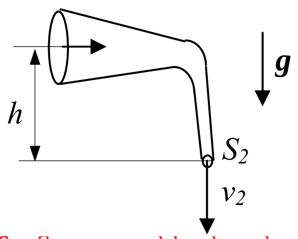
ESERCIZI IIIA



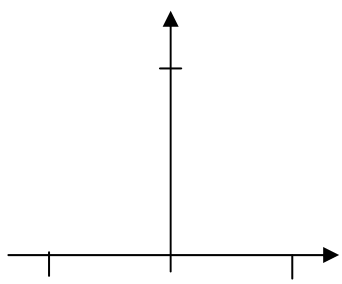
1. Un tubo, sagomato come in figura, è percorso da un liquido **ideale** (non viscoso e incomprimibile) di densità $\rho_m = 1.0 \times 10^3$ kg/m^3 che si muove di moto stazionario. Nelle condizioni considerate, il fluido riempie una cisterna di volume $V = 2.0 \times 10^3$ litri in un tempo $\Delta t = 100$ 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 [la portata del tubo, che deve essere costante, vale $Q_V = S_1 v_1 = S_2 v_2$, da cui la soluzione]

   b) Sapendo che la pressione di uscita del fluido vale $P_2 = 2.0 \times 10^5$ 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 $P_2 + (\rho_m/2)(v_2^2 - v_1^2) - \rho_m g h = P_2 + (\rho_m/2)(V/\Delta t)^2 (1/S_2^2 - 1/S_1^2) - \rho_m g h = 2.0 \times 10^5$ Pa [applicando il teorema di Bernoulli]

2. 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 $\rho_m = 5.000 \times 10^2$ kg/m^3, quanto vale il volume V occupato dal gabbianello?
   V = ……………………………………………… = ………..m^3 $m/\rho_m = 1.000 \times 10^{-3}$ m^3 [il gabbianello è ritenuto omogeneo, e quindi la densità volumica di massa è pari al rapporto massa su volume]

   b) Considerando l'aria in cui il gabbianello è immerso come un fluido **omogeneo** di densità $\rho_A = 1.000$ kg/m^3, quanto vale **complessivamente** il modulo della forza verticale F che permette agsice sul gabbianello quando questo si trova a "galleggiare" nell'aria? [Ricordate il principio di Archimede! Inoltre prendete $g = 9.800$ m/s^2]
   F = ……………………………………………… = ………..N $mg - \rho_A V g = 4.899$ N [per il principio di Archimede: la forza netta risultante è pari alla differenza tra peso del gabbianello e peso dell'aria "spostata"]

   c) 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, qui applicato con $\Delta z = 0$ per tenere conto del ridotto spessore dell'ala, permette di derivare la "portanza" delle ali come differenza di pressione tra le due superfici. Da qui si determina il valore della forza necessaria a permettere il volo, che deve essere in grado di bilanciare la forza F (diretta verso il basso) determinata al punto precedente]



dell'elemento di area $dS = 2\pi r dr$, valido per situazioni a simmetria circolare come quella considerata, permette di scrivere un integrale di singola variabile (r) che può essere facilmente calcolato]

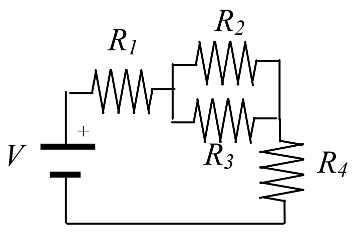
c) Quanto vale la velocità media del fluido $<v>$ definita come rapporto tra portata e sezione del tubo?
$<v>$ = ……………………………………..…….. $Q_V / (\pi a^2) = v_0/2$ [per una distribuzione "parabolica" delle velocità come quella considerata, la velocità media è **la metà** di quella "di picco" che si misura sull'asse del tubo. Questa è la situazione tipica di un fluido "reale", cioè dotato di viscosità, che segue il regime di Hagen-Poiseuille]

4. Avete a disposizione un generatore (ideale) di differenza di potenziale continua V_0 = 220 V e due lampadine ad incandescenza di potenza nominale W_0 = 100 W (questa potenza è quella dissipata da una lampadina quando essa viene alimentata dalla tensione V_0).
   a) Quanto vale la resistenza R di ogni lampadina?
   R = …………………………………... = ……… ohm V_0^2 / W = 484 ohm

   b) Quanto vale la resistenza totale delle due lampadine se queste vengono collegate in serie, R_S, o in parallelo, R_P ?
   R_S = ………………………………………… = ……… ohm $2R$ = 968 ohm
   R_P = ………………………………………… = ……… ohm $R/2$ = 242 ohm

   c) Supponendo che il generatore sia **ideale**, cioè che fornisca la differenza di potenziale V_0 a prescindere dal carico applicato, quanto vale la potenza totale dissipata nei due casi (serie e parallelo)? Supponendo che, ragionevolmente, la potenza di irraggiamento luminoso sia proporzionale alla potenza elettrica dissipata, come colleghereste le lampadine per avere più luce?
   W_S = ………………………………………… = ……… W $V_0^2/R_S = W/2$ = 50 W
   W_P = ………………………………………… = ……… W $V_0^2/R_P = 2W$ = 100 W
   Collegamento preferito: ………………………………… parallelo, perché aumenta la potenza totale a parità di differenza di potenziale disponibile

   d) Considerate ora che il generatore produca tensione **alternata**, cioè tale che la differenza di potenziale $V(t)$ da esso fornita sia funzione periodica del tempo t secondo la legge $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$, con $\omega = 2\pi/50$ rad/s (è la corrente elettrica distribuita dall'enel). Sapendo che il **valore medio** di una funzione periodica generica $f(t)$ è, per definizione, $<f> = (1/T) \int f(t)\, dt$, dove l'integrale è calcolato su un periodo T, quanto vale la potenza media $<W>$ dissipata da una singola lampadina?
   $<W>$ = ………………………………………… = ……… W $\int V(t)^2/(RT)\ dt = \int_{-T/2}^{T/2} (V_0^2 \cos^2(\omega t) / (RT)\ dt = V_0^2/(2R)$ = 50 W [ricordate che $\omega = 2\pi/T$ e che $\int_{-\pi}^{\pi} \cos^2(\alpha)\, d\alpha = \int_{-\pi}^{\pi} (1-\sin^2(\alpha))\, d\alpha = 2\pi - \int_{-\pi}^{\pi} \sin^2(\alpha)\, d\alpha = 2\pi - \int_{-\pi}^{\pi} \cos^2(\alpha)\, d\alpha$, da cui $\int_{-\pi}^{\pi} \cos^2(\alpha)\, d\alpha = \pi$]



5. La figura rappresenta un circuito elettrico composto da un generatore di differenza di potenziale V = 10.0 V e quattro resistori (di resistenza R_1 = 100 ohm, R_2 = 1.00 kohm, R_3 = 500 ohm, R_4 = 600 ohm), collegati tra loro come da schema.
   a) Quanto vale la corrente I che scorre nel circuito?
   I = ………………………………………… = ……… A $V/R_{TOT} = V/(R_1 + R_2R_3/(R_2 + R_3) + R_4)$ = 9.68 mA

   b) Quanto vale la "caduta di tensione" V_1 sulla resistenza R_1 (cioè la differenza di potenziale ai suoi capi)?
   V_1 = ………………………………………… = ……… V $R_1 I$ = 968 mV