

ESCOLA: _____
PROFESSOR(A): _____
ESTUDANTE: _____

DATA: ____/____/____
TURMA: _____

Aula 04: Sue Storm e o Desvio da Luz - Refração e Transparência

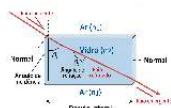
ATIVIDADE BASEADA NA OBRA "A FÍSICA E OS SUPER-HERÓIS"

■ APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. Quando a luz passa do ar para o corpo de Sue Storm (supondo que ela seja um meio transparente), ocorre uma mudança na sua velocidade de propagação. Esse fenômeno óptico é chamado de:

- A) Reflexão.
- B) Difração.
- C) Polarização.
- D) Refração.
- E) Interferência.

2. Segundo o Guia de Atividades, se a Mulher Invisível for transparente como um vidro, sua silhueta ainda poderia ser notada no ar porque:



- A) A luz sempre para ao encontrar um sólido.
- B) O índice de refração do corpo dela é diferente do índice de refração do ar.
- C) Ela emite luz própria de cor azul.
- D) A luz não consegue atravessar tecidos humanos.
- E) Ela reflete 100% da luz solar.

3. O índice de refração (n) é uma grandeza adimensional que relaciona a velocidade da luz no vácuo (c) com a velocidade da luz no meio (v). A expressão matemática correta para esse cálculo é:

- A) $n = v / c$
- B) $n = c / v$
- C) $n = c \cdot v$
- D) $n = c + v$
- E) $n = c - v$

4. A luz viaja com velocidade máxima no vácuo (300.000 km/s). Ao entrar em qualquer meio material transparente, como o corpo de um herói, sua velocidade sempre:

- A) Aumenta.
- B) Diminui.
- C) Permanece constante.
- D) Torna-se nula.
- E) Dobra de valor.

5. No simulador PhET "Desvio da Luz", ao passar do Ar para a Água, o raio de luz sofre um desvio. Se trocarmos a Água por Vidro (que possui maior índice de refração), o desvio do raio em relação à linha normal irá:

- A) Diminuir.
- B) Desaparecer.
- C) Tornar-se uma reflexão total imediata.
- D) Aumentar.
- E) Mudar a cor do laser para verde.

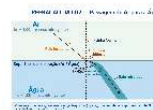
6. No experimento "O Vidro Invisível", um bastão de vidro "desaparece" quando mergulhado em óleo de cozinha. Fisicamente, isso acontece porque:

- A) Os índices de refração do vidro e do óleo são muito próximos, eliminando o desvio da luz.
- B) O óleo é um ácido que dissolve o vidro.
- C) O vidro torna-se opaco dentro do óleo.
- D) A luz não consegue penetrar em fluidos gordurosos.
- E) O óleo reflete toda a luz antes de atingir o vidro.

7. Para que a Mulher Invisível consiga sumir completamente no ar sem deixar rastros ópticos, o índice de refração de seu corpo deveria ser:

- A) Igual a zero.
- B) Igual ao do diamante (2,42).
- C) Igual ao do ar ($\approx 1,00$).
- D) Infinito.
- E) Negativo.

8. No estudo da refração, a linha tracejada perpendicular à superfície de separação entre dois meios é chamada de:



- A) Linha de Visada.
- B) Linha Normal.
- C) Linha Tangente.
- D) Eixo de Reflexão.
- E) Fronteira de Onda.

9. De acordo com a Dica para o Professor no Guia, um erro comum dos alunos é achar que a luz "faz curva" sozinha na refração. Na verdade, a refração ocorre:

- A) Apenas no vácuo.
- B) No centro do objeto transparente.
- C) Somente quando o herói está em movimento.
- D) Apenas com luzes coloridas.
- E) Na fronteira entre dois meios, devido à mudança de velocidade.

10. Se um raio de luz incidir exatamente sobre a linha normal (ângulo de 0°) ao passar do ar para o corpo de Sue Storm, o que acontecerá com seu trajeto?

- A) Não sofrerá desvio, seguindo em linha reta, embora sua velocidade mude.
- B) Sofrerá o desvio máximo.
- C) Voltará para o ar (reflexão).
- D) Desaparecerá dentro do corpo dela.
- E) Mudará de frequência.

■ TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIAS)

11. Considere que a luz viaja a 200.000 km/s dentro do campo de força da Mulher Invisível. Sendo a velocidade da luz no vácuo 300.000 km/s, o índice de refração desse campo é:

- A) 1,0.
- B) 1,33.
- C) 0,66.
- D) 1,5.
- E) 2,0.

12. Analisando os dados do Guia, podemos afirmar que quanto maior o índice de refração de um meio:



- A) Maior será a velocidade da luz nele.
- B) Menor será a velocidade da luz em seu interior.
- C) Mais próximo do vácuo ele será.
- D) Mais transparente ele se torna.
- E) Menos a luz se desvia ao entrar nele.

13. No simulador PhET, se colocarmos "Ar" como o meio superior e "Ar" como o meio inferior, o raio laser não sofre desvio. Como Sue Storm usa essa lógica para ficar invisível?

- A) Ela remove o ar ao redor dela.
- B) Ela tenta igualar o índice de refração de seu corpo ao do ar.
- C) Ela se move na velocidade da luz.
- D) Ela absorve todo o ar para dentro dos pulmões.
- E) Ela cria um vácuo absoluto em sua pele.

14. A proposta tecnológica dos metamateriais mencionada no tópico 4.3 busca fazer a luz se comportar como:

- A) Um espelho plano perfeito.
- B) Um laser de alta potência.
- C) Água fluindo ao redor de uma rocha em um riacho.
- D) Uma onda sonora no vácuo.
- E) Luz absorvida por um buraco negro.

15. Um raio de luz passa do Ar ($n \approx 1,0$) para um bloco de cristal ($n=2,0$). Ao atravessar a fronteira entre os meios, o raio:

- A) Se afasta da linha normal.
- B) Mantém a mesma velocidade.
- C) Sofre difração lateral imediata.
- D) Se aproxima da linha normal, pois entra em um meio mais refringente.
- E) Aumenta seu comprimento de onda.

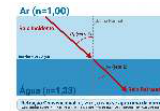
16. O "Manto de Invisibilidade" feito de metamateriais é diferente da transparência natural de um vidro porque:

- A) Ele desvia a luz ao redor do objeto, escondendo o que está atrás e o próprio objeto.
- B) Ele é opaco e não deixa a luz passar.
- C) Ele reflete a luz de volta para a fonte.
- D) Ele funciona apenas com luz infravermelha.
- E) Ele diminui a temperatura do corpo.

17. Se a Mulher Invisível estivesse mergulhada em uma piscina e seu corpo tivesse o mesmo índice de refração da água ($n=1,33$), um nadador veria:

- A) A silhueta dela nitidamente devido ao desvio da luz.
- B) Apenas o esqueleto dela.
- C) Nada, ela estaria perfeitamente invisível para quem está dentro d'água.
- D) Um vulto escuro (meio opaco).
- E) Um arco-íris saindo dela.

18. Na refração comum, quando a luz passa de um meio menos refringente para um mais refringente:



- A) O ângulo de refração é menor que o de incidência.
- B) O ângulo de refração é maior que o de incidência.
- C) A luz viaja mais rápido no segundo meio.
- D) O raio de luz é cancelado.
- E) A luz se torna ultravioleta.

19. Um vilão tenta disparar um laser contra Sue Storm. Se ela usar um campo de força com índice de refração negativo, o laser sofreria "Refração Negativa". Segundo a Figura 4.8 do livro, isso significa que o raio:

- A) Atravessa em linha reta sem mudar nada.
- B) É absorvido e vira calor.
- C) Sai do campo de força antes mesmo de entrar.
- D) Viaja mais rápido que a luz no vácuo.
- E) É desviado para o mesmo lado da linha normal em relação ao raio incidente.

20. No PhET "Desvio da Luz", ao aumentar o índice de refração do segundo meio, observamos que o raio se aproxima da normal. Se diminuirmos o índice do segundo meio para que seja menor que o do primeiro, o raio:

- A) Se aproximará ainda mais da normal.
- B) Desaparecerá por absorção.
- C) Sofrerá apenas reflexão.
- D) Ficará parado na fronteira.
- E) Se afastará da linha normal.

■ DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS)

21. O autor afirma que a "curva" contínua da luz ao redor de um corpo (como no Manto de Invisibilidade) só é possível com metamateriais. Por que a refração comum em lentes de vidro não consegue o mesmo efeito de invisibilidade total?

- A) Porque o vidro é sempre opaco.
- B) Porque a luz viaja muito rápido no vidro.
- C) Porque lentes de vidro emitem luz própria.
- D) Porque na refração comum a luz entra no objeto e sofre desvios bruscos nas superfícies, revelando a presença do meio.
- E) Porque o vidro não interage com o ar.

22. Se Sue Storm usar um traje de metamaterial que faz a luz contornar seu corpo perfeitamente, como a água contorna uma rocha, ela poderá ser vista por alguém posicionado atrás dela?

- A) Sim, pois ela criará uma sombra enorme.
- B) Sim, mas apenas se ela se mover rápido.
- C) Não, mas ela brilhará como o Sol.
- D) Sim, através do som que ela produz.
- E) Não, pois a luz que vinha de trás dela chegará ao observador como se tivesse viajado em linha reta pelo espaço vazio.

23. O debate proposto no Guia (item 6) questiona: se a luz contorna Sue Storm sem atingir seus olhos, ela conseguirá ver o que acontece lá fora?



- A) Sim, pois a visão não depende da luz atingir os olhos.
- B) Sim, pois ela pode ver através do campo de força por telepatia.
- C) Não, mas ela poderá ver através do som (ecolocalização).
- D) Sim, porque o metamaterial cria fótons artificiais.
- E) Não, pois para enxergar, a luz precisa entrar nos olhos e atingir a retina; se a luz apenas contorna o corpo, nada entra nos olhos dela.

24. Um material possui índice de refração $n=1,5$. Se a velocidade da luz no vácuo é c , a velocidade da luz nesse meio é:

- A) $1,5 c$
- B) $c - 1,5$
- C) $c / 1,5$
- D) $0,5 c$
- E) $c^2 / 1,5$

25. A invisibilidade por "contorno" (metamateriais) resolve um problema que a invisibilidade por "transparência" (tipo vidro) não resolve. Esse problema é:

- A) O fato de a transparência exigir que o herói seja feito de gelo.
- B) A necessidade de o herói respirar oxigênio.
- C) A cor azul que corpos transparentes costumam ter.
- D) O desvio da luz (refração) que ocorre quando os índices de refração do corpo e do ar não são idênticos.
- E) A impossibilidade de atravessar paredes.

26. Considere um metamaterial com índice de refração igual ao do ar ($n=1,0$). Se colocarmos esse material dentro de uma caixa de vidro ($n=1,5$), o metamaterial será:

- A) Invisível.
- B) Opaco.
- C) Uma fonte de luz verde.
- D) Um espelho perfeito.
- E) Visível, pois a luz sofrerá refração ao passar do vidro para ele.

27. Analisando a BNCC (EM13CNT301) citada no Guia, a habilidade de "realizar previsões sobre o comportamento da luz" permite concluir que, se Sue Storm entrar em uma sala cheia de fumaça:

- A) A luz será espalhada pelas partículas de fumaça ao atingir seu corpo (mesmo transparente), revelando sua silhueta.
- B) Ela continuará 100% invisível.
- C) A fumaça ficará invisível também.
- D) O índice de refração da fumaça será sempre zero.
- E) Ela perderá seus poderes instantaneamente.

28. No tópico 4.2, discute-se a visibilidade de objetos transparentes. Um diamante é muito brilhante e visível, apesar de ser transparente, principalmente por causa de:

- A) Sua cor naturalmente preta.
- B) Sua baixa densidade.
- C) Seu alto índice de refração (2,42), que causa grandes desvios e reflexões internas da luz.
- D) Sua capacidade de emitir luz infravermelha.
- E) Seu equilíbrio térmico com o Sol.

29. Se um experimento mostrasse que a luz viaja a 300.000 km/s dentro de um novo material criado pelo Sr. Fantástico, poderíamos afirmar que o índice de refração desse material é:

- A) 0,5.
- B) 1,5.
- C) 1,0.
- D) 2,0.
- E) 3,0.

30. Conclusão da Aula 04: A principal diferença física entre a Mulher Invisível dos quadrinhos (transparente) e um avião "Stealth" (invisível ao radar) é que:

- A) A Sue lida com ondas de luz visível (óptica), enquanto o avião lida com ondas de rádio (eletromagnetismo de baixa frequência).
- B) O avião é transparente e a Sue é opaca.
- C) O avião faz a luz fazer curva e a Sue reflete tudo.
- D) Não há diferença, ambos usam o índice de refração do vácuo.
- E) O avião é invisível porque viaja mais rápido que a luz.

1. **D** — Refração é mudança de velocidade ao mudar de meio.
2. **B** — Se índice diferente, luz sofre desvio, permitindo notar objeto.
3. **B** — Definição $n=c/v$.
4. **B** — Luz sempre desacelera ao passar do vácuo para meio material.
5. **D** — Quanto maior índice do segundo meio, maior desvio em relação à direção original.
6. **A** — Objetos com mesmo índice do meio não desviam luz e tornam-se invisíveis.
7. **C** — Para não haver desvio na fronteira com ar, índice deve ser igual ao do ar.
8. **B** — Linha normal é referência perpendicular à superfície.
9. **E** — Refração causada pela mudança de velocidade na interface.
10. **A** — Na incidência normal, não há desvio angular, apenas mudança de velocidade.
11. **D** — $n=300.000/200.000=1,5$.
12. **B** — Índice inversamente proporcional à velocidade no meio.
13. **B** — Igualar índice ao do meio externo elimina refração.
14. **C** — Metamateriais buscam guiar luz ao redor dos objetos.
15. **D** — Ao passar para meio mais refringente, raio se aproxima da normal.
16. **A** — Tecnologia de contorno evita interação brusca da luz.
17. **C** — Se índices iguais, não há desvio nem reflexão, invisível no meio.
18. **A** — Ao entrar em meio mais refringente, ângulo com normal diminui.
19. **E** — Na refração negativa, raio desviado permanece do mesmo lado da normal.
20. **E** — Ao passar para meio menos refringente, luz acelera e se afasta da normal.
21. **D** — Superfícies de vidro causam desvios nítidos que revelam forma; manto guia suavemente.
22. **E** — Se luz guiada ao redor, observador vê imagem do que está atrás sem distorções.
23. **E** — Paradoxo da visão: se luz não atinge olhos, não há imagem.
24. **C** — De $n=c/v$, temos $v=c/n \rightarrow v=c/1,5$.
25. **D** — Transparência comum sofre com diferença de índices ar-corpo.
26. **E** — Índice diferente do vidro causa desvio na fronteira.
27. **A** — Partículas sólidas refletem luz, revelando silhueta.
28. **C** — Alto índice faz luz sofrer muitos desvios, aumentando brilho.
29. **C** — Se velocidade igual à do vácuo, $n=c/c=1,0$.
30. **A** — Mulher Invisível lida com visível; Stealth com micro-ondas de radar.