

NOME e COGNOME e numero documento

Scrivere SOLO A PENNA e presentare UNA SOLA versione per esercizio. Non saranno valutati risultati di cui non e' chiaro il procedimento usato per arrivarvi.

ALMENO UNO DEI seguenti QUESITI SUI VETTORI deve essere giusto per avere la sufficienza.

Q1. Assegnati i due vettori: $\vec{A} = (2, 2, 2)$ e $\vec{B} = (0, 1, 1)$, calcolare il prodotto scalare S

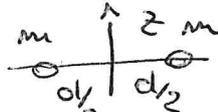
$$S = 2 \cdot 0 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 1 = 4$$

Q2. e il prodotto vettoriale \vec{V} .

$$\vec{V} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 2 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} \hat{i} - \begin{vmatrix} 2 & 2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \hat{j} + \begin{vmatrix} 2 & 2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \hat{k} = -2\hat{j} + 2\hat{k} = (0, -2, 2)$$

PROBLEMA I

Si consideri la molecola di biatomica O_2 che ruota nel piano xy intorno all'asse z passante per il suo centro e perpendicolare alla sua lunghezza. A temperatura ambiente la distanza media fra i due atomi di ossigeno e' $d = 1,21 \times 10^{-10}$ m (si consideri gli atomi puntiformi e ogni atomo ha massa $m = 2,77 \times 10^{-26}$ kg). Calcolare: 1) il momento di inerzia I della molecola rispetto all'asse z ; 2) l'energia cinetica di rotazione K della molecola sapendo che la velocita' angolare di rotazione attorno all'asse z e' $\omega = 2,0 \times 10^{12}$ rad/s.

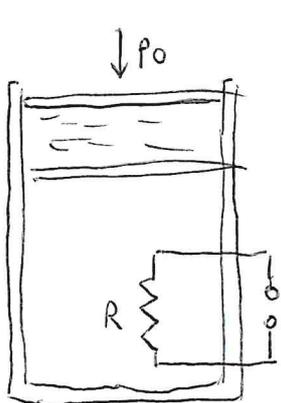
$$1) \bar{I} = 2(mr^2) = 2(m(d/2)^2) = 2 \cdot 2,77 \cdot 10^{-26} \cdot \frac{1,21^2 \cdot 10^{-20}}{4} = 2,03 \cdot 10^{-46} \text{ Kg m}^2$$


$$2) K = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} 2,03 \cdot 10^{-46} \cdot 2^2 \cdot 10^{24} = 4,06 \cdot 10^{-22} \text{ J}$$

PROBLEMA II

Un recipiente cilindrico e' diviso in due parti da un disco adiabatico a tenuta perfetta. Il disco, che ha area $S = 126 \text{ cm}^2$ e massa trascurabile, e' libero di scorrere senz'attrito. Nella parte inferiore del recipiente e' contenuto un gas perfetto, nell'altra parte e' presente una massa $m = 24,0 \text{ kg}$ di liquido. Il liquido ha calore specifico $c = 0,610 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$ ed e' soggetto alla pressione atmosferica $p_0 = 1 \text{ atm}$. Nelle condizioni iniziali il liquido ed il gas si trovano entrambi alla temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$ ed il gas occupa il volume $V_1 = 25 \text{ dm}^3$. A partire da queste condizioni, per mezzo della resistenza R , si riscalda il gas reversibilmente somministrandogli la quantita' di calore $Q = 2,10 \times 10^4 \text{ J}$. Una volta raggiunto l'equilibrio, si osserva che la sua temperatura ha assunto il valore $T_2 = 900 \text{ K}$. Determinare: 1) la pressione iniziale del gas, p_1 ; 2) il volume occupato dal gas, V_2 alla fine del processo; 3) il lavoro, W , compiuto dal gas nel processo descritto; 4) il numero di moli del gas; 5) il numero di gradi di liberta' l delle sue molecole (e quindi capire se il gas e' monoatomico...biatomico...).

FAC Successivamente, operando dall'esterno, si blocca il disco e lo si rende permeabile al calore. Supponendo che il liquido scambi calore solo con il gas sottostante, determinare 6) la nuova temperatura di equilibrio del sistema gas+liquido.



$$1) p_1 = p_0 + \frac{mg}{S} \approx 1 \cdot 10^5 + \frac{24 \cdot 9,81}{126 \cdot 10^{-4}} = 1,20 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$2) \text{isobara} \Rightarrow p_1 = p_2 \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

legge di stato del gas

$$V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 = \frac{900}{300} \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 75 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

espansione, ok!

$$3) W = p_1 (V_2 - V_1) = p_1 (75 - 25) \cdot 10^{-3} = 1,2 \cdot 50 \cdot 10^2 = 60 \cdot 10^3 \text{ J}$$

4) $P_1 V_1 = n R T_1$
 $n = \frac{P_1 V_1}{R T_1} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} \sim \underline{1,2 \text{ moli}}$

5) $Q_n = n C_p (T_2 - T_1) = n \frac{(l+2)}{2} (T_2 - T_1)$
 $l+2 = \frac{2Q}{n R (T_2 - T_1)} = \frac{2 \cdot 2,1 \cdot 10^4}{1,2 \cdot 8,31 (300 - 300)} \sim \underline{7}$

~~l~~ $l = 7 - 2 \sim 5 \rightarrow \underline{\text{biatomic!}}$

FAC bloccato $\Rightarrow V = \text{cost} \Rightarrow$ isocora
 $T_1 < T_e < T_2$
 dove passa calore da gas (T_2) a liquido (T_1)

$Q_{\text{loss}} + Q_{\text{ced}} = 0$
 $\downarrow \quad \quad \downarrow$
 liq \quad gas

$m c (T_e - T_1) + n C_v (T_e - T_2) = 0$

$m c T_e - m c T_1 + n C_v T_e - n C_v T_2 = 0$
solle

$T_e = \frac{m c T_1 + n C_v T_2}{(m c + n C_v)} = \frac{24 \cdot 0,610 \cdot 4186 \cdot 300 + 1,2 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot 300}{24 \cdot 0,610 \cdot 4186 + 1,2 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31}$

$= \frac{1,84 \cdot 10^7 + 2,24 \cdot 10^4}{6,1 \cdot 10^4 + 2,5 \cdot 10^4} \sim 0,302 \cdot 10^3 \sim \underline{302 \text{ K}}$
 $\sim 300 \text{ K}$

trascurabili!

\downarrow
 $\sim T_1$

il gas ha una ridotta capacità termica!

NOME/COGNOME

Rispondere alle domande. Se si scrivono formule, scrivere cosa significano i simboli, a parte quelli standard già usati a lezione.

1) Scrivi la definizione di energia cinetica K e il teorema dell'energia cinetica.

2) Un punto materiale P ruota lungo una circonferenza attorno al suo centro di rotazione O . Scrivi la formula vettoriale della forza centripeta aiutandoti anche con un disegno. Quanto fa la somma della forza centripeta e centrifuga?

3) La locomozione di una canoa a pagaia sul lago: grazie a che principio della fisica si può spiegare? Dai una breve frase di spiegazione.

4) Invece, grazie a che importante principio/legge della fisica si muove un razzo nello spazio vuoto?

5) Definisci il lavoro meccanico nel caso più generale.

6) Definisci il momento di una forza (detto anche momento torcente $\vec{\tau}$) come formula e fai un disegno per far capire cos'è il braccio.

7) Fai il disegno di un corpo di massa m che sta scendendo lungo un piano inclinato rigido e fra il corpo ed il piano si sviluppa attrito (coeff. di attrito μ_k). Indica le forze che agiscono sul corpo e scrivi le relative formule.

8) Per un gas perfetto $C_p - C_V = R$. Cosa significano i simboli di questa formula? Sai chi la introdusse? Verificalo nel caso dell'ossigeno molecolare O_2 .

9) Fai un grafico di temperatura verso calore fornito che rappresenti il passaggio dell'acqua da $t_i = -10\text{ }^\circ\text{C}$ a $t_f = 30\text{ }^\circ\text{C}$.

10) Scrivi almeno tre fra le proprietà degli strumenti di misura.