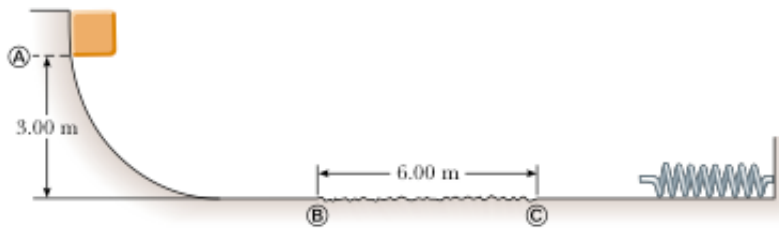


Esercizi di Fisica Generale

1. Un corpo di massa m si muove di moto circolare uniforme su una circonferenza di raggio R . Si calcoli il momento angolare rispetto ad un polo P posto su un punto della circonferenza.
2. Un disco di raggio R ha una scanalatura entro la quale si muove senza attrito un piccolo oggetto di massa m . Il disco ruota su un piano orizzontale a velocità angolare costante. L'oggetto all'inizio si trova al bordo del disco e viene tirato verso il centro da una corda inestensibile di massa trascurabile a velocità radiale trascurabile.
 - (a) Si calcoli la variazione di energia cinetica dell'oggetto tra l'istante iniziale e quello in cui raggiunge il centro del disco.
 - (b) Si calcoli il lavoro fatto dalla tensione del filo durante questo spostamento.
3. Un blocco di massa $m = 10\text{ Kg}$ viene rilasciato da fermo dal punto A (in figura), in cima ad una slitta liscia a 3 metri di altezza dal piano BC. La slitta è senza attrito, tranne che nel tratto BC, lungo 6 metri.



- (a) A che velocità arriva il blocco al punto B?
- Sapendo che, dopo aver superato il tratto con attrito, il blocco esce al punto C con velocità v_C e colpisce una molla con costante elastica $k = 2250\text{ N/m}$ fino a comprimerla di 0.3 m dalla posizione di equilibrio prima di fermarsi,
- (a) Calcolare la velocità v_C .
 - (b) Scrivere la legge oraria nel tratto BC e calcolare il lavoro compiuto dalla forza di attrito nello stesso tratto.
 - (c) Calcolare il coefficiente di attrito dinamico μ che agisce tra B e C.
4. Un punto materiale di massa $m = 0.2\text{ kg}$ si muove su una circonferenza orizzontale di raggio $R = 15\text{ cm}$ e viene sottoposto all'azione di una forza tangenziale di modulo $F_T(t) = At^{1/2}$, con $A = 3\text{ N/s}^{1/2}$. Al tempo $t = 0\text{ s}$ il punto è fermo. Determinare:
 - (a) il modulo dell'accelerazione tangenziale $a_T(t)$ ad un generico istante di tempo t ;
 - (b) il modulo dell'accelerazione normale $a_N(t)$ e dell'accelerazione totale $a(t)$ ad un generico istante di tempo t ;
 - (c) quanti giri compie in un tempo $t_1 = 1.5\text{ s}$.
- Supponendo che il punto sia tenuto sulla traiettoria da un filo ideale e sapendo che il filo si spezza dopo 12 giri, determinare la tensione massima T_{max} che il filo può sopportare.

5. A causa dell'attrito la velocità angolare di una ruota varia come

$$\omega(t) = \frac{d\theta}{dt} = \omega_0 e^{-\sigma t},$$

dove ω_0 e σ sono costanti. La velocità angolare varia da $\omega(0) = 3.5 \text{ rad/s}$ a $\omega(9.3 \text{ s}) = 2 \text{ rad/s}$. Si determini

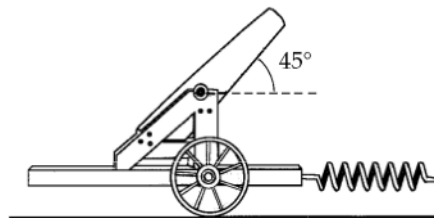
- (a) il valore dell'accelerazione angolare a $t = 3 \text{ s}$;
- (b) il numero di giri che fa la ruota nei primi 2 secondi e mezzo;
- (c) il numero di giri che fa prima di fermarsi.

6. Si consideri il seguente campo di forza in due dimensioni (dove k è una costante):

$$F_x = -kxy, \quad F_y = -\frac{1}{2}kx^2. \quad (1)$$

- (a) Dire quali sono le dimensioni della costante k , esprimendo la risposta come una combinazione delle tre grandezze fondamentali: massa (M), lunghezza (L) e tempo (T).
 - (b) Dare le equazioni del moto in coordinate cartesiane per un corpo puntiforme di massa m soggetto alla forze in questione.
 - (c) Siano P_1 e P_2 due punti nello spazio bidimensionale con coordinate $P_1 = (1, 3) \text{ m}$ e $P_2 = (2, 4) \text{ m}$. Calcolare il lavoro compiuto dalla forza lungo una traiettoria rettilinea avente questi due punti come estremi. Lasciare il valore di k indicato, facendo attenzione ad esprimere correttamente le unità di misura.
 - (d) Ripetere il punto precedente per una traiettoria fatta di due tratti rettilinei, il primo parallelo all'asse x e il secondo all'asse delle y .
 - (e) I risultati numerici dei due punti precedenti sono differenti? Dare risposta e giustificare quanto trovato.
7. Si consideri un pendolo rigido con una sbarra di lunghezza $l_0 = 30 \text{ cm}$ alla cui estremità è attaccato un corpo di massa $m = 2 \text{ kg}$. Si trascuri la massa della sbarra. Il pendolo parte dalla verticale con velocità iniziale v_0 . Trovare la velocità iniziale minima affinché il pendolo possa compiere dei giri completi.
8. Si consideri un pendolo non rigido. All'estremità del filo è attaccato un corpo di massa $m = 5 \text{ kg}$, e come nel problema precedente parte dalla verticale con velocità iniziale v_0 .
- (a) Trovare la velocità iniziale minima affinché il pendolo possa compiere dei giri completi.
 - (b) Supponiamo che parta con velocità iniziale inferiore al valore trovato nel punto precedente. Per quali velocità la traiettoria sarà periodica?

9. Un cannone è attaccato rigidamente ad un carrello, che si può muovere lungo un asse orizzontale, ma è connesso su un lato ad una molla di costante elastica $k = 2 \cdot 10^4 \text{ N/m}$. Il cannone spara un proiettile di 200 kg ad una velocità di 125 m/s diretto a 45° rispetto all'orizzontale



- (a) Se la massa del cannone e del carrello è di 5000 kg , si trovi la velocità di rinculo del cannone;
 - (b) Si determini la massima estensione della molla;
 - (c) Si trovi la forza massima che esercita la molla sul carrello;
 - (d) Nel sistema composto da cannone, carrello e proiettile si conserva la quantità di moto?
10. Un osservatore S , fermo a terra, vede una collisione tra due masse m_1 e m_2 e trova che $\vec{p}$ si conserva.
- (a) Mostrare che un osservatore inerziale su un treno in moto rispetto a S con velocità costante $\vec{v}$ conferma la conservazione della quantità di moto.
 - (b) Se nell'urto c'è trasferimento di massa, allora l'osservatore sul treno conferma la legge di conservazione *solo* se anche la massa totale è conservata.
11. Nelle collisioni elastiche l'energia cinetica è conservata. Usando le trasformazioni che legano sistemi inerziali tra loro si mostri che una collisione elastica è elastica in ogni sistema di riferimento inerziale.
12. Un corpo puntiforme di massa m si muove lungo la traiettoria descritta da

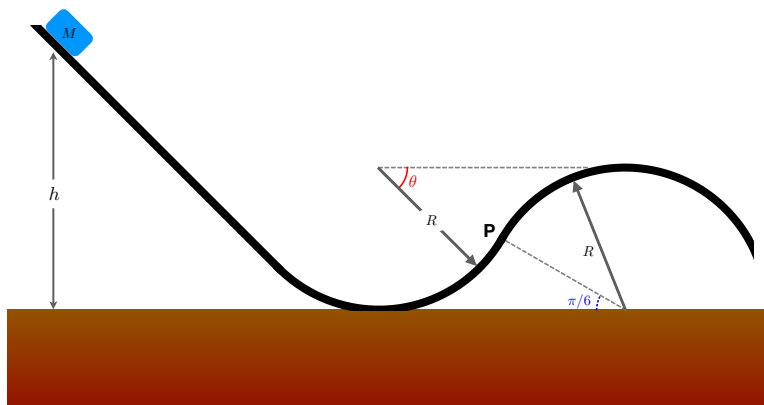
$$x(t) = x_0 \cos(\omega_1 t) , \quad (2)$$

$$y(t) = y_0 \sin(\omega_2 t) . \quad (3)$$

Rispondere alle seguenti domande prima in forma simbolica, sia per i valori espliciti $m = 2 \text{ kg}$, $(x_0, y_0) = (25 \text{ cm}, 40 \text{ cm})$ and $(\omega_1, \omega_2) = (5 \text{ Hz}, 12 \text{ Hz})$.

- (a) Derivare per quali frequenze $\omega_{1,2}$ si ha un moto periodico. Per i valori numerici dati dal problema, il moto è periodico?
- (b) Determinare l'energia cinetica K a un istante generico, e darne il valore esplicito per $t = 5 \text{ s}$.
- (c) Determinare la forza responsabile per un tale moto, e dare il valore numerico esplicito delle sue componenti all'istante $t = 5 \text{ s}$.
- (d) Dimostrare che la forza determinata al punto precedente è conservativa, e derivarne la funzione energia potenziale U associata.
- (e) Calcolare esplicitamente l'energia totale $K + U$ a un istante generico, e verificare che è costante durante la traiettoria. Qual è il valore numerico dell'energia totale?

13. Le orbite della Terra e di Venere attorno al Sole sono quasi circolari. Il raggio medio dell'orbita terrestre è $r_E = 1.5 \times 10^{11}$ m, quello di Venere è $r_V = 1.08 \times 10^{11}$ m. Come ben noto, il valore del periodo di rivoluzione della Terra attorno al sole è di circa 365 giorni.
- Utilizzando solo i dati dati dal problema, calcolare il periodo dell'orbita di Venere attorno al Sole ed esprimere il risultato in anni.
 - Sempre utilizzando i dati del problema, e conoscendo il valore della costante di gravitazione universale $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$, calcolare la massa del Sole ed esprimere il risultato in chilogrammi.
 - Calcolare l'energia cinetica K_E e potenziale U_E per la Terra dovuta al suo moto attorno al Sole, utilizzando il valore numerico della massa terrestre $M_E = 5.97 \times 10^{24}$ kg.
 - Calcolare l'energia totale $E_E = K_E + U_E$. Il segno è positivo o negativo? Spiegare la ragione fisica del segno dell'energia totale.
14. Un corpo di massa $M = 15$ kg viene lasciato scivolare senza attrito lungo il percorso curvilineo mostrato in figura. Le parti curve del percorso sono archi di circonferenza di raggio $R = 2$ cm. Nella parte antecedente al punto di flesso P, il centro della circonferenza è rivolto verso l'interno della traiettoria, mentre l'opposto vale oltre il punto P. Il corpo viene lasciato libero di muoversi partendo da fermo a un'altezza h dal suolo.

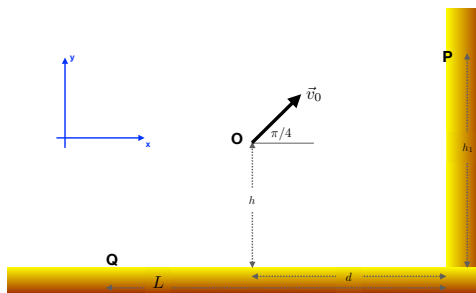


- Prima del punto di flesso P , determinare il modulo della forza normale esercitata dalla superficie del percorso sul corpo in funzione dell'angolo θ definito come in figura e della velocità $v(\theta)$ a tale angolo. Per rispondere a questo quesito non serve determinare l'espressione per $v(\theta)$, si può lasciare indicato in forma simbolica.
- Rispondere alla stessa domanda quando il corpo si trova oltre il punto P .
- Il corpo in moto può perdere contatto con la superficie prima di raggiungere il punto P ? E dopo?
- Determinare l'altezza minima h affinché si verifichi il distacco dalla superficie, dandone sia l'espressione simbolica sia il valore numerico.

15. Un satellite artificiale si muove intorno alla Terra su un'orbita ellittica. In un sistema di coordinate polari con centro nella Terra e asse polare orientato verso il perigeo, la traiettoria è descritta dall'equazione $r = p/(1 + e \cos \theta)$, dove e descrive l'eccentricità dell'orbita. Orbite con eccentricità nulla ($e = 0$) sono delle circonferenze ($r = \text{costante}$). Nel caso di questo problema $e \neq 0$, quindi l'orbita è un'ellisse. Le distanze del satellite dalla Terra al perigeo e all'apogeo sono date rispettivamente da $r_P = 6570 \text{ km}$ e $r_A = 42250 \text{ km}$.

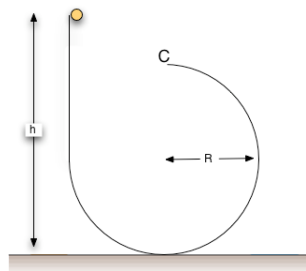
- Determinare il valore del semi-asse maggiore dell'ellisse.
- Determinare l'eccentricità e di questa orbita.
- Le velocità del satellite al perigeo e all'apogeo sono tangenti alla traiettoria. Usando gli opportuni principi di conservazione, dare il valore di queste due velocità. Per questo punto utilizzare per la massa della Terra $M_E = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ e per la costante di gravitazione universale $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

16. Una persona si trova a distanza $d = 5 \text{ m}$ da un muro. Una pallina viene lanciata verso il muro da un'altezza $h = 2 \text{ m}$ dal suolo con velocità iniziale $v_0 = 10 \text{ m/s}$ e orientata di $\pi/4$ rispetto all'orizzontale (vedi figura). Utilizzando il sistema di assi cartesiani in figura, è presente un campo gravitazionale $\vec{g} = -9.8 \text{ m s}^{-2} \hat{y}$.

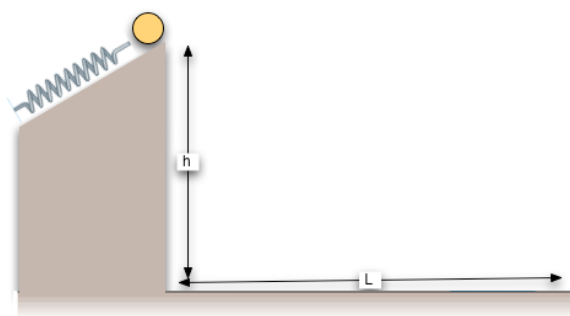


- Determinare a quale altezza dal suolo h_1 si trova il punto P dove la pallina colpisce il muro. Si dia sia il risultato in forma simbolica sia il valore numerico.
 - La pallina rimbalza contro il muro con un urto perfettamente elastico. Dire cosa succede alle due componenti (lungo $\hat{x}$ e lungo $\hat{y}$) della velocità dopo l'urto.
 - Dopo il rimbalzo, a che distanza dal muro L la pallina colpisce il pavimento? Si dia sia il risultato in forma simbolica sia il valore numerico.
 - Qual è il modulo della velocità nel momento in cui la pallina colpisce il pavimento?
17. Un oggetto puntiforme viene rilasciato da fermo da una altezza di 2.5 m da terra, in cima ad una slitta su cui può scorrere senza attrito, come in figura. Ad una altezza di 1 m da terra la slitta curva in un arco di cerchio di ampiezza 270° e raggio $R = 1 \text{ m}$.

- A che velocità giunge l'oggetto nel punto C?
- Quanto tempo impiega a sbattere contro la slitta, una volta lasciata nel punto C?
- A che altezza da terra avviene l'impatto?
- Quanto vale la forza di reazione vincolare in C?

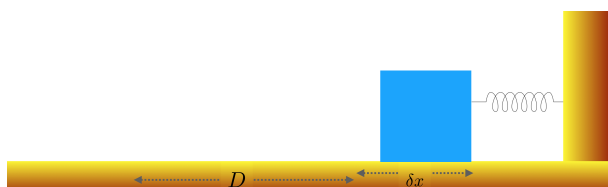
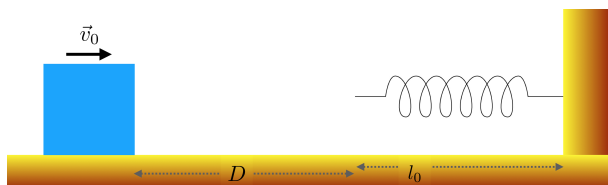


18. Una sfera di massa 1 kg viene scagliata in aria da un piano inclinato con angolo $\theta = 30^\circ$ a seguito del rilascio di una molla di costante elastica $k = 1000\text{ N/m}$. La sfera al momento del rilascio si trova alla fine del piano inclinato, ad una altezza $h = 1.5\text{ m}$ da terra e viaggia con una velocità pari a $v_0 = 2\text{ m/s}$ in modulo. Il piano è senza attrito e la sfera scorre su di esso senza rotolare.



1. Dopo quanto tempo dal rilascio la sfera tocca terra?
2. Quando tocca terra, a che distanza si trova dal piano verticale da cui si stacca? (L in figura)
3. Di quanto è stata compressa la molla per ottenere questo risultato?
4. Quanto vale il lavoro complessivo della forza gravitazionale dalla compressione della molla al momento in cui la sfera tocca terra?

19. Una cassa di massa $m = 20\text{ kg}$ si muove su un piano orizzontale verso una molla (come mostrato nella due figure). La molla ha lunghezza di riposo $l_0 = 40\text{ cm}$ e una costante elastica $k = 5000\text{ N/m}$. Quando l'oggetto di trova a distanza $D = 70\text{ cm}$ dall'estremo libero della molla, la velocità è di $v_0 = 3\text{ m/s}$ (figura in alto). Dopo che la molla viene compressa e la cassa raggiunge velocità nulla, la compressione della molla rispetto alla lunghezza di riposo è di $\delta x = 15\text{ cm}$ (figura in basso). Tra la superficie e la cassa è presente attrito descritto da un coefficiente di attrito dinamico μ_d . Rispondere ai seguenti quesiti, fornendo sia le equazioni sia i valori numerici.



- (a) Determinare il lavoro fatto dalla molla quando la cassa viene fermata.
- (b) Determinare il lavoro fatto dalla forza di attrito.
- (c) Determinare il valore numerico del coefficiente di attrito dinamico μ_d .

Dopo essersi arrestata, la cassa riprende il suo moto in direzione opposta.

- (d) Determinare la velocità della cassa quando ripassa nella posizione iniziale.



20. Un corpo di massa $M = 5 \text{ kg}$ è attaccato a una molla come in figura (figura a sinistra, “prima”). Quando il corpo viene leggermente spostato dalla sua posizione in equilibrio, in modo tale che sia valida l'approssimazione di piccole oscillazioni, esso oscilla con un periodo $T = \pi/3 \text{ s}$.

- (a) Scrivere la legge oraria che descrive le suddette oscillazioni, assumendo che la velocità iniziale all'istante $t = 0$ sia nulla (l'ampiezza A si lasci indicata).
- (b) Quanto vale numericamente la pulsazione ω per le suddette oscillazioni?
- (c) Quando la massa M si trova a 2 cm dalla posizione di equilibrio, quanto vale la forza esercitata su essa dalla molla?

Si aggiunge un piccola massa m appoggiandola sopra la massa M (figura a destra, “dopo”). In questo caso, si assuma $m \ll M$ in modo tale che il periodo dell'oscillazione non venga alterato dalla presenza di m . Il coefficiente di attrito statico tra le due mass M e m vale $\mu_s = 0.15$.

- (d) Quanto vale l'ampiezza massima dell'oscillazione $A_{\max}$ prima che la massa più piccola scivoli via? Dare sia l'espressione simbolica sia l'espressione numerica.