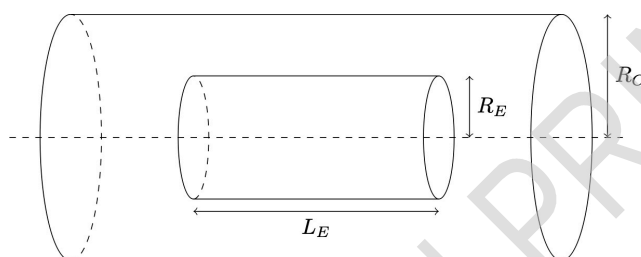


Cylinderformet diode (8,0 point)

Eksperimentel opstilling og opgaver

En cylinderformet vakuumdiode består af to koaksiale metalcylindre. Emitteren er den indre cylinder med radius R_E og længde L_E hvorfra der udsendes elektroner. Disse elektroner trækkes gennem vakuum ud til den positive collector (den ydre cylinder), som har radius R_C og en længde, der kan betragtes som uendelig. Collectoren har det positive potential V , mens emitteren har potentialet 0.



Emitteren opvarmes, så elektroner nemt kan frigøres og accelereres mod den positive collector. Elektronerne fylder mellemrummet med plasma. Afhængigt af geometrien og potentialet V samt egenskaber ved plasma er der en maksimal strøm, som kan løbe gennem dioden

Gennem dette forsøg skal vi begrænse os til målinger hvor $R_C \geq 5R_E$

Når L_E er tilstrækkelig stor i forhold til R_C antages det, at den maksimale strøm gennem dioden er

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

hvor $G = G(R_C/R_E)$ ikke er en konstant, men derimod en funktion af det dimensionsløse forhold R_C/R_E .

Når L_E er sammenlignelig med R_C er det nødvendigt at korrigere ovennævnte formel, sådan at den maksimale strøm er givet ved

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

hvor F er en dimensionsløs størrelse som kan afhænge af nogle af størrelserne R_C , R_E , L_E og V . Ligning (1) er et specialtilfælde af ligning (2) når $F = 1$

Når du udfører eksperimentet, har du adgang til at vælge cylindre med radier fra 0.1 cm til 20.0 cm med trin (step) på 0.1 cm; cylinderlængderne kan være fra 1.0 cm til 99.0 cm, også med trin på 0.1 cm. Der er en simuleret spændingsforsyning som kan levere spændinger fra 0 til 2000 V samt et amperemeter, som kan måle strømmen gennem dioden.

Du opfordres til hurtigt at gennemlæse alle spørgsmål, før du starter med at måle for at planlægge dine måleserier fornuftigt.

Beskrivelse af simulationsprogrammet

Simulationsprogrammet, kaldet **Exp2**, giver brugeren mulighed for at udføre et ubegrænset antal målinger af den maksimale strømstyrke I for forskellige valg af parametre: Radius af collectoren R_C , emitterens radius R_E og længde L_E , og spændingsforskellen V mellem emitter og collector. Alle værdier af parametrene testes ind og valideres med **Enter** knappen.

For at starte programmet første gang, skal følgende autorisationsnøgle tastes:

Enter Valid Authorization Key: 12345678.888

Hvis der tastes en forkert autorisationsnøgle, vil programmet blot gå i testtilstand, og du vil skulle genstarte det.

Et typisk output af en simulering af en række værdier vil se således ud:

```
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):
```

Først indtastes collektorens radius, herefter emitterens radius, herefter emitterens længde (alle målt i cm), og til sidst spændingsforskellen mellem emitteren og collektoren (målt i volt). Hvert input bekræftes ved at trykke **Enter**.

Herefter vender programmet tilbage til start og er klar til et nyt sæt af inputs.

Der fremkommer følgende fejlmeddelelse, hvis der tastes værdier uden for de tilladte intervaller,

Value Out Of Bounds

hvorefter programmet spørger om en anden værdi for den ukorrekt indtastede parameter.

Alle længder afrundes til nærmeste hele millimeter og alle spændinger afrundes til nærmeste hele volt. Det giver derfor ikke mere præcise målinger at indtaste tal med flere betydende decimaler. Bemærk, der er en usikkerhed på 0.5 mm på alle længder, og på 0.5 volt på alle spændinger. Derfor kan gentagende målinger give forskellige værdier af strømstyrken.

Amperemetret indstiller måleområdet automatisk, så det viser tre betydende cifre. Usikkerheden er derfor $\pm \frac{1}{2}$ gange det sidste ciffer. Vær opmærksom på om enheden er mA eller A.

Hvis strømstyrken overstiger 40 A, vil amperemetret brænde sammen. Programmet vil fortælle dette, og selv reparere det inden næste måling.

Programmet kan afsluttes når som helst ved at trykke **Ctrl+C**.

Del A: Bestemmelse af eksponenter (4,5 point)

Bestem eksponenterne i ligning (1) og angiv angiv fejlgrænser for hvert resultat:

- | | |
|--|-------|
| A.1 Udfør målinger, som kan anvendes til at finde eksponenten γ for variabelen V . Lav en passende graf i svararket; Du kan benytte såvel sædvanligt millimeterpapir som dobbeltlogaritmisk papir. Angiv værdien for γ sammen med en vurdering af usikkerheden for din værdi. | 1.5pt |
|--|-------|

- A.2** Udfør målinger, som kan anvendes til at finde eksponenten β for variabelen L_E . 1.5pt
Lav en passende graf i svararket; Det er tilstrækkeligt med bare én graf. Angiv værdien for β sammen med en vurdering af usikkerheden for din værdi.

- A.3** Udfør målinger, som kan anvendes til at finde eksponenten α for variabelen R_C . 1.5pt
Lav en passende graf på svararket; Det er tilstrækkeligt med bare én graf. Angiv værdien for β sammen med en vurdering af usikkerheden for din værdi.

Del B: Bestemmelse af koefficienten G (1,0 point)

Bestem værdien af funktionen G , når $R_C = 10R_E$:

- B.1** Enten ved at udføre nye målinger eller ved at genbruge tidligere målinger skal du bestemme værdien af funktionen G , når $R_C = 10R_E$. Vurder usikkerheden på dit resultat. 1.0pt

Del C: Bestemmelse af den dimensionsløse funktion F (2,5 point)

Undersøg eksperimentelt hvilke af de variable R_C , R_E , L_E og V , som i særlig grad påvirker F , når L_E er sammenlignelig med R_C i ligning (2).

- C.1** På listen på svararket skal du angive i hvilken retning hver variabel ændrer sig; fx om F vil vokse, aftage eller være uændret, hvis R_C vokser. 0.5pt

- C.2** Man ved, at når $L_E \approx R_C$, kan funktionen F tilnærmes med en lineær funktion af én variabel x , hvor x er en funktion af kun to af de fire variable R_C , R_E , L_E og V . På svararket findes flere forslag til funktioner. Vælg den mulighed, der matcher bedst. 0.5pt

- C.3** Antag, at vi har en lineær funktion af formen $F(x) = A + Bx$ for værdier af $L_E \approx R_C$, og bestem eksperimentelt parameteren B . 1.5pt
Antag nu, at $R_C/2 \leq L_E \leq 2R_C$, og skitsér en passende graf for F som funktion af x som en lineær tilnærmelse.
Usikkerhedsberegning er ikke nødvendig.