



Appunti del corso di

Laboratorio di Fisica e Chimica

prof. David Merlin
Liceo Scientifico G.B.Quadri
Vicenza

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

Galileo Galilei, Il Saggiatore, 1623

(composto in risposta a *Libra Astronomica* di Sarsi)

libra: bilancia

saggiatore: bilancia molto precisa da saggiatori d'oro

Indice

<i>Tabelle</i>	IV
<i>Il Metodo Scientifico</i> (Prof. G. Fera)	X
<u>Cap.1</u> <i>Grandezze e misure</i>	<u>1</u>
Metodo sperimentale	1
Grandezze fisiche e misure	1
Unità di misura	2
Notazioni e approssimazioni	4
Leggi scientifiche e relazioni tra grandezze	5
Misure dirette	7
Misure indirette	8
Struttura di una relazione di laboratorio	11
Esercizi	12
<u>Cap.2</u> <i>Proprietà dei corpi</i>	<u>16</u>
Massa, Forza, Peso	16
Bilancia a piatti e sua sensibilità	17
Densità e peso specifico	18
Pressione	18
Leggi della statica dei fluidi	19
Pressione atmosferica	22
Temperatura ed equilibrio termico	24
Dilatazione termica	25
Esercizi	26

Cap.3 *Atomi, Forze, Sostanze* 30

Struttura dell'atomo	30
Molecole	32
Forze fondamentali	33
Stati della materia	35
Sostanze e soluzioni	36
Esercizi	42

Cap.4 *Cinematica* 45

La descrizione del moto dei corpi	45
Relatività del moto	45
Velocità media ed istantanea	46
Moto rettilineo uniforme	46
Accelerazione media ed istantanea	48
Moto uniformemente accelerato	49
Caduta dei gravi	50
Esempi di moto vario	52
Grafici cinematici dai dati sperimentali	54
Moto circolare uniforme	56
Esercizi	59

Cap.5 *Dinamica* 63

Grandezze scalari e vettoriali	63
Operazioni con i vettori	63
Principio d'inerzia	67
Seconda legge della dinamica	67
Principio di azione e reazione	68
Esempi di applicazioni delle leggi	68
Accelerazione e forza centripeta	70
Momento di una forza	72
Statica	73
Esercizi	77

Cap.6 *Lavoro, Energia, Calore* 82

Lavoro di una forza e prodotto scalare	82
--	----

Energia meccanica e sue forme	84
Conservazione dell'energia	86
Potenza e rendimento	89
Calore	90
Esercizi	94

Cap.7 *Trasformazioni chimiche* **97**

Reazioni chimiche	97
Energia e reazioni	99
Classificazione degli elementi	102
Acidi, basi, sali	103
Esercizi	106

Cap.8 *Fenomeni elettrici* **109**

Cariche e forza elettrica	109
Campo elettrico e differenza di potenziale	110
Corrente elettrica	113
Circuiti elettrici	114
Elettrochimica	118
Esercizi	124

Costanti fondamentali

velocità della luce	$3 \cdot 10^8$ m/s
massa dell'elettrone	$9,11 \cdot 10^{-31}$ kg
massa del protone	$1,673 \cdot 10^{-27}$ kg
massa del neutrone	$1,675 \cdot 10^{-27}$ kg
carica elementare	$1,6 \cdot 10^{-19}$ C
costante di gravitazione universale	$6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m ² /kg ²
costante della forza elettrica nel vuoto	$9 \cdot 10^9$ N·m ² /C ²
numero di Avogadro	$6,02 \cdot 10^{23}$ mol ⁻¹

Sistema solare

	distanza media dal Sole ($\cdot 10^{12}$ m)	periodo orbitale	raggio ($\cdot 10^6$ m)	massa ($\cdot 10^{24}$ kg)
Sole			696,0	$1,989 \cdot 10^{30}$
Mercurio	0,0579	87,97 d	2,433	0,318
Venere	0,1082	224,70 d	6,080	4,881
Terra	0,1496	365,256 d	6,378	5,976
Luna	$3,84 \cdot 10^8$ m (T)	27,32 d (T)	1,738	0,0735
Marte	0,2280	686,98 d	3,386	0,641
Giove	0,7783	11,86 a	71,37	1900
Saturno	1,429	29,46 a	60,37	568,1
Urano	2,875	84,02 a	25,6	86,78
Nettuno	4,504	164,8 a	22,7	102,6
Plutone	5,91	247,2 a	1,1	0,013

d = 1 giorno; a = 1 anno; T = rispetto alla Terra

Densità di alcune sostanze
solide e liquide
(in kg/m³)

Alluminio	2690	Legno di ebano	1260
Argento	10500	Vetro	2500
Bronzo	8900	Mercurio (L)	13590
Ferro	7860	Acqua	1000
Piombo	11350	Alcol denaturato	850
Oro	19300	Benzina	720
Platino	21500	Ghiaccio	920
Rame	8960	Glicerina	1280
Stagno	7180	Latte	1030
Zinco	7050	Olio d'oliva	920
Legno di abete	580	Petrolio	790

Densità di alcuni aeriformi
(in kg/m³ ed in condizioni standard)

Anidride Carbonica	1,98	Idrogeno	0,09
Aria	1,29	Metano	0,72
Azoto	1,25	Neon	0,90
Elio	0,18	Ossigeno	1,43

Coefficiente di dilatazione lineare
(in K⁻¹)

Alluminio	23×10 ⁻⁶	Piombo	29×10 ⁻⁶
Diamante	1,3×10 ⁻⁶	Rame	17×10 ⁻⁶
Ferro	12×10 ⁻⁶	Vetro	9×10 ⁻⁶
Ghiaccio	51×10 ⁻⁶	Zinco	20×10 ⁻⁶

Calori specifici

	$\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
Acqua	4186	1
Aria (273 K)	1005	0,240
Alluminio	880	0,210
Ferro	460	0,110
Rame	387	0,0925
Oro	129	0,0308
Argento	240	0,0573
Mercurio	138	0,0330
Carbonio	850	0,203
Vetro (media)	800	0,210

Entalpia di reazione

reazione	ΔH (kcal)
$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	- 115
$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$	- 94
$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	+ 42,5
$\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$	- 71
$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$	+ 44,2
$\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$	- 36,4
$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$	- 11,0
$\text{N}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$	+ 8,09
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$	- 22,1
$\text{C} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$	- 17,9
$2\text{C} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4$	+ 12,6

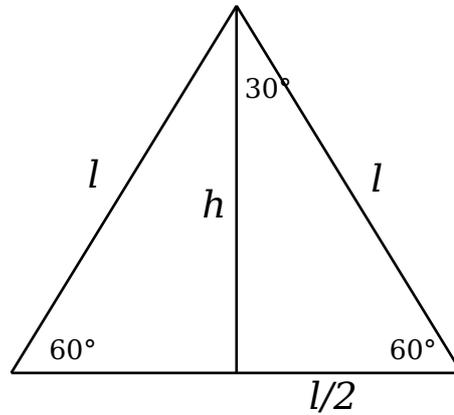
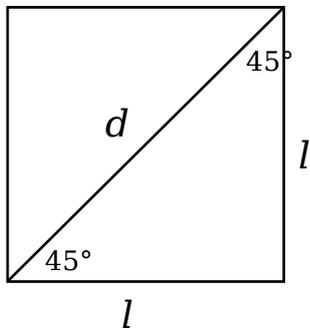
Resistività elettrica di alcuni metalli
a 20 °C (in $\Omega \cdot m$)

Argento	$1,6 \cdot 10^{-8}$	Rame	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Alluminio	$2,8 \cdot 10^{-8}$	Ferro	$10 \cdot 10^{-8}$
Tungsteno	$5,6 \cdot 10^{-8}$	Nichel	$6,8 \cdot 10^{-8}$
Carbone	$3500 \cdot 10^{-8}$		

Potenzi standard di riduzione

	semireazione	potenziale (V)
^ tendenza crescente alla riduzione	$Au^+ + e^- \rightarrow Au$	+ 1,69
	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+ 0,80
	$Hg^+ + e^- \rightarrow Hg$	+ 0,79
	$Cu^{++} + 2e^- \rightarrow Cu$	+ 0,34
	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	0 (per definizione)
	$Fe^{+++} + 3e^- \rightarrow Fe$	- 0,04
	$Pb^{++} + 2e^- \rightarrow Pb$	- 0,13
	$Sn^{++} + 2e^- \rightarrow Sn$	- 0,14
	$Fe^{++} + 2e^- \rightarrow Fe$	- 0,44
	$Zn^{++} + 2e^- \rightarrow Zn$	- 0,76
$Al^{+++} + 3e^- \rightarrow Al$	- 1,67	
$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	- 3,04	

Un po' di Geometria



$$\text{lato} = \frac{\text{diagonale}}{\sqrt{2}} \quad l = \frac{d}{\sqrt{2}}$$

$$\text{diagonale} = \text{lato} \cdot \sqrt{2} \quad d = \sqrt{2} \cdot l$$

$$h = \frac{\sqrt{3}}{2} l$$

lunghezza della circonferenza $C = 2\pi r$

area del cerchio $A = \pi r^2$

volume della sfera $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

superficie della sfera $S = 4\pi r^2$

Alfabeto Greco

alfa	A	α
beta	B	β
gamma	Γ	γ
delta	Δ	δ
epsilon	E	ϵ
zeta	Z	ζ
eta	H	η
theta	Θ	θ
iota	I	ι
cappa	K	κ
lambda	Λ	λ
mi	M	μ
ni	N	ν
csi	Ξ	ξ
omicron	O	\omicron
pi	Π	π
ro	P	ρ
sigma	Σ	σ
tau	T	τ
ipsilon	Y	υ
fi	Φ	ϕ
chi	X	χ
psi	Ψ	ψ
omega	Ω	ω

Il metodo scientifico

(contributo del Prof. Giuseppe Fera)

Che cos'è la conoscenza?

*Così chiediamo e chiediamo / fin quando un pugno di terra
ci viene a chiuder la bocca: / ma che risposta è mai questa? (H. Heine)*

Cominciamo distinguere tra tre tipi di conoscenza:

1. la conoscenza di oggetti (sapere di. Ad esempio, io conosco la mia casa);
2. la conoscenza di come fare certe cose (sapere come. Ad esempio, so come si va in bicicletta);
3. la conoscenza di affermazioni (sapere che. Ad esempio, so che i nati sotto il segno del Leone sono forti).

Nel seguito ci occuperemo solo del terzo tipo di conoscenza. Possiamo subito chiederci: che cosa distingue avere una mera *credenza* dall'aver una *conoscenza*? La risposta è semplice: la conoscenza è la credenza in un'affermazione che sia vera.

Il problema che si pone immediatamente è allora il seguente: come possiamo giustificare le nostre credenze? come possiamo essere certi che una data affermazione sia vera?

Ogni volta che cerchiamo di accertare la verità o la falsità di una affermazione adottiamo un qualche metodo. Certe volte eseguiamo delle osservazioni personali; altre volte ci affidiamo al parere della maggioranza; oppure domandiamo agli amici che si sono già confrontati con la stessa questione; talvolta cerchiamo sui libri, interroghiamo gli esperti, ecc.

Tutti questi metodi hanno lo stesso grado di attendibilità? Ci conducono a delle conoscenze certe?

Ogni metodo conoscitivo dipende da una o più fonti di conoscenza. Possiamo sommariamente elencare nel seguito le fonti di conoscenza più comuni:

- mezzi di comunicazione (libri, giornali, radio, televisione, ...);
- osservazione e/o elaborazione individuale;
- pareri di altre persone più o meno esperte;
- tradizione;
- intuizione;
- ragionamento;
- memoria, esperienza passata.

Non appena ci viene chiesto di giustificare una conoscenza si pone il problema dell'attendibilità della fonte. Ad esempio, lo storico si interroga sulla data delle battaglie a cui non ha assistito, lo psicologo sul racconto del paziente, il giudice sulle rivelazioni dei testimoni e così via. Lo studente, normalmente, chiede al proprio insegnante o consulta un libro di testo o fa una ricerca su Internet. Eppure già nel 1690 il filosofo J. Locke evidenziava che le altre persone non possono essere fonte di conoscenza, ma solo di opinione. Persino

quando l'informazione che mi viene fornita da altri è corretta, non posso dire di saper qualcosa finché non l'ho sperimentata di persona, afferma Locke.

Torniamo adesso alla questione di partenza. Abbiamo visto che ogni metodo per decidere se una data credenza sia vera si appoggia ad una fonte di conoscenza e che le fonti della conoscenza si differenziano per il loro grado di attendibilità. Allora non tutti i metodi per conoscere la realtà sono equivalenti.

Nel seguito del corso di Fisica risulterà chiaro che la scienza è una fonte di conoscenza attendibile della realtà, non nel senso che le teorie scientifiche siano vere, ma nel senso che esse realizzano la migliore corrispondenza con i fatti che sia possibile ottenere. Va anche detto che non tutti riconoscono la validità dell'indagine scientifica del mondo.

Nel seguito vengono discusse le caratteristiche che rendono il metodo scientifico peculiare rispetto agli altri metodi di conoscenza della realtà; va comunque ribadito che il modo migliore per avvicinarsi al metodo scientifico è praticarlo nel laboratorio.

Schematicamente il metodo scientifico può essere descritto dalle seguenti fasi:

1. Osservazione: raccogliere dati attraverso i sensi o le tecnologie che aumentano le capacità sensoriali.
2. Induzione: trarre conclusioni generali a partire dai dati. Formulare ipotesi.
3. Deduzione: fare specifiche previsioni a partire dalle affermazioni generali.
4. Verifica: controllare le previsioni confrontandole con le osservazioni.

Perché il metodo scientifico è così efficace? Perché si tratta di un metodo *critico*. Quando uno scienziato inventa una teoria, i suoi colleghi la controllano. I controlli consistono nei continui tentativi di far accadere, usando tutti i mezzi di cui possiamo disporre, precisamente quei fatti che la teoria afferma che non possano accadere. Il metodo scientifico è collegato all'idea di *falsificare* le teorie, sottoponendole a controlli. J. S. Mill scriveva nel 1859: "le nostre convinzioni più giustificate non riposano su altra salvaguardia che un invito permanente a tutto il mondo a dimostrarle infondate".

A titolo di esempio di come procede il metodo scientifico, prendiamo le leggi del moto e della gravitazione proposte da Isaac Newton tre secoli fa, considerate tuttora tra i risultati scientifici più alti ottenuti dalla specie umana. Oggi continuiamo ad insegnarle nelle scuole, nelle università ed a usarle con successo per costruire ponti, dighe, navi, grattacieli e per mandare astronavi nello spazio. Eppure noi sappiamo con certezza che queste leggi sono false. Infatti gli scienziati, non appena Newton enunciò le sue leggi, le misero alla prova mediante innumerevoli osservazioni ed esperimenti. Ci si accorse, dopo qualche tempo, che in certe particolari condizioni (velocità molto elevate, e/o forze molto intense) le leggi di Newton non sono verificate. Beninteso, le leggi di Newton sono utilmente applicate in una grande varietà di situazioni, comprese tutte quelle della vita quotidiana. Ci sono però casi in cui le leggi di Newton danno risultati in disaccordo con gli esperimenti e con le osservazioni. La teoria della relatività ristretta e generale di Einstein, enunciata all'inizio del 1900, mostra che le leggi di Newton vanno sostituite da altre che hanno un campo di applicazione più ampio. Ci si potrebbe aspettare che la storia finisca qui; invece gli scienziati oggi stanno scoprendo dei casi in cui anche la teoria di Einstein non viene confermata dalle osservazioni e dagli esperimenti. Che cosa impariamo da questo? Che in Fisica esiste un *principio di corrispondenza*, in base al quale una nuova teoria contiene una teoria preesistente come caso limite: la nuova teoria non rifiuta quella vecchia, ma la rivede evidenziandone il campo di validità. *Il metodo scientifico*

incorpora in sé un meccanismo di autocorrezione. Ogni teoria, per quanto sia consolidata, è suscettibile di revisione alla luce di nuove esperienze. Lo sforzo di mettere in dubbio quanto si conosce per verificarne la validità continuerà finché ci saranno scienziati tra gli uomini. La scienza è diversa da molte altre attività umane non perché non sbaglia mai, ma per il coraggio e l'umiltà dimostrato nell'abbandonare le idee che non hanno retto alla verifica degli esperimenti, anche nel caso che tali idee venissero proposte da scienziati famosi. Gli scienziati, con i loro esperimenti, pongono domande alla natura e prendono sul serio le sue risposte; questo metodo è l'unica loro risorsa nella ricerca della verità.

Lo scienziato quindi è uno *scettico*: non crede che una affermazione sia vera senza averne le prove. Lo scetticismo moderno ci è stato insegnato dal filosofo scozzese David Hume nato ad Edimburgo nel 1711. Nel Medio Evo il mondo era considerato magico, misterioso, incomprensibile. Con la rinascita del metodo scientifico, elaborato a partire dal 1600 da Galilei, Bacone, Cartesio, Newton ed altri, si afferma la possibilità di poter stabilire delle leggi attraverso l'osservazione critica dei fenomeni. Prima di allora la conoscenza era basata sul principio di autorità. Ovvero si credeva che fosse vero ciò che qualche persona importante aveva affermato come verità. Uno degli scienziati (e filosofi) più importanti dell'antichità fu Aristotele, che aveva affermato che corpi di peso differente impiegavano tempi differenti per arrivare a terra, attribuendo questo comportamento alla tendenza differente dei diversi corpi di andare verso il loro luogo naturale. Nessuno mise questa affermazione in discussione, per quasi 2 millenni. Oggi sappiamo che la caduta libera dei gravi è determinata dall'influenza combinata della forza di gravità e della resistenza dell'aria; un semplice esperimento mostra che, se si trascura la resistenza dell'aria, corpi di massa differente cadono a terra in tempi uguali.

Altra fonte di verità erano i libri sacri delle diverse religioni; sulla Bibbia è scritto che Dio fermò il Sole, da cui si deduce che è il Sole a girare intorno alla Terra; ne segue che tutti gli astri giravano intorno alla Terra. Galilei, usando il cannocchiale per mostrare che c'erano degli astri che giravano intorno a Giove, fu uno dei primi a sostenere che la ricerca della conoscenza doveva essere basata sulla osservazione e sulla sperimentazione.

Dall'epoca di Galilei ad oggi, le applicazioni delle conoscenze scientifiche, unitamente allo sviluppo della democrazia collegato alla lotta contro l'autoritarismo, che dal campo della conoscenza si è estesa al campo politico e sociale, hanno migliorato in modo straordinario le condizioni di vita degli esseri umani; tutto ciò indica che il metodo scientifico ha permesso di elaborare teorie che nel loro complesso sono la migliore descrizione della realtà che l'umanità abbia mai elaborato nel corso della sua storia.

Domande

Gli oroscopi e il meteo si trovano sulla stessa pagina dei quotidiani. Sono previsioni simili? In che cosa si differenziano?

Quale procedimento dimostra l'efficacia di un farmaco?

Come si pubblica un articolo su una rivista scientifica?