

## **La materia**

### **1. La natura corpuscolare della materia, le leggi dei gas e la teoria cinetica dei gas**

E 0.1. Diffusione del cloruro d'idrogeno e dell'ammoniaca.

E 0.2. Dimensioni delle particelle d'acido oleico.

### **2. Le leggi di combinazione chimica e la teoria atomica e molecolare**

E 0.3. Reazione del magnesio con l'ossigeno.

E 0.4. Masse di volumi uguali d'ossigeno e d'azoto.

E 0.5. Reazione del magnesio con il cloruro d'idrogeno.

### **3. La struttura atomica, il legame chimico, le reazioni nucleari**

E 0.6. Carica elettrica del vetro e del cloruro di polivinile.

E 0.7. La radioattività naturale.

E 0.8. Il potere penetrante delle radiazioni nucleari.

**E 0.1. Diffusione del cloruro d'idrogeno e dell'ammoniaca****1. Scopo**

La velocità di diffusione dei gas varia da una sostanza all'altra.

**2. Materiale**

- sostegno, morsetto, pinza
- tubo di vetro 7 mm x 250 mm
- 2 turaccioli di sughero
- pinzetta
- riga
  
- cloruro d'idrogeno 32%
- ammoniaca 32%
- bambagia

**3. Procedimento**

1. Fissare, in modo orizzontale, il tubo di vetro al sostegno.
2. Bagnare due batuffoli di bambagia, l'uno con cloruro d'idrogeno, l'altro con ammoniaca.
3. Inserire i due batuffoli alle estremità del tubo di vetro e chiudere con i turaccioli.
4. Osservare l'anello di colore bianco ottenuto dalla reazione fra le due sostanze.
5. Misurare le distanze dalle estremità del tubo in cui si trova l'anello.
6. Calcolare il rapporto fra le distanze.

**4. Risultati**

L'ammoniaca diffonde più velocemente del cloruro d'idrogeno.

Distanza percorsa dall'ammoniaca	$d_1 = 14 \text{ cm}$
Distanza percorsa dal cloruro d'idrogeno	$d_2 = 10 \text{ cm}$
Rapporto fra le distanze	$d_1/d_2 = 1,4$

**Osservazioni**

Se la classe è numerosa, l'esperimento è svolto in modo dimostrativo.

L'equazione chimica della reazione è  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ .

Alla stessa temperatura le molecole dei due gas hanno la stessa energia cinetica:

$$\frac{1}{2} M_1 \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} M_2 \cdot v_2^2$$

dove  $M_1$  e  $M_2$  sono le masse molecolari,  $v_1$  e  $v_2$ , le velocità. Poiché la massa molecolare del cloruro d'idrogeno è 17,0 e quella dell'ammoniaca, 36,5, si ottiene:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = 1,45$$

**E 0.2. Dimensioni delle particelle d'acido oleico****1. Scopo**

L'ordine di grandezza di una particella d'acido oleico è 1 nm ( $10^{-9}$  m).

**2. Materiale**

- bacinella di plastica
- pipetta graduata 1 cm<sup>3</sup>
- riga
  
- etanolo
- soluzione d'acido oleico in etanolo 0,45%
- polvere di talco

**3. Procedimento**

1. Risciacquare la bacinella, riempirla d'acqua e cospargerne la superficie di polvere di talco.
2. Lasciar cadere una goccia d'etanolo: si ottiene una chiazza di breve durata a causa della rapida evaporazione dell'etanolo.
3. Lasciar cadere sulla superficie una goccia di soluzione d'acido oleico: si ottiene una chiazza persistente.
4. Misurare il diametro della chiazza.
5. Determinare il numero di gocce che si ottengono da 1 cm<sup>3</sup> di soluzione d'acido oleico.
6. Calcolare il volume d'acido oleico in una goccia di soluzione.
7. Calcolare lo spessore di una particella, ammettendo che la chiazza sia composta di un solo strato di particelle.

**4. Risultati**

Si ottiene una chiazza di circa 32 cm di diametro.

Poiché 1 cm<sup>3</sup> di soluzione d'acido oleico 0,45% corrisponde a 50 gocce, una goccia di soluzione contiene:

$$\left(\frac{0,45\text{g}}{100\text{g}}\right) \cdot \left(\frac{1\text{cm}^3}{50}\right) = 9,0 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^3$$

d'acido oleico.

Se ammettiamo che la chiazza sia formata di un solo strato di particelle, lo spessore di una particella è:

$$\frac{V}{A} = \frac{V}{r^2 \cdot \pi} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ cm} = 1 \text{ nm}$$

**Approfondimento**

Se ammettiamo che le particelle siano cubiche, il volume di una particella è:

$$V = l^3 = (1 \cdot 10^{-7} \text{ cm})^3 = 1 \cdot 10^{-21} \text{ cm}^3.$$

Poiché la densità dell'acido oleico è 0,9 g.cm<sup>-3</sup>, la massa di una particella è:

$$m = d \cdot V = 0,9 \text{ g.cm}^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-21} \text{ cm}^3 = 9 \cdot 10^{-22} \text{ g.}$$

Poiché la massa molare molecolare dell'acido oleico è 282 g/mol, il numero d'Avogadro è:

$$N_A = M/m = 282 \text{ g. mol}^{-1} / 9.10^{-22} \text{ g} = 3.10^{23} \text{ mol}^{-1} \equiv 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

**E 0.3. Reazione del magnesio con l'ossigeno****1. Scopo**

Quando gli elementi si combinano per formare composti, lo fanno secondo una composizione della massa costante.

**2. Materiale**

- sostegno, morsetto e triangolo di porcellana
- becco bunsen
- crogiuolo di porcellana con coperchio
- pinze
- bilancia ( $\pm 0,01$  g)
  
- nastro di magnesio

**3. Procedimento**

1. Pesare un crogiuolo di porcellana con coperchio, con l'approssimazione di 0,01 g.
2. Pesare circa 1 g di nastro di magnesio con la stessa precisione ( $\pm 0,01$  g).
3. Introdurre il magnesio nel crogiuolo e scaldare in modo forte alla fiamma.
3. Dopo circa 15 minuti togliere il coperchio e continuare a scaldare per altri 10 minuti.
4. Lasciare raffreddare, aggiungere 10 gocce d'acqua distillata e scaldare di nuovo il crogiuolo.
5. Determinare la massa del magnesio.
6. Determinare la massa dell'ossigeno combinato al magnesio.
7. Calcolare il rapporto fra le masse di magnesio e d'ossigeno.

**4. Risultati**

Massa del magnesio	$m_{\text{Mg}} = 0,94$ g
Massa dell'ossigeno	$m_{\text{O}} = 0,61$ g
Rapporto di combinazione	$m_{\text{Mg}}/m_{\text{O}} = 0,94$ g / $0,61$ g = 1,5

**Approfondimento**

Il numero di moli di magnesio combinate con l'ossigeno è:

$$n_{\text{Mg}} = m_{\text{Mg}}/M_{\text{Mg}} = 0,94 \text{ g} / 24,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 3,9\cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

Il numero di moli di ossigeno combinate con il magnesio è:

$$n_{\text{O}} = m_{\text{O}}/M_{\text{O}} = 0,61 \text{ g} / 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 3,8\cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

Poiché il rapporto fra le moli di magnesio e di ossigeno è  $n_{\text{Mg}}/n_{\text{O}} = 1$ , la formula chimica dell'ossido di magnesio è MgO.

**Osservazione**

L'equazione chimica che descrive la reazione è  $2 \text{Mg(s)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{MgO(s)}$ .

<b>E 0.4. Masse di volumi uguali d'ossigeno e d'azoto</b>
---

**1. Scopo**

Volumi uguali di ossigeno e d'azoto, alla stessa temperatura e pressione, hanno masse diverse.

**2. Materiale**

- siringa di plastica ( $200 \pm 5 \text{ cm}^3$ )
- bilancia ( $\pm 0,01 \text{ g}$ )
- termometro ( $\pm 1^\circ\text{C}$ )
- barometro ( $\pm 1 \text{ hPa}$ )
  
- bombola d'ossigeno
- bombola d'azoto

**3. Procedimento**

1. Misurare la massa della siringa vuota.
2. Riempire la siringa con  $200 \text{ cm}^3$  d'ossigeno.
3. Misurare la massa della siringa piena e determinare la massa «apparente» dell'ossigeno.
4. Determinare la massa «effettiva» dell'ossigeno aggiungendo al valore della massa «apparente» il valore della massa di  $200 \text{ cm}^3$  d'aria alle condizioni sperimentali (cfr. tabella 4.1).
5. Ripetere la prova con l'azoto.

**4. Risultati**

Masse di  $200 \text{ cm}^3$  di gas a 996 hPa e  $23^\circ\text{C}$ :

	ossigeno	azoto
valore accettato	0,259 g	0,227 g
valore medio trovato	0,26 g	0,22 g

**Osservazioni**

La siringa di plastica può essere sostituita con una bomboletta per spruzzare con la valvola invertita.

Secondo il principio di Archimede un oggetto immerso in un fluido riceve una spinta ( $F_A$ ) dal basso verso l'alto uguale al peso del fluido spostato:

$$F_A = m_{fl} \cdot g = V_{fl} \cdot d_{fl} \cdot g$$

In un fluido il peso effettivo ( $F_{ef}$ ) di un oggetto (di massa  $m$ ) è uguale alla somma del peso apparente ( $F_{ap}$ ) e della spinta di Archimede:

$$F_{ef} = F_{ap} + F_A = (m + V_{fl} \cdot d_{fl}) \cdot g$$

Nella misura della massa di un gas la spinta di Archimede è significativa e deve esser tenuta in conto.



Poiché  $pV = n.R.T$  e  $n = \frac{m}{M}$ , il valore accettato della massa d'ossigeno a 23°C e 996 hPa è:

$$m = \frac{M.p.v}{R.t} = \frac{32,0.10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1} . 9,96.10^4 \text{ Pa} . 2,00.10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J.K}^{-1} . \text{mol}^{-1} . 296 \text{ K}} = 0,259 \text{ g}$$

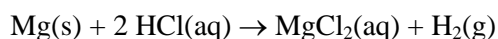
**Tabella 4.1. Densità dell'aria ( $\text{g/dm}^3$ ) a diverse temperature e pressioni**

Pressione [hPa]	Temperatura			
	15°C	20°C	25°C	30°C
850	1,03	1,01	1,00	0,98
860	1,04	1,02	1,01	0,99
870	1,05	1,03	1,02	1,00
880	1,07	1,05	1,03	1,01
890	1,08	1,06	1,05	1,02
900	1,09	1,07	1,06	1,04
910	1,10	1,08	1,07	1,05
920	1,12	1,09	1,08	1,06
930	1,13	1,10	1,09	1,07
940	1,14	1,12	1,10	1,08
950	1,15	1,13	1,12	1,09
960	1,16	1,14	1,13	1,10
970	1,18	1,15	1,14	1,12
980	1,19	1,16	1,15	1,13
990	1,20	1,18	1,16	1,14
1'000	1,21	1,19	1,18	1,15
1'010	1,22	1,20	1,19	1,16
1'020	1,24	1,21	1,20	1,17
1'030	1,25	1,22	1,21	1,18
1'040	1,26	1,24	1,22	1,20

<b>E 3.5. Reazione del magnesio con il cloruro d'idrogeno</b>
---

**1. Scopo**

Il magnesio solido reagisce con il cloruro d'idrogeno in soluzione acquosa per formare cloruro di magnesio in soluzione acquosa e idrogeno gassoso. L'equazione chimica della reazione è:

**2. Materiale**

- sostegno, pinza, morsetto
- buretta da gas ( $50 \pm 0,1 \text{ cm}^3$ )
- turacciolo di sughero con tacca verticale
- filo di rame  $0,1 \times 100 \text{ mm}$
- cilindro graduato  $250 \text{ cm}^3$
- riga ( $\pm 1 \text{ mm}$ )
- bilancia ( $\pm 0,01 \text{ g}$ )
- termometro ( $\pm 1^\circ\text{C}$ )
  
- nastro di magnesio
- cloruro d'idrogeno 6 M

**3. Procedimento**

1. Misurare la massa di un pezzo di magnesio lungo 100 cm.
2. Tagliare un pezzo di magnesio lungo 4,0 cm.
3. Avvolgere attorno al turacciolo il filo di rame e attaccarvi il pezzo di magnesio.
4. Introdurre nella buretta circa  $10 \text{ cm}^3$  di soluzione di cloruro d'idrogeno, aggiungere acqua fino all'orlo, chiudere la buretta con il turacciolo munito di magnesio.
5. Capovolgere la buretta nel cilindro graduato riempito a metà d'acqua.
6. Misurare il volume dell'idrogeno formatosi.
7. Determinare il numero di moli di magnesio e d'idrogeno.
8. Calcolare il rapporto fra le moli di magnesio e quelle d'idrogeno.

**4. Risultati**

Pressione atmosferica:	$p = 986 \text{ hPa}$
Temperatura:	$T = 24^\circ\text{C} = 297\text{K}$
Massa del nastro di magnesio ( $L' = 100 \text{ cm}$ ):	$m'_{\text{Mg}} = 1,10 \text{ g}$
Massa del magnesio ( $L = 4,0 \text{ cm}$ ):	$m_{\text{Mg}} = m'_{\text{Mg}} \cdot \frac{L}{L'} = \frac{1,10\text{g} \cdot 4,0\text{cm}}{100\text{cm}} = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ g}$
Quantità di magnesio:	$n_{\text{H}_2} = \frac{m}{M} = \frac{4,4 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,8 \text{ mol}$
Volume d'idrogeno:	$V_{\text{H}_2} = 43,0 \text{ cm}^3$
Quantità d'idrogeno:	$n_{\text{H}_2} = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{9,86 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 43,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 297 \text{ K}} = 1,72 \text{ mol}$

Rapporto fra le moli di Mg e H <sub>2</sub> :	$\frac{n_{\text{Mg}}}{n_{\text{H}_2}} = \frac{1,8\text{mol}}{1,72\text{mol}} \cong 1$
---	---

**E 0.6. Carica elettrica del vetro e del cloruro di polivinile****1. Scopo**

La carica elettrica è una proprietà fondamentale della materia; essa può essere positiva o negativa. Oggetti con cariche elettriche di segno opposto si attraggono; quelli con cariche elettriche di segno uguale si respingono.

**2. Materiale**

- sostegno, morsetto, pinza
- 2 bacchette di vetro o di polimetacrilato di metile (plexyglass)
- 2 bacchette di cloruro di polivinile (pvc)
- filo di seta
- panno di lana pura e asciutta
- becco bunsen

**3. Procedimento e risultati**

1. Strofinare con energia mediante un panno di lana una bacchetta di pvc e sospenderla in modo orizzontale mediante un filo o un perno verticale. Attendere che si fermi.
2. Strofinare una seconda bacchetta di pvc con la lana.
3. Avvicinare la seconda bacchetta alla prima.

Si osserva una repulsione. Chiamiamo negativa l'elettrizzazione assunta dall'ambra o dal pvc e concludiamo che due cariche di ugual tipo ovvero di ugual segno si respingono.

4. Strofinare ora una bacchetta di vetro ben asciutto (o di plexiglas) mediante un panno di lana e avvicinarla alla bacchetta di pvc ancora carica e sospesa.

Si osserva un'attrazione. Il vetro o il plexiglas si elettrizza di segno opposto a quello del pvc (negativo) e quindi in modo positivo.

**Approfondimento**

Le uniche cariche mobili nei solidi sono quelle negative degli elettroni. Caricare in modo negativo un corpo solido significa quindi cedergli elettroni in più di quelli necessari a mantenerlo neutro, compensando le cariche positive dei nuclei degli atomi. Caricare in modo positivo un corpo consiste invece togliergli elettroni.

Il vetro (asciutto) e il plexiglass si elettrizzano positivamente per asportazione di elettroni. Il pvc e la maggior parte delle resine sintetiche e i metalli catturano elettroni se strofinati con la lana; questa si elettrizza positivamente cedendo elettroni alle sostanze nominate, che si caricano negativamente.

**Osservazioni**

La sospensione delle bacchette deve essere applicata in un punto del corpo più alto del baricentro, altrimenti il sistema è instabile e diventa praticamente impossibile mantenere in un piano orizzontale il corpo allungato.

Negli esperimenti di elettrostatica è quasi sempre indispensabile che il sostegno sia isolante almeno per un certo tratto: tra il corpo su cui si esperimenta e la terra (tavolo, pavimento) sulla quale è appoggiato il sistema che sostiene il filo, deve essere interposto un tratto isolante.

Per il vetro (ottimo isolante se asciutto) occorrono particolari precauzioni: asciugarlo strofinandolo energicamente con un panno asciutto, è una operazione adeguata ma di efficacia momentanea; per renderla più duratura occorre riscaldare il vetro di qualche decina di °C sopra la temperatura ambiente. Il vetro è infatti igroscopico e basta il vapore d'acqua emanato da una decina di persone in una stanza per annullarne le proprietà isolanti, se non è riscaldato.

### **Bibliografia**

R. RICAMO, *Elettricità e magnetismo*, in *Quaderni della scuola media. Scienze naturali*, Bellinzona 1975.

## E 0.7. La radioattività naturale

### 1. Scopo

La radioattività è la proprietà di alcuni isotopi di emettere radiazioni in forma di raggi alfa, beta e gamma.

La radioattività nell'ambiente naturale è dovuta all'irradiazione cosmica e a quella terrestre.

### 2. Materiale

- sostegno del tubo contatore
- tubo contatore di Geiger e Müller
- sostegno dei preparati radioattivi
- carta da filtro con pulviscolo atmosferico
- sostegno degli oggetti
- lamina d'alluminio forata
- cronometro

### 3. Procedimento

*Levare il tappo di protezione del tubo contatore solo durante le misurazioni.*

1. Porre il tubo contatore sul suo sostegno.
2. Misurare cinque volte di seguito durante un minuto la frequenza degli impulsi.
3. Inserire la lamina forata nella fenditura del sostegno degli oggetti.
4. Porre la carta da filtro con polvere sul sostegno dei preparati radioattivi.
5. Misurare cinque volte di seguito durante un minuto la frequenza degli impulsi.

### 4. Risultati

Radioattività (trasformazioni/minuto) del «fondo» e del pulviscolo atmosferico

misura	«fondo»	pulviscolo atmosferico
1	23	152
2	26	136
3	18	117
4	30	102
5	24	83
media	24±4	118±27

### Osservazioni

Il pulviscolo atmosferico è raccolto in cantina mediante pompaggio attraverso carta da filtro, durante almeno 10 minuti, con la pompa aspirante (circa 50 dm<sup>3</sup>/minuto a stp).

La misura del periodo di dimezzamento dell'attività beta del deposito di pulviscolo atmosferico consente di individuare l'elemento radioattivo presente nell'aria, il <sup>222</sup><sub>86</sub>Rn.



**Bibliografia**

R. RICAMO, *Esperimenti sulla struttura della materia* (dattiloscritto), Bellinzona 1981.

## E 0.8. Il potere penetrante delle radiazioni nucleari

### 1. Scopo

Le tre forme di radiazione nucleare (alfa, beta e gamma) hanno un potere penetrante diverso.

### 2. Materiale

- sostegno del tubo contatore
- tubo contatore di Geiger e Müller
- sostegno dei preparati radioattivi
- minerale di  $^{226}_{88}\text{Rn}$  [e  $^{210}_{82}\text{Pb}$ ]
- sostegno degli oggetti
- lamina d'alluminio forata
- 4 pinze coccodrillo
- fogli di carta 0,1 mm x 70 mm x 70 mm
- cronometro

### 3. Procedimento

*Levare il tappo di protezione del tubo contatore solo durante le misurazioni.*

1. Porre il tubo contatore sul suo sostegno.
2. Inserire la lamina forata nella fenditura del sostegno degli oggetti.
3. Porre il minerale di radio sul sostegno dei preparati radioattivi.
4. Fissare, l'uno dopo l'altro, i fogli di carta con le pinze sulla lastrina forata.
5. Ogni volta effettuare una misurazione durante 1 minuto.
6. Riportare i dati in una tabella e in un grafico.

### 4. Risultati

Radioattività (trasformazioni/minuto) in funzione del numero di fogli di carta

nr. fogli	0	1	3	5	7	9	11	13	15
trasformazioni/ minuto	11'850	7'907	5'835	4'570	3'768	3'138	2'680	2'387	2'011

Un foglio di carta (0,1 mm di spessore) ferma la radiazione alfa. Per fermare la radiazione beta occorrono diversi fogli. La diminuzione delle radiazioni gamma è invece minima.

### Bibliografia

A. LEHMANN, *La radioactivité*, Leybold-Heraeus, Bern 1982.