

PROBLEMI DI MECCANICA
PREPARAZIONE ALLEGARE REGIONALI OLIMPIADI DELLA FISICA

20 Gennaio 2016 - Elisa Menozzi, Istituto Zanelli di Reggio Emilia

ESERCIZIO 1 – GIRO DELLA MORTE PER UN PUNTO MATERIALE

Un punto materiale di massa m è vincolato a scivolare senza attrito su un piano inclinato, che al suo termine si raccorda con una guida circolare di raggio R . Il punto parte dalla posizione P_i a una quota h rispetto all'asse x .

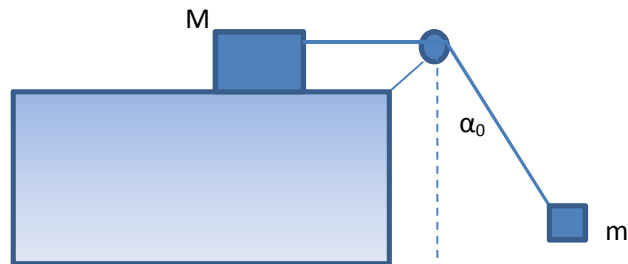
- 1) Calcolare la minima quota h_{min} di partenza affinché esso possa effettuare il "giro della morte" senza mai perdere contatto con la guida
- 2) Dopo il giro della morte, la guida prosegue orizzontalmente (retta $y = -R$); dunque il punto continua a scivolare senza fine sulla retta $y = -R$. Quanto vale la minima velocità (costante) V del punto?

ESERCIZIO 2 – GIRO DELLA MORTE PER UN CILINDRO OMOGENEO

Un cilindro omogeneo di massa m , raggio r e centro di massa G , è vincolato a rotolare senza strisciare su un piano inclinato, che al suo termine si raccorda con una guida circolare di raggio $R > r$. Inizialmente, il centro di massa G del disco ha una quota h rispetto all'asse x . Il cilindro parte da fermo.

- 1) Calcolare la minima velocità $(v_f)_{min}$ che deve avere il centro di massa G del cilindro nella posizione più alta (G_f) affinché il disco non perda il contatto con la guida circolare.
- 2) Calcolare la minima quota h di partenza del centro di massa G rispetto all'asse x affinché esso possa effettuare il giro della morte senza perdere contatto con la guida.

ESERCIZIO 3 – OSCILLAZIONE MASSIMA

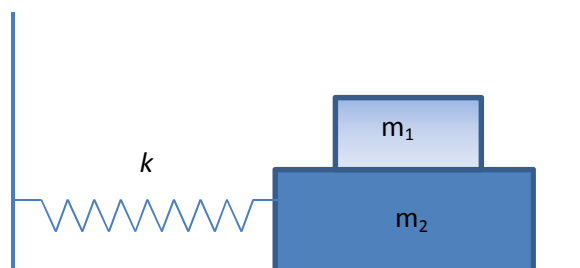


Un corpo di massa m è appeso ad un filo ideale, il quale, passando su una carrucola di massa trascurabile, all'altro estremo è legato ad una massa M , in quiete su una superficie orizzontale scabra, avente coefficiente di attrito statico μ_s . La massa m è posta in oscillazione a partire da una ampiezza iniziale α_0 .

Calcolare il valore massimo che può assumere α_0 senza che la massa M si muova.

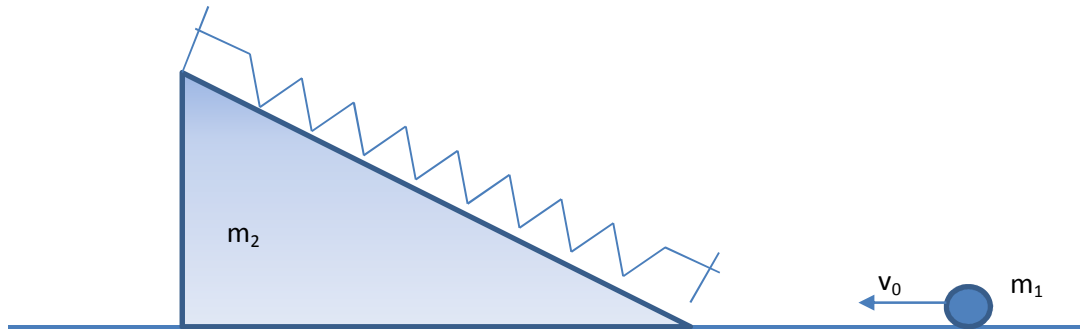
ESERCIZIO 4 – OSCILLATORE CON MASSA APPOGGIATA

Nel sistema mostrato in figura la molla ha costante elastica k e tra le due masse si ha un attrito caratterizzato da coefficienti statici e dinamici μ_d e μ_s . Non si ha attrito tra massa m_2 e piano orizzontale. Determinare la massima ampiezza di oscillazione per la quale la massa m_1 non slitta sulla m_2



ESERCIZIO 5 – MASSIMA COMPRESSIONE

Nel sistema in figura la massa m_1 è lanciata inizialmente con velocità v_0 . La molla di lunghezza a riposo uguale alla lunghezza del piano inclinato è libera di contrarsi, e il piano inclinato è libero di spostarsi sul piano orizzontale. Non vi sono attriti. Calcolare la massima contrazione della molla.



ESERCIZIO 6

Problema 1 2005 OLIMPIADI FISICA – GARA REGIONALE – UN'AUTO IN FRENATA

Un'automobile ha una massa (comprensiva di passeggeri e bagaglio) di 1400 kg. La distanza tra gli assi delle ruote è di 2.50m e il baricentro si trova a 1.10m dall'asse delle ruote anteriori, ad un'altezza di 60 cm dal suolo.

L'automobile sta viaggiando su un tratto rettilineo di una strada orizzontale, a velocità costante; la velocità non è elevata, cosicché in tutte le domande che seguono si può trascurare l'attrito dell'aria.

1. Calcolare il modulo della forza normale al piano stradale che questo esercita complessivamente sulle due ruote anteriori e di quella che viene esercitata sulle due ruote posteriori.
2. Ad un certo istante, sullo stesso tratto di strada, l'automobile frena con un'accelerazione (in modulo) di 2.10ms^{-2} . Calcolare il modulo della forza frenante complessiva che la strada esercita sull'automobile durante questa fase.
3. Calcolare il modulo della forza normale complessiva che la strada esercita, durante la frenata, sulle due ruote anteriori e di quella che viene esercitata sulle due ruote posteriori.
4. Supponendo che gli ammortizzatori anteriori si comportino come molle, calcolarne la costante elastica, sapendo che durante la frenata si comprimono di 6.0 cm in più rispetto all'andatura a velocità costante, considerando che la forza normale si ripartisce in modo uguale tra le due ruote anteriori.

ESERCIZIO 7

Problema 1 2004 OLIMPIADI FISICA – GARA REGIONALE – LASICUREZZA NEL TRAFFICO STRADALE

Si vuole determinare la velocità ottimale che le automobili devono mantenere per ottenere, nel rispetto delle norme di sicurezza, il maggior flusso possibile del traffico in una corsia di un certo tratto di strada.

Un modello fisico del problema, relativamente semplice, ma tuttavia efficace per fornire una prima risposta ipotizza l'esistenza di una (stessa) distanza di sicurezza⁽¹⁾ tra automobili consecutive. Siano noti i seguenti parametri:

a) ogni automobile è lunga $l = 4\text{ m}$ ed è in grado di decelerare con accelerazione costante $a = -4.5\text{ ms}^{-2}$;

b) il tempo di reazione⁽²⁾ di ogni automobilista vale $t_r = 0.5\text{ s}$.

1. Indicata con v la velocità di ogni automobile, determinare, in funzione di questa, di a e di t_r , la distanza di sicurezza d che deve essere mantenuta da ogni automobile.

Si supponga che il tratto di strada considerato, di lunghezza $L = 5\text{ km}$, contenga esattamente N automobili che stanno viaggiando in sicurezza.

2. Esprimere in funzione di N e degli altri parametri del modello la velocità v consentita in questa condizione. Calcolare v e d nel caso particolare $N = 100$.

Sia F il flusso automobilistico definito come $F = N/\Delta t$ dove N è il numero di automobili che passano in un certo punto della strada nell'intervallo di tempo Δt .

3. Qual è la velocità ottimale v delle automobili, affinché F sia massimo?

4. Quanto vale F_{massimo} ?

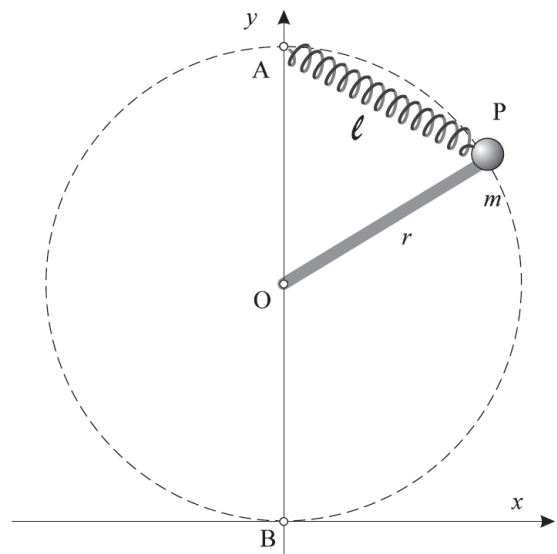
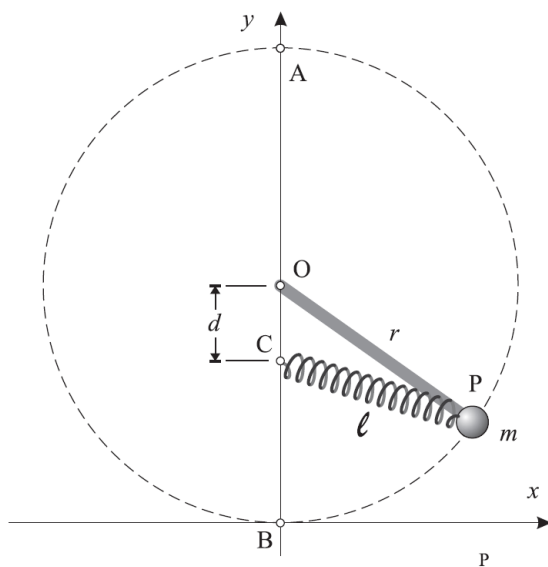
⁽¹⁾ In questo problema consideriamo come distanza di sicurezza la minima distanza tra la parte posteriore dell'automobile che precede e la parte anteriore dell'automobile che segue, per fare in modo che la vettura possa fermarsi senza urtare quella precedente anche nel caso teoricamente più sfavorevole di un arresto istantaneo di questa.

⁽²⁾ Per tempo di reazione si intende l'intervallo di tempo che trascorre dall'istante in cui si presenta un pericolo all'istante in cui l'automobilista mette in atto la corretta reazione.

ESERCIZIO 8

Problema 2 2013 OLIMPIADI FISICA – ASTA CHE RUOTA CON MOLLA

La figura a sinistra mostra un corpo puntiforme, di massa m , attaccato ad un'estremità di un'asta rigida che può ruotare liberamente in un piano verticale attorno alla sua altra estremità, fissata nel punto O . L'asta ha massa trascurabile e lunghezza r . Il corpo è attaccato anche ad una molla di costante elastica k e lunghezza a riposo l_0 , la cui altra estremità è fissata ad un punto C che si trova sulla verticale passante per O , ad una distanza d sotto di esso. La figura mostra anche il sistema di riferimento nel piano verticale che suggeriamo di utilizzare.



Valori numerici:

$$m = 0.5 \text{ kg}$$

$$r = 1 \text{ m}$$

$$k = 22 \text{ Nm}^{-1}$$

$$l_0 = 0.3 \text{ m}$$

$$d = 0.3 \text{ m}$$

Da quanto detto sopra segue che il punto P in cui si trova il corpo può assumere tutte le posizioni sulla circonferenza di raggio r , fra il punto più in alto, A , e quello più in basso, B . La lunghezza ℓ della molla può variare fra il valore massimo, $r + d$, nel punto A e quello minimo, $r - d$, nel punto B . Dati i valori di r e d riportati sopra, ℓ è sempre maggiore della lunghezza minima l_0 , per cui la molla è sempre in trazione.

1. Mostrare che l'equilibrio è instabile nel punto A , è stabile nel punto B e che non esistono altri punti di equilibrio stabile (basta mostrarlo in un punto P qualunque).

2. Ricavare l'espressione dell'energia del corpo in condizioni statiche in un punto P generico e calcolarne il valore nei punti A e B .
3. Supponendo che l'asta venga messa in moto quando si trova nel punto B facendole acquistare una velocità angolare ω , qual è il minimo valore di ω che permette al corpo di raggiungere il punto A ?

Si consideri adesso la situazione illustrata nella figura a destra, in cui la molla è attaccata al punto A . Le posizioni che il corpo può occupare sono ancora sulla stessa circonferenza. Ci si limiti a considerare quelle per cui la molla è allungata (cioè quelle per cui $l > l_0$). In questa situazione esistono due altre posizioni di equilibrio (oltre a B), con x diverso da zero, simmetriche rispetto all'asse y .

4. Calcolare il valore dell'angolo $\alpha = \text{OAP}$ che la molla forma con la verticale in una di queste due posizioni.

ESERCIZIO 9

Problema 1 2012 OLIMPIADI FISICA – SATELLITE GEOSTAZIONARIO

Un satellite cosiddetto “geostazionario” gira intorno alla Terra in (circa) 24 ore, stando ad un'altezza di circa 36 000 km sulla superficie terrestre.

1. In quanto tempo una sonda spaziale percorre un'orbita circolare se la sua altezza dal suolo è di circa 900 km?

Per un esperimento si vuole lanciare, dalla sonda spaziale verso la Terra, un oggetto che cada giù verticalmente, con una velocità iniziale $v_0 = 1.5 \text{ kms}^{-1}$ rispetto alla Terra (l'oggetto ha una massa trascurabile rispetto a quella della sonda).

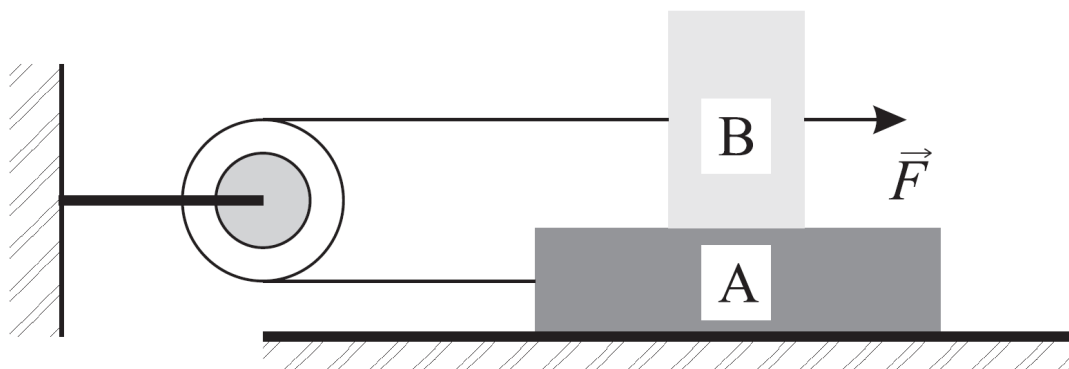
2. Rispetto alla direzione di moto della sonda, a che angolo sarà lanciato l'oggetto?
3. Che velocità viene data all'oggetto, rispetto alla sonda?
4. Supponendo di poter trascurare la presenza dell'atmosfera fino ad una quota di circa 20 km dal suolo, che velocità ha l'oggetto quando incontra l'atmosfera?

NOTA: Nella soluzione del problema utilizzare, oltre ai valori numerici dei dati, solo quelli dell'accelerazione di gravità al suolo g e del raggio della Terra $R_t = 6400 \text{ km}$.

ESERCIZIO 10

Problema 3 2011 OLIMPIADI FISICA – DUE BLOCCHI SOVRAPPosti IN MOTO

Due blocchi A e B, di massa rispettivamente m_A e m_B , sono collocati uno sopra l'altro. Una fune inestensibile e di massa trascurabile li collega scorrendo senza attrito su di una carrucola fissata ad una parete. I due tratti di fune al di fuori della carrucola sono orizzontali. Una forza F viene applicata al blocco superiore, come mostrato in figura.



Si vuole studiare il comportamento del sistema nei quattro casi che si presentano in funzione delle forze di attrito statico agenti tra il blocco A ed il pavimento e tra i due blocchi A e B.

1. Trascurando inizialmente ogni forma di attrito, disegnare, separatamente per i due blocchi, il diagramma di tutte le forze agenti e successivamente determinare l'accelerazione dei due blocchi e la forza risultante agente su ciascuno dei due.
2. Per ognuno dei casi sottoelencati disegnare, separatamente per i due blocchi, il diagramma di tutte le forze agenti e determinare il modulo F della forza minima necessaria per mettere in moto il sistema:
 - a. attrito statico solamente tra il pavimento ed il blocco A, il cui coefficiente vale μ_A ;
 - b. attrito statico solamente tra il blocco A ed il blocco B, il cui coefficiente vale μ_B ;
 - c. attrito statico tra il pavimento ed il blocco A e tra il blocco A ed il blocco B, i cui coefficienti valgono rispettivamente μ_A e μ_B .