

## PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA MECCANICA

1) Considerazioni Teoriche: **IL PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA MECCANICA** è il primo principio di conservazione che incontriamo nel corso dello studio della fisica. Infatti, esso prende in considerazione solo le energie associate alla meccanica del corpo, cioè quelle associate ai corpi materiali.

L'enunciato del principio dice: In un campo conservativo, cioè dove il lavoro compiuto dalle forze è indipendente dal percorso, ma solo dalle posizioni iniziali e finali, e in assenza di forze parassite, quale l'attrito, durante una trasformazione di energia, l'energia iniziale del sistema isolato è uguale a quella finale, in valore, anche se si presenta in altre forme.

Nel nostro caso specifico le energie che si trasformano le une nelle altre sono quelle meccaniche, cioè quella Potenziale e quella Cinetica. Possiamo scrivere.

$$E_m = E_p(U) + E_c(K) = U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

dove i vari pedici rappresentano i vari punti della trasformazione durante la quale rileviamo le energie possedute dal corpo.

In particolare prenderemo in considerazione due energie meccaniche, quella dovuta alla posizione di un corpo in un campo di forze (Campo Gravitazionale) che si chiama **Energia Potenziale** ( $U = mgH$ ) (joule), dove la  $m$  = massa del corpo,  $g$  = accelerazione gravitazionale che vale mediamente  $9,81 \text{ m/s}^2$ , e  $H$  = altezza rispetto al piano di riferimento (può essere la superficie della terra, oppure la superficie della stanza del nostro laboratorio), e quella associata alla velocità posseduta dal corpo che si chiama **Energia Cinetica** ( $K = \frac{1}{2} mv^2$ ) (joule), dove  $m$  = massa del corpo in Kg e  $v$  = velocità del corpo in m/s.

In questa esperienza cercheremo di verificare tale principio facendo avvenire una trasformazione di energia potenziale in energia cinetica, in due esperienze differenti. Nella prima facciamo cadere una pallina da una certa altezza, in caduta libera, nella seconda lungo una slitta (ved. Schema). Verificheremo se le due forme di energia, all'inizio e alla fine del processo, sono uguali in valore.

1) **Esperimento**: la pallina di massa  $m$  sospesa rispetto al piano di riferimento indicato con X possiede una certa Energia Potenziale =  $mgH$ , la quale rimane tale finché essa, è fermata dalla mano dell'operatore. Nel momento in cui l'operatore lascia la pallina, essa incomincia a scendere e acquista velocità e quindi  $E_c$ . Un attimo prima che la pallina tocca il suolo tutta l' $E_p$  si è trasformata in  $E_c$ . Misureremo con un metro l'altezza dal suolo ( $H$ ) e con un cronometro distribuito agli allievi della classe il tempo di caduta. Con questi dati e ricordando che il moto della pallina in caduta libera è un moto uniformemente accelerato (MUA) calcoleremo le energie in gioco. ( $H = \frac{1}{2} g t^2$ ) e ( $V_f = g * t$ )

**Pertanto in questa esperienza possiamo misurare il tempo in modo sperimentale, ma possiamo anche calcolarlo con la formula del MUA. Confronteremo i due risultati.**

2) **Esperimento**: in questo caso facciamo cadere una pallina lungo una slitta (ved. Schema) e misureremo l' $E_p$  quando la pallina è sulla sommità della slitta, mentre misureremo l' $E_c$  quando è alla fine della slitta. Per la misura dell' $E_p$  misureremo direttamente la massa della pallina e l'altezza ( $H$ ), mentre per la misura dell' $E_c$  dobbiamo conoscere la velocità della pallina alla fine della slitta. Per conoscere tale velocità faremo uso delle nostre conoscenze di cinematica sulla composizione dei moti. Infatti come da schema alla fine della slitta la pallina non è fermata, ma è fatta cadere dal tavolo su cui è fissata la slitta. Essa percorrerà un certo spazio disegnando un moto parabolico. Sapendo che lungo l'asse X la pallina ha un moto rettilineo uniforme con la velocità di distacco dalla slitta ( $V_f$ ), mentre appena si stacca dalla slitta, lungo l'asse Y, la pallina incomincia a cadere verso il basso con un moto Uniformemente Accelerato con acc.  $g$

(9,81), possiamo attraverso un sistema di equazioni trovare la velocità  $V_f$ . e quindi trovare l'Ec. della pallina.

$$H = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$S = V_f \cdot t$$

Quindi risolvendo le due equazioni è possibile calcolare la  $V_f$ .

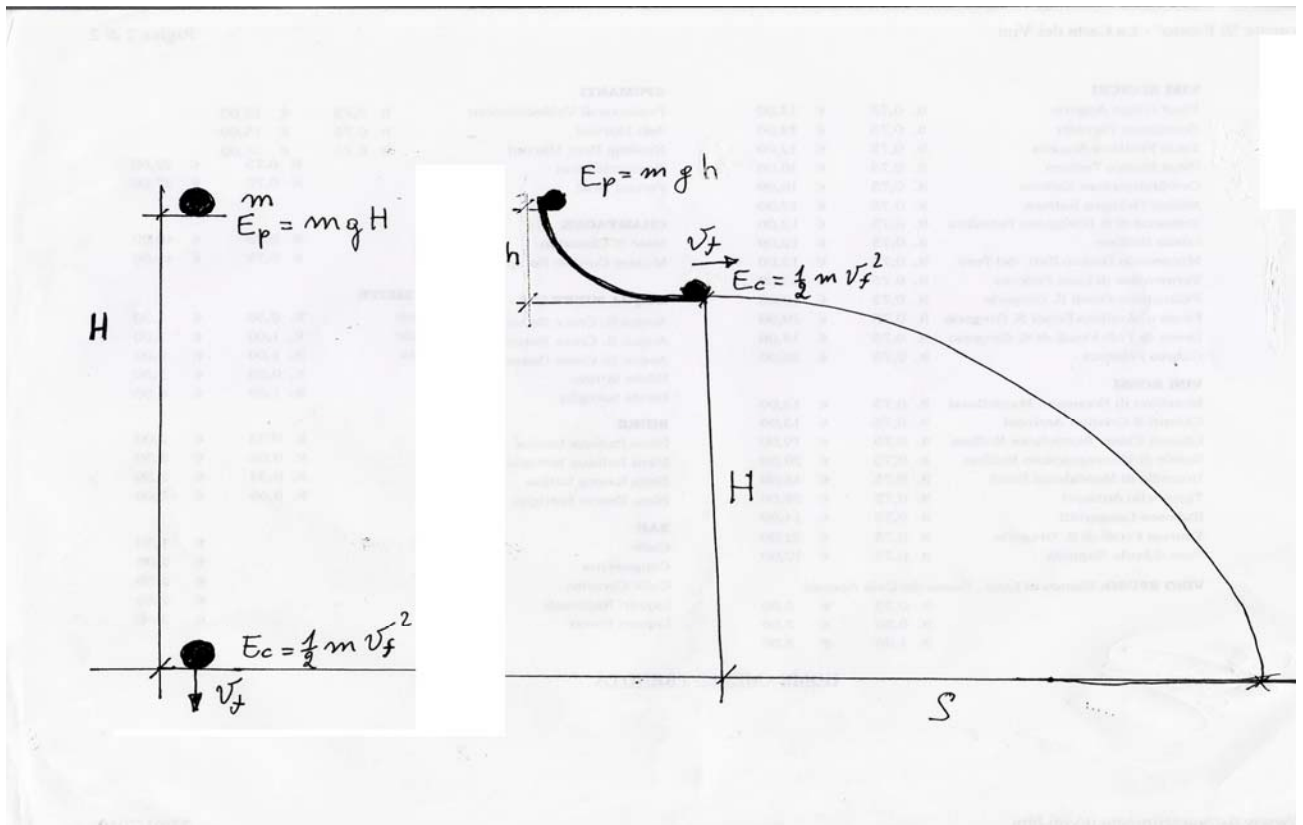
## 2) Strumenti usati:

1. Metro: Sensibilità = 0,2 cm; Portata = 200,0 cm;
2. Cronometro: Sensibilità = 0,001 sec Portata = 100,000 sec;
3.  $m_1 = 0.019 \text{ Kg}$ ;  $\eta_{\%} = 2\%$

## 3) Apparecchiatura:

Slitta come da figura, banco, pallina, filo di piombo, foglio di carta per individuare il punto di caduto ecc.

## 4) Schema dell'esperimento:



**Esperimento 1**

**Esperimento 2**

### 5) Descrizione dell'esperienza:

**Esperimento 1:** mentre un alunno tiene ferma la pallina a una certa altezza dal suolo, previa misurazione, gli altri allievi controllano il cronometro e si predispongono a farlo partire appena l'allievo che tiene la pallina da il via. Il cronometro viene fermato nel momento in cui si sente il rumore della pallina che raggiunge il pavimento. L'esperienza viene ripetuta più volte ed i dati sono posti in tabella.

**Esperimento 2:** Una slitta come in figura è posta sopra un tavolo. La pallina viene fatta scendere dal punto più alto della slitta, posta ad altezza  $h$  dalla fine della slitta, e viene lasciata libera di continuare la corsa dopo la fine della slitta lasciandola cadere a terra come è rappresentate in figura. Il punto di impatto a terra viene segnato con una penna. Ripetendo più volte l'esperienza è possibile individuare una zona dove ripetutamente la pallina cade. Misurando l'altezza dal suolo della slitta ( $H$ ) e la distanza percorsa lungo l'asse X ( $S$ ) possiamo calcolare la Vf. che ci permette di determinare l'Ec.

**6)Tabella 1:** Valori di H (m), S (m), Masse (Kg), Tempo (s) ed Energie (J) in gioco durante la nostra prima esperienza.

H (m)	S (m)	m1 (Kg)	g (m/s <sup>2</sup> )	U (j)	Ea u (j)	m2 (Kg)	t1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	tm <sub>sp</sub> (s)	E tm (s)	K (j)	Ea k (j)
2,000	0,005	0,019	9,8	0,372	0,001	0,019	0,59	0,52	0,63	0,59	0,06	0,32	0,07
							0,51	0,72	0,59				
							0,62	0,49	0,66				
										<i>T.calcolato</i>	0,64		

*Dai dati della nostra tabella si nota che nei limiti degli errori sperimentali l'energia potenziale (U) all'inizio della trasformazione è uguale alla cinetica (K) alla fine.*

**7)Tabella 2:** Valori di H (m), S (m), Masse (Kg), Tempo (s) ed Energie (J) in gioco durante la nostra seconda esperienza.

H (m)	S (m)	m1 (Kg)	g (m/s <sup>2</sup> )	U (j)	Ea u (j)	H (m)	S1 (m)	Vf. (m/s)	K (j)	Ea k (j)
0,130	0,002	0,019	9,8	0,0242	0,0004	0,77	0,52	1,31	0,016	0,003

Confrontando i dati dell'energia potenziale con quella cinetica si nota chiaramente che c'è una notevole differenza. se noi osserviamo attentamente l'esperienza notiamo chela pallina oltre che scendere lungo la slitta ed acquistare velocità, essa ruota anche e tale rotazione tende ad aumentare lungo la slitta. Pertanto dobbiamo ammettere che una parte de'energia potenziale si trasforma in energia cinetica rotazionale. Andiamo quindi a calcolare tale energia.

$$E_{rot} = \frac{1}{2} * I * \omega^2$$

Dove I rappresenta il MOMENTO d'INERZIA della sfera, mentre  $\omega$  rappresenta la VELOCITÀ ANGOLARE della stessa alla fine del percorso, cioè quando la sfera si stacca dalla slitta.

Il Momento d’Inerzia di una sfera è :  $I = 2/5 * m * r^2$  dove  $m$  è la massa e  $r$  è il raggio della sfera.  
 La velocità angolare è :  $\omega = V_f / r$  dove  $V_f$  è la velocità periferica della sfera che ruota, che possiamo approssimare alla velocità finale della nostra pallina al momento del salto,  $r$  invece è il raggio.  
 Facendo un po’ di calcoli ricaviamo i dati della tabella n° 3.

8)Tabella 3: Dati relativi al calcolo dell’energia rotazionale.

m(Kg)	r(m)	I(Kgm^2)	Vf(m/s)	$\omega$ (rad/s)	Ec rot(j)
0,019	0,008	0,000000486	1,31	164	0,0065

9)Tabella 4: Dati relativi alle varie energie in gioco durante l’esperimento.

U(j)	Ea u (j)	K(j)	Ea k (j)	Ec rot(j)	error.Erot(j)	Etot(j)	Err. Tot
0,0242	0,0004	0,016	0,003	0,0065	0,0004	0,022	0,004

9)Conclusioni: Dai dati della tabella n. 4, in cui sono riportati tutte le energie in gioco si vede che nei limiti degli errori sperimentali l’energia si conserva.

**Quindi possiamo affermare che il Principio di Conservazione dell’Energia Meccanica nelle nostre due esperienze è “VERO”**