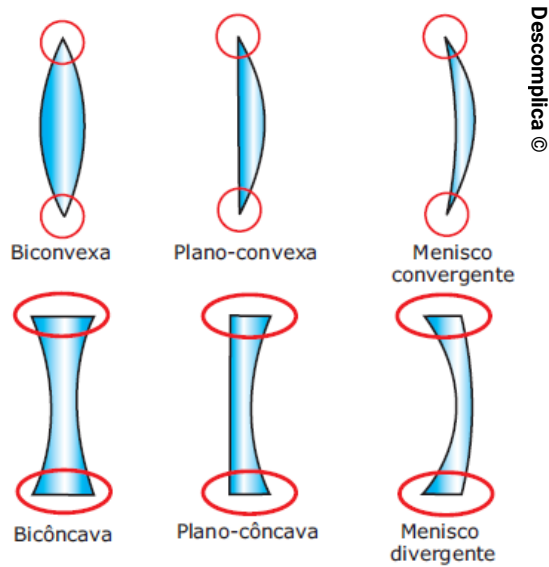


Espelhos esféricos: método analítico

Teoria

Lentes

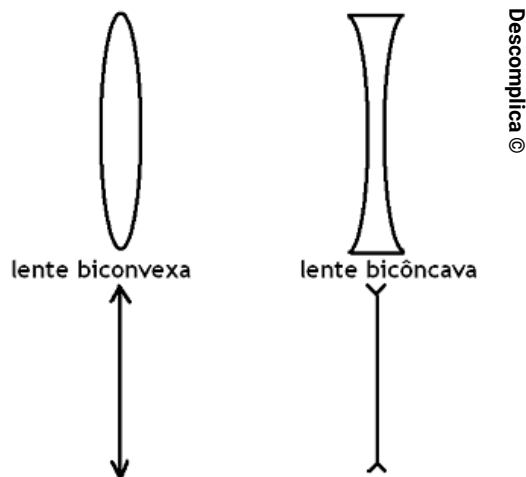
São formadas por calotas transparentes, com um índice de refração diferente do meio em que estão inseridas.



Tipos de lentes.

Representação

Normalmente, em questões, as lentes são representadas das seguintes formas:



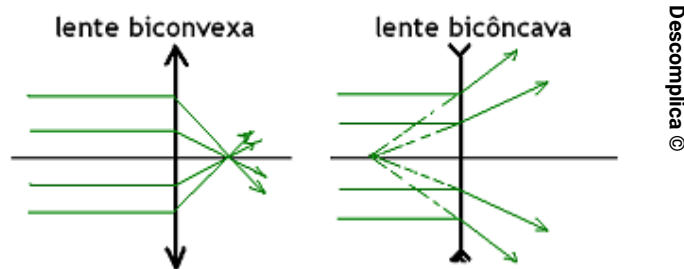
Representação das lentes.

A configuração da lente pode gerar dois tipos de comportamentos para nossa lente, e são esses comportamentos em que vamos focar.

Comportamento: o comportamento de uma lente pode ser de convergência ou divergência de raios. Por conta disso, podemos chamar a lente de convergente ou divergente. Esse comportamento está relacionado com o índice de refração do meio e da lente, além do formato dela.

Caso mais comum: lente de vidro imersa no ar. O índice de refração da lente é maior do que o do meio:

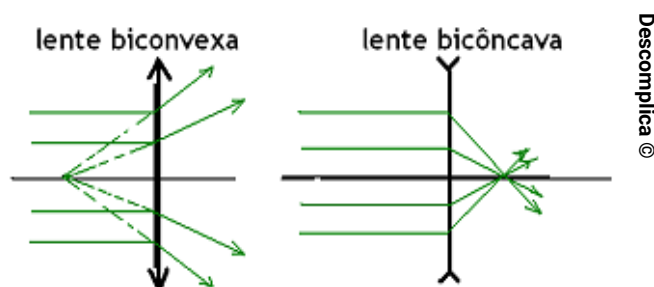
- **Lente biconvexa (bordas finas):** comportamento convergente;
- **Lente bicôncava (bordas grossas):** comportamento divergente.



Comportamento da lente de vidro imersa no ar.

Caso incomum: lente oca com ar imersa na água. Índice de refração da lente é menor do que o do meio:

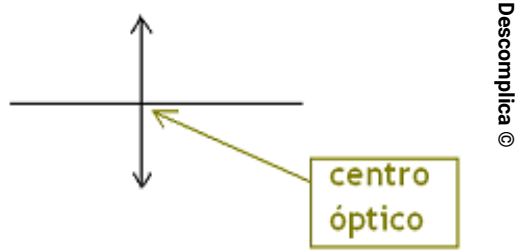
- **Lente biconvexa (bordas finas):** comportamento divergente;
- **Lente bicôncava (bordas grossas):** comportamento convergente.



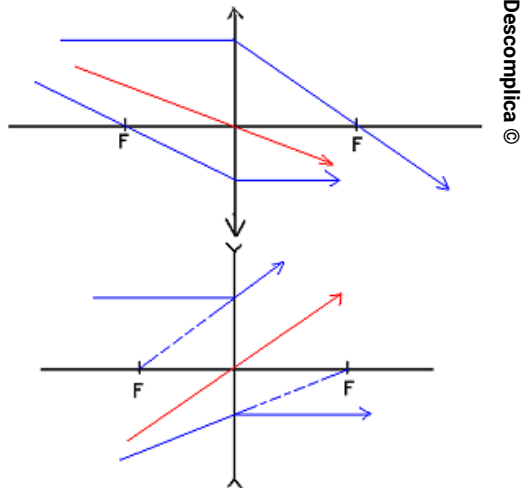
Comportamento da lente oca com ar imersa na água.

Raios principais nas lentes:

- O raio luminoso que incide paralelamente ao eixo principal é refratado pelo foco (e vice-versa);
- O raio luminoso que incide no centro óptico não muda de trajetória.

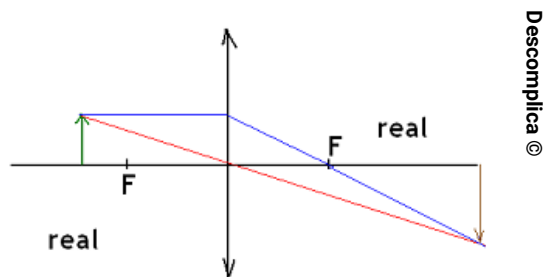


Centro óptico da lente.

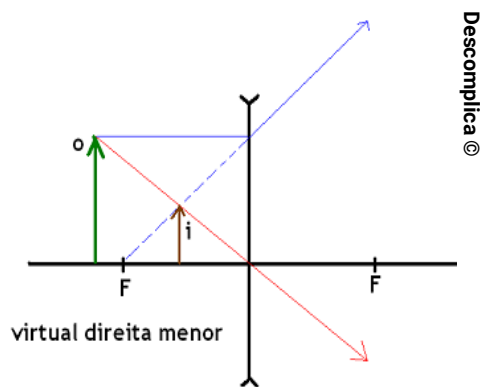


Comportamento dos raios notáveis em lentes convergentes e divergentes.

As lentes convergentes formam imagens com as mesmas classificações que os espelhos côncavos.



As lentes divergentes formam imagens com as mesmas classificações que os espelhos convexos.



A imagem formada na lente divergente é virtual, direita e menor.

Dica!

Para lembrar a classificação da lente divergente (e do espelho esférico convexo), lembre-se do olho mágico da porta. É uma lente “DE VER GENTE” (divergente), e sua imagem é menor (a pessoa parece pequena), direita (a pessoa aparece de pé), e a imagem direita é virtual.

Estudo analítico

Equação de Gauss

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \rightarrow f = \frac{p \cdot p'}{p + p'}$$

Sendo: p a distância do objeto ao espelho, p' a distância da imagem ao espelho e f a distância focal. Informações importantes:

- $f > 0$: Côncavo;
- $f < 0$: Convexo;
- $p' > 0$: Real;
- $p' < 0$: Virtual.

Equação da ampliação linear transversal (A)

$$A = \frac{i}{o} \text{ ou } A = -\frac{p'}{p}$$
$$\frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$$

$$A = \frac{f}{f - p}$$

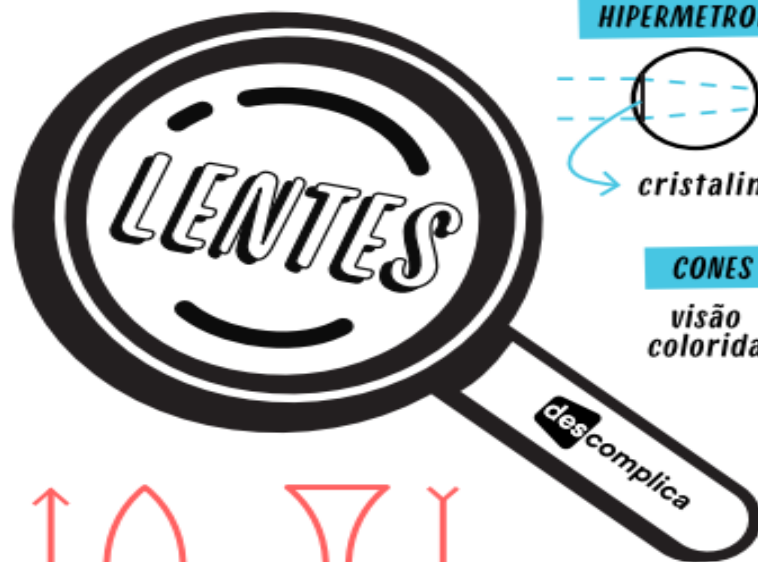
Confira um mapa mental sobre o tema na próxima página!

COMO ENTENDER

COMPORTAMENTO DO OLHO

CALOTAS TRANSPARENTES

índice de refração diferente do meio



HIPERMETROPIA



MIOPIA



CONES

visão colorida



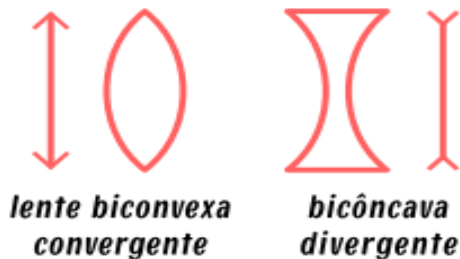
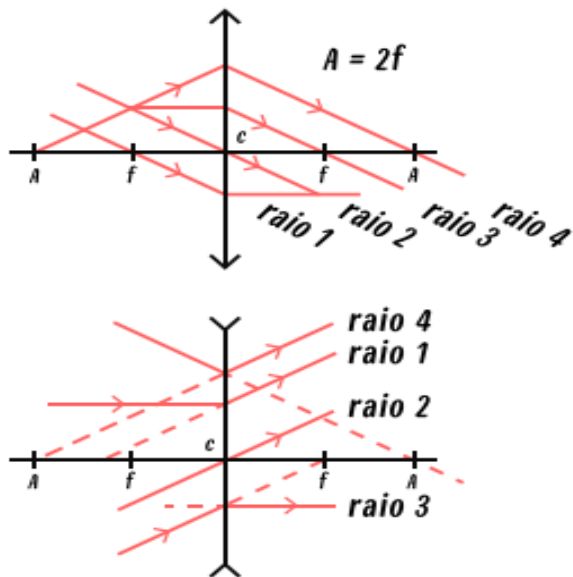
BASTONETES

visão noturna

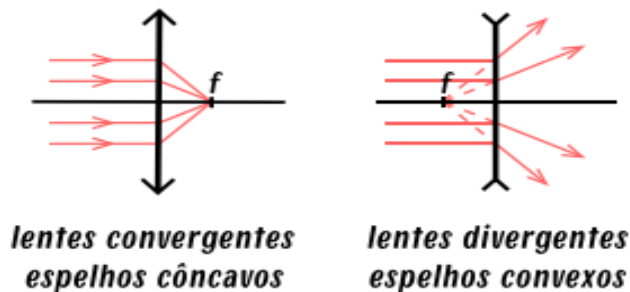
COMO ESTUDAR

MÉTODO GRÁFICO

RAIOS NOTÁVEIS



FORMAÇÃO DA IMAGEM



MÉTODO ANALÍTICO

EQUAÇÃO DE GAUSS

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

EQUAÇÃO DO AUMENTO LINEAR TRANSVERSAL

$$A = \frac{i}{o} = \frac{-p'}{p}$$

	+	-
f	espelho côncavo lente convergente	espelho convexo lente divergente
$p \ e \ p'$	real	virtual
$o \ e \ i$	direita	invertida

Clique na imagem para ver o "QUER QUE DESENHE?" desse mapa mental no canal da Descomplica no YouTube.

Exercícios

1. Sobre o eixo principal de um espelho esférico convexo de raio de curvatura igual a 10cm, é colocado um objeto real. A distância entre o objeto e o espelho é 20cm. Dessa forma, obtém-se uma imagem de características:
 - (A) virtual e invertida.
 - (B) virtual e direita.
 - (C) real e invertida.
 - (D) real e direita.
 - (E) diferentes das anteriores.

 2. Um objeto real é colocado sobre o eixo principal de um espelho esférico côncavo a 4cm de seu vértice. A imagem conjugada desse objeto é real e está situada a 12cm do vértice do espelho, cujo raio de curvatura é:
 - (A) 2 cm.
 - (B) 3 cm.
 - (C) 4 cm.
 - (D) 5 cm.
 - (E) 6 cm.

 3. Um objeto situado a 20cm de um espelho côncavo forma uma imagem real de tamanho igual ao do objeto. Se o objeto for deslocado para 10cm do espelho, a nova imagem aparecerá a uma distância:
 - (A) 10 cm.
 - (B) 15 cm.
 - (C) 20 cm.
 - (D) 30 cm.
 - (E) Infinita.
-

4. Um objeto é colocado diante de um espelho. Considere os seguintes fatos referentes ao objeto e à sua imagem.
- I. o objeto está a 6cm do espelho;
 - II. o aumento transversal da imagem é 5;
 - III. a imagem é invertida.

A partir destas informações, está correto afirmar que o(a):

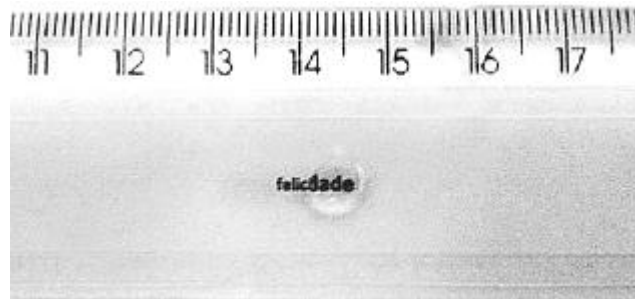
- (A) espelho é convexo
 - (B) raio de curvatura do espelho vale 5cm.
 - (C) distância focal do espelho vale 2,5 cm.
 - (D) imagem do objeto é virtual.
 - (E) imagem está situada a 30cm do espelho.
5. Um objeto foi colocado em duas posições à frente de um espelho côncavo de 10 cm de foco. A imagem do objeto, conjugada pelo espelho, quando colocado na primeira posição foi invertida, com ampliação de 0,2 e, quando colocado na segunda posição, foi direita com ampliação de 5.

Considerando o exposto, e utilizando o referencial e equações de Gauss, assinale a alternativa correta que completa as lacunas da frase a seguir.

A imagem conjugada do objeto na primeira posição é _____ e _____ que o objeto. A imagem conjugada do objeto na segunda posição é _____ e _____ que o objeto.

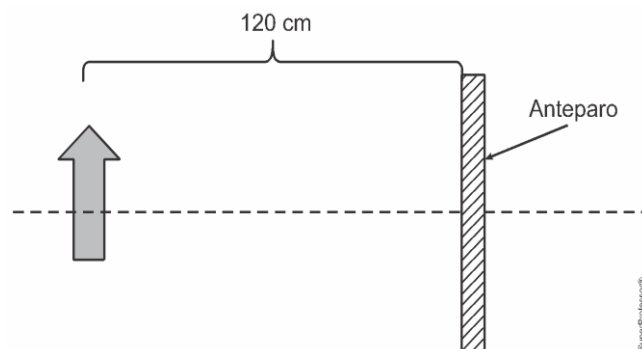
- (A) real – menor – virtual – maior.
 - (B) real – menor – real – maior.
 - (C) virtual – maior – real – menor.
 - (D) virtual – maior – virtual – menor.
-

6. Um experimento bastante interessante no ensino de ciências da natureza constitui em escrever palavras em tamanho bem pequeno, quase ilegíveis a olho nu, em um pedaço de papel e cobri-lo com uma régua de material transparente. Em seguida, pinga-se uma gota d'água sobre a régua na região da palavra, conforme mostrado na figura, que apresenta o resultado do experimento. A gota adquire o formato de uma lente e permite ler a palavra de modo mais fácil em razão do efeito de ampliação.



Qual é o tipo de lente formada pela gota d'água no experimento descrito?

- (A) Biconvexa.
 - (B) Bicôncava.
 - (C) Plano-convexa.
 - (D) Plano-côncava.
 - (E) Convexa-côncava.
7. Durante uma aula de ótica geométrica no laboratório, o professor faz um experimento para que os alunos descubram a posição da lente em relação a um objeto. A estrutura é feita de tal maneira que a distância do objeto luminoso seja de 120 cm até a tela de projeção, como mostra a figura a seguir.



Uma lente esférica convergente de distância focal igual a 22,5 cm é colocada entre o objeto luminoso e a tela de projeção. O objeto fica disposto de forma perpendicular ao eixo principal da lente e este alinhado com todo o sistema.

O professor pede para que a imagem nítida projetada na tela seja maior do que o objeto.

Para a situação solicitada e a forma com que o experimento é montado, qual deve ser a distância entre o objeto luminoso e a lente?

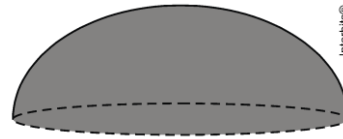
- (A) 90 cm.
- (B) 30 cm.
- (C) 60 cm.
- (D) 45 cm.
- (E) 15 cm

8. Nas plantações de verduras, em momentos de grande insolação, não é conveniente molhar as folhas, pois elas podem “queimar” a não ser que se faça uma irrigação contínua.



(http://farm2.static.flickr.com/1065/873281869_3e6d00a0a0.jpg
Acesso em: 03.09.2011)

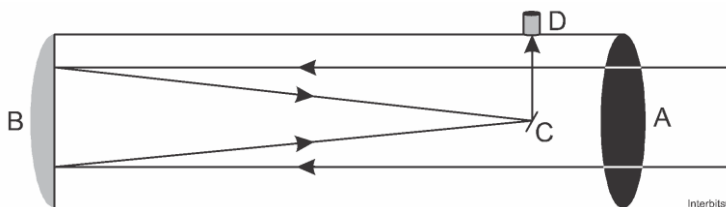
Pingos na folha de verdura



Formato ampliado de uma gota

Observando as figuras, conclui-se que a “queima” das verduras ocorre, porque as gotas depositadas sobre as folhas planas assumem formatos de objetos ópticos conhecidos como lentes

- (A) biconvexas, que têm a propriedade de dispersar a radiação solar.
 - (B) bicôncavas, que têm a propriedade de dispersar a radiação solar.
 - (C) plano-convexas, que têm a propriedade de concentrar a radiação solar.
 - (D) plano-côncavas, que têm a propriedade de concentrar a radiação solar.
 - (E) convexo-côncavas, que têm a propriedade de concentrar a radiação solar.
9. A figura seguinte representa, esquematicamente, um telescópio refletor:



A luz emitida por um astro penetra no telescópio pelo orifício na posição A, reflete no espelho parabólico localizado na posição B, é novamente refletida pelo espelho C em direção às lentes localizadas na ocular do telescópio (local onde o observador aproxima o olho) na posição D. Essa lente forma uma imagem real e maior do objeto observado, um pouco à frente de D. Por isso, o observador não deve encostar seus olhos na lente para enxergar essa imagem.

Considerando uma situação em que apenas uma lente é colocada na posição D, qual o tipo de espelho utilizado e qual o tipo de lente utilizada nas posições B e D respectivamente?

- a) Convexo e bifocal.
- b) Convexo e divergente.
- c) Côncavo e convergente.
- d) Côncavo e divergente.
- e) Plano e convergente.

10. Uma estudante de medicina, dispo de espelhos esféricos gaussianos, um côncavo e outro convexo, e lentes esféricas de bordos finos e de bordos espessos, deseja obter, da tela de seu celular, que exibe a bula de um determinado medicamento, e aqui representada por uma seta, uma imagem ampliada e que possa ser projetada na parede de seu quarto, para que ela possa fazer a leitura de maneira mais confortável.

Assinale a alternativa que corresponde à formação dessa imagem, através do uso de um espelho e uma lente, separadamente.

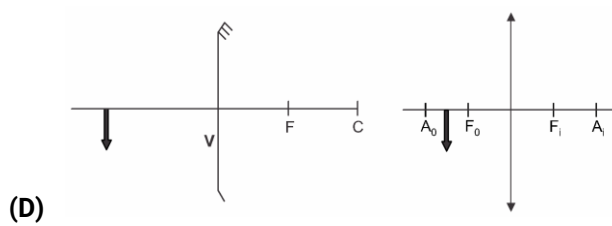
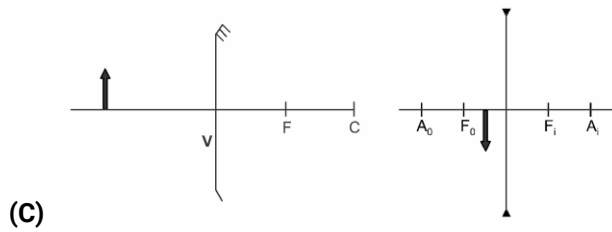
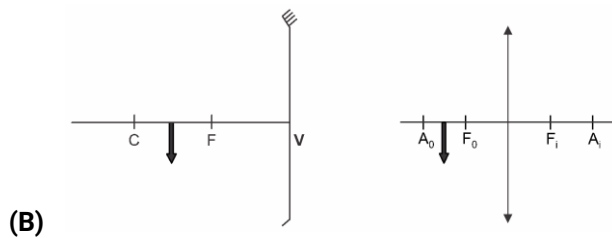
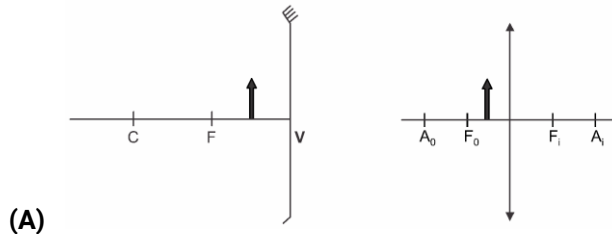


Imagem9

Gabaritos

1. B

Tendo em vista que é um espelho convexo. Como disse na questão, ele é caracterizado como sendo esférico.

Para a formação de imagens como se sabe existe o pré-requisito de existir apenas dois feixes de raios de luz. Quando há prolongamento dos raios existe a formação da imagem, considerada Virtual e Direita (mesma direção do objeto).

Sendo assim, toda a imagem é virtual e direita.

2. E

Dados: $p = 4\text{cm}$, $p' = 12\text{cm}$ e $r = ?$

Primeiramente, é necessário calcular a distância focal, utilizando:

$$f = \frac{p \cdot p'}{p + p'}$$

$$f = \frac{4 \cdot 12}{4 + 12}$$

$$f = \frac{48}{16} = 3 \text{ cm}$$

Agora, é possível encontrar o valor do raio de curvatura:

$$f = \frac{R}{2}$$

$$R = 2 \cdot 3 = 6 \text{ cm}$$

3. C

Dependendo da distância em que colocamos um objeto em frente a esses tipos de espelho a imagem pode ser refletida invertida ou não e até maior ou menor que o objeto. Vejamos as situações descritas pelos exercícios:

Logo, nós temos um espelho côncavo de distância focal igual a 20 cm (do espelho). O objeto é colocado a 10 cm de distância do espelho, ou seja, o objeto estará entre a distância focal e o vértice do espelho.

Toda vez que tivermos um objeto entre a distância focal e o vértice do espelho, a imagem refletida sempre será virtual, direita (não invertida) e maior que o objeto real.

Finalizando então:

$$f = \frac{p \cdot p'}{p + p'}$$

$$10 = \frac{20 \cdot p'}{20 + p'}$$

$$20p' = 200 + 10p'$$

$$10p' = 200$$

$$p' = 20\text{cm}$$

4. E

Dados: $p = 6\text{cm}$; $A = -5$.

$$A = -\frac{p'}{p}$$

$$-5 = -\frac{p'}{p}$$

$$5 = \frac{p'}{6}$$

$$p' = 30\text{cm}$$

Com os valores de p e p' podemos encontrar o valor de f

$$f = \frac{p \cdot p'}{p + p'}$$

$$f = \frac{6 \cdot 30}{36}$$

$$f = 5\text{cm}$$

Logo, o espelho é côncavo. E para o valor de R temos:

$$R = 2f = 10\text{cm}$$

5. A

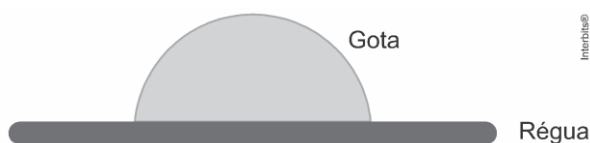
Trata-se de objeto real.

1ª posição: A imagem é invertida, então ela é real. A ampliação é menor que 1: $A < 1$: imagem menor que o objeto.

2ª posição: A imagem é direita, então ela é virtual. A ampliação é maior que 1: $A > 1$: imagem maior que o objeto.

6. C

A figura mostra uma vista frontal da gota sobre a régua. Nela vê-se que a gota forma uma lente plano-convexa.



7. B

Do enunciado, temos que: $f = 22,5\text{ cm}$ e $p + p' = 120 \Rightarrow p' = 120 - p$. Logo:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{22,5} = \frac{1}{p} + \frac{1}{120 - p} \Rightarrow \frac{1}{22,5} = \frac{120 - p + p}{p(120 - p)} \Rightarrow 2700 = 120p - p^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p^2 - 120p + 2700 = 0 \Rightarrow p = \frac{120 \pm \sqrt{3600}}{2} p = 90\text{ cm ou } p = 30\text{ cm}$$

Como a imagem deve ser maior do que o objeto, ele deve estar posicionado entre o foco e o centro de curvatura da lente. Portanto, $p = 30\text{ cm}$.

8. **C**

As gotas assumem a forma de um hemisfério, formando uma lente plano-convexa, imersa no ar. Como o índice de refração da água é maior que o do ar, essas lentes tornam-se convergentes, concentrando a radiação solar.

9. **C**

O espelho esférico deve ser côncavo, para se obter imagem real e maior, pois o espelho convexo somente fornece imagens menores e virtuais. Quanto à lente na posição D, deve ser convergente, para convergir os raios refletidos no espelho plano em C que se espalham na forma de um cone de luz.

10. **B**

Analisando o enunciado, devido à necessidade de o estudante projetar uma imagem ampliada, a imagem tem que ser REAL.

Assim, a única alternativa que utiliza uma lente e um espelho esférico de forma correta para se obter uma imagem real e ampliada é a alternativa **B**.

Justificando as alternativas incorretas, temos:

[A] O espelho conjuga uma imagem virtual, pois o objeto está entre o foco e o vértice.

[C] Espelho convexo sempre conjuga uma imagem virtual.

[D] Espelho convexo sempre conjuga uma imagem virtual.
