Appunti Fisica I

Luca Seggiani

21 Marzo 2024

1 Energia e Lavoro

Possiamo trattare i problemi della dinamica, invece che dal punto di vista delle forze e delle accelerazioni, attraverso i concetti di energia e lavoro. L'energia compare in diverse branche della fisica, ad esempio:

- Energia cinetica $\leftrightarrow$ velocità;
- Energia potenziale $\leftrightarrow$ posizione;
- Energia termica $\leftrightarrow$ temperatura.

Possiamo definire l'energia come la capacità di compiere un lavoro.

Energia cinetica

Definiamo l'energia cinetica come:

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

Si misura in Joule: $1\mathrm{J} = 1\mathrm{kg} \times \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$ In un sistema formato da più particelle, l'energia cinetica complessiva è la somma delle energie cinetiche di tutte le particelle:

$$K = \sum_i K_i = \sum_i \frac{1}{2}m_i v_i^2$$

L'energia cinetica è dovuta al moto delle particelle ed è presente anche a livello microscopico: equivale all'energia termica della termodinamica. Notare inoltre che:

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(\vec{v} \times \vec{v})$$

Lavoro

Sia P un certo punto che si sposta su una curva γ, spinto da una forza $\vec{F}$.

Quando il punto si sposta dalla posizione $\vec{R}_i$ alla posizione $\vec{R}_f$, il suo lavoro sarà:

$$L_{\vec{R}_i \to \vec{R}_f} = \int_{\vec{R}_i}^{\vec{R}_f(\gamma)} \vec{F} \cdot d\vec{R}$$

per ogni punto conosceremo quindi:

- Il differenziale dello spostamento $d\vec{R}$;
- La forza $\vec{F}$ lungo la curva;

e fare il loro prodotto scalare $dL = \vec{F} \cdot d\vec{R}$. Notare che l'integrale è un integrale di linea su γ.

Teorema delle forze vive

Un'importante teorema detto teorema delle forze vive o **dell'energia cinetica** afferma che il lavoro effettuato dalla risultante delle forze $\vec{F}$ agenti su un punto materiale di massa inerziale m tra R_i e R_f è uguale alla variazione di energia cinetica del punto materiale tra R_i e R_f:

$$\Delta K = K_f - K_i = L_{if} = \int_{i(\gamma)}^{f} \vec{F} \cdot d\vec{R}$$

Se il lavoro è:

- **Positivo**, l'energia cinetica aumenta;
- **Negativo**, l'energia cinetica diminusice.

Lavoro svolto da una forza costante

Se $\vec{F}$ è una forza costante che spinge un punto materiale su un segmento dal punto A al punto B, con distanza, $\Delta\vec{r}$, il lavoro (grandezza scalare) eseguito dalla forza F su P si definisce come:

$$L_{AB} = F \Delta r \cos\theta$$

dove θ è l'angolo che la forza F forma con il segmento. Questo deriva da:

$$L_{AB} = \int_{\vec{r}A}^{\vec{r}B} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \vec{F} \cdot (\vec{r}_b - \vec{r}_a)$$

Lavoro elementare su ascissa cuvilinea

Definiamo il lavoro elementare di una forza:

$$dL = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F dr \cos\theta$$

$$dL\vec{F} \cdot d\vec{r} = (\vec{F}_t + \vec{F}_m) \cdot d\vec{r} = (\vec{F}_t + \vec{F}_n) \cdot (\hat{t} ds), \quad dL = F_t(s) ds$$

il lavoro della forza si può definire si può scrivere in termini di tale componente:

$$L_{if} = \int_{S_i}^{S_f} F_t(s)ds$$

Il prodotto scalare può essere calcolato anche in funzione delle coordinate cartesiane:

$$dL = (F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k}) \cdot (dx\hat{\imath}, dy\hat{\jmath}, dz\hat{k}) = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

dove:

$$dL = (dx\hat{\imath}, dy\hat{\jmath}, dz\hat{k}) = (v_x(t)\hat{\imath}, v_y(t)\hat{\jmath}, v_z(t)\hat{k})$$

conoscendo le leggi orarie.