



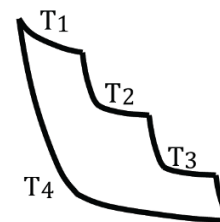
Prova di esame del 16 settembre 2022

APPELLO ordinario – a.a. 2021-22

Risolvere gli esercizi seguenti formulando la loro soluzione prima analiticamente e poi numericamente

1. Approssimando la terra a una sfera di raggio $R = 6400$ km, determinare di quale angolo, a causa della rotazione terrestre, un filo a piombo viene deviato rispetto alla normale alla superficie. Eseguire il calcolo per $\lambda = 45^\circ$ di latitudine [$g_N = 9.80665$ m/s²].
2. Qual è la massa più grande che si può trascinare a velocità costante su un pavimento orizzontale caratterizzato da un attrito dinamico $\mu_d = 0.4$ utilizzando una fune ideale opportunamente inclinata che può reggere una tensione massima $T_{MAX} = 35$ N? A quale angolo rispetto al piano va tenuta la fune per soddisfare la condizione di massima massa trasportabile?
3. Un satellite viene lanciato dalla superficie della luna (massa $M = 7.23 \cdot 10^{22}$ kg e raggio $R = 1.74 \cdot 10^6$ m) con una velocità iniziale v_0 orientata a 30° rispetto alla verticale. Il satellite raggiunge una distanza massima pari a $2.5R$ rispetto al centro del pianeta per poi ricadere verso la superficie. Calcolare il modulo della velocità iniziale v_0 .

4. Un sistema termodinamico esegue un ciclo reversibile diretto utilizzando 4 sorgenti a temperature $T_1=300^\circ\text{C}$, $T_2= 200^\circ\text{C}$, $T_3= 100^\circ\text{C}$ e $T_4= 50^\circ\text{C}$. Sapendo che il ciclo è chiuso mediante rami di adiabatiche come indicato in figura e che le quantità di calore scambiate durante le espansioni sono $Q_1= 90$ cal, $Q_2= 70$ cal e $Q_3= 40$ cal, calcolare: **a)** il lavoro compiuto in un ciclo; **b)** il rendimento del ciclo, nell' ipotesi di un dimezzamento di T_4 e a parità di tutte le altre condizioni.



5. Una macchina di Carnot ha un rendimento del 20%. Essa viene utilizzata come pompa di calore per mantenere in ebollizione un grande quantità di acqua utilizzando come seconda sorgente una sorgente a temperatura T_0 . Sapendo che la pompa di calore assorbe una potenza di 10 W, determinare la massa m di acqua che evapora in un'ora (calore latente di vaporizzazione $\lambda_v = 539$ cal/g).

Sezione TEORIA

Rispondere facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

T1. Descrivere il moto di un grave in un mezzo che offre resistenza viscosa.

T2. 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.



SAPIENZA Università di Roma
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica



Corso di Fisica I
Proff. Marco Rossi, Daniele Passeri e Alessio Sarti

SOLUZIONI della prova di esame del 16 settembre 2022
APPELLO ordinario – a.a. 2021-22

E1. L'angolo fra i vettori di intensità mg e $m\omega^2 R \cos\lambda$: $\tan\vartheta = m \omega^2 R \cos\lambda \sin\lambda / (mg - m \omega^2 R \cos^2\lambda)$ dove mg domina il termine al denominatore. Si ottiene quindi $\vartheta \approx \tan\vartheta \approx \frac{1}{2} (\omega^2 R/g) \sin 2\lambda = 0.0017 \text{ rad}$

E2. Dalla seconda legge della dinamica proiettata lungo x : $T_{MAX} \cos\vartheta - \mu_d N = Ma = 0$ e lungo y : $T_{MAX} \sin\vartheta + N - Mg = Ma = 0$ si ottiene la funzione $M(\vartheta) = T_{MAX} (\cos\vartheta + \mu \sin\vartheta) / (\mu g)$. Derivando la funzione rispetto a θ per trovarne il massimo si ottiene $\text{tg } \theta_{MAX} = \mu$ da cui $\theta_{MAX} = 21.8^\circ$ e $M_{MAX} = T_{MAX}/g (1/\mu^2 + 1)^{1/2}$ o $T_{MAX} (\cos\vartheta_{MAX} + \mu \sin\vartheta_{MAX}) / (\mu g) = 9.6 \text{ kg}$.

E3. Dalla conservazione del momento angolare (iniziale e all'apogeo) si ha: $mv_0 R \sin 30^\circ = m v 5/2R$. Dalla conservazione dell'energia meccanica avremo: $\frac{1}{2} m v_0^2 - GMm/R = \frac{1}{2} m v^2 - 2/5 GM m/R$. Si ottiene quindi $v_0 = (5GM/4R)^{1/2} = 1.87 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

E4.

$$a) \rightarrow \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_3}{T_3} + \frac{Q_4}{T_4} = 0; \quad Q_4 = -T_4 \left(\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_3}{T_3} \right) = -133 \text{ cal}$$

¶

$$L = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 67 \text{ cal} = 280 \text{ J}$$

¶

$$b) \text{ Se } T_4 \text{ dimezza, } Q_4' = Q_4/2 \text{ e quindi } \eta = 1 - \frac{|Q_4|}{2(Q_1 + Q_2 + Q_3)} = 0.66$$

E5. Nella macchina di Carnot $\eta = 1 - T_0/T_{eb}$ da cui $T_{eb} - T_0 = \eta T_{eb}$. Quando essa è usata come pompa di calore, $Q_{eb}/L = T_{eb}/(T_{eb} - T_0) = 1/\eta$. Poiché $Q_{eb} = m\lambda_v$ si ottiene la massa di acqua evaporata in un'ora pari a $m = 3600 \cdot P/\eta\lambda_v = 80 \text{ g}$.