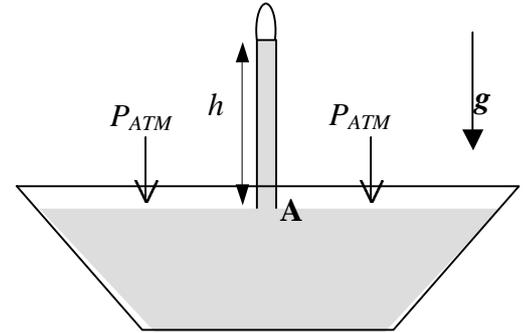


Corso di Laurea Ing. EA – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 17, 12/4/2005

1. Volete misurare la pressione atmosferica con un “barometro di Torricelli”, che è realizzato prendendo una lunga provetta ed immergendola completamente in una bacinella contenente un liquido di densità ρ_m . Dopo che la provetta è stata completamente riempita di liquido, essa viene estratta facendo in modo che resti sempre piena (ad esempio, tappandone l'estremità). A questo punto, essa viene re-immersa parzialmente nella bacinella mantenendola in direzione verticale, con la sua estremità aperta (stappata!) sotto il pelo del liquido (vedi figura).



a) Indicando la pressione atmosferica con P_{ATM} , quanto vale la pressione P al punto A indicato in figura?

$P = \dots\dots\dots P_{ATM}$ [legge di Pascal e di Stevino]

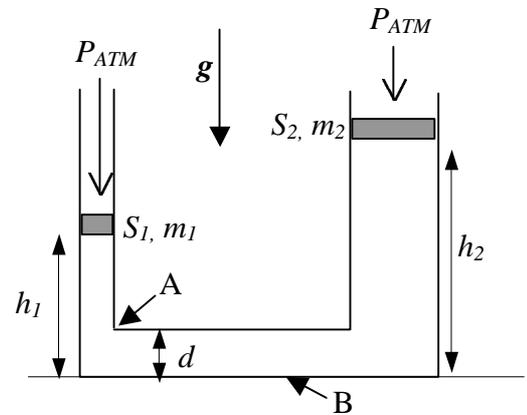
b) Quant'è l'altezza h della colonna di liquido nella provetta? [Notate che la particolare operazione di riempimento che avete eseguito garantisce che nella parte superiore della provetta c'è vuoto, cioè la pressione in questa zona è trascurabile]

$h = \dots\dots\dots P/(\rho_m g)$

c) Numericamente, quanto vale l'altezza h_A , h_M , h_E nel caso utilizzate come liquido rispettivamente acqua (densità $\rho_A = 1.00 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$), mercurio (densità $\rho_M = 13.6 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$), etanolo (densità $\rho_E = 0.800 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$)? [Supponete $P_{ATM} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ e prendete $g = 9.80 \text{ m/s}^2$]

$h_A = \dots\dots\dots \text{ m } 10.3 \text{ m } h_M = \dots\dots\dots \text{ m } 758 \times 10^{-3} \text{ m } h_E = \dots\dots\dots \text{ m } 12.9 \text{ m}$
 [originariamente Torricelli usò del mercurio e stabilì il torr (1 torr = 1 mmHg) come unità di misura della pressione, ponendo la pressione atmosferica pari a 760 torr]

2. Il sistema in figura è costituito da due tubi aperti di sezione rispettivamente $S_1 = 5.0 \text{ cm}^2$ ed $S_2 = 10 \text{ cm}^2$ che sono in collegamento fra di loro. Essi sono riempiti di un fluido ideale (**incomprimibile**) di densità $\rho_m = 5.0 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$ e sono tappati, come in figura, da due tappi scorrevoli verticalmente di massa rispettivamente $m_1 = 10 \text{ Kg}$ ed $m_2 = 15 \text{ Kg}$. I tappi si trovano rispettivamente alle altezze h_1 ed h_2 rispetto alla quota di riferimento indicata in figura, ed il sistema, nelle condizioni di figura, si trova in equilibrio statico. [Supponete trascurabili tutte le forme di attrito nel sistema, ad esempio l'attrito di scorrimento dei tappi, ed usate il valore $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ per il modulo dell'accelerazione di gravità]



a) Sapendo che il tratto di congiunzione tra i due tubi ha sezione di diametro $d = 10 \text{ cm}$ (vedi figura) e che $h_1 = 50 \text{ cm}$, quanto vale la pressione P al punto A indicato in figura? [Ricordate che i tappi sono a contatto con la pressione atmosferica, il cui valore supponete sia $P_{ATM} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$]

$P = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ Pa } P_{ATM} + m_1 g/S_1 + \rho_m g (h_1 - d) = 3.2 \times 10^5 \text{ Pa}$

b) Quanto vale l'altezza h_2 ?

$h_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ m } h_1 + m_1/(\rho_m S_1) - m_2/(\rho_m S_2) = 1.5 \text{ m}$ [viene dall'uguaglianza delle pressioni nei due rami alla stessa quota, ad esempio alla quota A di figura]

c) Se a questo punto si aggiunge un corpo di massa $M_1 = 5.0 \text{ Kg}$ sul tappo 1, quale dovrà la massa M_2 da aggiungere sul tappo 2 per salvaguardare l'equilibrio (nelle stesse condizioni di figura)?

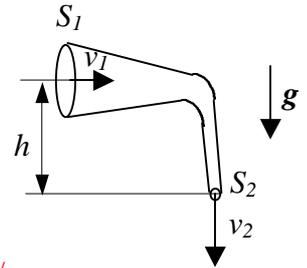
$M_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ Kg } M_1 S_2 / S_1 = 10 \text{ Kg}$

d) Tornando alle condizioni del punto b) e supponendo di praticare un **piccolo** forellino sulla base del tratto di congiunzione tra i due tubi (ad esempio nel punto indicato con B in figura), quanto varrebbe la velocità v di fuoriuscita del liquido (supposto non viscoso)? [Suggerimento: applicate Francesco Fuso – tel 050 2214305 – e-mail: fuso@df.unipi.it – web page: <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>

Bernoulli al punto A e al punto B; notate che le piccole dimensioni del foro implicano una velocità di abbassamento del livello di liquido praticamente trascurabile, e che il foro è ovviamente in contatto con la pressione atmosferica]

$$v = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ m/s} \quad (2((P - P_{ATM}) + \rho_m g d) / \rho_m)^{1/2} = (2g(m_1 / (\rho_m S_1) + h_1))^{1/2} = 9.4 \text{ m/s}$$

3. Un tubo, sagomato come in figura, è percorso da un liquido **ideale** (non viscoso e incompressibile) di densità $\rho_m = 1.0 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$ che si muove di moto stazionario. Nelle condizioni considerate, il fluido riempie una cisterna di volume $V = 2.0 \times 10^3 \text{ l}$ in un tempo $\Delta t = 100 \text{ s}$.



a) Sapendo che la sezione 2 indicata in figura ha area $S_2 = 10 \text{ cm}^2$, quanto vale la velocità v_2 di uscita del fluido dal tubo?

$$v_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ m/s} \quad Q_V / S_2 = V / (S_2 \Delta t) = 10 \text{ m/s}$$

b) Sapendo che la pressione di uscita del fluido vale $P_2 = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, che il dislivello tra le due sezioni indicato in figura vale $h = 10 \text{ m}$, e che la sezione 2 ha area $S_2 = 100 \text{ cm}^2$, quanto vale la pressione del fluido P_1 quando questo attraversa la sezione 1?

$$P_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ Pa} \quad P_2 + (\rho_m / 2)(v_2^2 - v_1^2) = P_2 + (\rho_m / 2)(V / \Delta t)^2 (1 / S_2^2 - 1 / S_1^2) = 3.0 \times 10^5 \text{ Pa} \quad [\text{applicando il teorema di Bernoulli}]$$

4. Un gabbianello di massa $m = 500.0 \text{ g}$ plana nell'aria mantenendosi ad altezza costante.

a) Supponendo che il corpo del gabbianello sia costituito da materiale **omogeneo** di densità di massa $\rho = 5.000 \times 10^2 \text{ Kg/m}^3$, quanto vale il volume V occupato dal gabbianello?

$$V = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ m}^3 \quad m / \rho = 1.000 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

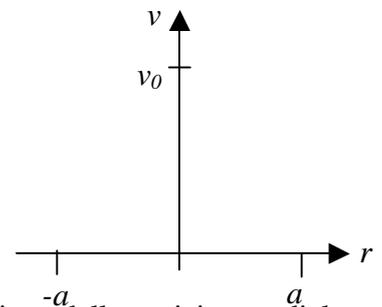
b) Considerando l'aria in cui il gabbianello è immerso come un fluido **omogeneo** di densità $\rho_A = 1.000 \text{ Kg/m}^3$, quanto vale **complessivamente** il modulo della forza verticale F che permette il "galleggiamento nell'aria" del gabbianello? [Ricordate il principio di Archimede! Inoltre prendete $g = 9.800 \text{ m/s}^2$]

$$F = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N} \quad mg - \rho_A V g = 4.899 \text{ N}$$

a) Considerate ora l'effetto delle ali, e supponete di poterle rappresentare come due parallelepipedi a base rettangolare il cui spessore è **molto piccolo** rispetto alle altre due dimensioni. Supponendo che il profilo alare del gabbianello sia realizzato in modo tale che la velocità relativa dell'aria sulla superficie **superiore** valga $v_1 = 20.0 \text{ m/s}$, mentre quella sulla superficie **inferiore** sia $v_2 = 10.0 \text{ m/s}$, quanto deve valere la superficie alare complessiva S affinché il gabbianello possa sostenersi in volo?

$$S = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ m}^2 \quad F / ((\rho_A / 2)(v_1^2 - v_2^2)) = 0.049 \text{ m}^2 \quad [\text{il teorema di Bernoulli permette di derivare la "portanza" delle ali}]$$

5. Un fluido fluisce in modo stazionario all'interno di un tubo di sezione circolare e raggio a . La velocità del fluido **non** è costante sull'intera sezione del tubo, ma il fluido stesso si muove di moto **laminare** con una velocità $v(r)$ che è funzione della distanza r dall'asse del tubo. Supponete che la legge che descrive la dipendenza della velocità con r all'interno del tubo sia del tipo: $v(r) = v_0 (a^2 - r^2) / a^2$ e che la velocità sia ortogonale alla sezione del tubo.



a) Disegnate schematicamente il grafico che rappresenta la velocità in funzione della posizione radiale

b) Quanto vale la portata Q_V ? [Suggerimento: suddividete la superficie della sezione in tanti anellini di area infinitesima $dS = 2\pi r dr$ ed integrate sul raggio!]

$$Q_V = \dots\dots\dots \int_{\text{SUPERF.}} v(r) dS = \int_0^a v_0 (a^2 - r^2) / a^2 2\pi r dr = (2\pi v_0 / a^2) (a^4 / 2 - a^4 / 4) = v_0 \pi a^2 / 2$$

c) Quanto vale la velocità media del fluido $\langle v \rangle$ definita come rapporto tra portata e sezione del tubo?

$$\langle v \rangle = \dots\dots\dots = v_0 / 2 \quad [Q_V / (\pi a^2) = v_0 / 2 \quad \text{per una distribuzione "parabolica" delle velocità come quella considerata, la velocità media è la metà di quella "di picco" che si misura sull'asse del tubo}]$$