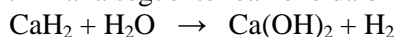


Giochi della Chimica 2023

Problemi risolti – Fase regionale – Classe B

1. Un generatore portatile di idrogeno utilizza la seguente reazione da bilanciare:



Stabilire quante moli di idrogeno si ottengono mescolando 2 moli di CaH_2 e 1 mole di H_2O .

- A) 1 mole di H_2 B) 2 moli di H_2 C) 0,5 moli di H_2 D) 3 moli di H_2

1. Soluzione

La reazione bilanciata è: $\text{CaH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{H}_2$

Le 2 moli di CaH_2 sono in eccesso perchè richiederebbero, per reagire, 4 moli di H_2O . La reazione è decisa dalla quantità di acqua presente, il reagente in difetto. Dato che il rapporto in moli $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$ è 1:1, da una mole di H_2O si ottiene una mole di H_2 . (Risposta A)

2. Data la reazione:

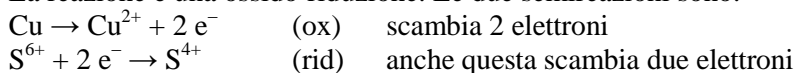


indicare, nell'ordine i coefficienti che la bilanciano:

- A) 2, 3, 2, 1, 3
 B) 3, 4, 3, 1, 1
 C) 1, 2, 1, 1, 2
 D) 1, 5, 1, 4, 8

2. Soluzione

La reazione è una ossido-riduzione. Le due semireazioni sono:



L'ossido-riduzione è già bilanciata, bilanciamo allora le masse:



3. Indicare il gruppo della Tavola Periodica che, a temperatura ambiente e pressione atmosferica, contiene esclusivamente elementi gassosi.

- A) gruppo 1 B) gruppo 2 C) gruppo 15 D) gruppo 18

3. Soluzione

Il solo gruppo della tavola periodica formato solo da molecole gassose è quello dei gas nobili. (Risposta D)

4. Sapendo che le proprietà colligative dipendono dal numero delle particelle messe in soluzione da uno specifico soluto e non dalla sua natura, quale concentrazione deve avere una soluzione acquosa di CaCl_2 (totalmente dissociato in ioni) che congela alla stessa temperatura di una soluzione acquosa 0,030 m di NaCl (totalmente dissociato in ioni)?

- A) 0,030 m B) 0,020 m C) 0,060 m D) nessuna delle altre risposte

4. Soluzione

La concentrazione complessiva di ioni della soluzione di CaCl_2 (libera 3 ioni per molecola) è 3 m.

La concentrazione complessiva di ioni della soluzione di NaCl (libera 2 ioni per molecola) è $2 \cdot 0,030$.

Se le due soluzioni congelano alla stessa temperatura sono isotoniche, cioè contengono lo stesso numero di ioni per kg di solvente. Quindi: $3 \text{ m} = 2 \cdot 0,030$ da cui: $\text{m} = 0,020$ (Risposta B)

5. Un campione di gas occupa 10 L a 1 atm e 30 °C. A quale temperatura deve essere portato per ridurlo il volume a 9 L mantenendo costante la pressione?

- A) 273 °C B) 0 °C C) 30 °C D) 10 °C

5. Soluzione

Se la pressione e le moli sono costanti, la legge dei gas diventa $V = k T$ quindi $V/T = k$ $V_1/T_1 = V_2/T_2$
 $(T_1 = 30+273 = 303 \text{ K})$ $T_2 = T_1 (V_2/V_1)$ $T_2 = 303 (9/10) = 273 \text{ K} = 0 \text{ °C}$ (Risposta B)

6. Un recipiente contiene H_2 con una pressione parziale di 320 mmHg ed N_2 con una pressione parziale di 410 mmHg. Quanto vale la frazione molare di ciascun gas?

- A) $x_{H_2} = 0,438$; $x_{N_2} = 0,562$
 B) $x_{H_2} = 0,562$; $x_{N_2} = 0,438$
 C) $x_{H_2} = 0,338$; $x_{N_2} = 0,662$
 D) $x_{H_2} = 0,662$; $x_{N_2} = 0,338$

6. Soluzione

La pressione dei gas è proporzionale alle moli, quindi, la frazione molare coincide con la frazione in pressione. La pressione totale è: $320 + 410 = 730$ mmHg. $x_{H_2} = 320/730 = 0,438$; $p_{N_2} = 410/730 = 0,562$. (Risposta A)

7. Indicare l'affermazione ERRATA a proposito dei numeri di ossidazione.

- A) la somma algebrica dei numeri di ossidazione degli atomi in un composto neutro è uguale a zero
 B) una diminuzione del numero di ossidazione di un elemento corrisponde a un acquisto di elettroni da parte dell'elemento stesso
 C) il numero di ossidazione del fluoro è sempre +1
 D) in uno ione monoatomico il numero di ossidazione dell'elemento è uguale alla carica dello ione

7. Soluzione

Il fluoro è l'atomo più elettronegativo (EN 4,0) e il suo numero di ossidazione può essere 0 o -1. (Risposta C)

8. Indicare l'affermazione ERRATA relativa al calcio:

- A) il suo simbolo è Ca
 B) appartiene allo stesso gruppo del bario nella Tavola Periodica
 C) è un elemento del gruppo 2 della Tavola Periodica
 D) è un metallo alcalino

8. Soluzione

I metalli alcalini sono quelli del primo gruppo, il calcio è un metallo alcalino-terroso. (Risposta D)

9. La massa atomica si esprime:

- A) in *uma* o in *Da*
 B) con un numero puro adimensionale, trattandosi di una grandezza relativa
 C) solo in *u*, poiché il vecchio *uma* non si usa più
 D) in $g\ mol^{-1}$

9. Soluzione

L'unità di misura della massa atomica è *u* (un tempo era *uma*). (Risposta C)

10. Il numero $1,67 \cdot 10^{-24}$ rappresenta:

- A) il numero di Avogadro
 B) la massa in grammi di un elettrone
 C) la massa in grammi di un protone
 D) la massa in grammi di una molecola di acqua

10. Soluzione

La massa di una mole di protoni è 1,008 g.

La massa di un protone è $1,008/6,022 \cdot 10^{23} = 1,67 \cdot 10^{-24}$ g. (Risposta C)

La massa dell'elettrone è circa 1836 volte inferiore.

11. In 3,5 milligrammi di idrogeno molecolare quante particelle sono approssimativamente presenti?

- A) 10^3 B) 10^{21} C) 10^{-20} D) 10^6

11. Soluzione

Il solo valore sensato è 10^{21} , ma risolviamo comunque il problema.

Le moli di H_2 sono: $3,5 \cdot 10^{-3} / (2 \cdot 1,008) = 1,736 \cdot 10^{-3}$ mol.

Le molecole sono $1,736 \cdot 10^{-3} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,05 \cdot 10^{21}$. (Risposta B)

12. I campioni di due sostanze molecolari A e B contengono lo stesso numero di molecole quando:

- A) le quantità in grammi di A e B sono proporzionali alle loro rispettive masse molecolari
- B) le quantità in grammi di A e B sono uguali
- C) le quantità in grammi di A e B sono proporzionali alle loro rispettive densità
- D) i volumi di A e B sono uguali

12. Soluzione

Le moli delle due sostanze sono date dal rapporto tra massa e massa molare: $n_A = m_A/MM_A$ $n_B = m_B/MM_B$

Se: $n_A = n_B$ allora: $m_A/MM_A = m_B/MM_B$ quindi: $m_A/m_B = MM_A/MM_B$. (Risposta A)

13. Quanti grammi d'acqua servono per preparare 500 mL di soluzione acquosa di cloruro di sodio al 2% in massa?

- A) 500
- B) 510
- C) 490
- D) 400

13. Soluzione

Senza eseguire calcoli, il solo risultato sensato è 490 g (C). Risolviamo comunque l'esercizio.

In prima approssimazione, assumiamo che la densità della soluzione sia 1. Così 500 mL di soluzione sono 500 g. 500 g di soluzione devono contenere $5 \cdot 2 = 10$ g di NaCl e $500 - 10 = 490$ g di H₂O. (Risposta C)

14. Indicare quanti grammi di acido nitrico, HNO₃, sono disciolti in 5,0 L di una soluzione 0,016 M dell'acido.

- A) 10 g
- B) 2 g
- C) 5 g
- D) 50 g

14. Soluzione

La massa molare di HNO₃ è: $1 + 14 + 48 = 63$ g/mol. La massa di HNO₃ è: $0,016 \cdot 63 \cdot 5 = 5,0$ g. (Risposta C)

15. Il triossido di ferro è più comunemente chiamato:

- A) ossido ferroso
- B) ossido ferrico
- C) ossido iperferroso
- D) idrossido di ferro

15. Soluzione

Triossido di ferro significa Fe₂O₃. Questa molecola contiene Fe³⁺ quindi è ossido ferrico. (Risposta B)

16. Sapendo che un composto ha formula chimica CuSO₄ · 5 H₂O e massa molare 249,7 g/mol, indicare le percentuali in massa di ogni elemento.

- A) Cu 25,45%; S 12,84%; O 57,67%; H 4,04%
- B) Cu 30%; S 9%; O 50%; H 11%
- C) Cu 25,50 %; S 5,50%; O 59,50%; H 9,5%
- D) Cu 15,7%; S 32,8%; O 45,5%; H 6,0%

16. Soluzione

La % di Cu è: $63,55/249,7 = 24,45$ %. La % di S è: $32,06/249,7 = 12,84$ %. (Risposta A)

17. Un composto è costituito da idrogeno e ossigeno nelle seguenti percentuali in massa: H = 5,93%; O = 94,07%. La massa molare del composto è 34 g/mol. Calcolare la formula minima e la formula molecolare.

- A) f. minima HO; f. molecolare H₂O₄
- B) f. minima HO; f. molecolare H₂O₂
- C) f. minima HO; f. molecolare H₂O
- D) f. minima HO; f. molecolare H₃O₆

17. Soluzione

Dalle risposte sappiamo che la formula minima è HO, MM = 17, quindi se la molecola ha massa doppia è H₂O₂. Risolviamo comunque il problema.

In 100 g di composto le moli di H sono: $5,93/1,008 = 5,88$ mol. Le moli di O sono: $94,07/16 = 5,88$ mol.

Dividendo per il valore minore si ottiene la formula minima: HO. Questa ha MM = 17 g/mol.

La molecola ha MM = 34 g/mol che è $34/17 = 2$ volte maggiore. La molecola è H₂O₂. (Risposta B)

18. Il pittogramma in figura indica:



- A) lavarsi con molta attenzione le mani
- B) azione ustionante
- C) azione corrosiva
- D) infiammabile

18. Soluzione

Questo è un simbolo di pericolo che va apposto sull'etichetta del prodotto e indica che contiene un composto che ha azione corrosiva. (Risposta C)

19. Dovendo preparare 500 mL di una soluzione 1 M di NaCl, cosa si utilizza per misurare esattamente il volume di acqua?

- A) un cilindro graduato
- B) un matraccio tarato
- C) una beuta
- D) un becher

19. Soluzione

Il matraccio tarato permette di misurare con precisione il livello finale della soluzione. (Risposta B)

20. Calcolare il pH di una soluzione di acido acetico CH_3COOH 0,1 mol/L ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ mol/L)

- A) pH = 5
- B) pH = 11
- C) pH = 2,87
- D) pH = 4,5

20. Soluzione

Dalla reazione di dissociazione: $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$ si ha: $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \approx \frac{[\text{H}^+]^2}{C}$ da cui:
 $[\text{H}^+] = (K_a C)^{1/2} = (1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1) = 1,34 \cdot 10^{-3}$ M $\text{pH} = -\log(1,34 \cdot 10^{-3}) = 2,87$. (Risposta C)

21. Per la preparazione di una soluzione contenente 0,15 mol/L di Na_2CO_3 è necessario pesare 1,4151 g. Che cosa è più ragionevole utilizzare per pesare questa quantità su una bilancia analitica?

- A) un becker da 500 mL
- B) una beuta da 1 L
- C) un matraccio da 100 mL
- D) una navicella o un vetrino

21. Soluzione

La pesata va fatta usando un vetrino da orologio o una navicella da pesata. (Risposta D)

22. Il pittogramma in figura indica:



- A) attenzione alla punteggiatura
- B) pericolo per l'ambiente
- C) irritante
- D) corrosivo

22. Soluzione

Questo è un simbolo di pericolo che va apposto sull'etichetta del prodotto e indica che contiene un composto che è nocivo e irritante. (Risposta C)

23. 200 mL di soluzione contiene un acido debole HA ($K_a = 6 \cdot 10^{-5}$ mol/L) e il suo sale potassico aventi entrambi concentrazione 0,1 mol/L. Calcolare il pH.

- A) 4,22 B) 3,58 C) 8,5 D) 5

23. Soluzione

In soluzione abbiamo un acido debole e la sua base coniugata, cioè abbiamo una soluzione tampone il cui pH vale: $\text{pH} = \text{p}K_a - \log [\text{HA}]/[\text{A}^-]$ dato che $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$ si ha: $\text{pH} = \text{p}K_a = -\log(6 \cdot 10^{-5}) = 4,22$. (Risposta A)

24. L'acqua salata di un acquario contiene 0,0535 mol/L di Mg^{2+} . Calcolare la concentrazione di Mg^{2+} in ppm.

- A) 1000 ppm B) 1300 ppm C) 650 ppm D) 325 ppm

24. Soluzione

ppm (parti per milione) significa: mg/1000 g o mg/L. La massa/L di Mg^{2+} è: $0,0535 \cdot 24,3 = 1,300$ g/L. Quindi 1300 mg/L o 1300 ppm. (Risposta B)

25. Dopo avere bilanciato la seguente semi-reazione:



indicate, nell'ordine, i coefficienti stechiometrici.

- A) 1, 6, 14, 2, 7 B) 2, 6, 15, 4, 6 C) 3, 7, 12, 5, 9 D) 1, 5, 8, 6, 10

25. Soluzione

La semireazione è: $2 \text{Cr}^{6+} + 6 e^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}$

Quindi, bilanciando si ottiene: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6 e^- + 14 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$ (Risposta A)

26. Quale dei seguenti acidi è il più forte?

- A) HClO B) HClO₂ C) HClO₃ D) HClO₄

26. Soluzione

HClO₄ è l'acido più forte di questa serie. Anche senza conoscerlo, la presenza di più atomi di ossigeno elettronegativi permette di stabilizzare meglio la carica negativa dell'anione ClO₄⁻. (Risposta D)

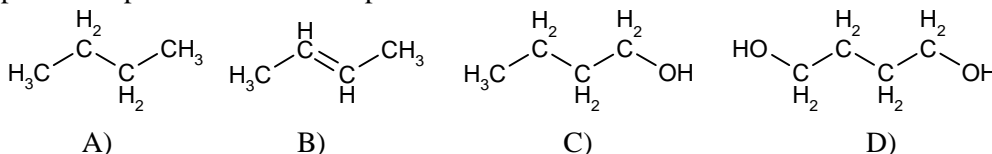
27. I consigli di prudenza "P" sono definiti da:

- A) una lettera dell'alfabeto
B) la lettera P seguita da 3 cifre
C) la lettera P seguita da 1 cifra
D) la lettera P seguita da 2 cifre

27. Soluzione

I consigli di Prudenza e Prevenzione relativi alle sostanze chimiche sono caratterizzati dalla lettera P seguita da un codice a tre cifre. Per esempio: P102 – Tenere fuori dalla portata dei bambini. (Risposta B)

28. Considerando la polarità dei legami e il tipo di interazioni intermolecolari a cui possono dare luogo, quale tra i seguenti composti ha il punto di ebollizione più elevato?



28. Soluzione

Il punto di ebollizione più elevato è quello della sostanza con più forti legami intermolecolari e, a parità di legami intermolecolari, quella con la massa maggiore perchè richiede una maggiore energia cinetica $E = \frac{1}{2} m v^2$ per passare alla fase vapore.

Le molecole A e B sono apolari, fanno solo legami di van der Waals (deboli), mentre le molecole C e D sono alcoli che possono fare legami idrogeno. La molecola D ha 2 gruppi OH e quindi è questa la molecola che farà legami intermolecolari più forti. (Risposta D)

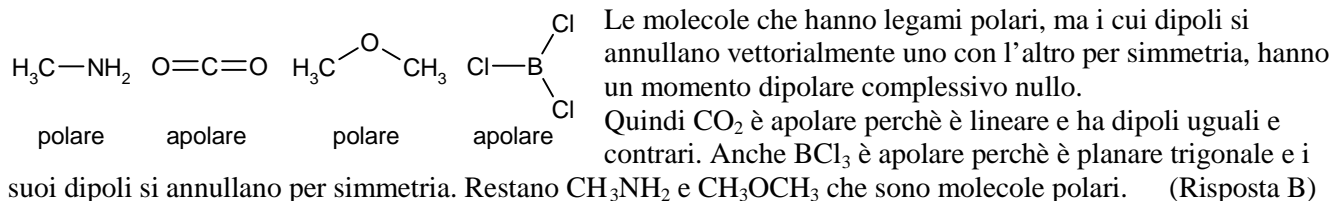
La molecola D è anche quella con la massa maggiore.

29. Indicare i composti che hanno un momento dipolare diverso da zero.

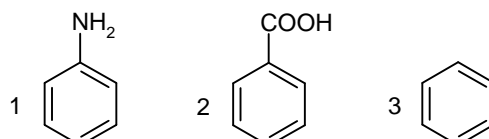
I. CH_3NH_2 II. CO_2 III. CH_3OCH_3 IV. BCl_3

A) composti I e IV B) composti I e III C) composti I, II e III D) composti II e IV

29. Soluzione



30. Una miscela in etere etilico dei seguenti composti viene estratta nell'ordine con soluzioni acquose di a) HCl 1 M, b) NaOH 1 M. Che cosa rimarrà nella fase eterea?

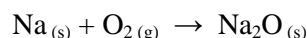


A) composto 3 B) composto 2 C) composto 1 D) composti 1 e 2

30. Soluzione

Nell'estrazione con HCl 1M, l'anilina si protona formando lo ione anilinio che passa in soluzione acquosa. Nella seconda estrazione con NaOH 1 M, l'acido benzoico perde l' H^+ formando lo ione benzoato che passa in soluzione acquosa. Nella soluzione eterea rimane solo il benzene. (Risposta A)

31. In un certo esperimento 6,0 g di ossido di sodio, $\text{Na}_2\text{O}_{(s)}$, furono ottenuti dalla reazione di 5,0 g di sodio metallico, $\text{Na}_{(s)}$, con eccesso di ossigeno gassoso, $\text{O}_{2(g)}$. Calcolare la resa percentuale di Na_2O , in base alla seguente reazione da bilanciare:



- A) 89,0%
 B) 78,8%
 C) 40,4%
 D) 59,4%

31. Soluzione

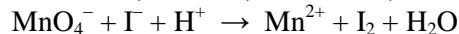
| | |
|---------------------------|---|
| La reazione bilanciata è: | $4 \text{Na}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{Na}_2\text{O}_{(s)}$ |
| moli (mol) | 0,217 0,1087 |
| MM (g/mol) | 23 62 |
| massa (g) | 5,0 6,739 (6,0) |

Le moli di Na fatte reagire sono: $n = m/\text{MM} = 5,0/23 = 0,217$ mol.

Le moli teoriche di Na_2O sono la metà: $0,217/2 = 0,1087$ mol. La massa molare di Na_2O è: $23 \cdot 2 + 16 = 62$ g/mol

La massa teorica di Na_2O è: 6,739 g. La resa percentuale è: $6,0/6,739 = 89,0\%$. (Risposta A)

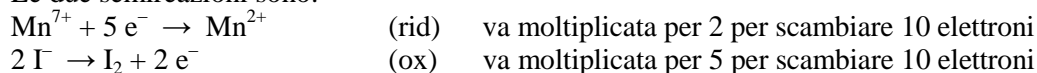
32. Per la seguente reazione di ossido-riduzione, indicare, nell'ordine, i coefficienti stechiometrici.



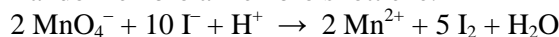
- A) 2, 10, 16, 2, 5, 8
 B) 1, 10, 16, 2, 5, 8
 C) 8, 16, 1, 1, 10, 5
 D) 16, 5, 8, 1, 5, 2

32. Soluzione

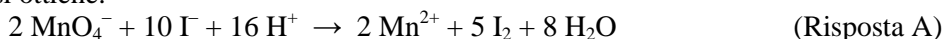
Le due semireazioni sono:



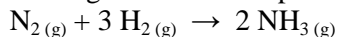
Moltiplicando per 2 e per 5 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



33. In un recipiente di 1 L vi sono 0,5 moli di H_2 e 0,7 moli di NH_3 . Quante moli di N_2 devono essere presenti affinché la miscela sia in equilibrio rispetto alla seguente reazione per la quale $K_c = 65 \text{ L}^2/\text{mol}^2$?



- A) 0,6 B) 6 C) 0,06 D) 60

33. Soluzione

La K_c di equilibrio vale: $K_c = [NH_3]^2/[N_2][H_2]^3$ $65 = 0,7^2/[N_2] \cdot 0,5^3 =$ da cui: $[N_2] = 0,49/0,125 \cdot 65$

Si ottengono le moli di N_2 in un litro: $[N_2] = 0,060 \text{ mol/L}$. (Risposta C)

34. Sapendo che le proprietà colligative dipendono dal numero delle particelle messe in soluzione da uno specifico soluto e non dalla sua natura, mettere in ordine CRESCENTE di pressione osmotica le seguenti soluzioni acquose, tutte alla stessa concentrazione 0,02 M:

- a) una soluzione di $CaCl_2$ (totalmente dissociato in ioni);
 b) una soluzione di $NaCl$ (totalmente dissociato in ioni);
 c) una soluzione di saccarosio (non dissociato in ioni).

- A) hanno tutte la stessa pressione osmotica B) $c < b < a$ C) $a < b < c$ D) $b < a < c$

34. Soluzione

Maggiore è il numero di ioni che un soluto può liberare, maggiore è la pressione osmotica ($P = nRT/V$)

Il soluto c) è indissociato, il soluto b) libera due ioni, il soluto a) ne libera 3: $c < b < a$. (Risposta B)

35. Si devono preparare due soluzioni isotoniche per flebo, cioè che abbiano la stessa pressione osmotica.

La prima è una soluzione acquosa di $NaCl$ (totalmente dissociato in ioni) e l'altra è una soluzione acquosa di glucosio (indissociato). Sapendo che le proprietà colligative dipendono dal numero di particelle messe in soluzione da uno specifico soluto e non dalla sua natura, stabilire in che rapporto devono essere le concentrazioni delle due soluzioni affinché siano isotoniche.

- A) la soluzione di $NaCl$ deve avere una concentrazione doppia rispetto a quella di glucosio
 B) la soluzione di glucosio deve avere una concentrazione doppia rispetto a quella di $NaCl$
 C) le due soluzioni devono avere la stessa concentrazione
 D) nessuna delle altre opzioni

35. Soluzione

La soluzione di glucosio deve avere una concentrazione doppia rispetto a quella di $NaCl$ dato che questa produce una quantità doppia di particelle in soluzione. (Risposta B)

36. Quante molecole contiene un campione di gas che occupa un volume di 821 mL alla temperatura di 300 K e a 760 mmHg?

- A) $1,00 \cdot 10^{22}$ B) $3,33 \cdot 10^{22}$ C) 0,033 D) $2,00 \cdot 10^{22}$

36. Soluzione

Il volume è di 0,821 L, la pressione è di 1 atm. Le moli sono: $n = PV/RT$ $n = (1 \cdot 0,821)/(0,0821 \cdot 300)$

$n = 0,0333 \text{ mol}$. Le molecole sono: $n N = 0,0333 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 2,01 \cdot 10^{22}$ molecole. (Risposta D)

37. Quante moli di idrogeno atomico H sono presenti in 43 g di $(NH_4)_2Cr_2O_7$?

- A) 0,68 moli B) 0,17 moli C) 1,37 moli D) 0,34 moli

37. Soluzione

La massa molare di $(NH_4)_2Cr_2O_7$ è: $2 \cdot 18 + 2 \cdot 52 + 7 \cdot 16 = 252 \text{ g/mol}$. Le moli sono: $43/252 = 0,1706 \text{ mol}$.

Ogni mole contiene 8 moli di H, quindi ci sono: $0,1706 \cdot 8 = 1,37 \text{ mol di H}$. (Risposta C)

38. 1,00 L di acqua potabile contiene 24,5 ppm (parti per milione) di Ca^{2+} (massa molare 40,08 g/mol).

Qual è la concentrazione molare del Ca^{2+} ?

- A) 0,00592 mol/L B) 0,0452 mol/L C) $6,11 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ D) 0,0652 mol/L

38. Soluzione

In 1,00 L di acqua ci sono 24,5 mg di Ca^{2+} . Le moli sono: $24,5 \cdot 10^{-3}/40,08 = 6,11 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$. (Risposta C)

39. Calcolare il pH di una soluzione contenente: NH_4Cl 0,1 M e NH_3 0,1 M ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$)

- A) pH = 3 B) pH = 7,5 C) pH = 4,5 D) pH = 9,26

39. Soluzione

$$pK_b = -\log K_b = 4,744$$

$$pK_a = 14 - pK_b = 14 - 4,744 = 9,255$$

Il pH di una soluzione tampone è: $\text{pH} = pK_a - \log \text{HA}/\text{A}^- = 9,255 - \log 1 = 9,26$.

(Risposta D)

40. Facendo reagire un ossido contenente un non metallo con acqua si ottiene:

- A) un idrossido B) un ossoacido C) un sale D) un ossido basico

40. Soluzione

Facendo reagire SO_3 con H_2O si ottiene H_2SO_4 , un ossoacido.

(Risposta B)

41. Indicare tra i seguenti composti l'anidride clorosa (nomenclatura tradizionale):

- A) Cl_2O B) Cl_2O_3 C) Cl_2O_5 D) Cl_2O_7

41. Soluzione

Le quattro anidridi sono ipoclorosa (Cl^+), clorosa (Cl^{3+}), clorica (Cl^{5+}) e perclorica (Cl^{7+}).

(Risposta B)

42. Un composto è costituito da idrogeno, carbonio e ossigeno nelle seguenti percentuali in massa:

$$\text{H} = 2,24\%; \text{C} = 26,68\%; \text{O} = 71,08\%.$$

La massa molare del composto è 90 g/mol. Calcolarne la formula minima e la formula molecolare.

- A) f. minima HPO_2 ; f. molecolare HP_2O_4
 B) f. minima HCO_2 ; f. molecolare $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
 C) f. minima HCO_3 ; f. molecolare $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_6$
 D) f. minima HCO ; f. molecolare $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_2$

42. Soluzione

In 100 g di composto le moli sono: H ($2,24/1,008 = 2,22$); C ($26,68/12 = 2,22$); O ($71,08/16 = 4,44$).

Dividendo per il numero più piccolo (2,22) si ottiene: H (1 mol), C (1 mol), O (2 mol).

La formula minima è HCO_2 che ha massa molare: $1 + 12 + 32 = 45 \text{ g/mol}$.

Dato che la massa molare è 90 g/mol, la formula molecolare è il doppio: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

(Risposta B)

43. Calcolare il pH di una soluzione di CH_3COONa 0,1 mol L^{-1} ($K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$).

- A) pH = 8,87 B) pH = 4,5 C) pH = 3 D) pH = 12

43. Soluzione

La reazione è: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ quindi si ottiene un pH basico (B e C errate).

$$K_b = K_w/K_a = 10^{-14}/1,8 \cdot 10^{-5} = 5,556 \cdot 10^{-10} \quad K_b = [\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]/[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{OH}^-]^2/\text{C}$$

$$\text{da cui: } [\text{OH}^-] = (K_b \text{ C})^{1/2} = (5,556 \cdot 10^{-10} \cdot 0,1)^{1/2} \quad [\text{OH}^-] = 7,45 \cdot 10^{-6} \text{ M.}$$

$$\text{pOH} = -\log 7,45 \cdot 10^{-6} = 5,128 \quad \text{da cui si ottiene: } \text{pH} = 14 - 5,128 = 8,87.$$

(Risposta A)

44. Indicare quale/i tra i seguenti sono Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) tipicamente usati in un laboratorio di chimica.

- A) guanti ed occhiali di protezione
 B) cappa aspirante
 C) sistemi di filtraggio dell'aria
 D) tutte le risposte sono corrette

44. Soluzione

La cappa e i sistemi di filtraggio dell'aria non sono individuali. Restano guanti e occhiali.

(Risposta A)

45. Calcolare la solubilità in acqua (in mol/L) di un sale CaC_2O_4 avente $K_{ps} = 10^{-12} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

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

45. Soluzione

La dissociazione è: $\text{CaC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ e quindi: $K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = s^2$ da cui:

$$s = (10^{-12})^{1/2} = 10^{-6} \text{ mol/L.}$$

$$s = (K_{ps})^{1/2}$$

(Risposta C)

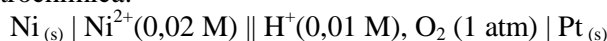
46. Stabilire il verso della reazione redox spontanea, in condizioni standard, tra KMnO_4 e Fe^{3+} in ambiente acido per H_2SO_4 conoscendo i valori di E° . ($E^\circ_{\text{MnO}_4/\text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{ V}$; $E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = +0,76\text{ V}$).

- A) la semireazione con E° minore procede nel verso della riduzione; quella con E° maggiore verso l'ossidazione
 B) la semireazione con E° maggiore procede nel verso della riduzione; quella con E° minore verso l'ossidazione
 C) la reazione non è spontanea
 D) nessuna delle altre risposte

46. Soluzione

La specie con potenziale di riduzione più alto si riduce, quindi KMnO_4 tende a ridursi reagendo con Fe^{2+} che si ossida a Fe^{3+} . In questo caso, però, non c'è Fe^{2+} da ossidare e la reazione non avviene. (Risposta D?)

47. Data la seguente cella elettrochimica:



specificare quali sono il catodo e l'anodo, conoscendo i valori di E° . ($E^\circ_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -0,231\text{ V}$; $E^\circ_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}} = +1,229\text{ V}$),:

- A) $\text{Ni}_{(s)} \mid \text{Ni}^{2+}$ anodo; $\text{H}^+, \text{O}_2 \mid \text{Pt}_{(s)}$ catodo
 B) $\text{Ni}_{(s)} \mid \text{Ni}^{2+}$ catodo; $\text{H}^+, \text{O}_2 \mid \text{Pt}_{(s)}$ anodo
 C) la reazione non è spontanea
 D) nessuna delle altre risposte

47. Soluzione

Al catodo avvengono le riduzioni (c/r consonanti). All'anodo avvengono le ossidazioni (a/o vocali)

La specie con potenziale E° maggiore (O_2) si riduce (catodo), l'altra (Ni) si ossida (anodo). (Risposta A)

48. Il pH al punto equivalente di una titolazione di un acido debole monoprotico ($K_a = 10^{-6}\text{ mol/L}$) con una base forte monoprotica è 9,5. Tra i seguenti indicatori quale scegliereste per determinare il punto di fine titolazione?

- A) metilarancio $K_{\text{ind}} = 10^{-4,5}\text{ mol/L}$
 B) fenolftaleina $K_{\text{ind}} = 10^{-8,7}\text{ mol/L}$
 C) rosso Metile $K_{\text{ind}} = 10^{-5}\text{ mol/L}$
 D) verde di bromocresolo $K_{\text{ind}} = 10^{-4,9}\text{ mol/L}$

48. Soluzione

Durante la titolazione il pH passa da valori acidi prodotti dall'acido debole monoprotico, a pK 6 quando a metà titolazione si forma la soluzione tampone HA/A^- , a pH basici a fine titolazione quando è presente solo l'anione dell'acido debole A^- . L'indicatore ideale è fenolftaleina che vira a pH 9. (Risposta B)

49. Calcolare la solubilità in acqua (espressa in g/L) dell'idrossido di ferro (II) ($K_{\text{ps}} = 1,6 \cdot 10^{-14}\text{ mol}^3/\text{L}^3$).

- A) $1,6 \cdot 10^{-7}\text{ g/L}$
 B) $3 \cdot 10^{-5}\text{ g/L}$
 C) $1,44 \cdot 10^{-3}\text{ g/L}$
 D) $1,44 \cdot 10^{-5}\text{ g/L}$

49. Soluzione

La dissociazione è: $\text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^-$ e quindi: $K_{\text{ps}} = [\text{Fe}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$.

Da cui: $s = (K_{\text{ps}}/4)^{1/3} = (1,6 \cdot 10^{-14}/4)^{1/3}$ $s = 1,587 \cdot 10^{-5}\text{ mol/L}$.

La massa molare di $\text{Fe}(\text{OH})_2$ è: $55,85 + 2 \cdot 17 = 89,85\text{ g/mol}$.

La solubilità in g/L è quindi: $89,85 \cdot 1,587 \cdot 10^{-5} = 1,43 \cdot 10^{-3}\text{ g/L}$. (Risposta C)

50. Calcolare il pH di una soluzione satura di idrossido di magnesio ($K_{\text{ps}} = 1,2 \cdot 10^{-11}\text{ mol}^3/\text{L}^3$).

- A) pH = 10,46
 B) pH = 4
 C) pH = 7
 D) pH = 13

50. Soluzione

La dissociazione è: $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$ e quindi: $K_{\text{ps}} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = \frac{1}{2}[\text{OH}^-][\text{OH}^-]^2 = \frac{1}{2}[\text{OH}^-]^3$

Da cui: $[\text{OH}^-] = (2 K_{\text{ps}})^{1/3} = (2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-11})^{1/3} = 2,88 \cdot 10^{-4}\text{ M}$.

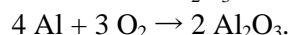
$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(2,88 \cdot 10^{-4}) = 3,54$. $\text{pH} = 14 - 3,54 = 10,46$. (Risposta A)

- 51.** Supponiamo di avere due bombole, una piena di gas e una vuota, entrambe chiuse. I due sistemi sono in equilibrio e in stato di quiete. Se le due bombole vengono collegate, lo stato di quiete si interrompe e si ha un unico sistema in cui prevale il disordine. Le molecole di gas si possono quindi spostare dal primo al secondo contenitore fino ad occupare tutto il volume disponibile. Indicare quali delle seguenti affermazioni è corretta.
- A) il sistema torna in uno stato di quiete in cui prevale il disordine e la massima entropia
 B) il sistema torna in uno stato di quiete ripristinando l'ordine e si porta in una situazione di bassa entropia
 C) il sistema non rilascia più energia e si troverà in una situazione di bassa entropia
 D) il sistema rilascia meno energia e si troverà in uno stato di equilibrio termodinamico

51. Soluzione

Dopo che il gas si è distribuito tra le due bombole il sistema torna in uno stato di quiete con una distribuzione delle molecole molto più disordinata di quella iniziale e di entropia massima. (Risposta A)

- 52.** L'alluminio puro è un metallo che non subisce attacchi da parte di acqua e aria in quanto si ricopre di una sottile pellicola di ossido che lo protegge da ulteriori ossidazioni. Se suddiviso in piccole parti, però, l'alluminio può bruciare all'aria portando alla formazione dell'ossido Al_2O_3 secondo la reazione:



Questa reazione è:

- A) una reazione esotermica ed esoergonica, si ha sia trasferimento di calore dal sistema all'ambiente sia una diminuzione di energia libera
 B) una reazione solo esotermica, si ha solo trasferimento di calore dal sistema all'ambiente
 C) una reazione endoergonica, si ha assorbimento di energia dal sistema ed un aumento di energia libera
 D) una reazione che trasferisce calore ma subito dopo ritorna nel suo stato di equilibrio

52. Soluzione

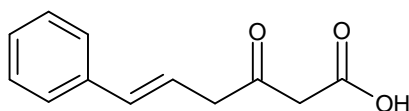
La reazione di combustione è sia esotermica ($\Delta H < 0$) sia esoergonica ($\Delta G < 0$). Dato che è esotermica trasferisce energia all'ambiente, dato che è esoergonica la sua energia libera diminuisce ($\Delta G < 0$). In una combustione, infatti, si formano gas che fanno aumentare molto l'entropia del sistema, quindi oltre a $\Delta H < 0$ abbiamo anche $(-T\Delta S) < 0$ e quindi è minore di zero anche ΔG ($\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$). (Risposta A)

- 53.** Una pianta consuma anidride carbonica con il processo di fotosintesi clorofilliana durante il quale assorbe energia dal Sole e allo stesso tempo libera ossigeno. Questo, dal punto di vista termodinamico è:
- A) un sistema termodinamico aperto che scambia energia e materia con l'esterno
 B) un sistema termodinamico chiuso che scambia energia ma non materia
 C) un sistema termodinamico in equilibrio
 D) un sistema termodinamico chiuso che non scambia energia

53. Soluzione

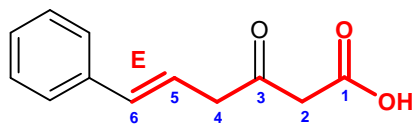
Questo è un sistema termodinamico aperto perchè scambia sia energia (entra la radiazione luminosa del sole) sia materia (entra CO_2 e H_2O , esce O_2). (Risposta A)

- 54.** Indicare il nome IUPAC del seguente composto:



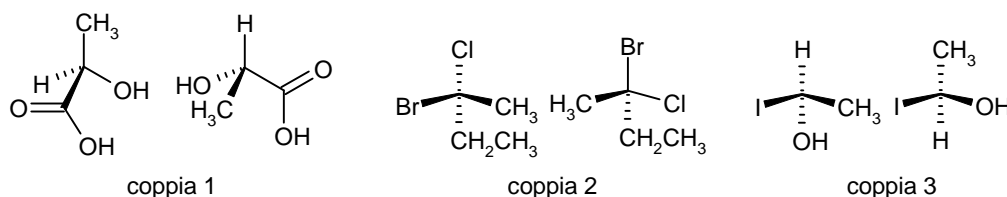
- A) (*E*)-3-Osso-6-fenil-5-enale
 B) acido (*E*)-3-osso-6-fenil-5-enoico
 C) acido (*E*)-1-fenil-4-osso-1-en-6-oico
 D) acido (*Z*)-1-fenil-4-osso-1-en-6-oico

54. Soluzione



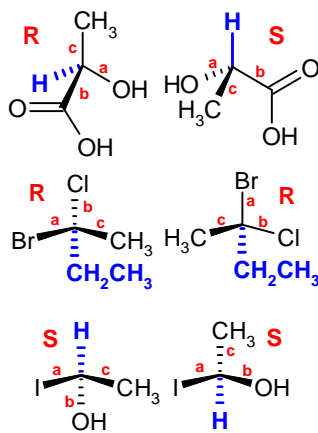
La catena principale è quella che contiene il gruppo funzionale principale cioè l'acido carbossilico.
 La catena è formata da 6 atomi di carbonio quindi è: acido esanoico (con il C-1 sul carbossile)
 Dato che contiene un doppio legame è: acido esenoico
 Il doppio legame è sul C-5 quindi è: acido es-5-enoico
 Il doppio legame è di tipo trans quindi è: (E)
 I sostituenti sono: 3-oxo, 6-fenil (vanno nominati in ordine alfabetico).
 Il nome completo, quindi, è: acido (E)-6-fenil-3-oxoes-5-enoico. (Risposta B?)

55. Quali tra le seguenti strutture sono coppie di enantiomeri?



- A) coppie 1 e 3
 B) coppie 2 e 3
 C) coppia 1
 D) coppie 1, 2 e 3

55. Soluzione

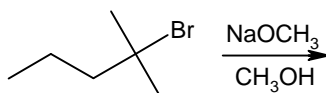


Le due molecole della coppia 1 sono enantiomeri. La rotazione che si osserva passando dal sostituito a maggior priorità (**a**) verso quelli a priorità minore (**b** e **c**) mantenendo il quarto sostituito (**H**) lontano da noi, è verso destra nella prima molecola (R) e verso sinistra nella seconda molecola (S).

Le due molecole della coppia 2 sono identiche. La rotazione che si osserva passando dal sostituito a maggior priorità (**a**) verso quelli a priorità minore (**b** e **c**) mantenendo il quarto sostituito (**CH₂CH₃**) lontano da noi, è verso destra in entrambe le molecole (R).

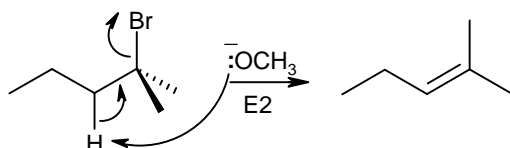
Le due molecole della coppia 3 sono identiche. La rotazione che si osserva passando dal sostituito a maggior priorità (**a**) verso quelli a priorità minore (**b** e **c**) mantenendo il quarto sostituito (**H**) lontano da noi, è verso sinistra in entrambe le molecole (S). (Risposta C)

56. Qual è il principale prodotto della seguente reazione?



- A) 2-metil-2-pentene
 B) 2-metilpentano
 C) 4-metil-2-pentene
 D) 2-metil-1-pentene

56. Soluzione



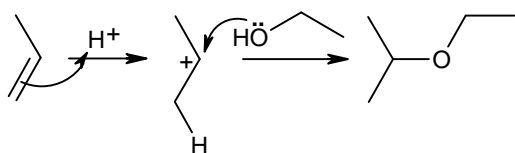
Un alogenuro terziario con un alcossido non può dare reazioni di sostituzione SN2, a causa dell'ingombro sterico, ma può dare reazioni di eliminazione E2. Si ottiene la molecola mostrata qui a fianco: 2-metil-2-pentene. (Risposta A)

57. Quale delle seguenti reazioni porta alla formazione dell'etil isopropil etere?

- A) propene + etanolo in ambiente acido
 B) propene + metanolo in ambiente acido
 C) propene + etanolo in ambiente basico
 D) butene + metanolo in ambiente acido

57. Soluzione

La sintesi degli eteri si può eseguire per addizione di un alcol ad un alchene in ambiente acido in modo simile

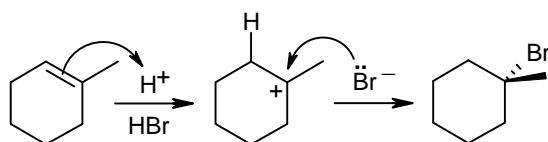


all'addizione di acqua che forma gli alcoli. La reazione segue la regola di Markovnikov dato che ha come intermedio un carbocatione derivante dall'alchene. Poi questo può reagire con un nucleofilo come l'alcol. Naturalmente l'anione dell'acido non deve essere nucleofilo, per cui si dovranno usare acidi come H_2SO_4 o HClO_4 . (Risposta A)

58. L'addizione di HBr agli alcheni è una reazione regioselettiva. Così l'addizione di HBr all'1-metilcicloesene porta alla formazione esclusiva di:

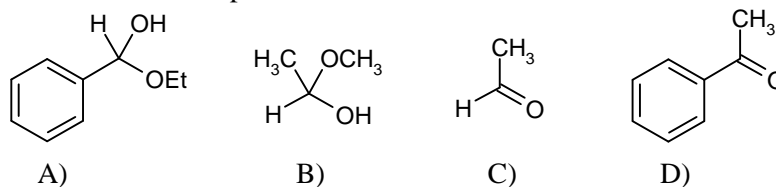
- A) 1-bromo-2-metilcicloesano
 B) 1,2-dibromo-1-metilcicloesano
 C) 2-bromo-1-metilcicloesano
 D) 1-bromo-1-metilcicloesano

58. Soluzione



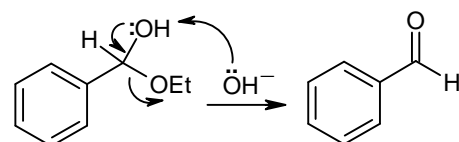
L'addizione di HBr agli alcheni segue la regola di Markovnikov dato che ha come intermedio un carbocatione. L'attacco ad H^+ forma il carbocatione più stabile, terziario. Poi questo, reagendo con Br^- forma: 1-bromo-1-metilcicloesano. (Risposta D)

59. Un chimico ha un campione incognito da identificare tra uno dei seguenti quattro composti. Per individuarlo decide di utilizzare il saggio di Tollens, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$. Il composto fornisce un saggio negativo per cui può affermare con certezza che si tratta del composto:

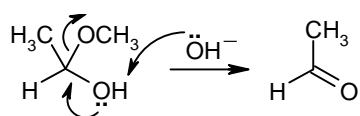


59. Soluzione

I reattivi di Fehling, Benedict e Tollens ossidano ad acidi carbossilici le aldeidi (come il glucosio) e le molecole che possono essere facilmente trasformate in aldeidi come i semiacetali. Inoltre, ossidano anche gli alfa-idrossi-metil-chetoni (come il fruttosio). Questi reattivi, infatti, sono basici e così, a caldo, provocano l'isomerizzazione ad aldeide degli alfa-idrossi-metil-chetoni.



La molecola A è un semiacetale, può facilmente espellere una molecola di alcol e trasformarsi in aldeide e quindi viene ossidata dal reattivo di Tollens.



Anche la molecola B è un semiacetale e può facilmente formare l'aldeide che poi venire ossidata dal reattivo di Tollens. La molecola C è un aldeide e viene ossidata direttamente. La molecola D è un metil-chetone, è la sola di questo gruppo che non si può ossidare col saggio di Tollens. (Risposta D)

60. Cosa si ottiene quando l'1-esanolo reagisce con anidride cromica?

- A) esanale
- B) acido esanoico
- C) 1,2-esandiolo
- D) 1-esene

60. Soluzione

Ci sono due diversi reattivi per l'ossidazione degli alcoli che usano anidride cromica.

Il primo reattivo è chiamato piridinio clorocromato PCC, è composto da anidride cromica, piridina e HCl e ossida gli alcoli primari solo fino ad aldeide, in ambiente anidro.

Con questo reattivo l'aldeide non si ossida ulteriormente fino ad acido carbossilico perchè in ambiente anidro non viene convertita nella forma idrata, il diolo geminale, e così non può formare esteri dell'acido cromico per ossidarsi ancora.

Il secondo reattivo è chiamato reattivo di Jones, è formato da anidride cromica, acqua, acetone, acido solforico.

In questo reattivo l'anidride cromica reagisce con acqua e forma acido cromico e questo ossida l'alcol prima ad aldeide e poi ad acido carbossilico perchè l'aldeide intermedia, in ambiente acquoso, forma il diolo geminale.

Nel testo dell'esercizio non sono specificati altri reattivi oltre all'anidride cromica per cui è impossibile rispondere con sicurezza alla domanda. Dall'1-esanolo, quindi, si può ottenere esanale o acido esanoico. (Risposte A e B?)

SCI – Società Chimica Italiana
Soluzioni proposte da Mauro Tonellato