



Associazione per l'Insegnamento della Fisica



37^a edizione

2023

Campionati di FISICA

Gara Nazionale - Prova sperimentale

Senigallia (AN) - giovedì 13 aprile 2023

ISTRUZIONI:

Tempo: 4 ore

**Non sfogliare il fascicolo !
Aspetta che sia dato il via.**

1. Appena ti verrà dato il via, controlla che il **Codice Studente** riportato sulla busta grande, sulla busta piccola e sul cartoncino sia lo stesso.

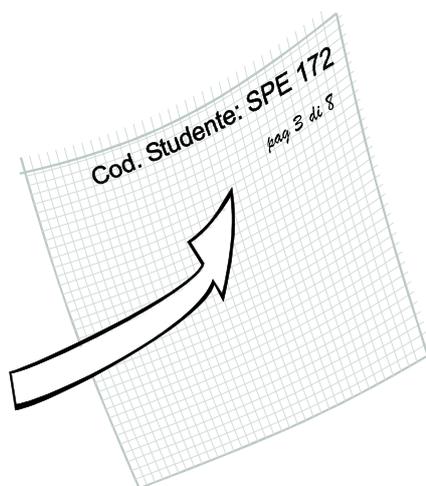
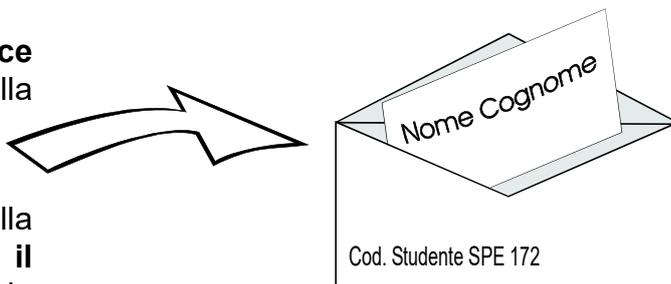
Scrivi chiaro il tuo **NOME e COGNOME**

sul cartoncino, poi inserisci il cartoncino nella busta piccola e chiudila **senza incollare il lembo**; metti subito la busta piccola chiusa in quella grande che userai alla fine per consegnare tutti i fogli.

Successivamente, NON dovrai scrivere il tuo nome su nessun foglio, né sulle buste, ma dovrai usare solo

il tuo Codice Studente !

2. Su ogni facciata scrivi chiaramente, in alto a destra, solo il tuo **Codice Studente**.
3. Scrivi il numero di pagina e il totale delle pagine



I Campionati di Fisica sono organizzati dall'AIF su mandato del



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE
E DEL MERITO

La Gara Nazionale ha il sostegno di

Comune di
Senigallia

Liceo Statale "Medi"
Senigallia

Istruzioni generali

Leggi attentamente tutto il testo seguente prima di iniziare a lavorare con i materiali a disposizione.

Non ti si chiede una relazione di laboratorio, ma solamente una serie di risposte da scrivere nei fogli appositi.

Ogni risposta deve avere una sua giustificazione sintetica e chiara, anche se non è chiesto esplicitamente nella domanda.

Se, per migliorare un procedimento, adotti accorgimenti significativi, registrati nel corrispondente foglio risposte.

Al termine della prova inserisci i fogli con le risposte e la minuta nell'apposita busta da consegnare.

LED \rightleftharpoons LDR

Punti 200

Introduzione — Un LED (Fig. 1a) è un dispositivo che emette luce se opportunamente attivato da una sorgente di energia elettrica. Il LED va alimentato in modo che l'elettrodo più lungo (+) sia a potenziale maggiore dell'altro. L'elettrodo più corto (-) può essere individuato anche grazie ad una smussatura del collare che sta alla base del corpo cilindrico. In Fig. 1b è rappresentato il simbolo elettrico del LED. In Fig. 1c è riprodotta la porzione di curva caratteristica di un generico LED.



Fig. 1a

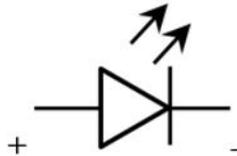


Fig. 1b

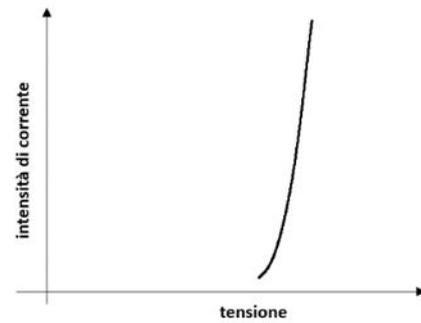


Fig. 1c

Un LDR, o fotoresistore, (Fig. 2a) è un dispositivo la cui resistenza elettrica cambia quando viene investito dalla luce. Un LDR non ha polarità di impiego. In Fig. 2b si ha il simbolo elettrico del dispositivo.



Fig. 2a

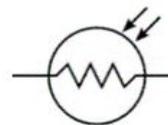


Fig. 2b

Il materiale impiegato per costruire un LDR rende il dispositivo più o meno sensibile alle diverse lunghezze d'onda della luce. Ciò influenza la risposta in resistenza del fotoresistore alla luce intercettata. Tuttavia, fissato il tipo di LED, e quindi la gamma di lunghezze d'onda della luce irradiata, è possibile utilizzare la misura di resistenza elettrica del fotoresistore in dotazione per definire un indicatore Φ che sia proporzionale alla potenza della luce emessa dal LED.

L'obiettivo dell'esperimento è definire Φ e studiare la relazione tra Φ e la potenza elettrica P che alimenta il LED.

ATTENZIONE: non collegare direttamente il LED alla pila!

Un elevato valore dell'intensità di corrente può determinare la rottura del LED compromettendo la tua prova sperimentale.

MATERIALI A DISPOSIZIONE

LED Giallo Kingbright, L-7113SYC-J.
 LDR Luna Optoelectronics NSL-19M51, CdS.
 Multimetro, con puntali, da impiegare come amperometro sulla portata (fissa) di 200 mA in c.c.
 Multimetro, con puntali, da impiegare, all'occorrenza, come voltmetro sulla portata (fissa) di 20 V in c.c. per la misura della tensione ai capi del LED, e come ohmetro sulla portata (fissa) di 20 k Ω per la misura della resistenza dell'LDR.
 Potenziometro P4W-LIN 100, 100 Ohm,
 7 cavetti coccodrillo-coccodrillo.

Pila da 4.5 V.
 2 gomme per cancellare
 4 puntine da disegno.
 2 listelli di legno per realizzare un banco ottico.
 Nastro metrico di carta.
 Rotolo di nastro adesivo di carta.
 Foglio A4 di cartoncino nero.
 Forbici.
 2 squadre da disegno.
 Carta millimetrata.

INFORMAZIONI E ISTRUZIONI PER IL MONTAGGIO DELL'APPARATO SPERIMENTALE

In Fig.3a è rappresentato il **potenziometro**. Sono evidenziati tre terminali con le lettere A, C, B. Il cilindro metallico di colore grigio funziona da manopola di regolazione. In Fig.3b è rappresentato lo schema che permette di comprendere il funzionamento del dispositivo. La parte a ferro di cavallo rappresenta un resistore i cui estremi sono in contatto con i terminali A e B. Sul resistore può scorrere il contatto elettrico collegato alla manopola di regolazione e al terminale C. In Fig.3c è evidenziata la modalità con cui il potenziometro verrà impiegato e in Fig.3d è riprodotto il circuito equivalente. Quando il cursore C coincide con l'estremo A la resistenza del ramo AC (R_{AC}) si riduce a zero e nel LED (il carico) non passa corrente. La tensione ai capi del LED è nulla. Quando il cursore C è posizionato in un punto intermedio tra A e B ai capi del LED si ha una tensione minore di quella fornita dalla pila, ma maggiore di zero.

Avvicinando il cursore C all'estremo B la tensione ai capi del LED aumenta e assume il valore massimo quando C e B vengono fatti coincidere ($R_{BC} = 0$). Quest'ultima condizione non deve mai essere raggiunta.

Con queste modalità di impiego il potenziometro è usato come partitore di tensione.



Fig. 3a

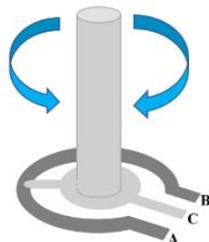


Fig. 3b

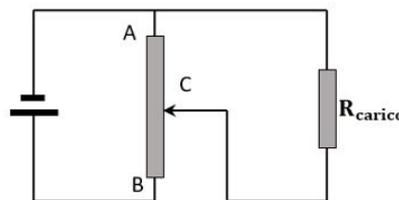


Fig. 3c

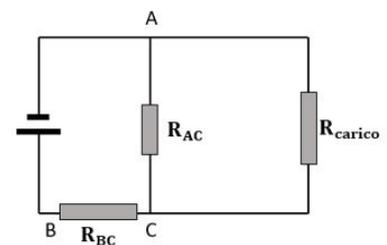


Fig. 3d

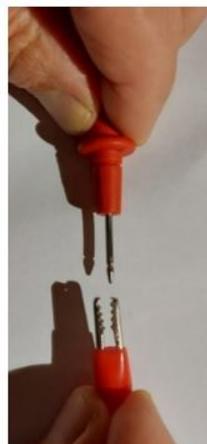


Fig. 4a



Fig. 4b



Fig. 4c

Puntali. Per rendere stabile il collegamento dei multimetri al circuito di lavoro occorre collegare ciascun puntale ad un cavetto coccodrillo-coccodrillo, come illustrato in Fig.4(a), (b) e (c). Assicurati che la pinza si chiuda addentando solo la parte metallica del puntale.

Gomme per cancellare e puntine da disegno. Hanno, rispettivamente, la funzione di sostegno e blocco degli elettrodi di LED e LDR. Vedi la Fig.5a e la Fig.5b. **Evita che le puntine da disegno siano in contatto tra loro.** Le basi del LED e dell’LDR devono essere poste in contatto con la parete verticale della gomma. Il LED e l’LDR devono risultare allineati una volta inseriti tra i listelli di legno (vedi dopo), in modo da garantire che l’asse del cono di luce irradiata dal LED passi per il centro della base del fotoresistore. Piega gli elettrodi di LED e LDR come evidenziato nelle foto: ciò favorirà il collegamento con le pinze dei cavetti.

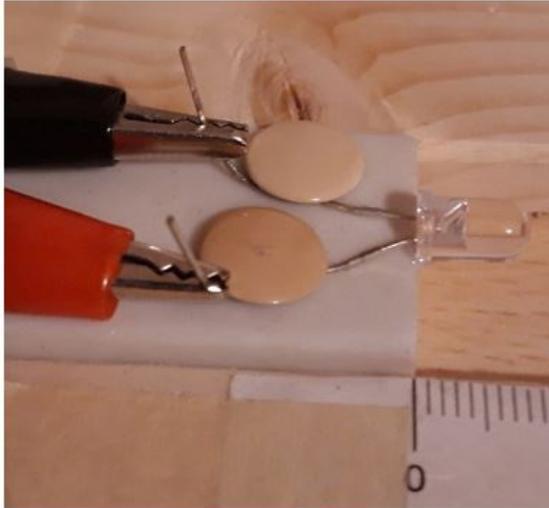


Fig. 5a

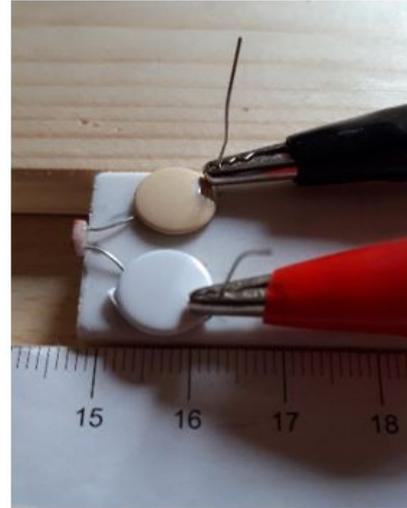
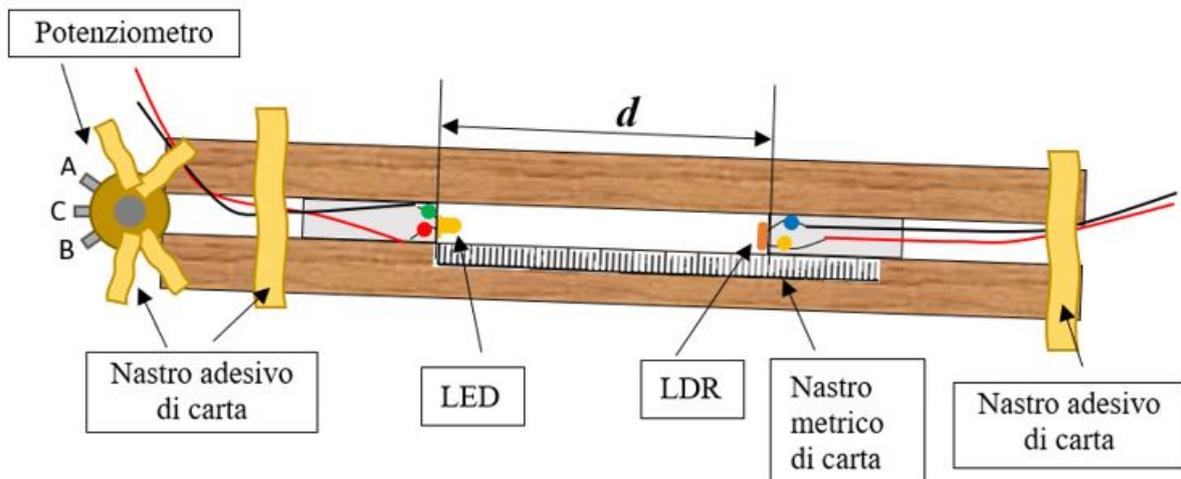


Fig. 5b

Listelli di legno e nastro metrico di carta. Vanno usati per realizzare un banco ottico (vedi Fig.6). I listelli fanno da guida alle gomme, mantenendole allineate, quando è fatta variare la loro posizione reciproca. Le estremità dei listelli vanno fissate tra loro, e al tavolo di lavoro, usando il nastro adesivo. Su un listello va fissato un pezzo di nastro metrico di carta. Il bordo della gomma su cui è montato il LED va posto in corrispondenza dello zero del nastro metrico (vedi Fig.5a). In Fig.6 è anche mostrato come fissare il potenziometro ai listelli e al tavolo di lavoro usando il nastro adesivo e vengono ripetute le indicazioni per collegarlo alla pila.



Il terminale A del potenziometro va collegato al polo negativo della pila.

Il terminale B va collegato al polo positivo della pila.

Il terminale C va collegato al puntale d’ingresso della corrente nell’amperometro

Fig.6– Banco ottico visto dall’alto

In Fig.7 è schematizzato il circuito di lavoro. Il multimetro di destra svolge il ruolo di voltmetro quando è collegato in parallelo al LED, e di ohmetro quando è collegato agli elettrodi del fotoresistore.

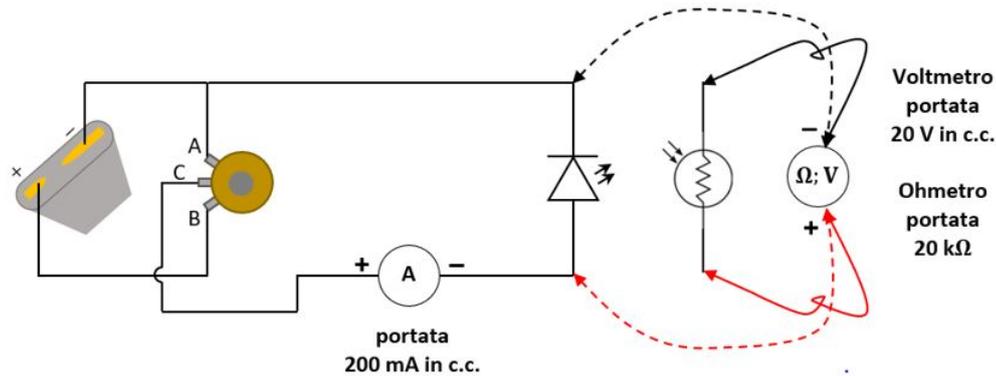


Fig. 7– Circuito di lavoro

ATTENZIONE: Prima di alimentare il LED è fondamentale che tu sappia preservarne l'integrità, evitando il passaggio di intensità di corrente troppo elevata! A tal scopo analizza il seguente quesito.

Q.0

[5 p.]

In base a quanto descritto a riguardo del potenziometro, e rispettando lo schema di montaggio del circuito di alimentazione, ritieni che la tensione ai capi del LED risulti nulla ruotando la manopola del potenziometro a *fine corsa* in senso orario o antiorario?

Schermaggio con cartoncino nero. Il cartoncino in dotazione serve per schermare il fondo di luce ambiente nel tratto di banco ottico compreso tra LED e LDR. Lo schermaggio non deve ostacolare le operazioni di collegamento dei cavi che, alternativamente, devono essere spostati dal LED (per collegarli al voltmetro) all'LDR (per collegarli all'ohmetro). A tal scopo, ricava due strisce di cartoncino effettuando i tagli in direzione parallela al lato corto del foglio A4. Una striscia deve essere alta 15 cm, l'altra 10 cm. Quindi, per ciascun foglio, dai luogo a due piegature lungo le linee tratteggiate indicate in Fig.8a e in Fig.8b.

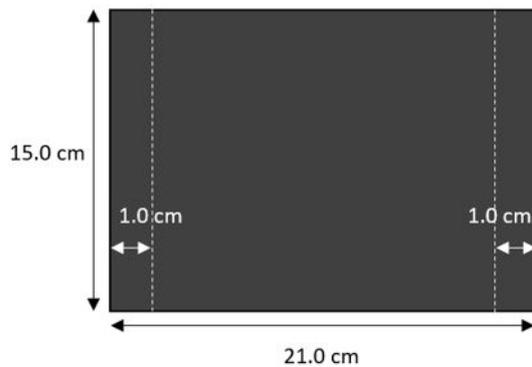


Fig. 8a

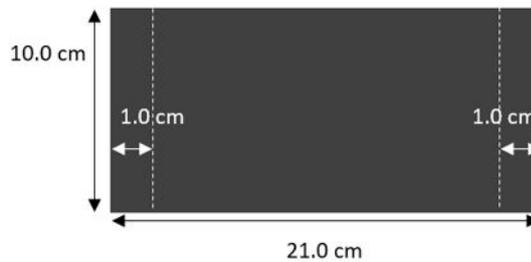


Fig. 8b

I bordi ripiegati vanno inseriti sotto i listelli (il cartoncino più grande dalla parte del LED) in modo da poterli far scorrere lungo il banco ottico (vedi la Fig.8c e la Fig.8d). Puoi completare lo schermaggio delle aperture laterali con il cartoncino rimanente, o usando le mani durante le misure.

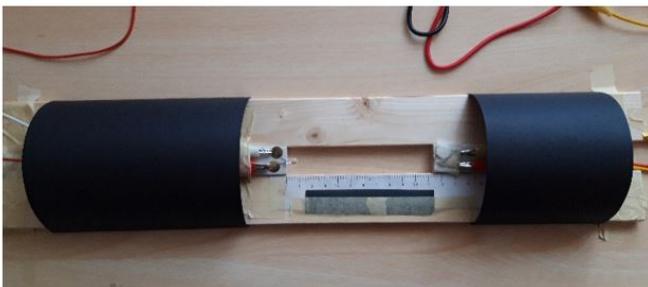


Fig. 8c



Fig. 8d

QUESITI

In questo esperimento non è richiesto il calcolo delle incertezze. Esprimi i risultati con un corretto numero di cifre significative.

La resistenza interna del voltmetro è $10\text{ M}\Omega$. Ciò permette di considerarlo come un interruttore aperto quando è inserito in parallelo al LED.

Se si sottopone il LED ad un rapido, e accentuato, aumento dell'intensità di corrente può essere necessario aspettare alcune decine di secondi affinché la risposta degli strumenti di misura in dotazione si stabilizzi.

Assicurati che la distanza d tra le due pareti verticali affacciate dei supporti in gomma su cui sono montati LED e LDR sia $d = 10.0\text{ cm}$. (vedi Fig.6).

Q.1

[40 p.]

Agendo sul potenziometro effettua misure di intensità di corrente i e tensione V ai capi del LED e del corrispondente valore della resistenza R del fotoresistore (previo uso dello schermaggio). Effettua un congruo numero di misure per valori di i tali che $10\text{ mA} < i < 100\text{ mA}$. Esprimi l'intensità di corrente in mA; la tensione in V e la resistenza in $\text{k}\Omega$. Riporta in tabella le misure ottenute e descrivi le modalità con cui hai deciso di impostare il passo delle misure.

Per definire, in termini della resistenza R , una grandezza Φ che sia un buon indicatore della potenza della luce emessa dal LED si avanzano due ipotesi. La prima è che la luce sia distribuita uniformemente all'interno del cono di luce che esce dal LED e quindi che la sua intensità diminuisca con l'inverso del quadrato della distanza dal vertice: indicando con h l'altezza del cono di luce nel punto in cui si trova l'LDR ne segue che $\Phi \propto 1/h^2$. La seconda è che, **limitatamente all'intervallo di valori R realizzato in Q1**, la relazione tra le due grandezze sia di proporzionalità inversa: $\Phi \propto 1/R$. Se le due ipotesi sono entrambe valide allora deve risultare

$$1/R = k/h^2 \quad (1)$$

La validità della (1) va verificata! Se la verifica darà esito positivo si potrà definire $\Phi = 1/R$ quale indicatore della potenza della luce irradiata dal LED.

Le caratteristiche geometriche del cono di luce emesso dal LED sono determinate dalle proprietà ottiche delle parti che costituiscono il dispositivo e, di conseguenza, la posizione del vertice del cono non coincide necessariamente con un punto appartenente al LED. Pertanto, l'altezza h del cono di luce che investe l'LDR non può essere misurata direttamente. È invece facilmente misurabile la distanza d tra i due supporti in gomma su cui sono montati LED e LDR (vedi Fig.6). La relazione tra l'altezza h del cono di luce e la distanza d è $h = d + D$, essendo D una distanza che dipende dall'ottica del LED e dalle condizioni di lavoro del fotoresistore utilizzato.

Q.2

[72 p.]

Progetta, e descrivi, un protocollo atto a verificare la validità della (1) e a misurare la distanza D e la costante k . Dichiaro il valore della corrente elettrica i usata per effettuare le misure. Motivane la scelta. È espressamente richiesta la costruzione di un grafico. Riporta in tabella le misure effettuate e dichiara i valori ottenuti di D e k .

Q.3

[14 p.]

Elabora le misure ottenute in Q1 in modo da associare ad ogni valore di P espresso in mW il corrispondente valore assunto da Φ espresso in $\text{k}\Omega^{-1}$. Riporta i risultati in un'apposita tabella. Infine, costruisci il grafico $\Phi = f(P)$.

Il LED non è in grado di convertire tutta la potenza elettrica P in potenza da associare alla luce che irradia. Volendo studiare questo aspetto del problema si considera il rapporto $\rho = \Phi/P$ come indicatore del rendimento del LED.

Q.4

[12 p.]

Per ogni valore di P , calcolato in precedenza, calcola il valore del rapporto ρ corrispondente. Riporta i risultati completando la tabella costruita in Q3. Costruisci, infine, il grafico $\rho = f(P)$.

Q.5

[34 p.]

Costruisci un grafico per verificare se l'equazione empirica $\Phi = (aP)/(P^{3/2} + b)$ si accorda con i punti sperimentali. Dichiarare gli estremi dell'intervallo dei valori della potenza P per cui l'accordo ritieni che sia verificato e calcola le costanti a e b .

Q.6

[12 p.]

Sfruttando l'equazione empirica introdotta in Q5 calcola il valore della potenza P per cui Φ assume il massimo valore.

Materiale elaborato dal Gruppo



PROGETTO OLIFIS
Segreteria dei Campionati Italiani di Fisica
E-mail: segreteria@olifis.it - WEB: www.olifis.it



NOTA BENE

È possibile utilizzare, riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico questo materiale alle due seguenti condizioni: citare la fonte; non usare il materiale, nemmeno parzialmente, per fini commerciali.

I Campionati di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del



MINISTERO dell'ISTRUZIONE
e del MERITO