B.SC. 6 SEM PHYSICS 2025-26

SKELETON PRACTICAL PAPER

प्रश्न

i) आरेख

ii) उपकरण

iii) सिद्धांत

iv) प्रेक्षण (मिनट 4)

v) प्रेक्षण सारणी

vi) गणना

vii) परिणाम

viii) सावधानियाँ (मिनट 2)

एक छात्र निम्नलिखित में से कोई एक प्रश्न चुनें:

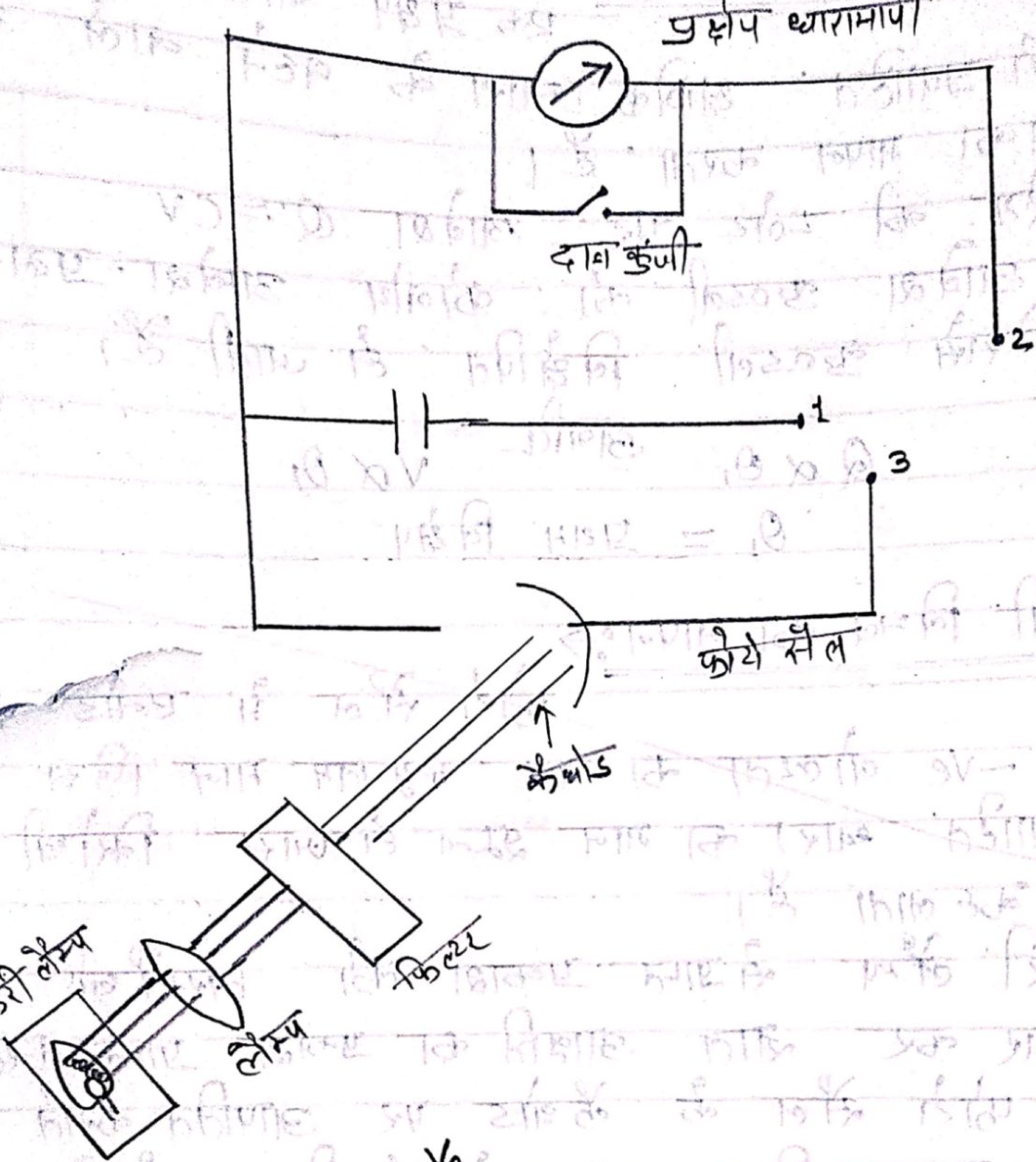
1 सौर सेल का उपयोग करके प्लैंक स्थिरांक का निर्धारण।

2 स्टीफन स्थिरांक का निर्धारण (कृष्ण पिंड विधि)।

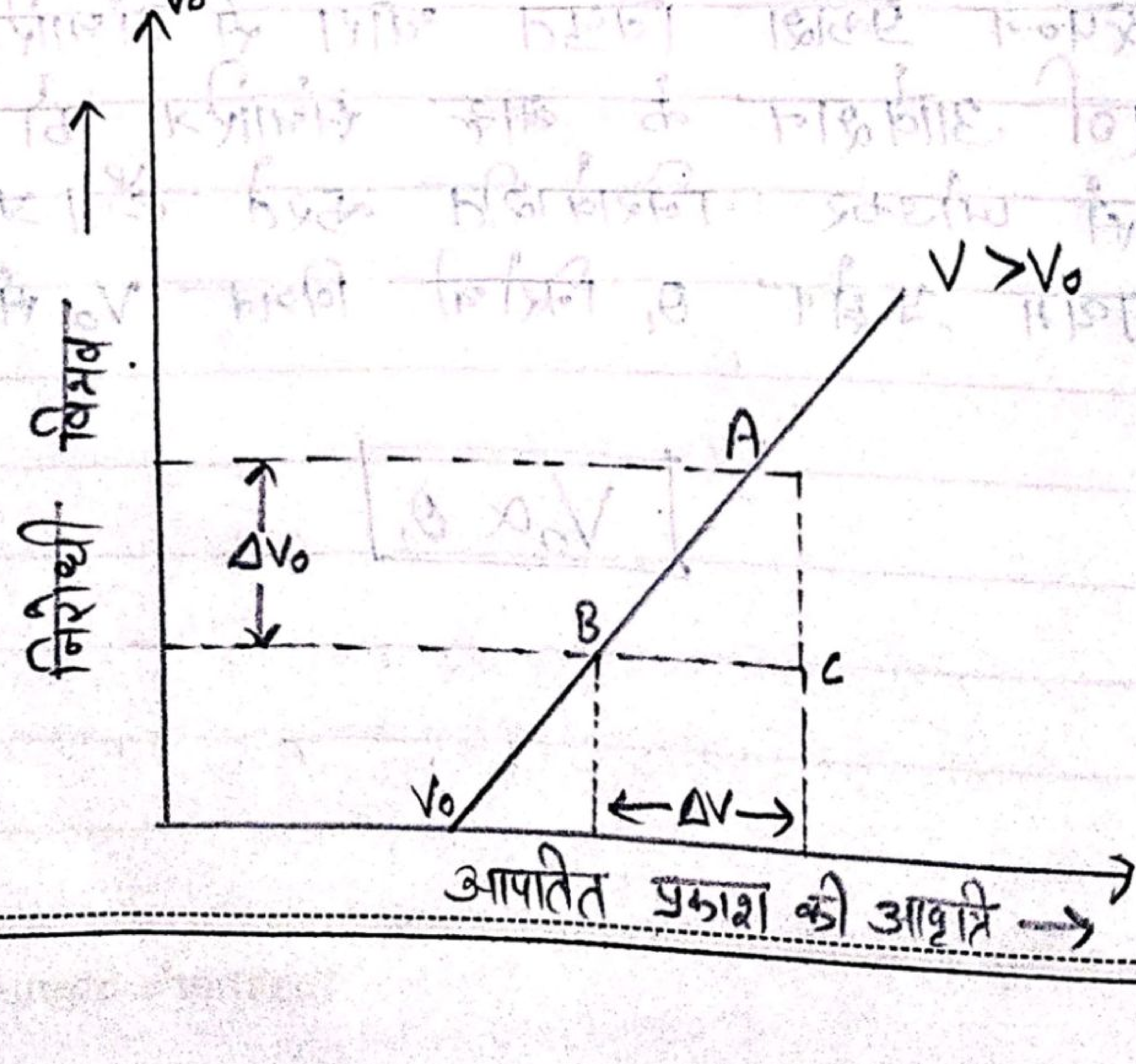
3 चार जाँच विधियों का उपयोग करके अर्धचालक की प्रतिरोधकता की तापमान पर निर्भरता का अध्ययन।

4 एक रेडियोधर्मी स्रोत की समान शक्ति के लिए एक GM काउंटर की विशेषताओं का अध्ययन और व्युत्क्रम वर्ग नियम का सत्यापन।

5 अंतिम बिंदु ऊर्जा ज्ञात करने के लिए GM काउंटर का उपयोग करके Al पन्नी में β-अवशोषण का अध्ययन।



प्रक्षेप धारामापी
दाब कुंजी
2
1
3
फोटो सेल
कैथोड
फिल्टर
मर्करी लैम्प
लैंस



V_0
निरोधी विभव →
$V > V_0$
A
ΔV_0
B
C
V_0
$\leftarrow \Delta V \rightarrow$
आपतित प्रकाश की आवृत्ति →

Experiment-1

उद्देश्य:

फोटो सेल का उपयोग कर प्लांक नियतांक ज्ञात करना (निरोधी विभव विधि)

उपकरण:

फोटो सेल, मर्करी लैम्प, तरंगदैर्घ्य फिल्टर, प्रक्षेप धारामापी (दाब कुंजी सहित), लैम्प स्केल व्यवस्था, संधारित्र बैटरी, वोल्टमीटर, धारा नियंत्रक, द्विमार्गी कुंजी etc.

सिद्धान्त:→

प्लांक नियतांक:→

जब किसी उच्च आवृति (ν) की विद्युत चुम्बकीय विकिरण, किसी फोटो सेल के प्रकाश संवेदी धातु इलेक्ट्रॉड पर आपतित होती है तब धातु सतह से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित हो जाते हैं। इस घटना को प्रकाश विद्युत प्रभाव कहते हैं।

उत्सर्जित फोटो इलेक्ट्रॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा

$$K_{max} = h\nu - \phi_0$$

यहाँ K_{max} = निरोधी विभव से निम्न प्रकार संबंधित हैं-

$$eV_0 = K_{max}$$

इसलिए

$$eV_0 = h\nu - \phi_0$$

$$V_0 = \left(\frac{h}{e}\right)\nu - \left(\frac{\phi_0}{e}\right)$$

ग्राफ V_0 व ν में सरल रेखीय प्राप्त होती है। जिसका ढाल h/e है। इसका use करके h का मान ज्ञात करते हैं।

जहाँ $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C

प्रेक्षप धारामापी का अंशाकन :-

एक प्रेक्षप धारामापी इसकी कुण्डली मे से प्रवाहित क्षणिक धारा के बहने वाले सम्पूर्ण आवेश का मापन करता है।
संधारित्र की प्लेट पर आवेश $Q = CV$
यह आवेश कुण्डली को कोणीय आवेश प्रदान करता है। जिससे कुण्डली विक्षेपित हो जाती है।

$Q \propto \theta_1$ अर्थात $V \propto \theta_1$

θ_1 = प्रथम विक्षेप

निरोधी विभव का मापन :->

फोटो सैल मे एनोड पर लगाए गये $-ve$ वोल्टता का वह न्यूनतम मान जिस पर सैल मे प्रवाहित धारा का मान शून्य हो जाए निरोधी विभव (V_0) कहलाता है।
मर्करी लैम्प से प्राप्त प्रकाश को तरंगदैर्घ्य फिल्टर से गुजार कर ज्ञात आवृति का प्रकाश प्राप्त करते है। इसे फोटो सैल के कैथोड पर आपतित कराते हैं। इससे उत्पन्न प्रकाश विद्युत धारा से संधारित्र आवेशित होता है। पूर्ण आवेशन के बाद संधारित्र को धारामापी की कुण्डली से जोडकर निरावेशित करते है। प्रक्षेप धारामापी का प्रथम प्रक्षेप θ_1 निरोधी विभव V_0 से सम्बन्ध

$$V_0 \propto \theta_1$$

प्रेक्षण :→

(A) प्रेक्षम धारामापी का अंशांकन :-

क्र०सं०	संधारित्र की प्लेटों के मध्य वोल्ट V वोल्ट	आरोपित प्रथम विक्षेप का मान θ_1 (div)	Current (µA)
1	0.1	0	360
2	0.1	20	350
3	0.2	40	340
4	0.3	50	330
5	0.4	60	320

(B) निरोधी बिम्ब ज्ञात करना :-

प्रकाशीय फिल्टर से प्रवाहित प्रकाश तरंगदैर्ध्य λ(Å)	प्रकाश की आवृत्ति (Hz)	आवेश समय	प्रथम विक्षेप का मान θ_1 (div)	संगत निरोधी बिभव V_0 (वोल्ट)
0	280	0	10	480
0.1	360	20	20	440
0.2	430	40	30	420
0.3	500	60	40	400
0.4	480	80	50	390
0.5	520	90	60	350
0.6	540	110	70	330
0.7	570	120	80	250
0.8	600	140	90	200

गणना :

(A) आवृत्ति की गणना :

फिल्टर (लाल) प्रकाश की तरंगदैर्ध्य = 5400 Å

संगत आवृत्ति (लाल) $V = C/\lambda = 55.5 \times 10^{13}$ Hz

इसी प्रकार अन्य फिल्टर द्वारा आवृत्ति ज्ञात कर सकते हैं।

(B) निरोधी विभव V_0 व आवृत्ति V के मध्य ग्राफ खींचा

(C) ग्राफ से ढाल की गणना

$\Delta V_0 =$ Volt

$\Delta V =$ Hz

$e = 1.602 \times 10^{-19}$ C

$h = \frac{\Delta V_0}{V} \times e =$

परिणाम :→

प्रयोग से प्राप्त प्लांक नियतांक का मान

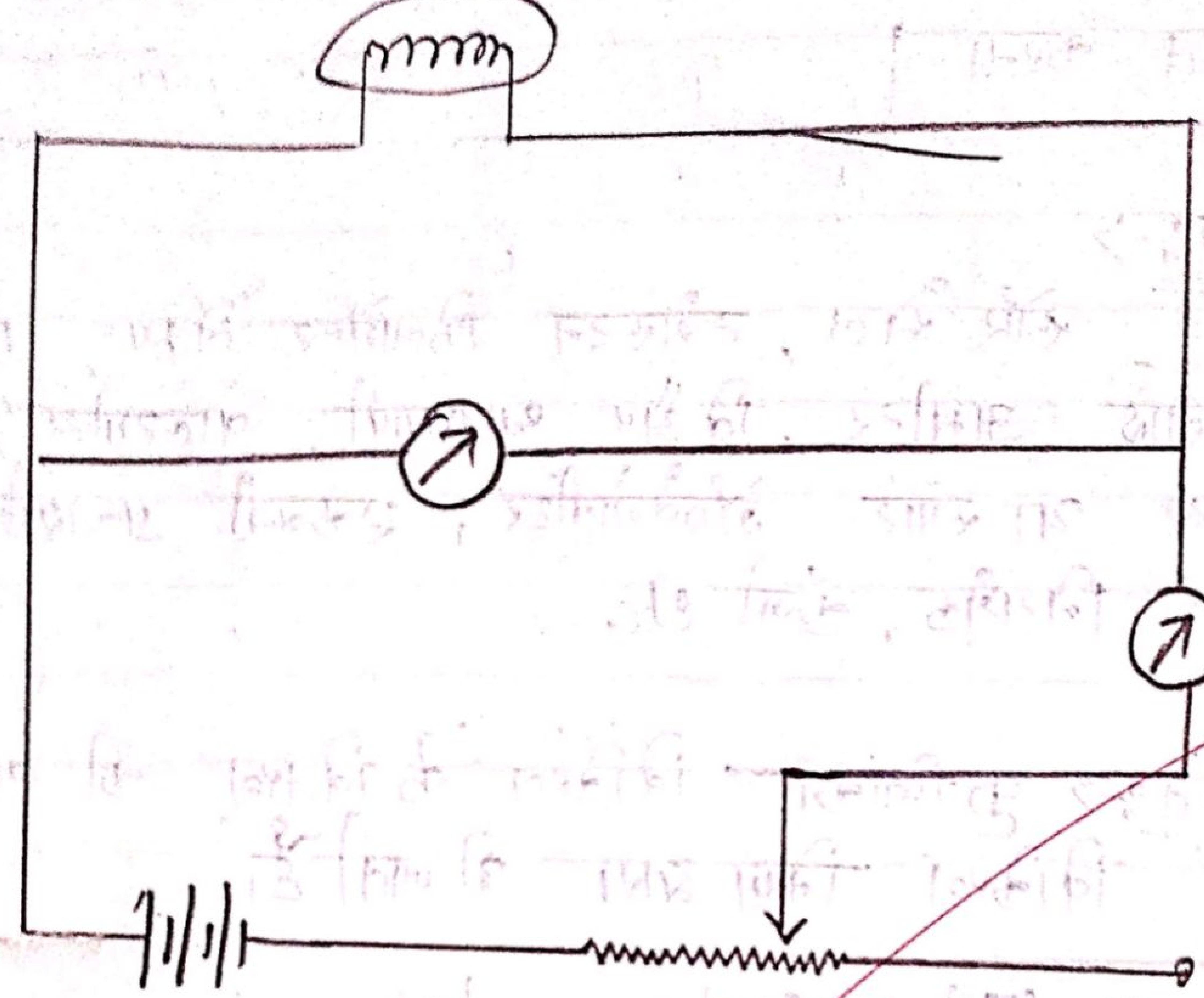
$= 5.27 \times 10^{-34}$ J·s

प्लांक नियतांक का मानक $h = 6.62 \times 10^{-34}$ J·s

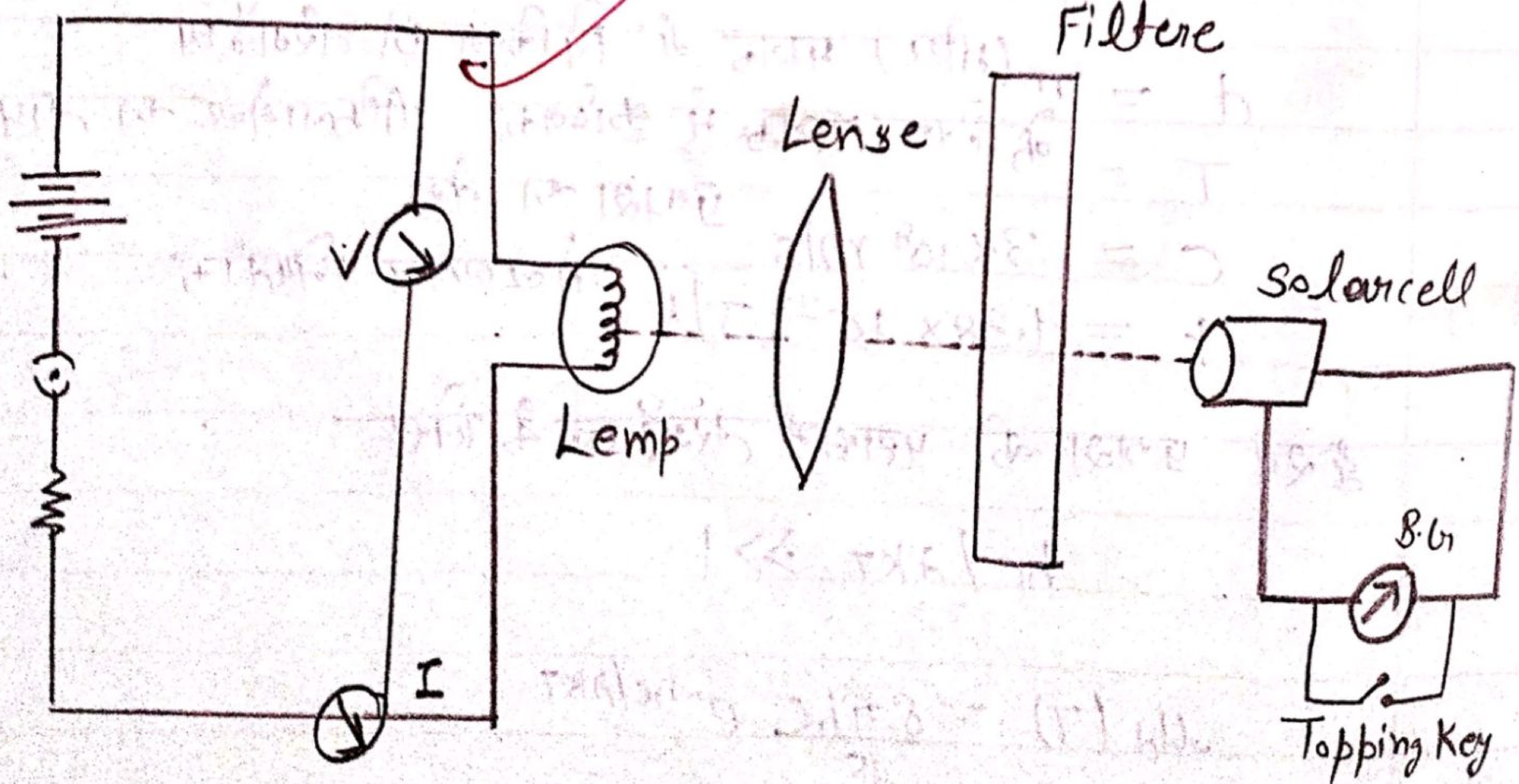
% त्रुटि = 19.48 %

सावधानियाँ :→

(1) इस प्रकार के प्रयोग को अंध कक्ष में करना चाहिए।
(2) प्रेक्षप धारामापी क्षैतिज रखना चाहिए।
(3) V_0 व ν के मध्य अच्छी ग्राफ हेतु कम से कम पाँच फिल्टर का उपयोग करें।
(4) प्रकाश विद्युत धारा से संधारित्र को आवेशित होने के लिए पर्याप्त (20-25 मिनट) का समय देवें।
(5) मर्करी लैम्प से प्रकाश फोटो सैल की प्रकाश संवेदी सतह पर लम्बवत आपतित होनी चाहिए।



(फिलामेन्ट का प्रतिरोध मापने के लिए परिपथ)



Experiment-3

उद्देश्य:→ सौर सेल की सहायता से प्लांक का नियतांक ज्ञात करना।

उपकरण:→

सौर सेल, टंगस्टन फिलामेन्ट लैम्प, D-C पावर सप्लाई, अमीटर, विक्षेप धारामापी, वोल्टमीटर, D.C- Micro अमीटर या स्पाट गैल्वेनोमीटर, एकवर्गी प्रकाशीय फिल्टर धारा नियंत्रक, कुँजी etc.

सिद्धान्त:→ कृष्णिका विकिरण के वितरण की व्याख्या प्लांक विकिरण नियम द्वारा दी जाती है।

$$u_\lambda(T) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/\lambda KT} - 1}$$

जहाँ

$u_\lambda(T)$ = Jm^{-4} मात्रक में प्रति एकांक आयतन प्रति एकांक तरंगदैर्ध्य परास में विकिरण ऊर्जा

λ = m (मीटर) मात्रक में विकिरण की तरंगदैर्ध्य

T = केल्विन मात्रक में कृष्णिका (फिलामेन्ट का ताप)

$C = 3\times10^8\ m/s$ प्रकाश का वेग

$k = 1.38\times10^{-23}\ J/K$ बोल्ट्जमान नियतांक

दृश्य प्रकाश की परास में तरंगदैर्ध्य के लिए

$$hc/\lambda KT \gg 1$$

$$u_\lambda(T) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} e^{-hc/\lambda KT}$$

दोनों ओर λ^5 से गुणा करने पर

$$I_\lambda(T) = u_\lambda(T)\, c\, d\lambda = \frac{8\pi h c^2}{\lambda^4} e^{-hc/\lambda KT}$$

$$I_\lambda(T) = (A_\lambda)\, e^{-hc/\lambda KT}$$

नियतांक A_λ कुण्डिका के ताप पर निर्भर नही करता। प्रकाश को सौर सेल पर आपतित कर माइक्रो अमीटर मे उत्पन्न विक्षेप द्वारा तीव्रता मापी जाती है।

विक्षेप $\theta_{Ph} \propto I_\lambda(T)$

$$\theta_{Ph} = B_\lambda e^{-hc/\lambda KT}$$

B_λ = अज्ञात नियतांक जिसका मान फिलामेन्ट के पृष्ठ क्षेत्रफल, फिल्टर के गुणों, सौर सेल की स्थिति और दक्षता पर निर्भर करता है।

$$\log_e \theta_{Ph} = \log_e B_\lambda - \frac{hc}{\lambda KT}$$

$$\log_{10} \theta_{Ph} = \log_{10} B_\lambda - \frac{hc}{2.303\lambda K}\left(\frac{1}{T}\right)$$

$$\log_{10} \theta_{Ph} = C - m\left(\frac{1}{T}\right)$$

जहाँ $C = \log_{10} B_\lambda$ = नियतांक है।

अतः $\log_{10}\theta_{Ph}$ तथा $\frac{1}{T}$ मे ग्राफ एक ऋणात्मक ढाल की सरल रेखा होती है। इस सरल रेखा का ढाल का मान—

$$m = \frac{hc}{2.303\lambda K}$$

$$h = \frac{2.303\lambda K}{c} \times m$$

टंगस्टन फिलामेन्ट का ताप लैंगमुमर सूत्र

$$T = T_D \left(\frac{R_T}{R_D}\right)^{0.833}$$

T_D = ड्रैपर बिंदु (800K)
R_T = ताप T पर फिलामेन्ट का प्रतिरोध
R_D = ड्रैपर बिंदु पर फिलामेन्ट का प्रतिरोध

फिलामेन्ट का प्रतिरोध ओम नियम से $R = \frac{V}{I}$

प्रेक्षण :-

(1) ड्रैपर बिंदु का ताप $T_D = 800K$
(2) ड्रैपर बिन्दु पर फिलामेन्ट का प्रतिरोध - ड्रैपर बिंदु वह ताप है जिस पर लगभग सभी ठोस पदार्थ कणिका विकिरण के कारण दृश्य होना प्रारंभ कर देते है।

क्र.स.	फिलामेन्ट के सिरो पर विभवांतर V_D (वोल्ट) जब ड्रैपर बिंदु प्रगट/लुप्त हो रहा हो।	संगत धारा (फिलामेन्ट में ड्रैपर बिंदु पर) I_D (एम्पियर)	ड्रैपर बिंदु पर फिलामेन्ट प्रतिरोध R_D (ओम)
	0.4	23	0.017

गणना :→

(1) ईयर बिंदु पर प्रतिरोध $R_D = \frac{V_D}{I_D} = \frac{1}{1.38} = 0.125\,\Omega$

(2) लाल फिल्टर (क्र.सं. 1) $dR = 0.125$ Å

$R_T = \frac{V_T}{I_T} = \frac{2.9}{79}\,\Omega = 0.036\,\Omega$

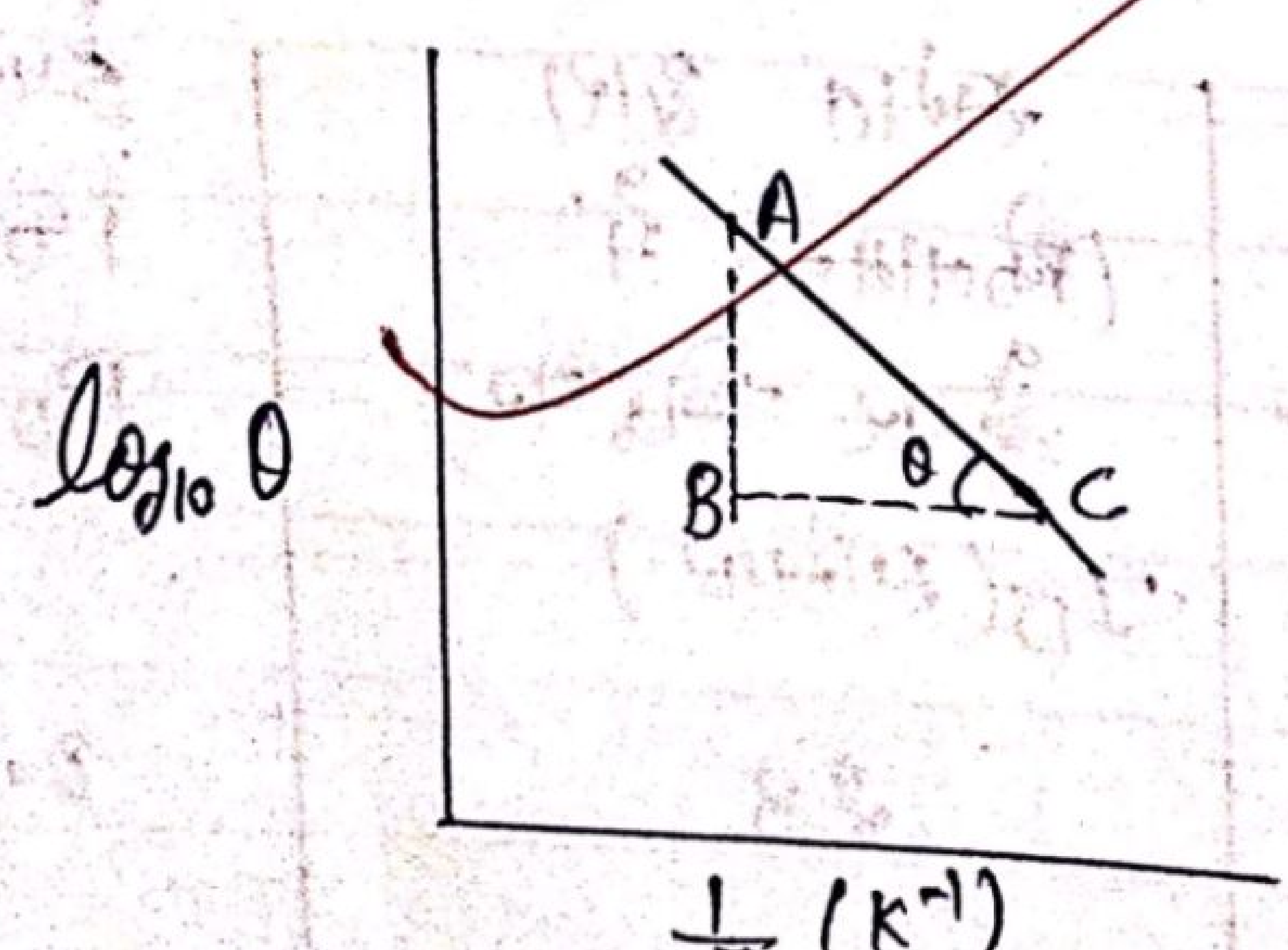
$\theta_{Ph} = 5$ div $\log \theta_{Ph} = 0.698$

फिलामेन्ट ताप $T = T_D \left(\frac{R_T}{R_D}\right)^{0.833}$

$= 800 \left(\frac{0.0125}{1.2682}\right)^{0.833} = 5.02173$ K

$\frac{1}{T} = 0.00199\,K^{-1}$ (इसी प्रकार अन्य निकालें)

इस गणना से $\log \theta_{Ph}$ एवं $\frac{1}{T}$ के मध्य ग्राफ खींचा



ढाल $m = AC/BC = \frac{\Delta \log_{10} \theta_{Ph}}{\Delta(1/T)}$

निम्न सूत्र से $h = \frac{2.303\,dK}{C} \times m$

(3) माध्य मान $R_D = 1.2682\ \Omega$

(4) फिलामेन्ट के ताप के लिए सारणी

फिल्टर = लाल; $\lambda_R = 6900 Å$

क्र०सं०	फिलामेंट के सिरों पर विभव V_T (वोल्ट)	फिलामेंट में धारा I_T (एम्पियर)	सौर सेल के गैल्वनोमीटर में विक्षेप (θk) div	प्रतिरोध R_t (ओम) गणना से	फिलामेंट का ताप T (केल्विन) गणना से	$\frac{1}{T}$ K^{-1}	$\log \theta_{pk}$ (सापेक्ष मापक)
1.	1	1.38	0	0.725	502.173	0.0019	Result
2.	2	1.88	0	1.064	691.248	0.0014	Exceed
3.	3	2.25	2	1.333	834.017	0.0012	0.3010
4.	4	2.63	5	1.521	930.105	0.0010	0.695
5	5	2.98	10	1.678	1010.214	0.0009	1

परिणाम :→

प्लांक नियतांक का मान $= 11.98 \times 10^{-34}$ J·s

प्लांक नियतांक का मानक मान $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J·s

% त्रुटि = 44.69 %

सावधानियां :→

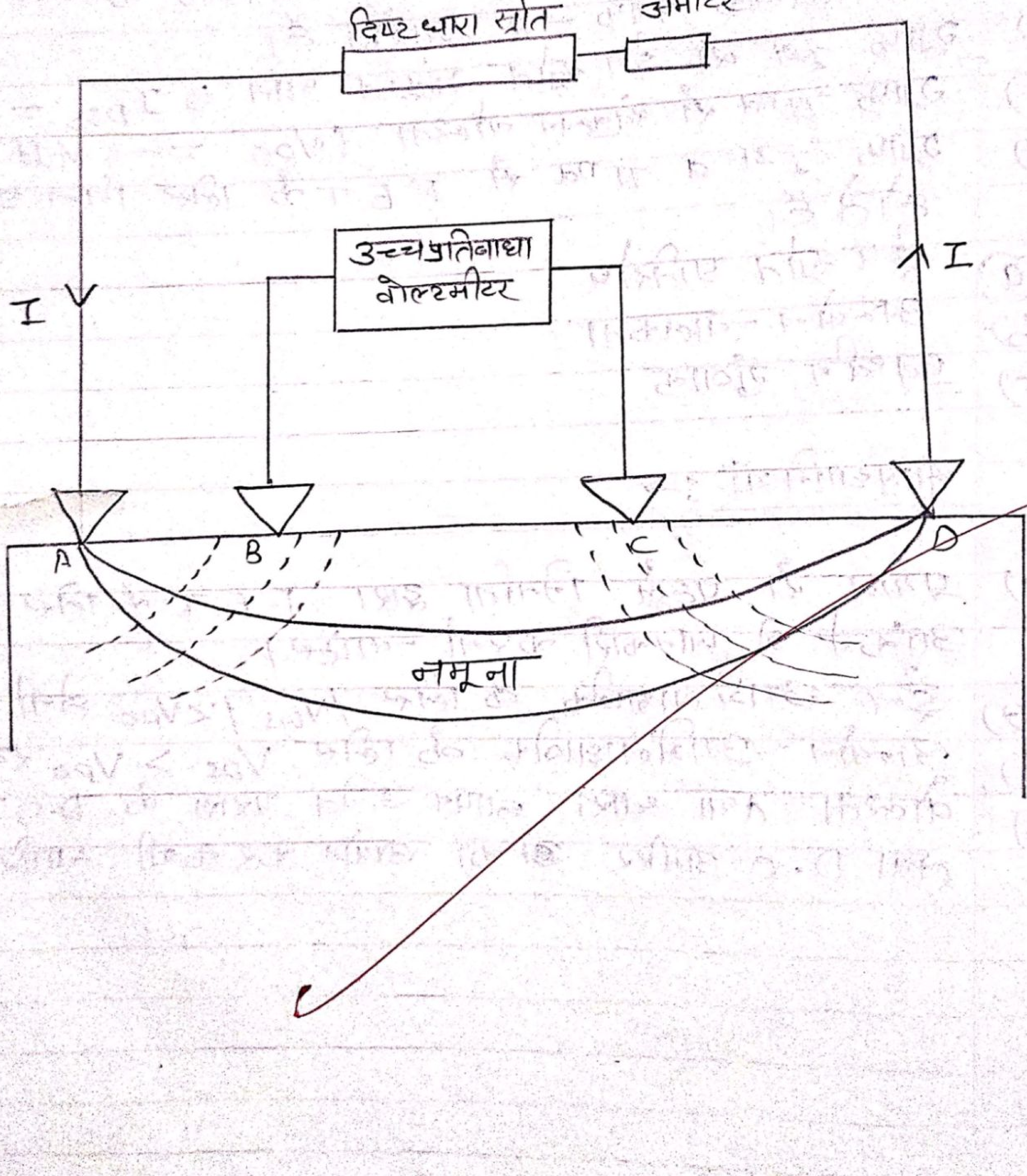
(1) प्रयोग को अंधेरे कमरे में करना चाहिए।

(2) ईपर बिन्दु के लिए प्रेक्षण मंद, लाल के मात्र प्रकट और मात्र लुप्त होने के लिए लेने चाहिए।

(3) लेंस से प्रकाश सौर सेल पर लम्बवत आपातित होना चाहिए।

(4) लैम्प से प्रकाश फिल्टर को पार कर सौर सेल पर आपातित होना चाहिए।

चतुअन्वेशी शलाका विधि से- अर्द्धचालक की प्रतिरोधकता की ताप पर निर्भरता चित्र



Experiment - 6

उद्देश्य:→

चतुर्अन्वेशी चालक विधि से किसी अर्द्धचालक की प्रतिरोधकता की ताप पर निर्भरता का अध्ययन करना।

उपकरण:→

चतुर्अन्वेशी शलाका उपकरण (स्प्रिंग युक्त चार अन्वेशी शलाकायें, जर्मेनियम क्रिस्टल (चिपके रूप में) ताप परिवर्तन के लिए ओवन, थर्मामीटर, स्थिर धारा स्रोत, ओवन विद्युत प्रदाय, उच्च प्रतिबाधा वोल्टमीटर; मिली अमीटर।

सिद्धान्त:→

अर्द्धचालक की प्रतिरोधकता:→

जर्मेनियम चिप की प्रतिरोधकता का मापन चतुर्अन्वेशी शलाका विधि में नियत धारा प्रवाहित कर, किया जाता है। बाहरी-अन्वेशी शलाकाओं से प्रवाहित नियत धारा, अर्द्धचालक नमूने में विद्युत क्षेत्र सेट अप करती है। विद्युत क्षेत्र सतत रेखाओं और समविभव रेखायें टूटी रेखाओं से दर्शाया जाता है। आन्तरिक दो अन्वेशी शलाकाओं से बिंदु B व C के मध्य विभवांतर एक उच्च प्रतिबाधा वोल्टमीटर का उपयोग कर मापा जाता है। वृहत आकार वाले अर्द्धचालक नमूने के लिए जिसकी मोटाई w क्रमागत अन्वेशी शलाकाओं के मध्य दूरी S से बहुत बड़ी है। के लिए प्रतिरोधकता का मान निम्न सूत्र द्वारा प्राप्त होता है।

$$\rho = \frac{V}{I} 2\pi S$$

गणना :→ $\rho = \frac{V}{I} \times 2\pi S$ तथा $G_T\left(\frac{G}{S}\right) = \frac{2S}{W} / \ln 2$

$\rho = \frac{\rho_0}{G_T(W/S)} = \frac{V/I \times 2\pi S}{\frac{2S}{W}/\ln 2} = \frac{V\pi W S}{I \times S/\ln 2}$; Unit = Ω m

i) T = 313K अतः $10^3/T = 3.195 K^{-1}$

$\rho = \frac{0.257 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 11.643052$, $\log_{10}(\rho) = 1.5$

ii) T = 318K ∵ $10^3/T = 3.145 K^{-1}$

$\rho = \frac{0.255 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 11.55244$ $\log_{10}\rho = 1.06267$

iii) T = 323K , $10^3/T = 3.0957 K^{-1}$

$\rho = \frac{0.253 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{3} \times 0.06931} = 11.4618838$, $\log_{10}\rho = 1.058$

(iv) T = 328 K , $10^3/T = 3.048 K^{-1}$

$\rho = \frac{0.251 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 11.371220$, $\log_{10}\rho = 1.055817$

(v) T = 333K ; $10^3/T = 3.003 K^{-1}$

$\rho = \frac{0.248 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{3} \times 0.6931} = 11.235319$, $\log_{10}\rho = 1.050585$

(vi) T = 338K ; $10^3/T = 2.958 K^{-1}$

$\rho = \frac{0.245 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 11.098408$, $\log_{10}\rho = 1.04524$

(vii) T = 343K ; $10^3/T = 2.915 K^{-1}$

$\rho = \frac{0.242 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 10.96399$, $\log_{10}\rho = 1.03942$

DATE ....

जहाँ $V =$ लम्बमान विभवांतर, आन्तरिक अन्वेषी शलाकाओं के मध्य (volt)
$I =$ बाहरी अन्वेषी शलाकाओं से नमूने में धारा (Amp)
$S =$ क्रमागत शलाकाओं के मध्य दूरी (meter)
$\rho_0 =$ प्रतिरोधकता (Ω मीटर)

अर्द्धचालक की प्रतिरोधकता ताप पर निर्भरता :-
एक नैज अर्द्धचालक की चालकता में $e^{\ominus}$ व होल, दोनों प्रकार के आवेशवाहकों का योगदान देता है।

$$\sigma = e(n_e u_e + n_h u_h)$$
$$J = n_i e(u_e + u_h)$$

जहाँ $n_e =$ आवेश वाहक $e^{\ominus}$ की संख्या घनत्व
$n_h =$ आवेश वाहक होल की संख्या घनत्व
$u_e =$ $e^{\ominus}$ की गतिशीलता
$u_h =$ होल की गतिशीलता
$n_i = n_e = n_h =$ नैज अर्द्धचालक में $e^{\ominus}$ या होल की संख्या घनत्व

$e^{\ominus}$ संख्या घनत्व की ताप (T) पर निर्भरता इस प्रकार है -

$$n_i = N T^{3/2} \exp\left[\frac{-E_g}{2KT}\right]$$

जहाँ N एक नियतांक है
तथा E_g EV में लेते हैं।

$$\rho = A \exp\left[\frac{E_g}{2KT}\right]$$

(viii) $T = 348$ $10^3/T = 2.872\,K^{-1}$

$\rho = \dfrac{0.237 \times 3.14 \times 0.05}{5\times10^{-3} \times 0.6931} = 10.73697$, $\log_{10}\rho = 1.03088$

(ix) $T = 353K$, $10^3/T = 2.832\,K^{-1}$

$\rho = \dfrac{0.232 \times 3.14 \times 0.05}{5\times10^{-3} \times 0.6931} = 10.51046$, $\log_{10}\rho = 1.02162$

(x) $T = 358K$, $10^3/T = 2.793\,K^{-1}$

$\rho = \dfrac{0.225 \times 3.14 \times 0.05}{5\times10^{-3} \times 0.6931} = 10.1933$, $\log_{10}\rho = 1.008316$

(xi) $T = 363K$, $10^3/T = 2.755\,K^{-1}$

$\rho = \dfrac{0.48 \times 3.14 \times 0.05}{5\times10^{-3} \times 0.6931} = 9.876208$, $\log_{10}\rho = 0.99458$

(xii) $T = 368K$, $10^3/T = 2.63\,K^{-1}$

$\rho = \dfrac{0.198 \times 3.14 \times 0.05}{5\times10^{-3} \times 0.6931} = 8.970134$, $\log_{10}\rho = 0.952798$

$10^{-3}/T\ (K^{-1})$ तथा $\log_{10}(\rho)$ के मध्य ग्राफ का ढाल $= \dfrac{AB}{BC}$

Slope $\Rightarrow \dfrac{1.0083 - 0.97419}{2.793 - 2.718} = 0.456$

Energy Band gap (E_g) $= 2.303 \times 10^3 \times 2K \times (\text{slope})$

$= 2.303 \times 10^3 \times 2 \times 8.617 \times 10^{-3} \times 0.456$

$= 0.208$ meV

जहाँ A-नियातांक है।
ताप के घटने पर अर्द्धचालक की प्रतिरोधकता पर घर-घातांकी रूप में बढ़ती है।
अतः

$$\log_{10} \rho = C + \frac{1}{2.303} \times \frac{E_g}{2KT} \quad \because C = \log_{10} A$$

$$\log_{10} \rho = C + \frac{1}{2.303 \times 10^3} \times \frac{E_g}{2K} \left(\frac{10^3}{T}\right)$$

यहाँ $\log_{10} \rho$ व $10^3/T$ के मध्य ग्राफ सरल रेखा प्राप्त होता है

सारणी :->

क्र.सं.	ताप	आन्तरिक शलाकाओं के मध्य विभवांतर (V)	ताप (K)	$10^3/T$ (K^{-1})	प्रतिरोधकता	$\log_{10} \rho$
1.	40	0.257	313	3.195	11.643052	1.066066
2.	45	0.255	318	3.145	11.55244	1.06267
3.	50	0.253	323	3.095	11.461838	1.059254
4.	55	0.251	328	3.048	11.371230	1.055807
5.	60	0.248	333	3.003	11.235319	1.05058
6.	65	0.245	338	2.958	11.099408	1.095297
7.	70	0.242	343	2.915	10.96309	1.039949
8.	75	0.237	348	2.873	10.736978	1.03088
9	80	0.232	353	2.838	10.57846	1.04621
10.	85	0.225	358	2.793	10.19333	1.00831
11.	90	0.218	363	2.755	9.876203	0.9945
12	95	0.208	368	2.718	9.4831718	0.9748
13.	100	0.198	373	2.680	8.9701371	0.9527

Teacher's Signature..............................

प्रेक्षण सारणी:→

(1) अन्वेषी शलाकाओं के मध्य दूरी $S = 2mm = 2\times10^{-3}cm$
(2) अर्द्ध चालक नमूने की मोटाई $(W) = 0.5mm = 0.5\times10^{-3}cm$
(3) अर्द्ध चालक नमूने में प्रवाहित स्थिर धारा मान

$= 5mA = 0.05A = 5\times10^{-3}A$

परिणाम:→

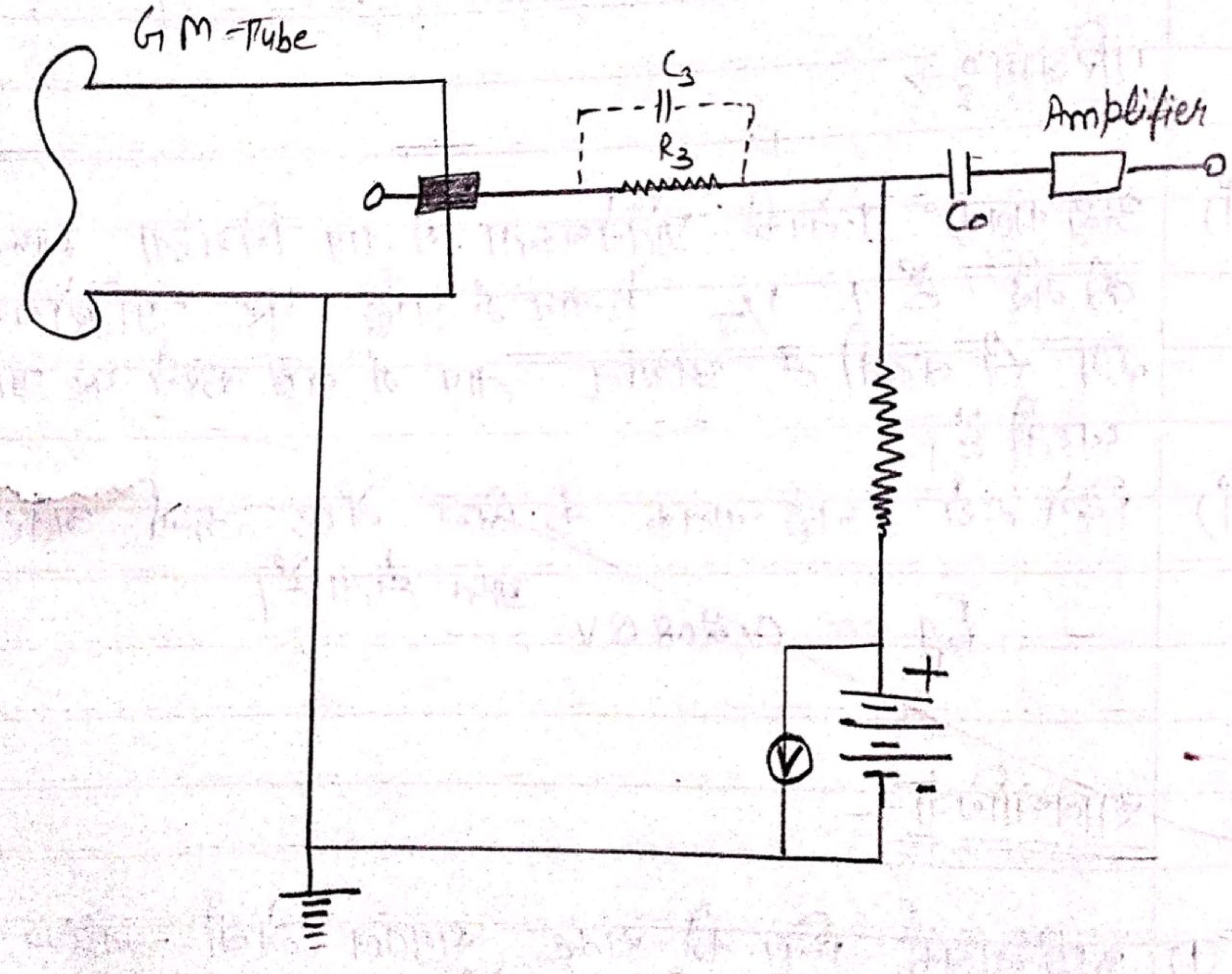
(i) अर्द्धचालक चिपकी प्रतिरोधकता की ताप निर्भरता ग्राफ में प्रदर्शित की गई है। $1/T$ के मान में वृद्धि पर प्रतिरोधकता चरघातांकी रूप से बढती है अर्थात ताप में वृद्धि करने पर प्रतिरोधकता घटती है।
(ii) दिये गये अर्द्ध चालक के लिए बैण्ड ऊर्जा अंतराल प्राप्त होता है।

$E_g = 0.208 eV$

सावधानियाँ:-

(1) अर्द्धचालक चिप की सतह समतल होनी चाहिए।
(2) चारों अन्वेषी सरेखी होने चाहिए।
(3) चतुअन्वेशी शलाकाओं को दाब संपर्कित करने के लिए समायोजन हल्के से करना चाहिए।
(4) आन्तरिक अन्वेशी शलाकाओं के मध्य वोल्टता मापन उच्च प्रतिरोधी वाले वोल्टमीटर से करवाना चाहिए।
(5) आवन का ताप उपकरण निर्माता द्वारा दर्शाई गई सीमा से अधिक नहीं होना चाहिए।

गाइगर मूलर परिपथ :→



Experiment - 7

DATE ....

उद्देश्य:→

गाइगर मूलर गणित्र के अभिलाक्षणिक वक्रों का अध्ययन करना और समान सक्रियता स्रोत के लिए व्युत्क्रम वर्ग नियम का सत्यापन करना।

उपकरण:→

गाइगर मूलर गणित्र, Electronic Power Supply, प्रवर्धक युक्त समयमापक, टाईमर, रेडियोएक्टिव स्रोत, सीसे का पात्र, स्रोत होल्डर।

सिद्धान्त:→

प्लेटो के वक्रों का ढाल

$$\left[\frac{N_2 - N_1}{N_{av}}\right] \times \left[\frac{100}{V_2 - V_1}\right]$$

यहाँ N_1 व N_2 आरोपित वोल्टता V_1 व V_2 पर गणना दर है।

$$N_{av} = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

गणित्र की प्रचालन वोल्टता, सामान्यतः प्लेटो के क्षेत्र के मध्य बिंदु पर लेते हैं।

व्युत्क्रम वर्ग का नियम:→

स्रोत से R दूरी पर प्रति एकांक क्षेत्रफल में प्राप्त कणों की प्रति सेकण्ड संख्या

$$N = \frac{N_0}{4\pi R^2} \Rightarrow \boxed{N \propto \frac{1}{R^2}}$$

अर्थात किसी रेडियोएक्टिव स्रोत से R दूरी पर विकिरण किरणों की गणना दूर के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है। यह व्युत्क्रम वर्ग का नियम कहलाता है।

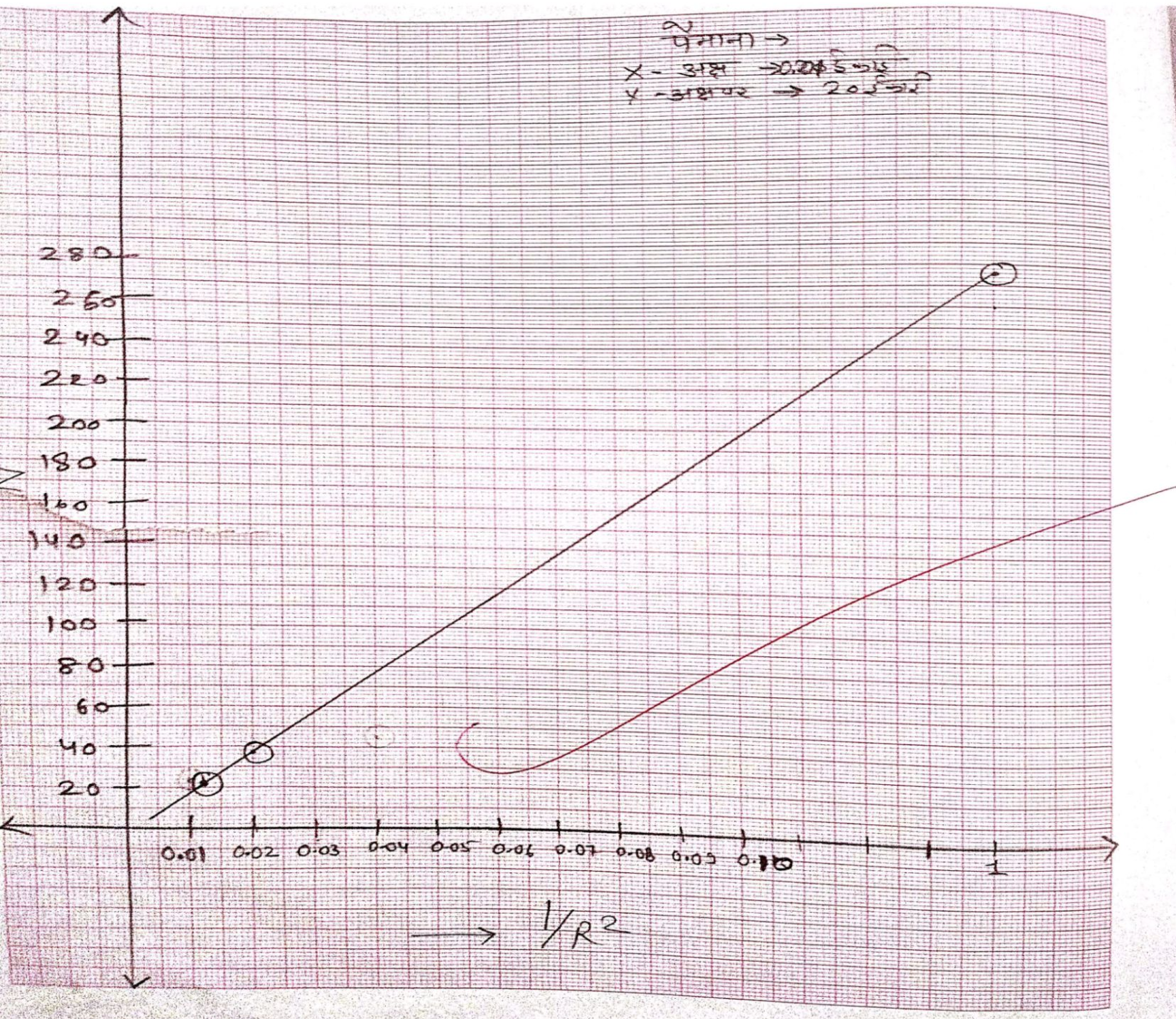
प्रेक्षण सारणी :→

For determine the operating Voltage.

S.No.	Voltage	Counting without Source (No)	Rate with Source	N−No
1.	350	0	0	0
2.	400	16	417	401
3.	450	18	423	404
4.	500	14	420	406
5.	550	24	451	427
6	600	31	431	408
7.	650	20	432	412
8.	700	17	472	455
9.	750	30	456	426
10	800	23	453	430
11	850	22	489	461
12	900	20	495	475
13	950	33	1649	1616

To Verify inverse Square law.

Applied operating Voltage - 550 Volt


पैमाना →
X - अक्ष
Y - अक्ष पर → 20
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
0.06
0.07
0.08
0.09
0.10
1
1/R²

S.No	Distance between the window of tube & source	Counts in every 50 seconds	$\frac{1}{r^2}$ (m^{-2})
1.	1	277	1
2.	2	144	0.25
3.	3	65	0.111
4.	4	48	0.0625
5.	5	44	0.04
6.	6	37	0.027
7.	7	37	0.020
8.	8	24	0.015
9.	9	21	0.012

परिणाम :→

(i) प्लेटों की प्रारंभिक वोल्टता V_1 = 300 Volt

(ii) प्लेटों की क्षेत्र की परास $(V_2 - V_1)$ = 50 Volt

(iii) प्रचालन वोल्टता = 550 Volt

(iv) N और $\frac{1}{R^2}$ मे सरल रेखीय ग्राफ प्राप्त होता है अतः व्युत्क्रम वर्ग नियम सत्यापित होता है।

सावधानियाँ :→

(1) रेडियोऐक्टिव स्रोत को अंगुलियों से नहीं छूना चाहिए।

(2) उच्च वोल्टता वाले टर्मिनल को नहीं छूना चाहिए।

(3) व्युत्क्रम वर्ग नियम के सत्यापन के समय प्रेक्षण GM-ट्यूब को प्रचालन वोल्टता पर रखकर लेना चाहिए।

प्रयोग - 3

कृष्णिका विकिरण विधि द्वारा स्टीफेन नियतांक का मान ज्ञात करना

(To determine the Stefan's constant using blank body radiation)

ग्रन्थ दिये गये हैं तथा बोध प्रश्नों के उत्तर अनुच्छेद 3.12 में दिये गये हैं। अन्त में प्रयोग से सम्बंधित मौखिक प्रश्न तथा उनके उत्तर अनुच्छेद 3.13 में दिये गये हैं।

3.2 आवश्यक उपकरण (Apparatus required)

स्टीफेन का उपकरण, तीन तापमापी, सुग्राही धारामापी, ताप वैद्युत युग्म, विराम घड़ी, भापजनक कैलोरीमापी चाँदी की चकती इत्यादि।

उपकरण का संक्षिप्त वर्णन

स्टीफेन के उपकरण को चित्र 3.1 व में दर्शाया गया है। यह धातु के गोलार्द्ध H से बना होता है। जिसका आन्तरिक भाग काला किया हुआ है। यह एक कृष्णिका विकिरक के

3.3 सिद्धान्त (Theory)

गर्म वस्तु द्वारा ऊष्मीय ऊर्जा के उत्सर्जन की दर, वस्तु के ताप पर निर्भर करती है। यह निर्भरता स्टीफेन के नियम से दी जाती है। इस नियम के अनुसार आदर्श कृष्णिका के प्रति एकांक क्षेत्रफल द्वारा ऊष्मीय ऊर्जा के उत्सर्जन की दर (E) कृष्णिका के परमताप (T) के चतुर्घात के समानुपाती होती है अर्थात्

$$E \propto T^4$$

या $$E = \sigma T^4 \qquad \text{......(3.1)}$$

जहाँ σ एक समानुपाती नियतांक है। इसे स्टीफेन नियतांक कहते हैं। इसका यथार्थ मान $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ वाट/मी.^{2} केल्विन 4 होता है।

यदि एक कृष्णिका, परमताप T_1 पर, दूसरी कृष्णिका जो परमताप T_2 पर हो के द्वारा ढकी (surrounded) है तो पृष्ठ के प्रति एकांक क्षेत्रफल द्वारा ऊष्मीय ऊर्जा के ह्रास या वृद्धि की दर निम्न प्रकार दी जाती है

$$E \propto \left(T_1^4 - T_2^4\right)$$

या $$E = \sigma\left(T_1^4 - T_2^4\right)$$

जब चैम्बर S में भाप प्रवाहित करते हैं, तो चैम्बर में लगे तापमापी कुछ ताप प्रदर्शित करते हैं। गोलार्द्ध H का आन्तरिक पृष्ठ भाप के नियत ताप T_1K पर कृष्णिका उत्सर्जक की तरह कार्य करता है। जब चकती D को इसके स्थान पर रखते है तथा हत्थे (h) की सहायता से लकड़ी का ढक्कन हटाते हैं तो यह गोलार्द्ध, द्वारा उत्सर्जित ऊष्मीय विकिरण को ग्रहण करती है। अतः इसका ताप बढ़ जाता है। माना कि किसी समय चकती का ताप T_2K चकती के ताप में वृद्धि होने पर वह विकिरण उत्सर्जित करेगी परन्तु ऊष्मा विकिरण के अवशोषण की दर उत्सर्जन की दर से अधिक होगी। यदि प्रति एकांक क्षेत्रफल से E_1 तथा E_2 चकती द्वारा अवशोषित तथा उत्सर्जित विकिरण की दर है तो स्टीफेन नियम से

$$E_1 = \sigma T_1^4$$

तथा $$E_2 = \sigma T_2^4 \qquad \text{......(3.2)}$$

यदि चकती का क्षेत्रफल A है तो चकती द्वारा प्रति सैकण्ड ऊष्मा वृद्धि

$$= \frac{E_1 - E_2}{J} A \text{ कैलोरी}$$

यदि चकती का द्रव्यमान m, विशिष्ट ऊष्मा S तथा ताप में परिवर्तन की दर $\frac{dT}{dt}$ है तो,

$$mS\frac{dT}{dt} = \frac{E_1 - E_2}{J} A$$

3.5 विधि (Method)

(i) चित्र 3.1 में बताये अनुसार सभी उपकरणों को व्यवस्थित कीजिए।

(ii) ताप वैद्युत युग्म की एक संधि को चकती के नीचे के पृष्ठ से जुड़े पेच पर कस दीजिए तथा दूसरी संधि को पानी से भरे कैलोरीमापी में रखी तेल (oil) से भरी परखनली में रख दीजिए।

(iii) तेल के तापमान के लिए एक तापमापी को इसमें रख दीजिए।

(iv) कॉन्सटेन्टन- ताँबे की दोनों संधियों को रूई के बक्से में रख दीजिए।

ताप वैद्युत युग्म का अंशाकन

(v) चैम्बर S में भाप प्रवाहित करने से पहले चाँदी की चकती D को उसके स्थान पर रख दीजिए तथा इसे हत्थे की सहायता से लकड़ी के ढक्कन से ढक दीजिए।

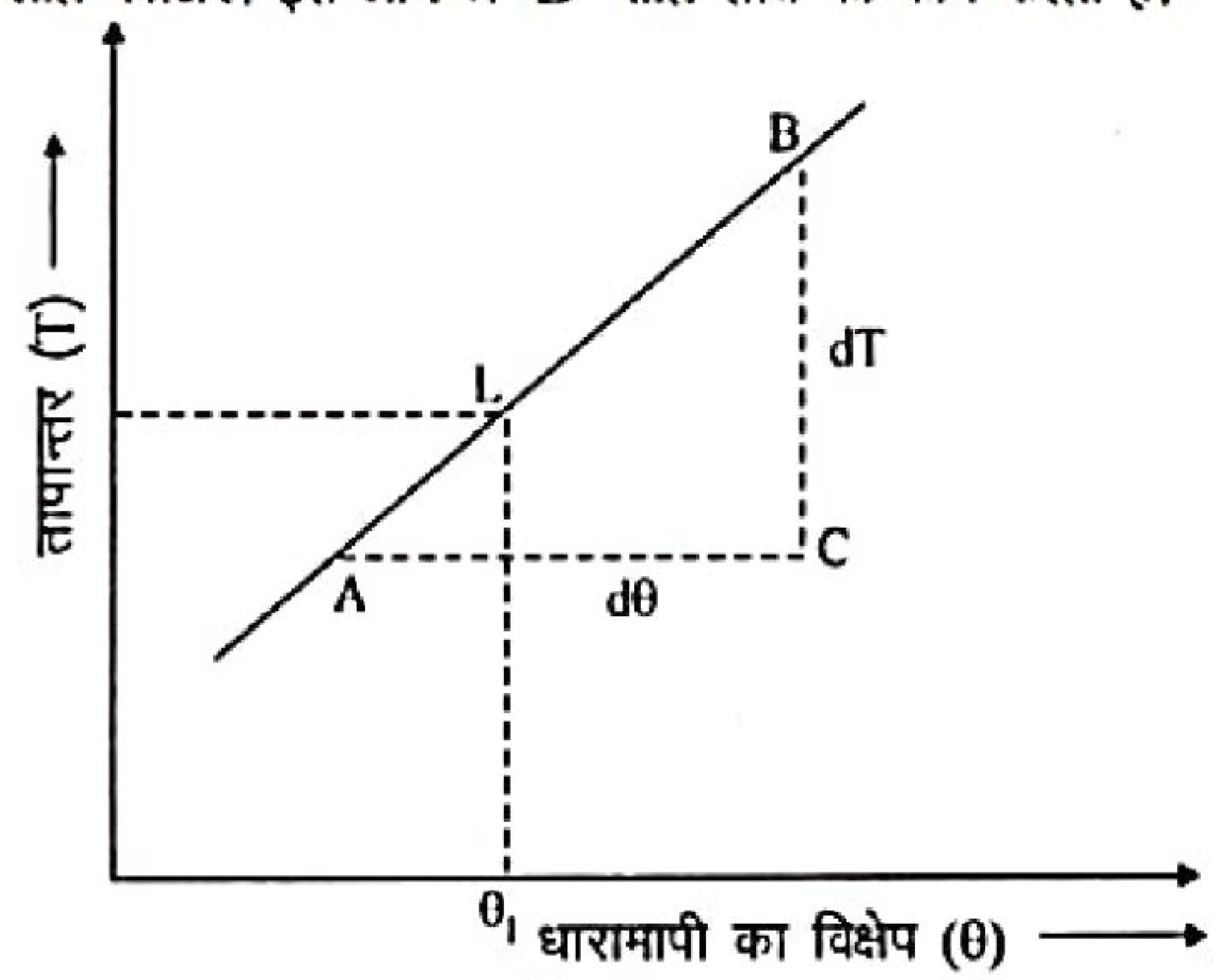
(vi) कैलोरीमापी में रखी परखनली के तेल के ताप को तापमापी की सहायता से नोट कीजिए।

(vii) अब कैलोरीमापी को उपयुक्त तापक्रम ($80^{\circ}C$) तक गर्म कीजिए। इसमें धारामापी में ताप वैद्युत धारा के कारण विक्षेप प्राप्त होता है। प्रारम्भ में धारामापी मे विक्षेप अधिकतम होगा फिर जैसे-जैसे तेल का ताप कम होता जायेगा। विक्षेप कम होता चला जायेगा। ऑयल के ताप में कमी तथा संगत धारामापी में विक्षेप को नियमित अन्तराल पर सारणी में नोट करते जाइये।

(viii) दोनों संधियों के तापान्तर तथा संगत धारामापी के विक्षेप में एक आलेख खींचों जो कि एक सीधी रेखा प्राप्त होगी। जैसा कि चित्र 3.2 में दर्शाया गया है। इस आलेख से

$$\frac{dT}{d\theta} = \frac{BC}{AC} = \text{वक्र का ढाल}$$

का मान ज्ञात कीजिए। इस भाग में D शीत संधि का कार्य करती है।



चित्र 3.2

$\frac{dT}{d\theta}$ **का मान ज्ञात करना**

3.6 प्रेक्षण (Observations)

कमरे का ताप = ... $^0C = 273 + ^0C$ = ...K

चकती का द्रव्यमान (m) = ... किग्रा.

ऊष्मा का यांत्रिक तुल्यांक $(J) = 4.2$ किलो कैलोरी

चकती की त्रिज्या (r) = ... मी.

चकती की विशिष्ट ऊष्मा (S) = ... जूल / किलो कैलोरी

चैम्बर का नियत ताप T_1 = ...$^0C = 273 + ^0C$ = ...K

तापान्तर व विक्षेप के मध्य आलेख हेतु सारणी

क्रम संख्या	गर्म संधि का ताप (^0C में)	ठण्डी संधि का ताप (^0C में)	दोनों संधियों के मध्य तापान्तर (^0C में)	तापान्तर (^0K में)	धारामापी का विक्षेप
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

समय- विक्षेप आलेख हेतु सारणी

क्रम संख्या	समय (t) (सेकण्ड में)	धारामापी का विक्षेप (θ)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

3.7 गणना व परिणाम (Calculations and result)

गणना

चकती का क्षेत्रफल $(A) = \pi r^2 = ...$ वर्ग मी.

तापान्तर- विक्षेप तथा समय-विक्षेप आलेख से $\frac{dT}{dt}$ का मान ज्ञात करना

$$\frac{dT}{dt} = \frac{dT}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \frac{BC}{AC} \cdot \frac{EF}{DF} = ...$$

समी. (3.3) में सभी मान रखकर σ का परिकलन कीजिए।

परिणाम

स्टीफेन नियतांक का परिकलन मान $\sigma = ...$ जूल /मी.^{2} से.K^{-4}

स्टीफेन नियतांक का मानक मान $\sigma = 5.76 \times 10^{8}$ जूल /मी.^{2} से.K^{-4}

प्रतिशत त्रुटि $= ....\%$

3.8 पूर्वावधान व त्रुटियों के स्रोत (Precautions and sources of error)

पूर्वावधान

(i) T व θ आलेख के समय चकती का ताप स्थिर होना चाहिए तथा चकती शटर द्वारा ढकी होनी चाहिए।

(ii) चकती का ऊपरी पृष्ठ पूर्णत: काला होना चाहिए जिससे की परावर्तन नगण्य हो।

(iii) गोलार्द्ध H का ताप स्थिर होने पर ही चकती का शटर खोलें।

(iv) परखनली में लिया गया तेल आर्द्र नहीं (non-hygroscopic) होना चाहिए तथा इनका घनत्व व वाष्प दाब कम होना चाहिए।

(v) ताप युग्म के तार केवल संधियों पर ही छूने चाहिये अन्य किसी स्थान पर नहीं।

त्रुटियों के स्रोत

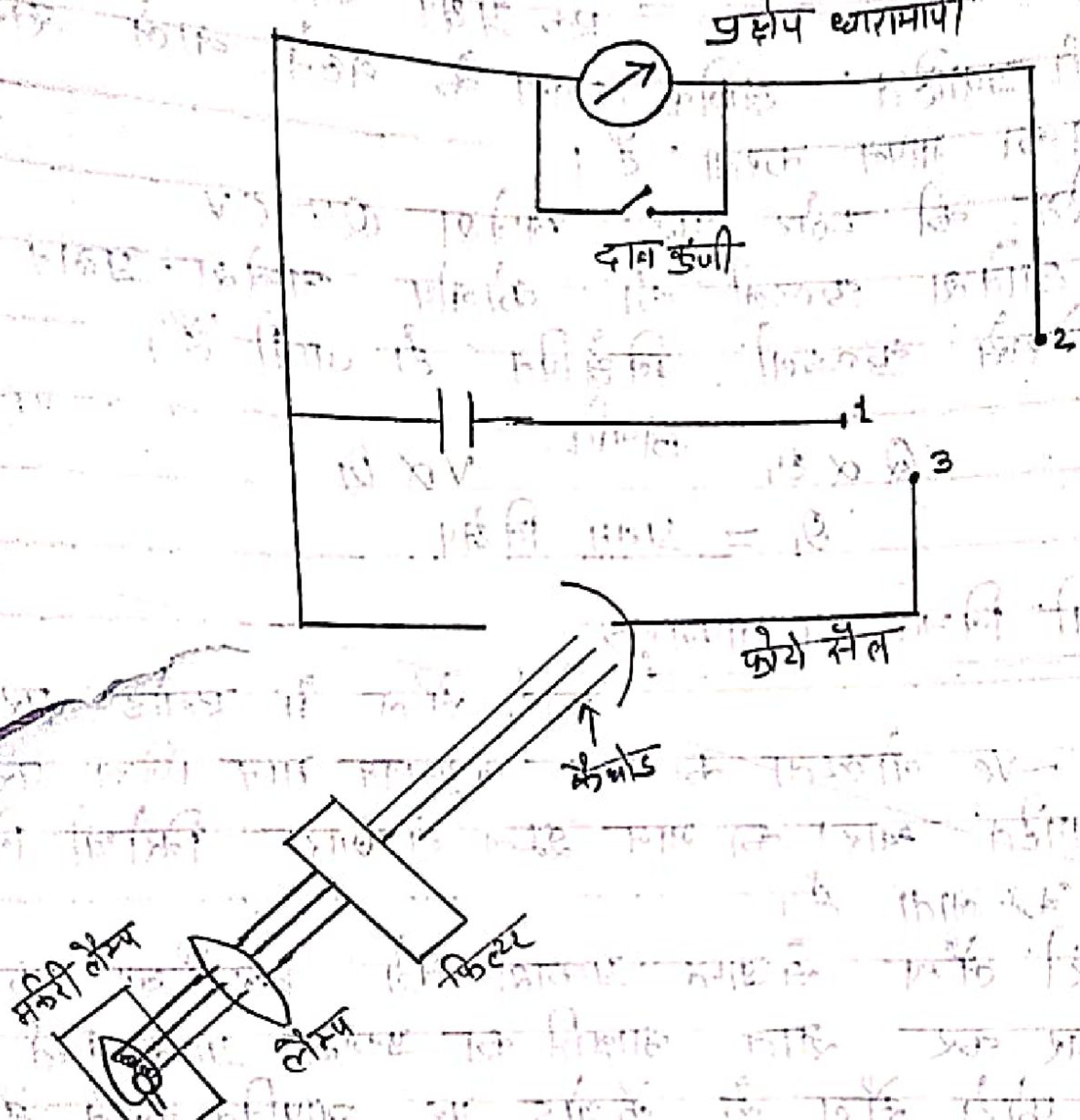
(i) चकती के उपरी पृष्ठ का पूर्णत: काला न होना।

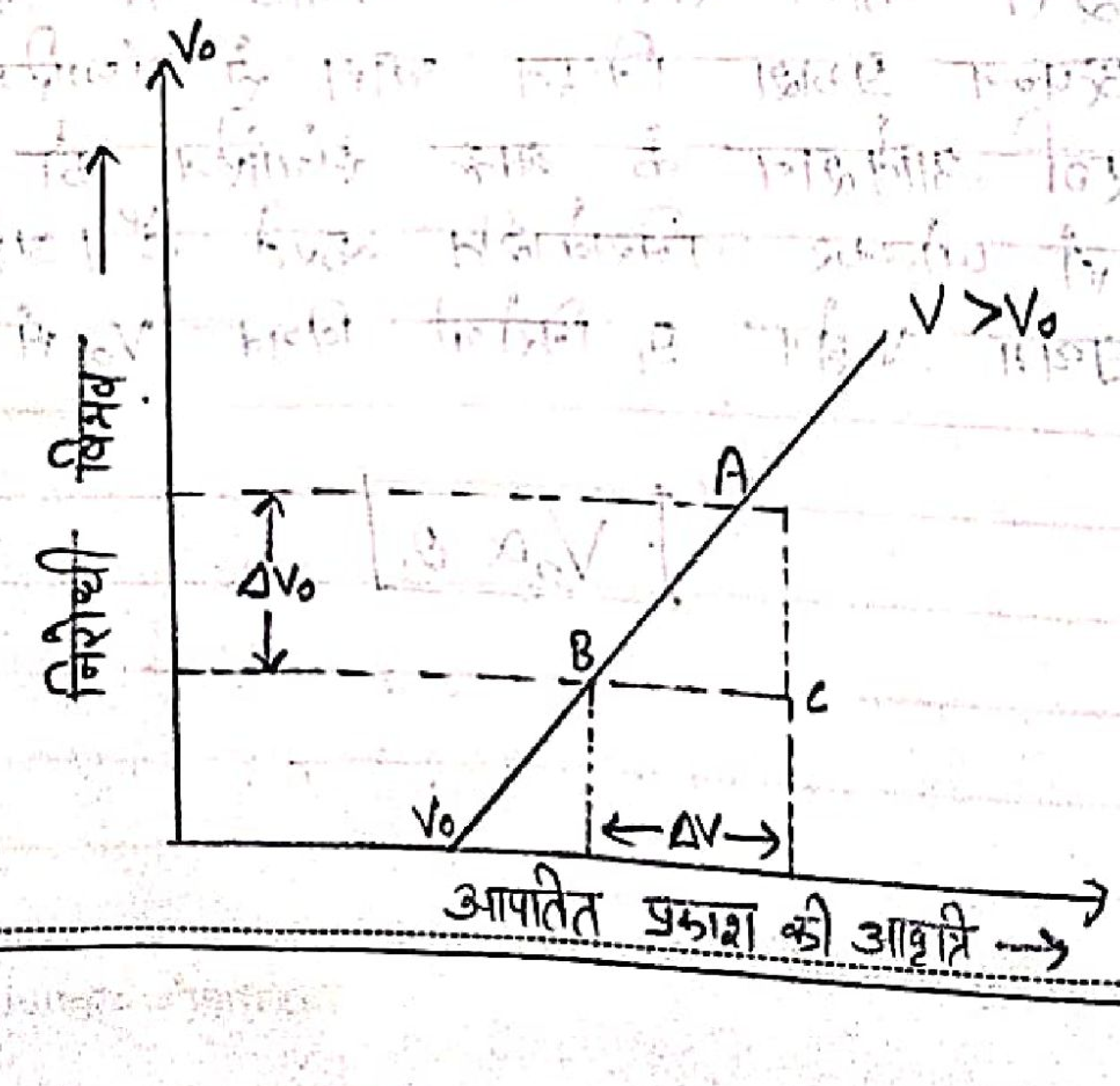
(ii) चकती का शटर गोलार्द्ध के ताप को स्थिर होने से पहले खोलना।

(iii) $\frac{dT}{dt}$ का मान मूल बिन्दु के समीप ज्ञात न करना।

3.9 सारांश (Summary)

- स्टीफेन उपकरण की सहायता से स्टीफेन नियतांक का मान पर्याप्त यथार्थता से प्राप्त किया है।
- आदर्श कृष्णिका के प्रति एंकाक क्षेत्रफल तथा प्रति सेकण्ड उत्सर्जित ऊष्मा कृष्णिका के परमताप के चतुर्घात के समानुपाती होती है।


प्रक्षेप धारामापी
दाब कुंजी
2
1
3
फोटो सैल
कैथोड
फिल्टर
मर्करी लैम्प
लैम्प


V_0
निरोधी विभव →
$V > V_0$
A
B
C
ΔV_0
V_0
← ΔV →
आपतित प्रकाश की आवृत्ति →

Experiment - 1

उद्देश्य:

फ़ोटो सेल का उपयोग कर प्लांक नियतांक ज्ञात करना (निरोधी विभव विधि)

उपकरण:

फोटो सेल, मर्करी लैम्प, तरंगदैर्ध्य फिल्टर, प्रक्षेप धारामापी (दाब कुंजी सहित), लैम्प स्केल व्यवस्था, संधारित्र बैटरी, वोल्टमीटर, धारा नियंत्रक, द्विमार्गी कुंजी etc

सिद्धान्त:→

प्लांक नियतांक:→

जब किसी उच्च आवृत्ति (ν) की विद्युत चुम्बकीय विकिरण, किसी फोटो सैल के प्रकाश संवेदी धातु इलेक्ट्रोड पर आपतित होती है तब धातु सतह से इलेक्ट्रान उत्सर्जित हो जाते हैं। इस घटना को प्रकाश विद्युत प्रभाव कहते हैं।

उत्सर्जित फोटो इलेक्ट्रान की अधिकतम गतिज ऊर्जा

$$K_{max} = h\nu - \phi_0$$

यहाँ K_{max} = निरोधी विभव से निम्न प्रकार संबंधित है:-

$$eV_0 = K_{max}$$

इसलिए

$$eV_0 = h\nu - \phi_0$$

$$V_0 = \left(\frac{h}{e}\right)\nu - \left(\frac{\phi_0}{e}\right)$$

ग्राफ V_0 व ν में सरल रेखीय प्राप्त होती है। जिसका ढाल h/e है। इसका use करके h का मान ज्ञात करते हैं।

जहाँ $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C

Teacher's Signature

प्रेक्षप धारामापी का अंशांकन :-

एक प्रेक्षप धारामापी इसकी कुण्डली में से प्रवाहित क्षणिक धारा के बहने वाले सम्पूर्ण आवेश का मापन करता है।
संधारित्र की प्लेट पर आवेश $Q = CV$
यह आवेश कुण्डली को कोणीय आवेश प्रदान करता है। जिससे कुण्डली विक्षेपित हो जाती है।

$$Q \propto \theta_1 \quad \text{अर्थात} \quad V \propto \theta_1$$

θ_1 = प्रथम विक्षेप

निरोधी विभव का मापन :->

फोटो सैल में एनोड पर लगाए गये −ve वोल्टता का वह न्यूनतम मान जिस पर सैल से प्रवाहित धारा का मान शून्य हो जाए निरोधी विभव (V_0) कहलाता है।
मर्करी लैम्प से प्राप्त प्रकाश को तरंगदैर्घ्य फिल्टर से गुजार कर ज्ञात आवृत्ति का प्रकाश प्राप्त करते हैं। इसे फोटो सैल के कैथोड पर आपतित कराते हैं। इससे उत्पन्न प्रकाश विद्युत धारा से संधारित्र आवेशित होता है। पूर्ण आवेशन के बाद संधारित्र को धारामापी की कुण्डली से जोडकर निरावेशित करते हैं। प्रक्षेप धारामापी का प्रथम प्रक्षेप θ_1 निरोधी विभव V_0 से सम्बन्ध

$$\boxed{V_0 \propto \theta_1}$$

प्रेक्षण :→

(A) प्रेक्षम धारामापी का अंशांकन :-

क्र०सं०	संधारित्र की प्लेटों के मध्य वोल्ट V वोल्ट	आरोपित प्रथम विक्षेप का मान θ_1 (div)	Current (μA)
1	0.1	0	360
2	0.1	20	350
3	0.2	40	340
4	0.3	50	330
5	0.4	60	320

(B) निरोधी विभव ज्ञात करना :-

प्रकाशीय फिल्टर से प्रवाहित प्रकाश तरंगदैर्ध्य λ(Å)	प्रकाश की आवृति (Hz)	आवेश समय	प्रथम विक्षेप का मान θ_1 (div)	संगत निरोधी विभव V_0 (वोल्ट)
0	280	0	10	480
0.1	360	20	20	440
0.2	430	40	30	420
0.3	500	60	40	400
0.4	480	80	50	390
0.5	520	90	60	350
0.6	540	110	70	330
0.7	570	120	80	250
0.8	600	140	90	200

गणना :

(A) आवृत्ति की गणना :

फिल्टर (लाल) प्रकाश की तरंगदैर्ध्य = 5400 Å

संगत आवृत्ति (लाल) $\nu = C/\lambda$ = 55.5×10¹³ Hz.

इसी प्रकार अन्य फिल्टर द्वारा आवृत्ति ज्ञात कर सकते हैं।

(B) निरोधी विभव V_0 व आवृत्ति ν के मध्य ग्राफ खींचा

(C) ग्राफ से ढाल की गणना

ΔV_0 = volt

$\Delta \nu$ = Hz

$e = 1.602 \times 10^{-19}$ C

$h = \frac{\Delta V_0}{\nu} \times e$ =

परिणाम :→

प्रयोग से प्राप्त प्लांक नियतांक का मान

$= 5.27 \times 10^{-34}\ J \cdot s$

प्लांक नियतांक का मानक $h = 6.62 \times 10^{-34}\ J \cdot s$

% त्रुटि = 17.48 %

सावधानियाँ :→

(1) इस प्रकार के प्रयोग को अंध कक्ष में करना चाहिए।
(2) प्रेक्षप धारामापी क्षैतिज रखना चाहिए।
(3) V_0 व V के मध्य अच्छी ग्राफ हेतु कम से कम पाँच फिल्टर का उपयोग करें।
(4) प्रकाश विद्युत धारा से संधारित्र को आवेशित होने के लिए पर्याप्त (20-25 मिनट) का समय देवें।
(5) मर्करी लैम्प से प्रकाश फोटो सैल की प्रकाश संवेदी सतह पर लम्बवत् आपतित होनी चाहिए।