

Teorema dell'impulso o della quantità di moto

$$f = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow f \Delta t = m \Delta v = \Delta(mv)$$

estensione ai sistemi:

secondo teorema del centro di massa

(cancellazione delle forze interne)

Teorema delle forze vive o dell'energia cinetica

$$f = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow f \Delta t = m \Delta v \rightarrow f v \Delta t = m v \Delta v$$

$$f \Delta x = m v \Delta v = \Delta\left(\frac{1}{2} m v^2\right)$$

estensione ai sistemi:

teorema di Koenig e ruolo delle forze interne

(non cancellazione del lavoro delle forze interne)

forze esterne ed energia interna

teoremi derivati dal II principio, di validità generale
indipendentemente dalla conservatività delle forze

qualche digressione

analisi dimensionale

serve una forza per lo spostamento?

$$f=s/t \quad \text{o} \quad f=ma \quad ?$$

spingiamo una cassa:

- se aumento la intensità della spinta lo spostamento è più rapido
- però lo spostamento è proporzionale alla durata della spinta

analisi geometrica

lanciamo un sasso

- i risultati dei test: la spinta si esaurisce man mano; nel punto più alto la forza si annulla

fisica spontanea

le difficoltà nel comprendere le leggi della dinamica sono legate alla maggiore “naturalità” della concezione aristotelica?

conclusione: è più naturale spiegare in termini di energia che di forza!

forze vive:

l'effetto di una massa in movimento è proporzionale alla velocità o al quadrato della velocità?

Cartesio vs Leibnitz

domanda 1

Un calciatore colpisce il pallone. Il calcio trasferisce al pallone...

Scegli una o più alternative:

- a. forza ed energia
- b. quantità di moto ed energia
- c. impulso e lavoro
- d. impulso, energia e quantità di moto
- e. velocità e accelerazione

l'effetto del calcio

cosa devo sapere del calcio per determinare la velocità del pallone?

l'effetto del calcio

cosa devo sapere del calcio per determinare la velocità del pallone?

$$I = f\Delta t = mv \quad \rightarrow v = I/m$$

$$L = f\Delta x = 1/2 mv^2 \quad \rightarrow v = \sqrt{(2L/m)}$$

l'effetto del calcio

cosa devo sapere del calcio per determinare la velocità del pallone?

$$I = f\Delta t = mv \quad \rightarrow v = I/m$$

$$L = f\Delta x = 1/2 mv^2 \quad \rightarrow v = \sqrt{(2L/m)}$$

che succede se dò lo stesso calcio a due palloni di massa diversa? per esempio una doppia dell'altra?

l'effetto del calcio

cosa devo sapere del calcio per determinare la velocità del pallone?

$$I = f\Delta t = mv \quad \rightarrow v = I/m$$

$$L = f\Delta x = 1/2 mv^2 \quad \rightarrow v = \sqrt{(2L/m)}$$

che succede se dò lo stesso calcio a due palloni di massa diversa? per esempio una doppia dell'altra?

se uso il teorema dell'impulso, la velocità si dimezza

se uso il teorema dell'energia, diminuisce di $\sqrt{2}$

l'effetto del calcio

cosa devo sapere del calcio per determinare la velocità del pallone?

$$I = f\Delta t = mv \quad \rightarrow v = I/m$$

$$L = f\Delta x = 1/2 mv^2 \quad \rightarrow v = \sqrt{(2L/m)}$$

che succede se dò lo stesso calcio a due palloni di massa diversa? per esempio una doppia dell'altra?

se uso il teorema dell'impulso, la velocità si dimezza

se uso il teorema dell'energia, diminuisce di $\sqrt{2}$

la velocità dipende dall'andamento della forza in funzione dello spazio e del tempo.

l'effetto del calcio

cosa devo sapere del calcio per determinare la velocità del pallone?

$$I = f\Delta t = mv \quad \rightarrow v = I/m$$

$$L = f\Delta x = 1/2 mv^2 \quad \rightarrow v = \sqrt{(2L/m)}$$

che succede se dò lo stesso calcio a due palloni di massa diversa? per esempio una doppia dell'altra?

se uso il teorema dell'impulso, la velocità si dimezza

se uso il teorema dell'energia, diminuisce di $\sqrt{2}$

la velocità dipende dall'andamento della forza in funzione dello spazio e del tempo.

p. es. per una forza costante

$$L/I = \Delta x/\Delta t = v/2 \Rightarrow L \text{ ed } I \text{ non sono indipendenti...}$$

l'effetto del calcio

cosa devo sapere del calcio per determinare la velocità del pallone?

$$I = f\Delta t = mv \quad \rightarrow v = I/m$$

$$L = f\Delta x = 1/2 mv^2 \quad \rightarrow v = \sqrt{(2L/m)}$$

che succede se dò lo stesso calcio a due palloni di massa diversa? per esempio una doppia dell'altra?

se uso il teorema dell'impulso, la velocità si dimezza

se uso il teorema dell'energia, diminuisce di $\sqrt{2}$

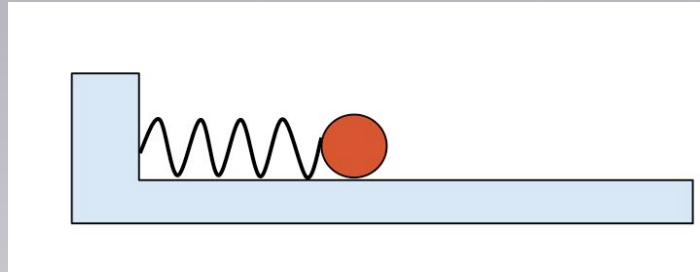
la velocità dipende dall'andamento della forza in funzione dello spazio e del tempo.

p. es. per una forza costante

$$L/I = \Delta x/\Delta t = v/2 \Rightarrow L \text{ ed } I \text{ non sono indipendenti...}$$

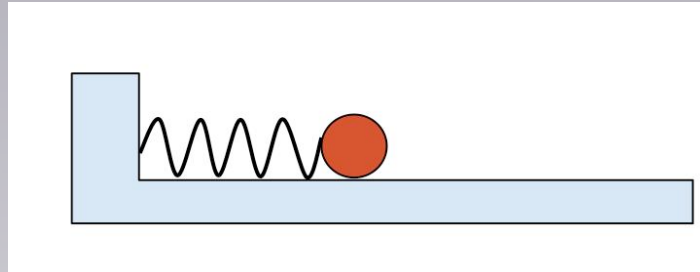
questo modello però non è realistico!

un modello più realistico: il flipper



la molla spinge (accelera) la palla fino a che raggiunge la lunghezza a riposo

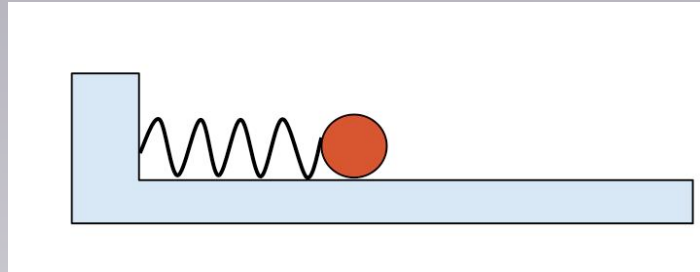
un modello più realistico: il flipper



la molla spinge (accelera) la palla fino a che raggiunge la lunghezza a riposo

da quel momento in poi, se la palla è solo appoggiata, si stacca dalla molla e procede di moto rettilineo e uniforme.

un modello più realistico: il flipper

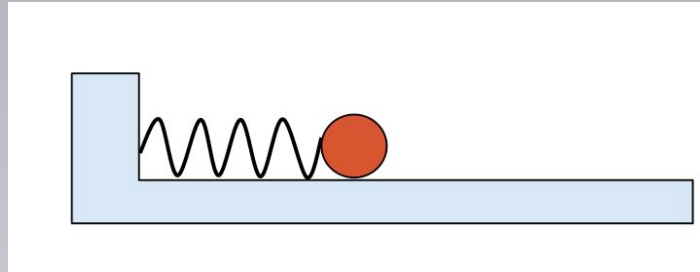


la molla spinge (accelera) la palla fino a che raggiunge la lunghezza a riposo

da quel momento in poi, se la palla è solo appoggiata, si stacca dalla molla e procede di moto rettilineo e uniforme.

il tempo fino all'istante del distacco è un quarto di periodo e il periodo dipende da $\sqrt{k/m}$

un modello più realistico: il flipper



la molla spinge (accelera) la palla fino a che raggiunge la lunghezza a riposo

da quel momento in poi, se la palla è solo appoggiata, si stacca dalla molla e procede di moto rettilineo e uniforme.

il tempo fino all'istante del distacco è un quarto di periodo e il periodo dipende da $\sqrt{k/m}$

quindi l'energia trasferita alla palla è sempre la stessa, ma non l'impulso. Per la velocità vale dunque la seconda delle equazioni precedenti

Due palline collegate da una molla



Considerate il sistema costituito da due palline di massa M , connesse da una molla di costante elastica k e di massa trascurabile, appoggiate su un piano senza attrito. Inizialmente la molla è compressa ed il sistema è tenuto fermo da un filo che collega le due molle.

- 1) Supponete ora di tagliare il filo: descrivete qualitativamente il moto del centro di massa del sistema e il moto di una delle due palline rispetto al centro di massa.
- 2) Spiegate il ruolo della conservazione della quantità di moto nel punto 1.
- 3) Spiegate il ruolo della conservazione dell'energia nel punto 1.

Due palline collegate da una molla ed appoggiate a una parete

Considerate ora il sistema precedente, sempre su un piano privo di attrito e tenuto fermo da un filo con la molla compressa, ma appoggiato ad una parete.

- 1) Tagliate il filo, e descrivete qualitativamente il moto del sistema finché la massa appoggiata non si stacca dalla parete.
- 2) In questa fase, descrivete le forze che agiscono in orizzontale sulla palla libera e su quella appoggiata.
- 3) Descrivete qualitativamente il moto del sistema dopo che la pallina appoggiata si è staccata dalla parete.

Due palline collegate da una molla ed appoggiate a una parete

Descrivete qualitativamente la variazione della quantità di moto totale del sistema costituito dalle due palline e dalla molla nelle due fasi del moto prima individuate.

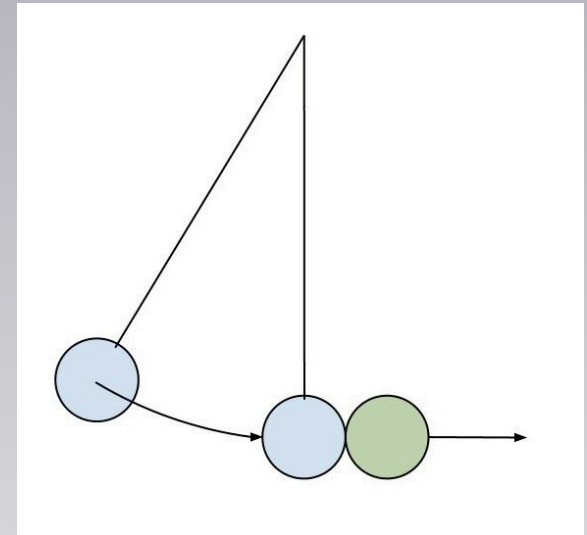
4) individuate la forza che fa variare la quantità di moto del sistema nella prima fase del moto. E nella seconda?

Descrivete ora qualitativamente la variazione dell'energia cinetica del sistema nelle due fasi del moto.

5) individuate la forza che fa variare l'energia cinetica del sistema nelle due fasi del moto.

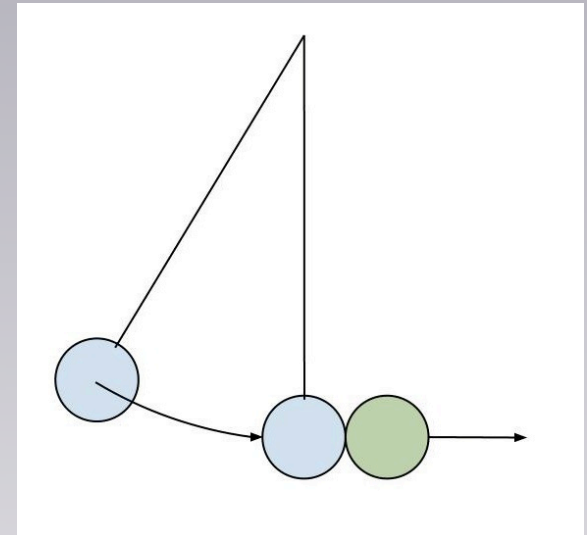
un modello diverso: il pendolo

che succede in questo caso?
urto centrale perfettamente elastico
che succede se le masse sono uguali?



un modello diverso: il pendolo

che succede in questo caso?
urto centrale perfettamente elastico
che succede se le masse sono uguali?
e se sono diverse?



domanda 3

Un oggetto di massa m viene lanciato con velocità iniziale v sul pavimento, dove scivola fino a fermarsi.

- A) Quale forza fa variare la quantità di moto dell'oggetto?
- B) Quale forza fa variare l'energia dell'oggetto?
- C) Quanto vale l'impulso totale dell'attrito?
- D) Quanto vale il lavoro totale fatto dall'attrito?

domanda 4

Una palla rotola senza strisciare sul pavimento. Se si trascura la resistenza dell'aria, nel moto della palla

- 1) si conserva la quantità di moto?
- 2) si conserva l'energia?
- 3) quant'è il lavoro fatto dalla forza d'attrito?
- 4) che differenza c'è con il caso precedente?

massa

massa inerziale e massa gravitazionale

principio di equivalenza

località

massa e peso

peso e vincoli

il lavoro della forza peso

il lavoro dei vincoli

natura vettoriale di una grandezza scalare

forze conservative

conservazione dell'energia

energia potenziale come integrale del lavoro per le forze conservative

energia potenziale come energia dipendente dalla posizione nello spazio

il potenziale della forza peso

chi paga il lavoro della forza peso?

il paradigma delle montagne russe

forza come variazione dell'energia potenziale

simmetria e conservazione

uniformità dello spazio e invarianza per traslazioni

invarianza per traslazioni e conservazione della quantità di moto

isotropia dello spazio e invarianza per rotazioni

invarianza per rotazioni e conservazione del momento angolare

moti “perfetti”:

- il moto rettilineo uniforme
- la rotazione di un corpo rigido
- il moto circolare uniforme
 - moto vincolato da un filo
 - moto vincolato da una guida
 - moto dei pianeti
- conservatività delle forze centrali