



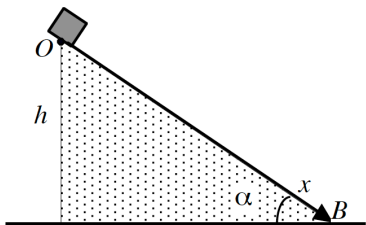
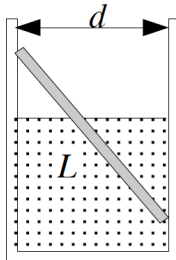
## Fisica I

Canale A-L: Prof. Marco Rossi - Canale M-Z: Prof.ssa Livia Lancia

Prova di esame del 17 novembre 2014 – a.a. 2013-14  
APPELLO STRAORDINARIO



**Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti. L'esercizio 3 non deve essere svolto da parte degli allievi che sostengono la prova da 6 CFU.**

1. Sopra una piattaforma circolare disposta in un piano orizzontale e girevole attorno a un asse di rotazione verticale e passante per il suo centro, è posta una moneta a una distanza  $d = 30$  cm dall'asse di rotazione. Inizialmente il sistema è fermo. Aumentando la velocità di rotazione, si osserva che la moneta comincia a scivolare sulla piattaforma quando la sua velocità è  $v = 50$  cm/s. Determinare il coefficiente di attrito statico tra moneta e piattaforma.
2. Un blocco di massa  $m$  è posto ad un'altezza  $h = 1$  m sul punto più elevato O di un piano inclinato scabro. Questo piano presenta un coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d$  variabile con la distanza dal punto O con legge  $\mu_d(x) = \mu_0 + \mu_1 \cdot x$ , dove  $x$  è la distanza sul piano inclinato dal punto O,  $\mu_0 = 0,2$  e  $\mu_1 = 0,1 \text{ m}^{-1}$ . Determinare la velocità  $v$  con cui il blocco raggiungerà la base B del piano inclinato sapendo che esso viene lasciato in O con velocità iniziale nulla. ( $\alpha = 30^\circ$ )  

3. Una bacchetta metallica omogenea di forma rettangolare di massa  $m = 2$  kg è in equilibrio statico all'interno di un recipiente a forma di parallelepipedo contenente del mercurio. Due bordi della bacchetta si trovano a contatto di due pareti del contenitore, da considerarsi lisce e prive di attrito, secondo lo schema mostrato in figura. Sapendo che la bacchetta si trova immersa nel mercurio per  $2/3$  del suo volume e che la distanza tra le pareti su cui poggiano i bordi della bacchetta è pari a  $d = 13$  cm determinare le forze di reazione vincolare esercitate dalle due pareti sulla bacchetta. ( $L = 20$  cm)  

4. Un condizionatore assorbe una quantità di energia  $L_0 = 360$  kJ in un'ora compiendo  $n = 100$  cicli/min. Sapendo che la temperatura dell'ambiente esterno (assimilabile alla sorgente calda) alla stanza condizionata (assimilabile alla sorgente fredda) è  $T_c = 30^\circ\text{C}$  e che l'efficienza frigorifera della macchina (rapporto tra il calore che la macchina assorbe dalla sorgente fredda e il lavoro fornito alla macchina dall'esterno) è pari a  $\varepsilon = 3$ , calcolare la variazione di entropia dell'ambiente esterno dopo 5 h di funzionamento del condizionatore.
5. Un certo volume d'aria (assimilabile ad un gas perfetto biatomico con  $\gamma = 1,4$ ) si trova inizialmente ad una temperatura  $T_0 = 1000$  K. Il gas subisce quindi un'espansione adiabatica irreversibile che lo porta ad una pressione finale pari al 20% di quella iniziale. Dimostrare che solo uno dei due valori di temperatura finale riportati in parentesi ( $T_{fA} = 650$  K;  $T_{fB} = 450$  K) risulta fisicamente accettabile.

### Sezione TEORIA

**Rispondete facoltivamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.**

- T1. Nel caso dell'esercizio 3, spiegare di quale tipo di equilibrio si tratta.
- T2. Dimostrare che la variazione di Entropia di un sistema isolato non può essere negativa. Si dia una definizione dell'energia interna di un sistema termodinamico. L'allievo illustri, inoltre, gli argomenti, sia di carattere teorico che sperimentale, in base ai quali l'energia interna di un gas ideale risulta dipendere dalla sola temperatura.

- - - - - SOLUZIONI - - - - -

### Esercizio 1

Le forze agenti sulla moneta, sono la forza peso ( $m\vec{g}$ ), la componente normale della reazione vincolare ( $\vec{N}$ ) e la forza centripeta ( $\vec{A}$ ) fornita dall'attrito statico tra moneta e superficie.

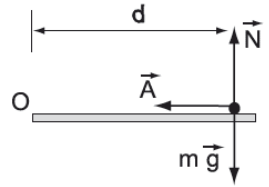
Applicando la seconda legge della dinamica alla moneta si ha:

$$\vec{A} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a},$$

Essendo  $\vec{a}$  accelerazione centripeta  $\Rightarrow a = v^2/d$ .

Proiettando la relazione in direzione normale e radiale rispetto alla piattaforma si ha, rispettivamente:

$$N = mg \quad \text{e} \quad A = mv^2/d \quad \Rightarrow \quad \mu_s N = mv^2/d \quad \Rightarrow \quad \mu_s mg = mv^2/d \quad \Rightarrow \quad \mu_s = v^2/dg = 0.085$$



---

### Esercizio 2

Utilizzando la conservazione dell'energia:  $L_{nc} = \Delta U + \Delta K = -mgh + \frac{1}{2}mv^2$

dove  $L_{nc}$  è il lavoro fatto dalla forza di attrito dinamico di modulo pari a:  $F_{ad}(x) = m\mu_d(x)g$ .

Essendo la lunghezza del segmento  $OB$  pari a  $L = h/\sin\alpha = 2m$ , si ha:

$$L_{nc} = \int_0^L -mg \cos\alpha (\mu_o + \mu_1 x) dx = -mg \cos\alpha \left[ \left( \mu_o + \mu_1 \frac{x^2}{2} \right) \right]_0^L = -mg \cos\alpha \frac{h}{\sin\alpha} \left( \mu_o + \mu_1 \frac{h}{2\sin\alpha} \right)$$

Sostituendo nell'eq. di conservazione dell'energia, si ha:

$$v^2 = 2gh \left[ 1 - \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} \left( \mu_o + \mu_1 \frac{h}{2\sin\alpha} \right) \right] \approx 9.6 [m/s]$$

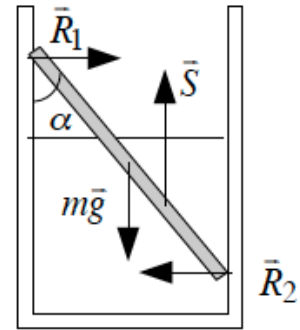
---

### Esercizio 3

Imponendo l'equilibrio delle forze si ha:

$$\vec{R}_1 + \vec{R}_2 = 0 \Rightarrow R_1 = R_2 = R$$

$$\vec{S} + m\vec{g} = 0 \Rightarrow mg = S = g \frac{2}{3} V \rho_{Hg}$$



Imponendo l'equilibrio dei momenti e scegliendo come polo il baricentro della bacchetta:

$$2R \frac{L}{2} \cos \alpha - mg \left( \frac{L}{2} - \frac{1}{2} \frac{2}{3} L \right) \sin \alpha = 0$$

$$R \cos \alpha - g \frac{1}{6} m \sin \alpha = 0 \Rightarrow R = \frac{mg}{6} \tan \alpha = 2.8 N$$

### Esercizio 4

$Q_1$ : calore ceduto all'ambiente esterno (sorgente calda)

$Q_2$ : calore assorbito dalla stanza condizionata (sorgente fredda)

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{|L|}; \quad Q_1 = |L| + Q_2 = |L|(1 + \varepsilon) \Rightarrow |L| = \frac{L_0}{60n} = 60 J; \quad Q_1 = 240 J$$

Dopo 5 ore di funzionamento, il calore ceduto all'esterno è:  $Q_{Totale} = Q_1 \cdot 5 \cdot 60 \cdot n = 7200 kJ$

$$\Delta S_{ambiente} = \frac{Q_{Totale}}{T_{amb est}} = 23.7 kJ / K$$

### Esercizio 5

$$\Delta S \geq 0 \Rightarrow \Delta S = nc_v \ln \frac{T_f}{T_0} + nR \ln \frac{V_f}{V_0} = nc_p \ln \frac{T_f}{T_0} + nR \ln \frac{p_0}{p_f} \geq 0$$

$$\frac{T_f}{T_0} \geq \left( \frac{p_0}{p_f} \right)^{R/c_p} = \left( \frac{1}{5} \right)^{2/7} \Rightarrow T_f \geq 631,4 \text{ K} \Rightarrow \begin{matrix} T_{fb} \\ NO \end{matrix} \leq 631,4 \text{ K} \leq \begin{matrix} T_{fa} \\ SI \end{matrix}$$