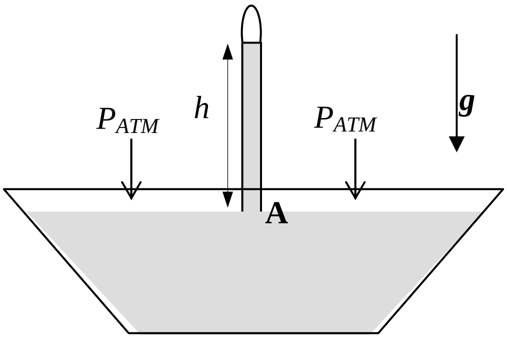
Corso di Laurea Ing. EA – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 17

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).

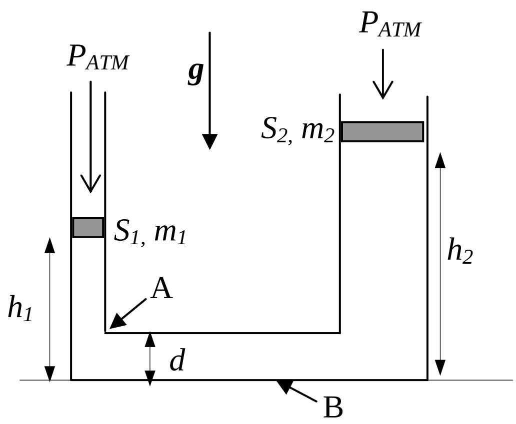


   a) Indicando la pressione atmosferica con P_{ATM}, quanto vale la pressione P al punto A indicato in figura?
   P = …………………………………... P_{ATM} [legge di Pascal e di Stevino]

   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 = ………………………………….. $P/(\rho_m g)$

   c) Numericamente, quanto vale l'altezza h_A, h_M, h_E nel caso utilizziate come liquido rispettivamente acqua (densità $\rho_A = 1.00\text{x}10^3$ Kg/m^3), mercurio (densità $\rho_M = 13.6\text{x}10^3$ Kg/m^3), etanolo (densità $\rho_E = 0.800\text{x}10^3$ Kg/m^3)? [Supponete $P_{ATM} = 1.01\text{x}10^5$ Pa e prendete $g = 9.80$ m/s^2]
   h_A = …………… m   10.3 m h_M = …………… m $758\text{x}10^{-3}$ m h_E = …………… m   12.9 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 cm^2 ed S_2 = 10 cm^2 che sono in collegamento fra di loro. Essi sono riempiti di un fluido ideale (**incomprimibile**) di densità $\rho_m = 5.0\text{x}10^3$ Kg/m^3 e sono tappati, come in figura, da due tappi scorrevoli verticalmente di massa rispettivamente m_1 = 10 Kg ed m_2 = 15 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 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 cm (vedi figura) e che h_1 = 50 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 $P_{ATM} = 1.0\text{x}10^5$ Pa]
   P = …………………………………... = ……… Pa $P_{ATM} + m_1 g/S_1 + \rho_m g (h_1 - d) = 3.2\text{x}10^5$ Pa

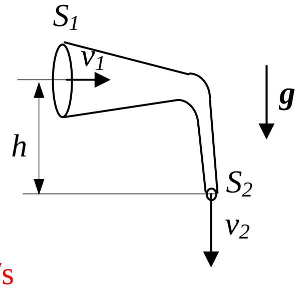
   b) Quanto vale l'altezza h_2?
   h_2 = …………………………………... = ……… m $h_1 + m_1/(\rho_m S_1) - m_2/(\rho_m S_2)$ = 1.5 m [viene dall'uguaglianza delle pressioni nei due rami alla stessa quota, ad esempio alla quota A di figura]

   c) Se a questo punto si aggiunge un corpo di massa M_1 = 5.0 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 = …………………………………... = ……… Kg $M_1 S_2 / S_1$ = 10 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

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



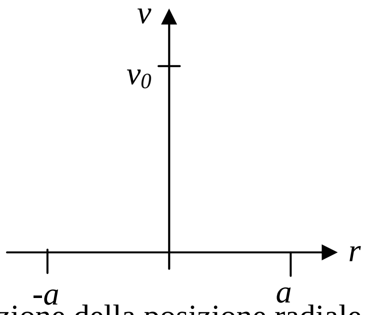
3. Un tubo, sagomato come in figura, è percorso da un liquido **ideale** (non viscoso e incomprimibile) di densità $\rho_m = 1.0\text{x}10^3$ Kg/m^3 che si muove di moto stazionario. Nelle condizioni considerate, il fluido riempie una cisterna di volume $V = 2.0\text{x}10^3$ l in un tempo Δt = 100 s.
   a) Sapendo che la sezione 2 indicata in figura ha area S_2 = 10 cm^2, quanto vale la velocità v_2 di uscita del fluido dal tubo?
   v_2 = ……………………………….. = …….. m/s $Q_V/S_2 = V/(S_2\,\Delta t)$ = 10 m/s

   b) Sapendo che la pressione di uscita del fluido vale $P_2 = 2.0\text{x}10^5$ Pa, che il dislivello tra le due sezioni indicato in figura vale h = 10 m, e che la sezione 2 ha area S_2 = 100 cm^2, quanto vale la pressione del fluido P_1 quando questo attraversa la sezione 1?
   P_1 = ……………………………….. = …….. Pa $P_2 + (\rho_m/2)(v_2^2 - v_1^2) = P_2 + (\rho_m/2)(V/\Delta t)^2\,(1/S_2^2 - 1/S_1^2) = 3.0\text{x}10^5$ Pa [applicando il teorema di Bernoulli]

4. Un gabbianello di massa m = 500.0 g plana nell'aria mantenendosi ad altezza costante.
   a) Supponendo che il corpo del gabbianello sia costituito da materiale **omogeneo** di densità di massa $\rho = 5.000\text{x}10^2$ Kg/m^3, quanto vale il volume V occupato dal gabbianello?
   V = ……………………………………………… = ………..m^3 $m/\rho = 1.000\text{x}10^{-3}$ m^3

   b) Considerando l'aria in cui il gabbianello è immerso come un fluido **omogeneo** di densità ρ_A = 1.000 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 m/s^2]
   F = ……………………………………………… = ………..N $mg - \rho_A V g$ = 4.899 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 m/s, mentre quella sulla superficie **inferiore** sia v_2 = 10.0 m/s, quanto deve valere la superficie alare complessiva S affinché il gabbianello possa sostenersi in volo?
S = ……………………...…………………… = ……….. m^2 $F/((\rho_A/2)(v_1^2 - v_2^2))$ = 0.049 m^2 [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 = …………………………………..…….. $\int_{SUPERF.} v(r)\,dS = \int_0^a v_0(a^2 - r^2)/a^2\, 2\pi r dr = (2\pi v_0/a^2)(a^4/2 - a^4/4) = v_0\,\pi\,a^2/2$

   c) Quanto vale la velocità media del fluido <v> definita come rapporto tra portata e sezione del tubo?
   <v> = ……………………………………..…….. $Q_V/(\pi a^2) = v_0/2$ [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]