ESERCITAZIONE DI FISICA

FLUIDOSTATICA E FLUIDODINAMICA

15/04/2021

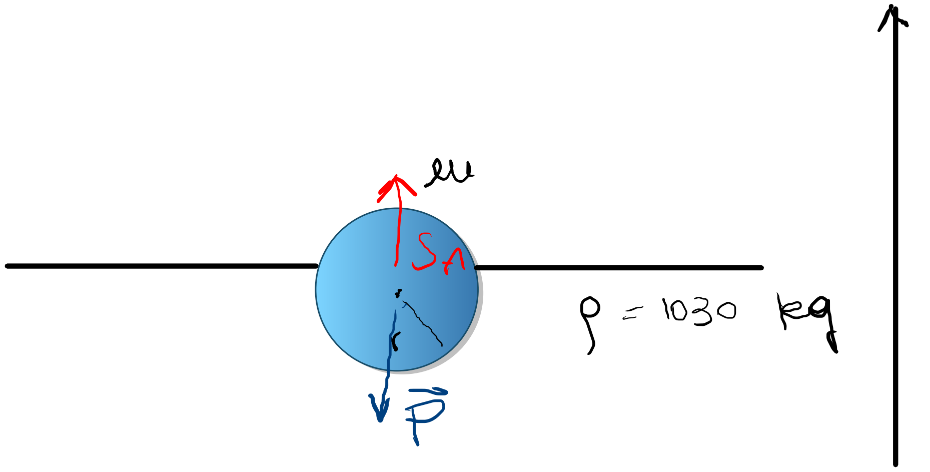
Esercizio 1 PALLA IN MARE!

https://www0.mi.infn.it/~pizz_web/esercitazioni/L13/L13.pdf

Un corpo sferico di massa $1400Kg$ galleggia immerso in acqua salata ($\rho_{H_2O} = 1030kg/m^3$) Il raggio è $r = 0,8m$. Calcola quanto vale il volume emerso e quello immerso. Calcolare, inoltre, la forza minima F da applicare alla sfera in modo tale che resti completamente immersa in acqua.

$$0 = \vec{P} + \vec{S}_A$$

$$|\vec{P}| = mg = 1400\,kg \; 9.81\,m/s^2 \simeq 14000\,N$$



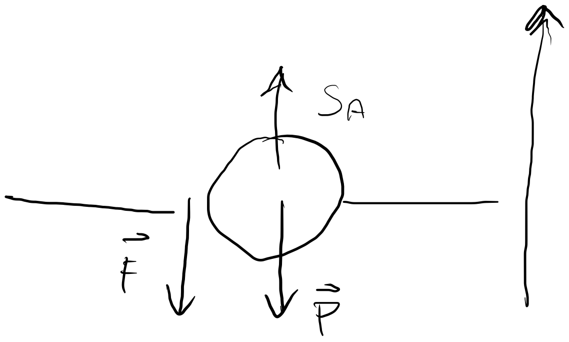
$$|\vec{S}| = \rho_{H_2O}\, g\, V_{IMM}$$

$$|P| = |S_A|$$

$$mg = \rho_{H_2O}\, g\, V_{IMM} \longrightarrow V_{IMM} = \frac{m_{SF}}{\rho_{H_2O}} = \frac{1400\,\cancel{kg}}{1030\,\cancel{kg}/m^3} = 1,36\,m^3$$

$$V_{TOT} = \frac{4}{3}\pi r^3 = 2.14\ m^3$$

$$V_{EM} = V_{TOT} - V_{IM} = 0.78\ m^3$$



2) $$-F - mg + S_A = 0$$

$$F + mg - S_A = 0$$

$$F = S_A - mg = \rho_{H_2O}\, g\, V_{TOT} - mg$$

$$= 1030\ \frac{kg}{\cancel{m^3}}\ 9{,}81\ \frac{m}{s^2}\ 2.14\ \cancel{m^3} - 1400\ kg \cdot 9.81\ \frac{m}{s^2} = 11400\ N$$

#2) MOLLE E BACINELLE (FORSE ANCHE PROVA PARZIALE 2015/2016)

5.22 Un oggetto di alluminio (densità 2,65 g/cm^3), avente la forma di un cubo di spigolo l = 3,0 cm, viene sospeso ad una molla elicoidale il cui allungamento all'equilibrio è x = 5,0 mm rispetto alla molla indeformata [fig. 5.69 (a) e (b)]. Successivamente l'oggetto, sempre sospeso alla molla, viene completamente immerso in acqua [fig. 5.69 (c)]. Determinare: (a) la costante elastica della molla; (b) l'allungamento x' che presenta la molla, in condizioni di equilibrio, quando il corpo è immerso in acqua. [R.: (a) 140 N/m; (b) 3,1 mm].

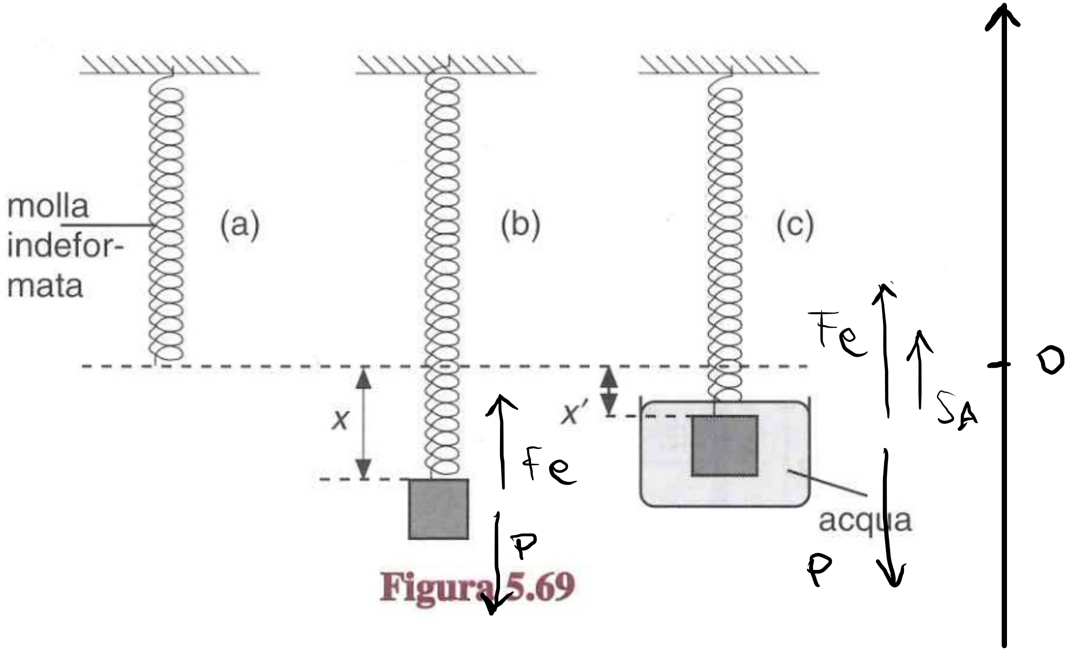


Figura 5.69

a) $\vec{F}_{el} + \vec{P} = 0$

$|\vec{F}_{el}| - P = 0$

$kx = mg$

$k = \frac{mg}{x} = \frac{\rho v g}{x} = \frac{2650\ kg/m^3 \cdot 27 \times 10^{-6}\ m^3 \cdot 9{,}81\ m/s^2}{5 \times 10^{-3}\ m} = 140\ \frac{N}{m}$

$\rho = 2.65\ g/cm^3 = 2650\ kg/m^3$

$v = (3{,}0 \times 10^{-2}\ m)^3 = 27 \times 10^{-6}\ m^3$

$\rho = 1 \; g/cm^3 = 1000 \; kg/m^3$

$$\vec{P} + \vec{F}_e + \vec{S}_A = 0$$

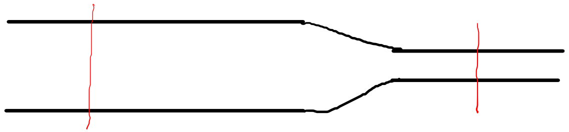
$$-mg + \rho_{FW} V g + |k \Delta x'| = 0$$

$$\Delta x' = \frac{mg - \rho_{H_2O} V g}{k} = \frac{Vg(\rho_{OBJ} - \rho_{H_2O})}{k} = \frac{9.81 \, m/s^2 \;\; 27 \times 10^{-6} \, \cancel{m^3} \, (2650 - 1000) \, kg/\cancel{m^3}}{140 \, \frac{N}{m}}$$

$$= 3.1 \; mm$$

#4) **Esercizio ~~1~~** EFFETTO VENTURI, IL RITORNO

In un tubo orizzontale scorre acqua con velocità uguale a $v_1 = 4\frac{m}{s}$ alla pressione di $P_1 = 100kPa$. Per effetto di un restringimento del tubo la pressione scende a $P_2 = 20kPa$. Calcolare la velocità dell'acqua nella parte stretta del tubo e il rapporto tra le due sezioni.



a) $p + \rho \cancel{g} h + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{COSTANTE}$

$1 = P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2$

$2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = P_1 - P_2 + \frac{1}{2}\rho v^2$$

$$v_2^2 = \frac{2}{\rho}(P_1 - P_2) + \cancel{\frac{2}{\rho}\frac{\rho}{2}} v_1^2$$

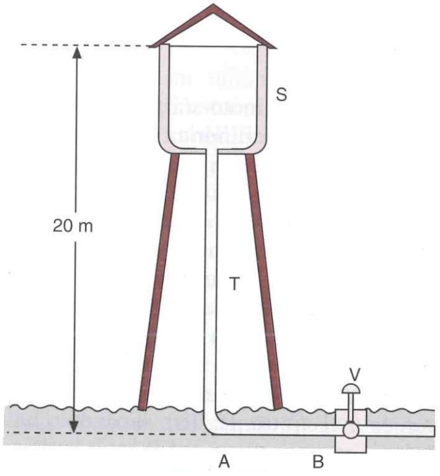
$$v_2^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} + v_1^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} + v_1^2} = \sqrt{\frac{2(100-20)\times 10^3\, Pa}{10^3\, kg/m^3} + 16\left(\frac{m}{s}\right)^2} = \sqrt{(160+16)\frac{m^2}{s^2}} = 13.3\,\frac{m}{s}$$

b) $S_1 v_1 = S_2 v_2$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{4\, m/s}{13.3\, m/s} = 0.3$$

#3) CISTERNE E VALVOLE



UN SERBATOIO S, CONTENENTE ACQUA, SI PUÒ VUOTARE ATTRAVERSO UN TUBO T SE SI APRE LA VALVOLA V.

a) IMMAGINIAMO CHE LA VALVOLA SIA CHIUSA: QUANTO VALE LA PRESSIONE DELL'ACQUA NEL TRATTO AB DEL TUBO SE TRA LA SUPERFICIE LIBERA DEL LIQUIDO NEL SERBATOIO ED IL TRATTO AB VI È UN DISLIVELLO DI 20 m, E LA PRESSIONE ESTERNA È UGUALE ALLA PRESSIONE NORMALE?

b) COSA SUCCEDE A P SE SI APRE LA VALVOLA? PERCHÉ?

a) $P_{AB} = P_0 + \rho g h = 1 \times 10^5 + 1.97 \times 10^5 \, Pa = 2.97 \times 10^5 \, Pa = 297 \, kPa$

b) LA PRESSIONE DIMINUISCE (CONSEGUENZA DEL TEOREMA DI BERNOULLI APPLICATO TRA LA CIMA DELLA TORRE E LA BASE:

VALVOLA CHIUSA:

TOP
$$P_0 + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = P_0 + \rho g h$$
BOTTOM
$$P_{AB} + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = P_{AB}$$

$\longrightarrow$

VALVOLA APERTA

LA v DEL LIQUIDO IN ALTO È TRASCURABILE

$$P_0 + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h \simeq P_0 + \rho g h \implies P'_{AB} = P_{AB} - \frac{1}{2}\rho v^2$$
$$P'_{AB} + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = P'_{AB} + \frac{1}{2}\rho v^2$$

#5) II APPELLO DI ESAME 03/07/2017 ESERCIZIO #2

2) Archimede, per controllare se una corona fosse d'oro puro e non di una lega di oro ed argento, pesò la corona in aria e successivamente in acqua. Egli trovò che il peso in aria era pari a $P = 10.8$ N, mentre il peso in acqua era pari a $P' = 10.2$ N. Tenuto conto che la densità dell'oro e dell'argento valgono $\rho_o = 19.3 \cdot \text{g/cm}^3$ e $\rho_a = 10.5 \cdot \text{g/cm}^3$ rispettivamente, calcolare:

a) Le frazioni in volume d'oro (f_o) e d'argento (f_a) contenute nella corona.

i) f_o = __________ ii) f_o = __________

ii) f_a = __________ ii) f_a = __________

b) Le masse d'oro (m_o) e d'argento (m_a) contenute nella corona.

i) m_o = __________ ii) m_o = __________

ii) m_a = __________ ii) m_a = __________

$P = 10.8\,N$

$P' = 10,2\,N$

$\rho_o = 19,3\ g/cm^3 \stackrel{!}{=} 19300\ kg/m^3$

$\rho_A = 10,5\ g/cm^3 \stackrel{!}{=} 10\,500\ kg/m^3$

$f_A + f_o = 1$

$P' = P - S$

$\rho = \rho_{H_2O}$

$f_A = 1 - f_o$

$V = f_o V + f_a V$

$S = \rho V g$

$S = P - P' \Rightarrow \rho V g = P - P' \Rightarrow V = \dfrac{P - P'}{\rho g}$

$P = mV = (m_a + m_o)V = (\rho_o g f_o + \rho_a g f_a)V$

$$P = \rho_o f_o \left(\frac{P-P'}{\rho \cancel{g}}\right) \cancel{g} + \rho_a (1-f_o) \frac{P-P'}{\rho \cancel{g}} \cancel{g}$$

$$= f_o \left(\frac{P-P'}{\rho} \rho_o - \frac{(P-P')}{\rho} \rho_a \right) + \rho_a \frac{P-P'}{\rho}$$

$$f_o \,(P-\cancel{P'})\, \frac{(\rho_o - \rho_a)}{\rho} = \frac{P}{P-P'} - \frac{\rho_a}{\rho} (P-\cancel{P'})$$

$$f_o = \left(\frac{\rho}{\rho_o - \rho_a}\right) \left(\frac{P}{P-P'} - \frac{\rho_a}{\rho} \right)$$

$$= \frac{1}{19.3 - 10.5} \left(\frac{10.8}{0.6} - \frac{10.5}{1} \right) = \frac{1}{8.8} (18 - 10.5) = \frac{7.5}{8.8} = 0.85$$

$$f_A = 1 - 0.85 = 0.15$$

$$m_o = V \rho_o f_o = \frac{P-P'}{\rho g} \rho_o f_o = \frac{\rho_o}{\rho} f_o \frac{P-P'}{g} = 19.3 \quad 0,85 \quad \frac{0,6\ N}{9.81\ m/s^2} = 1\ kg$$

$$m_a = V \rho_A f_A = 97\ g$$

#6) GIRAFFE AL PASCOLO

$h_0 = 4{,}8\ m$

$h = 2.6\ m$

$\rho = 0.96\ \frac{g}{cm^3} = 9600\ \frac{kg}{m^3}$

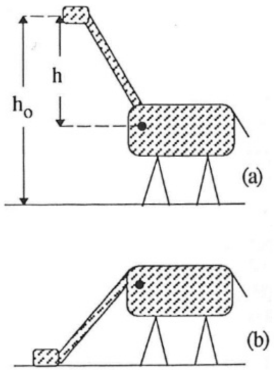
2) Mentre bruca i ramoscelli di un albero di acacia, una giraffa tiene la testa ad un'altezza $h_0 = 4.8$ m rispetto al suolo, mentre il cuore si trova $h = 2.6$ m più in basso (rispetto alla testa, vedi fig. a). Assumendo la densità del sangue pari a $\rho = 0.96$ g/cm^3 si calcolino, in approssimazione idrostatica:

a) La differenza di pressione Δp tra il cervello ed cuore il della giraffa disposta come in fig. (a).

i) $\Delta p =$ __________ ii) $\Delta p =$ __________

b) La variazione di pressione $\Delta p'$ nel cervello della giraffa quando essa dalla posizione in fig. (a) abbassa la testa al livello del suolo come in fig. (b).

i) $\Delta p' =$ __________ ii) $\Delta p' =$ __________



a) $P_T + \rho \cancel{g} h_0 + \cancel{\frac{1}{2}\rho v^2} = P_C + \rho g (\cancel{h_0} - h) + \cancel{\frac{1}{2}\rho v^2}$

$P_T - P_C = -\rho g h$

$\Delta P = -\rho g h = -9600\ \frac{kg}{m^3}\ 9{,}81\ \frac{m}{s^2}\ 2.6\ m = -2.45 \times 10^4\ Pa$

b) $P_T - P_C = -\rho g h$

$P_T' + \rho \cancel{g} h + \cancel{\frac{1}{2}\rho v^2} = P_C + \rho g (h_0 - h)$

$\Delta P' = P_T' - P_T = -(\cancel{P_C} - \rho g \cancel{h} - \cancel{P_C} - \rho g (h_0 - \cancel{h})) = +\rho g h$

$\Delta P' = +\rho g h_0 \quad \rightarrow \quad \Delta P = +0.96 \cdot 10^3\ \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}81\ \frac{m}{s^2} \cdot 4.8\ m = +4{,}52 \times 10^4\ Pa$

#7) I APPELLO SESSIONE ESTIVA - 2019/2020

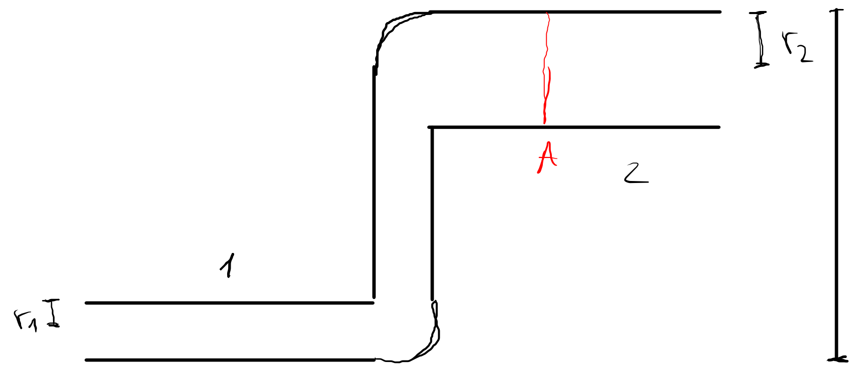
2) Un liquido incomprimibile e di viscosità trascurabile fluisce con flusso stazionario entro un tubo orizzontale di raggio $r_1 = 1.0$ cm. Il tubo compie una curva, sale lungo un tratto verticale (ancora di raggio r_1) per un dislivello $h = 10$ m, e ritorna poi orizzontale, aumentando il raggio a $r_2 = 2.0$ cm. Si determini la portata in volume Q che mantiene uguali le pressioni del liquido nei due tratti orizzontali.

i) $Q =$ ______________________ ii) $Q =$ ______________________

$r_1 = 1$ cm

$r_2 = 2$ cm

$h = 10$ m



- $p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

- $v_1 A_1 = v_2 A_2$ $\qquad r_2 = 2r_1$

$v_1 \cancel{\pi} \cancel{r_1^2} = v_2 \cancel{\pi} 4 \cancel{r_1^2} \Rightarrow v_1 = 4v_2$

- $\frac{1}{2}\cancel{\rho}\, 16 v_2^2 = \cancel{\rho} g h + \frac{1}{2}\cancel{\rho}\, v_2^2$

- $16 v_2^2 = 2gh + v_2^2$ $\qquad 15 v_2^2 = 2gh$ $\qquad v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{15}} = \sqrt{\frac{2}{15} 9.81\,m/s^2\; 10\,m} = 3.6\ m/s$

- $Q = v_2 A = v_2 \pi r_2^2 = \pi \cdot 4 \times 10^{-4}\,m^2 \; 3.6\,\frac{m}{s} = 4{,}5 \times 10^{-3}\,\frac{m^3}{s}$