

# 3

# Soluzioni degli esercizi

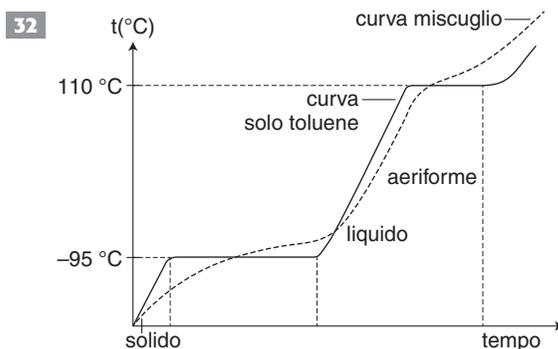
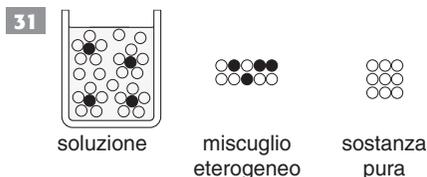
Le soluzioni dei test *Verso l'università* sono a disposizione di studenti e insegnanti, sul sito del libro, [ebook.scuola.zanichelli.it/concettimodelli](http://ebook.scuola.zanichelli.it/concettimodelli)

## Soluzioni capitolo 0

## Parte A

- 1 a) 3; b) 5; c) 6; d) 3; e) 4;  
f) 3; g) 3; h) 4; i) 3; j) 2
- 2 a) 8,1 m; b) 18 g; c) 80 mL;  
d) 0,53  $\mu\text{L}$ ; e) 0,058 nm; f)  $1,3 \times 10^3 \mu\text{m}$
- 3 a) 16,0 g; b) 7,1 g/mL; c)  $1,6 \times 10^3 \text{ J}/(\text{g} \times \text{K})$ ;  
d)  $7,1 \times 10^2 \text{ cal/g}$ ; e) 10,1 m/s
- 4 intensiva, perché è una proprietà intrinseca della sostanza in esame
- 5 b-c-e-g
- 6 3
- 7 miscugli omogenei di acqua e sali minerali
- 8 sì, acqua liquida e ghiaccio
- 9 miscuglio chimicamente e fisicamente eterogeneo
- 10 proprietà fisiche
- 11 filtrazione: le particelle sospese rimangono nel filtro
- 12 con la filtrazione separo l'acqua salata da sabbia + limatura di ferro; per distillazione separo il sale dall'acqua, mentre con una calamita separo la limatura di ferro dalla sabbia
- 13 scaldandoli: quello che fonde prima è il naftalene
- 14 liquido
- 15 costruisco la curva di riscaldamento e verifico se la sostanza presenta soste termiche ben definite alla stessa temperatura
- 17 Ag
- 18 no, in montagna impiega più tempo, perché la temperatura di ebollizione è più bassa (essendo più bassa la pressione atmosferica)
- 19 no;  $1,20 \times 10^3 \text{ mL}$
- 20 9,0 mL; 2 cifre significative
- 21 stesse proprietà intensive ma diverse proprietà estensive
- 22 no; è una lega
- 23 no
- 24 La fase mobile è il solvente, la fase fissa è data da uno strato sottile di materiale inerte. I materiali da separare si legano alla fase fissa. Nella cromatografia su carta, la fase fissa è costituita da carta da filtro.
- 25 per evaporazione dell'acqua; sì, perché l'acqua evapora a qualsiasi temperatura
- 26 aumentando la temperatura, cresce l'energia interna, quindi le particelle si muovono più velocemente. Di conseguenza, aumentano le distanze reciproche e diminuisce l'intensità delle forze attrattive che conferiscono al solido una struttura ordinata.

- 27 sì, a pressioni inferiori a quella atmosferica
- 28 sì, un contenitore chiuso con acqua solida, liquida e aeriforme, a  $0^\circ \text{C}$
- 29 l'olio sopra l'acqua; l'acqua; per decantazione o centrifugazione
- 30 impoverisce; la parte alcolica evapora e i vapori vengono condensati dal refrigerante per formare il distillato di vino



- 33 il calore latente di vaporizzazione è maggiore perché serve più energia per vincere le forze di coesione tra le particelle di un liquido rispetto a quelle di un solido che fonde
- 34 toluene
- 35 l'evaporazione dell'acqua superficiale sottrae calore all'acqua sottostante che si raffredda
- 36 sì, la condensazione del vapore acqueo libera calore
- 37 densità-forza-forza-gravità
- 38 a) invariata;  
b) aumenta;  
c) aumenta;  
d) diminuisce;  
e) aumenta;  
f) diminuisce

## Parte B

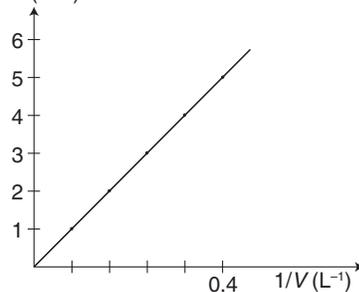
- 1 chimica
- 2 a-e-f-g
- 3 c-d
- 4 semimetallo
- 5 metalli: Ca-Cr-Co-Cd-Cs-Cu;  
non metalli: C-Cl;  
semimetalli: /
- 6 perché si tratta di una reazione chimica che libera  $\text{CO}_2$  gassosa che si disperde
- 7 149,10 g



- 8 2,46 g S; 10,09 g Cu
- 9 chimiche: c-e-g; fisiche: a-b-d-f
- 10 colore; temperatura di fusione, di ebollizione, ...; densità; calore specifico
- 11 no, esistono gli elementi poliatomici, le cui molecole sono formate da atomi uguali (es: P<sub>4</sub>, S<sub>8</sub>)
- 12 azoto 2; idrogeno 9; fosforo 1; ossigeno 4
- 13 a) legge delle proporzioni definite e costanti (legge di Proust); b) legge della conservazione della massa (legge di Lavoisier); c) legge delle proporzioni multiple (legge di Dalton)
- 14 non si può applicare la legge delle proporzioni multiple perché con la stessa quantità di zolfo si combinano quantità diverse di elementi diversi (Cu e Pb)
- 15 perché sono atomi tutti dello stesso tipo
- 16 è un semiconduttore
- 17 il rapporto ponderale di combinazione è definito e costante perché le reazioni avvengono tra numeri definiti di atomi, inoltre, atomi di elementi diversi hanno ognuno una propria massa caratteristica
- 18 2 : 1 : 4
- 19 3 cationi Ca<sup>2+</sup>; 2 anioni PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>; perché si tratta di un singolo elemento
- 20 bilancia
- 21 a) miscuglio-soluzione; b) miscuglio; c) composto; d) miscuglio-soluzione; e) non sono date informazioni sufficienti per rispondere
- 22 trattandosi di una reazione chimica, non è detto che NH<sub>3</sub> debba necessariamente essere gassosa perché deriva da due gas
- 23 solfuro ferroso
- 24 125,7 g C
- 25 aumenta la pressione; 5,8 g H - 46,0 g O; 51,8 g H<sub>2</sub>O; 4,2 g H<sub>2</sub>
- 26 0,126 g O in A e 0,252 g O in B; quando un elemento si combina con la stessa quantità di un secondo elemento per formare composti diversi, le masse del primo stanno tra loro in rapporti semplici, esprimibili mediante numeri interi e piccoli (legge di Dalton)
- 27 N<sub>2</sub>O e N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; sì
- 28 1,124 g di Al si combinano con 1,000 g O
- 29 la massa del gas che si svolge corrisponde al prodotto  $d \times V = 0,00198 \text{ g/cm}^3 \times 218 \text{ cm}^3 = 0,43 \text{ g}$
- 30 15,74 g solfuro di ferro; 4,26 g Fe residui
- 31 A) massa cloro/massa fosforo = 3,434; B) massa cloro/massa fosforo = 5,723; massa cloro B/massa cloro A = 1,6667; formula B) : PCl<sub>5</sub>
- 32 1 : 2

## Parte C

- 1 le particelle del gas ideale: sono puntiformi; non si attraggono; si muovono caoticamente e velocemente, producendo urti elastici
- 2 Le particelle sono più vicine tra loro e si muovono più lentamente. In questa situazione, le forze attrattive intermolecolari cominciano a esercitare i loro effetti.
- 3 0,86 atm;  $8,7 \times 10^4 \text{ Pa}$
- 4 168 mmHg
- 5 547 cm<sup>3</sup>
- 6 546 °C
- 7 5,11 atm
- 8 perché si sono scaldati per attrito e la pressione risulta maggiore
- 9 P<sub>propano</sub> = 11,8 atm; P<sub>butano</sub> = 2,96 atm
- 10 1 cm<sup>3</sup>
- 11 P (atm)



una retta; sono direttamente proporzionali

- 12 legge di Boyle
- 13 128 mL che corrispondono a  $1,3 \times 10^2 \text{ mL}$
- 14 perché a 0 °C il volume del gas non è nullo
- 15 la legge generale dei gas è la seguente:  
 $P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$ .  
 Se  $P_1 = P_2$ ,  $V_1 / T_1 = V_2 / T_2$  (legge isobara).  
 Se  $V_1 = V_2$ ,  $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$  (legge isocora).

16  $E_c = \frac{3}{2} KT$ .

La fisica ci insegna:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2.$$

Da cui:

$$\frac{3}{2} KT = \frac{1}{2} mv^2.$$

$$v = \sqrt{3KT/m}$$

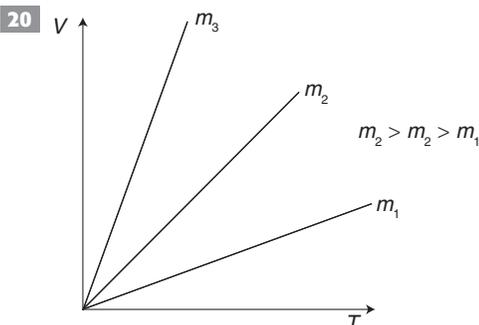
Essendo  $m$  (massa della particella) a denominatore, la velocità è maggiore quanto minore la massa. A parità di  $T$ , l'idrogeno può raggiungere la  $v$  di fuga.

- 17 a livello macroscopico, si innalza la temperatura, a livello microscopico aumentano gli urti tra le particelle e contro le pareti; non è possibile annullare completamente il volume perché le particelle occuperanno sempre un piccolo volume, per quanto minimo



18 8,0

19 circa 540 palloncini



la pendenza aumenta all'aumentare della quantità di gas

21

$$P_t = P_{0^\circ\text{C}} + \frac{1}{273} P_{0^\circ\text{C}} \cdot t$$

$$P_t = P_{0^\circ\text{C}} \left( 1 + \frac{1}{273} t \right)$$

$$P_t = P_{0^\circ\text{C}} \left( \frac{273 + t}{273} \right)$$

$$P_t = P_{0^\circ\text{C}} \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{P_t}{T} = \frac{P_{0^\circ\text{C}}}{T_0}$$

9

Rapporto di combinazione O/Cl	Rapporti ponderali O
0,2257	1
0,6670	3
1,128	5
1,580	7

10 d-b-c-a

11 sì, il liquido lacrimale, a contatto con la lama rovente, evapora sottraendole calore

12 perché l'acqua salata è più densa ed è più facile il galleggiamento; il Mar Morto contiene acque con elevatissima salinità e quindi densità maggiore

13 a) Le proprietà chimiche sono proprietà macroscopiche, che dipendono dalla natura dei singo-

## ESERCIZI RIASSUNTIVI

1 2

2 a) 2; b) 3;

c) 2; d) 1;

e) 5; f) 4

3  $7,0 \times 10^{-6}$  m;  $7,0 \times 10^3$  nm;  $7,0 \times 10^6$  pm; circa 1400

4 costruisco una curva di riscaldamento e verifico le soste termiche, se non sono nette, non si tratta di una sostanza pura

5 temperatura di fusione; temperatura di ebollizione; calore specifico; densità; peso specifico

6 perché è necessario far evaporare l'acqua

7 sì, è Ni

8 Sn : I=1 : 4,27

li atomi o molecole; le proprietà fisiche, invece, sono il risultato dell'unione di molte particelle; b) V c) il calore della fiamma viene in parte disperso, in parte trasformato in calore latente di fusione; d) "una soluzione"

14 9,03 go

15 1:3; legge di Dalton; 3

## Soluzioni capitolo 1

- 1 —  
2 —  
3 —  
4 Perché ostacolò la comprensione di tutte le reazioni contenenti gas biatomici. Inoltre, rese più problematica la comprensione delle formule di alcuni composti, primi fra tutti l'acqua e l'ammoniaca  
5 no, Avogadro intendeva molecole anche quelle formate da atomi uguali  
6 no, secondo la reazione  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ , servono 2 volumi di  $\text{H}_2$  e 1 volume di  $\text{O}_2$ ; ma siccome l' $\text{O}_2$  ha massa 16 volte maggiore dell' $\text{H}_2$ , ne occorre una massa 8 volte superiore, rispetto a quella dell' $\text{H}_2$   
7 20 volumi; 10 volumi di  $\text{H}_2$  non reagito  
8 no  
9 i volumi di combinazione possono aiutare a dedurre il modo in cui gli atomi si riarrangiano per formare i prodotti di reazione;  $\text{NH}_3$   
10 legge: relazione determinata e costante fra le quantità variabili che entrano in un fenomeno; ipotesi: supposizione volta a spiegare eventi di cui non si ha una perfetta conoscenza; teoria: formulazione conclusiva relativa a un fenomeno; principio: concetto fondamentale sul quale si basa un ragionamento  
11  $\text{ClF}_3$   
12 A  
13 —  
14 sì, perché volumi uguali contengono lo stesso numero di molecole, che possiedono la propria massa molecolare  
15 8; 16 u  
16 1,9; 1,9  
17 sale verso l'alto  
18 1,25 g/L  
19 1,980  
20 12,91; sì  
21 70 u  
22 no, perché hanno la stessa massa molecolare  
23 l'acqua ha massa molecolare, e quindi densità, minore  
24 1,14; stesso rapporto  
25  $\text{O}_2$ ; no  
26 3,84 u; no; sì  
27 Gli ioni si dispongono ordinatamente nello spazio nelle tre dimensioni; di conseguenza, allo stato solido, non è possibile individuare o isolare singole molecole  
28 La massa atomica relativa di un elemento è la sua massa misurata rispetto alla massa dell'atomo di carbonio; si misura in una, che equivale a 1/12 della massa dell'atomo di carbonio-12.  
29 la prima è riferita agli elementi, la seconda ai composti  
30 a) 98,086 u;  
b) 262,87;  
c) 63,018 u;  
d) 238,98 u;  
e) 39,998 u;  
f) 342,17;  
g) 142,05;  
h) 164,1 u  
31 60,052 u; 36,458 u; 62,026 u  
32 h-f-a-i-m-g-b-e-d-l-c  
33 kg; u  
34 mol; g/mol  
35 occorre precisare se si tratta di ossigeno atomico o molecolare  
36  $1 \text{ u} = 1,661 \times 10^{-24} \text{ g} = 1,661 \times 10^{-24} \text{ kg}$   
37  $\text{C} = 12,01 \text{ g}$ ;  $\text{Hg} = 200,6 \text{ g}$ ;  $\text{S} = 32,07 \text{ g}$ ;  $\text{Cu} = 63,55 \text{ g}$ ;  $\text{Zn} = 65,37 \text{ g}$   
38 a) 4,16 mol; b) 1,37 mol; c) 0,287 mol; d) 0,331 mol  
39 a) 84,0 g;  
b) 84,1 g;  
c) 189 g;  
d) 180 g  
40 60,05 u; no  
41 44,02 u; 44,02 g/mol  
42 ferro  
43 341 g  
44  $3,01 \times 10^{23}$  molecole;  $6,02 \times 10^{23}$  molecole  
45  $9,03 \times 10^{23}$  atomi  
46 quello di piombo  
47  $4,36 \times 10^{17}$  atomi di piombo  
48 stesso numero  
49  $9,28 \times 10^{-23} \text{ g}$   
50  $3,68 \times 10^{24}$  atomi di idrogeno  
51 1,11 g  
52  $2,2 \times 10^{24}$  molecole  
53 palladio  
54  $m_A = 100$ ;  $m_B = 10$ ; 100 sfere in ogni gruppo; sì; 100  
55  $1,34 \times 10^{23}$  molecole;  $1,34 \times 10^{24}$  atomi C;  $1,07 \times 10^{24}$  atomi H  
56 a) corretta; b) presenti in  $\frac{1}{4}$  di mole di acido solforico; c)  $\frac{1}{4}$  di mole di qualsiasi altro gas  
57 perché la mole è una grandezza fondamentale, mentre  $N$  è una grandezza derivata

58

grammi	moli	numero di molecole	numero di atomi	numero di atomi di carbonio
20,5	0,107	$6,44 \times 10^{22}$	$1,35 \times 10^{24}$	$3,86 \times 10^{23}$
690	3,59	$2,16 \times 10^{24}$	$4,54 \times 10^{25}$	$1,30 \times 10^{25}$
0,0130	$6,79 \times 10^{-5}$	$4,09 \times 10^{19}$	$8,59 \times 10^{20}$	$2,45 \times 10^{20}$
482	2,51	$1,51 \times 10^{24}$	$3,17 \times 10^{25}$	$9,07 \times 10^{24}$

59  $1,03 \times 10^{25}$  atomi di  $\text{Na}^+$ 60  $3,27 \times 10^{24}$  atomi H;  $1,23 \times 10^{24}$  atomi C

61 97,5 u

62  $\text{C}_2\text{H}_4$ 

63 a) 63,7% N; 36,3% O; b) 69,4% C; 4,2% H; 26,4% O; c) 44,4% C; 6,2% H; 9,9% O; 39,5% S; d) 75,7% Sn; 24,3% F

64 no

65

formula empirica	massa molare (g/mol)	formula molecolare
NH	30,04	$\text{N}_2\text{H}_2$
CH	78,11	$\text{C}_6\text{H}_6$
$\text{C}_2\text{H}_4$	112,21	$\text{C}_8\text{H}_{16}$
$\text{C}_3\text{H}_4$	128,16	$\text{C}_{10}\text{H}_8$

66  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ 67 no; sì:  $\text{MgCl}_2$ 68  $\text{P}_2\text{O}_3$ 69  $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_3\text{S}$ 

70 151 g

71 8,5 g

72 46 g

73  $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}$ 

74 154 g

75  $\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{NO}$ ;  $\text{C}_{22}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_2$ 76  $\text{HgBr}$ ;  $\text{Hg}_2\text{Br}_2$ 

77 778 L

78 12 L

79 130 g

80 67 L

81 0,33 atm

82 1,1 atm; 2,4 atm

83

gas	volume (L)	moli (mol)	massa (g)
Ne	40,9	1,83	36,9
$\text{O}_2$	39,2	1,75	56,0
He	131	5,86	23,5
CO	3,67	0,164	4,59
$\text{NH}_3$	0,948	0,0423	0,720

84  $2,68 \times 10^{22}$  atomi Ne

85 a) 56 L; b) 10,5 L; c) 12,3 L

86 22,4  $\text{L}_{\text{H}_2}$  e 11,2  $\text{L}_{\text{O}_2}$ 

87 65,93 g

88  $6,24 \times 10^4$  (mL  $\times$  Torr)/(K  $\times$  mol)

89 0,716 g/L; 1,34 g/L; 1,97 g/L; 1,78 g/L; 1,43 g/L

90 0,19 mol

91  $8,0 \times 10^{-4}$  g

92 17,04 g/mol; 17,04 u; 17,04 g

93 179 L

94 0,55 atm

95 1,04 atm

96 30 u

97 5,7 g/L

98 63,4 g/mol

99 13 °C

100 no: il volume deve essere superiore a 16,8 L

101  $\text{Cl}_2$ 

102 0,8 L; perché producendo sostanze gassose provoca un rigonfiamento della massa

103 2,1 atm; 1,3 atm N<sub>2</sub> e 0,8 atm O<sub>2</sub>

104 2,0 atm

105 2,16 mol

106  $3,01 \times 10^{23}$

107  $7,34 \times 10^{23}$

- 108 a) 42,07% Na; 18,89% P; 39,04% O;  
b) 12,18% N; 5,26% H; 26,92% P; 55,64% O;  
c) 23,09% Fe; 17,38% N; 59,53% O;  
d) 15,77% Al; 28,12% S; 56,11% O

109 22,9% P; 77,1% Cl

110 0,0798 mol

### REVIEW

1 147 g; 98,1 g

2  $7,8 \times 10^{21}$

3 585 mL

4 35%

5 b

6 NH<sub>3</sub>; contengono lo stesso numero; NH<sub>3</sub>

7 CO<sub>2</sub>

8 FeSO<sub>4</sub>

9 SnCl<sub>4</sub>

10  $7,53 \times 10^{24}$  molecole di N<sub>2</sub>; 280 L

11 B<sub>4</sub>H<sub>10</sub>

12 59,9% O; 40,1% S; SO<sub>3</sub>; sì

13 10 L O<sub>2</sub>; 6 L CO<sub>2</sub> e 8 L H<sub>2</sub>O

14 sì; no, è maggiore la pressione di NH<sub>3</sub>

15 1 L

16 11 g/L

17 CuO; 7,94 : 1; sì

18 Sn(OH)<sub>2</sub>; 29,7 : 16,0 : 1; 3,8 g e 4,7 g

19 7 t

## Soluzioni capitolo 2

- 1 —
- 2 perché le cariche, in assenza del manico di plastica che è isolante, si trasferiscono al corpo di chi la impugna
- 3 piccole scintille elettriche che scoccano tra il golf e il tessuto in sintetico caricati per strofinio
- 4 noi negativamente; il tappeto positivamente
- 5 infilare un pigiama; rigirarsi sotto la trapunta; togliersi un pile; toccare la portiera di una automobile; spazzolarsi i capelli
- 6 —
- 7 —
- 8 b); c); a)
- 9 protoni; elettroni; neutroni
- 10 —
- 11 2,7 g
- 12 6 elettroni
- 13  $9,6 \cdot 10^4$  C
- 14  $6 \cdot 10^{23}$  atomi
- 15 1836; no; roentgenio
- 16 —
- 17 gli elettroni sono uguali per tutte le sostanze
- 18
- 19 Lo schermo rende visibile il percorso degli elettroni, ma non influenza la loro traiettoria. Se la carica e la massa assumessero entrambe un valore doppio, il loro rapporto rimarrebbe comunque costante.
- 20 due protoni e due neutroni

43

Simbolo isotopo	Nome elemento	Numero di massa A	Numero atomico Z	Numero di protoni	Numero di elettroni	Numero di neutroni
$^{45}_{21}\text{Sc}$	scandio	45	21	21	21	24
$^{51}_{23}\text{V}$	vanadio	51	23	23	23	28
$^{27}_{13}\text{Al}$	alluminio	27	13	13	13	14
$^{201}_{80}\text{Hg}$	mercurio	201	80	80	80	121

- 44 subiscono una deviazione maggiore, perché sono più veloci
- 45 il numero di massa aumenterebbe; il numero atomico non varierebbe
- 46 —
- 47 —
- 48 —
- 49 no, perché avendo massa minore, sarebbero maggiormente deviate rispetto alle particelle  $\alpha$
- 50 c)
- 51  $^{12}_6\text{C}$ ;  $^1_1\text{H}$
- 52
- 53 le particelle  $\alpha$  sono meno deviate perché hanno massa maggiore rispetto alle  $\beta$
- 54 perché sono elettricamente neutri
- 55 —
- 56 particelle  $\beta$
- 57 —
- 58 —
- 59 emissione  $\beta^+$  e cattura elettronica
- 60  $Z = 7$ ;  $A = 14$ ; azoto (N)
- 61 particella  $\beta$

- 21 rimane valida la struttura nucleare
- 22 si riduce di un quarto e di un nono
- 23 10 m
- 24  $1 \text{ a } 10^{15}$
- 25 Se l'atomo fosse quello teorizzato da Thomson, le particelle  $\alpha$  non sarebbero deviate nel passaggio attraverso la lamina; in tal caso, si potrebbe disporre lo schermo davanti alla lamina metallica, senza doverla circondare quasi completamente.
- 26 Al variare dell'elemento chimico varia la carica del nucleo e, di conseguenza, la forza di repulsione esercitata sulle particelle  $\alpha$ .
- 27 no, perché gli atomi che compongono la lastra d'oro non si muovono e la deviazione è dovuta alla carica
- 28 —
- 29  $2,62 \cdot 10^{19} \text{ kg/m}^3$
- 30 —
- 31 Moseley
- 32 —
- 33 16 protoni e 16 neutroni
- 34 18 protoni; 22 neutroni e 18 elettroni
- 35 berillio (Be); silicio (Si); alluminio (Al)
- 36 —
- 37 a determinare le masse atomiche
- 38 a)  $^{81}_{35}\text{Br}$ ; b)  $^{19}\text{F}$ ; c)  $^{33}_{16}\text{S}$
- 39 10,8 u
- 40 1,008 u
- 41 69,723 u
- 42 39,10 u

- 62  ${}^{216}_{84}\text{Po}$
- 63  ${}^{131}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\text{Xe} + {}^0_{-1}\text{e}$
- 64 decadimento  $\alpha$
- 65  ${}^0_{-1}\text{e}$ ; decadimento  $\beta$
- 66 1/8
- 67  ${}^{239}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{239}_{93}\text{Np} + {}^0_{-1}\text{e}$
- 68  $5 T_{1/2}$
- 69 Trascorsi 3 tempi di dimezzamento, la massa residua è di 11,3 g.
- 70 particella  $\alpha$ ;  ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^1_0\text{n}$
- 71  $8,9 \cdot 10^{-7}$  g; decadimento  $\beta$ ;  $Z = 54$ ;  $A = 131$ ; xenon (Xe)
- 72  ${}^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow {}^{218}_{84}\text{Po} + {}^4_2\text{He}$ ;  
 ${}^{241}_{95}\text{Am} \rightarrow {}^{237}_{93}\text{Np} + {}^4_2\text{He}$ ;  
 ${}^{131}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\text{Xe} + {}^0_{-1}\text{e}$ ;  
 ${}^1_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e}$ ;  
 ${}^{55}_{26}\text{Fe} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow {}^{55}_{25}\text{Mn}$ ;  
 ${}^{57}_{27}\text{Co} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow {}^{57}_{26}\text{Fe}$ ;  
 ${}^{99}_{43}\text{Tc} \rightarrow {}^{99}_{43}\text{Tc} + \gamma$ ;  
 ${}^{113}_{49}\text{In} \rightarrow {}^{113}_{49}\text{In} + \gamma$
- 73  ${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_{-1}\text{e}$ ;  ${}^{60}_{28}\text{Ni} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + \gamma$ ; perché emette radiazioni  $\beta$  e  $\gamma$ , che essendo penetranti, raggiungono e distruggono i tessuti cancerosi
- 74 17 200 anni
- 75 28 giorni
- 76 per evitare che rimangano troppo a lungo nel corpo, causando danni ai tessuti
- 77 A:  $2 \cdot 10^6$  anni; A:  $3 \cdot 10^{23}$  atomi; B:  $2 \cdot 10^{23}$  atomi
- 78 è l'energia che si forma in seguito a reazioni che avvengono nei nuclei degli atomi

- 79 è la differenza tra la massa di un nucleo e la somma delle masse dei protoni e dei neutroni che lo costituiscono
- 80 è la differenza tra l'energia dei nuovi nuclei prodotti e quella dei reagenti
- 81 l'energia nucleare è maggiore di 6 ordini di grandezza

**REVIEW**

- 1 3,1 g
- 2 16 giorni
- 3 0,25 g di potassio-40;  $6 \cdot 10^9$  anni
- 4 54 kg
- 5 —
- 6  $m_{238\text{U}} = 1489$  g;  $m_{235\text{U}} = 10,80$  g;  $m_{234\text{U}} = 7,500 \cdot 10^{-2}$  g
- 7 16,004 u
- 8 16,303 u
- 9  $E_{\text{atomo}} = 4,55 \cdot 10^{-12}$  J;  $E_{\text{mole}} = 2,74 \cdot 10^{12}$  J
- 10 11
- 11  $A = 27$
- 12 54
- 13  ${}^{35}\text{Cl}$ : 17 e, 17 p, 18 n;  ${}^{37}\text{Cl}$ : 17 e, 17 p, 20 n
- 14

Isotope	Number of protons	Number of electrons	Number of neutrons
Si-28	14	14	14
Si-29	14	14	15
Si-30	14	14	16

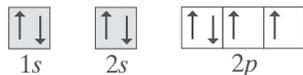
- 15 —

## Soluzioni capitolo 3

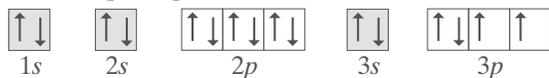
- 1 la diffrazione  
 2 fotoni  
 3  $v = c/\lambda$   
 4 la frequenza; velocità di propagazione, lunghezza d'onda e frequenza  
 5 onde del mare (m); increspature stagno ( $10^{-1}$  m); onde luminose ( $10^{-7}$  m)  
 6  $4 \cdot 10^{-7} - 7 \cdot 10^{-7}$  m  
 7 violetta  
 8 perché i raggi UV hanno una maggiore energia  
 9 la luce bianca  
 10 perché è la somma di tutti i colori  
 11  $3 \cdot 10^4$  m  
 12  $9,9 \cdot 10^{-27}$  J  
 13  $3,8 \cdot 10^{-19}$  J  
 14 azzurro;  $4,4 \cdot 10^{-19}$  J  
 15 la diffrazione  
 16 La luce violetta ha  $v$  maggiore, quindi possiede  $E$  sufficiente per strappare gli elettroni dal metallo; la luce rossa ha  $E$  insufficiente, indipendentemente dalla sua intensità.  
 17 La luce UV ha  $E$  ancora maggiore: parte dell' $E$  viene utilizzata per liberare gli elettroni dal metallo, la restante parte per fornir loro maggiore velocità.  
 18  $2,9 \cdot 10^{-19}$  J;  $4,5 \cdot 10^{-19}$  J  
 19 —  
 20 —  
 21 coincidono  
 22 —  
 23 regione ultravioletta  
 24 sono quantizzati: a-c-d-f  
 25  $E_1 = -2,18 \cdot 10^{-18}$  J;  $E_2 = -5,45 \cdot 10^{-19}$  J;  
 $E_3 = -2,42 \cdot 10^{-19}$  J;  $E_4 = -1,36 \cdot 10^{-19}$  J;  
 $E_5 = -8,72 \cdot 10^{-20}$  J;  $E_6 = -6,05 \cdot 10^{-20}$  J;  
 $E_7 = -4,45 \cdot 10^{-20}$  J  
 26 —  
 27 —  
 28 no, perché non sono dello stesso ordine di grandezza  
 29 perché se la massa è grande, la lunghezza d'onda è troppo piccola per essere apprezzata  
 30 la proprietà ondulatoria dell'elettrone  
 31  $\lambda = 1,45 \cdot 10^{-9}$  m  
 32  $\lambda = 4 \cdot 10^{-42}$  m  
 33  $v = 2 \cdot 10^{-29}$  m/s  
 34 —  
 35 —

- 36 —  
 37 —  
 38 —  
 39 —  
 40 —  
 41 —  
 42 —  
 43  $l = 0, 1, 2; m = -2, -1, 0, +1, +2$   
 44 a) 2s; b) 6d; c) 4f; d) 3d  
 45 a)  $n = 2$   $l = 2$   $m = 0$   $m_s = +1/2$   
 b)  $n = 1$   $l = 0$   $m = 2$   $m_s = \pm 1/2$   
 c)  $n = 3$   $l = -2$   $m = 0$   $m_s = -1/2$   
 d)  $n = 0$   $l = 0$   $m = 0$   $m_s = +1$   
 46  $l$  (la forma);  $n$  (il volume)  
 47 —  
 48 risolvendo l'equazione d'onda  
 49 dal numero quantico  $n$   
 50 —  
 51 —  
 52 —  
 53 a) sì; b) no, non esiste 2d; c) no, non esiste 3f; d) no,  $s$  non può contenere 3  $e^-$ ; e) no, non esiste 8s; f) sì  
 54 neon (Ne)  
 55 azoto (N)  
 56 a)  $Z = 7$  N  
 b)  $Z = 25$  Mn  
 c)  $Z = 34$  Se  
 d)  $Z = 50$  Sn  
 e)  $Z = 55$  Cs  
 57 a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2 4f^{10} 5d^{10} 6p^2$   
 corretta/errata perché  
 il livello 4f non è completo  
 b)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$   
 corretta/errata perché  
 .....  
 c)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2 4f^{10} 5d^{10} 6p^4$   
 corretta/errata perché  
 .....  
 d)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2$   
 corretta/errata perché  
 il livello 3d non è completo  
 e)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6 7s^2$   
 corretta/errata perché  
 .....  
 58 a) eccitato; b) eccitato; c) eccitato; d) fondamentale; e) fondamentale; f) eccitato;

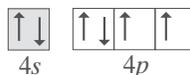
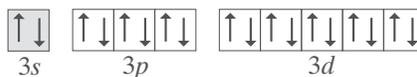
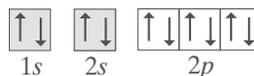
59 O:  $1s^2 2s^2 2p^4$



S:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$



Se:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$



nello strato esterno sono tutte  $ns^2 np^4$

60

N° atomico	N° neutroni	N° massa	Simbolo isotopo	Configurazione elettronica
Z = 31	N = 38	A = 69	${}_{31}^{69}\text{Ga}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$
Z = 53	N = 74	A = 127	${}_{53}^{127}\text{I}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$
Z = 13	N = 14	A = 27	${}_{13}^{27}\text{Al}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
Z = 21	N = 24	A = 45	${}_{21}^{45}\text{Sc}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
Z = 15	N = 16	A = 31	${}_{15}^{31}\text{P}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
Z = 11	N = 12	A = 23	${}_{11}^{23}\text{Na}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
Z = 19	N = 21	A = 40	${}_{19}^{40}\text{K}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
Z = 23	N = 28	A = 51	${}_{23}^{51}\text{V}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$

61 a) Al:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

b) Ga:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$

c) Te:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^4$

d) Cu:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

e) Nb:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^4 5s^1$

f) Ce:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^1 5s^2 5p^6 5d^1 6s^2$

62 —

63  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^1 5s^2$

### REVIEW

1  $\gamma = 5,09 \cdot 10^{14}$  Hz

2  $\lambda = 492$  nm; verde

3 ossigeno (O) e alluminio (Al)

4  $7,67 \cdot 10^{24}$

5 il terzo livello

6  $E = 9,5 \cdot 10^{-25}$  J; microonde

7  $E = 3,03 \cdot 10^{-19}$  J - visibile - riga rossa; dal livello 2 al livello 3

8  $\text{K}^+$ :  $1s^2 2s^2 2p^6$

$\text{O}^{2-}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6$

$\text{Hf}^{4+}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$

9  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

10 9

11 18

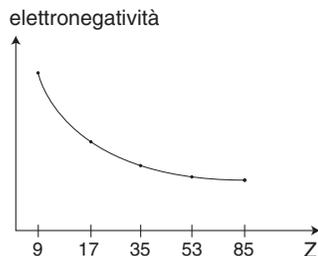
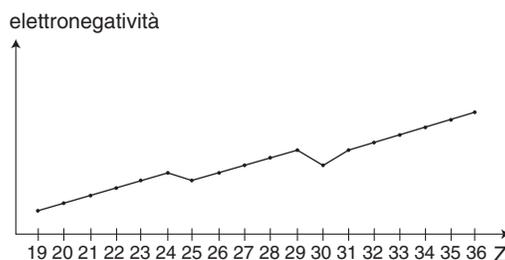
12  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

13 a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ; b)  $1s^2 2s^2 2p^6$

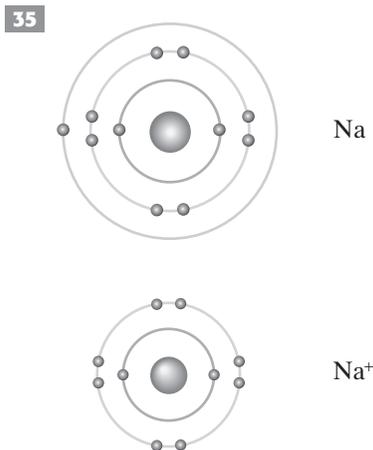
## Soluzioni capitolo 4

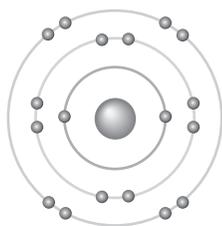
- 1 —  
2 —  
3 —  
4 in ordine cronologico di scoperta: gallio, scandio, germanio  
5 —  
6 —  
7 —  
8 VI gruppo (16), periodo 4  
9 l'isotopo più stabile dell'argon ( $^{40}\text{Ar}$ ) ha massa maggiore dell'isotopo più stabile del potassio ( $^{39}\text{K}$ )  
10  $\cdot\dot{\text{C}}\cdot$   
11  $:\ddot{\text{I}}:$  Ca:  $:\ddot{\text{K}}\text{r}:$  Be:  $:\ddot{\text{S}}:$  Na·  $:\ddot{\text{Cl}}:$  K.  
12 azoto  
13  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$   
14 18 elementi; periodo 4-5-6-7; gruppi 1-2-13-14-15-16-17-18; nei gruppi dal 3 al 12  
15 a)  $2s^2 2p^2$  gruppo 14, periodo 2, C  
b)  $4s^2$  gruppo 3, periodo 4, Sc  
c)  $3s^2 3p^5$  gruppo 17, periodo 3, Cl  
d)  $5s^2 5p^2$  gruppo 14, periodo 5, Sn  
e)  $6s^2 6p^2$  gruppo 14, periodo 6, Pb  
16 a) gruppo 1  
b) gruppo 15  
c) gruppo 7  
d) gruppo 17  
e) gruppo 17  
f) gruppo 3  
17 F, N, Be, C  
18  $ns^2 np^3$   
19 —  
20 —  
21 —  
22 —  
23 aumentano, perché gli elettroni esterni occupano orbitali via via più lontani dal nucleo, che risentono meno della sua carica positiva, schermata dagli elettroni interni sempre più numerosi  
24 l'Ar ha raggio atomico minore del Cl, perché i suoi  $e^-$  risentono di una carica nucleare maggiore di una unità; mentre il K ha raggio atomico maggiore perché l' $e^-$  in più occupa un orbitale a livello energetico maggiore  
25 50 000 kJ/mol; 2° livello  
26 He ha la maggiore energia di prima ionizzazione:  $1s^2$ ; Rn ha la minore energia di prima ionizzazione:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6$

- 27 Ar  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ; Na  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$   
28 alta affinità elettronica ed elevata elettronegatività  
29 affinità elettronica  
30 —  
31  $83,5^\circ\text{C}$   
32 l'elettronegatività è una proprietà periodica che cresce lungo i periodi e decresce lungo i gruppi



- 33 a)  $\text{Li}^+$   $\text{Na}^+$   $\text{Be}^{2+}$  gas nobile He  
b)  $\text{N}^{3-}$   $\text{O}^{2-}$   $\text{Cl}^-$  gas nobile Ne  
c)  $\text{Cl}^-$   $\text{Br}^-$   $\text{K}^+$  gas nobile Ar  
d)  $\text{Y}^{3+}$   $\text{Br}^-$   $\text{I}^-$  gas nobile Kr  
34  $1s^2 // 2s^2 2p^6 // 3s^2 3p^3$  (le barre indicano i salti energetici)




 $\text{Na}^{7-}$ 

**36**  $E_{\text{Na}/\text{Na}^+} = 3\,200 \text{ kJ}$ ;  $E_{\text{F}/\text{F}^-} = 13\,000 \text{ kJ}$ ; perché  $\text{Na}^+$  raggiunge la configurazione elettronica del gas nobile ed è più stabile

la più stabile è  $\text{Na}^+$

**37**

Simbolo dello ione	Numero di protoni	Numero di elettroni	Configurazione elettronica esterna
$\text{N}^{3-}$	7	10	$1s^2 2s^2 2p^6$
$\text{Sr}^{2+}$	38	36	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$
$\text{Se}^{2-}$	34	36	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$
$\text{Sc}^{3+}$	21	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
$\text{F}^-$	9	10	$1s^2 2s^2 2p^6$
$\text{Cs}^+$	55	54	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$

**38** —

**39**

Raggio atomico	Energia di prima ionizzazione	Elettronegatività
B, As, Sb, Li	Li, B, Sb, As	Li, B, Sb, As
O, I, Al, Rb	Rb, Al, I, O	Rb, Al, I, O
F, C, Sr, Ba	Ba, Sr, C, F	Ba, Sr, C, F

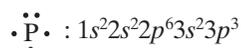
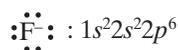
**40** —

**41** rubidio

**42** bromo

**43** —

**REVIEW**
**1** —

**2**  $\text{B}^{3+} : 1s^2$ 


**3**  $r_{\text{O}} = 73 \text{ pm}$  –  $r_{\text{S}} = 103 \text{ pm}$  perché gli  $e^-$  di valenza di S sono su un livello energetico superiore;  $r_{\text{Na}} = 186 \text{ pm}$  –  $r_{\text{Cl}} = 100 \text{ pm}$  perché gli  $e^-$  di valenza di Cl, a parità di livello energetico, risentono di una carica nucleare maggiore

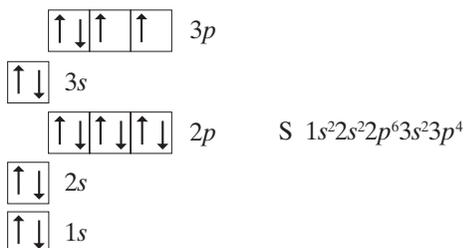
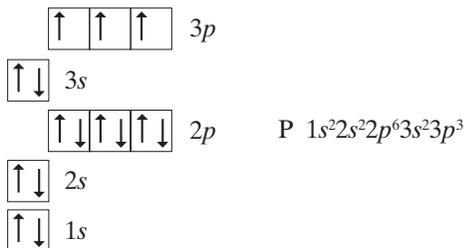
**4** circa 685 000 atomi

**5** lo ione  $\text{F}^-$  si espande perché i suoi 10  $e^-$  risentono di una carica nucleare di soli 9  $p^+$

**6** nell'alluminio il rapporto tra massa atomica e raggio al cubo è minore

**7** perché scendendo lungo il gruppo aumenta il carattere metallico e quindi la reattività con l'acqua

8



l'energia di ionizzazione di S è minore perché è più semplice strappare il quarto  $e^-$ , destabilizzato dalla forza repulsiva dell'altro  $e^-$  con cui condivide l'orbitale  $p_x$ , mentre il P ha un solo  $e^-$  in ogni orbitale  $3p$

9 Ne  $1s^2 2s^2 2p^6$ ; Xe  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$ ; Xe ha dimensioni maggiori e i suoi  $e^-$  di valenza risentono meno della carica nucleare e vengono attratti dal F che è l'atomo più elettronegativo

10

Simbolo dell'elemento	Numero di protoni	Numero di elettroni	Numero elettroni di valenza	Metallo/ non metallo/ semimetallo	Simbolo di Lewis	Simbolo ione più probabile
Na	11	11	1	metallo	$\cdot\text{Na}$	$\text{Na}^+$
F	9	9	7	non metallo	$\cdot\ddot{\text{F}}\cdot$	$\text{F}^-$
Ca	20	20	2	metallo	$:\text{Ca}$	$\text{Ca}^{2+}$
Al	13	13	3	metallo	$\cdot\dot{\text{Al}}\cdot$	$\text{Al}^{3+}$
S	16	16	6	non metallo	$\cdot\ddot{\text{S}}\cdot$	$\text{S}^{2-}$
I	53	53	7	non metallo	$\cdot\ddot{\text{I}}\cdot$	$\text{I}^-$

- 11 a)  $Z = 22$ ;  $\cdot\ddot{\text{Ti}}\cdot$ ; gruppo 4; periodo 4; metallo; 4;  $\text{Ti}^{4+}$   
 b)  $Z = 53$ ;  $\cdot\ddot{\text{I}}\cdot$ ; gruppo VII (17); periodo 5; non metallo; 7;  $\text{I}^-$   
 c)  $Z = 19$ ;  $\text{K}\cdot$ ; gruppo I (1); periodo 4; metallo; 1;  $\text{K}^+$

12 —

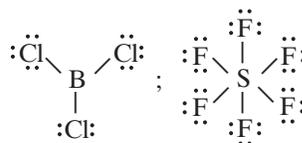
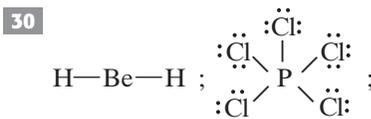
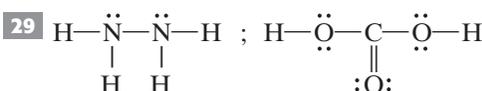
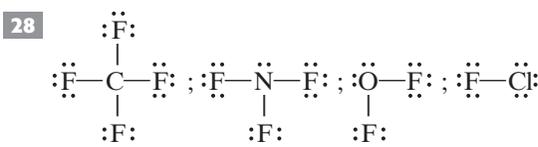
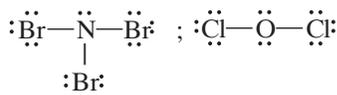
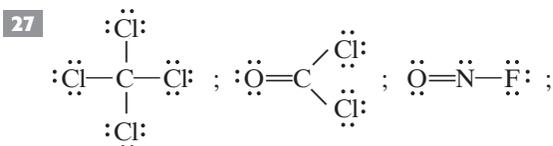
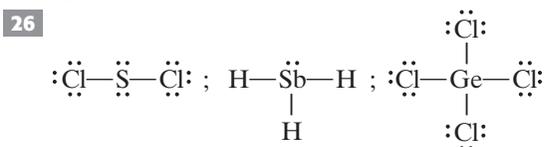
13 —

14  $\text{Cl}^- 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  (the electron configuration for  $\text{Ca}^+$  is  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ )

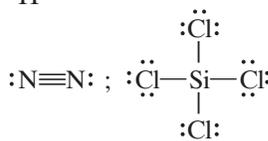
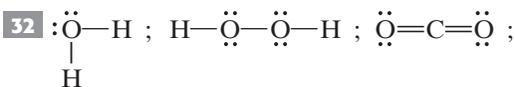
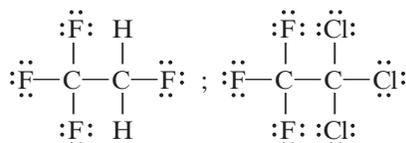
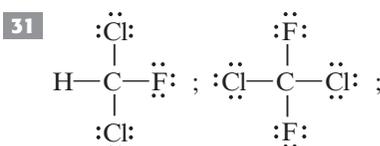
## Soluzioni capitolo 5

- 1 —  
 2 —  
 3 —  
 4 perché l'energia di legame di una singola molecola è una quantità così piccola che sarebbe difficilmente misurabile  
 5  $E = 5,78 \times 10^{-22}$  kJ;  $\lambda = 344$  nm - ultravioletto  
 6 —  
 7 3  
 8 acquistare  
 9  $1s^2 2s^2 2p^6$ ; il livello più esterno è il 2; gli elettroni di valenza sono 8  
 10 1 elettrone  
 11  $K^+ = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \rightarrow Ar$ ;  
 $Cl^- = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \rightarrow Ar$ ;  $Be^{2+} = 1s^2 \rightarrow He$ ;  
 $Rb^+ = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 \rightarrow Kr$   
 12  $Cs^+$  e  $I^-$   
 13 no  
 14 perché Cl possiede  $7e^-$  nel livello di valenza ed acquistando  $1e^-$  completa l'ottetto ( $Cl^-$ )  
 15  $Zn = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ ; perchè perdendo i  $2e^-$  dell'orbitale  $4s$  completa l'orbita precedente, la stessa cosa non accadrebbe se ne perdesse solo uno  
 16  $Fe = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ ; lo ione  $Fe^{2+}$  si forma quando vengono ceduti i  $2e^-$  dell'orbitale  $4s$ , lo ione  $Fe^{3+}$  si forma quando viene ceduto anche  $1e^-$  dell'orbitale  $3d$  (buona condizione energetica perché negli orbitali d ci sarebbero 5 elettroni a spin parallelo)  
 17 a)  $-2e^-$ ;  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ; b)  $+2e^-$ ,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ; c) 0; d)  $+1e^-$ ;  $1s^2 2s^2 2p^6$   
 18 magnesio (Mg); metallo; perderà 2 elettroni  
 19 Mg, Al, O, N: Ne; K: Ar; Br: Kr; I: Xe  
 20 sia i 2 nuclei sia i 2 elettroni si respingono con forza repulsiva perché possiedono la stessa carica  
 21  $2\dot{H} + \cdot\dot{S}\cdot \rightarrow \begin{array}{c} \cdot\dot{S}\cdot \\ | \\ \dot{H} \end{array}$   
 $3\dot{H} + \cdot\dot{As}\cdot \rightarrow \begin{array}{c} \cdot\dot{As}\cdot \\ | \\ H:\dot{As}:\dot{H} \\ | \\ H \end{array}$   
 $4\dot{H} + \cdot\dot{Si}\cdot \rightarrow \begin{array}{c} H \\ | \\ H:\dot{Si}:\dot{H} \\ | \\ H \end{array}$   
 22 0,074 nm; corrisponde alla lunghezza di legame tra due atomi di idrogeno  
 23 3 atomi di idrogeno ciascuno  
 24 Ogni atomo di carbonio si può combinare con un atomo di idrogeno.  
 $H-C\equiv C-H$

25 perché ha  $2e^-$  spaiati e non ha l'ottetto completo



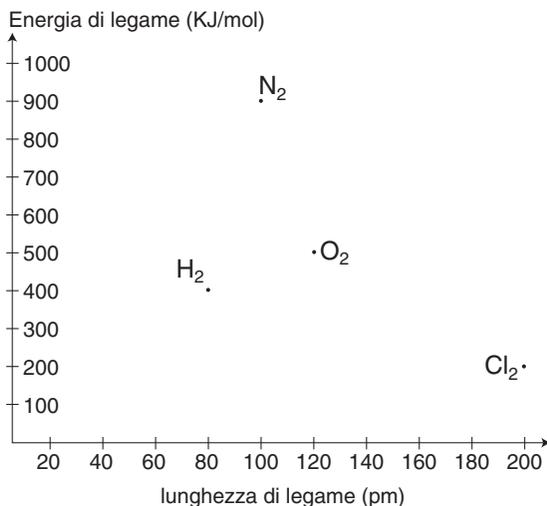
in  $BeH_2$  e in  $BCl_3$ ; in  $PCl_5$  e in  $SF_6$



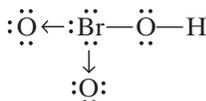
legami semplici:  $H_2O$ ,  $H_2O_2$ ,  $SiCl_4$ ; legami doppi:  $CO_2$ ; legami tripli:  $N_2$

**33** perché le molecole di  $H_2$  sono energeticamente più stabili dei singoli atomi. Le stesse considerazioni valgono per tutti quegli atomi che completano l'ottetto unendosi sotto forma di molecole biatomiche:  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$ ,  $F_2$

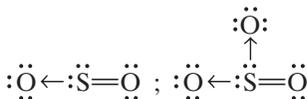
**34**



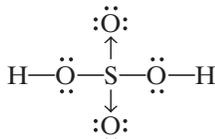
**35**  $:\ddot{Br}-\ddot{O}-H$  ;  $:\ddot{O} \leftarrow :\ddot{Br}-\ddot{O}-H$  ;



**36**

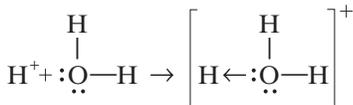


**37**



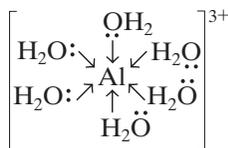
2 legami covalenti polari S—O; 2 legami covalenti polari O—H; 2 legami covalenti dativi S—O

**38**

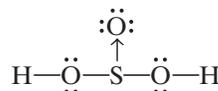
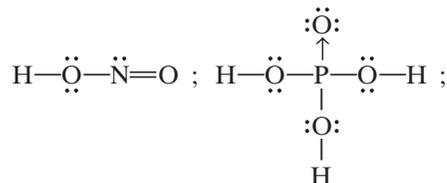


**39** a-c-f

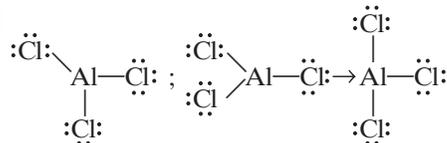
**40**



**41**



**42**



**43**

a) F; b) S; c) O; d) C

**44**

legami covalenti polari: a-b-d; legami covalenti apolari: c-e

**45**

certainemente non polari:  $O_2$ ;  $I_2$ ;  $S_8$ ;  $P_4$

polari:  $CuO$ ;  $LaH_3$ ;  $AgCl$ ;  $Al_2O_3$ ;  $Fe_2O_3$

**46**

$K_2O$  -  $BaO$  -  $Na_2O$  -  $SrO$  -  $MgO$  -  $Al_2O_3$  -  $Cu_2O$  -  $Ag_2O$

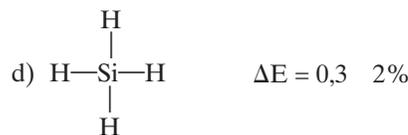
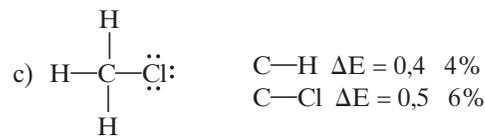
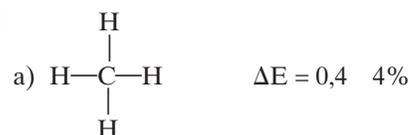
**47**

$B_2O_3$  -  $As_2O_3$  -  $P_2O_5$  -  $CO_2$  -  $SO_2$  -  $I_2O_5$  -  $N_2O_3$  -  $Cl_2O_3$

**48**

—

**49**



**50**

in  $HCl$ , perché il cloro ha un'elettronegatività più elevata dello iodio

**51**

$\delta^+Cu-H\delta^-$   
 $\delta^+Li-H\delta^-$   
 $\delta^+H-F\delta^-$   
 $\delta^+H-Cl\delta^-$

**52**

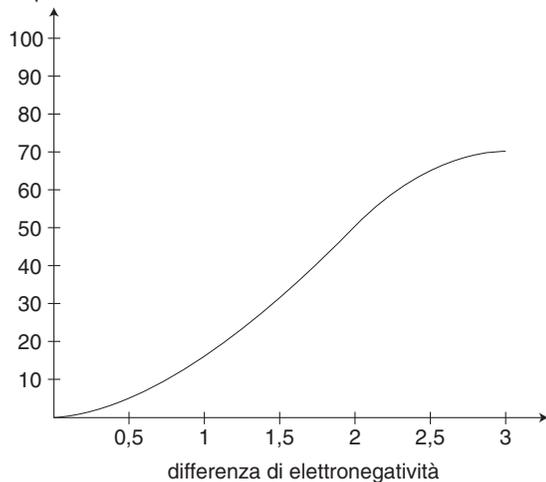
molecole:  $H_2O$ ,  $CH_4$ ; ioni nel cristallo:  $CaCl_2$ ,  $MgO$

**53**

$AgI$ ;  $AgBr$ ;  $AgCl$ ;  $AgF$

- 54** si rompe il reticolo cristallino e gli ioni sono liberi di muoversi
- 55** sì, è sempre necessario fornire energia per strappare un elettrone ad un atomo; la cattura di un elettrone, invece, libera sempre una certa energia, detta *affinità elettronica*
- 56** no, perché il nucleo di Mg è composto da  $12p^+$ , mentre quello dell'O solo da  $8p^+$ :  $Mg^{2+}$  ha quindi dimensioni minori di  $O^{2-}$ , perché gli stessi elettroni risentono di una carica nucleare maggiore

**57** percentuale di ionicità



al crescere della differenza di elettronegatività aumenta la % di carattere ionico del legame

- 58** a)  $Ca_3N_2$ ; b) BaO; c)  $Li_3N$ ; d) CsF; e)  $BeF_2$ ; f)  $Li_2O$
- 59** 2 ioni nitrato per lo ione calcio e 1 ione nitrato per lo ione sodio; 3 legami covalenti polari, di cui uno dativo
- 60**
- $$Na \cdot + \cdot \ddot{O} \cdot + \cdot Na \rightarrow [Na]^+ [\ddot{O}]^{2-} [Na]^+$$
- $$\cdot \ddot{Cl} \cdot + \cdot Mg \cdot + \cdot \ddot{Cl} \cdot \rightarrow [\ddot{Cl}]^- [Mg]^{2+} [\ddot{Cl}]^-$$
- $$Ca \cdot + \cdot \ddot{O} \cdot \rightarrow [Ca]^{2+} [\ddot{O}]^{2-}$$
- $$K \cdot + \cdot \ddot{I} \cdot \rightarrow [K]^+ [\ddot{I}]^-$$

- 61** a)  $Li \cdot + \cdot \ddot{F} \cdot \rightarrow [Li]^+ [\ddot{F}]^-$
- b)  $K \cdot + \cdot \ddot{O} \cdot + \cdot K \rightarrow [K]^+ [\ddot{O}]^{2-} [K]^+$
- c)  $Sr \cdot + \cdot \ddot{O} \cdot \rightarrow [Sr]^{2+} [\ddot{O}]^{2-}$
- d)  $\cdot \ddot{O} \cdot + \cdot Al \cdot + \cdot \ddot{O} \cdot + \cdot Al \cdot + \cdot \ddot{O} \cdot \rightarrow$   
 $\rightarrow [\ddot{O}]^{2-} [Al]^{3+} [\ddot{O}]^{2-} [Al]^{3+} [\ddot{O}]^{2-}$

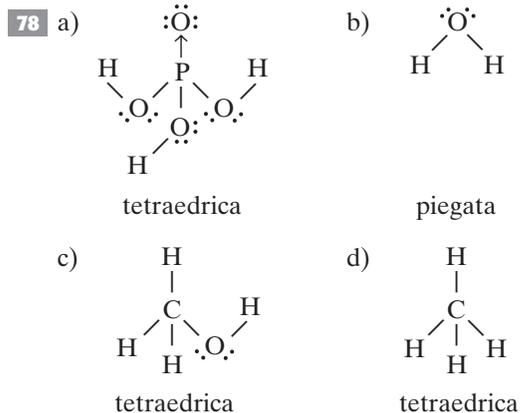
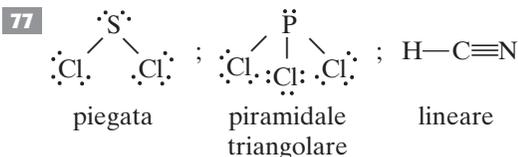
- 62** —
- 63**  $6,02 \times 10^{22}$  elettroni mobili
- 64** —
- 65**  $6,70 \times 10^{23}$  elettroni
- 66** perché hanno la tendenza a mettere in comune i loro elettroni
- 67** covalenti puri nelle molecole biatomiche; covalenti polari con gli altri non metalli e con i metalli di transizione; ionici con i metalli dei gruppi I e II
- 68** ionici con i non metalli
- 69** —

Primo elemento	Secondo elemento	Tipo di legame
Na	Cl	ionico
Ca	Br	ionico
H	S	covalente polare
Mg	O	ionico
F	F	covalente puro
Cu	H	covalente polare
Fe	Fe	metallico
C	H	covalente polare
N	H	covalente polare

**70**

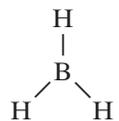
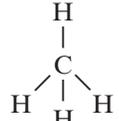
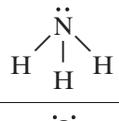
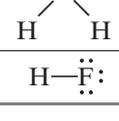
Elemento del periodo 3	Differenza di elettronegatività con l'ossigeno	Natura del legame	Cariche
Na	2,6	ionico	$Na^+ O^{2-}$
Mg	2,3	ionico	$Mg^{2+} O^{2-}$
Al	2,0	ionico	$Al^{3+} O^{2-}$
Si	1,7	Percentuale di ionicità: 51%	/
P	1,4	covalente polare	/
S	1,0	covalente polare	/
Cl	0,5	covalente polare	/

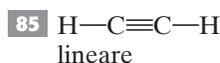
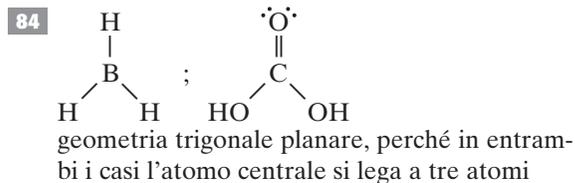
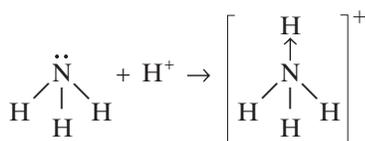
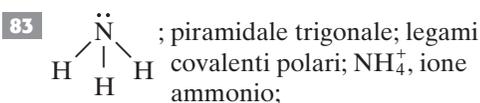
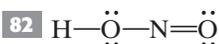
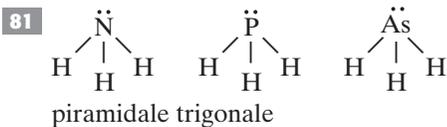
- 71 —  
72 sei  
73 quattro  
74  $120^\circ$   
75 Intorno all'atomo di ossigeno si trovano una coppia elettronica di legame e tre coppie di elettroni liberi  
76 perché il legame doppio genera una repulsione maggiore sui legami adiacenti



- 79 alla maggiore distanza possibile l'una dall'altra

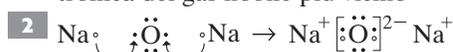
80

Formula bruta	Formula di struttura di Lewis	Geometria
LiH	Li—H	lineare
BeH <sub>2</sub>	H—Be—H	lineare
BH <sub>3</sub>		trigonale planare
CH <sub>4</sub>		tetraedrica
NH <sub>3</sub>		piramidale triangolare
H <sub>2</sub> O		piegata
HF	H—F̈:	lineare

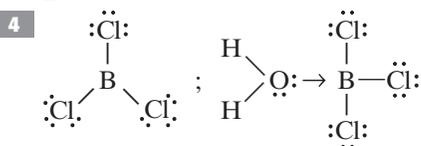


## REVIEW

- 1  $\text{Sr}^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ ;  $\text{F}^- = 1s^2 2s^2 2p^6$ ; entrambi raggiungono la configurazione elettronica del gas nobile più vicino

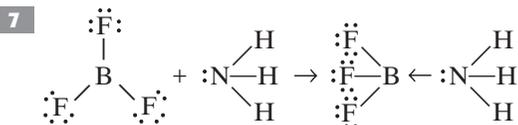


3 perchè nei solidi metallici gli elettroni del mare elettronico sono mobili, mentre nei solidi ionici no

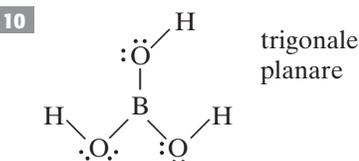
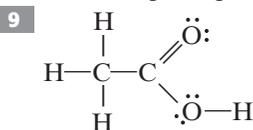


5 248 kJ

6 le due quantità sono simili, ma non identiche: occorre spendere una quantità di energia superiore per le 2 mol di azoto

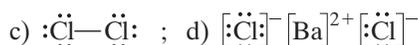
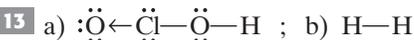


8 2-; un legante con carica 2- porterebbe a un composto neutro che potrebbe non essere solubile in acqua e quindi difficilmente eliminabile.



11 perchè il sodio cedendo 1e<sup>-</sup> completa l'ottetto, così come l'ossigeno acquistandone 2

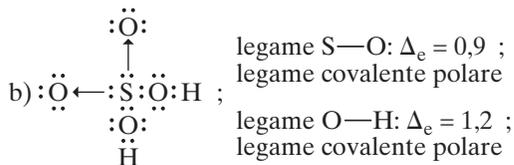
- 12 a) Δ<sub>e</sub> = 0,35; CH<sub>4</sub>  
b) Δ<sub>e</sub> = 0,38; H<sub>2</sub>S  
c) Δ<sub>e</sub> = 2,55; BaO  
d) Δ<sub>e</sub> = 0; Br<sub>2</sub>



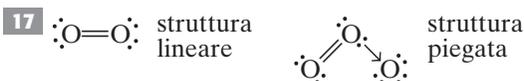
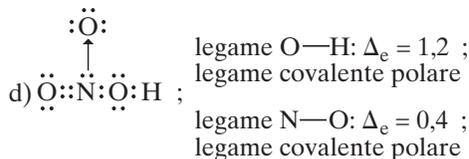
14 CaCl<sub>2</sub>; ionico



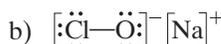
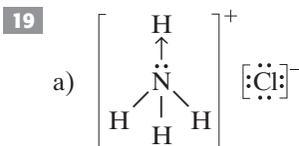
16 a)  $\text{K}^+ : \ddot{\text{I}} : ^- ; \Delta_e = 1,8$  ; legame ionico



c)  $:\ddot{\text{F}}: ^- \text{Mg}^{2+} :\ddot{\text{F}}: ^- ; \Delta_e = 2,7$  ; legame ionico



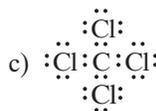
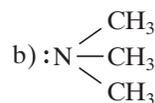
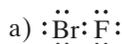
18 —



20 perchè P e S sono troppo voluminosi per sovrapporre gli orbitali e formare una molecola biatomica; si forma la geometria energeticamente più stabile

21 the noble gases tend not to react because their external electronic level is complete and so they are in condition of maximal stability and minimum energy

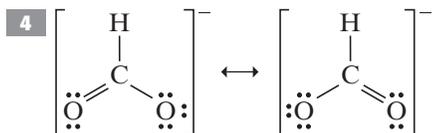
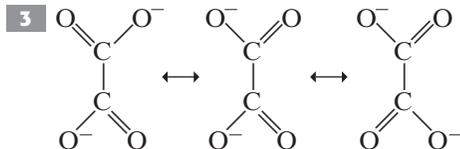
22



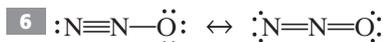
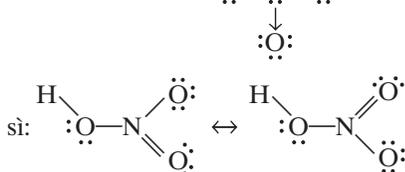
## Soluzioni capitolo 6

1 —

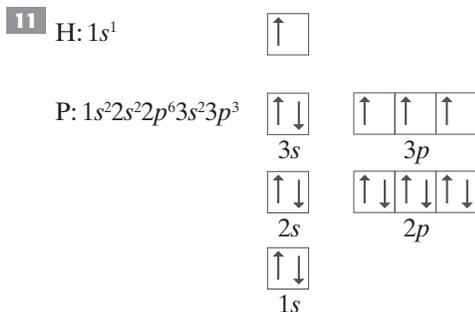
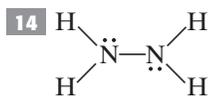
2 —



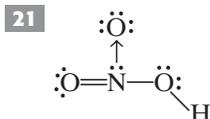
5 no

7 struttura di Lewis:  $\ddot{\text{O}}=\text{N}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$ 

8 —

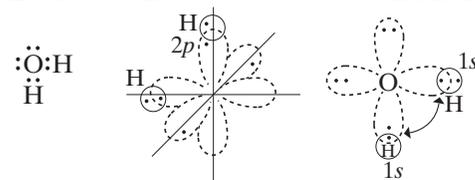
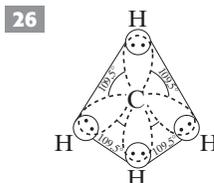
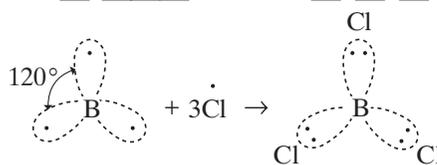
9 il legame si forma in seguito alla sovrapposizione di due orbitali  $3p_z$  semipiù dei due atomi di cloro10 gli orbitali  $1s$  dell'atomo di idrogeno e gli orbitali  $2p$  dell'atomo di ossigenoorbitale  $1s$  per l'idrogeno e orbitali  $3p$  per il fosforo12  $\text{NH}_3$ : 3 legami  $\sigma$ ;  $\text{CO}_2$ : 2 legami  $\sigma$  - 2 legami  $\pi$ ;  $\text{N}_2$ : 1 legame  $\sigma$  - 2 legami  $\pi$ ;  $\text{HCN}$ : 2 legami  $\sigma$  - 2 legami  $\pi$ 13 azoto:  $:\text{N}\equiv\text{N}:$ ; 1 legame  $\sigma$  e 1 legame  $\pi$ orbitale  $1s$  per l'idrogeno e orbitale  $2p$  per l'azoto15 10 legami  $\sigma$  e 2 legami  $\pi$ 

16 —

17  $sp$ ;  $sp^2$ 18  $sp^2$ 19 3-2-3;  $sp^3$ 20 no, perché il B con ibridazione  $sp^2$  genera una struttura trigonale planare, mentre il P con ibridazione  $sp^3$  origina una geometria tetraedrica

no, nelle molecole poliatomiche, la teoria VB non è in grado di giustificare i dati sperimentali

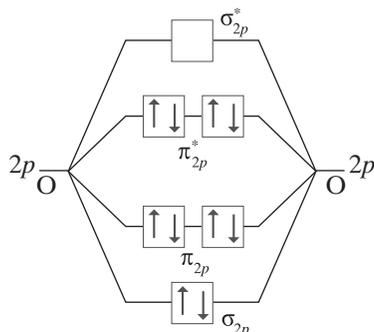
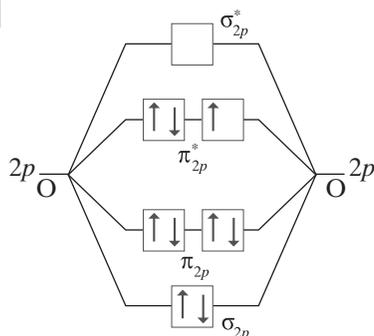
22 Lewis: VB: orbitali ibridi:

l'ultima è quella che fornisce il risultato più prossimo al dato sperimentale di  $104,5^\circ$ 23 Dal terzo periodo in poi l'atomo centrale di una molecola può disporre di più di 8 elettroni, come avviene in  $\text{PCl}_5$  e in  $\text{SF}_6$ , dove il fosforo e lo zolfo sono circondati rispettivamente da 5 e da 6 coppie elettroniche di legame. Queste situazioni comportano quindi l'estensione, o meglio, l'espansione dell'ottetto. N e O non formano ottetti espansi perché il secondo livello non contiene il sottolivello  $d$ .24 3;  $sp^3$ -tetraedro;  $sp^2$ -trigonale planare;  $sp$ -lineare; 1 elettrone per ciascun orbitalesi formano 4 legami  $\sigma$  con geometria tetraedrica27  $sp^3$ : 3;  $sp^2$ : 128 Azoto:  $1s^2 2s^2 2p^3$  carbonio:  $1s^2 2s^2 2p^2$ ; 4 orbitali ibridi  $sp^3$ ; no, il sottolivello  $p$  dell'azoto è già semiriempito nello stato fondamentale.

29 —

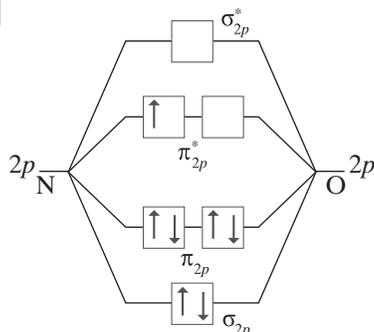
30 —

31



$O_2^-$ , perché possiede ancora  $1e^-$  spaiato

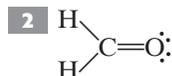
32



l'elettrone spaiato nell'orbitale  $\pi_2p^*$

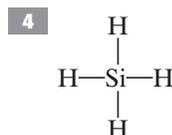
## REVIEW

1 perché il doppietto elettronico non condiviso è più ingombrante dei singoli legami e tende a ridurre i loro angoli da  $109,5^\circ$  a  $107^\circ$

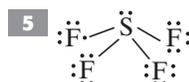


l'atomo di C usa 3 orbitali  $sp^2$  per formare i 3 legami  $\sigma$  con  $1s_H$  e  $2p_O$ ; poi  $2p_C$  si unisce con  $2p_O$  per formare il legame  $\pi$

3 Nella struttura di Lewis di  $POCl_3$ , il legame tra P e O è dativo. Secondo la teoria VB, invece, lo stesso legame è covalente doppio (espansione dell'ottetto).



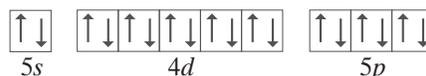
legame  $\sigma$ ; struttura tetraedrica; Si  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ ; per spiegare la molecola del tetraidruro di silicio secondo la teoria VB, si ammette una promozione elettronica  $2s \rightarrow 2p$  con formazione di 4 orbitali semiriempiti disponibili per 4 legami covalenti.



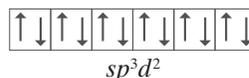
4 coppie di legame e 1 coppia solitaria; ibridazione  $sp^3d$

6 perché gli elettroni non sono vincolati a legami definiti tra una coppia di atomi, ma estesi alla molecola intera

7  $XeF_4$ : 4 coppie di legame e 2 coppie solitarie. Si ammettono 2 promozioni elettroniche  $5p \rightarrow 5d$ ; Xe:  $[Kr] 4d^{10} 5s^2 5p^6$  stato fondamentale



stato eccitato: ibridato  $sp^3d^2$



La forma quadrata della molecola è dovuta al fatto che le coppie solitarie si dispongono alla massima distanza reciproca, ossia a  $180^\circ$

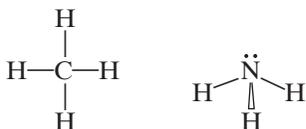
8 —

9 —

## Soluzioni capitolo 7

- 1 in un liquido sono quasi in equilibrio; nello stato aeriforme sono pressochè nulle  
 2 lo stato solido e lo stato liquido  
 3 interatomiche: c-d; intermolecolari: a-b-e  
 4 perché sono entrambe sostanze apolari  
 5 l'acqua  
 6 —  
 7 sì, quando a causa della geometria tutti i dipoli si annullano

- 8 Dipende dalla somma dei momenti dipolari, perché H<sub>2</sub>O ha geometria piegata (somma diversa da 0), mentre CO<sub>2</sub> è lineare (somma nulla).  
 9 perché PH<sub>3</sub> ha struttura piramidale trigonale, mentre BH<sub>3</sub> è trigonale planare  
 10 polare, perché rimane un momento dipolare in direzione N → C  
 11 perché H<sub>2</sub>S ha struttura piegata, mentre CS<sub>2</sub> ha struttura lineare  
 12 perché entrambi hanno geometria tetraedrica, ma in CF<sub>4</sub> i legami sono tutti equivalenti e si annullano i dipoli, in CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> no  
 13 PCl<sub>5</sub> e SF<sub>6</sub> sono apolari; SF<sub>5</sub>Br è polare, perché il momento dipolare non è più nullo  
 14 con l'esperimento della bacchetta elettrizzata  
 15 polari: CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>—CO<sub>2</sub>—H<sub>2</sub>S—PCl<sub>3</sub>—HI; apolari: CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>—Br<sub>2</sub>  
 16 CCl<sub>4</sub>—CO<sub>2</sub>—I<sub>2</sub>  
 17 a-c-d  
 18



geometria tetraedrica e piramidale triangolare; sp<sup>3</sup>; CH<sub>4</sub> apolare - NH<sub>3</sub> polare

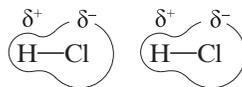
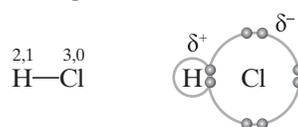
- 19 forze dipolo-dipolo  
 20 tramite le forze di London  
 21 —  
 22 —  
 23 perché l'ossigeno ha dimensioni maggiori dell'azoto e quindi forze di Van der Waals più intense

24

Gas nobile	T <sub>eb</sub> (°C)
He	-269
Ne	-246
Ar	-186
Kr	-152
Xe	-107
Rn	-62

Al crescere delle dimensioni atomiche aumenta la temperatura di ebollizione

25



Le proprietà chimiche dipendono dal legame covalente polare intramolecolare; quelle fisiche dalle interazioni dipolo - dipolo fra molecole.

- 26 Le forze di London fra le catene lineari del *n*-esano sono più intense, dato il maggior numero di atomi della molecola. È quindi necessaria più energia per vincere queste interazioni.  
 27 —  
 28 *n*-pentano, perché la struttura lineare permette di instaurare interazioni intermolecolari più numerose  
 29 perché l'esano ha massa maggiore  
 30 GeH<sub>4</sub>; AsH<sub>3</sub>, SeH<sub>2</sub>; GeH<sub>4</sub>, perché ha geometria tetraedrica ed è apolare  
 31 tetraedrica; no; forze di London crescenti al crescere delle dimensioni

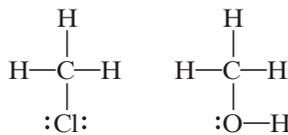
32

33

34

35

36



l'alcol metilico, perché il gruppo OH favorisce la formazione di legami a idrogeno tra le molecole

37 b

38 aeriforme

39 perché evaporando l'alcol sottrae calore alla pelle e lo utilizza per rompere i legami a idrogeno tra le sue molecole

40

41 CH<sub>4</sub>; H<sub>2</sub>S; H<sub>2</sub>O

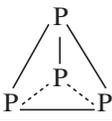
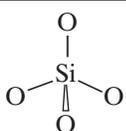
42 HF può formare legami a idrogeno e HCl no

43 il ghiaccio d'acqua ha molecole polari, tra le quali si originano legami a idrogeno che formano strutture esagonali con 6 molecole ciascuna; riscaldandolo, a 0°C e 1 atm, diventa liquido. Il ghiaccio secco ha molecole apolari, tra le quali si originano deboli forze di London, pertanto a soli -78°C si trasforma direttamente in gas

44 miscuglio eterogeneo, perché l'acqua (polare) e il benzene (apolare) sono immiscibili

- 45 —  
 46 la separazione in idrogeno e ossigeno  
 47 —  
 48 410,02 g  
 49 i legami a idrogeno; perché, possedendo legami intermolecolari forti, sottrae molto calore per spezzarli  
 50 perché il rame forma cristalli metallici e il solfato di rame cristalli ionici  
 51 —  
 52 di un cristallo molecolare polare  
 53 perché presentano le deboli forze di Van der Waals
- 54 cristallo molecolare apolare  
 55 cristallo covalente  
 56 no, perché si tratta di un solido molecolare apolare  
 57 cristallo metallico  
 58 cristalli ionici  
 59 si tratta di ossidi ionici che, per le loro proprietà, possono essere ritenuti di tipo covalente  
 60 ioni  
 61 Cu rosso - Au giallo; Cu verde - Au blu violetta; neri; proprietà fisica  
 62 —

63

Formula di Lewis	Tipo di legame	Tipo di solido
$\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:Ca}^{2+}\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}$	Ionico	Ionico
Pt	Metallico	Metallico
	Covalente apolare	Molecolare apolare
$\text{Ag}\cdot\cdot\ddot{\text{I}}\text{:}$	Covalente polare	Molecolare polare
	Covalente polare	Covalente o reticolare

- 64 perché la lega metallica è più resistente dei singoli metalli, è duttile e malleabile, conduttrice di calore e risente in misura minore dell'attacco degli cibi acidi
- 65 —  
 66 —  
 67 —  
 68 —  
 69 solido amorfo  
 70 le superfici piane riflettono la struttura ordinata del cristallo (sfaldabilità)  
 71 polimorfe  
 72 sistema cubico, tetragonale e rombico; sistema cubico  
 73 perché quelle più dure potrebbero scalfire quelle più fragili  
 74 tra 4 e 5  
 75 gli ioni devono essere intercambiabili: stessa carica e raggio ionico simile
- 76 6; 6; perché i sei ioni con carica uguale, che circondano uno ione di carica opposta, formano un ottaedro
- 77 —  
 78 perché l'acqua ha una elevata tensione superficiale, che viene drasticamente ridotta per aggiunta di tensioattivi  
 79 perché la carta da forno è oleata e pertanto impermeabile  
 80 perché è la forma che offre il maggior raggruppamento delle molecole e la minor superficie di contatto  
 81 perché l'elevato numero di forze di Van der Waals tra le catene rallenta il reciproco scorrimento  
 82 perché diminuisce la tensione superficiale  
 83 quello delle Eolie  
 84 perché i tensioattivi riducono la tensione superficiale

## REVIEW

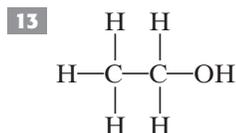
- 1 per la tensione superficiale
- 2 escono in base alla loro viscosità crescente
- 3 no
- 4 lega metallica
- 5 nel ghiaccio, i legami a idrogeno tra le molecole sono come congelati a formare strutture esagonali vuote all'interno, con conseguente aumento di volume, rispetto all'acqua liquida

- 6 A: oro; B: zolfo; C: cloruro di potassio; D: diamante
- 7  $P_4$ : cristallo molecolare apolare;  $P_x$ : cristallo covalente
- 8 la temperatura di ebollizione cresce al crescere delle dimensioni dell'atomo centrale, perché le forze di Van der Waals sono più intense

9

	HF	HCl	HBr	HI
Momento di dipolo (D)	1,91	1,08	0,80	0,42
Lunghezza di legame (pm)	91,61	127	141	161
Carica (C)	$6,96 \times 10^{-20}$	$2,84 \times 10^{-20}$	$1,90 \times 10^{-20}$	$8,71 \times 10^{-21}$

- 10 a) legame covalente; b) legame ionico; c) forze dipolo-dipolo; d) forze di London
- 11 forze di London; minore
- 12 legami a idrogeno tra i gruppi OH; forze di London tra le catene idrocarburiche



perché la molecola possiede una porzione idrofila (OH) e una idrofoba ( $\text{CH}_3\text{CH}_2-$ )

- 14 minore perché presenta  $T_{\text{eb}}$  inferiore a quella dell'acqua
- 15 perché l'acqua possiede una tensione superficiale più elevata
- 16 i pigmenti vegetali passano dal solvente alcolico all'acqua, rendendola opaca e svelando i loro aromi
- 17 Energia di legame semplice fra atomi di carbonio: 348 kJ/mol; energia di legame doppio: 614 kJ/mol; energia di legame triplo: 839 kJ/mol. Il legame doppio non ha energia doppia rispetto al legame semplice.

Differenza di energia tra legame doppio e semplice:  $(614 - 348) \text{ kJ/mol} = 266 \text{ kJ/mol}$ .

Differenza di energia tra legame triplo e doppio:  $(839 - 614) \text{ kJ/mol} = 225 \text{ kJ/mol}$ .

Per spezzare un legame triplo occorre spendere più energia di quella necessaria per tre distinti legami singoli C—C. Se ne ricava che i composti con legami semplici (ibridazione  $sp^3$  del carbonio) sono più stabili.

- 18 perché la pressione esercitata dal gas della bolla d'aria impedisce la risalita per capillarità e interrompe la forza di coesione tra le molecole
- 19 a) molecolare; b) metallico; c) molecolare; d) ionico
- 20 a) legami a idrogeno; b) legami a idrogeno; c) legame metallico; d) forze di London; e) legami ionici
- 21 —
- 22 —

## Soluzioni capitolo 8

- 1 Antoine Lavoisier
- 2 nomenclatura tradizionale, di Stock e IUPAC
- 3 —
- 4 +5; -2
- 5 a) 0; b) +1; -2; c) 0; d) +6; -2; e) -3; +1; f) +7; -2; g) -4; +1; h) 0; i) +1; -1; l) +2; -2; m) 0; n) +3; -2; o) +2; -2; p) +1; -2; q) +1; -1; r) +1; -2; s) -1; t) +6; -2; u) +2; v) +7; -2
- 6 l'elettrone 1s dell'idrogeno e un elettrone di un sottolivello *p* dell'alogeno, rispettivamente 2*p* per il fluoro, 3*p* per il cloro, 4*p* per il bromo, 5*p* per lo iodio H<sub>2</sub>S
- 7 H<sub>2</sub>S
- 8 i legami covalenti (puri o omopolari) si formano tra atomi aventi la stessa elettronegatività
- 9 perché i perossidi sono caratterizzati da due atomi di ossigeno legati tra loro da un legame covalente puro; il rimanente elettrone forma il legame con l'idrogeno
- 10 +2; la carica è formata da un numero seguito da un segno; il numero di ossidazione, da un segno seguito da un numero
- 11 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>1</sup>; perché cede i 3e<sup>-</sup> del livello 3
- 12 Sono a sinistra e hanno comportamento metallico. Il n.o. è sempre positivo perché perdendo elettroni raggiungono la stabilità dell'ottetto.
- 13 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>3d<sup>10</sup>4s<sup>2</sup>; perché tende a cedere i 2e<sup>-</sup> presenti nel 4° livello
- 14 perché il fluoro è più elettronegativo dell'ossigeno e quindi assume n.o. -1, mentre l'ossigeno +2
- 15 l'idrogeno assume n.o. -1 quando si combina con elementi meno elettronegativi di lui, mentre ha n.o. +1 se si combina con gli alogeni che hanno elettronegatività maggiore
- 16 a) +2; -2; +1; b) +2; -2; c) +2; +6; -2; d) +3; -2; e) +1; -1; f) +5; -2; g) -3; +1; h) +4; -2; i) +1; +4; -2; l) +5; -2; m) +1; +7; -2; n) +2; -1; o) +1; +5; -2; p) +3; -2; q) +1; +4; -2; r) +2; +6; -2; s) +5; -2; t) +6; -2; u) +3; -2; v) +5; -2
- 17 —
- 18 a) +1; b) +4; c) +6; d) +4; e) +4; f) -3; g) +5; h) +6; i) +7; l) -3
- 19 a) +1; b) -2; c) +4; d) +1; e) +4; f) +4; g) +1; h) +2; i) 0; l) +4; m) +3; n) +2; o) -2; p) -3; q) +2
- 20 a) +1; +1; -2; b) +2; +4; -2; c) +1; +2; -2; d) +2; +1; +6; -2; e) +2; +2; +4; -2; f) -3; +1; +7; -2; g) +2; +4; -2; h) +1; +3; +4; -2; i) 0; +1; -1; -1; l) +2; +3; -2; m) +2; -2; +1; n) -3; +1; +6; -2; o) +2; +4; -2; p) +1; +1; +5; -2; q) +1; +1; +4; -2; r) +2; +3; -2
- 21 a) CaS; c) CO<sub>2</sub>;  
b) PBr<sub>3</sub>; d) SeH<sub>2</sub>
- 22 LiCl (cloruro di litio); Li<sub>3</sub>N (nitruro di litio); Li<sub>2</sub>O (ossido di litio); CaCl<sub>2</sub> (cloruro di calcio); Ca<sub>3</sub>N<sub>2</sub> (nitruro di calcio); CaO (ossido di calcio); AlCl<sub>3</sub> (cloruro di alluminio); AlN (nitruro di alluminio); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ossido di alluminio)
- 23 Cl<sub>2</sub>O monossido di cloro; Cl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> triossido di dicloro; Cl<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pentaossido di dicloro; Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub> eptaossido di dicloro
- 24 CrO monossido di cromo; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> triossido di dicromo; CrO<sub>3</sub> triossido di cromo
- 25 N<sub>2</sub>O monossido di diazoto; NO monossido di azoto; N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> triossido di diazoto; NO<sub>2</sub> diossido di azoto; N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pentaossido di diazoto
- 26 a) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; b) PCl<sub>5</sub>; c) K<sub>2</sub>O; d) SF<sub>6</sub>; e) LiH; f) As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>; g) HBr; h) H<sub>2</sub>S; i) N<sub>2</sub>O; l) BN; m) Mg<sub>2</sub>Si; n) GaSe
- 27 a) SF<sub>6</sub> esafluoruro di zolfo; b) CO monossido di carbonio; c) CsCl cloruro di cesio
- 28 b) ossido di diidrogeno; l) monossido di carbonio; m) diossido di carbonio; n) eptossido di dicloro; o) esafluoruro di xenon; p) diidruro di piombo; q) esafluoruro di diboro; r) tetracloruro di silicio; s) tetraidruro di carbonio; t) tricloriglioruro di alluminio; u) pentossido di dicloro; v) perossido di idrogeno; solfuro di dipotassio
- 29 CO<sub>2</sub> diossido di carbonio
- 30 a) tricloriglioruro di magnesio → dicloruro di magnesio; b) tetraossido di dipiombo → diossido di piombo; c) diidruro di zolfo → solfuro di diidrogeno; d) diossido di zinco → ossido di zinco
- 31 a) CH<sub>2</sub>; b) F<sub>2</sub>O; c) BeH; d) H<sub>3</sub>P
- 32 ossidi basici: a-b-e-g-i-n; ossidi acidi: c-d-f-h-l-m
- 33 idrossidi: b-c-g-h-i; ossiacidi: a-d-e-f-l
- 34 ossiacidi: c-d-f-g-l; sali: a-b-e-h-i
- 35 Ca(OH)<sub>2</sub> diidrossido di calcio
- 36 sì, tutti gli ossoacidi di ammonio
- 37 idruri metallici: b-d-g-h-m-n-r-s; idruri covalenti: a-e-l-o-t; idracidi: c-f-i-p-q  
Nota: Gli idruri salini (di tipo ionico) sono quelli dei metalli alcalini e alcalino-terrosi. Gli idruri metallici sono formati da metalli quali Ti, V, Cr, Pd e altri, grazie alla loro capacità di adsorbire o includere idrogeno, in misura variabile, entro gli interstizi del reticolo cristallino (si suppone che l'idrogeno sia presente in forma non ionica). Gli idruri covalenti si formano con i non metalli.
- 38 a) ossido basico; b) ossiacido; c) sale ternario; d) idrossido; e) sale binario; f) sale ternario; g) idruro metallico; h) idracido o idruro covalente; i) ossido acido
- 39 no, gli idruri covalenti non possono generare sali
- 40 a) ossido acido; b) idruro covalente; c) ossiacido; d) idracido; e) ossido basico; f) sale ternario; g) sale binario; h) ossido acido; i) ossido basi-

co; l) idruro metallico; m) ossido covalente; n) idrossido; o) idruro metallico; p) idruro covalente; q) sale ternario; r) ossiacido; s) idrossido; t) ossido acido; u) idracido; v) sale binario

**41** a) metallo + non metallo; b) metallo + idracido; c) ossido basico + idracido; d) idrossido + idracido

**42** HF, HCl, HBr, HI, H<sub>2</sub>S, HCN

**43** È un legame covalente polare: in soluzione acquosa, HBr si dissocia in ioni H<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> e Br<sup>-</sup><sub>(aq)</sub>

**44** NH<sub>3</sub>

**45** si spezza un legame covalente polare dell'acqua e si riforma tra lo ione ossido O<sup>2-</sup> e lo ione H<sup>+</sup> liberato

**46** fosforo

**47** Na<sub>2</sub>S solfuro di disodio

**48** ossidi acidi: a-d-e-g; ossidi basici: b-c-f-h

**49** gli idruri metallici sono formati da metallo e idrogeno (con n.o. -1), mentre gli idruri covalenti da non metallo (escluso S e alogeni) e idrogeno (con n.o. +1)

**50**

Composto	Nomenclatura tradizionale	Nomenclatura secondo Stock	Nomenclatura IUPAC
FeBr <sub>2</sub>	bromuro ferroso	bromuro di ferro(II)	dibromuro di ferro
SnCl <sub>2</sub>	cloruro stannoso	cloruro di stagno(II)	dicloruro di stagno
SnCl <sub>4</sub>	cloruro stannico	cloruro di stagno(IV)	tetracloruro di stagno
CaF <sub>2</sub>	floruro di calcio	fluoruro di calcio	difluoruro di calcio

**51** a) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; b) V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; c) Ni<sub>2</sub>S<sub>3</sub>; d) TiH<sub>4</sub>

**52** a) CoO; b) Cl<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; c) Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; d) CuCl

**53** a) ioduro di rame(II); b) ioduro di mercurio(I); c) solfuro di cobalto(III); d) idruro di nichel(II)

**54** a) triossido di diarsenico; b) pentaossido di dibismuto; c) bromuro di idrogeno; d) trisolfu-

ro di dicromo; e) monosolfuro di ferro; f) tricloruro di antimonio

**55** a) HCl; b) H<sub>2</sub>S; c) HF; d) HBr

**56** a) NiO; b) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; c) Cu<sub>2</sub>O; d) PbO<sub>2</sub>

**57** a) CO<sub>2</sub>; b) N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; c) Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; d) B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**58**

	Composto	Classe	Nomenclatura IUPAC	Nomenclatura tradizionale
a)	NH <sub>3</sub>	idruro covalente	triidruro di azoto	ammoniaca
b)	KCl	sale binario	cloruro di potassio	cloruro di potassio
c)	AsH <sub>3</sub>	idruro covalente	triidruro di arsenico	arsina
d)	BaH <sub>2</sub>	idruro metallico	diidruro di bario	idruro di bario
e)	HCl	idracido	cloruro di idrogeno	acido cloridrico
f)	BF <sub>3</sub>	sale binario	trifluoruro di boro	fluoruro di boro
g)	LiH	idruro metallico	idruro di litio	idruro di litio
h)	FeBr <sub>3</sub>	sale binario	tribromuro di ferro	bromuro ferrico
i)	SiH <sub>4</sub>	idruro covalente	tetraidruro di silicio	idruro di silicio
j)	HBr	idracido	bromuro di idrogeno	acido bromidrico
k)	HI	idracido	ioduro di idrogeno	acido iodidrico
l)	CuH	idruro metallico	monoidruro di rame	idruro rameoso
m)	PH <sub>3</sub>	idruro covalente	triidruro di fosforo	fosfina
n)	ZnH <sub>2</sub>	idruro metallico	diidruro di zinco	idruro di zinco
o)	NaF	sale binario	fluoruro di sodio	fluoruro di sodio
p)	CaH <sub>2</sub>	idruro metallico	diidruro di calcio	idruro di calcio
q)	PbI <sub>2</sub>	sale binario	diioduro di piombo	ioduro piomboso
r)	K <sub>2</sub> S	sale binario	solfuro di dipotassio	solfuro di potassio
s)	CH <sub>4</sub>	idruro covalente	tetraidruro di carbonio	idruro di carbonio
t)	H <sub>2</sub> S	idracido	solfuro di diidrogeno	acido solfidrico
u)	HF	idracido	fluoruro di idrogeno	acido fluoridrico
v)	SiCl <sub>4</sub>	sale binario	tetracloruro di silicio	cloruro di silicio
w)	NiO	ossido basico	monossido di nichel	ossido nicheloso
x)	CS <sub>2</sub>	sale binario	disolfuro di carbonio	solfuro di carbonio

59

	Composto	Classe	Nomenclatura IUPAC	Nomenclatura tradizionale	Nomenclatura di Stock
a)	CO <sub>2</sub>	ossido acido	diossido di carbonio	anidride carbonica	
b)	CuO	ossido basico	monossido di rame	ossido rameico	ossido di rame(II)
c)	SrO	ossido basico	ossido di stronzio	ossido di stronzio	ossido di stronzio
d)	SO <sub>2</sub>	ossido acido	diossido di zolfo	anidride solforosa	
e)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ossido acido	pentaossido di difosforo	anidride fosforica	
f)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	perossido	perossido di idrogeno	perossido di idrogeno	
g)	Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ossido basico	triossido di dinichel	ossido nichelico	ossido di nichel(III)
h)	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	perossido	perossido di sodio	perossido di sodio	perossido di sodio

- 60 a) diossido carbonico → diossido di carbonio;  
 b) anidride disolforica → anidride solforica; c)  
 ossido di calcio(II) → ossido di calcio

61 —

62

	Composto	Nomenclatura IUPAC	Nomenclatura tradizionale	Nomenclatura di Stock
a)	NaCl	cloruro di sodio	cloruro di sodio	cloruro di sodio
b)	H <sub>2</sub> O	ossido di diidrogeno	acqua	
c)	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	perossido di sodio	perossido di sodio	perossido di sodio
d)	SiO <sub>2</sub>	diossido di silicio	anidride silicica	
e)	XeF <sub>6</sub>	esafluoruro di xenon	fluoruro di xenon	
f)	AsH <sub>3</sub>	triidruro di arsenico	arsina	
g)	CO <sub>2</sub>	diossido di carbonio	anidride carbonica	
h)	H <sub>2</sub> S	solfuro di diidrogeno	acido solfidrico	
i)	CH <sub>4</sub>	tetraidruro di carbonio	metano	
l)	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	triossido di diazoto	anidride nitrosa	
m)	KCN	cianuro di potassio	cianuro di potassio	cianuro di potassio
n)	LiH	idruro di litio	idruro di litio	idruro di litio
o)	NH <sub>3</sub>	triidruro di azoto	ammoniaca	
p)	MnO <sub>2</sub>	diossido di manganese	ossido manganoso	ossido di manganese(IV)
q)	PH <sub>3</sub>	triidruro di fosforo	fosfina	
r)	Cu <sub>2</sub> O	monossido di dirame	ossido rameoso	ossido di rame(I)
s)	HgS	monosolfuro di mercurio	solfuro mercurico	solfuro di mercurio(II)
t)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	perossido di idrogeno	acqua ossigenata	
u)	CS <sub>2</sub>	disolfuro di carbonio	solfuro carbonico	
v)	CaO	ossido di calcio	ossido di calcio	ossido di calcio

- 63 a) Ca(OH)<sub>2</sub>; b) Fe(OH)<sub>2</sub>; c) Fe(OH)<sub>3</sub>;  
 d) Ba(OH)<sub>2</sub>; e) NaOH; f) Cu(OH)<sub>2</sub>;  
 g) CuOH; h) KOH

- 64 a) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; b) HNO<sub>2</sub>; c) HClO<sub>4</sub>; d) H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>;  
 e) H<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>; f) HMnO<sub>4</sub>; g) HNO<sub>3</sub>; h) HAsO<sub>2</sub>

65 tre

 66 SiO<sub>4</sub><sup>4-</sup>; Mg: +2; Si: +4; O: -2

67 con un idracido

 68 3; Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

- 69 i cianuri e i sali di ammonio, perché la parte anionica e quella cationica sono già formati da due elementi

- 70 a) Na<sup>+</sup>, BO<sub>3</sub><sup>3-</sup>; b) K<sup>+</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>; c) Mg<sup>2+</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; d) Na<sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>; e) Ba<sup>2+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

71 perché P e H hanno la stessa elettronegatività

- 72 a) BaSO<sub>4</sub>; b) KNO<sub>3</sub>; c) MgCO<sub>3</sub>; d) NaClO;  
 e) Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

- 73** a)  $\text{Na}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$ ; b)  $\text{Ca}^{2+}$  e  $2\text{HSO}_4^-$ ; c)  $\text{Mg}^{2+}$  e  $2\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; d)  $\text{Ba}^{2+}$  e  $2\text{HSO}_3^-$ ; e)  $\text{Li}^+$  e  $\text{H}_2\text{PO}_3^-$
- 74** a)  $\text{LiClO}$ ; b)  $\text{HClO}_4$ ; c)  $\text{CoCO}_3$ ; d)  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ; e)  $\text{KIO}_3$ ; f)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
- 75** a)  $\text{H}_2\text{MnO}_4$ ; b)  $\text{H}_2\text{AsO}_3$ ; c)  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ ; d)  $\text{FeCO}_3$ ; e)  $\text{CuSO}_4$
- 76** si ottengono per reazione di due o più molecole di ossido acido con una o più molecole di acqua
- 77**  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$
- 78**  $\text{HBrO}$ ;  $\text{HIO}_3$ ;  $\text{HIO}_4$
- 79**  $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{B}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{HBO}_2$ ;  $\text{As}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_6\text{As}_2\text{O}_8 \rightarrow 2\text{H}_3\text{AsO}_4$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$

80

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC
$\text{H}_2\text{CO}_3$	acido carbonico	acido triossocarbonico(IV)
$\text{HNO}_2$	acido nitroso	acido diossonitrico(III)
$\text{HNO}_3$	acido nitrico	acido triossonitrico(V)
$\text{H}_2\text{SO}_3$	acido solforoso	acido triossosolforico(IV)
$\text{H}_2\text{SO}_4$	acido solforico	acido tetraossosolforico(VI)
$\text{HClO}$	acido ipocloroso	acido monossoclorico(I)
$\text{HClO}_2$	acido cloroso	acido diossoclorico(III)
$\text{HClO}_3$	acido clorico	acido triossoclorico(V)
$\text{HClO}_4$	acido perclorico	acido tetraossoclorico(VII)
$\text{HBrO}$	acido ipobromoso	acido monossobromico(I)
$\text{HBrO}_2$	acido bromoso	acido diossobromico(III)
$\text{HBrO}_3$	acido bromico	acido triossobromico(V)
$\text{HIO}$	acido ipoiodoso	acido monossoiodico(I)
$\text{HIO}_3$	acido iodico	acido triossoiodico(V)
$\text{HIO}_4$	acido periodico	acido tetraossoiodico(VII)

- 81** a) acido ortoborico; b) acido tetraborico; c) acido ortosilicico; d) acido tetrasilicico; e) acido ortofosforoso o fosforoso; f) acido orto fosforico o fosforico; g) acido pirofosforico; h) acido metafosforico; i) acido ortoarsenico

## REVIEW

- 1** a) solfuro ferroso; b) cloruro cobaltoso; c) nitrito di sodio; d) clorito di potassio
- 2** a)  $\text{Mn}(\text{NO}_2)_2$ ; b)  $\text{FeF}_3$ ; c)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; d)  $\text{Cl}_2\text{O}_7$
- 3** a)  $\text{Zn}(\text{NO}_2)_2$ ; b)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; c)  $\text{AlPO}_4$ ; d)  $\text{LiClO}_3$ ; e)  $\text{KMnO}_4$ ; f)  $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$ ; g)  $\text{Fe}(\text{HS})_2$
- 4** a) acido cloridrico; b) idrossido di potassio; c) solfato di sodio; d) acido perclorico; e) idrossido stannoso; f) anidride nitrica; g) idrossido di alluminio; h) ipoclorito di calcio
- 5** a) idrogenotriossosolfato(IV) di bario; b) ossido di dipotassio; c) triossosolfato(IV) di alluminio; d) triidrossido di cromo; e) triossido di zolfo; f) pentaossido di difosforo; g) iodio; h) acido triossoborico(III)
- 6** b) ternario, molecolare, ossiacido; c) binario, molecolare, idruro covalente; d) ternario, ionico, idrossido; e) binario, ionico, ossido basico; f) ternario, ionico, sale di ossiacido; g) binario, molecolare, idracido; h) binario, ionico, idruro di metallo
- 7** carattere metallico maggiore ed energia di ionizzazione minore rispetto agli altri elementi del gruppo
- 8** a) ossido rameico (n.o.  $\text{Cu} = +2$ ); b) nitrato di potassio (n.o.  $\text{N} = +5$ ); c) cloruro di ferro(II) (n.o.  $\text{Fe} = +2$ ); d) pentaossido di diazoto (N ha pedice 2); e) perossido di potassio (se no era  $\text{K}_2\text{O}$ ); f) idrossido di bario (ha solo n.o. +2); g) acido solforico (n.o.  $\text{S} = +6$ ); h) acido bromidrico (è un idracido); i) anidride permanganica (n.o.  $\text{Mn} = +7$ ); l) carbonato acido di sodio (H indica che è acido); m) manganato di potassio (n.o.  $\text{Mn} = +6$ )
- 9**  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3$ , ossido di cromo + acqua  $\rightarrow$  idrossido cromoso;  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{HCrO}_2$ , ossido di cromo + acqua  $\rightarrow$  acido cromoso

10

	Nome tradizionale	Nome IUPAC
a)	carbonato acido di sodio	idrogenocarbonato(IV) di sodio
b)	carbonato di sodio	triossalcarbonato(IV) di sodio
c)	ipoclorito di sodio	monossoclorato(I) di sodio
d)	acido cloridrico	cloruro di idrogeno
e)	ossido piombico	diossido di piombo
f)	ossido di alluminio	triossido di dialluminio
g)	ossido di calcio	ossido di calcio
h)	idrossido di calcio	diidrossido di calcio
i)	tetraborato di sodio decaidrato	eptaossotetraborato(III) di sodio decaidrato
l)	solfo di alluminio	tetraossosolfato(VI) di alluminio
m)	carburo di silicio	monocarburo di silicio
n)	idrato di azoto	triidrato di azoto
o)	idrato di carbonio	tetraidrato di carbonio

11 a)  $\text{HCO}_3^-$ ; b)  $\text{S}^{2-}$ ; c)  $\text{HSO}_3^-$ ; d)  $\text{HSO}_4^-$ ; e)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;  
 f)  $\text{ClO}_2^-$ ; g)  $\text{ClO}_4^-$ ; h)  $\text{NO}_2^-$

12

Formula chimica	Nome tradizionale	Nome IUPAC
$\text{H}_2\text{SO}_3$	acido solforoso	acido triossosolfurico(IV)
$\text{H}_2\text{S}$	acido solfidrico	solfo di diidrogeno
$\text{HClO}$	acido ipocloroso	acido monossoclorico(I)
$\text{H}_3\text{PO}_4$	acido fosforico	acido tetraossosolfurico(V)
$\text{H}_2\text{CrO}_4$	acido cromatico	acido tetraossocromico(VI)
$\text{HNO}_3$	acido nitrico	acido triossonitrico(V)
$\text{HF}$	acido fluoridrico	fluoruro di idrogeno

13

Formula chimica	Nome tradizionale	Nome IUPAC
$\text{H}_2\text{O}_2$	acqua ossigenata	perossido di idrogeno
$\text{NH}_3$	ammoniaca	triidrato di azoto
$\text{BaH}_2$	idrato di bario	diidrato di bario
$\text{K}_2\text{O}_2$	perossido di potassio	perossido di potassio
$\text{Cl}_2\text{O}_5$	anidride clorica	pentaossido di dicloro
$\text{Mn}_2\text{O}_7$	anidride permanganica	eptaossido di dimanganese
$\text{PH}_3$	fosfina	triidrato di fosforo

14 a) calcio nitrate  
 b) copper(II) nitrate  
 c) potassium dichromate

15 a) silicon tetrafluoride  
 b) diphosphorus trioxide  
 c) divanadium pentaoxide  
 d) xenon tetrafluoride

## Soluzioni capitolo 9

- 1 —  
2 —  
3 —  
4 il fatto che la formazione della soluzione rappresenti il minimo valore di energia potenziale  
5 —  
6 —  
7 —  
8 la misurazione della conducibilità della soluzione è corretto che siano globalmente apolari, ma possono contenere gruppi polari nelle molecole: lo zucchero contiene numerosi gruppi OH  
9 Il confronto con la conducibilità di un elettrolita forte, a parità di concentrazione  
10 1 mol di  $MgCl_2$   
11 le molecole d'acqua allentano i legami a idrogeno così come si indebolisce il legame ionico tra  $K^+$  e  $Cl^-$ ; lo ione  $K^+$  viene circondato dagli  $O^{\delta-}$  delle molecole d'acqua, mentre altri  $H^{\delta+}$  circondano lo ione  $Cl^-$   
12 non si scioglie: a-e-h-n; si scioglie per solvatazione: b-m; si scioglie per dissociazione: g-i-l; si scioglie per ionizzazione: c-d-f  
13 —  
14 —  
15 —  
16 10,4% *m/m*  
17 18,0% *m/m*  
18 1,44% *m/m*  
19 16,7% *m/V*  
20 880 g  
21 a) 0,050 M; b) 1,5 M; c) 1,5 M; d) 0,30 M  
22 20 g  
23 4 g  
24 0,6 mol  
25  $m_{Na^+} = 575$  g;  $m_{OH^-} = 425$  g  
26 a) 7,2 m; b) 12 m; c) 0,43 m; d) 1,5 m; e) 1,63 m  
27 0,1 M  
28 0,1 M  
29 0,50 L  
30 250 mL  
31 0,5 M  
32 0,75 M  
33 10 mL  
34 a) 200 mL; b) 33 mL; c) 31 mL  
35 0,6 M  
36 no, perché è un rapporto tra due unità di misura identiche (omogenee)  
37 quando il volume e la massa della soluzione hanno valori simili, ossia quanto più la densità si approssima all'unità

- 38 perché  $p$  (peso) =  $mg$ ;  $g$  (accelerazione di gravità), figurando a numeratore e denominatore, si semplifica  
39 no  
40 5,00 ppm  
41 sì  
42 0,15  $\mu g$   
43 13 mg  
44  $m = \text{Molarità} \times V \times \text{Massa molare}$   
45 0,18% *m/V*; 4,7 M  
46 0,311 m  
47 0,0235  
48 a) 0,225 mol; b) 17,6 g; c) 0,05 mol; d) 1,60 mol; e) 88 g; f) 4 mol; g) 109 g; h) 430 mL; i) 0,25 L  
49 hanno la stessa concentrazione  
50 
$$\text{ppb in massa} = \frac{m_{\text{soluto}} (\text{mg})}{m_{\text{soluzione}} (\text{mg})} \times 10^9$$
  
$$\text{ppb in volume} = \frac{V_{\text{soluto}} (\mu\text{L})}{V_{\text{soluzione}} (\mu\text{L})} \times 10^9$$
  
51  $3,6 \cdot 10^{-4}$  M  
52 0,334 M  
53 quando la soluzione è molto diluita  
54 0,12  
55 0,599 M; 0,602 m; 0,0107  
56 0,64 M  
57 5,0 m  
58 a) 3,4% *m/m*; b)  $9 \times 10^{-3}\%$  *m/V*; c) 1,2% *V/V*; d) 1 M; e) 1 M; f) 1000 ppm  
59 245 g  
60 9,9 M  
61 —  
62 8 mL  
63 6,9 mL  
64 pesare una quantità di soluto e scioglierla in una quantità nota di solvente; diluire una soluzione a concentrazione nota  
65 4,93 % *m/m*  
66 1,7 m  
67 1,90 m  
68  $m = 6,5$  mol/kg;  $M = 5,2$  mol/kg;  $X_{\text{soluto}} = 0,11$ ;  $X_{\text{solvente}} = 0,89$   
69  $m = 3,47$  mol/kg;  $M = 2,92$  mol/L;  $X_{\text{soluto}} = 0,0587$   
70 b-e-f  
71 terapia che sfrutta un abbassamento di temperatura  
72 una proprietà colligativa ( $\Delta y$ ) varia in modo direttamente proporzionale rispetto alla frazione molare del soluto ( $X_{\text{soluto}}$ )  
73 dalla natura del solvente  
74 —

- 75 tetracloruro di carbonio;  $80^{\circ}\text{C}$
- 76 —
- 77 347 mmHg
- 78 3,5 mmHg
- 79  $X_{\text{soluta}}$  sarà uguale in A e in B;  $\Delta P$  di A sarà maggiore rispetto a B
- 80 —
- 81 a)  $t_{\text{eb}} = 100,8^{\circ}\text{C} - t_{\text{c}} = -2,8^{\circ}\text{C}$ ; b)  $t_{\text{eb}} = 101,0^{\circ}\text{C} - t_{\text{c}} = -3,7^{\circ}\text{C}$ ; c)  $t_{\text{eb}} = 102,6^{\circ}\text{C} - t_{\text{c}} = -9,3^{\circ}\text{C}$ ; d)  $t_{\text{eb}} = 100,4^{\circ}\text{C} - t_{\text{c}} = -1,3^{\circ}\text{C}$
- 82 —
- 83 —
- 84  $t_{\text{c}} = -2,4^{\circ}\text{C}$
- 85  $t_{\text{eb}} = 100,3^{\circ}\text{C} - t_{\text{c}} = -0,9^{\circ}\text{C}$
- 86 0,16 m;  $-0,3^{\circ}\text{C}$
- 87 1,96 m
- 88 uguale
- 89 il campione di laboratorio contiene delle impurezze, che causano un abbassamento crioscopico
- 90 —
- 91 NaCl
- 92 perché i liquori contengono una quantità maggiore di alcol, rispetto al vino, e quindi solidificano a temperature inferiori
- 93 sì
- 94 38,8 g/mol
- 95 7,76 kg
- 96 massa glicole = 6,68 kg;  $V$  glicole = 6,02 L; (la densità è quella del glicole)
- 97 6,70 kg; 6,04 L
- 98  $4,5^{\circ}\text{C}$
- 99  $\Delta t_{\text{cr}} = 1,31^{\circ}\text{C}$
- 100 tra  $-1,4^{\circ}\text{C}$  e  $100,4^{\circ}\text{C}$
- 101 30 g
- 102 31 m/m
- 103 —
- 104 —
- 105 —
- 106 in entrambi i casi le particelle si disperdono in un grande volume, a considerevole distanza reciproca
- 107 perché non è un processo spontaneo
- 108 raggrinzisce
- 109 0,9% m/V; la soluzione è isotonica rispetto a quella cellulare
- 110 21,4 atm
- 111 75 atm
- 112  $t = 32^{\circ}\text{C}$  (HCl è un elettrolita forte)
- 113 3250 g/mol
- 114  $M = 1,05 \cdot 105 \text{ g/mol}$
- 115 13,6 atm
- 116 perché l'acqua contenuta nelle cellule diffonde verso l'esterno, trovandosi immersa in una soluzione a concentrazione maggiore
- 117 4,7 g
- 118 210 g/mol
- 119 60,0 g/mol
- 120 1,01 M
- 121 che ha una concentrazione inferiore
- 122 —
- 123 —
- 124 a) no; b) no; c) no; d) no
- 125 —
- 126 —
- 127 —
- 128 —
- 129 —
- 130 —
- 131 perché i pesci occupano gli strati più profondi e ricchi di ossigeno disciolto; quelli più freddi
- 132 perché la solubilità del gas diminuisce in modo direttamente proporzionale alla pressione del gas che sovrasta la soluzione
- 133 mol/(L · atm)
- 134 —
- 135 8 m; a quella temperatura entrambe le soluzioni risultano sature, con la stessa quantità di sale disciolto; minore
- 136  $s_{0^{\circ}\text{C}} = 0,31 \text{ M}$ ;  $s_{25^{\circ}\text{C}} = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
- 137  $\text{O}_2 = 8,3 \text{ mg/L}$ ; azoto = 15 mg/L; elio = 0,044 mg/L
- 138 33,8 g (Il valore della costante di Henry, necessario per risolvere questo quesito, è riportato nella domanda dell'es. 136. Inoltre, si deve supporre che la pressione del gas sia 1 atm.)
- 139 —
- 140 a)  $70^{\circ}\text{C}$ ;  
 b) la soluzione è 1,0 m; ciò significa che 1 mol di carbonato sodico (= 106 g) è sciolta in 1000 g di solvente. Il grafico di pag. 265 riporta i grammi di soluto in 100 g di acqua, che nel caso specifico sono 10,6. Siamo quindi al di fuori del campo di valori presi in esame. Si può concludere che gli elementi a disposizione non consentono una risposta;  
 c) la soluzione è al 44% m/m. 44 g di soluto sono contenuti in 100 g di soluzione, quindi corrispondono a 66 g di acqua. In 100 g di acqua si trovano pertanto 67 g di soluto. Si può concludere, dal grafico, che la risposta è intorno ai  $40^{\circ}\text{C}$
- 141 704 mg; 49,2 mL; 492 mL
- 142 una sospensione
- 143 sì, i colloidi possono essere sistemi bifasici
- 144 uova, olio, limone, sale

145 —

146  $7,56 \cdot 1010 \text{ m}^2$ 

147 —

148 —

## REVIEW

1 142 mL

2 150 mL

3 0,0725; 4,34 m; 16,7% *m/m*

4 100,7° C; 1,4 m

5 101,0° C

6 10,7 g

7 153 g/mol

8 no, le sue cellule si disidraterebbero

9 100,5° C; -1,9° C; 25 atm

10 il becker contenente solo acqua si è svuotato perché il vapore si è trasferito alla soluzione che ha la tensione di vapore inferiore

11 elettrolita

12 no, manca la massa molare del soluto

13 —

14 a) 0,026 M; 0,19% *m/V*; b) 0,0002 % *m/V*;  
c)  $1,4 \cdot 10^{-4}$  M; 0,0014% *m/V*; d) 1,02 M; 16,6% *m/V*

15 7,14 M

16 6,90 M; 30,2% *m/m*

17 25,4 mL

18 -3,12° C; 0,832 M

19 110 g/mol

20 193 g; 0,564 M; 0,641 m

21 2,4 atm

22 5,9 atm

23

	% <i>m/V</i>	% <i>m/m</i>	M	m	X
A	3,5	3,4	0,60	0,61	0,011
B	3,5	3,4	0,10	0,10	0,0019

24 54,3g

25  $V_{\text{soluzione}} = 492 \text{ mL}$  perché precipita AgCl

26 2,0 atm; 102,9 °C; durante il congelamento è l'acqua a solidificare.

27 0,83 M

28 1,6 g

29 1 M

30 it would be 5,6° C lower than pure water

## Soluzioni capitolo 10

- 1 —
- 2 a) 2-2-1-2; b) 1-1-1-1; c) 6-4-2-1-3-10; d) 6-4-6-2-3 (sono indicati i coefficienti per bilanciare la reazione scritta nell'ordine in cui compaiono le specie chimiche sul libro)
- 3 che il ferro è allo stato fuso; no, perché in soluzione acquosa il ferro è uno ione
- 4  $7/2$  equivale a considerare 7 atomi di O; moltiplicando tutti i coefficienti per 2
- 5 a);  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 6  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 7  $\text{Xe} + 3\text{F}_2 \rightarrow \text{XeF}_6$ ;  $\text{XeF}_6 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{XeO}_3 + 6\text{HF}$
- 8  $2\text{CH}_4 + 2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HCN} + 6\text{H}_2\text{O}$
- 9  $2\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$
- 10 a)  $\text{NaClO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{O}_2$   
(già bilanciata)
- b)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$
- c)  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$
- 11 a)  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  (già bilanciata)
- b)  $2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{CuO}$
- c)  $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$
- d)  $4\text{NH}_3 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 12 a)  $2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
- b)  $2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{H}_2$
- c)  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$  (già bilanciata)
- 13 a)  $4\text{BCl}_3 + \text{P}_4 + 6\text{H}_2 \rightarrow 4\text{BP} + 12\text{HCl}$
- b)  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
- c)  $12\text{HClO}_4 + \text{P}_4\text{O}_{10} \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4 + 6\text{Cl}_2\text{O}_7$
- 14 a) benzene  $2\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 \rightarrow 12\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- b) butano  $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$
- c) decano  $2\text{C}_{10}\text{H}_{22} + 31\text{O}_2 \rightarrow 20\text{CO}_2 + 22\text{H}_2\text{O}$
- 15 a)  $2\text{Mg}(\text{NO}_3)_{2(s)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(s)} + 4\text{NO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$
- b)  $2\text{KNO}_{3(s)} \rightarrow 2\text{KNO}_{2(s)} + \text{O}_{2(g)}$
- c)  $2\text{Ag}_2\text{CO}_{3(g)} \rightarrow 4\text{Ag}_{(s)} + 2\text{CO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$
- 16 a)  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
- b)  $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow 6\text{H}_2\text{O} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- c)  $\text{C}_5\text{H}_{12} + 8\text{O}_2 \rightarrow 5\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- d)  $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaOH} + \text{CO}_2$  (già bilanciata)
- e)  $4\text{CO} + \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 3\text{Fe}$
- f)  $\text{NiCl}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{NiO} + \text{Cl}_2\text{O}_5$
- g)  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- h)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{PbCrO}_4 + 2\text{KNO}_3$
- i)  $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$
- l)  $\text{SiCl}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{SiO}_4 + 4\text{HCl}$
- m)  $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- n)  $2\text{GaBr}_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Ga}_2(\text{SO}_3)_3 + 6\text{NaBr}$
- o)  $4\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{K}_2\text{O} + 4\text{MnO} + 5\text{O}_2$
- p)  $2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaNO}_3$
- q)  $\text{Te} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{TeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2$
- 17  $\text{AlN} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$
- 18  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{SO}_2 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 19  $\text{CuCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 20  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NO}_2 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 21  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ; 1vol  $\text{CH}_4 + 2\text{vol O}_2 \rightarrow 2\text{vol H}_2\text{O} + 1\text{vol CO}_2$
- 22 6,3 g
- 23 16 mol  $\text{FeSO}_4$  e 4 mol  $\text{O}_2$
- 24 coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui è scritta): 4-1-2-2; 3 mol
- 25 106,4 g
- 26 coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 3-1-2-3; 35,99 g di C e 159,5 g di  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- 27  $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ ; 5,81 g
- 28 il numero di molecole a livello microscopico, il numero di moli a livello macroscopico
- 29  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ; rapporto tra moli 1 : 2 : 2 : 1 - rapporto tra masse 1 : 4 : 2,2 : 2,7; le moli indicano i rapporti di combinazione tra le sostanze; le masse invece si conservano all'interno della reazione
- 30  $2\text{Fe} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2$ ; a) 6,15 mol; b) 4,56 mol; c) 5,10 mol; d) 1,14 mol
- 31 trasformare la massa del reagente in moli, calcolare le moli corrispondenti del prodotto, utilizzare l'equazione di stato dei gas perfetti per determinare il volume
- 32 0 g di  $\text{SiO}_2$ ; 0 g di C; 28,09 g di Si; 56,02 g di CO
- 33 0,25 mol di  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0,75 mol di  $\text{H}_2\text{O}$
- 34 coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-2-1-1; ossido di calcio + acido cloridrico  $\rightarrow$  cloruro di calcio + acqua; 158,4 g
- 35 coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-2-1-1; magnesio + acqua  $\rightarrow$  idrossido di magnesio + idrogeno; 10,1 g
- 36 coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-3-1-3; cloruro fosforoso + acqua  $\rightarrow$  acido ortofosforoso + acido cloridrico; 29,8 g
- 37 coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 2-1-1-2; cloruro di sodio + acido solforico  $\rightarrow$  solfato di sodio + acido cloridrico; 109 g
- 38 coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 2-3-3-2; cloruro di alluminio + idrossido di calcio  $\rightarrow$  cloruro di calcio + idrossido di alluminio; 85,5 g

- 39** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 2-1-1-2; acido cloridrico + idrossido di calcio → cloruro di calcio + acqua; 118,1 g
- 40** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-2-1-1; solfuro ferroso + acido cloridrico → acido solfidrico + cloruro ferroso; 19,38 g
- 41** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-1-1-1; solfuro di sodio + acido solforico → acido solfidrico + solfato di sodio; 68,2 g di H<sub>2</sub>S e 284 g di Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 42** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-2-2-1; diossido di manganese + calcio → ossido di calcio + manganese; 75,82 g
- 43** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 3-2-1-3; 49,0 g
- 44** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 2-3-1-3; 169 g di H<sub>2</sub>O e 350 g di Fe
- 45** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 4-11-2-8; a) 1,0 mol; b) 27,5 mol; c) 16,0 mol; d) 448,5 g; e) 1,07 mol; f) 450,9 g
- 46** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 2-7-4-6; 105 mol; 32,6 g; 292,8 g
- 47** 161 g
- 48** 16,93 g; 289,4 mL
- 49** 10,7 g; 8,00 L
- 50** 0,26 g
- 51** 0,577 g; 141 mL
- 52** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-3-3-1; 0,329 g
- 53** a) 6HCl + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> → 2AlCl<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>O; b) 6ZnO + 4BrF<sub>3</sub> → 6ZnF<sub>2</sub> + 2Br<sub>2</sub> + 3O<sub>2</sub>
- 54** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-4-1-1-2; 4,60 mol; 0,40 mol; 9,0 L
- 55** 4,50 L
- 56** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 2-1-1-2; 0,96 g
- 57** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 3-2-1-3; 10,3 L
- 58** 480 mL; 0,600 mol; 13,4 L
- 59** —
- 60** —
- 61** no; sì
- 62** 321 g
- 63** 40,0 g
- 64** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-1-1-2; 13,4 g; no
- 65** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 2-3-1-6; 11,2 g
- 66** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-1-1-1; HCl limitante; 74,6 g
- 67** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-3-1-3; HCl limitante; 55,3 g di AlCl<sub>3</sub> e 21,6 g di H<sub>2</sub>O
- 68** HCl + NaOH → NaCl + H<sub>2</sub>O; HCl in eccesso e NaOH limitante; 2,92 g; 2,55 g
- 69** 18 mol; 8 mol di O<sub>2</sub> – 12 mol di CO<sub>2</sub> – 16 mol di H<sub>2</sub>O; 64,9 L
- 70** 2Al + 3H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → 3H<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>; 0,51 g; 0,20 g
- 71** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 2-1-2; 0,181 kg
- 72** —
- 73** —
- 74** coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 2-3-2; 57,8%
- 75** 356 g; 1,23 kg
- 76** 0,526 kg
- 77** 40%
- 78** 34,4 kg
- 79** a) 2H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> → 2H<sub>2</sub>O sintesi  
 b) 2H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → 2H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub> decomposizione  
 c) Zn + 2HCl → ZnCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> scambio semplice  
 d) Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + 2KI → 2KNO<sub>3</sub> + PbI<sub>2</sub> scambio doppio  
 e) 2KClO<sub>3</sub> → 2KCl + 3O<sub>2</sub> decomposizione  
 f) AgNO<sub>3</sub> + HCl → HNO<sub>3</sub> + AgCl (già bilanciata) scambio doppio  
 g) 2K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 3CaCl<sub>2</sub> → Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + 6KCl scambio doppio
- 80** oro, argento e platino
- 81** gli ossidi dei non metalli
- 82** H<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> → 2HCl
- 83** a) 2Na + 2H<sub>2</sub>O → 2NaOH + H<sub>2</sub>  
 b) CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
 c) 2Al + 3I<sub>2</sub> → 2AlI<sub>3</sub>  
 d) SO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

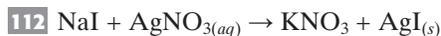
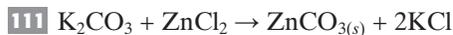
- 84 a) ossido di calcio  $2\text{Ca}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CaO}_{(s)}$   
 b) cloruro di calcio  $\text{Ca}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightarrow \text{CaCl}_{2(s)}$   
 c) idruro di calcio  $\text{Ca}_{(s)} + \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{CaH}_{2(s)}$   
 d) nitruro di calcio  $3\text{Ca}_{(s)} + \text{N}_{2(g)} \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_{2(s)}$
- 85 a)  $2\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO}$   
 zinco + ossigeno  $\rightarrow$  ossido di zinco  
 b)  $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$   
 calcio + ossigeno  $\rightarrow$  ossido di calcio  
 c)  $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl}$   
 sodio + cloro  $\rightarrow$  cloruro di sodio  
 d)  $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_2$   
 ferro + cloro  $\rightarrow$  cloruro ferroso  
 e)  $\text{Cl}_2 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgCl}_2$   
 cloro + magnesio  $\rightarrow$  cloruro di magnesio  
 f)  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$   
 azoto + idrogeno  $\rightarrow$  ammoniaca  
 g)  $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$   
 magnesio + ossigeno  $\rightarrow$  ossido di magnesio  
 h)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$   
 idrogeno + ossigeno  $\rightarrow$  acqua
- 86 a) triossido di zolfo  $2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$   
 b) fluoruro di idrogeno  $\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{HF}$   
 c) idrossido di calcio  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$   
 d) ossido di bario  $2\text{Ba} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{BaO}$   
 e) bromuro di potassio  $2\text{K} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{KBr}$   
 f) idruro di litio  $2\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{LiH}$   
 g) acido nitrico  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$   
 h) idrossido di ferro(II)  $\text{FeO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
- 87 ossido e acqua
- 88  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(s) \rightarrow \text{N}_{2(g)} + \text{Cr}_2\text{O}_3(s) + 4\text{H}_2\text{O}(g)$
- 89 perché si decompone in acqua, liberando ossigeno gassoso
- 90  $\text{FeO}$ ;  $\text{H}_2\text{O}_2$ ;  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;  $\text{CuCO}_3$ ;  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ;  $\text{KCl}$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
- 91  $\text{PbCO}_3 \rightarrow \text{PbO} + \text{CO}_2$   
 $\text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MnO} + \text{H}_2\text{O}$   
 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$   
 $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$   
 $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$   
 $2\text{HgO} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$
- 92 a)  $2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ; b)  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ ; c)  $\text{CuCO}_3 \rightarrow \text{CuO} + \text{CO}_2$ ; d)  $2\text{NaClO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{Cl}_2\text{O}_7$ ; e)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
- 93  $\text{OH}^-$  e  $\text{H}_2$
- 94  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3(aq) + 3\text{Ag}(s)$   
 $2\text{KOH}(aq) + \text{H}_2(g)$   
 $\text{BeCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$   
 $\text{MgO}(s) + \text{Cd}(s)$   
 $\text{Al}_2\text{O}_3(s) + 2\text{Ga}(l)$
- $2\text{Ag}(s) + \text{H}_2\text{O}(l)$   
 $2\text{Sn}(s) + \text{CO}_2(g)$
- 95  $\text{PbI}_2(s) + \text{Mg}(s)$ ;  $\text{CdCl}_2(aq) + \text{Zn}(s)$ ;  $2\text{La}(s) + 6\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Zn}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq)$ ;  $2\text{NiO}(s) + \text{C}(s)$ ;  $\text{CuO}(s) + \text{H}_2(g)$
- 96  $2\text{Mg}(s) + \text{CO}_2(g) \rightarrow 2\text{MgO}(s) + \text{C}(s)$
- 97  $3\text{H}_2\text{O}(g) + 2\text{Fe}(s) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3\text{H}_2(g)$
- 98 a)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Pb} \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu}$   
 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + \text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + \text{Cu}$   
 con  $\text{NO}_3^-$  ione spettatore  
 b)  $\text{ZnSO}_4 + 2\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Zn}$   
 $\text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Zn}$   
 con  $\text{SO}_4^{2-}$  ione spettatore  
 c)  $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Mg} \rightarrow 3\text{MgCl}_2 + 2\text{Fe}$   
 $2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^- + 3\text{Mg} \rightarrow 3\text{Mg}^{2+} + 6\text{Cl}^- + 2\text{Fe}$   
 con  $\text{Cl}^-$  ione spettatore  
 d)  $\text{PbI}_2 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnI}_2 + \text{Pb}$   
 $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{I}^- + \text{Pb}$   
 con  $\text{I}^-$  ione spettatore  
 e)  $\text{AgNO}_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{CuNO}_3 + \text{Ag}$   
 $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Ag}$   
 con  $\text{NO}_3^-$  ione spettatore
- 99 metallo + ossiacido  
 ossido basico + ossido acido  
 ossido basico + ossiacido  
 idrossido + ossido acido  
 idrossido + ossiacido  
 sale + ossiacido  
 sale 1 + sale 2
- 100  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
- 101 2 modi: con un ossido basico o con un idrossido
- 102  $\text{PbCl}_2 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 + \text{CuCl}_2$
- 103  $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + 2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow$  non c'è reazione di doppio scambio perché il nitrato di Na e il solfuro di ammonio sono entrambi sali solubili
- 104  $2\text{Na}^+ + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (equazione ionica)  
 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (equazione ionica netta)
- 105 a)  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$   
 b)  $\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow 3\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Fe}(\text{OH})_3$   
 c)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{CuS}$   
 d)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$   
 e)  $\text{CdSO}_4 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CdS}$   
 f)  $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{FeCl}_2$   
 g)  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{PbS}$
- 106 a)  $\text{AgNO}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{AgI}(s)$   
 b)  $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{BaSO}_4(s)$   
 c)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{PbCrO}_4(s)$   
 d)  $3\text{CaCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow 6\text{NaCl} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s)$   
 e)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{PbI}_2(s)$

- 107** a)  $\text{FeCl}_3(aq) + 3\text{NaOH}(aq) \rightarrow 3\text{NaCl}(aq) + \text{Fe}(\text{OH})_3(s)$   
 b)  $\text{BaCl}_2(aq) + \text{K}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{BaSO}_4(s) + 2\text{KCl}(aq)$   
 c)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(aq) + \text{Na}_2\text{CrO}_4(aq) \rightarrow 2\text{NaNO}_3(aq) + \text{PbCrO}_4(s)$   
 d)  $2\text{AgNO}_3(aq) + \text{Na}_2\text{S}(aq) \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}(s) + 2\text{NaNO}_3(aq)$   
 e)  $\text{Na}_2\text{CO}_3(aq) + \text{CuCl}_2(aq) \rightarrow \text{CuCO}_3(s) + 2\text{NaCl}(aq)$
- 108** a)  $2\text{NaOH} + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2(s) + 2\text{NaCl}(aq)$   
 b)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4(s) + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(aq)$   
 c)  $\text{AgClO}_4 + \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl}(s) + \text{KClO}_4(aq)$   
 d)  $2\text{KI} + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HgI}_2(s) + 2\text{KNO}_3(aq)$   
 e)  $\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MnCO}_3(s) + \text{K}_2\text{SO}_4(aq)$
- 109** a)  $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 b)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4(s) + 2\text{H}_2\text{O}$   
 c)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$   
 d)  $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

**REVIEW**

- 1**  $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ ; reazione di decomposizione
- 2**  $\text{Ag}^+$  (precipitato bianco di  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  solubile, precipitato nero di  $\text{Ag}_2\text{S}$ )
- 3** no, gli idracidi non contengono ossigeno
- 4** insolubili, se no verrebbero sciolti dai fenomeni meteorologici
- 5**  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ; 4,15 g
- 6** magnesio
- 7** 9,82 g
- 8** 39,2 kg
- 9** a) anidride solforica + ossido di potassio  $\rightarrow \text{SO}_3 + \text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4$   
 b) ossido di ferro(III) + acido perclorico  $\rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HClO}_4 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   
 c) acido solforico + zinco  $\rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
- 10** 57,2 L
- 11** a)  $2\text{HCl} + \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; acido cloridrico + ossido di magnesio  $\rightarrow$  cloruro di magnesio + acqua;  
 b)  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HPO}_3$ ; anidride fosforica + acqua  $\rightarrow$  acido metafosforico;  
 c)  $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$ ; calcio + cloro  $\rightarrow$  cloruro di calcio;

- 110** a)  $\text{Mg}(\text{OH})_2(s) + 2\text{HNO}_3(aq) \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 b)  $2\text{KOH}(aq) + \text{SO}_2(g) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 c)  $\text{Li}_2\text{O}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(l) \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 d)  $\text{CO}_2(g) + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$   
 e)  $\text{FeCl}_3(aq) + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$



- 113** a)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 b)  $\text{CuBr}_2 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeBr}_2 + \text{Cu}$   
 c)  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   
 d)  $2\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NaH}$

**114** —

- d)  $2\text{HClO}_3 + \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; acido clorico + ossido di calcio  $\rightarrow$  clorato di calcio + acqua;  
 e)  $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; ossido di argento + acido nitrico  $\rightarrow$  nitrato di argento + acqua

- 12** a)  $\text{BaCl}_2(aq) + \text{Na}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow 2\text{NaCl}(aq) + \text{BaSO}_4(s)$   
 b)  $\text{FeBr}_3(s) + 3\text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(s) + 3\text{NaBr}(aq)$   
 c)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(aq) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{CaSO}_4(s) + 2\text{HNO}_3(aq)$   
 d)  $3\text{CaI}_2(aq) + \text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2(aq) \rightarrow 3\text{PbI}_2(s) + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s)$

**13**  $m_{\text{Cl}} = 4,0 \text{ g}$

**14** —

**15**  $4\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{SO}_3 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3$   
 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

**16** perché è insolubile; perché viene attaccato dall'acido cloridrico, liberando ioni  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{CO}_2$

**17** 79 kg

**18** 5,42 g e 4,57 g

**19** —

**20** —

- 21** Coefficienti per bilanciare la reazione (nell'ordine in cui compaiono reagenti e prodotti nell'esercizio): 1-2-1-1-2; 13,3%; 2,52 L
- 22** 84,6%
- 23** 27,1 kg
- 24** —
- 25** 1,09 g e 9,00 g
- 26**  $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$   
poi si lascia evaporare
- 27**  $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$ ;  $m = 107$  g
- 28**  $R_p = 75,6\%$
- 29**  $n_{\text{O}_2} = 1,08$  mol;  $n_{\text{Al}} = 2,62$  mol;  $n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 1,99$  mol
- 30**  $m_{\text{O}_2} = 49,0$  g;  $m_{\text{KClO}_3} = 749$  g;  $m_{\text{KCl}} = 12,7$  g

## Soluzioni capitolo 11

**1**

	Sistema	Ambiente
a	la Terra	spazio
b	reagenti e prodotti	recipiente di reazione e ambiente circostante
c	il Sole e i pianeti	l'Universo
d	reagenti e prodotti	recipiente di reazione e ambiente circostante

- 2** aperti a-f-g; chiusi b-d-e; isolati c  
**3** —  
**4** raffreddandosi e riscaldandosi  
**5** —  
**6** endotermico  
**7** —  
**8** no  
**9** aperto; l'ambiente esterno  
**10** esotermica  
**11** l'energia chimica è l'energia potenziale dei legami tra gli atomi, mentre l'energia termica è l'energia cinetica del movimento delle molecole  
**12** dapprima aumenta l'energia potenziale, che poi viene trasformata in energia cinetica  
**13** endotermico; diminuisce  
**14** esotermico; aumenta  
**15** perché l'energia contenuta nei suoi legami viene trasformata in calore  
**16** ai prodotti  
**17** perché assorbe calore e perché  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  ha energia potenziale maggiore dell' $\text{H}_2\text{O}_{(s)}$   
**18** perché  $\text{H}_2$  e  $\text{O}_2$  hanno energia potenziale maggiore  
**19** —  
**20** le patatine fritte; sì, perché contengono più grassi  
**21**  $\text{O}_3$ , perché contiene un maggior numero di legami  
**22** sì; sì; in entrambi i casi si considerano solo lo stato iniziale e quello finale, indipendentemente dai passaggi intermedi  
**23** —  
**24** —  
**25** —  
**26** l'energia interna è la somma dell'energia chimica e dell'energia termica  
**27** resta costante perché il sistema è isolato  
**28** b-c-f-g  
**29** perché non è necessario dare la differenza tra un lavoro iniziale e uno finale

- 30** è maggiore a  $50^\circ\text{C}$   
**31** subito; 223 kJ  
**32** zero  
**33** positivo  
**34** 40 J  
**35**  $-14\text{ kJ}$   
**36** aumento: lavoro fatto sul sistema, calore assorbito dal sistema; diminuzione: lavoro fatto dal sistema, calore emesso dal sistema  
**37** sì  
**38** 4186 kJ  
**39**  $24,4^\circ\text{C}$   
**40**  $Q_{\text{metano}} = 3,68 \times 10^4\text{ kJ/kg}$ ;  
 $Q_{\text{acetilene}} = 5,40 \times 10^4\text{ kJ/kg}$   
**41** 100 g di biscotti corrispondono a 506 kcal (cioè 2118 J). Un singolo biscotto, di 10,2 g, equivale a 51,6 kcal (216 kJ). La composizione è la seguente: proteine 7,1%, carboidrati 63,4%, grassi 24,3%. Si trascurano gli altri componenti. Considerando il consumo di 5 biscotti, l'apporto calorico è di 258 kcal (1080 kJ), il cui smaltimento richiede circa 1 ora di cammino  
**42** 394 kJ  
**43** l'energia interna  
**44** perché  $H$  tiene conto sia dell'energia interna sia del lavoro subito o effettuato dal sistema  
**45** diminuisce  
**46** negativo  
**47** —  
**48** —  
**49** —  
**50** nel recipiente rigido  
**51** 176,0 kJ  
**52**  $-206,2\text{ kJ}$   
**53**  $+393,5\text{ kJ}$   
**54** c); a) e c) descrivono reazioni di sintesi a partire dagli elementi, ma in a) si formano 2 mol  
**55** perché parte del calore viene utilizzato per mantenere l'acqua allo stato di vapore;  
 $Q = -44\text{ kJ/mol}$   
**56**  $\text{MgO}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(g)} \rightarrow \text{MgCl}_{2(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ;  
 $Q_{\text{ceduto}} = 142,4\text{ kJ}$   
**57**  $Q_{\text{ceduto}} = -1300\text{ kJ/mol}$   
**58**  $Q = 2,16 \times 10^4\text{ kJ}$   
**59** galattosio  
**60**  $-124,4\text{ kJ}$   
**61**  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ ;  $-280,0\text{ kJ}$   
**62** la dissoluzione del nitrato di ammonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) in acqua  
**63** —  
**64** l'olio è apolare (idrofobo) e pertanto l'acqua (polare) non riesce a spezzare i suoi legami  
**65** —

- 66 lo stato solido
- 67 per aumentare la sua entropia
- 68 a)  $\Delta S > 0$ ;  
 b)  $\Delta S < 0$ ;  
 c)  $\Delta S > 0$ ;  
 d)  $\Delta S > 0$ ;  
 e)  $\Delta S < 0$
- 69  $-358,7 \text{ J/K}$ ; l'entropia dell'ambiente sarà aumentata, siccome quella del sistema è diminuita
- 70 le molecole dell'aeriforme sono a maggiore distanza reciproca e in una condizione di maggior disordine rispetto al liquido, dove si trovano a contatto, pur essendo libere di muoversi
- 71 —
- 72  $-128,4 \text{ kJ}$
- 73  $\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ ; diminuita;  $\Delta S^\circ = -169,3 \text{ JK}$ ;  $\Delta H^\circ = -133,0 \text{ kJ}$
- 74  $0,3 \text{ kJ}$
- 75 no
- 76 positivo
- 77 dipende dai valori di  $H$  e  $S$
- 78  $\Delta G = +41 \text{ kJ}$ ; la reazione non è spontanea
- 79  $462 \text{ K}$
- 80  $108,4 \text{ kJ}$
- 81  $-127 \text{ kJ}$ ; sì; no
- 82 minore;  $-4,20 \text{ kJ}$

**REVIEW**

- 1 i prodotti
- 2 mantenendo costante il volume (recipiente rigido con coperchio ermetico)
- 3 aumenta
- 4 siccome la reazione di combustione dell'idrogeno è fortemente esotermica, potrebbe provocare esplosioni
- 5 La reazione è esotermica per cui si formano legami più forti rispetto ai reagenti
- 6  $Q$  (calore richiesto) =  $334 \text{ kJ}$ ;  
 massa propano =  $6,69 \text{ g}$ ; massa butano =  $6,74 \text{ g}$ .  
 Le masse sono circa uguali, vanno comunque calcolate per arrivare a concludere che è necessaria una massa maggiore di butano
- 7  $\Delta H^\circ_{\text{liquida}} = -890,2 \text{ kJ}$ ;  $\Delta H^\circ_{\text{gassosa}} = -802,2 \text{ kJ}$ ; la formazione dell'acqua gassosa libera una quantità inferiore di calore
- 8  $699 \text{ K}$
- 9  $6,5 \text{ mol}$
- 10 perché l'ossigeno è un atomo piccolo ed elettronegativo, che instaura legami a idrogeno tra le molecole d'acqua
- 11  $4,88 \text{ kJ}$ ;  $\Delta H_{\text{sistema}} = 4,88 \text{ kJ}$ ;  $\Delta H_{\text{ambiente}} = -4,88 \text{ kJ}$
- 12  $83 \text{ kJ}$
- 13  $\Delta S > \Delta H/T$
- 14  $\Delta S = -363 \text{ J/K}$ ;  $\Delta S = 13,4 \text{ J/K}$
- 15  $\Delta H^\circ_f(\text{acido formico}) = 403,6 \text{ kJ/mol}$
- 16  $46 \text{ kJ/mol}$
- 17  $53,67 \text{ kcal}$
- 18 —
- 19  $-9,5^\circ \text{ C}$ ;  $-9,5 \text{ K}$
- 20  $-1755 \text{ kJ}$
- 21  $21,2 \text{ J/K}$

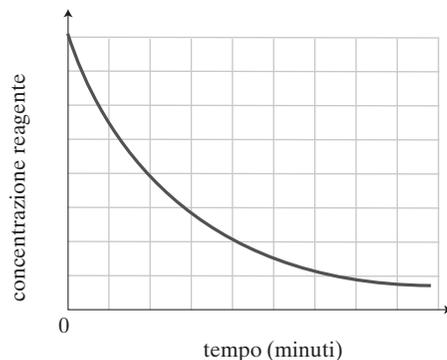
## Soluzioni capitolo 12

- 1 —  
2 —  
3 —  
4 alla produzione di azoto gassoso  
5  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
6  $v_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 0,154 \text{ mol/L} \times s$ ;  $v_{\text{CO}_2} = 0,615 \text{ mol/L} \times s$ ;  
 $v_{\text{H}_2\text{O}} = 0,769 \text{ mol/L} \times s$   
7  $v_{50} = 5,62 \cdot 10^{-4} \text{ mol}/(\text{L} \cdot s)$   
 $v_{250} = 2,66 \cdot 10^{-4} \text{ mol}/(\text{L} \cdot s)$   
8 2;  $v = \Delta[\text{HI}]/\Delta t = -\Delta[\text{H}_2]/\Delta t$   
9  $v = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \cdot s)$   
10 —  
11  $[\text{NO}]$   
12 45 minuti  
13  $k = 7,09 \times 10^9 \text{ L}^2/\text{mol}^2 \times s$   
14  $1,3 \times 10^{-16} \text{ mol/L} \times s$   
15 —  
16 —  
17 2  
18 17 190 anni  
19 —  
20  $6,4 \times 10^{-11} \text{ mol/L} \times s$   
21 a) primo ordine  
b) secondo ordine  
c) primo ordine  
d) secondo ordine  
22 generale: ordine 2; rispetto ai reagenti: ordine 1  
23 generale: ordine 2; rispetto ai reagenti: ordine 1  
24 4,6 s  
25 no; è indipendente dalla concentrazione iniziale e  $d$  è inversamente proporzionale alla costante cinetica;  $t_{1/2} = \ln 2/k$   
26 zero  
27  $v = k[\text{A}] \cdot [\text{B}]^2$ ;  $k = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ L}^3 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$   
28 no, non è stato introdotto un catalizzatore, ma è come se si fosse aumentata la superficie di contatto, aumentando la concentrazione di uno dei reagenti  
29 perché aumenta la superficie di contatto esposta alla reazione  
30 perché la cinetica delle reazioni, coinvolte nel loro movimento, aumenta al crescere della temperatura  
31 —  
32 —  
33 perché avvengono senza rottura di legami  
34 —  
35 ne provoca un aumento  
36 perché in soluzione una parte dei legami si è spezzata

- 37 —  
38 —  
39 —  
40 —  
41 —  
42 —  
43 la velocità quadruplica  
44  $\text{N}_2\text{O}$  si avvicina a  $\text{NO}$  in modo che l'O di  $\text{N}_2\text{O}$  sia in direzione del cono reattivo dell'azoto di  $\text{NO}$ : l'ossigeno si lega, formando  $\text{NO}_2$ , e rimane la molecola di  $\text{N}_2$   
45 —  
46 perché i prodotti hanno energia inferiore rispetto ai reagenti  
47 in energia potenziale; perché le collisioni possono avere orientazione non appropriata o energia insufficiente; perché aumenta l'energia cinetica  
48 —  
49  $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ 1/s}$   
50 c  
51 —  
52 b  
53 b  
54 b) perché il catalizzatore non si lega definitivamente agli altri atomi  
55  $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$   
56 la seconda; il primo  
57 —  
58 il primo; esotermica  
59 —  
60 ordine zero

## REVIEW

- 1 no, è un dato sperimentale  
2 la  $v$  rimane costante; la  $v$  quintuplica  
3 a) nei primi 20 s  
b) la diminuzione della concentrazione dei reagenti  
4 primo



- 5** per la presenza di enzimi che catalizzano i numerosi processi in cui è frazionata la combustione
- 6** di 48 volte nel primo caso; di 26,2 nel secondo
- 7** perché si forma  $\text{CO}_2$ ;  
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$ ;  
 nel primo caso, perché si ha una maggiore superficie di contatto
- 8** primo; la velocità è nulla, perché è nulla la concentrazione del reagente;  $v = k [\text{TNBA}]$
- 9**  $\text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$ ;  $v = k[\text{N}_2\text{O}]$ ;  $k = 3,21 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$
- 10** the reacting rate is calculated by dividing  $-\Delta[\text{R}]$  by  $\Delta t$
- 11**  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- 12** first order (for that reactant)

## Soluzioni capitolo 13

- 1 —  
2 —  
3 sì  
4 equilibrio dinamico  
5 la costanza della colorazione violetta dei vapori; la sublimazione e il brinamento dello iodio  
6 —  
7 perché è in equilibrio con il suo vapore; la pressione  
8 H<sub>2</sub>O e O<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e O<sub>2</sub>  
9 non è in equilibrio  
10 l'emoglobina si lega all'ossigeno; l'ossigeno lascia l'emoglobina per raggiungere i tessuti  
11 —  
12 TI e T<sub>2</sub>; ogni molecola conterrebbe solo <sup>131</sup>I  
13 a parità di mele a terra inizialmente, sarà maggiore la concentrazione sotto l'albero dell'anziano; probabilmente all'equilibrio le mele avrebbero avuto la stessa concentrazione  
14 —  
15 a sinistra  
16  $2\text{CH}_4 \rightleftharpoons 3\text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$   
17 a)  $K_{\text{eq}} = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^6 \cdot [\text{N}_2]^2}{[\text{NH}_3]^4 \cdot [\text{O}_2]^3}$   
b)  $K_{\text{eq}} = \frac{[\text{HF}]^4 \cdot [\text{CF}_4]}{[\text{CH}_4] \cdot [\text{F}_2]^4}$   
18 0,00461  
19  $K_{\text{eq}} = [\text{N}_2\text{O}_4] / ([\text{NO}]^2[\text{O}_2]); 7,45 \cdot 10^{-1} \text{ M}$   
20  $K_c = K_p$   
21  $K_p > K_c$ , perché  $RT > 1$   
22 —  
23 —  
24 64  
25  $1,8 \cdot 10^3$ ; verso i prodotti  
26  $\Delta[\text{CO}] = -0,06 \text{ M}$ ;  $\Delta[\text{CO}_2] = +0,06 \text{ M}$   
27 33  
28 0,481 M  
29  $9,9 \cdot 10^{-6}$   
30  $4,11 \cdot 10^{-4}$   
31 nella seconda; 0,10 M e 0,27 M;  
 $X_{\text{CO}} = X_{\text{Cl}_2} = 0,24$  e  $X_{\text{COCl}_2} = 0,53$   
32  $p_{\text{NO}} = p_{\text{SO}_3} = 1,80 \text{ atm}$ ;  $p_{\text{SO}_2} = p_{\text{NO}_2} = 0,20 \text{ atm}$   
33  $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 0,0668 \text{ M}$ ;  $[\text{H}_2\text{O}] =$   
 $= [\text{CO}] = 0,0033 \text{ M}$   
34  $[\text{Br}_2] = [\text{Cl}_2] = 0,0708 \text{ M}$ ;  $[\text{BrCl}] = 0,058 \text{ M}$   
35  $[\text{NO}] = 0,0026 \text{ M}$ ;  $[\text{N}_2] = [\text{O}_2] = 0,799 \text{ M}$   
36 equilibrio; prevale la reazione diretta; prevale la reazione diretta

- 37 prevale la reazione inversa (formazione di I<sub>2</sub>)  
38 no; NO<sub>2</sub>  
39 no; in fase organica  
40  $K_c$  diminuisce al crescere della temperatura; aumenta la concentrazione dei reagenti e diminuisce quella dei prodotti  
41 perché  $K_{\text{eq}}$  cresce al crescere della temperatura e aumenta la quantità di prodotto  
42 endotermica  
43 endotermico  
44 1200 K  
45 —  
46 sì;  $K_{p900} = 1,3$ ; la reazione è endotermica  
47 —  
48 —  
49 reazione diretta  
50 la velocità diretta diminuisce, quella inversa aumenta  
51 rimane invariato  
52 a sinistra  
53 a destra  
54 la concentrazione di CO<sub>2</sub> aumenta, mentre quella di CO diminuisce  
55 a bassa  $T$  e alta  $p$   
56

Variatione concentrazione	Spostamento equilibrio
aumento A,B o diminuzione C,D	destra
diminuzione A,B o aumento C,D	sinistra

- 57 verso destra; la costante di equilibrio non varia: siccome la perturbazione modifica le concentrazioni di equilibrio, il quoziente di reazione sarà diverso da  $K_{\text{eq}}$  e tenderà a variare fino ad eguagliarla  
58 a) sinistra; b) invariato; c) invariato  
59 aumento concentrazione di A o B; aumento  $p$ ; diminuzione  $T$   
60 sì  
61 a)  $K_{\text{ps}} = [\text{OH}^-]^2 \cdot [\text{Ca}^{2+}]$   
b)  $K_{\text{ps}} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$   
c)  $K_{\text{ps}} = [\text{Ca}^{2+}]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]^2$   
d)  $K_{\text{ps}} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{PO}_4^{3-}]$   
62 —  
63 no  
64  $1,10 \cdot 10^{-10}$   
65 no  
66  $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$   
67 minore  
68  $8,5 \cdot 10^{-2}$

69  $3,97 \cdot 10^{-8}$

70  $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

**REVIEW**

1 l'equilibrio non si sposta

2  $K_p = 4 \cdot 10^{-11}$ ; no, è favorita la reazione inversa3  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ ;

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}; K_p = \frac{p_{\text{NH}_3}^2}{p_{\text{N}_2} \cdot p_{\text{H}_2}^3}$$

a bassa temperatura; sì, perché la sintesi di  $\text{NH}_3$  non è favorita da alte temperature; verso i prodotti.

4  $s = 8,1 \cdot 10^{-3} \text{ g/L}$ 

5 no

6 la quantità di ammoniaca diminuirà

7  $[\text{NH}_3] = 0,016 \text{ M}$ 8  $\text{AgCl}$ 

9 verso destra; aumenta

10 perché l'aumento di pressione favorisce la reazione di fusione

11 aggiungendo  $\text{D}_2\text{O}$  solido e vedendo se dopo un po' di tempo trovo del deuterio nelle molecole di acqua liquida

12 no

13  $3,42 \cdot 10^{-5} \text{ M}$  che corrispondono a  $1,51 \cdot 10^{-3} \text{ g/L}$ 

14 57,2%

15  $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ ;  $1,1 \cdot 10^{-9} \text{ M}$ 16  $n_{\text{PCl}_5} = 1,3$ ;  $n_{\text{PCl}_3} = 0,5$ ;  $n_{\text{Cl}_2} = 0,4$ 17 verso la formazione di  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 

18 at the chemical balance, there are both reactants and products at the same concentration

## Soluzioni capitolo 14

**Nota: I dati riguardanti i valori di  $k_w$  e pH sono riferiti alla temperatura di 25 °C, salvo indicazione contraria.**

- 1** —  
**2** Arrhenius a-f; Brönsted b-c-d-e  
**3**

Acido coniugato	Base coniugata
HI	I <sup>-</sup>
HS <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>
HNO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
HCl	Cl <sup>-</sup>
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>

- 4** si è formato NH<sub>4</sub>Cl solido bianco  
**5** sono composti ionici; elettronegatività  
**6** HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + OH<sup>-</sup>  
**7** base1 + acido2 → acido1 + base2  
**8** H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>; HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>; H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>  
**9** a) acido1 + base2 → base1 + acido2;  
 b) acido1 + base2 → acido2 + base1;  
 c) base1 + acido2 → acido1 + base2;  
 d) base1 + acido2 → acido1 + base2  
**10** OH<sup>-</sup>; NO<sub>2</sub><sup>-</sup>; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>; NH<sub>3</sub>  
**11** perché può accettare un doppietto elettronico  
**12** a-d-e-f  
**13** HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> → H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + OH<sup>-</sup> → CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + H<sub>2</sub>O; sì; in CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  
**14** HCl, a rigore, non può essere considerato acido di Lewis; lo è H<sup>+</sup>  
**15** F non può accettare la condivisione di una coppia di elettroni  
**16** a) acido H<sup>+</sup>, base PH<sub>3</sub>; b) acido Cu<sup>2+</sup>, base NH<sub>3</sub>;  
 c) acido FeCl<sub>3</sub>, base Cl<sup>-</sup>; d) acido BF<sub>3</sub>, base NH<sub>3</sub>  
**17**

Acido coniugato	Sostanza	Base coniugata
H <sub>2</sub> S	HS <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HPO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>

- 18** a) base; b) acido; c) base; d) acido  
**19** 55,5 M; non varia, perché  $K_w$  è molto piccola  
**20** acido: b-c-e; basico: a; neutro: d  
**21**  $3,8 \times 10^{-7}$  M; debolmente basica

- 22** di 10 volte  
**23** pH = 4,110; pOH = 9,890; acida  
**24**  $K_w$   
**25**  $[H^+] = [OH^-]$   
**26** in ambiente acido,  $[H^+] > [OH^-]$ ;  
 in ambiente basico,  $[H^+] < [OH^-]$   
**27** a) 3,0; b) 9; c) 3; d) 0,0; e) 1; f) 5,6; g) 13; h) 8,4  
**28** a)  $[H^+] = 10^{-6}$  M;  $[OH^-] = 10^{-8}$  M  
 b)  $[H^+] = 10^{-8}$  M;  $[OH^-] = 10^{-6}$  M  
 c)  $[H^+] = 10^{-13}$  M;  $[OH^-] = 10^{-1}$  M  
 d)  $[H^+] = 10^{-3}$  M;  $[OH^-] = 10^{-11}$  M  
 e)  $[H^+] = 10^{-10}$  M;  $[OH^-] = 10^{-4}$  M  
 f)  $[H^+] = 10^{-1}$  M;  $[OH^-] = 10^{-13}$  M

**29**

T	$K_w$	$[H^+]$	$[OH^-]$
25 °C	$1,00 \cdot 10^{-14}$	$1,00 \cdot 10^{-2}$ mol/L	$1,00 \cdot 10^{-12}$ mol/L
25 °C	$1,00 \cdot 10^{-14}$	$1,00 \cdot 10^{-6}$ mol/L	$1,00 \cdot 10^{-8}$ mol/L
0 °C	$1,14 \cdot 10^{-15}$	$1,00 \cdot 10^{-6}$ mol/L	$1,14 \cdot 10^{-9}$ mol/L
10 °C	$2,92 \cdot 10^{-15}$	$2,00 \cdot 10^{-6}$ mol/L	$1,46 \cdot 10^{-9}$ mol/L
60 °C	$9,61 \cdot 10^{-14}$	$1,92 \cdot 10^{-3}$ mol/L	$5,01 \cdot 10^{-11}$ mol/L

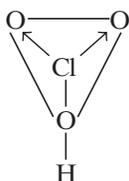
- 30** a-f  
**31** quando la sua concentrazione è superiore a 1 mol/L  
**32** a) pH = 9,701; soluzione basica  
 b) pH = 9,0; soluzione basica  
 c) pH = 11,0; soluzione basica  
 d) pH = 5,0; soluzione acida  
 e) pH = 3,3; soluzione acida  
**33** ClO<sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O → HClO + OH<sup>-</sup>;  
 $K_b = [HClO] \cdot [OH^-] / [ClO^-]$   
**34**  $K_b = [HBrO] \cdot [OH^-] / [BrO^-] = 5,0 \times 10^{-6}$   
**35** perché fra le loro molecole esistono legami dipolo-dipolo più deboli dei legami a idrogeno  
**36** a) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → H<sup>+</sup> + HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>; HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> → H<sup>+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>;  
 b) H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> → H<sup>+</sup> + H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub><sup>-</sup>;  
 H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub><sup>-</sup> → H<sup>+</sup> + HBO<sub>3</sub><sup>2-</sup>;  
 HBO<sub>3</sub><sup>2-</sup> → H<sup>+</sup> + BO<sub>3</sub><sup>3-</sup>;  
 c) H<sub>2</sub>S → H<sup>+</sup> + HS<sup>-</sup>; HS<sup>-</sup> → H<sup>+</sup> + S<sup>2-</sup>;  
 d) H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> → H<sup>+</sup> + H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub><sup>-</sup>;  
 H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub><sup>-</sup> → H<sup>+</sup> + HAsO<sub>4</sub><sup>2-</sup>;  
 HAsO<sub>4</sub><sup>2-</sup> → H<sup>+</sup> + AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup>  
**37** d  
**38** c-b-a  
**39** c-b-a  
**40** e-d-b-a-c  
**41** perché HCl è un acido forte che libera una quantità maggiore di ioni H<sup>+</sup>  
**42** C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>;  
 $K_a = 2,3 \times 10^{-5}$

43  $\text{HPO}_4^{2-}$ 

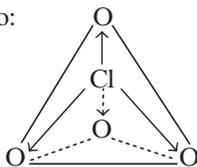
 44 ipocloroso:  $\text{Cl}-\text{O}-\text{H}$ 

 cloroso:  $\text{O} \leftarrow \text{Cl}-\text{O}-\text{H}$ 

clorico:



perclorico:



Aumentando il numero degli atomi di ossigeno, aumenta la frazione di carica positiva del cloro; quest'ultimo attrae a sé maggiormente la coppia elettronica di legame  $-\text{O}-\text{H}$ .

All'accresciuta polarità del legame corrisponde una maggiore forza dell'acido.

 45 la prima, perché ha il più basso valore di pH;  $\text{HPO}_4^{2-}$  ha una  $K_{a3}$  molto bassa, per cui di fatto è una base

46 a) 1,0; b) 13,30; c) 3,0; d) 12,48

47 1,55

48 12,2

49 3,4; 0,0004 M

 50  $K_a = 1,5 \times 10^{-5}$ 

51 5,08

52 2,48

 53  $[\text{H}^+] = [\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-] = 1,4 \times 10^{-3} \text{ M}$ ;  
 $[\text{HC}_3\text{H}_5\text{O}_3] = 0,014 \text{ M}$ ; pH = 2,85

54 758 mL

55 1,40; 1,96

56 a) 3,39; b) 4,92; c) 4,52; d) 5,13; e) 2,34

57 a) 10,8; b) 7,2; c) 11,9; d) 11,39

58 0,30 L

59 incolore

60 no, è indipendente dalla concentrazione dell'indicatore che è un acido debole

61 viola

62 4,20

63 perché un acido forte altererebbe il pH della soluzione cui viene aggiunto

64 —

65 30 mL

66 20 mL

67 no

68 0,750 eq

69 no

 70 a) un equivalente di una base di Brönsted è la quantità in grammi di quest'ultima che accetta una mole di protoni; b) la massa equivalente di un acido è espressa...; c) un equivalente di acido di Brönsted è la quantità in grammi di sostanza che libera una mole di  $\text{H}^+$ 

71 0,30 eq; 0,15 eq

72 125 mL

73 9,9 mL

74 314 mL

 75 a)  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 

 b)  $3\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 

 c)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{BaS} + 2\text{H}_2\text{O}$ 

 d)  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HClO}_4 \rightarrow \text{Mg}(\text{ClO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 

 e)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 

 76 a)  $2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow$   
 $\rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$   
 ioni spettatori:  $\text{Na}^+$ ;  $\text{SO}_3^{2-}$ 

 b)  $3\text{K}^+ + 3\text{OH}^- + 3\text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow$   
 $\rightarrow 3\text{K}^+ + \text{PO}_4^{3-} + 3\text{H}_2\text{O}$   
 ioni spettatori:  $\text{K}^+$ ;  $\text{PO}_4^{3-}$ 

 c)  $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$   
 ioni spettatori:  $\text{Ba}^{2+}$ ;  $\text{S}^{2-}$ 

 d)  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + 2\text{ClO}_4^- \rightarrow$   
 $\rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{ClO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$   
 ioni spettatori:  $\text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{ClO}_4^-$ 

 e)  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightarrow$   
 $\rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$   
 ioni spettatori:  $\text{Fe}^{2+}$ ;  $\text{NO}_3^-$ 

77 0,63 g

78 0,25 mol; 0,7 mol

79 450 g

80 4,0 N (= 4,0 M)

81 0,175 M

82 0,060 1N

83 2,996

 84  $\text{KOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 $\text{K}^+ + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 siccome si tratta di una base forte e di un acido forte, occorre scegliere un indicatore con pH di viraggio intorno a 7

85 1,105

86 perché in acqua subisce un'idrolisi basica, trasformandosi in acido carbonico

 87 a)  $\text{NH}_4\text{F} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{F}^-$ ;  
 b)  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ ;  
 c)  $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} + \text{OH}^-$ ;  
 d)  $K_a = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$ ;  
 e)  $K_b = 5,6 \cdot 10^{-11}$   
 f) acida

88 a) soluzione basica; b) soluzione neutra; c) soluzione neutra; d) soluzione neutra; e) soluzione basica; f) soluzione basica h), soluzione acida

- 89 a)  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ ;  
 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ , neutra;  
 b)  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ ,  
 $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{OH}^-$ , acida;  
 c)  $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCN} + \text{OH}^-$ ; basica;  
 d) neutra;  
 e) neutra;  
 f) neutra

90 se si aggiunge un acido, l'equilibrio si sposta a sinistra; se si aggiunge una base, l'equilibrio si sposta a destra

91  $\text{HClO}/\text{ClO}^-$ , perché  $\text{p}K_a = 7,5$

- 92 ✓)  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{KHS}$   
 b)  $\text{KOH}$  e  $\text{KCl}$

- ✓)  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$   
 ✓)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  e  $\text{CH}_3\text{COONa}$   
 e)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{K}_2\text{SO}_4$   
 ✓)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

93 4,66

94 4,74

95 4,84

96 0,2

97 a) no; b) la base; c) a reazione avvenuta sono presenti  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (lo ione acetato, per idrolisi, forma acido acetico); d) no

## REVIEW

- 1 aumenta; endotermico; principio di Le Châtelier  
 2  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ; l'equilibrio retrocede e aumenta la quantità di acido acetico non dissociato  
 3 b)  $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} + \text{OH}^-$ ;  
 d)  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ ;  
 e)  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$   
 4 spostato a sinistra  
 5  $\text{D}_2\text{O} \rightarrow \text{D}^+ + \text{OD}^-$ ;  
 $[\text{D}^+] = [\text{OD}^-] = 2,9 \times 10^{-8}\text{M}$ ;  
 $\text{pD} = \text{pOD} = 7,54$   
 6 2,5%  
 7  $\text{pH}_{\text{NaOH}} = 12,48$ ;  $\text{pH}_{\text{soluz}} = 12,81$   
 8 0,03 mol  
 9  $\text{pH} = 4,75$   
 10 —  
 11 50,4%  
 12 4,75  
 13 a) diminuisce; b) perché aumenta la quantità di  $\text{CO}_2$  disciolta in acqua, spostando a destra il primo equilibrio; c) a destra

14 N acido = 1,7 eq/L; % m/m = 7,9%

15  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ ;  
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$ ;  
 $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{OH}^-$ ;  
 $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$ ;  
 lo ione diidrogenofosfato

16  $V = 51,5 \text{ mL}$ ; si forma ipoclorito di bario, sale di una base forte e di un acido debole. Lo ione ipoclorito reagisce con l'acqua per dare acido ipocloroso, di conseguenza il pH della soluzione è maggiore di 7

17 a) a sinistra;  
 b) a sinistra;  
 c) invariato;  
 d) a destra

18  $\text{pH} = -0,3$

19  $[\text{HCl}] = 0,34 \text{ M}$

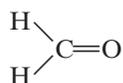
20  $[\text{H}^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$

## Soluzioni capitolo 15

- 1** perché occorre energia per spezzare i legami esistenti tra H e O e perché la reazione di sintesi dell'acqua è un processo esotermico
- 2** perché H è più elettronegativo di Na, ma meno di N
- 3** perché F è più elettronegativo di O
- 4** perché il C possiede solo 4 e<sup>-</sup> di valenza
- 5** no, per esempio in NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N ha n.o. -3
- 6** a) Hg: +2; P: +3; O: -2  
 b) Cu: +2; N: +3; O: -2  
 c) Pb: +4; S: +4; O: -2  
 d) H: +1; Cl: +3; O: -2  
 e) Na: +1; O: -1  
 f) Li: +1; H: -1
- 7** a) +4                      b) +3                      c) +7  
 d) +7                      e) +6
- 8** +5; +7; +7; +3; +5; +3; +7; +4; -2; +1; +4; +6; -3
- 9** a) H: +1; S: +6; O: -2  
 b) Ca: +2; H: +1; P: +5; O: -2  
 c) Fe: +3; O: -2; H: +1  
 d) Na: +1; H: -1  
 e) Mg: +2; H: +1; P: +5; O: -2
- 10** a) +2                      b) +5                      c) -1  
 d) +4                      e) -2                      f) -3  
 g) +3                      h) 0                      i) -3  
 l) +3

**11** se  $T\Delta S > \Delta H$ , in modo che  $\Delta G < 0$

**12** zero; no, la valenza è 4;



**13** diminuisce da +6 a +3

**14** Na, H

**15** b

**16** C

**17** Cl<sub>2</sub>

**18** VO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

**19** 3 l'alluminio e 2 l'ossigeno

**20** perché siccome è l'elemento più elettronegativo, la specie F<sup>-</sup> è la più stabile; -1

**21** il mercurio di HgS e l'ossigeno di O<sub>2</sub>

**22** SO<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>S

**23** Zn; H; HCl; Zn

**24** Al; Cr<sup>3+</sup>

**25** no, ha potere ossidante maggiore

**26** Cr metallico

**27** a; c

**28** a) diminuisce di 3;

b) diminuisce di 3;

c) aumenta di 2

**29**

Prima	Dopo	Elettroni scambiati	Semireazione di ossidazione	Semireazione di riduzione
<u>Mg</u> n.o. 0	<u>Mg</u> <sup>2+</sup> n.o. +2	22e <sup>-</sup>	✓	
<u>N</u> <sub>2</sub> n.o. 0	<u>N</u> <sup>3-</sup> n.o. -3	+6e <sup>-</sup>		✓
<u>Fe</u> <sub>2</sub> O <sub>3</sub> n.o. +3	<u>Fe</u> O n.o. +2	+2e <sup>-</sup>		✓
<u>Al</u> n.o. 0	<u>Al</u> (OH) <sub>3</sub> n.o. +3	-3e <sup>-</sup>	✓	
<u>Cr</u> <sub>2</sub> O <sub>3</sub> n.o. +3	<u>Cr</u> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> n.o. +6	-6e <sup>-</sup>	✓	
<u>I</u> O <sub>3</sub> <sup>-</sup> n.o. +5	<u>I</u> <sup>-</sup> n.o. -1	+6e <sup>-</sup>		✓
<u>P</u> <sub>4</sub> n.o. 0	<u>P</u> H <sub>3</sub> n.o. -3	+12e <sup>-</sup>		✓
<u>Co</u> Cl <sub>2</sub> n.o. +2	<u>Co</u> (OH) <sub>3</sub> n.o. +3	-1e <sup>-</sup>	✓	

**30** ✓ Fe<sup>3+</sup><sub>(aq)</sub> → Fe<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub>                      riduzione

✓ MnO<sub>2(s)</sub> → MnO<sub>4</sub><sup>-</sup><sub>(aq)</sub>                      ossidazione

31

	elemento che si ossida	elemento che si riduce	agente ossidante	agente riducente
a	As	N	HNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>
b	I	Cl	HClO	NaI
c	C	Mn	KMnO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
d	Al	S	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Al
e	Cu	S	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Cu
f	S	N	HNO <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>
g	Zn	S	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Zn
h	I	N	HNO <sub>3</sub>	I <sub>2</sub>

32 —

33 —

34 no; l'ambiente acido favorisce lo spostamento a destra della reazione

35 dagli ossigeni dello ione permanganato

36 Cu e Cu<sup>2+</sup>

37 KOH (+1; -2; +1); Cl<sub>2</sub> (0); KCl (+1; -1);  
KClO<sub>3</sub> (+1; +5; -2); H<sub>2</sub>O (+1; -2);  
6K<sup>+</sup> + 6OH<sup>-</sup> + 3Cl<sub>2</sub> →  
→ 5K<sup>+</sup> + 5Cl<sup>-</sup> + K<sup>+</sup> + ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 3H<sub>2</sub>O;  
6OH<sup>-</sup> + 3Cl<sub>2</sub> → 5Cl<sup>-</sup> + ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 3H<sub>2</sub>O;  
reazione di dismutazione

38 KClO<sub>3</sub> (+1; +5; -2); KCl (+1; -1);  
O<sub>2</sub> (0); KClO<sub>4</sub> (+1; +7; -2);  
la seconda è una reazione di dismutazione

39 a) 2Na + 2H<sub>2</sub>O → 2NaOH + H<sub>2</sub>  
b) 4Fe + 3O<sub>2</sub> → 2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
c) H<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> → 2HCl

40 a) Cu + 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → CuSO<sub>4</sub> + SO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O  
b) 3Hg + 2HNO<sub>3</sub> + 6HCl →  
→ 3HgCl<sub>2</sub> + 2NO + 4H<sub>2</sub>O  
c) Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + 3SiO<sub>2</sub> + 5C →  
→ 3CaSiO<sub>3</sub> + 2P + 5CO  
d) 2SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O → 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
e) 3Cu<sub>2</sub>S + 20HNO<sub>3</sub> → 6Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> +  
+ 3SO<sub>2</sub> + 10H<sub>2</sub>O + 8NO  
f) 5PCl<sub>3</sub> + 2KMnO<sub>4</sub> + 24KOH → 2MnCl<sub>2</sub> +  
+ 5K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 11KCl + 12H<sub>2</sub>O  
g) I<sub>2</sub> + 5H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → 2HIO<sub>3</sub> + 4H<sub>2</sub>O

41 a) 8Cr<sup>3+</sup>(aq) + 3IO<sub>4</sub><sup>-</sup>(aq) + 2OH<sub>2</sub>O →  
→ 8CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq) + 3I<sup>-</sup>(aq) + 4H<sup>+</sup>  
b) 4Zn(s) + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq) + 10H<sup>+</sup> →  
→ 4Zn<sup>2+</sup>(aq) + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>(aq) + 3H<sub>2</sub>O  
c) 3Cu(s) + 2NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq) + 8H<sup>+</sup> →  
→ 2NO(g) + 3Cu<sup>2+</sup>(aq) + 4H<sub>2</sub>O  
d) 4MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>(aq) + 5C(s) + 12H<sup>+</sup> →  
→ 5CO<sub>2</sub>(g) + 4Mn<sup>2+</sup>(aq) + 6H<sub>2</sub>O  
e) Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>(aq) + 3Sn<sup>2+</sup>(aq) + 14H<sup>+</sup> →  
→ 3Sn<sup>4+</sup>(aq) + 2Cr<sup>3+</sup>(aq) + 7H<sub>2</sub>O

42 a) 3H<sub>2</sub>S(g) + 2NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq) + 2H<sup>+</sup> →  
→ 3S(s) + 2NO(g) + 4H<sub>2</sub>O

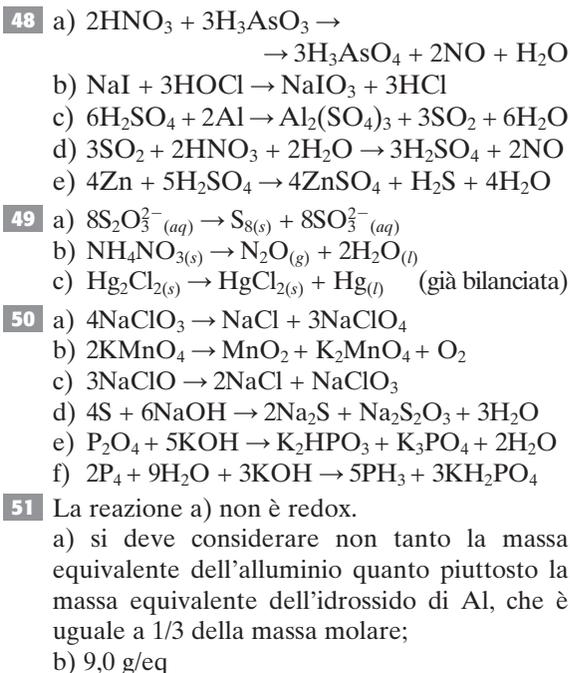
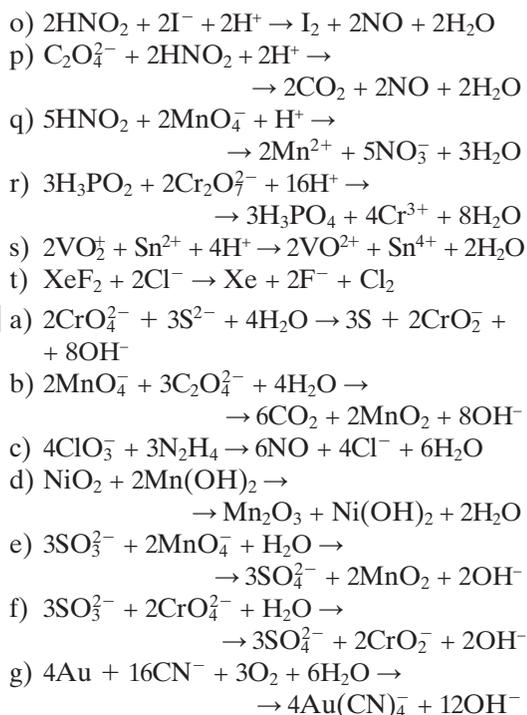
b) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(aq) + 2I<sup>-</sup>(aq) + 2H<sup>+</sup> → I<sub>2</sub>(aq) + 2H<sub>2</sub>O(l)  
c) NH<sub>3</sub>(g) + 2O<sub>2</sub>(g) → HNO<sub>3</sub>(l) + H<sub>2</sub>O(l)  
d) Cl<sub>2</sub>(g) + IO<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq) + 2OH<sup>-</sup>(aq) →  
→ IO<sub>4</sub><sup>-</sup>(aq) + 2Cl<sup>-</sup>(aq) + H<sub>2</sub>O(l)

43 a) 2I<sup>-</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + 4H<sup>+</sup> → I<sub>2</sub> + SO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O;  
b) 8I<sup>-</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + 10H<sup>+</sup> → 4I<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S + 4H<sub>2</sub>O;  
c) 3As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 4NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 7H<sub>2</sub>O →  
→ 6AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> + 4NO + 14H<sup>+</sup>;  
d) Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> + 3S<sup>2-</sup> + 14H<sup>+</sup> → 3S + 2Cr<sup>3+</sup> + 7H<sub>2</sub>O;  
e) 3As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 2IO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 18 OH<sup>-</sup> →  
→ 6AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> + 2I<sup>-</sup> + 9H<sub>2</sub>O

44 a) MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>(aq) + NO<sub>2</sub>(g) + 2OH<sup>-</sup> →  
→ NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq) + MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq) + H<sub>2</sub>O  
b) 4Zn(s) + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq) + 7OH<sup>-</sup> →  
→ 4ZnO<sub>2</sub><sup>2-</sup>(aq) + NH<sub>3</sub>(g) + 2H<sub>2</sub>O  
c) H<sub>2</sub>CO(aq) + 2Ag<sup>+</sup>(aq) + 3OH<sup>-</sup> →  
→ HCOO<sup>-</sup>(aq) + 2Ag(s) + 2H<sub>2</sub>O  
d) 6KOH(aq) + 2Al(s) → 2K<sub>3</sub>AlO<sub>3</sub>(aq) + 3H<sub>2</sub>(g)

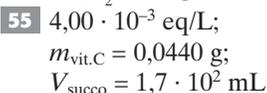
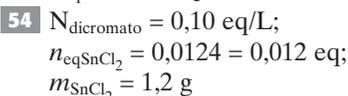
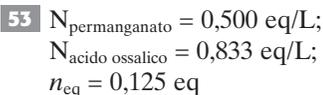
45 a) 4NH<sub>3</sub>(g) + 7O<sub>2</sub>(g) → 4NO<sub>2</sub>(g) + 6H<sub>2</sub>O(l)  
b) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(s) + 3CO(g) → 2Fe(s) + 3CO<sub>2</sub>(g)  
c) 2H<sub>2</sub>O(l) + 2K(s) → 2KOH(aq) + H<sub>2</sub>(g)

46 a) 2NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + Cu + 4H<sup>+</sup> → 2NO<sub>2</sub> + Cu<sup>2+</sup> + 2H<sub>2</sub>O  
b) IO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 3AsO<sub>3</sub><sup>3-</sup> → I<sup>-</sup> + 3AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup>  
c) SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + Zn + 4H<sup>+</sup> → Zn<sup>2+</sup> + SO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O  
d) 2Cr<sup>3+</sup> + 3BiO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 4H<sup>+</sup> →  
→ Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> + 3Bi<sup>3+</sup> + 2H<sub>2</sub>O  
e) I<sub>2</sub> + 5ClO<sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O → 2IO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 5Cl<sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup>  
f) 2Mn<sup>2+</sup> + 5BiO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 14H<sup>+</sup> →  
→ 2MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> + 5Bi<sup>3+</sup> + 7H<sub>2</sub>O  
g) 3H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> + Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> + 8H<sup>+</sup> →  
→ 3H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> + 2Cr<sup>3+</sup> + 4H<sub>2</sub>O  
h) 2I<sup>-</sup> + HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> + 3H<sup>+</sup> → I<sub>2</sub> + SO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O  
i) 3Sn + 4NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 4H<sup>+</sup> →  
→ 3SnO<sub>2</sub> + 4NO + 2H<sub>2</sub>O  
l) PbO<sub>2</sub> + 4Cl<sup>-</sup> + 4H<sup>+</sup> → PbCl<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O  
m) Ag + NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> → NO<sub>2</sub> + Ag<sup>+</sup> + H<sub>2</sub>O  
n) 4Fe<sup>3+</sup> + 2NH<sub>3</sub>OH<sup>+</sup> →  
→ 4Fe<sup>2+</sup> + N<sub>2</sub>O + 6H<sup>+</sup> + H<sub>2</sub>O

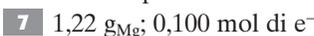
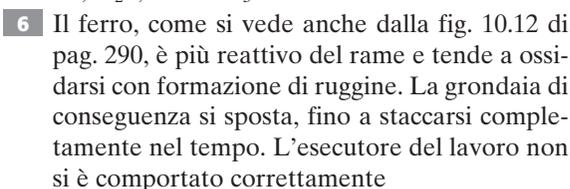
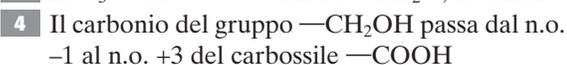
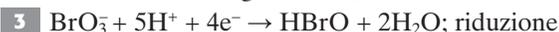
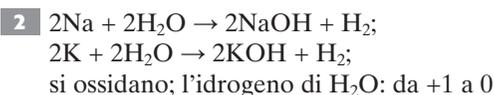
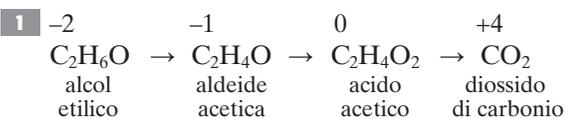


52

sostanza	semireazione	massa molare g/mol	massa equivalente g/eq	moli equivalenti	relazione tra N e M
Zn	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	65,37	32,69	2	$N = 2M$
$\text{Na}^+$	$\text{Na}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	22,99	22,99	1	$N = M$
$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_3^- + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO}$	62,01	20,67	3	$N = 3M$
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}$	216,00	36,00	6	$N = 6M$



## REVIEW



- 9**  $2\text{PbS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{PbO} + \text{SO}_2$ ;  
 $\text{PbO} + \text{C} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}$ ;  
 S si ossida e O si riduce;  
 C si ossida e Pb si riduce
- 10**  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ;  
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ ;  
 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
- 11**  $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBrO} + \text{HBr}$
- 12** a) e c)
- 13** a)  $2\text{H}_2\text{S}_{(g)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{SO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
 b)  $16\text{H}_2\text{S}_{(g)} + 8\text{SO}_{2(g)} \rightarrow 3\text{S}_{8(s)} + 16\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
- 14** a)  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ ;  
 b)  $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow$   
 $\rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 15** Il cloro è sia ossidato sia ridotto;  
 NaClO è ossidante; NaClO<sub>2</sub> è riducente.
- 16**  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 8\text{Cl}^- + 2\text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+$
- 17** a)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  H: +1; S: +4; O: -2  
 b)  $\text{Cl}_2$  Cl: 0  
 c)  $\text{NO}_3^-$  N: +5; O: -2  
 d)  $\text{NaHCO}_3$  Na: +1; H: +1; C: +4; O: -2  
 e)  $\text{SF}_6$  S: +6; F: -1
- 18**  $3\text{Ag}_{(s)} + \text{NO}_3^-_{(aq)} + 4\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{NO}_{(g)} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 19** forward reaction: Cl<sub>2</sub> is reduced and it is oxidized; reverse reaction: Cl<sup>-</sup> is the reducing agent, HClO is the oxidizing agent
- 20** a)  $\text{MgO}_{(s)} + \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)} \rightarrow \text{MgCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
 it isn't a redox reaction  
 b)  $\text{KNO}_{3(s)} \rightarrow \text{KNO}_{2(s)} + \text{O}_{2(g)}$   
 oxidized atom: O; reduced atom: N  
 c)  $\text{H}_{2(g)} + \text{CuO}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
 oxidized atom: H; reduced atom: Cu  
 d)  $\text{NaOH}_{(s)} + \text{HCl}_{(s)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
 it isn't a redox reaction  
 e)  $\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightarrow \text{HCl}_{(g)}$   
 oxidized atom: H; reduced atom: Cl  
 f)  $\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$   
 it isn't a redox reaction

Nota: oxidized atom = reducing agent; reduced atom = oxidizing agent

## Soluzioni capitolo 16

1 —

2 —

3 —

4 —

5 —

6 nel primo caso la lamina di zinco si ricopre di uno strato di rame metallico, mentre nel secondo caso non avviene alcuna reazione

7 immergendo la lamina di argento in una soluzione di un sale di zinco

8  $\text{Au}^{3+}$ ;  $\text{Ag}^+$ ;  $\text{Sn}^{2+}$

9 negativo

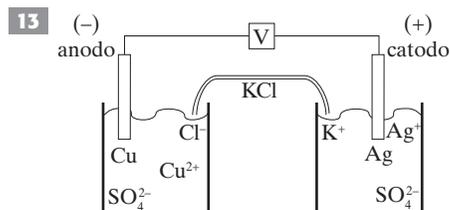
10 nel circuito interno gli anioni del ponte salino si liberano nella semicella anodica, mentre i cationi in quella del catodo; nel circuito esterno gli elettroni si muovono dall'anodo al catodo

11 cessa il trasporto di elettroni e si blocca la reazione, perché il circuito non è chiuso

12 anodo:  $\text{Mg}_{(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;

catodo:  $\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}_{(s)}$ ;

$\text{Mg}_{(s)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + \text{Fe}_{(s)}$

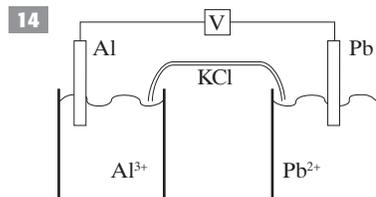


riduzione:  $\text{Ag}^+_{(aq)} + e^- \rightarrow \text{Ag}_{(s)}$ ;

ossidazione:  $\text{Cu}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;

$\text{Cu}_{(s)} + 2\text{Ag}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Ag}_{(s)}$ ;

$(-)\text{Cu}_{(s)} / \text{Cu}^{2+}_{(aq)} (1 \text{ M}) // \text{Ag}^+_{(aq)} (1 \text{ M}) / \text{Ag}_{(s)} (+)$



28

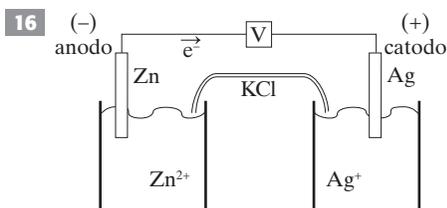
	$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$	$\text{Au}^{3+}/\text{Au}$	$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$	$\text{Pd}^{2+}/\text{Pd}$
$\text{Ag}^+/\text{Ag}$						+		+
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	+					+		+
$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	+	+		+		+	+	+
$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	+	+				+		+
$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$	+	+	+	+		+	+	+
$\text{Au}^{3+}/\text{Au}$								
$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$	+	+		+		+		+
$\text{Pd}^{2+}/\text{Pd}$						+		

anodo:  $\text{Al}_{(s)} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3e^-$ ;

catodo:  $\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}_{(s)}$ ;

$(-)\text{Al}_{(s)} / \text{Al}^{3+}_{(aq)} (1 \text{ M}) // \text{Pb}^{2+}_{(aq)} (1 \text{ M}) / \text{Pb}_{(s)} (+)$

15 costruendo l'anodo di alluminio, immerso in ioni  $\text{Al}^{3+}$ , e il catodo di stagno, immerso in ioni  $\text{Sn}^{2+}$



dall'anodo al catodo; i cationi al catodo e gli anioni all'anodo; riduzione:

$\text{Ag}^+_{(aq)} + e^- \rightarrow \text{Ag}_{(s)}$ ;

ossidazione:  $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;

$(-)\text{Zn}_{(s)} / \text{Zn}^{2+}_{(aq)} (1 \text{ M}) // \text{Ag}^+_{(aq)} (1 \text{ M}) / \text{Ag}_{(s)} (+)$

17 tutti quelli con  $E^\circ < -0,13\text{V}$

18 no, perché le reazioni spontanee sviluppano potenziali di cella positivi

19 a)  $\text{Au}^{3+}$ ; b)  $\text{MnO}_4^-$ ; c)  $\text{H}^+$ ; d)  $\text{Cu}^{2+}$

20 a) Co; b)  $\text{H}_2$ ; c) K; d) Cu<sup>+</sup>

21 anodo:  $\text{Cu}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;

catodo:  $\text{Ag}^+_{(aq)} + e^- \rightarrow \text{Ag}_{(s)}$ ;  $E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0,80\text{V}$

22 sarebbero tutti superiori di una quantità pari a +0,26V

23 a) 1,76V; b) 0,91V; c) 0,28V; d) 1,20V

24  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  oppure  $\text{O}_2$ , entrambi in ambiente acido

25 non esiste

26 perché dipende da come il suo valore di potenziale si posiziona rispetto a quello della coppia redox che gli viene associata. Nessuna coppia redox è univocamente solo ossidante o solo riducente

27 Ni; anodo:  $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;

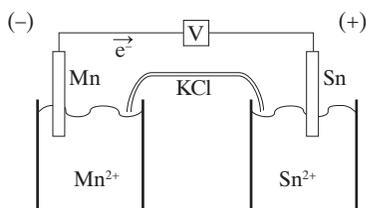
catodo:  $\text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}_{(s)}$ ;

$\text{Zn}_{(s)} + \text{Ni}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{Ni}_{(s)}$

29

	Ag <sup>+</sup> /Ag	Cu <sup>2+</sup> /Cu	Zn <sup>2+</sup> /Zn	Pb <sup>2+</sup> /Pb	Al <sup>3+</sup> /Al	Au <sup>3+</sup> /Au	Sn <sup>2+</sup> /Sn	Pd <sup>2+</sup> /Pd
Ag <sup>+</sup> /Ag						0,70V		0,15V
Cu <sup>2+</sup> /Cu	0,46V					1,16V		0,61V
Zn <sup>2+</sup> /Zn	1,56V	1,10V		0,63V		2,26V	0,62V	1,71V
Pb <sup>2+</sup> /Pb	0,93V	0,47V				1,63V		1,08V
Al <sup>3+</sup> /Al	2,46V	2,00V	0,90V	1,53V		3,16V	1,52V	2,61V
Au <sup>3+</sup> /Au								
Sn <sup>2+</sup> /Sn	0,94V	0,48V		0,01V		1,64V		1,09V
Pd <sup>2+</sup> /Pd						0,55V		

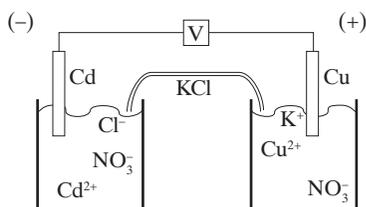
- 30**  $Mn_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)} \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)}$ ;  
 (-)  $Mn_{(s)} / Mn^{2+}_{(aq)} (1 M) // Sn^{2+}_{(aq)} (1 M) / Sn_{(s)} (+)$ ;  
 anodo:  $Mn_{(s)} \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;  
 catodo:  $Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn_{(s)}$ ;



dall'anodo;  $\Delta E^\circ = +1,04V$

- 31** perché corrispondono ad un valore di  $\Delta G^\circ$  negativo  
**32**  $2Cr_{(s)} + 3Co^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2Cr^{3+}_{(aq)} + 3Co_{(s)}$   
**33**  $2MnO_4^- + 16H^+ + 10I^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5I_2$   
**34** sì  
**35** perché  $Cl_2$  è in grado di ossidare  $Br^-$ , mentre  $I_2$  no  
**36** +0,60 V  
**37** +1,92 V;  $-3,71 \times 10^5 J$   
**38** +0,51 V;  $-9,84 \times 10^4 J$   
**39** Au; +1,76 V;  $-1,02 \times 10^6 J$   
**40** a) +0,12 V;  $-2,32 \times 10^4 J$ ;  
 b) +0,19 V;  $-3,67 \times 10^4 J$ ;  
 c) +0,79 V;  $-1,52 \times 10^5 J$

- 41** anodo:  $Cd_{(s)} \rightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;  
 catodo:  $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ ;  
 $Cd_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$ ;



diminuisce di 4,17 g;  $4,47 \times 10^{22} e^-$

- 42** +0,76 V  
**43** +0,080 V  
**44** +1,06 V

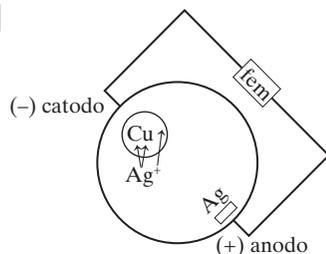
- 45** minore di 1 M;  
 $-0,57 = -0,45 - 0,059 \frac{1}{2} \times \log(1/[Fe^{2+}])$

- 46** le reazioni di ossido-riduzione  
**47** —  
**48** —  
**49** il fluoro  
**50** Cu  
**51** l'acqua salata ha grande conducibilità e funge da ponte salino della cella elettrochimica ferro-ossigeno

- 52** no  
**53** considerando la reazione tra Fe e H<sup>+</sup>:  
 $2H^+_{(aq)} + Fe_{(s)} \rightarrow H_{2(g)} + Fe^{2+}_{(aq)}$   
**54** perché manca la soluzione elettrolitica costituita dall'acqua  
**55** perché il metallo, l'acqua e l'ossigeno in essa disciolto costituiscono una pila  
**56** l'acqua distillata, essendo in piccolissima parte ionizzata, non conduce la corrente elettrica, è quindi necessario aggiungere in elettrolita

- 57**  $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$   
**58** anodo:  $2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$ ;  
 catodo:  $Ca^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Ca_{(s)}$   
**59** al catodo il pH diventa più basico, mentre all'anodo diventa più acido  
**60** 2 : 1  
**61** anodo:  $2Br^-_{(aq)} \rightarrow Br_{2(g)} + 2e^-$ ;  
 catodo:  $K^+_{(aq)} + e^- \rightarrow K_{(s)}$ ;  
 $2Br^-_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} \rightarrow Br_{2(g)} + 2K_{(s)}$   
**62** all'anodo: Br<sup>-</sup>; Cl<sup>-</sup>; F<sup>-</sup>;  
 al catodo: Mg<sup>2+</sup>; Ca<sup>2+</sup>; K<sup>+</sup>  
**63**  $E^\circ > -0,83V$ ;  
 $E^\circ < +1,23V$   
**64** catodo: si deposita Ag;  
 anodo: si libera ossigeno  
**65** catodo: Ca;  
 anodo: I<sub>2</sub>

66



polo negativo;  $\text{Ag}^+_{(aq)} + e^- \rightarrow \text{Ag}_{(s)}$

67 anodo:  $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4e^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ;

catodo:  $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

68 anodo:  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$ ;

catodo:  $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$

69 Le impurezze costituite dai metalli meno nobili, ossidandosi, restano in soluzione; quelle costituite da metalli più nobili precipitano con formazione dei cosiddetti fanghi anodici (si depositano presso l'anodo). La differenza di potenziale fra gli elettrodi deve assumere particolari valori. Durante l'elettrolisi, il rame si ossida all'anodo e si riduce al catodo depositandosi sulla lamina.

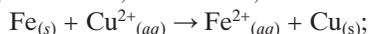
## REVIEW

1 nulla; che la lamina di Zn si ricopre di Ni

2 a)

3 perché Al si ossida ad  $\text{Al}^{3+}$ , dal sapore sgradevole

4 anodo: Fe; catodo: Cu;



dall'anodo al catodo;

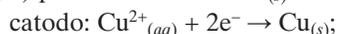
$\text{K}^+$  verso il catodo e  $\text{NO}_3^-$  verso l'anodo;



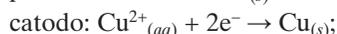
fem = +0,79 V

5 a) +0,59 V; b) +0,95 V; il potenziale aumenta all'aumentare della  $[\text{Fe}^{3+}]$ , perché la reazione di riduzione è favorita

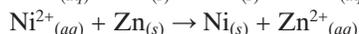
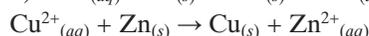
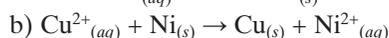
6 a) pila Ni/Cu anodo:  $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;



pila Zn/Cu anodo:  $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;



pila Zn/Ni anodo:  $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ;



c) +0,60 V; +1,10 V; +0,50 V;

d)  $-1,16 \times 10^5 \text{ J}$ ;  $-2,12 \times 10^5 \text{ J}$ ;  $-9,65 \times 10^4 \text{ J}$

70  $1\text{mol}_{e^-}$ ;  $3\text{mol}_{e^-}$

71  $5,00\text{mol}_{\text{Al}}$ ;  $4,00\text{mol}_{\text{Cr}}$

72  $0,20\text{mol}_{e^-}$ ;  $0,30\text{mol}_{e^-}$

73 anodo:  $2\text{Cl}^-_{(aq)} \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2e^-$ ;  
 catodo:  $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ ;  $6,26\text{L}$  di  $\text{Cl}_2$

74  $16,8\text{L}$

75  $1,52\text{g}$

76 25 minuti

77  $2,0 \times 10^{22}$  ioni Zn;

$4,0 \times 10^{22}$  ioni Ag;

$1,3 \times 10^{22}$  ioni Al

78  $38\text{g}$

79  $39\text{g}$  di  $\text{Cl}_2$  e  $26\text{g}$  di Na

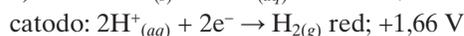
80  $26\text{g}$  di  $\text{Cl}_2$  e  $6,7\text{g}$  di Al

81  $0,33\text{A}$

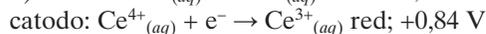
82  $2,8 \times 10^3\text{C}$

83 +3

7 a) anodo:  $\text{Al}_{(s)} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3e^-$  OX,



b) anodo:  $\text{Fe}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Fe}^{3+}_{(aq)} + e^-$  OX,



8  $0,28\text{g}$

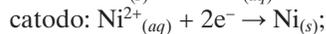
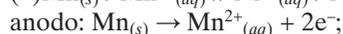
9  $5,5 \times 10^{-3}\text{g}$

10  $1,5\text{L}$

11  $3,0\text{h}$

12 35 minuti

13  $(-)\text{Mn}_{(s)} / \text{Mn}^{2+}_{(aq)} // \text{Ni}^{2+}_{(aq)} / \text{Ni}_{(s)} (+)$ ;



+0,92 V;  $-1,8 \times 10^5 \text{ J}$

14  $\text{O}_{2(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ;

+1,23 V;  $-4,7 \times 10^5 \text{ J}$

15 oxidation

16 The value  $E^\circ = -0,76\text{V}$  represents the electromotive force of the half cell  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  compared to the standard electrode  $\text{H}^+/\text{H}_2$ .

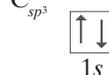
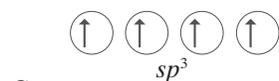
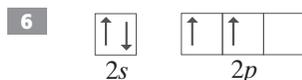
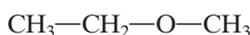
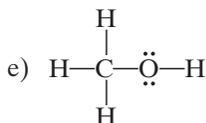
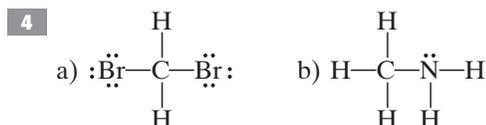
## Soluzioni capitolo 17

- 1 a)  $sp^3$   
b)  $sp^2$   
c)  $sp$

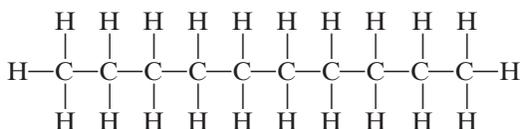
2 b, e

3

ibridazione	legami	geometria
$sp^3$	4 $\sigma$	tetraedrica
$sp^2$	3 $\sigma$ e 1 $\pi$	trigonale planare
$sp$	2 $\sigma$ e 2 $\pi$	lineare



7 sì; ciclico



142,276g/mol

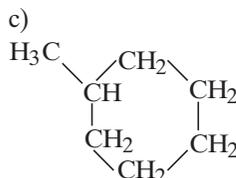
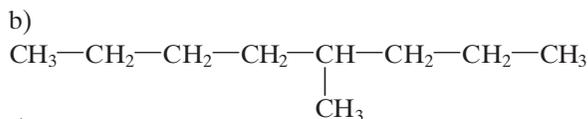
9 la rotazione sarà facilitata da temperature maggiori

10  $\text{C}_9\text{H}_{18}$

11 perché vorrebbe angoli di  $109,5^\circ$ , mentre il ciclopropano impone angoli di  $60^\circ$

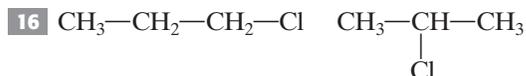
12 7

13



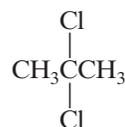
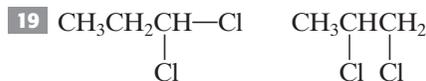
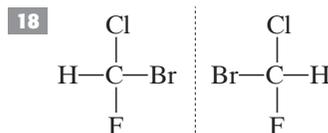
14 coassiale: il legame avviene lungo la congiungente i due nuclei; sezione circolare: l'orbitale di legame presenta una sezione a forma di cerchio;  $sp^3$ ; sì, perché i legami sono liberi di ruotare formando diverse configurazioni

15 a) le prime due; b) tutte e tre; c) le prime due; d) la prima e la terza

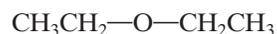
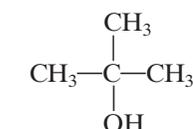
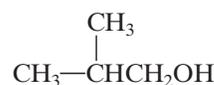
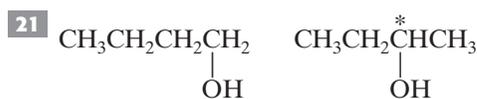


isomeria di posizione

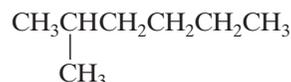
17 sì; no

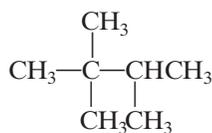
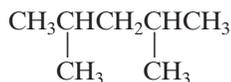
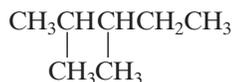
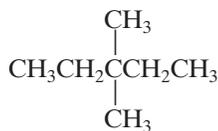
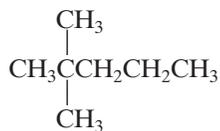
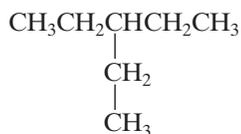


20 4



il secondo

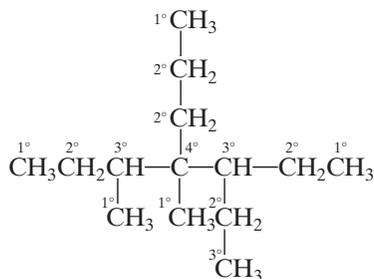




23 2-metilpropile

24 sì; no

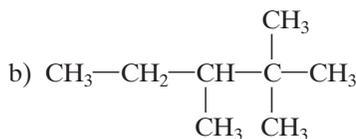
25



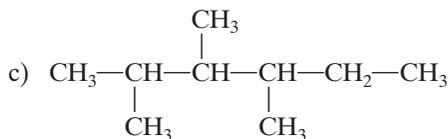
numerazione errata: 3-etil-4,5-dimetil-4-*n*-propileptano

26 a)  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  2-metilpropano

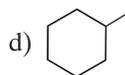
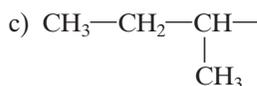
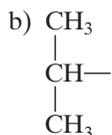


2,2,3-trimetilpentano



2,3,4-trimetilesano

27 a)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$



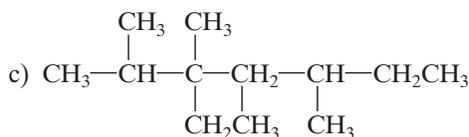
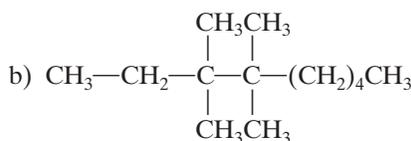
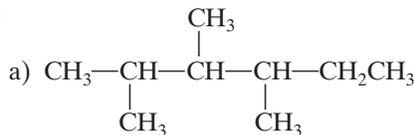
28 a) 3-etil-2,3-dimetilpentano

b) 2,2-dimetilbutano

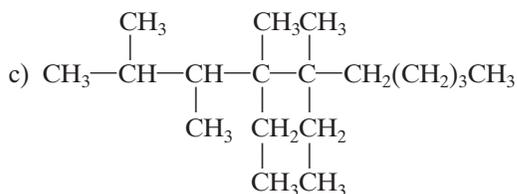
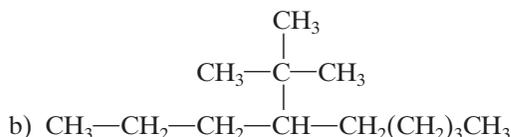
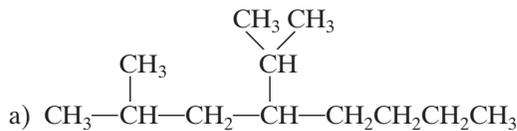
c) 2, 3, 4-trimetilpentano

d) 2, 2, 3, 3-tetrametilpentano

29



30



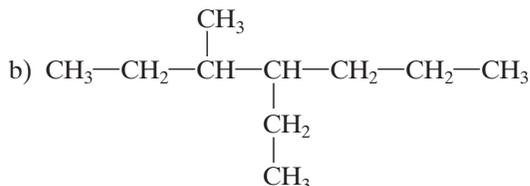
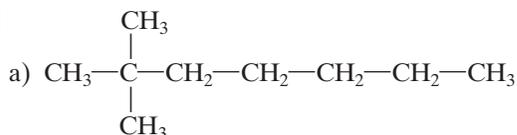
31 a) etilcicloesano

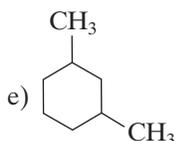
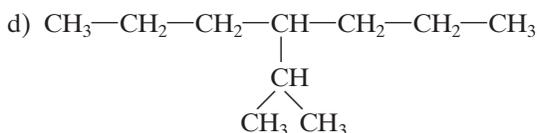
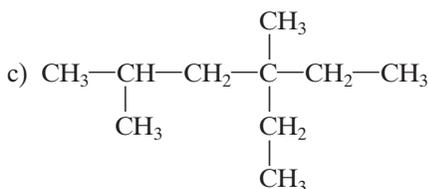
b) metilciclopentano

c) metilciclopropano

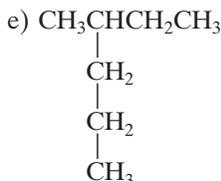
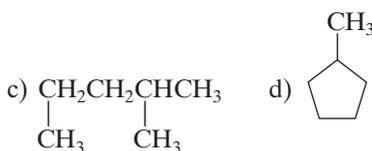
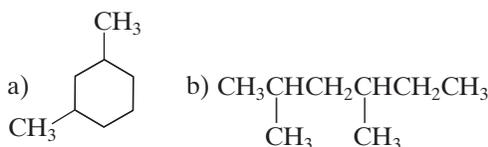
d) metilciclobutano

32



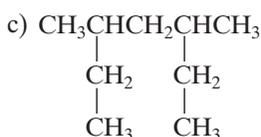
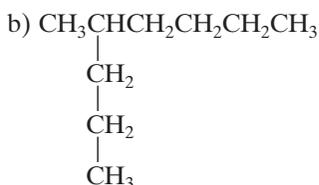
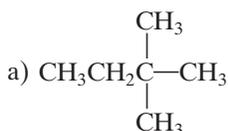


33



a) numerazione errata: 1,3-dimetilcicloesano; b) manca "di": 2,4-dimetilnesano; c) non è la catena più lunga: 2-metilpentano; d) non serve l'1-: metilciclopentano; e) non è la catena più lunga: 3-metilnesano

34



a) numerazione errata: 2,2-dimetilbutano  
b) non è la catena più lunga: 4 - metilottano  
c) non è la catena più lunga: 3,5-dimetileptano

35

no

36

le reazioni di sostituzione e di combustione

37

a)  $\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{HBr}$

b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$   
(oppure  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCH}_3 + \text{HCl}$ )

38

perché le ramificazioni rendono la struttura simmetrica e compatta

39

le molecole dell'acqua sono vincolate le une alle altre da legami a idrogeno; tra quelle del metano, invece, agiscono deboli forze di London

40

le lunghe catene apolari sono idrofobiche

41

da -4 a +4; da -4 a +2

42

$\text{CH}_3\text{Br}$ ;  $\text{CH}_2\text{Br}_2$ ;  $\text{CHBr}_3$ ;  $\text{CBr}_4$

43

2,2-dimetilbutano;  
3-metilpentano;  
*n*-esano;  
*n*-eptano

44

perché tra le lunghe catene idrocarburiche si instaura un numero maggiore di interazioni intermolecolari

45

perché per avviare la reazione è necessario spezzare il legame tra gli atomi di cloro in  $\text{Cl}_2$

46

i composti lineari hanno punti di ebollizione maggiori dei loro isomeri ramificati

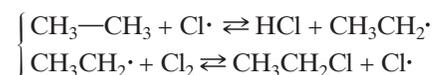
47

—

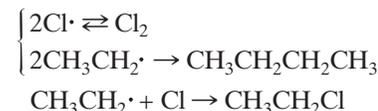
48

INIZIO  
 $\text{Cl}-\text{Cl} \rightarrow 2\text{Cl}\cdot$

PROPAGAZIONE



FINE



da questo tipo di reazione si possono ottenere prodotti variamente alogenati, per esempio:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{Cl}\cdot \rightarrow \text{CH}_3\text{CHCl}\cdot + \text{HCl}$ ;  $\text{CH}_3\text{CHCl}\cdot + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHCl}_2 + \text{Cl}\cdot$ ; etano variamente sostituito, da un minimo di 1 atomo di cloro a 6 atomi di cloro

49

l'ossigeno si lega ai radicali presenti, impedendo la propagazione della reazione di clorurazione

50

*sp*

51

—

- 52 a)  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}-\text{CH}_3$   
 2,3-dimetil-1-butene
- b)  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 2,3-dimetil-2-pentene
- c)  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_3$   
 3,4-dimetil-2-pentene

53 —

54 —

55 —

56 no

- 57 a) 1,2-dimetilciclopentano;  
 b) 3-metilesano;  
 c) 3-metileptano

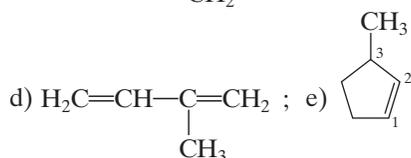
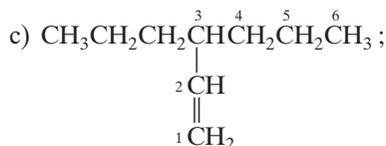
58 perché il propene presenta due atomi uguali sul C-1

59 cis-1,2-dicloroetene; trans-1,2-dicloroetene

60 perché il legame  $\pi$ , dato dalla sovrapposizione laterale di due orbitali p, è più debole del legame  $\sigma$ , che si forma per sovrapposizione coassiale

61 elettrofili: a, e, f; nucleofili: b, c, d

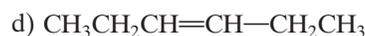
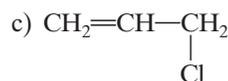
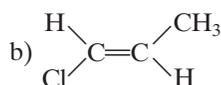
- 62 a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$ ; b)  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ ;



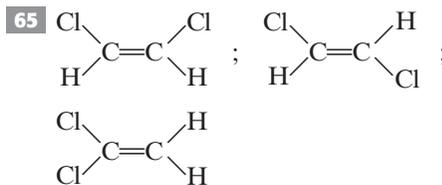
- a) numerazione errata: 1-butino; b) numerazione errata: 4-metil-2-pentene; c) catena principale senza l'insaturazione: 3-propil-1-esene; d) numerazione errata: 2-metil-1,3-butadiene; e) numerazione errata: 3-metilciclopentene

- 63 a)  $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$   
 b)  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   
 c)  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$

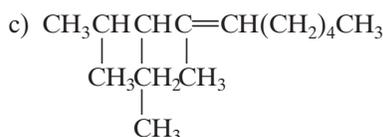
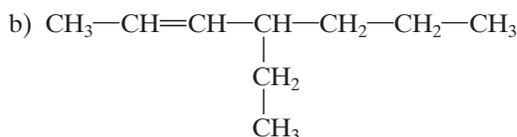
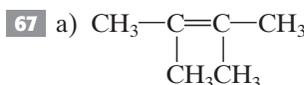
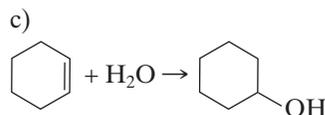
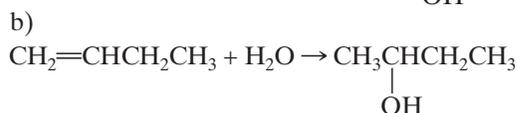
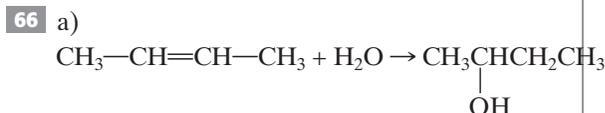
- 64 a)  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$



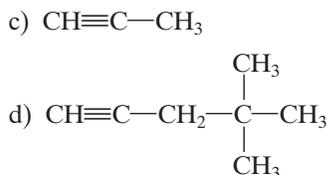
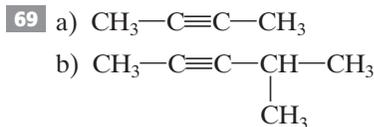
- a) no; b) sì; c) no; d) sì



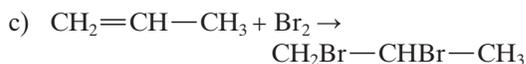
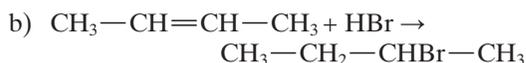
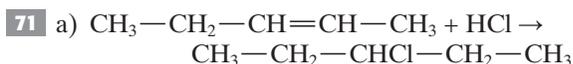
cis-polare; trans-apolare

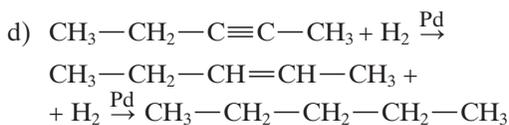


- 68 a) 2-pentino  
 b) 3-metil-1-butino  
 c) 2-pentino  
 d) 5-cloro-1-pentene

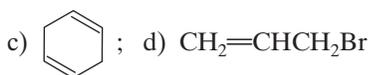
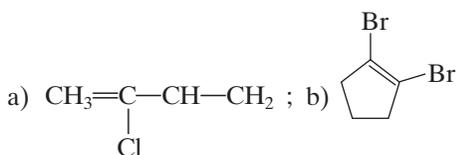


- 70 a) addizione di  $\text{H}_2\text{O}$  al 2-metilpropene;  
 b) addizione di  $\text{HBr}$  al propene





72



73

- a) 3-bromo-2-metil-2-pentene;  
 b) 3,3-dimetil-1-butene;  
 c) 3,3-dimetil-1-butino;  
 d) 2-metil-1,3-butadiene

74

—

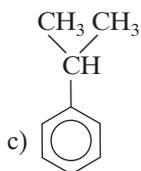
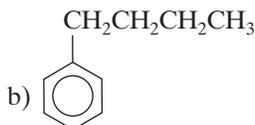
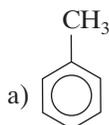
75



76

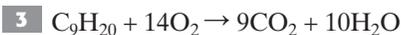
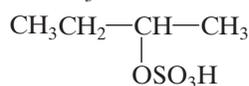
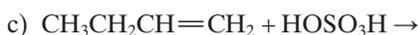
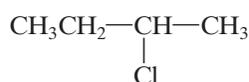
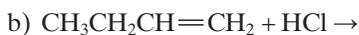
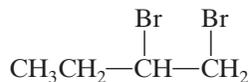
—

77



REVIEW

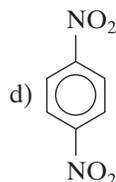
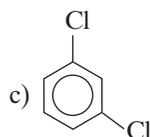
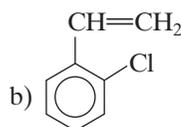
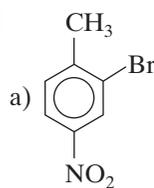
1 a



78 si delocalizzano sull'anello, neutralizzando la carica positiva

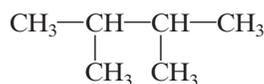
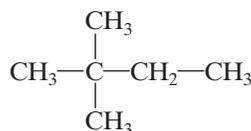
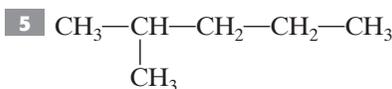
79 Secondo la regola di Hückel, il cicloottatetraene non è un composto aromatico. Alla stessa formula bruta corrisponde lo stirene (pag. 498), composto aromatico

80



81  $\text{SO}_3\text{H}^+$ ; sì; quando  $\text{SO}_3\text{H}^+$  cede un  $\text{H}^+$  a  $\text{HSO}_4^-$

4 d



6 d); è l'unico alcano



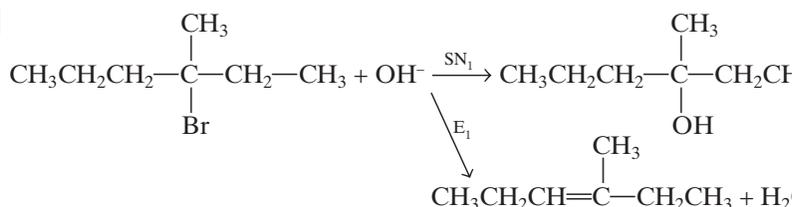
## Soluzioni capitolo 18

1 —

- 2 a) —OH           alcoli  
 b) —NH<sub>2</sub>        ammine  
 c) —COOH        acidi carbossilici  
 d) —CHO         aldeidi  
 e) —Cl           alogenuri  
 f) —O—         eteri  
 g) —COOR       esteri  
 h) —CO—        chetoni

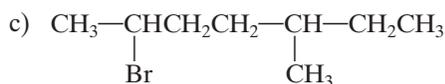
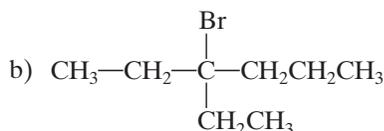
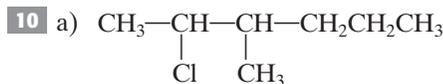
3 alcoli; aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, esteri, ammidi; sì, acidi carbossilici, esteri; ammidi e ammine; —X (alogeno)

6

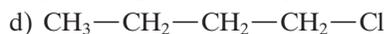


7 2 legami C—H e C—X; il C fornisce i 2e<sup>-</sup> del legame che formava con l'idrogeno

8 perché aumenta la loro elettronegatività e quindi diminuisce la tendenza a cedere gli elettroni liberi

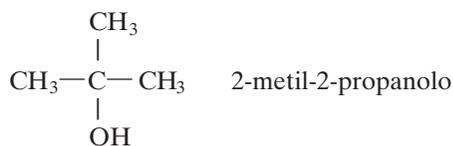
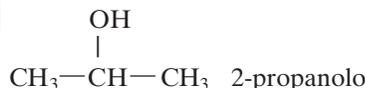


per l'alogenuro in b), perchè è terziario



12 maggiori; no

13

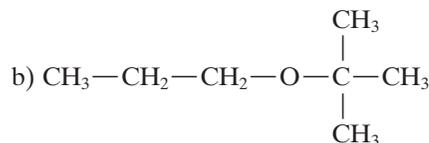


- 14 a) primario, metanolo;  
 b) primario, etanolo;  
 c) secondario, 2-butanolo;

- 4 a) F—CH<sub>2</sub>—F;  
 b) CH<sub>3</sub>—CH<sub>2</sub>—CH<sub>2</sub>—CH<sub>2</sub>—OH;  
 c) CH<sub>3</sub>—CH<sub>2</sub>—O—CH<sub>2</sub>—CH<sub>3</sub>;  
 d) CH<sub>3</sub>—CH<sub>2</sub>—CHO;  
 e) CH<sub>3</sub>—CO—CH<sub>2</sub>—CH<sub>2</sub>—CH<sub>3</sub>;  
 f)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$  e  
 $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$

5 perchè possiede ancora un doppietto elettronico non condiviso

- d) terziario, 2-metil-2propanolo;  
 e) alcol bivalente o diolo, con una funzione alcolica primaria e una secondaria, 1-3-butan-diolo

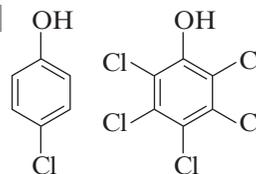


16 perchè il metanolo forma legami a idrogeno che rendono superiore il suo punto di ebollizione

17 a

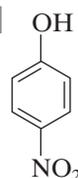
18  $sp^3; sp^2$

19



20 2-metilfenolo, alcol benzilico; etilmetiletere

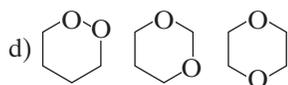
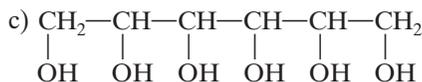
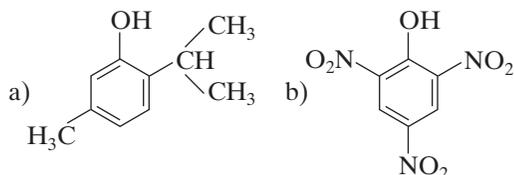
21



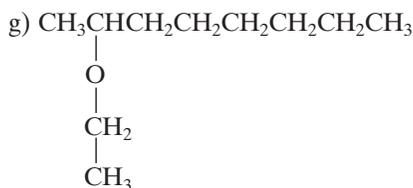
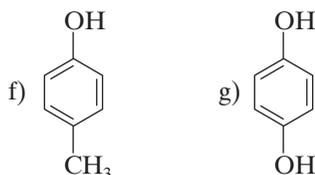
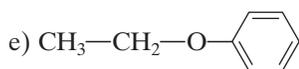
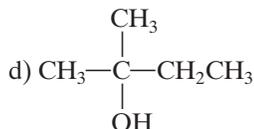
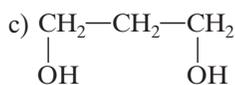
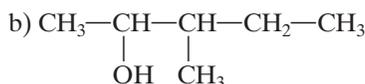
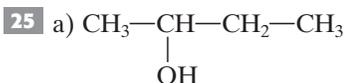
ha acidità minore perché possiede un solo gruppo NO<sub>2</sub> in grado di stabilizzare la carica negativa di O<sup>-</sup>, per effetto induttivo

**22** il fenolo è più acido perché la carica negativa di O<sup>-</sup> è stabilizzata dall'anello aromatico

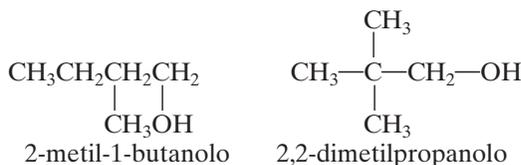
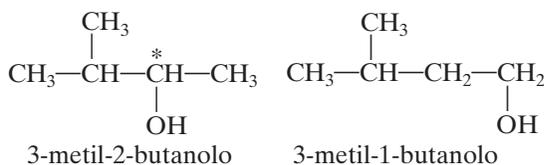
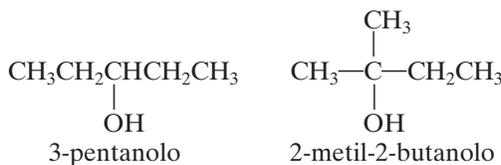
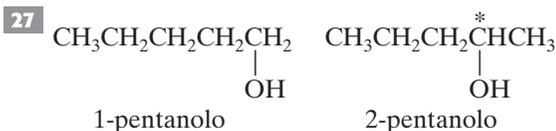
**23**



**24** a) 5-metil-3-esanolo; b) 2-metilcicloesano; c) etilisopropiletero; d) ciclopentilmetiletero



**26** meno acido; respingerli; sarà più acido



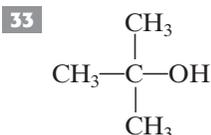
**28** a) ciclopentene; b) 1-metilciclopentene

**29** l'alcol etilico; aldeide acetica e acido acetico

**30** primario

**31** 2-esanone,  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

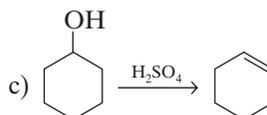
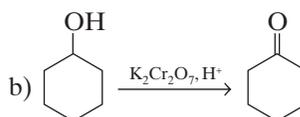
**32** 1-butanolo



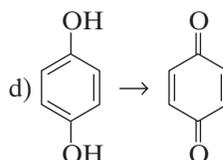
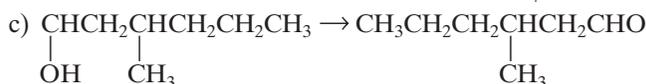
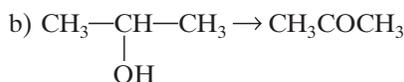
**34**  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (n.o. 0);  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  (n.o. -2);  $\text{CO}_2$  (n.o. +4); la reazione di disproporzione causa la riduzione e l'ossidazione degli atomi di carbonio

**35**  $\text{CH}_4$ ;  $\text{CH}_3\text{OH}$ ;  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$  e benzene; grafite e  $\text{CH}_2\text{O}$  e  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ;  $\text{HCOOH}$  e  $\text{CO}$ ;  $\text{CO}_2$

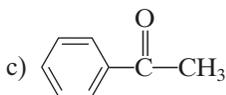
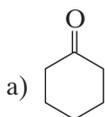
**36** a)  $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}^-\text{Na}^+ + \text{H}_2$



**37** a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

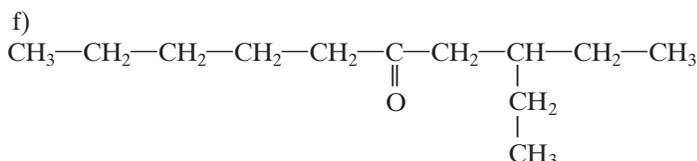
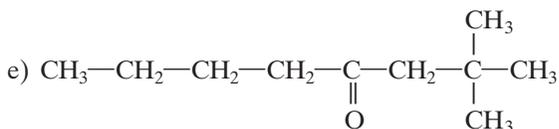
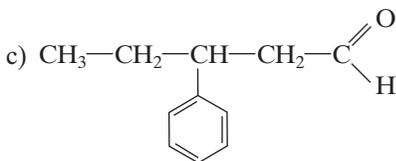
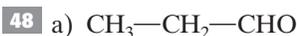


38



39 perché la posizione 2 è l'unica possibile per il gruppo chetonico

40 metilpropanale; 3-pentanone



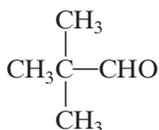
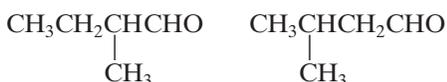
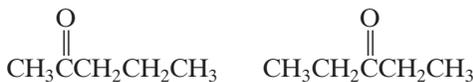
49 a) 2-bromo-3-pentanone;

b) cicloesanonone;

c) 2,3-dimetilbutanale;

d) 3-metil-2-butanone

50



41 acido butanoico

42 perché quell'idrogeno non è legato a un atomo con elevata elettronegatività

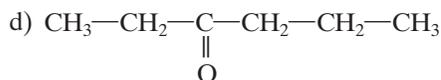
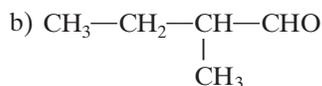
43 sì, saranno solubili solo quelle con corte catene carboniose

44 *n*-pentano; butanale; 1-butanolo; sono via via più forti le interazioni intermolecolari

45 carbonio; ossigeno

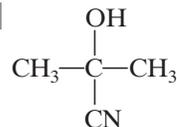
46  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} + 2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$   
(propanale + etanolo)

47  $\text{H}_3\text{CO—CH—OCH}_3$



2-pentanone; 3-pentanone; 3-metil-2-butanone; pentanale; 2-metilbutanale; 3-metilbutanale; 2,2-dimetilpropanale

51



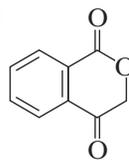
52 l'acido etanoico

53 a

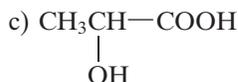
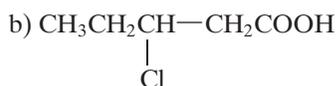
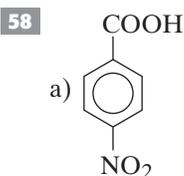
54 3

55 quello dell'acido *p*-clorobenzoico, perché l'atomo di cloro è elettrone-attrattore e stabilizza l'O<sup>-</sup> per effetto induttivo

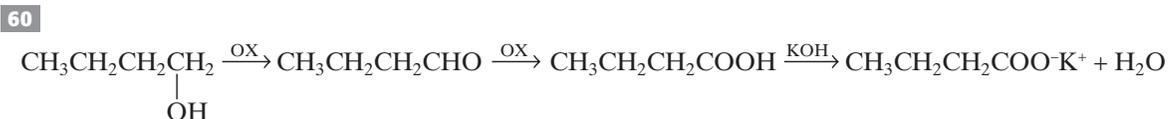
56



- 57 a) acido 4,4-dimetilpentanoico; b) acido 4,5-dimetilesanoico; c) acido 3-clorobenzoico



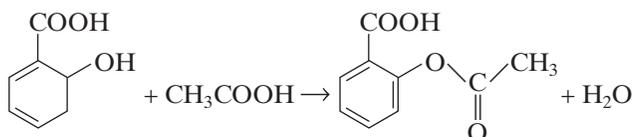
- 59 perché non libera ioni  $\text{H}^+$



- 61 acidi carbossilici a lunghissima catena non ramificata con numero pari di atomi di carbonio

- 62 metanolo e acido propanoico

- 63 l'OH

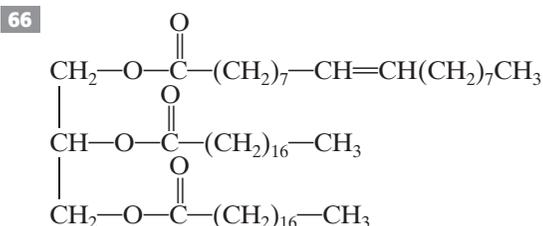


- 64  $\text{RCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{RCOOH} + \text{OH}^-$

- 65 a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-\text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{OH}$ ;

- b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH}$ ;

- c)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$



- 67 l'azoto è legato rispettivamente a una, due o tre catene carboniose

- 68 la presenza del doppietto elettronico non condiviso dell'azoto

- 69 perché l'ossigeno è più elettronegativo dell'azoto

- 70 a)  $\text{CH}_3\text{—NH—C}_6\text{H}_5$

- b)  $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{NH}_2)\text{—CH}_3$

- c)  $\text{N}(\text{CH}_3)_3$

- 71 a parità di massa molecolare, ha punto di ebollizione maggiore l'alcol perché forma legami a

idrogeno più forti rispetto a quelli dell'ammina e alle interazioni deboli del propano

- 72 maggiore, perché i gruppi metilici stabilizzano la carica positiva sull'azoto dello ione dimetilammonio, per effetto elettron-repulsore

- 73 acido metanoico

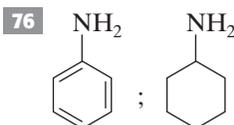
- 74 a) 2-propanammina (o isopropilammina);

- b) trimetilammina;

- c) 3,5-dibromoanilina;

- d) 1,5-pentandiammina

- 75 l'effetto elettron-attrattore del Cl destabilizza ulteriormente la carica positiva sull'azoto

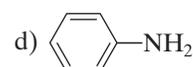
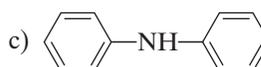


l'anilina ha minor basicità, perché il doppietto elettronico dell'azoto è meno disponibile perché condiviso con l'anello aromatico

- 77 a)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ; b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ ; c)  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$

- 78 si forma un sale solubile in acqua

- 79 a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{—N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$     b)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3$

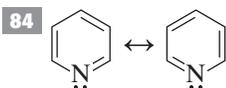


- 80 —

81 perché contengono l'azoto, che mostra proprietà basiche grazie al doppietto elettronico non condiviso

82 La purina si compone di due anelli aromatici. Al sistema aromatico partecipa un solo atomo di azoto dell'anello pentatomico (imidazolico), con la propria coppia elettronica solitaria.

83 piridina



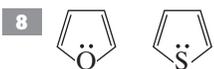
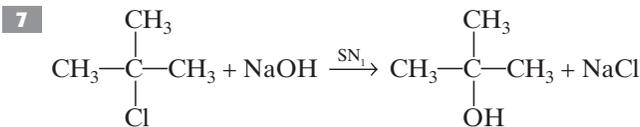
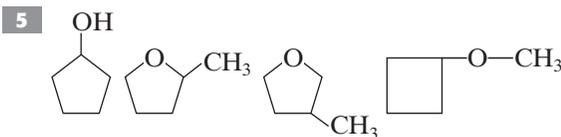
REVIEW

1  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ ;  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ ;  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$

2 L'acidità del fenolo è dovuta alla delocalizzazione per risonanza sull'anello benzenico, della carica negativa dello ione fenossido. Lo ione, reso più stabile, ha minore attitudine a riacquistare il protone.

3 dietilere, pentano, butilamina, 1-butanol

4 la toluidina, perché si trasforma in un sale di ammonio, solubile in acqua



furano tiofene  
sì, perché possiede  $6e^-$  delocalizzati; sì

9 no; sì, è indifferente e non è possibile saperlo dalla formula bruta

10 la formazione del carbocatione



12 1-butanol; le forze attrattive fra le catene idrocarburiche diminuiscono di intensità all'aumentare delle ramificazioni

13 le catene alchiliche del chetone creano un maggiore impedimento, inoltre esercitano un effetto elettron-repulsore che diminuisce la reattività del gruppo carbonile

85 sì, è la piridina

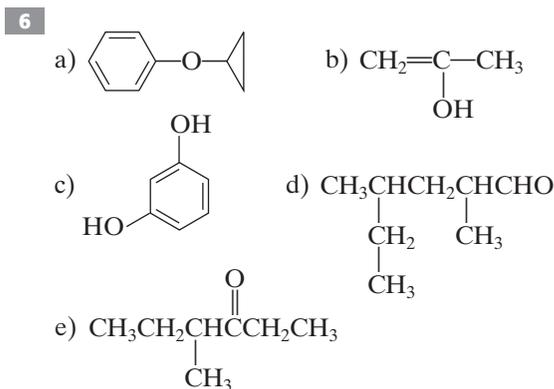
86 —

87 in una reazione di polimerizzazione per addizione sì, grazie alla presenza dell'insaturazione, a patto di disporre di un iniziatore radicalico

88  $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ ;  
 $\text{HOCH}_2-\text{C}_6\text{H}_{10}-\text{CH}_2\text{OH}$

89 —

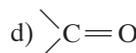
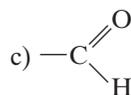
90 —



a) ordine alfabetico, ciclopropilfenilere;  
b) 2-propenolo;  
c) numerazione errata, 3-idrossifenolo;  
d) 2-etil-4-metilpentale;  
e) numerazione errata, 4-metil-3-esanone

14 a) acido-base;      b) ossidazione;  
c) sostituzione nucleofila;      d) esterificazione

15 a) —OH  
b) —COOH

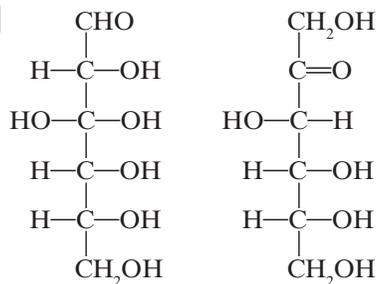


16 addition polymerization and polycondensation

17 butanol is an alcohol which comes from butane, but it is characterized by the functional group OH: this makes butanol more acid than butane and with a higher boiling point

## Soluzioni capitolo 19

1 sono la prima fonte di energia

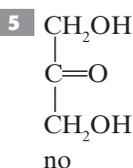


D-glucosio

D-fruttosio

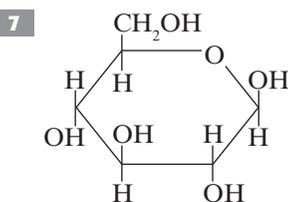
3 l'atomo di carbonio chirale più lontano dal gruppo aldeidico o chetonico

4 a)  $\alpha$ -D-glucosio; b)  $\alpha$ -D-glucosio; c)  $\beta$ -D-glucosio; d)  $\alpha$ -D-glucosio;

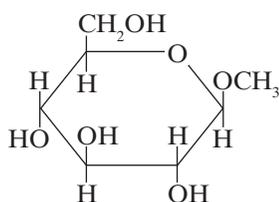


no

6 no, perché la configurazione assoluta è indipendente dal verso di rotazione della luce polarizzata



$\beta$ -D-glucosio



metil- $\beta$ -D-glucoside

8 1,4- $\beta$ -glicosidico

9 perché hanno immagini speculari, non sovrapponibili

10 perché non sono immagini speculari, isomeria di gruppo funzionale

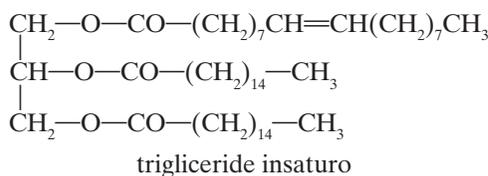
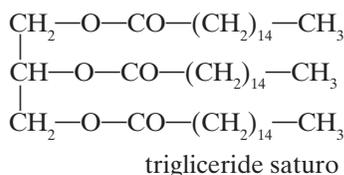
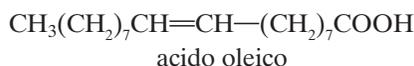
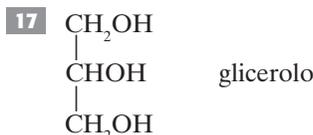
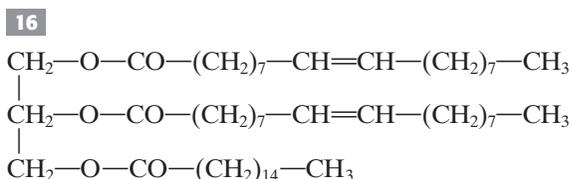
11 sono particolari isomeri ottici delle sole strutture cicliche dei monosaccaridi in cui il C-1 si unisce al C-5 e l'OH può trovarsi al di sopra o al di sotto della molecola

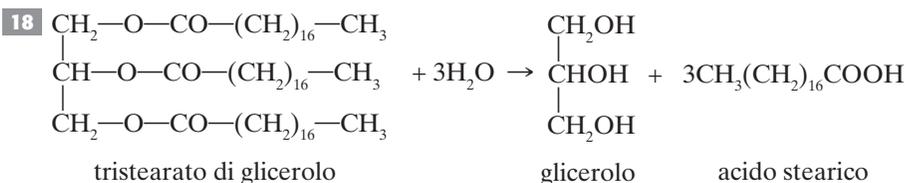
12 Si spezza il legame  $\pi$  fra ossigeno e carbonio e quest'ultimo, ibridizzato  $sp^3$ , lega a sé 4 atomi/grupi atomici diversi.

13 Il colesterolo è un componente essenziale delle membrane cellulari animali; è la sostanza di base per la sintesi della vitamina D, degli ormoni steroidei (tra cui il testosterone e il cortisone) e della bile, che favorisce l'assorbimento dei grassi alimentari a livello intestinale.

14 maggiore è il numero di insaturazioni, meno lineare è la catena idrocarburica; quindi è più difficile impacchettarla nello stato solido, che si forma a temperature inferiori

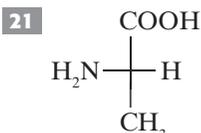
15 le due code formate da acidi grassi sono idrofobe, mentre la testa contenente il gruppo fosfato è idrofila





**19** i quattro anelli ciclici

**20** l'estremità N-terminale ha il gruppo NH<sub>2</sub> e ha caratteristiche basiche; l'estremità C-terminale ha il gruppo COOH e ha caratteristiche acide

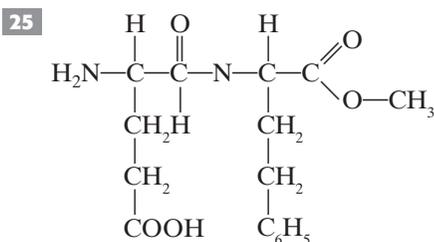


verso destra

**22** Phe

**23** perché si tratta di un gruppo ammidico nel quale la basicità del gruppo —NH<sub>2</sub> è bilanciata dall'acidità di —CO—

**24** 6; Val-Ala-Lys; Val-Lys-Ala; Ala-Val-Lys; Ala-Lys-Val; Lys-Ala-Val; Lys-Val-Ala



**26** la struttura primaria è la sequenza degli amminoacidi, la secondaria è la configurazione tridimensionale della catena

**27** no

**28** sì

**29** perché l'ambiente è acquoso e i radicali idrofobici riescono a posizionarsi nella parte interna della struttura globulare

**30** I composti citati impediscono la formazione di ponti disolfuro, che avviene per ossidazione di unità di cisteina. Essi contribuiscono a stabilizzare la struttura terziaria delle proteine, a cui si deve il ruolo biologico; di conseguenza, ne viene compromessa la funzione.

**31** Le proteine fibrose hanno forma allungata e sono insolubili in acqua. Le proteine globulari, di forma sferoidale, presentano sulla superficie gruppi idrofilici con cui stabiliscono interazioni con l'acqua. Alle prime spetta una funzione tipicamente strutturale, le altre svolgono ruoli diversi.

**32** è ad α-elica

**33** la solubilità diminuisce; l'acido glutammico era in superficie, mentre la valina dovrebbe essere all'interno, quindi cambia la struttura

**34** catalizzare le reazioni biologiche

**35** perché solo un determinato substrato interagisce con il sito attivo

**36** la parte dell'enzima implicata nella funzione catalitica

**37** No, anche la tripsina contiene un certo numero di unità di serina. Si può presumere che l'entità del danno sia diversa a seconda della posizione delle molecole di serina: se sono parte del sito attivo, la funzionalità dell'enzima viene certamente compromessa.

**38** Gli enzimi sono catalizzatori biologici, evolutisi all'interno dei sistemi viventi, per cui il loro pH ottimale è prossimo alla neutralità.

**39** gruppo fosfato - zucchero pentoso - base azotata

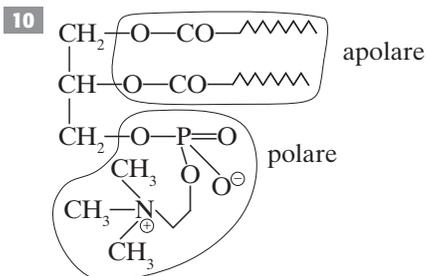
**40**

caratteristica	DNA	RNA
zucchero	deossiribosio	ribosio
base azotata	A-C-G-T	A-C-G-U
struttura	doppia elica	filamento singolo
collocazione	nel nucleo e nel citoplasma (mitocondri e cloroplasti hanno un DNA specifico)	nel nucleo e nel citoplasma
tipi esistenti	uno	tre: mRNA-tRNA-rRNA
funzione	custodisce le informazioni di un organismo	traduce il DNA in proteine

- 41 adenina e timina si appaiano con due legami a idrogeno; citosina e guanina con tre
- 42 trasmettere l'informazione genetica alle cellule figlie, generate per riproduzione cellulare
- 43 DNA: GATTACA; RNA: GAUUACA

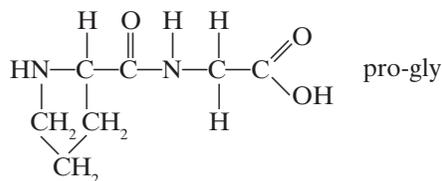
## REVIEW

- 1 I lipidi sono insolubili in acqua perché apolari, mentre la solubilità dei carboidrati e amminoacidi dipende dalla prevalenza dei gruppi idrofilici.
- 2 La sintesi proteica avviene nel citoplasma, grazie all'mRNA che si deposita sui ribosomi.
- 3 perché non ha una subunità costitutiva
- 4 una parte della molecola polare e una parte apolare
- 5 1550 kJ; 4000 kJ
- 6 Si legano per condensazione fra un carbossile e un gruppo amminico.
- 7 in presenza di vapore, la reazione di condensazione non procede, mentre è favorita la reazione di idrolisi
- 8 perché sono macromolecole
- 9 Uno solo dei due enantiomeri si adatta al sito attivo dell'enzima.



- 44 UCG
- 45 il DNA conserva le caratteristiche ereditarie dell'organismo, mentre l'RNA traduce queste informazioni in proteine, in grado di svolgere le funzioni richieste

- 11  $C_6H_{12}O_6$ ;  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ;  $(C_6H_{10}O_5)_n$
- 12 no, mancherebbe la zona polare della molecola e non si formerebbe il doppio strato



perché il radicale è apolare e tende a rivolgersi verso l'interno della struttura globulare

- 14 an enzyme is a particular protein which can catalyze biological reactions
- 15 proteins
- 16 DNA is responsible for the genetic information transmission and it contains information for protein synthesis

