

Soluzioni

1. Scegliere l'affermazione giusta motivando la scelta.

- a) La temperatura del ghiaccio fondente è di 0°C pari a 273.16 K .
- b) La temperatura del punto triplo dell'acqua è di 273.16 K .
- c) Lo zero assoluto corrisponde ad una temperatura di -273.16 K .

2. Tre cariche elettriche identiche si trovano ai vertici di un triangolo equilatero di lato l .
Esprimere il modulo della forza elettrostatica che due delle cariche esercitano sulla terza.

$$F = \frac{2}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{l^2} \cos 30^{\circ} = \frac{\sqrt{3}}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{l^2}$$

Esprimere il vettore risultante delle forze che agiscono sulle tre cariche.

$$\vec{R} = \vec{0}$$

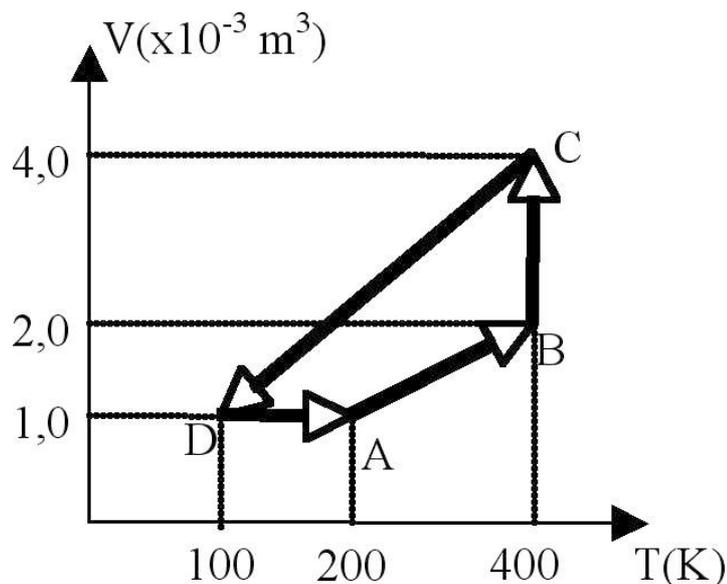
3. Descrivere la dipendenza spaziotemporale di un'onda piana generica.

$$f = f(\vec{r} \cdot \hat{u} - vt)$$

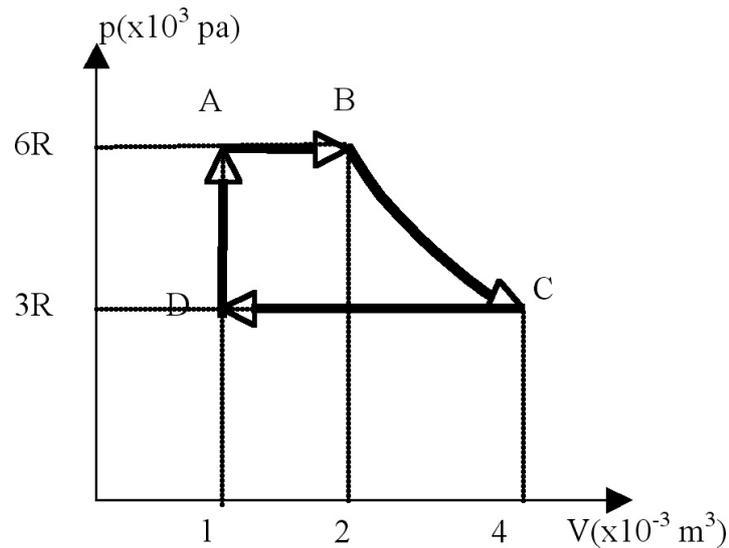
Spiegare il significato di tale dipendenza in relazione al nome "onda piana".

Il luogo dei punti tali che $\vec{r} \cdot \hat{u} - vt = \text{cost}$ costituisce un piano che si sposta con velocità v nella direzione e verso di \hat{u} .

4. 3.0×10^{-2} moli di gas perfetto monoatomico subiscono le trasformazioni rappresentate in figura nel piano $V - T$.



a) Costruire il grafico corrispondente nel piano $p - V$.



b) Calcolare il lavoro compiuto o subito dal sistema in ogni trasformazione.

$$L_{AB} = nRT_A \frac{V_B - V_A}{V_A} = 3.0 \times 10^{-2} \cdot R \cdot 200 = 6 R J$$

$$L_{BC} = \int_B^C p dV = nRT_B \int_{V_B}^{V_C} \frac{dV}{V} = 3.0 \times 10^{-2} \cdot R \cdot 400 \cdot \ln 2 = 8.32 R J$$

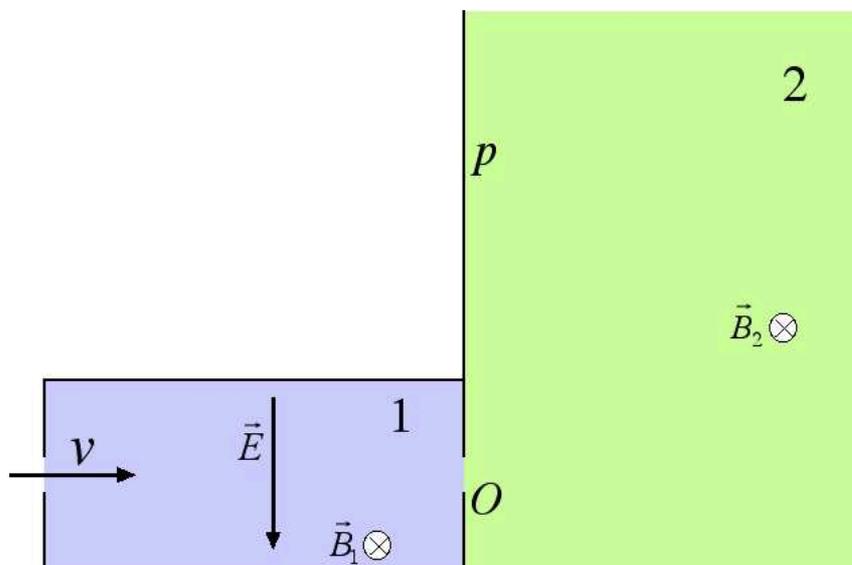
$$L_{CD} = nRT_C \frac{V_D - V_C}{V_C} = 3.0 \times 10^{-2} \cdot R \cdot 400 \frac{-3 \times 10^3}{4 \times 10^3} = -9 R J$$

$$L_{DA} = 0 J$$

c) Calcolare la variazione di energia interna del gas ed il calore scambiato nel ciclo completo.

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q = L = (6 + 8.32 - 9)R J = 5.32 R J$$

5. Nell'apparato in figura gli ioni (atomi carichi elettricamente) di massa m e carica q penetrano nella regione 1 (filtro di velocità) in cui sono presenti un campo elettrico \vec{E} ed un campo magnetico \vec{B}_1 ortogonali tra di loro.



a) Ricavare l'espressione della velocità che devono possedere gli ioni per fuoriuscire dalla regione 1.

$$qE = qvB_1 \Rightarrow v = \frac{E}{B_1}$$

Dopo aver attraversato la fenditura O , gli ioni penetrano nella regione 2 (spettrometro di massa) in cui è presente un campo magnetico \vec{B}_2 diretto come in figura.

b) Determinare la distanza d tra la fenditura e il punto in cui gli ioni urtano la placca p .

$$m \frac{v^2}{R} = qvB_2 \Rightarrow m \frac{E}{B_1} = qB_2R \Rightarrow d = 2R = 2 \frac{m}{q} \frac{E}{B_1 B_2}$$

6. Un condensatore piano è costituito da due dischi conduttori paralleli di raggio R tra i quali è applicata una differenza di potenziale variabile nel tempo.

Scrivere l'espressione del campo magnetico $\vec{B}(r)$ in funzione della distanza r dall'asse del condensatore e della variazione del campo elettrico rispetto al tempo nei seguenti casi (si trascurino gli effetti di bordo):

a) $r < R$;

$$\int_C \vec{B}(r) \cdot d\vec{l} = \int_S \vec{\nabla} \wedge \vec{B}(r) \cdot \hat{n} dS = \mu_0 \epsilon_0 \int_S \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \cdot \hat{n} dS$$

$$2\pi r B(r) = \mu_0 \epsilon_0 \pi r^2 \frac{\partial E}{\partial t} \Rightarrow B(r) = \mu_0 \epsilon_0 \frac{r}{2} \frac{\partial E}{\partial t}$$

b) $r \geq R$.

$$B(r \geq R) = \mu_0 \epsilon_0 \frac{R^2}{2r} \frac{\partial E}{\partial t}$$

c) Effettuare il calcolo esplicito del modulo del campo magnetico per $r = R = 1 \text{ m}$ e $\frac{\partial E}{\partial t} = 10^{10} \text{ V/ms}$.

$$B(R) = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m} \cdot 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \frac{1}{2} 10^{10} \text{ V/s} = 5.6 \times 10^{-8} \text{ T}$$

Costante dielettrica del vuoto: $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

Costante universale dei gas: $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Permeabilità magnetica del vuoto: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$