

PROVA PARZIALE DELL'11 FEBBRAIO 2019

modulo I

February 23, 2019

Si prega di svolgere nella maniera più chiara possibile il compito, di scrivere e risolvere le equazioni in gioco riportando tutti i passaggi e corredandoli di commenti. Riportare solo la formula finale o il risultato numerico corretto non verranno considerati sufficienti.

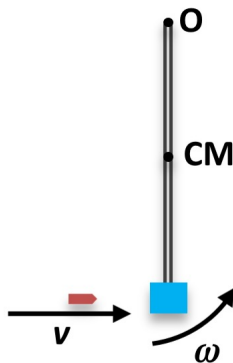
PROBLEMA 1)

Una cassa che pesa 80 N sta ferma su un piano inclinato di 20° rispetto all'asse orizzontale. Se i coefficienti di attrito statico e dinamico tra la cassa e il piano sono rispettivamente pari a $\mu_s = 0.25$ e $\mu_k = 0.15$, si calcolino:

- la forza di attrito statico massima e la forza di attrito dinamico;
- l'intensità minima della forza esterna che deve essere applicata parallelamente al piano verso l'alto per impedire alla cassa di scivolare verso il basso;
- l'intensità minima della forza esterna che deve essere applicata parallelamente al piano verso l'alto per far partire la cassa verso l'alto;
- l'intensità minima della forza esterna che deve essere applicata parallelamente al piano verso l'alto per far scivolare la cassa verso l'alto a velocità costante.

PROBLEMA 2)

Un proiettile di massa 1 g viene sparato contro un blocco di legno di massa



0.5 kg, nel quale si conficca. Il blocco risulta fissato ad un'asta rigida lunga

0.6 m. Il sistema blocco-asta può ruotare intorno al perno O indicato in figura. Nell'ipotesi che il momento d'inerzia della sola asta rispetto al perno O valga $0.06 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, si calcolino il momento d'inerzia del sistema blocco-asta e quello del sistema proiettile-blocco-asta. Se dopo che il proiettile si è conficcato nel blocco, l'intero sistema si mette in rotazione rispetto al perno O con velocità angolare costante pari a 4.5 rad/s , quanto valeva la velocità del proiettile prima dell'urto?

PROBLEMA 3)

Si stimi il volume del proprio corpo senza fare nessuna misura di lunghezza. Si assuma che la densità del proprio corpo sia uguale a quella dell'acqua. Quando ci si pesa, il peso reale, p , è maggiore di quello indicato dalla bilancia, p' , a causa della spinta di Archimede dell'aria. Si determini l'entità del fattore di correzione f della relazione $p = fp'$. Si ricorda che la densità dell'acqua vale 1000 kg/m^3 e quella dell'aria 1 kg/m^3 .

QUESITI

- 1) In Fisica, che differenza c'è tra una grandezza scalare e una vettoriale? Si spieghino le caratteristiche di una grandezza vettoriale, anche aiutandosi con un disegno. Massa e peso che tipo di grandezze sono? Si definiscano e se ne diano le unità di misura nel sistema internazionale.
- 2) Si descriva il moto circolare uniforme. Quali grandezze fisiche specifiche vengono utilizzate per descrivere questo tipo di moto? Quali sono le loro unità di misura? Perché questo tipo di moto, pur essendo uniforme, è accelerato?
- 3) Che cos'è una forza conservativa? Di che proprietà gode il lavoro di una forza conservativa? Si faccia un esempio di forza conservativa e uno di forza non conservativa.

SOLUZIONI DEI PROBLEMI

1) a) Per definizione, la forza di attrito statico massima è data da:

$$f_s = \mu_s F_N = \mu_s \cdot mg \cos \alpha = 0.25 \cdot 80 \cdot \cos 20^\circ \text{N} = 18.79\text{N}, \quad (1)$$

mentre quella di attrito dinamico è data da:

$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k \cdot mg \cos \alpha = 0.15 \cdot 80 \cdot \cos 20^\circ \text{N} = 11.28\text{N}. \quad (2)$$

b) Se si vuole impedire alla cassa di scivolare verso il basso, la forza esterna da applicare lungo il piano inclinato verso l'alto deve opporsi alla componente della forza gravitazionale lungo il piano inclinato. Si noti che in questo caso anche la forza di attrito statico agisce verso l'alto visto che si oppone allo scivolamento verso il basso. Pertanto, si ha che:

$$F = mg \sin \alpha - f_s = 80 \sin 20^\circ - 18.79\text{N} = 8.57\text{N}. \quad (3)$$

c) Se si vuol far partire la cassa verso l'alto significa che la forza di attrito da considerare è di nuovo quella di tipo statico, ma rivolta in verso opposto al moto, quindi verso il basso. In questo caso, quindi, f_s è equiversa alla componente della forza gravitazionale lungo il piano inclinato. Pertanto, la minima forza esterna da applicare in verso opposto è data da:

$$F = mg \sin \alpha + f_s = 80 \sin 20^\circ + 18.79\text{N} = 46.15\text{N}. \quad (4)$$

d) Se si vuole far scivolare la cassa verso l'alto a velocità costante significa che la forza di attrito coinvolta è quella di tipo dinamico, rivolta in verso opposto al moto, quindi verso il basso. Quindi, f_k è equiversa alla componente della forza gravitazionale lungo il piano inclinato e la minima forza esterna da applicare in verso opposto è data da:

$$F = mg \sin \alpha + f_k = 80 \sin 20^\circ + 11.28\text{N} = 38.64\text{N}. \quad (5)$$

2) Per calcolare il momento d'inerzia del sistema blocco-asta rispetto al perno O, basta notare che è sufficiente sommare a quello dell'asta, che è noto, il momento d'inerzia del blocco di legno:

$$I_{a+b} = I_a + I_b = I_a + m_b \cdot l^2 = 0.06 + 0.5 \cdot 0.6^2 \text{kg} \cdot \text{m}^2 = 0.24 \text{kg} \cdot \text{m}^2. \quad (6)$$

Analogamente, se si tiene conto anche del proiettile, il momento d'inerzia totale risulta essere:

$$\begin{aligned} I_{a+b+p} &= I_a + I_b + I_p = I_a + m_b \cdot l^2 + m_p \cdot l^2 \\ &= 0.06 + 0.5 \cdot 0.6^2 + 0.001 \cdot 0.6^2 \text{kg} \cdot \text{m}^2 = 0.24036 \text{kg} \cdot \text{m}^2. \end{aligned} \quad (7)$$

Per calcolare la velocità del proiettile prima dell'urto, basta osservare che nel sistema asta+blocco-proiettile, che è isolato, si conserva il momento angolare. Pertanto, il momento angolare iniziale, dato solo da quello del proiettile, risulta uguale a quello finale, in cui l'intero sistema ruota solidale intorno al perno O:

$$mvl = I_{a+b+p} \cdot \omega, \quad (8)$$

da cui si ricava che

$$v = \frac{I_{a+b+p} \cdot \omega}{ml} = \frac{0.24036 \cdot 4.5}{0.001 \cdot 0.6} \text{m/s} = 1802.7 \text{m/s}. \quad (9)$$

3) Se si considera la massa di una persona adulta pari a 70 kg, il volume corporeo corrispondente si può ricavare dalla definizione di densità ρ , cioè:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{70}{1000} \text{m}^3 = 0.07 \text{m}^3, \quad (10)$$

in cui come valore di ρ si è assunta la densità dell'acqua. La massa di 70 kg corrisponde a un peso $p = mg = 70 \cdot 9.8 = 686$ N. Il valore p' indicato dalla bilancia è invece ridotto rispetto a p a causa della forza di Archimede dovuta alla presenza dell'aria. Pertanto, si ha che

$$p' = p - F_A = mg - \rho_{\text{aria}} V g = 70 \cdot 9.8 - 1 \cdot 0.07 \cdot 9.8 = (686 - 0.686) \text{N} = 685.31 \text{N}. \quad (11)$$

Il fattore di correzione f che lega p e p' è quindi:

$$f = \frac{p}{p'} = \frac{686}{685.31} = 1.001. \quad (12)$$

Si noti che questo valore non dipende dalla scelta di massa fatta sopra, ma unicamente dai valori di densità del corpo e del mezzo in cui è immerso.