

PERCORSI DIDATTICI

ESPERIMENTI QUANTITATIVI SU MACCHINE CHE AIUTANO A SOLLEVARE GLI OGGETTI

di: **Maria Alfano**

scuola: **Cava de' Tirreni (SA)**

area tematica: **Scienze**

pensato per: **12 - 14 anni**

Obiettivi:

Comprendere e applicare le conoscenze scientifiche.

Sviluppare atteggiamenti di base come: la tendenza a porre proprie domande, l'intraprendenza inventiva soprattutto per quanto riguarda la formulazione d'ipotesi.

Acquisire una corretta metodologia della ricerca.

Progettare e realizzare esperienze concrete ed operative

Metodologia

Costruttivista, lavoro di gruppo, attività di problem solving, attività laboratoriale per stimolare l'intelligenza operativo-manuale.

Per effettuare gli esperimenti quantitativi su macchine abbiamo costruito un piano di lavoro costituito da una carrucola composta (fissa + mobile), una carriola (leva) e un piano inclinato in cui è possibile variare l'altezza e la lunghezza del piano.

Per la costruzione delle tre macchine è stato usato del materiale povero, facilmente reperibile: legno, ruota (usata nelle costruzioni lego), filo di rame, staffe di stagno, chiodini, spago, il tutto poi è stato tagliato e assemblato rispettando i disegni fatti.

La classe è stata divisa in gruppi e ogni gruppo ha realizzato in modo indipendente le varie esperienze confrontando alla fine i risultati ottenuti.

Sotto la mia guida, gli alunni sono stati lasciati liberi di sperimentare quanto appreso durante le lezioni teoriche. Significative sono state le osservazioni fatte durante la misura del valore della forza motrice nella carrucola mobile e nella carriola (come al solito tra il dire e il fare c'è di mezzo il mare). Infatti i valori trovati non confermavano la condizione di equilibrio delle leve. Dopo attenta osservazione e discussione sono pervenuti alla conclusione che bisognava considerare anche il peso della carrucola e il peso della carriola.

Nonostante tutta l'attenzione possibile i risultati ottenuti non sono stati mai esatti al 100% e questo mi ha dato l'opportunità di dar luogo ad un approfondimento sugli errori di misura e sulle forze che entrano in gioco, soprattutto l'attrito.

(Nota: questo lavoro è nato dalla lettura del bando di concorso "Premio Cesare Bonacini per l'anno scolastico 2003/04, a cui abbiamo partecipato).

Per ulteriori informazioni: Doc. Maria Alfano - SMS "Giovanni XXIII" di Cava de' Tirreni (SA)

E mail: malfano@intermedia.sa.it URL: <http://fc.intermedia.sa.it/~malfano/>

**Percorsi Didattici è un progetto proposto da:
ISTITUTO SCOLASTICO COMPRENSIVO JESI CENTRO
Visitate il sito "www.jesicentro.it"
Inviare una mail a "percorsididattici@jesicentro.it"**



PREMESSA

Questo è il nostro piano di lavoro (figura 1) costituito da una carrucola composta (fissa + mobile), una carriola (leva) e un piano inclinato in cui è possibile variare l'altezza e la lunghezza del piano. Per la costruzione delle tre macchine è stato usato del materiale povero, facilmente reperibile: legno, ruota (usata nelle costruzioni lego), filo di rame, staffe di stagno, chiodini, spago.

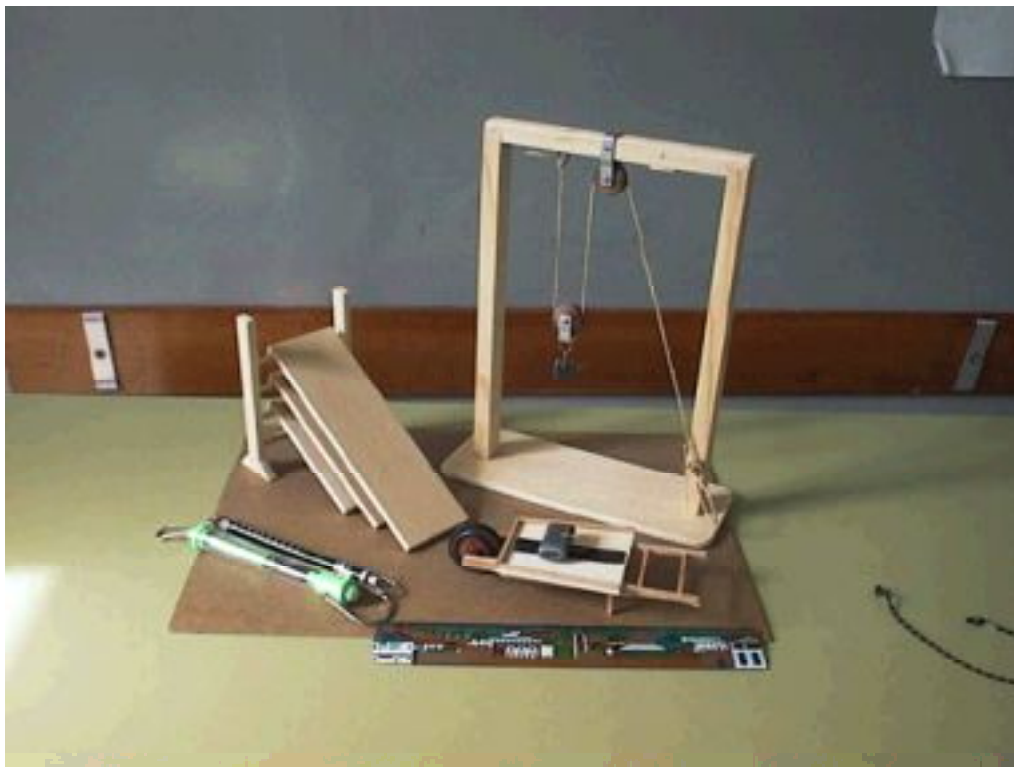


figura 1

Una macchina è un dispositivo con il quale, applicando una forza, detta forza motrice (che negli esperimenti quantitativi chiameremo P) si può equilibrare un'altra forza, detta forza resistente o resistenza (che negli esperimenti quantitativi chiameremo R)

I risultati ottenuti effettuando gli esperimenti sono approssimativamente accettabili (nei limiti degli errori sperimentali).

CARRUCOLA FISSA

Esperienza 1

Obiettivo: misura della forza motrice in una carrucola fissa.

Materiale:

- carrucola fissa,
- spago
- oggetti di peso diversi,
- dinamometro (fondo scala 100 g),
- dinamometro (fondo scala 500 g)

Procedimento

- misuriamo il peso degli oggetti (R) *figura 2*
- misuriamo la forza motrice (P) *figura 3*



figura2

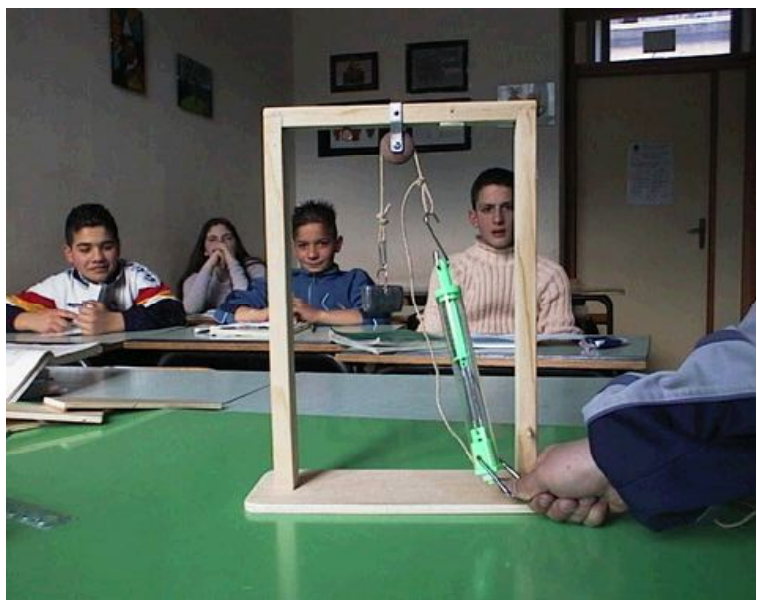


figura3

F resistente	Braccio	F motrice	Braccio
R	b_r	P	b_p
0,42 N	1,5 cm	0,4 N	1,5 cm
0,69 N	1,5 cm	0,68 N	1,5 cm
1,5 N	1,5 cm	1,49 N	1,5 cm

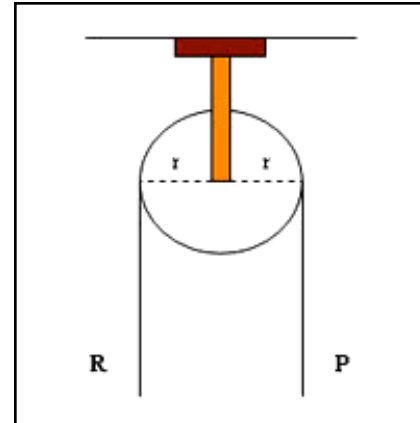
Conclusione: la carrucola fissa non è altro che una leva di primo genere con i bracci entrambi uguali al raggio del cilindro e con il fulcro nel centro. Se r è la lunghezza del raggio, si ha equilibrio quando è verificata la seguente uguaglianza:

$$P \times r = R \times p$$

da cui

$$P = R$$

La carrucola fissa è quindi una macchina indifferente, però di grande utilità, perché consente di fare agire la forza motrice dall'alto verso il basso e secondo la direzione più conveniente



CARRUCOLA COMPOSTA (fissa + mobile) Esperienza 2

Obiettivo: misura della forza motrice in una carrucola mobile sfruttando le azioni combinate di una carrucola mobile e di una fissa.

Materiale:

- carrucola composta
- spago
- oggetti di peso diversi
- dinamometro (fondo scala 100 g)
- dinamometro (fondo scala 500 g)

Nota : i risultati ottenuti hanno avuto il giusto riscontro nel momento in cui abbiamo fatto le seguenti osservazioni:

- il fulcro coincide con il sostegno fisso (U)
- il braccio della resistenza è uguale al raggio del cilindro
- il braccio della potenza è il doppio del raggio
- la forza resistente è data dal peso degli oggetti + il peso della carrucola
- la forza motrice è data dalla differenza tra la forza motrice totale e metà del peso della carrucola

Procedimento

- misuriamo il peso degli oggetti (R)
- misuriamo il peso della carrucola ($P_c = 0,10 \text{ N}$) figura 4
- misuriamo $R + P_c$
- misuriamo la forza motrice totale (P_t) figura 5
- calcoliamo la forza motrice ($P = P_t - P_c/2$)





figura 4



figura 5

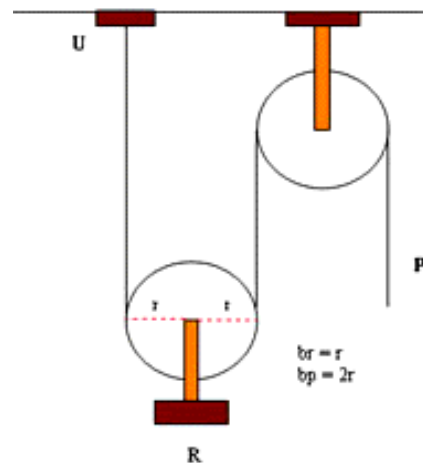
F resistente R+Pc	Braccio b_r	F motrice P= Pt-Pc/2	Braccio b_p
0,42N+0,10N=0,52N	1,5 cm	0,30N-0,5N = 0,25N	3 cm
0,69N+0,10N=0,79n	1,5 cm	0,43N-0,5N=0,38N	3 cm
1,5N+0,10N=1,6N	1,5 cm	0,82N-0,5N=0,77N	3 cm

Conclusione: la carrucola mobile si comporta come una leva di secondo genere, metà della forza resistente si scarica sul sostegno fisso (U), cosicché la forza motrice deve equilibrare solo l'altra metà. Si ha quindi l'equilibrio se risulta verificata l'uguaglianza:

$$P = R/2$$

In pratica, se si tiene conto del fatto che la carrucola ha un proprio peso (Pc), per ottenere l'equilibrio è necessario applicare una forza motrice di modulo

$$P = (R+Pc)/2$$



CARRIOLA**Esperienza 3**Materiale:

- carriola
- oggetto di peso diversi
- filo
- un dinamometro (fondo scala 100 g)
- dinamometro (fondo scala 500 g)

Procedimento:

- tramite un cappio pesiamo con il dinamometro l'oggetto (Forza resistente = R) figura 6
- misuriamo la forza per sollevare la sola carriola tramite un cappio fissato ad una estremità (Forza motrice carriola = P_c) figura 7
- posizioniamo ora l'oggetto sulla carriola e misuriamo, nella stessa posizione di prima, la forza necessaria a sollevare il tutto (Forza motrice totale = P_t) figura 8
- calcoliamo la forza motrice reale (P) che è data da $P_t - P_c$
- misuriamo il braccio della potenza (b_r = distanza asse della ruota - punto d'applicazione forza motrice)
- misuriamo il braccio della resistenza (b_p = distanza asse della ruota - baricentro dell'oggetto)

Nota: abbiamo utilizzato oggetti, da noi costruiti, di forma regolare, per poter trovare facilmente il baricentro (punto di applicazione della forza peso) e abbiamo spostato il punto di applicazione della forza motrice lungo i "manici" della carriola effettuando due misure: $b_p = 15\text{cm}$ e $b_p = 18\text{cm}$ (in entrambi i casi abbiamo variato anche il punto d'applicazione della forza resistente).



figura 6



figura 7

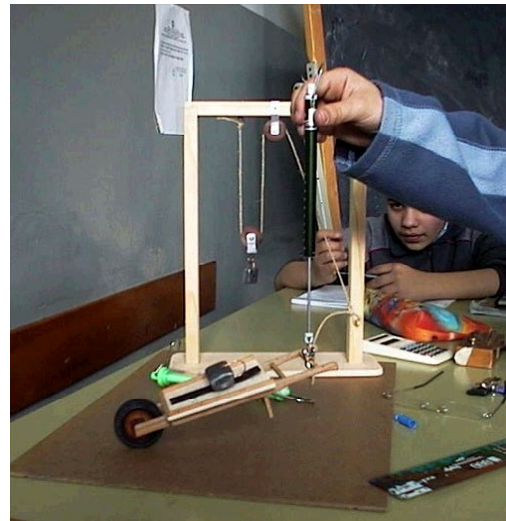


figura 8

F resistente R	Braccio b_r	F motrice $P = P_t - P_c$	Braccio b_p
1,5 N	6 cm	$0,8N - 0,23N = 0,57N$	15 cm
1,5 N	9 cm	$1,1N - 0,23N = 0,87N$	15 cm
1,5 N	12 cm	$1,4N - 0,23N = 1,17N$	15 cm

Conclusioni: La carriola si comporta come una leva di secondo genere, sempre vantaggiosa; anche spostando il punto di applicazione della forza motrice lungo i "manici" della carriola, vediamo che, mano a mano che ci si avvicina all'oggetto da sollevare, la forza motrice aumenta, ma rimane sempre minore della forza resistente, perché il braccio della forza motrice è sempre maggiore del braccio della forza resistente.

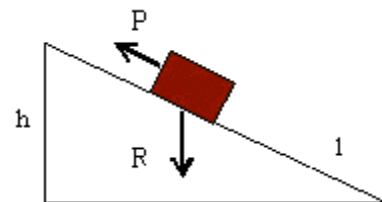
PIANO INCLINATO

Esperienza 4

Obiettivo: come varia la forza motrice (P) parallela al piano inclinato in base all'altezza, alla lunghezza e al peso degli oggetti (R)

- **Materiale:**
- Piano inclinato
- Veicoli con ruote
- un dinamometro (fondo scala 100g, risoluzione 1g)
- dinamometro (fondo scala 500g, risoluzione 10g)

Schematicamente, il piano inclinato è rappresentato con un triangolo rettangolo.



La forza resistente R è rappresentata dal peso dell'oggetto da sollevare, mentre la forza motrice P è la forza necessaria a trascinare verso l'alto l'oggetto stesso, ed è parallela al piano.

Procedimento:

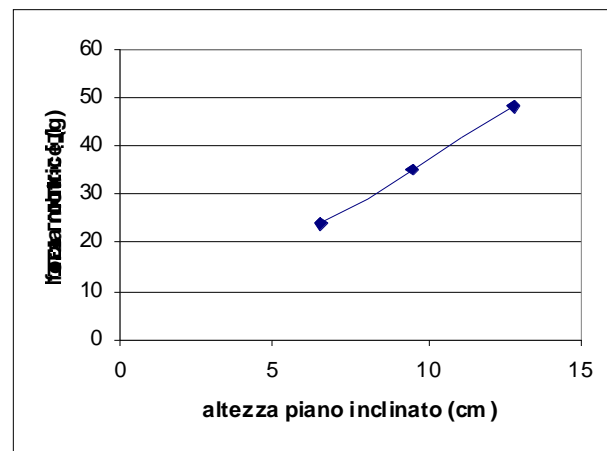
Rileviamo i dati variando prima solo l'altezza del piano (h), poi la lunghezza (l) e infine il peso degli oggetti (R)



a) Variamo h; $l = 24 \text{ cm}$

R = 96 g

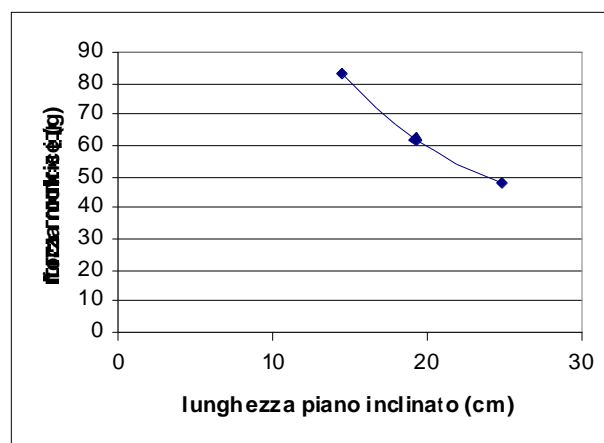
h	P	P:h
6,5 cm	24 g	3,69
9,5 cm	35 g	3,6
12,8 cm	48 g	3,75



b) Variamo l; $h = 12,8 \text{ cm}$

R = 96 g

l	P	Pxl
14,4 cm	83 g	1195
19,2 cm	62 g	1190
24,8 cm	48 g	1190



c) Variamo R

$h = 12,8 \text{ cm}$

$l = 24,8 \text{ cm}$



$R = 55\text{g}$



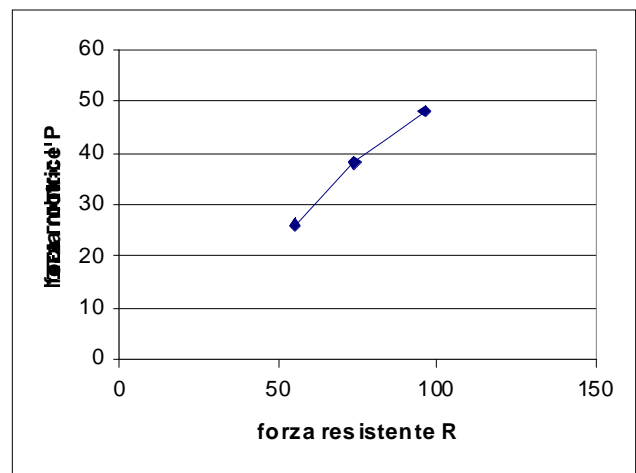
$R = 74\text{g}$



$R = 96\text{g}$



R	P	R:P
55 g	26 g	2,1
74 g	38 g	1,95
96 g	48 g	2



Confrontando i valori ottenuti possiamo scrivere

F resistente R	Lunghezza piano l	R:l	F motrice P	Altezza piano h	P:h
96 g	14,4 cm	6,6	83 g	12,8 cm	6,48
96 g	19,2 cm	5	62 g	12,8 cm	4,84
96 g	24,8 cm	3,87	48 g	12,8 cm	3,75

e considerando gli errori sperimentali

$$P : h = R : l$$

$$P = R \cdot h/l$$

Conclusioni: sperimentalmente abbiamo dimostrato che la forza motrice (P) è direttamente proporzionale all'altezza (h) del piano inclinato e al peso (R) del corpo ed è invece inversamente proporzionale alla lunghezza (l).

ERRORI DI MISURA

ERRORI DI SENSIBILITA'

dipendono dalla sensibilità dello strumento. Se ad esempio la sensibilità di un dinamometro è di 0,1 intervallo/N (cioè il tratto tra una suddivisione e la successiva corrisponde a 0,1 N generalmente si assume

- come misura della grandezza il valore corrispondente al centro dell'intervallo tra due successive suddivisioni ;
- come errore di misura (errore di sensibilità) la semiampiezza dell'intervallo.

$$0,8N < \text{peso} < 0,9N$$

$$\text{peso} = (0,8,5 \pm 0,05) N$$

0,1N: intervallo d'incertezza

0,05N :errore di sensibilità



ERRORI SISTEMATICI

I più comuni sono dovuti ad imperfezioni degli strumenti di misura usati oppure al modo sbagliato di agire di chi compie la misura. Ripetendo la misura, tali errori ne influenzano il risultato sempre in un senso, cioè sempre per eccesso o, in alternativa, sempre per difetto. Per scoprire gli errori sistematici che sono causati da imperfezioni degli strumenti è necessario ripetere le misure con strumenti la cui costruzione e taratura diano maggiori garanzie, quelli dovuti a operazioni sbagliate si evitano ponendo cura e attenzione nell'effettuare le misura.

ERRORI CASUALI

non dipendono dallo strumento usato, sono dovuti a cause fortuite e difficilmente valutabili (imperfezioni degli organi di senso, maggiore o minore abilità di chi esegue la misura, piccole fluttuazioni della grandezza da misurare); a causa di questi errori, ripetendo più volte di seguito la misura della stessa grandezza con lo stesso strumento, si ottengono generalmente valori leggermente diversi tra loro. Questi errori influenzano il risultato della misura sia per eccesso che per difetto

Il valore più attendibile di una grandezza, quando si abbiano **SOLTANTO** errori accidentali, si ottiene calcolando la **MEDIA** dei risultati delle misure.

Il risultato di una misura va sempre dato insieme con l'**errore** che lo accompagna perché è importante calcolare non solo **il valore più attendibile di una grandezza** ma anche **l'incertezza** che lo accompagna, che viene chiamata **ERRORE ASSOLUTO** .

Bibliografia

Paride Nobel “Fisica” vol 1 Ferraro

Gilda Flaccavento-Nunzio Romano “Invito alle Scienze” 2°

Alfani-Di Bernardo-Palumbo “Scienze2” Bruno Mondadori

