

**ESAME DI STATO
DI LICEO SCIENTIFICO
1995**

Indirizzo

Scientifico Sperimentale

La prova

Quesito di Fisica

In un cantiere si devono sollevare carichi da 50 kg ciascuno a 20 metri di altezza ma, per un guasto al sistema elettrico, è necessario ricorrere ad un motore in cc alimentato da una batteria nuova di automobile da 12 V e 40 Ah.

Il candidato valuti la potenza minima accettabile per il motore e calcoli il numero di carichi che potranno essere sollevati prima di esaurire la batteria, sapendo che:

1. la batteria è nuova e perfettamente carica,
2. il motore impiega un minuto per sollevare ciascun carico,
3. il sistema ha un rendimento del 60%.

La soluzione

Quesito di Fisica

La potenza che deve avere il motore richiesto può essere ricavata dalla condizione 2. Se il motore solleva un carico di 50 kg ad un'altezza di 20 m in un minuto, deve fornire una potenza utile pari almeno a:

$$P_u = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\vec{F} \circ \Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{m g \Delta h}{\Delta t} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 20 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 163 \text{ W}. \quad (1)$$

La potenza utile è una frazione, pari al rendimento del 60%, della potenza totale P_t erogata dalla batteria al motore:

$$P_t = \frac{P_u}{60\%} = \frac{163 \text{ W}}{0,60} = 272 \text{ W}. \quad (2)$$

Il motore si comporta come un carico resistivo in corrente continua che assorbe una potenza P_t quando ai suoi capi è stabilita una differenza di potenziale $\Delta V = 12 \text{ V}$. Possiamo applicare perciò la relazione di Joule

$$P = \Delta V \cdot I$$

per determinare la corrente I assorbita dal motore:

$$I = \frac{P_t}{\Delta V} = \frac{272 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 22,7 \text{ A.} \quad (3)$$

La batteria è in grado di erogare una quantità di carica Q complessivamente pari a una corrente di intensità 40 A che fluisce per 1 ora:

$$Q = 40 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} = 144 \text{ kC}.$$

Se il motore assorbe una corrente di $22,7 \text{ A}$, il tempo impiegato dalla batteria per esaurirsi risulta

$$\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{144 \text{ kC}}{22,7 \text{ A}} = 6344 \text{ s} = 106 \text{ min.} \quad (4)$$

Poiché il motore solleva un carico al minuto, questo è anche il numero di carichi sollevati.

A questo punto è indispensabile muovere al testo un'osservazione che non dovrebbe mancare neppure nello svolgimento del quesito da parte del candidato. Il problema è stato risolto in base alle ipotesi del testo, ma è necessario far notare che tali ipotesi sono del tutto irrealistiche. È necessario infatti ipotizzare che la batteria continui a erogare la corrente I e a stabilire la differenza di potenziale ΔV da noi calcolate per tutta la durata del suo funzionamento. Ora, noi sappiamo che questo non è possibile. Se il regime da noi determinato può venire realizzato all'inizio, quando la batteria "è nuova e perfettamente carica", ben presto la batteria inizierà a perdere efficienza e i valori effettivi di corrente e tensione caleranno progressivamente. L'idea di una batteria che funziona in maniera ideale fino ad esaurirsi all'improvviso costituisce una schematizzazione poco realistica, necessaria a risolvere il problema, ma tale da rendere poco significativo in pratica il risultato ottenuto.

Lo stesso problema può essere risolto per un'altra strada. La batteria può essere trattata come un sistema che porta una quantità di carica Q a una differenza di potenziale ΔV , e quindi un sistema che fornisce un'energia potenziale elettrostatica

$$U = Q \cdot \Delta V = 144 \text{ kC} \cdot 12 \text{ V} = 1,73 \text{ MJ.} \quad (5)$$

L'energia è utilizzata dal motore con un'efficienza del 60% , per cui il lavoro complessivamente svolto dal motore risulta:

$$W = 0,60 \cdot U = 0,60 \cdot 1,73 \text{ MJ} = 1,04 \text{ MJ.} \quad (6)$$

Ad ogni carico il lavoro compiuto è $w = mg\Delta h = 9,8 \text{ kJ}$, per cui il numero complessivo di carichi realizzabili risulta:

$$N = \frac{W}{w} = \frac{1,04 \text{ MJ}}{9,8 \text{ kJ}} = 106 \quad (7)$$

risultato che coincide naturalmente con quello (vedi eq. 4) precedentemente ottenuto per altra strada. Per questo secondo metodo, comunque, valgono le stesse osservazioni già esposte a proposito della scarsa plausibilità.