

## Druhy elektromagnetického záření

- rádiové vlny  $\xrightarrow{\text{dlouhovlnné}}$  mikrovlnné
- infravlnné záření
- viditelné světlo  $\xrightarrow{\text{červené}}$  žluté  
 $\xrightarrow{\text{fialové}}$
- ultrafialové záření
- rentgenové záření
- gama záření

rozdoušť

$\Rightarrow$  em. vlnění je působně postupně "vlnění", které má

- magnetickou složku  $\vec{B}$
- elektrickou složku  $\vec{E}$

# OPTIKA

## • Světlo

- elng. vlnění / proud ionů

- viditelné světlo

$$\begin{aligned} \cdot f: 4,7 \cdot 10^{14} \text{ Hz} - 3,95 \cdot 10^{14} \text{ Hz} & \rightarrow f \text{ je vždy stejná (ve všech prostředích)} \\ \cdot \lambda: 390 \text{ nm} - 760 \text{ nm} & \quad \lambda = \frac{c}{f} \end{aligned}$$

- Edyť světlo přechází mezi různými prostředími, tak se  $f$  nemění (závisí na zdroji), mění se  $v$  (závisí na prostředí)

⇒ barva světla jediná frekvence

- monofrekvenční = monochromatička - 1 barva
- víc frekvenční - různé odstíny bílé

## • Sírení světla

- po sebejdoucí s jiným prostředím může dojít k:

- absorbci
- rozptýlu = odraz všemi směry
- odrazení = odraz jedním sírenem

} vědě se část absorbuje, část odraží a může dojít k lomu

### Izotropní

- všemi směry se světlo svírá stejnou rychlosťí

### Anizotropní

- různými směry různou rychlosťí

## - dělení prostředí

- průhledné - nedocháří k rozptýlu
- průsvitné - docháří k rozptýlu
- nepříhledné - docháří k absorpci

## - sírení světla v izotropním prostředí

-  $v$  i. prostředí jsou vždy stejně podmínky ⇒ vždy stejná rychlosť

- stejně jako obecně vlnění - viz snížení a zvýšení

- zvýšení z bodu → vlnoplochy (kulové), na které jsou fóisy kolmé

## - Huygensovo princip

- každý bod vlnoplochy emisí ⇒ vznik elementárního vlnění, které se šíří v elementárních vlnoplochách

- vlnoplocha v následujícím časovém intervalu bude obalována plachou elementárních vlnoploch

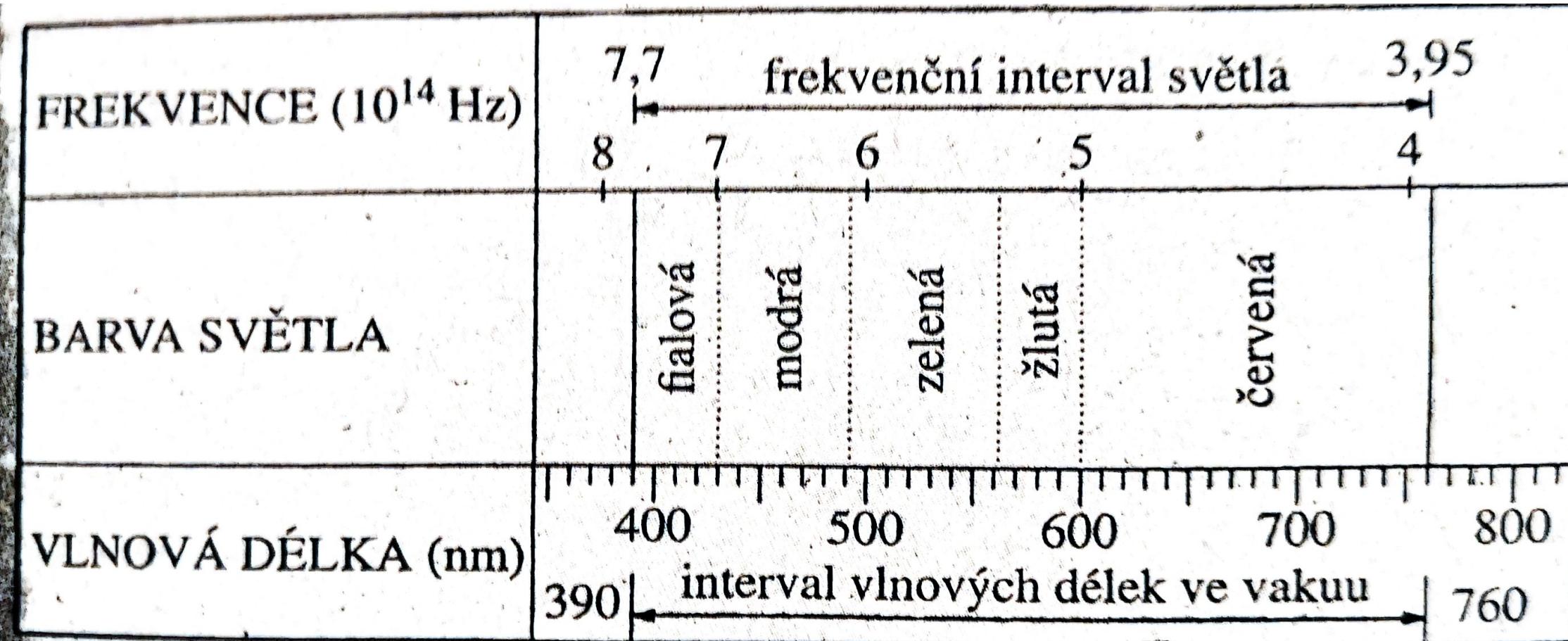
$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

- stejná pro všechny frekvence

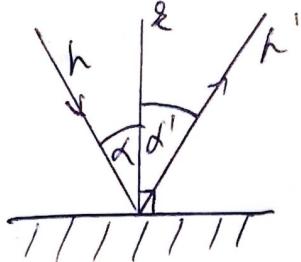
→ rychlosť vakuu

- různá pro různé frekvence

m/s



### Odrážení světla



$\angle \alpha$  = úhel mezi rohrami

$\angle \alpha'$  = úhel dopadu

$\angle d'$  = úhel odrazu

$\rightarrow$   $\alpha = \alpha'$  a rovina dopadu

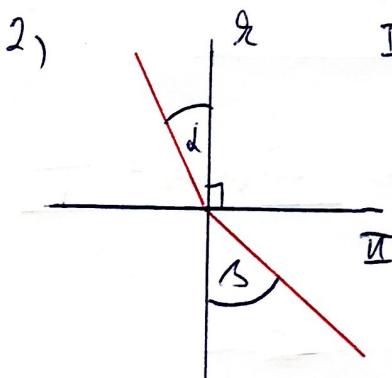
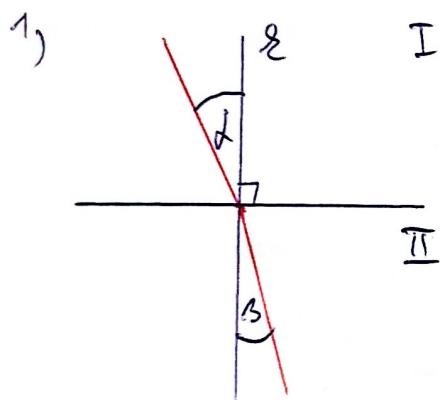
Zákon odrazu:  $\alpha = \alpha'$  a odražený fázus leží v rovině dopadu  
(a nemá identický s dopadajícím fázem)

### Lom světla

- z prostředí I ( $n_1$ ) proniká do prostředí II ( $n_2$ )

1)  $n_1 > n_2 \Rightarrow$  I je opticky řidit než II  $\Rightarrow$  lom ke kolmici

2)  $n_1 < n_2 \Rightarrow$  I je opticky husit než II  $\Rightarrow$  lom od kolmice



$\alpha$  = úhel dopadu

$\beta$  = úhel lomu

$\angle \alpha$  = úhel mezi rohrami

Zákon lomu:  $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{n_1}{n_2}$  a lomený fázus leží v rovině dopadu

### Absolutní index lomu - m

$$m = \frac{c}{n} \rightarrow \text{materiálová konstanta} \quad m \geq 1$$

$\rightarrow 1/m \Rightarrow$  1 hrusté prostředí

### Relativní index lomu - $m_{21}$

- konstanta pro přechod z prostředí o  $n_1$  do prostředí o  $n_2$

$$\underline{m_{21} = \frac{m_2}{m_1}}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{c}{m_1}}{\frac{c}{m_2}} = \frac{m_2}{m_1}$$

### Snelliův zákon

$$\underline{\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{n_1}{n_2} = m_{21}}$$

## Úplný odraz světla

- může z něj dojít pouze při sířím rozdílu hustoty do rádiu

$$\underline{n_1 < n_2} \quad \wedge \quad n_1 > n_2 \Rightarrow \text{lom od kolmice}$$

## mínimální úhel - \Delta m

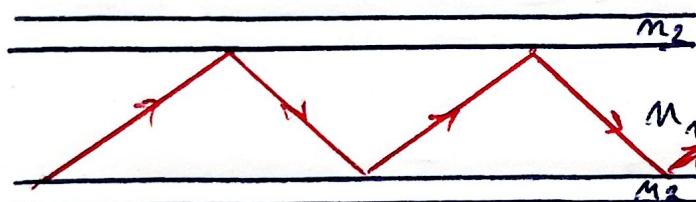
- pro tento úhel je úhel lomu  $\beta = 90^\circ$

$\Rightarrow$  lomený paprsek leží na rozhraní prostředí

$\Rightarrow$  částečný odraz a částečný lom

- pro  $\Delta m > d_m$  nastane úplný odraz - snížlo se vlnec někam

- princip optického vlákna



$$n_2 \ll n_1 \\ n_2 \gg n_1$$

$$\frac{\sin \Delta m}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \underline{\sin (\Delta m) = \frac{n_2}{n_1}}$$

## • Disperze světla

- = fyzikální jev při kterém se barevné světlo rozdělá na barevné složky
- vzniká důsledkem různosti rychlosti světla v látkách na frekvenci

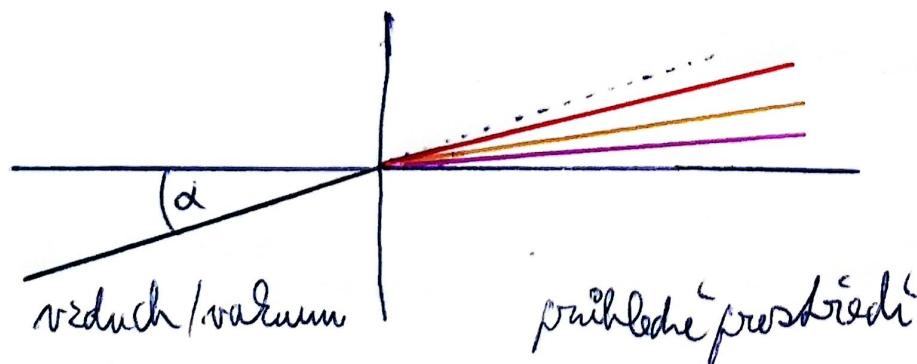
$$f = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{c}{v} = \frac{f \lambda_0}{f \lambda} \Rightarrow n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \downarrow f \Rightarrow \uparrow \lambda \Rightarrow \downarrow n \Rightarrow \uparrow v$$

→ rychlosť světla se srostou frekvencí zmensuje

→ Ne vakuu k disperzi nedochází

- červené světlo:  $\downarrow f \Rightarrow \downarrow$  rychlosť  $\Rightarrow \uparrow \beta \Rightarrow \downarrow$  odchylna
- fialové světlo:  $\uparrow f \Rightarrow \downarrow$  rychlosť  $\Rightarrow \downarrow \beta \Rightarrow \uparrow$  odchylna



princip vzniku duhy



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 1) Světelný paprsek prochází rozhraním ze skla o absolutním indexu lomu 1,5 do vody o absolutním indexu lomu 1,35 tak, že úhel lomu paprsku je  $30^\circ$ . Vypočítejte:
- úhel dopadu světelného paprsku ve skle,
  - mezní úhel  $\alpha_m$  pro rozhraní sklo–voda,
  - rychlosť šíření světelného paprsku ve skle a ve vodě (rychlosť šíření světla ve vakuu je  $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ).

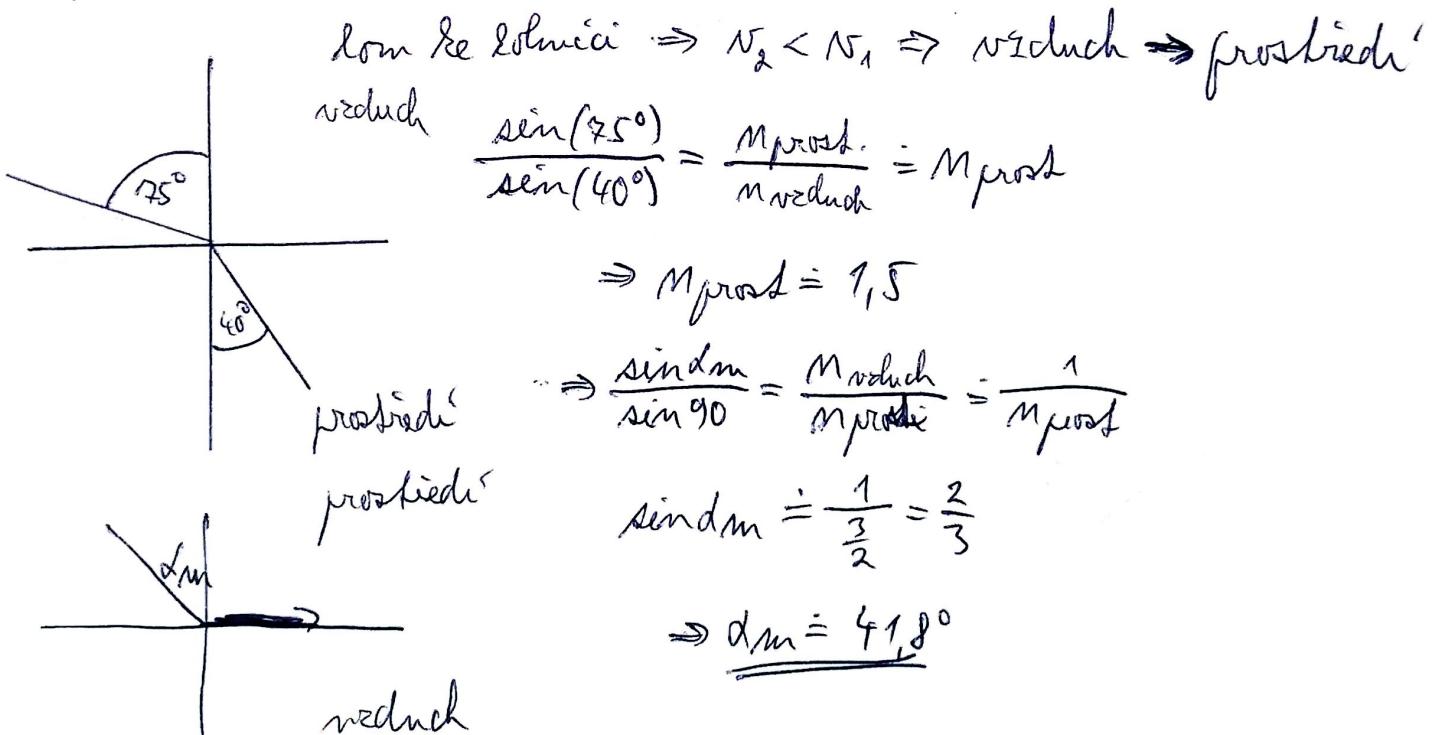
$$(a) \sin \alpha = \frac{n_{voda}}{n_{sklo}} \cdot \sin \beta = 0,45 \Rightarrow \alpha \doteq 26,74^\circ; b) \sin \alpha_m = \frac{n_{voda}}{n_{sklo}} = 0,9 \Rightarrow \alpha_m \doteq 64,16^\circ$$

$$c) v_{sklo} = \frac{c}{n_{sklo}} = 2 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}; v_{voda} = \frac{c}{n_{voda}} \doteq 2,22 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1})$$

- 2) Světelný paprsek dopadá na rozhraní vody a skla pod úhlem  $51^\circ 20'$  a úplně se polarizuje odrazem a lomem (lomený paprsek je kolmý k paprsku odraženému). Absolutní index lomu vody je 1,32. Vypočítejte absolutní index lomu skla a index lomu rozhraní voda-sklo. Výsledky zaokrouhlete na tři platné číslice.  
 $(n_{sklo} = n_{voda} \cdot \tan \alpha = 1,65; n = \tan \alpha = 1,25)$

- 3) Jaký musí být úhel dopadu na povrch skla o indexu lomu 1,7, aby úhel lomu byl roven polovině úhlu dopadu?

- 4) Na rozhraní vzduchu a neznámého průhledného optického prostředí dopadá světlo pod úhlem  $75^\circ$  a láme se pod úhlem  $40^\circ$ . Určete mezní úhel úplného odrazu světla na rozhraní prostředí a vzduchu.



# ① sche > roda

$$n_1 = 1,5$$

$$n_2 = 1,35$$

$$\beta = 30^\circ$$

---

$$a) \alpha = ?$$

$$b) d_m = ?$$

---

$$c) N_1, N_2 = ?$$

$$a) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{n_2}{n_1} \cdot \sin \beta$$

$$\sin \alpha = \frac{1,35}{1,5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1,35}{3} \Rightarrow \underline{\underline{\alpha = 26,7^\circ}}$$

$$b) \frac{\sin d_m}{1} = \frac{1,35}{1,5} \Rightarrow \underline{\underline{d_m = 64,2^\circ}}$$

$$c) n = \frac{c}{N} \Rightarrow N_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5} = \underline{\underline{2 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$N_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,35} = \underline{\underline{2,2 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

node  $\rightarrow$  sels

2)  $d = 51^\circ 20'$

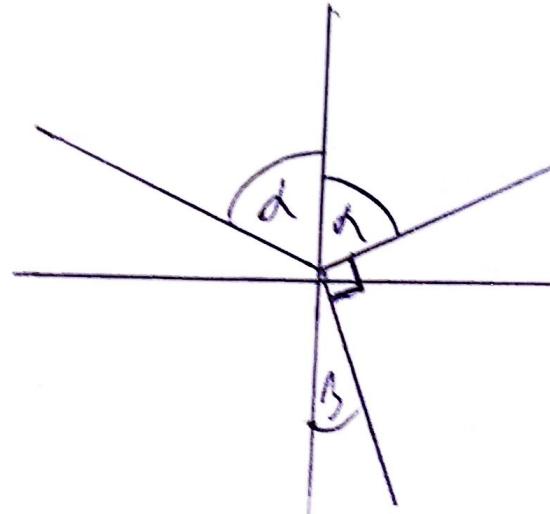
$$d + \beta = 90^\circ$$

$$n_1 = 1,32$$

$$n_2, n_{21} = ?$$

$$\frac{\sin d}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow n_2 = n_1 \cdot \text{tg}(d) = 1,32 \cdot \text{tg}(51^\circ 20') \doteq \underline{\underline{1,65}}$$

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \text{tg} d \doteq \underline{\underline{1,25}}$$



$$\frac{\sin d}{\sin \beta} = \frac{\sin d}{\sin(90^\circ - d)} = \frac{\sin d}{\cos d}$$

$$\Rightarrow \frac{\sin d}{\sin \beta} = \text{tg}(d)$$

3) medium  $\rightarrow$  sels

$$n_1 \doteq 1$$

$$n_2 = 1,7$$

$d$  = nihel logadu

$$\beta = \frac{d}{2} = \text{nihel loma}$$

$$d = ?$$

$$\frac{\sin d}{\sin(\frac{\alpha}{2})} = \frac{1,7}{1} \Rightarrow 1,7 = \frac{2 \sin(\frac{\alpha}{2}) \cos(\frac{\alpha}{2})}{\sin(\frac{\alpha}{2})} = 2 \cos(\frac{\alpha}{2})$$

$$\Rightarrow \cos(\frac{\alpha}{2}) = \frac{17}{20} \Rightarrow d = 2 \cdot \arccos\left(\frac{17}{20}\right) \doteq \underline{\underline{63,6^\circ}}$$