

Numero di Avogadro

Relazione

---

---

## INTRODUZIONE

Questa nostra esperienza ha come scopo la ricerca del Numero di Avogadro. Il metodo da noi usato si basa sullo studio della diffusione nei gas. Esso, pur non avendo la precisione degli esperimenti classici è molto semplice da realizzare, sia per gli strumenti usati, che per la sicurezza di funzionamento. Inoltre sia l'esecuzione che l'elaborazione dei dati dà modo di fare interessanti osservazioni in campi della fisica che, come l'elettrologia e l'ottica, sono ben distanti dalla termologia e la meccanica statistica a cui si può fare appartenere questo esperimento.

## TEORIA

L'idea di realizzare questo esperimento è nata da una formula, riportata dal libro " Biografia della Fisica " di Gamow (B.M.S. Mondadori pag. 109), che esprime la distanza media effettiva  $d$ , coperta dopo un certo numero di urti  $n$ , da una molecola in un gas, essendo  $l$  il cammino libero medio. Essa è

$$d = l \sqrt{n}$$

Avevamo già notato che è possibile determinare la velocità delle molecole di un gas conoscendo il valore di una grammolecola di esso con semplici calcoli ed esperienze ( $v = \sqrt{\frac{3RT}{m}}$ ).

Abbiamo collegati i due fatti e abbiamo ottenuto

$$d = l \sqrt{n}$$

$$v = \frac{d}{t}$$

$$s = ln = tv$$

$$d = \frac{vt}{\sqrt{n}}$$

$$\sqrt{n} = \frac{vt}{d}$$

$$l = \frac{d^2}{vt}$$

Questa formula finale si presta molto bene allo studio della diffusione nei gas poiché è facile conoscere  $n$ , sapendo il valore di  $v$  e di  $d$  e trovando per mezzo di una esperienza  $t$  (tempo di diffusione).

Conosciuto  $n$  si può ricavare  $l$  in  $d = l \sqrt{n}$ .

$l$  si può porre nella nota formula

$$l = \frac{1}{\sqrt{2} \pi \sigma^2 \nu}$$

(essendo  $\pi \sigma^2$  la sezione d'urto, supponendo le molecole sferiche e  $\nu$  il numero di molecole per unità di volume).

$\sigma$  (raggio delle molecole) può essere dedotto dalla nota relazione di Van der Waals

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT.$$

Infatti il  $l$  è il volume proporzionale alla somma dei volumi delle singole molecole e può essere ricavato con una verifica sperimentale della suddetta formula. Quindi il volume di una molecola, cioè  $\frac{4}{3} \pi \sigma^3$  è dato dal rapporto tra la somma dei volumi delle singole molecole e il numero delle molecole.

Il piano teorico di questo esperimento può essere così esposto:

- a) Ricerca sperimentale del tempo di diffusione.
- b) Introduzione di  $t$  nel seguente sistema e risoluzione

$$\begin{cases} l = \frac{d^2}{\nu t} \\ l = \frac{1}{\pi \sqrt{2} \sigma^2 \nu} \\ \frac{\text{somma dei vol. delle } \nu \text{ molec.}}{\nu} = \frac{4}{3} \pi \sigma^3 \end{cases}$$

Quindi riteniamo noti  $\nu$  (dato il gas) e la somma dei volumi delle  $\nu$  molecole (dato il gas); scegliamo poi il valore di  $d$ ; dobbiamo cercare  $t$ ;  $\sigma$ ,  $\rho$ , e  $\nu$  sono le incognite.

Conosciuto il valore di  $\nu$ , con facili calcoli si può conoscere il valore del Numero di Avogadro  $N$ .

#### REALIZZAZIONE PRATICA

Per la realizzazione pratica ci siamo serviti di gas che sono facilmente individuabili per alcune loro caratteristiche chimiche o fisiche.

Per avere un utile confronto dei risultati abbiamo adoperato diversi gas.

L'apparecchiatura per i nostri esperimenti è costituita da un tubo di vetro del calibre di cm. 1,2 in cui facciamo diffondere i vari gas. Internamente ed esternamente al tubo sono gli strumenti per rivelare la presenza del gas.

Il tubo è disposto orizzontalmente per limitare al minimo l'effetto della gravità.

Gli strumenti da noi adoperati sono diversi a seconda del gas di cui ci siamo serviti.

Con i gas che assorbono la luce di determinati colori (l'ipocozite, di colore rossastro, per esempio) abbiamo adoperato un dispositivo fotometrico con uno schermo trasparente di colore verde (colore assorbito dall'ipocozite).

Con i gas che in presenza di altri sviluppano densi fumi opachi (l'anidride ammoniacale in presenza di acido cloridrico reagisce così:  $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ )

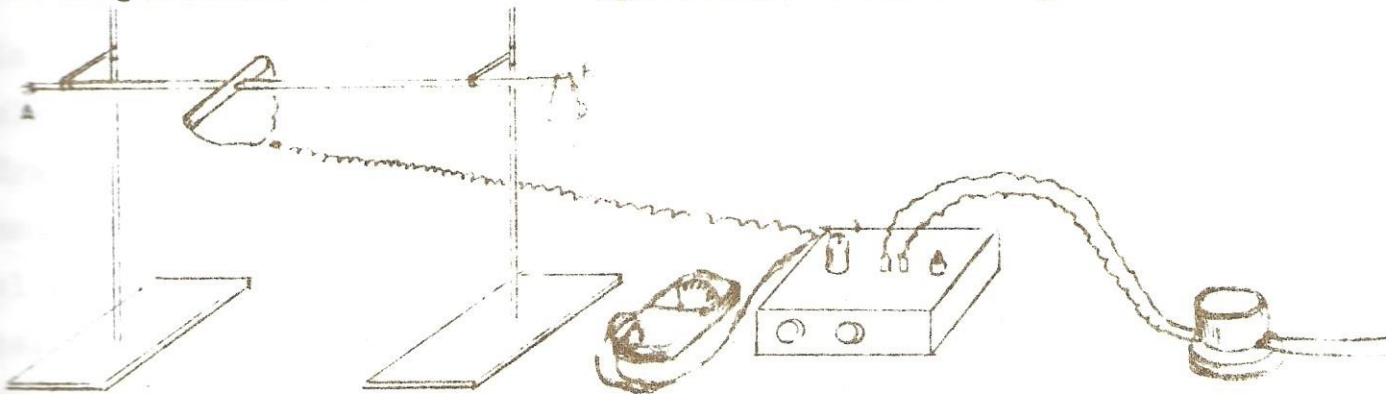
Quando appunto il cloruro di ammonio che si svolge in fumi bianchi opachi) abbiamo adoperato un dispositivo fotoelettrico senza schermo.

Con i gas che, come l'ammoniaca e l'acido cloridrico, provocano l'arrossamento di una cartina al tornasole umida, abbiamo adoperato striscioline di carta al tornasole lievemente inumidite (talvolta basta la normale umidità dell'aria per ottenere un buon effetto).

#### DATI TECNICI

Per il nostro esperimento abbiamo adoperato due tubi di vetro di diversa lunghezza: l'uno di cm. 70 e l'altro di cm. 40, ambedue di cm. 1,2 di diametro.

La disposizione delle nostre apparecchiature è la seguente



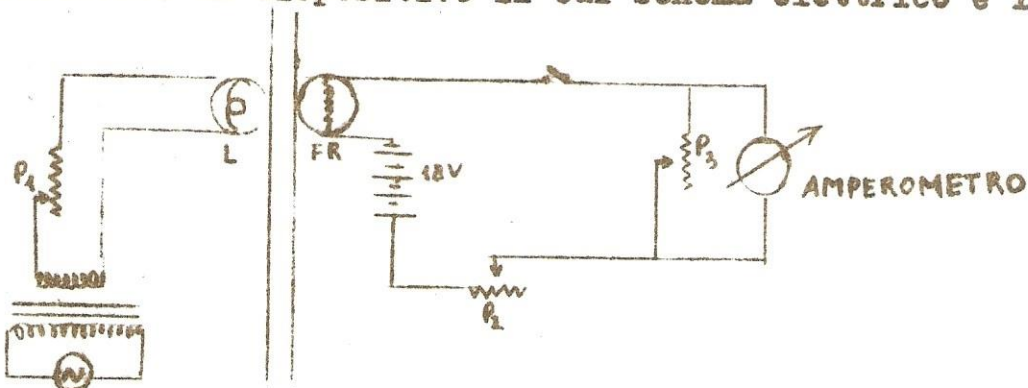
Un estremo del tubo AB è chiuso con un batuffolo d'ovatta (A); all'altro (B) è applicata una schermatura sotto la quale è posto un recipiente contenente il gas in soluzione acquosa (nel caso dell'acido cloridrico e dell'ammoniaca). La schermatura ha lo scopo di introdurre il gas evaporato nel tubo senza peraltro "costringerlo" in modo da far svolgere la diffusione con pressioni eguali su ambedue gli estremi del tubo.

Nel caso dell'ipozotite abbiamo adoperato invece un pallone di vetro contenente il gas, connesso all'estremo B in modo da lasciare un minimo passaggio (1 - 2 mm.) tra l'estremo e il pallone, sempre per ridurre al minimo la differenza di pressione.

Per avendo adoperato gas fastidiosi alla respirazione, essi, nelle dosi e con gli accorgimenti usati non ci hanno arrecato alcun disturbo. Così ad esempio l'ipozotite pur essendo un gas velenoso, adoperato in piccole quantità non dà il minimo fastidio, tanto più che rimane chiusa quasi completamente nel pallone di vetro; l'ammoniaca ha un cattivo odore, ma con la schermatura che abbiamo adoperato i disturbi da essa provocati sono minimi perché se ne diffonde nell'aria esterna solo una piccola

parte; l'acido cloridrico non dà alcun fastidio. Non riteniamo quindi ne necessario l'uso di una cappa.

Nella realizzazione del dispositivo fotoelettrico, dopo vari tentativi più o meno infruttuosi di costruzione di amplificatori a transistor, abbiamo realizzato un dispositivo il cui schema elettrico è il seguente

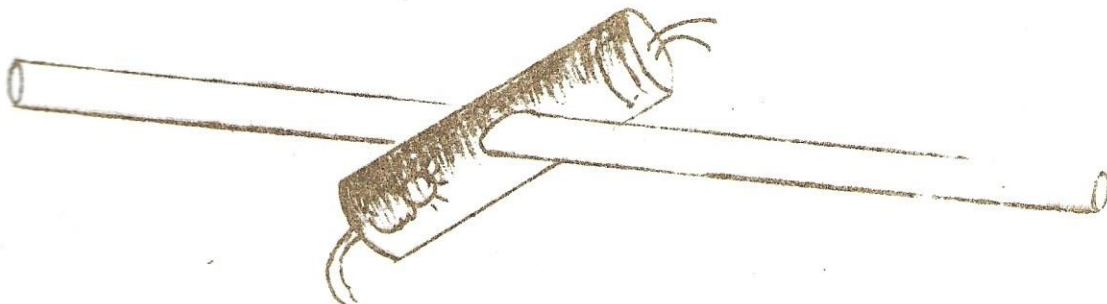


La lampadina L è alimentata da un trasformatore per campanelli ed è regolata dal potenziometro  $P_1$  da  $50 \Omega$ .

Tra L e la fotoresistenza FR passa il tubo di vetro. La resistenza di FR aumenta all'aumentare, nel tubo, della concentrazione dell'ipozotite o del cloruro di ammonio. Aumentando la resistenza diminuisce la corrente nell'amperometro. Il circuito perciò si comporta come un ohmetro. Il potenziometro  $P_2$  da  $1.000 \Omega$  compensa la resistenza interna della pila, regolando la corrente nel circuito. Il potenziometro  $P_3$  da  $50 \Omega$  ha le funzioni di uno shunt regolatore di sensibilità. Esso deve essere regolato in modo da avere l'indice a fondo scala con la massima corrente circolante nel circuito.

In tali condizioni l'ohmetro ha la maggiore sensibilità possibile. In fine l'interruttore posto in serie alla pila chiude il circuito, evitando di scaricare le pile quando non si adopera lo strumento.

Per la realizzazione pratica del dispositivo abbiamo montato il circuito su un telaio di alluminio. La fotocellula e la lampadina invece sono state montate in un involucro di plastica e gomma nera come da questo schema



Il tubo di vetro passa, attraverso due fori, in modo molto aderente, nel

l'involucro del dispositivo.

Convieni eseguire l'esperimento con la minima luce esterna possibile.

Per studiare il comportamento dell'ipozotite abbiamo schermato la fotocellula con un pezzo di cellophane verde.

Nelle esperienze con le cartine al tornasole abbiamo introdotto nel tubo da un estremo all'altro una striscia di carta al tornasole rossa inumidita. Al passaggio dell'ammoniaca essa é diventata blu.

#### ELABORAZIONE DEI DATI

La caratteristica della fotoresistenza (la curva che indica la conduttanza in funzione della luminosità) é quasi lineare. Noi perciò, posto il gas ad un estremo del tubo, aspettiamo che una certa concentrazione di esso giunga ad un determinato punto del tubo distante  $r$  dall'estremo ove é il gas, cioè che l'indice dell'ohmmetro che inizialmente era a zero (fondo scala) indichi una certa resistenza (essendo questa proporzionale alla concentrazione  $c$ ). Quindi poniamo la fotocellula ad un punto avente una certa distanza  $s$  dal primo. Calcoliamo poi il tempo che occorre dalla prima osservazione affinché giunga in questo punto una concentrazione eguale a  $\frac{t}{t+s} C$

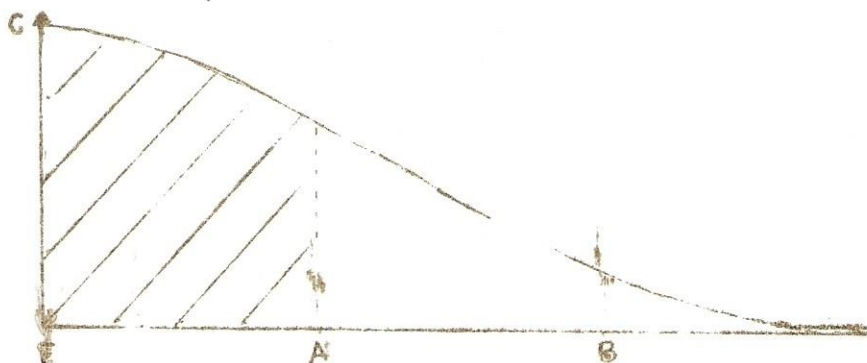
Per spiegare ciò consideriamo il tubo come un rettangolo, di cui la base é la lunghezza e l'altezza il suo calibro



in E c'è la concentrazione esterna; a causa della diffusione dopo un certo tempo abbiamo in A una concentrazione che non raggiungerà mai quella esterna, poiché la quantità di gas non é infinita e il valore di  $t$  potrebbe esserlo.

Quando la quantità di gas AE si é diffusa in BE, se in A c'era  $C$  in B ci sarà  $\frac{t}{t+s} C$

Non importa che nel tubo la concentrazione ha un andamento di questo tipo



perché questo andamento, naturalmente escluse le posizioni di A e B sull'asse delle ascisse, permane presso che identico.

Dalla  $\frac{z}{z+d} C$  si può notare che, se il rapporto  $\frac{z}{z+d}$  è piuttosto elevato, il valore della suddetta espressione si approssima a C.

Per questo abbiamo potuto fare esperimenti anche con le cartine al tornasole. Il procedimento è lo stesso di quello con la fotocellula solo che l' $s$  è più piccolo e si vede ad occhio l'arrossamento o l'azzurramento del tornasole. In ogni caso si deve conoscere la temperatura ambiente poiché la velocità delle molecole dipende da essa.

#### ERRORI TEORICI

Oltre agli errori dovuti al grado di precisione degli strumenti e delle misure, ve ne sono alcuni impliciti nel metodo di misura usato.

Usando il metodo della fotocellula con i vapori di ammoniaca, che si diffondono nell'acido cloridrico formando fumi di cloruro di ammonio, parte dell' $NH_3$ , che si deve diffondere, lo si fa "fermare" e combinare con l' $HCl$  presente. Perciò esiste un certo errore che ha l'effetto di far "allungare" il tempo di diffusione.

Si può diminuire questo errore aumentando il rapporto di concentrazione dell'ammoniaca rispetto all'acido cloridrico. Questo errore può essere ridotto al 15 - 20 % in più sul valore del Numero di Avogadro.

Col metodo dell'ipocozite c'è un errore teorico derivante dalla sua densità relativamente elevata (circa due volte maggiore di quella dell'aria). Infatti con questo sistema è molto difficile mantenere pressioni costanti all'estremo del tubo, e d'altronde, poiché la diffusione con questo gas è, data la sua densità, molto lenta anche la minima differenza di pressione causa errori rilevanti (oltre il 30 % in meno). Inoltre questo errore è difficilmente prevedibile, almeno con i mezzi che noi abbiamo adoperati.

Col metodo della cartina al tornasole, l'indeterminazione dovuta alla interazione del mezzo di rivelazione col gas in diffusione è minima; comunque bisogna che l'umidità interna del tubo non sia elevata, cioè la cartina al tornasole deve essere quasi asciutta, altrimenti parte rilevante del gas in diffusione entra in soluzione. Il fatto che con la cartina al tornasole non si può misurare la concentrazione, ma solo rilevare la

presenza del gas, fa subentrare un errore pari a  $(1 - \frac{t}{2.9}) = \frac{1}{2.9}$  in più sul tempo di diffusione. Poiché questo errore è prevedibile, esso può essere eliminato. Questo metodo quindi è teoricamente più preciso per quanto l'osservazione a occhio del cambiamento di colore lo rende leggermente soggettivo.

### RISULTATI

Per il b dell'espressione di Van der Waals abbiamo preso il valore medio tra quello dell'aria e quello del gas in diffusione. Avevamo un termometro per conoscere la temperatura ambiente.

Per illustrare i risultati ci serviremo delle seguenti tabelle.

Per i calcoli abbiamo adoperato il sistema C.G.S.

La precisione nel misurare le distanze è stata del 5 %.

Ci siamo limitati a calcolare i tempi in secondi interi.

#### ESPERIMENTI COL TORNASOLE USANDO, PER LA DIFFUSIONE, AMMONIACA

Valore di r	Valore di s	Tempo effettivo medio (10 prove)	Tempo escluse errore (10 prov)	Numero di Avogadro	Scarto Massimo di t tra le prove	Errore % rispetto al valore $6 \cdot 10^{23}$
cm. 6	cm. 2	<sup>12</sup> 13	10	$6,6 \cdot 10^{23}$	3 s	+ 10 %
cm. 8	cm. 2	13	11	$6,55 \cdot 10^{23}$	3 s	+ 9 %
cm. 6	cm. 3	<sup>26</sup> 25	20	$5,1 \cdot 10^{23}$	4 s	- 15 %
cm. 8	cm. 3	<sup>28</sup> 26	21	$5,4 \cdot 10^{23}$	4 s	- 10 %
cm. 15	cm. 4	<sup>55</sup> 58	51	$7,2 \cdot 10^{23}$	9 s	+ 20 %

#### ESPERIMENTI COL TORNASOLE USANDO, PER LA DIFFUSIONE, ACIDO CLORIDRICO

Valore di r	Valore di s	Tempo effettive medie (10 prov)	Tempo escluse errore (10 prov)	Numero di Avogadro	Scarte Massime di t tra le prove	Errore % rispetto al valore $6 \cdot 10^{23}$
cm. 6	cm. 2	<sup>20</sup> 21	15,5	$6,6 \cdot 10^{23}$	4 s	+ 10 %
cm. 8	cm. 2	<sup>21</sup> 22	16	$6,9 \cdot 10^{23}$	4 s	+ 15 %
cm. 6	cm. 3	<sup>43</sup> 50	38	$7 \cdot 10^{23}$	5 s	+ 18 %



ESPERIMENTI CON L'AMMONIACA CHE SI DIFFONDE IN ARIA E ACIDO CLORIDRICO

Valore di r	Valore di s	Tempo (media di 5 prove)	Numero di Avogadro	Scarto Massimo di t tra le prove	Errore % rispetto al valore $6 \cdot 10^{23}$
cm. 10	cm. 5	76	$6,9 \cdot 10^{23}$	12 s	+ 15 %
cm. 10	cm. 10	295	$6,7 \cdot 10^{23}$	16 s	+ 12 %
cm. 20	cm. 5	80	$7,2 \cdot 10^{23}$	15 s	+ 20 %
cm. 20	cm. 10	330	$7,5 \cdot 10^{23}$	23 s	+ 25 %

ESPERIMENTI CON L'ACIDO CLORIDRICO CHE SI DIFFONDE IN ARIA E AMMONIACA

Valore di r	Valore di s	Tempo (media di 5 prove)	Numero di Avogadro	Scarto Massimo di t tra le prove	Errore % rispetto al valore $6 \cdot 10^{23}$
cm. 10	cm. 5	125	$7,2 \cdot 10^{23}$	18 s	+ 20 %
cm. 10	cm. 10	510	$7,4 \cdot 10^{23}$	34 s	+ 24 %
cm. 20	cm. 5	140	$7,8 \cdot 10^{23}$	21 s	+ 30 %

ESPERIMENTI CON L'IPAZOTITE

Valore di r	Valore di s	Tempo (media di 5 prove)	Numero di Avogadro	Scarto Massimo di t tra le prove	Errore % rispetto al valore $6 \cdot 10^{23}$
cm. 10	cm. 5	101	$4,5 \cdot 10^{23}$	29 s	- 24 %
cm. 15	cm. 5	92	$4,1 \cdot 10^{23}$	26 s	- 32 %

Dalle tabelle si può dedurre che i migliori risultati li abbiamo ottenuti col metodo del ternasele e quelle dell'ammoniaca in acido cloridrico. Ciò è facilmente spiegabile perché, nel caso dell'ipocozotite, è piuttosto difficile "maneggiare" il gas senza provocare differenze di pressioni a l l' estremo del tubo. Nel caso dell'acido cloridrico, il lungo tempo di diffusione aumenta l'interazione tra HCl e NH<sub>3</sub>, aumentando il valore del tempo sperimentale.

Nel complesso questi risultati, secondo noi, possono ritenersi soddisfacenti, tenendo conto dei mezzi che avevamo a nostra disposizione e del metodo da noi usato che non si presta ad una elevata precisione.

#### DIFFICOLTA' TROVATE E COSTI

Le difficoltà trovate sono state poche.

Per prime, nel ricercare un metodo per aumentare la sensibilità della fotoresistenza, abbiamo realizzato diversi amplificatori a transistori senza trovarne uno soddisfacente in linearità e in sensibilità, forse per nostra poca pratica. Alla fine abbiamo realizzato il complesso sopra descritto che ha però l'inconveniente di dissipare potenze relativamente forti (quasi 2 watt) con conseguente riscaldamento della fotoresistenza.

Nel "maneggiare" i gas abbiamo trovato delle difficoltà. Alcune sono state superate bene per mezzo di una schermatura speciale. Nel caso dell'ipocozotite la schermatura non è stata molto soddisfacente.

Alcune difficoltà ci sono venute dalla parte matematica dell'esperimento. Abbiamo cercato di superarle col ragionamento e crediamo di esserci riusciti.

Riguardo ai costi essi sono stati esigui. Abbiamo speso:

- L. 80 per i tubi di vetro
- L. 130 per l'acido cloridrico (confezione commerciale)
- L. 200 per l'ammoniaca (confezione commerciale)
- L. 385 per la fotocellula
- L. 900 per un potenziometro
- L. 500 per le pile
- L. 30 per la lampadina
- L. 350 per lo spinotto noval

Ci siamo serviti inoltre di materiale già in nostro possesso e un Tester "Ice" ha sostituito l'amperometro che avremmo dovuto comprare.

I sostegni per il tubo ci ha forniti il Gabinetto di Chimica del

IMPORTANZA DELL'ESPERIMENTO

Il Numero di Avogadro ha un'enerme importanza nella Fisica. Ad esse sono congiunte molte altre costanti come per esempio la carica dell'elettrone, le masse degli atomi e delle molecole, ecc. Ciò soprattutto ci ha spinti a scegliere questo esperimento. I nostri propositi nella progettazione sono stati quelli di ottenere sicurezza di funzionamento e di ridurre al minimo errori ed incertezze. Le abbiamo ottenute con un gran numero di prove e di perfezionamenti apportati alle nostre apparecchiature.

Da questo esperimento, inoltre, si potrebbe, tenendo come noto il Numero di Avogadro, determinare la velocità media delle molecole dei gas usati per la diffusione, valore che nel nostro caso é stato ricavato dall'Equazione dei Gas (Volta - Gay Lussac).

**FINE SETTIMANA**

**RIFATTA IN CASA LA LEGGE DI KEPLERO**

Nei giorni scorsi, qui a Milano, al Museo nazionale della scienza e della tecnica, è stata tenuta la premiazione del concorso « I giovani e la scienza » bandito dalla Esso Standard Italiana. Si tratta di un concorso giunto alla sua seconda edizione e a cui possono partecipare tutti gli studenti delle scuole secondarie superiori. Consiste nel presentare degli esperimenti di fisica ideati e realizzati dagli studenti stessi. Esperimenti semplici, che impiegano materiale casalingo o quasi. Insomma esperimenti di tipo hobbystico. Perciò l. c. ha voluto andare a curiosare al Museo nazionale della scienza e della tecnica per vedere come gli studenti avessero impiegato i loro « fine settimana ».

Erano stati ammessi alla finale (scusatemi questo linguaggio sportivo) quindici esperimenti di ogni tipo. Fra questi quindici sono stati scelti i quattro vincitori. I criteri di giudizio della giuria non erano basati soltanto sulla originalità dell'esperimento, ma anche sul suo interesse didattico e sul valore della relazione scritta che gli studenti dovevano presentare insieme con ogni esperimento. Ma ai lettori, penso, interessa solamente l'originalità dell'ideazione, che può servire quale esempio per realizzare in casa esperimenti divertenti. Da questo punto di vista (si badi, solo da questo, per cui il giudizio di l. c. non vuole per nulla censurare quello della giuria) i tre esperimenti più interessanti sono quelli che vi descriverò più sotto. Prima, però, vorrei aprire una piccola parentesi. Gli « inventori » degli esperimenti presentati, tutti ragazzi intorno ai diciott'anni, erano nello stand del museo a illustrare le loro creazioni. Ebbene devo dire (benché io non sia ancora proprio caduto nella vasta melma dei matusa) che i giovani di oggi sono molto più in gamba di quelli dei miei tempi. Non dico io, notorio confusionario e pasticciatore, ben conosciuto come tale dai lettori di questa rubrica, ma anche i miei compagni di scuola non sarebbero stati capaci di avere « relazioni pubbliche » tanto spigliate. Indubbiamente questi giovani d'oggi (che diventeranno, non dimentichiamolo, i matusa di domani) sono davvero in gamba.

E veniamo al dunque. L'esperimento più divertente e più ingegnoso è sembrato a l. c. quello presentato da Franco Bastianon e Arnaldo Venier di Mestre e intitolato « Verifica della seconda legge di Keplero in un modello analogico di orbita gravitazionale ». Una pallina bianca viene posta in una specie di scodella dipinta di nero. La scodella (che non è una semisfera cava, ma un semiellissoide) viene fatta ruotare. La pallina, trascinata per attrito, si mette a girare anch'essa dentro la scodella. Percorre, evidentemente, una circonferenza. Adesso la scodella, sempre rotante, viene inclinata. In questo mo-

dentro cui ruotava la scodella, essendosi la scodella inclinata anche il cono ha fatto la stessa cosa. Poiché la pallina continua a ruotare su un piano orizzontale, questo taglia il cono ideale non più perpendicolarmente all'asse, ma in modo che la sezione sia un'ellisse. È appunto quest'ellisse che diventa la traiettoria della pallina. Essa è un modello di orbita gravitazionale. Un modello, intendiamoci, non una vera orbita, perché manca il corpo attraente posto nel fuoco della traiettoria. Comunque la pallina, lungo queste traiettorie, si comporta seguendo la seconda legge di Keplero. Cioè si muove più in fretta vicino a un fuoco dell'ellisse e più lentamente vicino all'altro. Fotografando la pallina mediante lampi di luce di durata sempre uguale, si vede che la velocità della pallina varia appunto a seconda del punto in cui si trova, conformemente alla legge di Keplero. Un giochetto davvero grazioso.

Il secondo esperimento, di bellissima semplicità, è quello presentato da Sergio Frasca, Fabio Spizzichino e Paolo Carosi di Roma, intitolato « Determinazione del numero d'Avogadro ». Ma come, direte, è possibile calcolare il numero delle molecole contenute in un determinato volume di gas senza complicati apparecchi? Sì, è possibilissimo. Infatti la velocità con cui un gas si diffonde in un altro dipende da una serie di parametri, uno dei quali è il numero d'Avogadro. Conoscendo tutti gli altri, in particolare la velocità di diffusione, il numero d'Avogadro si ricava immediatamente. Gli studenti romani, per misurare la velocità di diffusione del gas, hanno impregnato una provetta orizzontale di acido cloridrico (che è un gas) e poi vi hanno fatto diffondere dell'ammoniaca (che è un altro gas). A mano a mano che i due gas si incontrano, si verifica una reazione chimica (cloruro d'ammonio). Poiché il cloruro d'ammonio è una polvere bianca, è possibile seguire facilmente la velocità di diffusione dell'ammoniaca e calcolare così il numero d'Avogadro.

Il terzo esperimento che qui voglio citare è « Velocità del suono in funzione della temperatura del mezzo », presentato da Mariano Lupo, Giuseppe Quini e Giulio Zambon di Roma. Un altoparlante emette un suono di frequenza determinata. Questo suono viene raccolto, a una trentina di centimetri, da due microfoni. Allontanando e avvicinando uno dei due microfoni all'altoparlante, si nota (per il ben noto fenomeno dell'interferenza) che un milliamperometro collegato ai due microfoni segna massimi o minimi a seconda che il suono giunga ai due microfoni in fase o no. Ottenuto un minimo, si scada (mediante resistenze elettriche) l'aria interposta fra altoparlante e microfoni. Si osserva allora sul milliamperometro un au-

*Disturbi di pelle io?*



*Sì, anch'io ne soffrivo, ...poi ho scoperto Valcrema!*



**Irritazioni arrossamenti sfoghi, Valcrema li elimina in un paio di giorni.**

Valcrema è la famosa crema antisettica dalla duplice azione. Prima, Valcrema combatte i microbi che causano sfoghi macchie irritazioni; poi risana la pelle. Usate regolarmente Valcrema anche sotto il trucco, e la vostra pelle resterà sempre sana e fresca. Nelle farmacie e profumerie L. 300 (il tubo grande L. 450).

**VALCREMA**  
crema antisettica ad azione rapida

Per mantenere la pelle sempre sana e fresca usate regolarmente anche il Sapone antisettico Valcrema.



Dentiere ben equilibrate si ottengono con l'uso di Orasiv. La super-polvere che facilita la masticazione e la pronuncia. Nelle farmacie.

**ORASIV**  
FA L'ABITUDINE ALLA DENTIERA



**DOMENICA QUI 7**

**DOMENICA QUI 7**

