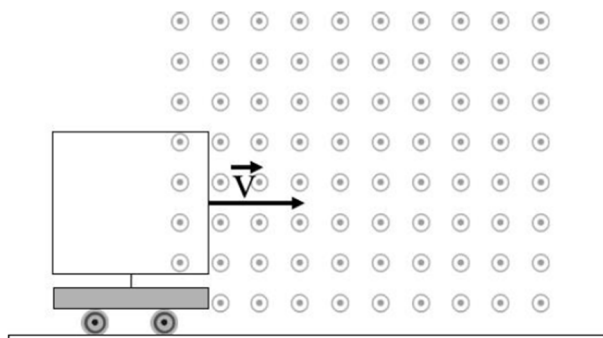


Esame di Stato – sessione suppletiva - seconda prova scritta - Liceo scientifico (tutti gli indirizzi) - Prova scritta di Matematica e Fisica – 4 luglio 2019

QUESITO 7 - soluzione di L. Tomasi

7. Una bobina è costituita da N spire quadrate di lato l , ha una resistenza elettrica R ed è montata su un carrello che può muoversi con attrito trascurabile su un piano orizzontale. Il carrello viene tirato con velocità costante $\vec{v}$ ed entra in una zona in cui è presente un campo magnetico $\vec{B}$, uscente dalla pagina come in figura. Spiegare perché la bobina si riscalda e determinare l'espressione della potenza dissipata. Cosa accade se il carrello viene lanciato con velocità $\vec{v}$ verso la stessa regione?



Soluzione

- a) Quando la bobina entra con velocità costante $\vec{v}$ nella regione di campo magnetico $\vec{B}$ uniforme e ortogonale al piano della bobina, uscente dalla pagina, il flusso del campo magnetico concatenato con la bobina varia nel tempo (l'area delle spire immerse nel campo magnetico aumenta). Secondo la legge di Faraday-Neumann-Lenz, una variazione del flusso del campo magnetico genera una forza elettromotrice (fem) indotta, data da

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt}.$$

Questa fem provoca una corrente indotta nella bobina che percorre la resistenza R e c'è quindi una dissipazione di calore per effetto Joule $Q = I^2 R \Delta t$ e la bobina si riscalda.

- b) Sia $x(t)$ la lunghezza della spira che è entrata nel campo magnetico, con $0 \leq x \leq l$. L'area della bobina entrata nella zona del campo magnetico è

$$A_{in} = lx.$$

Poiché $\frac{dx}{dt} = v$, si ha

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(BA_{in})}{dt} = B \frac{dA_{in}}{dt} = Blv.$$

La fem indotta è pertanto

$$\mathcal{E} = NBlv$$

e la corrente indotta vale

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{NBlv}{R}.$$

La potenza dissipata (per effetto Joule) è quindi:

$$P = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{R} = \frac{N^2 B^2 l^2 v^2}{R}.$$

c) Se il carrello viene lanciato con velocità v , all'inizio, mentre la spira sta entrando nel campo magnetico, si genera la stessa fem e la stessa intensità di corrente del caso precedente. Ne consegue una decelerazione e l'energia cinetica perduta dal carrello viene convertita in calore (per effetto Joule).

Quando la spira è completamente immersa nel campo magnetico (uniforme), ammesso che non si sia fermata durante l'entrata, il flusso del campo magnetico attraverso la spira non varia più e la fem cade a zero; la corrente si annulla e la forza frenante sulla spira è nulla.

Quindi il carrello decelera durante la fase di ingresso (e parte dell'energia cinetica viene dissipata), poi prosegue con velocità costante (minore di v) una volta che la bobina è immersa totalmente nel campo.

All'inizio la bobina possiede energia cinetica

$$K = \frac{1}{2} m v^2.$$

Supponiamo che quando entra completamente nel campo abbia velocità v_f ; per il teorema dell'energia cinetica, se W è il lavoro compiuto dalla forza frenante, si ha quindi:

$$\begin{aligned} -W &= \frac{1}{2} m (v_f^2 - v^2) \\ -\frac{2W}{m} &= v_f^2 - v^2 \\ v_f &= \sqrt{v^2 - \frac{2W}{m}}. \end{aligned}$$

Tabella di analisi del quesito

Livello di difficoltà stimato	☐ Basso	☒ Medio	☐ Alto	☐ Molto alto	
Formulazione del quesito	☐ Scorretta	☐ Ambigua	☐ Poco chiara	☒ Corretta	☐ Molto chiara
L'argomento è presente nelle Indicazioni Nazionali	☒ Sì		☐ No		☐ Non è esplicitato / Non è chiaro
L'argomento è presente nel QdR di Fisica	☒ Sì		☐ No		☐ Non è esplicitato / Non è chiaro
Di solito, viene svolto nella pratica didattica usuale?	☒ Sì		☐ No		☐ Non sempre
È un argomento presente nei libri di testo di Fisica?	☐ No		☐ Non sempre		☒ Sempre
Verifica conoscenze / abilità / competenze fondamentali?	☒ Sì		☐ Solo parzialmente		☐ No

Per la risoluzione del quesito
è utile una calcolatrice
grafica?

☐ Sì

☒ No

☐ Parzialmente