

GIOCHI DELLA CHIMICA 2015:Fase nazionale – Classi A e B

GIOCHI DELLA CHIMICA FASE NAZIONALE 2015 CLASSI A e B

1.Indicare a cosa corrisponde il prodotto $N_A \cdot u$ nelle unità di misura del Sistema Internazionale:

A) 0,001 kg mol⁻¹

B) 12 g mol⁻¹

C) 1 / 0,001 kg mol⁻¹

D) 1 kg mol⁻¹

N_A è il numero di Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$

u è l'unità di massa atomica unificata (detta anche Dalton) = $1,66054 \times 10^{-27}$ kg

poiché nel sistema SI l' Unità di massa atomica = Kg / N_A (mol)

le unità di misura, nel sistema SI, del prodotto $N \times u$ =Kilogrammi.

in questo caso 1 unità di massa = $1,66054 \times 10^{-27} = \text{k g} / 6,02 \times 10^{23}$ quindi

$$N_A \times u = 1,66054 \times 10^{-27} \times 6,02 \times 10^{23} = 0,999 \text{ kg/mol}$$

2. Individuare l'affermazione corretta

A) ci sono più atomi di carbonio in 1 g di diamante che in 1 g di grafite

B) ci sono meno atomi di carbonio in 1 g di diamante che in 1 g di grafite

C) ci sono più molecole in 1 g di O₃ che in 1 g di O₂

D) ci sono meno molecole in 1 g di O₃ che in 1 g di O₂

soluzione

Nel diamante, ogni atomo di Carbonio è unito ad altri 4 atomi e possiede una struttura tetraedrica che è molto rigida e forte e dà al diamante una durezza straordinaria e si traduce anche in una densità superiore a quella della grafite (3,514 g/cm³ rispetto a 2,266 g/cm³). Nella grafite gli atomi sono disposti a strati che sono planari e sono tenuti insieme da forze di interazione deboli che ne permettono lo sfaldamento. Grafite e diamante quindi, differiscono per la diversa struttura non per il numero di atomi di carbonio.

Per quanto riguarda l'ozono e l'ossigeno sappiamo che in 1 mole vi sono $6,02 \times 10^{23}$ molecole quindi

Se in 32 grammi di O₂ (1 mole di ossigeno) : $6,02 \times 10^{23}$ molecole = in 1 g ve ne saranno x

$$X = 6,02 \times 10^{23} / 32 = \mathbf{0,188 \times 10^{23}} \text{ molecole}$$

per l'ozono si ha $X = 6,02 \times 10^{23} / 48 = \mathbf{0,125 \times 10^{23}}$

pertanto vi sono più molecole in 1 g di O₂ che in 1 g di O₃

risposta corretta D

3. Se un elettrone presenta i seguenti numeri quantici: $n = 4$, $l = 2$, $m_l = -2$; $m_s = -1/2$, esso si trova:

- A) in un orbitale p del quarto livello
- B) in un orbitale d del quarto livello
- C) in un orbitale p del secondo livello
- D) in un orbitale d del terzo livello

soluzione

il numero quantico fondamentale n indica il livello energetico quindi l'elettrone si trova al livello energetico 4.

l è il numero quantico azimutale e sappiamo che può assumere solo valori interi compresi tra 0 ed $n-1$, pertanto se $n=4$ allora i valori possibili di l saranno

$l=0$; $l=1$; $l=2$; $l=3$

quando $l=0$ il numero quantico magnetico $m=0$ e pertanto si ha uno stato completamente simmetrico S

quando $l=1$ i valori di m sono compresi tra $+1, 0, -1$ quindi se $l=1$ $m=-1, 0, +1$ si hanno tre stati di tipo P

quando $l=2$ i valori di m saranno $+2, +1, 0, -1, -2$ si hanno 5 stati di tipo d

quando $l=3$ i valori di m saranno $+3,+2,+1,0,-1,-2,-3$ cioè si hanno 7 stati f

da quanto detto si evince che un elettrone caratterizzato dai valori $n=4$ $l=2$ $m=-2$ $s=-1/2$ è un elettrone che occupa uno stato d ed è spaiato.

risposta corretta B

4. Secondo il principio di esclusione di Pauli, un orbitale può contenere al massimo:

- A) due elettroni, purché di spin opposto
- B) due elettroni, purché di spin parallelo
- C) un elettrone con spin $+ 1/2$
- D) un elettrone con spin $- 1/2$

soluzione

il principio di esclusione di W. Pauli ci dice che due elettroni non possono avere tutti i numeri quantici uguali ma devono differire per lo spin il che significa che un orbitale atomico, al massimo, può contenere 2 elettroni ma con spin diversi.

la risposta corretta è A

5. Il catione monovalente di un elemento del primo gruppo della tavola periodica ha una configurazione elettronica:

- A) analoga al gas nobile che precede tale elemento
- B) analoga al gas nobile che segue tale elemento
- C) analoga a un alogeno
- D) analoga al metallo alcalino che lo precede

soluzione

la configurazione elettronica degli atomi del primo gruppo è caratterizzata dalla presenza di un elettrone spaiato in un orbitale esterno di tipo S. es

H $1S^1$

Li $1S^2 2S^1$

Na $1S^2 2S^2 2P^6 3S^1$

K $1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 4S^1$

quando uno di questi atomi perde un elettrone esterno, perde l'elettrone S e si trasforma in CATIONE MONOVALENTE cioè H^+ Li^+ Na^+ K^+ . Se osserviamo la struttura che rimane essa è analoga al Gas Nobile che lo precede nella tavola periodica. **FA ECCEZIONE L'IDROGENO CHE PERDENDO 1 ELETTRONE HA UN ORBITALE S SENZA ELETTRONI E QUESTA STRUTTURA NON CORRISPONDE AD ALCUN ALTRO ATOMO .**

6. Indicare tra K, Rb, Ca e Sr, l'atomo che ha minore energia di prima ionizzazione:

- A) Sr

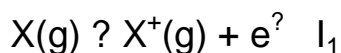
B) Ca

C) Rb

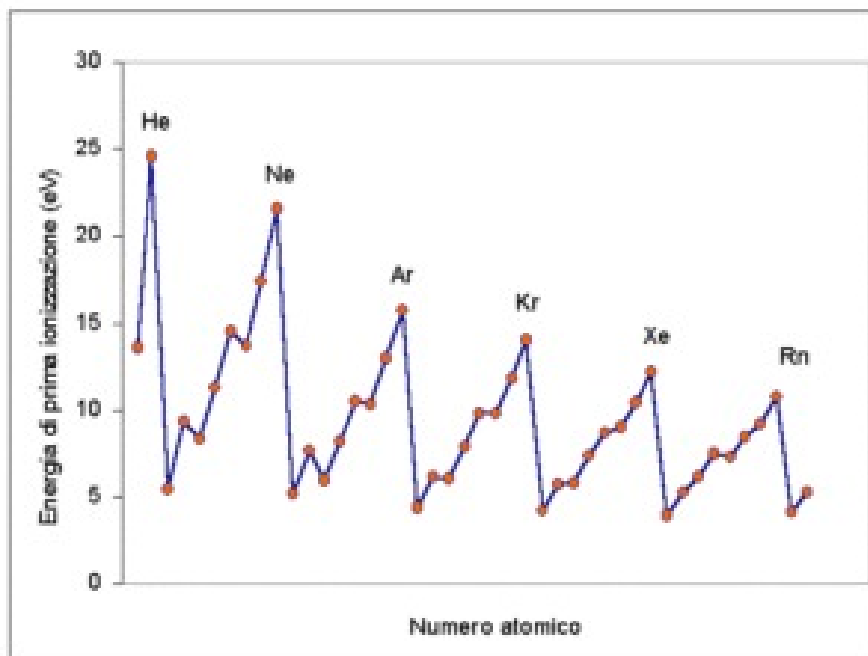
D) K

SOLUZIONE

l'energia di prima ionizzazione è l'energia espressa in eV (elettronivolts) necessaria per allontanare da un atomo un elettrone esterno e portarlo a distanza infinita. Per far calcolarla si fa avvenire il processo di ionizzazione dell'atomo



L'energia di ionizzazione è una proprietà periodica nel senso che il suo valore aumenta lungo un periodo ma diminuisce lungo un gruppo. Pertanto



da questa figura si evince chiaramente che l'E.I. aumenta nei vari periodi ma diminuisce nei gruppi.

Nel caso in esame il K preceda il Ca nel periodo così come il Rubidio precede lo

stronzio nel periodo per cui il K ha EI più bassa del Ca ed il Rubidio ha EI più bassa dello Stronzio, ma il potassio precede il rubidio nel gruppo quindi ha una EI maggiore rispetto al Rb. Si deduce che il Rubidio ha minore EI.

risposta esatta C

7. Se in una generica reazione $A + B \rightleftharpoons C + D$ A è il reagente limitante, vuole dire che:

- A) la reazione è un equilibrio spostato a destra C
- B) il reagente B non si consumerà completamente
- C) la reazione è un equilibrio spostato a sinistra
- D) il reagente B si consumerà completamente

soluzione

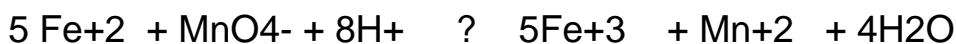
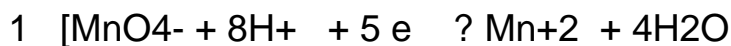
Reattivo limitante significa che le quantità di A sono inferiori a quelle stechiometriche definite dalla reazione. Si deduce che quando tutta la quantità di A ha reagito con B, una certa quantità di B non ha potuto reagire con A perché A si è consumato. Si deduce che la risposta corretta è che il reagente B non si consumerà completamente (risposta B)

8. Indicare l'affermazione ERRATA riguardante le reazioni redox:

- A) il numero di elettroni ceduti dalle specie che si ossidano deve essere uguale al numero di elettroni acquistati dalle specie che si riducono
- B) la somma algebrica delle cariche a sinistra deve essere uguale alla somma algebrica delle cariche a destra
- C) può accadere che una stessa specie si ossidi e si riduca
- D) per ogni specie chimica coinvolta nell'ossidazione o nella riduzione, la variazione del numero di ossidazione deve essere un multiplo di due

soluzione

facciamo un esempio di reazione redox l'ossidazione del ferro Fe⁺² con permanganato MnO₄⁻ in ambiente acido H⁺ :



il numero di elettroni ceduti dalle specie che si ossida in questo caso il Fe deve essere uguale al numero di elettroni acquistati dalle specie che si riducono quindi 5 elettroni.

la somma algebrica delle cariche a sinistra è uguale alla somma algebrica delle cariche a destra nelle due semireazioni scritte sopra

può accadere che una stessa specie si ossidi e si riduca nello stesso tempo ma non in questo esempio. per esempio lo zolfo può ossidarsi a SO₄²⁻ e contemporaneamente ridursi ad S⁻² (questo tipo di reazione redox è detto dismutazione)

si deduce che la risposta errata è la D

9. L'elio, il cui numero atomico è 2, ha due isotopi stabili, 4He e 3He:

A) l'isotopo 4He ha più elettroni dell'isotopo 3He

B) l'isotopo 4He ha più neutroni dell'isotopo 3He

C) l'isotopo 4He ha più protoni dell'isotopo 3He

D) nessuna delle tre precedenti

soluzione

gli isotopi differiscono esclusivamente per il numero di neutroni che non modificano la carica ma modificano la massa di un atomo. la risposta corretta è la B

10. Un elemento metallico M forma con il cloro un composto di formula MCl_4 nel quale la percentuale di alogeno è 74,75% (m/m). Determinare la massa molare del metallo:

- A) 189,7 g mol⁻¹
- B) 141,8 g mol⁻¹
- C) 47,90 g mol⁻¹
- D) 105,9 g mol⁻¹

soluzione

MCl_4 contiene 4 Cl come 100 g contengono 74,75 g quindi il peso di MCl_4 è dato dalla proporzione

$MCl_4 : 4Cl = 100 : 74,75$ da cui $MCl_4 = 189,9$ per ottenere il peso di M basta sottrarre a 189,9 il peso del cloro $4 \times 35,5 = 142$ quindi **$M = 189,9 - 142 = 47,9$ g**

11. 3,03 g di un idrossido di formula $M(OH)_2$ subiscono, per decomposizione termica, una perdita in massa pari a 0,936 g secondo la reazione $M(OH)_2(s) \rightarrow MO(s) + H_2O$ Indicare di quale idrossido si tratta.

- A) $Mg(OH)_2$
- B) $Ca(OH)_2$
- C) $Fe(OH)_2$
- D) $Pb(OH)_2$.

soluzione

0,936 g di H_2O rappresentano la perdita di massa, che espressa in moli è **$0,936 / 18$**

= 0,052 moli H₂O

la reazione ci indica che da 1 mole di M(OH)₂ si ottiene 1 mole di H₂O quindi
le moli di M(OH)₂ = 0,052

siccome **moli = g / PM** avremo **3,03 / PM = 0,052** da cui **PM di M(OH)₂ = 58,27g**

pertanto sottraendo da M(OH)₂ il peso di 2OH si ha PA di M = 58,27 - 34 = 24,27

si deduce che il metallo M è il Magnesio ed il composto è Mg(OH)₂

12. Indicare, nell'ordine, i coefficienti che permettono di bilanciare la seguente reazione:



A) 3, 8, 3, 8, 4

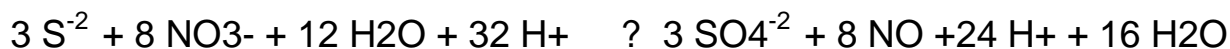
B) 3, 8, 8, 8, 4

C) 8, 8, 3, 8, 4

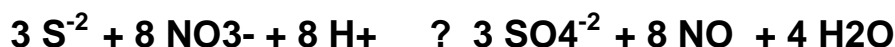
D) 3, 8, 3, 3, 4

soluzione

la reazione redox è la seguente:



e semplificando H⁺ ed H₂O si ha



la reazione data sopra, opportunamente bilanciata è :



i coefficienti sono pertanto 3,8,3,8,4 (risposta A)

13. Calcolare la quantità di Hg(l) che si può ottenere facendo reagire 6,55 g di FeCl₂ con un eccesso di HgCl₂, sapendo che la reazione (da bilanciare) HgCl₂ + FeCl₂ → Hg(l) + FeCl₃ procede con una resa dell'80,0%.

A) 6,48 g

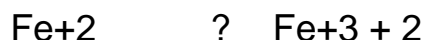
B) 5,19 g

C) 4,14 g

D) 3,11 g

soluzione

la reazione è



la resa di una reazione % = resa effettiva/ resa teorica

teoricamente si dovrebbero ottenere da 2 moli di FeCl₂ (2 x 126,7) 2 moli di Hg (2 x 200,6) quindi da 6,55 g se ne dovrebbero ottenere X

X = resa teorica da 2 moli = 401,2 x 6,55 / 253,4 X = 10,37 g e per 1 mole **la resa teorica è 5,18 g**

pertanto essendo la resa % = 80% avremo che la quantità reale ottenuta è **0,80**

x 5,18= 4,14 g

14. Indicare la quantità di SO₂ che si ottiene mettendo a reagire 2,0 moli di FeS₂ con 6,0 moli di O₂, secondo la reazione: 4 FeS₂ + 11 O₂ → 2 Fe₂O₃ + 8 SO₂

- A) 6,0 mol
- B) 12,0 mol
- C) 8,0 mol
- D) 4,0 mol

soluzione

poiché da 4 moli di FeS₂ si ottengono 8 moli di SO₂ da 2 moli se ne otterranno 4.

risposta corretta D

15. La seguente reazione: HIO₃ + 5 HI → 3 I₂ + 3 H₂O

- A) prevede che, in qualsiasi caso, da sei molecole complessive di reagenti si ottengano sei molecole di prodotti
- B) è una reazione di comproporzione
- C) è una reazione acido-base
- D) è una reazione di dismutazione

soluzione

siamo in presenza di una reazione redox in cui due specie, HIO₃ ed HI contengono lo stesso elemento I con diverso numero di ossidazione I⁺⁵ ed I⁻¹. Essi formano un prodotto I₂ in cui lo iodio ha numero di ossidazione pari a zero, valore che è intermedio rispetto agli altri due iniziali. Questo tipo di reazione si osserva con tutti gli alogeni

$XO_3^- + 5X^- + 6H^+ \rightarrow 3X_2 + 3H_2O$ (X = Cl, Br, I) ed è chiamata **REAZIONE DI COMPORPORAZIONE**. Questo tipo di reazione è l'opposto della **dismutazione** in cui da un solo elemento per reazione redox si ottengono due specie di cui una ha n.o. maggiore ed una ha n.o. minore.

16. In uno stesso periodo della tavola periodica:

- A) gli elementi del VII gruppo hanno elettronegatività minore
- B) gli elementi del I gruppo hanno energia di prima ionizzazione maggiore
- C) gli elementi del I gruppo hanno elettronegatività maggiore
- D) gli elementi del I gruppo hanno energia di prima ionizzazione minore

soluzione

l'elettronegatività diminuisce lungo il gruppo ed aumenta lungo il periodo.

L'energia di ionizzazione aumenta lungo un periodo ma diminuisce lungo un gruppo.

pertanto la risposta corretta è D

17. Indicare, l'affermazione ERRATA:

- A) l'elio risulta poco reattivo e si trova sotto forma di molecola monoatomica
- B) come tutti gli elementi del gruppo 18, l'elio presenta doppietto (ottetto) di valenza completo
- C) l'elio presenta due elettroni nel guscio esterno di valenza, quindi appartiene al gruppo 2
- D) il nome elio deriva dal latino helios (sole), perché fu scoperto osservando lo spettro della luce solare in occasione di una eclissi

soluzione

la risposta errata è la C. Infatti l'elio possiede 2 elettroni 1S ma non appartiene al 2°

gruppo : è un gas nobile poco reattivo.

La risposta corretta è la C

18. Nella formula chimica dell'idruro di calcio, CaH_2 , l'idrogeno viene scritto dopo il metallo perché si segue la regola secondo cui, nei composti binari, gli elementi sono scritti:

- A) in ordine alfabetico
- B) in ordine crescente di elettronegatività
- C) secondo numero atomico decrescente
- D) in ordine decrescente di elettronegatività

soluzione

quando si scrive un composto binario l'elemento con elettronegatività maggiore si scrive a destra e quello con elettronegatività minore si scrive a sinistra. Ciò significa che gli elementi si scrivono da sinistra a destra secondo l'elettronegatività crescente. Risposta corretta B

19. In uno ione molecolare poliatomico, la somma algebrica dei numeri di ossidazione di tutti gli atomi deve essere uguale:

- A) a zero
- B) alla carica dello ione
- C) al numero di atomi presenti nello ione
- D) al numero di elettroni di valenza dell'atomo più elettronegativo

soluzione

prendiamo in considerazione lo ione permanganato MnO_4^-

il numero di ossidazione dell'ossigeno è -2 essendo legato ad un atomo meno

elettronegativo, per cui la somma algebrica è data da $4 \times 2 = 8$ a cui bisogna sottrarre la carica negativa dello ione. La somma algebrica $+ 7$ equivale alla carica dello ione Mn. (Abbiamo impropriamente indicato come carica dello ione il numero di ossidazione dello ione).

20. Sulla base della teoria VSEPR:

A) BF₃ è una molecola apolare, mentre ClF₃ è polare

B) BF₃ è una molecola polare, mentre ClF₃ è apolare

C) entrambe le molecole sono polari

D) entrambe le molecole sono apolari

soluzione

BF₃ ha una geometria trigonale planare secondo la teoria VESPR. I legami tra B ed F sono covalenti polari ma la molecola nel suo complesso è apolare proprio perché il momento risultante, che deve tener conto della direzione dei vettori polarità, è nullo.

Nella molecola di ClF₃ il cloro, atomo centrale, ha un legame per ogni atomo di fluoro; ogni atomo di fluoro possiede tre lone pairs; l'atomo di cloro possiede, oltre a tre bond pairs (coppie di legame), due lone pairs sul cloro (coppie solitarie) che occupano due posizioni equatoriali di una ipotetica molecola bpiramidale

trigonale per cui se consideriamo le repulsioni reciproche tra le coppie elettroniche, la forma della molecola è "a T" e risulta polare.

La risposta corretta è A

21. Viene prelevata una frazione delle moli di gas inizialmente contenute in un recipiente rigido. Al fine di mantenere inalterata la pressione all'interno del

recipiente, si deve:

- A) diminuire la temperatura
- B) prelevare altro gas
- C) aumentare la temperatura
- D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

soluzione

l'equazione generale di stato dei gas è $PV = nRT$ quindi $P = nRT/V$

Se viene diminuita la quantità di moli, per poter mantenere inalterata la pressione, essendo il recipiente rigido V non può essere modificato quindi l'unico parametro modificabile è la temperatura che deve necessariamente essere aumentata.

22. 0,02 mol di Ar ($P_A = 39,95$) contenute in un recipiente rigido si trovano inizialmente a $15\text{ }^\circ\text{C}$ e $1,01 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Viene loro fornito calore per un totale di 27 J . Qual è la pressione finale all'interno del recipiente? (capacità termica molare di Ar a volume costante = $12,48\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$).

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

soluzione

per calcolare la pressione a volume costante ricordiamo che per la legge di Gay Lussac $P_2/P_1 = T_2/T_1$

i dati che possediamo sono $P_1 = 1,01 \times 10^5\text{ Pa}$ $T_1 = 15 + 273 = 288\text{ K}$ pertanto dobbiamo calcolare T_2 dai dati di calorimetria. Infatti $\Delta T = Q / \text{massa} \times \text{calore}$

specifico ma la massa \times cal spec = Capacità termica molare (Cv a v=Kost)quindi

$\Delta T = 27 / 0,02 \times 12,48 = 108,2$ pertanto essendo $T_2 - T_1 = 108,2$ $T_2 = 288 + 108,2 = 396,2$ K

e $P_2 = 1,01 \times 10^{-5} \times 396,2 / 288 = 1,01 \times 10^{-5} \times 1,38 = 1,4 \times 10^{-5}$

23. Lo ione nitrato ha una geometria (posizione media relativa degli atomi)

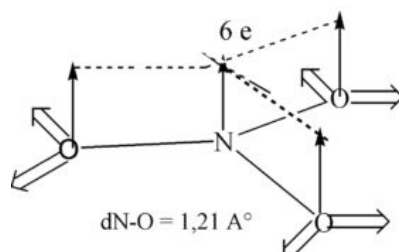
A) planare (triangolo equilatero con azoto al centro)

B) planare (quadrilatero con azoto in uno dei vertici)

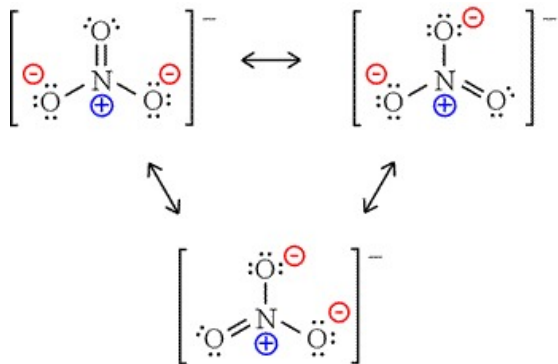
C) piramidale

soluzione

lo ione nitrato NO_3^- ha una struttura planare totalmente simmetrica e l'Azoto è ibrido SP^2 con angolo $\text{ONO} = 120^\circ$. Il sistema π comprende 6 elettroni



secondo Lewis è possibile scrivere 3 strutture e la struttura dello ione è una struttura di risonanza tra quelle possibili:



infatti l'azoto ha 5 elettroni disponibili e l'ossigeno $3 \times 6 = 18$ elettroni + 1 carica negativa: in totale vi sono 24 elettroni da sistemare e si sistemano come scritto sopra. La struttura è quindi trigonale planare.

la risposta corretta è la A

D) non si può dare una risposta, in mancanza di altre informazioni

24. Se si mescolano 25,0 g di una soluzione di BaCl₂ al 15,0% (m/m) con 64,0 g di una soluzione di BaCl₂ al 33,0%(m/m), qual è la concentrazione della nuova soluzione (in % m/m)?

- A) 27,9%
- B) 21,2%
- C) 29,7%
- D) 19,8%

soluzione

le quantità mescolate sono:

$$25 \times 0,15 = 3,75 \text{ g di soluz. BaCl}_2 \text{ al } 15\%$$

$$64 \times 0,33 = 21,12 \text{ g di soluz. BaCl}_2 \text{ al } 33\%$$

abbiamo mescolato pertanto $3,75 \text{ g} + 21,12 \text{ g} = 24,87 \text{ g}$ in una quantità totale di $64 + 25 = 89 \text{ g}$

pertanto essendo la $\% (m/m) = (\text{grammi soluto} / \text{quantità totale}) \times 100$ si ha :

$$\% (m/m) = (24,87 / 89) \times 100 = 27,94 \%$$

25. Il Mar Mediterraneo ha un contenuto salino di 39,0 g/L. Quanti m³ di acqua di mare sono necessari per ottenere, per evaporazione, 2,50 tonnellate di sale marino?

A) 95,7 m³

B) 64,1 m³

C) 87,5 m³

D) 89,9 m³

soluzione

da 1 litro si possono ottenere 39 g quindi da 1 m³ (1000 litri) se ne possono ottenere 39000 g cioè 39 Kg

se da 1 m³ si ottengono 39 Kg da X metricubi se ne otterranno 2500 Kg (cioè 2,5 tonnellate)

$$1 : 39 = X : 2500 \quad X = 2500 / 39 = 64,1 \text{ m}^3$$

26. Calcolare la molarità degli ioni Ca²⁺ in una soluzione ottenuta trattando 10,0 kg di CaMg(CO₃)₂ con 0,500 L di una soluzione di HCl 0,500 M, considerando la trasformazione completa e assumendo che il volume della soluzione non cambi.

A) 0,505 M

B) 0,356 M

C) 0,125 M

D) 0,145 M

soluzione

le moli di HCl che hanno reagito sono $V \times M = \text{moli}$ $0,5 \times 0,5 = 0,25$ moli HCl

dalla reazione $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$

si vede che 1 mole di $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ reagisce con 4 moli di HCl quindi

$1:4 = X : 0,25$ $X = 0,0625$ moli di $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ che hanno reagito con 0,25 moli di HCl

cioè $0,0625 \times 184,38(\text{PM}) = 11,52$ g di $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

quindi se in $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 : \text{Ca}^{+2} = 11,52 : X$ $X = 2,5 \times 184,38 / 40,0 = 2,5$ g di Ca^{+2}

2,5 g sono contenuti in 0,5 l quindi in 1 litro vi son 5,0 g cioè $5,0/40 = 0,125$ moli

pertanto la soluzione di Ca^{+2} risultante è 0,125 M

**27. A 25 °C e $1,01 \cdot 10^5$ Pa, l'aria ha un contenuto di elio pari a 5,00 ppm (v/v).
Calcolare i grammi di elio che si possono estrarre da 200 m³ di aria.**

A) 2,35 g

B) 1,63 g

C) 4,68 g

D) 8,57 g

soluzione

il volume di 1 mole di gas a 25° ed 1 atm è 24,5 m³ /mole

per trasformare i ppm(v/v) in mg/m³ ricordiamo che **mg/m³ = ppm x p.gas /24,5**

pertanto **mg/m³ = 5 x (39,98/ 24,5) =8,159 mg/m³**

quindi se **1 m³ : 8,159 mg = 200 m³ : X** **X= 200 x 8,159 = 1,63 g**

28. Una soluzione di NaOH ha pH = 12,5. Quale volume di acqua occorre aggiungere a 20 mL di tale soluzione affinché il pH diventi 11,5? (considerare i volumi additivi).

- A) 180 mL
- B) 100 mL
- C) 480 mL
- D) 1000 mL

soluzione

determiniamo il POH della soluzione iniziale **POH= 14-PH = 14- 12,5 = 1,5**
calcoliamo [OH⁻]

$$[\text{OH}^-] = 10^{-1,5} = 3,16 \times 10^{-2} \text{ moli/l}$$

il POH finale è $\text{POH} = 14 - \text{PH} = 14 - 11,5 = 2,5$ da cui $[\text{OH}^-] = 3,16 \times 10^{-3} \text{ moli/l}$

sapendo che $V_1 M_1 = V_2 M_2$ deve essere $20 \times 3,16 \times 10^{-2} = V \times 3,16 \times 10^{-3}$ $V = \frac{3,16 \times 10^{-2} \times 20}{3,16 \times 10^{-3}}$

$$V = 200 \text{ ml}$$

Pertanto il volume finale deve essere **200 ml** quindi a 20 ml di soluzione iniziale **occorre aggiungere 180 ml** di H₂O

D) 1000 mL

29. Un olio di oliva contiene acido oleico, un acido monoprotico, in concentrazione 3,0% (m/m). Quanti litri di una soluzione di NaOH 1 M occorrono per ridurre l'acidità di 1000 kg di olio, portando la concentrazione di acido a 0,5% (m/m)? (considerare invariata la massa dell'olio) La massa molare dell'acido oleico è 282,5 g mol⁻¹ e la sua costante di ionizzazione acida è $K_a = 4,0 \cdot 10^{-8}$.

A) 54,8 L

B) 112,4 L

C) 99,7 L

D) 88,5 L

soluzione

acido iniziale $1000 \times 0,03 = 30 \text{ kg} = 30000 \text{ g}$ $\text{moli} = 30000/282,5 = 106,19 \text{ moli di acido iniziale}$

acido finale $1000 \times 0,005 = 5 \text{ Kg} = 5000 \text{ g}$ $\text{moli} = 5000/282,5 = 17,69 \text{ moli di acido finale}$

la differenza $106,19 - 17,69 = 88,5$ sono le moli da neutralizzare con NaOH 1 M che

corrispondono quindi a

Volume x M = moli cioè $V = 88,5 / 1 = 88,5$ litri di NaOH 1M

30. Un campione solido di NaCl contiene HCl come impurezza. Sapendo che l'HCl contenuto in 10,0 g di campione è neutralizzato da 100 mL di una soluzione di NaOH 0,001M, calcolare la percentuale (m/m) di HCl nel campione.

A) 0,075%

B) 0,054%

C) 0,036%

D) 0,098%

soluzione

la quantità di HCl contenuta in 10 g di campione è pari alla NaOH usata quindi $100 \times 0,001 = 0,1$ millimoli

in quanto $\text{volume (ml)} \times \text{conc} = \text{mmoli}$

cioè $0,1 \times 36,5$ (PM di HCl) = 3,65 mg = 0,00365 g

pertanto se in 10 g vi sono 0,00365 g di HCl in 100 ve ne saranno X $X = 0,00365 \times 100/10 = 0,0365 \%$

31. A quale pH il fenolo è ionizzato per il 25%? La sua costante di ionizzazione è $K_a = 1,3 \cdot 10^{-10}$.

A) 7,82

B) 9,41

C) 8,54

D) 10,81

soluzione

sappiamo che $K_a = \frac{Ca}{(1-Ca)}$ da cui è possibile calcolare $Ca = \frac{K_a(1-0,25)}{(0,25)^2}$ $Ca = \frac{K_a - 0,25K_a}{(0,25)^2}$

$$Ca = \frac{1,3 \times 10^{-10} - 0,325 \times 10^{-10}}{0,0625} = \frac{0,975 \times 10^{-10}}{0,0625} = 15,6 \times 10^{-10}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times Ca} = \sqrt{1,3 \times 10^{-10} \times 15,6 \times 10^{-10}} = 4,5 \times 10^{-10} \quad PH = 10 - \log 4,5 = 10 - 0,6 = 9,4$$

32. Il radon è un gas che a 25 °C ha una solubilità in acqua di $9,2 \cdot 10^{-8}$ M/Pa. Calcolare la concentrazione in g/L di radon in una soluzione acquosa sottoposta alla pressione parziale di radon di $2,0 \cdot 10^5$ Pa.

A) 2,99 g/L

B) 7,85 g/L

C) 9,32 g/L

D) 4,08 g/L

soluzione

in questo caso si applica la legge di Henry cioè $Conc. = K_H \times P_p$ dove K_H è la solubilità in M/Pa e P_p la pressione parziale cui il gas è sottoposto. Trasformiamo K_H in g/Pa ricordando che il Peso atomico del Radon è 222 g perciò si ha:

$$K = 9,2 \times 10^{-8} \times 222 = 2042,4 \text{ g/Pa} \quad \text{quindi } \mathbf{Conc. = 2042,4 \times 10^{-8} \times 2,0 \times 10^5 = 4,084 \text{ g/L}}$$

33. Raddoppiando la concentrazione di un acido debole HA, con $K_a = 1,0 \cdot 10^{-5}$, di quante volte aumenta la concentrazione di ioni H^+ in soluzione?

A) 2,5

B) 1,4

C) 2,0

D) 3,5

soluzione

sappiamo che per un acido debole $[H^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$

supponendo che inizialmente $C_a = 1$ allora $[H^+] = \sqrt{1 \times 10^{-5} \times 1} = 3,1 \times 10^{-3}$

quando $C_a = 2$ si ha $[H^+] = \sqrt{2 \times 10^{-5}} = 4,42 \times 10^{-3}$ quindi $4,42 / 3,16 = 1,4$ cioè
quando C_a raddoppia

$[H^+] = 1,4 [H^+]_{iniziale}$

34. Calcolare il volume di acqua da aggiungere a 100 mL di una soluzione di HCl 0,001M per ottenere una soluzione a pH 4.

A) 1000 mL

B) 500 mL

C) 900 mL

D) 2000 mL

soluzione

la conc da ottenere è $[H^+] = 10^{-4}$ moli/l da una $[H^+] = 10^{-3}$ moli/l

10⁻³

10⁻⁴

10⁻⁴

acqua

0,0009

moltiplicando tutto per 10⁻³ si ha

1

0,1

0,1

acqua 0,9

cioè per 1 ml di acido occorre usare 9 ml di acqua

ciò indica che per 100 ml di acido dobbiamo usare 900 ml di acqua

35. Calcolare il volume di H₂SO₄ 2,5 M necessario per neutralizzare una soluzione che contiene 2,50 g di NaOH.

A) 25,0mL

B) 12,5mL

C) 18,4mL

D) 29,4mL

soluzione

2,5 g corrispondono a $2,5/40 = 0,0625$ moli di NaOH (o equivalenti di NaOH)

l'acido H₂SO₄ è 2,5 M o meglio 5 N (normale)

poiché 1 equiv di acido reagisce con 1 equiv di base allora si applica $\text{Vol} \times \text{N} = \text{equivalenti}$

Volume = $0,0625/5 = 0,0125$ litri cioè 12,5 ml

36. Calcolare le moli di I₂ che si ottengono se si trasformano 3,4 moli di ICl₃ secondo la reazione (da bilanciare): ICl₃ + H₂O? I₂ + HIO₃ + HCl

A) 0,68 mol

B) 1,54 mol

C) 2,89 mol

D) 0,42 mol

soluzione

la reazione bilanciata è $5 \text{ ICl}_3 + 9 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{ HIO}_3 + 15 \text{ HCl} + \text{I}_2$

il tricloruro di iodio si dismuta in acqua formando I_2 ed IO_3^- ma può anche formare I^- (es HI). Allo stato solido esiste come dimero I_2Cl_6 con struttura planare. Può reagire anche secondo la reazione $2 \text{ ICl}_3 + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + 3 \text{ HIO}_3 + 6 \text{ HCl}$

se da 5 moli di ICl_3 si ottiene 1 mole di I_2 da 3,4 moli se ne ottengono X X= 0,68 moli

37. Calcolare la costante di equilibrio della reazione: $\text{AgCN(s)} + \text{I}^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AgI(s)} + \text{CN}^- (\text{aq})$ KPS $\text{AgCN(s)} = 1,2 \cdot 10^{-16}$; KPS $\text{AgI(s)} = 1,5 \cdot 10^{-16}$

A) 0,25

B) 5,4

C) 0,80

D) 9,8

soluzione

il rapporto tra $K_a = \frac{[\text{CN}^-]}{[\text{I}^-]}$ $[\text{CN}^-] = \text{kps} / [\text{AgCN(s)}]$ e $[\text{I}^-] = \text{Kps} / [\text{AgI(s)}]$ tuttavia $[\text{AgI(s)}]$ ed $[\text{AgCN(s)}]$ essendo solidi hanno valore costante inglobato in KPS quindi $[\text{CN}^-] = \text{kps}$ e $[\text{I}^-] = \text{Kps}$ pertanto

$$K_a = \frac{1,2 \cdot 10^{-16}}{1,5 \cdot 10^{-16}} = 0,80$$

38. Calcolare le moli di NaOH necessarie per ottenere 2,0 moli di Na_2S , secondo la reazione (da bilanciare): $\text{S} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$

A) 8,0 mol

B) 6,0 mol

C) 7,0 mol

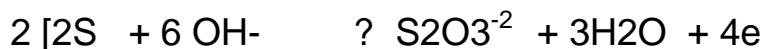
D) 6,8 mol

soluzione

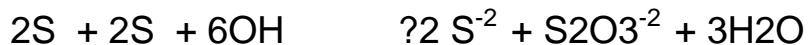
la reazione bilanciata è



la reazione è:



[4 e 2] si semplificano e divengono 2 ed 1 quindi



come è evidente dalla reazione per ottenere 2 moli di Na₂S occorrono 6 moli di NaOH

39. Calcolare il volume di una soluzione di HNO₃ al 19,0% (m/m) e densità 1,11 g mL⁻¹, che può essere preparato diluendo con acqua 50 mL di una soluzione di HNO₃ al 69,8% (m/m) e densità 1,42 g mL⁻¹. Considerare i volumi additivi.

A) 283 mL

B) 265 mL

C) 235 mL

D) 434 mL

soluzione

la concentrazione iniziale di acido è $1,42 \times 69,8 = 99,1 \text{ g } \%$

la concentrazione finale deve essere $19,0 \times 1,11 = 21,09 \text{ g } \%$

sapendo che $\text{Volume}_1 \times \text{conc}_1 = \text{Volume}_2 \times \text{Conc}_2$ allora $V_2 \times 21,1 = 50 \times 99,1$
da cui $V_2 = 50 \times 99,1 / 21,09 = 234,9$

40. Il momento dipolare del clorometano (CH_3Cl) è maggiore (1.87 D) di quello del singolo legame C-Cl (1.5 D). Scegliere, la corretta disposizione dei dipoli nella molecola in grado di giustificare la precedente evidenza:

A) 1

B) 2

C) 3

D) 4

soluzione

è evidente che vi è il contributo dei vettori momento dipolare dovuti ai legami CH e la figura che mette in evidenza il contributo maggiore è la figura 1 infatti tutti gli elettroni

di legame convergono verso il cloro ed il vettore momento dipolare è la somma dei vettori di ogni legame CH e CCl

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

41. Individuare, l'unica affermazione corretta.

- A) il legame a idrogeno si forma nella molecola dell'idrogeno
- B) le forze intermolecolari dipolo permanente - dipolo permanente sono generalmente più forti delle forze intermolecolari dipolo indotto - dipolo indotto
- C) il triplo legame si forma solo tra atomi uguali
- D) una molecola che ha legami covalenti polari è sicuramente una molecola polare
soluzione

Il legame a idrogeno, **con energia del legame tra 10-40 kJ/mol**, è una forza intermolecolare in cui è implicato un atomo di idrogeno che fa parte di una molecola in cui è legato ad un elemento elettronegativo (?-) che lascia sull'idrogeno una parziale carica positiva (?+). L'idrogeno con questa parziale carica positiva è attratto da un altro atomo elettronegativo che appartiene ad una molecola vicina. L'esempio tipico di legame idrogeno lo possiamo osservare nella molecola di acqua (vedi figura)

Le interazioni **dipolo indotto-dipolo indotto** (con energia di legame compresa fra **0,05-40 kJ/mol**) sono dette **Forze di London** che sono forze di dispersione o forze **dipolo istantaneo-dipolo indotto**. Esse sono forze che si presentano a livello molecolare in cui vi sono elettroni in movimento su tutta la molecola (ad es. elettroni ?) dove si vengono a creare poli istantanei. L'interazione tra le nubi elettroniche di due molecole provoca una loro redistribuzione, con una conseguente creazione di un dipolo, in quanto la nube elettronica si sposta creando una perdita di simmetria tra distribuzione di cariche positive e nube elettronica. Il dipolo così formato permette l'attrazione tra i due sistemi che interagiscono.

L'interazione di un **dipolo permanente ed un dipolo indotto** è detta, invece, **forza di Debye ed ha un'energia di legame compresa fra 2-10 kJ/mol**

Gli atomi e le molecole sono polarizzabili nel senso che in presenza di un campo elettrico si ha una deformazione della nuvola elettronica; questa tendenza alla deformazione viene definita Polarizzabilità e si indica con α . Il campo elettrico può essere esterno o generato da una molecola polare vicina (vedi figura sopra che indica l'interazione tra il cloro in verde e l'acqua). Il dipolo indotto μ viene allora definito come:

$$\mu = \alpha E \quad \text{dove } E \text{ è il campo elettrico che si avvicina alla molecola}$$

Le interazioni **dipolo permanente-dipolo permanente**, dette anche forze di Keesom si verificano tra il polo positivo di una molecola e quello negativo di un'altra molecola vicina. **Il legame a idrogeno è considerato l'estremo di questo genere di interazioni**. L'energia media delle forze dipolo-dipolo è **compresa tra 10-40**

kJ/mol, che tuttavia è molto debole in confronto a quella di un legame covalente che è di circa 400 KJ/mole.

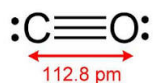
da quanto espresso si evince che l' affermazione corretta è la B

42. Indicare la specie che non possiede alcun legame covalente multiplo.

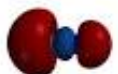
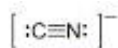
- A) CO
- B) CO₂
- C) NH₄⁺
- D) CN⁻

soluzione

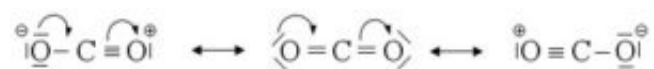
La molecola di CO è costituita da un atomo di ossigeno e un atomo di carbonio legati con un triplo legame.



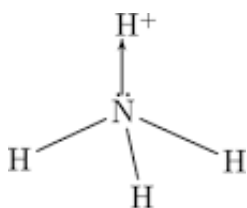
Analoga struttura con triplo legame è presente in CN⁻



CO₂ possiede una struttura che risuona tra le seguenti strutture limite



tra tutte le strutture mostrate solo NH₄⁺ ha struttura tetraedrica solo con legami covalenti ?



la risposta corretta è C

43. Indicare in quale delle seguenti specie il fosforo ha numero di ossidazione +3

A) P₄O₁₀

B) H₃PO₄

C) H₃PO₃

D) H₄P₂O₇

soluzione

il n.o è un numero che si attribuisce ad un atomo in funzione dell'elettronegatività degli atomi a cui è unito.

Si attribuisce +1 per ogni legame impegnato con un atomo più elettronegativo

si attribuisce - 1 per ogni legame impegnato con un atomo meno elettronegativo

si attribuisce zero se l' atomo è legato ad un altro della stessa specie chimica es C-

C H-H O=O ecc.

pertanto in P₄O₁₀ il n.o di 1 atomo di fosforo è calcolato da 10×2 (ogni ossigeno più elettronegativo del P è legato con 2 legami) diviso 4 (perché gli atomi di P nelle molecola sono 4). Quindi in P₄O₁₀ il n.o. di P è 5

in H₃PO₄ il n.o. è calcolato da $2 \times 4 - 3 = 5$ (-3 perché l'idrogeno è meno elettronegativo del P)

in H₃Po₃ il n.o. è calcolato da $3 \times 2 - 3 = 3$

in H₄P₂O₇ il n.o. è calcolato da $(7 \times 2 - 4) / 2 = 5$ (diviso 2 perché gli atomi di P nella molecola sono 2)

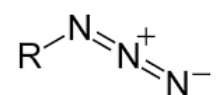
si deduce che, tra quelle indicate, la molecola che possiede un atomo di P con n.o. = 3 è H₃PO₃

44. Indicare il nome dello ione N³⁻ secondo la nomenclatura internazionale.

- A) nitrito
- B) nitrato
- C) azoturo
- D) nitruro

soluzione

Nitrito NO₂⁻, Nitrato è NO₃⁻ mentre l'azoturo è



gli azoturi sono considerati sali dell'acido azotidrico HN₃

nitruro è invece **un composto chimico binario** costituito da azoto ed un elemento metallico o semimetallico con una elettronegatività minore e secondo la

nomenclatura ufficiale è chiamato **IONE NITRURO**

45. Indicare le formule dei composti ionici che si formano quando l'anione HPO_4^{2-} si lega ai cationi Na^+ , Ca^{2+} e Al^{3+} .

- A) Na_2HPO_4 , CaHPO_4 , $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$
- B) NaHPO_4 , CaHPO_4 , $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$
- C) Na_2HPO_4 , $\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2$, $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$
- D) Na_2HPO_4 , CaHPO_4 , $\text{Al}_3(\text{HPO}_4)_2$

soluzione

gli ioni Na^+ , Ca^{2+} e Al^{3+} reagiscono con HPO_4^{2-} nel seguente modo

Na^+ e HPO_4^{2-} l'esponente dell'uno diviene l'indice dell'altro: in questo caso l'esponente del sodio cioè 1 diviene l'indice di HPO_4^{2-} e l'esponente di quest'ultimo 2 diviene l'indice del sodio quindi $\text{Na}_2(\text{HPO}_4)_1$ che si scrive più opportunamente Na_2HPO_4

Ca^{2+} ed HPO_4^{2-} ci daranno il composto $\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)_2$ e poiché gli indici sono uguali si possono trasformare in 1 ed 1 perciò CaHPO_4

Al^{3+} ed HPO_4^{2-} seguendo il procedimento sopra descritto formano $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$

la risposta corretta è A

46. Una miscela gassosa di elio e argon occupa un volume di 22,4 L a 273 K e 1,01 · 10⁵ Pa. Essa è costituita da:

- A) $6,02 \cdot 10^{23}$ atomi di elio e $6,02 \cdot 10^{23}$ atomi di argon
- B) $6,02 \cdot 10^{23}$ atomi
- C) $6,02 \cdot 10^{-23}$ atomi
- D) Per rispondere occorre conoscere la composizione della miscela

soluzione

sappiamo che a 0° C ed una pressione di $1,01 \times 10^5$ Pa il volume di 22,4 litri è occupato da $6,02 \times 10^{23}$ molecole di qualunque sostanza (1 mole). Sappiamo inoltre che in una miscela di gas (Elio ed Argon) ogni gas contribuisce alla pressione totale attraverso la sua pressione parziale ed il volume di ogni singolo gas della miscela è il volume occupato dal gas come se non fosse in una miscela ma fosse il solo gas contenuto nel recipiente.

$$PV=nRT \quad V= RT/P \quad \text{essendo } n=1 \quad V = 22,4 \text{ litri}$$

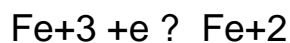
si deduce quindi che la risposta corretta è B

47. Quando in una reazione lo ione Fe³⁺ diventa Fe²⁺, lo ione Fe³⁺:

- A) guadagna un elettrone
- B) perde un protone
- C) perde un elettrone
- D) guadagna un protone

soluzione

quando si ha la trasformazione di Fe³⁺ ad Fe²⁺ si ha una riduzione del numero di ossidazione quindi Fe³⁺ acquista 1 elettrone per ridurre da 3 a 2 il suo n. ossidazione



48. Nella molecola di HCl, è presente un legame:

- A) ionico
- B) covalente non polare
- C) covalente polare

D) covalente polare, ma solo se è sciolta in acqua

Nella molecola di HCl (allo stato gassoso) la nube elettronica che forma il legame covalente tra H e Cl è molto spostata verso il cloro che è molto più elettronegativo dell'H. Ciò determina una asimmetria nella nube elettronica di legame formando una parziale carica negativa sul Cl (?-) ed una parziale carica positiva sull'H(?+) il che produce un momento di dipolo il cui vettore è diretto dall'H al Cl.

In soluzione acquosa, invece, HCl è completamente dissociato in Ioni H⁺ e ioni Cl⁻ quindi non si ha alcun legame covalente.

Si deduce che la risposta corretta è C

49. Gli atomi di due elementi, che appartengono allo stesso periodo della tavola periodica, differiscono:

- A) solo per un protone
- B) solo per un elettrone
- C) almeno per un protone e un elettrone
- D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

soluzione

Due elementi nello stesso periodo aumentano il numero di protoni ed il numero di elettroni contemporaneamente perché altrimenti si avrebbero ioni positivi o negativi e non atomi neutri.

50. I gas cosiddetti 'nobili' devono il loro nome a una loro caratteristica:

- A) sono stati scoperti da insigni scienziati appartenenti a casati nobiliari
- B) sono tutti molto rari e difficilmente reperibili
- C) non si mescolano con gli altri gas per formare miscele gassose

D) sono poco reattivi avendo l'ottetto di valenza completo

soluzione

sono definiti gas nobili perché possiedono gli orbitali esterni tutti occupati da elettroni accoppiati e quindi hanno una distribuzione elettronica che dona loro la massima stabilità e quindi non sono inclini a reagire.

ad es. l'Elio ha struttura $1S^2$

il neon ha la struttura : $1S^2 2S^2 2P_x^2 2P_y^2 2P_z^2$

l'argo ha la struttura $1S^2 2S^2 2P_x^2 2P_y^2 2P_z^2 3s^2 3P_x^2 3P_y^2 3P_z^2$

è evidente che la definizione D è la più vicina alla nostra definizione ma non è formalmente corretta considerato che l'Elio non ha un ottetto bensì un doppietto.

51. Il legame a idrogeno è una forza intermolecolare di tipo dipolo-dipolo che si instaura tra molecole in cui esiste un legame tra l'idrogeno:

- A) e un metallo dei gruppi principali
- B) e un metallo di transizione
- C) e un atomo molto elettronegativo
- D) e un atomo poco elettronegativo

soluzione

abbiamo già discusso sul legame idrogeno nel quesito n. 41 a cui rimandiamo.

52. Indicare il tipo di legame che si ottiene quando un orbitale s si sovrappone a un orbitale p lungo la direzione di legame.

- A) metallico
- B) ionico

C) covalente sigma

D) covalente pi-greco

soluzione

la sovrapposizione di un orbitale P con un orbitale di tipo S fornisce un legame sigma .

53. Indicare quale tra le seguenti formule indica un tipico composto costituito da iodio e un metallo alcalino-terroso M.

A) M_2I

B) MI

C) MI_2

D) M_2I_3

soluzione

i metalli alcalino terrosi appartengono al secondo gruppo e possiedono n.o. +2 quindi il composto indicato nel quesito deve avere formula MI_2 . Risposta corretta C

54. Indicare quale alogeno ha numero di ossidazione -1 quando si combina con l'ossigeno.

A) iodio

B) cloro

C) bromo

D) fluoro

soluzione

Il difluoruro di ossigeno è un fortissimo ossidante, ed il n. di ossidazione dell'atomo di ossigeno è +2 e quello del Fluoro è -1 . Lo Xeno pur essendo un gas nobile, reagisce formando XeF_4 e ossi fluoruri di xeno come XeOF_2 e XeOF_4

55. I sali contenenti ioni Mg^{2+} e Ca^{2+} sono:

A) molto comuni, perché gli ioni hanno la configurazione elettronica del gas nobile che li precede

B) poco comuni, perché gli ioni hanno la configurazione elettronica dell'elemento che li precede nel gruppo 1

C) sempre intensamente colorati

D) sempre solubili in acqua

soluzione

consideriamo il calcio che ha 20 elettroni . La struttura elettronica è

$Ca \ 1S^2 \ 2S^2 2P_x^2 2P_y^2 \ 2P_z^2 \ 3s^2 3P_x^2 3P_y^2 \ 3P_z^2 \ 4S^2$ che si può scrivere $[Ar] \ 4S^2$ il suo ione Ca^{+2} ha due elettroni in meno quindi la struttura diviene

$Ca^{+2} \ 1S^2 \ 2S^2 2P_x^2 2P_y^2 \ 2P_z^2 \ 3s^2 3P_x^2 3P_y^2 \ 3P_z^2$ che è la struttura dell'argo.

Il Magnesio che ha 12 elettroni ha la struttura $1S^2 \ 2S^2 2P_x^2 2P_y^2 \ 2P_z^2 \ 3s^2$

il suo ione Mg^{+2} possiede 2 elettroni in meno assumendo la struttura $1S^2 \ 2S^2 2P_x^2 2P_y^2 \ 2P_z^2$ che è la struttura del Neon.

ne consegue che la risposta corretta al quesito è la A

56. Quanti grammi di $LiOH(s)$ sono necessari per preparare una soluzione contenente lo stesso numero di moli di soluto che sono presenti in 10 mL di una soluzione di $NaOH \ 0,2 \ M$.

A) 0,099 g

B) 0,077 g

C) 0,055g

D) 0,048 g

soluzione

le moli contenute in 10 ml di NaOH 0,2 M sono $\text{Volume} \times \text{Molarità} = \text{moli}$ quindi $10 \times 0,2 = 2$ millimoli

La quantità in grammi di LiOH da pesare per ottenere 2 millimoli è $2 \text{ millimoli} = \text{mg/PM LiOH}$ cioè

$23,94 \times 2 = 47,88 \text{ mg}$ cioè 0,0479 g o meglio 0,048 g

57. 0,102 g di un campione di polveri emessi da un camino industriale hanno un'acidità che viene neutralizzata da 1,25 mL di una soluzione acquosa di Ba(OH)₂ 0,002 M. Esprimere l'acidità del campione in moli di H⁺ per kg di campione.

A) 0,205 mol/kg

B) 0,049 mol/kg

C) 0,287 mol/kg

D) 0,032 mol/kg

soluzione

le moli di Ba(OH)₂ usate sono $1,25 \times 0,002 = 2,5 \times 10^{-3}$ millimoli $2,5 \times 10^{-6}$ moli .
Trattandosi di una base con 2 ossidrili, ci conviene trasformare tutto in equivalenti ricordando che 1 equivalente di base reagisce con un equivalente di acido e poiché gli equivalenti di Base Ba(OH)₂ sono il doppio delle moli allora gli equivalenti di acido saranno $2,5 \times 10^{-6} \text{ moli} \times 2 = 5,0 \times 10^{-6}$ equivalenti che in questo caso sono uguali alle moli di acido pertanto

se in 0,102 g vi sono $5,0 \times 10^{-6}$ moli , in 1000 ve ne sono X da cui $X = 5,0 \times 10^{-6}$

$\times 1000 / 0,102 = 49 \times 10^{-3} = 0,049 \text{ moli/Kg}$

58. L'idrossido di sodio solido commerciale contiene il 12% di acqua. Calcolare quanti kg di questo composto sono necessari per preparare 60 L di una soluzione di NaOH 0,5 M.

- A) 1,36 kg
- B) 3,79 kg
- C) 2,41 kg
- D) 4,23 kg

soluzione

se il 12% è costituito da H₂O allora l'88 % è costituito da NaOH .Le moli di NaOH necessarie per preparare 60 litri di NaOH 0,5 M sono : $\text{moli} = 60 \times 0,5 = 30$ moli che corrispondono a $40 \times 30 = 1200$ g cioè 1,2 Kg se fosse NaOH al 100% sarebbero necessari 1,2 Kg ma invece l' NaOH è all' 88 % per cui $100 : 88 = X : 1,2$ $X = 1,36$ Kg necessari.

59. Un recipiente di 40 dm³ contiene una miscela equimolare di metano e propano alla pressione di $1,01 \cdot 10^7$ Pa ed alla temperatura di 25 °C. Calcolare la massa di metano contenuta nel recipiente.

- A) circa 13 kg
- B) circa 1,3 kg
- C) circa 0,13 kg
- D) circa 20 kg

soluzione

siano X₁ ed X₂ le moli di gas metano e propano rispettivamente. le moli totali della miscela sono calcolate da

$PV = nRT$ esprimendo P in atmosfere $1,01 \times 10^7 \text{ Pa} = 99,68$ atmosfere per cui R=

0,0821 e $T = 298$

pertanto $n = 99,68 \times 40 / 0,0821 \times 298 = 163$ moli ed essendo CH_4 e C_3H_8 contenuti in quantità equimolari allora

moli di $\text{CH}_4 = 163 / 2 = 81,5$ moli = moli di propano

grammi di metano = $PM \times 81,5 = 16 \times 81,5 = 1304 \text{ g} = 1,304 \text{ Kg}$

60. 5,0 mol di un gas che ideale sono contenute in un recipiente chiuso, con una parete scorrevole, immerso in un termostato a 60°C . Sulla parete viene esercitata un pressione di $5 \times 10^6 \text{ Pa}$ e la parete scorre fino a raggiungere l'equilibrio. Qual è il volume del recipiente in queste condizioni?

- A) circa 48 dm³
- B) circa 4,8 dm³
- C) circa 2,8 dm³
- D) circa 0,8 dm³

soluzione

a $60^\circ\text{C} = 333 \text{ K}$ ed 1 atmosfera il volume di 5 moli di gas è $1 \times V = 5 \times 0,0821 \times 333$
 $V = 5 \times 27,33 = 136,6$ litri

quando la Pressione diviene $5 \times 10^6 \text{ Pa}$ cioè 49,34 atmosfere

poiché $P_1V_1 = P_2V_2$ allora $V_2 = 1 \times 136,6 / 49,34$ $V_2 = 2,77$ litri circa 2,8 litri

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

41. Calcolare la resa percentuale della reazione $4 \text{ Al(s)} + 3 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ se, mettendo a reagire 8,00 moli di Al con 3,00 moli di O_2 , si formano 160 g di Al_2O_3 .

- A) 39,2%

B) 19,6%

C) 52,3%

D) 78,4%

soluzione

teoricamente solo 4 moli di Al reagiscono con 3 moli di ossigeno quindi si dovrebbero ottenere sempre 2 moli di Al_2O_3 cioè da $4 \times 26,98 \text{ g} = 107,9 \text{ g}$ di Al si dovrebbero ottenere $2 \times 101,96 = 203,9 \text{ g}$ di Al_2O_3 . in pratica però delle 8 moli di Al reagiscono solo 4 con 3 moli di O_2 quindi da 8 moli di Al si ottengono 160 g di Al_2O_3 se su 203,9 g teorici

pertanto la resa è calcolata da grammi reali ottenuti / grammi teorici x 100 quindi

$$\text{Resa \%} = 160 \times 100 / 203,9 = 78,46$$

42. 3,00 g di vanadio metallico reagiscono esattamente con 6,26 g di cloro molecolare secondo la seguente reazione: $V + x/2 Cl_2 \rightarrow VCl_x$. Determinare la formula del cloruro VCl_x .

A) VCl_2

B) VCl_3

C) VCl_4

D) VCl_5

soluzione

se 3 g di V reagiscono con 6,26 di Cl_2 allora un atomo di V reagirà con $X/2 Cl_2$

$$3:6,26 = 50,94 : x/2 \times 71 \quad \text{da cui} \quad 50,94 \times 6,26 / 3 = x/2 \times 71 \quad \text{cioè} \quad 50,94 \times 6,26 / 3 \times 2 = x \times 71$$

$$=X \quad \text{da cui} \quad X = 2,99$$

Quindi per ogni atomo di vanadio vi devono essere 3 Cl pertanto la formula deve essere

VCI3

43. I lantanidi sono un insieme di:

- A) 14 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale 4d
- B) 10 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale 4d
- C) 10 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale 4f
- D) 14 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale 4f

soluzione

i **lantanoidei** o **lantanoidei** sono un gruppo di 14 elementi compresi nella tavola periodica tra lantanio ed afnio ed assieme a scandio ed ittrio formano le cosiddette "Terre Rare". Nei lantanidi gli orbitali interessati al riempimento elettronico sono gli orbitali 4f mentre gli orbitali p e d più esterni sono non occupati. Gli orbitali f conferiscono loro proprietà magnetiche e ottiche interessanti tanto che il samario è molto usato in lega con il cobalto per fabbricare magneti permanenti mentre l'erbio è usato nella fibre ottiche. Da quanto detto si evince che la risposta corretta è D

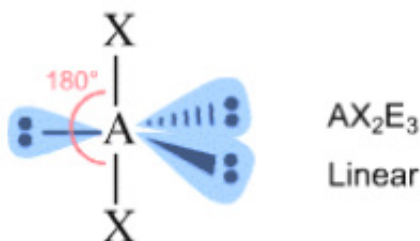
44. Indicare, sulla base della teoria VSEPR, in quale, tra gli ioni ICl_2^- e NO_2^- , gli atomi sono allineati.

- A) solo in ICl_2^-
- B) solo in NO_2^-
- C) in ambedue le specie
- D) in nessuna delle due specie

soluzione

In ICl_2^- lo iodio è ibridizzato dsp^3 quindi la geometria è una bipiramide trigonale con 3 doppietti elettronici di non legame. Nelle 5 posizioni i legami assiali risultano

più lunghi in quanto risentono della repulsione di 3 coppie elettroniche a 90° (quelle sul piano equatoriale) e queste risentono ciascuna della repulsione di 2 coppie a 90° (quelle assiali), mentre tra loro sono a 120° . Le coppie di non legame (che occupano un volume maggiore nello spazio immediatamente vicino al nucleo) vanno posizionate nelle posizioni equatoriali



Una struttura di questo tipo è definita AX_2E_3 (dove A è l'atomo centrale, X sono gli atomi di cloro ed E rappresenta le coppie di elettroni solitarie "lone pairs"). AX_2E_3 è quindi apparentemente "Lineare" ed il legame Cl-I-Cl è di 180 gradi.

Nello ione NO_2^- l'atomo di azoto e gli atomi di ossigeno sono ibridi SP_2 e la struttura risultante è planare con angolo ONO di 120° . Pertanto la risposta corretta è A.

45. 0,229 g di una miscela di $CaCO_3$ e $CaSO_4$ sono trattati con un eccesso di HCl in soluzione acquosa. Dalla reazione si raccolgono 20,5 mL di CO_2 gassosa, misurati in condizioni standard. Determinare la composizione in massa della miscela.

- A) $CaCO_3 = 20,0\%$; $CaSO_4 = 80,0\%$
- B) $CaCO_3 = 80,0\%$; $CaSO_4 = 20,0\%$
- C) $CaCO_3 = 40,0\%$; $CaSO_4 = 60,0\%$
- D) $CaCO_3 = 60,0\%$; $CaSO_4 = 40,0\%$

soluzione

a c.normali (273K ed 1 atmosfera) il volume occupato da una mole di un qualunque gas è 22,4 litri cioè 22400 ml quindi

1mole : 22400ml = Xmoli : 20,5 ml $X = 20,5/22400 = 0,000915$ moli cioè $44 \times 0,000915 = 0,04026$ grammi

inoltre CaCO_3 produce CO_2 quindi da X grammi se ne otterranno 0,04 g

$100:44 = X : 0,04026$ $X = 0,04026 \times 100/44 = 0,0915$ g

$0,229 : 0,0915 = 100 : X$ $X = 39,3$ quindi $\text{CaCO}_3 = 39,96\%$ e $100 - 39,96 = 60,04\%$ di CaSO_4

46. Indicare i numeri di ossidazione possibili per l'ossigeno:

A) +2, 0, -2, -3

B) +3, +2, 0, -1

C) 0, -1, -2, -4

D) +2, 0, -1, -2

soluzione

l'ossigeno molecolare $\text{O}=\text{O}$ essendo legato ad un atomo dello stesso tipo ha un n.o zero per ogni legame quindi in $\text{O}=\text{O}$ si ha $0+0$ cioè numero di ossidazione zero

nella molecola di H_2O l'ossigeno è legato con due legami ai 2 atomi di idrogeno che sono meno elettronegativi pertanto il n.o è $-1 + -1$ quindi n.o.=-2

Nell'acqua ossigenata H_2O_2 l'ossigeno è legato ad un altro atomo di ossigeno con un legame (valore 0) e con 2 legami all'idrogeno ($+1 + -1$) pertanto i due atomi di O_2 legati tra loro hanno un n.o, -2 quindi 1 solo atomo di ossigeno ha n.o. -1

Nella molecola OF_2

l'ossigeno è legato al fluoro più elettronegativo quindi il suo n.o. è $+1 + +1 = +2$

si evince quindi che la risposta corretta al quesito è la D

47. Due recipienti (A e B) termostatati a 298,15 K sono a contatto tramite una parete rigida semipermeabile, attraverso cui passano le sole molecole di solvente. Dire cosa accade se in A viene posto un dm³ di una soluzione 0,01 M di glucosio mentre in B viene posto un dm³ di una soluzione 0,01 M di cloruro di sodio:

- A) l'acqua passa da A a B
- B) l'acqua passa da B ad A
- C) non si osserva passaggio netto di acqua
- D) parte dell'acqua contenuta in A evapora

In questo caso osserviamo la proprietà colligativa delle soluzioni che è la Pressione Osmotica regolata dall'equazione di Vant'Hoff che per un non elettrolita come il glucosio è

$$? V = n RT$$

mentre per gli elettroliti occorre moltiplicare il secondo membro per il numero di ioni i che si formano ad es. NaCl $i=2$ (due ioni Na⁺ e Cl⁻)

$$? V = i n RT$$

pertanto per il glucosio e per NaCl $V=1$ litro e $T=298,15$ ed $n=0,01$ moli /l

quindi per il Glucosio $? = 0,01 \times 0,0821 \times 298,15 / 1 = 0,2448$ atm

Per NaCl $? = 2 \times 0,01 \times 0,0821 \times 298,15 / 1 = 0,4896$ atm

da questi dati si vede che il solvente passerà dalla soluzione contenente glucosio a quello contenente NaCl per stabilire l'equilibrio.

48. Mediante un processo adiabatico in cui non avvengono reazioni chimiche, un sistema chiuso viene portato da uno stato iniziale 1 a uno stato finale 2. Il lavoro scambiato nel processo:

- A) è necessariamente nullo
- B) dipende dell'effettivo percorso seguito
- C) non dipende dell'effettivo percorso seguito
- D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

essendo $Q = 0$, per il 1° principio $L = - \Delta U = - n C_v (T_{fi} - T_{in}) = n C_v (T_{in} - T_{fi})$

Si possono verificare due casi:

- $\Delta U > 0$: il sistema compie lavoro sull'esterno che viene effettuato a spese dell'energia interna che risulta minore di zero
- ΔU

Quando il lavoro è fatto dal sistema si ha una diminuzione di temperatura mentre se è fatto sul sistema si ha un aumento della temperatura.

il Lavoro adiabatico quindi è $\Delta U = -nC_v dT$ e ricordando che $C_p - C_v = R$ $\Delta U = -n(R - C_v) dT$

e quindi non dipende dal percorso seguito.

La risposta corretta è C

49. La reazione elementare: A → prodotti segue una cinetica di primo ordine. Cosa è possibile presumere sul suo meccanismo di reazione?

- A) la reazione decorre a causa di una instabilità intrinseca di A
- B) la reazione decorre a causa degli urti tra le molecole di A e quelle dei prodotti
- C) la reazione decorre a causa degli urti tra le molecole di A
- D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

per una reazione $A \rightarrow \text{prodotti}$ che segue una cinetica del primo ordine $v = k[A]$ o meglio $v = -\Delta A / \Delta t$ dove

$\Delta A =$ concentrazione finale – concentrazione iniziale. (Il segno meno si riferisce alla diminuzione di A nel tempo). La velocità istantanea della reazione per Δt tendente a zero è :

$v = -dA/dt$ quindi $k[A] = -dA/dt$ $k[A] dt = -d[A]$ $k dt = -d[A]/[A]$ ed integrando si ha:

$\ln [A]/[A_0] = -k(t - t_0)$ dove $[A_0] =$ concentrazione iniziale ed $[A] =$ concentrazione dopo un tempo t . Generalmente si pone il tempo iniziale $t_0 = 0$ per cui :

$\ln [A]/[A_0] = -kt$ e, per le proprietà dei logaritmi :

$\ln [A] - \ln [A_0] = -kt$

l'unità di misura di k, in una reazione del primo ordine è sec^{-1} . In una reazione del primo ordine, pertanto, il logaritmo naturale di $[A]$ è una funzione lineare del tempo. Riportando in grafico $\ln [A]$ in funzione di t , otteniamo una retta di pendenza

pari a $-k$ e la cui intercetta all'origine ($t=0$) corrisponde a $\ln [A_0]$.

La formazione dei prodotti dal composto A certamente non dipende dagli urti delle molecole di A con i prodotti, né tantomeno tra gli urti tra molecole di A perché anche urtandosi A non forma i prodotti. I prodotti si formano a causa della instabilità del composto A che per motivi diversi (es temperatura) si decompone formando i prodotti. un esempio è l'inversione del saccarosio in ambiente acido oppure la decomposizione dell'acetone $\text{CH}_3\text{COCH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{CO}$ oppure ancora la decomposizione del diazometano $(\text{CH}_3)_2\text{N}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{C}_2\text{H}_6$.

Risposta corretta è A

50. Per una reazione che ha legge cinetica $v = k [A]^x [B]^y$ si ha che $k = 4,8 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Qual è l'ordine della reazione?

- A) la reazione è di ordine due
- B) la reazione è di ordine tre
- C) la reazione è di primo ordine
- D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

soluzione

Abbiamo già visto che l'unità di misura di k , in una reazione del primo ordine è sec^{-1}

sappiamo inoltre che la cinetica per una reazione $aA + bB \rightarrow \text{Prodotti}$

in forma differenziale è: $v = -d[A]/dt = K[A][B]$ se $a = b = 1$ e $[A_0]$ è diverso da $[B_0]$

se $a = b = 1$ e $[A_0] = [B_0]$ la velocità è $v = -d[A]/dt = K[A]^2$

$$K = 1/t (1/[A] - 1/[A_0])$$

se la reazione è $2A \rightarrow \text{Prodotti}$ si ha ancora $v = -d[A]/dt = K[A]^2$ e $K = 1/t (1/[A] - 1/[A_0])$

se esprimiamo il tempo in secondi e la concentrazione delle sostanze in mol/L si verifica che **l'unità di misura della costante K delle reazioni di secondo ordine vale :**

$$1/s \times \text{mol/L} = \text{L/s} \times \text{mol} \quad \text{cioè litri} \times \text{secondo}^{-1} \times \text{mole}^{-1}$$

nelle reazioni del terzo ordine, del resto non molto comuni, del tipo $2A + B \rightarrow$ Prodotti

$$\text{si ha } v = -d[A]/dt = K[A]^2[B]$$

se invece la reazione è del tipo

3A \rightarrow Prodotti

$$\text{Si ha } v = -d[A]/dt = K[A]^3 \quad \text{che integrata diventa: } K = 1/2t(1/[A]^2 - 1/[A_0]^2)$$

da questa espressione si ha **l'unità di misura di K di una reazione del terzo ordine :**

$$\text{L}^2/\text{mol}^2 \times \text{s} \quad \text{cioè litri}^2 \times \text{moli}^{-2} \times \text{secondi}^{-1}$$

Poiché il quesito ci fornisce il valore di $K = 4,8 \text{ dm}^2 \text{ mol}^{-2} \text{ S}^{-1}$ ne consegue che si tratta di una **reazione con cinetica del terzo ordine.**

51. Per una certa reazione i dati sperimentali hanno mostrato che quando la temperatura aumenta, la costante di equilibrio non subisce variazioni apprezzabili. Assumendo che ΔH° e ΔS° siano indipendenti dalla temperatura, si può affermare che:

- A) la reazione è endotermica
- B) la reazione è esotermica
- C) la reazione è atermica
- D) nessuna delle risposte precedenti è corretta

soluzione

una reazione esotermica (esoergonica) produce energia generalmente sotto forma di calore. Un esempio tipico sono le reazioni di combustione.

in questo caso $d \ln K / dt = \Delta H^\circ / RT^2$ dove ΔH° è l'entalpia standard della reazione e nelle reazioni esotermiche ΔH° è negativo

(ricorda che $\Delta H = \Delta H_{\text{prodotti}} - \Delta H_{\text{reagenti}}$). Un aumento della temperatura produce un aumento di K cioè si dovrebbe formare meno prodotto quindi nelle reazioni esotermiche la formazione di prodotto è favorita da una diminuzione della temperatura.

Una reazione endotermica (endoergonica) invece, assorbe calore dall'ambiente circostante e spesso ha bisogno di continuo flusso di energia per potersi realizzare. Un esempio è la solubilizzazione del cloruro di ammonio spesso commercializzato come ghiaccio istantaneo, oppure ad es l'elettrolisi che richiede energia elettrica. In una reazione endotermica il ΔH° è positivo e la formazione di prodotto è favorita da un aumento di temperatura.

Le reazioni atermiche (anergiche) invece, tra l'altro poco comuni, non producono né assorbono energia. In tal caso $\Delta H^\circ = 0$ e la temperatura non ha alcuna influenza sul prodotto di reazione. In questo caso $d \ln K / dt = \Delta H^\circ / RT^2$ se il numeratore è 0 è chiaro che qualsiasi variazione di T non influenza il valore di K.

si deduce che la risposta esatta al quesito è la C

52. Quanti grammi di NaF occorre aggiungere a 0,50 L di una soluzione acquosa di HF 0,05 M per ottenere una soluzione con pH=3,14 ? La costante di ionizzazione K_a di HF è $7,2 \cdot 10^{-4}$

A) 2,10 g

B) 1,05 g

C) 3,15 g

D) 6,20 g

soluzione

l'aggiunta di NaF all'acido debole HF produce un Tampone.

infatti $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$ $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ se indichiamo con Ca la $[\text{HA}]$ e con Cs la $[\text{A}^-]$ avremo

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{Cs}]}{[\text{Ca}]} \quad \text{da cui} \quad [\text{H}^+] = K_a \frac{[\text{Ca}]}{[\text{Cs}]}$$

nel caso in esame $[\text{H}^+] = 10^{-3,14} \frac{[\text{Ca}]}{[\text{Cs}]}$ ma $[\text{Ca}] = 0,05 \times 0,5 = 0,025$ moli pertanto $[\text{H}^+] = 7,2 \times 10^{-4}$

quindi $7,2 \times 10^{-4} = 7,2 \times 10^{-4} \times 0,025 / [\text{Cs}]$ da cui $[\text{Cs}] = 0,025$ moli/l cioè in 0,5 litri di soluzione occorre aggiungere una quantità NaF pari a $0,025 \times \text{PM} = 0,025 \times 41,98 = 1,05$ g

53. Calcolare la concentrazione di Pb^{2+} in una soluzione ottenuta mescolando volumi uguali di una soluzione di NaCl 0,002 M e di una soluzione contenente Ag^+ e Pb^{2+} entrambi 0,002 M. $K_{ps} \text{AgCl} = 1,8 \times 10^{-10}$ $K_{ps} \text{PbCl}_2 = 1,7 \times 10^{-5}$

A) $2,4 \cdot 10^{-5}$ M,

B) $1,0 \cdot 10^{-3}$ M

C) $3,1 \cdot 10^{-4}$ M

D) $1,0 \cdot 10^{-4}$ M

soluzione

il cloro necessario per precipitare AgCl è $[\text{Cl}^-] = K_{ps} / [\text{Ag}^+] = \frac{1,8 \times 10^{-10}}{0,002} = 9 \cdot 10^{-8}$ M

il cloro necessario per far precipitare PbCl_2 è dato da $[\text{Cl}^-]^2 = K_{ps} / [\text{Pb}^{2+}] = \frac{1,7 \times 10^{-5}}{0,002} = 0,085$ M

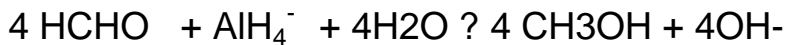
$[\text{Cl}^-] = \sqrt{0,085} = 0,092$ M

quando il piombo inizia a precipitare la $[Ag^+]$ è $= 1,8 \times 10^{-10} / 0092 = 0,56 \times 10^{-10}$ quindi quando inizia a precipitare il $PbCl_2$, Ag^+ è precipitato quantitativamente. La quantità di Cl^- utilizzata dall' Ag^+ è quasi un miliardesimo di 0,002. Tale quantità è molto piccola e trascurabile rispetto a 0,002 per cui rimangono 0,002 moli/l di Cl^- disponibili per il Pb^{+2} che è 0,02 M. Essendo il rapporto di reazione Pb^{+2}/Cl uguale a 1/2 allora 0,002 moli di Cl^- reagiranno con 0,001 moli di Pb^{+2} e siccome $[Pb^{+2}] = 0,002$ si deduce che in soluzione rimangono 0,001 moli cioè $[Pb^{+2}] = 1 \times 10^{-3} M$

54. $NaAlH_4$ riduce la formaldeide a metanolo, secondo la reazione (da bilanciare): $AlH_4^- + HCHO + H_2O \rightarrow Al^{3+} + CH_3OH + OH^-$ Calcolare quante mol di $NaAlH_4$ sono necessarie per ottenere 5 mol di metanolo.

- A) 1,25
- B) 3,80
- C) 4,51
- D) 2,20

soluzione



infatti



come si vede per ogni mole di LiH_4^- si ottengono 4 di CH_3OH pertanto

$$1 \text{ mole Idruro} : 4 \text{ moli alcol} = 5 : x \quad X = 5/4 = 1,25$$

55: Un composto di formula MA_x ha una solubilità di $1,0 \cdot 10^{-5} M$. Sapendo che la sua costante di solubilità K_{PS} è $2,7 \cdot 10^{-19}$ determinare, per tentativi, la formula del composto.

A) MA

B) MA₂

C) MA₃

D) MA₄

soluzione

supponiamo che il composto abbia la formula MA se $KPS = 2,7 \times 10^{-19} [M^+][A^-]$
 $= KPS$ da cui

$S^2 = 2,7 \times 10^{-19}$ quindi $S = 5,19 \times 10^{-10}$ p Moli/l pertanto la formula **non può essere MA**

supponiamo che il composto abbia la formula MA₂ se $KPS = 2,7 \times 10^{-19} [M^+][A^-]^2 = KPS$

pertanto $S \times (2S)^2 = 2,7 \times 10^{-19}$ cioè $4S^3 = 2,7 \times 10^{-19}$ $S^3 = 2,7 \times 10^{-19} / 4 = 67,5 \times 10^{-21}$
 $S = 4,07 \times 10^{-7}$ moli/l

quindi la formula non può essere MA₂

supponiamo che il compos abbia la formula MA₃ in questo caso si ha $S \times (3S)^3 = 27 \times 10^{-19}$
 $27 S^4 = 2,7 \times 10^{-19}$

$S^4 = 2,7 \times 10^{-19} / 27$ da cui $S^4 = 1 \times 10^{-20}$ da cui si ottiene **S = 1 x 10⁻⁵ moli/l**

La formula del composto è quindi MX₃

56. Calcolare la concentrazione molare di una soluzione di un acido debole HA (K_a = 1 · 10⁻⁵) che presenta la stessa concentrazione idrogenionica di una soluzione di acido acetico 0,05M. (K_a acido acetico = 1,8 · 10⁻⁵).

A) 0,067M

B) 0,090 M

C) 0,044 M

D) 0,076M

soluzione

una soluzione di CH₃COOH 0,05 M essendo un acido debole ha una concentrazione idrogenionica $[H^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$

quindi $[H^+]^2 = 1,8 \cdot 10^{-5} \times 0,05 = \text{moli/l}$ $[H^+]^2 = 0,09 \times 10^{-5}$

quindi per l'acido HA la concentrazione dell'acido è $0,09 \times 10^{-5} = 1 \times 10^{-5} \times C_a$

$C_a = 0,09 \times 10^{-5} / 1 \times 10^{-5} = 0,09 \text{ M}$

57. Un acido debole HX in soluzione acquosa reagisce con un catione M⁺ formando un composto poco solubile MX(s) secondo la reazione $HX + M^+ \rightleftharpoons MX(s) + H^+$ la cui costante di equilibrio vale $1,0 \cdot 10^4$. Sapendo che il composto MX(s) ha una costante di solubilità $K_{ps} = 1,0 \cdot 10^{-12}$. calcolare la costante di ionizzazione K_a dell'acido HX.

A) $1,0 \cdot 10^{-8}$

B) $3,4 \cdot 10^{-9}$

C) $2,9 \cdot 10^{-7}$

D) $7,0 \cdot 10^{-6}$

soluzione

$K_{a2} = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]}$ $K_{a1} = \frac{[H^+]}{[M^+][HX]}$ se moltiplichiamo i due membri dell'espressione $K_{a1} \times [X^-]$ si ha

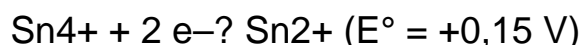
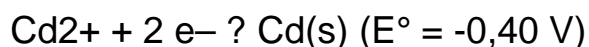
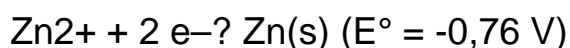
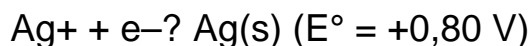
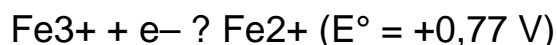
$[X^-] K_{a1} = \frac{[H^+][X^-]}{[M^+][HX]}$ ma $\frac{[H^+][X^-]}{[HX]} = K_{a2}$ quindi $[X^-] K_{a1} = K_{a2} / [M^+]$

ma $[M^+] = K_{ps} / [X^-]$ quindi sostituendo $[X^-] K_{a1} = K_{a2} [X^-] / K_{ps}$ perciò K_{a1}

= K_{a2}/K_{ps} da cui

$$K_{a2} = K_{a1} \times K_{ps} \quad K_{a2} = 1,0 \times 10^4 \times 1,0 \times 10^{-12} \quad \mathbf{K_a = 1,0 \times 10^{-8}}$$

58. Indicare quale ione può essere ossidato in una soluzione 1 M di FeCl₃



A) Ag⁺

B) Zn²⁺

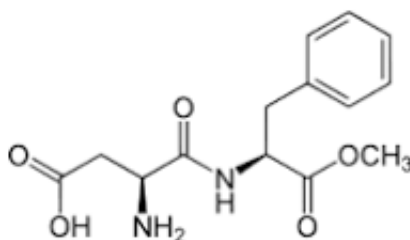
C) Cd²⁺

D) Sn²⁺

soluzione

dai dati di E° di riduzione vediamo che lo ione il primo ione che può essere ossidato è lo stagno Sn²⁺ che ha un valore di $E^\circ = +0,15 \text{ V}$

59. Il dolcificante sintetico aspartame è 160 volte più dolce del saccarosio. Quali prodotti si otterrebbero se l'aspartame fosse idrolizzato completamente in una soluzione acquosa di HCl?

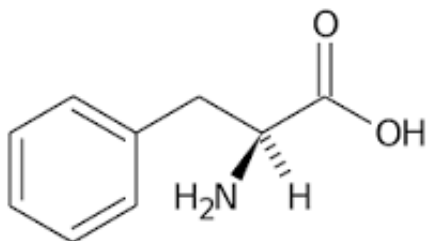
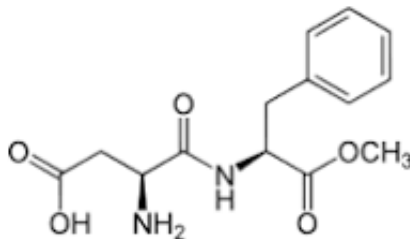


aspartame

- A) un dipeptide e metanolo
- B) acido aspartico, fenilalanina e metanolo
- C) acido aspartico e estere metilico della fenilalanina
- D) l'aspartame non è idrolizzabile in ambiente acido

soluzione

l'attacco dell' OH^- si orienta su ambedue gli atomi di Carbonio del carbonile staccando prima l'acido aspartico e poi il CH_3O^- che form il metanolo



CH_3OH

acido aspartico

fenilalanina

metanolo

60. Disporre fenolo, p-nitrofenolo, m-nitrofenolo e cicloesano in ordine di acidità crescente:

- A) cicloesano; fenolo; m-nitrofenolo; p-nitrofenolo
- B) p-nitrofenolo; m-nitrofenolo; fenolo; cicloesano
- C) fenolo; cicloesano; p-nitrofenolo; m-nitrofenolo
- D) cicloesano; m-nitrofenolo; p-nitrofenolo; fenolo

soluzione

il pH del cicloesano è circa 16 mentre il fenolo è più acido ed il suo pH è circa 10. Questa differenza di acidità dipende dal fatto che la base coniugata del fenolo cioè lo ione fenato risultante dalla perdita dell'atomo di idrogeno legato all'ossigeno è stabilizzata per risonanza in quanto nello ione fenato l'ossigeno diventa ibrido sp^2 e la carica negativa viene delocalizzata sull'anello. Nel cicloesano gli atomi di carbonio ibridi sp^3 per cui la sua base coniugata ha una carica negativa che non può essere delocalizzata. Essendo inoltre il gruppo NO_2 legato all'anello nel meta nitrofenolo un elettrone attrattore abbastanza forte, delocalizza ulteriormente la carica negativa del fenato dando maggiore stabilità alla base coniugata che si esprime in una maggiore acidità rispetto al fenolo. Infine, il para nitrofenolo ha lo stesso effetto che osserviamo nel meta nitrofenolo con la differenza che il gruppo NO_2 questa volta è in posizione para rispetto allo ione fenato e la molecola risente molto più l'influenza dell'attrazione