

## ARGOMENTI TRATTATI

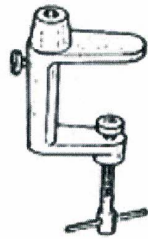
- 1) CONOSCERE LE FORZE
- 2) FORZE IN AZIONE
- 3) IL PESO È UNA FORZA
- 4) IL DINAMOMETRO E LA SUA TARATURA
- 5) ALTRI TIPI DI FORZE
- 6) UNA STRANA ADDIZIONE
- 7) LE FORZE DI ATTRITO
- 8) IL BARICENTRO
- 9) USIAMO CON INTELLIGENZA LE NOSTRE FORZE
- 10) L'EQUILIBRIO DI UNA SBARRA
- 11) LE LEVE
- 12) LE CARRUCOLE
- 13) IL PIANO INCLINATO

N° di esperimenti eseguibili: 22

## ELENCO DEL MATERIALE IN DOTAZIONE

Q.tà	Descrizione	Cod.	Q.tà	Descrizione	Cod.
1	Morsa da tavolo	0006	1	Dinamometro	3/M
1	Cordicella	0015	2	Magneti	5182
1	Figura per baricentro	0053	1	Carrucola	9/M
1	Asta col gancio	0060	1	Perno a squadra	12/M
2	Portatesi da 20g	1006	2	Perni filettati	13/M
1	Molla a spirale	1008	1	Perno filettato da due parti	14/M
10	Pesetti da 10g	1010	1	Gancio filettato	15/M
1	Asta per leve	1152.1	3	Dadi a galletto M4	16/M
1	Rullo metallico	1163	1	Dado a galletto M3,5	16/M.1
1	Goniometro	4075	1	Piano inclinato	19/M
1	Asta metallica	2/M	1	Bicchieri da 250ml	V30
			1	Guida agli esperimenti	

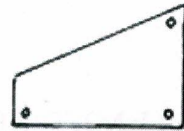
## DESCRIZIONE DEL MATERIALE



0006



0015



0053



0060



1006



1008



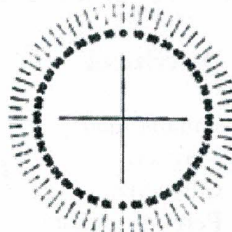
1010



1152.1



2/M



4075



1163



3/M



5182



9/M



12/M



13/M



14/M



15/M



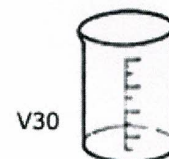
16/M



16/M.1



19/M



V30

## 1) CONOSCERE LE FORZE

Nella nostra vita quotidiana, molti fenomeni stimolano in noi il concetto intuitivo di "forza".

Se si vuole spostare un oggetto bisogna prima sollevarlo; così facendo, però, noi applichiamo una forza, precisamente la *forza muscolare* delle nostre braccia.(Fig. 1).

Nel gioco del pallone, questo viene fermato, deviato, e lanciato dai giocatori con le forze muscolari prodotte dai piedi.(Fig. 2).

Se si vuole mettere in movimento un'automobile, si deve accendere il suo motore, il quale sviluppa una forza capace di fare girare le ruote. Se, però, si vuole arrestarla, bisogna agire sui freni. (Fig. 3).



Fig. 1

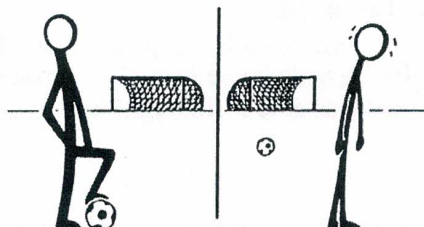


Fig. 2

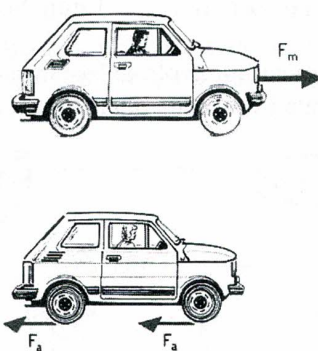


Fig. 3

L'elenco delle forze esistenti in natura è estremamente lungo.

Esistono la *forza gravitazionale*, la *forza elettrica*, la *forza magnetica*, la *forza elastica*, la *forza di attrito*, la *forza nucleare*, ecc.

Ma, oltre ai vari tipi di forze, è necessario conoscere altre cose sulle forze. Per esempio sapere:

- come si rappresentano le forze;
- quale effetto producono le forze sui corpi che sono liberi;
- quale effetto producono sui corpi vincolati;
- quali sono i caratteri che distinguono una forza da un'altra;
- con quale strumento si misura l'intensità di una forza;
- come si compongono le forze;
- come si può amplificare una forza

e così via.

Queste ed altre cose imparerai eseguendo gli esperimenti che ti verranno proposti qui di seguito.



## 2) FORZE IN AZIONE

Volgendo lo sguardo attorno, potrai notare che alcuni oggetti possono essere spostati, altre cose sono inamovibili. Per esempio, una penna, o un accendino si possono rimuovere, il muro della stanza, no. È interessante sapere quale effetto produce l'azione di una forza sui primi e sui secondi. Esegui i seguenti esperimenti e lo saprai.

### ESPERIMENTO N. 1

Materiale occorrente: 1 cilindro metallico; 1 cordicella.

Deponi su un tavolo abbastanza liscio il cilindro metallico e lega al suo gancio un tratto di cordicella. Poi afferrata l'estremità libera della cordicella, tira verso di te il cilindro. (Fig. 1).



Fig. 1

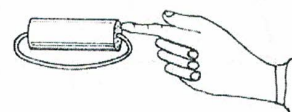


Fig. 2

- Come si definisce la forza esercitata quando si tira?
- Quale conseguenza ha provocato la tua azione?

Adesso, appoggia sul cilindro il dito ed opera una spinta, come è mostrato in figura 2.

- Come si definisce in questo caso la forza da te esercitata?
- Quale conseguenza ha provocato la tua azione?

### ESPERIMENTO N. 2

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 asta col gancio; 1 molla a spirale.

Dopo aver fissato la morsa al tavolo, infila nel suo foro l'asta metallica e bloccala stringendo l'apposito volantino. Completa, poi, il dispositivo illustrato in figura 3. Afferra l'estremità libera della molla, che è vincolata dal gancio e opera una trazione (Fig. 4).

- Quale effetto produce sulla molla la tua azione?

In conclusione:

su un corpo libero l'azione di una forza ne modifica lo stato di quiete o di moto; su un corpo vincolato produce una deformazione.

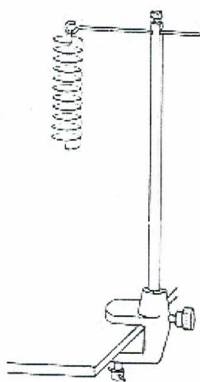


Fig. 3

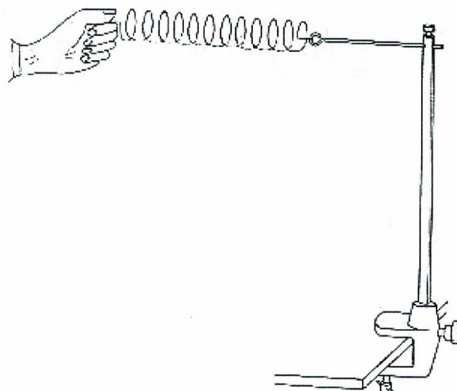


Fig. 4



### 3) IL PESO È UNA FORZA

Se vediamo un corpo fermo mettersi in movimento oppure, se vediamo un corpo vincolato deformarsi, non possiamo avere dubbi: su questi corpi agisce una forza.

#### ESPERIMENTO N. 3

**Materiale occorrente:** 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 perno a squadra; 1 dado a galletto; 1 carrucola; 1 cilindro metallico; 1 portapesi; cordingella.

Dopo aver fissato la morsa al tavolo, completa il dispositivo illustrato in figura 1 facendo in modo che la cordingella sia lunga almeno 1 metro. In queste condizioni il cilindro metallico si può considerare un corpo libero, in quanto può muoversi.

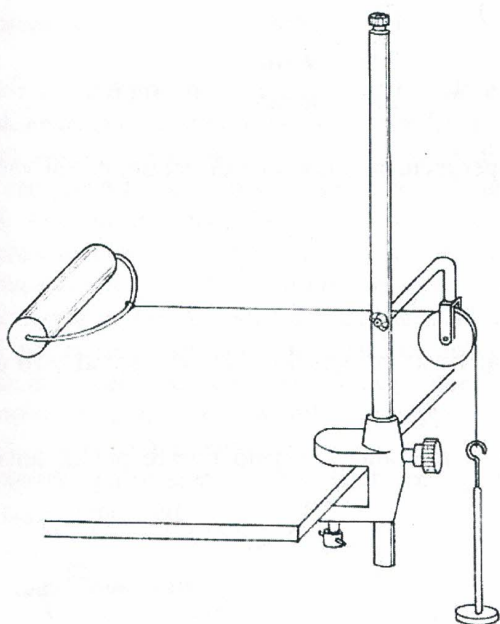


Fig. 1

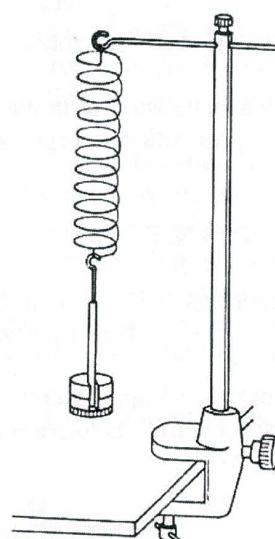


Fig. 2

Se lasci libero il cilindro metallico, puoi osservare che esso si mette in moto. Questo significa che su di esso agisce una forza.

- Qual è la forza che ha messo in moto il cilindro?

#### ESPERIMENTO N. 4

**Materiale occorrente:** 1 morsa da tavolo, 1 asta metallica; 1 asta col gancio; 1 molla; 1 portapesi, alcuni dischi da 10 g.

Dopo aver fissato la morsa al tavolo, completa il dispositivo illustrato in figura 2. In queste condizioni la molla non è un corpo libero, perché è vincolata al gancio

- Quale effetto produce sulla molla l'azione del portapesi caricato dei dischi?
- Qual è la forza che ha allungato la molla?
- In base agli esperimenti eseguiti è lecito affermare che il peso dei corpi è una forza?
- Per quale motivo tutti i corpi che si trovano in prossimità della Terra hanno un peso?
- Il peso di un corpo cambierebbe se venisse portato sulla Luna?
- Se un corpo viene allontanato dalla Terra il suo peso aumenta o diminuisce?

#### 4) IL DINAMOMETRO E LA SUA TARATURA

Il dinamometro è uno strumento con il quale si può misurare l'intensità di una forza.  
Il suo funzionamento si basa su una proprietà della quale godono alcuni corpi: l'elasticità.

##### L'elasticità

Se lasci cadere al suolo una pallina di gomma, la vedrai rimbalzare più volte. La gomma, infatti, è un materiale elastico. Questa sua proprietà deriva dal fatto che, se mediante una forza esterna, essa viene deformata, insorge una forza interna, definita *forza elastica*, la quale tende a riportare la pallina nella forma primitiva non appena viene a mancare la forza esterna. Altri materiali godono di questa proprietà. Qui di seguito sono elencati alcuni materiali; disegna una crocetta in corrispondenza di quelli che tu ritieni siano i più elastici.

<input type="checkbox"/>	acciaio	<input type="checkbox"/>	gomma	<input type="checkbox"/>	cera
<input type="checkbox"/>	creta	<input type="checkbox"/>	aria	<input type="checkbox"/>	vetro
<input type="checkbox"/>	sabbia	<input type="checkbox"/>	carta	<input type="checkbox"/>	legno

Fortemente elastiche sono le molle di acciaio a spirale. Sperimentando con una di queste, potrai verificare un'importante proprietà dei corpi elastici.

##### ESPERIMENTO N. 5

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 asta col gancio; 1 molla a spirale; 10 pesi da 10g; 1 portapesi; 1 regolo lineare.

Dopo aver montato l'apparecchiatura mostrata in figura 1, mediante il regolo lineare prendi nota della distanza  $l_0$  esistente tra il tavolo e il fondo del portapesi.

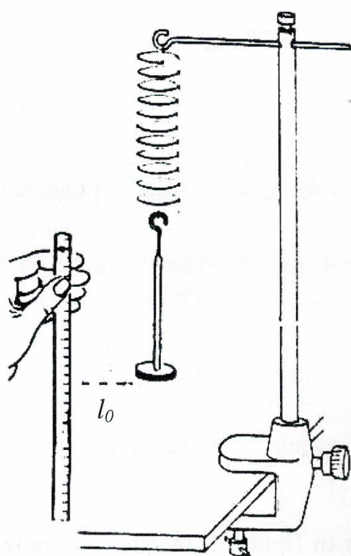


Fig. 1

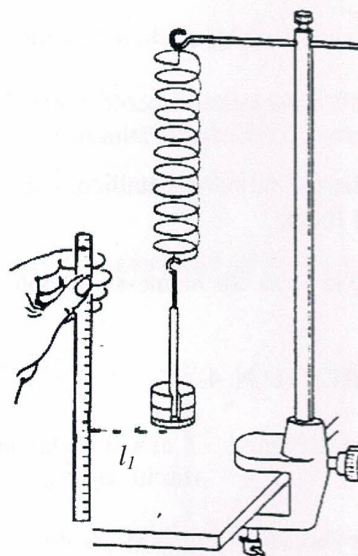


Fig 2

Disponi sul portapesi un carico di 20 g (cioè due pesetti da 10 g) e rileva la nuova distanza  $l_1$  tra il tavolo e il fondo del portapesi. La differenza  $l_1 - l_0$  rappresenta l'allungamento che ha subito la molla sotto l'azione di una forza di 20g.(Fig. 2).

Ripeti questa operazione più volte, aggiungendo ogni volta un carico di 20g e prendendo nota, ogni volta, dell'allungamento subito dalla molla.



Riporta i risultati ottenuti in una tabella come la seguente:

<i>distanza iniziale</i>	<i>forza applicata</i>	<i>distanza finale</i>	<i>allungamento</i>
$l_0$	20 g	$l_1$	$l_1 - l_0$
$l_0$	40 g	$l_2$	$l_2 - l_0$
$l_0$	60 g	$l_3$	$l_3 - l_0$
$l_0$	80 g	$l_4$	$l_4 - l_0$

Se avrai operato in modo corretto, potrai notare che, a parte le piccole differenze dovute agli errori di misurazione, gli *allungamenti* sono direttamente proporzionali alle *forze applicate*, cioè, se la forza diviene doppia, tripla, ecc., anche l'allungamento diviene doppio, triplo ecc.

### Il dinamometro

La proprietà di cui godono le molle di acciaio viene utilizzata nella costruzione dei dinamometri, i quali sono strumenti tarati per misurare l'intensità delle forze. In figura 3 è mostrato un prototipo, che è costituito da un involucro trasparente sul quale è incisa la scala di misura. All'interno del cilindro è appesa una molla che termina con una asticciola dotata di un indice e di un gancio.

Prima di ogni misurazione, il dinamometro deve essere azzerato, cioè, in assenza di carico, l'indice deve coincidere con lo zero della scala. L'azzeramento si esegue agendo sul godrone posto in testa allo strumento. Ogni dinamometro è caratterizzato da un *fondo scala*, che rappresenta la massima intensità delle forze che esso può misurare senza essere danneggiato. Se, ad esempio, il fondo scala è di 100 g, la taratura viene eseguita contrassegnando con 0 la posizione dell'indice in assenza di carico e contrassegnando con 100 la posizione dell'indice quando viene applicata una forza di 100 g. Poi, sfruttando il fatto che gli allungamenti sono proporzionali all'intensità delle forze applicate, basta dividere in 100 parti eguali l'allungamento totale per avere la taratura in grammi.

Il dinamometro può essere utilizzato anche per misurare il peso di un oggetto; basta appendere tale oggetto al gancio, come è mostrato in figura 4.

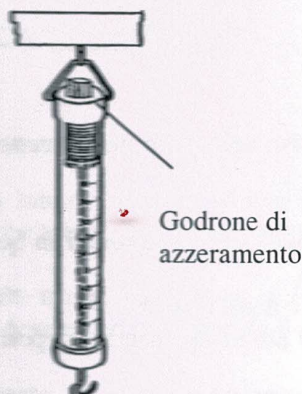


Fig. 3



Fig. 4

Nella pratica quotidiana i pesi e le altre forze, sono misurati in chilogrammi. In fisica, invece, deve essere utilizzata un'altra unità di misura, il newton (N), il cui valore è:

$$1 \text{ newton} = \frac{1 \text{ kilogrammo}}{9,81}$$



## 5) ALTRI TIPI DI FORZE

Con gli esperimenti fin qui eseguiti hai conosciuto la *forza muscolare*, la forza con la quale la Terra attira tutti i corpi, anche definita *forza di gravità* o *peso* e la *forza elastica*.  
In natura esistono altre forze. Tre di queste potrai conoscerle tramite i seguenti esperimenti.

### La forza elettrica

#### ESPERIMENTO N. 6

Materiale occorrente: 1 biro; pezzetti di carta velina.

Ritaglia in piccoli pezzi un foglietto di carta velina, poi strofina l'estremità di una penna biro con un panno di lana.

Se avvicini la penna, vedrai che i pezzetti di carta sono attirati. (Fig. 1). La forza che agisce è definita *forza elettrica*, in quanto si manifesta tra le cariche elettriche che sono contenute nella materia. Esse possono essere di due tipi: le cariche positive e le cariche negative.

Tra cariche elettriche di segno diverso agisce una forza attrattiva; tra cariche elettriche di egual segno la forza è repulsiva. (Fig. 2).

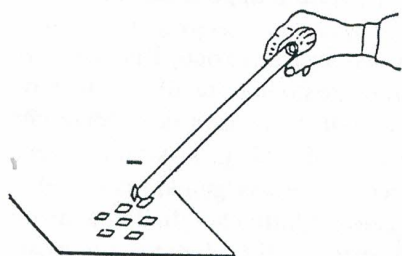


Fig. 1

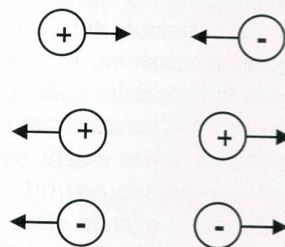


Fig. 2

### La forza magnetica

#### ESPERIMENTO N. 7

Materiale occorrente: 2 magneti

Disponi un magnete sul tavolo, poi avvicina ad esso piccoli oggetti diversi: uno spillo, un pezzetto di carta, un pezzetto di legno ecc. (Fig. 3).

- Quali di questi corpi vengono attirati dal magnete?

La forza che si manifesta tra un magnete e un corpo ferroso viene definita *forza magnetica* in quanto è la proprietà caratteristica di un materiale, la *magnetite*, che si trova in natura.

Un magnete, qualunque sia la sua forma, è dotato di due poli: il polo Sud e il polo Nord.

Puoi facilmente verificare che tra poli opposti viene esercitata una forza attrattiva, mentre tra poli eguali si esercita una forza repulsiva. (Fig. 4).

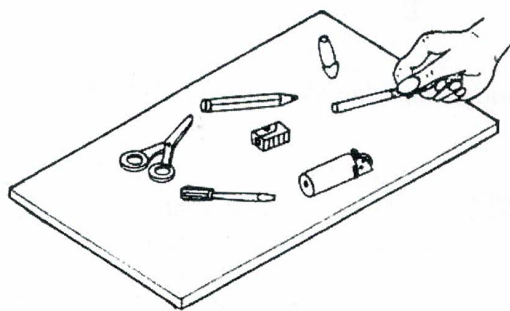


Fig. 3

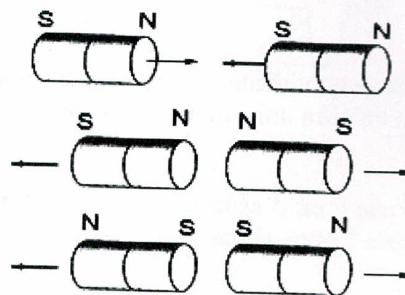


Fig. 4

## La spinta di Archimede

Saprai senz'altro che alcuni corpi, immersi nell'acqua affondano, altri galleggiano. Con l'esperimento che segue potrai capire il perché di queste differenze.

### ESPERIMENTO N. 8

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 asta col gancio; 1 dinamometro; 1 portapesi; 4 pesetti da 10 g; 1 bicchiere.

Dopo aver inserito sul portapesi 4 pesetti da 10 g ciascuno, completa il dispositivo illustrato in figura 5. Dal momento che il portapesi pesa 20 g, è chiaro che il peso totale indicato dal dinamometro sarà  $P_0 = 60$  g.

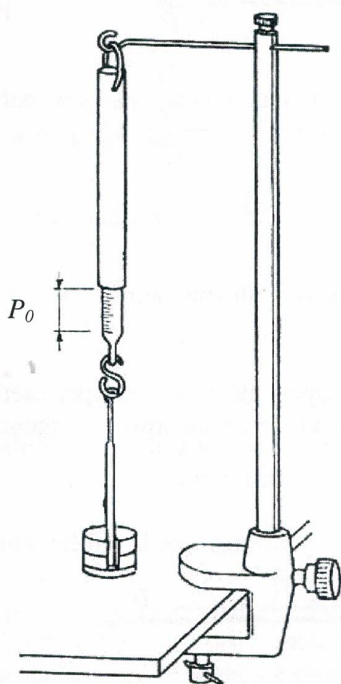


Fig. 5

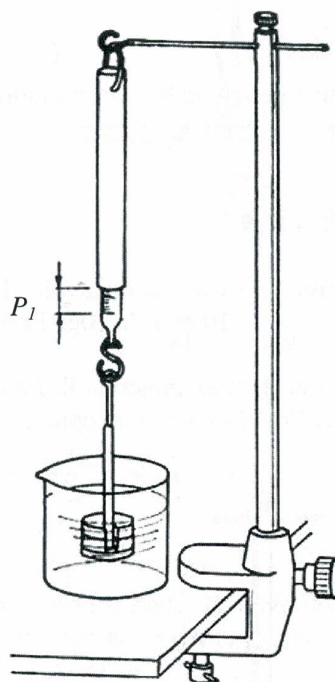


Fig. 6

Dopo aver introdotto nel bicchiere circa 200 ml di acqua, immergi i pesetti nell'acqua e prendi nota del valore  $P_1$  che adesso indica il dinamometro. (Fig. 6).

- $P_1$  risulta maggiore o minore di  $P_0$  ?
- Come deve essere interpretato il fatto che un oggetto immerso in acqua pesi di meno?

Evidentemente, se un corpo immerso in acqua pesa di meno, vuol dire che esso riceve da parte dell'acqua una spinta verso l'alto, alla quale viene dato il nome di spinta di Archimede.

Evidentemente si ha che:

$$\text{spinta di Archimede} = \text{peso in aria} - \text{peso in acqua} = P_1 - P_0$$

Adesso che hai imparato a conoscere la spinta di Archimede, sei in grado di completare la seguente frase:

un corpo, immerso nell'acqua, affonda se il suo peso è ..... della .....;  
un corpo immerso nell'acqua galleggia se il suo peso è ..... della .....



## 6) UNA STRANA ADDIZIONE

Se possiedi tre penne e te ne regalano altre due, ne avrai in tutto cinque. In modo analogo, se in un recipiente vi sono due litri di acqua e se ne versano altri quattro, si otterranno in tutto sei litri.

Così in molte altre occasioni, se vuoi conoscere la somma basta che tu esegua l'addizione.

Può sembrare strano, ma questo modo di operare, non è corretto quando si devono sommare le forze. In altre parole, non è sempre vero che applicando ad un corpo una forza, ad esempio, di 40g ed un'altra di 80g, la forza applicata risulti di 120g. Prima di verificarlo eseguendo i seguenti esperimenti, devi sapere che le forze sono caratterizzate da quattro elementi:

- il punto di applicazione;
- la direzione lungo la quale agiscono;
- il verso della loro azione;
- l'intensità.

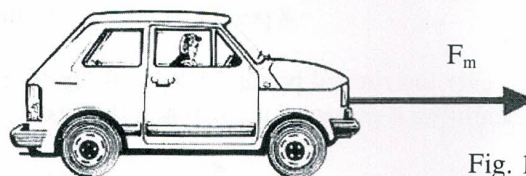


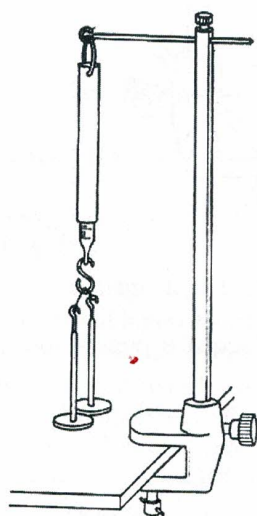
Fig. 1

Questo è il motivo per cui le forze sono rappresentate graficamente mediante una freccia, che viene definita *vettore*. (Fig. 1)

### ESPERIMENTO N. 9

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 asta col gancio; 1 dinamometro; 10 pesi da 10g; 2 portapesi; cordingella.

Allestisci l'apparecchiatura mostrata in figura 2; poi disponi sui due portapesi alcuni pesetti; per esempio 5 pesetti per parte. Così facendo hai applicato al dinamometro due forze, parallele e concordi, cioè agenti nello



stesso verso, entrambe di 70g.

Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

- Qual è il valore della loro somma?

Completa la seguente frase: la risultante di due forze parallele concordi  $F_1$  ed  $F_2$  è una forza concorde  $R$ , che ha per intensità la somma ..... delle loro intensità. (Fig. 3)

- Che intensità avrebbe la risultante di due forze parallele e discordi? (Fig. 4).



## ESPERIMENTO N. 10

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 asta col gancio; 1 dinamometro; 1 asta per leve; 2 perni filettati; 1 perno filettato da entrambe le parti; 4 dadi a galletto; 2 portapesi; 10 pesetti da 10g; cordicella.

Monta l'apparecchiatura illustrata in figura 5 e completala come in figura 6.  
Adesso disponi su ciascuno dei due portapesi cinque pesetti.

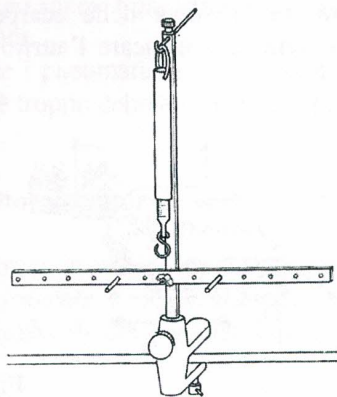


Fig. 5

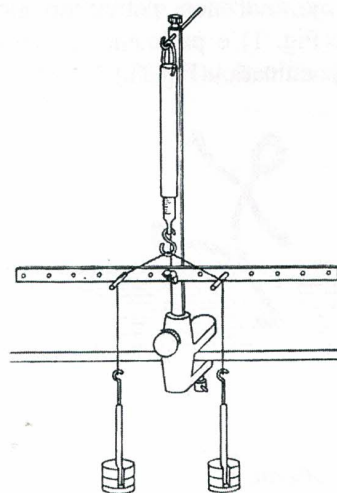


Fig. 6

- Quale valore indica il dinamometro?
- Per quale motivo la risultante delle due forze risulta in questo caso inferiore a 140g?

### La regola del parallelogramma

Con il precedente esperimento ti sei reso conto che, quando non sono parallele, le forze non si sommano aritmeticamente. Per scoprire quale regola deve essere usata per trovare la risultante di due forze che non sono parallele esegui il seguente esperimento.

## ESPERIMENTO N. 11

Materiale occorrente: come nel precedente esperimento, più il goniometro.

Mediante il goniometro misura l'ampiezza dell'angolo formato dalla cordicella. Questa è anche l'ampiezza dell'angolo formato dalle due forze che sono applicate al dinamometro.(Fig. 7).

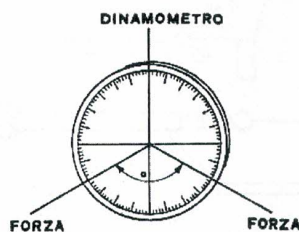


Fig. 7

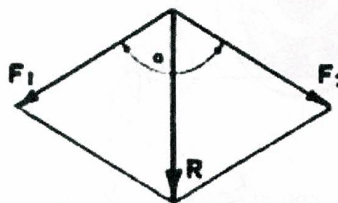


Fig. 8

Su un foglio di carta costruisci un parallelogramma i cui lati siano inclinati dello stesso angolo e la cui lunghezza sia di 70 mm.(Fig. 8). Poi, misura la lunghezza della sua diagonale. Se hai operato correttamente, potrai completare la seguente frase:

**la risultante  $R$  di due forze  $F_1$  ed  $F_2$  applicate allo stesso punto e non parallele, è individuata in intensità, direzione e verso, dalla ..... del parallelogramma che ha come lati le due forze.**

## 7) LE FORZE DI ATTRITO

Le forze che hai conosciuto fino adesso, sono tutte *forze attive*, nel senso che producono il movimento dei corpi ai quali sono applicate.

Esistono d'altra parte altre forze, le quali sono definite *forze passive*, perchè ostacolano il movimento.

Ogni volta che un oggetto deve muoversi strisciando, o rotolando su un piano, incontra una forza resistente che si oppone al suo movimento e alla quale viene dato il nome di *forza di attrito*.

In alcuni casi, come ad esempio nelle macchine utensili, l'attrito è dannoso e si cerca di ridurlo al minimo mediante l'uso di olii lubrificanti; in altri casi, invece, esso è indispensabile.

Per esempio, noi non potremmo camminare se non vi fosse attrito tra la suola delle scarpe e il pavimento (Fig. 1) e parimenti, le automobili non potrebbero curvare se venisse a mancare l'attrito tra la strada e i pneumatici (Fig. 2).



Fig. 1

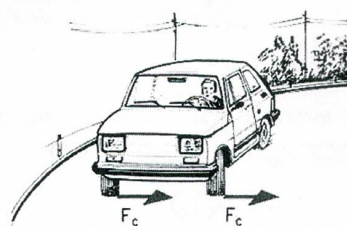


Fig. 2

### L'attrito radente

Questo è l'attrito che caratterizza la resistenza che incontra un corpo quando striscia su un altro.

Ne puoi verificare l'esistenza con il seguente esperimento.

### ESPERIMENTO N. 12

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 perno a squadra; 1 carrucola; cordicella; 1 portapesi; 4 pesetti; 1 rullo metallico; 1 dinamometro.

Predisponi l'apparecchiatura mostrata in figura 3. Noterai immediatamente che al cilindro metallico, è applicata una forza motrice  $F_m$  pari al peso del portapesi, che è di  $20g$ .

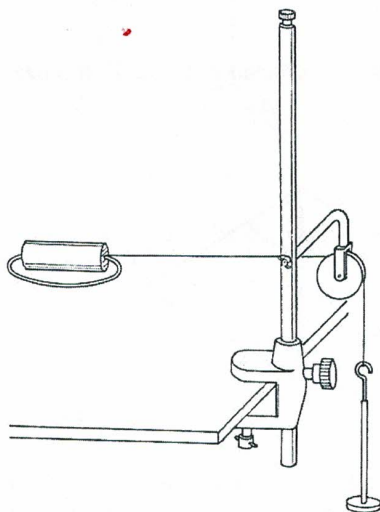


Fig. 3

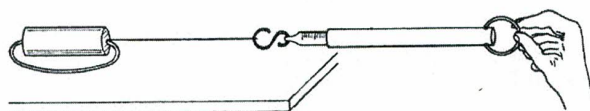


Fig. 4



Questo significa che il cilindro, dovendo strisciare sul tavolo, incontra una forza di attrito radente  $F_r$  la quale è superiore alla forza motrice e, quindi non consente il movimento.

Se vuoi conoscere l'intensità di questa forza di attrito, disponi le cose come è mostrato in figura 4.

Poi lentamente opera una trazione continua. Noterai che in un primo tempo il cilindro metallico rimane fermo mentre la molla del dinamometro si allunga.

Quando, in corrispondenza di una data trazione, il cilindro inizia a muoversi, leggi il valore indicato dal dinamometro; quel valore è la misura della forza di attrito radente.

L'attrito radente è di fondamentale importanza quando si vuole arrestare una vettura.

I freni, infatti, bloccano la rotazione delle ruote, per cui queste, invece di rotolare sul piano stradale, vi strisciano sopra. I battistrada dei pneumatici hanno la funzione di aumentare l'attrito per rendere più efficace la frenata.

Però, se i pneumatici sono consumati, oppure, se il piano stradale è umido di pioggia o di olio, la forza di attrito è troppo debole e la vettura può uscire di strada.

### L'attrito volvente

Se il corpo, invece di strisciare, rotola sul piano sul quale è appoggiato, l'attrito che incontra, anche definito *attrito volvente*, è molto meno intenso di quello radente.

Puoi verificarlo col seguente esperimento.

### ESPERIMENTO N. 13

Materiale occorrente: come quello del precedente esperimento.

Utilizza il dispositivo che avevi montato nel precedente esperimento, avendo l'accortezza di disporre il cilindro metallico come è mostrato in figura 5.

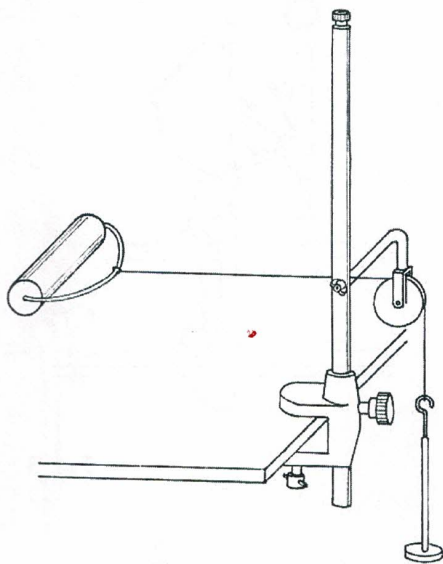


Fig. 5



Fig. 6

Potrai subito notare che, in questa disposizione, il cilindro si mette subito in movimento, in quanto, invece di strisciare, esso rotola sul tavolo.

Quindi, l'attrito volvente è molto meno resistente dell'attrito radente.

Questa proprietà spiega l'importanza che ha avuto l'invenzione della ruota nello sviluppo del progresso tecnologico della nostra civiltà.

Inoltre, questa scoperta ha avuto una notevole applicazione nei *cuscinetti a sfere*, nei quali una successione di sfere, o di cilindri, fa sì che l'attrito dei perni che girano nei rispettivi fori, sia volvente, anziché radente.(Fig. 6).



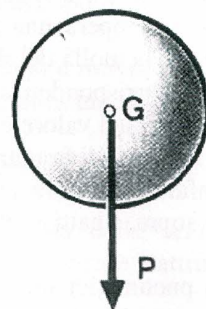
## 8) IL BARICENTRO

E' già stato fatto presente che tutti i corpi che si trovano in prossimità della Terra, sono attratti dalla *forza di gravità*, alla quale, nel linguaggio quotidiano, viene dato il nome di *peso*.

Si è visto, d'altra parte, che ogni forza è rappresentata da un vettore, il quale deve essere applicato ad un punto. Se consideriamo una sferetta metallica è chiaro che, per ragioni di simmetria, il suo peso può essere rappresentato da un vettore applicato nel suo centro. (Fig. 1).

Però, se il corpo in questione è molto grande e non ha una forma geometrica, in quale suo punto deve essere applicato il vettore che ne rappresenta il peso?

Questo punto, solitamente indicato con la lettera *G*, è definito baricentro. Procedendo come indicato nel seguente esperimento, puoi trovare il baricentro di una lamina.



### ESPERIMENTO N. 14

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 perno filettato da entrambe le parti; 1 dado a galletto; 1 lamina; 1 figura per baricentro; 1 portapesi; cordicella.

Prima di allestire il dispositivo di figura 2, inumidisci la cordicella con un pennarello nero.

Poi, con una mano, comprimi la cordicella contro la lamina nella parte più bassa e, con l'altra mano, fai vibrare la cordicella contro la lamina, in modo da lasciare su di essa una traccia nera. (Fig. 3).

Ripeti ora la stessa operazione, sospendendo la lamina negli altri due fori, in modo da individuare il punto *G* nel quale si incontrano le tre tracce. (Fig. 4). Questo è il baricentro della lamina. Infatti, se sospendi la lamina sull'asta in questo punto vedi che essa rimane in equilibrio. (Fig. 5).

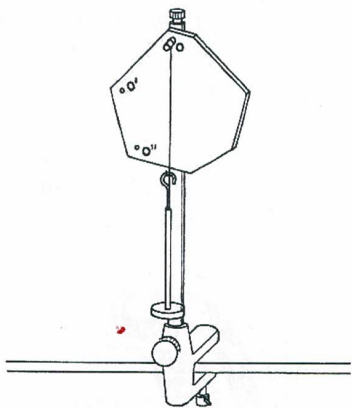


Fig. 2

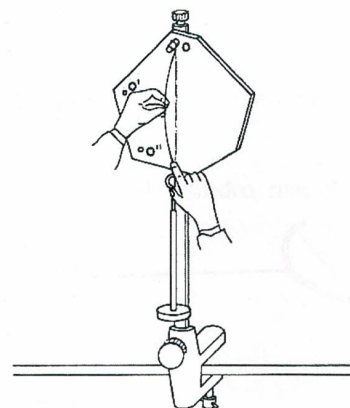


Fig. 3

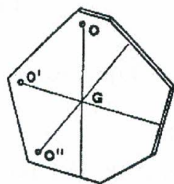


Fig. 4

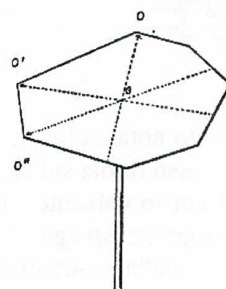


Fig. 5

## 9) USIAMO CON INTELLIGENZA LE NOSTRE FORZE

Se con l'aiuto di un tuo compagno dovessi sollevare un palo il cui peso è di 20 kg, prendendolo entrambi all'estremità, ognuno di voi dovrebbe fare uno sforzo di 10 kg. (Fig. 1).

Se uno di voi dovesse afferrare la trave in un punto intermedio, come mostrato in figura 2, farebbe uno sforzo inferiore o superiore a 10 kg?

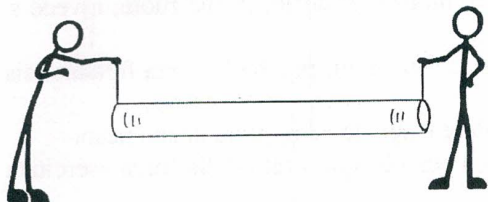


Fig. 1

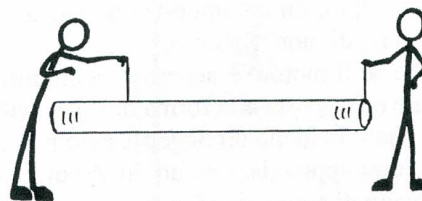


Fig. 2

Prima di rispondere a questa domanda, esegui il seguente esperimento.

### ESPERIMENTO N. 15

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 asta per leve; 1 perno filettato da entrambe le parti; 1 dado a galletto; 1 portapesi; 9 pesi da 10.

Prima di tutto sappi che l'asta per leve pesa circa 30g. Se nell'apparecchiatura di figura 3, appendi il portapesi nel baricentro dell'asta forata, con sopra 9 pesetti è come se la stessa asta pesasse 140g.

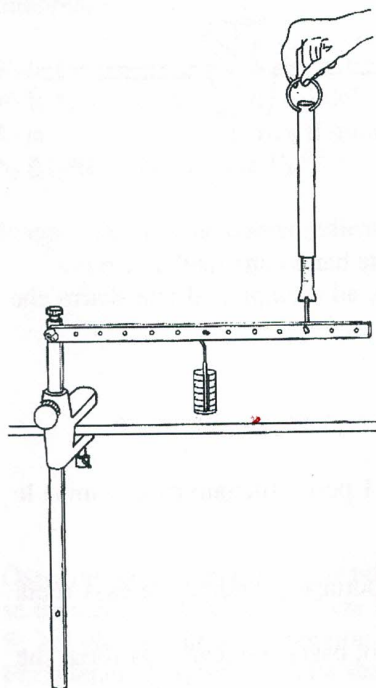


Fig. 3

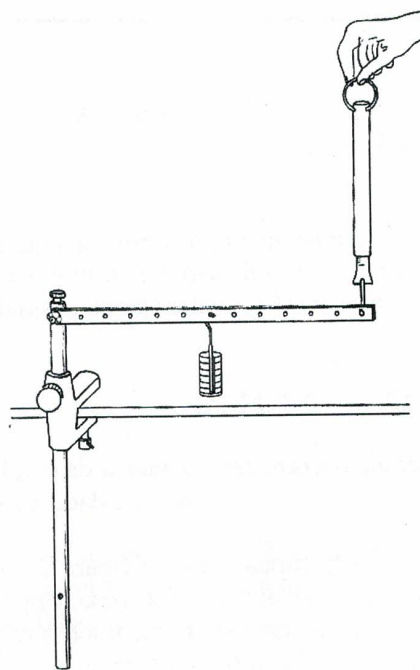


Fig. 4

Nella posizione di figura 3, che valore segna il dinamometro?

Se, ora applichi il dinamometro nel quarto foro a partire dal baricentro, come mostrato in figura 4, che valore indica il dinamometro? E se lo applicassi nel secondo foro a partire dal baricentro?

- In base a questi risultati, hai capito dove ti converrebbe sollevare un palo con l'aiuto di un tuo compagno, per fare il minimo sforzo?

## 10) L'EQUILIBRIO DI UNA SBARRA

Una parte della fisica, la statica, si propone di determinare in quali casi un corpo, al quale siano applicate più forze, stia fermo, cioè sia in *equilibrio*.

Ora devi sapere che i possibili movimenti che può eseguire un corpo solido, sono di due tipi:

*il moto traslatorio e il moto rotatorio.*

Per esempio, un'automobile che viaggia su una strada, si muove di moto traslatorio; le sue ruote, invece si muovono di moto rotatorio.

Anche se il motore è acceso l'automobile può rimanere ferma agendo sui freni, purché la forza frenante sia eguale ed opposta alla forza motrice sviluppata dal motore.

Se tu tieni in mano un oggetto, esso non cade se la tua forza muscolare è eguale ed opposta al suo peso.

Un corpo appoggiato su un tavolo orizzontale è fermo perché il suo peso è equilibrato dalla forza esercitata dal piano di appoggio. (Fig. 1).

L'asta di figura 2 resta ferma in quanto il suo peso è equilibrato dalla forza opposta dal perno.

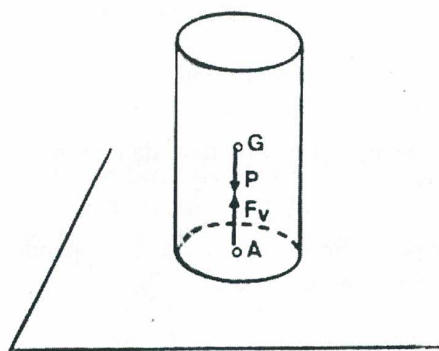


Fig. 1

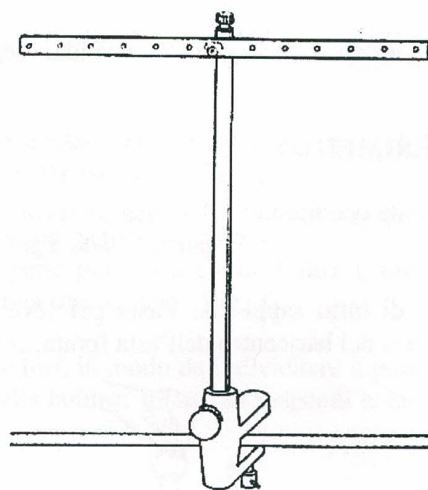


Fig. 2

In conclusione un corpo si trova in equilibrio quando le forze ad esso applicate hanno una risultante nulla.

Vediamo, adesso il caso dei corpi che possono ruotare, facendo riferimento, ad esempio, ad una sbarra che possa ruotare attorno ad un perno passante per il suo baricentro.

### ESPERIMENTO N. 16

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 asta per leve; 1 perno filettato da entrambe le parti; 1 dado a galletto; 2 portapesi; 10 pesi da 10g.

Monta l'asta forata come in figura 2; se appendi ad una sua estremità un portapesi, vedrai che essa ruota intorno al perno al quale è sospesa. (Fig. 3).

Ecco, dunque come si ottiene il moto rotatorio di un oggetto che è imperniato: basta applicare una forza che non passi per il centro di rotazione.

Su questo principio si basano gli ingranaggi dei motori, e di tutti gli apparecchi nei quali vi sono ruote che girano.

Viene, allora, spontaneo domandarsi come sia possibile evitare che l'asta ruoti.

La risposta più semplice è questa: basta applicare all'altra estremità della sbarra un portapesi, avente lo stesso peso dell'altro. Puoi verificarlo facilmente.

Ma, operando nel modo qui di seguito indicato, imparerai che l'equilibrio della sbarra può essere ottenuto anche con forze di diversa intensità.



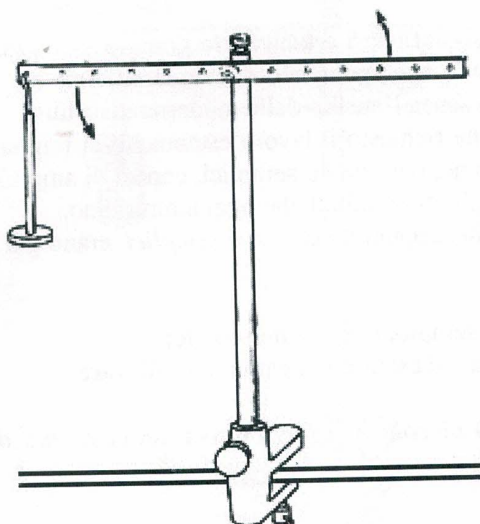


Fig. 3

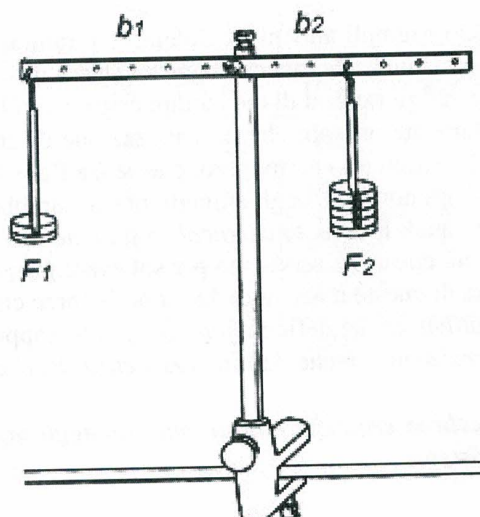


Fig. 4

Disponi sul portapesi di sinistra un pesetto da 10g in modo da ottenere un peso complessivo di 30g. Disponi il secondo portapesi, dapprima nel sesto foro, poi nel terzo e, infine, nel secondo foro sempre a partire dal baricentro. Ogni volta, però, carica questo portapesi di un numero di pesetti da 10g in modo da ottenere l'equilibrio della sbarra. (Fig. 4).

Indichiamo:

$F_1$  la forza agente alla sinistra del perno, anche definito *fulcro*;

$F_2$  la forza agente alla destra del fulcro;

$b_1$  la distanza tra il fulcro e il punto dove è applicata la forza  $F_1$ , anche definito *braccio* di  $F_1$ ;

$b_2$  il braccio della forza  $F_2$ .

In una tabella come quella indicata qui di seguito riporta i valori ottenuti;

$F_1$	$b_1$	$b_2$	$F_2$
30g	6	6	30g
30g	6	3	
30g	6	2	

Osservando questi risultati, si nota subito che, per ottenere l'equilibrio della sbarra forata, è necessario che, se il braccio si dimezza, la forza  $F_2$  deve raddoppiare, se il braccio diviene un terzo la forza deve triplicare. Se hai già studiato le proporzioni sei in grado di completare la seguente frase:  
Per ottenere l'equilibrio della sbarra è necessario che le forze e i bracci siano ..... proporzionali. Cioè,

$$F_1 : F_2 = b_2 : b_1$$

## 11) LE LEVE

Guardando i templi antichi in Grecia, le piramidi in Egitto, gli anfiteatri e tante altre grandiose costruzioni dell'antica Roma, che ancora oggi sfidano l'usura del tempo, viene spontaneo domandarsi come sia stato possibile per gli uomini di quei tempi erigere simili capolavori senza l'ausilio delle moderne macchine.

E' storicamente provato che la realizzazione di queste opere ha richiesto il lavoro estenuante di migliaia di schiavi. E' altrettanto certo, però, che senza l'ausilio di macchine, per quanto semplici, capaci di amplificare le forze degli uomini e degli animali, non si sarebbero mai raggiunti i risultati che oggi ammiriamo.

Macchine quali le *leve*, le *carrucole* e il *piano inclinato*, definite, appunto, *macchine semplici*, erano già note agli antichi, che se ne servivano per sollevare grossi carichi.

In ognuna di queste macchine, due sono le forze che agiscono:

la *forza attiva*, anche definita *potenza* ( $P$ ) che rappresenta, ad esempio, la forza muscolare;

la *forza resistente*, anche definita *resistenza* ( $R$ ) che rappresenta, ad esempio, il carico da sollevare.

*Una macchina semplice è tanto più vantaggiosa, quanto più piccola è la forza attiva nei confronti della forza resistente.*

### La leva di 1° genere

In figura 1 è mostrato un uomo che solleva un grosso sasso facendo uso di una leva di 1° genere.

Questo tipo di macchina semplice è praticamente costituita da una sbarra molto solida, che viene fatta ruotare intorno ad un punto  $O$  definito *fulcro della leva*. (Fig. 1). All'estremità  $A$  della sbarra è applicata la resistenza, all'altra estremità  $B$  è applicata la potenza. Inoltre:

la distanza tra il punto di applicazione  $A$  della resistenza e il fulcro  $O$  è definita *braccio della resistenza* e viene indicato  $b_r$ ;

la distanza tra il punto di applicazione  $B$  della potenza e il fulcro  $O$  è definita *braccio della potenza* e viene indicato  $b_p$ . (Fig. 2).



Fig. 1

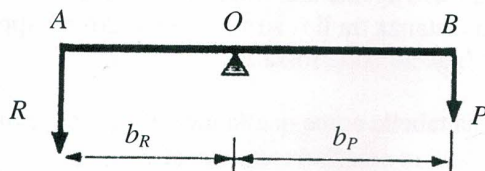


Fig. 2

Evidentemente la leva serve per compiere uno sforzo minore del peso del sasso.

Ma tu sai dire qual è la posizione più conveniente dove deve trovarsi il fulcro, affinché lo sforzo, cioè la potenza, diventi minimo? Esegui il seguente esperimento e lo saprai.

### ESPERIMENTO N. 17

**Materiale occorrente:** 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 perno filettato da entrambe le parti; 2 dadi a galletto; 1 sbarra per leve; 2 portapesi; 8 pesetti; 1 dinamometro.

Prepara l'apparecchiatura mostrata in figura 3. Essa schematizza una leva di 1° genere, con il fulcro tra la resistenza che vale 100g e la potenza che viene direttamente misurata dal dinamometro.

Come si vede dalla figura il dinamometro lavora capovolto, per cui il suo azzeramento deve essere effettuato in questa posizione.



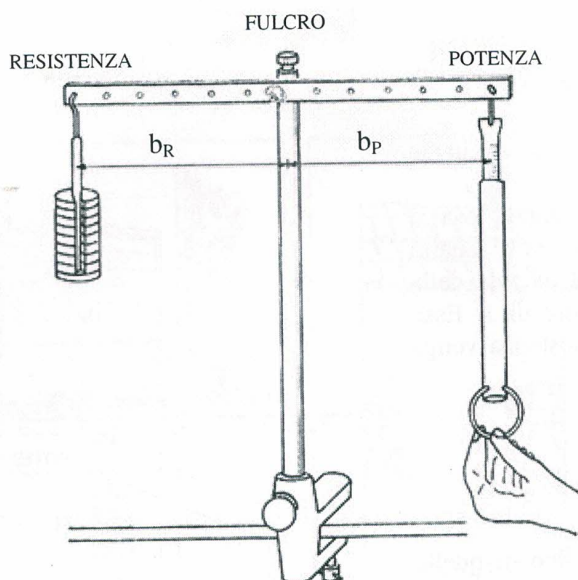


Fig. 3

$b_p$	$b_r$	$R$	$P$	$G$
6	6	100g	100g	
6	5	100g		
6	4	100g		
6	3	100g		
6	2	100g		
6	1	100g		

Fig. 4

Mantenendo il dinamometro sempre nella stessa posizione, cioè nel sesto foro a destra del fulcro, applica la resistenza dapprima nel sesto foro a sinistra, poi nel quinto, poi nel quarto e così via.

Ogni volta regola con la mano la posizione del dinamometro in modo che la sbarra sia orizzontale, e poi prendi nota del valore della potenza. Riporta i risultati in una tabella come quella di figura 4, dove oltre ai valori delle forze e dei rispettivi bracci dovrà essere indicato anche il guadagno  $G$  della leva che è definito nel seguente modo:

$$\text{Guadagno della leva} = \frac{\text{Potenza}}{\text{Resistenza}}$$

Se hai operato in modo corretto, noterai subito due cose:

- se il braccio della potenza resta fisso, il guadagno aumenta sempre di più quanto più piccolo diviene il braccio della resistenza;
- le due forze sono inversamente proporzionali ai rispettivi bracci; cioè

$$P : R = b_r : b_p$$

### La leva di 2° genere

In figura 5 è rappresentato un uomo che tira una carriola. Dove la ruota tocca il suolo, v'è il fulcro della leva, per cui la resistenza, costituita dal carico, si trova tra il fulcro e la potenza che è rappresentata dallo sforzo compiuto dall'uomo. (Fig. 6).

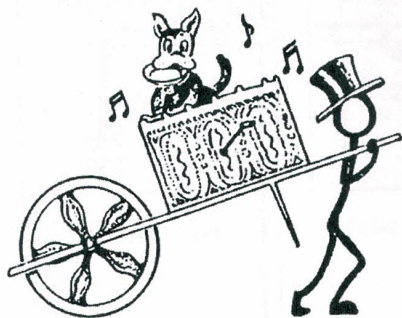


Fig. 5

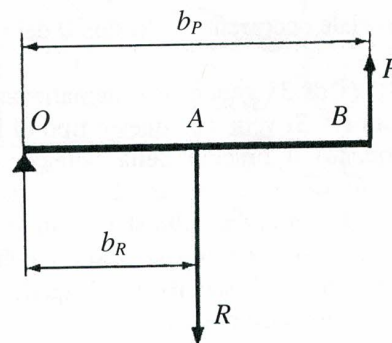


Fig. 6

Questo è un esempio di leva di 2° genere che tu puoi studiare col seguente esperimento.



## ESPERIMENTO N. 18

Materiale occorrente: lo stesso del precedente esperimento.

La leva di 2° genere può essere schematizzata mediante l'apparecchiatura di figura 7.

Come puoi vedere, questo tipo di leva è sempre vantaggiosa in quanto il braccio della potenza è sempre più grande di quello della resistenza, per cui la potenza è sempre più piccola della resistenza. Il guadagno, quindi, è sempre maggiore di 1. Esso risulta eguale ad 1 soltanto nel caso in cui la resistenza venga applicata nello stesso punto della potenza.

### La leva di 3° genere

In figura 8 è mostrata una pinzetta a molla del tipo di quelle usate nella raccolta dei francobolli.

È un esempio di leva di 3° genere, in quanto in essa la potenza si trova tra il fulcro e la resistenza. (Fig. 9). Puoi studiare questo tipo di leva col seguente esperimento.

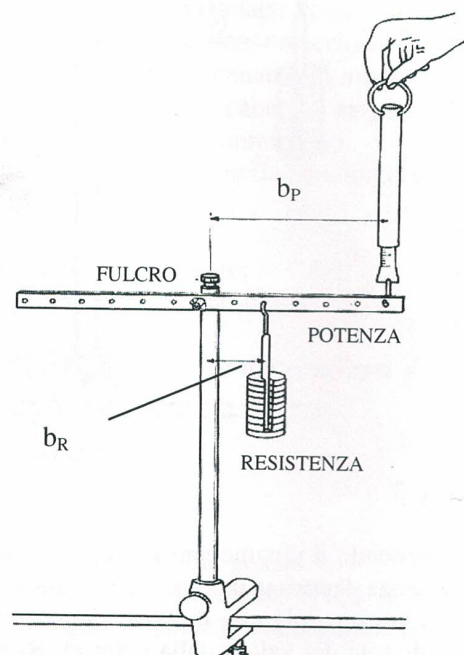


Fig. 7

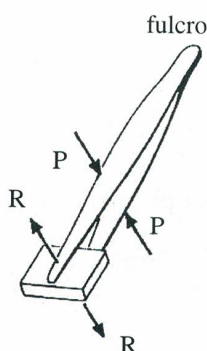


Fig. 8

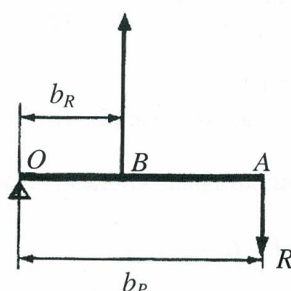


Fig. 9

## ESPERIMENTO N. 19

Materiale occorrente: lo stesso del precedente esperimento.

La leva di 3° genere è schematizzata con l'apparecchiatura di figura 10. Si vede che questo tipo di leva è sempre svantaggiosa in quanto il braccio della potenza è sempre più piccolo del braccio della resistenza. Fa eccezione il caso in cui siano applicate entrambe nello stesso punto.

Ora che hai imparato le caratteristiche dei tre tipi di leve, devi essere capace di specificare di quale tipo sono le leve utilizzate nei seguenti casi pratici.

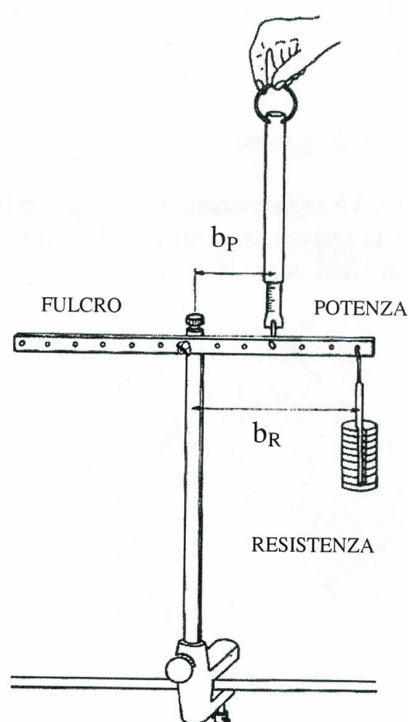
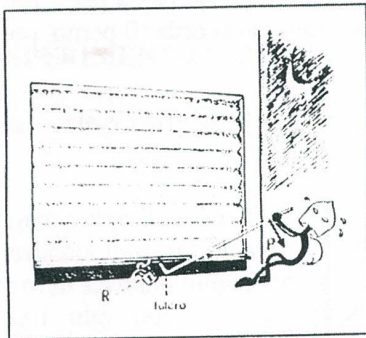
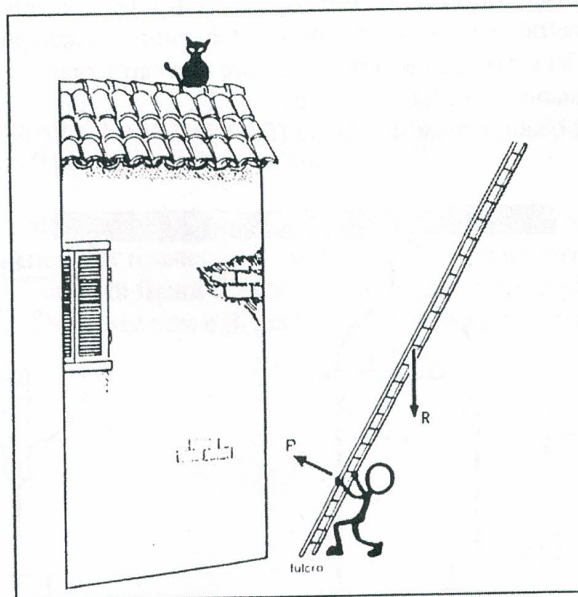


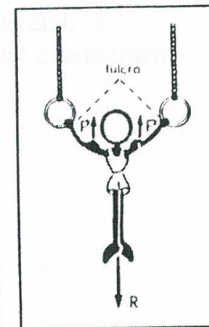
Fig. 10



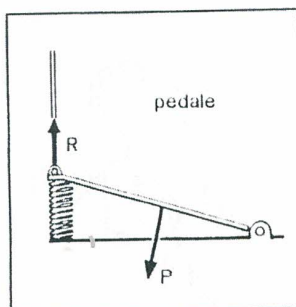
Leva di ..... genere



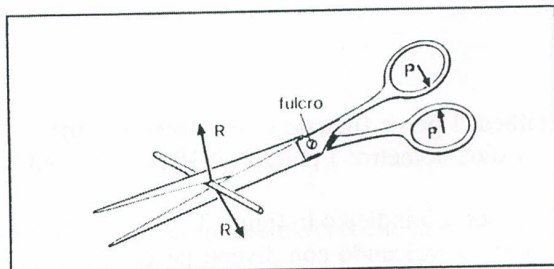
Leva di ..... genere



Leva di ..... genere



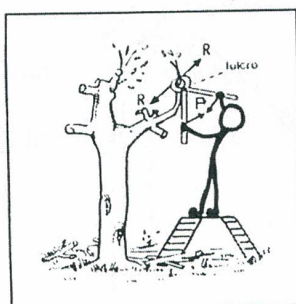
Leva di ..... genere



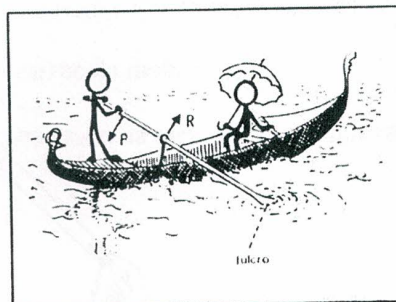
Leva di ..... genere



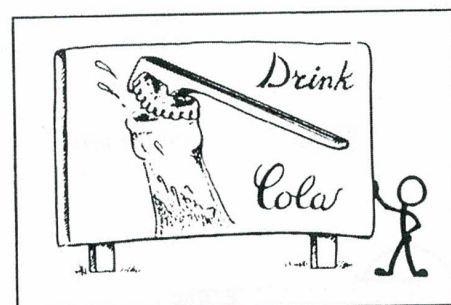
Leva di ..... genere



Leva di ..... genere



Leva di ..... genere



Leva di ..... genere



## 12) LE CARRUCOLE

Altre macchine semplici molto usate fin dai tempi antichi, sono le carrucole.

Esse sono costituite da dischi di materiale robusto, liberi di ruotare attorno ad un perno che passa per il loro centro. Sulla parte perimetrale sono provviste di una *gola* entro la quale può scorrere una corda. Il perno, poi, è sostenuto dalla *staffa*. Vi sono due modi per utilizzare una carrucola:

- la *carrucola fissa*, quando la staffa è vincolata (fig. 1);
- la *carrucola mobile*, quando la staffa è libera (fig. 2).

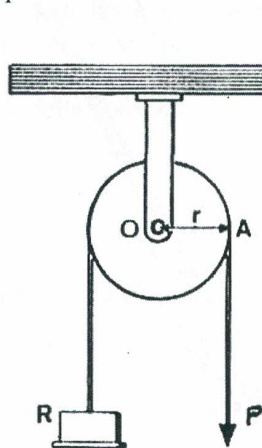


Fig. 1

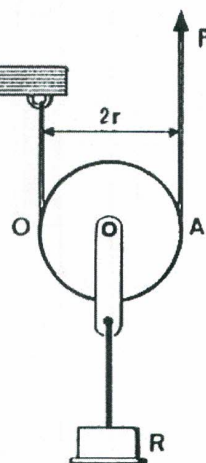


Fig. 2

### La carrucola fissa

Potrai sapere se la carrucola fissa è una macchina vantaggiosa eseguendo il seguente esperimento.

### ESPERIMENTO N. 20

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 perno filettato da entrambe le parti; 1 carrucola; 1 dado a galletto; 1 dinamometro; 1 portapesi; 10 pesetti; cordingella.

Per prima cosa avvita il perno alla staffa della carrucola, come è indicato in figura 3.

In secondo luogo, monta il dispositivo illustrato in figura 4 caricando con diversi pesetti il portapesi. Ogni volta, prendi nota dell'intensità della resistenza  $R$  e di quella della potenza  $P$  indicata dal dinamometro.

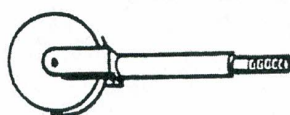


Fig. 3

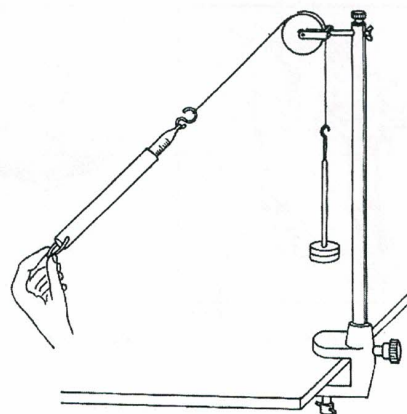


Fig. 4

- Ti risulta che  $P$  sia maggiore o minore di  $R$  ?
- La carrucola fissa è una macchina vantaggiosa?

## La carrucola mobile

Puoi sperimentare sulla carrucola mobile nel modo seguente.

### ESPERIMENTO N. 21

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 asta col gancio; 1 carrucola; 1 gancio filettato; 1 portapesi; 10 pesetti; 1 dinamometro; cordingella.

Come prima cosa avvita il gancio alla staffa della carrucola, come è mostrato in figura 5, poi pesa la carrucola in quanto il suo peso fa parte della resistenza. Cioè *Resistenza = peso carrucola + pesetti e porta pesi*. In secondo luogo, monta il dispositivo di figura 6, caricando il portapesi con pesi diversi. Ogni volta prendi nota dell'intensità della resistenza e di quella della potenza, indicata dal dinamometro.



Fig. 5

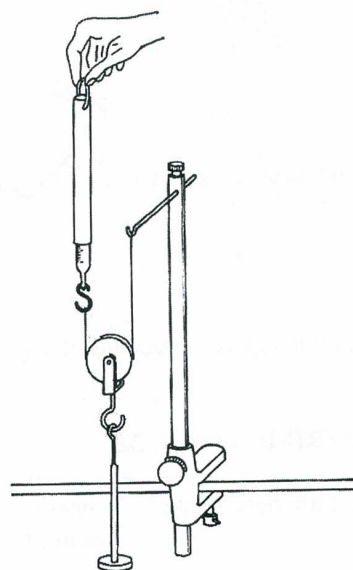


Fig. 6

Se hai operato in modo corretto, troverai che la potenza risulta essere la metà della resistenza.

$$\text{cioè: } P = \frac{R}{2}$$

Quanto vale il guadagno della carrucola mobile?

Se lo sforzo da te eseguito risulta essere la metà del peso sollevato, che cosa sostiene l'altra metà?



### 13) IL PIANO INCLINATO

Una tra le più antiche macchine semplici è il *piano inclinato*.

Esso viene utilizzato ogni volta che si deve sollevare un carico pesante ad una data altezza.

Per esempio, se si dovesse caricare una botte di 100 kg sul piano di un autocarro, alzandola dal suolo, si dovrebbe fare uno sforzo di 100 kg.

Invece, se anziché sollevarla, si fa rotolare la botte su un piano inclinato, come mostrato in figura 1, lo sforzo che si deve fare, risulta di gran lunga inferiore. Di quanto inferiore?

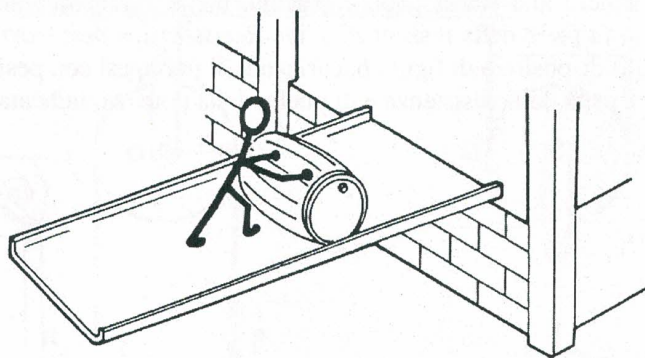


Fig. 1

Lo potrai sapere eseguendo il seguente esperimento.

#### ESPERIMENTO N. 22

Materiale occorrente: 1 morsa da tavolo; 1 asta metallica; 1 asta col gancio; 1 perno a squadra; 1 carrucola; 1 piano inclinato; 1 rullo metallico; 1 dinamometro; cordingella.

Come prima cosa avvita il perno a squadra alla staffa della carrucola e poi monta i componenti come in figura 2.

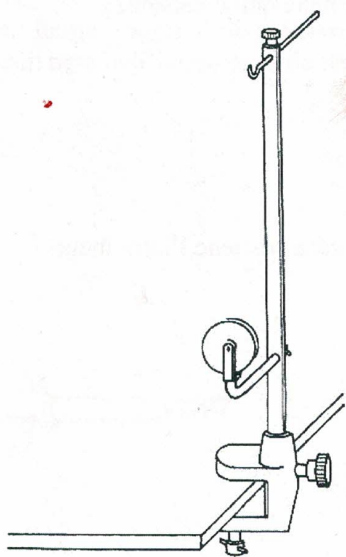


Fig. 2

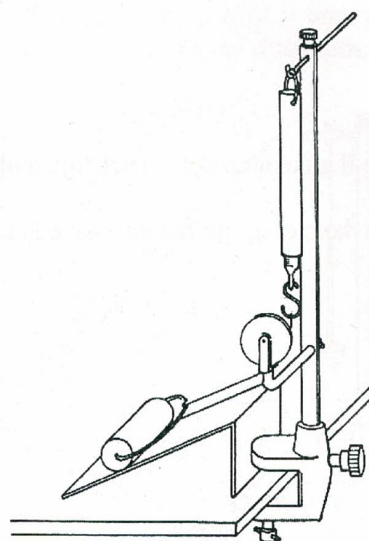


Fig. 3

A questo punto, mediante il dinamometro, misura il peso del rullo metallico, che rappresenta la resistenza  $R$ , dopo di che, completa l'apparecchiatura di figura 3.  
Il dinamometro fornisce la misura della potenza  $P$ .

Ti risulta che la potenza  $P$  sia maggiore o minore della resistenza  $R$ ?  
Il piano inclinato è una macchina vantaggiosa?

Se vuoi valutare il guadagno di questa macchina semplice, misura, con un regolo lineare, la lunghezza  $l$  del piano e la sua altezza  $h$ .

Se hai operato in modo corretto dovresti verificare che tra le quattro grandezze  $P$ ,  $R$ ,  $h$  ed  $l$ , inter-corre la seguente relazione:

$$P : R = h : l$$

Dalla quale si ricava che:

$$P = R \frac{h}{l}$$

Quest'ultima relazione mostra che per portare un carico  $R$  ad una altezza  $h$ , lo sforzo  $P$  che si deve fare è tanto più piccolo quanto più lungo è il piano inclinato.

Il guadagno, infatti, risulta:

$$G = \frac{P}{R} = \frac{h}{l}$$