CHAPTER - 3 CURRENT ELECTRICITY विद्युत धारा

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. Ohm's law is followed by

(a) Conductor (b) Semiconductor
(c) Insulator (d) Both (a) & (b)

किनके द्वारा ओम के नियम का पालन किया जाता है।

(a) चालक (b) अर्धचालक
(c) कुचालक (d) दोनों (a) और (b)

Ans- (a)

2. Drift velocity V_d varies with the intensity of electric field as per the relation

(a) V_d is directly proportional to E^2
(b) V_d is inversely proportional to E
(c) V_d is constant
(d) V_d is directly proportional toE

अपवाह वेग V_d विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के साथ किस संबंध के अनुसार बदलता रहता है

(a) V_d , E^2 के अनुक्रमानुपाती है
(b) V_d, E के व्युत्क्रमानुपाती है
(c) V_d निएतांक है
(d) V_d, , E के अनुक्रमानुपाती है

Ans- (d)

3. Kirchhoff's junction rule is based on conservation of

(a) Mass (b) Charge
(c) Energy (d) None of these

किरचॉफ का संधि नियम किसके संरक्षण पर आधारित है

(a) द्रव्यमान (b) आवेश
(c) ऊर्जा (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (b)

4. Kirchhoff's loop rule is based on conservation of

(a) Mass (b) Charge
(c) Energy (d) None of these

किरचॉफ का लूप (पाश) नियम किसके संरक्षण पर आधारित है

(a) द्रव्यमान (b) आवेश
(c) ऊर्जा (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (c)

5. The resistivity of material of a conductor depends on

(a) Length
(b) Area of cross section
(c) Temperature
(d) None of these

किसी चालक के पदार्थ की प्रतिरोधकता निर्भर करती है

(a) लंबाई (b) अनुप्रस्त काट
(c) तापमान (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (c)

6. If n cells each of emf E and internal resistance r are connected in parallel then the total emf and internal resistance will be

यदि विद्युत वाहक बल E और आंतरिक प्रतिरोध r के n सेल समानांतर में जुड़े हुए हैं तो कुल विद्युत वाहक बल और आंतरिक प्रतिरोध होगा

(a) E, r/n (b) E, nr
(c) nE, r/n (d) nE, n

Ans- (a)

7. The resistivity of alloy manganin is

(a) Nearly independent of temperature
(b) Increases rapidly with increase in temperature
(c) Increases rapidly with decrease in temperature
(d) decreases rapidly with increase in temperature

मिश्र धातु मैंगानिन की प्रतिरोधकता

(a) तापमान से निर्भर नहीं करता है
(b) तापमान में वृद्धि के साथ तेजी से बढ़ता है
(c) तापमान में कमी के साथ तेजी से बढ़ता है
(d) तापमान में वृद्धि के साथ तेजी से घटता है

Ans- (a)

8. The equivalent resistance of resistors in parallel combination

(a) Increases (b) Decreases
(c) Remains same (d) None of these

समानांतर संयोजन में प्रतिरोधों का कुल प्रतिरोध

(a) बढ़ता है (b) घट जाती है
(c) वही रहता है (d) इनमें से कोई नहीं

Ans- (b)

9. In a Wheatstone bridge if the battery and galvanometer are interchanged then deflection in galvanometer will

(a) Change in previous direction
(b) Change in opposite direction
(c) Not change
(d) None of these

व्हीटस्टोन सेतु में यदि बैटरी और गैल्वेनोमीटर को आपस में बदल दिया जाए तो गैल्वेनोमीटर में विक्षेपण होगा

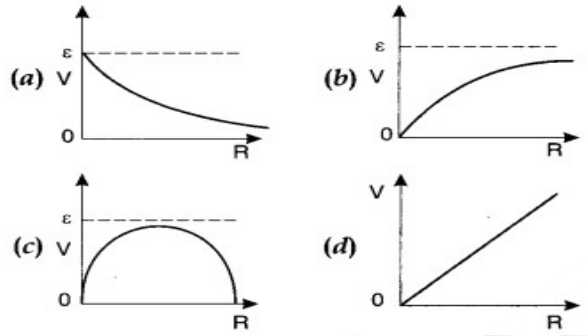
(a) पिछली दिशा में (b) विपरीत दिशा में
(c) परिवर्तन नहीं होगा (d) इनमें से कोई नहीं

© JCERT not to be republished

Ans- (c)

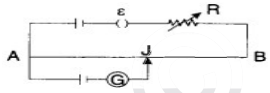
10. A cell having an emf E and internal resistance r is connected across a variable external resistance R. As the resistance R is increased, the plot of potential difference V across R is given by

विद्युत वाहक बल E और आंतरिक प्रतिरोध R वाले एक सेल को एक बाहरी प्रतिरोध R से जोड़ा जाता है। जैसे ही प्रतिरोध R बढ़ाया जाता है, R में संभावित अंतर और V को आलेख द्वारा दिया जाता है।



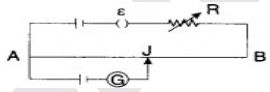
Ans- (b)

11. AB is a wire of potentiometer with the increase in the value of resistance R, the shift in the balance point J will be



(a) towards B
(b) towards A
(c) remains constant
(d) first towards B then back towards A.

AB एक पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) का तार है जिसका प्रतिरोध R के मान में वृद्धि के साथ सन्तुलन बिन्दु J किस ओर शिफ्ट होगा

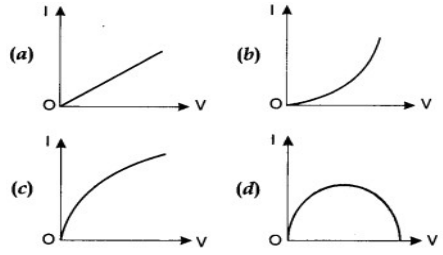


(a) B की ओर
(b) A की ओर
(c) स्थिर रहता है
(d) पहले B की ओर फिर वापस A की ओर।

Ans- (a)

12. Which of the following I-V graph represents ohmic conductors?

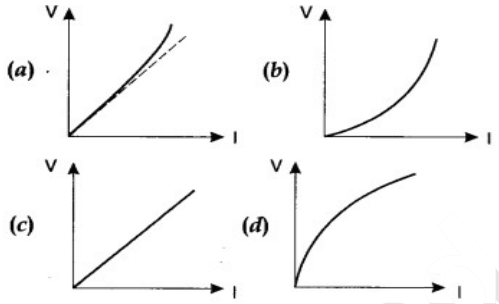
निम्नलिखित में से कौन सा I-V ग्राफ ओमिक चालक को दिखता है?



Ans- (a)

13. Which of the following is correct for V-I graph of a good conductor?

सुचालक के V-I ग्राफ के लिए निम्नलिखित में से कौन सा सही है?



Ans- (a)

14. In the series combination of two or more than two resistances

(a) the current through each resistance is same.
(b) the voltage through each resistance is same.
(c) neither current nor voltage through each resistance is same.
(d) both current and voltage through each resistance are same.

श्रृंखला में दो या दो से अधिक प्रतिरोधों का संयोजन में

(a) प्रत्येक प्रतिरोध से समान विधुत धारा परवाहित होगी।
(b) प्रत्येक प्रतिरोध पर विभवांतर समान होगा।
(c) प्रत्येक प्रतिरोध के न ही विधुत धारा न ही विभवांतर समान है।
(d) प्रत्येक प्रतिरोध के माध्यम से विधुत धारा और विभवांतर दोनों समान हैं।

Ans- (a)

15. The resistivity of alloy manganin is

(a) Nearly independent of temperature
(b) Increases rapidly with increase in temperature
(c) Decreases with increase in temperature
(d) Increases rapidly with decrease in temperature

मिश्र धातु मैंगानिन की प्रतिरोधकता है

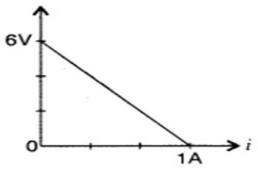
(a) तापमान से लगभग स्वतंत्र
(b) तापमान में वृद्धि के साथ तेजी से बढ़ता है
(c) तापमान में वृद्धि के साथ घट जाती है
(d) तापमान में कमी के साथ तेजी से बढ़ता है

Ans- (a)

© JCERT not to be republished

Subjective Question (विषयनिष्ठ प्रश्न)

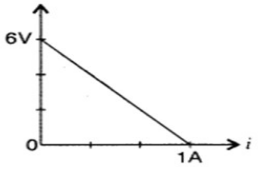
Q.1. The plot of the variation of potential difference across a combination of three identical cells in series, versus current is as shown in the figure. What is the emf of each cell?



Ans: Total emf of three cells in series = P.D corresponding to zero current = 6V

∴ The emf of each cell = 6/3 = 2V

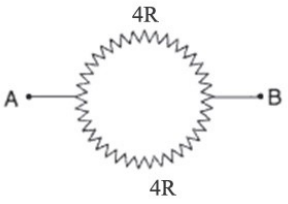
प्रश्न.1. श्रृंखला में तीन समान सेल के संयोजन में विभवांतर बनाम विधुत धारा चित्र में दिखाया गया है। प्रत्येक सेल का ई एम एफ (E M F) क्या है?



उत्तर: श्रृंखला में तीन सेल का कुल विद्युत वाहक बल = विभवांतर शून्य विद्युत धारा पर = 6 V के अनुरूप

∴ प्रत्येक सेल का विद्युत प्रभावन बल = 6/3 = 2V

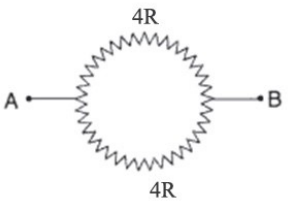
Q.2. A wire of resistance 8R is bent in the form of a circle. What is the effective resistance between the ends of a diameter AB?



Ans: The effective resistance between A and B

$$R_{eff} = \frac{4R \times 4R}{4R + 4R} = \frac{16R^2}{8R} = 2R$$

प्रश्न.2. 8R प्रतिरोध का एक तार एक वृत्त के रूप में मुड़ा हुआ है। व्यास AB के सिरों के बीच प्रभावी प्रतिरोध क्या है?



उत्तर: A और B के बीच प्रभावी प्रतिरोध

$$R_{eff} = \frac{4R \times 4R}{4R + 4R} = \frac{16R^2}{8R} = 2R$$

Q.3. Two conducting wires X and Y of same diameter across a battery. If the number density of electrons in X is twice that in Y, find the ratio of drift velocity of electrons in the two wires.

Ans:

$$I = neA\, v_d \qquad \therefore \quad \frac{v_{d_x}}{v_{d_y}} = \frac{n_y}{n_x}$$

$$\text{As } n_x = 2n_y \qquad \therefore \quad \frac{v_{d_x}}{v_{d_y}} = \frac{1}{2}$$

प्रश्न.3. एक बैटरी से समान व्यास के दो संवाहक तार X और Y। यदि X में विद्युत का संख्या घनत्व Y से दुगना है, तो दोनों तारों में इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेग का अनुपात ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

$$I = neA\, v_d \qquad \therefore \quad \frac{v_{d_x}}{v_{d_y}} = \frac{n_y}{n_x}$$

$$\text{As } n_x = 2n_y \qquad \therefore \quad \frac{v_{d_x}}{v_{d_y}} = \frac{1}{2}$$

Q.4. A resistance R is connected across a cell of emf ε and internal resistance r. A potentiometer now measures the potential difference between the terminals of the cell as V. write the expression for 'r' in terms of ε, V and R.

Ans:

$$r = \left(\frac{\varepsilon}{V} - 1\right)R$$

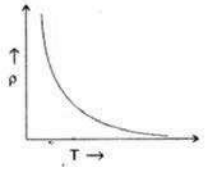
प्रश्न.4. एक प्रतिरोध (R), emf (ε) और आंतरिक प्रतिरोध (r) के एक सेल से जुड़ा है। एक विभवमापी ,सेल के टर्मिनलों के बीच विभवान्तर को V के रूप में मापता है। 'r' के लिए ε, V और R के पदों में व्यंजक लिखिए।

उत्तर:

$$r = \left(\frac{\varepsilon}{V} - 1\right)R$$

Q5. Show on a graph the variation of resistivity with temperature for a typical semiconductor .

Ans:

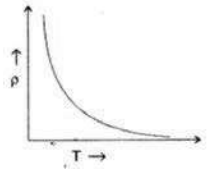


Resistivity of a semiconductor decreases rapidly with temperature.

© JCERT not to be republished

प्रश्न.5. अर्धचालक के लिए तापमान के साथ प्रतिरोधकता की भिन्नता को एक ग्राफ पर दिखाएँ।

उत्तर:



Q.6. Two wires of equal length, one of copper and the other of manganin have the same resistance. Which wire is thicker?

Ans:

$$\text{As } R = \frac{\rho l}{A} \qquad \therefore A = \frac{\rho l}{R}$$

For both wires R and l are the same and ρ copper < ρ manganin.

∴ A copper < A manganin

i.e. Manganin wire is thicker than copper wire.

प्रश्न.6. समान लंबाई के दो तार, एक तांबे का और दूसरा मैंगानिन का एक ही प्रतिरोध है। कौन सा तार मोटा होगा?

उत्तर:

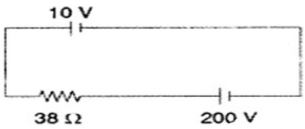
$$\text{As } R = \frac{\rho l}{A} \qquad \therefore A = \frac{\rho l}{R}$$

दोनों तारों के लिए R और l समान हैं और ρ कॉपर < ρ मैंगानिन।

∴ A कॉपर < A मैंगानिन

अर्थात मैंगनीन का तार ताँबे के तार से मोटा होता है।

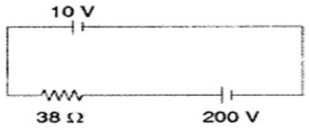
Q.7. A 10 V battery of negligible internal resistance is connected across a 200 V battery and a resistance of 38Ω as shown in the figure. Find the value of the current in the circuit.



Ans: Applying Kirchhof s rule, we get 200 -10 = 190

$$\text{and } I = \frac{V}{R} = \frac{190}{38} = 5 \text{ A}$$

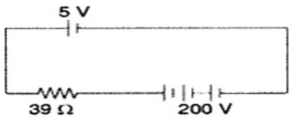
प्रश्न 7 नगण्य आंतरिक प्रतिरोध की 10 V की बैटरी को 200 V की बैटरी और 38Ω के प्रतिरोध से जोड़ा जाता है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। परिपथ में धारा का मान ज्ञात कीजिए



उत्तर: किरचॉफ के नियम लगाने पर 200 -10 = 190 V प्राप्त होता है

$$\text{and } I = \frac{V}{R} = \frac{190}{38} = 5 \text{ A}$$

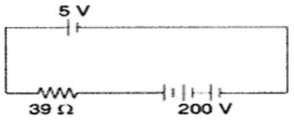
Q.8. A 5 V battery of negligible internal resistance is connected across a 200 V battery and a resistance of 39 Ω as shown in the figure. Find the value of the current



Ans:

$$\text{Value of current, } i = \frac{200 - 5}{39} = 5\text{A}$$

प्रश्न.8. नगण्य आंतरिक प्रतिरोध की एक 5 V बैटरी 200 V बैटरी और 39 Ω के प्रतिरोध से जुड़ी है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। धारा का मान ज्ञात कीजिए



उत्तर:

$$i = \frac{200 - 5}{39} = 5\text{A}$$

Q9. The emf of a cell is always greater than its terminal voltage during discharging of cell. Why? Give a reason.

Ans: Emf is the p.d. when no current is drawn. When current is drawn, there will be potential drop across the internal resistance of the cell. So, terminal voltage will be less than the emf.

प्रश्न.9. सेल के निर्वहन के दौरान सेल का विद्युत वाहक बल हमेशा उसके टर्मिनल वोल्टेज से अधिक होता है। क्यों? कारण बताईये।

उत्तर: विद्युत वाहक बल विभवांतर (p.d) है जब कोई विद्युत धारा नहीं खींचा जाता है। जब करंट खींचा जाता है, तो सेल के आंतरिक प्रतिरोध में संभावित गिरावट आएगी। तो, टर्मिनल वोल्टेज विद्युत वाहक बल से कम होगा।

Q.10. A cell of emf 'E' and internal resistance 'r' draws a current 'I'. Write the relation between terminal voltage 'V' in terms of E, I and r.

Ans: V = E – I

प्रश्न.10. विद्युत वाहक बल 'E' और आंतरिक प्रतिरोध 'r' की एक सेल एक धारा 'I' खींचती है। टर्मिनल वोल्टेज 'V' के संबंध को E, I और r के संदर्भ में लिखें।

उत्तर: V = E – I

Q.11. Define the term 'Mobility' of charge carriers in a conductor. Write its S.I. unit.

Ans: Mobility of charge carriers is defined as the magnitude of the drift velocity per unit electric field E.

UNIT m^2/Vs

$$\therefore \quad \mu = \left|\frac{V_d}{E}\right| = \frac{e\tau}{m}$$

© JCERT not to be republished

प्रश्न.11. किसी चालक में आवेश वाहकों की 'गतिशीलता' शब्द को परिभाषित करें। इसका S.I. मात्रक लिखिए।

उत्तर: आवेश वाहकों की गतिशीलता को प्रति एकांक विद्युत क्षेत्र E के अपवाह वेग के परिमाण के रूप में परिभाषित किया गया है।

मात्रक m^2/Vs

$$\therefore \quad \mu = \left|\frac{V_d}{E}\right| = \frac{e\tau}{m}$$

Q.12. Define the term 'electrical conductivity' of a metallic wire. Write its S.I. unit.

Ans: The reciprocal of the resistivity of the material of a conductor is called its conductivity 'σ'

$$\therefore \quad \sigma = \frac{1}{\rho}$$

The SI unit of conductivity is $\Omega^{-1} m^{-1}$.

प्रश्न.12. धात्विक तार की 'विद्युत चालकता' शब्द को परिभाषित करें। इसका S.I. मात्रक लिखिए।

उत्तर: किसी चालक के पदार्थ की प्रतिरोधकता के व्युत्क्रम को उसकी चालकता 'σ' कहते हैं।

$$\therefore \quad \sigma = \frac{1}{\rho}$$

चालकता की एस आई मात्रक $\Omega^{-1} m^{-1}$ है।

Q13. Define the term 'drift velocity' of charge carriers in a conductor and write its relationship with the current flowing through it.

Ans: Drift velocity. It is the velocity with which a free electron in the conductor gets drifted under the influence of the applied external electric field

$$\therefore \quad \vec{V}_d = \frac{e\tau\vec{E}}{m} = \frac{I}{neA}$$

...where
- τ is average relaxation time.
- n is number of free electrons per unit volume in the conductor.
- m is mass of an electron and $\vec{E}$ is electric field.

प्रश्न.13. किसी चालक में आवेश वाहकों के 'अपवाह वेग' पद को परिभाषित कीजिए तथा उसमें प्रवाहित होने वाली धारा से इसका संबंध लिखिए।

उत्तर: अपवाह वेग- यह वह वेग है जिसके साथ कंडक्टर में एक मुक्त इलेक्ट्रॉन लगाए गए बाहरी विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में प्रवाहित होता है।

$$\therefore \quad \vec{V}_d = \frac{e\tau\vec{E}}{m} = \frac{I}{neA}$$

...where
- τ is average relaxation time.
- n is number of free electrons per unit volume in the conductor.
- m is mass of an electron and $\vec{E}$ is electric field.

Q.14. State the underlying principle of a potentiometer.

Ans: When a constant current flows through a wire of uniform cross-section and of uniform composition, the potential difference across any length of wire is directly proportional to its length, i.e.,

$V \alpha l$

प्रश्न.14. पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) के अंतर्निहित सिद्धांत को बताएं।

उत्तर: जब एकसमान अनुप्रस्थ काट(क्रॉस सेक्शन) और एकसमान संघटन वाले तार में स्थिर धारा प्रवाहित होती है, तो तार की किसी भी लम्बाई पर विभवान्तर उसकी लम्बाई के समानुपाती होता है, अर्थात,

$V \alpha l$

Q.15. Explain Why there is increase in resistivity of a metal with increase of temperature?

Ans: With increase in temperature, the relaxation time (average time between successive collisions) decreases and hence resistivity increases. Also,

$$\rho = \frac{m}{ne^2\tau}$$

resistivity increases, as relaxation time decreases with increase in temperature.

प्रश्न.15. व्याख्या कीजिए कि ताप बढ़ने पर किसी धातु की प्रतिरोधकता क्यों बढ़ जाती है?

उत्तर: तापमान में वृद्धि के साथ विश्रान्ती काल (क्रमिक टक्करों के बीच औसत समय) कम हो जाता है और इसलिए प्रतिरोधकता बढ़ जाती है। भी,

$$\rho = \frac{m}{ne^2\tau}$$

प्रतिरोधकता बढ़ती है, क्योंकि तापमान में वृद्धि के साथ विश्रान्ती काल घटता है।

Q.16. Why is a potentiometer preferred over a voltmeter for determining the emf of a cell?

Ans: Potentiometer does not draw any (net) current from the cell; while Voltmeter draws some current from cell, when connected across it, hence it measures terminal voltage. It is why a potentiometer is preferred over a voltmeter to measure emf.

प्रश्न.16. किसी सेल का विद्युत वाहक बल ज्ञात करने के लिए वोल्टमीटर की अपेक्षा विभवमापी को वरीयता क्यों दी जाती है?

उत्तर: पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) सेल से कोई (नेट) करंट नहीं खींचता है; जबकि वाल्टमीटर सेल से कुछ करंट खींचता है, जब इसे सेल से जोड़ा जाता है, इसलिए यह टर्मिनल वोल्टेज को मापता है। यही कारण है कि विद्युत वाहक बल मापने के लिए वोल्टमीटर की तुलना में पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) को प्राथमिकता दी जाती है।

Q.17. Derive an expression for drift velocity of free electrons in a conductor in terms of relaxation time.

Ans: In the absence of an electric field the electrons motion is random and the net velocity is zero. In the presence of electric fields, they tend to flow opposite to that of the electric field in the conduction. If an electric field 'E' is applied across a length l of

© JCERT not to be republished

the conductor, the electrons will experience an acceleration, $a = \frac{eE}{m}$

If the average time for the acceleration is τ, the velocity required is

$$\vec{v}d = \vec{u} + \vec{a}\tau = \vec{a}\tau. \therefore v_d = -\frac{e\vec{E}}{m}\tau, |\vec{v}d| = \frac{eE}{m}\tau$$

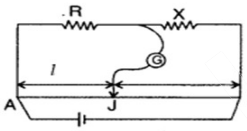
प्रश्न.17. विश्रान्ती काल के संदर्भ में एक कंडक्टर में मुक्त इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेग के लिए एक व्यंजक प्राप्त करें।

उत्तर: विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में इलेक्ट्रॉनों की गति यादृच्छिक होती है और शुद्ध वेग शून्य होता है। विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में, वे चालन में विद्युत क्षेत्र के विपरीत प्रवाहित होते हैं। यदि विद्युत क्षेत्र 'E' चालक की लंबाई l पर लगाया जाता है, तो इलेक्ट्रॉनों को त्वरण का अनुभव होगा, a = eE/ml

यदि त्वरण का औसत समय (विश्रान्ती काल) τ है, तो अपवाह वेग होगा

$$\vec{v}d = \vec{u} + \vec{a}\tau = \vec{a}\tau. \therefore v_d = -\frac{e\vec{E}}{m}\tau, |\vec{v}d| = \frac{eE}{m}\tau$$

Q18. In the meter bridge experiment, balance point was observed at J with AJ = l.



(i) The values of R and X were doubled and then interchanged. What would be the new position of balance point?

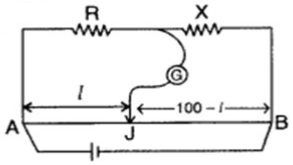
(ii) If the galvanometer and battery are interchanged at the balance position, how will the balance point get affected?

Ans: (i) Balance point will change from l to (100 – l),

$$\because \quad \frac{R}{X} = \frac{l}{100-l} \text{ and } \frac{2X}{2R} = \frac{X}{R} = \frac{100-l}{l}$$

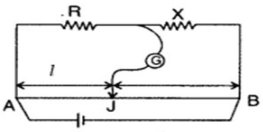
(ii) From the principle of Wheatstone bridge

$$\frac{R}{X} = \frac{l}{100-l} \quad \Rightarrow X = R\left(\frac{100-l}{l}\right)$$



Hence, the galvanometer and cell are interchanged, the condition for a balance bridge is still satisfied. Therefore, the galvanometer will not show any deflection.

प्रश्न.18. मीटर ब्रिज प्रयोग में, AJ = l के साथ J पर संतुलन बिंदु देखा गया था।



(i) R और X के मान दोगुने और फिर आपस में बदल दिए गए। संतुलन बिंदु की नई स्थिति क्या होगी?

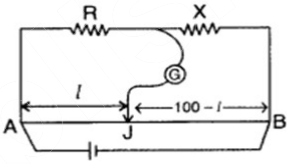
(ii) यदि गैल्वेनोमीटर और बैटरी को संतुलन की स्थिति में आपस में बदल दिया जाए, तो संतुलन बिंदु कैसे प्रभावित होगा?

उत्तर: (i) संतुलन बिंदु l से (100 - l) में बदल जाएगा,

$$\because \quad \frac{R}{X} = \frac{l}{100-l} \text{ and } \frac{2X}{2R} = \frac{X}{R} = \frac{100-l}{l}$$

(ii) व्हीटस्टोन ब्रिज के सिद्धांत से

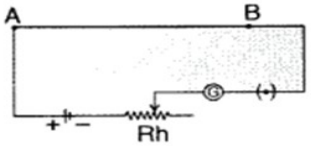
$$\frac{R}{X} = \frac{l}{100-l} \quad \Rightarrow X = R\left(\frac{100-l}{l}\right)$$



इसलिए, गैल्वेनोमीटर और सेल को आपस में बदल दिया जाता है, बैलेंस ब्रिज कंडीशन (संतुलन प्रतिबंध) की स्थिति अभी भी संतुष्ट है। इसलिए, गैल्वेनोमीटर कोई विक्षेपण नहीं दिखाएगा।

Q.19. State the principle of a potentiometer. Describe briefly, with the help of a circuit diagram, how this device is used to compare the emf's of two cells.

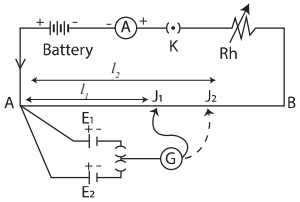
Ans: Potentiometer : A potentiometer is a device used to measure potential difference.



Principle : The basic principle of a potentiometer is that when a constant current flows through a wire of uniform cross-sectional area and composition, the potential drop across any length of the wire is directly proportional to that length.

$$v \propto l \qquad V = Kl$$

where [K is called potential gradient



When the key K is closed, a constant current flows through the potentiometer wire. By closing

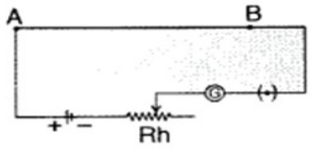
© CERT not to be republished

key K_1, the null point can be obtained by cell E_1. The jockey is moved along the wire and adjusted till galvanometer shows no deflection. Suppose, A $J_1 = l_1$ is the balancing length for cell E_1. Then $E_1 = kl_1$ where k→Potential gradient Now, let the null point of cell E_2 be obtained by closing key K_2. Let $AJ_2 = l_2$ Then, $E_2 = Kl_2$

$\therefore E_1/E_2 = l_1/l_2$

प्रश्न.19. विभवमापी का सिद्धांत बताइए। एक सर्किट आरेख की सहायता से संक्षेप में वर्णन करें कि इस उपकरण का उपयोग दो सेलों के विद्युत वाहक बल की तुलना करने के लिए कैसे किया जाता है।

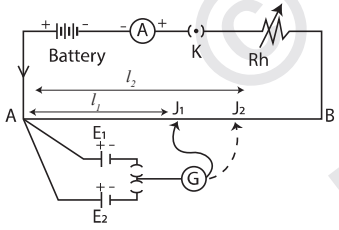
उत्तर: विभवमापी एक उपकरण है जिसका उपयोग विभवान्तर को मापने के लिए किया जाता है।



सिद्धांत : विभवमापी का मूल सिद्धांत यह है कि जब एकसमान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल और संघटन वाले तार से निरंतर धारा प्रवाहित होती है, तो तार की किसी भी लंबाई पर संभावित गिरावट उस लंबाई के समनानुपति होती है।

$v \propto l \qquad V = Kl$

...जहाँ [K को विभव प्रवणता कहते हैं

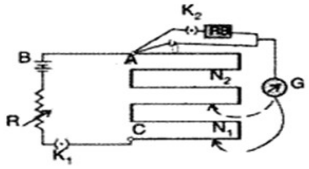


जब कुंजी K को बंद की जाती है, तो विभवमापी (पोटेंशियोमीटर) तार के माध्यम से एक निरंतर धारा प्रवाहित होती है। कुंजी K_1 को बंद करके, सेल E_1 द्वारा शून्य बिंदु प्राप्त किया जा सकता है। जॉकी को तार के साथ घुमाया जाता है और तब तक समायोजित किया जाता है जब तक कि गैल्वेनोमीटर कोई विक्षेप न दिखाए। मान लीजिए, $AJ_1 = l_1$ सेल E_1 के लिए संतुलन लंबाई है, फिर $E_1 = kl_1$, जहां k→संभावित ग्रेडिएंट अब, सेल E_2 का शून्य बिंदु मान लें कुंजी K_2 को बंद करके प्राप्त किया जा सकता है। मान लीजिए $AJ_2 = l_2$ फिर, $E_2 = Kl_2$

$\therefore E_1/E_2 = l_1/l_2$

Q.20. Describe briefly, with the help of a circuit diagram, how a potentiometer is used to determine the internal resistance of a cell.

Ans: The apparatus is set up as per circuit diagram drawn here.



The cell (emf ε), whose internal resistance (r) is to be determined, is connected across a resistance box through a key K_2, as shown in the figure. With key K_2 is open, balance is obtained at length l_1 (AN_1), then

$$e = \phi l_1 \qquad \text{.....(i)}$$

When key K_2 is closed, the cell sends a current (I) through the resistance box (R). If V is the terminal potential difference of the cell and balance is obtained at length l_2 (AN_2)

$$V = \phi l_2 \qquad \text{...(ii)}$$

So, we have $\frac{e}{V} = \frac{l_1}{l_2}$ ...(iii)

But $e = I(r + R)$ and $V = IR$, this gives

$$\frac{e}{V} = \left(\frac{r+R}{R}\right) \qquad \text{...(iv)}$$

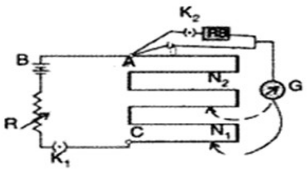
From (iii) and (iv), we have

$$\frac{R+r}{R} = \frac{l_1}{l_2} \quad \Rightarrow r = R\left(\frac{l_1}{l_2} - 1\right) \qquad \text{...(v)}$$

Using equation (v) we can find internal resistance of the cell.

प्रश्न.20. एक परिपथ आरेख की सहायता से, एक सेल के आंतरिक प्रतिरोध को निर्धारित करने के लिए एक पोटेंशियोमीटर (विभवमापी) का उपयोग कैसे किया जाता है, इसका संक्षेप में वर्णन करें।

उत्तर: उपकरण यहां खींचे गए सर्किट आरेख के अनुसार स्थापित किया गया है।



सेल (विद्युत वाहक बल ε), जिसका आंतरिक प्रतिरोध (r) निर्धारित किया जाना है, एक कुंजी के माध्यम से प्रतिरोध बॉक्स में जुड़ा हुआ है, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। कुंजी K_2 के खुले होने से, लंबाई l_1 (AN_1) पर संतुलन प्राप्त होता है, तब

$$e = \phi l_1 \qquad \text{.....(i)}$$

जब कुंजी K_2 को बंद कर दिया जाता है, तो सेल प्रतिरोध बॉक्स (R) के माध्यम से करंट (I) भेजता है। यदि V सेल का टर्मिनल संभावित अंतर है और लंबाई l_2 (AN_2) पर संतुलन प्राप्त किया जाता है

$$V = \phi l_2 \qquad \text{...(ii)}$$

So, we have $\frac{e}{V} = \frac{l_1}{l_2}$ ...(iii)

But $e = I(r + R)$ and $V = IR$, this gives

$$\frac{e}{V} = \left(\frac{r+R}{R}\right) \qquad \text{...(iv)}$$

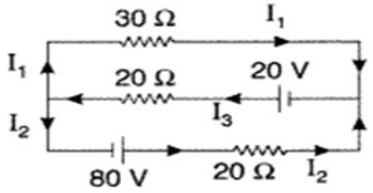
From (iii) and (iv), we have

$$\frac{R+r}{R} = \frac{l_1}{l_2} \quad \Rightarrow r = R\left(\frac{l_1}{l_2} - 1\right) \qquad \text{...(v)}$$

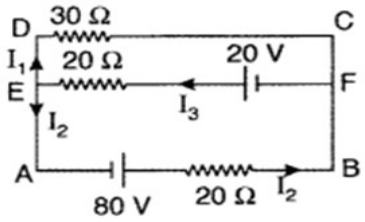
समीकरण (v) का प्रयोग करके हम सेल का आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात कर सकते हैं।

© JCERT not to be republished

Q.21. Use Kirchhoff's rules to determine the value of the current I1 flowing in the circuit shown in the figure.



Ans: Using Kirchoff's first law at junction E, we get



$I_3 = I_3 + I_2$

In loop ABCDA, using Kirchoff's second law, we get

$80 - 20\ I_2 + 30\ I_1 = 0$

$\Rightarrow \quad 2\ I_2 - 3\ I_1 = 8$ [÷ by 10] ...(*ii*)

In loop ABFEA, we get

$80 - 20\ I_2 + 20 - 20\ I_3 = 0$

$\Rightarrow \quad I_2 + I_3 = 5$ [÷ by 20] ...(*iii*)

Putting the value of I_3 into (*iii*), we have

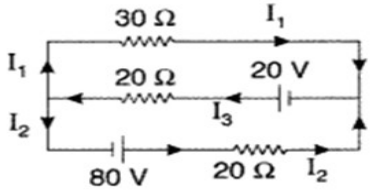
$I_2 + (I_1 + I_2) = 5 \Rightarrow 2\ I_2 + I_1 = 5$ ...(*iv*)

Solving equations (*ii*) and (*iv*), we get

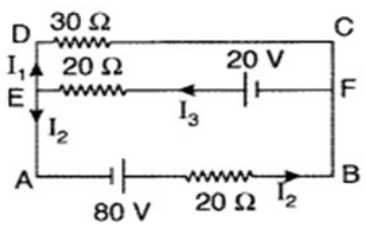
$$I_1 = -\frac{3}{4}\text{A} = -0.75\ \text{A}$$

So (-) sign of current indicates that the direction of current is opposite to that as shown in the circuit diagram.

प्रश्न.21. चित्र में दिखाए गए सर्किट में प्रवाहित धारा I1 का मान निर्धारित करने के लिए किरचॉफ के नियमों का उपयोग करें।



उत्तर: संधी (जंक्शन) E पर किरचॉफ के प्रथम नियम का उपयोग करने पर, हम प्राप्त करते हैं



$I_3 = I_3 + I_2$

लूप ABCDA में, किरचॉफ के दूसरे नियम का उपयोग करने पर, हम प्राप्त करते हैं

$80 - 20\ I_2 + 30\ I_1 = 0$

$\Rightarrow \quad 2\ I_2 - 3\ I_1 = 8$ [÷ by 10] ...(*ii*)

In loop ABFEA, we get

$80 - 20\ I_2 + 20 - 20\ I_3 = 0$

$\Rightarrow \quad I_2 + I_3 = 5$ [÷ by 20] ...(*iii*)

Putting the value of I_3 into (*iii*), we have

$I_2 + (I_1 + I_2) = 5 \Rightarrow 2\ I_2 + I_1 = 5$ ...(*iv*)

Solving equations (*ii*) and (*iv*), we get

$$I_1 = -\frac{3}{4}\text{A} = -0.75\ \text{A}$$

अतः (-) धारा का चिह्न दर्शाता है कि धारा की दिशा परिपथ आरेख में दर्शाई गई दिशा के विपरीत है।

Q.22. State Kirchhoff's rules. Explain briefly how these rules are justified.

Ans: Kirchhoff's rules.

1. Kirchhoff's junction rule : At any junction, the sum of the currents entering the junction is equal to the sum of currents leaving the junction.

2. Kirchhoff's loop rule : The algebraic sum of changes in potential in any closed loop involving resistors and cells is zero.

These two laws are justified on the basis of law of conservation of charge and the law of conservation of energy respectively.

प्रश्न.22. किरचॉफ के नियम बताइये। संक्षेप में व्याख्या कीजिए कि ये नियम किस प्रकार न्यायोचित हैं।

उत्तर: किरचॉफ के नियम।

1. किरचॉफ का संधि नियम : किसी भी संधि पर संधि में प्रवेश करने वाली धाराओं का योग संधि से निकलने वाली धाराओं के योग के बराबर होता है।

2. किरचॉफ का लूप नियम : प्रतिरोधों और सेलों वाले किसी भी बंद लूप में संभावित परिवर्तन का बीजगणितीय योग शून्य होता है।

ये दोनों नियम क्रमशः आवेश संरक्षण नियम तथा ऊर्जा संरक्षण नियम के आधार पर न्यायोचित हैं।

© NCERT not to be republished

Q.23. Estimate the average drift speed of conduction electrons in a copper wire of cross-sectional area 2.5 x 10^{-7} m^2 carrying a current of 1.8 A. Assume the density of conduction electrons to be 9 x 10^{28} m^{-3}.

Ans: Given : $A = 2.5 \times 10^{-7}\ m^2$, $I = 1.8\ A$,
$m = 9 \times 10^{28}\ m^{-3}$, $v_d = ?$
We know $I = neAv_d$

$$\therefore \quad v_d = \frac{I}{n_e A} = \frac{1.8}{(9\times10^{28})\times(1.6\times10^{-19})(2.5\times10^{-7})}$$
$$= 0.05 \times 10^{-2}\ m = 0.5 \times 10^{-3}\ m$$
$$= \mathbf{0.5\ mm}$$

प्रश्न.23. 2.5 x 10^{-7} m^2 अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाले ताँबे के तार में 1.8 A धारा प्रवाहित करने वाले चालक इलेक्ट्रॉनों की औसत अपवाह गति का आकलन कीजिए। चालन इलेक्ट्रॉनों का घनत्व 9 x 10^{28} m^{-3} मान लीजिए।

उत्तर: Given : $A = 2.5 \times 10^{-7}\ m^2$, $I = 1.8\ A$,
$m = 9 \times 10^{28}\ m^{-3}$, $v_d = ?$
We know $I = neAv_d$

$$\therefore \quad v_d = \frac{I}{n_e A} = \frac{1.8}{(9\times10^{28})\times(1.6\times10^{-19})(2.5\times10^{-7})}$$
$$= 0.05 \times 10^{-2}\ m = 0.5 \times 10^{-3}\ m$$
$$= \mathbf{0.5\ mm}$$

© NCERT not to be republished