Esercizio 1

Una siringa contiene una medicina con densità pari a quella dell’acqua. La canna della siringa ha una sezione di 2.50 $10^{-5}m^2$ mentre l’ago ha una sezione di 1.00 $10^{-8}m^2$. In assenza di forza sul pistone la pressione è 1 atm. Una forza F=2.00N agisce sul pistone, facendo sì che la medicina schizzi fuori orizzontalmente dall’ago. Determinare la velocità della medicina in uscita dall’ago.

Esercitazione 10

$$\Delta P = \frac{F}{A} = 8 \cdot 10^4 \, Pa$$

Dall'equazione di continuità

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2 = 4 \cdot 10^{-4} v_2 \Rightarrow v_1 \text{ trascurabile!}$$

Teorema di Bernoulli

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho \cancel{v_1^2}^{\,0} + \cancel{\rho g h_1}^{\,0} = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \cancel{\rho g h_2}^{\,0}$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}} = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} = 12{,}6 \, m/s$$

Esercizio 2

In un recipiente, contenente acqua fino ad un'altezza H, viene praticato un foro ad un'altezza *h* al di sotto della superficie libera. Si vuole che il fiotto d'acqua, che fuoriesce dal foro, raggiunga un punto distante *d=22.5 cm* dal piede del recipiente. Sapendo che H=50.0 cm determinare che valore deve avere *h*.

Dal teorema di Torricelli

$$v = \sqrt{2gh}$$

Scrivo le equazioni del moto per l'acqua che esce dal foro

$$\begin{cases} d = vt \\ H - h = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow d = v\sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} = 2\sqrt{h(H-h)}$$

$$\Rightarrow 4h^2 - 4hH + d^2 = 0$$

$$\Rightarrow h = \frac{4H \pm 4\sqrt{H^2 - d^2}}{8} = 2{,}67 \text{ cm}$$

Esercizio 3

Due auto di massa uguale si avvicinano ad un incrocio. Un veicolo viaggia a velocità 13.0 m/s verso est, l'altro verso nord a velocità v_{2i}. I veicoli si urtano all'incrocio e rimangono incastrati, lasciando delle strisce parallele sull'asfalto ad un angolo di 55° a nord-est. Il conducente che procedeva verso nord sostiene di avere rispettato il limite di velocità di 35 mi/h. E' vero?

Urto anelastico

$$m_1\vec{v}_{1i} + m_2\vec{v}_{2i} = (m_1+m_2)\vec{v}_f \qquad \text{con } m_1=m_2=m$$

$$m\vec{v}_{1i} + m\vec{v}_{2i} = 2m\vec{v}_f$$

$$\begin{cases} x: & m v_{1x} = 2m v_f \cos\theta \\ y: & m v_{2y} = 2m v_f \, \mathrm{sen}\,\theta \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{2i}}{v_{1i}} = \mathrm{tg}\,\theta \Rightarrow v_{2i} = v_{1i}\,\mathrm{tg}\,\theta = 18{,}6\ m/s = 66{,}96\ Km/h = 41{,}6\ mi/h$$

1 Km = 0,6214 mi

Il conducente mentiva!

Esercizio 4

In un pezzo di legno (densità 0,5gr/cm^3) di massa 800gr si pratica un foro di volume 200cm^3, riempiendolo di piombo (densità 11 gr/cm^3). In acqua il corpo galleggia o affonda?

Volume solido

$$V_{tot} = \frac{m_L}{\rho_L} = 1{,}6\cdot 10^{-3}\ m^3$$

$$V_L = V_{tot} - V_p = 1{,}4\cdot 10^{-3}\ m^3$$

Devo vedere se $P \gtrless F_A$

$$P = (m_L + m_p)g = (m_L + \rho_p V_p)g = 29{,}43\ N$$

$$F_A = V_{tot}\,\rho_{H_2O}\, g = 15{,}7\ N$$

$\Rightarrow P > F_A$ Il corpo affonda!

Esercizio 5

Una massa m=0,25 Kg di rame ad una temperatura T viene immersa in un recipiente contenente 0,1 Kg di acqua inizialmente alla temperatura di 320 K. Quando il sistema raggiunge l'equilibrio termico rimangono nel recipiente 0,09 Kg di acqua. Determinare la temperatura iniziale T del rame e calcolare la variazione di entropia dell'universo, trascurando gli scambi di calore con l'ambiente esterno.

Siano C_{Cu}=387 J/KgK e C_{H2O}=4187 J/KgK rispettivamente i calori specifici del rame e dell'acqua. Il calore latente di ebollizione dell'acqua vale λ_e=22,6 10^5 J/Kg.

$$Q_{CED} = Q_{ASS}$$

$$m c_{cu} (T - T_e) = m_1 C_{H_2O} (T_e - T_1) + (m_1 - m_2) \lambda_e$$

$$\Rightarrow T = T_e + \frac{m_1 C_{H_2O} (T_e - T_1) + (m_1 - m_2) \lambda_e}{m c_{cu}} = 841,1 \text{ K}$$

$$\Delta S_U = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3$$

ΔS_1: rame che cala

ΔS_2: acqua si scalda

ΔS_3: acqua evapora

$$\Delta S_1 = \int_T^{T_e} \frac{dQ}{T} = \int_T^{T_e} m c_{cu} \frac{dT}{T} = m c_{cu} \ln\left(\frac{T_e}{T}\right)$$

$$\Delta S_2 = \int_{T_1}^{T_e} \frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_e} m C_{H_2O} \frac{dT}{T} = m C_{H_2O} \ln\left(\frac{T_e}{T_1}\right)$$

$$\Delta S_3 = \frac{(m_1 - m_2) \lambda_e}{T_e}$$

$$\Delta S_U = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = 46,3 \text{ J/K}$$

Esercizio 6

Tre moli di un gas ideale monoatomico vengono portati dallo stato A allo stato B mediante una espansione adiabatica nel vuoto. Successivamente, il gas viene portato allo stato C tramite una compressione adiabatica irreversibile ed infine il gas viene posto a contatto con una sorgente a temperatura T_A e ritorna allo stato iniziale A con una trasformazione isobara irreversibile. Sono dati la temperatura T_A=300K, la pressione $p_A=2\ 10^5$Pa ed il lavoro compiuto nella trasformazione BC, $L_{BC}=-3{,}7\ 10^4$J. Determinare il volume dello stato C e calcolare la variazione di entropia dell'universo.

Trasformazione A-B

Adiabatica libera = adiabatica nel vuoto $\Rightarrow \mathcal{L}=0$

$Q=0$

$\Rightarrow \Delta U_{A-B}=0$

$\Rightarrow$ A-B anche isoterma $T_A=T_B$

Trasformazione B-C

$Q_{BC}=0$

$\mathcal{L}_{BC}=-\Delta U_{BC}=-nc_v(T_C-T_B)=nc_v(T_A-T_C)$

$\Rightarrow T_C=T_A-\dfrac{\mathcal{L}_{BC}}{nc_v}=1288{,}96\ K$

$p_C V_C = nRT_C$

$\Rightarrow V_C=\dfrac{nRT_C}{p_C}=n\dfrac{RT_C}{p_A}=0{,}16\ m^3$

$\Delta S_u=\Delta S_{gas}+\Delta S_{ambiente}$

$\Delta S_{gas}=0 \Rightarrow$ Trasformazione ciclica $\Rightarrow S$ funzione di stato!

$\Delta S_{amb}=\dfrac{Q_{Amb}}{T}=\dfrac{-Q_{CA}}{T_A}=-\dfrac{nc_p(T_A-T_C)}{T_A}=\dfrac{6{,}17\cdot10^4\ J}{300K}=205{,}6\ J/K$