

ESCOLA: _____

DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

TURMA: 2º Ano _____

ESTUDANTE: _____

■ Lista 08 (Vol.2) - 2º Ano EM: Homem-Formiga e a Difração — Óptica Ondulatória

2º Ano EM • A Física e os Super-Heróis • Difração, Limite de Resolução e Microscopia

■ APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. Quando o Homem-Formiga encolhe a níveis microscópicos, ele percebe que o mundo começa a ficar borrado. O fenômeno físico que descreve a luz contornando obstáculos ou se espalhando ao passar por pequenas aberturas é a:

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

2. [IMAGEM: Homem-Formiga minúsculo tentando olhar para um objeto, mas vendo apenas manchas coloridas e borradas]. Segundo o Guia de Atividades, a visão do herói fica prejudicada porque seus olhos tornam-se menores que o:

- A) Tamanho de um átomo de ferro.
- B) Comprimento de onda da luz visível.
- C) Alcance do seu braço.
- D) Campo magnético da Terra.
- E) Ponto de fusão do titânio.

3. A luz visível é uma onda eletromagnética. De acordo com o material, o comprimento de onda médio da luz que os humanos utilizam para enxergar é de aproximadamente:

- A) 500 mm.
- B) 500 cm.
- C) 500 nm (nanômetros).
- D) 500 km.
- E) 500 m.

4. No experimento O Cabelo e o Laser, o padrão de interferência surge porque a espessura do fio de cabelo é:

- A) Infinita.
- B) Muito maior que a velocidade da luz.
- C) Comparável ao comprimento de onda da luz do laser.
- D) Feita de material transparente.
- E) Capaz de absorver toda a radiação infravermelha.

5. O limite físico que impede que vejamos detalhes infinitamente pequenos, mesmo com as melhores lentes, é chamado de:

- A) Limite de Velocidade.
- B) Limite de Fusão.
- C) Limite de Difração (ou Resolução Óptica).
- D) Limite de Elasticidade.
- E) Limite Atmosférico.

6. [IMAGEM: Simulação PhET Difração de Ondas mostrando frentes de onda passando por uma fenda]. Ao diminuirmos a abertura (fenda) no simulador até que ela fique próxima ao comprimento de onda, observamos que a luz:

- A) Passa em linha reta perfeitamente.
- B) É totalmente bloqueada.
- C) Sofre um espalhamento acentuado (difração).
- D) Muda de cor para o infravermelho.
- E) Acelera sua velocidade.

7. O Homem-Formiga ficaria cego ao atingir o tamanho de um vírus?

- A) Sim, pois no microverso não existe luz.
- B) Não, mas sua visão ficaria progressivamente mais borrada devido à difração da luz em seus olhos minúsculos.
- C) Sim, pois os fótons são maiores que ele.
- D) Não, ele passaria a ver através do som.
- E) Sim, pois ele se tornaria transparente.

8. O princípio físico que afirma que cada ponto de uma frente de onda se comporta como uma nova fonte de ondas esféricas é o:

- A) Princípio de Arquimedes.
- B) Princípio de Pascal.
- C) Princípio de Huygens.
- D) Princípio da Incerteza.
- E) Princípio de Stevin.

9. Microscópios ópticos comuns possuem um limite de resolução de cerca de 200 nm. Isso significa que eles não conseguem ver com nitidez objetos:

- A) Maiores que uma formiga.
- B) Menores que o comprimento de onda da luz utilizada.
- C) Que emitam radiação térmica.
- D) De cor branca.
- E) Que estejam no vácuo.

10. A difração é um fenômeno que prova que a luz possui uma natureza:

- A) Puramente corpuscular (partícula).
- B) Ondulatória.
- C) Estática.
- D) Invisível.
- E) Gravitacional.

■ TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIAS)

11. [IMAGEM: Gráfico comparando o tamanho de um objeto com a nitidez da imagem]. Se o Homem-Formiga encolher de modo que o diâmetro de sua pupila seja de 1 μm (1.000 nm) e a luz tenha 500 nm, a relação entre o tamanho da abertura e o comprimento de onda será de:

- A) 10 para 1.
- B) 1 para 1.
- C) 2 para 1.
- D) 1 para 2.
- E) 100 para 1.

12. Com base na questão anterior, o que se pode prever sobre a qualidade da visão do herói nessa escala, considerando que a difração é inversamente proporcional ao tamanho da abertura?

- A) Visão perfeita e cristalina.
- B) Visão com nitidez reduzida, pois a abertura é apenas duas vezes maior que o comprimento de onda.
- C) Escuridão total.
- D) Visão em preto e branco apenas.
- E) Visão de raio-X espontânea.

13. No simulador PhET, ao aumentarmos o comprimento de onda da luz (mudando do azul para o vermelho), mantendo a mesma fenda, o padrão de difração:

- A) Fica mais estreito (menos difração).
- B) Fica mais largo (mais difração), pois ondas maiores contornam melhor a abertura.
- C) Desaparece.
- D) Torna-se uma linha reta vertical.
- E) Muda para o som.

14. Por que o Homem-Formiga consegue enxergar normalmente em seu tamanho humano, mas não no tamanho de um vírus?

- A) Porque em tamanho humano seus olhos são imensos comparados ao comprimento de onda da luz, tornando a difração desprezível.
- B) Porque humanos não sofrem difração.
- C) Porque o ar no microverso é mais denso.
- D) Porque ele perde a massa ao encolher.
- E) Porque a luz viaja mais devagar para gigantes.

15. [IMAGEM: Foto de um microscópio eletrônico ao lado de um óptico]. Cientificamente, o microscópio eletrônico consegue ver detalhes muito menores (como vírus) porque utiliza elétrons, que possuem:

- A) Cor mais brilhante.
- B) Comprimento de onda muito menor que o da luz visível, sofrendo menos difração.
- C) Velocidade zero.
- D) Massa infinita.
- E) Capacidade de atravessar o vácuo.

16. Se Scott Lang precisar realizar uma cirurgia microscópica no microverso, ele terá dificuldades técnicas reais. Qual alternativa descreve corretamente esse desafio baseado na Aula 08?

- A) Ele não terá força para segurar o bisturi.
- B) O limite de difração impedirá que ele identifique as bordas das estruturas com clareza óptica.
- C) A luz visível se transformará em calor e queimará o paciente.
- D) Ele ficará invisível para o paciente.
- E) O som das palavras dele será muito grave.

17. O padrão de Airy é o disco central de luz formado pela difração em uma abertura circular. Se a pupila do Homem-Formiga diminui, esse disco de luz:

- A) Diminui e fica mais nítido.
- B) Aumenta de tamanho (espalha-se), borrando a imagem de pontos próximos.
- C) Torna-se um quadrado.
- D) Muda para a cor ultravioleta.
- E) Desaparece por reflexão total.

18. Um aluno afirma: A difração só acontece com a luz. De acordo com as aulas anteriores (Hulk e Flash), por que essa afirmação é falsa?

- A) Porque a difração ocorre apenas no vácuo.
- B) Porque a difração é uma propriedade de todas as ondas, incluindo o som e ondas na água.
- C) Porque a luz não é uma onda.
- D) Porque heróis não sofrem difração.
- E) Porque o som é uma onda eletromagnética.

19. Na Dica para o Professor, ressalta-se que o herói não fica cego, mas a visão fica borrada. Esse efeito é análogo a:

- A) Olhar através de um espelho plano.
- B) Tentar ver detalhes minúsculos em uma fotografia de baixíssima resolução (pixels gigantes).
- C) Fechar os olhos no escuro.
- D) Usar óculos de sol à noite.
- E) Ver um arco-íris.

20. Segundo a BNCC, analisar modelos permite previsões. Se o Homem-Formiga fosse para um planeta onde a luz visível tivesse um comprimento de onda de 1 nm (como raios-X), sua visão encolhida seria:

- A) Ainda mais borrada.
- B) Muito mais nítida, pois o comprimento de onda seria minúsculo comparado aos seus olhos.
- C) Inexistente, pois raios-X são som.
- D) De cor verde.
- E) Lenta.

■ DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS)

21. O debate final da aula questiona se óculos de raio-X resolveriam o problema. Sabendo que o raio-X tem comprimento de onda de 0,1 nm, por que isso traria um novo problema biológico para o herói?

- A) Raios-X são muito lentos.
- B) A radiação de alta energia (raio-X) é ionizante e destruiria os tecidos oculares orgânicos do herói.
- C) Raios-X não sofrem difração.
- D) O albedo do raio-X é zero.
- E) A luz visível é mais forte que o raio-X.

22. [IMAGEM: Desenho de dois pontos de luz muito próximos sendo vistos como um só borrão]. O Critério de Rayleigh define quando dois objetos podem ser vistos como distintos. Se o Homem-Formiga está no limite de difração, ele verá dois inimigos próximos como:

- A) Dois inimigos nítidos.
- B) Um único borrão de luz indistinguível.
- C) Dois inimigos pretos.
- D) Um arco-íris circular.
- E) Um vácuo entre eles.

23. Considere que o limite de resolução θ é proporcional a λ/D (comprimento de onda / diâmetro da abertura). Se o Homem-Formiga encolher o diâmetro de seus olhos em 100 vezes, sua capacidade de resolver (separar) detalhes ficará:

- A) 100 vezes melhor.
- B) 100 vezes pior (o ângulo de resolução aumenta, borrando mais).
- C) Igual, pois λ não mudou.
- D) 10.000 vezes melhor.
- E) Nula.

24. Em termos de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), a superação do limite de difração é um campo da nanotecnologia. Qual técnica real utiliza pontas metálicas para sentir átomos em vez de vê-los com luz?

- A) Microscopia Óptica de Fluorescência.
- B) Microscopia de Força Atômica (AFM).
- C) Raio-X de Tórax.
- D) Ultrassom Doppler.
- E) Telescópio Hubble.

25. Por que os telescópios espaciais possuem espelhos tão grandes (vários metros de diâmetro), relacionando com o conceito da Aula 08?

- A) Para ficarem mais pesados e não saírem da órbita.
- B) Para captarem mais luz e, principalmente, para diminuir o limite de difração, permitindo ver detalhes nítidos de galáxias distantes.
- C) Para refletirem o calor do Sol.
- D) Para funcionarem como escudos térmicos.
- E) Para aumentarem a velocidade da luz captada.

26. Se a luz fosse uma partícula clássica (como uma pequena bolinha) e não uma onda, o que aconteceria com a visão do Homem-Formiga encolhido?

- A) Continuaría borrada.
- B) Seria perfeitamente nítida em qualquer escala, pois partículas não sofrem difração (seguiriam trajetórias retas pelas aberturas).
- C) Ele ficaria cego.
- D) O mundo pareceria um desenho animado.
- E) A luz não passaria pelos seus olhos.

27. Analisando o Princípio de Huygens: ao passar pela pupila minúscula do Homem-Formiga, a frente de onda da luz se torna uma nova fonte de ondas que se espalham. Esse espalhamento é o que causa a sobreposição de imagens, resultando em:

- A) Refração negativa.
- B) Interferência e perda de nitidez (borramento).
- C) Efeito Doppler visual.
- D) Sombra total.
- E) Brilho infinito.

28. O Homem-Formiga no microverso percebe que as cores dos objetos pequenos parecem estranhas. Isso pode ser explicado porque, quando o objeto é menor que o comprimento de onda da cor:

- A) A cor muda de verde para vermelho.
- B) A luz não consegue interagir ou refletir de forma clássica para definir uma cor perceptível.
- C) O objeto torna-se um buraco negro.
- D) A temperatura do objeto cai para o zero absoluto.
- E) O tempo para de passar para o objeto.

29. Se o Homem-Formiga usasse luz azul ($\lambda \approx 450$ nm) em vez de luz vermelha ($\lambda \approx 700$ nm) para observar o microverso, ele teria:

- A) Uma visão mais borrada.
- B) Uma visão ligeiramente mais nítida, pois o menor comprimento de onda reduz o efeito de difração.
- C) Escuridão total.
- D) Uma visão de calor.
- E) Uma visão 100% igual.

30. Conclusão da Aula 08: A saga do Homem-Formiga no microverso nos ensina que o conhecimento sobre a natureza ondulatória da luz é essencial para compreendermos:

- A) Apenas os quadrinhos.
- B) Os limites fundamentais da observação científica e da tecnologia de microchips e medicina.
- C) Como derreter metais com magnetismo.
- D) A pressão exercida por saltos agulha.
- E) O voo do Batman em Gotham.

1. C — Difração é desvio ou espalhamento da onda ao encontrar obstáculos ou fendas.
2. B — Borrão ocorre quando abertura (olho) se aproxima do comprimento de onda (λ).
3. C — Valor médio do espectro visível citado no material.
4. C — Para difração ser visível, dimensão do objeto deve ser comparável a λ .
5. C — Fenômeno que limita capacidade de distinguir detalhes próximos.
6. C — Observação direta sugerida no roteiro do simulador PhET.
7. B — Dica para o professor: visão fica borrada, não nula.
8. C — Base teórica da óptica ondulatória citada no conteúdo trabalhado.
9. B — Limite de resolução é ditado pelo comprimento de onda da luz visível.
10. B — Difração é comportamento exclusivo de ondas.
11. C — $1.000 \text{ nm} / 500 \text{ nm} = 2$.
12. B — Proximidade de escala gera padrões de difração que degradam imagem.
13. B — Ondas maiores ($\lambda_{\text{vermelho}} > \lambda_{\text{azul}}$) sofrem difração mais intensa em fendas iguais.
14. A — Olhos humanos (mm) são ordens de grandeza maiores que λ (nm).
15. B — Ondas de matéria (elétrons) têm λ muito curto, permitindo alta resolução.
16. B — Problema prático da resolução óptica no microverso.
17. B — Aberturas menores espalham mais a luz (maior padrão de difração).
18. B — Difração é fenômeno ondulatório universal (som, luz, água).
19. B — Analogia com resolução de pixels para facilitar compreensão.
20. B — Menor λ implica em menor difração e maior resolução.
21. B — Debate 6: risco biológico da radiação ionizante de alta frequência.
22. B — Se padrões de difração se sobrepõem, olho não separa pontos.
23. B — Resolução é inversamente proporcional ao diâmetro da abertura.
24. B — Aplicação CTS para superar limite óptico usando forças mecânicas.
25. B — Grandes aberturas minimizam difração e aumentam nitidez astronômica.
26. B — No modelo corpuscular retilíneo, não haveria espalhamento lateral (difração).
27. B — Superposição de novas fontes de Huygens gera imagem borrada.
28. B — Abaixo do limite de difração, interação luz-matéria muda sua lógica macroscópica.
29. B — Luz azul tem menor λ , resultando em menor espalhamento difrativo.
30. B — Síntese dos objetivos da aula unindo física, tecnologia e sociedade.