



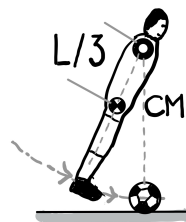
## Prova Scritta di Fisica Generale 1

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

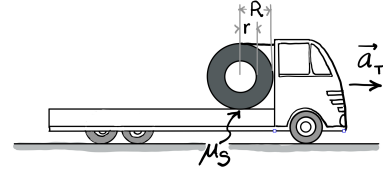
Un omino del calcetto (o calcio balilla) viene sollevato a un angolo iniziale  $\theta_0$  (non necessariamente piccolo) dalla posizione di riposo e lasciato cadere da fermo per colpire la pallina collocata esattamente sulla verticale dell'asta di supporto. Si schematizza l'omino come una sbarretta sottile, omogenea di massa  $M$  e lunghezza  $L$ , impernata 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.



- Si specifichi, spiegandone il motivo, quali grandezze si conservano in corrispondenza della collisione fra l'omino e la pallina.
- Si esprimano la velocità della pallina e la velocità angolare dell'omino immediatamente dopo l'urto in funzione di  $M$ ,  $m$ ,  $L$ ,  $\theta_0$  e  $g$  (accelerazione di gravità al suolo).
- Si esprima, in funzione di  $M$ ,  $m$  e  $\theta_0$  l'angolo al quale risale l'omino fermandosi prima di ricadere.
- Discutere per quali valori del rapporto  $m/M$  l'angolo di cui al precedente punto è piccolo a prescindere dal valore dell'angolo iniziale  $\theta_0$ . 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/s<sup>2</sup>).
- 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  $\mu_s$  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  $\mu_s$  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.