

# Introduzione alla fisica: Prova scritta [20/01/2023]

*Durata: 3 ore. La consultazione di appunti e documenti (scritti o in rete) non è autorizzata. L'uso della calcolatrice è autorizzato.*

***Ricorda di giustificare i passaggi e di dettagliare i calcoli numerici.***

*Costanti:*

- costante universale dei gas:  $R = 8.314 \text{ J/K/mol}$
- costante di Boltzmann:  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
- accelerazione di gravità terrestre:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

## (A) Domande teoriche e concettuali

1. Enuncia i tre principi della dinamica newtoniana
2. Alcune misure sperimentali del moto di un corpo che segue un'orbita circolare di raggio  $r$  permettono di determinare l'accelerazione centripeta  $a_c$  in funzione del modulo della velocità del corpo  $v$ . (a) Spiega perchè un grafico in scala logaritmica (log-log) permette di verificare facilmente la relazione tra  $a_c$  e  $v$ , per  $r$  fissato. (b) Come cambierà il grafico discusso al punto (a) se le misure sono ripetute per un valore  $r' = 2r$  del raggio?
3. Un sistema meccanico è caratterizzato dall'energia potenziale

$$U(x) = \epsilon \left[ 1 - \left( \frac{x}{\sigma} \right)^3 \right]^2$$

dove  $x$  è una coordinata spaziale che descrive la configurazione del sistema, mentre  $\epsilon$  e  $\sigma$  sono delle costanti positive. Determina le configurazioni di equilibrio del sistema, indicando per ciascuna di esse se l'equilibrio è stabile, instabile o indifferente. Traccia infine qualitativamente il profilo dell'energia potenziale  $U(x)$ .

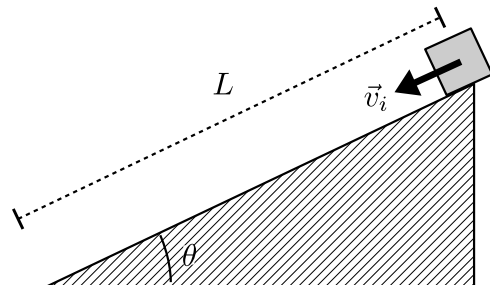
4. Definisci le seguenti grandezze fisiche e indica per ciascuna l'unità di misura nel sistema internazionale: (a) entropia di Boltzmann, (b) coefficiente di attrito statico, (c) costante elastica, (d) conducibilità elettrica.

## (B) Ordini di grandezza

Stima l'ordine di grandezza della massa di acqua liquida presente sulla terra.

### (C) Piano inclinato con attrito

Un cubo di massa  $m$  viene fatto scivolare lungo un piano inclinato di lunghezza  $L$ . La velocità iniziale del cubo è orientata lungo il piano, diretta verso il basso, con modulo  $v_i$ . La pendenza del piano rispetto all'orizzontale è  $\theta$ . Il coefficiente di attrito dinamico tra il cubo e il piano è  $\mu_d$ .



1. Mostra che esiste un angolo  $\theta^*$  tale che se  $\theta < \theta^*$  il moto è uniformemente accelerato con accelerazione  $\vec{a}$  opposta in verso a  $\vec{v}_i$ .
2. Supponendo  $\theta < \theta^*$ , determina la velocità iniziale minima affinché il cubo arrivi in fondo al piano.

### (D) Raffreddamento di una bibita

Vuoi raffreddare una bibita (330 mℓ), inizialmente a temperatura ambiente  $T_a = 25^\circ$ , utilizzando dei cubetti di ghiaccio di volume  $V = 1 \text{ cm}^3$ , inizialmente a temperatura  $T_i = -5^\circ$ . Supporremo che la densità della bibita e la sua capacità termica siano uguali a quelle dell'acqua liquida. Quanti cubetti di ghiaccio devi utilizzare affinché la temperatura della bibita, una volta che i cubetti si sono sciolti integralmente, sia inferiore a  $5^\circ$ ?

*Dati:*

- densità del ghiaccio  $\rho_g = 0.92 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ .
- massa molare dell'acqua  $M = 18 \text{ g/mol}$
- capacità termica molare del ghiaccio  $c_g = 9 \text{ cal/K/mol}$
- capacità termica molare dell'acqua liquida  $c_l = 18 \text{ cal/K/mol}$
- calore latente molare di fusione del ghiaccio  $L_f = 1440 \text{ cal/mol}$

### (E) Doppio vetro ed efficienza energetica

Un appartamento ha quattro finestre. Due di esse sono composte da un doppio pannello di vetro ("doppio vetro"); le altre due sono a pannello singolo ("vetro singolo"). Ciascun pannello di vetro ha spessore 5 mm e superficie  $A = 3 \text{ m}^2$ . La separazione tra i pannelli del doppio vetro è 10 mm e lo spazio intermedio è riempito d'aria. La conducibilità termica del vetro  $\lambda_v = 2 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$  e quella dell'aria  $\lambda_a = 2 \times 10^{-2} \frac{\text{W}}{\text{mK}}$ .

1. Calcola la corrente termica ceduta dalla casa all'ambiente esterno attraverso le 4 finestre se la temperatura interna è  $20^\circ\text{C}$  e quella esterna  $5^\circ\text{C}$ .
2. Di che fattore verrebbe ridotta la corrente termica se le 2 finestre a vetro singolo venissero sostituite con finestre a doppio vetro?