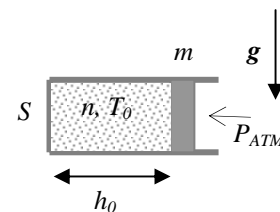


ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 23/07

1. Un campione di gas perfetto monoatomico è contenuto in un recipiente cilindrico di sezione di base $S = 8.3 \text{ cm}^2$ dotato di un tappo di massa $m = 1.0 \text{ kg}$ scorrevole senza attrito. Il recipiente ha pareti (e tappo) fatti di materiale **isolante termico** è disposto con il suo asse in direzione **orizzontale** e la pressione esterna è quella atmosferica, che vale $P_{ATM} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$. Il sistema è in **equilibrio** quando il gas si trova alla temperatura $T_0 = 300 \text{ K}$ e la “lunghezza della colonna di gas” vale $h_0 = 30 \text{ cm}$ (vedi figura).



- a) Quanto vale il numero di moli n che costituiscono il campione di gas? [Attenti ai trabocchetti, ed usate il valore $R = 8.3 \text{ J/(K mole)}$ per la costante dei gas perfetti]

$$n = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ moli}$$

- b) Si supponga ora che una forza esterna agisca sul tappo in modo da comprimere il gas, facendogli compiere una trasformazione **reversibile**. Sapendo che il lavoro compiuto dalla forza esterna vale $L_{EXT} = 3.7 \times 10^2 \text{ J}$ e ricordando che **il recipiente non consente scambio di calore con l'esterno** a causa della presenza di materiale termicamente isolante, quanto vale la temperatura T_1 del gas al termine della compressione? [Può farvi comodo ricordare che, per un gas perfetto monoatomico, il calore specifico molare a volume costante vale $c_V = (3/2)R$; fate attenzione al fatto che un lavoro positivo fatto da un operatore esterno sul gas equivale ad un lavoro negativo fatto dal gas ...]

$$T_1 = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ K}$$

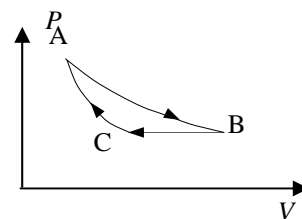
- c) Quanto vale la lunghezza della colonna di gas h_1 al termine della compressione?

$$h_1 = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ cm}$$

- d) A questo punto il tappo viene bloccato nella posizione che ha raggiunto (cioè la lunghezza della colonna di gas viene fissata al valore h_1) e il recipiente, supposto di **capacità termica trascurabile**, viene messo a contatto termico con un “termostato” (una grande “massa termica”) che si trova alla temperatura $T_0 = 300 \text{ K}$; trascorso un certo tempo, il sistema si porta all'equilibrio alla temperatura T_0 . Supponete che in questo processo il calore possa essere scambiato solo tra il gas e il termostato, cioè trascurate ogni forma di dissipazione di calore verso il mondo esterno. Quanto vale il calore Q che viene scambiato tra gas e termostato?

$$Q = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ J}$$

3. Una macchina termica che opera con una quantità n di moli di gas (**non necessariamente perfetto!!**) opera su un ciclo termodinamico costituito dalla successione di una espansione isoterma, una compressione isobara ed una compressione adiabatica. La figura rappresenta il ciclo sul piano PV ; sono noti la temperatura T_A , la pressione P_A ed il volume V_A riferiti al punto A (“il punto di partenza” del ciclo) e si sa che $V_B = 8V_A$ e $V_C = 4V_A$.



- a) Supponendo che tutte le tre trasformazioni siano reversibili, cioè che le equazioni di stato abbiano le ben note espressioni, quanto valgono le temperature T_B e T_C ? [Non essendoci valori numerici, esprimete il risultato in funzione dei dati letterali del problema!]

$$T_B = \dots\dots\dots$$

$$T_C = \dots\dots\dots$$

- b) Ricordando che, per un'adiabatica reversibile, si ha l'equazione di stato $TV^{\gamma-1} = \text{costante}$, quanto vale il parametro γ per il gas considerato? [Non è perfetto, e quindi il valore di γ può essere arbitrario! In questo caso potete, anzi, dovete, dare il valore numerico di γ !]

$$\gamma = \dots\dots\dots$$

- c) Supponendo noto il valore c_P del calore specifico molare del gas a pressione costante, quanto valgono i calori Q_1 , Q_2 e Q_3 scambiati dal gas nelle tre trasformazioni (isoterma, isobara, adiabatica)? [Supponete che, anche per questo gas non perfetto, si possa scrivere $PV = nR'T$, con R' costante di valore diverso dalla costante dei gas perfetti]

$$Q_1 = \dots\dots\dots$$

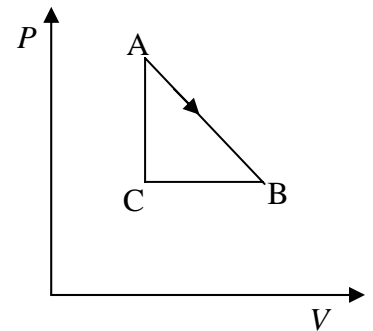
$$Q_2 = \dots\dots\dots$$

$$Q_3 = \dots\dots\dots$$

d) Quanto vale l'efficienza η del ciclo?

$$\eta = \dots\dots\dots$$

2. Una mole di gas perfetto monoatomico compie la trasformazione ciclica "triangolare" rappresentata in figura. I punti A, B, C in figura corrispondono a valori delle variabili di stato $P_A, V_A, T_A, P_B, V_B, T_B$ e P_C, V_C, T_C , rispettivamente. Pressioni e volumi sono noti dal grafico, e valgono le seguenti relazioni: $P_A = 2P_B$; $V_B = 2V_A$.



a) Come si scrive la legge della trasformazione A→B, cioè la relazione che lega P e V in questo tratto? [Suggerimento: determinate la relazione funzionale basandovi su semplici considerazioni "geometriche" sulla figura riportata]

$$P = \dots\dots\dots$$

b) Quanto vale il lavoro L del gas nel ciclo? [Suggerimento: ricordate da cosa è rappresentato graficamente il lavoro in un ciclo termodinamico]

$$L = \dots\dots\dots$$

c) Quanto valgono le temperature T_A, T_B e T_C ?

$$T_A = \dots\dots\dots$$

$$T_B = \dots\dots\dots$$

$$T_C = \dots\dots\dots$$

d) Quanto vale il calore Q scambiato dal gas nei tratti A→B, B→C, C→A? Discutetene anche il segno. [Suggerimento: ricordate le espressioni di $c_V = (3/2) R$ e $c_P = (5/2) R$]

$$Q_{AB} = \dots\dots\dots$$

$$Q_{BC} = \dots\dots\dots$$

$$Q_{CA} = \dots\dots\dots$$

e) Quanto vale l'efficienza η di una macchina che funzioni secondo questo ciclo?

$$\eta = \dots\dots\dots$$

f) Commentate su un possibile confronto con l'efficienza di una macchina di Carnot "paragonabile" (cioè che lavori tra le stesse temperature massima e minima):

.....