

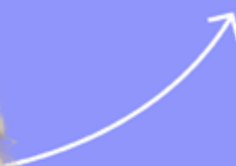
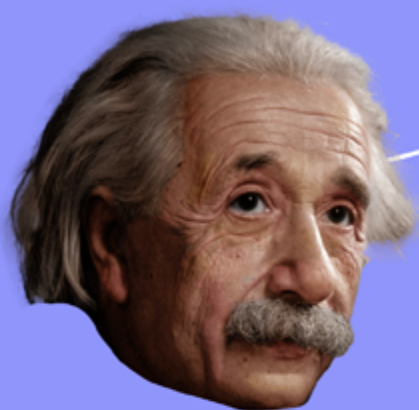
descomplica



HORA DO *TREINO DE* FÍSICA



$$E=Mc^2$$



EXERCITAR
DÁ **JOGO**
NO ENEM

TREINAR OS TOP CONTEÚDOS DÁ JOGO NO ENEM

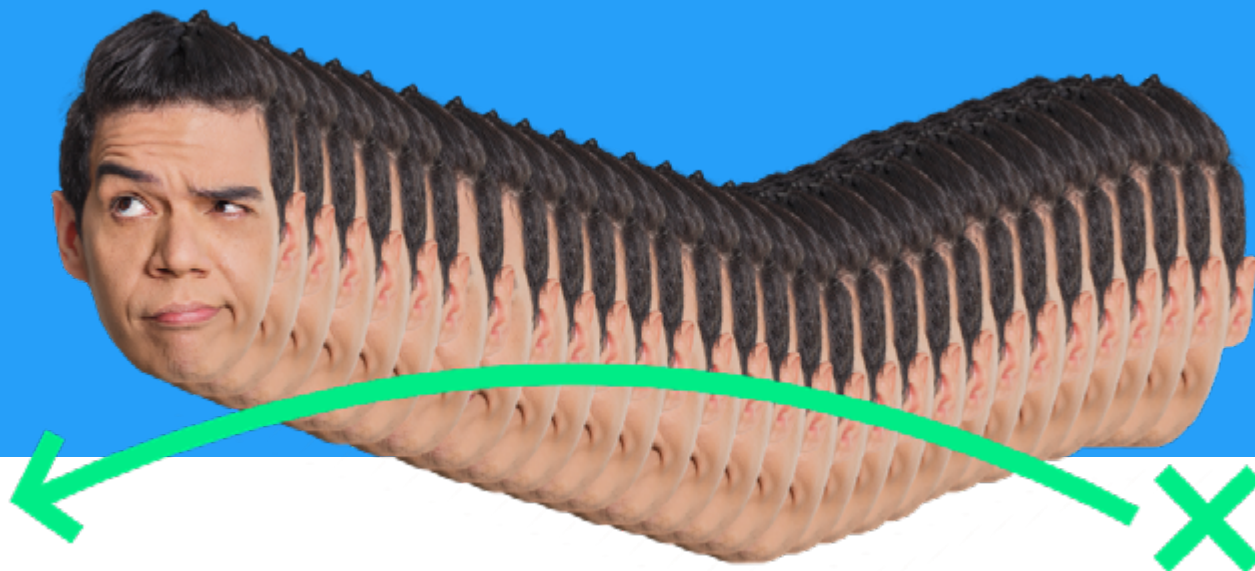
Nosso time de craques analisou mais de 900 questões do Enem e descobriu quais são os assuntos que mais caíram nos últimos cinco anos de prova. E para te ajudar a focar neles, montamos esse material com as questões mais quentes de cada disciplina e gabarito comentado.

Agora é hora de calçar a chuteira e começar a aquecer porque o jogo tá chegando, viu?

Bom treino!



FÍSICA



Eletrodinâmica

O estudo de eletrodinâmica consiste no estudo de elétrons em movimento. A aplicação mais utilizada para esse estudo ocorre em circuitos elétricos, analisando associações de resistores e outros elementos existentes em circuitos. Nos últimos anos tivemos:

- 11 questões no ENEM 2021
- 6 questões no ENEM 2020
- 3 questões no ENEM 2019
- 6 questões no ENEM 2018
- 13 questões no ENEM 2017

Essa estatística usa como base todas as provas aplicadas nos anos, isso inclui:

- ENEM primeira aplicação
- ENEM Libras
- ENEM PPL
- ENEM Digital

Corrente elétrica

Definimos corrente elétrica como movimento ordenado de cargas elétricas. $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

Sendo:

i a corrente elétrica.

Δq a variação de carga (já que calculamos um fluxo).

Δt o intervalo de tempo.

A unidade que representa a corrente elétrica no SI é o **Ampère (A)**. Lembrando que carga se calcula na unidade **Coulomb (C)**, e o tempo, em **segundo (s)**.

Leis de Ohm

Primeira Lei de Ohm

A primeira lei de Ohm foi desenvolvida pelo alemão George Simon Ohm. Essa lei tem como foco relacionar a d.d.p. (diferença de potencial) aplicada a um condutor, a corrente que o atravessava e a resistência desse condutor. Esse estudo foi realizado com diversos condutores diferentes.

$$U = R \cdot i$$

- i a corrente elétrica.
- U a diferença de potencial (d.d.p).
- R a resistência elétrica.

Sendo a resistência medida na unidade ohm (Ω) e a d.d.p medida em Volts (V).

Segunda Lei de Ohm

Nos trabalho de George Simon Ohm, descobriu-se que a resistência de um resistor pode ser analisada através do material do qual é feito, da temperatura em que se encontra, do seu comprimento (L), em metro, e de sua área transversal (A), em metros quadrados, m^2 .

Essa é a segunda lei de Ohm. As relações entre essas variáveis são representadas pela seguinte fórmula:

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

Sendo:

- ρ a resistividade ($\Omega.m$): é uma propriedade física característica de cada material, diretamente proporcional à sua temperatura, que dificulta a passagem da corrente por um condutor.
- L o comprimento do condutor.
- A a área de secção transversal.

Condutividade elétrica (σ)

A condutividade é utilizada para especificar o caráter elétrico de um material. Trata-se de uma grandeza definida pelo inverso da resistividade (ρ), isto é, são grandezas inversamente proporcionais.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

No SI, a condutividade é expressa em $\frac{1}{\Omega \cdot m} = (\Omega \cdot m)^{-1}$

Potência elétrica

A potência elétrica pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia elétrica pelo intervalo de tempo

$$P_{ot} = \frac{E}{\Delta t}$$

Sendo:

P_{ot} a potência elétrica.

E a energia elétrica.

Δt o intervalo de tempo.

A potência elétrica medida em Watts (W), a Energia Elétrica em Joule (J) e o intervalo de tempo em segundos (s). Além dessa expressão, podemos construir a potência elétrica para a energia dissipada por resistores.

Com base na definição de potência elétrica e na primeira lei de Ohm, obtêm-se as seguintes expressões para a potência

dissipada em um resistor:

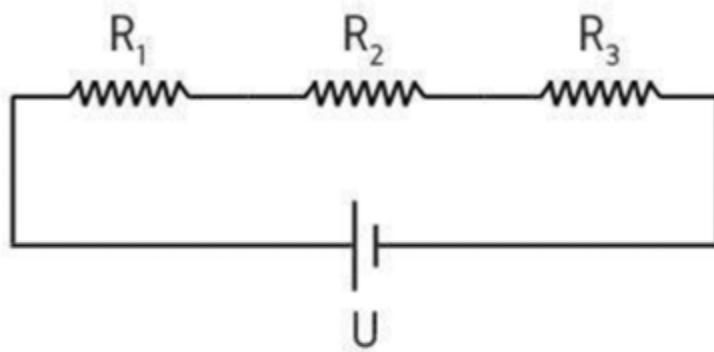
$$P_{ot} = U \cdot i$$

$$P_{ot} = R \cdot i^2$$

$$P_{ot} = \frac{U^2}{R}$$

Associação em Série

Em um circuito elétrico com diversos resistores, podemos associar esse conjunto de resistores em uma associação em série. Na figura abaixo temos um exemplo dessa associação.



Fonte: todamateria.com.br

Para esse circuito, os elétrons saem do polo positivo (lembre-se da corrente convencional) e passam pelos resistores R_1 , R_2 e R_3 . Sabemos que a função dos resistores é efetuar o Efeito Joule, logo, o valor da corrente elétrica não é alterada entre os resistores

$$i_1 = i_2 = i_3 = i$$

Como os resistores presentes não precisam, necessariamente, apresentar o mesmo valor de resistência, a d.d.p de cada resistor precisa ser diferente.

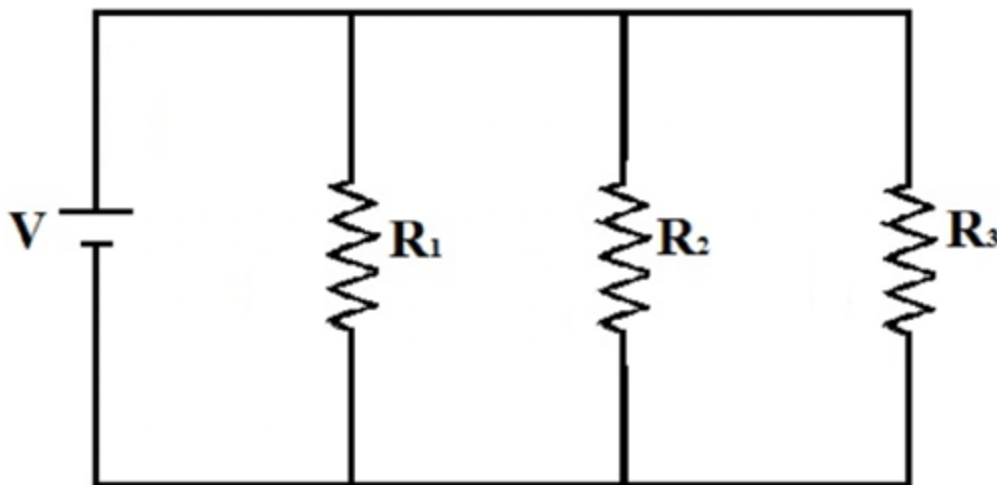
$$U_1 \neq U_2 \neq U_3 \neq U$$

Com isso, podemos montar o que chamamos de Resistência Equivalente. A resistência equivalente é o valor da resistência total apresentada por um circuito. A resistência equivalente de uma associação em série pode ser calculada da seguinte forma:

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

Associação em Paralelo

Em um circuito elétrico com diversos resistores, podemos associar esse conjunto de resistores em uma associação em paralelo. Na figura abaixo temos um exemplo dessa associação.



Fonte: todamateria.com.br

Igualmente com o que foi feito em série, para esse circuito, os elétrons saem do polo positivo (lembre-se da corrente convencional) e passam pelos resistores R_1 , R_2 e R_3 .

Agora, na associação em paralelo, vemos que a corrente precisa passar por uma bifurcação em seu caminho.

Isso significa que a corrente terá que se dividir, parte dela passar por baixo em R_1 e a outra parte seguir o caminho.

$$i_{total} = i_1 + i_2 + i_3$$

Isso nos prova que cada resistor irá apresentar valores de correntes diferentes. Em uma associação em paralelo, a d.d.p submetida para cada resistor é a mesma.

$$U_1 = U_2 = U_3 = U$$

A resistência equivalente de uma associação em paralelo pode ser calculada da seguinte forma:

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

Ondulatória

A ondulatória estuda o comportamento de ondas em modo geral. A aplicação mais utilizada para esse estudo ocorre em ondas periódicas e fenômenos ondulatórios. Nos últimos anos tivemos:

- 2 questões no ENEM 2021
- 5 questões no ENEM 2020
- 2 questões no ENEM 2019
- 5 questões no ENEM 2018
- 7 questões no ENEM 2017

Essa estatística usa como base todas as provas aplicadas nos anos, isso inclui:

- ENEM primeira aplicação
- ENEM Libras
- ENEM PPL
- ENEM Digital

Ondulatória

A Física identifica como onda qualquer tipo de perturbação que se propaga no espaço ou em um meio material. Por exemplo: uma fileira de dominós que é derrubada.

Os dominós vão caindo e você vai acompanhando o movimento. Mas qual é o movimento? As peças do dominó não andam, apenas caem umas sobre as outras... Mas, observe, essa queda é contínua, ela se propaga entre as

peças. Então, podemos explicar o que são ondas:

- são perturbações que se propagam;
- transportam energia;
- não transportam matéria
(a matéria recebe energia e se movimenta).

Classificação das ondas

Quando falamos de ondas, a primeira coisa importante a ser feita é classificar essa onda. A classificação da onda é feita observando seu comportamento em determinadas situações.

Quanto à natureza – ou seja, onde ela é formada –, podemos classificar as ondas como:

- **Mecânicas:** ondas que necessitam de um meio para se propagar. Exemplo: ondas sonoras (som);
- **Eletromagnéticas:** ondas que não necessitam de um meio para se propagar. Exemplo: radiação eletromagnética (luz).

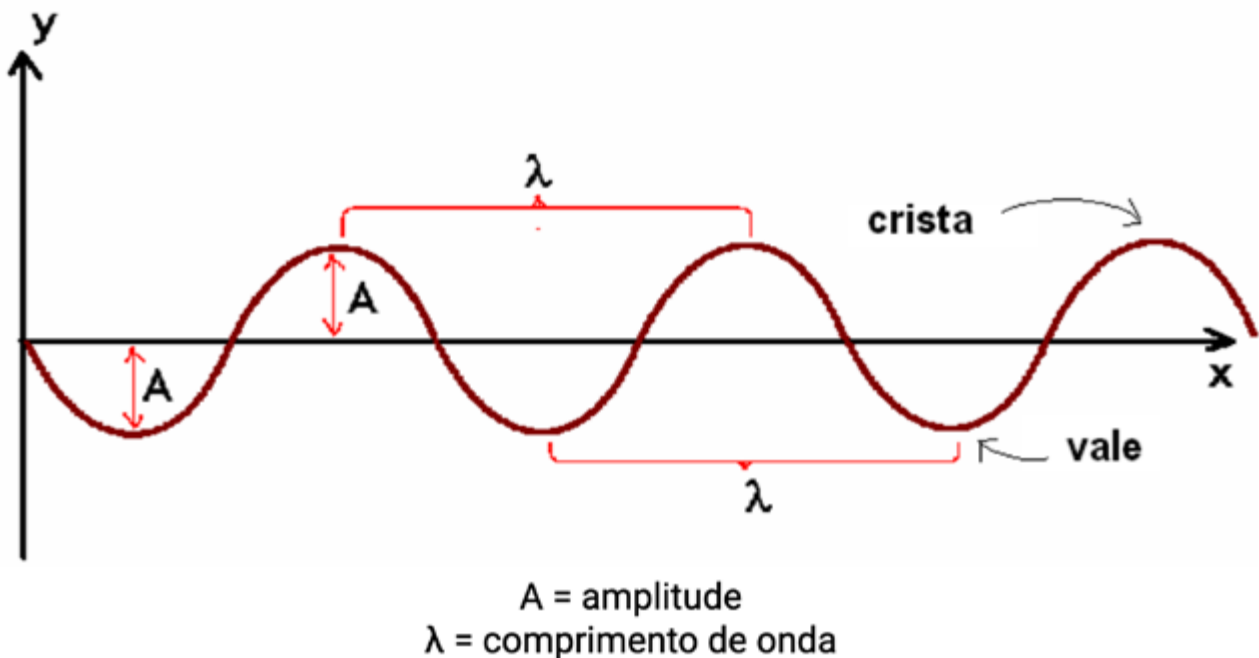
Quanto à forma de propagação – ou seja, como a perturbação é feita –, podemos classificar as ondas como:

- **Longitudinais:** as partículas do meio vibram na direção da propagação. Exemplo: som.
- **Transversais:** as partículas do meio vibram com direção perpendicular à de propagação. Exemplo: luz.

Ondas periódicas

Ondas periódicas são ondas feitas por uma fonte que executa oscilações de forma periódica; ou seja, uma fonte capaz de gerar o mesmo pulso em um intervalo de tempo controlado. É preciso reconhecer algumas características das ondas:

- O ponto mais alto é chamado de crista;
- O ponto mais baixo é chamado de vale ou depressão;
- A distância do eixo central até o ponto mais alto ou até o mais baixo é chamado de amplitude;
- A distância entre **duas cristas ou entre dois vales consecutivos** é chamado de **comprimento de onda**.



Equação fundamental da ondulatória

A equação fundamental da ondulatória tem a função de relacionar três grandezas ligadas a uma onda periódica: velocidade, frequência e comprimento de onda. Vamos para as definições dessas grandezas e suas unidades de medida no SI:

$$v = \lambda \cdot f$$

É importante, também, lembrar de algumas relações já vistas, como a relação entre período e frequência estudadas no movimento circular uniforme:

$$T = \frac{1}{f}$$

Sendo:

T é o período: tempo necessário para completar uma oscilação.

f é a frequência: número de oscilações em um período definido.

v é a velocidade de propagação da onda.

λ é o comprimento de onda (λ): distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos.

O período é medido em segundos (s), a frequência é medida em Hertz (Hz), a velocidade em metros por segundo (m/s) e o comprimento de onda em metros (m).

Fenômenos ondulatórios

Reflexão

A reflexão é o fenômeno ondulatório que consiste na incidência de uma onda em uma superfície, tendo como consequência o retorno dessa onda, permanecendo no meio e tendo seu sentido de propagação alterado.

- Por não haver mudança de meio, não ocorre mudança na velocidade de propagação da onda. Comprimento da onda e frequência também não são alterados.

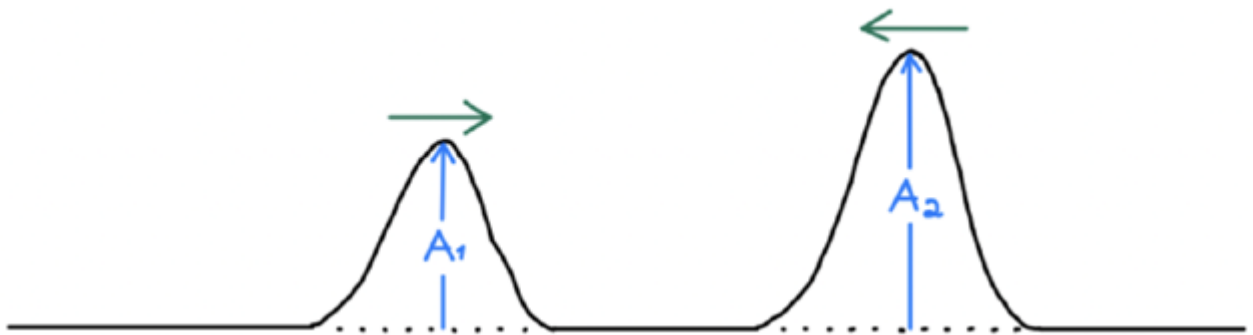
Refração

Refração é o fenômeno caracterizado pela mudança na velocidade da onda, motivado por uma mudança de meio de propagação.

- Não há variação de frequência ou período para uma onda que sofre refração. O comprimento de onda é que varia de forma diretamente proporcional à velocidade.
- Não é preciso mudança de direção ou de meio para que ocorra refração. É preciso que ocorram mudanças nas características do meio para que a velocidade modifique. Por exemplo, para uma onda do mar, basta mudar a profundidade que teremos mudança de velocidade, para uma onda sonora a velocidade no ar quente é diferente do ar frio.

Interferência

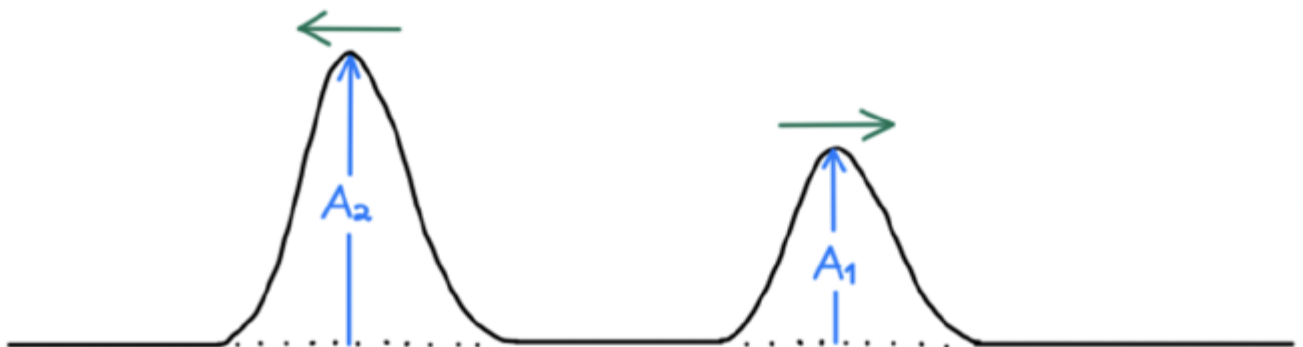
Interferência é o fenômeno caracterizado pela superposição de ondas com a mesma frequência. Essa superposição pode ter resultado construtivo ou destrutivo. A interferência é dita construtiva quando as ondas de mesma frequência produzem pulsos na mesma fase.



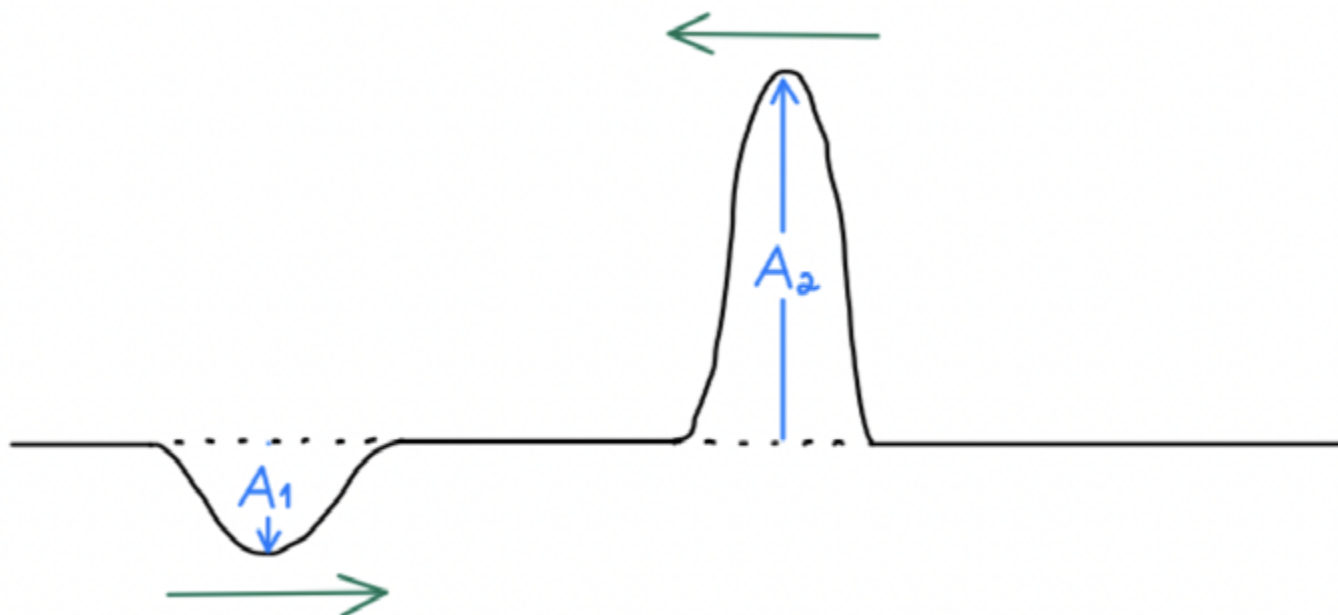
Nesses casos, teremos a soma das amplitudes geradas pelos pulsos, gerando um pulso resultante maior que os envolvidos.

$$A_{\text{resultante}} = A_1 + A_2$$

Após o encontro dos pulsos, notamos que cada pulso segue o seu caminho, permanecendo com suas características iniciais conservadas. Isso significa que o fenômeno de interferência não altera a onda.



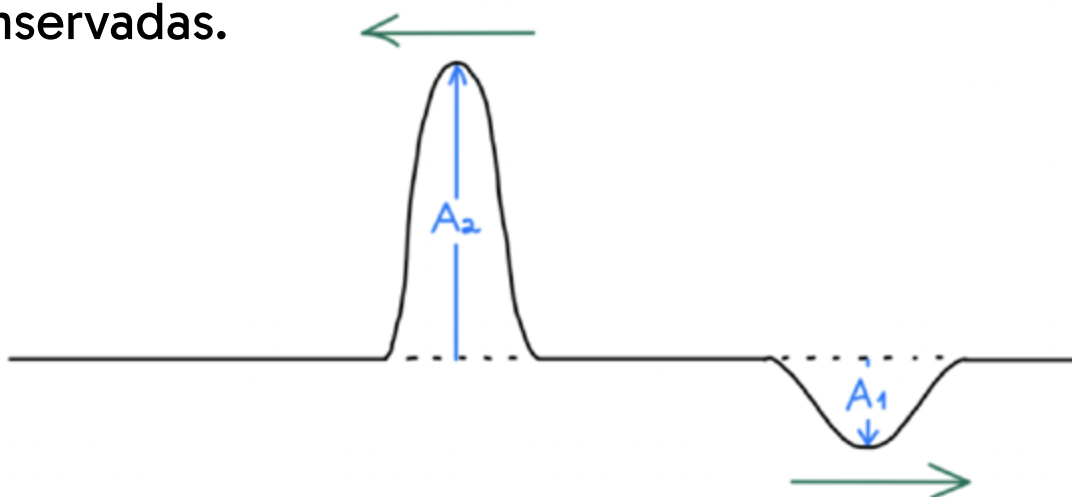
Já a interferência dita destrutiva ocorre quando as ondas de mesma frequência produzem pulsos em fases opostas.



Nesses casos, teremos a subtração das amplitudes geradas pelos pulsos. Vamos adotar a amplitude A_1 como negativa, já que ela aponta para o lado negativo do eixo vertical (utilizando o referencial usual)

$$A_{\text{resultante}} = -A_1 + A_2$$

Da mesma forma que na interferência construtiva, após o encontro dos pulsos, notamos que cada pulso segue o seu caminho, permanecendo com suas características iniciais conservadas.



Equação da interferência

Imagine que temos, em uma sala, duas caixas de som ligadas. Essas caixas conseguem produzir interferências construtivas e destrutivas em determinados pontos dessa sala. Para analisar essa situação, podemos utilizar a equação da interferência.

A fórmula que identifica a interferência é:

$$|P_{F_1} - P_{F_2}| = \eta \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Em que o PF_1 é a distância do ponto P até a fonte F_1 e PF_2 é a distância do ponto P até a fonte F_2 . O valor η é um número inteiro (1, 2, 3...) e λ é o comprimento de onda. Para saber a interferência no ponto P deve-se descobrir se o η é par ou ímpar. Fontes em fase são fontes ligadas simultaneamente e em oposição de fase há um atraso entre elas, geralmente o exercício diz se estão ou não em fase.

	Fontes em fase	Fontes em oposição de fase
η par	Int. Construtiva	Int. Destrutiva
η ímpar	Int. Destrutiva	Int. Construtiva

Difração

Difração é o fenômeno ondulatório que consiste na capacidade de uma onda contornar obstáculo. Em física clássica, o fenômeno da difração é descrito como uma aparente flexão das ondas em volta de pequenos obstáculos, também como o espalhamento, ou alargamento, das ondas após atravessar orifícios ou fendas. O fenômeno da difração acontece com todos os tipos de ondas, incluindo ondas sonoras, ondas na água e ondas eletromagnéticas (como luz visível, raios-X e ondas de rádio). Assim, a comprovação da difração da luz foi de vital importância para constatar sua natureza ondulatória.

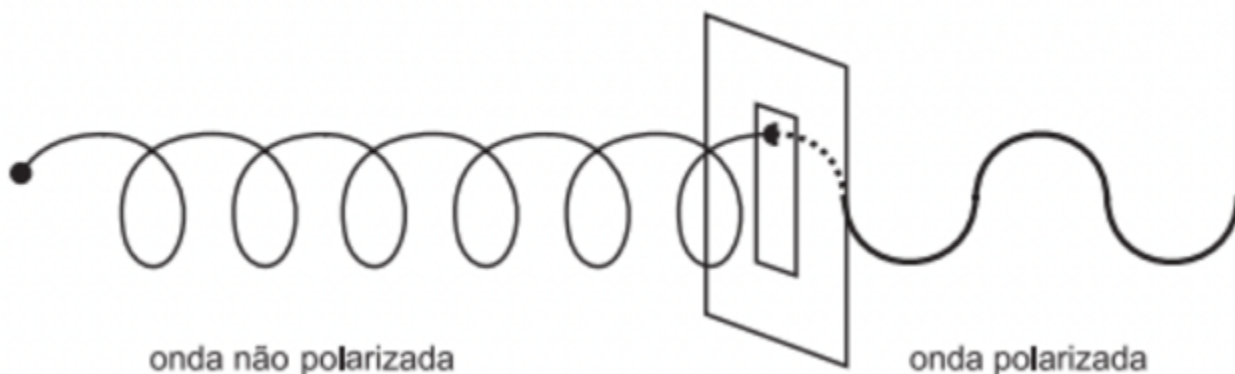
Ressonância

A Ressonância é o fenômeno ondulatório que consiste no alinhamento entre uma onda e um corpo devido a frequência da onda ser igual a frequência natural do corpo. Esse alinhamento faz o corpo vibrar junto com a onda que o incide. Um exemplo clássico é a taça excitada continuamente por um som bastante intenso e de frequência adequada, como a voz de uma cantora de opera. Se a onda provocada pela cantora for igual em frequência com a frequência natural da taça, a taça entra em ressonância e pode quebrar por excesso de vibração.



Polarização

A Polarização é um fenômeno ondulatório que consiste na filtragem de determinadas direções de propagação de uma onda. Essa filtragem só pode ser feita com ondas transversais, ou seja, ondas eletromagnéticas em geral. A polarização é feita utilizando filtros polarizadores.



Calorimetria

Calor é definido como um processo de transferência espontânea de energia da região de maior temperatura (maior concentração de energia cinética média por partícula) para a região de menor temperatura (menor concentração de energia cinética média por partícula). A aplicação mais utilizada para esse estudo ocorre em processos de troca de calor, potência térmica e processos de propagação de calor. Nos últimos anos tivemos:

- 4 questões no ENEM 2021
- 6 questões no ENEM 2020
- 4 questões no ENEM 2019
- 2 questões no ENEM 2018
- 4 questões no ENEM 2017

Essa estatística usa como base todas as provas aplicadas nos anos, isso inclui:

- ENEM primeira aplicação
- ENEM Libras
- ENEM PPL
- ENEM Digital

Capacidade Térmica (C)

A capacidade térmica de um objeto é o quanto deve ceder ou receber de energia por calor para variar a temperatura do objeto. Também pode ser o produto da massa do corpo vezes o calor específico do material que o constitui. Assim, temos:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = m \cdot c$$

Sendo:

- C a capacidade térmica.
- c o calor específico sensível.
- Q a quantidade de calor.
- ΔT a variação da temperatura.
- m a massa do corpo.

A unidade de capacidade térmica é cal/°C, ou no Sistema Internacional, J/K. A unidade de calor específico é cal/g°C, que no SI é J/g.K. Cada corpo é constituído de uma substância/material que, por sua vez, possui um valor de calor específico para cada estado físico. Esses valores são tabelados e você não precisa gravar nenhum deles. A massa é medida em grama (g) e a variação de temperatura em graus Celsius (°C). É muito comum o uso da caloria como unidade fora do SI. Na unidades atuais, 1 cal \approx 4,2 J. Não se preocupe em decorar esse valor.

Calor sensível (Q)

O calor sensível é a denominação dada para trocas de calor onde o corpo envolvido apresenta apenas mudanças na sua temperatura. Podemos calcular a quantidade de calor sensível da seguinte forma:

$$Q_s = mc\Delta T$$

Calor Latente

Em algumas situações, você pode fornecer calor para um sistema sem aumentar em nada sua temperatura. Isto normalmente ocorre durante uma mudança de estado físico (mudança de fase), como o gelo derretendo ou a água fervendo. Esta quantidade de calor dividida pela massa da substância é chamada de calor latente da transformação, e é denotada por L:

$$Q_L = m \cdot L$$

Sendo:

- L a quantidade de calor latente

A constante de latência (L) esta atrelada a mudança de estado físico proposta. Então temos um L para a ebulição do gelo e outro L para a vaporização da água.

Equilíbrio térmico

Quando colocamos dois objetos em contato um com o outro e esperamos tempo suficiente, eles tendem a atingir a mesma temperatura. Dizemos então que eles estão em equilíbrio térmico e a energia foi transferida de um ao outro, por meio do processo calor. Para dois ou mais corpos, vale a seguinte expressão:

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$$

Potência térmica

Quando temos em um sistema um elemento capaz de promover calor constante ao longo do tempo, dizemos que temos uma fonte térmica. Essa fonte térmica pode ser pensada como um forno, por exemplo. A fonte térmica, por apresentar esse fluxo constante de energia ao longo do tempo, iremos quantificar esse fluxo através de uma grandeza física chamada de Potência térmica.

$$P_{ot} = \frac{Q}{\Delta t}$$

Processo de propagação de Calor Condução

- Processo de transferência de calor que se dá de **molécula a molécula** (ou átomo a átomo), de forma a aumentar sua vibração.
- **Não** ocorre no vácuo, onde não há matéria.
- **Bons condutores de calor** – corpos que são constituídos de moléculas bem próximas, de forma a propagar o calor mais rapidamente. Exemplos: todos os metais.
- **Maus condutores de calor** (isolantes térmicos) – corpos que conduzem o calor por sua extensão mais demoradamente. Exemplos: plástico, borracha, ar, vidro, cortiça.
- **Lei de Fourier:** definimos o fluxo de calor como a razão da quantidade de calor que se propaga no corpo pelo tempo. Sua unidade usual é cal/s. Esse fluxo depende dos seguintes fatores:

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k.A.\Delta T}{L}$$

- k : coeficiente de condutibilidade térmica
- A : área da secção transversal
- ΔT : diferença de temperatura entre dois extremos do corpo
- L : comprimento do corpo ou sua espessura.

Convecção

- Processo característico de fluidos (gases, vapores e líquidos)
- Ocorre pela formação das chamadas correntes de convecção.

Ela se dá pelos seguintes passos:

1. Fluido recebe calor, e se expande;
2. Assim, sua densidade diminui, e ele fica mais “leve”;
3. Esse fluido sobe até camadas mais superiores;
4. O fluido que estava na parte superior, com menor temperatura, desce e ocupa o lugar do fluido que foi recém aquecido;
5. O processo se repete, resultando em correntes de convecção.

Irradiação (ou radiação)

- Processo que se dá através de ondas eletromagnéticas. Lembre-se: a **onda eletromagnética** transporta energia sem transportar matéria.
- É o único processo que acontece no **vácuo**.
- O Sol emite ondas eletromagnéticas em várias faixas do espectro, mas essencialmente: infravermelho, luz visível e ultravioleta, em ordem crescente de frequência (e energia). A radiação que chega à Terra é rica em raios UV (ultravioleta) primordialmente. Os corpos absorvem parte dessa radiação, se aquecendo, aumentando sua temperatura. Uma vez aquecidos, eles emitem radiação eletromagnética na faixa do infravermelho, também conhecida como ondas de calor. Alguns corpos chegam a emitir luz visível, devido às altas temperaturas alcançadas, como uma barra de metal em indústrias de siderurgia.

Cinemática

Cinemática representa o estudo do movimento. A aplicação mais utilizada para esse estudo ocorre em estudos de movimento não acelerados (apelidadas de M.U) processos de troca de calor, potência térmica e processos de propagação de calor. Nos últimos anos tivemos:

- 3 questões no ENEM 2021
- 6 questões no ENEM 2020
- 3 questões no ENEM 2019
- 3 questões no ENEM 2018
- 4 questões no ENEM 2017

Essa estatística usa como base todas as provas aplicadas nos anos, isso inclui:

- ENEM primeira aplicação
- ENEM Libras
- ENEM PPL
- ENEM Digital

Refração

Na refração, a luz passa de um meio para o outro.

A sua velocidade muda, pois cada meio oferece uma “resistência” à passagem da luz, o que provoca um desvio na sua trajetória. A frequência não se altera na refração, pois é determinada pela fonte de origem.



Índice de refração

Índice de refração absoluto

Uma grandeza de destaque no estudo da luz, relacionada à sua velocidade de propagação, é o índice de refração. Considere uma dada radiação monocromática, que se propaga no vácuo com velocidade c e num determinado meio com velocidade v . Por definição, o índice de refração absoluto (densidade óptica ou, simplesmente, índice de refração) desse meio para a radiação monocromática considerada é a grandeza adimensional n , definida por:

$$n = \frac{c}{v}$$

Sendo:

- n : o índice de refração do meio observado.
- c : a velocidade da luz no vácuo.
- v : a velocidade da luz no meio observado.

Observe que, se o meio considerado for o próprio vácuo, teremos $v = c$ e $n = c / v = 1$. Assim, o índice de refração absoluto do vácuo é igual a 1. Num meio material, porém, temos sempre $v < c$; conseqüentemente, o índice de refração de um meio material é sempre maior que 1.

É importante notar que o índice de refração absoluto de um meio é inversamente proporcional à velocidade de propagação da luz no meio e nunca é inferior a 1:

No vácuo: $n = 1$

Nos meios materiais: $n > 1$

Obs.: é comum em muitos exercícios de vestibulares a adoção do índice de refração absoluto para o ar como sendo aproximadamente 1.

Refringência

O conceito de refringência é importante, sobretudo para o estudo da refração da luz.

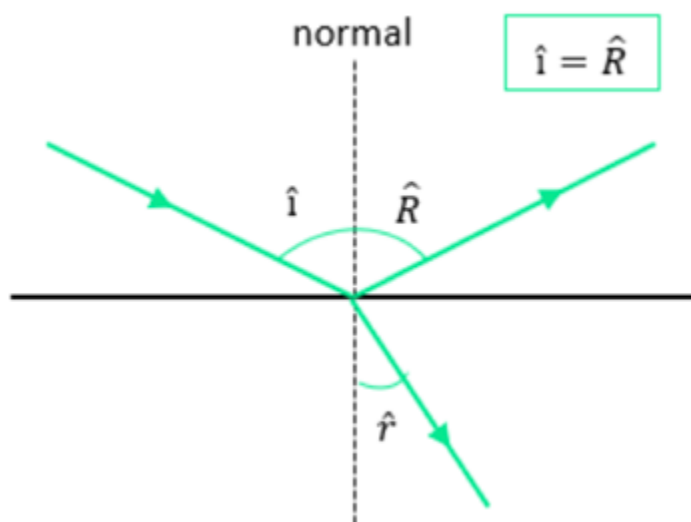
Dizemos que um meio é mais refringente que outro quando seu índice de refração é maior que o do outro. Assim, a água ($n \cong 1,3$) é mais refringente que o ar ($n = 1$) e menos refringente que o diamante ($n \cong 2,4$).

Em outras palavras, podemos dizer que um meio é mais refringente que outro quando a luz se propaga através dele com velocidade menor do que no outro.

Leis da refração

Para o estudo da refração, deve-se entender alguns termos. A linha imaginária perpendicular à superfície que divide os

dois meios (diopetro) é chamada normal. O ângulo entre o raio incidente (raio de luz no meio 1) e a normal se chama ângulo de incidência (i); o ângulo entre o raio refratado (raio de luz no meio 2) e a normal é conhecido como ângulo de refração.



Em que

- i : ângulo de incidência;
- \hat{R} : ângulo de reflexão;
- \hat{r} : ângulo de refração.

O fenômeno da refração é regido pelas duas leis seguintes:

1ª Lei da Refração

O raio incidente, o raio refratado e a reta normal traçada pelo ponto de incidência estão contidos no mesmo plano.

2ª Lei da Refração (Lei de Snell)

A razão entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração é constante para cada diopetro e para

cada luz monocromática. A Lei de Snell é expressa por:

$$n_1 \cdot \sin \hat{i} = n_2 \cdot \sin \hat{r}$$

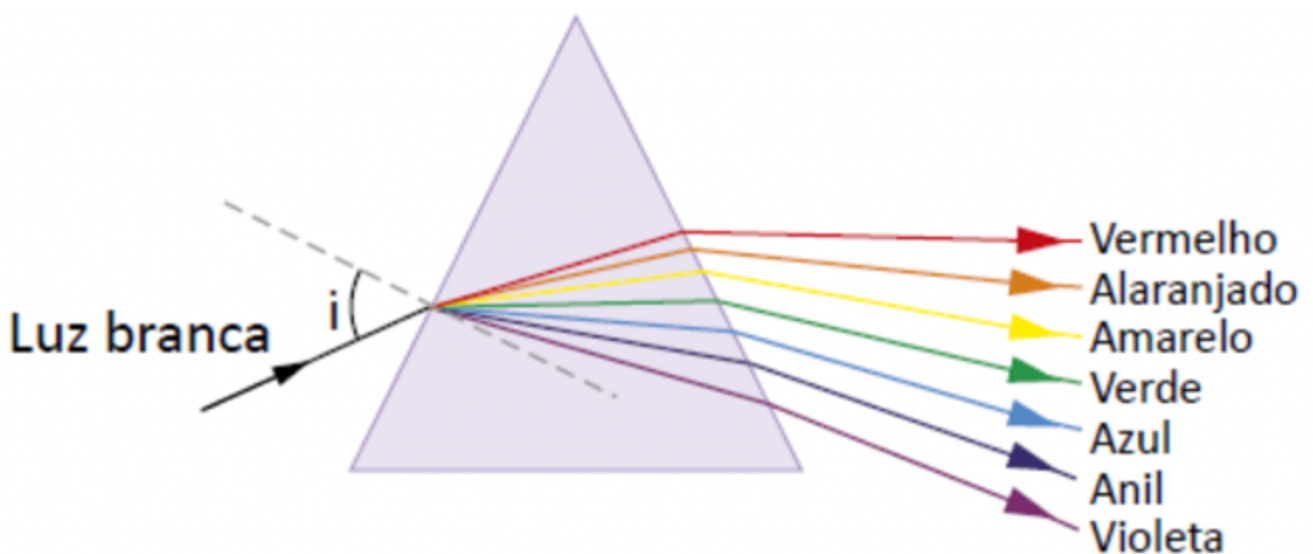
Em que:

- n_1 e n_2 : índice de refração dos meios 1 e 2, respectivamente;
- $\sin(\hat{i})$: seno do ângulo de incidência;
- $\sin(\hat{r})$: seno do ângulo de refração.

Em uma análise voltada para o comprimento das ondas de luz, podemos escrever a Lei de Snell da seguinte forma:

$$\frac{\sin \hat{i}}{\lambda_1} = \frac{\sin \hat{r}}{\lambda_2}$$

Com essa expressão, podemos entender os desvios feitos na dispersão da luz branca ao passar por um prisma.



EXERCÍCIOS ENEM



1. (Enem 2021) 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

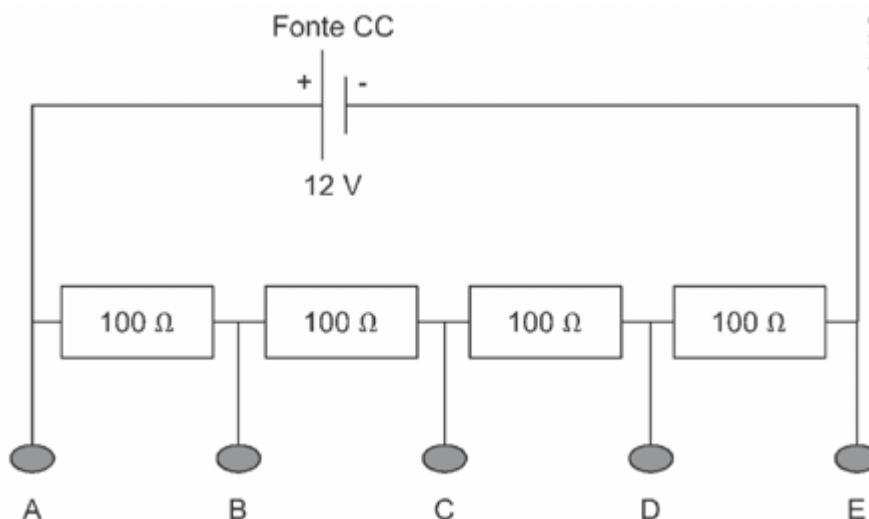
WEBER, S. B. et. al Ohm's Law Survives to the Atomic Scale. Science. n. 335. jan. 2012 (adaptado).

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) $R4 < R3 < R2 < R1$.



2. (Enem 2020) Um estudante tem uma fonte de tensão de 12 V. Como precisa alimentar equipamentos que operam em tensões menores, ele emprega quatro resistores de $100\ \Omega$ para construir um divisor de tensão. Obtém-se este divisor associando os resistores, como exibido na figura. Os aparelhos podem ser ligados entre os pontos A, B, C, D e E, dependendo da tensão especificada.

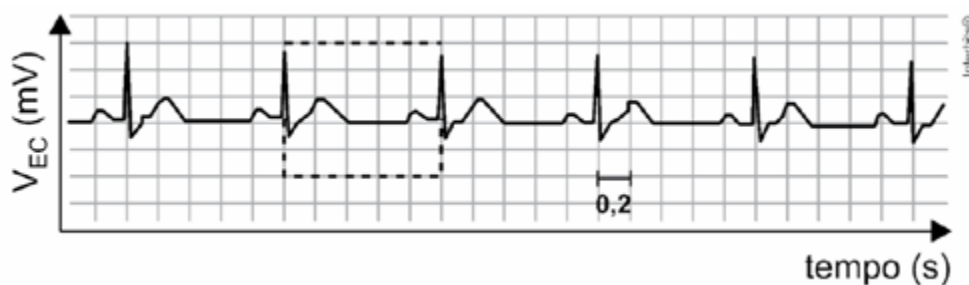


Ele tem um equipamento que opera em ^{9,0} com uma resistência interna de ¹⁰ $k\Omega$

Entre quais pontos do divisor de tensão esse equipamento deve ser ligado para funcionar corretamente e qual será o valor da intensidade da corrente nele estabelecida?

- a) Entre A e C; 30mA.
- b) Entre B e E; 30mA.
- c) Entre A e D; 1,2 mA.
- d) Entre B e E; 0,9 mA.
- e) Entre A e E; 0,9 mA.

3. (Enem 2021) O eletrocardiograma é um exame cardíaco que mede a intensidade dos sinais elétricos advindos do coração. A imagem apresenta o resultado típico obtido em um paciente saudável e a intensidade do sinal (V_{ec}) em função do tempo.



De acordo com o eletrocardiograma apresentado, qual foi número de batimentos cardíacos por minuto desse paciente durante o exame?

- a) 30.
- b) 60.
- c) 100.
- d) 120.
- e) 180.



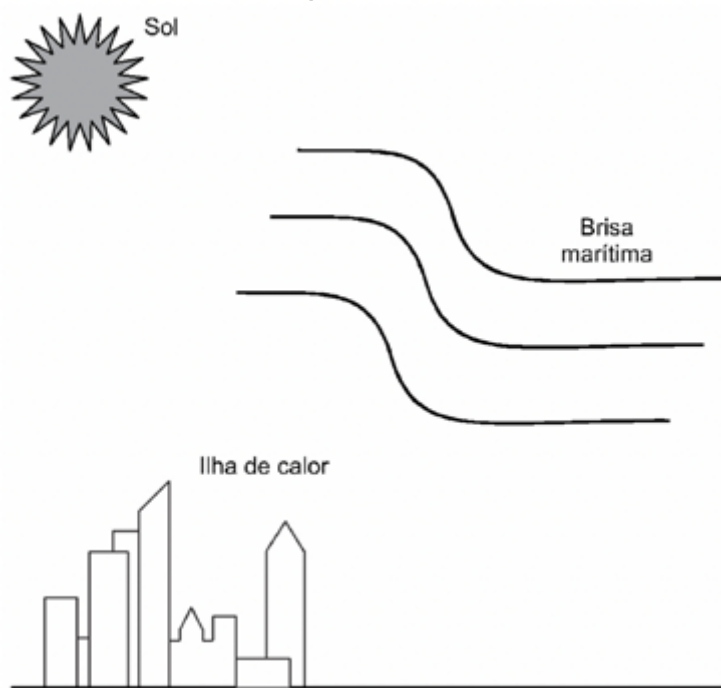
4. (Enem digital 2020) Para se deslocar e obter alimentos, alguns mamíferos, como morcegos e golfinhos, contam com a sofisticada capacidade biológica de detectar a posição de objetos e animais pela emissão e recepção de ondas ultrassônicas.

O fenômeno ondulatório que permite o uso dessa capacidade biológica é a

- a) reflexão.
- b) difração.
- c) refração.
- d) dispersão.
- e) polarização.



5. (Enem 2021) Na cidade de São Paulo, as ilhas de calor são responsáveis pela alteração da direção do fluxo da brisa marítima que deveria atingir a região de mananciais. Mas, ao cruzar a ilha de calor, a brisa marítima agora encontra um fluxo de ar vertical, que transfere para ela energia térmica absorvida das superfícies quentes da cidade, deslocando-a para altas altitudes. Dessa maneira, há condensação e chuvas fortes no centro da cidade, em vez de na região de mananciais. A imagem apresenta os três subsistemas que trocam energia nesse fenômeno.



No processo de fortes chuvas no centro da cidade de São Paulo, há dois mecanismos dominantes de transferência de calor: entre o Sol e a ilha de calor, e entre a ilha de calor e a brisa marítima.

VIVEIROS, M. Ilhas de calor afastam chuvas de represas.

Disponível em: www2.feis.unesp.br. Acesso em: 3 dez. 2019 (adaptado).

Esses mecanismos são, respectivamente,

- a) irradiação e convecção.
- b) irradiação e irradiação.
- c) condução e irradiação.
- d) convecção e irradiação.
- e) convecção e convecção.

6. (Enem 2020) Mesmo para peixes de aquário, como o peixe arco-íris, a temperatura da água fora da faixa ideal a (26°C a 28°C), bem como sua variação brusca, pode afetar a saúde do animal. Para manter a temperatura da água dentro do aquário na média desejada, utilizam-se dispositivos de aquecimento com termostato. Por exemplo, para um aquário de 50L pode-se utilizar um sistema de aquecimento de 50W otimizado para suprir sua taxa de resfriamento. Essa taxa pode ser considerada praticamente constante, já que a temperatura externa ao aquário é mantida pelas estufas. Utilize para a água o calor específico $4,0\text{ kJ kg}^{-1}$ e a densidade 1 kgL^{-1} .

Se o sistema de aquecimento for desligado por 1^{h} qual o valor mais próximo para a redução da temperatura da água do aquário?

- a) $4,0^{\circ}\text{C}$.
- b) $3,6^{\circ}\text{C}$.
- c) $0,9^{\circ}\text{C}$.
- d) $0,6^{\circ}\text{C}$.
- e) $0,3^{\circ}\text{C}$.



7. (Enem PPL 2021) No dia 14 de julho de 2015, a sonda espacial norte-americana New Horizons atingiu o ponto mais próximo que qualquer artefato humano esteve do planeta-anão Plutão. Neste instante a distância da sonda à Terra era de aproximadamente 5 bilhões de quilômetros. As primeiras imagens de Plutão não chegaram à Terra instantaneamente quando enviadas através de um sinal de rádio, pois a velocidade da luz é de 3×10^8 m/s.

NOGUEIRA, S. Uma jornada até Plutão. Pesquisa Fapesp, n. 234, ago. 2015. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 2 jul. 2019 (adaptado).

No momento da máxima aproximação de Plutão, o valor mais próximo do tempo decorrido entre o envio de uma imagem pela antena transmissora da sonda e sua recepção por uma antena receptora na Terra é

- a) $4,6 \times 10^3$ s.
- b) $9,3 \times 10^3$ s.
- c) $1,6 \times 10^1$ s.
- d) $1,7 \times 10^4$ s.
- e) $3,4 \times 10^4$ s.



8. (Enem 2021) No seu estudo sobre a queda dos corpos, Aristóteles afirmava que se abandonarmos corpos leves e pesados de uma mesma altura, o mais pesado chegaria mais rápido ao solo. Essa ideia está apoiada em algo que é difícil de refutar, a observação direta da realidade baseada no senso comum.

Após uma aula de física, dois colegas estavam discutindo sobre a queda dos corpos, e um tentava convencer o outro de que tinha razão:

Colega A: “O corpo mais pesado cai mais rápido que um menos pesado, quando largado de uma mesma altura. Eu provo, largando uma pedra e uma rolha. A pedra chega antes. Pronto! Tá provado!”.

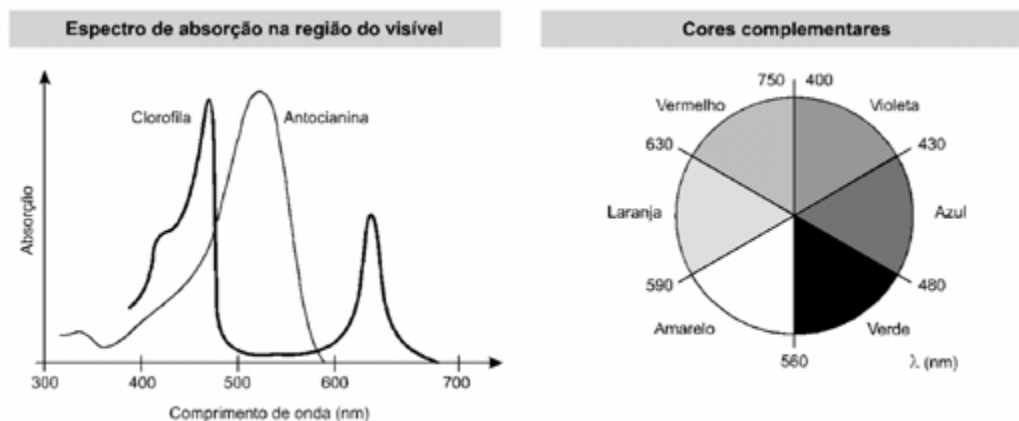
Colega B: Eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como isso é possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!”.

HÜLSENDEGER, M. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, n. 3, dez. 2004 (adaptado).

O aspecto físico comum que explica a diferença de comportamento dos corpos em queda nessa discussão é o(a)

- a)** peso dos corpos.
- b)** resistência do ar.
- c)** massa dos corpos.
- d)** densidade dos corpos.
- e)** aceleração da gravidade.

9. (Enem 2021) No outono, as folhas das árvores mudam de cor, de verde para tons de amarelo, castanho, laranja e vermelho. A cor verde das folhas deve-se ao pigmento clorofila. Nas plantas de folhas caducas, a produção de clorofila diminui e o tom verde desvanece, permitindo assim que outros pigmentos, como o caroteno, de coloração amarelo-laranja, e a antocianina, de tons avermelhados, passem a dominar a tonalidade das folhas. A coloração observada se dá em função da interação desses pigmentos com a radiação solar. Conforme apresentado no espectro de absorção, as moléculas de clorofila absorvem a radiação solar nas regiões do azul e do vermelho, assim a luz refletida pelas folhas tem falta desses dois tons e as vemos na cor verde. Já as antocianinas absorvem a luz desde o azul até o verde. Nesse caso, a luz refletida pelas folhas que contêm antocianinas aparece conforme as cores complementares, ou seja, vermelho-laranja.



Disponível em: <https://vidauniversoydemas.wordpress.com>. Acesso em: 6 dez, 2017 (adaptado).

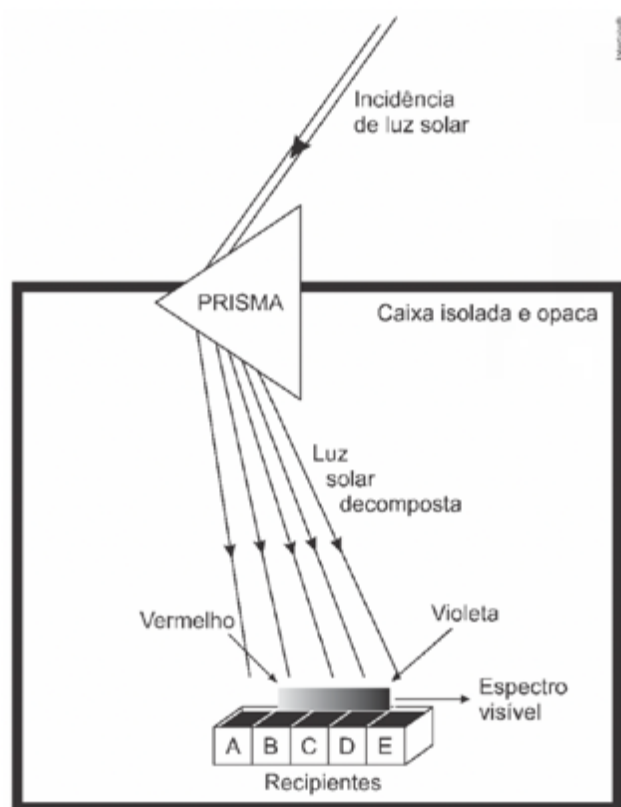
Em qual faixa do espectro visível os carotenos absorvem majoritariamente?

- a) Entre o violeta e o azul.
- b) Entre o azul e o verde.
- c) Entre o verde e o amarelo.
- d) Entre o amarelo e o laranja.
- e) Entre o laranja e o vermelho.

10. (Enem 2020) Herschel, em 1880, começou a escrever sobre a condensação da luz solar no foco de uma lente e queria verificar de que maneira os raios coloridos contribuem para o aquecimento. Para isso, ele projetou sobre um anteparo o espectro solar obtido com um prisma, colocou termômetros nas diversas faixas de cores e verificou nos dados obtidos que um dos termômetros iluminados indicou um aumento de temperatura maior para uma determinada faixa de frequências. SAYURI, M.; GASPAR, M. B. Infravermelho na sala de aula.

Disponível em: www.cienciamao.usp.br. Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Para verificar a hipótese de Herschel, um estudante montou o dispositivo apresentado na figura. Nesse aparato, cinco recipientes contendo água, à mesma temperatura inicial, e separados por um material isolante térmico e refletor são posicionados lado a lado (A, B, C, D e E) no interior de uma caixa de material isolante térmico e opaco. A luz solar, ao entrar na caixa, atravessa o prisma e incide sobre os recipientes. O estudante aguarda até que ocorra o aumento da temperatura e a afere em cada recipiente.



Em qual dos recipientes a água terá maior temperatura ao final do experimento?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

GABARITOS

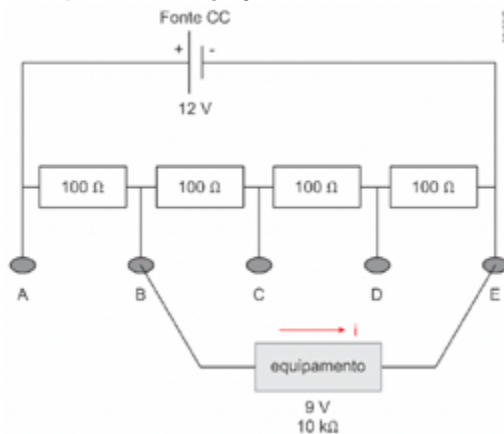
1. C) Aplicando a segunda lei de Ohm aos quatro fios:

$$R = \rho \frac{L}{A} \left\{ \begin{array}{l} R_1 = \rho \frac{312}{9} \Rightarrow R_1 \approx 34,7 \rho \\ R_2 = \rho \frac{47}{4} \Rightarrow R_2 \approx 11,8 \rho \\ R_3 = \rho \frac{54}{2} \Rightarrow R_3 = 27,0 \rho \\ R_4 = \rho \frac{106}{1} \Rightarrow R_4 = 106,0 \rho \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{R_2 < R_3 < R_1 < R_4}$$

2. D) Como os resistores são iguais, as tensões entre dois terminais consecutivos também são iguais. Assim:

$$U_{AB} = U_{BC} = U_{CD} = U_{DE} = \frac{12}{4} = 3 \text{ V}$$

Como seu equipamento é de 9 V, serão necessários três intervalos. Então a ligação pode ser feita entre os pontos A e D ou entre B e E. A figura ilustra uma dessas possíveis ligações.



Aplicando a 1ª lei de Ohm ao equipamento:

$$U_{BE} = Ri \Rightarrow i = \frac{U}{R} \Rightarrow i = \frac{9}{10 \times 10^3} \Rightarrow i = 0,9 \times 10^{-3} \Rightarrow \boxed{i = 0,9 \text{ mA}}$$

OBS: Rigorosamente, quando o equipamento é ligado, modifica-se o circuito e a tensão fica diferente de 9 V. Mas essa diferença pode ser desprezada, pois resistência do equipamento é muito maior do que as dos resistores que fazem a divisão de tensão

GABARITOS

3. B) No gráfico, lê-se que o período dos batimentos corresponde a 5 quadriculos, cada um representando 0,2 s.

Assim, o período é:

$$T = 5 \times 0,2 = 1\text{ s} \Rightarrow T = \frac{1}{60} \text{ min}$$

Em 1 minuto, têm-se:

$$T = \frac{\Delta t}{N} \Rightarrow N = \frac{\Delta t}{T} = \frac{1}{1/60} \Rightarrow N = 60 \text{ batimentos}$$

4. A) Após emitidas, as ondas são refletidas para que possam retornar ao animal para o seu reconhecimento da posição dos objetos. Ou seja, esta capacidade é permitida através da reflexão das ondas ultrassônicas.

5. A) O processo de transferência de calor entre o Sol e a ilha de calor é o da **irradiação**, capaz de atravessar o vácuo existente entre ambos. Entre a ilha de calor e a brisa marítima, o processo de transferência dominante é o da **convecção** das massas de ar, que sobem quando aquecidas.

6. C) Se a potência de 50 W mantém constante a temperatura da água no aquário, significa que a taxa de resfriamento é de 50 W.

Aplicando a expressão da potência térmica:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = P \Delta t \Rightarrow mc \Delta T = P \Delta t \Rightarrow \rho V c \Delta T = P \Delta t \Rightarrow$$
$$\Delta T = \frac{P \Delta t}{\rho V c} \Rightarrow \Delta T = \frac{50 \times 3600}{1 \times 50 \times 4000} \Rightarrow \Delta T = 0,9^\circ\text{C}$$

GABARITOS

7. D)

Dados: $\Delta S = 5 \times 10^9 \text{ km} = 5 \times 10^{12} \text{ m}$; $v = c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Sendo a velocidade constante, o movimento é uniforme. Então:

$$\Delta S = vt \Rightarrow t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{5 \times 10^{12}}{3 \times 10^8} = 1,66 \times 10^4 \text{ s} \Rightarrow \boxed{t \approx 1,7 \times 10^4 \text{ s}}$$

8. B) O aspecto comum que explica a diferença nos tempos de queda dos corpos é a força de resistência do ar, que depende principalmente do próprio ar e da forma geométrica (aerodinâmica) de cada corpo. .

9. A) O gráfico de cores complementares demonstra que os comprimentos de onda absorvidos pelas antocianinas (do azul ao verde) e os refletidos (do vermelho ao laranja) encontram-se em posições diametralmente opostas. De acordo com o texto, os carotenos refletem os comprimentos do amarelo ao laranja, deste modo, devem absorver as cores opostas no gráfico: entre o violeta e azul.

10. A) Ao passar pelo prisma a luz sofre dispersão, decompondo-se nas suas diversas frequências. As ondas de calor (infravermelho) desviam menos que o vermelho, incidindo no recipiente A, provocando maior aquecimento.

**AGORA É SÓ
CHUTAR PRO GOL
E COMEMORAR
A APROVAÇÃO**

