

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।

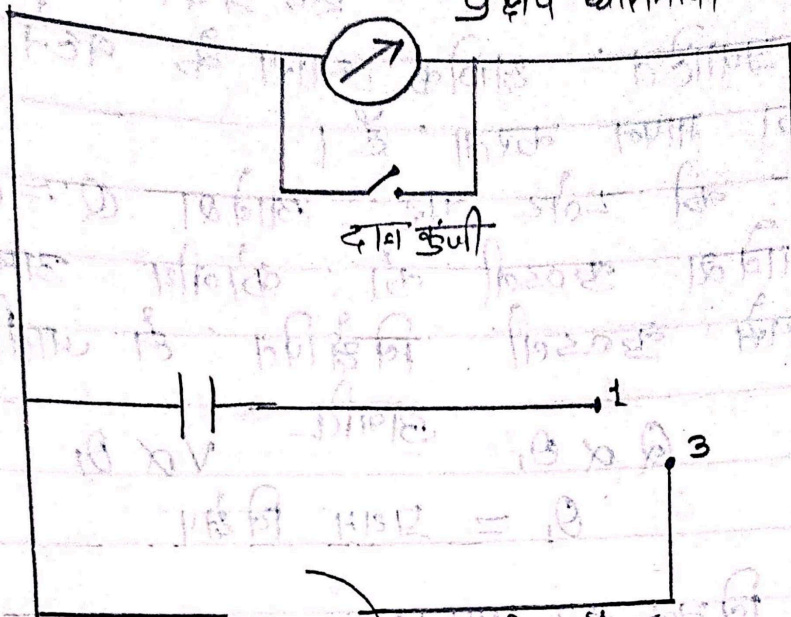
2 स्टीफन स्थिरांक का निर्धारण (कृष्ण पिंड विधि)।

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

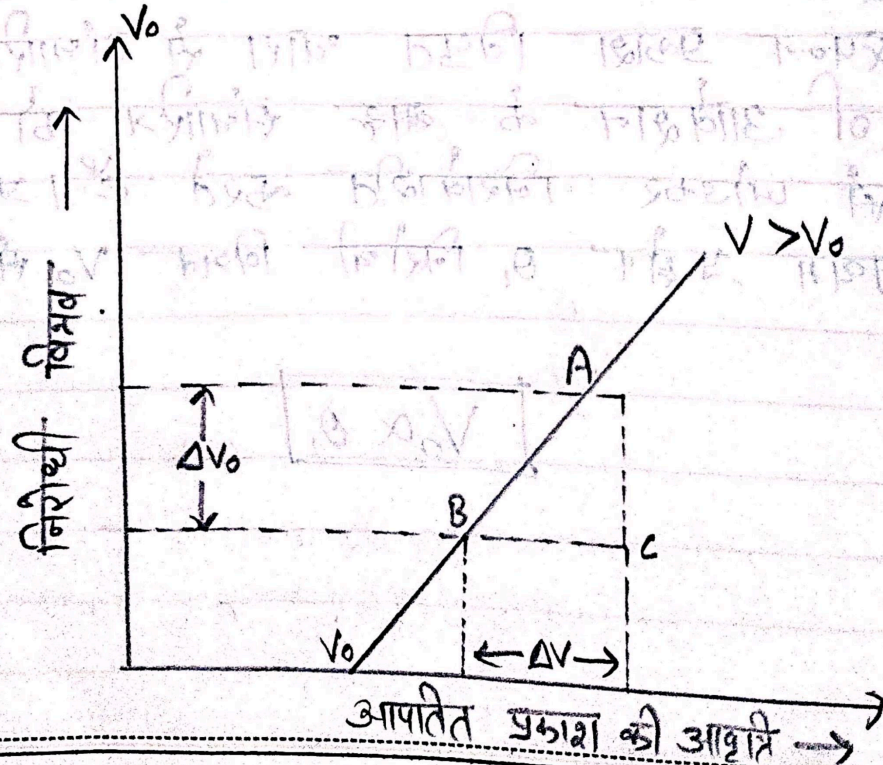


मकरी लैंप

लैंप

फिल्टर

कैथोड



उद्देश्य:

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

उपकरण:

फोटो सेल, मकरी लैम्प, तरंगदैर्घ्य फिल्टर, प्रक्षेप
धारामपी (दाब कुंजी सहित), लैम्प स्कैल व्यवस्था, संचारित
बैटरी, वोल्मीटर, धारा नियंत्रक, ट्विमागी कुंजी एट.सी.

सिद्धान्त:→प्लॉक नियतांक:→

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

उत्सर्जित ϕ फोटो इलेक्ट्रॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा

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

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

इसलिए
$$eV_0 = K_{\max}$$

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

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

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

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

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।

$Q \propto \theta$, अर्थात् $V \propto \theta$

$\theta_1 =$ प्रथम विक्षेप

निरोधी विभव का मापन :-

फोटो सेल में एनोड पर लगाए गये $-Ve$ वोल्टता का वह न्यूनतम मान जिस पर सेल में प्रवाहित धारा का मान शून्य हो जाय निरोधी विभव (V_0) कहलाता है।

मफेरी लैम्प से प्राप्त प्रकाश को तरंगदैर्घ्य फिल्टर से छुट्टार कर शीत आवृत्ति का प्रकाश प्राप्त करते हैं। इसे फोटो सेल के कैथोड पर आपतित कराते हैं। इसके अपन्न प्रकाश विद्युत धारा से संधारित्र आवेशित होता है। पूर्ण आवेशन के बाद संधारित्र को धारामापी की कुण्डली से जोड़कर निरावेशित करते हैं। प्रेक्षप धारामापी का प्रथम प्रक्षेप θ_1 निरोधी विभव V_0 से सम्बन्ध

$$V_0 \propto \theta_1$$

प्रेक्षण :-

(A) प्रेक्षक धारामापी का अंशानुः-

क्र.सं.	संयोजित की प्लेसों के मध्य वोल्ट V वोल्ट	आरोपित प्रथम विक्षेप का मान θ (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 मात करना :-

प्रकाशीय फिल्टर से प्रवाहित प्रकाश तरंगदैर्घ्य λ (Å)	प्रकाश की आवृत्ति (M_2)	आवेश समय	प्रथम विक्षेप का मान θ (div)	संगत निरोधी विभव V_0 (वोल्ट)
0	240	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 तरंगदैर्घ्य $= 5400 \text{ \AA}$

संगत आवृत्ति (लाल) $\nu = c/\lambda = 5.5 \times 10^{13} \text{ Hz}$

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 ऋाल की गणना

$$\Delta V_0 = \text{Volt}$$

$$\Delta \nu = \text{Hz}$$

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

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

परिणाम :- →

प्रयोग से प्राप्त प्लॉक नियतांक का मान

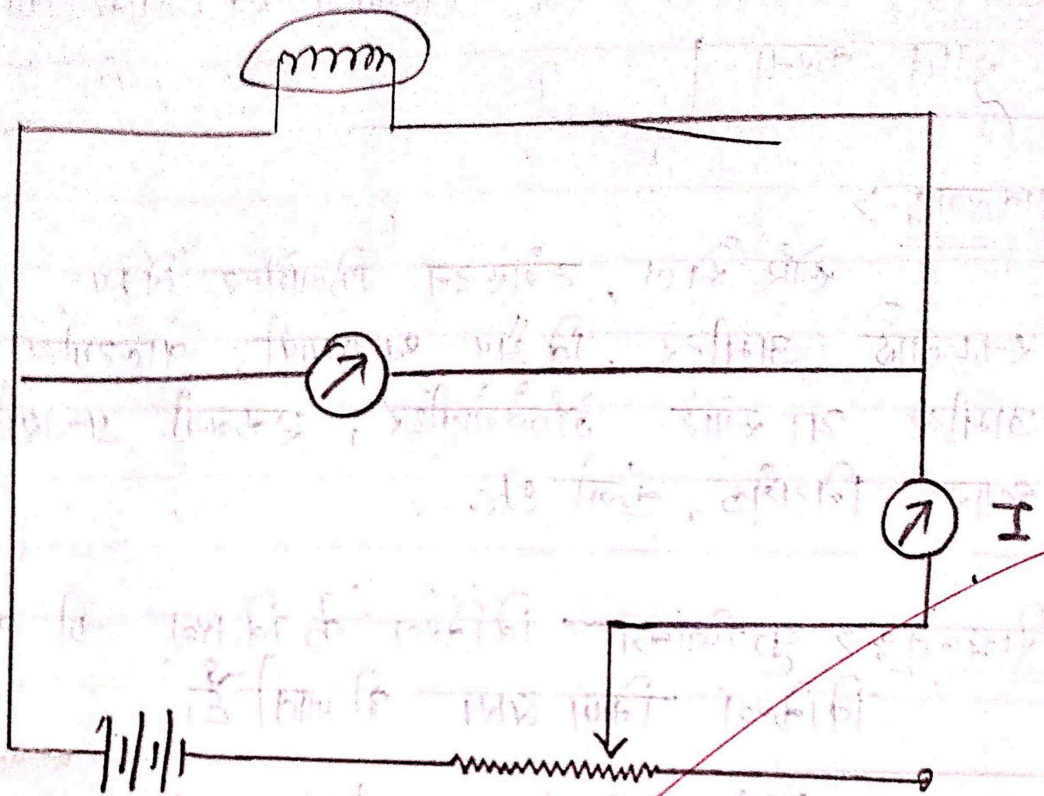
$$= 5.27 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

प्लॉक नियतांक का मानक $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

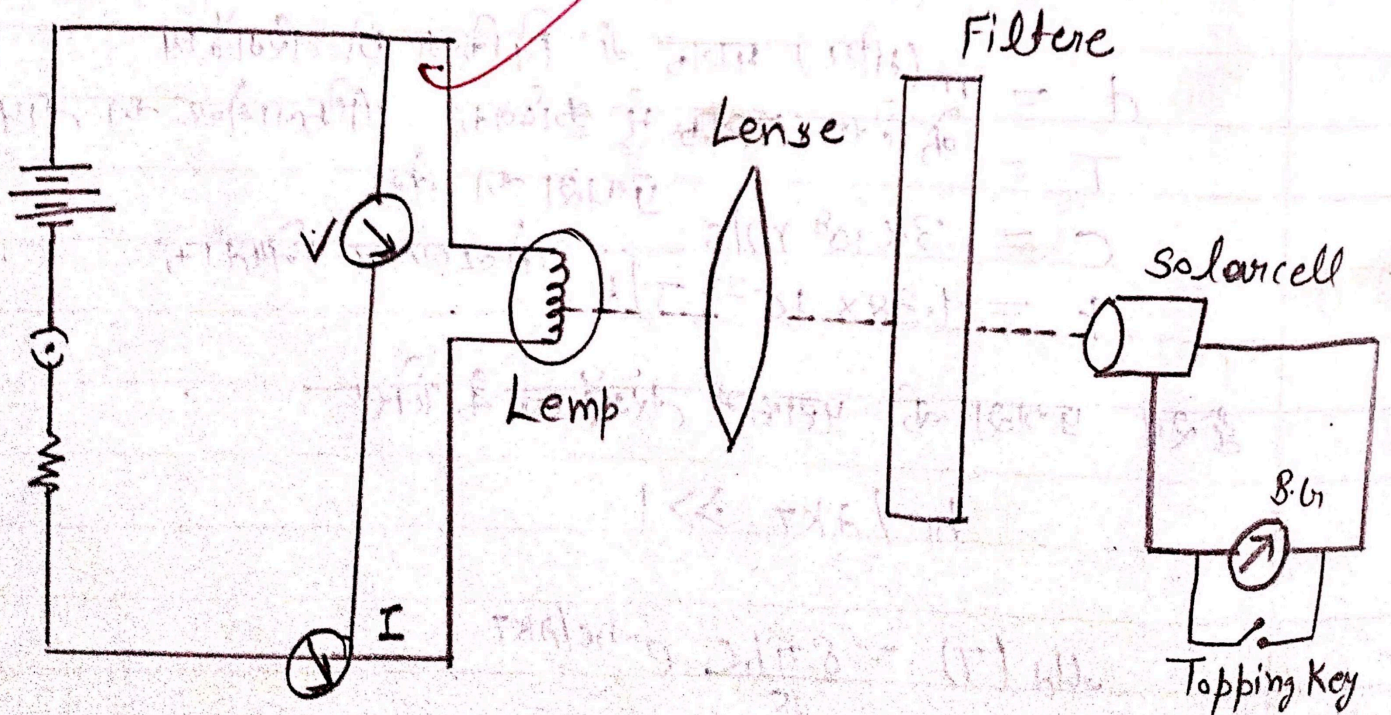
$$\% \text{ त्रुटि} = 19.48 \%$$

सावधानियाँ :-

- (1) इस प्रकार के प्रयोग की अंश कक्षा में करना चाहिए।
- (2) वैक्षप धारामापी धै तिष्ठ 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 संघारित्र को आवेक्षित होने के लिए पर्याप्त (२०-२५ मिनट) का समय दें।
- (5) मर्करी लैम्प से प्रकाश फोटो सेल की प्रकाश संवेदी सतह पर लम्बवत् आपतित होनी चाहिए।



(फिलामेन्ट का प्रतिरोध मापने के लिए परिपथ)



उद्देश्य: → सौर सेल की सहायता से प्लॉट का नियंत्रण
शीत करना ।

उपकरण: →

सौर सेल, टंगस्टन फिलामेन्ट लैम्प, D-C पावर
स्वच्छ, अमीटर, विक्षेप धारामापी, वोल्टमीटर, D.C-Micro
अमीटर या स्पॉट गेज्वेनोमीटर, एकवर्गी प्रकाशीय फिल्टर
ध्वारा नियंत्रण, कुंजी Etc.

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

$$\mu_n(T) = \frac{8\pi hc}{t^5} e^{-hc/tKT} - 1$$

जहाँ

$\mu_n(T)$ = μ_m^{-4} मात्रक में प्रति एकक आयतन प्रति एकक
तरंगदैर्घ्य परास में विकिरण ऊर्जा

t = m (मीटर) मात्रक में विकिरण की तरंगदैर्घ्य

T = केल्विन मात्रक में कृष्णिका (फिलामेन्ट का ताप)

C = 3×10^8 m/s प्रकाश का वेग

k = 1.38×10^{-23} J/K बोल्टजमान नियतांक

दृश्य प्रकाश की परास में तरंगदैर्घ्य के लिए

$$hc/tKT \gg 1$$

$$\mu_n(T) = \frac{8\pi hc}{t^5} e^{-hc/tKT}$$

दोनों ओर t^5 से गुणा करने पर

$$I_h(T) = \mu_h(T) \cdot \omega = \frac{8\pi h c^2}{15} e^{-hc/\lambda kT}$$

$$I_h(T) = (A_h) e^{-hc/\lambda kT}$$

निपतांक A_h कृष्णिका के ताप पर निर्भर नहीं करता। (जिज्ञासा) जो सौर सेल पर आपतित कर माइक्रो अमीटर से उत्पन्न विक्षेप द्वारा ठीकता मापी जाती है।

विक्षेप

$$O_{ph} \propto I_h(T)$$

$$O_{ph} = B_h e^{-hc/\lambda kT}$$

B_h = अज्ञात निपतांक जिसका मान कैलिब्रेशन के पृष्ठ क्षेत्रफल, फिल्टर के गुणों, सौर सेल की रंध्रिता और दक्षता पर निर्भर करता है।

$$\log_e O_{ph} = \log_e B_h - \frac{hc}{\lambda kT}$$

$$\log_{10} O_{ph} = \log_{10} B_h - \frac{hc}{2.303 \lambda k} \left(\frac{1}{T} \right)$$

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

जहाँ $C = \log_{10} B_h$ = निपतांक है।

अतः $\log_{10} O_{ph}$ तथा $\frac{1}{T}$ मैग्नाफ एक रेखात्मक ढाल की सरल रेखा होती है। इस सरल रेखा का ढाल का मान -

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

$$h = \frac{2.303 \lambda k \times m}{C}$$

~~टंगरून फिलामेन्ट का ताप लैग्जुमर सूत्र~~

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

$$T_0 = 42^\circ \text{C} \quad (300\text{K})$$

T_0 = ताप T पर फिलामेन्ट का प्रतिरोध
 R_0 = ताप T_0 पर फिलामेन्ट का प्रतिरोध

$R_T =$ ~~ताप पर प्रतिरोध~~
 $R_D =$ ~~इसर बिंड पर फिलामेन्ट का प्रतिरोध~~

फिलामेन्ट का प्रतिरोध ओम नियम से

$$R = \frac{V}{I}$$

प्रश्नाः →

(1) ड्रयर बिंदु का ताप $T_D = 800\text{K}$

(1) इथर बिंदु का ताप $t_b = 800\text{K}$
(2) इथर बिंदु पर फिलामेंट का प्रतिरोध - इथर बिंदु व द ताप हैं जिस पर लगभग सभी धातु पदार्थ का ध्वनि का विकिरण के कारण दृश्य होना प्रारंभ कर देते हैं।

क्र.सं.	फिलामेन्ट के सिरो पर विभवांतर V_D (वोल्ट) जब ड्रैपर बिंदु जगह/लुप्त हो रहा हो।	समत द्वारा (फिलामेन्ट में ड्रैपर बिंदु पर) I_D (एम्पियर)	ड्रैपर बिंदु पर फिलामेन्ट प्रतिरोध R_D (ओम)
	0.4	23	0.017

गणना: →

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

(2) लाल फिल्टर (कॉन्स. 1) $\lambda_R = 0.125 \text{ \AA}$

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

$\theta_{ph} = 5$ $\text{div } \log \theta_{ph} = 0.698$

फिलामेंट ताप

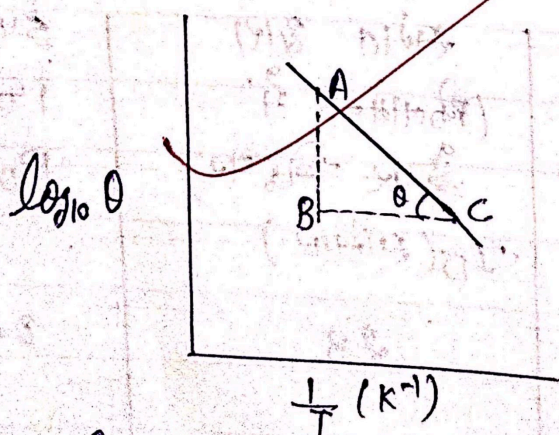
$T = T_D \left(\frac{R_T}{R_D} \right)^{0.833}$

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

$\frac{1}{T} = 0.00199 \text{ K}^{-1}$

(इसी प्रकार अन्य निकालें)

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



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

निम्न सूत्र से

$h = \frac{2.303 \cdot k}{C} \times m$

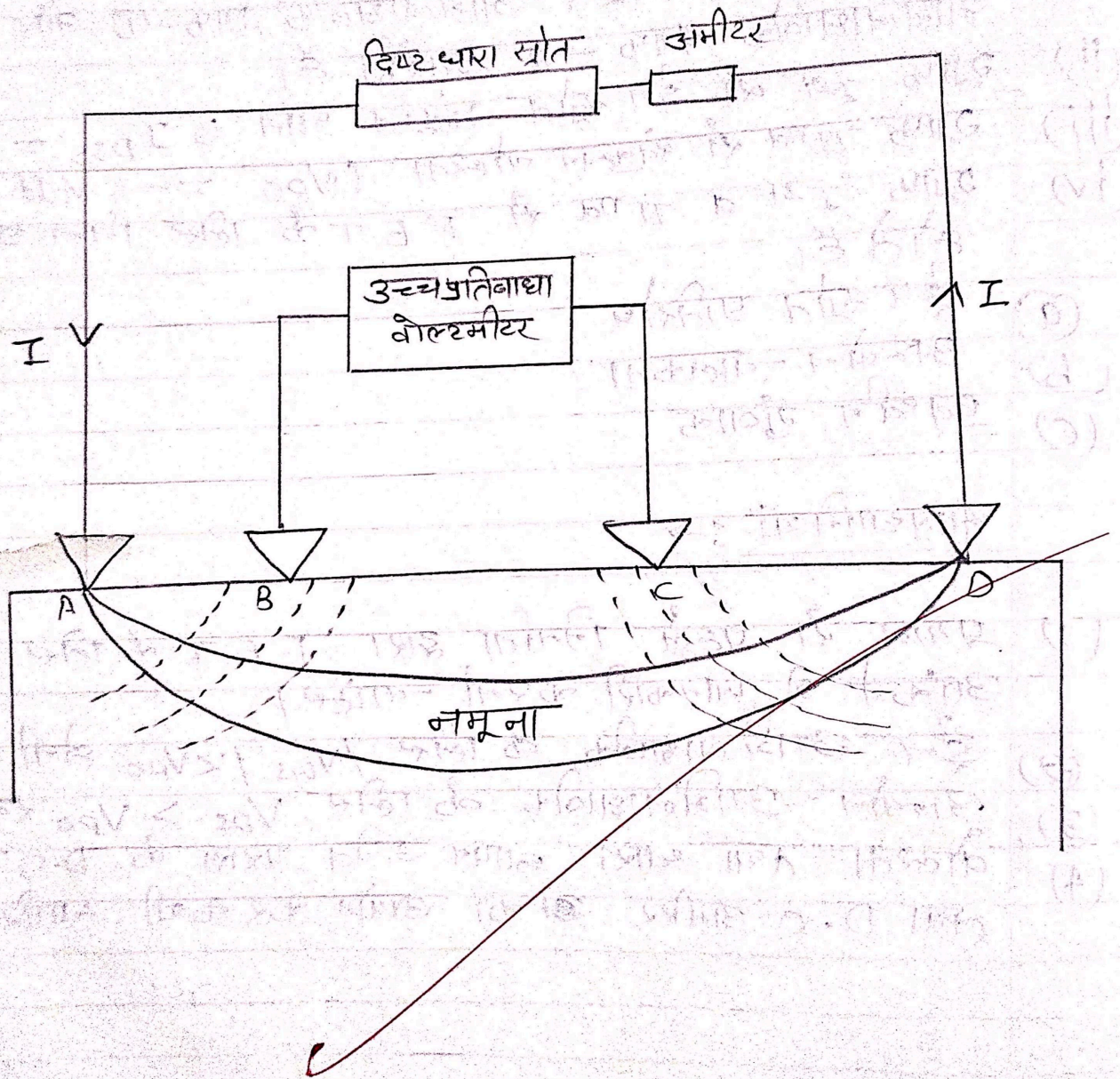
(3) माध्यमान $R_D = 1.268 \pm 0.02$ (4) फिलामेंट के ताप के लिए सारणी
फिल्टर = लाल, $t_R = 6.900 \text{ s}$

क्र.सं.	फिलामेंट के सिरो पर विभव V_f (वोल्ट)	फिलामेंट में धारा I_f (समियर)	सौर सेल के गैल्वनोमीटर में विक्षेप (μA) div	प्रतिरोध R_L (ओम) गणना से	फिलामेंट का ताप T (केल्विन) गणना से	$\frac{1}{T}$ K ⁻¹	Remarks
1.	1	1.38	0	0.725	502.173	0.00199	Result
2.	2	1.88	0	1.064	691.248	0.00144	Exceed
3.	3	2.25	2	1.333	834.017	0.00120	0.30k
4.	4	2.63	5	1.521	930.105	0.00107	0.1095
5.	5	2.98	10	1.678	1010.214	0.00099	1

परिणाम :-L-लांक नियतांक का मान $= 11.98 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ L-लांक नियतांक का मानक मान $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ % त्रुटि $= 44.69 \%$ सावधानियाँ :-

- (1) प्रयोग की अंशों को कमरे में करना चाहिए।
- (2) डेपर विन्दु के लिए प्रेक्षा मंद, लाल रंग मात्र प्रकाश और मात्र प्रकाश होने के लिए लेना चाहिए।
- (3) लैंप से प्रकाश सौर सेल पर लम्बवत आपतित होना चाहिए।
- (4) लैंप से प्रकाश फिल्टर को निकाल कर सौर सेल पर आपतित होना चाहिए।

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



उद्देश्यः →

चतुर्अन्वेषी चालक विधि से किसी अर्द्धचालक की प्रतिरोधकता सीताप पर निर्गता का अद्यपन करना।

उपकरणः →

चतुर्अन्वेषी शालाका उपकरण (स्प्रिंग युक्त चार अन्वेषी शालाकायें, जर्मनियम क्रिस्टल (चिपके कप में) ताप परिवर्तन के लिए आवन, थर्मामीटर, स्थिर धारा स्रोत, आवन विद्युत यदाप, उच्च प्रतिवाधा, वोल्टमीटर, मिली अमीटर।

सिद्धान्तः →अर्द्धचालक की प्रतिरोधकताः →

जर्मनियम चिप की प्रतिरोधकता का मापन चतुर्अन्वेषी शालाका विधि में निम्न द्वारा प्रवाहित कर, किया जाता है। बाहरी-अन्वेषी शालाकाओं से प्रवाहित करने योग्य धारा, अर्द्धचालक नमूने में विद्युत क्षेत्र सेट अप करती है। विद्युत क्षेत्र सतत रेखाओं और समविश्व रेखाओं द्वारा रेखाओं से दर्शाया जाता है। आन्तरिक दो अन्वेषी शालाकाओं से बिंदु B व C के मध्य विभवान्तर एक उच्च प्रतिवाधा वोल्टमीटर का उपयोग कर मापा जाता है। वृद्ध आकार वाले अर्द्धचालक नमूने के लिए जिसकी मोटाई w क्रमागत अन्वेषी शालाकाओं के मध्य दूरी d से बड़त की है। के लिए प्रतिरोधकता का मान निम्न सूत्र द्वारा प्राप्त होता है।

$$\rho = \frac{V}{I} \cdot \frac{2\pi d}{w}$$

माना $\rightarrow$

$$f = \frac{V}{\lambda} \times 2\pi S \text{ तथा } G_T \left(\frac{G}{S} \right) = \frac{2S}{W} / n^2$$

$$f = \frac{f_0}{G_T (W/S)} = \frac{V_{II} \times 2\pi S}{\frac{2S}{W} / n^2} = \frac{V_{II} W S}{I x S / n^2} \therefore \text{Unit} = \text{cm}$$

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

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

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

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

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

$$f = \frac{0.253 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 11.4618838, \log_{10} f = 1.058$$

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

$$f = \frac{0.251 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 11.371220, \log_{10} f = 1.05817$$

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

$$f = \frac{0.248 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 11.235319, \log_{10} f = 1.050385$$

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

$$f = \frac{0.245 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 11.093408, \log_{10} f = 1.04824$$

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

$$f = \frac{0.242 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.6931} = 10.96393, \log_{10} f = 1.03942$$

जहाँ $V =$ लवमान विभवान्तर, आन्तरिक अन्वेषी अलाकाओं के मध्य (Volt)
 $I =$ बाहरी अन्वेषी अलाकाओं से नमून में धारा (Amp)
 $S =$ क्रमागत अलाकाओं के मध्य दूरी (metr)
 $S_0 =$ प्रतिरोधकता (१ मीटर)

अर्द्धचालक की प्रतिरोधकता ताप पर निर्भरता:-

एक नैज अर्द्धचालक की चालकता में एल व होल, दोनों प्रकार के आवेशवाहकों का योगदान देता है,

$$\sigma = e(n_e \mu_e + n_h \mu_h)$$

$$J = n_i e (\mu_e + \mu_h)$$

जहाँ $n_e =$ आवेश वाहक एल की संख्या घनत्व

$n_h =$ आवेश वाहक होल की संख्या घनत्व

$\mu_e =$ एल की गतिशीलता

$\mu_h =$ होल की गतिशीलता

$n_i = n_e = n_h =$ नैज अर्द्धचालक में एल या होल की संख्या घनत्व

एल 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,

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

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

$$f = \frac{0.237 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.693} = 10.73697, \quad \log_{10} f = 1.03088$$

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

$$f = \frac{0.232 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.693} = 10.51046, \quad \log_{10} f = 1.02162$$

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

$$f = \frac{0.225 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.693} = 10.1933, \quad \log_{10} f = 1.00836$$

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

$$f = \frac{0.48 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.693} = 9.876208, \quad \log_{10} f = 0.99458$$

$$(xii) \quad T = 368 \text{ K} \quad 10^3/T = 2.718 \text{ K}^{-1}$$

$$f = \frac{0.198 \times 3.14 \times 0.05}{5 \times 10^{-3} \times 0.693} = 8.970134, \quad \log_{10} f = 0.952798$$

$10^3/T \text{ (K}^{-1}\text{)}$ (व्या $\log_{10}(f)$ के मध्य ग्राफ का ढाल $= \frac{AB}{BC}$)

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

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

$$= 2.303 \times 10^3 \times 2 \times 8.617 \times 10^{-5} \times 0.456$$

$$= 0.208 \text{ MeV}$$

जहाँ A-नियतांक है।

ताप के घटने पर अर्धचालक की प्रतिरोधकता पर-पर-
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।

संसारणी :->

क्र.सं.	ताप	आन्तरिक शलाकाओं के मध्य विभवान्तर (V)	ताप (K)	$10^3/T$ (K ⁻¹)	प्रतिरोधकता	$\log_{10} \rho$
1.	40	0.257	313	3.155	11.443052	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	2.955	11.095408	1.045257
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	10.57845	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 शालाकाओं के मध्य दूरी $d = 2\text{mm} = 2 \times 10^{-3}\text{cm}$
- (2) अर्द्ध-चालक नमूने की मोटाई $(W) = 0.5\text{mm} = 0.5 \times 10^{-3}\text{cm}$
- (3) अर्द्ध-चालक नमूने में प्रवाहित स्थिर धारा मान

$$= 5\text{mA} = 0.005\text{A} = 5 \times 10^{-3}\text{A}$$

परिबाम :-

- (i) अर्द्ध-चालक चिप की प्रतिरोधकता की ताप निर्भरता ग्राफ में प्रदर्शित की गई है। $1/T$ के मान में वृद्धि पर प्रतिरोधकता स्वरधांतज रूप से बढ़ती है अर्थात् ताप में वृद्धि करने पर प्रतिरोधकता घटती है।
- (ii) दिये गये अर्द्ध-चालक के लिए बैंड ऊर्जा अंतराल

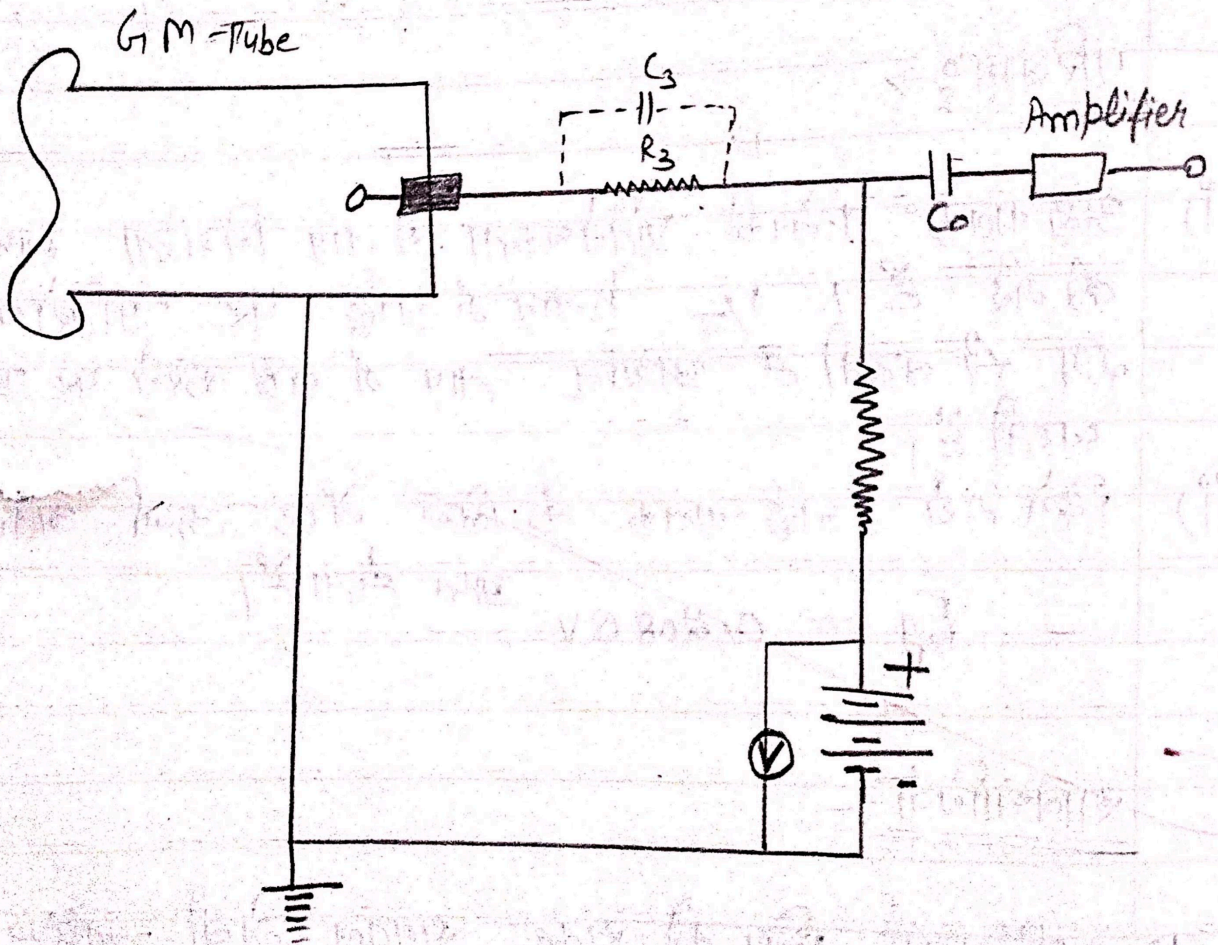
$$E_g = 0.208\text{eV}$$
 प्राप्त होता है।

सावधानियाँ :-

- (1) अर्द्ध-चालक चिप को सतह समतल होनी चाहिए।
- (2) चारों अन्वेषी संरंधी होने चाहिए।
- (3) चतुर्भुज अन्वेषी शालाकाओं का दाब संपर्कित करने के लिए समापोजन टुल्के से करना चाहिए।
- (4) आन्तरिक अन्वेषी शालाकाओं के मध्य वोल्टता मापन उच्च प्रतिरोध वाले वोल्टमीटर से करवना चाहिए।
- (5) आवन का ताप वही उपकरण निर्माता द्वारा दर्शाई गई सीमा से अधिक नहीं होना चाहिए।

Teacher's Signature.....

गाइगर मूलर परिपथ :-



उद्देश्य:→

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

उपकरण:→

गाइगर मूलर गणित्र, Electronic Power Supply, प्रवर्धक युक्त समयमापक, टाइपर, रेडियोरेक्टिव स्रोत, सीसे का पात्र, स्रोत होकर।

सिद्धान्त:→

L-लेटों के वक्रों का दाल-

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

यदि N_1 व N_2 आरोपित वोल्टता V_1 व V_2 पर गणना कर दें।

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

गणित्र की प्रचालन वोल्टता, समानान्वतः L-लेटों के क्षेत्र के मध्य बिंदु पर लेंते हैं।

व्युत्क्रम वर्ग का नियम:→

स्रोत से R दूरी पर प्रति एकक क्षेत्रफल में प्राप्त कणों की प्रति सेकंड संख्या

$$N = \frac{N_0}{4\pi R^2} \Rightarrow \left[N \propto \frac{1}{R^2} \right]$$

अथवा किसी रेडियोएक्टिव स्रोत से R दूरी पर विकिरण बिन्दु की गणना कर के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है, यह व्युत्क्रम वर्ग का नियम कहलाता है।

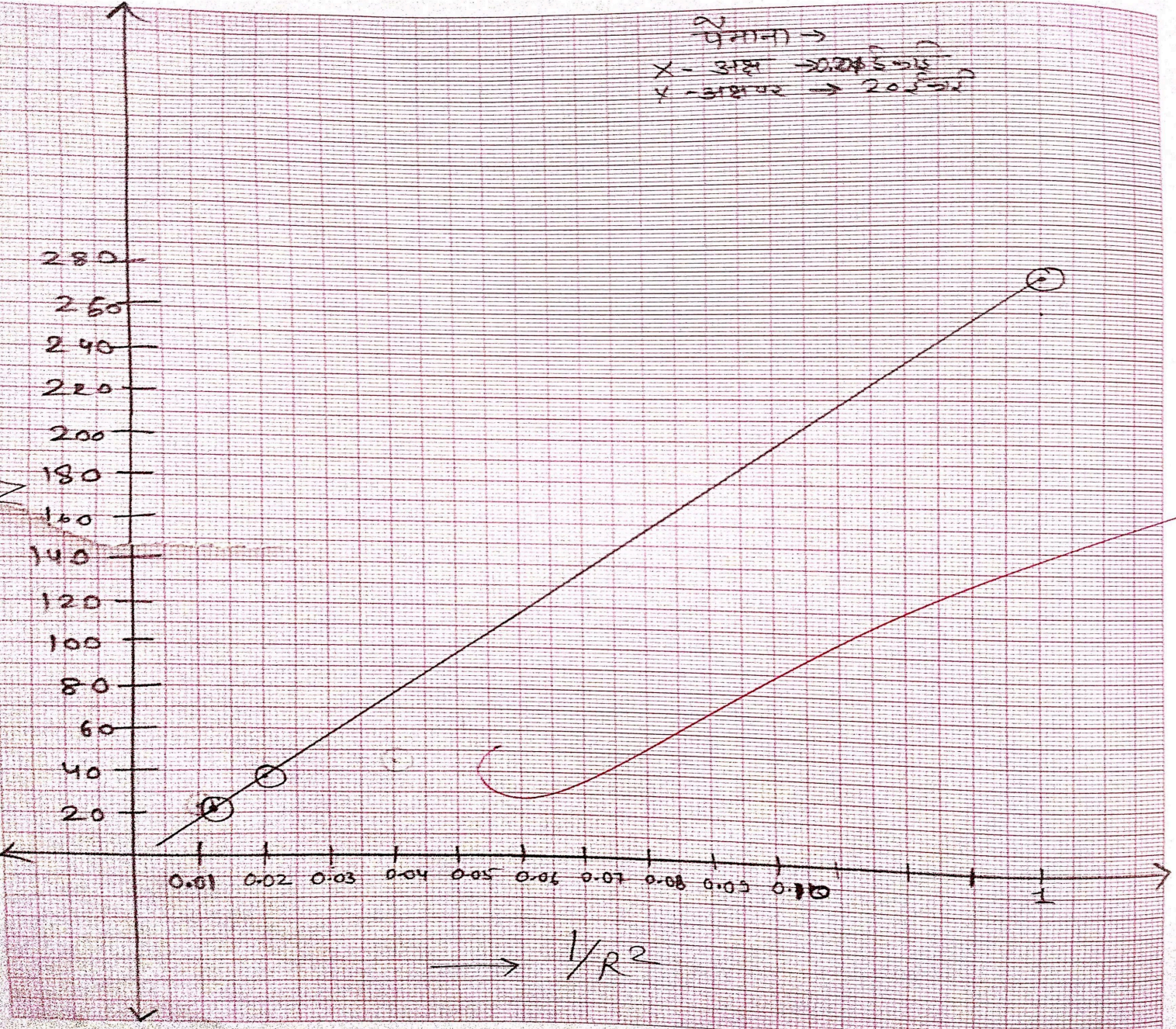
पैक्षक सारणी :-

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 VOM

$\sim$ प्रमाण $\rightarrow$
 X-अक्ष $\rightarrow 20.24 \text{ डिग्री}$
 Y-अक्ष पर $\rightarrow 20.5 \text{ डिग्री}$



S.No	Distance between the window of tube & source	Counts is every 50 seconds	$\frac{1}{r^2} (m^{-2})$
1.	1	277	1
2.	2	144	0.25
3.	3	65	0.11
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 :-

- प्लेटों की प्रारंभिक वोल्टता $V_1 = 300 \text{ Volts}$
- प्लेटों की क्षैतिज परास $(V_2 - V_1) = 50 \text{ Volts}$
- पुनः चालन वोल्टता $= 550 \text{ Volts}$
- N और $\frac{1}{r^2}$ में सरल रेखीय ग्राफ प्राप्त होता है। अतः व्युत्क्रम वर्ग नियम स्थापित होता है।

सावधानियाँ :-

- रेडियोऐक्टिव स्रोत को अंगुलियों से नहीं छूना चाहिए।
- उच्च वोल्टता वाले यंत्रों को नहीं छूना चाहिए।
- व्युत्क्रम वर्ग नियम के स्थापन के समय प्रेक्षक क्षम-पूरक की पुनः चालन वोल्टता पर बंधक रखना 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 गोलाई H से बना होता है। जिसका आन्तरिक भाग काला किया हुआ है। यह एक कष्णिका 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

$$E \propto T^4$$

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

जहाँ σ एक समानुपाती नियतांक है। इसे स्टीफेन नियतांक कहते हैं। इसका यथार्थ मान $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ वाट/मी.² केल्विन⁴ 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 हास या वृद्धि की दर निम्न प्रकार दी जाती है

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

$$\text{या } E = \sigma (T_1^4 - T_2^4)$$

जब चैम्बर S में भाप प्रवाहित करते हैं, तो चैम्बर में लगे तापमापी कुछ ताप प्रदर्शित करते हैं। गोलाई 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 हैं तथा हत्थे (h) की सहायता से लकड़ी का ढक्कन हटाते हैं तो यह गोलाई, 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

$$E_1 = \sigma T_1^4$$

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

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)

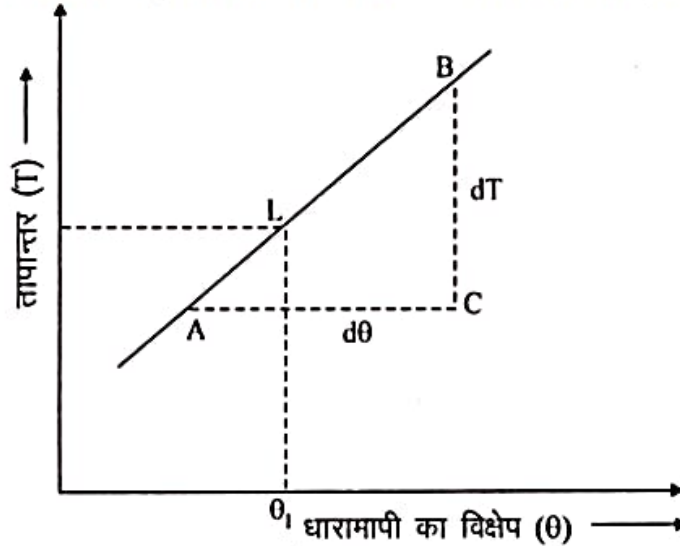
- (i) चित्र 3.1 में बताये अनुसार सभी उपकरणों को व्यवस्थित कीजिए।
- (ii) ताप वैद्युत युग्म की एक संधि को चकती के नीचे के पृष्ठ से जुड़े पेच पर कस दीजिए तथा दूसरी संधि को पानी से भरे कैलोरीमापी में रखी तेल (oil) से भरी परखनली में रख दीजिए।
- (iii) तेल के तापमान के लिए एक तापमापी को इसमें रख दीजिए।
- (iv) कॉन्स्टेन्टन- तॉबे की दोनों संधियों को रूई के बक्से में रख दीजिए।

ताप वैद्युत युग्म का अंशांकन

- (v) चैम्बर S में भाप प्रवाहित करने से पहले चाँदी की चकती D को उसके स्थान पर रख दीजिए तथा इसे हथ्थे 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 में 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 खींचो 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 = $^{\circ}C = 273 + ^{\circ}C = \dots\dots\dots K$

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 $T_1 = \dots\dots\dots^{\circ}C = 273 + ^{\circ}C = \dots\dots\dots K$

तापान्तर व विक्षेप के मध्य आलेख हेतु सारणी

क्रम संख्या	गर्म संधि का ताप ($^{\circ}C$ में)	ठण्डी संधि का ताप ($^{\circ}C$ में)	दोनों संधियों के मध्य तापान्तर ($^{\circ}C$ में)	तापान्तर ($^{\circ}K$ 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 $(A) = \pi r^2 = \dots\dots\dots$ वर्ग मी.

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

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

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

परिणाम

स्टीफेन नियतांक का परिकलन मान $\sigma = \dots\dots\dots$ जूल /मी.² से. K⁴

स्टीफेन नियतांक का मानक मान $\sigma = 5.76 \times 10^{-8}$ जूल /मी.² से. K⁴

प्रतिशत त्रुटि = $\dots\dots\dots\%$

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 पूर्णतः काला होना चाहिए जिससे की परावर्तन नगण्य हो।
- (iii) गोलाई 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।

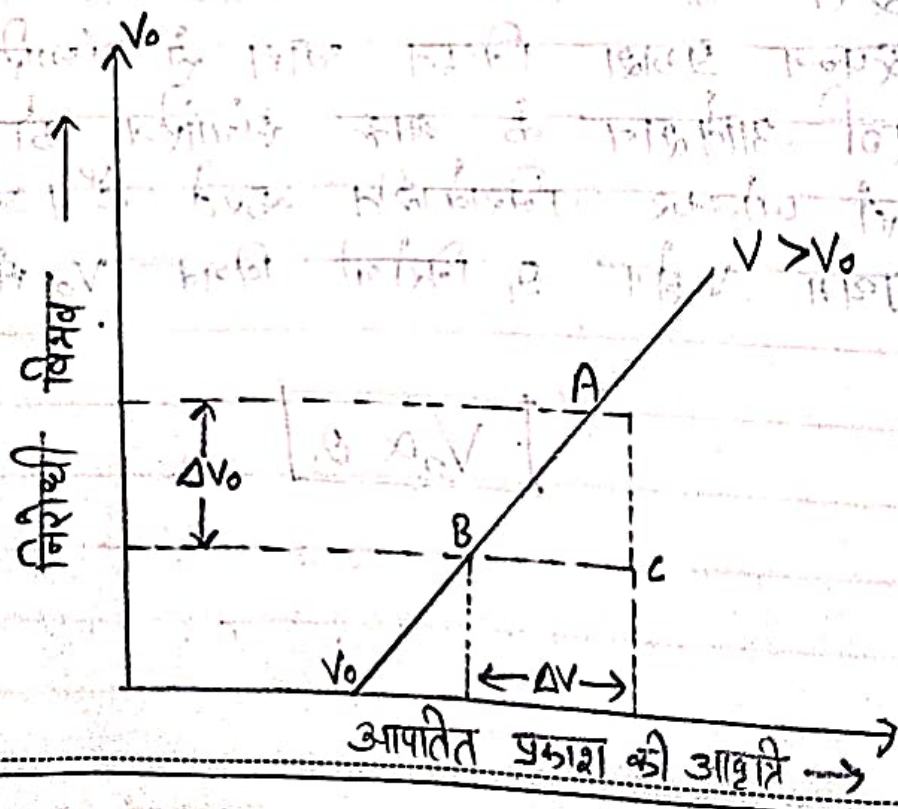
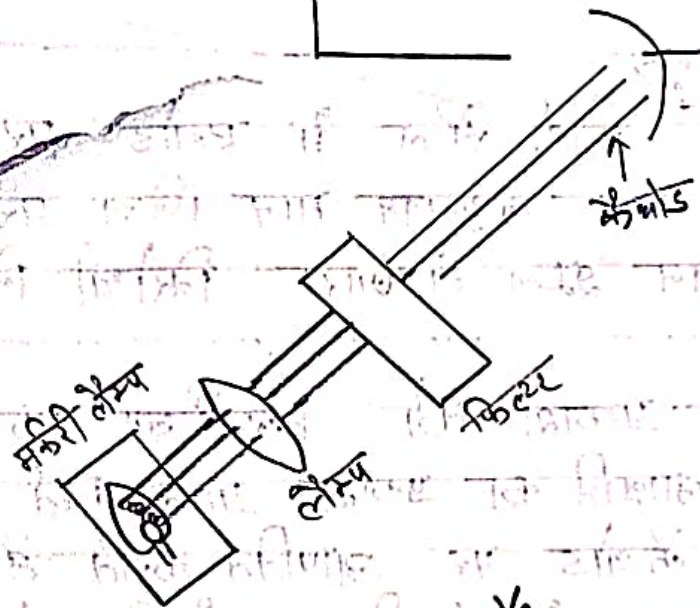
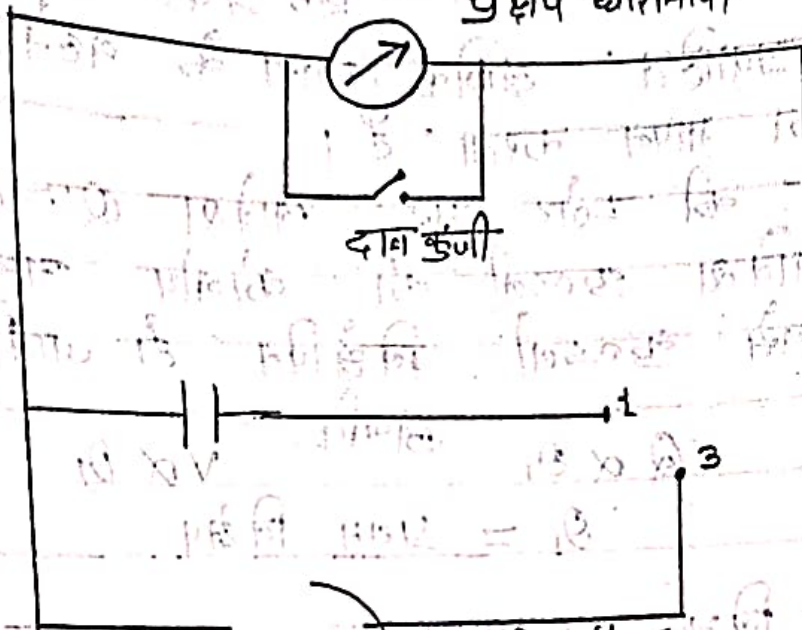
त्रुटियों के स्रोत

- (i) चकती के उपरी पृष्ठ का पूर्णतः काला न होना।
 - (ii) चकती का शटर गोलाई 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



उद्देश्य:

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

उपकरण:

फोटो सेल, मर्करी लैम्प, तरंगदैर्घ्य फिल्टर, प्रक्षेप
धारामापी (दाब कुंजी सहित), लैम्प स्कैल व्यवस्था, संयारित्र
बैटरी, वो ल्यूमीटर, धारा नियंत्रक, टिड्डीमार्गी कुंजी एट.

सिद्धान्त:→प्लॉक नियतांक:→

जब किसी उच्च आवृत्ति (ν) की विद्युत चुम्बकीय
विकिरण, किसी फोटो सेल के प्रकाश संवेदी धातु
इलेक्ट्रोड 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 है:-

इसलिए
$$eV_0 = K_{\max}$$

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

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

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

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

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।

$Q \propto \theta$, अर्थात् $V \propto \theta$

$\theta_1 =$ प्रथम विक्षेप

निरोधी विभव का मापन :-

फोटो सेल में एनोड पर लगाए गये $-ve$ वोल्ता का वह न्यूनतम मान जिस पर सेल में प्रवाहित धारा का मान शून्य हो जाए निरोधी विभव (V_0) कहलाता है।

मफेरी लैम्प से प्राप्त प्रकाश को तरंगदैर्घ्य फिल्टर से छुट्टार कर ज्ञात आवृत्ति का प्रकाश प्राप्त करते हैं। इसे फोटो सेल के कैथोड पर आपतित कराते हैं। इस अपन्न प्रकाश विद्युत धारा से संधारित्र आवेशित होता है। पूर्ण आवेशन के बाद संधारित्र को धारामापी की कुण्डली से जोड़कर निरावेशित करते हैं। प्रेक्षप धारामापी का प्रथम प्रेक्षप θ_1 निरोधी विभव V_0 से सम्बन्ध

$$V_0 \propto \theta_1$$

प्रेक्षण :-

(A) प्रेरक धारामापी का अंशानुक्रम :-

क्र.सं.	संचारित की प्लेटों के मध्य वोल्ट V वोल्ट	आरोपित प्रथम विक्षेप की मान θ (div)	Current (mA)
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 मात करना :-

प्रकाशीय फिल्टर से प्रवाहित प्रकाश तरंगदैर्घ्य λ (Å)	प्रकाश की आवृत्ति (M_2)	आवेश समय	प्रथम विक्षेप का मान θ (div)	संगत निरोधी विभव V_0 (वोल्ट)
0	240	0	10	480
0.1	360	20	20	440
0.2	430	40	30	420
0.3	500	60	40	460
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 तरंगदैर्घ्य $= 5400 \text{ \AA}$

संगत आवृत्ति (लाल) $\nu = c/\lambda = 5.5 \times 10^{13} \text{ Hz}$

इसी प्रकार अन्य फिल्टर द्वारा आवृत्ति ज्ञात कर सकते हैं।

(B) निरोधी विभव V_0 व आवृत्ति ν के मध्य आक रेखा

(C) ग्राफ से ढाल की गणना

$$\Delta V_0 = \text{Volt}$$

$$\Delta \nu = \text{Hz}$$

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

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

परिणाम :-

प्रयोग से प्राप्त प्लॉक नियतांक का मान

$$= \frac{5.27 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{\text{प्लॉक नियतांक का मानक } h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J.s}}$$

$$\% \text{ त्रुटि} = 17.48 \%$$

सावधानियाँ :-

- (1) इस प्रकार के प्रयोग की अंध कक्षा में करना चाहिए।
- (2) वैद्युत धारामापी धीरे धीरे 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 संचारित्र को आवेक्षित होने के लिए पर्याप्त (१०-१५ मिनट) का समय दें।
- (5) मर्करी लैम्प से प्रकाश फोटो सेल की प्रकाश संवेदी सतह पर लम्बवत् आपतित होनी चाहिए।