

## Introduzione alla fisica: Prova scritta [05/09/2022]

*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 gravitazione universale:  $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
- accelerazione di gravità terrestre:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$
- caloria:  $1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$

### (A) Domande teoriche e concettuali

1. Fornisci una definizione operativa di forza e di massa. Esprimi quindi il secondo principio della dinamica newtoniana.
2. Un oscillatore armonico è composto da un corpo di massa  $m$  agganciata a una molla ideale di costante elastica  $k$ . L'unica forza che agisce sul corpo è la forza elastica della molla. (i) Determina il periodo di oscillazione  $\tau$  del corpo in funzione di  $k$  e  $m$ . (ii) Una misura sperimentale permette di determinare  $\tau$  per diversi valori di  $m$  per una data molla. Quale rappresentazione grafica dei dati sperimentali permette di verificare facilmente la relazione teorica? Giustifica la tua risposta.
3. Un cilindro misura  $12.5 \pm 0.1 \text{ cm}$  di altezza e  $4.0 \pm 0.1 \text{ cm}$  di raggio. Determina l'incertezza relativa sul volume  $V$  del cilindro. Riporta il volume del cilindro nella forma  $V \pm \Delta V$ .
4. All'interno di un materiale è presente un campo elettrico  $\vec{E}$ . Definisci la differenza di potenziale elettrico  $\Delta V = V_A - V_B$  tra due punti A e B del materiale. A partire da quale legge fisica è possibile ottenere la relazione  $\Delta V = RI$ , dove  $I$  è la corrente elettrica e  $R$  è la resistenza elettrica del materiale?

### (B) Accelerazione di gravità e latitudine

Stima il rapporto  $g_e/g_p$  tra l'accelerazione di gravità terrestre all'equatore e quella ai poli sapendo che il rapporto tra il raggio terrestre all'equatore e quello ai poli è  $R_e/R_p = 1.0034$ .

### (C) Palloncino nell'atmosfera

Un palloncino di forma sferica riempito di elio e ossigeno, di raggio  $r = 30 \text{ cm}$  e di massa complessiva  $m = 30 \text{ g}$ , è lasciato libero nell'atmosfera terrestre. Supponi che l'atmosfera sia in condizioni di equilibrio locale e che valga la legge fondamentale della fluidostatica. Modella l'aria presente nell'atmosfera come un gas perfetto di massa molare  $M = 28 \text{ g/mol}$  e di temperatura costante  $T = 300 \text{ K}$ .

1. Determina la variazione della pressione  $P$  in funzione dell'altitudine  $z$ , sapendo che la pressione a livello del suolo è  $P_0 = 10^5$  Pa.
2. A quale altitudine  $z_*$  il palloncino sarà in equilibrio statico?
3. Tale equilibrio è stabile, instabile o indifferente? Giustifica la tua risposta.

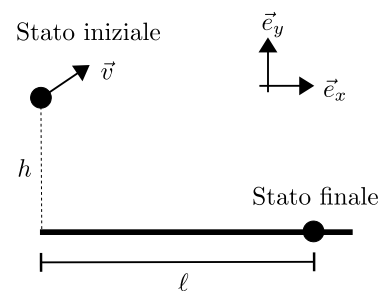
### (D) Getto del peso

Stabiliamo un semplice modello fisico per il "getto del peso" (specialità dell'atletica leggera).

Modellizzeremo il peso come una particella di massa  $m$ , di dimensioni trascurabili e senza attrito con l'aria. Il peso viene lanciato dall'atleta da un'altezza  $h$  rispetto al suolo. Scegliamo una base cartesiana  $\{\vec{e}_x, \vec{e}_y\}$  con  $\vec{e}_x$  parallelo al suolo. Le componenti cartesiane della velocità iniziale sono  $v_x$  e  $v_y$ .



1. Sotto queste ipotesi, determina l'espressione della gittata  $\ell$  del peso, ovvero la distanza tra la proiezione del peso sull'asse  $x$  al momento del lancio e la posizione in cui il peso tocca terra. vedi figura qui accanto in basso.
2. Quali parametri influenzano la gittata del peso e in che modo? Come si potrebbe sfruttare il modello per migliorare i risultati dell'atleta?



### (E) Produzione di ghiaccio

Un frigorifero riceve una potenza  $P = 100W$  e mantiene al suo interno una temperatura  $T_f = -5^\circ$  costante. La temperatura dell'ambiente retrostante, a cui il frigorifero cede calore, è  $T_c = 40^\circ$ . Supporremo che il frigorifero funzioni su cicli di durata  $\Delta t = 1s$  composti da trasformazioni reversibili.

Inseriamo nel frigorifero un litro d'acqua liquida a temperatura ambiente  $T_a = 20^\circ$ . Trascuriamo per semplicità la variazione della temperatura interna  $T_f$  a seguito dell'introduzione dell'acqua nel frigorifero. Determina il tempo necessario affinché l'acqua liquida si trasformi integralmente in ghiaccio e raggiunga la temperatura  $T = T_f$ .

*Dati:*

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