

Introduzione alla fisica: Prova scritta [24/06/2022]

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: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

(A) Domande teoriche e concettuali

1. Che cosa si intende per forza conservativa? Dimostra che la forza di attrito radente in regime dinamico non è conservativa.
2. Un libro di fisica di 320 pagine misura (2.7 ± 0.1) cm di spessore. Qual è lo spessore di una pagina? Qual è l'incertezza sullo spessore di una pagina? Riporta il risultato finale nella forma $X \pm \Delta X$, facendo attenzione al numero di cifre significative.
3. L'interazione tra due particelle è descritta dalla seguente energia potenziale

$$E_p(r) = \epsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$

dove σ e ϵ sono delle costanti e r è la distanza tra le particelle. Traccia qualitativamente il grafico di E_p in funzione di r e determina l'espressione della posizione di equilibrio r_{eq} meccanico delle due particelle. Quale tipo di moto effettuano le particelle se la loro distanza differisce di poco da r_{eq} ? Giustifica la tua risposta.

4. In cosa consiste una trasformazione quasi-statica? Spiega la sua utilità ai fini del calcolo della variazione di una variabile di stato durante una trasformazione termodinamica.
5. Definisci (i) la conducibilità termica e (ii) la conducibilità elettrica. Per ciascuna grandezza, indica l'unità di misura nel sistema internazionale. In quali materiali le due grandezze risultano fortemente correlate?

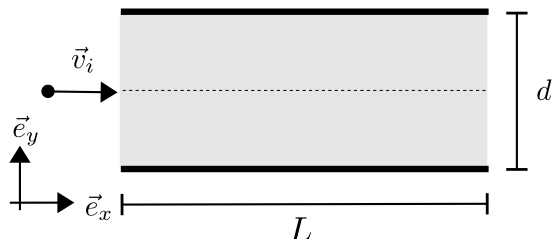
(B) Luna park

In un'attrazione da luna park, le persone siedono su un seggiolino che segue una traiettoria circolare di raggio $R = 5 \text{ m}$ mantenendo una velocità di modulo costante. Sapendo che l'accelerazione massima tollerata dall'uomo per questo tipo di moto è pari a $8g$, calcola il massimo numero di giri al minuto che potrà effettuare la ruota.



(C) Protone in campo elettrico costante

Un protone di carica e e massa m entra in una regione compresa da due piastre metalliche, indicata da una regione grigia in figura, in cui è presente un campo elettrico costante $\vec{E} = |\vec{E}|\vec{e}_y$. In tale regione, sul protone non agiscono altre forze. Le due piastre sono separate da una distanza d e hanno lunghezza L . Il protone entra a metà altezza tra le due piastre e con una velocità $\vec{v}_i = |\vec{v}|\vec{e}_x$ come indicato in figura.



1. Determina la velocità iniziale minima v_{\min} (in modulo) del protone affinché esso esca dalla regione compresa tra le piastre, senza urtare contro di esse.
2. Supponendo $|\vec{v}| > v_{\min}$, determina l'angolo di uscita θ , ovvero l'angolo tra \vec{e}_x e il vettore velocità \vec{v}_f nell'istante in cui il protone esce dalla regione compresa tra le piastre.

(D) Atmosfera isoterma

Supponi che l'atmosfera possa essere descritta come un gas perfetto di massa molare $M_A = 28$ g/mol e di temperatura costante $T = 300$ K e che valga l'equazione

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g$$

dove P è la pressione dell'aria, ρ la sua densità e z è l'altitudine rispetto al livello del suolo. Tale equazione esprime la condizione di equilibrio meccanico per un fluido.

1. Determina la densità ρ in funzione di z , sapendo che la densità dell'aria al suolo è ρ_0 .
2. A quale altitudine la densità dell'aria diventa pari alla metà di quella a livello del suolo?

(E) Climatizzatore

Un climatizzatore d'appartamento funziona facendo compiere a un fluido un ciclo termodinamico composto da trasformazioni che supporremo reversibili. Il fluido scambia calore con due termostati rispettivamente a temperatura $T_c = 35^\circ$ (l'ambiente esterno all'appartamento) e $T_f = 24^\circ$ (l'interno dell'appartamento). Indica con Q_c e Q_f il calore scambiato dal fluido durante un ciclo rispettivamente con il termostato caldo e con quello freddo. Indica con W il lavoro meccanico scambiato dal fluido durante un ciclo.

1. Traccia il diagramma termodinamico del climatizzatore e indica il segno di Q_c , Q_f e W .
2. Di quanto varia l'entropia del fluido dopo un ciclo? Giustifica la tua risposta.
3. Se $W = 100$ J, quanto calore $|Q_c|$ viene rilasciato nell'ambiente esterno all'appartamento per ciclo? Quanto calore $|Q_f|$ viene estratto dall'appartamento? Commenta questo risultato.