

Gara di 2° livello

Problemi

AIF – Olimpiadi di Fisica 2016

> 30^a Edizione <

Gara di 2° Livello – 16 Febbraio 2016

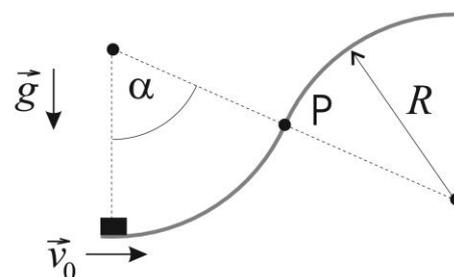
IP2

Sull'Ottovolante

Punti 20

Un carrello di massa m viene appoggiato su una rotaia che presenta attrito trascurabile e lanciato con velocità v_0 dal punto più basso, come mostrato in figura. La rotaia è formata da due archi di cerchio uguali, di raggio R su un piano verticale, raccordati nel punto P. Sia α l'angolo che la normale comune ai due archi di circonferenza nel punto di raccordo forma con la verticale (v. figura).

Si vuole che il carrello arrivi nel punto più alto senza distaccarsi mai dalla rotaia.



1. Supponendo che il carrello possa arrivare nel punto più alto senza staccarsi dalla rotaia, qual è – in funzione dei dati forniti – la minima velocità iniziale v_0 che deve avere?
2. Si dimostri che, se il carrello si stacca dalla rotaia, questo avviene appena superato il punto P.
3. Che condizione deve soddisfare la velocità iniziale v_0 perché il carrello non si stacchi?
4. Per quali valori dell'angolo α non è possibile che il carrello arrivi nel punto più alto mantenendo il contatto con la rotaia?



Parte A

[Punti 6]

Due amici A e B si trovano spesso a camminare svelti, a una velocità di circa 6 km/h, su di un viale alberato in cui il percorso è segnato con una targhetta ogni 100 m.

Ad un certo punto A chiede: "A che velocità stiamo andando, secondo te?"

"Usa il tuo cronometro e dimmi in quanto tempo facciamo 100 m" replica B.

Percorso quel tratto, A dice: "58.3 secondi"; in un attimo B gli risponde: "Andiamo a 6.17 km/h".

All'amico stupito della rapidità della risposta, B spiega come ha fatto: "Ho fatto la differenza tra 60 secondi e il tempo che mi hai dato: $60 - 58.3 = 1.7$ che è un piccolo intervallo; poi ho diviso questo piccolo intervallo per 10 e l'ho sommato a 6, cioè $6 + 0.17 = 6.17$ che è, appunto, la velocità che ti ho detto in km/h. Se non camminiamo troppo velocemente, questo modo di fare il conto dà un risultato quasi giusto, conoscendo quel piccolo intervallo."

1. Per quali valori di quel piccolo intervallo, questo metodo fornisce un risultato corretto entro l'1%?
2. Qual è la massima velocità corrispondente?

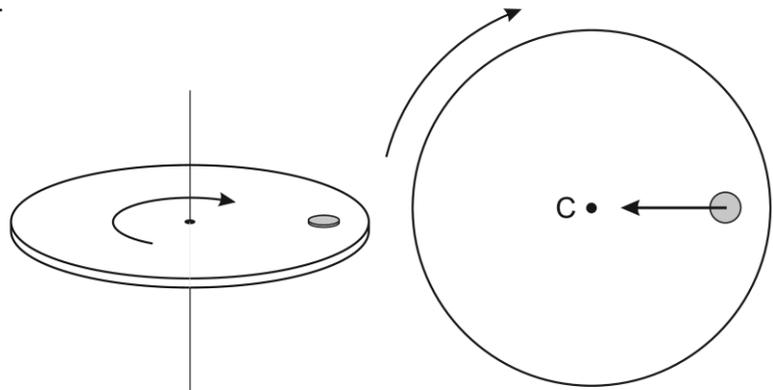
Parte B

[Punti 7]

Nella figura a fianco è mostrata una piccola pedina di massa $m = 25$ g, appoggiata su di un disco che sta ruotando attorno al suo asse, con accelerazione angolare costante $\alpha = 2 \text{ rad s}^{-2}$. La pedina si trova in un punto a distanza $r = 22.3$ cm dall'asse di rotazione.

Nell'istante a cui fa riferimento la figura, la velocità angolare del disco è $\omega = 2 \text{ rad s}^{-1}$, e la pedina è ferma rispetto al disco, grazie all'attrito statico di coefficiente $\mu_s = 0.45$.

Nella parte destra della figura, in cui il disco è visto dall'alto, il vettore rappresenta la forza centripeta agente sulla pedina, disegnata in unità arbitrarie, nello stesso istante.



- Dopo aver riportato sul foglio a quadretti la figura a destra, con il vettore di lunghezza pari ad almeno 6 quadretti, disegnare – nella stessa scala – la forza d'attrito che agisce in quello stesso istante sulla pedina, motivando adeguatamente la soluzione trovata.

Parte C

[Punti 7]

Tre cilindri, tutti di massa m , rotolano senza scivolare lungo un piano inclinato di altezza h . I cilindri hanno le seguenti caratteristiche: il primo è vuoto ed ha raggio r ; il secondo è pieno ed ha raggio $r/2$; il terzo è pieno ed ha raggio r .

- Se i tre cilindri sono stati lasciati liberi simultaneamente dalla stessa altezza, quale cilindro impiegherà più tempo a raggiungere la base del piano inclinato?



Un granello di polvere su un satellite

Punti 22

Un satellite di raggio a e massa m descrive un'orbita circolare di raggio r attorno a un pianeta di massa M ; si trattino pianeta e satellite come sferici e omogenei.

Il centro di massa del sistema si può considerare coincidente con il centro del pianeta. I periodi di rotazione e rivoluzione del satellite sono identici, cosicché il satellite rivolge al pianeta sempre la stessa faccia (come la Luna fa con la Terra). In tutto il problema si trascuri la gravità della stella attorno a cui orbita il pianeta.

1. Si calcoli, in funzione di M ed r , la velocità angolare del moto di rivoluzione del satellite attorno al pianeta.

Si consideri un piccolo corpo di massa μ appoggiato sulla superficie del satellite, nel punto più vicino al pianeta.

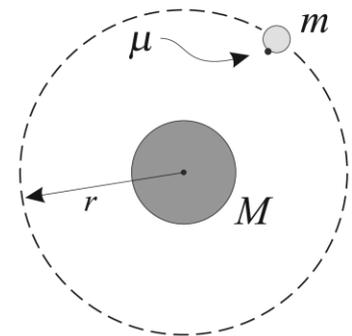
2. Si calcoli il modulo N della forza normale esercitata dalla superficie del satellite sul corpo. Si esprima il risultato in funzione di μ , M , m , r e a .
3. Qual è la condizione che deve essere verificata affinché il corpuscolo non si stacchi dalla superficie del satellite?

Se il satellite fosse troppo vicino al pianeta, il piccolo corpo non riuscirebbe a rimanere appoggiato sulla superficie del satellite.

4. Nell'ipotesi $a/r \ll 1$ si calcoli il minimo raggio orbitale r_0 per cui il corpuscolo non si stacca dalla superficie del satellite. Si esprima il risultato in funzione di M , m e a .

Suggerimento: si ricordi che, per $|x| \ll 1$ si può usare l'approssimazione $(1 \pm x)^\alpha \approx (1 \pm \alpha x)$ per qualunque α (anche negativo). Di conseguenza i binomi $(r \pm a)^\alpha$ con $a \ll r$ si possono approssimare ponendo $r \pm a = r(1 \pm a/r)$

5. Qual è il minimo raggio a cui potrebbe orbitare intorno alla Terra un piccolo satellite sferico di densità pari a $(2.49 \pm 0.01) \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ senza che un corpo appoggiato sulla sua superficie, nel punto più vicino al pianeta, si stacchi?



P !

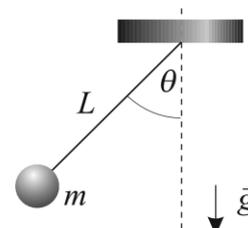
Pendolo trascinato

Punti 20

È stato ritrovato un foglio con pochi appunti relativi ad un esperimento da provare in laboratorio. Si tratta di una sfera di massa m appesa a un supporto in movimento con un filo di lunghezza L . Si dice che durante il moto il filo è in tensione e forma un angolo costante $\theta = 45^\circ$ con la verticale e che anche l'orientazione del piano verticale, mostrato in figura, su cui giace il filo, rimane fissa durante l'esperimento.

Si considerano trascurabili gli attriti.

Inizialmente si consideri rettilineo il moto del sistema, in direzione orizzontale, nel piano verticale della figura.



1. Spiegare perché il moto deve essere accelerato, trovarne l'accelerazione e determinare la tensione del filo.

Più in generale, togliendo la condizione che il moto debba essere orizzontale, ma che si svolga sempre nello stesso piano verticale della figura, l'accelerazione del sistema può essere diretta in modo da formare un angolo α con l'asse orizzontale orientato a destra.

2. Trovare la tensione del filo in funzione dell'angolo α . Determinare inoltre i limiti di questo angolo.

D'ora in poi si vuole scoprire se sono possibili moti in ogni direzione, nello spazio, con il filo ancora nel piano verticale della figura e con le condizioni date sopra.

3. Nel caso particolare con $\alpha = 0$, spiegare se, dalle sole informazioni scritte negli appunti, è possibile o meno dedurre la direzione e il verso della velocità.
4. Dimostrare che, in generale, la traiettoria del sistema è una curva piana con un asse di simmetria; indicare come si può individuare tale piano, quali curve sono possibili e come sono orientati la curva e l'asse di simmetria.

Prima parte: **QUESITI**

AIF – Olimpiadi di Fisica 2016

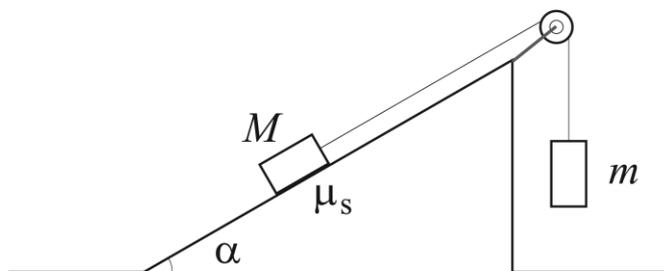
> 30^a Edizione <

Gara di 2° Livello – 16 Febbraio 2016

Q1

Nel sistema in figura, che è in condizioni di equilibrio, l'angolo α è di 30° , la massa appesa è $m = M/2$ e il coefficiente di attrito statico tra la massa M e il piano è μ_s ; la massa del filo si può trascurare.

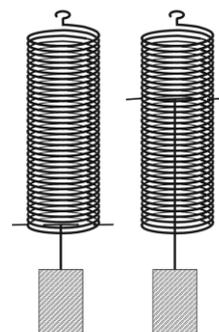
- Quanto vale – in modulo – la forza d'attrito che il piano esercita sulla massa M ?



Q2

Un corpo, appeso ad una molla ideale di massa trascurabile, oscilla con un periodo di 3 s quando è fissato all'ultima spira della molla, la trentaseiesima, come mostrato nella parte a sinistra della figura.

- Se il corpo fosse appeso alla dodicesima spira (parte a destra della figura), con che periodo oscillerebbe?



Q5

Un oggetto di peso 90 N viene parzialmente immerso in un liquido sconosciuto per $1/3$ del proprio volume. In queste condizioni per mantenerlo in equilibrio, è necessario applicargli una forza verticale di 57 N rivolta verso l'alto.

- Quale forza occorre applicargli per mantenerlo in equilibrio quando è completamente immerso?

Q7

Un'automobile che sta viaggiando a 90 km/h decelera in modo uniforme per 5 s.

- Se alla fine la sua velocità è pari a 50 km/h, quanto spazio ha percorso durante la frenata?

Q1

Una boa a forma di guscio sferico, di raggio esterno $R = 80$ cm e spessore uniforme, galleggia sulla superficie di un lago essendo immersa per metà del suo volume.

- Sapendo che la boa è fatta di una lega di ferro con densità $\delta_{\text{Fe}} = 7.96 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, qual è il suo spessore?

Q3

Un sistema fisico in uno stato di non equilibrio può raggiungere uno stato stabile dissipando energia.

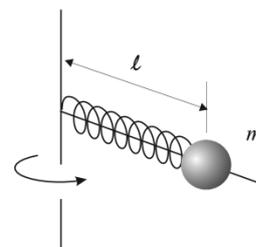
Si consideri un recipiente cilindrico di raggio $r_1 = 5$ cm che contiene acqua fino ad un'altezza $h_0 = 20$ cm. Il recipiente viene collegato, per mezzo di un tubicino molto corto (tale che il suo volume possa essere trascurato) ad un secondo cilindro appoggiato sullo stesso piano, inizialmente vuoto, di raggio r_2 doppio del primo; il tubicino è collegato sul fondo dei contenitori.

- Quanta energia meccanica si dissipa per raggiungere l'equilibrio?

Q5

Una molla ideale, di costante elastica k , ha lunghezza ℓ_0 ; ad essa è attaccata una massa m ; il sistema si muove su un piano orizzontale e ruota, con velocità angolare uniforme ω , attorno ad un asse verticale (vedi figura).

- Trovare la lunghezza ℓ della molla quando è in rotazione.



Q2

Un blocco di marmo di massa $M = 2500$ kg, con una base tale da non potersi ribaltare, è appoggiato sul pianale di un camion; l'elevato attrito statico tra piano e carico ($\mu_s = 0.5$) assicura la stabilità del sistema anche quando il camion deve effettuare una brusca frenata con accelerazione di modulo $a = 0.35g$ su una strada rettilinea piana.

- Quanto vale il modulo della forza d'attrito agente sul blocco di marmo durante la frenata?

Q4

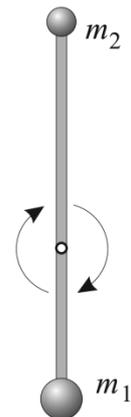
Un corridore amatoriale fa una sessione di allenamento, alternando dei tratti di corsa alla velocità di 12.6 km/h con una marcia alla velocità di 5.7 km/h.

- Se al termine dell'allenamento la sua velocità media è stata di 11.2 km/h, quale percentuale della durata della sessione ha trascorso correndo?

Q5

Un'asta rigida di massa trascurabile può ruotare attorno ad un perno. Due masse, una di $m_1 = 250$ g e l'altra di $m_2 = 200$ g, sono poste alle estremità dell'asta rispettivamente a distanza $d_1 = 100$ cm e $d_2 = 150$ cm dall'asse di rotazione. Il sistema, inizialmente fermo in posizione verticale con la massa m_2 in alto, viene spostato leggermente, nel verso indicato in figura. L'attrito è trascurabile.

- Qual è la velocità angolare quando il sistema passa per la posizione di equilibrio stabile?



Q1

In una corsa sui 10 000 m, che si svolge su una pista di 400 m, il concorrente più debole corre ad una velocità pari al 95 % di quella del più forte.

- Supponendo che le velocità dei corridori siano praticamente costanti, quale distanza ha percorso il primo quando raggiunge l'ultimo?

Q6

Una scatola cubica di acciaio, con le sei facce di lato $\ell = 5$ cm e spessore $s = 0.2$ mm, entra esattamente in un contenitore cilindrico di vetro.

- Che altezza H deve avere, al minimo, il cilindro di vetro perché, versandovi dell'acqua, la scatola cubica possa galleggiarvi?

Suggerimento: lo spessore delle facce della scatola si può considerare trascurabile rispetto al lato.

Densità dell'acciaio: $\rho_{\text{acc}} = 7.9 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

Q8

Un automobilista che viaggia su un tratto dritto di strada sul piano orizzontale a velocità v_0 frena bruscamente, tanto da bloccare in modo praticamente istantaneo le ruote, fino a fermare completamente l'automobile che ha una massa, carico compreso, di 1200 kg. Sull'asfalto rimane una traccia lunga 16 m provocata dagli pneumatici. Si assuma che il coefficiente d'attrito dinamico tra la gomma e l'asfalto valga $\mu = 0.70$.

- Determinare la velocità v_0 .

Q9

Una molla fissata a soffitto sostiene una massa $m_1 = 215$ g. Una seconda massa $m_2 = 118$ g è sospesa alla prima mediante un sottile filo, di massa trascurabile. Il sistema è in equilibrio statico.

- Determinare l'accelerazione della massa m_1 nell'istante in cui il filo viene bruciato.