

**Università degli Studi di Roma “La Sapienza”  
Facoltà di Ingegneria dell’Informazione, Informatica e Statistica  
Corsi di laurea in Ingegneria Informatica**

**Esame scritto di Fisica**

**Roma, 21.07.2014**

*Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.*

1. Un punto materiale si muove su una traiettoria circolare di raggio  $R=5\text{m}$  con accelerazione tangenziale costante  $a_t=2\text{m/s}^2$ , partendo da fermo al tempo  $t=0$ . Si chiede di trovare il tempo  $t^*$  al quale il modulo del vettore accelerazione  $\mathbf{a}$  del punto sarà eguale a  $2a_t$ .
2. In uno dei due rami di un tubo a U di sezione costante  $A=2\text{cm}^2$  viene versata una massa  $m=0,05\text{kg}$  di un liquido di densità  $\rho=750\text{kg/m}^3$ , che si stratifica sull’acqua già presente in precedenza nel tubo. Si chiede quale sarà all’equilibrio il dislivello  $h$  tra le superfici libere dei liquidi nei due rami.
3. Un filo di rame conduttore di sezione  $A=0,2\text{mm}^2$  viene avvolto su un supporto cilindrico di diametro  $D=3\text{cm}$  un numero  $N=300$  volte, formando complessivamente un solenoide di lunghezza  $L=70\text{cm}$ , da considerarsi infinitamente esteso. Quando si colleghino i capi del filo a una sorgente di forza elettromotrice f.e.m.= $250\text{V}$  all’interno del solenoide si rileva un campo di induzione magnetica  $B=0,5\text{T}$ . Si determini la resistività elettrica  $\rho$  del filo.

*Rispondete, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.*

1. Mostrate come la quantità di moto totale di un sistema di punti materiali, definita come  $\sum_i m_i v_i$ , sia eguale alla quantità di moto che avrebbe un punto di massa pari alla somma delle masse che si muovesse con la velocità del centro di massa.
2. Mostrate come i due enunciati di Clausius e di Kelvin del secondo principio della termodinamica siano equivalenti.
3. Giustificate la presenza del segno negativo nell’equazione di Faraday Neumann Lenz per la forza elettromotrice indotta.

**SOLUZIONI**  
**Fisica 21.07.2014**

*Esercizio n.1*

L'accelerazione **a** del punto avrà le due componenti, tangenziale  $a_t$  e centripeta  $a_c$  – tra loro ortogonali – rispettivamente eguali a

$$a_t \quad \text{e} \quad a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{(a_t t)^2}{R}$$

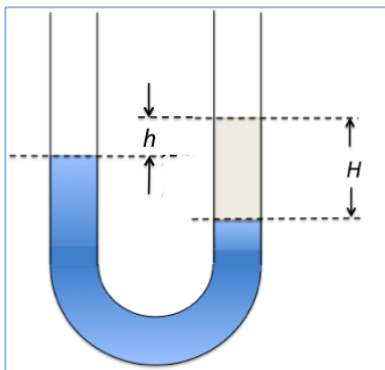
Il modulo  $a$  dell'accelerazione sarà, pertanto, pari a

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_c^2} = a_t \sqrt{1 + \left(\frac{a_t t^2}{R}\right)^2}$$

e la condizione  $a=2a_t$  conduce a  $t^* = \sqrt[4]{3} \sqrt{\frac{R}{a_t}} = 2,08\text{s}$

*Esercizio n.2*

Con riferimento alla figura riportata, la condizione di equilibrio deriva dall'eguaglianza della pressione nei due rami alla quota della superficie di separazione tra i due liquidi:



$$\rho_{acqua}(H-h)g = \rho Hg$$

e l'altezza  $H$  della colonna di liquido si ricava dall'espressione della sua densità

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{AH} \quad \text{da cui} \quad H = \frac{m}{\rho A}$$

Si otterrà, pertanto  $h = H \left(1 - \frac{\rho}{\rho_{acqua}}\right) = \frac{m}{\rho A} \left(1 - \frac{\rho}{\rho_{acqua}}\right) = 8,33\text{cm}$

*Esercizio n.3*

Il campo di induzione magnetica **B** all'interno del solenoide può considerarsi uniforme e dato in modulo da

$$B = \mu_0 n i$$

in cui  $n$  è il numero di spire per unità di lunghezza, pari a  $n=N/L$  e  $i$  è la corrente che fluisce nel filo, ricavabile da

$$i = \frac{f.e.m.}{R} = \frac{f.e.m.}{\rho \frac{l}{A}} \cong \frac{f.e.m.}{\rho N \pi D} A$$

Dalle due equazioni si ricava

$$\rho = \frac{f.e.m.}{\pi N D i} A = \frac{f.e.m.}{\pi N D} \frac{\mu_0 N}{B L} A = 1,9 \cdot 10^{-9} \Omega \text{m}$$

Nota: Il calcolo della lunghezza  $l$  del conduttore è stato approssimato, ipotizzando che essa sia data dalla lunghezza di una spira circolare moltiplicata per il numero  $N$  delle spire. Con migliore approssimazione, si deve considerare l'aumento dovuto al passo degli avvolgimenti, pari alla lunghezza del solenoide:

$$l \cong \sqrt{(\pi N D)^2 + L^2}$$