

Naomi Sparacia
Christian Angel Ginelli
Alberto Benatti

4° A

8/10/2010

Laboratorio di fisica del Liceo Scientifico "Leonardo da Vinci" di Gallarate

Misura del coefficiente d'attrito dinamico

Materiale utilizzato



I. Guida metallica



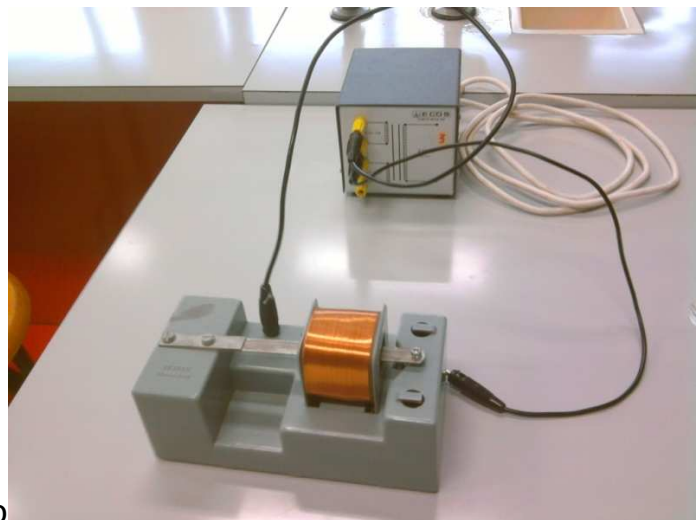
II. Guida di legno Douglass



III. Mattonella di legno Douglass

IV. Filo inestensibile

V. Carta carbone



VI. Marcatempo elettromagnetico

VII. Trasformatore con cavi a banana



VIII. Porta pesi di massa 10g



IX. Pesetti da 50g (2)



X. Carrucola o macchina di Atwood

XI. Righello

Richiami teorici

- I. *Energia*: è la capacità di un corpo di compiere lavoro in virtù della sua posizione occupata in un campo di forza conservativo (energia potenziale) o di una velocità (energia cinetica). Nel S.I. si misura in joule [J].

- II. *Energia potenziale (E_p)*: è l'energia associata alla posizione di un corpo. L'energia potenziale gravitazionale è l'energia di un corpo di massa m nel campo gravitazionale terrestre. Se g è l'accelerazione di gravità, supposta costante, l'energia potenziale gravitazionale del corpo di massa m all'altezza h da terra è:

$$E_p = mgh$$

Con c costante additiva arbitraria. Con la convenzione di attribuire valore nullo all'energia potenziale per $h=0$ cioè quando il corpo è a terra, risulta che $c=0$. L'energia potenziale elastica, invece, è l'energia di una molla di costante elastica k compressa o dilatata di un tratto x e corrisponde al lavoro che la forza elastica compie quando la molla ritorna nello stato di equilibrio. Il suo valore è:

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2.$$

- III. *Energia cinetica (E_c)*: è l'energia associata ad un corpo in movimento. Essa è il lavoro che un corpo di massa m e velocità v è in grado di compiere contro un altro corpo frenante finché non si arresta. L'energia cinetica così definita è uguale al semiprodotto della massa per il quadrato della velocità:

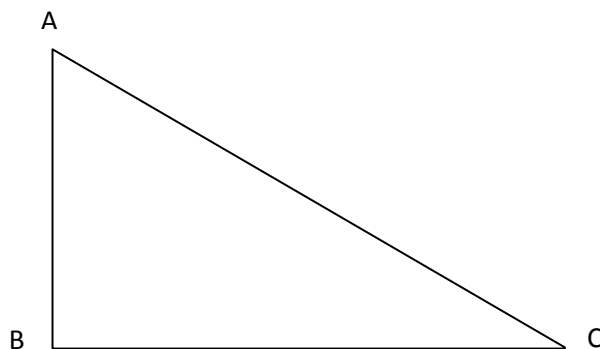
$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

- IV. *Il teorema dell'energia cinetica* : il lavoro compiuto dalle forze agenti su una particella di massa m , la cui velocità passa dal valore v_A al valore v_B , è uguale alla corrispondente variazione dell'energia cinetica.

$$L = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

- V. Dato un corpo da massa m , situato ad un'altezza h dal suolo ci proponiamo di calcolare il lavoro compiuto dal corpo a mezzo del proprio peso quando cade a terra. Limitiamo il calcolo al caso di piccoli dislivelli, per i quali la forza peso può considerarsi costante. Se il corpo di peso $p=mg$, inizialmente all'altezza h , cade liberamente a terra, il lavoro è $L=mgh$.

Ci proponiamo ora di dimostrare che *il lavoro della forza peso non cambia se il corpo dall'altezza h si porta a terra lungo un percorso diverso*. Lasciamo, per esempio, scivolare il corpo dalla posizione A di partenza al punto C lungo un piano inclinato e poi, raggiunto il suolo, spingiamolo da C a B. Lungo il piano inclinato il lavoro è uguale al prodotto dello spostamento l per la componente F del peso parallela al piano. Ricordando che risulta $F=mgh/l$, si ha $L=Fl=mgh$.



Durante lo spostamento del corpo dal punto C al punto B la forza peso non compie alcun lavoro, in quanto è perpendicolare allo spostamento. Concludiamo così che il lavoro della forza peso per lo spostamento del corpo dalla posizione A all'altezza h fino a terra assume lo stesso valore sia in caduta libera che lungo il percorso da A a C e poi da C a B. Si può dimostrare ancora che il lavoro non cambia anche se il corpo passa da A a B seguendo una traiettoria qualsiasi. In altri termini il lavoro compiuto dalla forza peso agente su un corpo, quando questo si sposta da una posizione A ad altezza h ad un'altra posizione B a terra, è indipendente dal cammino percorso; tale lavoro invece dipende dal dislivello h e perciò dalla posizione iniziale e dalla posizione finale. Più in generale il lavoro compiuto dalla forza peso quando il corpo cade dal punto A ad altezza h_A dal suolo al punto B ad altezza h_B è $L = mg(h_A - h_B)$. Tutte le forze il cui lavoro, quando il punto materiale su cui agiscono si sposta da A a B, è indipendente dal particolare cammino percorso, mentre dipende dalla posizione iniziale A e dalla posizione finale B, si chiamano *forze conservative*. La forza peso è dunque un esempio di forza conservativa.

- VI. Il termine *forza di attrito* si riferisce alla forza sempre esistente e sempre opposta al moto, che si manifesta ogni qualvolta due materiali sono a contatto tra loro. Le forze di attrito a lavoro non nullo implicano sempre una trasformazione di energia dalla forma meccanica a quella termica. Per questo motivo le forze di attrito sono dette dissipative. Una forza dissipativa è una forza il cui lavoro quando il suo punto di applicazione descrive una traiettoria chiusa, è negativo. In presenza di forze dissipative, l'energia meccanica diminuisce, ma vale ancora un principio più generale di conservazione dell'energia nelle sue varie forme.
- VII. La conservazione dell'energia è un principio fondamentale che presiede ai fenomeni fisici, per il quale la somma delle energie di un sistema isolato, non può subire variazioni. Per esso, in natura, non si crea né si distrugge energia; questa può solo cambiare forma conservandosi in grandezza.

$$E_p + E_c = \text{Costante}$$

- VIII. In questa esperienza l'energia meccanica finale totale risulta minore rispetto a quella iniziale. Ciò si deve alla forza di attrito che assorbe tale energia.

$$E_{\text{meccanica iniziale}} = E_{\text{meccanica finale}} + L_{F \text{ attrito}}$$

$$mgh = \frac{1}{2}(m + M)v^2 + F_{\text{attrito}}$$

$$L_{F \text{ attrito}} = mgh - \frac{1}{2}(m + M)v^2 = F_{\text{attrito}} \cdot h$$

$$F_{\text{attrito}} = \frac{L_{f \text{ attrito}}}{h} = \mu_d P = \mu_d Mg$$

$$\mu_d = \frac{F_{\text{attrito}}}{Mg}$$

Mattoncino di legno Douglas, possiede diversi spigoli in legno, velcro e plexiglass

Guida di legno Douglas, impiegata come "binario" per il mattoncino



Montaggio dell'esperienza:

Il giorno 8/10/2010 ci siamo recati, accompagnati dal professor Franco Maria Boschetto, nel laboratorio di fisica del Liceo; dopo aver scelto la postazione n°5, ci siamo apprestati ad effettuare l'esperienza; abbiamo quindi posizionato, come da manuale, il marcatempo all'inizio della guida metallica, poi abbiamo appoggiato una guida di legno sopra quella metallica. Abbiamo dunque fissato con del nastro adesivo una striscia di carta carbone all'estremità del mattoncino di legno Douglass e l'abbiamo fatta passare sotto i rebbi del marcatempo. Al mattoncino abbiamo infine legato il filo che sostiene il porta pesi, a cui abbiamo aggiunto alcuni pesi di 50g. Posto il mattoncino sulla guida di legno in prossimità del marcatempo, lo abbiamo collegato al trasformatore mediante i cavi a banana e lasciato cadere il peso. Giunto al termine della guida lignea abbiamo fermato il parallelepipedo e disattivato il marcatempo. Abbiamo eseguito l'esperimento tre volte variando le superfici d'appoggio del parallelepipedo nel seguente ordine:

N°	PESO MASSA SOSPESA	SUPERFICI A CONTATTO	
1	110 grammi	Legno	Legno
2	110 grammi	Panno	Legno
3	90 grammi	Plexiglass	Legno

Rielaborazione dei dati

Rielaboriamo i dati e seguendo le formule già citate sopra troviamo i seguenti valori:

N°	Massa (M) [kg]	Massa(m) [kg]	ΔS [m]	T [s]	h [m]	Vf [m/s]	ΔE_c [J]	ΔE_p [J]	Lfa [J]	Fa [N]	μ_d
1	0,197	0,110	0,045 \pm 0,001	0,100	0,350	0,450	0,031	0,377	0,346	0,989	0,514
2	0,197	0,110	0,032 \pm 0,001	0,100	0,350	0,320	0,016	0,377	0,362	1,033	0,536
3	0,197	0,090	0,050 \pm 0,001	0,100	0,350	0,500	0,036	0,309	0,273	0,780	0,405

Conclusioni:

L'esperienza svolta ci ha permesso di capire come l'attrito dipenda dalle superfici che di volta in volta giungono a contatto con la guida di legno: i valori del coefficiente di attrito dinamico, infatti, sono diversi fra loro.

<i>Parte della mattonella presa in esame</i>	μ_d
Legno-Legno	0,514
Panno-Legno	0,536
Plexiglass-Legno	0,405