Eletricidade na Prática: Resolvendo o Trabalho Avaliativo

Bem-vindo ao seu guia de estudos prático! A melhor maneira de aprender física é aplicando os conceitos para resolver problemas reais. Neste documento, vamos dissecar cada uma das questões do trabalho avaliativo, explicando a teoria necessária em cada passo e mostrando como o raciocínio é construído.

Use o menu de navegação acima para pular para uma questão específica ou siga a ordem para uma revisão completa e sequencial dos tópicos.

Sumário do Trabalho

Questão 1 (Uerj): Resistividade e Hemólise

Enunciado

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 veia 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 Ω·m, considere os seguintes dados do procedimento clínico de um paciente:

- $L = 2{,}0 \times 10^{-3}$ m;
- $S = 2{,}0 \times 10^{-6}$ m^2;
- $U = 0{,}1$ V;
- $i = 1{,}0 \times 10^{-4}$ A.

Determine, em Ω·m, a resistividade elétrica do sangue desse paciente. Indique, também, se ele sofreu hemólise, justificando sua resposta.

Desvendando a Questão: Conceitos-Chave

Para resolver este problema, precisamos conectar duas leis fundamentais da eletrodinâmica: a 1ª e a 2ª Lei de Ohm. Uma nos dá a relação entre tensão, corrente e resistência, e a outra relaciona a resistência com as características físicas do material.

Conceito 1: A 1ª Lei de Ohm

A Primeira Lei de Ohm descreve a relação entre a **tensão (U)**, a **corrente (I)** e a **resistência (R)** em um condutor. Ela nos diz que a resistência é a razão entre a tensão aplicada e a corrente que flui.

$$R = \frac{U}{I}$$

R

Resistência Elétrica. Medida em **Ohm (Ω)**. É a "dificuldade" que o material oferece à passagem da corrente.

U

Tensão Elétrica (ddp). Medida em **Volt (V)**. É o "empurrão" que move as cargas.

I

Intensidade da Corrente Elétrica. Medida em **Ampère (A)**. É o fluxo de cargas por segundo.

Neste problema: temos os valores de U e i, então podemos usar esta fórmula para encontrar a resistência elétrica (R) do trecho de sangue analisado.

Conceito 2: A 2ª Lei de Ohm e a Resistividade

A Segunda Lei de Ohm nos mostra que a resistência de um condutor não depende apenas de U e I, mas também de suas características geométricas e do material de que é feito. Essa propriedade intrínseca do material é a **resistividade (ρ)**.

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

ρ **(rho)**

Resistividade Elétrica. Medida em **Ohm-metro (Ω·m)**. É uma propriedade do material (cobre, sangue, borracha) que indica o quão bem ele resiste à corrente.

L

Comprimento do condutor. Medido em **Metro (m)**.

S

Área da Seção Transversal (a "grossura" do fio/veia). Medida em **Metro quadrado (m^2)**.

Neste problema: o objetivo final é encontrar a resistividade (ρ). Já que o problema nos dá L e S, e podemos calcular R com a 1ª Lei, podemos rearranjar esta fórmula para isolar ρ .

Resolução Passo a Passo

Passo 1: Calcular a Resistência Elétrica (R) do sangue.

Usamos a 1ª Lei de Ohm com os dados fornecidos: U = 0,1 V e i = $1{,}0 \times 10^{-4}$ A.

$$R = \frac{U}{i} = \frac{0,1\ \mathrm{V}}{1,0 \times 10^{-4}\ \mathrm{A}}$$

$$R = \frac{10^{-1}}{10^{-4}} = 10^{-1-(-4)} = 10^{3}\ \Omega$$

Portanto, **R = 1000 Ω**.

Passo 2: Calcular a Resistividade Elétrica (ρ) do sangue.

Agora, usamos a 2ª Lei de Ohm. Primeiro, vamos rearranjá-la para isolar ρ:

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

Substituímos os valores: R = 1000 Ω, L = $2{,}0 \times 10^{-3}$ m e S = $2{,}0 \times 10^{-6}$ m^2.

$$\rho = 1000 \cdot \frac{2,0 \times 10^{-6}}{2,0 \times 10^{-3}}$$

$$\rho = 10^{3} \cdot (1 \times 10^{-6-(-3)}) = 10^{3} \cdot 10^{-3}$$

$$\rho = 10^{3-3} = 10^{0} = 1\ \Omega \cdot \mathrm{m}$$

A resistividade do sangue do paciente é **ρ = 1,0 Ω·m**.

Passo 3: Indicar se o paciente sofreu hemólise.

O enunciado informa que a resistividade de uma pessoa saudável é 1,6 Ω·m e que a hemólise **diminui** esse valor.

Comparamos o valor calculado com o valor de referência: 1,0 Ω·m < 1,6 Ω·m.

Conclusão: Sim, o paciente sofreu hemólise, pois a resistividade elétrica de seu sangue (1,0 Ω·m) é menor que o valor de referência para uma pessoa saudável (1,6 Ω·m).

Questão 2 (Unifesp): Associação de Resistores em um Modelo Humano

Enunciado

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). (...) As características geométricas de cada cilindro estão indicadas na tabela.

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.

Responda em função apenas de R_B e de U:

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

Desvendando a Questão: Conceitos-Chave

Este problema complexo exige que combinemos nosso conhecimento da 2ª Lei de Ohm (para relacionar as resistências das diferentes partes do corpo) com as regras de **Associação de Resistores** (série e paralelo) para encontrar a resistência total de cada configuração.

Conceito 1: Relação entre Resistências (2ª Lei de Ohm)

Como vimos na questão anterior, a resistência depende da geometria: $R = \rho \frac{L}{S}$. Como todos os cilindros são feitos do **mesmo material**, a resistividade ρ é a mesma para todos. Podemos, então, encontrar a resistência do tórax (R_T) e das pernas (R_P) em função da resistência do braço (R_B), usando as proporções dadas na tabela.

Conceito 2: Associação em Série

Quando os resistores são conectados um após o outro, em um **único caminho** para a corrente, eles estão em série. Imagine um caminho com vários pedágios em fila.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$$

- A **Resistência Equivalente (R_{eq})** é a soma das resistências individuais. A resistência total do caminho aumenta.
- A **Corrente (I)** é a mesma em todos os componentes.

Na Figura 1: A corrente passa pelo braço direito e depois pelo esquerdo. Claramente uma associação em série.

Conceito 3: Associação em Paralelo

Quando a corrente se **divide** para passar por diferentes componentes e depois se reagrupa, eles estão em paralelo. Imagine um rio se dividindo em vários braços.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Para o caso especial de **dois resistores**, a fórmula simplificada é muito útil:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

- A **Resistência Equivalente (R_{eq})** é sempre **menor** que a menor das resistências individuais. Abrir mais caminhos facilita a passagem da corrente.
- A **Tensão (U)** é a mesma em todos os componentes.

Na Figura 2: A corrente, após passar pelo tórax, se divide entre as duas pernas. As pernas estão em paralelo.

Resolução Passo a Passo

Passo 1: Expressar R_T e R_P em função de R_B.

A resistência de um braço é $R_B = \rho\frac{L}{A}$. Vamos usar a 2ª Lei de Ohm e a tabela para as outras partes.

Para o Tórax (T): L_T = 1,5L e S_T = 9A.

$$R_T = \rho\frac{L_T}{S_T} = \rho\frac{1,5L}{9A} = \frac{1,5}{9}\left(\rho\frac{L}{A}\right) = \frac{1}{6}R_B$$

Para uma Perna (P): L_P = 2L e S_P = 4A.

$$R_P = \rho\frac{L_P}{S_P} = \rho\frac{2L}{4A} = \frac{2}{4}\left(\rho\frac{L}{A}\right) = \frac{1}{2}R_B$$

a) Análise da Montagem na Figura 1

Resistência Equivalente (R_{eq1}):

Na Figura 1, o braço direito (BD) e o braço esquerdo (BE) estão em série. A resistência de cada braço é R_B.

$$R_{eq1} = R_{BD} + R_{BE} = R_B + R_B$$

R_{eq1} = 2R_B

Intensidade da Corrente (i_1):

Usando a 1ª Lei de Ohm ($U = R \cdot i$):

$$i_1 = \frac{U}{R_{eq1}}$$

i_1 = U / (2R_B)

b) Análise da Montagem na Figura 2

Resistência Equivalente (R_{eq2}):

Na Figura 2, o arranjo é misto: o braço direito (BD) está em série com o tórax (T), e este conjunto está em série com a associação em paralelo das duas pernas (PD e PE).

Primeiro, calculamos a resistência equivalente das duas pernas em paralelo. Como são idênticas ($R_{PD} = R_{PE} = R_P$), podemos usar a regra $R_{eq} = R/n$ (ou o produto pela soma):

$$R_{\text{pernas}} = \frac{R_P}{2} = \frac{\frac{1}{2}R_B}{2} = \frac{1}{4}R_B$$

Agora, somamos todas as partes que estão em série para encontrar a resistência equivalente total:

$$R_{eq2} = R_{BD} + R_T + R_{\text{pernas}}$$

$$R_{eq2} = R_B + \frac{1}{6}R_B + \frac{1}{4}R_B$$

Para somar as frações, encontramos o mínimo múltiplo comum (MMC) de 6 e 4, que é 12:

$$R_{eq2} = \left(\frac{12}{12} + \frac{2}{12} + \frac{3}{12}\right)R_B = \left(\frac{12+2+3}{12}\right)R_B$$

R_{eq2} = (17/12)R_B

Questão 3 (Ufpr): Circuito em Série com Gerador Ideal

Enunciado

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

Desvendando a Questão: Conceitos-Chave

Este é um problema clássico de circuito em série. A chave é entender as duas propriedades principais da associação em série e como aplicar a Lei de Ohm ao circuito completo, considerando um gerador ideal.

Conceito 1: Propriedades do Circuito em Série

Relembrando o que vimos na questão anterior:

1. **Corrente Constante:** Em uma associação em série, a corrente elétrica que passa por **todos** os componentes é exatamente a mesma. Se a corrente em R_2 é 1 A, então a corrente em R_1 e a corrente total do circuito também são 1 A.
2. **Soma das Resistências:** A resistência equivalente (total) do circuito é a simples soma das resistências individuais: $R_{eq} = R_1 + R_2$.

Conceito 2: Lei de Ohm para um Circuito Completo (Gerador Ideal)

Um gerador "ideal" é aquele que não tem resistência interna, ou seja, toda a sua força eletromotriz (fem, ε) é entregue ao circuito externo como tensão. A Lei de Ohm para o circuito completo, neste caso, é muito simples.

$$\varepsilon = R_{eq} \cdot i_{total}$$

ε (épsilon)

Força Eletromotriz (fem) do gerador. Para um gerador ideal, é a tensão total fornecida ao circuito. Medida em **Volt (V)**.

R_{eq}

Resistência Equivalente de todo o circuito externo. Medida em **Ohm (Ω)**.

i_{total}

Corrente Total que flui para fora do gerador. Medida em **Ampère (A)**.

Resolução Passo a Passo

Passo 1: Analisar a corrente no circuito.

O circuito mostra os resistores R_1 e R_2 associados em série. Uma característica fundamental da associação em série é que a corrente é a mesma em todos os pontos. O problema afirma que a corrente em R_2 é **i = 1 A**. Portanto, a corrente em R_1 e a corrente total do circuito também são:

i_{total} = 1 A

Passo 2: Calcular a resistência equivalente (R_{eq}) em função de R_1.

Para uma associação em série, a resistência equivalente é a soma das resistências:

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

O problema nos dá a relação **$R_2 = 2R_1$**. Substituindo na equação acima:

$$R_{eq} = R_1 + (2R_1) = 3R_1$$

Passo 3: Aplicar a Lei de Ohm para o circuito completo.

Agora, usamos a fórmula $\varepsilon = R_{eq} \cdot i_{total}$ com os valores conhecidos: $\varepsilon = 30$ V e $i_{total} = 1$ A.

$$30\ \text{V} = (3R_1) \cdot 1\ \text{A}$$

$$30 = 3R_1$$

Passo 4: Determinar o valor de R_1.

Resolvendo a simples equação para R_1:

$$R_1 = \frac{30}{3}$$

R_1 = 10 Ω

Questão 4 (Ufu): Potência, Resistência e Aquecimento

Enunciado

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.

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.

Desvendando a Questão: Conceitos-Chave

Este problema trata da relação entre as propriedades de um resistor (sua geometria), a potência que ele dissipa e o tempo que leva para realizar um trabalho (aquecer a água). Os conceitos centrais são a potência elétrica e como ela se relaciona com a resistência.

Conceito 1: Potência Elétrica

"Aquecer mais rapidamente" significa dissipar energia na forma de calor a uma taxa maior, ou seja, ter **maior potência**. A potência (P) de um resistor pode ser calculada de várias formas. Como o problema diz que todos os fios serão ligados à **mesma voltagem (U)**, a fórmula mais conveniente é:

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

Análise: Como U é constante para todos os fios, esta fórmula nos mostra que a potência (P) é **inversamente proporcional** à resistência (R). Isso significa que, para aquecer mais rapidamente (maior P), o fio precisa ter a **menor resistência (R)**.

Conceito 2: Fatores que Influenciam a Resistência (2ª Lei de Ohm)

Já sabemos que $R = \rho \frac{L}{S}$. A área da seção transversal (S) de um fio circular com diâmetro (D) é $S = \pi \cdot (\text{raio})^2 = \pi \cdot (D/2)^2 = \frac{\pi D^2}{4}$. Substituindo na fórmula da resistência:

$$R = \rho \frac{L}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4\rho}{\pi} \cdot \frac{L}{D^2}$$

Análise: Como ρ e π são constantes para todos os fios, a resistência (R) é **diretamente proporcional ao fator L/D²**. Para ter a menor resistência, precisamos encontrar o fio com o **menor valor de L/D²**.

Conceito 3: Relação entre Energia, Potência e Tempo

A energia (E) consumida (ou dissipada como calor Q) é a potência (P) multiplicada pelo tempo (Δt): $E = P \cdot \Delta t$. Para aquecer a mesma quantidade de água ao mesmo estado, a energia necessária (Q) é a mesma para todos os fios. Então:

$$Q = P \cdot \Delta t = \left(\frac{U^2}{R}\right)\Delta t$$

Como Q e U são constantes, podemos ver que R e Δt são **diretamente proporcionais**: $R \propto \Delta t$. Um fio com o dobro da resistência levará o dobro do tempo para aquecer a água.

Resolução Passo a Passo

a) Qual fio aquecerá mais rapidamente?

Raciocínio: Aquecerá mais rapidamente o fio que tiver a **maior potência (P)**. Como $P = U^2/R$ e U é o mesmo para todos, o fio de maior potência será o de **menor resistência (R)**. A resistência, por sua vez, é proporcional a L/D^2. Portanto, procuramos o fio com o menor valor de L/D^2.

Vamos calcular o fator L/D^2 para cada fio (podemos manter L em cm e D em mm, pois queremos apenas a proporção):

- **Fio 1:** $L/D^2 = 10/1^2 = 10$
- **Fio 2:** $L/D^2 = 10/2^2 = 10/4 = 2,5$
- **Fio 3:** $L/D^2 = 20/2^2 = 20/4 = 5$
- **Fio 4:** $L/D^2 = 20/1^2 = 20$

Conclusão: O **Fio 2** possui o menor valor de L/D^2 (2,5), portanto, tem a menor resistência. Consequentemente, ele dissipará a maior potência e aquecerá a água mais rapidamente.

b) Tempo de aquecimento dos outros fios

Raciocínio: O tempo de aquecimento (Δt) é diretamente proporcional à resistência (R), que por sua vez é proporcional ao fator L/D^2. Podemos escrever a relação: $\frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} = \frac{R_A}{R_B} = \frac{(L/D^2)_A}{(L/D^2)_B}$.

O fio mais eficiente (Fio 2) leva $\Delta t_2 = 10$ minutos. Vamos calcular o tempo para os outros.

Para o Fio 1:

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{(L/D^2)_1}{(L/D^2)_2} \implies \frac{\Delta t_1}{10} = \frac{10}{2,5} = 4 \implies \Delta t_1 = 4 \cdot 10 = \mathbf{40\ minutos}$$

Para o Fio 3:

$$\frac{\Delta t_3}{\Delta t_2} = \frac{(L/D^2)_3}{(L/D^2)_2} \implies \frac{\Delta t_3}{10} = \frac{5}{2,5} = 2 \implies \Delta t_3 = 2 \cdot 10 = \mathbf{20\ minutos}$$

Para o Fio 4:

$$\frac{\Delta t_4}{\Delta t_2} = \frac{(L/D^2)_4}{(L/D^2)_2} \implies \frac{\Delta t_4}{10} = \frac{20}{2,5} = 8 \implies \Delta t_4 = 8 \cdot 10 = \mathbf{80\ minutos}$$

Questão 5 (Fuvest): Análise de Painel Solar (Gráfico e Irradiância)

Enunciado

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.

Com base nos dados do gráfico:

a) Calcule a resistência R_V quando a ddp é de 6V.

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 W/m²), 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° 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° em relação ao solo e (II) o painel está paralelo ao solo.

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: sen 60° ≈ 0,86; cos 60° = 1/2.

Desvendando a Questão: Conceitos-Chave

Esta questão tem duas partes distintas. A primeira envolve a análise de um gráfico I vs U para um dispositivo não-ôhmico (um painel solar) e o cálculo de potência. A segunda parte é um problema de física e geometria, sobre como a orientação de uma superfície afeta a energia que ela capta.

Conceito 1: Leitura de Gráfico e Lei de Ohm (Item a)

Mesmo que o dispositivo não seja ôhmico (a relação I vs U não é uma reta), a Lei de Ohm ($R = U/I$) ainda é válida para calcular a resistência em um **ponto específico** de operação.

Conceito 2: Potência Elétrica (Item b)

A potência elétrica (P) é o produto da tensão (U) pela corrente (I). Para encontrar o ponto de maior potência no gráfico, devemos procurar o par de coordenadas (U, I) cujo produto seja máximo.

$$P = U \cdot I$$

Este conceito é frequentemente chamado de "ponto de máxima transferência de potência".

Conceito 3: Irradiância e Área Projetada (Item c)

A potência (energia por tempo) que um painel solar coleta não depende apenas da intensidade da luz (irradiância), mas também de como ele está "virado" para o sol. A energia captada é máxima quando a luz incide perpendicularmente (ângulo de 90°) na superfície.

A potência coletada ($P_{coletada}$) é proporcional à **área projetada (A_{proj})**, que é a "sombra" que o painel faria em um plano perpendicular aos raios de luz.

$$P_{\text{coletada}} = \text{Irradiância} \cdot A_{\text{proj}}$$

A área projetada é calculada com trigonometria:

$$A_{\text{proj}} = A_{\text{total}} \cdot \cos(\theta)$$

A_{total}
: Área real da superfície do painel.

θ
: O ângulo entre a **direção dos raios de luz** e a **linha normal (perpendicular)** à superfície do painel.

Resolução Passo a Passo

a) Cálculo da resistência R_V em U = 6 V

Observando o gráfico, quando a tensão (eixo x) é **U = 6 V**, a curva nos mostra que a corrente (eixo y) é **I = 9 A** (é o ponto onde a curva começa a "cair" drasticamente).

Aplicando a Lei de Ohm para este ponto específico:

$$R_v = \frac{U}{I} = \frac{6\text{ V}}{9\text{ A}} = \frac{2}{3}\ \Omega$$

R_v ≈ 0,67 Ω

b) Ponto de maior potência fornecida

Devemos calcular o produto P = U · I para cada um dos três pontos marcados:

- **Ponto 1:** O ponto está no eixo Y, onde a tensão é praticamente zero. U ≈ 0 V, I = 9 A. $P_1 = 0\text{ V} \cdot 9\text{ A} = \mathbf{0\ W}$.
- **Ponto 2:** Lendo as coordenadas no gráfico, temos U = 16 V e I = 8 A. $P_2 = 16\text{ V} \cdot 8\text{ A} = \mathbf{128\ W}$.
- **Ponto 3:** O ponto está no eixo X, onde a corrente é zero. U = 21 V, I = 0 A. $P_3 = 21\text{ V} \cdot 0\text{ A} = \mathbf{0\ W}$.

Conclusão: A potência fornecida ao resistor é maior no **Ponto 2**, onde atinge o valor de 128 W.

c) Cálculo da potência P_2 em função de P_1

Precisamos encontrar o ângulo θ (entre os raios e a normal do painel) para cada situação.

Dados: Os raios de luz fazem 30° com a vertical (perpendicular ao solo).

Situação (I): O painel está inclinado 30° em relação ao solo. A sua normal (perpendicular ao painel) faz, portanto, um ângulo de 60° com o solo (90°-30°) ou, mais diretamente, **30° com a vertical**.
Como os raios e a normal do painel estão ambos a 30° da vertical, se o painel estiver bem orientado, eles podem estar alinhados. Nesse caso, o ângulo entre eles é $\theta_1 = 0^\circ$.
$P_1 = \text{Irradiância} \cdot A \cdot \cos(0^\circ) = \text{Irradiância} \cdot A$.

Situação (II): O painel está paralelo ao solo (horizontal). Sua normal é, portanto, vertical. O ângulo entre os raios de luz (30° com a vertical) e a normal do painel (vertical) é $\theta_2 = 30^\circ$.
$P_2 = \text{Irradiância} \cdot A \cdot \cos(30^\circ)$.

Relação entre P_1 e P_2:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\text{Irradiância} \cdot A \cdot \cos(30^\circ)}{\text{Irradiância} \cdot A} = \cos(30^\circ)$$

Sabemos que $\cos(30^\circ) = \sin(60^\circ)$. O enunciado nos dá $\sin(60^\circ) \approx 0,86$. (Também sabemos que $\cos(30^\circ) = \sqrt{3}/2$).

$$P_2 = P_1 \cdot \cos(30^\circ)$$

$P_2 \approx 0,86\ P_1$

Questão 6 (Fcmscsp): Potência e Energia em um Chuveiro Elétrico

Enunciado

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 $4{,}2 \times 10^3$ J/(kg·°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 °C.

Desvendando a Questão: Conceitos-Chave

Esta questão conecta o mundo da eletricidade com o da termologia. A parte (a) é uma aplicação direta da Lei de Ohm e das regras de associação em paralelo. A parte (b) exige que igualemos a energia elétrica dissipada (Potência x tempo) com a energia térmica absorvida pela água (calorimetria).

Conceito 1: Resistência e Associação em Paralelo (Item a)

Como já vimos, podemos encontrar a resistência a partir de U e I usando a 1ª Lei de Ohm. Para a associação, a regra para **'n' resistores idênticos em paralelo** é uma ótima simplificação:

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

Onde R é a resistência individual e n é o número de resistores. Para dois resistores iguais, $R_{eq} = R/2$.

Conceito 2: Efeito Joule - Transformando Eletricidade em Calor (Item b)

O aquecimento em um resistor é chamado de Efeito Joule. A energia elétrica é convertida em energia térmica (calor). A taxa com que essa conversão ocorre é a **potência elétrica (P)**.

$$P = U \cdot I$$

Se essa potência atua durante um intervalo de tempo Δt, a energia elétrica (E) convertida em calor (Q) é:

$$E_{\text{elétrica}} = Q = P \cdot \Delta t$$

Conceito 3: Calorimetria (Item b)

A quantidade de calor (Q) necessária para mudar a temperatura de uma massa (m) de uma substância é dada pela equação fundamental da calorimetria:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Q
: Quantidade de calor, em **Joule (J)**.

m

Massa, em **quilograma (kg)**.

c

Calor específico da substância, em **J/(kg·°C)**.

ΔT

Variação de temperatura, em **°C** (ou Kelvin).

O problema nos pede para igualar a energia elétrica gerada em 1 segundo com o calor necessário para aquecer a água.

Resolução Passo a Passo

a) Cálculo da resistência do chuveiro e da associação

Resistência do Chuveiro ($R_{chuveiro}$):

Usando a 1ª Lei de Ohm com U = 220 V e I = 20 A:

$$R_{\text{chuveiro}} = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ V}}{20 \text{ A}}$$

$R_{chuveiro}$ = 11 Ω

Resistência Equivalente (R_{eq}) da Associação em Paralelo:

Temos dois resistores idênticos de 11 Ω em paralelo. Usando a regra $R_{eq} = R/n$ com n=2:

$$R_{eq} = \frac{R_{\text{chuveiro}}}{2} = \frac{11 \ \Omega}{2}$$

R_{eq} = 5,5 Ω

b) Cálculo da massa de água aquecida por segundo

Passo b.1: Calcular a potência elétrica do chuveiro.

$$P = U \cdot I = 220 \text{ V} \cdot 20 \text{ A} = 4400 \text{ W}$$

Lembrando que 1 Watt = 1 Joule/segundo, então P = 4400 J/s.

Passo b.2: Calcular a energia (Q) gerada em 1 segundo.

O problema pede a massa que passa "a cada segundo", então $\Delta t = 1$ s.

$$Q = P \cdot \Delta t = 4400 \text{ J/s} \cdot 1 \text{ s} = 4400 \text{ J}$$

Passo b.3: Igualar a energia gerada com a energia absorvida pela água.

A energia absorvida é $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. O enunciado diz que todo o calor gerado é transferido, então:

$$4400 \text{ J} = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Substituímos os valores dados: c = 4,2×10^3 J/(kg·°C) e $\Delta T = 10$ °C.

$$4400 = m \cdot (4,2 \times 10^3) \cdot 10$$

$$4400 = m \cdot 42000$$

Passo b.4: Isolar e calcular a massa (m).

$$m = \frac{4400}{42000} = \frac{44}{420} = \frac{11}{105} \text{ kg}$$

$$m \approx 0,1047... \text{ kg}$$

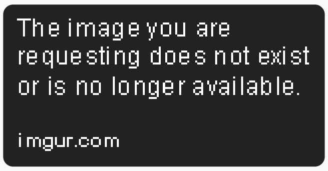
Arredondando para duas casas decimais significativas, como é comum em gabaritos:

m ≈ 0,10 kg (ou 100 gramas) de água por segundo.

Questão 7 (Ufjf-pism 3): Análise Gráfica de Resistores e Circuitos

Enunciado

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.



a) 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.

b) 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.

Desvendando a Questão: Conceitos-Chave

O desafio aqui é, primeiro, extrair o valor de cada resistência a partir do gráfico I vs V. Depois, aplicamos as regras de associação em série e paralelo, que já revisamos.

Conceito 1: Extraindo a Resistência de um Gráfico I vs V

A Lei de Ohm nos diz que $R = V/I$. Em um gráfico de I (eixo y) versus V (eixo x), a resistência não é a inclinação da reta. A inclinação é $\Delta I/\Delta V$, que é o **inverso** da resistência.

O modo mais fácil e seguro de encontrar a resistência é pegar um ponto conveniente (onde a linha cruza uma grade) e aplicar a fórmula diretamente.

> **Método:** Para cada linha (R_1, R_2, R_3), escolha um ponto (V, I) fácil de ler e calcule **R = V / I**.

Conceito 2: Regras de Associação de Resistores (Revisão)

- **Em Série (Item a):** A **corrente é a mesma** para todos ($i_1 = i_2$). A tensão total se divide ($U_{total} = U_1 + U_2$).
- **Em Paralelo (Item b):** A **tensão é a mesma** para todos ($U_2 = U_3$). A corrente total se divide ($i_{total} = i_2 + i_3$).

Resolução Passo a Passo

Passo 1: Determinar os valores das resistências R_1, R_2 e R_3 a partir do gráfico.

Vamos escolher um ponto para cada resistor:

- **Para R_1:** A linha passa pelo ponto (V=20 V, I=0,4 A).
  $R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{20\text{ V}}{0{,}4\text{ A}} = \mathbf{50\ \Omega}$.
- **Para R_2:** A linha passa pelo ponto (V=40 V, I=0,4 A).
  $R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{40\text{ V}}{0{,}4\text{ A}} = \mathbf{100\ \Omega}$.
- **Para R_3:** A linha passa pelo ponto (V=40 V, I=0,2 A).
  $R_3 = \frac{V_3}{I_3} = \frac{40\text{ V}}{0{,}2\text{ A}} = \mathbf{200\ \Omega}$.

a) Análise da associação em série (R_1 e R_2)

Dado: Tensão em R_2 é U_2 = 40 V.

Corrente no circuito: Como estão em série, a corrente é a mesma em ambos. Podemos encontrar a corrente usando os dados de R_2.

$$i = i_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{40\text{ V}}{100\ \Omega} = 0,4\text{ A}$$

A corrente que passa por R_1 é **i_1 = i = 0,4 A**.

Tensão em R_1: Agora usamos a Lei de Ohm para R_1.

$$U_1 = R_1 \cdot i_1 = 50\ \Omega \cdot 0,4\text{ A}$$

U_1 = 20 V.

b) Análise da associação em paralelo (R_2 e R_3)

Dado: Corrente em R_2 é i'_2 = 0,6 A.

Tensão no circuito: Como estão em paralelo, a tensão é a mesma em ambos os resistores. Podemos encontrar essa tensão usando os dados de R_2.

$$U = U_2 = R_2 \cdot i'_2 = 100\ \Omega \cdot 0,6\ \mathrm{A} = 60\ \mathrm{V}$$

A tensão em R_3 é **U_3 = U = 60 V**.

Corrente em R_3: Agora usamos a Lei de Ohm para R_3.

$$i_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{60\ \mathrm{V}}{200\ \Omega}$$

i_3 = 0,3 A.