

## **A natureza da eletricidade**

**Professor: Hali Omani**

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

Recomendações ao professor:

- a) Antes de abordar o tema, faça um resumo da ementa de física para os alunos. Veja a referência [Santos, P.C., 2022]. Dê destaque à tabela do Anexo II daquele documento e explique a sua construção.

### ***A ELETRICIDADE COMO ETAPA ESSENCIAL AO ESPAÇO***

Para entender o título desta seção, é preciso que o aluno saiba que a eletricidade é uma etapa essencial à exploração do espaço (creio que o primeiro foi o estabelecimento da linguagem escrita). Sem eletricidade, não há mecanismo de controle que funcione fora da Terra. Não haveria comunicação da nave com a base. Não haveria como converter energia. Mesmo que a humanidade não tivesse inventado a pólvora e os demais combustíveis sólidos e líquidos, haveria ainda a possibilidade de ir ao espaço apenas com eletricidade e eletromagnetismo. Mas sem ela, seria impossível. A etapa seguinte da tecnologia – a criação de computadores – apenas veio a confirmar esse fato.

### ***A NATUREZA DA CORRENTE ELÉTRICA***

Muitas pessoas ainda pensam que os elétrons que se movem nos geradores das hidrelétricas são os mesmos que chegam às lâmpadas de nossa casa. Nada mais enganoso. Estou supondo que você, leitor, saiba o que é um elétron. Mas a verdade é que essas partículas básicas de energia não andam mais que alguns micrômetros<sup>1</sup> no processo de transmissão de energia. A energia elétrica é mais como uma onda, uma perturbação, que se propaga – na velocidade da luz - pelos elétrons dos condutores. Ela carrega energia, como a que move um surfista numa onda.

Em 1902, um sinal elétrico que entrava no cabo Transpacífico, que ligava Ocean Beach / California / EUA, a Honolulu / Havaí / EUA – percorria 7.200 Km de distância. Este sinal levava aproximadamente 36 milissegundos (0,036 s) de uma ponta a outra.

Existem várias maneiras de transmitir eletricidade. Uma delas é a analógica. A

<sup>1</sup> 1 micrômetro ou micron = 1  $\mu\text{m}$  = 0,000001 m

## A natureza da eletricidade

Professor: Hali Omani

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

outra é a digital. A primeira ainda se usa para transmitir energia elétrica para nossas casas. A última é usada em telecomunicações, por causa da redução do ruído.

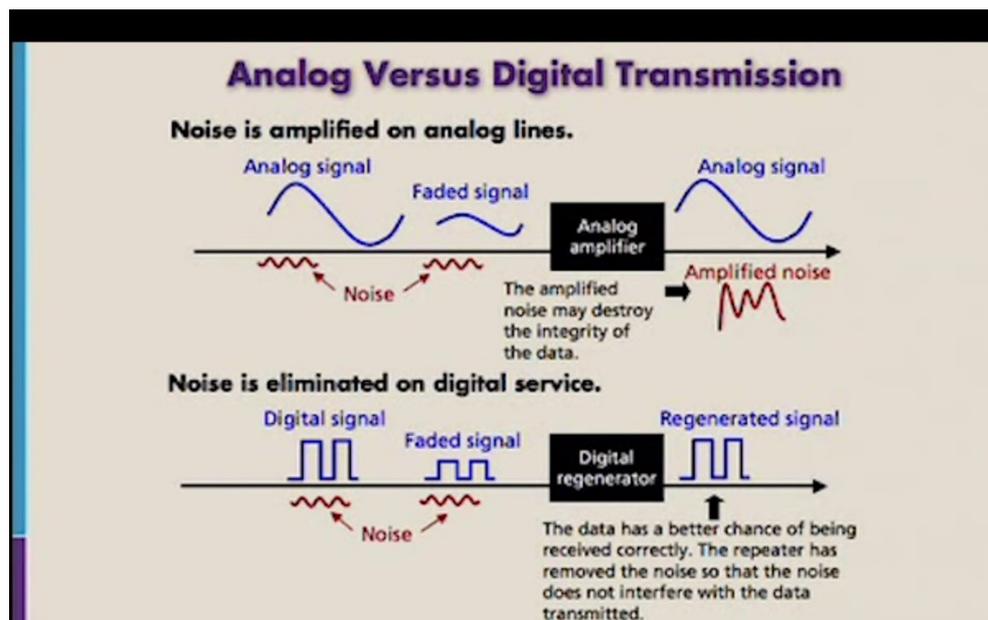


Figura 1 - (c) [Rand,2023]

Hoje em dia usa-se cabos de fibra óptica nas telecomunicações terrestres - e não os de cobre. Eles permitem um volume de dados bem maior<sup>2</sup>. Além disso, hoje os sinais podem ser digitalizados, armazenados temporariamente, retransmitidos e pré-processados, praticamente sem perdas. Já na transmissão de energia elétrica em geral, os cabos precisam ser de cobre. Não queremos transmitir informação por eles (apesar de isso também ser possível), mas sim força elétrica.

<sup>2</sup> Para conhecer os cabos submarinos do mundo, consulte [ <https://www2.telegeography.com/> ].

## A natureza da eletricidade

Professor: Hali Omani

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

### A ELETRICIDADE E O ENEM

As questões do ENEM 2020-2022 relacionadas a eletricidade e eletromagnetismo foram dos seguintes tipos<sup>3</sup>:

Assunto	2020 <sup>4</sup>	2021 <sup>5</sup>	2022 <sup>6</sup>
<b>07.0 Eletricidade e magnetismo</b>	-	109	128,131,134
07.1 A natureza da carga elétrica	125	-	-
07.4 Cálculo da força de atração entre partículas elétricas	-	105	-
07.5 Circuitos elétricos e seus componentes	130	102, 126	-
07.5.1 Baterias	106	102,128,133	-
07.6 Leis básicas da eletricidade	96	102,126, 109	98,105,108, 128
07.7 Gaiola de Faraday	112	-	-

<sup>3</sup> Veja [Santos, P.C., 2022]

<sup>4</sup> Usamos o caderno 5 – Amarelo, do segundo dia.

<sup>5</sup> Usamos o caderno 7 – Azul, do segundo dia.

<sup>6</sup> Usamos o caderno 12 – Verde, do segundo dia.

## A natureza da eletricidade

Professor: Hali Omani

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

Para manter a objetividade, vamos seguir esse roteiro. Começaremos com a questão 109, de 2021:

### Questão 109

enem2021

Cientistas da Universidade de New South Wales, na Austrália, demonstraram em 2012 que a Lei de Ohm é válida mesmo para fios finíssimos, cuja área da seção reta compreende alguns poucos átomos. A tabela apresenta as áreas e comprimentos de alguns dos fios construídos (respectivamente com as mesmas unidades de medida). Considere que a resistividade mantém-se constante para todas as geometrias (uma aproximação confirmada pelo estudo).

	Área	Comprimento	Resistência elétrica
Fio 1	9	312	R1
Fio 2	4	47	R2
Fio 3	2	54	R3
Fio 4	1	106	R4

WEBER, S. B. et al. Ohm's Law Survives to the Atomic Scale. *Science*, n. 335, jan. 2012 (adaptado).

As resistências elétricas dos fios, em ordem crescente, são

- A**  $R1 < R2 < R3 < R4$ .
- B**  $R2 < R1 < R3 < R4$ .
- C**  $R2 < R3 < R1 < R4$ .
- D**  $R4 < R1 < R3 < R2$ .
- E**  $R4 < R3 < R2 < R1$ .

### Questão 110

enem2021

## A natureza da eletricidade

Professor: Hali Omani

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

Depois, vamos retirar toda a informação inútil e esclarecer os termos ainda não definidos:

**Questão 109** enem2021

a Lei de Ohm é válida mesmo para fios finíssimos, cuja área da seção reta compreende alguns poucos átomos. A tabela apresenta as áreas e comprimentos de alguns dos fios construídos (respectivamente com as mesmas unidades de medida). a resistividade mantém-se constante para todas as geometrias

	Área	Comprimento	Resistência elétrica
<b>Fio 1</b>	9	312	R1
<b>Fio 2</b>	4	47	R2
<b>Fio 3</b>	2	54	R3
<b>Fio 4</b>	1	106	R4

WEBER, S. B. et al. Ohm's Law Survives to the Atomic Scale. *Science*, n. 335, jan. 2012 (adaptado).

As resistências elétricas dos fios, em ordem crescente, são

- A**  $R1 < R2 < R3 < R4$ .
- B**  $R2 < R1 < R3 < R4$ .
- C**  $R2 < R3 < R1 < R4$ .
- D**  $R4 < R1 < R3 < R2$ .
- E**  $R4 < R3 < R2 < R1$ .

## A natureza da eletricidade

**Professor: Hali Omani**

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

---

**Lei de Ohm:** A Lei de Ohm é um princípio fundamental da eletricidade e eletrônica, formulado pelo físico alemão Georg Simon Ohm em 1827. Essa lei estabelece a relação entre a tensão, corrente e resistência em um circuito elétrico. Ela é crucial para entender o comportamento dos componentes e sistemas elétricos. A **Lei de Ohm** é expressa pela fórmula:

$$V = R.i \quad \text{fórmula (i)}$$

Essa equação indica que a tensão aplicada em um circuito é igual ao produto da corrente que flui por esse circuito e a resistência oferecida pelos componentes do circuito. Em outras palavras, a tensão é proporcional à corrente e à resistência.

A Lei de Ohm é aplicável a diversos circuitos, desde os mais simples, como um circuito com uma única resistência (uma lâmpada, por exemplo), até circuitos mais complexos com vários componentes interconectados.

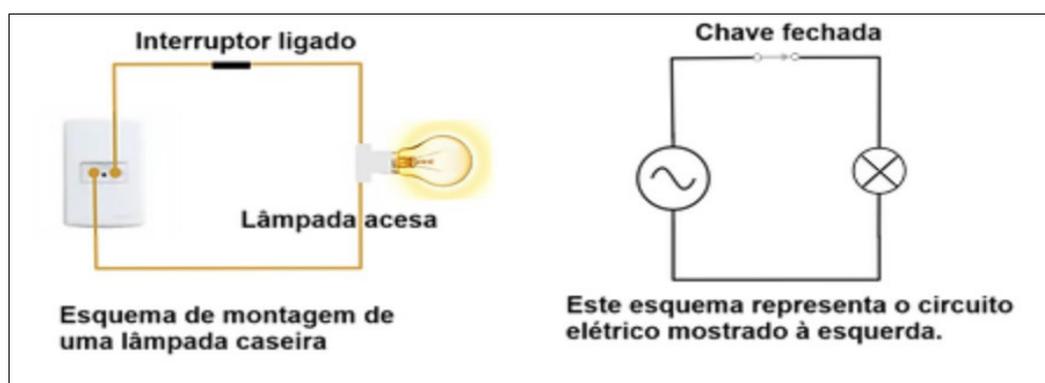


Ilustração 1: (c) [Saber360,2023]

## A natureza da eletricidade

**Professor: Hali Omani**

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

---

Essa lei é de suma importância para a análise e projeto de sistemas elétricos, auxiliando na compreensão de como a tensão e a corrente se relacionam com a resistência dos elementos do circuito. Também é essencial na resolução de problemas e na determinação de valores desconhecidos em circuitos elétricos e eletrônicos.

**Resistividade:** É uma propriedade típica dos materiais, que determina sua capacidade de resistir ao fluxo de corrente elétrica. É uma característica específica de cada material e está relacionada à sua estrutura interna e composição. Formalmente, a resistividade (representada pela letra grega  $\rho$  - "rho") é definida como a resistência elétrica (R) de um material com uma determinada geometria e comprimento (L) e área de seção transversal (A). A relação é dada pela fórmula:

$$\rho = R \cdot (A / L) \quad \text{fórmula (ii)}$$

Onde:

- $\rho$  (rho) é a resistividade do material, medida em ohm x metro ( $\Omega \cdot m$ );
- R é a resistência elétrica do material, medida em ohms ( $\Omega$ );
- A é a área de seção transversal do material, medida em metros quadrados ( $m^2$ );
- L é o comprimento do material, medida em metros (m).

## **A natureza da eletricidade**

**Professor: Hali Omani**

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

---

A resistividade é uma propriedade importante porque define a quantidade de resistência que um determinado material oferece ao fluxo de corrente elétrica. Materiais com alta resistividade têm dificuldade em conduzir eletricidade, enquanto materiais com baixa resistividade oferecem pouca resistência ao fluxo de corrente. Condutores mais compridos - mais longos - também apresentam mais resistência à eletricidade.

Os metais, por exemplo, geralmente possuem baixa resistividade, o que os torna bons condutores de eletricidade. Por outro lado, materiais como o vidro, cerâmica e plástico tendem a ter alta resistividade, tornando-os isolantes elétricos eficazes.

A resistividade é um parâmetro fundamental em projetos e cálculos de sistemas elétricos, pois permite prever o comportamento de um material sob corrente elétrica e dimensionar adequadamente os componentes e circuitos para obter o desempenho desejado.

Se repararmos bem, a informação sobre a Lei de Ohm, na questão apresentada, é completamente inútil, porque no exercício não há qualquer menção a voltagem ou corrente ! Ela está lá apenas para nos distrair (ou para a conhecermos agora). O que interessa é a fórmula da resistividade (está no nosso formulário) e os dados da tabela. Sem o conhecimento da fórmula, é melhor você pular a questão ! Mas vamos determinar o valor de R pela fórmula (ii) deste texto:

## A natureza da eletricidade

Professor: Hali Omani

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

---

$$\rho = R \cdot (A/L)$$

$$\frac{\rho}{(A/L)} = R \Rightarrow \rho \cdot \frac{L}{A} = R$$

Vamos à tabela:

$$R_1 = \rho \cdot 312/9 \approx 34 \quad 3^\circ$$

$$R_2 = \rho \cdot 47/4 \approx 11 \quad 1^\circ$$

$$R_3 = \rho \cdot 54/2 = 27 \quad 2^\circ$$

$$R_4 = \rho \cdot 106/1 = 106 \quad 4^\circ$$

$$R_2 < R_3 < R_1 < R_4$$

Então a resposta é C ...

## **A natureza da eletricidade**

**Professor: Hali Omani**

Palavras-chave: eletricidade, circuito, carga elétrica, lei de Kirchoff, força elétrica, lei de Ohm.

---

### **REFERÊNCIAS:**

1. [Rand, 2023] *Forerunner of the Internet: Early RAND Work in Distributed Networks and Packet Switching (1960-1965)*. Disponível em <  
[https://www.rand.org/multimedia/video/2009/10/06/distributed\\_communications\\_and\\_packet\\_switching.html](https://www.rand.org/multimedia/video/2009/10/06/distributed_communications_and_packet_switching.html)>
2. [Saber360, 2023] <https://www.saber360.com.br/circuitos-eletricos-simples>
3. [Santos, P.C., 2022] *Ementa de Física: Física para o Enem – Anexo II*.