






IDEE PER UNA LEZIONE DIGITALE

PARAGRAFO	CONTENUTO	DURATA (MINUTI)
Apertura capitolo	 ESPERIMENTI A CASA Piccole oscillazioni Come puoi stimare il valore dell'accelerazione di gravità misurando il periodo di oscillazione di un pendolo?	2
I concetti e le leggi	 MAPPA INTERATTIVA	
Esercizi	20 TEST INTERATTIVI SU  CON FEEDBACK «Hai sbagliato, perché...»	

VERSO IL CLIL

 FORMULAE IN ENGLISH	 AUDIO
Acceleration on an inclined plane $a = g \frac{h}{l}$	Acceleration down an inclined plane equals the product of acceleration due to gravity and the ratio of the height to the length of the plane.
Projectile motion-horizontal initial velocity $\begin{cases} x = v_0 t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$	The horizontal position equals the product of the initial velocity and the time taken. The vertical position equals minus one-half of the product of gravitational acceleration and the square of the time taken.
Angular speed in uniform circular motion $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$	Magnitude of angular speed equals two pi divided by the period, equals two pi multiplied by frequency
Linear speed in uniform circular motion $v = \frac{2\pi r}{T} = \omega r$	Linear speed equals two pi multiplied by the radius of the circular motion divided by period, equals angular velocity multiplied by the radius
Centripetal acceleration in uniform circular motion $a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$	Magnitude of centripetal acceleration equals the square of the linear velocity divided by the radius of the circular motion, equals the square of the angular velocity multiplied by the radius
Centripetal force $F_c = m \frac{v^2}{r}$	The magnitude of the centripetal force equals the product of the mass of the object and the square of the speed of the object along the circular path, all divided by the radius of the circular path.
Displacement in simple harmonic motion $s = r \cos(\omega t)$	The displacement of a body in SHM equals the amplitude of the motion multiplied by the cosine of the product of angular frequency and time

Velocity in simple harmonic motion	$s = -\omega r \sin(\omega t)$	Velocity equals minus the product of angular frequency, amplitude and the sine of the product of angular frequency and time
Acceleration in simple harmonic motion	$s = -\omega^2 r \cos(\omega t)$	Acceleration equals minus the square of the angular frequency multiplied by the amplitude and the cosine of the product of angular frequency and time
Period of an oscillating spring	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	The period of a mass in an elastic system is equal to the product of two pi and the square root of the product of the mass and the inverse of the spring constant.
Period of an oscillating pendulum	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	The period of oscillation of a pendulum equals two times pi multiplied by the square root of the ratio of the length of the pendulum to gravitational acceleration.

QUESTIONS AND ANSWERS

AUDIO

- For a skier going downhill, what are the forces that should be included in a free body diagram?

This is an example of an inclined plane problem. The relevant forces acting on the skier include Earth's gravitational force acting straight down, the normal force is perpendicular to the slope, and the frictional force acts parallel to the slope and opposes the direction of motion. Air resistance is usually ignored. This is a two dimensional problem, so the forces must be divided into x and y components. For inclined plane problems, it is often easier to define the x -axis parallel to the slope and the y -axis perpendicular to the slope.

- Define TENSION FORCE.

Tension force is the force that is transmitted through a string, rope, cable or wire when it is pulled tight by forces acting from opposite ends. The tension force is directed along the length of the wire and pulls equally on the objects on the opposite ends of the wire. Tension is the magnitude of the pulling force exerted by the wire and is measured in newtons.

- Explain why equilibrium and nonequilibrium can be described in terms of balanced and unbalanced forces.

A book lying on a table is acted upon by two forces, gravity exerting a downward force and the upward force of the table on the book. The two forces are balanced and the book is not accelerating, it is at equilibrium. If the book is pushed across the table such that the force applied is greater than the opposing friction force then the horizontal forces acting on the book are unbalanced and the book accelerates from rest.

- For an object launched at an angle to the horizontal why does a launch angle of 45° result in the maximum range?

To answer the question it is helpful to think of the components of the initial velocity. If the object is launched vertically (launch angle of 90°) it will fall to the ground without covering any ground and evidently if the launch angle is zero the launch is aborted. The vertical component of velocity determines the time the object is in the air. The horizontal component determines how far it travels. The range will be the maximum when these components are balanced, i.e at 45° .

 QUESTIONS AND ANSWERS AUDIO

- ▶ Define UNIFORM CIRCULAR MOTION in physics.

In physics, uniform circular motion is defined as the motion of a body travelling at constant speed in a circular path for which the distance of the body from the axis of rotation remains constant at all times. The period of the motion is the time taken for the object to complete one complete revolution around the circle. The frequency of the motion is the inverse of the period: the number of revolutions per unit time.

- ▶ What is happening to the velocity of an object in uniform circular motion?

Although an object in uniform circular motion has constant speed the velocity vector is constantly changing: its magnitude remains constant but as the direction of the vector is at a tangent to the circular path, velocities at different points on the path have different directions.

- ▶ What does changing velocity tell us?

A change in velocity tells us that an object is undergoing acceleration. In the case of uniform circular motion the direction of the acceleration vector is given by the change in direction of the velocity vector: this is always directed towards the centre of the circular path. The magnitude of the acceleration is constant and is given by v^2/r where v is the linear velocity and r is the radius of the circular path. This acceleration is called centripetal from the Latin *centrum* “centre” and *petere* “to seek”.

- ▶ Define SIMPLE HARMONIC MOTION in Physics and provide three examples of this motion.

Simple harmonic motion is one in which the acceleration causing the motion of an object is proportional and in opposition to the object's displacement from the equilibrium position. Simple harmonic motion is a component of uniform circular motion, this can be visualised by the projection of UCM onto the diameter of a circle. Other examples of SHM are the simple pendulum and a mass attached to a slinky spring.

PROBLEMI MODELLO, DOMANDE E PROBLEMI IN PIÙ

2 L'EFFETTO DELL'ATTRITO SUL MOTO LUNGO IL PIANO INCLINATO

- 18** ★★★ Una borsa di 2,4 kg è appoggiata su un tavolo. Il tavolo, alto 1,3 m e lungo 3,3 m viene lentamente inclinato, finché, raggiunto un angolo di inclinazione di 35° , la borsa inizia a scivolare, con accelerazione costante di $0,40 \text{ m/s}^2$.
- Calcola il coefficiente di attrito dinamico tra la borsa e il tavolo.

[0,65]

- 19** ★★★ Un carrello di massa 8,3 kg, privo di ruote, scivola giù per un piano scabro, con coefficiente di attrito dinamico 0,25, inclinato di 26° rispetto alla direzione orizzontale. Durante la discesa, viene posta nel carrello una valigia di massa 3,1 kg.

- Qual è l'accelerazione del carrello prima e dopo l'arrivo della valigia?
- Qual è l'intensità della forza di reazione vincolare del piano sul carrello prima e dopo l'arrivo della valigia?

[2,1 m/s^2 ; 2,1 m/s^2 ; 73 N; $1,0 \times 10^2 \text{ N}$]

- 20** ★★★ Un pacco di 1,7 kg si trova su un piano inclinato con altezza uguale alla lunghezza di base. Tra il pacco e il piano il coefficiente di attrito dinamico è 0,070. Il pacco viene spinto contro il piano con una forza orizzontale di intensità 60 N che lo fa salire lungo il piano.

- Determina la forza di attrito dinamico.
- Determina l'accelerazione del pacco.

[3,8 N; 16 m/s^2]

3 IL DIAGRAMMA DELLE FORZE PER UN SISTEMA DI CORPI IN MOVIMENTO

- 30** ★★★ Un blocco di massa $m_1 = 7,0 \text{ kg}$ si trova su un piano inclinato di un angolo di 45° , con coefficiente di attrito dinamico di 0,40 e di attrito statico di 0,60. Il blocco è collegato a un secondo oggetto tramite una fune di massa trascurabile che passa attorno una puleggia. Il secondo oggetto ha massa $m_2 = 3,0 \text{ kg}$ e si trova sospeso nel vuoto.
- Il blocco 1 riesce a muoversi? Quanto vale la sua accelerazione?

Suggerimento: risolvi prima il problema in assenza di attrito, e determina la forza totale sul blocco 1.

[0 m/s^2]

- 31** ★★★ Un vagone ferroviario viaggia con accelerazione costante di $0,60 \text{ m/s}^2$ lungo un binario rettilineo. All'interno una lampadina di 200 g è sospesa a un filo di massa trascurabile e lunghezza 25 cm.

- Calcola l'angolo di inclinazione del filo rispetto alla direzione verticale.
- Improvvisamente l'accelerazione del vagone aumenta fino a $1,2 \text{ m/s}^2$ e la lampadina si mette a oscillare. Determina il suo periodo di oscillazione.

[$3,5^\circ$; 1,0 s]

4 IL MOTO DI UN PROIETTILE LANCIATO ORIZZONTALMENTE

PROBLEMA MODELLO 3 UN SASSO DAL PONTE DI BROOKLYN

A New York, il ponte di Brooklyn sull'East River è alto 84 m. Dai un calcio in orizzontale a un sasso dal bordo del ponte. Prima di raggiungere l'acqua, il sasso percorre in orizzontale una distanza di 20 m.

► Con quale velocità hai calciato il sasso? Trascura la resistenza dell'aria.

■ DATI

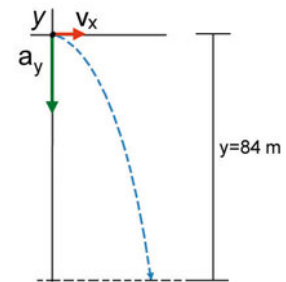
Altezza del sasso: $y_f = -84$ m

Accelerazione verticale: $a_y = g = -9,8$ m/s²

Distanza percorsa in orizzontale: $x = 20$ m

■ INCOGNITE

Velocità iniziale del sasso: $v_{0x} = ?$



L'IDEA

- Scelgo il sistema di riferimento con l'asse x diretto verso destra e l'asse y verso l'alto, e come origine O il punto in cui il sasso viene calciato.
- L'accelerazione del sasso g e la sua posizione y sono negativi se li misuriamo nel nostro sistema di riferimento. Quindi l'accelerazione con cui il sasso cade verso il basso è $-g = -9,8$ m/s² e $y_f = -84$ m.
- Il moto del sasso è descritto dalle equazioni

$$\begin{cases} x = v_{0x}t \\ y = \frac{1}{2}a_y t^2 \end{cases}$$

LA SOLUZIONE

Ricavo t dall'equazione della y .

Poiché l'accelerazione verticale del sasso è $-g$ ricavo $t = \sqrt{\frac{2y_f}{-g}}$.

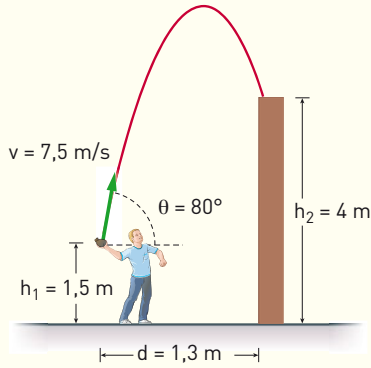
Sostituisco nell'equazione della x l'espressione trovata per t e risolvo nell'incognita v_{0x} .

Inserisco i dati trovati nell'equazione della direzione orizzontale e ottengo

$$v_{0x} = \frac{x}{t} = x \sqrt{\frac{-g}{2y_f}} = (20 \text{ m}) \times \sqrt{\frac{-9,8 \text{ m/s}^2}{2 \times (-84 \text{ m})}} = 4,8 \text{ m/s}$$

5 IL MOTO DI UN PROIETTILE CON VELOCITÀ INIZIALE OBLIQUA

52 **OLIMPIADI DELLA FISICA** **★★★** Un ragazzo lancia un sacchetto di sabbia in cima a un muro alto 4 m e posto 1,3 m davanti a lui. Il sacchetto si stacca dalle mani del ragazzo a un'altezza di 1,5 m da terra, come è mostrato in figura. La velocità di lancio è 7,5 m/s, l'angolo con l'orizzontale è 80°, l'attrito con l'aria è trascurabile.



► Quanto dura il volo del sacchetto di sabbia?

(Olimpiadi della Fisica, gara di primo livello, 2010)

53 **★★★** Una pallina è lanciata con una velocità iniziale di 12 m/s e con un angolo di inclinazione di 20° sotto l'orizzontale. La pallina è lanciata da una finestra posta a 10 m da terra.

► Quanto vale lo spostamento orizzontale della pallina prima di colpire il suolo?

[12 m]

54 **★★★** Una palla da baseball viene lanciata in 0,65 s da un giocatore a un compagno di squadra che dista 17 m. Assumi di poter trascurare l'attrito dell'aria.

► Determina la velocità iniziale della palla nella direzione verticale.

[3,2 m/s]

6 LA FORZA CENTRIPETA E LA FORZA CENTRIFUGA APPARENTE

PROBLEMA MODELLO 5 EVOLUZIONI ACROBATICHE DI UN AEREO

Un aereo a reazione si prepara a compiere il “giro della morte”: una traiettoria circolare in cui, dopo essere salito compiendo mezzo giro, si ritrova a testa in giù. Il modulo costante della velocità dell'aereo è 91 m/s e il raggio della traiettoria percorsa è 276 m.

- Calcola l'accelerazione centripeta dell'aereo quando inizia il giro e quando, compiuto mezzo giro, il pilota è a testa in giù; esprimi le accelerazioni trovate in unità di g, l'accelerazione di gravità.
- Calcola la forza esercitata dal sedile sul pilota, di massa 72 kg, nelle due situazioni (all'inizio e dopo aver compiuto mezzo giro).

■ DATI

Velocità dell'aereo: $v = 91 \text{ m/s}$
 Raggio della traiettoria: $R = 276 \text{ m}$
 Massa del pilota: $m = 72 \text{ kg}$

■ INCOGNITE

Accelerazione centripeta iniziale: $a_i = ?$
 Accelerazione centripeta iniziale: $a_f = ?$
 Forza impressa dal sedile all'inizio del giro: $F_{s1} = ?$
 Forza impressa dal sedile dopo mezzo giro: $F_{s2} = ?$

L'IDEA

- L'accelerazione centripeta dell'aereo $a_c = \frac{v^2}{R}$ è costante, dal momento che esso compie un moto circolare uniforme.
- La forza applicata dal sedile sul pilota, invece, cambia istante per istante; la forza centripeta è la somma delle forze applicate.

LA SOLUZIONE

Calcolo l'accelerazione centripeta e la esprimo in termini dell'unità g .

Dalla velocità e dal raggio della traiettoria posso ricavare l'accelerazione centripeta:

$$a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{(91 \text{ m/s})^2}{276 \text{ m}} = 30 \text{ m/s}^2.$$

Il valore calcolato non dipende dal punto della traiettoria in cui l'aereo si trova; pertanto $a_i = a_f = a_c$.

Divido il valore trovato per l'accelerazione di gravità terrestre per esprimerlo in termini di unità g :

$$a_c = \frac{30 \text{ m/s}^2}{g} = \frac{30 \text{ m/s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} g = 3,1 g.$$

Individuo le forze applicate sul pilota.

In entrambi i punti considerati, la forza centripeta esercitata sul pilota è

$$F_c = ma_c = m \frac{v^2}{R} = (72 \text{ kg}) \times \frac{(91 \text{ m/s})^2}{276 \text{ m}} = 2,2 \times 10^3 \text{ N}.$$

Nel punto più basso della traiettoria dell'aereo, questa forza centripeta è la somma di due forze, la forza vincolare del sedile F_s e la forza-peso F_p , che hanno versi opposti; invece, quando il pilota è a testa in giù, entrambe le forze sono rivolte verso il basso (la loro somma è la forza centripeta anche in questo caso).

Studio la situazione all'inizio del giro.

Per l'inizio del giro, dalla seconda legge di Newton ricaviamo l'equazione $F_{s1} - F_p = F_c = ma_c = 3,1 mg$ da cui

$$F_{s1} = F_p + 3,1 mg = 4,1 mg = 4,1 \times (72 \text{ kg}) \times (9,8 \text{ m/s}^2) = 2,9 \times 10^3 \text{ N}.$$

Studio la situazione dopo mezzo giro.

Dopo mezzo giro la seconda legge di Newton fornisce l'equazione $F_{s2} + F_p = F_c = ma_c = 3,1 mg$ da cui

$$F_{s2} = 3,1 mg - F_p = 2,1 mg = 2,1 \times (72 \text{ kg}) \times (9,8 \text{ m/s}^2) = 1,5 \times 10^3 \text{ N}.$$

PER NON SBAGLIARE

La forza centripeta non ha un'unica origine o causa; piuttosto, si chiama così perché causa un moto circolare. Essa può quindi essere (e spesso è, come in questo caso) la risultante della somma di due o più forze.

71 ★★★ Un'auto di massa 1000 kg affronta una curva alla velocità di 55 km/h. Il coefficiente di attrito tra le gomme e il piano stradale è 0,7.

► Quanto misura il raggio della curva?

Suggerimento: la forza centripeta è la forza di attrito della strada.

[34 m]

72 ★★★ Un cavallo di 400 kg trotta in circolo alla velocità di 2,0 m/s. Il cavallo è tenuto per mezzo di una corda lunga 3,8 m da un addetto del maneggio che si trova al centro del cerchio. Assumi che la corda sia di massa trascurabile.

► Determina la forza che l'uomo esercita sulla corda.

► A un certo punto, l'addetto si stanca: per fare meno fatica deve allentare la corda permettendo al cavallo una traiettoria circolare più ampia o, viceversa, deve accorciare la corda avvicinando il cavallo a sé?

[4,2 × 10² N]

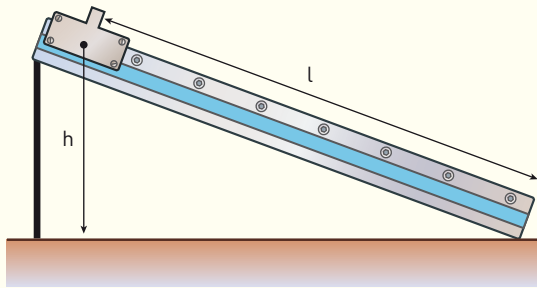
PROBLEMI GENERALI

19 ★★★ Un motociclista sta per affrontare una curva. Il coefficiente di attrito tra gli pneumatici e la strada è 0,70 e il raggio della curva è 25 m.

- ▶ Qual è la massima velocità a cui il motociclista può effettuare la curva?

[13 m/s]

20 ★★★ **IN LABORATORIO** In laboratorio possiamo usare una rotaia a cuscino d'aria come piano inclinato. La rotaia, che è lunga 2,20 m, viene inclinata sollevando un estremo di 20 cm.



- ▶ Qual è il valore dell'accelerazione sulla rotaia?
- ▶ Qual è la legge del moto del carrello che scivola lungo la rotaia?
- ▶ Dopo quanto tempo il carrello arriva in fondo?

[0,89 m/s²; s = (0,45 m/s²) t²; 2,2 s]

21 ★★★ Un carrello delle montagne russe di massa 364 kg deve percorrere una curva ad arco di circonferenza alla velocità di modulo costante pari a 50 km/h. La curva ha un raggio di 5,0 m. Determina la forza che il motore deve esercitare nei due casi:

1. a bordo del carrello c'è solo il passeggero, di massa 71 kg;
2. oltre al passeggero c'è anche un bagaglio di massa 20 kg.

[1,7 × 10⁴ N; 1,8 × 10⁴ N]

22 ★★★ **OLIMPIADI DELLA FISICA** Un motociclista percorre una curva di 120 m di raggio alla velocità di 90 km/h.

- ▶ Che informazione se ne può ricavare circa il coefficiente di attrito statico μ, tra la gomma della ruota e l'asfalto della strada?

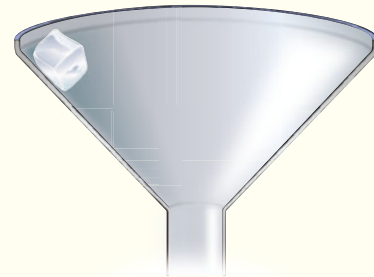
Suggerimento: la forza di attrito dinamico diretta verso il centro della curva ha intensità $F_d \leq \mu_s F_N$, dove F_N è il valore della forza di reazione del suolo.

(Olimpiadi della Fisica, gara nazionale di secondo livello, 2002)

[Il coefficiente di attrito statico è maggiore di 0,53]

23 ★★★ Un cubetto di ghiaccio di 50 grammi è sulla parete laterale di un imbuto che può essere fatto ruotare attorno al suo asse. Tra il cubetto e l'imbuto il coefficiente di attrito

statico è 0,050, la parete laterale è inclinata di 45° e il cubetto si trova a 10 cm dall'asse dell'imbuto.



- ▶ Determina la minima velocità di rotazione (angolare) dell'imbuto necessaria a impedire al cubetto di ghiaccio di scendere giù per l'imbuto.

[9,4 rad/s]

28 ★★★ **OLIMPIADI DELLA FISICA** Un ciclista percorre un tratto di strada piana a velocità di modulo costante $v = 5$ m/s ed esegue una curva di raggio $r = 4$ m. In una semplice schematizzazione, sul sistema ciclista-bicicletta le forze agenti sono: la reazione normale della strada \vec{N} , la forza di attrito della strada sulle ruote \vec{F}_a e il peso totale $\vec{F}_p = mg$ del sistema.

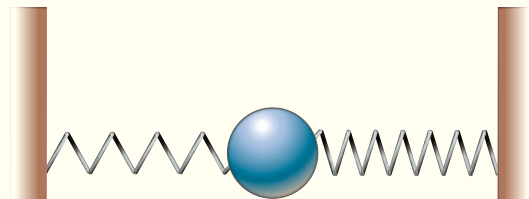
- ▶ Esprimi l'angolo θ che la bicicletta forma con la verticale in funzione della forza di attrito e della reazione normale della strada e calcola il suo valore numerico.

Suggerimento: il sistema ciclista-bicicletta non va approssimato con un punto materiale, ma è da considerare come un corpo rigido esteso; in particolare, la forza-peso è applicata nel suo baricentro.

(Olimpiadi della fisica, gara di secondo livello, 2010)

$$\left[\theta = \arctan\left(\frac{F_a}{F_p}\right) = 33^\circ \right]$$

29 ★★★ Una sfera di 1,3 kg e di raggio 5,0 cm è collegata a due molle agganciate ciascuna a una parete, come mostrato nella figura. La distanza tra le due pareti è 60 cm, le lunghezze a riposo della molla a sinistra e di quella a destra sono, rispettivamente, $L_1 = 20$ cm e $L_2 = 15$ cm e le loro costanti elastiche sono, rispettivamente, 150 N/m e 280 N/m. Inizialmente la sfera è al centro.



- ▶ Determina la posizione di equilibrio rispetto al centro della sfera.
- ▶ Determina la costante elastica della molla equivalente alle due molle del sistema, cioè della singola molla che provocherebbe lo stesso moto.

[0,35 m; 4,3 × 10² N/m]

TEST

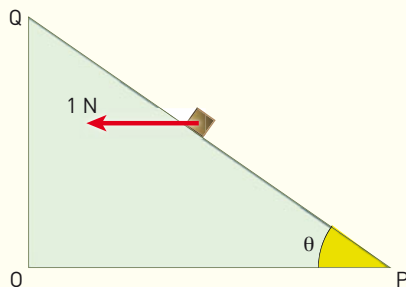
- 11** The suspension spring of a car, which has a spring constant of $k = 80000 \text{ Nm}^{-1}$ is sat on by a person weighing 80 kg. By how much is the spring compressed?
- A** 1 mm
B 10 mm
C 5 mm
D 20 mm

Oxford University - Physics Aptitude Test (Pat) 2010

- 12** A car of mass 800 kg moves up an incline of 1 in 20 (1 in 20 means for every 20 m along the road the car gains 1m in height) at a constant speed of 20 m/s. The frictional force opposing motion is 500 N. How much work has been done by the engine after the car has moved 50 m?
- A** 20 kJ
B 25 kJ
C 27 kJ
D 45 kJ
E 65 kJ
F 160 kJ

BioMedical Admission Test BMAT - 2010

- 13** A small block of mass of 0.1 kg lies on a fixed inclined plane PQ which makes an angle θ with the horizontal. A horizontal force of 1 N acts on the block through its center of mass as shown in the figure. The block remains stationary if (take $g = 10 \text{ m/s}^2$):



- A** $\theta = 45^\circ$
B $\theta > 45^\circ$ and frictional force acts on the block towards P.
C $\theta > 45^\circ$ and frictional force acts on the block towards Q.
D $\theta < 45^\circ$ and frictional force acts on the block towards Q.

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (Advanced) - 2012

- 14** A parità di lunghezza del piano inclinato, la forza equilibrante di un corpo posto sul piano inclinato:
- A** è indipendente dall'altezza del piano.
B diminuisce al crescere dell'altezza del piano.
C aumenta al diminuire dell'altezza del piano.
D aumenta al crescere dell'inclinazione del piano.

- 15** Un dado di ferro agganciato a una molla la allunga di un tratto x . In seguito, un secondo dado con la stessa massa è appeso al primo dado. La molla si allungherà di un ulteriore tratto pari a:
- A** $2x$.
B $x/2$.
C x .
D 2 volte la costante elastica.

- 16** Un pendolo di lunghezza 73 cm si trova sulla Luna dove l'accelerazione di gravità è $1/6$ di quella sulla Terra. Il periodo di oscillazione vale:
- A** 3,7 s
B 4,2 s
C 0,7 s
D 9,5 s

- 17** In un moto parabolico:
- A** la componente verticale della velocità è massima nel punto più alto della traiettoria.
B la componente verticale della velocità diminuisce durante la salita.
C la componente orizzontale della velocità è nulla nel punto di massima altezza.
D le componenti orizzontale e verticale della velocità hanno lo stesso valore nel punto di massima altezza.

- 18** Nello studio della condizione di equilibrio di un corpo su un piano inclinato quante grandezze indipendenti fra loro entrano in gioco?
- A** Due: una forza e una lunghezza.
B Tre: una forza e due lunghezze.
C Quattro: due forze e due lunghezze.
D Cinque: due forze e tre lunghezze.

- 19** Se la risultante delle forze applicate a un corpo rigido è nulla, ma non è nullo il loro momento, l'oggetto:
- A** ruota, ma non trasla.
B trasla, ma non ruota.
C non trasla, né ruota.
D trasla e ruota.

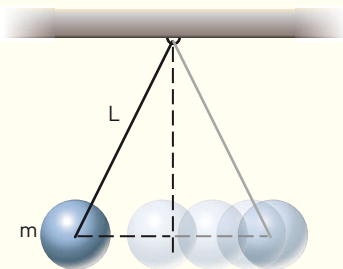
- 20** Un treno viaggia in curva con velocità \vec{v} sottoposto a una forza centripeta F_c . A un certo punto, riduce di $1/3$ la sua velocità. Qual è il nuovo valore della forza centripeta?
- A** $F_c/3$.
B $3 F_c$.
C $9 F_c$.
D $F_c/9$.

- 21** Una pallina, legata a un filo, è mantenuta in rotazione a velocità di intensità costante su un tavolo. Quando il filo si spezza (più di una risposta è giusta):
- A** la pallina si allontana descrivendo un arco di parabola.
 - B** la pallina si ferma.
 - C** la pallina prosegue il suo moto lungo una linea retta tangente alla circonferenza percorsa.
 - D** la traiettoria dipende dalla posizione assunta dalla pallina all'istante in cui il filo si spezza.

- 22** A block of base $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ and height 15 cm is kept on an inclined plane. The coefficient of friction between them is $\sqrt{3}$. The inclination θ of this inclined plane from the horizontal plane is gradually increased from 0° . Then:
- A** at $\theta = 30^\circ$, the block will start sliding down the plane.
 - B** the block will remain at rest on the plane up to certain θ and then it will topple.
 - C** at $\theta = 60^\circ$, the block will start sliding down the plane and continue to do so at higher angles.
 - D** at $\theta = 60^\circ$, the block will start sliding down the plane and on further increasing θ , it will topple at certain θ .

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (Advanced) – 2009

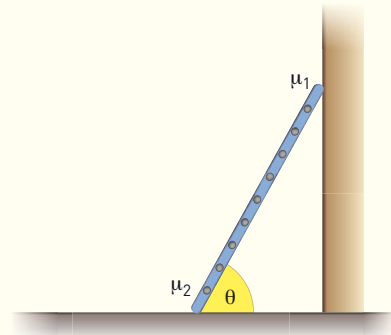
- 23** A ball of mass $m=0.5\text{ kg}$ is attached to the end of a string having length $L=0.5\text{ m}$. The ball is rotated on a horizontal circular path about vertical axis. The maximum tension that string can bear is 324 N . The maximum possible value of angular velocity of ball (in rad/s) is:



- A** 9
- B** 18
- C** 27
- D** 36

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (Advanced) – 2011

- 24** In the figure, a ladder of mass m is shown leaning against a wall.



It is in static equilibrium making an angle θ with the horizontal floor. The coefficient of friction between the wall and the ladder is μ_1 and that between the floor and the ladder is μ_2 . The normal reaction of the wall on the ladder is N_1 and that of the floor is N_2 . If the ladder is about to slip, then:

- A** $\mu_1 = 0, \mu_2 \neq 0$ and $N_2 \tan\theta = mg/2$
- B** $\mu_1 \neq 0, \mu_2 = 0$ and $N_1 \tan\theta = mg/2$
- C** $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$ and $N_2 = mg/(1 + \mu_1\mu_2)$
- D** $\mu_1 = 0, \mu_2 \neq 0$ and $N_1 \tan\theta = mg/2$

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (Advanced) – 2014