

## Giochi della Chimica 1999

### Problemi risolti – Fase regionale – Classi A e B

1. Un solido, buon conduttore di elettricità, fonde a 65 °C, perciò può essere un solido:  
 A) ionico                      B) metallico                      C) covalente                      D) molecolare

#### 1. Soluzione

Un solido buon conduttore di elettricità può essere metallico o covalente (come la grafite). Però solo alcuni metalli alcalini (come il potassio) hanno una temperatura di fusione così bassa. (Risposta B)

2. L'ordine CRESCENTE dei punti di ebollizione dei seguenti composti:

1. CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub>                      2. CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH  
 3. CH<sub>3</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>                      4. CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

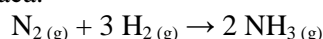
aventi all'incirca la stessa massa molare, è:

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

#### 2. Soluzione

Il pentano (4), un idrocarburo apolare, ha il più basso punto di ebollizione. Poi viene l'etere (3) che ha solo un debole dipolo a causa della presenza di due legami C-O angolati. Poi viene l'ammina (1) che, oltre ad essere polare, può fare legami a idrogeno. Il composto col punto di ebollizione maggiore è l'alcol (2) che ha un dipolo più intenso dell'ammina e forma legami a idrogeno più forti. (Risposta C)

3. La reazione di formazione dell'ammoniaca:



è esotermica, perciò:

- A) riscaldando la miscela all'equilibrio, l'equilibrio si sposta verso i reagenti  
 B) riscaldando la miscela all'equilibrio, l'equilibrio si sposta verso i prodotti  
 C) riscaldando la miscela all'equilibrio, la K<sub>p</sub> non varia ma varia la composizione dell'equilibrio  
 D) aumentando la pressione della miscela all'equilibrio, aumenta la K<sub>p</sub>

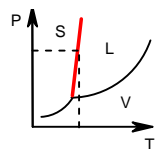
#### 3. Soluzione

Se la reazione è esotermica, riscaldare la miscela all'equilibrio, spinge la reazione verso sinistra, nel verso endotermico, per contrastare la perturbazione. Si avrà anche una variazione della K<sub>eq</sub>. (Risposta A)

4. Se una specie chimica nella fusione aumenta di volume:

- A) aumentando la pressione si ha un aumento della sua temperatura di fusione  
 B) diminuendo la pressione si ha un aumento della sua temperatura di fusione  
 C) la temperatura di fusione resta costante pur variando la pressione  
 D) la temperatura di fusione non è costante durante la fusione

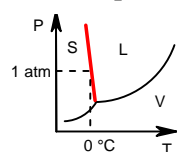
#### 4. Soluzione



Se una sostanza, durante la fusione, aumenta di volume, un aumento di pressione tende a diminuire il suo volume, quindi la riporta allo stato solido, più compatto.

Quindi, un aumento di pressione, alla temperatura di fusione, fa solidificare il liquido e per farlo fondere ancora bisogna alzare la temperatura.

Nel diagramma di stato, la linea di equilibrio solido-liquido (tratto verticale rosso) è inclinata a destra: a pressioni maggiori, si hanno temperature di fusione maggiori. (Risposta A)



Nell'acqua accade il contrario. Quando il ghiaccio fonde, diminuisce di volume e un aumento di pressione lo fa fondere, quindi, per farlo ghiacciare ancora, bisogna abbassare la T.

Nel diagramma di stato dell'acqua, la linea di equilibrio solido-liquido (tratto verticale rosso) è inclinata a sinistra: a pressioni maggiori di 1 atm, il ghiaccio fonde a temperature minori di 0 °C.

5. La quantità chimica (n) teorica di AlCl<sub>3</sub> che si può ottenere da una quantità di Al pari a 0,6 mol è:

- A) 0,6 mol                      B) 1,8 mol                      C) 80 g                      D) 8,0 g

#### 5. Soluzione

Dato che in AlCl<sub>3</sub> vi è un solo atomo di Al, da 0,6 mol di Al si ottengono 0,6 mol di AlCl<sub>3</sub>. (Risposta A)

6. Quale reazione trasforma gli alcani in alcheni?

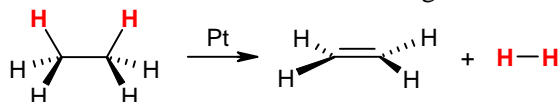
- A) idrogenazione  
B) riduzione  
C) deidrogenazione  
D) deidratazione

**6. Soluzione**

Idrogenando un alchene si ottiene un alcano.

La reazione inversa, che trasforma un alcano in alchene, è una deidrogenazione.

(Risposta C)



7. I legami P–Cl nella molecola  $\text{PCl}_3$  sono del tipo:

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

**7. Soluzione**

Dato che l'elettronegatività aumenta lungo i periodi, il cloro è più elettronegativo del fosforo, quindi il legame P–Cl è covalente polare con un leggero eccesso di carica negativa sul cloro.

(Risposta B)

8. Il decadimento del Plutonio  $^{239}\text{Pu}$  produce una particella  $\alpha$  e l'elemento:

- A)  $^{235}_{92}\text{U}$       B)  $^{237}_{92}\text{U}$       C)  $^{237}_{90}\text{U}$       D)  $^{239}_{93}\text{U}$

**8. Soluzione**

Dato che viene espulsa una particella alfa (nucleo di elio: 2 protoni e 2 neutroni), si forma un nuclide con un numero atomico diminuito di due unità ( $94 - 2 = 92$ , uranio). Il numero di massa del nuclide è  $239 - 4 = 235$ .

La reazione nucleare è:  $^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{235}_{92}\text{U} + ^4_2\alpha$

(Risposta A)

9. Il fosfato di calcio ha formula  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . La frazione in massa percentuale del calcio è quindi:

- A) 38,7 %      B) 12,3 %      C) 20,0 %      D) 41,3 %

**9. Soluzione**

Il peso formula di  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  è:  $40 \cdot 3 + (31 + 64) \cdot 2 = 310$ . Il peso formula del solo calcio è:  $40 \cdot 3 = 120$ .

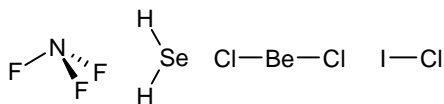
La percentuale in massa del calcio è:  $120/310 = 38,7\%$ .

(Risposta A)

10. Indicare il composto con momento dipolare nullo.

- A)  $\text{NF}_3$       B)  $\text{H}_2\text{Se}$       C)  $\text{BeCl}_2$       D)  $\text{ICl}$

**10. Soluzione**



Una molecola ha momento dipolare nullo se i dipoli dei suoi legami si annullano vettorialmente tra loro a causa di una simmetria interna.

Questo accade solo con  $\text{BeCl}_2$  che è una molecola lineare. (Risposta C)

11. Il legame tra sodio e solfato in  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  è:

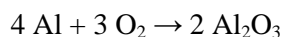
- A) ionico  
B) covalente  
C) metallico  
D) dipolo-dipolo

**11. Soluzione**

$\text{Na}_2\text{SO}_4$  è un sale che contiene ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  tenuti insieme da un legame ionico.

(Risposta A)

12. Nella reazione redox:



gli elettroni trasferiti per la formazione di una unità di formula di prodotto sono:

- A) 3                      B) 2                      C) 6                      D) 12

**12. Soluzione**

Per formare un'unità di formula di  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , la reazione va dimezzata:  $2 \text{Al} + \frac{3}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$

In questa reazione, 2 atomi di alluminio si ossidano ( $2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{Al}^{3+} + 6 \text{e}^-$ ) liberando 6 elettroni che vengono assorbiti dall'ossigeno che si riduce ( $\frac{3}{2} \text{O}_2 + 6 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{O}^{2-}$ ). (Risposta C)

13. Indicare l'errore che compare nell'espressione: «un cristallo del normale sale da cucina è formato da un enorme numero di molecole di NaCl ordinate in un reticolo tridimensionale».

- A) molecole di NaCl  
B) enorme numero  
C) ordinate in un reticolo tridimensionale  
D) tridimensionale

**13. Soluzione**

In un cristallo di NaCl non ci sono molecole di NaCl, ma una successione ordinata di ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . (Risposta A)

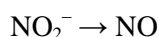
14. Il più abbondante sale presente nelle ossa è:

- A)  $\text{CaCl}_2$                       B)  $\text{CaSO}_4$                       C)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$                       D)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

**14. Soluzione**

Il più abbondante sale delle ossa è il fosfato di calcio  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . (Risposta D)

15. Si pensa che la vitamina C protegga lo stomaco umano dall'insorgere di tumori perché reagisce con gli ioni nitrito e li converte in ossido di azoto:



Quindi si immagina una reazione nella quale:

- A) lo ione nitrito si ossida e la vitamina si riduce  
B) lo ione nitrito si riduce e la vitamina si ossida  
C) lo ione nitrito e la vitamina si ossidano  
D) lo ione nitrito e la vitamina si riducono

**15. Soluzione**

Nello ione nitrito  $\text{NO}_2^-$ , l'azoto ha N.O. = +3. Nell'ossido di azoto NO, l'azoto ha N.O. = +2.

Quindi lo ione nitrito si riduce mentre la vitamina C si ossida. (Risposta B)

16. Indicare la molecola NON planare.

- A)  $\text{AlCl}_3$                       B)  $\text{BF}_3$                       C) cicloesano                      D) HCHO

**16. Soluzione**

Le tre molecole  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{BF}_3$  e HCHO sono planari perchè il loro atomo centrale ha ibridazione  $\text{sp}^2$ .

Il cicloesano non è planare perchè ha carboni  $\text{sp}^3$  e assume conformazioni a sedia o a barca. (Risposta C)

17. I chetoni saturi danno reazioni di:

- A) addizione al doppio legame C=N  
B) addizione al doppio legame C=O  
C) ossidazione con formazione di acetali  
D) condensazione con formazione di eteri

**17. Soluzione**

I chetoni saturi hanno un solo doppio legame, quello del carbonile C=O. Sul carbonile possono avvenire reazioni di addizione con molti nucleofili: con gli alcoli si formano semiacetali, col cianuro si formano cianidrine, coi reattivi di Grignard si formano alcoli superiori. (Risposta B)

18. Un aiutante di cucina deve preparare l'acqua per la pastasciutta, e, secondo la ricetta del cuoco (un chimico in pensione) deve fare in modo che i 6 L di soluzione acquosa finale abbiano una concentrazione molare di NaCl pari a 0,142 M. Indicare la massa di sale da cucinare da sciogliere nell'acqua totale.

- A) 25 g                      B) 50 g                      C) 8,3 g                      D) 0,85 g

### 18. Soluzione

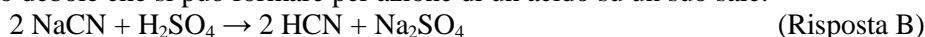
La massa molare di NaCl è:  $23 + 35,45 = 58,45$  g/mol. La massa in un litro di soluzione è:  $0,142 \cdot 58,45 = 8,3$  g. In 6 litri la massa di NaCl è:  $8,3 \cdot 6 = 49,8$  g (50 g). (Risposta B)

19. L'acido cianidrico è un veleno che è stato usato nelle camere a gas ed è prodotto dalla reazione di:

- A) NaCN con NaOH      B) NaCN con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>      C) NaCN con AgNO<sub>3</sub>      D) NaCN con NaCl

### 19. Soluzione

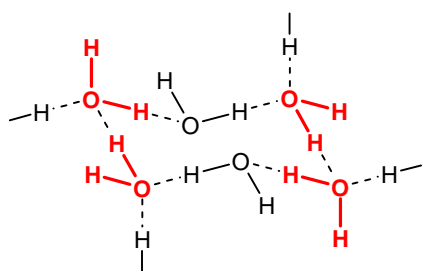
L'acido cianidrico è un acido molto debole che si può formare per azione di un acido su un suo sale.



20. Nel ghiaccio ciascun atomo di ossigeno delle molecole si trova circondato da:

- A) quattro atomi di H due legati con legami covalenti e due con legami a idrogeno  
 B) tre atomi di H due legati con legami covalenti e uno con legame a idrogeno  
 C) quattro atomi di H due legati con legami covalenti, uno con legame a idrogeno e uno con attrazioni di van der Waals  
 D) tre atomi di idrogeno, due legati con legami covalenti e uno con attrazioni di van der Waals

### 20. Soluzione



Nel ghiaccio, ogni atomo di ossigeno è circondato da 4 atomi di idrogeno. Due idrogeni sono legati con legame covalente, gli altri due con legame a idrogeno. (Risposta A)

21. Il peso formula del fertilizzante (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è:

- A) 132,141                      B) 132,141 Da                      C) 62,013 Da                      D) 62,013

### 21. Soluzione

Peso formula ( $F_r$ ) e peso molecolare ( $M_r$ ), per convenzione, sono numeri puri perchè sono valori relativi.

Il peso formula di (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è:  $(14 + 4) \cdot 2 + 32 + 64 = 132$ . (Risposta A)

22. Indicare quale ione può comportarsi in H<sub>2</sub>O solo come acido secondo la definizione di Brønsted-Lowry.

- A) NH<sub>4</sub><sup>+</sup>                      B) PO<sub>3</sub><sup>3-</sup>                      C) HPO<sub>3</sub><sup>2-</sup>                      D) HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

### 22. Soluzione

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> non ha doppietti di non legame quindi non si può comportare da base, ma solo da acido: NH<sub>4</sub><sup>+</sup> → NH<sub>3</sub> + H<sup>+</sup>

Lo ione PO<sub>3</sub><sup>3-</sup> non esiste: l'acido fosforoso P(OH)<sub>3</sub> è diprotico H-P(=O)(OH)<sub>2</sub> e non può perdere il terzo H.

Lo ione HPO<sub>3</sub><sup>2-</sup> è solo basico: H-P(=O)O<sub>2</sub><sup>2-</sup> non può perdere l'H<sup>+</sup> che è legato direttamente al P.

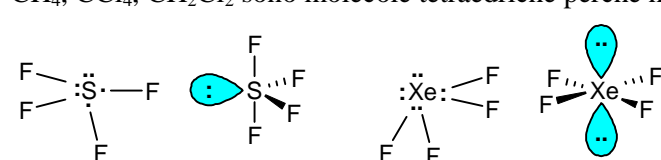
Lo ione HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> è sia acido (se perde il terzo H<sup>+</sup>) sia basico (se acquista gli H<sup>+</sup> che ha perso). (Risposta A)

23. Indicare il gruppo di molecole tutte tetraedriche.

- A) SF<sub>4</sub>, CH<sub>4</sub>, XeF<sub>4</sub>      B) CH<sub>4</sub>, CCl<sub>4</sub>, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>      C) SF<sub>6</sub>, SF<sub>4</sub>, CH<sub>4</sub>      D) CH<sub>4</sub>, CCl<sub>4</sub>, XeF<sub>4</sub>

### 23. Soluzione

CH<sub>4</sub>, CCl<sub>4</sub>, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> sono molecole tetraedriche perchè hanno al centro un atomo di carbonio ibridato sp<sup>3</sup>.



SF<sub>6</sub> non può essere tetraedrica perchè ha 6 legandi.

SF<sub>4</sub> ha una geometria a cavalletto.

XeF<sub>4</sub> è planare quadrata.

(Risposta B)

24. La relazione  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$  a  $25\text{ }^\circ\text{C}$  è valida:

- A) per qualsiasi soluzione, anche non acquosa purché contenente un acido e una base  
 B) solo per soluzioni acquose contenenti un acido o una base  
 C) per tutte le soluzioni acquose  
 D) solo per soluzioni acquose neutre

#### 24. Soluzione

La relazione  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$  deriva dall'equilibrio di dissociazione dell'acqua:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ .

Questo ha una  $K_{\text{eq}} = 10^{-14}$ , ma solo se avviene a  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . Quindi la relazione iniziale vale per soluzioni acquose a  $25\text{ }^\circ\text{C}$  indipendentemente dal fatto che contengano o no acidi o basi. (Risposta C)

25. Indicare tra le seguenti affermazioni, riferite alla molecola del metano, quella ERRATA.

- A) l'atomo di C è ibridato  $\text{sp}^3$   
 B) gli angoli di legame sono di circa 109 gradi  
 C) i quattro atomi di idrogeno si trovano ai vertici di un tetraedro regolare  
 D) la molecola è polare

#### 25. Soluzione

La molecola del metano è perfettamente apolare. I legami C–H sono quasi apolari, e comunque i piccoli dipoli che formano si annullano tra loro in modo vettoriale a causa della simmetria di  $\text{CH}_4$ . (Risposta D)

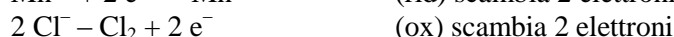
26. Indicare la massa di  $\text{Cl}_2$  che si può preparare da 100 g di ossido di Mn(IV), secondo la reazione da bilanciare:



- A) 157,2 g                      B) 15,72 g                      C) 81,6 g                      D) 816 g

#### 26. Soluzione

Le due semireazioni sono:



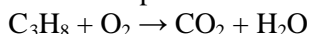
Sommando membro a membro si ottiene:  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Il rapporto stechiometrico tra  $\text{MnO}_2$  e  $\text{Cl}_2$  è 1:1. La massa molare di  $\text{MnO}_2$  è:  $54,94 + 32 = 86,94\text{ g/mol}$ .

Le moli di  $\text{MnO}_2$  sono:  $n = 100/86,94 = 1,15\text{ mol}$ . La massa molare di  $\text{Cl}_2$  è:  $2 \cdot 35,45 = 70,90\text{ g/mol}$ .

La massa di  $\text{Cl}_2$  è:  $70,90 \cdot 1,15 = 81,6\text{ g}$ . (Risposta C)

27. Indicare la quantità chimica (n) di ossigeno consumato per bruciare una quantità di propano pari a 0,105 mol, secondo la reazione da bilanciare:



- A) 0,525 mol di  $\text{O}_2$     B) 0,315 mol di  $\text{O}_2$     C) 0,213 mol di  $\text{O}_2$     D) 5,25 mol di  $\text{O}_2$

#### 27. Soluzione

La reazione bilanciata è:  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Il rapporto stechiometrico  $\text{O}_2 : \text{C}_3\text{H}_8$  è 5:1, quindi servono  $5 \cdot 0,105 = 0,525\text{ mol}$  di  $\text{O}_2$ . (Risposta A)

28. Indicare il pH di una soluzione acquosa contenente 2,00 g di KOH in 500 mL di soluzione.

- A) 1,15                      B) 1,28                      C) 11,51                      D) 12,85

#### 28. Soluzione

KOH è una base forte completamente dissociata in acqua, quindi:  $\text{pOH} = -\log C$ .

La massa molare di KOH è:  $39,1 + 17 = 56,1\text{ g/mol}$ . Le moli di KOH sono:  $2,00/56,1 = 3,56 \cdot 10^{-2}\text{ mol}$ .

La concentrazione di KOH è:  $C = (3,56 \cdot 10^{-2})/0,5 = 7,13 \cdot 10^{-2}\text{ M}$ . Da cui:  $\text{pOH} = -\log(7,13 \cdot 10^{-2}) = 1,15$ .

$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,15 = 12,85$ . (Risposta D)

29. Indicare nell'ordine il numero di ossidazione degli elementi I, Cr, Al e Ca nei seguenti individui chimici:



- A) 0, 3, 3, 2                      B) 0, 3, 3, -2                      C) 0, 6, 3, 2                      D) -1, 3, 0, -2

#### 29. Soluzione

In  $\text{I}_2$  n.o. = 0; in  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  n.o. =  $(3 \cdot 2)/2 = +3$ ; in  $\text{AlCl}_3$  abbiamo  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Cl}^-$ ; in  $\text{CaH}_2$  abbiamo  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{H}^-$ . (Risposta A)

30. Indicare il pH a 25 °C di una soluzione acquosa di acido acetico (0,100 M,  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

- A) 1,00                      B) 2,86                      C) 1,96                      D) 1,87

**30. Soluzione**

Per un acido debole vale:  $[H^+] = (K_a C)^{1/2} = (1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1)^{1/2} = 1,34 \cdot 10^{-3}$  M.

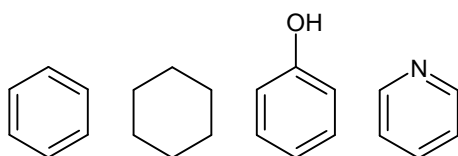
$pH = -\log[H^+] = -\log(1,34 \cdot 10^{-3}) = 2,87$ .

(Risposta B)

31. Indicare la sostanza che appartiene alla categoria dei composti eterociclici con carattere aromatico.

- A) benzene                      B) cicloesene                      C) fenolo                      D) piridina

**31. Soluzione**



Un eterociclo è un anello formato oltre da carboni anche da uno o più atomi diversi.

Benzene, cicloesene e fenolo hanno anelli formati solo da carboni.

La piridina ha un anello eterociclico formato da 5 carboni e un azoto ed inoltre è aromatica.

(Risposta D)

32. Indicare il gruppo di sostanze che si possono comportare da acidi di Lewis.

- A)  $SnCl_4$ ,  $BF_3$ ,  $Ag^+$   
 B)  $SnSO_4$ ,  $BF_3$ ,  $H^+$   
 C)  $SnCl_4$ ,  $BF_3$ ,  $SO_3^{2-}$   
 D)  $SnCl_6^{2-}$ ,  $BF_3$ ,  $SO_3^{2-}$

**32. Soluzione**

Un acido di Lewis possiede un orbitale vuoto nel quale può ospitare un coppia di elettroni di una base.

$SO_3^{2-}$  non è un acido di Lewis, ma è una base che ha orbitali pieni che possono legare  $H^+$  (C e D errate)

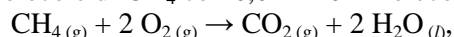
$BF_3$  è un acido di Lewis perchè sul boro resta un orbitale 2p vuoto dopo che ha legato i tre atomi di fluoro con i suoi tre elettroni di valenza in orbitali  $sp^2$ .

$Ag^+$  e  $H^+$  sono acidi di Lewis perchè, essendo cationi, hanno orbitali vuoti.

$SnCl_4$  è un acido di Lewis, infatti con i suoi orbitali vuoti, può legare due ioni  $Cl^-$  e formare  $SnCl_6^{2-}$ .

$SnSO_4$  è un sale che contiene un acido  $Sn^{2+}$  e una base  $SO_4^{2-}$ , quindi non è un acido di Lewis. (Risposta A)

33. Se si fanno reagire  $6,022 \cdot 10^{23}$  molecole di  $CH_4$  con  $6,022 \cdot 10^{23}$  molecole di  $O_2$  nella reazione:



il reagente limitante è:

- A)  $CH_4$                       B)  $O_2$                       C)  $CO_2$                       D)  $H_2O$

**33. Soluzione**

Il rapporto stechiometrico  $CH_4/O_2$  è 1:2, mentre le quantità disponibili dei due composti sono in rapporto 1:1

Il reagente in difetto, quindi, è  $O_2$ .

(Risposta B)

34. Il bicarbonato di sodio è un sale che in acqua dà soluzioni:

- A) neutre                      B) basiche                      C) acide                      D) effervescenti

**34. Soluzione**

Il bicarbonato di sodio è un sale basico che produce un pH di circa 8. Per calcolarlo basta fare le semisomma dei

due  $pK_a$  dell'acido carbonico:  $pH = (pK_{a1} + pK_{a2})/2 = (6,38 + 10,32)/2 = 8,35$ .

(Risposta B)

35. L'acqua è usata nei circuiti di raffreddamento:

- A) per la sua elevata capacità termica  
 B) per la sua bassa capacità termica  
 C) perché è un liquido incompressibile  
 D) perché è un liquido inerte

**35. Soluzione**

L'acqua è usata nei circuiti di raffreddamento per la sua elevata capacità termica per cui, a parità di aumento di temperatura, assorbe più calore.

(Risposta A)

36. Nella titolazione di  $\text{CH}_3\text{COOH}$  con  $\text{NaOH}$  il punto di equivalenza si raggiunge a:

- A)  $\text{pH} = 7$   
 B)  $\text{pH} = \text{pK}_a$   
 C)  $\text{pH} > 7$   
 D)  $\text{pH} < 7$

### 36. Soluzione

Alla fine della titolazione con  $\text{NaOH}$ , l'acido  $\text{CH}_3\text{COOH}$  si è trasformato in  $\text{CH}_3\text{COONa}$  che è un sale basico.

Calcoliamo il pH in una soluzione 0,1 M di acetato di sodio. Si ha:  $[\text{OH}^-] = (\text{K}_b \text{C})^{1/2}$

$\text{K}_b = \text{K}_w/\text{K}_a = 10^{-14}/(1,8 \cdot 10^{-5}) = 5,56 \cdot 10^{-10}$ . Quindi  $[\text{OH}^-] = (5,56 \cdot 10^{-10} \cdot 0,1)^{1/2} = 7,45 \cdot 10^{-6} \text{ M}$

$\text{pOH} = -\log(7,45 \cdot 10^{-6}) = 5,13$  da cui:  $\text{pH} = 14 - 5,13 = 8,87$ .

(Risposta C)

37. Indicare le cifre significative in  $6,022 \cdot 10^{23}$ .

- A) ventisette                      B) ventitré                      C) quattro                      D) tre

### 37. Soluzione

Sono significative tutte le cifre eccetto gli zeri iniziali, quindi le cifre significative sono 4.

(Risposta C)

38. Indicare il legame col maggiore carattere ionico.

- A) Li-Br                      B) F-F                      C) H-Cl                      D) S-O

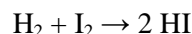
### 38. Soluzione

Il carattere ionico di un legame dipende dalla differenza di elettronegatività tra gli atomi, quindi il legame più

ionico è quello tra un metallo alcalino e un alogeno. In questo caso Li-Br.

(Risposta A)

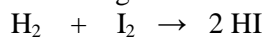
39. Una miscela di 1,00 mol di  $\text{H}_2$  e 1,00 mol di  $\text{I}_2$  viene posta in un recipiente da 2,00 L a temperatura costante. Raggiunto l'equilibrio, si sono formate 1,56 moli di HI. Indicare il valore della  $\text{K}_{\text{eq}}$  della reazione:



- A) 20,3                      B) 203                      C) 50,3                      D) 5,03

### 39. Soluzione

Supponiamo che la reazione avvenga ad una temperatura alla quale le due sostanze sono gassose. La reazione è:



Moli iniziali                      1                      1                      0

Moli finali                      1-x                      1-x                      2x

Dato che  $2x = 1,56$  otteniamo:  $x = 1,56/2 = 0,78$  mol quindi:  $1-x = 1-0,78 = 0,22$  mol ( $\text{I}_2$  e  $\text{H}_2$ )

Le concentrazioni sono:  $[\text{HI}] = 1,56/2 = 0,78 \text{ M}$ ;  $[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = 0,22/2 = 0,11 \text{ M}$

$\text{K}_{\text{eq}} = [\text{HI}]^2/[\text{H}_2][\text{I}_2] = 0,78^2/0,11^2 = 50,3$ .

(Risposta C)

40. Indicare tra le seguenti sostanze quella costituita da soli ioni positivi ed elettroni delocalizzati.

- A)  $\text{NaCl}_{(s)}$                       B)  $\text{Na}_{(s)}$                       C)  $\text{ZnO}_{(s)}$                       D)  $\text{C}_{(\text{grafite})}$

### 40. Soluzione

Uno dei modelli che descrive il legame metallico propone che un metallo (come  $\text{Na}_{(s)}$ ) sia formato da ioni positivi ( $\text{Na}^+$ ) disposti ordinatamente in un cristallo e immersi in un mare di elettroni delocalizzati.

(Risposta B)

41. Il pH di una soluzione acquosa di una sostanza salina:

- A) è sempre basico  
 B) è sempre uguale a 7  
 C) è sempre acido  
 D) dipende dalla natura degli ioni che la formano

### 41. Soluzione

Il pH prodotto da un sale in acqua può essere neutro se il sale è formato da un acido forte e una base forte ( $\text{NaCl}$ ), oppure da un acido e una base di uguale forza ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ).

Il pH sarà invece acido oppure basico se il sale è formato da un acido e una base con forze diverse.

Si ottiene un pH acido se l'acido è più forte della base ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).

Si ottiene un pH basico se la base è più forte dell'acido ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ).

(Risposta D)

42. Un campione di ossigeno occupa un volume di  $205 \text{ cm}^3$  alla temperatura di  $22,0 \text{ }^\circ\text{C}$  e alla pressione di  $30,8 \text{ kPa}$ . Perciò, in condizioni standard ( $101,3 \text{ kPa}$  e  $273 \text{ K}$ ), occupa un volume di:

- A)  $57,7 \text{ cm}^3$       B)  $5,77 \text{ cm}^3$       C)  $26,5 \text{ cm}^3$       D)  $0,58 \text{ cm}^3$

**42. Soluzione**

$205 \text{ cm}^3$  sono  $0,205 \text{ L}$ ;  $22,0 \text{ }^\circ\text{C}$  sono  $295 \text{ K}$ ;  $30,8 \text{ kPa}$  sono:  $30,8/101,3 = 0,304 \text{ atm}$ .

Le moli di ossigeno sono:  $n = PV/RT = (0,304 \cdot 0,205)/(0,0821 \cdot 295) = 0,002573 \text{ mol}$

Il volume finale è:  $V = nRT/P$  quindi:  $V = (0,00257 \cdot 0,0821 \cdot 273)/1 = 0,0577 \text{ L}$  ( $57,7 \text{ cm}^3$ ) (Risposta A)

43. Indicare la molecola che, allo stato gassoso, ha gli angoli di legame minori.

- A)  $\text{BF}_3$       B)  $\text{CCl}_4$       C)  $\text{NH}_3$       D)  $\text{H}_2\text{O}$

**43. Soluzione**

$\text{BF}_3$  ( $\text{sp}^2$ ) ha angoli di  $120^\circ$ .  $\text{CCl}_4$  ( $\text{sp}^3$ ) ha angoli di  $109^\circ$  perché la molecola è perfettamente simmetrica.

$\text{NH}_3$  ( $\text{sp}^3$ ) ha angoli di  $107^\circ$  (più schiacciati di  $109^\circ$ ) perché ha una coppia di non legame (ingombrante) che lascia meno spazio ai tre legami N–H.

$\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{sp}^3$ ) ha angoli di  $105^\circ$  (più schiacciati di  $107^\circ$ ) perché ha due coppie di non legame (ingombranti) che comprimono ulteriormente i due legami O–H. (Risposta D)

44. Indicare quale, fra le seguenti formule di struttura, NON è corretta.

- A)  $\text{K}^+\text{H}^-$       B)  $\text{H}-\text{Cl}$       C)  $\text{Cs}-\text{F}$       D)  $\text{Ca}^{2+}\text{S}^{2-}$

**44. Soluzione**

$\text{CsF}$  non ha un legame covalente, ma è un sale  $\text{Cs}^+\text{F}^-$  per la forte differenza di elettronegatività. (Risposta C)

45. Secondo la nomenclatura IUPAC, il composto  $\text{HCl}$ , allo stato gassoso deve essere chiamato cloruro di idrogeno, in soluzione acquosa può essere chiamato acido cloridrico. Ciò si spiega perché:

- A)  $\text{HCl}_{(g)}$  è formato da molecole che in acqua formano ioni  $\text{Cl}^-$  e cedono protoni all'acqua  
 B)  $\text{HCl}_{(g)}$  è formato da ioni cloruro e protoni che in acqua si solvatano  
 C)  $\text{HCl}_{(g)}$  è sempre formato da ioni cloruro e protoni in equilibrio con le molecole  
 D)  $\text{HCl}_{(g)}$  è formato da specie polimeriche legate da ponti a idrogeno

**45. Soluzione**

$\text{HCl}$  in fase gassosa è formato da molecole  $\text{H}-\text{Cl}$ , mentre in acqua è completamente dissociato. (Risposta A)

46. Indicare nell'ordine le masse di  $\text{NaCl}$  e di  $\text{H}_2\text{O}$  necessarie per preparare una soluzione di  $\text{NaCl}$  ( $500 \text{ g}$ ) avente la concentrazione dello  $0,5 \%$  in massa.

- A)  $2,5 \text{ g}$  e  $500 \text{ g}$       B)  $2,5 \text{ g}$  e  $497,5 \text{ g}$       C)  $0,5 \text{ g}$  e  $99,5 \text{ g}$       D)  $0,25 \text{ g}$  e  $497,5 \text{ g}$

**46. Soluzione**

La massa di sale in  $500 \text{ g}$  di soluzione è:  $0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ g}$ . La massa di acqua è  $500 - 2,5 = 497,5 \text{ g}$ . (Risposta B)

47. Completare l'affermazione: è possibile usare il permanganato di potassio ( $\text{KMnO}_4$ ) per ossidare il solfato di ferro(II) a solfato di ferro(III): ( $E^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = 1,51 \text{ V}$ ,  $E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,77 \text{ V}$ )

- A) in condizioni standard e alla temperatura di  $25^\circ\text{C}$   
 B) in condizioni standard e a qualsiasi temperatura  
 C) per qualunque valore di concentrazione e temperatura  
 D) per qualunque valore di concentrazione a una temperatura di  $25^\circ\text{C}$

**47. Soluzione**

La reazione in condizioni standard a  $25^\circ\text{C}$  avviene sicuramente dato che il potenziale del permanganato è maggiore di quello del ferro.

In una soluzione quasi esaurita di  $\text{KMnO}_4$  ( $[\text{MnO}_4^-] = 10^{-3} \text{ M}$ ;  $[\text{Mn}^{2+}] = 1 \text{ M}$ ) a  $\text{pH} 7$ , il potenziale scende molto.

$E = E^\circ + (0,059/5) \log [\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8/[\text{Mn}^{2+}]$        $E = 1,51 + (0,059/5) \log 10^{-3} (10^{-7})^8 = 1,51 - 0,059/5 \cdot 59 = 0,7 \text{ V}$

Questo potenziale è minore di quello standard  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  e quindi la reazione non avviene.

La reazione non avviene nemmeno a qualsiasi temperatura, infatti a temperature troppo fredde la soluzione è ghiacciata, mentre a temperature troppo alte il permanganato si decompone. (Risposta A)



48. L'acqua è un ottimo solvente per un gran numero di sostanze perché possiede un elevato momento dipolare:
- ed è capace di formare ponti a idrogeno
  - ed è neutra
  - e ha elevato punto di ebollizione
  - e ha basso peso molecolare

#### 48. Soluzione

Le risposte B, C, D sono ininfluenti ai fini della capacità dell'acqua di agire come solvente. Invece, la capacità di formare legami a idrogeno, oltre al fatto di essere polare, consente all'acqua di sciogliere le sostanze polari sia perché l'atomo di ossigeno dell'acqua interagisce con gli idrogeni o altre parti parzialmente positive delle molecole del soluto, sia perché i due atomi di idrogeno dell'acqua possono formare legami a idrogeno con gli atomi più elettronegativi delle molecole del soluto (per esempio con l'ossigeno di un chetone). (Risposta A)

49. Se si idrolizza un trigliceride con quantità opportune di NaOH si ottengono:

- grassi
- proteine
- saponi e un alcool trivalente
- una molecola di acido carbossilico e tre molecole di alcool monovalente

#### 49. Soluzione

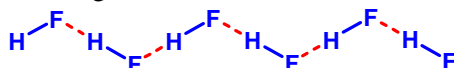
Trattando un trigliceride con NaOH si ottiene l'idrolisi dei legami esterei del lipide, una reazione nota come saponificazione che produce saponi (anioni degli acidi grassi) e glicerina (trialcol). (Risposta C)

50. L'elevato punto di ebollizione del fluoruro di idrogeno rispetto al cloruro, al bromuro e allo ioduro di idrogeno si spiega con la presenza di attrazioni intermolecolari definite:

- attrazioni dipolo-dipolo
- forze di London
- legami a ponte di idrogeno
- attrazioni ione-dipolo

#### 50. Soluzione

La molecola H-F forma legami a idrogeno più intensi di quelli dell'acqua perché il fluoro è più elettronegativo dell'ossigeno. Per questo motivo HF ha un punto di ebollizione più alto di quello di HCl anche se è più leggero. Il legame a idrogeno è direzionale, le molecole di HF formano degli aggregati a zig-zag in fase solida perché il legame F-H si allinea con l'orbitale di non legame del fluoro della molecola adiacente di HF. (Risposta C)



51. Indicare lo ione isoelettronico con  $K^+$ .

- $Ca^{2+}$
- $Cl^+$
- $Al^{3+}$
- $Br^-$

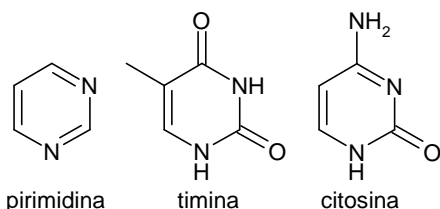
#### 51. Soluzione

${}_{19}K^+$  ha la configurazione elettronica (18 elettroni) del gas nobile precedente ( ${}_{18}Ar$ ). La stessa configurazione si trova in  ${}_{17}Cl^-$  (ma non in  ${}_{17}Cl^+$  che ha 16 elettroni) e in  ${}_{20}Ca^{2+}$ . (Risposta A)

52. La pirimidina è:

- un farmaco analgesico
- una base azotata
- la porzione terminale di una proteina
- un'aldeide

#### 52. Soluzione



La pirimidina è un'ammina eterociclica con un solo anello. È simile alle basi azotate del DNA timina e citosina che, per questo, vengono chiamate basi pirimidiniche. Le altre due basi azotate del DNA, adenina e guanina, hanno due anelli e somigliano ad un'altra ammina eterociclica, la purina, e quindi vengono chiamate basi puriniche. (Risposta B)

53. Indicare quali fra le seguenti sostanze allo stato solido formano solidi molecolari.

1)  $\text{CO}_2$  2)  $\text{BaF}_2$  3)  $\text{I}_2$  4) Hg 5)  $\text{C}_{(\text{grafite})}$  6) Cu

A) 1, 2                      B) 3, 4                      C) 5, 6                      D) 1, 3

### 53. Soluzione

I solidi molecolari sono formati da un aggregato di molecole distinte. Quindi  $\text{BaF}_2$  (2) è escluso perché è ionico, Hg (4) e Cu (6) sono esclusi perché sono metalli. Anche  $\text{C}_{(\text{grafite})}$  (5) è escluso perché non contiene molecole distinte, ma fogli di atomi di carbonio. Restano  $\text{CO}_2$  (1) e  $\text{I}_2$  (3). Anche se la  $\text{CO}_2$  è gassosa a temperatura ambiente, per raffreddamento forma un solido conosciuto come ghiaccio secco. (Risposta D)

54. L'idrossido di bario è una base forte in acqua, perciò il pH di una sua soluzione acquosa di concentrazione molare pari a  $1,34 \cdot 10^{-2}$  M vale:

A) 1,57                      B) 11,43                      C) 12,13                      D) 12,43

### 54. Soluzione

Una base forte è completamente dissociata in acqua, quindi si ha:  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2 \text{OH}^-$ .

$[\text{OH}^-] = 2 C = 2 \cdot 1,34 \cdot 10^{-2} = 2,68 \cdot 10^{-2}$  M.

$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(2,68 \cdot 10^{-2}) = 1,57$ .  $\text{pH} = 14 - 1,57 = 12,43$ . (Risposta D)

55. Se in una reazione chimica il numero di molecole gassose aumenta:

- A) la reazione va verso destra spontaneamente
- B) la reazione non è spontanea
- C) la variazione di entropia è quasi certamente positiva
- D) la variazione di entropia è quasi certamente negativa

### 55. Soluzione

Se aumenta il numero di molecole gassose, aumenta il disordine molecolare (aumenta il numero di microstati) e quindi aumenta l'entropia:  $\Delta S > 0$ . (Risposta C)

56. Il numero di atomi di idrogeno contenuti in una mole di  $\text{H}_2\text{O}$  è:

A) 2                      B)  $6,023 \cdot 10^{23}$                       C)  $12,046 \cdot 10^{23}$                       D)  $18,069 \cdot 10^{23}$

### 56. Soluzione

Una molecola di  $\text{H}_2\text{O}$  contiene due atomi di H. Una mole di  $\text{H}_2\text{O}$  contiene  $2N$  atomi di H, quindi contiene:

$2 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 12,044 \cdot 10^{23}$  atomi di idrogeno. (Risposta C)

57. Indicare, tra i seguenti nuclidi, gli isotopi dello stesso elemento.

(1)  ${}_{37}^{90}\text{X}$ ; (2)  ${}_{38}^{90}\text{X}$ ; (3)  ${}_{37}^{88}\text{X}$ ; (4)  ${}_{36}^{88}\text{X}$ ; (5)  ${}_{39}^{90}\text{X}$

A) 1 e 3                      B) 3 e 4                      C) 2 e 5                      D) 1, 2, e 5

### 57. Soluzione

Gli isotopi sono atomi diversi che appartengono alla stessa casella della tavola periodica, quindi sono atomi che hanno lo stesso numero di protoni, ma un diverso numero di neutroni.

Nell'esempio del problema, gli isotopi sono (1)  ${}_{37}^{90}\text{X}$  e (3)  ${}_{37}^{88}\text{X}$ . (Risposta A)

58. Tra i tre composti  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e HF, le cui molecole possono formare legami a idrogeno, l'ordine di volatilità DECRESCENTE è:

- A)  $\text{NH}_3$ , HF,  $\text{H}_2\text{O}$
- B)  $\text{H}_2\text{O}$ , HF,  $\text{NH}_3$
- C) HF,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- D)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ , HF

### 58. Soluzione

La specie meno volatile è l'acqua (che bolle a  $100^\circ\text{C}$ ).  $\text{NH}_3$  e HF sono entrambi gassosi a temperatura ambiente.  $\text{NH}_3$  può fare più legami a idrogeno, ma più deboli, infatti bolle a  $-33^\circ\text{C}$  circa.

HF può fare un solo legame a idrogeno, ma più intenso, infatti bolle a circa  $20^\circ\text{C}$  appena sotto la temperatura ambiente. (Risposta A)

59. Si può osservare che le reazioni ioniche sono quantitative se uno dei prodotti:

- A) è acqua o un gas o un precipitato insolubile
- B) è un gas o un precipitato insolubile
- C) è acqua o un gas
- D) è acqua o un precipitato insolubile

**59. Soluzione**

Nella reazione quantitativa  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$  si forma acqua.

Nella reazione  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$  si formano due gas e acqua.

Nella reazione  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$  si forma un gas (si sottrae all'equilibrio).

Nella reazione  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3$  si forma un precipitato insolubile. (Risposta A)

60. Indicare la geometria molecolare della fosfina ( $\text{PH}_3$ ).

- A) tetraedrica
- B) planare a «T»
- C) piramidale
- D) triangolare

**60. Soluzione**

$\text{PH}_3$  ha la stessa geometria di  $\text{NH}_3$ , quindi è piramidale a base trigonale.

(Risposta C)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato