अध्याय 3

विद्युत धारा

© NCERT not to be republished

बहुविकल्पी प्रश्न I (MCQ I)

3.1 वृत की आकृति के किसी धारावाही तार (धारा I) पर विचार कीजिए। ध्यान दीजिए जैसे-जैसे तार के अनुदिश धारा विकसित होती है, **j** (धारा घनत्व) की दिशा यथार्थ ढंग से परिवर्तित होती है, जबकि धारा I अप्रभावित रहती है। इसके लिए अनिवार्य रूप से उत्तरदायी ऐजेन्ट है–

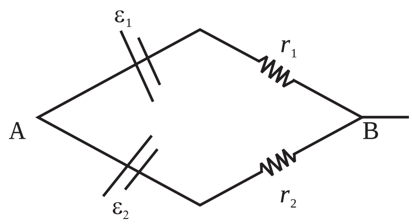
(a) स्रोत का विद्युतवाहक बल (emf)

(b) तार के पृष्ठ पर संचित आवेशों द्वारा उत्पन्न विद्युत क्षेत्र

(c) तार के दिए गए खण्ड के ठीक पीछे के आवेश जो प्रतिकर्षण द्वारा आवेशों को मात्र सही ढंग से धकेलते हैं।

(d) आगे के आवेश

3.2 दो बैटरियाँ जिनके emf ε_1 तथा ε_2 $[\varepsilon_2 > \varepsilon_1]$ तथा आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः r_1 तथा r_2 हैं, चित्र 3.1 में दर्शाए अनुसार पार्श्व क्रम में संयोजित हैं।



चित्र 3.1

(a) दोनों सेलों का तुल्य emf $\varepsilon_{तुल्य}$, ε_1 तथा ε_2 के बीच अर्थात्, $\varepsilon_1 < \varepsilon_{तुल्य} < \varepsilon_2$ है।

(b) तुल्य emf $\varepsilon_{तुल्य}, \varepsilon_1$ से कम है।
(c) सदैव $\varepsilon_{तुल्य} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$ होता है।
(d) $\varepsilon_{तुल्य}$ आन्तरिक प्रतिरोधों r_1 तथा r_2 पर निर्भर नहीं है।

3.3 मीटर सेतु के उपयोग द्वारा प्रतिरोध R मापा जाना है। एक छात्र मानक प्रतिरोध S का चयन 100Ω करता है। वह शून्य विक्षेप बिन्दु $l_1 = 2.9$ cm पर पाता है। उसे परिशुद्धता में सुधार के लिए प्रयत्न करने को कहा जाता है। इसके लिए निम्नलिखित में कौन उपयोगी ढंग है?

(a) उसे l_1 को और अधिक परिशुद्धता से मापना चाहिए।
(b) उसे S को 1000Ω लेकर प्रयोग दोहराना चाहिए।
(c) उसे S को 3Ω लेकर प्रयोग दोहराना चाहिए।
(d) उसे मीटर सेतु के उपयोग द्वारा अधिक परिशुद्ध माप की आशा छोड़ देनी चाहिए।

3.4 5V तथा 10V सन्निकट emf के दो सेलों की तुलना परिशुद्ध रूप से 400 cm लम्बाई के विभवमापी द्वारा की जानी है।

(a) विभवमापी में उपयोग होने वाली बैटरी की वोल्टता 8V होनी चाहिए।
(b) विभवमापी की वोल्टता 15V हो सकती है तथा R को इस प्रकार समायोजित कर सकते हैं कि तार के सिरों पर विभवपात 10V से थोड़ा अधिक हो।
(c) स्वयं तार के पहले 50 cm भाग पर विभवपात 10V होना चाहिए।
(d) विभवमापी का उपयोग प्रायः प्रतिरोधों की तुलना के लिए किया जाता है, विभवों के लिए नहीं।

3.5 आयताकार अनुप्रस्थकाट $1\text{cm} \times \frac{1}{2}$ cm तथा 10 cm लम्बाई की कोई धातु की छड़ विपरीत फलकों पर किसी बैटरी से संयोजित है। इसका प्रतिरोध

(a) तब अधिकतम होगा जब बैटरी $1 \text{ cm} \times \frac{1}{2}$ cm फलकों के बीच संयोजित है।
(b) तब अधिकतम होगा जब बैटरी $10 \text{ cm} \times 1$ cm फलकों के बीच संयोजित है।
(c) तब अधिकतम होगा जब बैटरी $10 \text{ cm} \times \frac{1}{2}$ cm फलकों के बीच संयोजित है।
(d) समान रहेगा चाहे तीनों फलकों में से किसी के बीच भी बैटरी को संयोजित करें।

3.6 इलेक्ट्रॉनों का कौन सा अभिलक्षण चालक में धारा के प्रवाह को निर्धारित करता है?

(a) केवल अपवाह वेग
(b) केवल तापीय वेग
(c) अपवाह वेग तथा तापीय वेग दोनों
(d) न तो अपवाह और न तापीय वेग

© NCERT not to be republished

बहुविकल्पी प्रश्न II (MCQ II)

3.7 किरखोफ संधि नियम अनुचिन्तन है

(a) धारा घनत्व सदिश के संरक्षण का।

(b) आवेश के संरक्षण का।

(c) इस तुल्य का कि आवेशित कण जिस संवेग से किसी संधि के समीप पहुँचता है, उस संधि को छोड़ते समय यह संवेग अपरिवर्तित (सदिश की भाँति) रहता है।

(d) किसी संधि पर आवेश का संचय नहीं होने का।

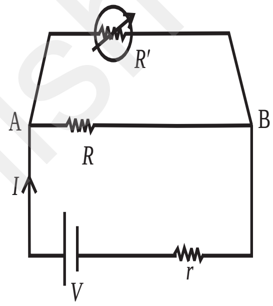
3.8 चित्र 3.2. में दर्शाए सरल परिपथ पर विचार कीजिए। अवयव परिवर्ती प्रतिरोध R' को दर्शाता है। R' को R_0 से अनन्त तक परिवर्तित किया जा सकता है। r बैटरी का आन्तरिक प्रतिरोध है ($r<<R<<R_0$)।

(a) जैसे R' में परिवर्तन होता है AB के सिरों पर विभवपात लगभग नियत रहता है।

(b) जैसे R′ में परिवर्तन होता है, R' से प्रवाहित धारा लगभग नियत रहती है।

(c) धारा I सुग्राही रूप से R' पर निर्भर करती है।

(d) सदैव ही $I \geq \dfrac{V}{r+R}$



चित्र 3.2

3.9 अर्धचालकों, विद्युतरोधियों तथा धातुओं की प्रतिरोधकता $\rho(T)$ की ताप-निर्भरता नीचे दिए गए कारकों पर सार्थक रूप से निर्भर करती है:

(a) आवेश वाहकों की संख्या ताप T के साथ परिवर्तित हो सकती है।

(b) दो क्रमागत संघट्टों के बीच काल-अन्तराल T पर निर्भर कर सकता है।

(c) पदार्थ की लम्बाई, T का फलन हो सकती है।

(d) आवेश वाहकों का द्रव्यमान, T का फलन है।

3.10 व्हीटस्टोन सेतु के द्वारा किसी अज्ञात प्रतिरोध R की माप की जानी है (एन.सी.ई.आर.टी. की पुस्तक का चित्र 3.25 देखें)। दो छात्र प्रयोग को दो विभिन्न ढंगों से करते हैं। पहला छात्र 'R_2' = 10Ω तथा 'R_1' = 5Ω लेता है। दूसरा छात्र R_2 = 1000Ω तथा R_1 = 500Ω लेता है। मानक भुजा में दोनों R_3 = 5Ω लेते हैं। दोनों छात्र त्रुटियों की सीमाओं में, $R = \dfrac{R_2}{R_1} R_3 = 10\Omega$ पाते हैं।

(a) दोनों छात्रों की माप में त्रुटियाँ समान हैं।

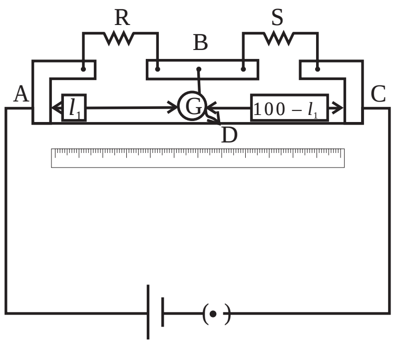
(b) माप में त्रुटियाँ उस परिशुद्धता पर भी निर्भर करती हैं जिससे R_2 तथा R_1 को मापा जा सकता है।

(c) यदि छात्र अधिक मानों के R_2 तथा R_1 का उपयोग करता है तो भुजाओं से प्रवाहित धारा क्षीण होगी जिसके कारण यथार्थ शून्य विक्षेप स्थिति निर्धारित करना अधिक कठिन हो जाएगा।

(d) व्हीटस्टोन सेतु अत्यंत यथार्थ उपकरण है तथा इसकी माप में त्रुटियाँ नहीं होतीं।

© NCERT not to be republished

3.11 किसी मीटर सेतु में बिन्दु D शून्य विक्षेप बिन्दु है (चित्र 3.3)।



चित्र 3.3

(a) मीटर सेतु में प्रतिरोधों के इस समुच्चय के लिए कोई अन्य शून्य विक्षेप बिन्दु नहीं हो सकता।

(b) जब जॉकी बिन्दु D के बायीं ओर मीटर सेतु के तार के किसी बिन्दु से सम्पर्क करती है तो तार से B में धारा प्रवाहित होती है।

(c) जब जॉकी बिन्दु D के दायीं ओर मीटर सेतु के तार के किसी बिन्दु से सम्पर्क करती है तो तार में गैल्वेनोमीटर से होते हुए B से धारा प्रवाहित होती है।

(d) जब R बढ़ता है तो, शून्य विक्षेप बिन्दु, बायीं ओर विस्थापित हो जाता है।

अति लघुउत्तरीय (VSA)

3.12 क्या किसी विद्युत नेटवर्क में किसी संधि के पार गति में, आवेश का संवेग संरक्षित रहता है?

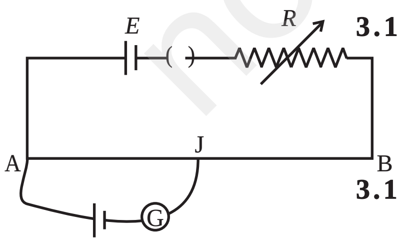
3.13 विश्रांति काल τ अनुप्रयुक्त क्षेत्र E पर लगभग निर्भर नहीं करता जबकि ताप के साथ इसमें सार्थक रूप से परिवर्तन हो जाता है। पहला तथ्य (अंश में) ओम-नियम के लिए उत्तरदायी है जबकि दूसरा तथ्य ताप के साथ ρ में परिवर्तन की ओर ले जाता है। ऐसा क्यों है? सविस्तार प्रतिपादित कीजिए।

3.14 व्हीटस्टोन सेतु में शून्य विक्षेप विधि के क्या लाभ हैं? अन्य किसी विधि द्वारा $R_{\text{अज्ञात}}$ परिकलित करने के लिए किस अतिरिक्त माप की आवश्यकता होगी?

3.15 विभवमापी में तारों को संयोजित करने के लिए धातु की मोटी पट्टियों को उपयोग करने का क्या लाभ है?

3.16 घरों में विद्युत के लिए तांबे (Cu) अथवा ऐलुमिनियम (Al) के तारों का उपयोग किया जाता है। ऐसा करने के पीछे किन-किन विचारों को ध्यान में रखा जाता है?

3.17 मानक प्रतिरोध कुण्डलियों को बनाने में मिश्रातुओं का उपयोग क्यों किया जाता है?



चित्र 3.4

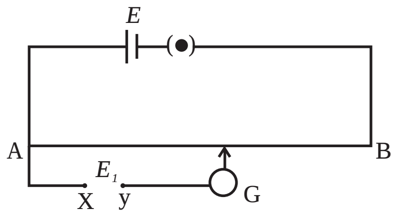
3.18 R_C प्रतिरोध की संचार केबिलों से होकर किसी युक्ति को शक्ति P प्रदान की जानी है। यदि R के सिरों पर वोल्टता V तथा इससे प्रवाहित धारा I है तो शक्ति-क्षय ज्ञात कीजिए। इसे किस प्रकार कम किया जा सकता है?

3.19 AB कोई विभवमापी-तार है (चित्र 3.4)। यदि R के मान में वृद्धि कर दें, तो विक्षेप बिन्दु (J) किस दिशा में स्थानान्तरित हो जाएगा?

3.20 विभवमापी से कोई प्रयोग करते समय यह पाया गया कि, विक्षेप एक ही दिशा में होता है (चित्र 3.5) तथा (i) तार के सिरे A से सिरे B की ओर जाने पर विक्षेप कम हो जाता है, (ii) जबकि जॉकी को सिरे B की ओर ले जाने पर विक्षेप बढ़ जाता है।

(a) सेल E_1 का कौन सा टर्मिनल, धनात्मक या ऋणात्मक, प्रकरण (i) में X से संयोजित है?

(b) प्रकरण (ii) में सेल E_1 का कौन सा टर्मिनल X से संयोजित है?



चित्र 3.5

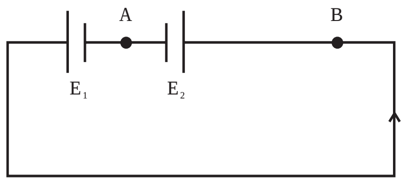
3.21 कोई सेल जिसका emf E तथा आन्तरिक प्रतिरोध r है किसी बाह्य प्रतिरोध R के सिरों से संयोजित है। R के सिरों के बीच विभवान्तर में परिवर्तन तथा R के बीच ग्राफ खींचिए।

लघुउत्तरीय (SA)

3.22 पहले R प्रतिरोध के n समान प्रतिरोधकों के समुच्चय को श्रेणीक्रम में emf E तथा आन्तरिक प्रतिरोध R की बैटरी से संयोजित किया गया। परिपथ में धारा I प्रवाहित होती है। तत्पश्चात् n प्रतिरोधकों को इसी बैटरी से पार्श्वक्रम में संयोजित किया गया। यह पाया गया कि धारा 10 गुना बढ़ गई। 'n' का क्या मान है?

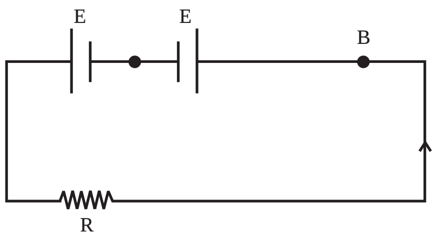
3.23 मान लीजिए n प्रतिरोधक R_1 ....R_n जिनमें $R_{\text{अधिकतम}}$ = अधिकतम $\{R_1 .... R_n\}$ तथा $R_{\text{न्यूनतम}}$ = न्यूनतम $\{R_1 ..... R_n\}$। यह दर्शाइए कि जब इन्हें पार्श्वक्रम में संयोजित करते हैं तो परिणामी प्रतिरोध $R_P < R_{\text{न्यूनतम}}$ तथा जब इन्हें श्रेणीक्रम में संयोजित करते हैं तो परिणामी प्रतिरोध $R_S > R_{\text{अधिकतम}}$ होता है। इसकी भौतिक व्याख्या कीजिए।

3.24 चित्र 3.6 में दर्शाए परिपथ में दो सेल एक दूसरे के साथ प्रतिकूलता से संयोजित हैं। सेल E_1 का emf 6V तथा आन्तरिक प्रतिरोध 2Ω, और सेल E_2 का emf 4V तथा आन्तरिक प्रतिरोध 8Ω है। बिन्दु A तथा B के बीच विभवान्तर ज्ञात कीजिए।



चित्र 3.6

3.25 समान विद्युत वाहक बल E, परन्तु आन्तरिक प्रतिरोध r_1 तथा r_2 के दो सेल श्रेणीक्रम में किसी बाह्य प्रतिरोध R से संयोजित हैं (चित्र 3.7)। R का क्या मान होना चाहिए ताकि पहले सेल के टर्मिनलों के बीच विभवान्तर शून्य हो जाए।



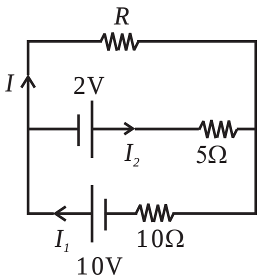
चित्र 3.7

3.26 दो चालक समान पदार्थ के बने हैं तथा इनकी लम्बाई भी समान हैं।

चालक 1mm व्यास का ठोस तार है। चालक B 2mm बाह्य व्यास तथा 1mm आंतरिक व्यास की खोखली नलिका है। प्रतिरोधों R_A तथा R_B का अनुपात ज्ञात कीजिए।

3.27 मान लीजिए कोई ऐसा परिपथ है जिसमें केवल प्रतिरोध एवं बैटरियाँ हैं। मान लीजिए हमें सभी वोल्टताओं तथा सभी प्रतिरोधों को दो गुना (अथवा n गुना) करना है यह दर्शाइए कि धाराएँ अपरिवर्तित रहती हैं। इसे कक्षा 12 की एन.सी.ई.आर.टी. की पाठ्यपुस्तक के अभ्यास 3.7 के लिए परिकलित कीजिए।

दीर्घउत्तरीय (LA)

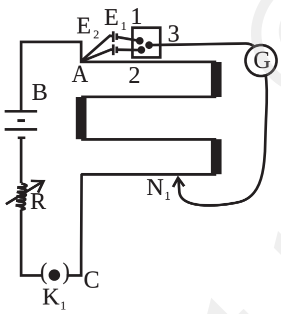


चित्र 3.8

3.28 दो सेल जिनकी वोल्टता 10V तथा 2V एवं आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः 10Ω तथा 5Ω हैं, पार्श्वक्रम में इस प्रकार संयोजित हैं कि 10V बैटरी का धनात्मक टर्मिनल 2V बैटरी के ऋणात्मक टर्मिनल से संयोजित है (चित्र 3.8)। संयोजन की प्रभावी वोल्टता तथा प्रभावी प्रतिरोध ज्ञात कीजिए।

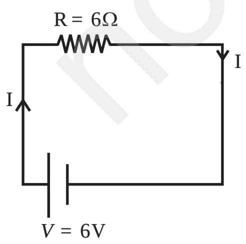
3.29 किसी कमरे में 220V की वोल्टता पर कोई एयर कन्डीशनर प्रतिदिन 5 घन्टे चलता है। कमरे में बिछे विद्युत तार ताँबे के बने हैं जिनकी त्रिज्या 1 mm तथा लम्बाई 10m है। प्रतिदिन ऊर्जा की खपत 10 व्यापारिक मात्रक है। इसका कितना भाग तारों में जूल-तापन में नष्ट हो जाता है। यदि तार इसी लम्बाई और व्यास के हों परन्तु ऐलुमिनियम के बने हों तो क्या होगा?

[$\rho_{cu} = 1.7 \times 10^{-8}_{\Omega m}$, $\rho_{Al} = 2.7 \times 10^{-8}\ \Omega m$]



चित्र 3.9

3.30 विभवमापी के किसी प्रयोग में, V_B = 10V है। R को 50Ω पर समायोजित किया गया है (चित्र 3.9)। कोई छात्र जो किसी बैटरी की वोल्टता E_1 (लगभग 8V) मापना चाहता है यह पाता है कि कोई शून्य विक्षेप बिन्दु संभव नहीं है। फिर वह R को घटाकर 10Ω कर देता है और विभवमापी के अंतिम (चौथे) खण्ड में शून्य विक्षेप बिन्दु प्राप्त कर लेता है। दूसरे प्रकरण में विभवमापी के तार का प्रतिरोध तथा तार के सिरों पर विभवपात प्रति एकांक लम्बाई ज्ञात कीजिए।



चित्र 3.10

3.31 (i) चित्र 3.10 के परिपथ पर विचार कीजिए। शून्य धारा की आरम्भिक अवस्था से अपवाह वेग की स्थिति तक (तापीय गति की उपेक्षा करते हुए) इलेक्ट्रॉनों द्वारा कितनी ऊर्जा अवशोषित की जाती है?

(ii) इलेक्ट्रॉन, तापीय ऊर्जा को प्रति सेकण्ड RI^2 की दर से ऊर्जा प्रदान करते हैं। प्रश्न (i) में ऊर्जा के साथ आप क्या समय स्केल संबद्ध करेंगे? n = प्रति आयतन इलेक्ट्रॉनों की संख्या = $10^{29}/m^3$, परिपथ की लम्बाई = 10 cm, अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल = A = $(1mm)^2$

© NCERT not to be republished