POLITECNICO DI TORINO
DIPLOMI UNIVERSITARI TELEDIDATTICI

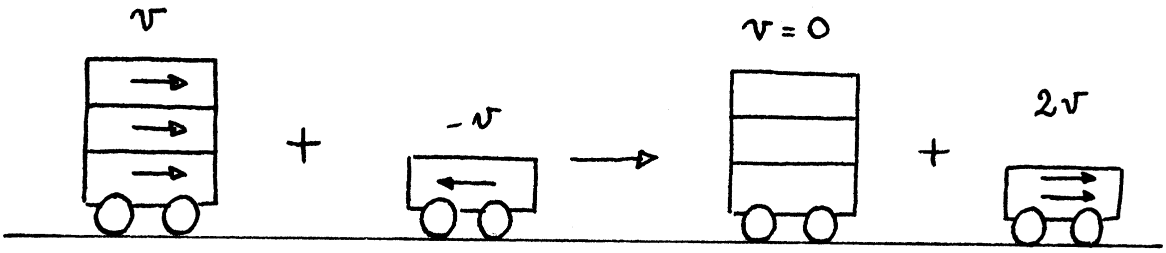
Esame di Fisica 1

22 marzo 1999

1. Quale grandezza fisica di quale sistema viene valutata nel modo seguente?

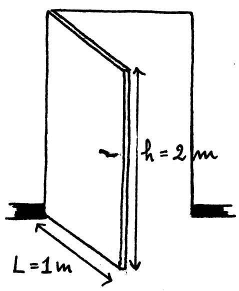
$$\frac{\left(6.67 \cdot 10^{-11} \, \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg\,s}^2} \cdot 5.98 \cdot 10^{24} \, \mathrm{kg}\right)}{\left(6.37 \cdot 10^3 \, \mathrm{km}\right)^2} \cong 10 \, \mathrm{m/s^2}$$

2. Il processo di urto conservativo descritto in figura è fisicamente possibile ?



3. Una dieta di 1600 kcal al giorno è in un certo modo una corrente di energia, ed, infatti, può essere espressa in Watt. A quale corrente di entropia, misurata in $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{K}}$, essa corrisponde?

4. Valutare la quantità di moto angolare (o momento della quantità di moto) e la velocità angolare acquistata da una porta colpita da un calcio (si tenga conto che il momento d'inerzia della porta è $I = 1/3 \, ML^2$) stimando le grandezze necessarie.



Soluzioni

Problema n. 1

Si tratta della accelerazione di gravità (o, se si preferisce, del modulo del vettore del campo gravitazionale **g**) sulla superficie della Terra. A rigore, quello che si calcola è il valore medio, poiché come è noto l'accelerazione di gravità cambia (di poco) da punto a punto.

Infatti:

$6.67 \cdot 10^{-11} \dfrac{m^3}{kg\, s^2}$ è il valore della costante di gravitazione universale, G

$5.98 \cdot 10^{24}$ kg è una massa molto grande, chiaramente di un pianeta. Possiamo anche non sapere che si tratta della Terra, però

$6.37 \cdot 10^3$ km è il raggio terrestre (di solito è noto il valore approssimato: 6400 km)

Inoltre il valore finale (circa 10 m/s^2) è notoriamente il valore medio approssimato di g.

Quindi il calcolo dato nel testo non è altro che

$$g = G \frac{M_T}{{R_T}^2}$$

Problema n. 2

Un fenomeno di urto avviene soltanto se si conserva la quantità di moto. L'energia *meccanica* può anche non conservarsi, come accade per esempio in tutti gli urti anelastici (attenzione: l'energia si conserva sempre, ma non è detto che si conservi quella meccanica: una parte di questa energia può diventare, per esempio, energia termica).

Nel caso in questione, si domanda se l'urto *conservativo* illustrato è fisicamente possibile. Quindi si deve anche verificare che valga la conservazione dell'energia meccanica (e quindi, in particolare, cinetica).

Dalla conservazione della quantità di moto si ha:

$$(3m) \cdot v + m \cdot (-v) = 3m \cdot 0 + m \cdot (2v)$$

che è vera per ogni valore di m e v. Pertanto la quantità di moto è conservata.

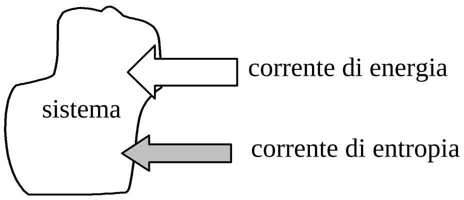
Per quanto riguarda l'energia cinetica, invece, si può scrivere (avendo eliminato il fattore ½ davanti ad ogni termine):

$$(3m) \cdot v^2 + m \cdot (-v)^2 = 3m \cdot 0 + m \cdot (2v)^2$$

ed anche questa relazione è vera per ogni valore di m e di v. Pertanto l'urto illustrato in figura può avvenire, ed è conservativo (o, se si preferisce, elastico).

Problema n. 3

La persona che segue la dieta di 1600 kCal al giorno è un sistema fisico non isolato, nel senso che assorbe energia dall'esterno.



Vi è perciò una corrente di energia che va dall'esterno verso l'interno del sistema. Come è noto dal corso di Fisica 1, una corrente di energia è sempre associata ad una corrente di un'altra grandezza estensiva (quantità di moto, momento angolare, entropia, ecc…). Nel caso presente la grandezza estensiva associata all'energia è l'entropia. Si ricordi che la relazione generale che lega la corrente di una grandezza estensiva S alla corrente di energia è:

$$I_E = T \cdot I_S$$

dove T è la grandezza intensiva associata ad S. Nel nostro caso, T è la temperatura. La corrente di entropia è pertanto data da:

$$I_S = \frac{I_E}{T}$$

La temperatura a cui avviene lo scambio di energia è la temperatura, costante, del corpo umano. Perciò sarà T ~ 37°C = 310 K. Per ottenere la corrente di entropia nelle unità di misura richieste è necessario convertire la corrente di energia in Watt:

$$1\text{Cal} = 4186 \text{ J}$$

$$1600 \text{ kCal} = 1600 \cdot 10^3 \cdot 4186 \text{ J} \cong 6.7 \cdot 10^9 \text{ J}$$

La corrente di energia è perciò:

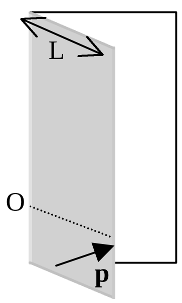
$$I_E = \frac{6.7 \cdot 10^9 \text{ J}}{1 \text{ giorno}} = \frac{6.7 \cdot 10^9 \text{ J}}{86400 \text{ s}} \cong 77.5 \text{ kW}$$

Infine, la corrente di entropia sarà

$$I_S = \frac{77.5 \text{ kW}}{310 \text{ K}} = 250 \ \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{s}}$$

Problema n. 4

Il problema si può risolvere imponendo che valga la conservazione del momento angolare. Come sistema consideriamo l'insieme porta + piede.



Il polo O rispetto a cui calcolare il momento della quantità di moto del piede può essere scelto convenientemente come in figura, alla stessa quota del punto in cui avviene l'urto. Chiamando **p** la quantità di moto iniziale del piede, il momento angolare iniziale è

$$\mathbf{L}^i = \mathbf{r} \wedge \mathbf{p} \ \Rightarrow \ L^i = L_z^i = p \cdot L = m \cdot v \cdot L$$

Per valutare questa grandezza occorre stimare la massa del piede ($m \approx 1$ kg) e la sua velocità ($v \approx 10$ m/s). Quindi

$$L_z^i = 10 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$$

Dalla conservazione del momento angolare segue che $L_z^i = L_z^f$. Se dopo l'urto il piede è fermo, il momento angolare della porta è esattamente uguale a L_z^i e cioè vale 10 kg m^2/s.

Dopo l'urto, la porta si muove con una certa velocità angolare ω. Il suo momento angolare lungo l'asse z può pertanto essere scritto:

$$L_z^f = I \cdot \omega$$

Ma $I = 1/3\, ML^2$, per cui

$$L_z^f = 1/3\, ML^2\omega \;\Rightarrow\; \omega = \frac{L_z}{\frac{1}{3} ML^2}$$

La massa della porta può essere stimata ($M \approx 50$ kg) mentre la dimensione L è nota. Pertanto si ottiene

$$\omega = \frac{10 \text{ kg } \text{m}^2/\text{s}}{16.6 \text{ kg } \text{m}^2} = 0.6 \text{ s}^{-1}.$$