

# Introduzione alla fisica: Prova scritta [17/07/2023]

*Durata: 3 ore. Sono vietati la consultazione di appunti e documenti (scritti o in rete) e l'utilizzo di computer, smartphone, smartwatch e dispositivi analoghi. L'uso della calcolatrice è autorizzato.*

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

*Costanti:*

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

## (A) Domande teoriche e concettuali

1. (a) Definisci la condizione di (i) equilibrio statico e (ii) equilibrio meccanico.  
(b) Spiega perchè (ii) è una condizione necessaria ma non sufficiente a (i).  
(c) Definisci le nozioni di equilibrio meccanico stabile, instabile e indifferente.
2. L'equazione di stato di van der Waals

$$\left[ P + a \left( \frac{n}{V} \right)^2 \right] (V - bn) = nRT,$$

dove  $n$  è la quantità di sostanza, permette di descrivere con buona approssimazione il comportamento fisico di fluidi diluiti. Qual è il significato fisico dei parametri  $a$  e  $b$ ? Quali sono le loro unità di misura nel sistema internazionale?

3. Il lato di un cubo misura  $(2.55 \pm 0.05)$  cm. Determina l'incertezza relativa sul volume  $V$  del cubo. Riporta il volume del cubo nella forma  $V \pm \Delta V$ .
4. Definisci (i) la conducibilità termica e (ii) la conducibilità elettrica. In quali materiali le due grandezze risultano fortemente correlate?

## (B) Ordini di grandezza

Stima il numero di palline da ping-pong che possono essere trasportate da un camion.

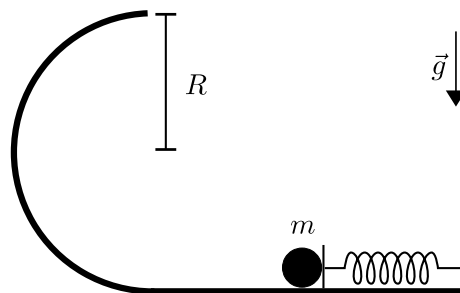
## (C) Densità dell'atmosfera terrestre

Modellizziamo l'atmosfera terrestre come un gas perfetto diatomico di massa molare  $M_A = 28$  g/mol a temperatura  $T = 20^\circ$  costante. Orientiamo l'asse  $z$  parallelamente al vettore  $\vec{g}$  e in senso opposto ad esso, ponendo l'origine dell'asse a livello del suolo.

1. Calcola la densità  $\rho_0$  dell'atmosfera a livello del suolo, supponendo che la pressione a livello del suolo sia  $P_0 = 10^5$  Pa.
2. Determina la densità  $\rho$  dell'atmosfera in funzione dell'altezza  $z$  rispetto al suolo.
3. Calcola l'altezza  $z^*$  a cui la densità diventa la metà di  $\rho_0$ , secondo il modello utilizzato.

### (D) Blocco su guida circolare

Un corpo di massa  $m$  viene spinto contro una molla ideale di costante elastica  $k$  disposta all'estremità di un piano orizzontale. La compressione iniziale della molla (rispetto alla sua posizione a riposo) è  $\Delta x$ . Il corpo viene quindi lasciato libero e parte con velocità iniziale nulla, muovendosi lungo una guida composta da un tratto orizzontale e da un semicerchio di raggio  $R$ . L'attrito tra il corpo e la guida è trascurabile.



Determina la compressione minima  $\Delta x^*$  affinché il corpo raggiunga il punto più alto della guida semicircolare, restando a contatto con la guida in tale punto.

### (E) Produzione di ghiaccio

Un frigorifero funziona facendo compiere a un fluido dei cicli di durata  $\Delta t = 1\text{ s}$  composti da trasformazioni reversibili. Il frigorifero mantiene al suo interno una temperatura  $T_f = -5^\circ$ , mentre la temperatura dell'ambiente circostante, a cui il frigorifero cede calore, è  $T_c = 35^\circ$ . Il lavoro meccanico scambiato dal fluido per unità di tempo è  $P = 200\text{ W}$ . Nel seguito supporremo  $T_f$  e  $T_c$  costanti.

1. Calcola l'efficienza del frigorifero.
2. Calcola il tempo necessario affinché un litro d'acqua liquida, posta nel frigorifero a temperatura  $T_i = 20^\circ$ , si trasformi integralmente in ghiaccio e raggiunga la temperatura  $T = T_f$ .

*Dati:*

- Capacità termica molare del ghiaccio  $c_s = 9\text{ cal/K/mol}$
- Capacità termica molare dell'acqua liquida  $c_l = 18\text{ cal/K/mol}$
- Calore latente molare di fusione  $L_f = 1440\text{ cal/mol}$
- Massa molare dell'acqua:  $M = 18\text{ g/mol}$