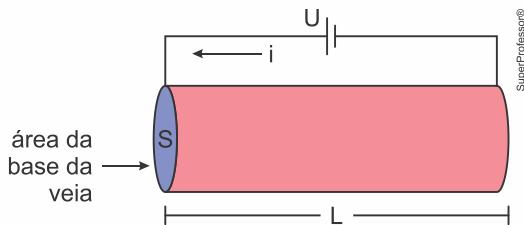


1. (Uerj) Em procedimentos clínicos, a resistividade elétrica do sangue pode ser medida pela intensidade da corrente elétrica  $i$  produzida por meio de uma diferença de potencial  $U$ , sendo esta aplicada ao longo de uma região de comprimento  $L$ , como ilustra a imagem.



A hemólise, que consiste numa alteração dos glóbulos vermelhos, diminui o valor da resistividade elétrica média do sangue. Devido ao rompimento das hemácias, substâncias eletricamente carregadas são geradas na corrente sanguínea, provocando danos ao paciente. Sabendo que uma pessoa saudável possui resistividade elétrica média do sangue igual a  $1,6 \Omega \cdot m$ , considere os seguintes dados do procedimento clínico de um paciente:

$$L = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m};$$

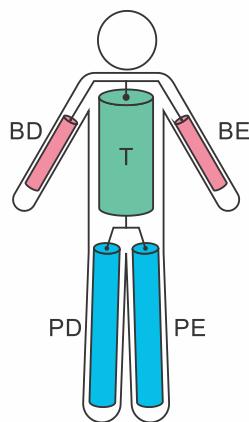
$$S = 2,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2;$$

$$U = 0,1 \text{ V};$$

$$i = 1,0 \times 10^{-4} \text{ A}.$$

Determine, em  $\Omega \cdot m$ , a resistividade elétrica do sangue desse paciente. Indique, também, se ele sofreu hemólise, justificando sua resposta.

2. (Unifesp 2ª Aplicação) Em cursos relacionados à área da saúde, é comum a utilização de bonecos no estudo do comportamento eletrofisiológico do corpo humano. Considere que um desses bonecos seja feito de um material externo isolante e tenha, em seu interior, cinco cilindros constituídos de um mesmo material condutor representando os braços direito e esquerdo (BD e BE), o tórax (T) e as pernas direita e esquerda (PD e PE). Os cilindros são conectados entre si por fios de resistência desprezível e são conectados com o exterior por meio de eletrodos fixados na superfície do boneco. As características geométricas de cada cilindro estão indicadas na tabela.



Cilindro	Área da base	Comprimento
BD e BE	A	L
T	9 A	1,5L
PD e PE	4 A	2L

Admita que a resistência elétrica de cada braço do boneco seja  $R_B$  e que dois experimentos diferentes sejam realizados com esse boneco. Em cada experimento, é estabelecida uma mesma diferença de potencial  $U$  entre os pontos A e B, e uma corrente elétrica atravessa o boneco pelos caminhos indicados em destaque nas figuras 1 e 2.

Figura 1

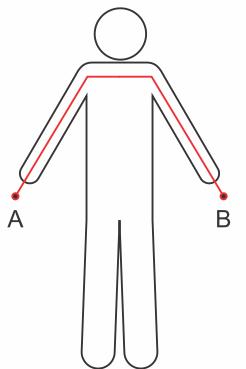
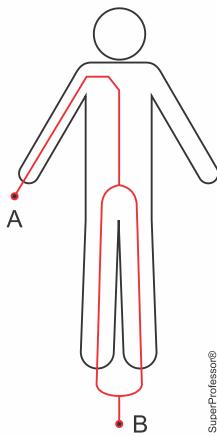


Figura 2

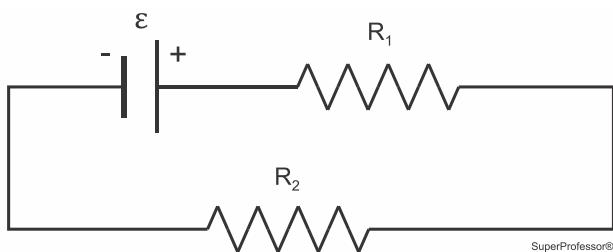


SuperProfessor®

Responda em função apenas de  $R_B$  e de  $U$ :

- Qual a resistência equivalente do boneco e a intensidade da corrente elétrica que o atravessa na montagem indicada na figura 1?
- Qual a resistência equivalente do boneco na montagem indicada na figura 2?

3. (Ufpr) No circuito elétrico a seguir, o gerador é ideal e tem uma fem  $\varepsilon = 30 \text{ V}$ , e pelo resistor de resistência  $R_2$  passa uma corrente  $i = 1 \text{ A}$ . Determine o valor da resistência  $R_1$  sabendo que  $R_2 = 2R_1$ .



SuperProfessor®

4. (Ufu) Uma pessoa dispõe de quatro fios metálicos de uma liga de níquel e cromo que tem resistividade elétrica 65 vezes maior do que a do cobre. Os fios têm comprimentos e diâmetros diferentes, conforme a tabela abaixo, e a pessoa quer usá-los como resistores para aquecer uma certa quantidade de água.

Fio	Comprimento	Diâmetro
1	10cm	1mm
2	10cm	2mm
3	20cm	2mm
4	20cm	1mm

- a) Considerando-se que todos os fios serão ligados à mesma voltagem, qual deles aquecerá mais rapidamente a água e por quê?
- b) Considerando-se que o fio mais eficiente leva cerca de 10 minutos para aquecer a água, calcule quanto tempo cada um dos outros fios levará para promover o mesmo aquecimento.

5. (Fuvest) Painéis solares fotovoltaicos têm sido cada vez mais usados em instalações elétricas domésticas e industriais. Considere um painel solar conectado a um resistor variável de resistência  $R_v$ . Ajustando-se o valor de  $R_v$ , são medidas a corrente e a ddp entre os terminais do resistor e é obtida a curva mostrada na figura 1.

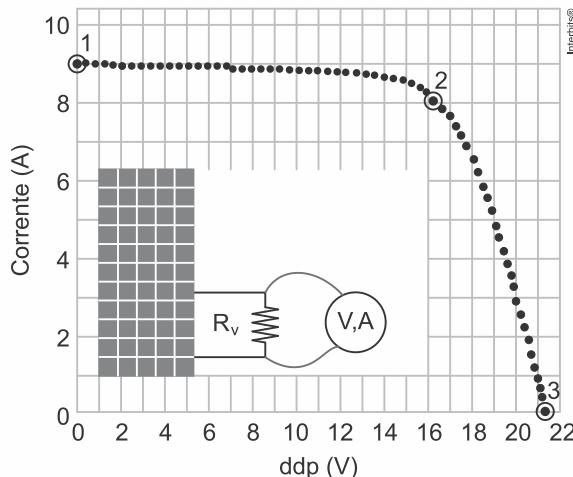


Figura 1

Com base nos dados do gráfico:

- a) Calcule a resistência  $R_v$  quando a ddp é de 6 V.
- b) Em quais dos pontos marcados (1, 2 ou 3) a potência fornecida ao resistor é maior? Justifique sua resposta.

Um parâmetro importante para o funcionamento de painéis solares é a *irradiância* da luz solar (medida em  $\text{W/m}^2$ ), que corresponde ao fluxo de energia por unidade de área perpendicular à direção do fluxo. A irradiância depende de vários fatores, tais como as condições atmosféricas e a latitude do local. Em um dado local e horário, a direção da luz solar (linhas vermelhas na figura 2) faz um ângulo de  $30^\circ$  com a direção perpendicular ao solo. A figura 2 mostra duas situações para um painel solar nessa localidade: (I) o painel está inclinado em  $30^\circ$  em relação ao solo e (II) o painel está paralelo ao solo.

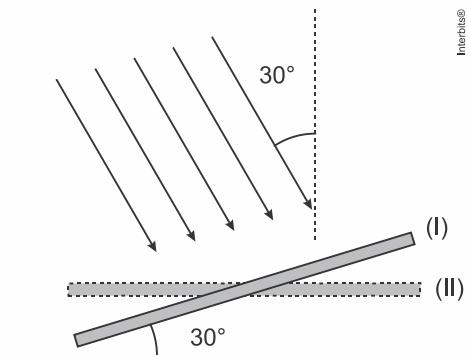


Figura 2

- c) Considerando que a irradiância é a mesma nas duas situações e que, na situação (I), a energia por unidade de tempo coletada no painel solar é  $P_1$ , calcule  $P_2$ , que é a energia por unidade de tempo coletada na situação (II).

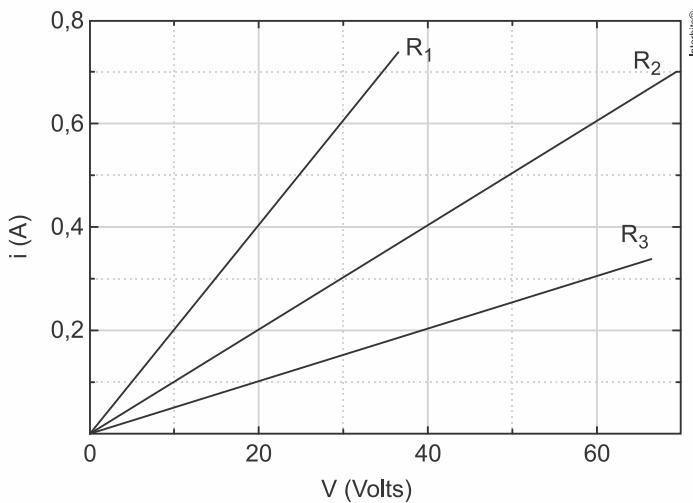
**Note e adote:**

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,86; \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

6. (Fcmscsp) Um chuveiro elétrico funciona sob diferença de potencial de 220 V e, nessa condição, é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 20 A.

- a) Calcule o valor da resistência elétrica do chuveiro, em ohms, quando submetido à diferença de potencial de 220 V. Calcule a resistência equivalente, em ohms, de uma associação em paralelo de dois resistores cuja resistência individual seja igual à resistência do chuveiro quando submetido à diferença de potencial de 220 V.
- b) Considerando que o calor específico da água seja igual a  $4,2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$  e que todo calor gerado na resistência seja transferido para a água, calcule a massa de água, em quilogramas, que deve passar pelo chuveiro a cada segundo para que ela sofra um aumento de temperatura de  $10^\circ\text{C}$ .

7. (Ufjf-pism 3) Um estudante da UFJF resolveu estudar o comportamento ôhmico de três resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  disponíveis no laboratório de ensino, mas sem identificação de seus valores. Os gráficos da figura abaixo mostram o comportamento da corrente elétrica  $i$  para cada um dos três resistores, quando submetidos a diferentes valores de diferença de potencial  $V$ , medidos pelo estudante.



**Legenda:** Gráficos de corrente, em ampères, por tensão, em volts, para cada um dos três resistores,  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ .

- Suponha uma associação em série entre os resistores  $R_1$  e  $R_2$ , ligada a uma bateria apropriada. Se a tensão no resistor  $R_2$  for igual a 40 V, determine os valores da corrente e tensão no resistor  $R_1$ .
- Suponha agora uma associação em paralelo entre os resistores  $R_2$  e  $R_3$ , ligada a uma bateria apropriada. Se a corrente que passa pelo resistor  $R_2$  for igual a 0,6 A, determine os valores da tensão e corrente no resistor  $R_3$ .

**Gabarito:**

**Resposta da questão 1:**

Valor da resistência elétrica do sangue:

$$R = \frac{U}{i} = \frac{0,1}{1 \cdot 10^{-4}}$$

$$R = 1000 \Omega$$

Resistividade elétrica do sangue do paciente:

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

$$1000 = \frac{\rho \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-6}}$$

$$\therefore \rho = 1 \Omega \cdot m$$

Ou seja, o paciente sofreu hemólise.

**Resposta da questão 2:**

a) Na figura 1, os dois braços estão associados em série:

$$R_1 = R_{BD} + R_{BE} = R_B + R_B \quad \therefore R_1 = 2R_B.$$

Aplicando a 1ª Lei de Ohm:

$$U = R_1 i \Rightarrow i = \frac{U}{R_1} \quad \therefore i = \frac{U}{2R_B}.$$

b) Usando a 2ª lei de Ohm para comparar as resistências dos cilindros, sendo  $\rho$  a resistividade do material:

$$\begin{cases} R_B = \rho \frac{L}{A}, \\ R_T = \frac{\rho 1,5L}{9A} \Rightarrow R_T = \frac{1}{6} \cdot \rho \frac{L}{A} \quad \therefore R_T = \frac{R_B}{6}. \\ R_{PD} = R_{PE} = R_P = \rho \frac{2L}{4A} = \frac{1}{2} \cdot \rho \frac{L}{2A} \quad \therefore R_P = \frac{R_B}{2}. \end{cases}$$

Na figura 2, o braço direito está em série com o tronco, que está em série com as duas pernas em paralelo.

Assim:

$$R_2 = R_B + R_T + \frac{R_P}{2} \Rightarrow R_2 = R_B + \frac{R_B}{6} + \frac{R_B/2}{2} \Rightarrow R_2 = R_B + \frac{R_B}{6} + \frac{R_B}{4} \Rightarrow$$

$$R_2 = \frac{12R_B + 2R_B + 3R_B}{12} \quad \therefore R_2 = \frac{17}{12} R_B.$$

**Resposta da questão 3:**

Aplicando a 1ª lei de Ohm, obtemos:

$$\varepsilon = (R_1 + R_2) \cdot i$$

$$30 = 3R_1 \cdot 1$$

$$\therefore R_1 = 10 \Omega$$

**Resposta da questão 4:**

a) A potência elétrica no fio é dada por:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Sendo assim, o fio que aquecerá mais rapidamente é o que possuir a menor resistência, pois fornecerá maior potência. Da 2ª lei Ohm, sabemos que:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Ou seja, o fio de menor resistência é o que possui menor comprimento e maior diâmetro. Portanto, o fio 2 é o que aquecerá mais rapidamente.

b) Resistência elétrica dos fios em relação à resistência do fio 2:

$$R_2 = \frac{\rho L}{\pi R^2}$$

$$R_1 = \frac{\rho L}{\pi \left(\frac{R}{2}\right)^2} = 4R_2$$

$$R_3 = \frac{\rho \cdot 2L}{\pi R^2} = 2R_2$$

$$R_4 = \frac{\rho \cdot 2L}{\pi \left(\frac{R}{2}\right)^2} = 8R_2$$

Relação entre a resistência elétrica e o tempo de aquecimento:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = R \frac{Q}{U^2}$$

k

Logo, o tempo de aquecimento é diretamente proporcional à resistência elétrica. Dessa forma, o tempo que cada um dos outros fios levará para promover o mesmo aquecimento é de:

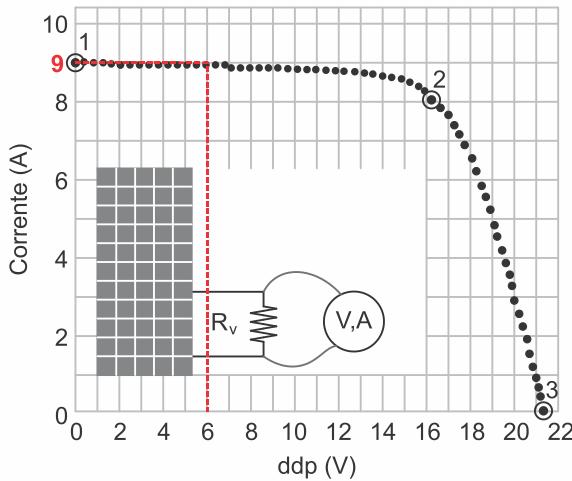
$$\Delta t_{fio_1} = 4\Delta t_{fio_2} = 40 \text{ min}$$

$$\Delta t_{fio_3} = 2\Delta t_{fio_2} = 20 \text{ min}$$

$$\Delta t_{fio_4} = 8\Delta t_{fio_2} = 80 \text{ min}$$

**Resposta da questão 5:**

a) Teremos:



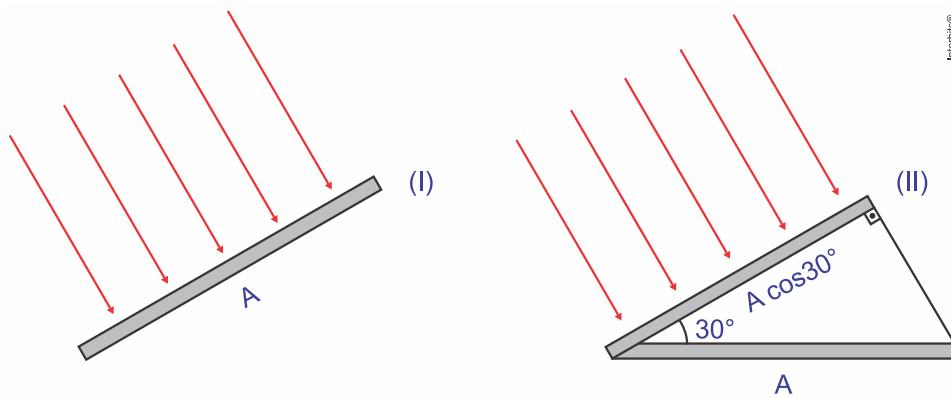
Conforme mostra o gráfico, para a ddp de 6V a corrente é de 9A. Aplicando a primeira lei de Ohm:

$$U = Ri \Rightarrow R = \frac{U}{i} = \frac{6}{9} \Rightarrow R = 0,67 \Omega$$

- b) Da expressão da potência elétrica ( $P = Ui$ ), conclui-se que a potência é máxima onde o produto tensão × corrente é máximo. De fato:

$$P = ui \left\{ \begin{array}{l} P_1 = 0 \times 9 \Rightarrow P_1 = 0 \\ P_2 \approx 16 \times 8 \Rightarrow P_2 \approx 128 \text{ W} \\ P_3 = 21 \times 0 \Rightarrow P_3 = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{A potência fornecida ao resistor é maior no ponto 2.}$$

- c) A Irradiância é a razão entre a potência incidente e a área projetada na direção perpendicular à de incidência dos raios.  
A figura ilustra a situação descrita.



$$I = \frac{P}{A_{\text{proj}}} \Rightarrow P = IA_{\text{proj}} \left\{ \begin{array}{l} P_1 = IA \\ P_2 = IA \cos 30^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{IA \cos 30^\circ}{IA} \Rightarrow P_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} P_1$$

#### Resposta da questão 6:

- a) Aplicando a 1ª lei de Ohm:

$$U = Ri \Rightarrow R = \frac{U}{i} = \frac{220}{20} \Rightarrow R = 11 \Omega$$

$$R_{\text{eq}} = \frac{11}{2} \Rightarrow R_{\text{eq}} = 5,5 \Omega$$

b) A potência térmica é igual à potência elétrica dissipada.

$$\frac{Q}{\Delta t} = U_i \Rightarrow \frac{mc \Delta \theta}{\Delta t} = U_i \Rightarrow \frac{m}{\Delta t} = \frac{U_i}{c \Delta \theta} \Rightarrow \frac{m}{1} = \frac{220 \times 20}{4.200 \times 10} \Rightarrow m \cong 0,10 \text{ kg}$$

**Resposta da questão 7:**

a) Pelos pontos  $(0, 0)$  e  $(20, 0,4)$ , obtemos o valor de  $R_1$ :

$$R_1 = \frac{\Delta U}{\Delta i} = \frac{20 - 0}{0,4 - 0} \Rightarrow R_1 = 50 \Omega$$

Pelos pontos  $(0, 0)$  e  $(40, 0,4)$ , obtemos o valor de  $R_2$ :

$$R_2 = \frac{\Delta U'}{\Delta i'} = \frac{40 - 0}{0,4 - 0} \Rightarrow R_2 = 100 \Omega$$

Corrente que passa por  $R_2$ :

$$U_2 = R_2 \cdot i_2 \Rightarrow 40 = 100 \cdot i_2 \Rightarrow i_2 = 0,4 \text{ A}$$

Como os resistores estão associados em série:

$$i_1 = i_2 = 0,4 \text{ A}$$

Tensão no resistor  $R_1$ :

$$U_1 = R_1 \cdot i_1 = 50 \cdot 0,4 \Rightarrow U_1 = 20 \text{ V}$$

b) Tensão no resistor  $R_2$ :

$$U_2' = R_2 \cdot i_2' = 100 \cdot 0,6 \Rightarrow U_2' = 60 \text{ V}$$

Como os resistores estão associados em paralelo:

$$U_3 = U_2' = 60 \text{ V}$$

Pelos pontos  $(0, 0)$  e  $(40, 0,2)$ , obtemos o valor de  $R_3$ :

$$R_3 = \frac{\Delta U''}{\Delta i''} = \frac{40 - 0}{0,2 - 0} \Rightarrow R_3 = 200 \Omega$$

Corrente que passa por  $R_3$ :

$$U_3 = R_3 \cdot i_3 \Rightarrow 60 = 200 \cdot i_3 \Rightarrow i_3 = 0,3 \text{ A}$$