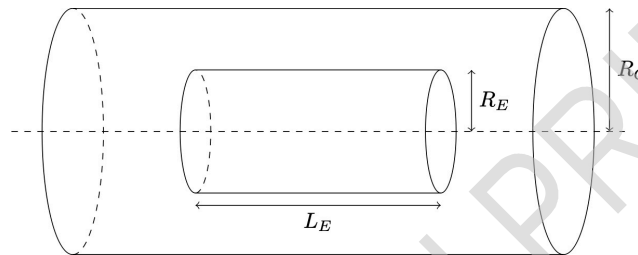


## Diodo cilindrico

### Setup sperimentale e misure

Un diodo cilindrico a vuoto è formato da due cilindri coassiali. C'è un emettitore di raggio  $R_E$  e lunghezza  $L_E$  che emette elettroni: questi elettroni si muovono nel vuoto verso il collettore, il quale ha raggio  $R_C$  e una lunghezza efficace infinita. Il collettore è posto ad un potenziale positivo  $V$ , mentre l'emettitore è collegato a terra, cosicché gli elettroni sono convogliati dall'emettitore al collettore.



L'emettitore viene riscaldato cosicché ci sono sempre elettroni in eccesso pronti per essere accelerati attraverso la differenza di potenziale verso il collettore. Gli elettroni riempiono il vuoto con un plasma. A causa delle proprietà del plasma c'è una corrente massima che può scorrere nel diodo che dipende dal potenziale del collettore e dalla geometria del sistema.

**In questo esperimento bisognerebbe limitare le misure alla condizione  $R_C \geq 5R_E$ .**

Quando  $L_E$  è abbastanza grande rispetto a  $R_C$  si ipotizza che la corrente massima che attraversa il diodo è data da

$$I_\infty = GR_C^\alpha L_E^\beta V^\gamma \quad (1)$$

dove  $G = G(R_C/R_E)$  non è una costante ma è invece una funzione del rapporto adimensionale  $R_C/R_E$ .

Quando  $L_E$  è confrontabile con  $R_C$  è necessario introdurre una correzione alla espressione precedente e la corrente massima che attraversa il diodo è data dall'espressione

$$I_L = I_\infty F(R_C, R_E, L_E, V) \quad (2)$$

dove  $F$  è una funzione adimensionale di alcune o tutte le quantità  $R_C$ ,  $R_E$ ,  $L_E$ , e  $V$ . L'equazione (1) è un caso speciale della Equazione (2) quando  $F=1$

Nell'effettuare questo esperimento si può disporre di qualsiasi cilindro di raggio compreso tra 0.1 cm e 20.0 cm, in incrementi di 0.1 cm; la lunghezza del cilindro può essere compresa tra 1.0 cm e 99.0 cm, sempre in incrementi di 0.1 cm. C'è un generatore di differenza di potenziale simulato che può fornire un potenziale positivo al collettore tra 0 e 2000 Volt, e un amperometro che può misurare la corrente nel diodo.

Si consiglia di leggere tutto il problema rapidamente prima di cominciare per pianificare la raccolta dei dati in modo più efficiente.

### Descrizione del software di simulazione.

Il programma di simulazione, chiamato Exp2, permette all'utente di effettuare un numero illimitato di misure della corrente massima  $I$  per valori differenti dei parametri di ingresso – il raggio del collettore

$R_C$ , il raggio dell'emettitore e la lunghezza  $R_E$  e  $L_E$ , e la differenza di potenziale tra l'emettitore e il collettore  $V$ . Tutti i valori dei parametri di ingresso sono scritti con la tastiera dopo la richiesta corrispondente e immessi premendo il tasto **Enter**.

Per cominciare, usa la seguente sequenza di autorizzazione quando richiesto:

Enter Valid Authorization Key: 12345678.888

Immettendo un valore errato farà entrare il programma in modalità di prova; sarà necessario far ripartire il programma.

Una tipica interfaccia di un singolo ciclo di simulazione del programma assomiglia a questa:

```
0.1 < R_C (cm) < 20.0 | R_C (cm): 18.5
0.1 < R_E (cm) < 20.0 | R_E (cm): 13.2
0.1 < L_E (cm) < 99.0 | L_E (cm): 35.3
1.0 < V_C (V) < 2000.0 | V_C (V): 207
```

```
I (A) = 1.04
```

```
=====
0.1 < R_C (cm) < 20.0 | R_C (cm):
```

Dapprima si introduce il raggio del collettore, poi il raggio dell'emettitore, poi la lunghezza dell'emettitore, ognuno in centimetri, e infine la differenza di potenziale, in Volt. Ogni valore viene confermato premendo il tasto **Enter**.

Il programma ritorna quindi alla richiesta del raggio del collettore.

Inserendo un valore che è al di fuori dei limiti si ottiene un messaggio di errore.

Value Out Of Bounds

e si ritorna quindi alla richiesta del valore errato immesso.

Tutte le lunghezze sono arrotondate solo al millimetro più vicino mentre tutte le differenze di potenziale sono arrotondate solo al volt: immettendo un valore più preciso non si migliora la misura. Inoltre, c'è una incertezza di 0.5 mm in ogni lunghezza e di 0.5 V in ogni differenza di potenziale. Per questo motivo misure ripetute potrebbero fornire valori differenti per la corrente.

La scala dell'amperometro è automatica cosicché mostra solo tre cifre significative e passa dalla scala A a mA quando appropriato. L'incertezza è di  $\pm \frac{1}{2}$  dell'ultima cifra riportata. Si ponga attenzione all'unità della misura, se viene riportata in mA o A.

Superando il valore di 40 A sull'amperometro lo si brucia. Il programma segnala questo fatto e quindi lo predispone per la misura successiva.

Volendo in ogni momento fermare il programma per farlo ripartire si preme **Ctrl+C**.

### Parte A: Trovare gli esponenti (4.5 punti)

Trova il valore degli esponenti nell'Eq (1), riportando una analisi dell'incertezza di ogni risultato:

**A.1** Raccogli un insieme di dati che possano essere utilizzati per trovare l'esponente  $\gamma$  relativo alla variabile  $V$ . Riporta il grafico appropriato nello spazio fornito; per vostra comodità viene fornita della carta lineare e log-log, ma viene richiesto di fornire solo un grafico. Fornisci il risultato per  $\gamma$  e l'analisi dell'incertezza del tuo risultato. 1.5pt

**A.2** Raccogli un insieme di dati che possano essere utilizzati per trovare l'esponente  $\beta$  relativo alla variabile  $L_E$ . Riporta il grafico appropriato nello spazio fornito; un solo grafico è richiesto. Fornisci il risultato per  $\beta$  e l'analisi dell'incertezza del tuo risultato. 1.5pt

**A.3** Raccogli un insieme di dati che possano essere utilizzati per trovare l'esponente  $\alpha$  relativo alla variabile  $R_C$ . Riporta il grafico appropriato nello spazio fornito; un solo grafico è richiesto. Fornisci il risultato per  $\alpha$  e l'analisi dell'incertezza del tuo risultato. 1.5pt

### Parte B: Trovare il coefficiente $G$ (1.0 punti)

Trova il valore della funzione  $G$  quando  $R_C = 10R_E$ :

**B.1** Raccogliendo altri dati o riutilizzando i precedenti, determina il valore di  $G$  quando  $R_C = 10R_E$  e fornisci una analisi della incertezza del risultato. 1.0pt

### Parte C: Trovare la funzione adimensionale $F$ (2.5 punti)

Determina sperimentalmente quali delle quantità  $R_C$ ,  $R_E$ ,  $L_E$ , e  $V$  influenzano  $F$  quando  $L_E$  è confrontabile con la dimensione di  $R_C$  nell'Equazione (2).

**C.1** Nell'elenco delle variabili nel foglio risposte riporta la direzione dell'effetto; per esempio  $F$  aumenta, diminuisce o rimane costante se  $R_C$  viene aumentato? 0.5pt

**C.2** Si osserva che quando  $L_E \approx R_C$  la funzione  $F$  può essere approssimata come lineare in una singola variabile  $x$ , dove  $x$  è una funzione di solo due tra  $R_C$ ,  $R_E$ ,  $L_E$ , e  $V$ . Il foglio risposte riporta diverse forme funzionali possibili per  $x$ ; si scelga quella che riproduce il comportamento più significativo. 0.5pt

**C.3** Si assuma una dipendenza lineare della forma  $F(x) = A + Bx$  per i valori di  $L_E \approx R_C$ , e si determini sperimentalmente il parametro  $B$ . Ci si limiti all'intervallo  $R_C/2 \leq L_E \leq 2R_C$ . Si disegni un grafico appropriato per  $F$  in termini della singola scelta per la quantità appropriata  $x$  per approssimare  $F$  come una funzione lineare. L'analisi degli errori non è richiesta. 1.5pt