

TYBA COACHING CENTRE | टी वाई बी ए कोचिंग सेंटर

Contact / WhatsApp: 6367029449 • NCERT Class 10 Science Complete Bilingual Study Notes & Textbook Solutions

Chapter 11: Electricity

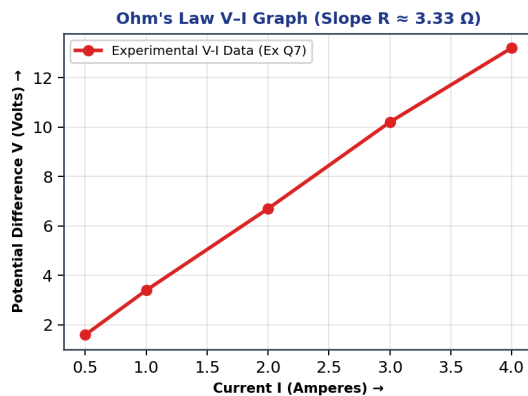
अध्याय 11: विद्युत — संपूर्ण नोट्स एवं प्रश्नोत्तर हल

11.1 Electric Current & Circuit, 11.2 Electric Potential & 11.4 Ohm's Law (विद्युत धारा, विभवांतर एवं ओम का नियम)

[EN] Electric current $I = Q / t$ is the rate of flow of electric charge. Conventional current flows opposite to the direction of electrons (from positive to negative terminal). Potential difference $V = W / Q$ is the work done to move a unit charge.

[HI] विद्युत आवेश के प्रवाह की दर को विद्युत धारा ($I = Q / t$) कहते हैं। परंपरागत रूप से विद्युत धारा की दिशा इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह की दिशा के विपरीत (+ से - की ओर) मानी जाती है। एकांक आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक लाने में किया गया कार्य विभवांतर ($V = W / Q$) कहलाता है।

Quantity / Law (राशि / नियम)	Formula & SI Unit (सूत्र एवं मात्रक — English)	सूत्र, मात्रक एवं मुख्य बिंदु (हिंदी)
1. Electric Charge & Current (विद्युत आवेश एवं धारा)	$Q = n \cdot e$ (where $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C; 1 C = 6.25×10^{18} electrons). $I = Q / t$ SI Unit: Ampere (A) = 1 C / 1 s. Measured by an Ammeter (low resistance, always connected in series).	$Q = ne$ (1 कूलॉम आवेश = 6.25×10^{18} इलेक्ट्रॉन)। $I = Q / t$ SI मात्रक: ऐम्पियर (A) = 1 C/s। इसे ऐमीटर (Ammeter) से मापते हैं जिसे सदैव श्रेणीक्रम (Series) में जोड़ते हैं।
2. Potential Difference (विद्युत विभवांतर)	$V = W / Q$ (or $W = V \cdot Q$) SI Unit: Volt (V) = 1 Joule / 1 Coulomb (1 J C ⁻¹). Measured by a Voltmeter (high resistance, always connected in parallel).	$V = W / Q$ (अथवा $W = V \times Q$) SI मात्रक: वोल्ट (V) = 1 जूल / 1 कूलॉम। इसे वोल्टमीटर (Voltmeter) से मापते हैं जिसे सदैव पार्श्वक्रम (Parallel) में जोड़ते हैं।
3. Ohm's Law (ओम का नियम)	At constant temperature, potential difference V across a metallic conductor is directly proportional to current I flowing through it: $V \propto I \Rightarrow V = I \cdot R$ (or $R = V / I$) SI Unit of Resistance R : Ohm (Ω) = 1 V / 1 A. V-I graph is a straight line passing through the origin.	नियत ताप पर किसी धातु के तार के सिरों के बीच विभवांतर (V) उसमें प्रवाहित विद्युत धारा (I) के समानुपाती होता है: $V = I \times R$ (जहाँ R चालक का प्रतिरोध है)। प्रतिरोध का मात्रक: ओम (Ω) । V-I ग्राफ मूल बिंदु से गुजरने वाली सरल रेखा होती है।
4. Factors Affecting Resistance & Resistivity (प्रतिरोध एवं प्रतिरोधकता)	$R = \rho \cdot (l / A)$, where l = length, A = cross-sectional area (πr^2), and ρ = electrical resistivity. • SI unit of resistivity (ρ): Ohm-metre (Ω m) . • ρ depends ONLY on the nature of material and temperature (not on length or thickness). • Alloys (like Nichrome) have much higher resistivity than pure metals and do not oxidise (burn) readily at high temperatures.	$R = \rho \times (l / A)$, जहाँ l लंबाई, A अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल तथा ρ वैद्युत प्रतिरोधकता है। • ρ का SI मात्रक: ओम-मीटर (Ω m) । • चाँदी (Silver) सर्वोत्तम चालक है। मिश्रधातुओं (जैसे नाइक्रोम) की प्रतिरोधकता शुद्ध धातुओं से अधिक होती है और उच्च ताप पर इनका शीघ्र उपचयन (दहन) नहीं होता।



Series vs Parallel Combination of Resistors

- SERIES COMBINATION:** $R_s = R_1 + R_2 + R_3$
- Same Current (I) flows through each resistor; $V = V_1 + V_2 + V_3$
 - Equivalent resistance is GREATER than the largest individual resistor.
- PARALLEL COMBINATION:** $1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$
- Same Voltage (V) across each resistor; Total Current $I = I_1 + I_2 + I_3$
 - Equivalent resistance is SMALLER than the smallest individual resistor.

Figure 11.1: Ohm's Law Linear V-I Graph, Resistors in Series ($R_s = R_1 + R_2 + R_3$) & Parallel ($1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$) / चित्र 11.1: ओम का नियम (V-I ग्राफ) एवं प्रतिरोधकों का श्रेणीक्रम व पार्श्वक्रम संयोजन — TYBA Coaching Centre

11.6 Combination of Resistors, 11.7 Heating Effect & 11.8 Electric Power (प्रतिरोधकों का संयोजन, तापन प्रभाव एवं विद्युत शक्ति)

[EN] Resistors can be connected in Series (same current I) or in Parallel (same potential difference V). Electric current flowing through a resistor produces heat according to Joule's Law of Heating.

[HI] प्रतिरोधकों को श्रेणीक्रम (समान धारा I) अथवा पार्श्वक्रम (समान विभवांतर V) में जोड़ा जाता है। प्रतिरोधक में विद्युत धारा प्रवाहित होने पर जूल के तापन नियम के अनुसार ऊष्मा उत्पन्न होती है।

Topic / विषय	Formulas & Key Characteristics (English)	सूत्र एवं मुख्य विशेषताएँ (हिंदी)
1. Resistors in Series (श्रेणीक्रम संयोजन)	$R_s = R_1 + R_2 + R_3$ • Current I is the same through every resistor; $V = V_1 + V_2 + V_3$. • Total resistance is greater than the largest individual resistance. • Not used in domestic circuits because if one appliance fails, the whole circuit breaks, and different appliances need different currents.	$R_s = R_1 + R_2 + R_3$ • प्रत्येक प्रतिरोधक में समान धारा (I) बहती है तथा कुल विभवांतर $V = V_1 + V_2 + V_3$ होता है। • घरेलू परिपथों में श्रेणीक्रम का उपयोग नहीं किया जाता क्योंकि एक उपकरण बंद होने पर सभी बंद हो जाते हैं।
2. Resistors in Parallel (पार्श्वक्रम संयोजन)	$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ • Potential difference V is the same across every resistor; $I = I_1 + I_2 + I_3$. • Equivalent resistance R_p is smaller than the smallest individual resistance. Used in household wiring.	$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ • प्रत्येक प्रतिरोधक के सिरो पर विभवांतर (V) समान रहता है तथा $I = I_1 + I_2 + I_3$ होता है। • तुल्य प्रतिरोध सबसे छोटे प्रतिरोध से भी कम होता है। घरेलू परिपथों में यही प्रयुक्त होता है।
3. Joule's Law of Heating & Applications (जूल का तापन नियम एवं अनुप्रयोग)	$H = V \cdot I \cdot t = I^2 R t = (V^2 / R) \cdot t$ (SI Unit: Joule, J). • Electric Bulb: Tungsten filament (high melting point 3380°C), filled with chemically inactive Nitrogen and Argon gases. • Electric Fuse: Connected in series; wire of alloy (lead + tin) with high resistivity and low melting point; melts to break circuit if current exceeds safe value.	$H = I^2 R t = V I t = (V^2 / R) t$ (मात्रक: जूल, J)। • विद्युत बल्ब: टंगस्टन का तंतु (उच्च गलनांक 3380°C); बल्ब में अक्रिय नाइट्रोजन व आर्गन गैस भरी जाती है। • विद्युत फ्यूज: सुरक्षा युक्ति (उच्च प्रतिरोधकता व कम गलनांक); श्रेणीक्रम में जुड़ा है।

Topic / विषय	Formulas & Key Characteristics (English)	सूत्र एवं मुख्य विशेषताएँ (हिंदी)
4. Electric Power & Commercial Energy Unit (विद्युत शक्ति एवं व्यापारिक मात्रक)	$P = W / t = V \cdot I = I^2 R = V^2 / R$ • SI Unit of Power: Watt (W) = 1 Volt × 1 Ampere. • Commercial Unit of Electrical Energy: Kilowatt-hour (kWh) = 1 'Unit'. • $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ Joules (J)}$.	$P = VI = I^2 R = V^2 / R$ शक्ति का SI मात्रक: वाट (W) = 1 V × 1 A। • विद्युत ऊर्जा का व्यापारिक मात्रक: किलोवाट घंटा (kWh) = 1 'यूनिट'। • $1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ जूल (J)}$ ।

NCERT Intext Questions & Complete Solutions

एनसीईआरटी पाठगत प्रश्न एवं संपूर्ण द्विभाषी हल

Intext Page 172 & Page 174

[Question - EN] 1. What does an electric circuit mean? 2. Define the unit of current. 3. Calculate the number of electrons constituting one coulomb of charge.
 4. Name a device that helps to maintain a potential difference across a conductor. 5. What is meant by saying that the potential difference between two points is 1 V? 6. How much energy is given to each coulomb of charge passing through a 6 V battery?

[प्रश्न - HI] पृष्ठ 172 एवं 174 के पाठगत प्रश्न:

- [Answer - EN]** 1. A continuous and closed path of an electric current is called an electric circuit.
 2. SI unit of current is **Ampere (A)**: 1 A is constituted by the flow of 1 coulomb of charge per second ($1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$).
 3. $n = Q / e = 1 \text{ C} / (1.6 \times 10^{-19} \text{ C}) = 6.25 \times 10^{18} \text{ electrons}$.
 4. An electric cell or a battery.
 5. 1 Volt means 1 Joule of work is done in moving a charge of 1 Coulomb from one point to the other ($1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$).
 6. $W = V \times Q = 6 \text{ V} \times 1 \text{ C} = 6 \text{ Joules (6 J)}$.

- [उत्तर - HI]** 1. विद्युत धारा के सतत तथा बंद पथ को विद्युत परिपथ कहते हैं।
 2. धारा का मात्रक **ऐम्पियर (A)** है ($1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$)।
 3. $n = Q/e = 1 / (1.6 \times 10^{-19}) = 6.25 \times 10^{18} \text{ इलेक्ट्रॉन}$ ।
 4. विद्युत सेल अथवा बैटरी। 5. 1 कूलॉम आवेश को ले जाने में 1 जूल कार्य किया जाता है।
 6. ऊर्जा $W = V \times Q = 6 \text{ V} \times 1 \text{ C} = 6 \text{ जूल (6 J)}$ ।

Intext Page 181 & Page 185

[Question - EN] 1. On what factors does the resistance of a conductor depend? 2. Will current flow more easily through a thick wire or a thin wire? 3. If V becomes half at constant R , what happens to I ? 4. Why are toaster/iron coils made of alloy? 5. (a) Better conductor: iron or mercury? (b) Best conductor?
 6. Three cells of 2V each (6V total) in series with 5 Ω , 8 Ω , and 12 Ω resistors: find ammeter reading and voltmeter reading across 12 Ω .

[प्रश्न - HI] पृष्ठ 181 एवं 185 के पाठगत प्रश्न:

- [Answer - EN]** 1. Length ($R \propto l$), cross-sectional area ($R \propto 1/A$), nature of material, and temperature.
 2. **Thick wire**, because it has larger cross-sectional area A and hence lower resistance ($R \propto 1/A$).
 3. By Ohm's Law ($I = V/R$), current also **reduces to half**.
 4. Alloys have higher resistivity than pure metals and do not oxidise (burn) readily at high temperatures.
 5. (a) **Iron** (lower resistivity $10.0 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ vs mercury $94.0 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$); (b) **Silver** ($\rho = 1.60 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$).
 6. $R_s = 5 + 8 + 12 = 25 \Omega$; $V = 3 \times 2 = 6 \text{ V}$. Ammeter reading $I = 6 / 25 = 0.24 \text{ A}$. Voltmeter across 12 Ω : $V = I \times R = 0.24 \times 12 = 2.88 \text{ V}$.

- [उत्तर - HI]** 1. चालक की लंबाई (l), अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल (A), पदार्थ की प्रकृति तथा ताप पर।
 2. **मोटे तार में** आसानी से प्रवाहित होगी क्योंकि उसका प्रतिरोध कम होता है। 3. धारा भी **आधी** रह जाएगी।

4. मिश्रधातुओं की प्रतिरोधकता उच्च होती है तथा उच्च ताप पर उनका उपचयन नहीं होता। 5. (a) **आयरन (लोहा)**, (b) **चाँदी (Silver)**।
6. $R_s = 5 + 8 + 12 = 25 \Omega$, $V = 6 \text{ V} \Rightarrow$ धारा $I = 6/25 = 0.24 \text{ A}$; 12Ω पर विभवांतर $V = 0.24 \times 12 = 2.88 \text{ V}$ ।

Intext Page 188, Page 190 & Page 192

- [Question - EN]** 1. Equivalent resistance in parallel: (a) 1Ω and $10^6 \Omega$, (b) 1Ω , $10^3 \Omega$, $10^6 \Omega$.
2. Lamp (100Ω), toaster (50Ω), water filter (500Ω) in parallel to 220 V : find R and I of electric iron taking same current.
3. How to connect 2Ω , 3Ω , 6Ω to get (a) 4Ω , (b) 1Ω ?
4. Highest & lowest R from 4Ω , 8Ω , 12Ω , 24Ω .
5. Why does heater cord not glow? 6. Heat in transferring 96000 C in 1 h across 50 V . 7. Heat in 20Ω iron taking 5 A for 30 s . 8. Motor takes 5 A from 220 V for 2 h : find Power and Energy.

[प्रश्न - HI] पृष्ठ 188, 190 एवं 192 के पाठगत प्रश्न:

- [Answer - EN]** 1. Slightly less than 1Ω (approx. 0.999Ω) in both cases because parallel equivalent resistance is smaller than the smallest resistor (1Ω).
2. $1/R_p = 1/100 + 1/50 + 1/500 = (5 + 10 + 1)/500 = 16/500 \Rightarrow R_p = 500/16 = 31.25 \Omega$. Current $I = 220 / (500/16) = 7.04 \text{ A}$.
3. (a) Connect 3Ω and 6Ω in parallel ($R_p = 2 \Omega$) and then in series with 2Ω : $R = 2 + 2 = 4 \Omega$. (b) Connect all three in parallel: $1/R_p = 1/2 + 1/3 + 1/6 = 1 \Rightarrow 1 \Omega$.
4. (a) Highest (Series) $= 4 + 8 + 12 + 24 = 48 \Omega$; (b) Lowest (Parallel): $1/R_p = 1/4 + 1/8 + 1/12 + 1/24 = 12/24 = 1/2 \Rightarrow 2 \Omega$.
5. Cord is made of copper (extremely low resistance) whereas heating element is nichrome alloy (very high resistance, $H = I^2 R t$).
6. $H = V \times Q = 50 \text{ V} \times 96000 \text{ C} = 4.8 \times 10^6 \text{ J (4800 kJ)}$.
7. $H = I^2 R t = 5^2 \times 20 \times 30 = 25 \times 600 = 15,000 \text{ J (1.5} \times 10^4 \text{ J)}$.
8. Power $P = VI = 220 \times 5 = 1100 \text{ W (1.1 kW)}$. Energy $E = P \times t = 1100 \text{ W} \times (2 \times 3600 \text{ s}) = 7.92 \times 10^6 \text{ J (or 2.2 kWh)}$.

[उत्तर - HI] 1. दोनों स्थितियों में 1Ω से थोड़ा कम।

2. $R_p = 500/16 = 31.25 \Omega$; धारा $I = 220 / 31.25 = 7.04 \text{ A}$ ।
3. (a) 3Ω व 6Ω को पार्श्वक्रम में (तुल्य $= 2 \Omega$) तथा उसके साथ 2Ω को श्रेणीक्रम में ($2+2 = 4 \Omega$); (b) तीनों को पार्श्वक्रम में (1Ω)।
4. अधिकतम (श्रेणीक्रम) $= 48 \Omega$; न्यूनतम (पार्श्वक्रम) $= 2 \Omega$ ।
5. डोरी तौबे की (नगण्य प्रतिरोध) और तापन अवयव मिश्रधातु (उच्च प्रतिरोध) का होता है।
6. $H = VQ = 50 \times 96000 = 4.8 \times 10^6 \text{ J}$ । 7. $H = I^2 R t = 25 \times 20 \times 30 = 1.5 \times 10^4 \text{ J}$ ।
8. शक्ति $P = 220 \times 5 = 1100 \text{ W}$; ऊर्जा $E = 1.1 \text{ kW} \times 2 \text{ h} = 2.2 \text{ kWh (7.92} \times 10^6 \text{ J)}$ ।

NCERT Textbook Exercises — Complete Step-by-Step Solutions

पाठ्यपुस्तक अभ्यास के सभी प्रश्नों के संपूर्ण द्विभाषी हल

Q1

[Question - EN] A piece of wire of resistance R is cut into five equal parts. These parts are then connected in parallel. If the equivalent resistance is R', then the ratio R/R' is: (a) 1/25 (b) 1/5 (c) 5 (d) 25

[प्रश्न - HI] प्रतिरोध R के किसी तार के टुकड़े को पाँच बराबर भागों में काटा जाता है और फिर पार्श्वक्रम में संयोजित कर देते हैं। यदि तुल्य प्रतिरोध R' है तो R/R' अनुपात का मान क्या है?

[Answer - EN] Answer: (d) 25.

Each part has resistance $R/5$. Connected in parallel: $1/R' = 5/(R/5) = 25/R \Rightarrow R/R' = 25$.

[उत्तर - HI] उत्तर: (d) 25। (प्रत्येक भाग का प्रतिरोध $= R/5$; पाँचों को पार्श्वक्रम में जोड़ने पर $R' = R/25 \Rightarrow R/R' = 25$)।

Q2

[Question - EN] Which of the following terms does not represent electrical power in a circuit? (a) I^2R (b) IR^2 (c) VI (d) V^2/R

[प्रश्न - HI] निम्नलिखित में से कौन-सा पद विद्युत परिपथ में विद्युत शक्ति को निरूपित नहीं करता? (a) I^2R (b) IR^2 (c) VI (d) V^2/R

[Answer - EN] Answer: (b) IR^2 .

[उत्तर - HI] उत्तर: (b) IR^2 ।

Q3

[Question - EN] An electric bulb is rated 220 V and 100 W. When it is operated on 110 V, the power consumed will be: (a) 100 W (b) 75 W (c) 50 W (d) 25 W

[प्रश्न - HI] किसी विद्युत बल्ब का अनुमतांक 220 V; 100 W है। जब इसे 110 V पर प्रचालित करते हैं तब इसके द्वारा उपभुक्त शक्ति कितनी होती है?

[Answer - EN] Answer: (d) 25 W.

Resistance of bulb $R = V^2/P = 220^2/100 = 484 \Omega$. At $V' = 110$ V, Power $P' = (V')^2/R = 110^2/484 = 100 / 4 = 25$ W.

[उत्तर - HI] उत्तर: (d) 25 W। (चूँकि $P \propto V^2$, वोल्टता आधी करने पर शक्ति एक-चौथाई $100/4 = 25$ W हो जाएगी)।

Q4

[Question - EN] Two conducting wires of the same material and of equal lengths and equal diameters are first connected in series and then parallel across the same potential difference. The ratio of heat produced in series and parallel combinations would be: (a) 1:2 (b) 2:1 (c) 1:4 (d) 4:1

[प्रश्न - HI] दो चालक तार जिनके पदार्थ, लंबाई तथा व्यास समान हैं, किसी विद्युत परिपथ में पहले श्रेणीक्रम में और फिर पार्श्वक्रम में समान विभवांतर के across संयोजित किए जाते हैं। श्रेणीक्रम तथा पार्श्वक्रम संयोजन में उत्पन्न ऊष्माओं का अनुपात क्या होगा?

[Answer - EN] Answer: (c) 1:4.

Let each wire have resistance R . $R_s = 2R$ and $R_p = R/2$. For same V and t , $H = (V^2/R)t \Rightarrow H_s / H_p = R_p / R_s = (R/2) / (2R) = 1 / 4$ (1:4).

[उत्तर - HI] उत्तर: (c) 1:4। ($R_s = 2R$ तथा $R_p = R/2$; समान V के लिए $H \propto 1/R \Rightarrow H_s/H_p = R_p/R_s = (R/2)/(2R) = 1:4$)।

Q5

[Question - EN] How is a voltmeter connected in the circuit to measure the potential difference between two points?

[प्रश्न - HI] किसी विद्युत परिपथ में दो बिंदुओं के बीच विभवांतर मापने के लिए वोल्टमीटर को किस प्रकार संयोजित किया जाता है?

[Answer - EN] A voltmeter is always connected in **parallel (पार्श्वक्रम)** across the two points between which the potential difference is to be measured.

[उत्तर - HI] वोल्टमीटर को उन दो बिंदुओं के बीच सदैव **पार्श्वक्रम (Parallel)** में संयोजित किया जाता है।

Q6

[Question - EN] A copper wire has diameter 0.5 mm and resistivity of $1.6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$. What will be the length of this wire to make its resistance 10 Ω ? How much does the resistance change if the diameter is doubled?

[प्रश्न - HI] किसी तँबे के तार का व्यास 0.5 mm तथा प्रतिरोधकता $1.6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ है। 10 Ω प्रतिरोध का प्रतिरोधक बनाने के लिए कितने लंबे तार की आवश्यकता होगी? यदि इससे दोगुने व्यास का तार लें तो प्रतिरोध में क्या अंतर आएगा?

[Answer - EN] Radius $r = d/2 = 0.25 \text{ mm} = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m}$. Area $A = \pi r^2 = 3.14 \times (2.5 \times 10^{-4})^2 = 1.9625 \times 10^{-7} \text{ m}^2$.

Length $l = R \cdot A / \rho = (10 \times 1.9625 \times 10^{-7}) / (1.6 \times 10^{-8}) = 122.7 \text{ m}$.

Since $R \propto 1/d^2$, if diameter is doubled ($2d$), the new resistance becomes **one-fourth ($1/4$ times = 2.5Ω)** of its original value.

[उत्तर - HI] त्रिज्या $r = 0.25 \text{ mm} = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m}$; क्षेत्रफल $A = \pi r^2 = 1.963 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

लंबाई $l = RA / \rho = (10 \times 1.963 \times 10^{-7}) / (1.6 \times 10^{-8}) = 122.7 \text{ m}$

चूँकि $R \propto 1/d^2$, व्यास दोगुना करने पर प्रतिरोध **एक-चौथाई ($1/4$ गुना अर्थात् 2.5Ω)** रह जाएगा।

Q7 & Q8

[Question - EN] Q7. For data I (A) = [0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0] and V (V) = [1.6, 3.4, 6.7, 10.2, 13.2], calculate resistance from V - I graph.

Q8. When a 12 V battery is connected across an unknown resistor, there is a current of 2.5 mA in the circuit. Find the resistance.

[प्रश्न - HI] प्रश्न 7: दिए गए V और I के मानों से प्रतिरोध की गणना कीजिए।

प्रश्न 8: 12 V बैटरी को अज्ञात प्रतिरोधक से जोड़ने पर 2.5 mA धारा बहती है। प्रतिरोध ज्ञात कीजिए।

[Answer - EN] Ans 7: The V - I graph is a straight line. Slope $R = \Delta V / \Delta I = (13.2 - 1.6) / (4.0 - 0.5) = 11.6 / 3.5 = 3.31 \Omega$ (or average $V/I \approx 3.33 \Omega$).

Ans 8: $V = 12 \text{ V}$, $I = 2.5 \text{ mA} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ A}$.

$R = V / I = 12 / (2.5 \times 10^{-3}) = 4800 \Omega = 4.8 \text{ k}\Omega$.

[उत्तर - HI] उत्तर 7: ग्राफ की ढाल $R = \Delta V / \Delta I = (13.2 - 1.6) / (4.0 - 0.5) \approx 3.33 \Omega$ ।

उत्तर 8: $R = V / I = 12 / (2.5 \times 10^{-3}) = 4800 \Omega = 4.8 \text{ k}\Omega$ ।

Q9 & Q10

[Question - EN] Q9. A battery of 9 V is connected in series with resistors of 0.2Ω , 0.3Ω , 0.4Ω , 0.5Ω and 12Ω . How much current would flow through the 12Ω resistor?

Q10. How many 176Ω resistors (in parallel) are required to carry 5 A on a 220 V line?

[प्रश्न - HI] प्रश्न 9: 9 V की बैटरी को 0.2Ω , 0.3Ω , 0.4Ω , 0.5Ω तथा 12Ω के साथ श्रेणीक्रम में जोड़ने पर 12Ω से कितनी धारा बहेगी?

प्रश्न 10: 220 V लाइन पर 5 A धारा प्रवाहित करने के लिए 176Ω के कितने प्रतिरोधक पार्श्वक्रम में लगाने होंगे?

[Answer - EN] Ans 9: $R_s = 0.2 + 0.3 + 0.4 + 0.5 + 12 = 13.4 \Omega$. Same current flows through all resistors in series: $I = V / R_s = 9 / 13.4 = 0.67 \text{ A}$.

Ans 10: Required equivalent resistance $R_p = V / I = 220 / 5 = 44 \Omega$. For n identical resistors in parallel, $R_p = R / n \Rightarrow n = 176 / 44 = 4$ resistors.

[उत्तर - HI] उत्तर 9: कुल प्रतिरोध $R_s = 13.4 \Omega$; श्रेणीक्रम में समान धारा $I = 9 / 13.4 = 0.67 \text{ A}$ ।

उत्तर 10: आवश्यक प्रतिरोध $R_p = 220/5 = 44 \Omega$; अतः प्रतिरोधकों की संख्या $n = 176 / 44 = 4$ प्रतिरोधक।

Q11 & Q12

[Question - EN] Q11. Show how you would connect three resistors, each of resistance 6Ω , so that the combination has a resistance of (i) 9Ω , (ii) 4Ω .

Q12. Several electric bulbs rated 10 W, 220 V are connected in parallel across a 220 V line with maximum allowable current 5 A. How many lamps can be connected?

[प्रश्न - HI] प्रश्न 11: 6Ω के तीन प्रतिरोधकों को किस प्रकार जोड़ें कि तुल्य प्रतिरोध (i) 9Ω , (ii) 4Ω हो?

प्रश्न 12: 220 V, 10 W के कितने बल्ब 220 V लाइन (अधिकतम धारा 5 A) पर पार्श्वक्रम में जोड़े जा सकते हैं?

[Answer - EN] Ans 11: (i) Connect two 6Ω resistors in parallel ($R_p = 6/2 = 3 \Omega$) and connect the third 6Ω resistor in series with this parallel pair: $R = 3 + 6 = 9 \Omega$.

(ii) Connect two 6Ω resistors in series ($R_s = 6 + 6 = 12 \Omega$) and connect the third 6Ω resistor in parallel with this series combination: $R = (12 \times 6)/(12 + 6) = 72/18 = 4 \Omega$.

Ans 12: Maximum power allowed $P_{\max} = V \times I = 220 \times 5 = 1100 \text{ W}$. Since each bulb consumes 10 W, number of bulbs $n = 1100 / 10 = \mathbf{110 \text{ bulbs}}$.

[उत्तर - HI] उत्तर 11: (i) दो 6 Ω प्रतिरोधकों को पार्श्वक्रम में (तुल्य = 3 Ω) तथा तीसरे 6 Ω को श्रेणीक्रम में जोड़ें (3 + 6 = **9 Ω**)। (ii) दो 6 Ω को श्रेणीक्रम में (12 Ω) तथा तीसरे 6 Ω को इसके साथ पार्श्वक्रम में जोड़ें (**4 Ω**)।

उत्तर 12: कुल अनुमत शक्ति = $220 \times 5 = 1100 \text{ W}$; अतः बल्बों की संख्या $n = 1100 / 10 = \mathbf{110 \text{ बल्ब}}$ ।

Q13 & Q14

[Question - EN] Q13. A hot plate of an electric oven connected to a 220 V line has two resistance coils A and B, each of 24 Ω , used (i) separately, (ii) in series, or (iii) in parallel. Find the currents.

Q14. Compare the power used in the 2 Ω resistor in: (i) a 6 V battery in series with 1 Ω and 2 Ω resistors, and (ii) a 4 V battery in parallel with 12 Ω and 2 Ω resistors.

[प्रश्न - HI] प्रश्न 13: 220 V लाइन से जुड़ी भट्टी की दो कुंडलियाँ A तथा B (प्रत्येक 24 Ω) जब अकेले, श्रेणीक्रम में, या पार्श्वक्रम में उपयोग की जाती हैं तो धाराएँ ज्ञात कीजिए।

प्रश्न 14: दोनों परिपथों में 2 Ω प्रतिरोधक द्वारा उपभुक्त शक्तियों की तुलना कीजिए।

[Answer - EN] Ans 13: (i) Separately ($R = 24 \Omega$): $I = 220 / 24 = \mathbf{9.17 \text{ A (approx. 9.2 A)}}$.

(ii) In Series ($R_s = 24 + 24 = 48 \Omega$): $I = 220 / 48 = \mathbf{4.58 \text{ A (approx. 4.6 A)}}$.

(iii) In Parallel ($R_p = 24 / 2 = 12 \Omega$): $I = 220 / 12 = \mathbf{18.33 \text{ A (approx. 18.3 A)}}$.

Ans 14: (i) Series: $R_s = 1 + 2 = 3 \Omega$, so $I = 6 / 3 = 2 \text{ A}$. Power in 2 Ω resistor: $P_1 = I^2 R = 2^2 \times 2 = \mathbf{8 \text{ W}}$.

(ii) Parallel: Voltage across 2 Ω resistor is $V = 4 \text{ V}$. Power in 2 Ω resistor: $P_2 = V^2 / R = 4^2 / 2 = \mathbf{8 \text{ W}}$.

Both circuits consume the **exact same power (8 W; Ratio = 1:1)**.

[उत्तर - HI] उत्तर 13: (i) पृथक रूप से: $I = 220/24 = \mathbf{9.2 \text{ A}}$; (ii) श्रेणीक्रम में: $I = 220/48 = \mathbf{4.6 \text{ A}}$; (iii) पार्श्वक्रम में: $I = 220/12 = \mathbf{18.3 \text{ A}}$ ।

उत्तर 14: (i) श्रेणीक्रम: $I = 6/(1+2) = 2 \text{ A} \Rightarrow P_1 = I^2 R = 4 \times 2 = \mathbf{8 \text{ W}}$ । (ii) पार्श्वक्रम: $P_2 = V^2/R = 4^2/2 = \mathbf{8 \text{ W}}$ । दोनों में शक्ति समान (8 W) है।

Q15, Q16 & Q17

[Question - EN] Q15. Two lamps (100 W at 220 V and 60 W at 220 V) are in parallel across 220 V. Find total current.

Q16. Which uses more energy: a 250 W TV set in 1 hr, or a 1200 W toaster in 10 minutes?

Q17. An electric heater of resistance 44 Ω draws 5 A from the service mains for 2 hours. Calculate the rate at which heat is developed in the heater.

[प्रश्न - HI] प्रश्न 15: 100 W और 60 W के दो लैंप 220 V पर पार्श्वक्रम में जुड़े हैं; कुल धारा ज्ञात कीजिए। **प्रश्न 16:** किसमें अधिक ऊर्जा उपभुक्त होती है: 250 W टीवी (1 घंटा) या 1200 W टोस्टर (10 मिनट)? **प्रश्न 17:** 44 Ω का हीटर 5 A धारा लेता है; ऊष्मा की दर ज्ञात कीजिए।

[Answer - EN] Ans 15: Total Power $P = P_1 + P_2 = 100 + 60 = 160 \text{ W}$. Total Current $I = P / V = 160 / 220 = 8 / 11 = \mathbf{0.73 \text{ A}}$.

Ans 16: Energy used by TV = $250 \text{ W} \times 1 \text{ h} = \mathbf{250 \text{ Wh (} 9 \times 10^5 \text{ J)}}$. Energy used by toaster = $1200 \text{ W} \times (10/60) \text{ h} = \mathbf{200 \text{ Wh (} 7.2 \times 10^5 \text{ J)}}$. Thus, the **250 W TV set in 1 hour** uses more energy.

Ans 17: Rate at which heat is developed = Electric Power $P = I^2 R = 5^2 \times 44 = 25 \times 44 = \mathbf{1100 \text{ W (1100 J/s)}}$.

[उत्तर - HI] उत्तर 15: कुल शक्ति $P = 100 + 60 = 160 \text{ W} \Rightarrow$ धारा $I = P/V = 160/220 = \mathbf{0.73 \text{ A}}$ ।

उत्तर 16: टीवी की ऊर्जा = $250 \times 1 = \mathbf{250 \text{ Wh}}$; टोस्टर की ऊर्जा = $1200 \times (10/60) = \mathbf{200 \text{ Wh}}$ । अतः **250 W का टीवी सेट** अधिक ऊर्जा उपभुक्त करता है।

उत्तर 17: ऊष्मा उत्पन्न होने की दर (शक्ति) $P = I^2 R = 25 \times 44 = \mathbf{1100 \text{ W (1100 J/s)}}$ ।

Q18

[Question - EN] Explain the following: (a) Why is tungsten used almost exclusively for filament of electric lamps? (b) Why are conductors of heating devices made of an alloy rather than a pure metal? (c) Why is series arrangement not used for domestic circuits? (d) How does resistance of a wire vary with its area of cross-section? (e) Why are copper and aluminium wires usually employed for electricity transmission?

[प्रश्न - HI] निम्नलिखित को स्पष्ट कीजिए: (a) बल्बों के तंतुओं में टंगस्टन का ही उपयोग क्यों किया जाता है? (b) तापन युक्तियों में मिश्रधातु का उपयोग क्यों किया जाता है? (c) घरेलू परिपथों में श्रेणीक्रम का उपयोग क्यों नहीं किया जाता? (d) तार का प्रतिरोध अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल के साथ कैसे परिवर्तित होता है? (e) विद्युत संचरण के लिए कॉपर तथा ऐलुमिनियम के तारों का उपयोग क्यों किया जाता है?

[Answer - EN] (a) Tungsten has a very high resistivity and an extremely high melting point (**3380°C**), so it becomes white-hot and emits light without melting.

(b) Alloys have much higher resistivity than pure metals and do not oxidise (burn) readily at high temperatures.

(c) In series: (i) if one appliance stops working, the entire circuit breaks; (ii) appliances cannot be operated independently with separate switches; (iii) voltage gets divided and total resistance becomes too high.

(d) Resistance varies **inversely** with the area of cross-section ($R \propto 1/A$).

(e) Copper and aluminium have **very low electrical resistivity** (are excellent conductors), so power loss as heat during transmission is minimal.

[उत्तर - HI] (a) टंगस्टन का गलनांक अत्यंत उच्च (**3380°C**) होता है, इसलिए यह बिना पिघले श्वेत-तप्त होकर प्रकाश देता है।

(b) मिश्रधातुओं की प्रतिरोधकता शुद्ध धातुओं से अधिक होती है और उच्च ताप पर इनका दहन (उपचयन) नहीं होता।

(c) श्रेणीक्रम में एक उपकरण खराब होने पर पूरा परिपथ बंद हो जाता है और सभी उपकरणों को समान वोल्टता (220 V) नहीं मिल पाती।

(d) प्रतिरोध अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल के **व्युत्क्रमानुपाती** ($R \propto 1/A$) होता है।

(e) कॉपर तथा ऐलुमिनियम की प्रतिरोधकता बहुत कम होती है, जिससे विद्युत संचरण में ऊष्मा के रूप में ऊर्जा का क्षय न्यूनतम होता है।