

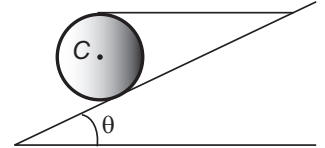
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE  
Corso di laurea in Ingegneria Clinica

Anno Accademico 2019-2020  
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 4 giugno 2020

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

1. Un punto materiale, partendo da fermo, si muove con accelerazione angolare  $\gamma = ct$  lungo una traiettoria circolare. Si determini dopo quanto tempo dall'inizio del moto il vettore accelerazione forma un angolo  $\theta = 30^\circ$  con il vettore velocità. ( $c = 1.07 \times 10^{-2} \text{ rad}\cdot\text{s}^{-3}$ )

2. Una sfera rigida, omogenea e di massa  $m$ , è tenuta in equilibrio su di un piano scabro inclinato di un angolo  $\theta$  rispetto all'orizzontale tramite una fune inestensibile e priva di massa. La fune è disposta orizzontalmente con un capo ancorato al piano e l'altro alla sommità della sfera. Si determini la tensione della fune e la forza d'attrito esercitata dal piano sulla sfera.



3. Una bottiglia, buona conduttrice di calore, contiene aria alla pressione  $p_0 = 1 \text{ atm}$  ed alla temperatura dell'ambiente uguale a quella di un lago profondo  $d = 80 \text{ m}$  quando viene chiusa. Posta la bottiglia sul fondo del lago, viene aperta: l'acqua, agendo da pistone, penetra nella bottiglia, comprimendo l'aria in essa contenuta che non fuoriesce, e riempie una parte di volume della bottiglia. Si determini il volume totale  $V_0$  della bottiglia sapendo che la parte di volume occupata dall'acqua è  $V = 0.6$  litri.
4. Una mole di gas perfetto monoatomico e 20 g di acqua sono all'equilibrio termico all'interno di un contenitore cilindrico chiuso da un pistone scorrevole senza attrito. Il gas viene compresso fino a che, nella condizione di equilibrio finale, la sua pressione è triplicata e la sua temperatura è aumentata del 20% rispetto a quella iniziale. Determinare se la trasformazione è reversibile. (Contenitore e pistone sono adiabatici e di capacità termica trascurabile).

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 04/06/2020  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

**Esercizio N. 1**

Se  $\omega$  è la velocità angolare del punto, allora

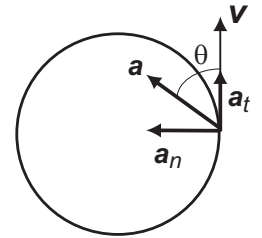
$$\frac{d\omega}{dt} = \gamma \quad \Rightarrow \quad \omega(t) = \frac{1}{2}ct^2.$$

Indicando con  $a_t$  e  $a_n$  l'accelerazione tangenziale e normale del punto, rispettivamente, si ha:

$$a_t(t) = \frac{dv}{dt} = \gamma r = ctr \quad \text{e} \quad a_n(t) = \omega^2 r = \frac{1}{4}c^2 t^4 r$$

dove  $r$  è il raggio della traiettoria circolare. Se  $\bar{t}$  è l'istante nel quale il vettore accelerazione forma un angolo  $\theta = 30^\circ$  con il vettore velocità, allora:

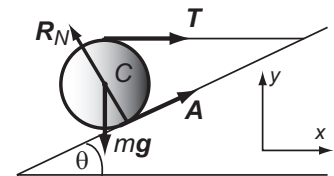
$$\tan 30^\circ = \frac{a_n(\bar{t})}{a_t(\bar{t})} = \frac{\frac{1}{4}c^2 \bar{t}^4 r}{c \bar{t} r} \quad \Rightarrow \quad \bar{t} = \sqrt[3]{\frac{4 \tan 30^\circ}{c}} \simeq 6 \text{ s.}$$



**Esercizio N. 2**

La forza di attrito statico,  $\mathbf{A}$ , deve essere diretta come in figura in modo annullare il momento della tensione,  $\mathbf{T}$ . L'equilibrio dei momenti rispetto al centro di massa  $C$  della sfera, indicando con  $R$  il suo raggio, si scrive:

$$TR - AR = 0 \quad \Rightarrow \quad T = A.$$



Per l'equilibrio delle forze deve essere:

$$\begin{cases} A \cos \theta - R_N \sin \theta + T = 0, & \text{asse } x; \\ -mg + A \sin \theta + R_N \cos \theta = 0, & \text{asse } y. \end{cases}$$

che costituisce un sistema di due equazioni nelle incognite  $T$  ed  $R$ . Ad esempio, dalla prima equazione, tenendo presente che  $T = A$ , si ricava

$$R = T \frac{1 + \cos \theta}{\sin \theta}$$

che sostituito nella seconda equazione fornisce

$$T = mg \frac{\sin \theta}{1 + \cos \theta}.$$

**Esercizio N. 3**

Poiché la bottiglia è alla stessa temperatura dell'acqua ed è costituita da materiale conduttore di calore, la trasformazione è isoterma:

$$p_0 V_0 = p_{\text{fin}} V_{\text{fin}} \quad \text{dove} \quad V_{\text{fin}} = V_0 - V_{\text{acqua}}$$

La pressione finale si trova con la legge di Stevino:

$$p_{\text{fin}} = \rho g d = 7.84 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

Quindi:

$$V_0 = \frac{p_{\text{fin}} V_{\text{acqua}}}{p_{\text{fin}} - p_0} \simeq 7 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 0.7 \text{ litri.}$$

#### Esercizio N. 4

Se la trasformazione fosse reversibile, allora:

$$\Delta S_{\text{univ}} = \Delta S_{\text{gas}} + \Delta S_{\text{acqua}} = 0.$$

Poiché

$$\Delta S_{\text{gas}} = n c_p \ln \frac{T_F}{T_I} + n R \ln \frac{p_I}{p_F} \simeq 3.8 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} - 9.1 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} = -5.3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$$

e

$$\Delta S_{\text{acqua}} = cm \ln \frac{T_F}{T_I} \simeq 15.3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}.$$

In conclusione,  $\Delta S_{\text{univ}} = 10 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ : la trasformazione è irreversibile.