

BRS1 - ESAME DI STATO DI LICEO SCIENTIFICO

Indirizzo: SCIENTIFICO – Progetto “BROCCA”

CORSO SPERIMENTALE

Tema di: FISICA E LABORATORIO

Secondo tema

Sono disponibili una pila di forza elettromotrice $f.e.m. = 4,5 \text{ V}$ e due lampadine, A e B , costruite per essere utilizzate con la differenza di potenziale $\Delta V = 4,5 \text{ V}$ e aventi, rispettivamente, le potenze $P_A = 3 \text{ W}$ e $P_B = 5 \text{ W}$.

La pila eroga una corrente elettrica d'intensità $I = 6 \text{ A}$ se è posta in condizione di cortocircuito per un breve istante.

Il candidato:

- spieghi i concetti di forza elettromotrice di una pila e di differenza di potenziale disponibile ai suoi morsetti, proponendo anche la relazione matematica tra le due grandezze;
- descriva una procedura di laboratorio per misurare ognuna delle due grandezze fisiche;
- tratti il concetto di potenza associato ad una corrente elettrica e ricavi l'espressione della potenza dissipata in una resistenza;
- calcoli la resistenza interna della pila in condizioni di cortocircuito, trascurando la resistenza del filo di collegamento,
- calcoli la potenza dissipata sulle due lampadine quando vengono collegate, separatamente, alla pila;
- calcoli, in percentuale, il rendimento delle due lampadine in rapporto alla loro reale capacità di funzionamento e commenti il risultato indicando quale lampadina ha la luminosità più vicina al valore massimo possibile, in base alle sue caratteristiche, e spiegando il perché.

durata massima della prova: 6 ore.

è consentito l'uso di tavole numeriche e della calcolatrice tascabile non programmabile.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

Segue trascrizione ai fini dell'accessibilità

Secondo tema

Sono disponibili una pila di forza elettromotrice $f.e.m. = 4,5 \text{ V}$ e due lampadine, A e B , costruite per essere utilizzate con la differenza di potenziale $\Delta V = 4,5 \text{ V}$ e aventi, rispettivamente, le potenze $P_A = 3 \text{ W}$ e $P_B = 5 \text{ W}$. La pila eroga una corrente elettrica di intensità $I = 6 \text{ A}$ se è posta in condizioni di cortocircuito per un breve istante.

Il candidato:

- Spieghi i concetti di forza elettromotrice di una pila e di differenza di potenziale disponibile ai suoi morsetti, proponendo anche la relazione matematica tra le due grandezze;
- descriva una procedura di laboratorio per misurare ognuna delle due grandezze fisiche,
- tratti il concetto di potenza associato ad una corrente elettrica e ricavi l'espressione della potenza dissipata in una resistenza;
- calcoli la resistenza interna della pila in condizioni di cortocircuito, trascurando la resistenza del filo di collegamento;
- calcoli la potenza dissipata sulle due lampadine quando vengono collegate, separatamente, alla pila;
- calcoli, in percentuale, il rendimento delle due lampadine in rapporto alla loro reale capacità di funzionamento e commenti il risultato indicando quale lampadina ha la luminosità più vicina al valore massimo possibile, in base alle sue caratteristiche, e spiegando il perché.

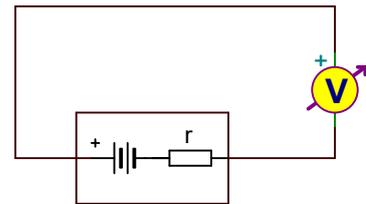
1. Per *forza elettromotrice* (fem) si intende la differenza di potenziale ai capi di un generatore a circuito aperto (ovvero quando il generatore non eroga corrente); la *differenza di potenziale disponibile* è invece la caduta di potenziale quando ai suoi capi a circuito chiuso, ovvero quando il generatore eroga corrente.

Le due grandezze sono uguali per un generatore ideale; ogni generatore reale presenta invece una *resistenza interna* (che indicheremo con r) che determina, in base alla I legge di Ohm, una riduzione della differenza di potenziale realmente erogabile dalla pila rispetto alla sua fem nominale:

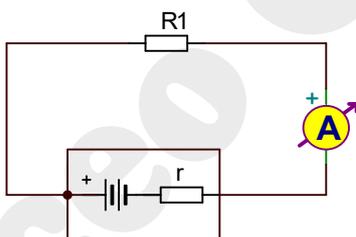
$$\Delta V = fem - r i \quad (1)$$

Se la resistenza interna è piccola rispetto alle altre resistenze presenti nel circuito, come accade in molti circuiti reali, fem e differenza di potenziale possono essere assunte approssimativamente uguali.

2. La differenza di potenziale di una pila può misurarsi collegando direttamente un voltmetro ai capi della pila: come nello schema a fianco (il voltmetro chiude il circuito consentendo al generatore di erogare la corrente necessaria per la misura).



La fem , essendo una grandezza nominale, non può essere misurata direttamente in condizioni operative; si può pertanto procedere costruendo un circuito con il generatore e una resistenza R_1



Si ha:

$$fem - r i_1 = R_1 i_1 \quad (2)$$

dove la corrente i_1 è misurata dall'amperometro in serie al circuito (ne trascuriamo la resistenza interna).

Costruiamo quindi un secondo circuito sostituendo la resistenza R_1 con un'altra resistenza R_2 diversa, misurando la corrente i_2

$$fem - r i_2 = R_2 i_2 \quad (3)$$

risolvendo il sistema delle equazioni (2) e (3) si ricava:

$$fem = \frac{i_1 i_2}{i_2 - i_1} (R_1 - R_2) \quad (4)$$

3. Il passaggio di una carica Δq attraverso la d.d.p. ΔV richiede un lavoro $\Delta L = \Delta q \cdot \Delta V$; la potenza che un generatore eroga per produrre una corrente i è pertanto:

$$W = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{\Delta q \cdot \Delta V}{\Delta t} = i \cdot \Delta V \quad (5)$$

la relazione ottenuta ha validità generale, non avendo fatto alcuna assunzione sul rapporto esistente tra corrente e d.d.p.; nel caso particolarmente importante di un conduttore ohmico, introducendo nella (5) la resistenza R del conduttore si ottengono le relazioni:

$$W = i \cdot \Delta V = R i^2 = \frac{(\Delta V)^2}{R} \quad (6)$$

La potenza erogata dal generatore determina viene ceduta, sotto forma di energia termica, al conduttore che pertanto si riscalda (*effetto Joule*); a livello microscopico, l'effetto Joule si giustifica tramite gli urti (anelastici) degli elettroni di conduzione con gli ioni del reticolo metallico.

Alcuni dati hanno una sola cifra significativa, per cui anche i risultati dovrebbero averne una sola; per maggiore chiarezza, riportiamo tutti i valori con due cifre significative.

4.
$$r = \frac{fem}{I} = \frac{4,5 V}{6 A} = 0,75 \Omega \quad (7)$$

5. Ricaviamo la resistenza di ogni lampadina utilizzandone i valori nominali:

$$R_A = \frac{(\Delta V)^2}{P_A} = \frac{(4,5 V)^2}{3 W} = 6,75 \Omega \approx 6,8 \Omega \quad (8a)$$

e

$$R_B = \frac{(\Delta V)^2}{P_B} = \frac{(4,5 V)^2}{5 W} = 4,05 \Omega \approx 4,1 \Omega \quad (8b)$$

L'equazione del circuito ottenuto collegando separatamente le due lampadine alla pila risulta:

$$fem - ri - Ri = 0 \quad (9)$$

da cui

$$i = \frac{fem}{R + r} \quad (10)$$

e la potenza dissipata sulla resistenza R (ovvero sulla lampadina) risulta:

$$W = R i^2 = \frac{R}{(R+r)^2} f e m^2 \quad (11a)$$

da cui, sostituendo i valori precedentemente ottenuti:

$$W_A = R_A i_A^2 = \frac{R_A}{(R_A+r)^2} f e m^2 = 2,4 W \quad (11b)$$

e

$$W_B = R_B i_B^2 = \frac{R_B}{(R_B+r)^2} f e m^2 = 3,6 W \quad (11c)$$

$$6. \quad \eta_A = \frac{W_A}{P_A} = \frac{2,4 W}{3 W} = 0,80 \quad (12a)$$

e

$$\eta_B = \frac{W_B}{P_B} = \frac{3,6 W}{5 W} = 0,72 \quad (12b)$$

La lampadina A ha un rendimento reale più vicino al rendimento nominale in quanto $R_A > R_B$; ciò comporta che la corrente che circola nella lampadina A, a parità di alimentazione, è minore di quella che circola nella lampadina B, conseguentemente risulta minore anche la caduta di potenziale interna alla pila, per cui le condizioni di esercizio reale della lampadina A risultano più vicine a quelle nominali.