

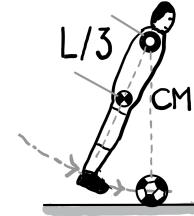
Prova Scritta di Fisica Generale 1

8 Febbraio 2021

Iscritti a Fisica (primo anno)	Esercizi 1 e 2	Consegna ore 17
Iscritti a Fisica (anni successivi)	Esercizi 1, 2 e 3	Consegna ore 18
Iscritti a Matematica	Esercizio 3	Consegna ore 16

Esercizio 1 - Meccanica

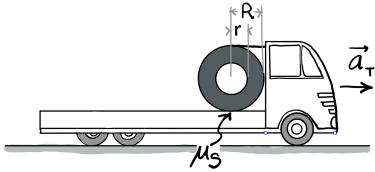
Un omino del calcetto (o calcio balilla) viene sollevato a un angolo iniziale θ_0 (non necessariamente piccolo) dalla posizione di riposo e lasciato cadere da fermo per colpire la pallina collocata esattamente sulla verticale dell'asta di supporto. Si schematizza l'omino come una sbarretta sottile, omogenea di massa M e lunghezza L , impenniata sull'asse di rotazione (che non presenta alcun attrito) a una distanza $L/3$ dal suo centro di massa, come riportato in figura. L'urto con la pallina, che è puntiforme e di massa m , viene considerato perfettamente elastico.



- a) Si specifichi, spiegandone il motivo, quali grandezze si conservano in corrispondenza della collisione fra l'omino e la pallina.
- b) Si esprimano la velocità della pallina e la velocità angolare dell'omino immediatamente dopo l'urto in funzione di M , m , L , θ_0 e g (accelerazione di gravità al suolo).
- c) Si esprima, in funzione di M , m e θ_0 l'angolo al quale risale l'omino fermandosi prima di ricadere.
- d) Discutere per quali valori del rapporto m/M l'angolo di cui al precedente punto è piccolo a prescindere dal valore dell'angolo iniziale θ_0 . Si dimostri, in questo caso, che il moto dell'omino è armonico semplice calcolandone il periodo nel caso $L = 100$ mm (si ponga $g = 10$ m/s²).
- e) Nel caso numerico $m = 12$ g, $M = 40$ g, $\theta_0 = 90^\circ$, discutere se sia possibile applicare l'approssimazione dei piccoli angoli per l'oscillazione dell'omino dopo l'urto.

Esercizio 2 - Meccanica

Sul pianale di un camion è appoggiato un tubo di cemento disposto lateralmente alla direzione di moto, come nel disegno. Il tubo è legato alla parete verticale della cabina con una fune orizzontale in tensione e attaccata al cilindro nel punto superiore come in figura. Il pavimento del cassone è ruvido e presenta un dato coefficiente di attrito statico μ_s per il tubo. Si sa che il camion è in moto con accelerazione costante a_T e che il tubo va trattato come un cilindro omogeneo cavo con spessore non trascurabile e tale che il rapporto fra il suo raggio esterno (R) e quello interno (r) è noto e pari a s .



- a)** Si esprima, in funzione del coefficiente di attrito statico μ_s e dell'accelerazione di gravità al suolo g il valore massimo dell'accelerazione del camion oltre il quale il tubo inizierebbe a scivolare.
- b)** Si supponga che, per un valore di accelerazione inferiore a quello del precedente punto, si rompa la fune e il tubo inizi a rotolare senza slittare sul pianale. Si scriva, in funzione di a_T ed s , l'accelerazione con la quale il centro di massa del tubo si muove verso sinistra rispetto al camion.
- c)** Nel caso numerico $a_T = 2 \text{ m/s}^2$, $s = 2$ e sapendo che il cilindro deve percorrere un tratto lungo $L = 12 \text{ m}$ prima di cadere dal pianale, si calcoli, rispetto al camion, qual è la velocità del centro di massa del tubo quando questo lo abbandona.
- d)** Si calcoli il lavoro fatto dalla forza di attrito da quando il tubo si è staccato dalla parete fino a quando è giunto alla fine del cassone.

Esercizio 3 - Termodinamica

Un recipiente adiabatico contiene azoto molecolare in equilibrio termodinamico a una temperatura $T_A = 15^\circ\text{C}$. Nella parte superiore del recipiente è presente un pistone circolare di raggio $R = 30 \text{ cm}$ e massa $m = 5 \text{ kg}$, libero di muoversi. La pressione esterna atmosferica è $P_{\text{ext}} = 99 \text{ kPa}$ e il pistone è meccanicamente in equilibrio.

Il pistone viene poi sollevato lentamente da una forza esterna, senza indurre effetti dissipativi, fino a far raggiungere al gas una temperatura finale di equilibrio $T_B = 10^\circ\text{C}$. In questa operazione il gas compie un lavoro $W_{AB} = +80 \text{ J}$.

- a)** Quante moli di azoto sono contenute nel recipiente?
- b)** Quale volume V_B occupa il gas alla fine della trasformazione?
- c)** Il pistone viene fissato in questa posizione e una miscela di massa $M = 500 \text{ g}$, composta da 80% di ghiaccio e 20% d'acqua a $T_0 = 0^\circ\text{C}$, viene messa direttamente a contatto termico con il gas. Descrivere in maniera completa lo stato che la miscela e il gas raggiungono all'equilibrio (si consideri il calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda_f = 333 \text{ kJ/kg}$).
- d)** Rappresentare le trasformazioni del gas su un diagramma PV .
- e)** Calcolare la variazione di entropia del gas e dell'universo in ciascuna delle due trasformazioni.