Cl. 11a – S 32.1-2 – Rez. pb. (interferența luminii și dispozitivul Young) 17.05.2021

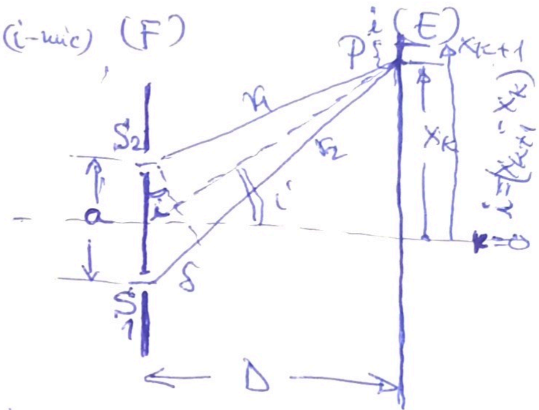
(3.1/142) Aflați interfranja (i) pentru un dispozitiv Young, cunoscând distanța (D) dintre planul fantelor (F) și ecranul de observare (E), știind distanța dintre fantele (S_1S_2) egală cu ($a = 1\,mm$) și lungimea de undă, $\lambda = 0,5\,\mu m$ a luminii utilizate.

$D = 1\,m$
$a = 1\,mm$
$\lambda = 0,5\,\mu m$

$i = ?$

$$\begin{cases} \sin i = \dfrac{\delta}{a} \\ \operatorname{tg} i \simeq \dfrac{x_k}{D} \end{cases}$$

$\sin i \simeq \operatorname{tg} i$ (i-mic), (F)



$$\frac{\delta}{a} \simeq \frac{x_k}{D} \rightarrow \boxed{x_k = \left(\frac{D}{a}\right)\cdot\delta}$$

Cond. de Max/min

$$\delta: \begin{cases} \delta_{Max} = (2k)\dfrac{\lambda}{2} \rightarrow \boxed{X_k^{Max} = \dfrac{D}{a}(2k)\dfrac{\lambda}{2}} \text{ franje luminoase.} \\ \delta_{min} = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} \rightarrow \boxed{X_k^{min} = \dfrac{D}{a}(2k-1)\dfrac{\lambda}{2}} \text{ franje întunecate.} \end{cases}$$

$k = 0, \pm1, \pm2, \ldots$

calculăm interfranja dintre două Max. consecutive

$$i \overset{def}{=} \left(X_{k+1}^{Max} - X_k^{Max}\right) = \left(\frac{D}{a}\right)\left(\frac{\lambda}{\cancel{2}}\right)[\cancel{2}(k+1) - 2k] = \left(\frac{D}{a}\right)\cdot\lambda.$$

deci $\boxed{i = \left(\frac{D}{a}\right)\cdot\lambda}$

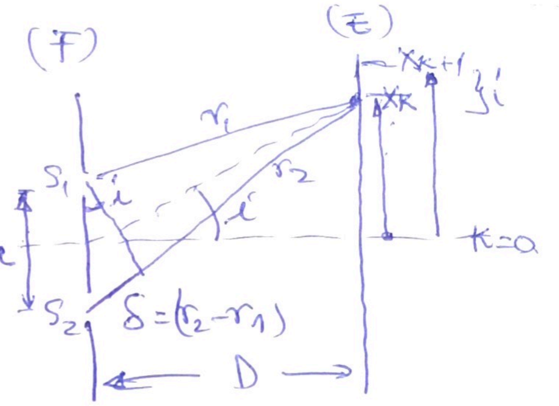
înlocuim: $i = \left(\frac{1\,m}{1\,mm}\right) 0,5\,\mu m = \left(\frac{1\,m}{10^{-3}\,\cancel{m}}\right) 0,5\cdot10^{-9}\,\cancel{m} = 0,5\cdot10^{-6}\,m.$

(3.2/142) Un dispozitiv Young, care are distanța dintre fante ($a = 0,5\,mm$) și distanța ($D = 1,2\,m$) între pl. fantelor și ecranul (E), este iluminat de o sursă monocromatică cu ($\lambda = 500\,nm$). Aflați a) interfranja ($i = ?$)
b) ~~(a)~~ distanța dintre fante/surse ($a' = ?$) pentru care interfranja se dublează ($i' = 2i$)
c) Valoarea noii interfranje ($i_\ell = ?$) dacă întreg sistemul este scufundat într-un lichid cu indicele de refracție ($n = 1,5$) în cond. pct. (a).

$a = 0,5\,mm$.
$D = 1,2\,m$
$\lambda = 500\,nm$

a) $i = ?$
b) $a' = ?$ ($i' = 2i$)
c) ($n = 1,5$) $\rightarrow i_\ell = ?$

Rezolvare: a) interfranja în aer:



$$i=\left(\frac{D}{a}\right)\lambda=\frac{1{,}2\,m}{0{,}5\,mm}\cdot 500\,nm=$$

$$=\left(\frac{1{,}2}{0{,}5\cdot 10^{-3}\,m}\right)500\cdot 10^{-9}\,m=6\cdot 10^{-4}\,m.$$

sau $\underline{i=0{,}6\cdot 10^{-3}\,m=0{,}6\,mm}$.

$\underline{\delta=(r_2-r_1)}$ – drumul geometric

b) $\begin{cases} i=\frac{D}{a}\cdot\lambda \\ \underline{i'=(2i)}=\left(\frac{D}{a'}\right)\cdot\lambda \end{cases} \rightarrow \begin{cases}(2i)=\frac{2D}{a}\cdot\lambda \\ i'=\left(\frac{D}{a'}\right)\lambda \end{cases} \Big\langle \begin{array}{l}\underline{i'=(2i)} \\ \lambda\left(\frac{2D}{a}\right)=\left(\frac{D}{a'}\right)\cdot\lambda\end{array} \rightarrow \boxed{a'=\left(\frac{a}{2}\right)}$

condiția impusă de pb.

$\underline{a'=0{,}25\,mm}$

c) Întregul sistem se scufundă într-un lichid cu $\boxed{n_e=1{,}5}$, $n_a=1$

Teorie: Lumina va parcurge acum un drum optic (δ_n), proporțional cu produsul dintre drumul geometric (δ) înmulțit cu indicele de refracție al noului mediu (n)

deci $\underline{\delta_n=(n\cdot\delta)=n(r_2-r_1)}$ în rest totul este identic/proporțional.

adică:

$$\begin{cases}\sin i=\frac{\delta_n}{a} \\ \operatorname{tg} i=\frac{x_k}{D}\end{cases} \Bigg| \begin{array}{c}\underline{\sin i\simeq \operatorname{tg} i} \\ \left(\frac{\delta_n}{a}\right)=\left(\frac{x_k}{D}\right)\end{array} \Rightarrow \Big\langle \begin{array}{l}\underline{x_k^{Max}}=\left(\frac{D}{a}\right)\delta_n^{Max}=\left(\frac{D}{a}\right)(2k)\left(\frac{\lambda}{2}\right)\cdot n \\ \underline{x_{k+1}^{Max}}=\frac{D}{a}\delta_n^{Max}=\left(\frac{D}{a}\right)(2k+1)\left(\frac{\lambda}{2}\right)\cdot n\end{array}$$

atunci $\underline{i_e=\left|x_{k+1}^{Max}-x_k^{Max}\right|}=\left(\frac{D}{a}\right)(\lambda\cdot n)=n\cdot\left(\frac{D}{a}\cdot\lambda\right)=n\cdot i$

deci $\Big\langle \begin{array}{l} i_e=1{,}5\cdot i=1{,}5\cdot 0{,}6\,mm=\underline{0{,}9\,mm}. \\ \underline{i_e=n\cdot i}=\underline{n\cdot\left(\frac{D}{a}\right)\lambda}\end{array}$