



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Physics in English - Optics

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Mgr. Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

Zadání:

Translate into Czech and solve.

1. A student is standing 150 m from the Eiffel tower. With a protractor at eye level, he finds the angle at the top of the tower with the horizontal is 65° . How high is the Eiffel tower? The distance from his feet to his eyes is 180 cm.
2. Annie is trying to determine the critical angle of the diamond-glass surface. She looks up the index of refraction values of diamond (2,42) and glass (1,52) and then tries to compute the critical angle :

$\sin^{-1}\left(\frac{2,42}{1,52}\right)$. Unfortunately, Annie's calculator keeps telling her she has an ERROR!

What is Annie's problem?

3. Determine the focal length of a convex mirror that produces an image that is 6 cm in front of the mirror when the object is 12 cm from the mirror. Tell whether the image is real or virtual.
4. An image is located a distance of 15 cm behind a converging lens with a focal length of 5 cm. Determine the object distance, the magnification and tell whether the image is real or virtual.

Answers:

1. 323,5 m
2. $\alpha_m = 39^\circ$
3. $f = -6$ cm; virtual
4. $a = 7,5$ cm; $Z = -2$; real

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Mgr. Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

Řešení:

Translate into Czech and solve.

1. A student is standing 150 m from the Eiffel tower. With a protractor at eye level, he finds the angle at the top of the tower with the horizontal is 65° . How high is the Eiffel tower? The distance from his feet to his eyes is 180 cm.

Student stojí 150 m před Eiffelovou věží. Výškový úhel z úrovně jeho očí je 65° . Jak vysoká je Eiffelova věž? Výška studenta, resp. vzdálenost od nohou k očím, je 180 cm.

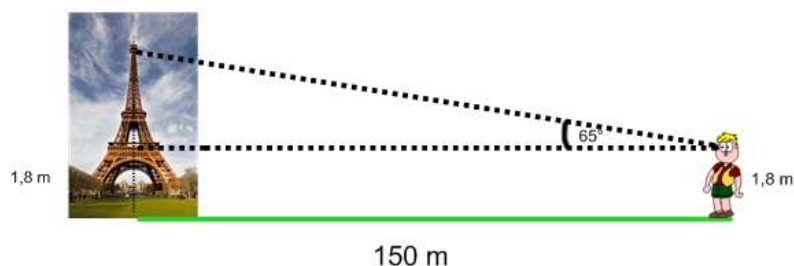
Řešení¹:

$$x = 150 \text{ m}$$

$$\alpha = 65^\circ$$

$$h = ?$$

$$y = 180 \text{ cm} = 1,8 \text{ m}$$



Nejdříve vypočítáme výšku h_1 :

$$\operatorname{tg} 65^\circ = \frac{h_1}{150} \rightarrow h_1 = 150 \cdot \operatorname{tg} 65^\circ = 321,7 \text{ m}$$

Celkovou výšku věže dostaneme jako součet výšky studenta a výšky h_1 :

$$h = y + h_1$$

$$h = 1,8 + 321,7$$

$$h = 323,5 \text{ m}$$

Odpověď:

Výška Eiffelovy věže je zhruba 323,5 m.

¹ Obrázek – zdroj vlastní (vytvořeno ve SMART Notebooku)

2. Annie is trying to determine the critical angle of the diamond-glass surface. She looks up the index of refraction values of diamond (2,42) and glass (1,52) and then tries to compute the critical angle :

$\sin^{-1}\left(\frac{2,42}{1,52}\right)$. Unfortunately, Annie's calculator keeps telling her she has an ERROR!

What is Annie's problem?

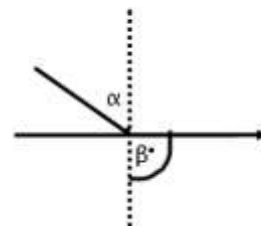
Anna se snaží zjistit mezní úhel dopadu pro paprsek na rozhraní diamant - sklo. Našla si, že indexy lomu: diamant 2,42, sklo 1,52. Zkusila zadat do kalkulačky: $\sin^{-1}\left(\frac{2,42}{1,52}\right)$

Bohužel, kalkulačka „říká“ ERROR! V čem dělá Anna chybu?

Řešení²:

Mezní úhel dopadu lze vypočítat pouze pro paprsek jdoucí z opticky hustšího prostředí do opticky řidšího prostředí, zde tedy z diamantu do skla.

Mezní úhel dopadu je takový, při kterém se paprsek láme pod úhlem 90° (viz obrázek).



Dle Snellova zákona platí:

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$2,42 \cdot \sin \alpha = 1,52 \cdot \sin 90^\circ / : 2,42$$

$$\sin \alpha = \frac{1,52}{2,42}$$

$$\underline{\underline{\alpha = 38^\circ 55'}}$$

Anna počítala přechod ze skla do vzduchu, proto kalkulačka „hlásila“ ERROR – hodnota funkce sinus nemůže být větší než 1.

Odpověď:

Mezní úhel dopadu paprsku při přechodu z diamantu do skla je zhruba 39°.

² Obrázek – zdroj vlastní

3. Determine the focal length of a convex mirror that produces an image that is 6 cm in front of the mirror when the object is 12 cm from the mirror. Tell whether the image is real or virtual.

Určete ohniskovou vzdálenost vypuklého zrcadla, které vytváří obraz ve vzdálenosti 6 cm před zrcadlem, jestliže je předmět ve vzdálenosti 12 cm před zrcadlem. Určete, zda je obraz skutečný nebo zdánlivý.

Řešení:

$$a' = -6 \text{ cm}$$

$$a = 12 \text{ cm}$$

$$\underline{f = ?}$$

Zobrazovací rovnice pro kulová zrcadla:

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{12} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{6}$$

$$\underline{\underline{f = -6 \text{ cm}}}$$

Ohnisková vzdálenost vyšla se znaménkem “-“ jedná se skutečně o vypuklé zrcadlo, které vždy vytváří zdánlivý obraz.

Lze ověřit i početně:

Příčné zvětšení: $Z = -\frac{a'}{a} = -\frac{-6}{12} = \frac{1}{2}$, je-li $Z > 0$... jedná se (dle znaménkové konvence) o zdánlivý obraz.

Odpověď:

Ohnisková vzdálenost vypuklého zrcadla, které vytváří zdánlivý obraz, je 6 cm.

4. An image is located a distance of 15 cm behind a converging lens with a focal length of 5 cm. Determine the object distance, the magnification and tell whether the image is real or virtual.

Obraz je umístěn ve vzdálenosti 15 cm za spojkou s ohniskovou vzdáleností 5 cm. Určete vzdálenost předmětu, zvětšení a určete, zda je obraz skutečný nebo zdánlivý.

Řešení³:

$$a' = 15 \text{ cm}$$

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

$$a = ?$$

Zobrazovací rovnice pro čočky:

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

$$a \cdot a' = f \cdot a' + f \cdot a$$

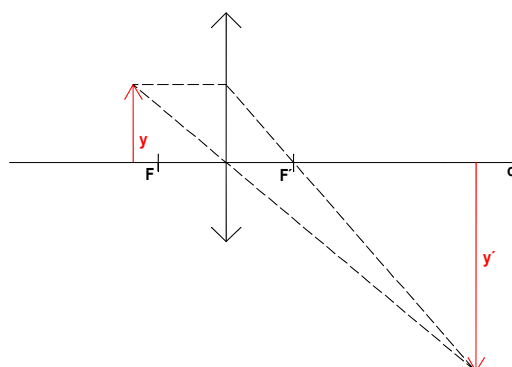
$$a \cdot a' - f \cdot a = f \cdot a'$$

$$a(a' - f) = f \cdot a'$$

$$a = \frac{f \cdot a'}{a' - f}$$

$$a = \frac{5 \cdot 15}{15 - 5}$$

$$a = 7,5 \text{ cm}$$



Příčné zvětšení: $Z = -\frac{a'}{a} = -\frac{15}{7,5} = -2$, je-li $Z < 0$... jedná se (dle znaménkové konvence) o skutečný obraz, který je 2x větší.

Odpověď:

Předmět stojí ve vzdálenosti 7,5 cm před spojkou. Vzniklý obraz je skutečný a dvakrát větší.

³ Obrázek – zdroj vlastní