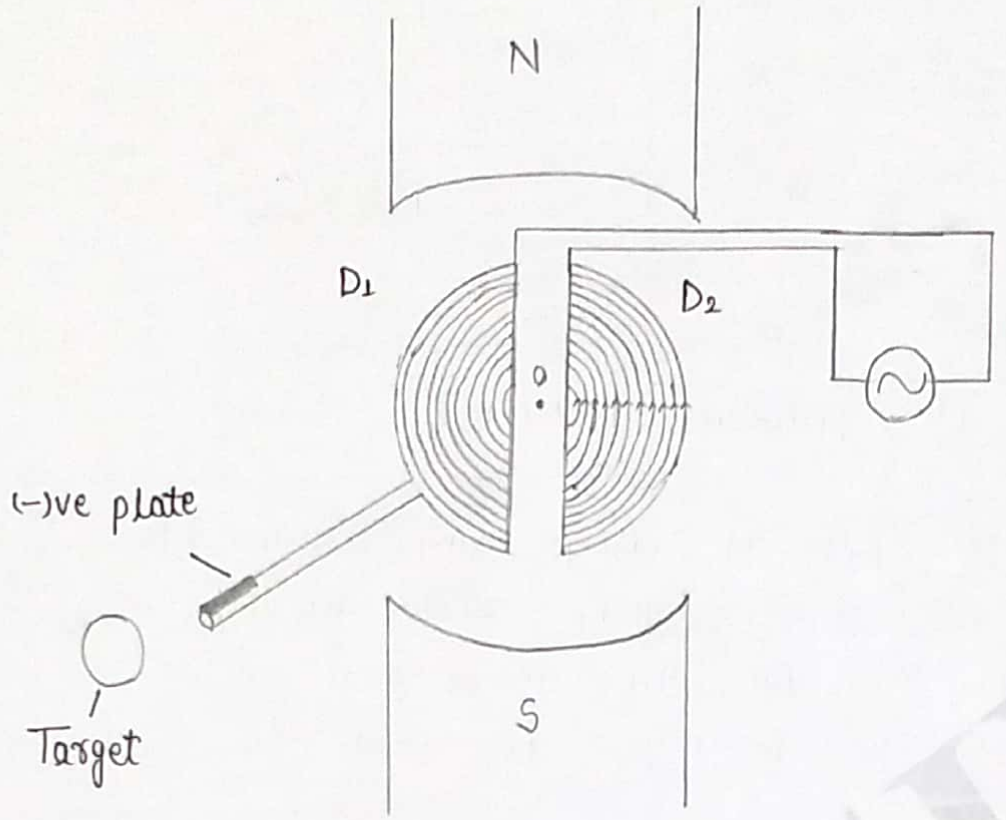
* साइक्लोट्रॉन (Cyclotron)

साइक्लोट्रॉन एक ऐसी युक्ति है जिसकी सहायता से आवेशित कणों जैसे — प्रोटॉनों, α-कणों, इयूट्रॉनों या आयनों को उच्च ऊर्जा तक त्वरित किया जाता है।

सिद्धांत :- जब किसी धनावेशित कण को प्रबल चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत उच्च आवृत्ति के विद्युत क्षेत्र में बार-बार गति करायी जाती है तो वह त्वरित होता जाता है और अत्यधिक ऊर्जा प्राप्त कर लेता है।

चुंबकीय क्षेत्र में परिक्रमण करने वाला आवेशित कण की परिक्रमण की आवृत्ति कण की ऊर्जा पर निर्भर नहीं करती।

Scanned with CamScanner



कार्यविधि :- मानलो किसी क्षण डीज के केंद्र पर स्थित आयन स्त्रोत से m द्रव्यमान तथा q आवेश वाला धनायन उत्पन्न होता है। यदि इस क्षण D_1 ऋणात्मक विभव पर तथा D_2 धनात्मक विभव पर हो तो धनायन D_1 के अंदर प्रवेश कर जाएगा। ज्यों ही धनायन D_1 के अंदर प्रवेश करता है उस पर कार्य करने वाले विद्युत क्षेत्र का मान शून्य हो जाता है, क्योंकि खोखले चालक के अंदर विद्युत क्षेत्र शून्य होता है। किंतु इस क्षण धनायन पर उसकी गति के लंबवत एक चुंबकीय क्षेत्र कार्य करता है जिसके कारण धनायन वृत्तीय गति करने लगता है।

गणना :- मानलो चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण B तथा धनायन का वेग v है। तब धनायन पर कार्य करने वाला लॉरेंज बल,

$$F = qvB \qquad \text{——— (1)}$$

तथा, अभिकेंद्र बल, $F = \frac{mv^2}{r}$ ——— (2)

Scanned with CamScanner

समी (1) और (2) से,

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$\Rightarrow \boxed{r = \frac{mv}{qB}}$$

समय, $T = \frac{\text{दूरी}}{\text{चाल}}$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi mv}{qBv}$$

$$\Rightarrow \boxed{T = \frac{2\pi m}{qB}}$$

साइक्लोट्रॉन आवृत्ति ,- साइक्लोट्रॉन इस शर्त पर कार्य करता है कि लगाए गए विभवांतर (अर्थात विद्युत क्षेत्र) की आवृत्ति को धनायन की परिक्रमा की आवृत्ति के बराबर होना चाहिए। विद्युत क्षेत्र की इस आवृत्ति को साइक्लोट्रॉन आवृत्ति कहते हैं।

$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$\Rightarrow \boxed{\nu = \frac{qB}{2\pi m}}$$

धनायन की अधिकतम गतिज ऊर्जा – धनायन की गतिज ऊर्जा अधिकतम उस समय होती है जबकि वह अधिकतम त्रिज्या के वृत्तीय मार्ग में अर्थात डीज की परिधि के पास गति कर रहा होता है।

Scanned with CamScanner

$\therefore V_{max} = \frac{qBr_{max}}{m}$

$\therefore$ अधिकतम गतिज ऊर्जा, $E_{max} = \frac{1}{2} m V_{max}^2$

$\Rightarrow E_{max} = \frac{1}{2} m \left(\frac{qBr_{max}}{m}\right)^2$

$$\Rightarrow \boxed{E_{max} = \frac{q^2 B^2 r_{max}^2}{2m}}$$

साइक्लोट्रॉन की सीमाएँ :-

(1). साइक्लोट्रॉन की सहायता से अनावेशित कणों जैसे न्यूट्रॉन आदि को त्वरित नहीं किया जा सकता।

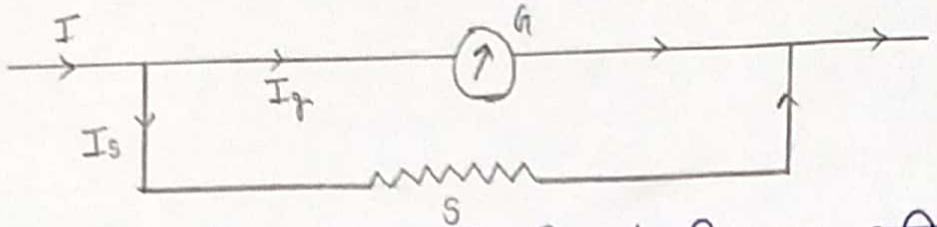
(2). साइक्लोट्रॉन की सहायता से इलेक्ट्रॉनों को त्वरित नहीं किया जा सकता।

(3). इसकी सहायता से धनायनों की चाल को एक निश्चित सीमा तक ही बढ़ाया जा सकता है, उससे अधिक नहीं।

★ शंट या पार्श्ववाही (Shunt)

शंट एक अल्प प्रतिरोध का तार होता है जिसे धारामापी की कुंडली की सुरक्षा के लिए उसके साथ सदैव समांतर क्रम में जोड़ दिया जाता है।

Scanned with CamScanner



गणना :- मानलो धारामापी की कुंडली का प्रतिरोध G तथा शंट का प्रतिरोध S है। परिपथ में बहने वाली मुख्य धारा का मान I है। इसमें से I_g धारा धारामापी में से तथा I_s धारा शंट में से प्रवाहित होती है।

$$I = I_g + I_s$$

धारामापी के सिरों के बीच विभवांतर, $V_g = I_g G$

शंट के सिरों के बीच विभवांतर, $V_s = I_s S$

किंतु, $V_g = V_s$

$$\Rightarrow I_g G = I_s S$$

$$\Rightarrow \frac{I_s}{I_g} = \frac{G}{S}$$

$$\Rightarrow \frac{I_s}{I_g} + 1 = \frac{G}{S} + 1$$

$$\Rightarrow \frac{I_g + I_s}{I_g} = \frac{G+S}{S}$$

$$\Rightarrow \frac{I}{I_g} = \frac{G+S}{S}$$

$$\Rightarrow I_g = \frac{I \cdot S}{G+S}$$

यदि मुख्य धारा I का n वाँ भाग धारामापी में से प्रवाहित हो, तो, $\frac{I_g}{I} = \frac{1}{n}$

ORIGIN Jeetendra Pande

Scanned with CamScanner

$$\Rightarrow \frac{S}{G+S} = \frac{1}{n}$$

$$\Rightarrow nS = G + S$$

$$\Rightarrow nS - S = G$$

$$\Rightarrow S(n-1) = G$$

$$\Rightarrow S = \frac{G}{(n-1)}$$

अतः यदि हम मुख्य धारा के n वाँ भाग को धारामापी में से प्रवाहित करना करना चाहते हैं तो शंट के प्रतिरोध को धारामापी के प्रतिरोध का $(n-1)$ वाँ भाग होना चाहिए। यही शंट का सिद्धांत है।

शंट के उपयोग – (1). धारामापी की प्रबल धारा से सुरक्षा के लिए।

(2). धारामापी को अमीटर में रूपांतरित करने के लिए।

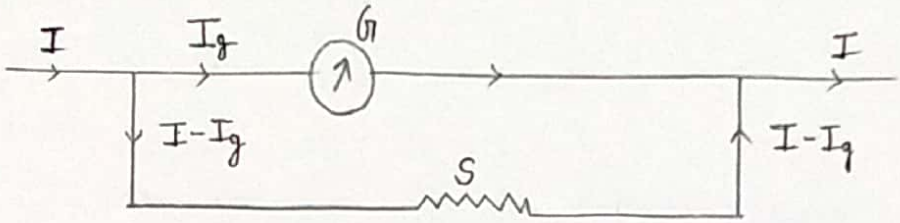
(3). अमीटर के परास को बढ़ाने के लिए।

★ <u>धारामापी का अमीटर में रूपांतरण (Conversion of Galvanometer into an Ammeter)</u>

अमीटर एक ऐसा उपकरण है जिसकी सहायता से किसी परिपथ में बहने वाली धारा की माप की जाती है।

धारामापी को अमीटर में रूपांतरित करने के लिए उसकी कुंडली के साथ समांतर क्रम में कम प्रतिरोध का तार जोड़ देते हैं, जिसे शंट कहते हैं।

Scanned with CamScanner



मानलो धारामापी की कुंडली का प्रतिरोध G तथा शंट का प्रतिरोध S है। यदि कुंडली में I_g धारा प्रवाहित करने पर पूर्ण स्केल विक्षेप होता हो तथा मुख्य धारा का मान I हो तो शंट में बहने वाली धारा का मान $I-I_g$ होगा।

$$(I-I_g)S = I_g \times G$$

$$\Rightarrow S = \frac{I_g \times G}{I-I_g}$$

इस प्रकार जब इस मान का शंट धारामापी की कुंडली के साथ लगा दिया जाता है तो वह 0-I परास के अमीटर में परिवर्तित हो जाता है।

यदि शंट के प्रतिरोध को कम कर दें तो I_g का मान कम हो जाएगा। स्पष्ट है कि शंट का प्रयोग करके अमीटर के परास को बढ़ाया जा सकता है।

★ धारामापी को वोल्टमीटर में रूपांतरण (Conversion of Galvanometer into Voltmeter)

वोल्टमीटर एक ऐसा उपकरण है जिसकी सहायता से परिपथ के किन्हीं दो बिंदुओं के बीच का विभवांतर ज्ञात किया जाता है।

धारामापी को वोल्टमीटर में परिवर्तित करने के लिए उसकी कुंडली के साथ श्रेणीक्रम में उच्च प्रतिरोध का तार जोड़ देते हैं।

Scanned with CamScanner

मानलो धारामापी की कुंडली का प्रतिरोध G तथा उसके साथ श्रेणीक्रम में जोड़े जाने वाले प्रतिरोध का मान R है। यदि उसमें I_g धारा प्रवाहित करने पर पूर्ण स्केल विक्षेप प्राप्त होता हो तो ओम के नियम से,

$$\therefore I_g = \frac{V}{G+R}$$

$$\Rightarrow G+R = \frac{V}{I_g}$$

$$\Rightarrow R = \frac{V}{I_g} - G$$

इस प्रकार धारामापी की कुंडली के साथ श्रेणीक्रम में इस मान का प्रतिरोध जोड़ देने पर वह 0-V परास के वोल्टमीटर में परिवर्तित हो जाता है।

अतः धारामापी की कुंडली के साथ श्रेणीक्रम में उचित प्रतिरोध का तार जोड़कर उसके परास को बढ़ाया जा सकता है।

ORIGIN

Scanned with CamScanner