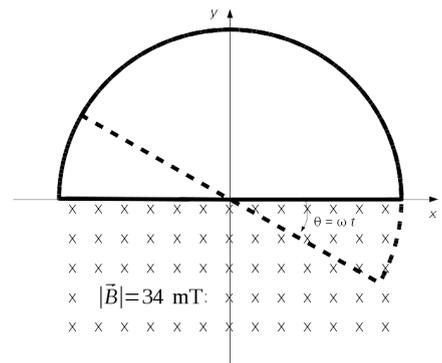




- 1) Un'auto percorre una curva con accelerazione costante  $a = 0.62 \text{ ms}^{-2}$ , partendo da ferma. La curva ha la forma di un arco di circonferenza di raggio  $R = 40 \text{ m}$ . Il coefficiente di attrito statico tra le ruote e l'asfalto è  $\mu = 0.20$ . Dopo aver percorso quale distanza l'auto comincia a sbandare?

- 2) Una spira ha la forma di una semicirconferenza di raggio  $R = 10 \text{ cm}$  ed è impernata nel centro di quest'ultima, potendo ruotare attorno a un asse perpendicolare al suo piano (come mostrato nel diagramma a destra). L'asse di rotazione è parallelo a un campo magnetico uniforme  $|\vec{B}| = 34 \text{ mT}$  che, all'istante  $t = 0 \text{ s}$ , si trova nella regione di piano non occupata dalla spira e può essere assunto uscente dal piano del diagramma. La spira ruota con velocità angolare costante  $\omega = 2\pi \text{ s}^{-1}$ . Calcola valore e segno della forza elettromotrice che si produce nella spira per  $t = 0.3 \text{ s}$  e per  $t = 0.8 \text{ s}$ .



[Può essere utile ricordare la relazione tra angolo al centro ed area di un settore circolare]

- 3) Un cubetto di ghiaccio ha massa  $m_g = 5 \text{ g}$  e una temperatura iniziale  $T_i = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Calcolare l'energia necessaria in unità SI per trasformare il cubetto in vapore ad una temperatura finale  $T_f = 110 \text{ }^\circ\text{C}$ . In quale trasformazione è richiesta la maggior quantità di energia? In quale processo è richiesta la minore quantità di energia?

[Dati utili: calore latente di fusione  $\lambda_F = 80 \text{ Cal g}^{-1}$ . Calore latente di ebollizione  $\lambda_E = 540 \text{ Cal g}^{-1}$ . Assumere il calore specifico del ghiaccio e quello del vapore d'acqua essere 2 volte più piccoli del calore specifico dell'acqua liquida]



## Soluzioni

### Esercizio 1

La forza centripeta  $m v^2/R$  (con  $m$  massa dell'auto,  $v$  la sua velocità e  $R$  il raggio di curvatura) che permette all'auto di percorrere la curva dev'essere minore o uguale alla forza d'attrito  $\mu m g$  affinché l'auto non sbandi. Quindi:

$$\mu m g = m v^2 / R$$

La velocità dell'auto non è costante, ma cambia secondo la legge  $v = a t$ .

Sostituendo si ottiene

$$\frac{a^2 t^2}{R} = \mu g$$

da cui

$$t = \frac{1}{a} \sqrt{\mu R g} \approx 14 \text{ s}$$

La distanza percorsa in questo tempo vale

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \approx 61 \text{ m}$$

### Esercizio 2

Prima di tutto scriviamo i dati in unità del SI:  $r = 0.1 \text{ m}$  e  $B = 34 \times 10^{-3} \text{ T}$ .

Quando la spira penetra nella regione di campo, di essa è immersa una frazione di area pari a  $\alpha / 2\pi$ , dove  $\alpha = \omega t$  è l'ampiezza del settore circolare immerso nel campo al tempo  $t$ .

Il flusso del campo magnetico attraverso la spira quindi vale

$$\Phi = B \frac{\alpha}{2\pi} \pi r^2 = B \frac{\omega t}{2} r^2$$

(il campo magnetico è perpendicolare al piano della spira).

La forza elettromotrice è data dalla derivata temporale del flusso:

$$fem = - \frac{d\Phi}{dt} = - B \frac{\omega}{2} r^2 \approx - 1.1 \text{ mV}$$



Osserviamo che la fem  $\mathcal{E}$  è indipendente dal tempo. L'unica dipendenza è nel segno perché quando la spira entra nella regione in cui è presente il campo il flusso aumenta, mentre nel caso contrario il flusso diminuisce. Poiché la spira ruota con una velocità angolare costante di  $2\pi \text{ s}^{-1}$ , ogni secondo la spira compie un intero giro. La spira risulta completamente immersa nel campo dopo mezzo secondo. Quindi per tempi inferiori a 0.5 s la fem ha un segno (che dipende dall'orientazione del campo magnetico), mentre per tempi superiori, ma inferiori a 1 s ha segno opposto.

### Esercizio 3

1. Calore necessario per innalzare la temperatura del ghiaccio da  $T_i$  alla temperatura di fusione

$$Q_1 = 1/2 c m_g (0^\circ\text{C} - T_i) = 1/2 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1} 5 \text{ g } 10 \text{ K} = 5 \text{ cal} = 25 \text{ cal} \times 4.18 \text{ J/cal} = 105 \text{ J}$$

2. Calore necessario per fondere il ghiaccio

$$Q_2 = \lambda_F m_g = 80 \text{ cal g}^{-1} 5 \text{ g} = 400 \text{ cal} = 400 \text{ cal} \times 4.18 \text{ J/cal} = 1672 \text{ J}$$

3. Calore necessario per innalzare la temperatura dell'acqua liquida al punto di ebollizione

$$Q_3 = c m_g (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1} 5 \text{ g } 100 \text{ K} = 500 \text{ cal} = 500 \text{ cal} \times 4.18 \text{ J/cal} = 2090 \text{ J}$$

4. Calore necessario per far evaporare tutta l'acqua

$$Q_4 = \lambda_E m_g = 540 \text{ cal g}^{-1} 5 \text{ g} = 2700 \text{ cal} = 2700 \text{ cal} \times 4.18 \text{ J/cal} = 11286 \text{ J}$$

5. Calore necessario per innalzare la temperatura del vapor d'acqua alla temperatura finale

$$Q_5 = 1/2 c m_g (110^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) = 1/2 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1} 5 \text{ g } 10 \text{ K} = 25 \text{ cal} = 25 \text{ cal} \times 4.18 \text{ J/cal} = 105 \text{ J}$$

6. Calore totale per fondere il ghiaccio, vaporizzare l'acqua e scaldare il vapore alla temperatura finale richiesta:

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 105 \text{ J} + 1672 \text{ J} + 2090 \text{ J} + 11286 \text{ J} + 105 \text{ J} = 15258 \text{ J}$$

La maggior quantità di energia è richiesta nel processo di evaporazione dell'acqua. La minor quantità di energia è richiesta nei processi di riscaldamento del ghiaccio, fino alla sua temperatura di fusione, e del vapor d'acqua.



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Corso di Laurea in Biotecnologie Agro-Industriali  
Prova scritta di Fisica - A.A. 2018-2019 - 4 febbraio 2019

---