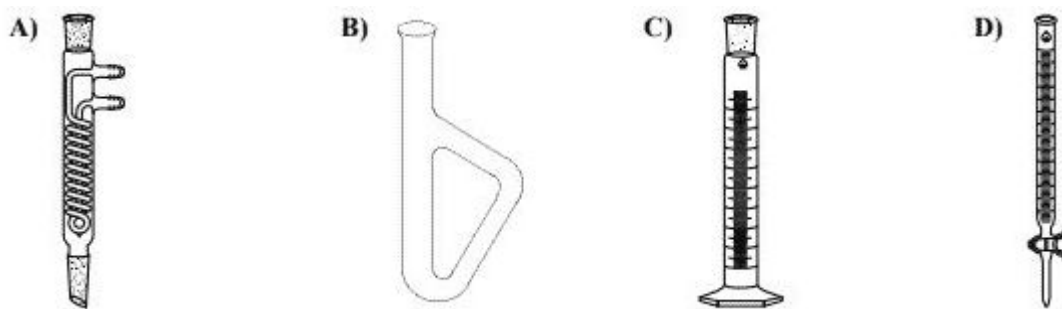
7. Soluzione

Se il gas non alimenta una fiamma allora non contiene ossigeno.

Se il gas non rende torbida (formando CaCO_3) l'acqua di calce, non contiene CO_2 .

(Risposta D)

8. Quale vetreria da laboratorio è più utile per determinare il punto di fusione di un composto organico solido?



8. Soluzione

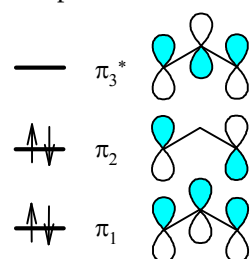
L'oggetto A è una colonna a ricadere, C è un cilindro graduato, D è una buretta per titolazioni. Nessuno di questi ha attinenza con la misura del punto di fusione. L'oggetto B, riempito parzialmente con cristalli del composto, può essere immerso in un bagno di vaselina che viene riscaldato in modo controllato e osservato con una opportuna lente per cogliere il momento in cui si fondono i primi cristalli. (Risposta B)

9. Quale gas può essere condensato in un liquido blu?

- A) anidride carbonica B) idrogeno C) biossido di azoto D) ozono

9. Soluzione

Perché il liquido appaia blu bisogna che assorba luce gialla (o arancione), quindi deve essere formato da molecole che presentino transizioni elettroniche a bassa energia tipicamente transizioni $n \rightarrow \pi^*$.



Nell'ozono (O_3 , che ha 4 elettroni π) questo assorbimento di bassa energia esiste ed è dovuto alla transizione $\pi_{2 \text{ non legame}} \rightarrow \pi_3^*$, che però è proibita per questioni di simmetria degli orbitali $[(+1)(+1) + (0)(-1) + (-1)(+1) = +1+0-1 = 0]$ e quindi l'assorbimento è debole, ma sufficiente per dare al liquido la tipica colorazione blu.

L'ozono assorbe in modo molto più intenso nel vicino ultravioletto con una transizione $\pi_1 \rightarrow \pi_3^*$ permessa $[(+1)(+1) + (+1)(-1) + (+1)(+1) = +1-1+1 = 1]$ che è preziosa per la vita sulla terra perché avviene nella stratosfera e ci scherma dai raggi UVB. (Risposta D)

10. Quali liquidi sono miscibili in tutte le proporzioni?

- A) H_2O e CH_2Cl_2 B) H_2O e $(CH_3)_2CO$ C) C_6H_{12} e Hg D) C_6H_{12} e CH_3OH

10. Soluzione

Acqua e acetone sono solubili in tutte le proporzioni grazie al forte dipolo $C=O$ dell'acetone. (Risposta B)

11. Qual è il modo migliore per preparare 0,5 L di una soluzione 1 M di acido solforico?

- A) 0,5 mol di acido solforico concentrato dovrebbero essere aggiunti a un matraccio tarato da 500 mL, seguiti da abbastanza acqua distillata per riempire il matraccio fino alla tacca
 B) 0,5 mol di acido solforico concentrato dovrebbero essere aggiunti lentamente a circa 300 mL di acqua distillata in una beuta da 1 L, quindi dovrebbe essere aggiunta abbastanza acqua distillata per raggiungere la tacca da 500 mL sulla beuta
 C) 11,2 L di anidride solforica gassosa, misurata a STP, dovrebbero essere fatti gorgogliare in 500 mL di acqua distillata in una beuta da 1 L
 D) A 0,5 mol di solfato d'argento sospesi in circa 300 mL di acqua in un matraccio tarato da 500 mL dovrebbero essere aggiunte 1,0 mol di HCl (come soluzione acquosa concentrata). La soluzione deve essere diluita fino alla tacca con acqua distillata e poi filtrata per rimuovere l'AgCl precipitato

11. Soluzione

Non si deve aggiungere acqua all'acido solforico concentrato (come nella procedura A) perché il calore liberato potrebbe provocare spruzzi pericolosi di acido concentrato. La procedura corretta consiste nell'aggiungere l'acido concentrato all'acqua (come nella procedura B), perché la concentrazione dell'acido sale progressivamente senza provocare problemi. Il volume misurato in una beuta, però, è approssimativo, ma, dato che le richieste del problema sono ad una sola cifra significativa, la procedura B è accettabile. (Risposta B)

12. Un chimico determina la frazione di magnesio che brucia all'aria per formare Mg_3N_2 aggiungendo acqua alla cenere formata da una massa nota di nastro di Mg, distillando la miscela in un eccesso noto di acido cloridrico e retrotitolando l'eccesso di HCl con NaOH fino al punto finale del metilarancio.

Quale errore causerà un calcolo della frazione di nitrato di magnesio troppo elevato?

- A) il distillato viene raccolto in un pallone a parte e successivamente aggiunto all'HCl
- B) viene usata la fenolftaleina come indicatore al posto del metilarancio
- C) lo ftalato acido di potassio usato per standardizzare l'NaOH aveva assorbito umidità dall'aria
- D) quando la soluzione di HCl è stata prelevata nella pipetta tarata usata per dispensarla, era presente una grande bolla d'aria

12. Soluzione

Le operazioni descritte nel problema sono:

- 1) combustione: $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$
 $3 \text{Mg} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$
- 2) reazione con H_2O : $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$
 $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2 \text{NH}_3$
- 3) distillazione NH_3 distilla facilmente
- 4) cattura di NH_3 con HCl_{in ecc.} $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
- 5) retrotitolazione di HCl_{rimasto} $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$

Se l'HCl rimasto è minore, sarà maggiore la quantità di NH_3 catturata e sarà maggiore la quantità di Mg_3N_2 .

Nel caso A, l'ammoniaca è catturata in H_2O senza HCl, la cattura è meno efficace, quindi si troverà una quantità minore di Mg_3N_2 (A errata).

Nel caso B, la titolazione con fenolftaleina (pH 9) richiede qualche goccia in più di NaOH, questo fa credere che ci fosse meno NH_3 catturata e si troverà una quantità minore di Mg_3N_2 (B errata).

Nel caso C, la minore quantità di ftalato fa sovrastimare la concentrazione di NaOH, servirà qualche goccia in più di NaOH, questo fa credere che ci fosse meno NH_3 e si troverà una quantità minore di Mg_3N_2 (C errata).

Nel caso D, la minore quantità di HCl produce una minore quantità di HCl rimasto e questo fa credere che ci fosse una maggiore quantità di NH_3 e quindi di Mg_3N_2 (D OK). (Risposta D)

13. L' H_2O ha un punto di ebollizione normale più alto di HF (100 °C contro 20 °C). Qual è la spiegazione migliore per questa differenza?

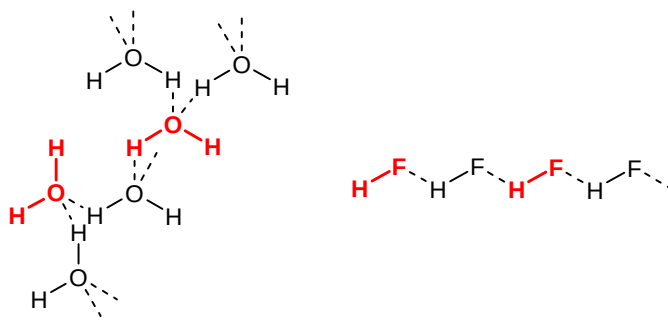
- A) l' H_2O ha un momento di dipolo maggiore di HF
- B) l' H_2O è più polarizzabile di HF
- C) l' H_2O forma legami a idrogeno più forti di HF
- D) l' H_2O forma più legami a idrogeno per mole rispetto a HF

13. Soluzione

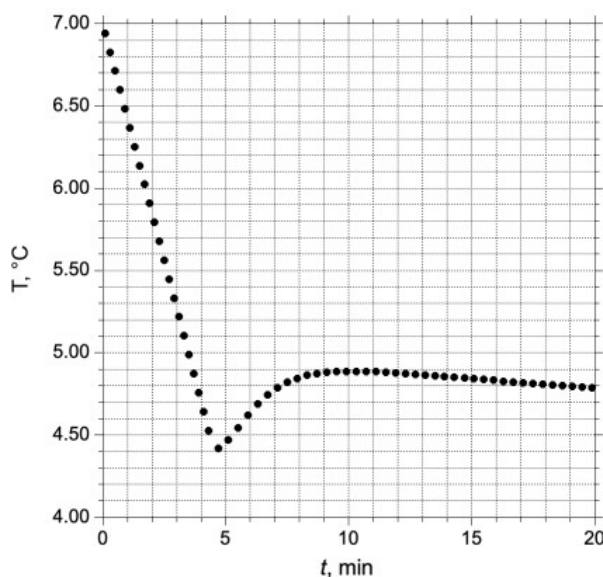
L'atomo di ossigeno dell'acqua ha due atomi di idrogeno e due coppie di elettroni di non legame e quindi ogni molecola d'acqua può formare 4 legami a idrogeno che creano strutture tridimensionali di molecole.

L'atomo di fluoro di HF ha un solo idrogeno e tre coppie di elettroni di non legame, quindi HF può formare solo due legami a idrogeno che creano strutture lineari di molecole con una caratteristica forma a zig-zag.

L' H_2O forma più legami a idrogeno per mole rispetto a HF e ha un punto di ebollizione più alto. (Risposta D)



14. Una soluzione di canfora in benzene viene raffreddata lentamente per determinarne il punto di congelamento, ottenendo i dati mostrati di seguito. Quale punto di congelamento dovrebbe essere riportato?



- A) 4,38 °C B) 4,78 °C C) 4,88 °C D) 4,98 °C

14. Soluzione

Quando una soluzione di canfora in benzene viene raffreddata, il congelamento non ha inizio fino a quando non si forma il primo cristallo di solvente (benzene); questo fenomeno, noto come sottoraffreddamento, fa scendere temporaneamente la temperatura sotto il reale punto di congelamento, producendo una cuspidine verso il basso nel grafico. Successivamente, il rilascio di calore latente fa risalire la temperatura. Poiché si tratta di una soluzione, la temperatura non si stabilizza su un plateau orizzontale, ma continua a scendere a causa del progressivo aumento di concentrazione del soluto. Per individuare il punto di congelamento della soluzione iniziale, si deve prolungare verso sinistra la retta di congelamento della miscela fino a incontrare la retta di raffreddamento della soluzione liquida. Il punto di intersezione individua la temperatura di inizio congelamento (4,98 °C). (Risposta D)

15. La tensione di vapore del butano a 0 °C è 1 atm. Un campione di 0,100 mol di butano liquido a 0 °C viene introdotto in un contenitore da 2,25 L evacuato (sotto vuoto) e ben isolato. Quali affermazioni descrivono correttamente il sistema dopo che ha raggiunto l'equilibrio?

I. La temperatura è inferiore a 0 °C.

II. Tutto il butano è in fase gassosa.

A) solo I

B) solo II

C) sia I che II

D) né I né II

15. Soluzione

La pressione, se tutto il butano fosse gassoso a 0 °C, sarebbe: $P = nRT/V = (0,1 \cdot 0,0821 \cdot 273)/2,25 = 0,996$ atm. Durante l'evaporazione, però, viene speso calore latente e quindi il campione si raffredda e la tensione di vapore si abbassa di molto, e così solo una parte del butano potrà passare in fase gassosa.

Quando il sistema avrà raggiunto l'equilibrio la temperatura sarà inferiore a 0 °C e il butano sarà diviso tra fase liquida e fase gassosa. (Risposta A)

16. Il punto triplo del Krypton è a 0,73 bar e 116 K. Cosa è vero per un campione puro di Kr in equilibrio a 0,73 bar e 90 K?

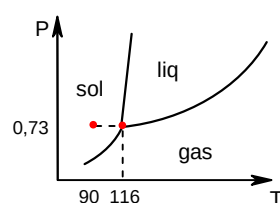
A) è stabile solo la fase gassosa

B) è stabile solo la fase solida

C) coesistono la fase solida e quella gassosa

D) coesistono la fase solida e quella liquida

16. Soluzione



Nel punto triplo (0,73 bar e 116 K) coesistono in equilibrio le tre fasi: solida, liquida e gassosa. Se manteniamo la pressione costante a 0,73 bar e abbassiamo la temperatura fino a 90 K, ci spostiamo verso sinistra nel diagramma di stato, entrando nella regione di stabilità termodinamica della fase solida. A questa temperatura e pressione, tutto il liquido e il gas presenti si convertono in solido. (Risposta B)

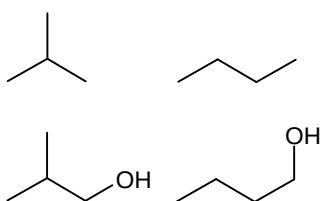
17. Quali affermazioni riguardo ai punti di ebollizione relativi sono corrette?

I. Il 2-metilpropano ha un punto di ebollizione normale più alto del butano.

II. Il 2-metil-1-propanolo ha un punto di ebollizione normale più alto dell'1-butanol.

- A) solo I B) solo II C) sia I che II D) né I né II

17. Soluzione



Le due coppie di molecole del problema sono isomeri di struttura.

La molecola con il più alto punto di ebollizione è quella che può formare legami intermolecolari più intensi.

Le prime due molecole sono alcani isomeri, apolari. I soli legami intermolecolari che formano sono quelli di van der Waals tra dipoli oscillanti. La molecola di destra, butano, può formare legami di van der Waals più intensi perchè è lineare e ha una maggiore superficie di contatto tra molecole adiacenti: (I) errata.

Le altre due molecole sono alcoli isomeri, polari, che possono fare legami a idrogeno più intensi, e quindi il loro punto di ebollizione sarà maggiore rispetto alla coppia di alcani. Anche se i legami a idrogeno sono più intensi, le due molecole formano anche legami di van der Waals con la parte apolare della catena. Anche qui, la molecola lineare è avvantaggiata perchè ha una maggiore superficie di contatto con le catene adiacenti, quindi il punto di ebollizione del butan-1-olo sarà maggiore: (II) errata.

(Risposta D)

18. L'oro cristallizza in un reticolo cubico a facce centrate con una densità di $19,31 \text{ g cm}^{-3}$. Qual è il raggio di un atomo d'oro?

- A) 144,1 pm B) 176,5 pm C) 203,8 pm D) 288,2 pm

18. Soluzione

La densità è una proprietà intensiva, quindi rimane la stessa anche se consideriamo una piccola porzione di materia come la singola cella elementare. La densità è: $d = m/V$ quindi $V = m/d$

Per trovare il volume della cella elementare (e quindi il raggio atomico) dovremo calcolare la massa che contiene.

In una cella cubica faccio centrata ci sono 8 atomi sui vertici del cubo e 6 atomi al centro delle facce.

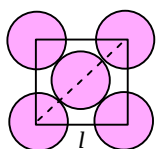
Solo $1/8$ di ogni atomo sui vertici è realmente interno al cubo perchè l'atomo è condiviso tra 8 cubi adiacenti.

Solo $1/2$ di ogni atomo sulle facce è realmente interno al cubo perchè l'atomo è condiviso tra 2 cubi adiacenti.

Gli atomi interni al cubo sono quindi: $(8 \cdot 1/8) + (6 \cdot 1/2) = 1 + 3 = 4$ atomi d'oro.

La loro massa in grammi è: $(196,97 \cdot 4)/6,022 \cdot 10^{23} = 1,308 \cdot 10^{-21} \text{ g}$

Il volume della cella è: $V = m/d = 1,308 \cdot 10^{-21}/19,31 = 6,775 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$.



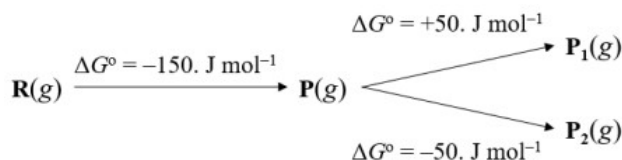
Il lato del cubo è: $\ell = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{6,775 \cdot 10^{-23}} = 4,077 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 4,077 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 407,7 \text{ pm}$

In una cella cubica faccio centrata gli atomi si toccano lungo la diagonale della faccia, quindi la diagonale contiene 4 raggi atomici: $4r = d$ cioè $4r = \ell \sqrt{2}$ da cui $r = \ell \sqrt{2} / 4$

Sostituendo i dati si ottiene: $r = 407,7 \sqrt{2} / 4 = 144,1 \text{ pm}$.

(Risposta A)

19. La sostanza $R(g)$ reagisce per formare $P(g)$, che può poi isomerizzare in $P_1(g)$ o $P_2(g)$. Il diagramma sottostante mostra i valori dei ΔG° a 25°C .



In un esperimento, 10,0 g di $R(g)$ vengono posti in un recipiente sigillato. Quali affermazioni sono vere all'equilibrio?

I. La massa di $R(g)$ è 0,0 g.

II. La massa di $P_1(g)$ è inferiore alla massa di $P_2(g)$.

- A) solo I B) solo II C) sia I che II D) né I né II

19. Soluzione

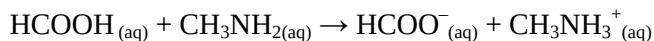
La reazione $R \rightarrow P$ ha un $\Delta G^\circ < 0$ ($\Delta G^\circ = -0,150 \text{ kJ/mol}$) che è solo lievemente favorevole.

La K di equilibrio si ottiene dalla: $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ da cui $\ln K = -\Delta G^\circ/RT = 150/(8,314 \cdot 298)$ $\ln K = 0,0605$ da cui si ottiene $K = e^{0,0605} = 1,06$. La reazione $R \rightarrow P$ è solo lievemente spostata a destra: (I) errata.

La reazione di isomerizzazione che forma P_2 è favorevole ($\Delta G^\circ < 0$), mentre quella che forma P_1 è sfavorevole ($\Delta G^\circ > 0$), quindi, all'equilibrio, la massa di P_1 sarà inferiore a quella di P_2 : (II) esatta.

(Risposta B)

20. 60,0 mL di HCOOH 0,60 M e 40,0 mL di CH₃NH₂ 0,80 M, entrambi inizialmente a 22,0 °C, vengono miscelati in un contenitore ben isolato. La temperatura finale è 27,9 °C. Qual è il ΔH° per la reazione tra acido formico e metilammina? Assumere che la densità e la capacità termica specifica di tutte le soluzioni siano uguali a quelle dell'acqua pura.



- A) -31 kJ/mol B) -41 kJ/mol C) -69 kJ/mol D) -77 kJ/mol

20. Soluzione

Le moli di HCOOH sono: $n = MV = 0,60 \cdot 60 = 36 \text{ mmol}$.

Le moli di CH₃NH₂ sono: $n = MV = 0,80 \cdot 40 = 32 \text{ mmol}$ (sono in difetto e limitano la reazione).

Il calore liberato è: $Q = cV\Delta T = 4184 \cdot 0,1 \cdot (27,9 - 22) = 2,469 \text{ kJ}$

Il ΔH° è: $-Q/n = -2,469/0,032 = -77,1 \text{ kJ/mol}$

(Risposta D)

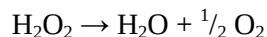
21. Qual è il valore di S° per O_{2(g)}?

specie	ΔH°_f (kJ mol ⁻¹)	S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	ΔG°_f 298 K (kJ mol ⁻¹)
H ₂ O _(l)	-290	70	-240
H ₂ O _{2(l)}	-190	110	-120

- A) 150 J mol⁻¹ K⁻¹ B) 210 J mol⁻¹ K⁻¹ C) 250 J mol⁻¹ K⁻¹ D) 290 J mol⁻¹ K⁻¹

21. Soluzione

La reazione di decomposizione di H₂O₂ è:



Il ΔH° della reazione si ricava dalla legge di Hess:

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H^\circ_f \text{ prodotti} - \sum \Delta H^\circ_f \text{ reagenti}$$

$$\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_{f, \text{H}_2\text{O}} + \frac{1}{2} \Delta H^\circ_{f, \text{O}_2} - \Delta H^\circ_{f, \text{H}_2\text{O}_2}$$

$$\Delta H^\circ = -290 + 0 - (-190) = -100 \text{ kJ/mol}$$

Il ΔG° della reazione si ricava dalla legge di Hess:

$$\Delta G^\circ = \sum \Delta G^\circ_f \text{ prodotti} - \sum \Delta G^\circ_f \text{ reagenti}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta G^\circ_{f, \text{H}_2\text{O}} + \frac{1}{2} \Delta G^\circ_{f, \text{O}_2} - \Delta G^\circ_{f, \text{H}_2\text{O}_2}$$

$$\Delta G^\circ = -240 + 0 - (-120) = -120 \text{ kJ/mol}$$

Il ΔS° si ricava dalla relazione:

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$\Delta S^\circ = (\Delta H^\circ - \Delta G^\circ)/T$$

$$\Delta S^\circ = (-100 + 120)/298 = 67,1 \text{ J/mol}$$

Per la legge di Hess:

$$\Delta S^\circ = \sum S^\circ_{\text{prodotti}} - \sum S^\circ_{\text{reagenti}}$$

$$\Delta S^\circ = S^\circ_{\text{H}_2\text{O}} + \frac{1}{2} S^\circ_{\text{O}_2} - S^\circ_{\text{H}_2\text{O}_2}$$

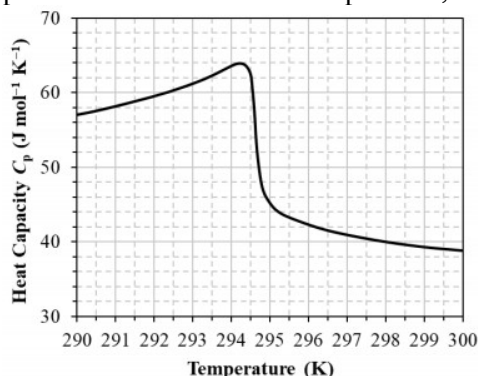
Da cui:

$$\frac{1}{2} S^\circ_{\text{O}_2} = \Delta S^\circ - S^\circ_{\text{H}_2\text{O}} + S^\circ_{\text{H}_2\text{O}_2}$$

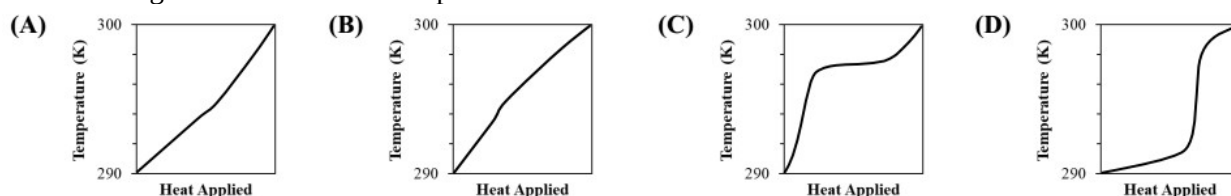
$$S^\circ_{\text{O}_2} = 2(67,1 - 70 + 110) = 214 \text{ J/mol}$$

(Risposta B)

22. Tra 293 K e 295 K, il Gd_(s) passa da uno stato ferromagnetico a uno paramagnetico, causando una variazione significativa della capacità termica a pressione costante con la temperatura, come mostrato di seguito.



Un campione di 10,0 g di Gd_(s), inizialmente a 290 K, viene riscaldato gradualmente a velocità costante. Quale curva mostra meglio come cambia la temperatura?



22. Soluzione

Quando il gadolinio viene scaldato oltre i 294 K (21 °C), la sua capacità termica si abbassa passando da circa 60 a 40 J/mol K, questo significa che, a parità di calore fornito, superati i 294 K il gadolinio si scalderà più rapidamente e quindi si dovrebbe osservare un leggero aumento della pendenza della retta di riscaldamento come nel grafico A. La risposta B è errata perchè mostra una leggera diminuzione della pendenza. Anche le risposte C e D sono errate: in C si osserva un lungo plateau come se la capacità termica fosse diventata infinita, in D si osserva un salto vistoso prima della successiva risalita come se la capacità termica fosse diventata zero. (Risposta A)

23. Quale specie ha la maggiore entropia molare S° a 298 K?

- A) $H_2(g)$ B) $He(g)$ C) $Cl_2(g)$ D) $Xe(g)$

23. Soluzione

Tra le specie monoatomiche fornite, lo Xeno ha l'entropia più alta a causa della sua massa elevata: una massa maggiore comporta una quantità di moto ($p = mv$) più grande, una lunghezza d'onda di de Broglie più corta e, quindi, livelli energetici traslazionali più fitti che consentono un maggior numero di microstati a 298 K. Il cloro (Cl_2), però, è una molecola biatomica. Oltre ai tre gradi di libertà traslazionali possiede anche due gradi di libertà rotazionali (sui piani xy e xz) e contributi vibrazionali. La presenza di questi gradi di libertà in più nel Cl_2 prevalgono sull'effetto della sola massa dello Xeno, per questo il cloro molecolare ha l'entropia molare standard più elevata del gruppo. (Risposta C)

24. In un processo adiabatico, non avviene alcuno scambio di calore con l'ambiente. Cosa deve essere vero in un processo adiabatico reversibile?

- I. $\Delta H = 0$ II. $\Delta S = 0$
A) solo I B) solo II C) sia I che II D) né I né II

24. Soluzione

In un processo adiabatico non vi è scambio di calore con l'ambiente ($Q = 0$).

Dal fatto che $Q = 0$ non segue che $\Delta H = 0$. Infatti, la variazione di entalpia è uguale al calore solo in processi a pressione costante ($\Delta H = Q_p$), mentre in un'adiabatica la pressione e la temperatura del sistema variano a causa del lavoro compiuto o subito: (I) errata.

Poiché la variazione di entropia di un sistema, per definizione, è $\Delta S = Q_{rev}/T$, in un processo adiabatico reversibile si ha sempre $\Delta S = 0$: (II) esatta. (Risposta B)

25. La reazione irreversibile di un composto A avviene con velocità $v = k[A]^n$. L'emivita della reazione è indipendente da $[A]$. Qual è il valore di n?

- A) 0 B) 1
C) 2 D) le informazioni fornite sono insufficienti.

25. Soluzione

In una cinetica del 1° ordine ($n = 1$) si ha: $v = k[A]$

Integrando l'equazione si ottiene la legge cinetica: $\ln [A^\circ]/[A] = kt$

Il tempo di emivita $t_{1/2}$ è il tempo necessario perchè la concentrazione del reagente si dimezzi rispetto alla concentrazione iniziale, quindi dopo $t = t_{1/2}$ avremo: $[A] = [A^\circ]/2$ quindi $[A^\circ]/[A] = 2$.

Sostituendo questo valore nell'equazione integrata si ottiene: $\ln 2 = kt_{1/2}$ da cui: $t_{1/2} = \ln 2 / k$

Il tempo di emivita dipende solo dalla costante di velocità k e non compare il termine di concentrazione $[A^\circ]$.

Per le cinetiche di ordine 0 o 2, invece, $t_{1/2}$ dipende sempre dalla concentrazione iniziale. (Risposta B)

26. Una reazione acido-catalizzata del primo ordine rispetto ad H^+ ha una velocità di $5,0 \cdot 10^{-6} M s^{-1}$ se viene condotta a pH = 5,0. Qual è la velocità quando la reazione viene condotta con le stesse concentrazioni dei reagenti, ma con il pH tamponato a 5,5?

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

26. Soluzione

Se la reazione è del primo ordine rispetto ad H^+ , l'espressione della velocità è $v = k[H^+]$ da cui $k = v/[H^+]$

A pH 5 abbiamo: $[H^+] = 10^{-5} M$ e $v = 5,0 \cdot 10^{-6} M/s$ quindi: $k = 5,0 \cdot 10^{-6} / 10^{-5} = 0,5$.

A pH 5,5 avremo: $[H^+] = 10^{-5,5} = 3,16 \cdot 10^{-6} M$ quindi: $v = 0,5 \cdot 3,16 \cdot 10^{-6} = 1,6 \cdot 10^{-6} M/s$. (Risposta A)

27. Nella decomposizione del perossido di idrogeno per formare acqua e ossigeno in presenza di un catalizzatore ioduro, la legge cinetica risulta essere: $v = k[\text{H}_2\text{O}_2][\text{I}^-]$ con $k = 1,05 \text{ M}^{-1} \text{ min}^{-1}$.

Viene effettuata una reazione con le concentrazioni iniziali di ioduro e perossido di idrogeno entrambe pari a 0,300 M. Qual è la concentrazione di perossido di idrogeno dopo 5,00 min?

- A) 0,00157 M B) 0,0621 M C) 0,117 M D) 0,145 M

27. Soluzione

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

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

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

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

La legge cinetica del secondo ordine con $v = k[A][B]$ se $[A] = [B]$ coincide con quella di $v = kA^2$.

Quindi la legge cinetica vale: $1/A - 1/A^\circ = kt$ da cui: $1/[A] = kt + 1/[A^\circ]$

Sostituendo i dati del problema: $1/[A] = 1,05 \cdot 5 + 1/0,3 = 8,58$ da cui: $[A] = 0,117 \text{ M}$. (Risposta C)

28. Viene misurata la dipendenza dalla temperatura della costante di velocità per la reazione in fase gassosa dell'acroleina con il radicale nitrato, e la costante di velocità risulta essere:

$$k = (1,72 \cdot 10^{-13})e^{-1190/T} \quad \text{con } k \text{ in } \text{cm}^3 \text{ molecole}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ e } T \text{ in Kelvin.}$$

Qual è l'energia di attivazione della reazione?

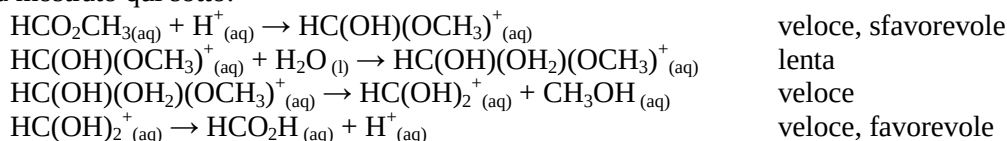
- A) 1,19 kJ/mol B) 9,89 kJ/mol C) 36,4 kJ/mol D) 143 kJ/mol

28. Soluzione

Dalla legge di Arrhenius: $k = A e^{-(E_a/RT)}$ per questa reazione si ottiene: $E_a/RT = 1190/T$

Da cui: $E_a = 1190 \text{ R}$ $E_a = 1190 \cdot 8,314 = 9,89 \text{ kJ/mol}$. (Risposta B)

Le domande 29 e 30 si riferiscono al meccanismo dell'idrolisi in catalisi acida del metilformiato in soluzione acquosa mostrato qui sotto:



29. Quale legge cinetica è predetta da questo meccanismo?

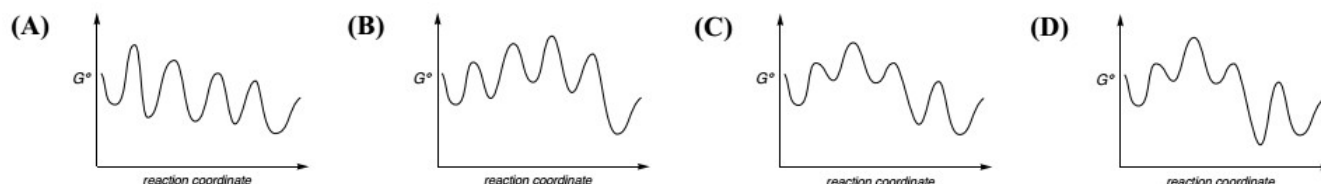
- A) $v = k[\text{HCO}_2\text{CH}_3]$ B) $v = k[\text{HCO}_2\text{CH}_3][\text{H}^+]$
 C) $v = k[\text{HCO}_2\text{CH}_3]/[\text{H}^+]$ D) $v = k[\text{H}^+]$

29. Soluzione

La velocità di una reazione dipende solo da quella del suo stadio lento, le reazioni veloci dopo di questo non influenzano la velocità di reazione.

Questa reazione sarà tanto più veloce quanto maggiore sarà la concentrazione dell'estere e dell'acido che agiscono direttamente sul passaggio lento: $v = k[\text{HCO}_2\text{CH}_3][\text{H}^+]$ (Risposta B)

30. Quale diagramma delle coordinate di reazione corrisponde meglio al meccanismo proposto?



30. Soluzione

La prima reazione è veloce (deve avere bassa E_a) e sfavorevole ($\Delta G > 0$) entrambi i requisiti escludono A

La quarta reazione è veloce (bassa E_a) e favorevole ($\Delta G < 0$) entrambi i requisiti escludono D.

Il grafico B non convince perchè il primo passaggio non è sfavorevole perchè ha $\Delta G \approx 0$

Nel grafico C, anche se l' E_a della quarta reazione è maggiore di quella della prima reazione, rimane comunque ben inferiore a quella massima che si raggiunge nel secondo stadio. La quarta reazione non rallenta il processo globale e può essere considerata veloce. (Risposta C)

31. Quanto $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ deve essere aggiunto a 400,0 mL di H_3PO_4 0,200 M per creare una soluzione tampone con $\text{pH} = 2,30$? Per H_3PO_4 : $\text{pK}_{a1} = 2,12$, $\text{pK}_{a2} = 7,21$, $\text{pK}_{a3} = 12,38$.

- A) 0,0144 mol
B) 0,0529 mol
C) 0,121 mol
D) 0,303 mol

31. Soluzione

La massa molare di H_3PO_4 è: $3 + 31 + 64 = 98 \text{ g/mol}$.

Le moli di H_3PO_4 sono: $n = MV = 0,200 \cdot 0,400 = 0,08 \text{ mol}$

Il pH di una soluzione tampone è: $\text{pH} = \text{pK}_a - \log[\text{HA}]/[\text{A}^-]$ quindi: $\log[\text{HA}]/[\text{A}^-] = \text{pK}_a - \text{pH}$

$\log[\text{HA}]/[\text{A}^-] = 2,12 - 2,30 = -0,18$ Vogliamo un pH un po' più basico del pK_a ($2,3 > 2,12$)

Serve un po' di base in più di 0,08 mol: risposte A e B errate

$[\text{HA}]/[\text{A}^-] = 0,66$ $[\text{A}^-] = [\text{HA}]/0,66 = 0,08/0,66 = 0,121 \text{ mol}$.

(Risposta C)

32. PCl_5 gassoso viene introdotto in un contenitore il cui volume è regolabile. All'equilibrio a una certa temperatura, il 20,0% del PCl_5 si è decomposto per formare PCl_3 e Cl_2 . Di quale fattore deve aumentare il volume del contenitore per portare la percentuale di decomposizione al 50,0% all'equilibrio alla stessa temperatura?

- A) 2,50
B) 4,00
C) 6,25
D) 10,0

32. Soluzione

La reazione è: $\text{PCl}_5 \rightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$

$$K_p = p_{\text{PCl}_3} p_{\text{Cl}_2} / p_{\text{PCl}_5}$$

inizio (mol) 1 0 0

fine, V_1 (mol) 0,8 0,2 0,2

fine, V_2 (mol) 0,5 0,5 0,5

$$K_p = 0,2(\text{RT}/V_1) \cdot 0,2(\text{RT}/V_1) / 0,8(\text{RT}/V_1) = 0,05(\text{RT}/V_1)$$

$$K_p = 0,5(\text{RT}/V_2) \cdot 0,5(\text{RT}/V_2) / 0,5(\text{RT}/V_2) = 0,5(\text{RT}/V_2)$$

Dato che la temperatura non cambia, la K_p è la stessa nei due casi e quindi: $0,05(\text{RT}/V_1) = 0,5(\text{RT}/V_2)$

Si ottiene: $0,05V_2 = 0,5V_1$ da cui: $V_2/V_1 = 0,5/0,05 = 10$.

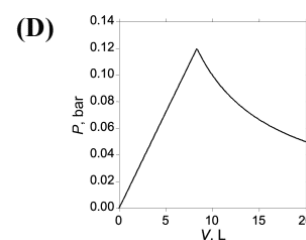
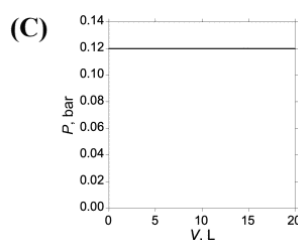
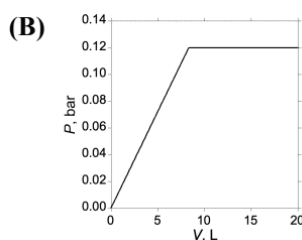
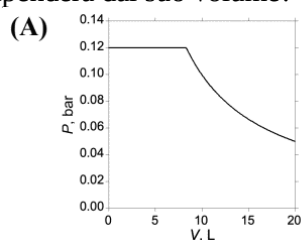
Il volume deve aumentare di 10 volte se vogliamo che PCl_5 si decomponga al 50%.

(Risposta D)

33. Il carbonato di calcio solido è in equilibrio con l'ossido di calcio e l'anidride carbonica secondo l'equazione, con $K_p = 0,12 \text{ bar}$ a 1200 K.



Un campione di 1,00 g di CaCO_3 ($\text{PM} = 100,09$) viene posto in una camera con pistone evacuata che viene lasciata equilibrare a 1200 K. In che modo la pressione nella camera, dopo il raggiungimento dell'equilibrio, dipenderà dal suo volume?



33. Soluzione

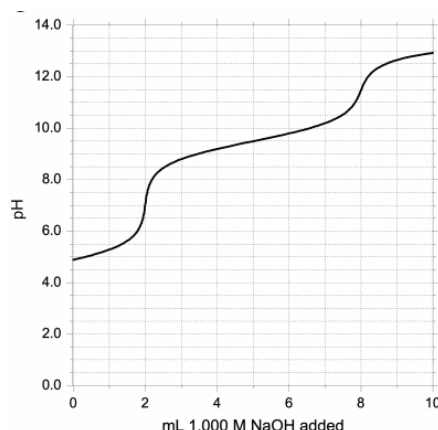
All'inizio, la pressione nella camera in cui è stato fatto il vuoto sarà 0 bar e il volume $\approx 0 \text{ L}$.

Dopo il raggiungimento dell'equilibrio la pressione sarà 0,12 bar e il volume comincerà ad aumentare man mano che la reazione di decomposizione del CaCO_3 avanzerà producendo nuova CO_2 alla pressione costante di 0,12 bar. Le moli di CaCO_3 sono: $m/\text{MM} = 1,00/100 = 0,01 \text{ mol}$. Queste coincidono con le moli totali di CO_2 prodotte.

Il volume finale di CO_2 sarà: $V = nRT/P = (0,01 \cdot 0,0813 \cdot 1200)/0,12 = 8,13 \text{ L}$. Se il volume della camera viene aumentato ancora, la pressione comincerà a diminuire e la curva P/V seguirà l'andamento iperbolico dell'isoterma come quello mostrato in figura A.

(Risposta A)

34. Una miscela di acido $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ e $\text{Na}[\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COO}]$ viene titolata con una soluzione di idrossido di sodio e fornisce i seguenti dati:



Quale affermazione è corretta?

- A) il rapporto tra $\text{Na}[\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COO}]$ e $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ è 2:1.
- B) il numero complessivo di moli di $\text{Na}[\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COO}]$ e $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ è 0,008.
- C) il pK_{a1} di $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ è 5,3.
- D) il pK_{a2} di $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ è 9,2.

34. Soluzione

Dal grafico si individuano due punti equivalenti, il primo a pH 7, il secondo a pH 11,5.

Per arrivare al primo punto equivalente sono stati usati 2 mL di NaOH 1 M.

Quindi le moli di NaOH sono state: $n = MV = 1 \cdot 2 = 2 \text{ mmol}$

Queste corrispondono alle moli di acido salicilico del quale è stato titolato il gruppo COOH formando salicilato.

Per arrivare al secondo punto equivalente sono stati usati altri $8 - 2 = 6 \text{ mL}$ di NaOH 1 M

Quindi le moli di NaOH sono state: $n = MV = 1 \cdot 6 = 6 \text{ mmol}$.

Queste corrispondono alla somma delle moli di salicilato iniziale più quelle di acido salicilico diventato salicilato, di questi è stato titolato l'OH fenolico.

Nel campione vi erano, quindi, 2 mmol di acido salicilico, e $6 - 2 = 4 \text{ mmol}$ di salicilato.

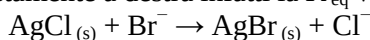
(Risposta A)

35. 0,50 mol di cloruro d'argento solido ($K_{ps} = 1,8 \cdot 10^{-10}$) vengono aggiunti a 1,0 L di una soluzione 0,100 M di bromuro di sodio. Qual è la concentrazione dello ione argento in soluzione all'equilibrio? ($K_{ps}(\text{AgBr}) = 4,9 \cdot 10^{-13}$).

- A) $4,9 \cdot 10^{-12} \text{ M}$
- B) $1,8 \cdot 10^{-9} \text{ M}$
- C) $7,0 \cdot 10^{-7} \text{ M}$
- D) $1,3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

35. Soluzione

Mentre una parte di AgCl si scioglie, la specie meno solubile, AgBr, precipita consentendo ad altro AgCl di sciogliersi. La reazione è spostata completamente a destra infatti la K_{eq} vale: $K_{ps}(\text{AgCl})/K_{ps}(\text{AgBr}) = 367$



Inizio (mol)

0,5 0,1 0 0

Fine (mol)

0,4 0 0,1 0,1

Quando 0,1 mol di AgCl si sono sciolte, saranno precipitate 0,1 mol di AgBr, quindi la quantità di Cl^- in soluzione sarà di 0,1 mol. A quel punto AgCl sarà libero di sciogliersi fino a raggiungere il proprio K_{ps}

Per AgCl si ha: $\text{AgCl} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ $K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ quindi $[\text{Ag}^+] = K_{ps}/[\text{Cl}^-]$

$[\text{Ag}^+] = 1,8 \cdot 10^{-10}/0,1 = 1,8 \cdot 10^{-9}$

(Risposta B)

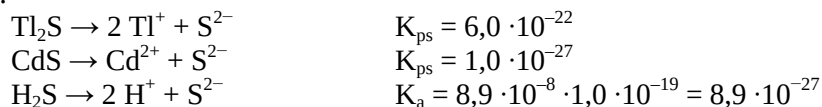
36. Una soluzione è inizialmente 0,10 M sia in Cd^{2+} che in Tl^+ e viene mantenuta satura di acido solfidrico gassoso $[\text{H}_2\text{S}] = 0,1 \text{ M}$. In quale intervallo di pH uno degli ioni metallici precipiterà quantitativamente ($> 99,9\%$) mentre l'altro rimarrà completamente in soluzione?

$K_{ps}(\text{CdS}) = 1,0 \cdot 10^{-27}$; $K_{ps}(\text{Tl}_2\text{S}) = 6,0 \cdot 10^{-22}$; $K_a(\text{H}_2\text{S}) = 8,9 \cdot 10^{-8}$; $K_a(\text{HS}^-) = 1,0 \cdot 10^{-19}$.

- A) tra 0,5 e 6,8
- B) tra 2,0 e 3,9
- C) tra 4,0 e 6,8
- D) non esiste un pH a cui questo sia possibile.

36. Soluzione

Le reazioni da considerare sono:



Poiché $[\text{H}_2\text{S}] = 0,1 \text{ M}$, possiamo calcolare la $[\text{H}^+]$ che produce una determinata concentrazione $[\text{S}^{2-}]$:

$$K_a = [\text{H}^+]^2 [\text{S}^{2-}] / [\text{H}_2\text{S}] \quad \text{da cui:} \quad [\text{H}^+]^2 = [\text{H}_2\text{S}] K_a / [\text{S}^{2-}]$$

$$[\text{H}^+]^2 = 0,1 \cdot 8,9 \cdot 10^{-27} / [\text{S}^{2-}] \quad [\text{H}^+] = (8,9 \cdot 10^{-28} / [\text{S}^{2-}])^{1/2}$$

Per far precipitare più del 99,9% del cadmio (Cd^{2+}), la sua concentrazione residua in soluzione deve scendere sotto lo 0,1% del valore iniziale, quindi si deve avere: $[\text{Cd}^{2+}] < 0,10 \text{ M} \cdot 0,001 = 10^{-4} \text{ M}$.

Sostituendo questo valore nel prodotto di solubilità K_{ps} di CdS, si ricava la concentrazione minima di S^{2-} .

$$[\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}] > K_{ps} \quad [\text{S}^{2-}] > K_{ps} / [\text{Cd}^{2+}] \quad [\text{S}^{2-}] > 1,0 \cdot 10^{-27} / 10^{-4} = 1,0 \cdot 10^{-23} \text{ M}$$

e quindi si ottiene il pH minimo: $[\text{H}^+] < (8,9 \cdot 10^{-28} / 10^{-23})^{1/2} = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad \text{pH} \geq 2,0$

Per evitare che il tallio (Ti^+) inizi a precipitare, la concentrazione $[\text{S}^{2-}]$ non deve superare il valore di saturazione per il Ti_2S alla concentrazione iniziale del Ti^+ (0,10 M).

$$[\text{Ti}^+]^2 [\text{S}^{2-}] < K_{ps} \quad [\text{S}^{2-}] < K_{ps} / [\text{Ti}^+]^2 \quad [\text{S}^{2-}] < 6,0 \cdot 10^{-22} / 10^{-2} = 6,0 \cdot 10^{-20} \text{ M}$$

e quindi si ottiene il pH massimo: $[\text{H}^+] > (8,9 \cdot 10^{-28} / 6,0 \cdot 10^{-20})^{1/2} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ M} \quad \text{pH} \leq 3,9$

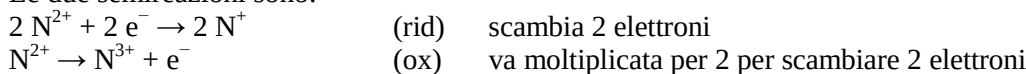
Quindi, per separare al meglio i due metalli, il pH deve essere compreso tra 2,0 e 3,9. (Risposta B)

37. Il monossido d'azoto NO disproporciona in N_2O and NO_2^- in soluzione basica. Quando l'equazione di questa reazione è bilanciata usando i coefficienti interi minimi, qual è il coefficiente di NO?

- A) 2
B) 3
C) 4
D) 5

37. Soluzione

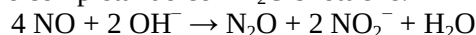
Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Bilanciando le cariche con OH^- e completando con H_2O si ottiene:



(Risposta C)

38. Dati i potenziali standard di riduzione in soluzione basica mostrati sotto, qual è il valore del potenziale standard di riduzione della coppia $\text{MnO}_4^{2-}(\text{aq})/\text{MnO}_2(\text{s})$?



- A) 0,052 V
B) 0,569 V
C) 0,621 V
D) 0,647 V

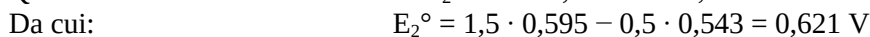
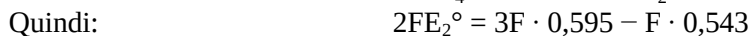
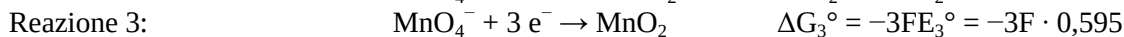
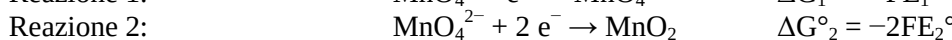
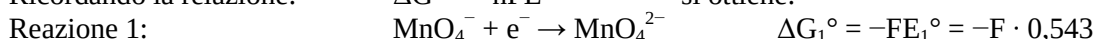
38. Soluzione

Il ΔG° delle 2 reazioni parziali (1 e 2) è uguale al ΔG° della reazione complessiva (3)

$$\Delta G_3^\circ = \Delta G_1^\circ + \Delta G_2^\circ, \quad \text{quindi il } \Delta G^\circ \text{ che ci interessa vale:} \quad \Delta G_2^\circ = \Delta G_3^\circ - \Delta G_1^\circ.$$

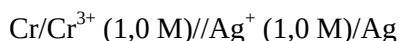
Ricordando la relazione:

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ \quad \text{si ottiene:}$$



(Risposta C)

39. Per la cella voltaica:



quale cambiamento causerà una diminuzione del potenziale di cella?

- A) diminuire il pH della semicella d'argento aggiungendo acido nitrico concentrato
- B) far gorgogliare $\text{NH}_3(\text{g})$ nella semicella d'argento
- C) aggiungere acqua alla semicella di cromo
- D) aumentare le dimensioni dell'elettrodo d'argento

39. Soluzione

Il potenziale della semicella dell'argento Ag^+/Ag è: $E^\circ = +0,80 \text{ V}$

Il potenziale della semicella del cromo Cr^{3+}/Cr è: $E^\circ = -0,74 \text{ V}$

Per diminuire il potenziale della cella si può diminuire il potenziale dell'argento o aumentare quello del cromo. Le dimensioni dell'elettrodo sono ininfluenti.

Aggiungere acqua nella semicella del cromo ne fa diminuire il potenziale perchè diminuisce $[\text{Cr}^{3+}]$.

Dato che AgNO_3 è solubile, aggiungere acido nitrico non cambia E° perchè non cambia la concentrazione $[\text{Ag}^+]$.

Aggiungere NH_3 fa diminuire $[\text{Ag}^+]$ libero e quindi E° perchè si forma il complesso $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. (Risposta B)

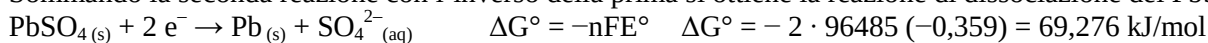
40. Qual è la solubilità molare del solfato di piombo a 298 K?

semireazione	$E^\circ, \text{ V}$
$\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{Pb}_{(\text{s})}$	-0,126
$\text{PbSO}_{4(\text{s})} + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{Pb}_{(\text{s})} + \text{SO}_{4^{2-}(\text{aq})}$	-0,359

- A) $1,31 \cdot 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$
- B) $8,46 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$
- C) $5,46 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$
- D) $1,14 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

40. Soluzione

Sommando la seconda reazione con l'inverso della prima si ottiene la reazione di dissociazione del PbSO_4 .



Dalla relazione: $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ si ottiene: $\ln K = -\Delta G^\circ/RT$ $\ln K = -44962/(8,314 \cdot 298) = -18,148$

Da cui: $K_{\text{ps}} = e^{-18,148} = 1,31 \cdot 10^{-8}$.

Da: $K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = s \cdot s = s^2$ si ottiene: $s = (K_{\text{ps}})^{1/2} = (1,31 \cdot 10^{-8})^{1/2} = 1,14 \cdot 10^{-4} \text{ M}$. (Risposta D)

41. Una soluzione contenente un ione metallico viene sottoposta ad elettrolisi, con la deposizione di 1,50 g di metallo al catodo. Contemporaneamente, vengono raccolti all'anodo 0,265 L di ossigeno gassoso (misurato a STP). Qual è il metallo?

- A) Al
- B) Cu
- C) Sn
- D) U

41. Soluzione

In un'ossidazione, gli elettroni scambiati nelle semireazioni di ossidazione e riduzione devono essere uguali.

All'anodo accade: $2 \text{ O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{ e}^-$ (ox) scambia 4 elettroni

Le moli di O_2 prodotte (a 1 atm e 273 K) sono: $n = PV/RT = (1 \cdot 0,265)/(0,0821 \cdot 273) = 0,01182 \text{ mol}$

Le moli di elettroni sono: $4n = 4 \cdot 0,01182 = 0,04729 \text{ mol}$

Se il metallo fosse monovalente (come Cu^+) si otterrebbero 0,04729 mol di metallo.

La sua MM sarebbe: $MM = m/n = 1,50/0,04729 = 31,72 \text{ g/mol}$

Se il metallo fosse bivalente (come Cu^{2+} o Sn^{2+}), le moli di metallo sarebbero metà.

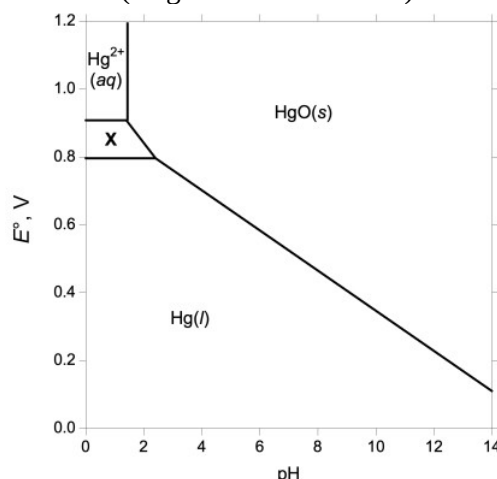
Quindi la sua MM sarebbe doppia: $31,72 \cdot 2 = 63,4 \text{ g/mol}$.

Se il metallo fosse trivalente (come Al^{3+}) la sua MM sarebbe tripla: $31,72 \cdot 3 = 95,2 \text{ g/mol}$

Se il metallo fosse tetravalente (come Sn^{4+}) la sua MM sarebbe quadrupla: $31,72 \cdot 4 = 126,9 \text{ g/mol}$

Dato che le MM sono: Al (27), Cu (63,5), Sn (118,7), U (238), il solo metallo plausibile è Cu. (Risposta B)

42. Qui sotto è mostrato un diagramma che indica la stabilità termodinamica delle specie contenenti mercurio in funzione del pH e del potenziale di riduzione (diagramma di Pourbaix). Cos'è X?



- A) $\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$ B) $\text{Hg}_2\text{O}(\text{s})$ C) $\text{Hg}(\text{OH})^+(\text{aq})$ D) $\text{Hg}(\text{O})(\text{OH})(\text{s})$

42. Soluzione

La specie X esiste a potenziali meno ossidanti di quelli ai quali esiste $\text{Hg}^{2+}(\text{aq})$, quindi X deve avere uno stato di ossidazione intermedio tra 0 e +2 ossia +1. La specie X è lo ione mercurioso $\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$. Questo ione esiste solo a pH molto acidi, se il pH aumenta, reagisce con OH^- e precipita dismutando in Hg e $\text{HgO}(\text{s})$. (Risposta A)

43. In quale opzione le prime energie di ionizzazione sono elencate in ordine crescente?

- A) $\text{N} < \text{O} < \text{P} < \text{S}$ B) $\text{P} < \text{S} < \text{N} < \text{O}$ C) $\text{P} < \text{N} < \text{S} < \text{O}$ D) $\text{S} < \text{P} < \text{O} < \text{N}$

43. Soluzione

L'energia di prima ionizzazione aumenta andando verso l'alto nei gruppi ($\text{P} < \text{N}$ e $\text{S} < \text{O}$) (l'opzione A è errata). L'EI aumenta anche andando verso destra nei periodi, ma con due eccezioni:

- alla fine del riempimento dell'orbitale s (config. ns^2) quando entra il primo elettrone in un orbitale p (ns^2np^1);
- alla fine del singolo riempimento degli orbitali p (config. ns^2np^3) quando entra un secondo elettrone in un orbitale p (ns^2np^4).

Per questo motivo l'EI dell'ossigeno ($2s^22p^4$) è inferiore a quella dell'azoto ($2s^22p^3$) ($\text{O} < \text{N}$) e così, nel terzo periodo, l'EI dello zolfo è inferiore a quella del fosforo ($\text{S} < \text{P}$) (le opzioni B e C sono errate).

La sequenza corretta delle EI è quindi: $\text{S} < \text{P} < \text{O} < \text{N}$.

(Risposta D)

44. La serie di Balmer consiste in linee di emissione che corrispondono a cambiamenti nella configurazione elettronica dell'atomo di idrogeno da un certo valore iniziale del numero quantico principale n a un valore finale di $n = 2$. Il membro con la lunghezza d'onda maggiore della serie di Balmer ha $\lambda = 656 \text{ nm}$. Quale tra questi non è un membro della serie di Balmer?

- A) 410 nm B) 434 nm C) 486 nm D) 545 nm

44. Soluzione

L'energia dell'atomo di idrogeno con un elettrone nel livello n , è data da: $E_n = -E_{\text{ion}}/n^2$.

Possiamo scriverla in funzione della lunghezza d'onda della radiazione che strappa l'elettrone: $1/\lambda_n = k/n^2$

Per strappare un elettrone dal primo livello ($n = 1$), l'energia è: $E_1 = -E_{\text{ion}}/1^2$ Quindi $1/\lambda_1 = k/1^2 = k/1$.

Per strappare un elettrone dal secondo livello ($n = 2$), si ha: $1/\lambda_2 = k/2^2 = k/4$

Per strappare un elettrone dal terzo livello ($n = 3$), si ha: $1/\lambda_3 = k/3^2 = k/9$

Per strappare un elettrone dal quarto livello ($n = 4$), si ha: $1/\lambda_4 = k/4^2 = k/16$.

Per strappare un elettrone dal quinto livello ($n = 5$), si ha: $1/\lambda_5 = k/5^2 = k/25$.

Per strappare un elettrone dal sesto livello ($n = 6$), si ha: $1/\lambda_6 = k/6^2 = k/36$.

Se un elettrone cade dal 3° livello al 2°, la λ_{3-2} emessa (656 nm) è legata alla differenza di energia tra i due livelli $\Delta E = E_3 - E_2$ quindi: $1/\lambda_{3-2} = 1/\lambda_2 - 1/\lambda_3 = k/4 - k/9$ $1/656 = 0,1389 k$ da cui: $k = 1,0976 \cdot 10^{-2}$

Per la transizione $4^\circ \rightarrow 2^\circ$: $1/\lambda_{4-2} = 1/\lambda_2 - 1/\lambda_4 = k/4 - k/16 = 0,1875 k = 0,1875 \cdot 1,0976 \cdot 10^{-2}$ $\lambda_{4-2} = 486 \text{ nm}$

Per la transizione $5^\circ \rightarrow 2^\circ$: $1/\lambda_{5-2} = 1/\lambda_2 - 1/\lambda_5 = k/4 - k/25 = 0,21 k = 0,21 \cdot 1,0976 \cdot 10^{-2}$ $\lambda_{5-2} = 434 \text{ nm}$

Per la transizione $6^\circ \rightarrow 2^\circ$: $1/\lambda_{6-2} = 1/\lambda_2 - 1/\lambda_6 = k/4 - k/36 = 0,222 k = 0,222 \cdot 1,0976 \cdot 10^{-2}$ $\lambda_{6-2} = 410 \text{ nm}$

Le lunghezze d'onda della serie di Balmer sono quindi: λ_{3-2} (656 nm); λ_{4-2} (486 nm); λ_{5-2} (434 nm); λ_{6-2} (410 nm).

La lunghezza d'onda 545 nm non è prevista.

(Risposta D)

45. I punti di fusione degli elementi del gruppo 6 aumentano nell'ordine
 $\text{Cr} (2180\text{ }^{\circ}\text{C}) < \text{Mo} (2896\text{ }^{\circ}\text{C}) < \text{W} (3695\text{ }^{\circ}\text{C})$.

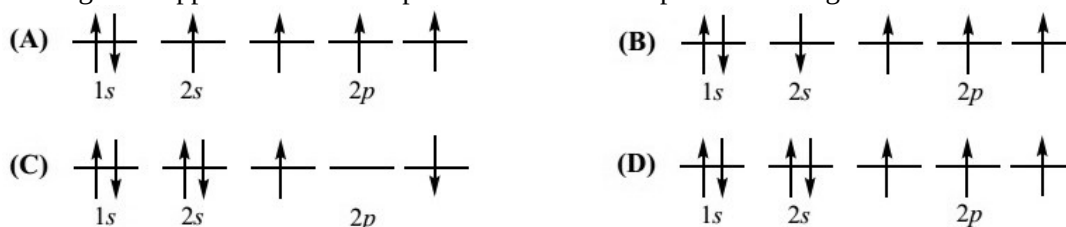
Qual è la spiegazione migliore per questo andamento?

- A) il grado di covalenza aumenta scendendo nel gruppo
 B) la carica parziale positiva sugli atomi metallici nel reticolo aumenta scendendo nel gruppo
 C) gli orbitali di valenza diventano sempre più contratti scendendo nel gruppo a causa di effetti relativistici
 D) la densità di impacchettamento dei metalli aumenta scendendo nel gruppo poiché il reticolo cambia da cubico semplice a cubico a corpo centrato a cubico a facce centrate

45. Soluzione

Nei metalli di transizione, il legame metallico è rafforzato dal contributo covalente dovuto alla sovrapposizione degli orbitali d . Scendendo lungo il gruppo 6 ($\text{Cr} \rightarrow \text{Mo} \rightarrow \text{W}$), gli orbitali di valenza d ($3d$, $4d$, $5d$) diventano più grandi. Questa maggiore estensione permette una sovrapposizione più efficace degli orbitali d tra atomi adiacenti. Una migliore sovrapposizione produce un legame covalente più forte e un'energia reticolare maggiore. Questo fa aumentare in modo significativo il punto di fusione, infatti, il tungsteno ha uno dei punti di fusione più alti in assoluto. Questa tendenza è comune a tutti gli elementi di transizione, ma nel gruppo 6 è massima perché avendo 6 elettroni di valenza, la loro configurazione elettronica è $ns^1(n-1)d^5$, e quindi sono nella condizione ideale per formare legami covalenti dato che hanno gli orbitali di valenza semipieni. (Risposta A)

46. Qual è la migliore rappresentazione del primo stato eccitato a più bassa energia di un atomo di carbonio?



46. Soluzione

Il carbonio nello stato fondamentale ha la configurazione elettronica $1s^2 2s^2 2p^2$ e obbedisce alla regola di Hund. Cioè, i due elettroni che si trovano negli orbitali $2p$ ($2p_x$, $2p_y$, $2p_z$), si dispongono in modo da occupare il maggior numero possibile di orbitali vuoti con spin paralleli ($\uparrow\uparrow$).

Questa regola è perfettamente logica perché gli elettroni con lo stesso spin sono costretti, dal principio di esclusione di Pauli, a stare in orbitali diversi. Essendo più lontani, la loro repulsione elettrostatica è minore.

Questo stato fondamentale è chiamato tripletto P (il suo simbolo è ^3P). ($L = 0, 1, 2, 3 \rightarrow \text{S, P, D, F}$)

(Due elettroni spaiati $\rightarrow$ tripletto. Con $2p_x^1 2p_y^1$, il momento totale è: $L = m_l 1 + m_l 0 = 1$. Con $L = 1 \rightarrow \text{P}$)

Il primo stato eccitato del carbonio ha un'energia maggiore rispetto allo stato fondamentale.

Questo salto energetico può avvenire in due modi che corrispondono alle risposte A e C.

Risposta A (promozione): un elettrone dal $2s$ e si sposta nel $2p$ (creando la configurazione $1s^2 2s^1 2p^3$).

Risposta C (inversione di spin): gli elettroni restano dove sono ($1s^2 2s^2 2p^2$), ma si ribalta lo spin di uno dei due elettroni $2p$, che diventa a spin giù ($\downarrow$).

L'opzione C richiede meno energia dell'opzione A.

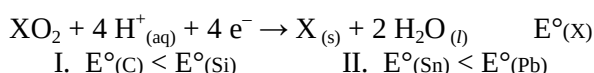
Ribaltando uno spin, si passa, negli orbitali $2p$, dalla configurazione ($\uparrow\uparrow$) alla configurazione ($\uparrow\downarrow$).

Questo crea uno stato di singoletto D (simbolo ^1D).

(Zero elettroni spaiati $\rightarrow$ singoletto. Con $2p_x^2$, il momento totale è: $L = m_l 1 + m_l 1 = 2$. Con $L = 2 \rightarrow \text{D}$)

Questo stato ha un'energia maggiore perché quando gli spin diventano antiparalleli ($\uparrow\downarrow$), il principio di Pauli non impedisce più a questi due elettroni di trovarsi nello stesso orbitale. Di conseguenza, gli elettroni possono essere più vicini tra loro rispetto a quando avevano spin paralleli e la repulsione elettrostatica aumenta. (Risposta C)

47. Quali affermazioni sui potenziali standard di riduzione dei diossidi degli elementi del gruppo 14 sono corrette?



- A) solo I
 B) solo II
 C) sia I che II
 D) né I né II

47. Soluzione

Confrontando CO_2 e SiO_2 , i diossidi dei primi due elementi del gruppo 14, si osserva che SiO_2 forma un reticolo tridimensionale macromolecolare molto stabile (il quarzo), mentre CO_2 è un gas formato da molecole discrete.

Il carbonio (del 2° periodo) forma due forti doppi legami π con i due atomi di ossigeno ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$).

Il silicio (del 3° periodo), avendo orbitali 3p più grandi e diffusi, ha una sovrapposizione π troppo scarsa, e quindi preferisce formare quattro legami singoli σ molto stabili con quattro atomi di ossigeno disposti a tetraedro.

Demolire il reticolo cristallino covalente di SiO_2 richiede un'energia molto superiore rispetto alla riduzione delle molecole isolate di CO_2 , per questo è più facile ridurre la CO_2 rispetto alla SiO_2 .

Il potenziale di riduzione di CO_2 è maggiore di quello di SiO_2 : $E^\circ(\text{C}) > E^\circ(\text{Si})$.

Le cose si invertono con gli elementi pesanti del gruppo 14 dove PbO_2 è meno stabile di SnO_2 .

PbO_2 è una specie instabile ed è un forte ossidante. Questo perché gli elettroni nell'orbitale 6s del Pb sono diventati una coppia inerte, cioè sono molto meno disposti a formare legami perché gli orbitali 4f e 5d sono poco schermanti e quindi gli elettroni 6s sentono una carica nucleare efficace più intensa rispetto agli elettroni 5s dello stagno. Il potenziale di riduzione di PbO_2 è maggiore di quello di SnO_2 : $E^\circ(\text{Sn}) < E^\circ(\text{Pb})$. (Risposta B)

48. Attraverso quale modalità il ^{92}Tc subisce il decadimento radioattivo?

- A) decadimento α
- B) decadimento β^-
- C) decadimento γ
- D) emissione di positroni

48. Soluzione

Il Tecnezio è un elemento privo di isotopi stabili in natura poiché il suo nucleo è instabile con qualsiasi numero di neutroni. L'isotopo ^{92}Tc ha 43 protoni e 49 neutroni, quindi ha una configurazione dispari-dispari che lo rende doppiamente instabile, dato che i nuclei preferiscono avere coppie di protoni e di neutroni. Avendo un eccesso di protoni rispetto alla stabilità ideale, il ^{92}Tc tende a ridurre il suo numero atomico trasformando un protone in neutrone con un decadimento β^+ (emissione di un positrone e di un neutrino elettronico), trasformandosi in Molibdeno-92 (42p; 50n):



La forza trainante della reazione è il passaggio da una configurazione dispari-dispari a una pari-pari.

Il ^{92}Mo ha inoltre un numero magico di neutroni (50) che lo rende un nucleo eccezionalmente stabile.

Il decadimento è accompagnato dall'emissione di raggi gamma perché il nucleo di ^{92}Mo si forma in uno stato energetico eccitato, il conseguente spostamento del nuovo neutrone che va ad appaiarsi in un nuovo orbitale nucleare porta il nucleo verso lo stato fondamentale e genera la radiazione gamma. (Risposta D)

49. Quali molecole in fase gassosa sono lineari?

I. CO_2 II. ClO_2

- A) solo I
- B) solo II
- C) sia I che II
- D) né I né II

49. Soluzione

CO_2 è una nota molecola lineare con struttura $\text{O}=\text{C}=\text{O}$. Determiniamo la struttura di ClO_2 con la teoria VSEPR.

Il cloro ha 7 elettroni di valenza, 4 elettroni vengono usati per legare con doppio legame i due atomi di ossigeno. Restano tre elettroni che occuperanno due orbitali di non legame, in uno ci sarà una coppia di elettroni, nell'altro

un singolo elettrone. Gli orbitali da ospitare attorno al cloro sono 4 e si dispongono a tetraedro regolare. Due orbitali sono di non legame e ospitano una coppia di elettroni e un elettrone spaiato. Gli altri due orbitali sono di legame e ospitano le coppie di elettroni sigma. Le due coppie di elettroni pigre non occupano uno spazio proprio, ma condividono lo spazio dei legami sigma. La molecola è angolata.

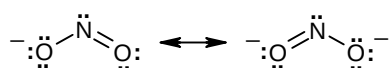
Se i due orbitali di non legame ospitassero due coppie di elettroni, occuperebbero uno spazio maggiore, ma dato che in un orbitale c'è un solo elettrone, lo spazio maggiore è occupato dai due doppi legami $\text{Cl}=\text{O}$ che allargano l'angolo di legame dai 109° del tetraedro regolare ai 117° di ClO_2 . (Risposta A)

50. Indicare la carica formale sull'azoto nelle strutture di Lewis dello ione nitrito, NO_2^- ?

- A) 0
- B) +1
- C) -1
- D) 0 o -1, a seconda della struttura di risonanza

50. Soluzione

Lo ione nitrito può essere disegnato con due forme limite di risonanza. In entrambe la carica formale sull'azoto è zero. (Risposta A)



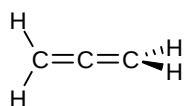
51. Quali specie hanno un ordine di legame pari a 3? I. CO II. CN^-
 A) solo I B) solo II C) sia I che II D) né I né II

51. Soluzione

CO e CN^- , insieme a N_2 e NO^+ , sono 4 molecole isoelettroniche e hanno tutte il triplo legame. (Risposta C)

52. Quanti legami σ e π ci sono in una molecola di allene, H_2CCCH_2 ?
 A) 5 σ , 1 π B) 5 σ , 2 π C) 6 σ , 1 π D) 6 σ , 2 π

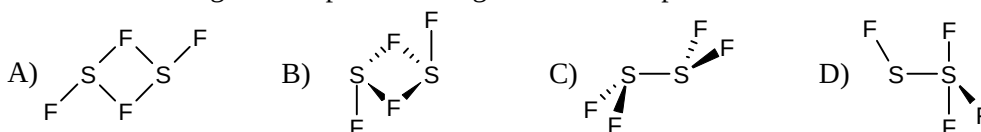
52. Soluzione



Nella molecola di allene ci sono 6 legami σ e 2 π .

(Risposta D)

53. Quale struttura descrive meglio la disposizione degli atomi nello spazio in S_2F_4 ?



53. Soluzione

Dato che il fluoro è monovalente, la molecola deve contenere il gruppo S–S come nelle strutture C e D.

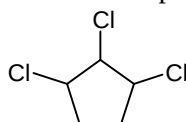
Dato che lo zolfo ha 6 elettroni di valenza, la struttura C non è plausibile perché resterebbero 3 elettroni di non legame sugli atomi di zolfo e dato che lo zolfo non forma doppi legami S=S, perché la sovrapposizione pigreco tra orbitali 3p è molto scarsa, la molecola sarebbe un diradiale instabile. La struttura corretta è quindi la D nella quale vi sono due coppie di non legame sullo zolfo di sinistra e una coppia di non legame sullo zolfo di destra. (Risposta D)

54. Quali specie hanno una geometria ottaedrica?
 I. $\text{W}(\text{CO})_6$ II. XeF_6
 A) solo I B) solo II C) sia I che II D) né I né II

54. Soluzione

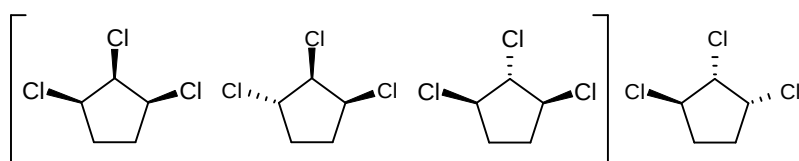
Il tungsteno ha 6 elettroni di valenza con i quali può legare le 6 molecole di CO di $\text{W}(\text{CO})_6$ formando una struttura ottaedrica regolare. La molecola XeF_6 , invece, non è ottaedrica, secondo la teoria VSEPR, perché lo Xeno ha 8 elettroni di valenza. Lo Xeno usa 6 elettroni per formare i 6 legami con gli atomi di fluoro, gli resta una coppia di elettroni di non legame. Le coppie di elettroni da sistemare attorno allo Xeno sono 7 e quindi non si può formare un ottaedro regolare. La geometria ideale per queste 7 coppie è la bipiramide a base pentagonale con la coppia di non legame che occupa una posizione sull'asse, mentre le altre legano i sei atomi di fluoro formando una piramide a base pentagonale. Il fatto che i 7 orbitali non siano identici provoca una deformazione nella struttura non ben interpretabile con la teoria VSEPR. (Risposta A)

55. Quanti stereoisomeri sono possibili del 1,2,3-triclorociclopentano?



- A) 3 B) 4 C) 6 D) 8

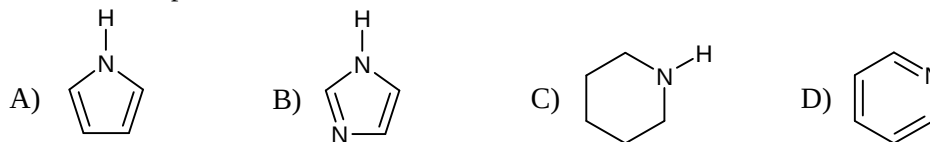
55. Soluzione



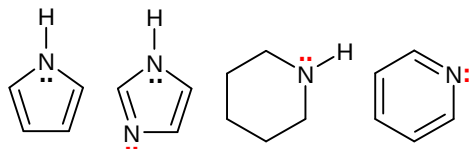
I sostituenti della molecola data possono essere disposti in tre modi diversi (mostrati tra parentesi); tutti da un lato, con il cloro esterno dal lato opposto, con il cloro centrale dal lato opposto.

La prima e la terza molecola hanno un piano di simmetria e quindi sono composti meso achirali. La seconda molecola, invece, è asimmetrica e quindi esiste il suo enantiomero (la quarta molecola). In totale gli stereoisomeri sono 4. (Risposta B)

56. Quale composto è la base più debole?



56. Soluzione



In queste quattro molecole i doppietti sull'azoto sono stati disegnati in nero quando fanno parte del sestetto aromatico della molecola e quindi non sono basici. Sono stati disegnati in rosso quando sono doppietti di non legame con caratteristiche basiche.

La molecola meno basica è il pirrolo (A) che è privo di doppietti basici.

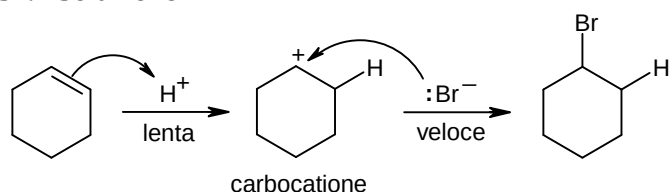
La molecola più basica è la piperidina (C) un'ammina secondaria che ha il doppietto basico su un azoto ibridato sp^3 e quindi meno elettronegativo rispetto all'azoto sp^2 di imidazolo (B) e piridina (D).

(Risposta A)

57. Quale reazione del cicloesene procede attraverso un intermedio carbocationico?

- A) reazione con HBr al buio
B) reazione con HBr in presenza di perossido di benzile
C) reazione con Br_2 in soluzione di metanolo
D) reazione con Br_2 in tetracloruro di carbonio sotto illuminazione UV

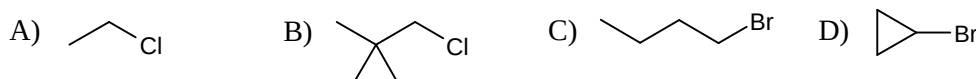
57. Soluzione



L'addizione di HBr al cicloesene al buio avviene per via ionica formando un carbocatione come intermedio instabile. Anche l'addizione di Br_2 in metanolo avviene per via ionica, ma l'intermedio è il ponte bromonio perché il bromo dona elettroni al carbocatione e prende su di sé la carica positiva. Le reazioni con HBr

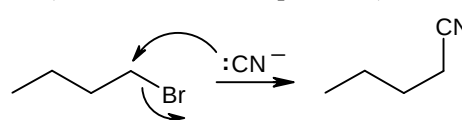
in presenza di perossidi e la reazione con Br_2 e luce UV avvengono con meccanismo radicalico. (Risposta A)

58. Quale alogenuro alchilico subisce la sostituzione nucleofila da parte di CN^- in acetone alla velocità più alta?



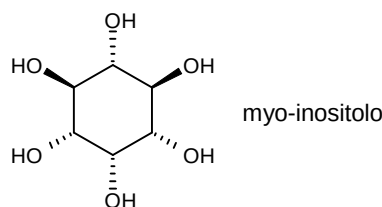
58. Soluzione

Br^- (anione di un acido più forte) è un miglior gruppo uscente di Cl^- , quindi la scelta è tra le molecole C e D.



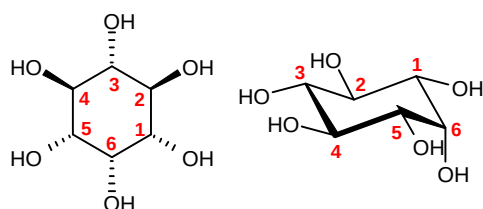
Le reazioni SN_2 sono più veloci su carboni meno sostituiti, quindi la reazione è più veloce sul carbonio 1° di 1-bromobutano (C) piuttosto che sul carbonio 2° del bromociclopropano (D) che in più ha uno stato di transizione sp^2 (120°) con una forte tensione di anello. (Risposta C)

59. Quanti gruppi ossidrilici sono equatoriali nella conformazione a sedia più stabile del myo-inositolo?



- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6

59. Soluzione



Le posizioni equatoriali si trovano alternativamente verso l'alto e verso il basso nell'anello del cicloesano. Nella molecola data cinque sostituenti OH consecutivi (da 1 a 5) si trovano alternativamente sotto e sopra l'anello.

Questi cinque sostituenti, quindi, possono essere tutti in posizione equatoriale. (Risposta C)

60. Quale residuo di amminoacido $\text{H}_2\text{NCH(R)COOH}$ ha più probabilità di trovarsi all'interno di una proteina globulare ripiegata a pH 7 piuttosto che sulla sua superficie?

- A) arginina, $\text{R} = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHC(NH)NH}_2$
- B) acido glutammico, $\text{R} = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
- C) lisina, $\text{R} = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
- D) metionina, $\text{R} = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3$

60. Soluzione

In una proteina globulare gli amminoacidi sulla superficie esterna, a contatto con l'ambiente acquoso, sono prevalentemente polari, acidi o basici, mentre gli amminoacidi apolari, che rifuggono dall'acqua nel momento del ripiegamento della proteina, si vengono a trovare all'interno.

L'arginina (basica), l'acido glutammico (acido) e la lisina (basica) possono trovarsi più facilmente sulla superficie esterna della proteina.

La metionina (apolare perchè ha una catena laterale di tioetere) è più probabile che si trovi all'interno della proteina globulare. (Risposta D)

Esercizi della prova di qualificazione USA 2026 alle olimpiadi della chimica.
Soluzioni proposte da Mauro Tonellato

Giochi della Chimica 2027

Esercizi di allenamento (1) – Soluzioni

1 C	2 D	3 C	4 C	5 D	6 A	7 D	8 B	9 D	10 B
11 B	12 D	13 D	14 D	15 A	16 B	17 D	18 A	19 B	20 D
21 B	22 A	23 C	24 B	25 B	26 A	27 B	28 B	29 B	30 C
31 C	32 D	33 A	34 A	35 B	36 B	37 C	38 C	39 B	40 D
41 B	42 A	43 D	44 D	45 B	46 C	47 B	48 D	49 A	50 A
51 C	52 D	53 D	54 A	55 B	56 A	57 A	58 C	59 C	60 D

Dalla prova nazionale USA 2026

Digitalizzato da:

Prof. Mauro Tonellato