SAPIENZA Università di Roma
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

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

Prova di esame del 6 luglio 2023
APPELLO ordinario – a.a. 2022-23

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

1. Due corpi puntiformi uguali di massa m vengono lanciati nello stesso istante da uno stesso punto di un piano orizzontale scabro con la stessa velocità iniziale v_0 = 5.0 m/s. Mentre il primo viene lanciato orizzontalmente (lungo il piano), la velocità iniziale del secondo forma un angolo α = π/3 rispetto all'orizzontale. Sapendo che, al suo ritorno sul piano, il secondo corpo si scontra con il primo, determinare: a) il tempo di volo del secondo corpo e la quota massima raggiunta; b) il coefficiente di attrito dinamico tra piano ed il primo corpo.

2. Un pendolo è costituito da un corpo puntiforme di massa m = 4 kg sospeso tramite un filo inestensibile di massa trascurabile. Conoscendo l'ampiezza angolare massima θ_{max} = 77° delle oscillazioni che il pendolo può compiere senza che il filo si spezzi, determinare il valore della tensione di rottura T_R del filo.

3. Un corpo viene lanciato radialmente alla superficie terrestre con velocità pari alla metà della velocità di fuga, intesa come la velocità minima necessaria per permettere al corpo di sfuggire all'attrazione gravitazionale. Determinare a quale distanza H dalla superficie della Terra la velocità del corpo si annulla. (R_T = 6378 km)

4. Un recipiente adiabatico rigido e a tenuta è diviso in due parti uguali da un setto isolante. Una parte contiene gas perfetto a temperatura e pressioni iniziali T_1= 300 K e p_1 = 10^5 Pa. Nella seconda parte è contenuta una quantità dello stesso gas perfetto a T_2 = 500K e p_2 = 3 10^5 Pa. Il setto viene rimosso rapidamente e i due gas si mescolano. Si trovi la temperatura e la pressione del gas nello stato finale.

5. Un litro d'acqua alla temperatura iniziale T_I = 300 K viene scaldato adiabaticamente a pressione atmosferica mediante un mulinello (avente capacità termica trascurabile) che ruota ad una velocità di 1000 giri/min, essendo azionato da un motore che, a regime, esercita un momento M = 20 Nm. Calcolare la variazione di entropia dell'acqua dopo due minuti di funzionamento del mulinello.

Sezione TEORIA

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

T1. Ricavare il periodo di oscillazione di un pendolo semplice, nell'ipotesi di piccole oscillazioni.

T2. Definire e commentare come scegliere le sorgenti di temperatura e il relativo ciclo termodinamico a cui far operare una macchina termica reale, nell'ipotesi che il suo comportamento sia approssimabile con buona precisione a quello di un ciclo termodinamico reversibile, in modo da renderne massimo il rendimento.

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 6 luglio 2023
APPELLO ordinario – a.a. 2022-23

E1. Il tempo in cui il secondo corpo raggiunge la quota massima è $t_{max} = v_0 \sin\alpha / g$ ed il tempo di caduta è dunque $t = 2\, t_{max}$ = 0.88 s. La quota massima raggiunta è pari a $v_0 \sin\alpha\, t_{max} - 1/2\, g t_{max}^2$ = 0.96 m. In tale tempo lo spazio percorso lungo il piano è pari a $v_0 \cos\alpha\, 2t_{max}$ = 2.21 m. Il corpo 1 percorre la stessa distanza sul piano, nello stesso tempo, secondo la legge: $d = v_0\, 2t_{max} - 1/2\, a\, (2t_{max})^2$ da cui si ricava l'accelerazione $a = -\sqrt{3}/3\, g$ e il coefficiente di attrito dinamico: $a = \mu_k N/m = \mu_k g$ da cui $\mu_k = \sqrt{3}/3 = 0.58$.

E2. Durante il moto del pendolo si avrà che: $a_N = v^2/L$ e $F_N = -\, mg \cos\theta + T$ da cui $T = mg \cos\theta + m\, v^2/L$. La tensione sarà dunque massima nel punto di massima velocità che coincide con il punto di minima quota. La massima velocità si ricava tramite $v_{max}^2 = 2\, gL(1-\cos\theta_{max})$ Dove θ_{max} è l'angolo di massima oscillazione del pendolo. Sostituendo v_{max}^2 si ottiene T = 70 N.

E3. La velocità di fuga che un corpo deve possedere per sfuggire al campo gravitazionale terrestre è tale che deve essere in grado di portare il corpo all'infinito con velocità nulla:

$$\frac{1}{2} m V_0^2 + U_0 = U_\infty \quad \text{ed essendo} \quad U = -G\frac{Mm}{R} + cost$$

Se la velocità di lancio è metà di quella di fuga, Imponendo che U all'infinito sia nullo si ricava che la velocità del corpo si annulla quando questo si trova ad una distanza dal centro della Terra pari a h=4/3 *R da cui H = 2126 km*

E4. Il sistema è isolato, e la trasformazione si compie a V = costante e quindi: $\Delta U_1+\Delta U_2 = 0$, da cui $n_1c_V(T_f-T_1) + n_2c_V(T_f-T_2) = 0$. Utilizzando $n = PV/RT$ si ricava $T_f =(n_1T_1 + n_2T_2)/ (n_1+n_2)$. Imponendo $V_1 = V_2$ si ottiene $n_2 = (p_2/RT_2)* n_1 * RT_1/p_1$ e dunque $n_2 = n_1 (p_2/p_1) * (T_1/T_2)$ da cui si ricava T_f = 429 K. La pressione è data dall'equazione di stato finale: $p_f = n_{tot} RT_f/2V$ da cui si ottiene $p_f = 2\ 10^5$ Pa

---

E5. Applicando il primo principio della termodinamica all'acqua, indicando con T_F la sua temperatura finale, si ha:

$$L = -\ \Delta U = -\ mc_p(T_F - T_I) \Rightarrow T_F = T_I - \frac{L}{mc_p}$$

essendo $L = -\ L_{Motore}$

$$L_{Motore} = 2000 \int_0^{2\pi} M d\alpha = 4\pi \times 10^4 J \Rightarrow T_F = 330K$$

$$\Delta S = mc_p \int_{T_I}^{T_F} \frac{dT}{T} = 400\, J/K$$
