

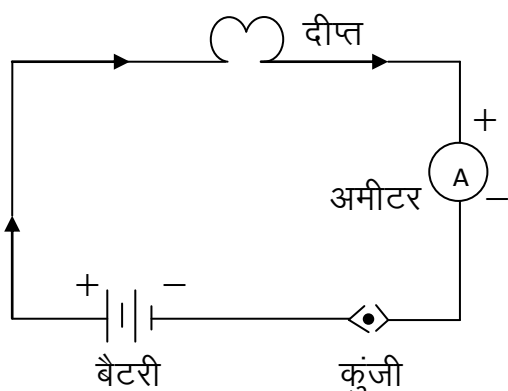
कमल किशन पाण्डेय
सहायक अध्यापक – विज्ञान
राजकीय इण्टर कॉलेज मायालेख
विज्ञान कक्षा – 10
अध्याय—12 विद्युत

अध्याय-12 विद्युत (Electricity)

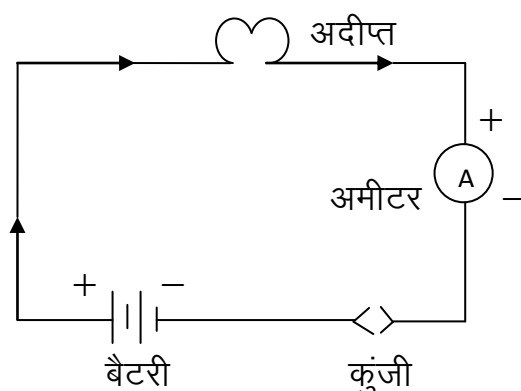
विद्युत परिपथ (Electric Circuit)–

वह सतत तथा बन्द पथ जिससे होकर विद्युत धारा गुजरती है, विद्युत परिपथ कहलाता है। विद्युत परिपथ दो प्रकार के होते हैं –

1. बन्द परिपथ



2. खुला परिपथ



(स्रोत-एन० सी० ई० आर० टी० अभ्यास पुस्तिका)

विद्युत आवेश (Electric Charge)–

किसी विद्युत परिपथ में इलेक्ट्रॉनों के चलने से विद्युत आवेश उत्पन्न होता है। विद्युत आवेश का S. I. मात्रक 'कूलॉम (C)' होता है। इलेक्ट्रॉन में 1.6×10^{-19} C ऋणावेश होता है।

चालक (Conductors) –

वे पदार्थ जिनसे होकर विद्युत का प्रवाह हो सकता है, चालक कहलाते हैं। सिल्वर (Ag), कॉपर (Cu), ऐल्यूमिनियम (Al), निक्रोम, मैग्निन (मिश्रधातुएँ) आदि।

रोधी (Insulators)–

वे पदार्थ जिनसे होकर विद्युत प्रवाह नहीं हो सकता है, रोधी कहलाते हैं। काँच, एबोनाइट, रबड़, कागज, अभ्रक, बेकेलाइट आदि।

विद्युत धारा (Electric Current)–

किसी परिपथ में आवेश प्रवाह की दर को विद्युत धारा कहते हैं। इसे 'I' से प्रदर्शित करते हैं।

माना परिपथ के किसी बिन्दु से t समय में Q आवेश गुजरता है तो परिपथ में बहने वाली धारा,

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{धारा} = \frac{\text{आवेश}}{\text{समय}}, \quad \text{विद्युत धारा का S. I. मात्रक 'एम्पियर' (A) है।}$$

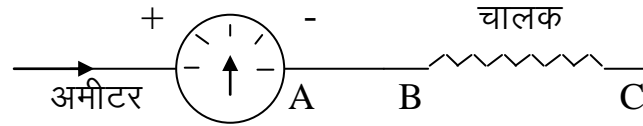
$1A = \frac{1C}{1Sec}$ यदि किसी चालक में आवेश $1C/1Sec$ की दर से प्रवाहित हो रहा है तो चालक में प्रवाहित धारा 1A होगी।

धारा की ऐम्पियर से छोटी इकाईयाँ – $mA = 10^{-3}A$, $\mu A = 10^{-6}A$

विद्युत परिपथों में उपयोग होने वाले कुछ प्रतीक –

विद्युत सेल	
बैटरी अथवा सेलों का संयोजन	
खुली प्लग, कुंजी अथवा स्विच	
बंद प्लग, कुंजी अथवा स्विच	
तार संधि	
बिना संधि के तार कासिंग	
विद्युत बल्ब	
प्रतिरोधक	
परिवर्ती प्रतिरोधक अथवा धारा नियंत्रक	
अमीटर	
वोल्टमीटर	
गैल्वनोमीटर	

विद्युत धारा को धारामापी (अमीटर) नामक यन्त्र द्वारा मापा जाता है। यह हमेशा **श्रेणीक्रम** में जुड़ा होता है। धारामापी का अत्यंत निम्न प्रतिरोध होना चाहिए, ताकि परिपथ में प्रवाहित होने वाली धारा के मूल्य को वह परिवर्तित न कर सके।



(अमीटर का श्रेणी क्रम में संयोजन)

(स्रोत-एन० सी० ई० आर० टी० अभ्यास पुस्तिका)

विभवान्तर (Potential Difference) –

किसी विद्युत परिपथ में एकांक आवेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में किए गए कार्य को विभवान्तर कहते हैं। इसे 'V' से प्रदर्शित करते हैं।

माना Q आवेश को परिपथ के बिन्दु A से B तक ले जाने में किया गया कार्य w हो तब,

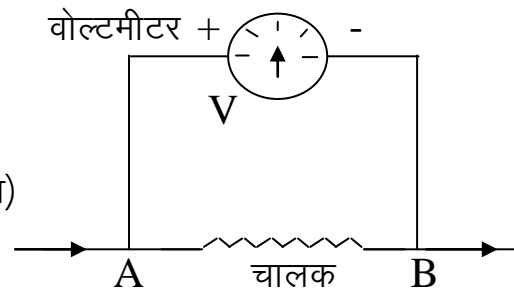
दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर = किया गया कार्य / आवेश

$$V = \frac{W}{Q}, \quad \text{मात्रक } V = \text{जूल / कूलॉम} = \text{जूल / कूलॉम अथवा वोल्ट}$$

यदि किसी परिपथ के किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच एक कूलॉम आवेश को प्रवाहित करने में एक जूल कार्य हो तब उन बिन्दुओं के बीच विभवान्तर '1 वोल्ट' होगा।

$$1V = \frac{1J}{1C}$$

विभवान्तर को जिए युक्ति के द्वारा मापा जाता है उसे 'वोल्टमीटर' कहते हैं। यह सदैव समान्तर क्रम में संयोजित होता है। तथा इसका प्रतिरोध सदैव उच्च होता है।



(वोल्टमीटर का समान्तर क्रम में संयोजन)

(स्रोत-एन० सी० ई० आर० टी० अभ्यास पुस्तिका)

ओम का नियम –

इस नियम के अनुसार किसी चालक की भौतिक अवस्थाएँ (ताप, दाब) अपरिवर्तित रहे तो चालक में बहने वाली धारा चालक के सिरों के बीच विभवान्तर के **समानुपाती** होती है।

$$V \propto I \quad \text{i) धारा, विभवान्तर के अनुक्रमानुपाती होती है।}$$

$$V / I = \text{नियतांक} \quad \text{ii) धारा, प्रतिरोध के व्युत्क्रमानुपाती होती है।}$$

$$\left(V / I = R \right)$$

$$R = \text{प्रतिरोध}$$

प्रतिरोध (Resistance)–

किसी चालक में विभवान्तर व धारा के अनुपात को उस चालक का प्रतिरोध कहते हैं। प्रतिरोध किसी चालक में प्रवाहित होने वाले आवेश के प्रवाह का विरोध करता है।

प्रतिरोध का S. I. मात्रक – ओम (Ω)

$$\text{प्रतिरोध} = \text{विभवान्तर/धारा}, \quad \left[R = V / I \right], \quad \left[1\Omega = 1V / 1A \right]$$

किसी चालक के दोनों सिरों के बीच विभवान्तर 1V तथा इससे विद्युत 1A धारा प्रवाहित होती है तब उस चालक का प्रतिरोध 1Ω होता है।

परिवर्ती प्रतिरोध –

किसी चालक में बिना कोई परिवर्तन किए परिपथ की विद्युत धारा को नियंत्रित करने के लिए जिस अवयव का प्रयोग किया जाता है उसे परिवर्ती प्रतिरोध कहते हैं।

धारा नियंत्रक –

किसी विद्युत परिपथ में परिपथ के प्रतिरोध को परिवर्तित करने के लिए जिस युक्ति का प्रयोग किया जाता है उसे धारा नियंत्रक कहते हैं।

चालक के प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारक –

1. चालक की लम्बाई : किसी चालक तार का प्रतिरोध उसकी लम्बाई (l) के समानुपाती होता है। $R \propto l$

अतः तार की लम्बाई जितनी अधिक होगी प्रतिरोध भी उतना ही अधिक होगा।

2. तार का पृष्ठ क्षेत्रफल : किसी चालक का प्रतिरोध उसके अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल (A) के व्युत्क्रमानुपाती होता है। $R \propto 1/A$

अतः चालक तार का प्रतिरोध जितना अधिक होगा क्षेत्रफल उतना ही कम होगा।

3. तार का पदार्थ : यदि विभिन्न पदार्थों के समान लंबाई तथा समान अनुप्रस्थ काट के तार लिए जाए तो उनका प्रतिरोध भिन्न-भिन्न होगा।

प्रतिरोधकता (Resistivity)–

किसी चालक के वेग स्थिरांक और प्रतिरोध की मांग को प्रतिरोधकता (ρ –रो–rho) कहते हैं।

$$R \propto l \text{ ----- (i)}$$

$$R \propto 1/A \text{ ----- (ii)}$$

समीकरण (i) व (ii) से –

$$\left[R = \rho \frac{l}{A} \right] \quad \left[\rho = R \frac{A}{l} \right]$$

मात्रक – $\rho = R \frac{A}{l} = \frac{\Omega m^2}{M} = \Omega m$ [ओम–मीटर]

धातुओं तथा मिश्र-धातुओं की प्रतिरोधकता उत्पन्न कम होती है जिसका प्रसार $10^{-8} \Omega m$ से $10^{-6} \Omega m$ तक होता है, अतः ये विद्युत के अच्छे चालक होते हैं।

रबड़ तथा काँच जैसे विद्युत रोधी पदार्थों की प्रतिरोधकता $10^{12} \Omega m$ से $10^{11} \Omega m$ कोटि की होती है अतः ये विद्युत के कुचालक होते हैं।

ओम के नियम का प्रायोगिक सत्यापन –

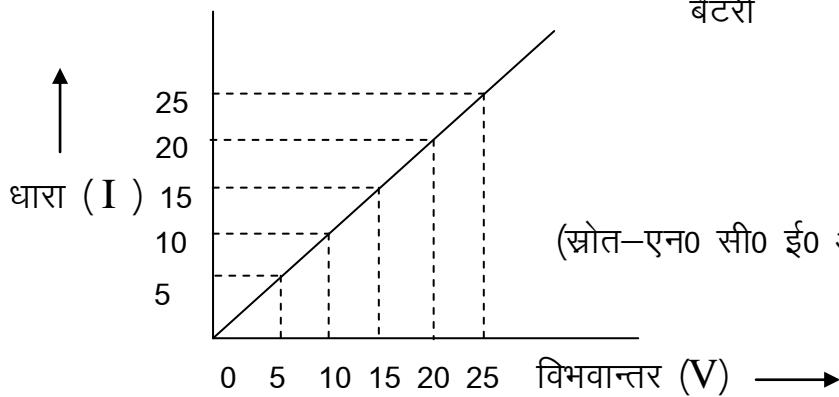
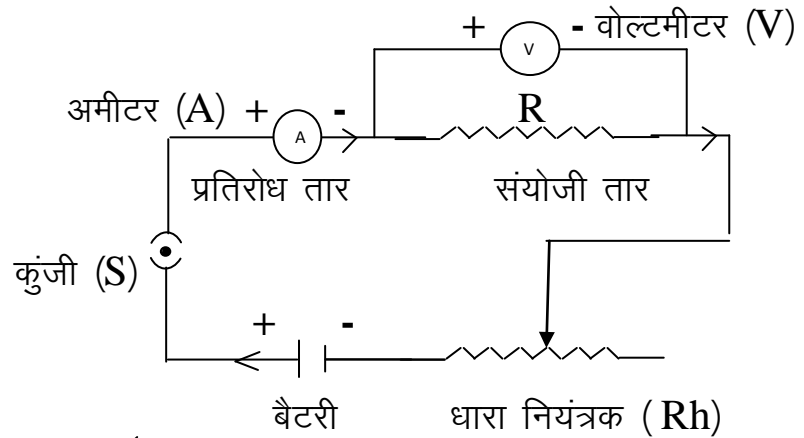
यह नियम केवल धातु चालकों तथा मिश्र-धातु चालकों के लिए ही सत्य है। इस प्रयोग में एक निक्रोम का तार लेते हैं और इसे श्रेणी क्रम में एक बैटरी (B), धारा नियंत्रक (Rh), अमीटर (A), वोल्टमीटर (V), कुंजी (S) और संयोजी तार जोड़ देते हैं।

कुंजी को दबाते ही परिपथ में धारा बहने लगती है।

I का मान अमीटर से तथा V का मान वोल्टमीटर से पढ़ लेते हैं। धारा नियंत्रक की सहायता से परिपथ में प्रवाहित धारा को बदलकर I तथा V के मानों की सारणी बना लेते हैं।

प्रत्येक प्रेक्षण से V और I का अनुपात समान प्राप्त होता है तथा ग्राफ सरल रेखा के रूप में प्राप्त होता है। जिससे ओम के नियम का सत्यापन होता है। (चित्र-5 एवं 6)

ओम के नियमों का प्रायोगिक सत्यापन –



(स्रोत-एन० सी० ई० आर० टी० अभ्यास पुस्तिका)

प्रतिरोधकों का संयोजन (Combination of Resistance)

1. श्रेणीक्रम संयोजन (**Resistance in Series**) : श्रेणीक्रम संयोजन में I का मान समान होता है। माना तीन प्रतिरोध R_1 , R_2 तथा R_3 श्रेणीक्रम में जुड़े हैं, और इनका तुल्य प्रतिरोध R है तथा विभवान्तर V_1 , V_2 तथा V_3 है तब,

$$\text{विभवान्तरों का योग } (V) = V_1 + V_2 + V_3 \dots\dots\dots (A)$$

$$\text{तुल्य प्रतिरोध } (R) = R_1 + R_2 + R_3$$

$$\text{ओम के नियमानुसार, } V = IR$$

$$V_1 = I R_1 \dots\dots\dots (i)$$

$$V_2 = I R_2 \dots\dots\dots (ii)$$

$$V_3 = I R_3 \dots\dots\dots (iii)$$

समी (A) में (i), (ii) तथा (iii) का मान रखने पर,

$$I R = I R_1 + I R_2 + I R_3$$

$$I R = I (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

2. समान्तर (पार्श्व) क्रम संयोजन (**Resistance in Parallel**)— इस प्रकार के संयोजन में प्रतिरोधकों के सिरों के बीच विभवान्तर समान रहता है।

माना R_1 , R_2 , R_3 तीन प्रतिरोधों को बिन्दु A व B के बीच समान्तर क्रम में जोड़ा गया है। इन प्रतिरोधों के बीच धाराएँ क्रम I_1 , I_2 तथा I_3 है तब,

$$\text{संयोजन की कुल धारा } I = I_1 + I_2 + I_3$$

ओम के नियमानुसार,

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (A)$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \dots\dots\dots (i)$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} \dots\dots\dots (ii)$$

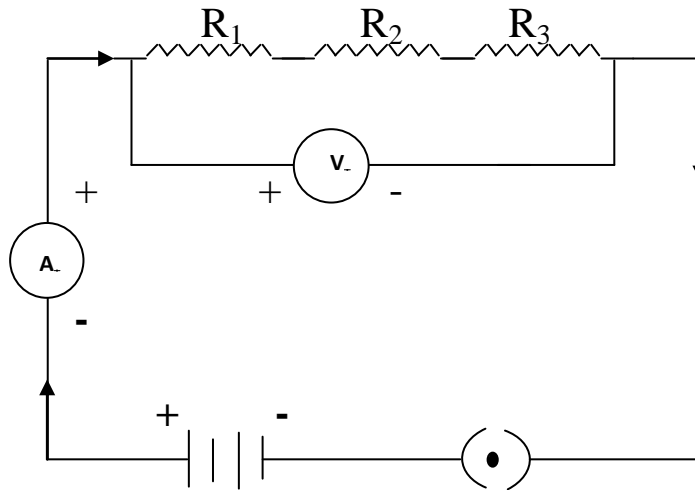
$$I_3 = \frac{V}{R_3} \dots\dots\dots (iii)$$

$$\frac{V}{R} = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

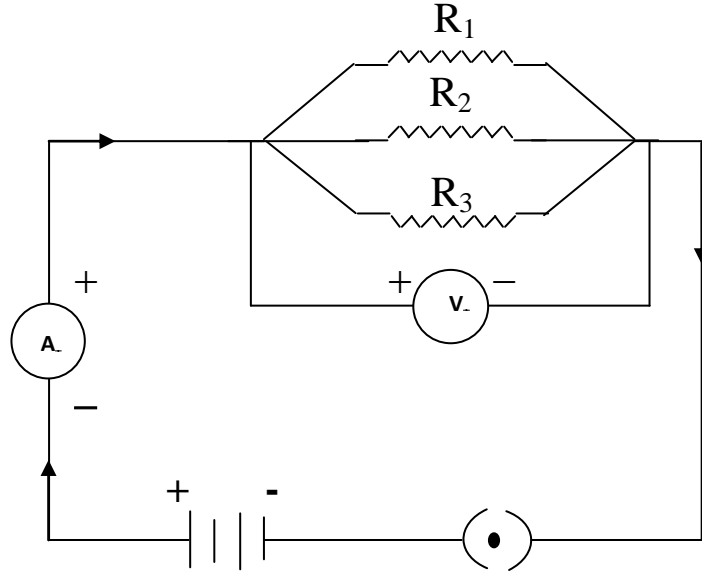
$$\frac{V}{R} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

$$\boxed{\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \quad (\text{चित्र -7})$$



(प्रतिरोधों का श्रेणी क्रम में संयोजन)

(स्रोत -एन० सी० ई० आर० टी० अभ्यास पुस्तिका)



(प्रतिरोधों का समान्तर क्रम में संयोजन)

(स्रोत-एन० सी० ई० आर० टी० अभ्यास पुस्तिका)

समान्तर क्रम संयोजन के लाभ –

1. समान्तर क्रम में यदि कोई खराबी के कारण एक विद्युत उपकरण काम करना बन्द कर देता है तो भी अन्य उपकरण सामान्य रूप से कार्य करते हैं।
2. इसमें प्रत्येक विद्युत उपकरण विद्युत सप्लाई की तरह समान वोल्टता (220V) प्राप्त करता है।
3. इसमें प्रत्येक विद्युत उपकरण के लिए अलग से अपना स्विच होता है। जिसके कारण यह अन्य उपकरणों को प्रभावित किए बिना चालू या बंद हो सकता है।
4. इसमें घरेलू परिपथ का कुल प्रतिरोध कम होता है। जिसके कारण विद्युत सप्लाई से धारा अधिक होती है।

विद्युत धारा का तापीय प्रभाव –

किसी चालक में विद्युत आवेश प्रवाहित होने के कारण जो ऊर्जा व्यय होती है। उसे विद्युत ऊर्जा कहते हैं। यदि परिपथ विशुद्ध रूप से प्रतिरोधक है, तो स्रोत की ऊर्जा

निरन्तर पूर्ण रूप से ऊष्मा के रूप में क्षय होती रहती है, जिसे विद्युत धारा का तापीय प्रभाव कहते हैं।

माना किसी तार का प्रतिरोध 'R' और विद्युत धारा 'I' विभवान्तर 'V' हो तो 't' समय में 'Q' आवेश प्रवाहित होता है।

तब स्रोत द्वारा परिपथ में निवेशित शक्ति,

$$P = V Q / t$$

$$[P = VI]$$

किसी स्थायी विद्युत धारा द्वारा t समय में उत्पन्न ऊष्मा की मात्रा,

$$H = V I t$$

ओम के नियमानुसार,

$$V = I R$$

$$H = I \times R \times I \times t$$

$$H = I^2 R t$$

इसे जूल का तापन नियम कहते हैं।

इस नियम से यह स्पष्ट है कि किसी प्रतिरोधक में उत्पन्न होने वाली ऊष्मा –

i) विद्युत धारा के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होती है। $[H \propto I^2]$

ii) प्रतिरोध के अनुक्रमानुपाती होती है। $[H \propto R]$

iii) समय के अनुक्रमानुपाती होती है। $[H \propto t]$

धारा के तापीय प्रभाव के अनुप्रयोग –

धारा के तापन प्रभाव को वैद्युत तापीय उपकरणों जैसे – स्तरी, विद्युत केतली, विद्युत टोस्टर, विद्युत ओवन, कक्षतापकों, जल ऊष्मको आदि में उपयोग किया जाता है।

इन सभी तापन उपकरणों में निक्रोम मिश्रधातु के बने उच्च प्रतिरोध तार के कुण्डल होते हैं। जब इन उपकरणों को विद्युत रोधी कॉपर तारों द्वारा विद्युत सप्लाई से जोड़ा जाता है। तो तापन कुण्डलों में ऊष्मा की बड़ी मात्रा उत्पन्न होती है।

विद्युत धारा के तापीय प्रभाव को प्रकाश उत्पन्न करने के लिए विद्युत बल्बों या लैम्पों में प्रयोग किया जाता है। इन बल्बों या लैम्पों में टंगस्टन धातु का तंतु लगा होता है। क्योंकि टंगस्टन का उच्च प्रतिरोध एवं गलनांक (3300°) के लगभग होता है। विद्युत बल्ब आर्गन या नाइट्रोजन जैसी रासायनिक रूप से अक्रिय गैसों को भरा जाता है।

विद्युत धारा के तापीय प्रभाव को घरेलू बिजली के तारों तथा वैद्युत उपकरणों की सुरक्षा के लिए विद्युत फ्यूज में उपयुक्त किया जाता है। घर में शेष विद्युत वायरिंग की अपेक्षा महीन फ्यूज तार में उच्च प्रतिरोध होता है।

विद्युत शक्ति –

किसी विद्युत परिपथ में प्रति इकाई समय में कार्य करने की दर को विद्युत शक्ति कहते हैं, इसे 'P' से प्रदर्शित करते हैं।

$$\text{शक्ति} = \frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{लिया गया समय}}$$

$$P = W / t$$

$$\text{मात्रक} = \text{जूल/सेकेण्ड}$$

एक वाट की शक्ति 1 जूल प्रति सेकेण्ड का कार्य करने की दर होती है।

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ sec}}$$

वॉट एक छोटा मात्रक है इसीलिए व्यापारिक रूप से किलोवॉट मात्रक का प्रयोग होता है।

$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W}$$

विद्युत शक्ति के अन्य सूत्र –

$$1. \quad P = V \times I$$

$$2. \quad P = V^2 / R$$

$$3. \quad P = I^2 \times R$$

$$4. \quad P = \frac{\text{वैद्युत ऊर्जा (E)}}{\text{समय (t)}}$$
$$E = P \times t$$

वैद्युत ऊर्जा का व्यापारिक मात्रक –

व्यापारिक उद्देश्यों के लिए विद्युत ऊर्जा के बड़े मात्रक का उपयोग करते हैं। जिसे 'किलोवॉट-घण्टा' (KWh) कहते हैं।

1 KWh - किलोवॉट-घण्टा वैद्युत ऊर्जा की वह मात्रा होती है जब 1 किलोवॉट की शक्ति रेटिंग वाला वैद्युत उपकरण 1 घण्टे के लिए प्रयुक्त होता है।

किलोवॉट-घण्टा तथा जूल के बीच सम्बन्ध –

$$\begin{aligned} 1 \text{ KWh} &= 1000 \text{ W} \times 60 \text{ min} \\ &= 1000 \text{ W} \times 60 \times 60 \text{ sec.} \\ &= 1000 \times 3600 \text{ sec} \\ &= 3600000 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\left[1 \text{ KWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J} \right]$$

अतः 1 KWh वैद्युत ऊर्जा के 3.6×10^6 जूल के बराबर होता है।

– 0 – 0 – 0 –

(अध्याय पर आधारित प्रश्न)

1. 1V विभवान्तर के दो बिन्दुओं के बीच 1 C आवेश को ले जाने में कितना कार्य किया जाता है ?
2. एक विद्युत बल्ब पर 100W, 200V अंकित है। इनका प्रतिरोध क्या होगा ?
3. विद्युत सामर्थ्य (शक्ति) को परिभाषित कीजिए और इसका S. I. मात्रक क्या है ?
4. किसी विद्युत बल्ब के तन्तु में से 1.5A विद्युत धारा 20 min. तक प्रवाहित होती है। विद्युत परिपथ से प्रवाहित विद्युत आवेश का परिमाण ज्ञात कीजिए।
5. 1 किलोवॉट-घण्टा विद्युत ऊर्जा कितने जूल के तुल्य है ?
6. 12V विभवान्तर के दो बिन्दुओं के बीच 2C आवेश को ले जाने में कितना कार्य किया जाता है ?
7. 2Ω , 3Ω तथा 6Ω के तीन प्रतिरोधों को किस प्रकार संयोजित किया जाए कि संयोजन का कुल प्रतिरोध i) 4Ω ii) 1Ω हो।
8. ओम का नियम क्या है ? समझाइए।
9. किन्हीं दो कारकों के नाम लिखिए जिन पर किसी तार का प्रतिरोध निर्भर करता है।
10. एक कूलॉम आवेश की रचना करने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या परिकलित कीजिए।
11. 14Ω प्रतिरोध की एक विद्युत इस्तरी 5A विद्युत धारा लेती है। 30 sec. में उत्पन्न ऊष्मा परिकलित कीजिए।
12. विद्युत लैम्पों के तन्तुओं के निर्माण में प्रायः एकमात्र टंगस्टन का ही उपयोग क्यों किया जाता है ?
13. विद्युत विभव एवं विद्युत धारा नापने के लिए किस यंत्र का प्रयोग किया जाता है ?
14. घरेलू विद्युत परिपथों में श्रेणीक्रम संयोजन का उपयोग क्यों नहीं किया जाता है ?

Reference :

- 1) विद्यालयी शिक्षा परिषद् उत्तराखण्ड निर्धारित NCERT पाठ्य पुस्तक कक्षा 10 अध्याय-12
- 2) सहायक पाठ्य पुस्तक S. Chand Publication
- 3) Hardware-Software

— 0 — 0 — 0 —