



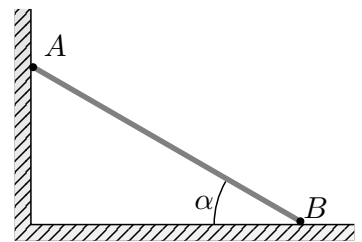
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE  
Corso di laurea in Ingegneria Clinica

Anno Accademico 2024-2025  
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 10 ottobre 2024

*Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.*

1. Un atleta si sta allenando al lancio del martello. Una sfera di acciaio è legata a un filo di lunghezza  $L = 1,25$  m. Essa viene lanciata dopo essere stata messa in rotazione. L'angolo  $\alpha$  tra la direzione di lancio e l'orizzontale è di  $45^\circ$ . Determinare la velocità angolare che deve avere la sfera al momento del lancio per raggiungere una distanza  $d = 84,8$  m. Calcolare, inoltre, l'accelerazione centripeta della sfera di acciaio nell'istante in cui viene lanciata.

2. Una scala è appoggiata a una parete verticale liscia e a un pavimento orizzontale scabro. Si determini il coefficiente di attrito statico tra scala e pavimento sapendo che il minimo valore dell'angolo  $\alpha$  affinché la scala sia in equilibrio è di  $30^\circ$ .



3. Un gas perfetto si trova in equilibrio termodinamico alla temperatura  $T_0$  all'interno di un contenitore rigido con le pareti adiabatiche. Riscaldando il gas con una quantità di calore  $Q$  la sua temperatura aumenta di  $\Delta T = 6^\circ\text{C}$ . Se la stessa quantità di calore  $Q$  viene fornita qualora nel contenitore, oltre al gas, vi siano 2 litri di acqua in equilibrio termico col gas stesso, si nota che, a parità di temperatura iniziale con la situazione precedente, la variazione di temperatura è  $\Delta T' = 2^\circ\text{C}$ . Si determini  $Q$ .
4. Una macchina termica reversibile lavora tra due sorgenti: la prima è costituita da un bagno di acqua e ghiaccio in equilibrio e la seconda da una certa quantità di piombo fonde alla temperatura di  $327^\circ\text{C}$ . Sapendo che in un ciclo si ha nella sorgente a temperatura inferiore la solidificazione di 250 g di acqua, calcolare la corrispondente quantità di piombo che fonde e il lavoro necessario. (Calore latente di solidificazione dell'acqua:  $\lambda_{H_2O} = 80$  cal/g, calore latente di fusione del piombo  $\lambda_{Pb} = 6$  cal/g.)



SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 10/10/2024  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

**Esercizio N. 1**

Rispetto a un sistema di riferimento  $xy$  con origine nel punto di lancio, le leggi orarie dei moti componenti il moto della sfera sono:

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos \alpha t \\ y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

cosicché l'equazione della traiettoria della sfera è:

$$y(x) = x \tan \alpha - \frac{1}{2}g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}.$$

Imponendo che sia  $y(d) = 0$  con  $\alpha = 45^\circ$ , si ricava che la velocità iniziale della sfera vale

$$v_0 = \sqrt{gd} \simeq 28,8 \text{ m/s}$$

e l'accelerazione centripeta al momento del lancio è

$$a_n = \frac{v_0^2}{L} \simeq 665 \text{ m/s}^2.$$

**Esercizio N. 2**

Per l'equilibrio deve essere nullo il risultante delle forze esterne:

$$\begin{cases} R_A - R_{Bx} = 0 & \Rightarrow & R_A = R_{Bx}, \text{ asse } x; \\ R_{By} - mg = 0 & \Rightarrow & R_{By} = mg, \text{ asse } y. \end{cases}$$

Poiché  $\alpha = 30^\circ$  è l'angolo minimo per il quale la scala è in equilibrio, la forza di attrito tra scala e pavimento  $R_{By}$  assume il suo valore massimo:

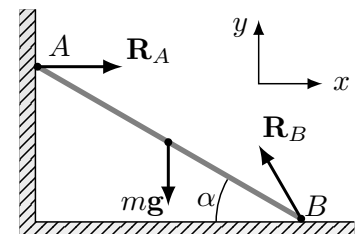
$$R_{Bx} = \mu_s R_{By} \quad \Rightarrow \quad R_{Bx} = R_A = \mu_s mg.$$

L'equilibrio richiede che sia nullo anche il risultante dei momenti delle forze esterne; prendendo, ad esempio, il punto  $B$  come polo e indicando con  $2\ell$  la lunghezza della scala e con  $m$  la sua massa, si ha:

$$mg\ell \cos \alpha - R_A(2\ell) \sin \alpha = 0.$$

Sostituendo l'espressione di  $R_A$  precedentemente trovata si ricava:

$$\mu_s = \frac{1}{2} \cot \alpha \simeq 0,87.$$



### Esercizio N. 3

Se  $n$  e  $C_v$  indicano le moli e il calore specifico a volume costante del gas, si scriverà:

$$\begin{cases} Q = nC_v\Delta T, & \text{gas nel contenitore;} \\ Q = nC_v\Delta T' + cm\Delta T', & \text{gas e acqua nel contenitore.} \end{cases}$$

Risolviendo il sistema rispetto alla quantità di calore  $Q$  si trova:

$$Q = cm\Delta T' \frac{\Delta T}{\Delta T - \Delta T'} = 6 \text{ kcal} \simeq 25,1 \text{ kJ.}$$

### Esercizio N. 4

La macchina funziona da frigorifero. La solidificazione di una massa  $m_{H_2O} = 250 \text{ g}$  di acqua (alla temperatura  $T_F = 273 \text{ K}$ ) fornisce alla macchina la quantità di calore

$$Q_F = m_{H_2O}\lambda_{H_2O} = 20 \text{ kcal} > 0.$$

Al piombo fondente, che si trova alla temperatura più alta ( $T_C = 600 \text{ K}$ ) del sistema, per la fusione di  $m_{Pb}$  grammi di piombo il frigorifero cede la quantità di calore

$$Q_C = m_{Pb}\lambda_{Pb} < 0.$$

Poiché la macchina è reversibile, si ha:

$$Q_C = -Q_F \frac{T_C}{T_F} = -m_{H_2O}\lambda_{H_2O} \frac{T_C}{T_F} = -43,9 \text{ kcal} \quad \Rightarrow \quad m_{Pb} = \frac{|Q_C|}{\lambda_{Pb}} = 7,32 \text{ kg.}$$

Di conseguenza, il lavoro assorbito dal frigorifero è:

$$L = Q_C + Q_F = -23,9 \text{ kcal} \simeq -100 \text{ kJ.}$$