

# CONCORSO DI AMMISSIONE AL DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA - 33° CICLO

(prova 3)

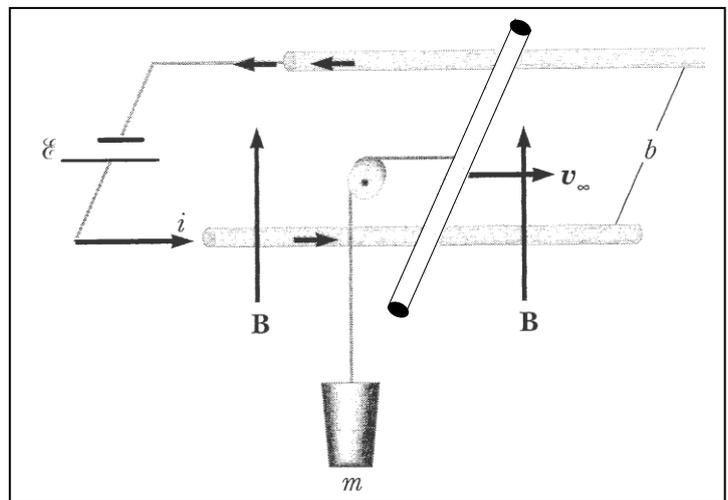
*Il candidato svolga uno dei tre temi seguenti avendo cura di non superare le tre facciate di un foglio protocollo.*

- 1) Il candidato discuta i processi di interazione radiazione-materia ad una scala di energia di sua scelta.
- 2) Si discuta un esperimento, una misura o dati osservativi che abbiano contribuito ad un progresso significativo nella comprensione di un fenomeno fisico.
- 3) La risonanza è una caratteristica presente in molti fenomeni fisici: il candidato ne discuta uno o più esempi.

*Il candidato risolva un massimo di tre esercizi tra quelli di seguito proposti.*

**Es. 1)** Si calcoli la variazione di entropia dell'universo in seguito alla miscelazione di 100 g di acqua a 10 °C con 200 g di acqua a 40 °C.

**Es. 2)** Una sbarretta conduttrice è appoggiata su due rotaie distanti  $b=20$  cm collegate ad un generatore di f.e.m.  $\mathcal{E}=8$  V. Il circuito che così si forma ha una resistenza  $R=0.3$   $\Omega$  ed è immerso in un campo magnetico  $B=0.5$  T ortogonale al piano delle rotaie. A regime la sbarretta si muove con velocità  $v_\infty$  allontanandosi e solleva, tramite un filo e una carrucola, una massa  $m=0.2$  kg.



a) Calcolare l'intensità di corrente continua di regime  $i_\infty$  e la velocità  $v_\infty$

b) Si supponga che il circuito abbia un interruttore che si chiude al tempo  $t=0$  con la sbarretta ferma. Si descriva il moto della sbarretta ricavando, in particolare, la costante di tempo con la quale la corrente e la velocità tendono rispettivamente a  $i_\infty$  e  $v_\infty$ .

**Es. 3)** Un impulso di tensione  $V(t)$  di ampiezza  $V_0$  e durata  $T$  è inviato all'ingresso di un circuito RC di tipo serie.

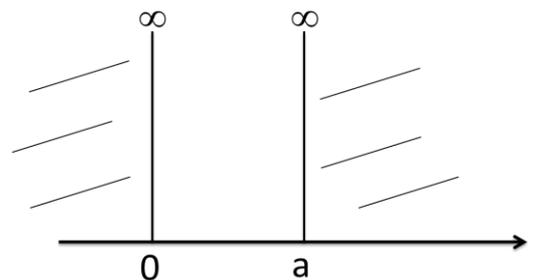
- Assumendo che componenti attivi e passivi del circuito siano ideali, calcolare  $V_R$  (d.d.p. ai capi di R) e  $V_C$  (d.d.p. ai capi di C) in funzione del tempo e disegnarne gli andamenti nel caso  $RC \ll T$ .
- Calcolare il tempo di salita di  $V_C$ ,  $t_s$ , nell'ipotesi  $RC \ll T$  e assegnare dei valori ai componenti passivi del circuito tali che  $t_s = 0.2 T$ . [Si ricorda che il tempo di salita è, per convenzione, l'intervallo di tempo impiegato dal segnale di uscita per passare dal 10% al 90% del suo valore massimo]
- Calcolare come cambiano  $V_C$  e il suo tempo di salita se si utilizza un generatore di tensione non ideale.
- Calcolare come cambiano  $V_C$  e il suo tempo di salita se si pone una resistenza  $R'$  in parallelo a C.

**Es. 4)** Due rivelatori sono posti a una distanza  $L=10$  m e misurano gli istanti di tempo  $t_1$  e  $t_2$  in cui sono attraversati da una particella carica. La misura del tempo di volo  $t_2-t_1$  permette di distinguere il tipo di particella, assumendo che sia stato misurato il momento  $p$ .

- Determinare la differenza tra il tempo di volo di un kaone ( $m_K=494 \text{ MeV}/c^2$ ) e quello di un pione ( $m_\pi=140 \text{ MeV}/c^2$ ) in funzione del momento  $p$ .
- Sapendo che la risoluzione temporale dei rivelatori è  $\delta t_1=\delta t_2=100$  ps, determinare il valore del momento massimo  $p_{\max}$  che consente la discriminazione dei kaoni dai pioni. Per semplicità di calcolo si assuma  $p \gg m_K c$ .

**Es. 5)** Una particella di massa  $m$  è confinata in una regione unidimensionale  $0 \leq x \leq a$ . All'istante  $t=0$  la sua funzione d'onda normalizzata è

$$\psi(x, t=0) = \sqrt{\frac{8}{5a}} \left[ \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) + \frac{1}{2} \sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right) \right]$$



- Qual è la funzione d'onda ad un certo istante di tempo  $t=t_0 > 0$ ?
- Qual è l'energia media del sistema a  $t=0$  e a  $t=t_0$ ?
- Qual è la probabilità che la particella sia trovata nella metà sinistra della scatola (cioè nella regione  $0 \leq x \leq a/2$ ) all'istante  $t=t_0$ ?