

(3)

TUMORACI : 6, 7
ESEROZI : 41 - 56

MACINO 61. 65 50, 54

TUMORACIO FISICA III

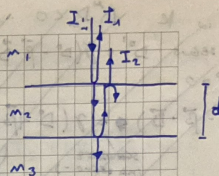
ES 42.6 SINGLIATA LA
SOLUZIONE + SOL. COCOTTA 0,11/um

ES 12 (ESERCITAZIONE 3) [È DI AIUTO]

$m_1 = 1,5$, d , $m_2 = 1,8$, $m_3 = 1,2$ con $\perp$

a) $\lambda = 400 \text{ nm}$ ELIMINATA (d_{min})

b) $\lambda = 500 \text{ nm}$ INTERF. COSTRUTTIVA (d_{min})



A ME INTERESSA I_1 E I_2

C'È UNA DIFFERENZA DI CAMMINO OTTICO OLTRE UNA FASE

I_2 FA UN PERCORSO $2d$ IN $m_2 \Rightarrow \Delta\phi = 2m_2d$

AVENDO $m_2 > m_1$ IL RAGGIO I_1 QUANDO VIENE RIFLESSO È SFASATO DI π RISPETTO I_1

INVECE $m_2 > m_3$ IL RAGGIO 2 NON SUBISCE SFASAMENTI TRA 2-3 QUINDI

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta\delta - \pi = \frac{4\pi}{\lambda_0} m_2 d - \pi$$

QUELLA CHE MI DA L'INTERFERENZA

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\phi$$

a) $\lambda_0 = \frac{c}{\nu} = \frac{m_1 \cdot v}{\nu} = m_1 \lambda = 480 \text{ nm}$ PER ELIMINARLA VOGLIAMO INTERFERENZA DISTRUTTIVA

$$\Delta\phi = \pi + 2m\pi \Rightarrow \frac{4\pi}{\lambda_0} m_2 d - \pi = \pi + 2m\pi \Rightarrow \frac{4m_2}{\lambda_0} d = 2(1+m) \Rightarrow d = \frac{1+m}{2m_2} \lambda_0$$

$$d_{\text{min}} \rightarrow m=0 \Rightarrow d = \frac{\lambda_0}{2m_2} = 133 \text{ nm}$$

b) $\lambda_0 = \frac{c}{\nu} = \frac{m_1 \cdot v}{\nu} = m_1 \lambda = 500 \text{ nm}$ VOGLIO INTERF. COSTRUTTIVA

$$\Delta\phi = 2m\pi \Rightarrow \frac{4\pi}{\lambda_0} m_2 d = 2(m+1)\pi \Rightarrow d = \frac{2m+1}{4m_2} \lambda_0 \Rightarrow d_{\text{min}} = \frac{\lambda_0}{4m_2} = 83 \text{ nm}$$

41 $d = 20 \mu\text{m}$ $L = 254 \text{ mm}$

WIDE MONOCHROMATIC

MAX $N = 8$ MIN $h = 21 \text{ mm}$

PER MAX

$$x_{-3} = -8 \frac{\lambda_0 L}{n d}$$

$$x_3 = 8 \frac{\lambda_0 L}{n d}$$

$$m_{\text{ARIA}} = m_A = 1$$

$$\Delta x = 16 \frac{\lambda_0 L}{n d} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{\Delta x d}{16 L} = 6.2 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 620 \text{ nm}$$

h

PER MINIMI

$$x_{-3} = (2m' + 1) \frac{\lambda_0 L}{2nd}$$

$$m' = 0, 1, \dots$$

$$x_{-1} = - \frac{\lambda_0 L}{2nd}$$

$$x_1 = \frac{\lambda_0 L}{2nd}$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda_0 L}{d} = 1.3 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1.3 \text{ mm}$$

VA SE SIAMO IN ACQUA $n = 1.33$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n} = 466.16 \text{ nm}$$

$$h = 16 \frac{\lambda_0 L}{n d} = 16 \frac{\lambda L}{d} = 0.057 \text{ m} = 5.7 \text{ mm}$$

$$\Delta x = \frac{\lambda L}{n d} = \frac{\lambda L}{d} = 9.867 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 0.987 \text{ mm}$$

42 $\frac{I_{\text{MAX}}}{I_{\text{MIN}}}$

DI INTERFERENZA

2 Sorg. COHERENT. con $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ e $I_1 = I_2 = I_0$
 $w_1 = w_2 = w$ $I_2 = 2I_0$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \delta$$

MAX $\cos \delta = 1$

$$I_{\text{MAX}} = I_0 + 2I_0 + 2\sqrt{2} I_0$$

MIN $\cos \delta = -1$

$$I_{\text{MIN}} = I_0 + 2I_0 - 2\sqrt{2} I_0$$

$$\Rightarrow \frac{I_{\text{MAX}}}{I_{\text{MIN}}} = \frac{I_0(3 + 2\sqrt{2})}{I_0(3 - 2\sqrt{2})} = 33.97$$

43 $n_3 = 1,5$ + VERNICE TRASPARENTE d

FORE HO $n_1 = 2$ CON $\theta = 0^\circ \perp$
SULLA VERNICE

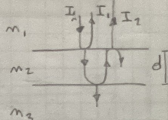
TAGLIA $d_{\min}$ E r MINIMA $\lambda = 600 \text{ nm}$

a) $n_2 = 1,3$ b) $1,3$

TRA I_1 E I_2 , CHE SONO
GLI UNGHI CHE MI INTERESSANO
PER LA RIFLESSIONE, C'È
UNA DIFFERENZA DI CAMMINO
OTTICO (I_2 PERCORRE 2d
IN n_2)

$$\Delta\phi = 2n_2 d$$

IN PIÙ VALENDO n_1 E n_2 IL RAGGIO 1
HA UNO SFASAMENTO DI π RISPETTO I_2



b) ESSENDO $n_2 = 1,3$ E n_3 IL RAGGIO TRA
2-3 SUBISCE UNO SFASAMENTO DI π
QUINDI HO UNA DIFFERENZA DI FASE
COMPLESSIVA:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda_0} 2n_2 d - \pi + \pi = \frac{2\pi}{\lambda_0} 2n_2 d$$

SO $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\phi$
È MINIMA SE HO INTERF. DISTRUTTIVA

$$\Delta\phi = \pi + 2m\pi \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda_0} 2n_2 d = \pi + 2m\pi$$

$$\Rightarrow \frac{4n_2}{\lambda_0} d = 1 + 2m \Rightarrow d = \frac{1 + 2m}{4n_2} \lambda_0 = \frac{1 + 2m}{4n_2} \lambda$$

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{4n_2} = \frac{600}{4 \cdot 1,3} \text{ nm} = 115,4 \text{ nm}$$

b) SU 2-3 NON HO SFASAMENTO DI π DI I_2 , COSÌ:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda_0} 2n_2 d - \pi \text{ ALLORA } \frac{2\pi}{\lambda_0} 2n_2 d = 2\pi + 2m\pi$$

$$\Rightarrow d = \frac{1 + m}{2n_2} \lambda_0 = \frac{1 + m}{2n_2} \lambda \Rightarrow d_{\min} = \frac{\lambda}{2n_2} = \frac{600}{2 \cdot 1,3} \text{ nm} = 230,8 \text{ nm}$$

44 NEL VUOTO, ISOTROPO $\vec{n} = 10\vec{v}$

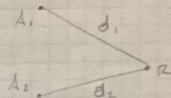
ONDE SFERICHE MONOCROMATICHE

$$\lambda = 20 \text{ cm}$$

$$d_1 = 100 \text{ cm}$$

$$d_2 = 90 \text{ cm}$$

$$\Delta\phi \in [0, 2\pi]$$



HO UN MASSIMO SE $\Delta\phi = 2m\pi$

$$\Rightarrow \Delta\phi = 2m\pi = \frac{2\pi}{\lambda} (r_1 - r_2) + \Delta\phi$$

$$\Rightarrow \Delta\phi = 2\pi (r_1 - r_2) \left(\frac{1}{\lambda} - m \right) \quad \text{DIFFERENZA DI FASE TRA 1 E 2}$$

$$m=0 \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} (r_1 - r_2) = \frac{2\pi}{\lambda} (100 - 90) \cdot 10^2 = \pi$$

$$\cos \Delta\phi = 1$$

OSSERVATA IN P CI SARA' (HOW MAX)

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}$$

IN GENERALE $\vec{I} = \frac{\vec{W}}{4\pi d^2}$

$$\vec{I} = (\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2 = \left(\sqrt{\frac{W}{4\pi d_1^2}} + \sqrt{\frac{W}{4\pi d_2^2}} \right)^2$$

$$= \frac{W}{4\pi} \left(\frac{1}{d_1^2} + \frac{1}{d_2^2} \right) = 3,95 \text{ W/m}^2$$

NORTH ATLANTIC

45

MONOCHROMATIC, COHERENT, $N = 2$

$$\lambda_0 = 596 \text{ nm}, \quad \ell = 15 \text{ cm}$$

CON VUOTO P HO MAX

CON VUOTO - GAS CON P = 1.25 m IN P

SI SONO ALTERNATI $m_0 = 68$ MINIMI E C'E

UN MAX

SE HO UN ALLORA

$$\frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta\delta = 2m\pi \Rightarrow \Delta\phi$$

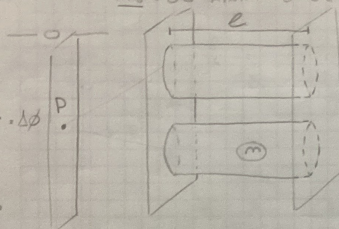
DIFFERENZA DI CAMMINO OTTICO

SE VUOTO IN ENTRATO. $\Delta\delta = 0 \Rightarrow \cos \Delta\phi = 1$
E INTATTI HO UN MAX

SE HO VUOTO - GAS HO $\Delta\delta = m\ell - \ell$
ALLORA

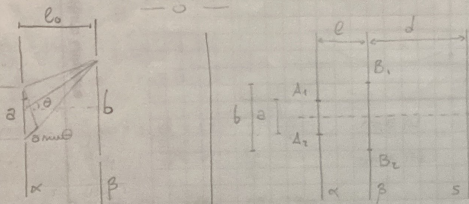
$$\Delta\phi \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda_0} m\ell = \ell = 2m\pi \quad \text{HA SO MAX DI ORDINE } m_0 = 68$$

$$\Rightarrow \frac{\ell}{\lambda_0} (m - 1) = m \Rightarrow m = \frac{m_0 \lambda_0}{\ell} + 1 = 1,00027$$



46 $\lambda = 0.6 \text{ mm}$, $b = 0.75 \text{ mm}$, λ_0
 $d \gg b$

AD $\ell = \ell_0 = 34.3 \text{ cm}$ NON HO LUCE SU S
 TROVA $\ell = \ell_{\text{max}}$ TC I_{max} SU S



$\frac{2\pi}{\lambda} \sin \theta$ DIFFERENZA
 DI FASE SU β SE $\ell = \ell_0$ NON VEDO NULLA

SE HO UN MIN $\frac{\partial \sin \theta}{\partial \ell} 2\pi = (2m+1)\pi$

$$\Rightarrow \frac{\partial \sin \theta}{\partial \ell} 2 = (2m+1)$$

POSSO VEDERE $\sin \theta \sim \tan \theta = \frac{b}{2\ell_0} = \frac{b}{2\ell}$
 θ PICCOLI

$$\Rightarrow \frac{\partial b}{2\ell_0} \frac{1}{\ell} = (2m+1) \Rightarrow \lambda = \frac{2b}{3\ell_0} = 4,37 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 437 \text{ nm}$$

MA ORA VOGLIO UN MASSIMO, QUINDI

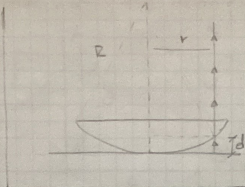
$$\frac{\partial \sin \theta}{\partial \ell} 2\pi = 2m\pi \Rightarrow \frac{\partial b}{2\ell} \frac{1}{\ell} = m \Rightarrow \ell = \frac{2b}{2\lambda} = 0,514 \text{ m} = 51,4 \text{ cm}$$

[47] R INCOGNITO

$$\lambda = 632,8 \text{ nm}$$

LA PORZIONE D'ARIA È:

$$\begin{aligned} d &= R - \sqrt{R^2 - r^2} \\ &= R - R \sqrt{1 - \frac{r^2}{R^2}} \\ &\approx R - R \left(1 - \frac{1}{2} \frac{r^2}{R^2} + \dots \right) \\ &= \frac{r^2}{2R} \quad \text{se } r^2 \ll R^2 \end{aligned}$$



VALGONO

$$\begin{cases} \text{MAX: } d = (2m+1) \frac{\lambda}{4} & m \in \mathbb{N} \\ \text{MIN: } d = m' \frac{\lambda}{2} & m' \in \mathbb{N} \end{cases}$$

a)

SE $r=0$ (SONO NEL CENTRO)

$$\Rightarrow d=0 \Rightarrow \begin{cases} 0 = (2m+1) \frac{\lambda}{4} & \text{IMP} \\ 0 = m' \frac{\lambda}{2} & \Rightarrow m' = 0 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ IL CENTRO È UN MINIMO

P. 606 - IL CENTRO È NERO PERCHÉ IN UNA DELLE DUE SUPERFICI C'È UNO SFASAMENTO DI π DELLA RIFLESSIONE, MA SE D'UNO ALLORA L'UNICO SFASAMENTO C'È $\Rightarrow$ MINIMO DI INTENSITÀ

b) $d = \frac{r^2}{2R}$

MASSIMO DI ORDINE m

$$\frac{r^2}{2R} = (2m+1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow r_m^2 = (2m+1) \frac{\lambda}{2} R$$

$$\Rightarrow r_m = \sqrt{(2m+1) \frac{\lambda R}{2}} \quad m \in \mathbb{N}$$

> INDIFFERENTE USARE $2m \pm 1$ PERCHÉ SE GRANDEZZE PICCOLE E USANDO UNA SORGENTE $\perp$ E FISSANDO UN SOLO PUNTO DELLA LENTE POSSO APPROSSIMARLO AD UNA LENTE SOTTILE LOCALMENTE (P. 606 $\rightarrow$ 602)

c) CHIAMO $r_m = r \quad r_m + 2\lambda = r$

$$\begin{cases} r = (2m+1) \frac{\lambda R}{2}^{1/2} \\ r = (2m+41) \frac{\lambda R}{2}^{1/2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{r^2}{\lambda} = (2m+1) R \\ \frac{r^2}{\lambda} = (2m+41) R \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{2r^2}{\lambda (2m+1)} = R & \textcircled{1} \\ \frac{2r^2}{\lambda} = (2m+1) + 40 \frac{2r^2}{\lambda} & \textcircled{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R = \dots & \textcircled{1} \\ \frac{r^2}{r^2} = 1 + \frac{40}{2m+1} & \textcircled{2} \end{cases}$$

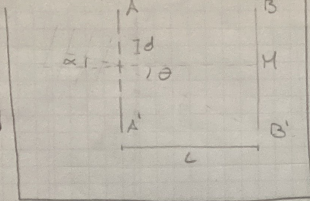
$$\begin{aligned} \textcircled{2} \Rightarrow \left(\frac{r^2}{r^2} - 1 \right) \frac{1}{40} &= \frac{1}{2m+1} \\ \Rightarrow \left(\frac{40r^2}{r^2 - r^2} - 1 \right) \frac{1}{2} &= m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \Rightarrow \frac{2r^2}{\lambda} \frac{1}{2 \left(\frac{40r^2}{r^2 - r^2} - 1 \right) + 1} &= R \\ \Rightarrow R &= \frac{2r^2}{\lambda} \frac{r^2 - r^2}{40r^2} = \frac{r^2 - r^2}{20 \lambda} = 0,5001 \text{ m} \\ &\approx 0,5 \text{ m} \end{aligned}$$

48) rosso $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ $N = 4$
 $d = 1,5 \mu\text{m}$ $\alpha = 4^\circ$ $L = 2 \text{ m}$

— 0 —
 SI HA
 DIFFERENZA DI
 CAMMINO PRIMA
 DELLA FENDITURA
 + DIFFERENZA DI
 CAMMINO DOPO

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} (\sin\theta - \sin\alpha) d$$



IN M ABBIAMO

$$\Delta\phi_m = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin\alpha \quad (\theta = 0)$$

IN UN MASSIMO ABBIAMO $\Delta\phi = 2m\pi$

$$2m\pi = \frac{2\pi}{\lambda} d (\sin\theta - \sin\alpha) \Rightarrow \sin\theta = \sin\alpha + m \frac{\lambda}{d}$$

$$\Rightarrow \theta = \sin^{-1} \left(\sin\alpha + m \frac{\lambda}{d} \right)$$

$$m=0 \Rightarrow |\theta = \alpha|$$

$$I_{\text{max}} \text{ DA } N=4 \text{ FENDITURE } I = I_0 16$$

$$\frac{I_y}{I_{\text{max}}} = \left(\frac{\sin^2 \left(\frac{4\Delta\phi}{2} \right)}{\sin^2 \left(\frac{\Delta\phi}{2} \right)} \right) I_0 \cdot \frac{1}{16 I_0}$$

$$= \frac{1}{16} \frac{\sin^2 \left(\frac{4\pi}{\lambda} d \sin\alpha \right)}{\sin^2 \left(\frac{\pi}{\lambda} d \sin\alpha \right)}$$

$$b) \max \frac{2\pi}{\lambda} d (\sin\theta - \sin\alpha) = 2m\pi$$

$$\sin\theta = \frac{m\lambda}{d} + \sin\alpha$$

IMPOSSO

$$\sin\theta \geq 1 \Rightarrow \frac{m\lambda}{d} + \sin\alpha \geq 1$$

$$\Rightarrow m \geq (1 - \sin\alpha) \frac{d}{\lambda} = 2,2$$

$$\text{IMPOSSO } \sin\theta \leq -1 \Rightarrow m \leq 2,6$$

$$\Rightarrow \text{CI SONO I MASSIMI } m = 0, \pm 1, \pm 2$$

$$c) \theta = \sin^{-1} \left(m \frac{\lambda}{d} + \sin\alpha \right)$$

$$m=0 \Rightarrow \theta_0 = \alpha$$

$$m = \pm 1 \Rightarrow \theta_{\pm 1} = \sin^{-1} \left(\sin\alpha \pm \frac{\lambda}{d} \right) = -20,6^\circ$$

$$\theta_{\pm 1} = 29,44$$

$$\text{I PIU' VICINI SONO } \theta_0 \text{ E } \theta_{\pm 1}$$

$$\text{I MINORI SONO } \frac{d(\sin\theta - \sin\alpha)}{\lambda} = \frac{m'}{N}$$

$$\Rightarrow \theta = \sin^{-1} \left(\sin\alpha + \frac{m'\lambda}{N d} \right)$$

$$m' = -3$$

$$\theta_{-3} = -14,28^\circ$$

$$m' = -5$$

$$\theta_{-5} = -27,2^\circ$$

$$m' = 2$$

$$\theta_2 = 16,3^\circ$$

$$m' = -1$$

$$\theta_{-1} = -2,04^\circ$$

$$m' = 1$$

$$\theta_1 = 40,09^\circ$$

$$m' = 2$$

$$\theta_2 = -8,11^\circ$$

$$\text{VICINE A } \theta_0 \Rightarrow \theta_{\pm 1} \Rightarrow \Delta\theta = 12,13^\circ$$

$$\text{VICINE A } \theta_{\pm 1} \Rightarrow \theta_{\pm 2} \Rightarrow \Delta\theta = 12,92^\circ$$

49) N SORGENTI COERENTI,
UNDE SFERICHE, L DISTANZA d

a) PER N SORGENTI CO

$$I = I_0 \frac{\sin^2(\frac{N\delta}{2})}{\sin^2(\frac{\delta}{2})}$$

MAX PRINCIPALI SONO

$$\sin\theta = m \frac{\lambda}{d}$$

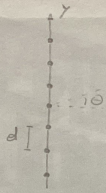
$$\frac{\pi d}{\lambda} \sin\theta = m\pi$$

$$\text{SE } m=0 \Rightarrow \theta=0$$

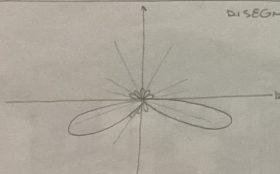
$$\text{SE } m=1 \Rightarrow \frac{\pi d}{\lambda} \sin\theta = \pi$$

$$\text{MAPOVO } \sin\theta \geq 1 \Rightarrow \sin\theta = \frac{\lambda}{d} > 1$$

$$\Rightarrow \boxed{d < \lambda}$$



DISEGNO PUNTO C



b) $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} d(\sin\theta) + \Delta\phi$ Sfasamento SORGENTI

MAX SU ASSE Y $\Rightarrow \theta = \pi/2$

$$\frac{2\pi}{\lambda} d(\sin\theta) + \Delta\phi = 2m\pi$$

$$\Delta\phi = 2m\pi - \frac{2\pi}{\lambda} d \sin\theta$$

$$\theta = \pi/2, m=1 \Rightarrow \Delta\phi = 2\pi - \frac{2\pi \lambda}{\lambda 2}$$

$$\Rightarrow \Delta\phi = 2\pi - \pi = \pi$$

c) $N=5$ $d=\lambda/2$ $\Delta\phi = \pi/4$
L'area 2 successive

AVREI $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin\theta + \Delta\phi = 2m\pi$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} \frac{\lambda}{2} \sin\theta + \frac{\pi}{4} = 2m\pi$$

$$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}(2m - \frac{1}{4})$$

$$2m-1 \leq 1 \Rightarrow m \leq 1$$

QUINDI 1 MASSIMO

$$\Rightarrow \theta_0 = \sin^{-1}(-1/4) = -14.47^\circ$$

$N \frac{\delta}{2} = m'\pi$ PER TROVARE m' NO?

$N=5$ $\frac{N}{2} (\frac{2\pi}{\lambda} d \sin\theta + \Delta\phi) = m'\pi$

$$\frac{N}{2} (\pi \sin\theta + \frac{\pi}{4}) = m'\pi \Rightarrow \frac{2m'}{N} - \frac{1}{4} = \sin\theta$$

$$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}(\frac{2m'}{N} - \frac{1}{4}) = \begin{cases} m'=1 & \theta = 3.03^\circ \\ m'=2 & \theta = -40.5^\circ \\ m'=3 & \theta = 71.3^\circ \end{cases}$$

50) $\lambda_0 = 800 \text{ nm}$, $L = 1.5 \text{ m}$

$n = 1.33$ $\mu = 7 \text{ nm}/\lambda_0$

B) $v_{1,2} = v \pm \mu = \frac{c}{n} \pm \mu$

T₁ $v_1' = v - \mu = \frac{c}{n} - \mu$

T₂ $v_2' = v + \mu = \frac{c}{n} + \mu$

SE PASSAMO DA UNO DEI CAMMINO AVANZANDO UNA DIFFERENZA DI CAMMINO OTTICO (DI FASE)

$\Delta\phi = k_1 L - k_2 L$

CAMBIAVO LE λ : (NON
LE ω) CAMBIAVO LE v

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ $\lambda = \frac{v}{f}$

$\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} \Rightarrow \nu_0 = \frac{c}{\lambda_0}$

$\Delta\phi = \frac{2\pi L}{\lambda_1} - \frac{2\pi L}{\lambda_2} = \frac{2\pi L}{v_1'} \nu_0 - \frac{2\pi L}{v_2'} \nu_0$

$= \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \left(\frac{1}{v_1'} - \frac{1}{v_2'} \right) = \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \left(\frac{v_2' - v_1'}{v_1' v_2'} \right)$

$= \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \left(\frac{v + \mu - v + \mu}{v^2 - \mu^2} \right) = \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \frac{2\mu}{v^2 - \mu^2}$

$= \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \frac{2\mu}{c^2/n^2 - \mu^2} \approx \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \frac{2\mu}{c^2} n^2$

$= 2\pi \frac{2L}{\lambda_0} \frac{\mu}{c} n^2 \stackrel{\mu \ll c}{=} 2\pi \cdot 0.25$

b) PARTO DA $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \frac{v_2' - v_1'}{v_1' v_2'}$

$v_1' = v - \mu \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$

$v_2' = v + \mu \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$

$v_2' - v_1' = 2\mu \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$

$v_1' v_2' = v^2 - \mu^2 \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)^2$

$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \frac{2\mu \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)}{v^2 - \mu^2 \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)^2}$

$= \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \frac{2\mu \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)}{\frac{c^2}{n^2} - \mu^2 \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)^2}$

DAI $\mu \ll c$

$\approx \frac{2\pi}{\lambda_0} L C \frac{2\mu}{c^2} n^2 \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) = 2\pi \frac{2L}{\lambda_0} \frac{\mu}{c} (n^2 - 1)$

$= 2\pi \cdot 0.15$

c) $v' = \frac{v \pm \mu}{1 \pm \frac{v\mu}{c^2}} = \frac{\frac{c}{n} \pm \mu}{1 \pm \frac{c\mu}{nc^2}} = \frac{\frac{c}{n} \pm \mu}{1 \pm \frac{\mu}{nc}}$

$= (v \pm \mu) \left(1 \pm \frac{\mu}{c} \frac{1}{n}\right)^{-1} \approx (v \pm \mu) \left(1 - \frac{\mu}{c} \frac{1}{n}\right)$

$= \left(\frac{c}{n} \pm \mu\right) \left(1 - \frac{\mu}{c} \frac{1}{n}\right) = (c \pm n\mu) \left(\frac{1}{n} - \frac{\mu}{c} \frac{1}{n^2}\right)$

51 PRINCIPIO DI BABINET

$$\lambda = 632.8 \text{ nm} \quad L = 2.65 \text{ m}$$

$$D = 1.37 \text{ mm}$$

$$m = 10$$

— 0 —

VALC PER UNA FENDITURA
RETTANGOLARE (PER I MINIMI)

$$m \sin \theta = m \frac{\lambda}{D}$$

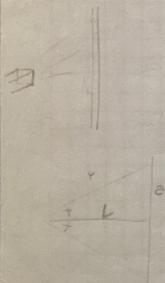
$$\Rightarrow \theta = \sin^{-1} \left(m \frac{\lambda}{D} \right) = 0.264^\circ$$

$$r \cos \theta = L \Rightarrow \frac{L}{\cos \theta} = r = 2.650028 \text{ m}$$

$$r \sin \theta = z = 0.01221 \text{ m}$$

$$\Delta x = 2z = 0.02442 \text{ m}$$

$$= 24.42 \text{ mm}$$



52 $\lambda = 514.5 \text{ nm}$ (Argon)

$N = 6000 \text{ righe/cm}$

3) MASSIMI $p \sin \theta = m \lambda$ con $p = \text{PASSO}$

$Np \cdot \lambda = d \Rightarrow p = \frac{\lambda}{N} = 1.6 \cdot 10^{-6} \text{ cm} \cdot 1.6 \cdot 10^6 \text{ m}$
 $= 1.6 \mu\text{m}$

$\Rightarrow \sin \theta = \frac{m \lambda}{p}$ VOGLIO SAPERE QUANDO $\sin \theta > 1$

$\Rightarrow \frac{m \lambda}{p} > 1 \Rightarrow m > \frac{p}{\lambda} = 3.1$

QUINDI IL MASSIMO PIÙ ALTO È 3.

6) $R = \frac{1}{\Delta \lambda} = \frac{514.5}{0.1} = 5145.5 = 5.1455 \cdot 10^3$

MA SU $R = \frac{1}{\Delta \lambda} = m N$

$\Rightarrow N = R = 5145.5 \text{ RIGHE}$

$\Rightarrow Np = L = 8.579 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 8.57 \text{ mm}$

ASSUMENDO LO
STESSO DI SOPRA

53 $I_0 = \frac{F-1}{\left(1-\frac{1}{2}+\frac{F}{2}\right)} \frac{I_0}{2}$

$\Rightarrow I_p = \frac{F-1}{F+1} \frac{I_0}{2} \quad z = \frac{F-1}{F+1} \frac{I_0}{2} \cdot \frac{2}{3}$

53 I_0 INTENSITÀ POLARIZZATA LUCE NON POLARIZZATA LINEARMENTE

F FATTORE A SECONDA DEL RITTO
DI CUI VARIA F

SO $P = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} + I_{\text{min}}}$

HO $I_p = \uparrow$
 $I_{np} = \star$
 $I_0 = \uparrow + \star = I_p + I_{np}$

SO $\frac{I_p}{I_{np}} = F \Rightarrow I_p = F I_{np}$

IN I_{MAX} AVREMO L'ASSE OTTICO ALLA
COMPONENTE POLARIZZATA QUANDO SAPENDO:

$I = I_p + I_{np}$
 $= I_p(\uparrow) + \frac{1}{2} I_{np}(\uparrow) + \frac{1}{2} I_{np}(\leftrightarrow)$

ALLORA

$I_{\text{MAX}} = I_p + \frac{I_{np}}{2}$

MENTRE IN I_{MIN} SARÀ CON L'ASSE OTTICO
L A I_p QUINDI

$I_{\text{MIN}} = \frac{I_{np}}{2} (\leftrightarrow) = \frac{I_{np}}{2}$

$F = \frac{I_{\text{MAX}}}{I_{\text{MIN}}} \Rightarrow I_{\text{MAX}} = F I_{\text{MIN}} \Rightarrow I_p + \frac{I_{np}}{2} = F \frac{I_{np}}{2}$

$\Rightarrow I_p + \left(\frac{I_0}{2} - \frac{I_p}{2}\right) = F \left(\frac{I_0}{2} - \frac{I_p}{2}\right) \Rightarrow I_p - \frac{I_p}{2} + F \frac{I_p}{2} = I_0 \left(\frac{F-1}{2}\right)$

54) $I_v = 0,060 I_2$ $P_v = 0,90$

$$I_2 = \frac{1}{2} I(\uparrow) + \frac{1}{2} I(\leftrightarrow)$$

$$I_{t//} = I_2(0,5 - 0,06)$$

$$I_{t\perp} = I_2(0,5 - 0,06)$$

$$P = \frac{I_{t//} - I_{t\perp}}{I_{t//} + I_{t\perp}}$$

$$I_v = (0,10 I_{x\perp} + 0,9 I_{x//}) 0,06$$

$$\Rightarrow I_v = (0,05 I_0 + 0,45 I_0) 0,06$$

$$= 0,003 I_0 + 0,027 I_0$$

$$I_t = (0,5 - 0,003) I_0 + (0,5 - 0,027) I_0$$

$$P = \frac{0,497 - 0,473}{0,497 + 0,473} = 0,0247 = 2,47\%$$

55 FAMULA QUARTO FONDA $m_0 = 1.544$
 $m_s = 1.553$

$$\lambda = 589.3 \text{ nm} \quad , \quad d$$

a) VALE $\delta = (2m+1) \frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} (m_0 - m_s) d = (2m+1) \frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow d = \frac{2m+1}{m_0 - m_s} \frac{\lambda}{4} = \frac{2m+1}{1.553 - 1.544} \frac{589.3 \text{ nm}}{4}$$

$$(\text{CON } m = 30)$$

b) VERO $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} (m_0 - m_s) d = 45000 \pi$

$$\lambda = 399.4 \text{ nm}$$

SFASAMENTO DI UN MULTIPLO INTERO DI π
 $\Rightarrow$ LAMINA MEZZONDA

56 POL LINEARE , INCIDENZA $\perp$

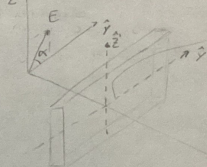
$$6.0 \cdot 10^7 \text{ m} \leq \lambda \leq 7.0 \cdot 10^7$$

LAMINA QUARTO: $d = 0.865 \text{ mm}$

$$\alpha = 45^\circ$$

[PER $\lambda = 589.3 \cdot 10^7 \text{ m}$ SONO:
 $m_0 = 1.5442 \quad m_s = 1.5533$
 (TRASCURA LA LORO VARIAZIONE)]

— O —



ASSE OTTICO

$$E = E_0 \cos(\omega t - kx)$$

$$E_x = E_0 \cos \alpha$$

$$E_z = E_0 \sin \alpha$$

$$x=0 \begin{cases} E_x = E_{0x} \cos(\omega t) \\ E_z = E_{0z} \cos(\omega t) \end{cases}$$

$$x=d \begin{cases} E_x = E_{0x} \cos(\omega t - k_0 d) \\ E_z = E_{0z} \cos(\omega t - k_0 d) \end{cases}$$

cosi $\delta = (k_e - k_o) d = k(m_0 - m_s) d = \frac{2\pi}{\lambda} (m_0 - m_s) d$

AVRE' QUALCOSA DI POLARIZZATO LINEARMENTE
 AL PIANO INIZIALE SE VALE

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} (m_0 - m_s) d = m\pi$$

$$\Rightarrow \lambda(m) = \frac{2}{m} \lambda m d \quad , \quad \Delta m = 9.1 \cdot 10^3$$

SARA' $\lambda_{\min} = 6 \cdot 10^7 \text{ m} \leq \lambda(m) = \frac{2\lambda m}{m} \leq 7 \cdot 10^7 \text{ m} = \lambda_{\max}$

DEVO TROVARE m

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} \leq \frac{m}{2\lambda m} \leq \frac{1}{\lambda_{\min}} \Rightarrow \frac{2\lambda m}{\lambda_{\max}} \leq m \leq \frac{2\lambda m}{\lambda_{\min}}$$

$$22.42 \leq m \leq 26.2$$

$$\text{QUINDI} \Rightarrow 23 \leq m \leq 26$$

$$\lambda_{23} = 684 \text{ mm}$$

$$\lambda_{24} = 656 \text{ mm}$$

$$\lambda_{25} = 630 \text{ mm}$$

$$\lambda_{26} = 606 \text{ mm}$$

POSSO VEDERE CHE CON $m = 24, 26$ HO
 $\delta = m\pi$ CHE È MULTIPLIO DI 2π , QUINDI
 NON CAMBIA NULLA NELLA POLARIZZAZIONE

$$\Rightarrow \lambda_{24, 26} \text{ SONO POLARIZZATE // AL PIANO INIZIALE}$$

INVECE PER $m = 23, 25$ HO $\delta = (2m+1)\pi$
 QUINDI SFASAMENTO DI UN MULTIPLIO
 DI π

$$\Rightarrow \lambda_{23, 25} \text{ SONO POLARIZZATE } \perp \text{ AL PIANO INIZIALE}$$

b) LE λ EMERGONO POLARIZZATE CIRCOLARMENTE
 SE

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta n d = (2m+1) \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \lambda(m) = \frac{4\Delta n d}{2m+1} \Rightarrow \lambda_{\text{min}} \leq \lambda(m) \leq \lambda_{\text{max}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\text{max}}} \leq \frac{2m+1}{4\Delta n d} \leq \frac{1}{\lambda_{\text{min}}} \Rightarrow \frac{2\Delta n d}{\lambda_{\text{max}}} - \frac{1}{2} \leq m \leq \frac{2\Delta n d}{\lambda_{\text{min}}} - \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow 21.99 \leq m \leq 26.7 \Rightarrow 22 \leq m \leq 25$$

$$\lambda_{22} = 699.7 \text{ mm} \quad \lambda_{23} = 669.9 \text{ mm}$$

$$\lambda_{24} = 642.6 \text{ mm} \quad \lambda_{25} = 617.4 \text{ mm}$$

c) SE METTO UN ANALIZZATORE CON
 ASSE DI TRASMISSIONE PERPENDICOLARE
 AL PIANO DI VIBRAZIONE DELLA
 LUCE INCIDENTE VERRANNO SOPPRESSE
 QUELLE $\times$ IL SUO ASSE E
 SOPRAVVIVERANNO QUELLE (// AL SUO
 ASSE) $\perp$ AL PIANO DI VIBRAZIONE
 DI E, QUINDI $\lambda_{23} = 684 \text{ mm}$ E
 $\lambda_{25} = 630 \text{ mm}$ (CALCOLATE NEL
 PUNTO a)

VERANNO SOPPRESSE $\lambda_{24} = 656 \text{ mm}$
 $\lambda_{26} = 606 \text{ mm}$ (DAL PUNTO a) CHE
 SONO $\perp$ AL PIANO DI
 TRASMISSIONE