



Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ingegneria Clinica e Biomedica
Corso di Fisica I
Dott.ssa M. C. Larciprete
Prova di esame del 7 Settembre 2018
III appello - a.a. 2017-18



- 1)** Un motoscafo attraversa un fiume largo $L=100\text{m}$ puntando perpendicolarmente verso la sponda opposta. La corrente del fiume possiede una velocità costante, pari a 12 km/h . Fino al centro del fiume la barca accelera costantemente ($a=0.2\text{ m/s}^2$). Successivamente decelera ($a=-0.2\text{ m/s}^2$), fino a raggiungere l'altra sponda. Di quanti metri il punto di attracco sarà spostato a valle rispetto al punto di partenza?

- 2)** Un petardo di massa $m=10\text{g}$ viene lasciato cadere da fermo da un edificio. Dopo essere sceso per una quota pari ad $h=5\text{m}$, il petardo esplose in due frammenti di uguale massa. Sapendo che nell'esplosione viene liberata una energia cinetica $\Delta E=0.75\text{ J}$ e che uno dei due frammenti procede lungo la verticale verso il basso, calcolare le velocità di entrambi i frammenti nell'istante successivo all'esplosione.

- 3)** Un contenitore cilindrico vuoto di sezione $B=25\text{ cm}^2$ galleggia sull'acqua contenuta in un secondo contenitore cilindrico di sezione A maggiore di B . Ad un certo istante, una massa $m=100\text{g}$ viene poggiata sul fondo del cilindro più piccolo e, come conseguenza, si osserva che il pelo dell'acqua all'interno del cilindro più grande si innalza di una quota ΔH rispetto alla sua posizione originaria. Si determini ΔH .

- 4)** Una macchina di Carnot opera tra due sorgenti a 322 K e 258 K . Quanto lavoro fornisce se assorbe 568 J di calore dalla sorgente calda? Facendo percorrere alla macchina il ciclo al contrario, essa funge da frigorifero. Operando tra le medesime temperature, quanto lavoro richiede per estrarre 1230 J di calore dalla sorgente fredda?

- 5)** La temperatura di $4,34$ moli di un gas ideale biatomico viene aumentata di $62,4\text{K}$ a pressione costante. Si calcoli la quantità di calore fornita al gas, l'aumento dell'energia interna del gas, e l'aumento dell'energia interna traslazionale del gas. ($k_B=1,38\cdot 10^{-23}\text{ J/K}$, $N_A=6,02\cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$).

- 1) v = velocità della barca rispetto ad un sistema fisso solidale con le sponde
 v' = velocità della barca rispetto ad un sistema mobile solidale con la corrente
 v_t = velocità di trascinamento

$$v = v' + v_t$$

Nel sistema mobile la barca si muove perpendicolarmente alle sponde, in due fasi, accelerazione e decelerazione.

Accelerazione) $v'_0 = 0 \Rightarrow v'(t) = at \Rightarrow y'(t) = \frac{1}{2}at^2$ da cui:

$$\begin{cases} t_1 = \sqrt{L/a} \\ v'(t_1) = \sqrt{La} \end{cases}$$

Decelerazione) $v'_0 = \sqrt{La} \Rightarrow v'(t) = \sqrt{La} - at \Rightarrow y'(t) = L/2 + \sqrt{La}t - \frac{1}{2}at^2$

$$\begin{cases} t_2 = \sqrt{L/a} \end{cases}$$

$t = t_1 + t_2 = 2\sqrt{L/a}$ ed in questo tempo la barca sarà spostata verso valle, dalla velocità di trascinamento della corrente, di un tratto:

$$d = v_t t_{tot} = 2v_t \sqrt{L/a} = 149m$$

- 2) La velocità del centro di massa (rispetto ad un sistema di riferimento inerziale) all'istante dell'esplosione è

$$mgh = \frac{1}{2}mv_{CM}^2 \Rightarrow v_{CM} = \sqrt{2gh}$$

Nel sistema del centro di massa ($v_{CM}' = 0$) si conserva la quantità di moto, quindi per le velocità dei due frammenti si scrive:

$$v_{1,f}' = -v_{2,f}'$$

E l'energia cinetica iniziale e finale (prima e dopo l'esplosione) vale, rispettivamente:

$$T_i' = 0 \quad T_f' = 2 \frac{1}{2} m v_f'^2$$

Nel sistema inerziale $T_i = T_i' + T_{CM}$ (Teorema di Koenig), pertanto la variazione di energia cinetica dovuta all'esplosione è la stessa in entrambi i sistemi (inerziale, e quello dl CM) ossia $\Delta K = \Delta K'$:

$$\Delta K = K_f' - K_i' = \frac{1}{2}mv_f'^2 \Rightarrow v_f'^2 = \sqrt{\frac{2\Delta E}{m}}$$

Rispetto al sistema di riferimento inerziale si ha:

$$v_{1,f} = -(v_{CM} + v_{1,f}') = -22,1m/s$$

$$v_{2,f} = -(v_{CM} - v_{1,f}') = 2,3m/s$$

- 3) Inizialmente il contenitore piccolo è immerso per un tratto h_i . La grandezza h_i si può determinare considerando l'equilibrio della forza peso e della spinta di Archimede:

$$P_{cilindretto} = \rho_{acqua} gh_i B \quad P_{cilindretto} = \rho_{acqua} gh_i B.$$

Dopo l'aggiunta della massa m , il peso totale varia, e così si ha una nuova h_f :

$$P_{\text{cilindretto+m}} = \rho_{\text{acqua}} g h_f B = \rho_{\text{acqua}} g h_i B + mg$$

$$\Delta h = h_f - h_i = \frac{m}{\rho_{\text{acqua}} B} = 4 \text{ cm}$$

4) Per trovare il lavoro fornito dobbiamo conoscere il rendimento del ciclo:

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_F}{T_C} = 0,20$$

Si può così ottenere il lavoro fornito in corrispondenza di $Q_{\text{ass}} = 568 \text{ J}$

$$L = \eta \cdot Q_{\text{ass}} = 113 \text{ J}$$

L'efficienza della macchina frigorifera è definita come:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{ass}}}{T_C}$$

In questo caso il calore assorbito dalla macchina è quello scambiato alla temperatura più bassa. Nel caso della macchina di Carnot si ha:

$$\varepsilon = \frac{T_1}{T_2 - T_1} = \frac{258 \text{ K}}{(322 - 258) \text{ K}} = 4,03$$

Pertanto il lavoro che si deve fornire alla macchina frigorifera è:

$$L = \frac{Q_{\text{ass}}}{\varepsilon} = \frac{1230 \text{ J}}{4,03} = 305 \text{ J}$$

5) Per un gas biatomico:

$$C_p = \frac{7}{2} R$$

In una trasformazione isobara il calore scambiato vale:

$$Q = n c_p (T_{\text{fin}} - T_{\text{in}}) = (4,34 \text{ mol}) \left(\frac{7}{2} 8,314 \text{ J / (molK)} \right) (62,4 \text{ K}) = 7880,47 \text{ J}$$

Per il calcolo della variazione di energia interna (funzione di stato) scegliamo una trasformazione isocora :

$$\Delta U = Q_{\text{isocora}} = n c_v \Delta T = (4,34 \text{ mol}) \left(\frac{5}{2} 8,314 \text{ J / (molK)} \right) (62,4 \text{ K}) = 5628,91 \text{ J}$$

Per una molecola, l'energia cinetica vale:

$$E_{\text{cinetica}} = T_{\text{molecola}} = \frac{3}{2} k_B T \quad \Rightarrow \Delta T_{\text{molecola}} = \frac{3}{2} k_B \Delta T$$

Per tutte le molecole:

$$\Rightarrow \Delta T_{\text{molecola}} = n N_A \left(\frac{3}{2} k_B \Delta T \right) = 3375 \text{ J}$$