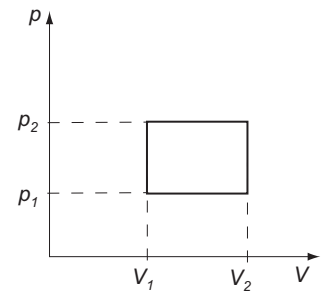


FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE
Corso di laurea in Ingegneria ClinicaAnno Accademico 2021-2022
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 10 gennaio 2022

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Una moneta di massa m giace in un punto che dista $r = 10$ cm dall'asse di rotazione di una piattaforma circolare che ruota su un piano orizzontale con velocità angolare $\omega_0 = 5$ rad/s. Da un certo istante, alla piattaforma viene impressa un'accelerazione angolare costante $\dot{\omega} = 1$ rad/s² e si osserva che la moneta comincia a scivolare dopo un tempo pari a $\bar{t} = 2$ s. Calcolare il coefficiente di attrito statico fra la moneta e la piattaforma.
2. Una massa puntiforme m si muove di moto circolare uniforme in un piano verticale essendo attaccata a un estremo di una fune ideale di lunghezza $l = 1$ m il cui altro estremo è vincolato a un punto fisso del piano verticale. Si determini la velocità della massa nel punto B più basso della traiettoria sapendo che in tale punto la tensione è tre volte maggiore della tensione nel punto A più alto della traiettoria.
3. Una macchina termica lavora reversibilmente tra due sorgenti: la prima consiste di un sistema di acqua e ghiaccio in equilibrio e la seconda in una certa quantità di piombo fonde (327 °C). Sapendo che in un ciclo nella sorgente a temperatura inferiore solidificano 300 g di acqua, calcolare la corrispondente quantità di piombo che fonde ed il lavoro necessario. (Calore di fusione/solidificazione per l'acqua 80 cal/g e per il piombo 6 cal/g.)
4. Una kmole di un gas perfetto descrive un ciclo reversibile formato da due isocore e da due isobare nel quale i valori estremi assunti dal volume e dalla pressione sono: $V_1 = 25$ m³ e $V_2 = 2V_1$; $p_1 = 1 \times 10^5$ Pa e $p_2 = 2p_1$. Si chiede quante volte il lavoro di questo ciclo è inferiore rispetto al lavoro fornito da un ciclo di Carnot in cui le trasformazioni isoterme avvengono alle temperature massime e minime del ciclo dato e nel quale il volume raddoppia nell'espansione isoterma.



**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 10/01/2022
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA**

Esercizio N. 1

L'accelerazione di trascinamento della moneta a_t è composta da due termini: un termine normale (acc. centrifuga) $a_{t,n} = \omega^2(t)r$ e un termine tangenziale $a_{t,\tau} = \dot{\omega}r$.

$$a_t(t) = \sqrt{a_{t,n}^2 + a_{t,\tau}^2} = \sqrt{[\omega^2(t)r]^2 + (\dot{\omega}r)^2} = r\sqrt{\omega(t)^4 + \dot{\omega}^2}$$

Alla condizione limite (istante $\bar{t} = 2\text{ s}$) ovvero quando l'attrito statico è massimo ($\mu_s mg = ma_t(\bar{t})$), la moneta comincia a muoversi, pertanto

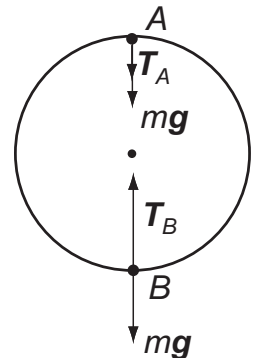
$$\mu_s = \frac{r}{g}\sqrt{\omega(\bar{t})^4 + \dot{\omega}^2} \simeq 0,5$$

con $\omega(\bar{t}) = \omega_0 + \dot{\omega}\bar{t}$.

Esercizio N. 2

La seconda equazione della dinamica per la massa m nei punti A e B e l'espressione della conservazione dell'energia meccanica tra questi due punti assumono la forma:

$$\begin{cases} mg + T_A = m\frac{v_A^2}{l}, & \text{punto } A \\ mg - T_B = -m\frac{v_B^2}{l}, & \text{punto } B \\ \frac{1}{2}mv_A^2 + 2mgl = \frac{1}{2}mv_B^2 & \text{conservazione energia.} \end{cases}$$



Poiché $T_B = 3T_A$, tale sistema di equazioni è risolvibile; si ottiene:

$$v_B = \sqrt{8gl} = 2,8 \text{ m/s.}$$

Esercizio N. 3

La solidificazione di 500 g di acqua (alla temperatura $T_2 = 0^\circ\text{C}$) fornisce al fluido della macchina la quantità di calore $Q_2 = m_{H_2O}\lambda_{H_2O} = 24 \text{ kcal}$. Alla temperatura più alta ($T_1 = 327^\circ\text{C}$) viene ceduta la quantità di calore $Q_1 = m_{Pb}\lambda_{Pb}$ che provcherà la fusione di m_{Pb} grammi di piombo e poiché la macchina è reversibile si ha:

$$Q_1 = -T_1 \frac{Q_2}{T_2} = -T_1 \frac{m_{H_2O}\lambda_{H_2O}}{T_2} = 52,7 \text{ kcal}$$

e quindi

$$m_{Pb} = \frac{Q_1}{\lambda_{Pb}} = 8,78 \text{ kg.}$$

Il lavoro è:

$$L = Q_1 - Q_2 = 28,7 \text{ kcal.}$$

Esercizio N. 4

Il lavoro nel ciclo dato è:

$$L = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = 20 \times 10^5 \text{ J.}$$

Le temperature massima e minima del ciclo sono:

$$T_{\min} = \frac{p_1 V_1}{nR} = 301 \text{ K} \quad T_{\max} = \frac{p_2 V_2}{nR} = 1200 \text{ K.}$$

Per il ciclo di Carnot il lavoro è:

$$L_c = Q_{\text{ass}} + Q_{\text{ced}}$$

dove

$$Q_{\text{ass}} = Q_{AB} = nRT_{\max} \ln \frac{V_B}{V_A} = nRT_{\max} \ln 2$$

e

$$Q_{\text{ced}} = Q_{CD} = nRT_{\min} \ln \frac{V_D}{V_C} = -nRT_{\min} \ln 2$$

essendo nel ciclo di Carnot $V_B/V_A = V_C/V_D$. Pertanto:

$$L_c = nR \ln 2 (T_{\max} - T_{\min}) = 5,2 \times 10^6 \text{ J}$$

e quindi

$$\frac{L_c}{L} = 2,1.$$

