11 Ljus

11.1 a) I luft: $t = \frac{s}{c} = \frac{4{,}50 \cdot 10^{-2}\,m}{3{,}00 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{s}} = 0{,}150\,ns = \underline{150\,ps}$

E i glas: $t = \frac{s}{c_{glas}} = \frac{4{,}50 \cdot 10^{-2}\,m}{2{,}00 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{s}} = 225\,ps$

$c_{amne} = \frac{c}{n_{amne}}$; alltså $c_{glas} = \frac{3{,}00 \cdot 10^{8}\,m/s}{1{,}50} = 2{,}00 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{s}$

total tid. $t = 150\,ps + 225\,ps = \underline{375\,ps}$

b) Raka spåret:

I luft: $s_l = 3{,}3\,cm$ $\quad t_l = \frac{3{,}3 \cdot 10^{-2}\,m}{3{,}00 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{s}} = 0{,}11\,ns$

i glas: $s_g = 5{,}5\,cm$ $\quad t_g = \frac{5{,}5 \cdot 10^{-2}\,m}{2{,}0 \cdot 10^{8}\,m/s} = 0{,}275\,ns$

total tid $t = 0{,}385\,ns = \underline{385\,ps}$

11.2 reflekterade puls:

E $\Delta s = c \cdot \Delta t = 3{,}00 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{s} \cdot 1{,}00 \cdot 10^{-9}\,s = \underline{30{,}0\,cm}$

puls i vatten

$\Delta s = \cdot c_{vatten} \cdot \Delta t = \frac{c}{n_{vatten}} \cdot \Delta t$

$= \frac{3{,}00 \cdot 10^{8}\,m/s}{1{,}33} \cdot 1{,}00 \cdot 10^{-9}\,s = 2{,}26 \cdot 10^{8}\,m/s \cdot 1{,}00 \cdot 10^{-9}\,s$

$= \underline{22{,}6\,cm}$

11.3 Hastighet i glasfibern: $c_{fiber} = \frac{c}{n} = \frac{2{,}998 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{s}}{1{,}515} = 1{,}979 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{s}$

E tid genom glasfiber: $t_f = \frac{s}{c_{fiber}} = \frac{1{,}00 \cdot 10^{3}\,m}{1{,}979 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{s}} = 5{,}05\,\mu s$

tid genom luft: $t_l = \frac{s}{c} = \frac{1{,}00 \cdot 10^{3}\,m}{2{,}998 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{s}} = 3{,}34\,\mu s$

$\Delta t = 5{,}05\,\mu s - 3{,}34\,\mu s = \underline{1{,}72\,\mu s}$ fördröjning

11.4 E $\lambda = 0.63\,\mu m$

a) Vid A: $\Delta l = \lambda = 0{,}63\,\mu m$

b) Vid B: $\Delta l = 2\lambda = 1{,}26\,\mu m$

c) Vid C: $\Delta l = 2{,}5\lambda = 1{,}58\,\mu m$

11.5 E $l = 1{,}0\,m$; $d = 0{,}10\,mm$.

$2x_2 = 24\,mm \Leftrightarrow x_2 = 12\,mm$

$$\tan\alpha_2 = \frac{12\cdot10^{-3}\,m}{1{,}0\,m} = 1{,}2\cdot10^{-2}$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1}(1{,}2\cdot10^{-2}) = 0{,}6875°$$

Ur $n\cdot\lambda = d\sin\alpha_n$

$$\Leftrightarrow \lambda = \frac{d\sin\alpha_n}{n} = \frac{0{,}10\cdot10^{-3}\,m\cdot\sin 0{,}6875°}{2} = \underline{0{,}60\,\mu m}$$

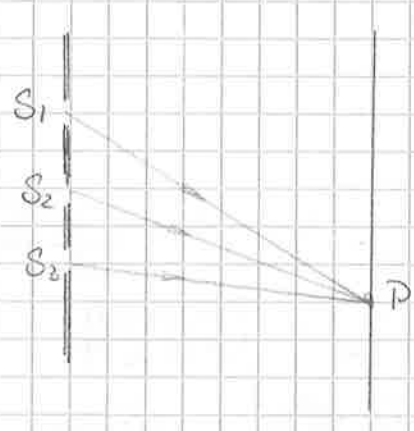
11.6 E $n\cdot\lambda = d\sin\alpha_n$ här: $n = 1$

$$\Leftrightarrow \sin\alpha_1 = \frac{\lambda}{d} = \frac{0{,}63\cdot10^{-6}\,m}{0{,}15\cdot10^{-3}\,m} = 0{,}0042$$

$$\alpha_n = \sin^{-1} 0{,}0042 = 0{,}2406°$$

$$x_1 = l\cdot\tan\alpha_1 = 4.0\,m\cdot\tan 0{,}2406° = 0{,}0168\,m = \underline{1{,}7\,cm}$$

11.7 C



a) Om $PS_1 - PS_2 = \lambda$ så är $PS_1 - PS_2 \approx \frac{\lambda}{2}$

b) Om S_1 täcks över så blir det destruktiv interferens och det blir mörkare vid P.

c) Om S_2 täcks blir det konstruktiv interferens vid P och det blir ljusare.

11.8 E

$n \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_n$ $\quad d = 4{,}0\,\mu m$

$\alpha_1 = 10{,}1°$; $n = 1$

a) $\lambda = d \cdot \sin \alpha_1 = 4{,}0\,\mu m \cdot \sin 10{,}1° = \underline{0{,}70\,\mu m}$

b) $n = 3 \quad 3 \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_3$

$\Leftrightarrow \sin \alpha_3 = \frac{3 \cdot \lambda}{d} = \frac{3 \cdot 0{,}70\,\mu m}{4{,}0\,\mu m} = 0{,}5261$

$\alpha_3 = \sin^{-1} 0{,}5261 = 31{,}7° \approx \underline{32°}$

C c) Där n_{max} är $\sin \alpha = 1$

$\Rightarrow n_{max} \cdot \lambda = d \Leftrightarrow n_{max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{4{,}0\,\mu m}{0{,}70\,\mu m} = 5{,}71$

$\Rightarrow$ Den högsta ordningen som förekommer är $\underline{5}$

11.9 C

a) $V_1 = \alpha_{1röd} - \alpha_{1blå}$

$\boxed{n \cdot \lambda = d \sin \alpha_n \quad \Leftrightarrow \sin \alpha_n = \frac{n \cdot \lambda}{d}}$

$\sin \alpha_{1blå} = \frac{\lambda_{blå}}{d} = \frac{0{,}450\,\mu m}{2{,}0\,\mu m}$

$= 0{,}225$

$\alpha_{1blå} = \sin^{-1}(0{,}225) = 13{,}0°$

$\sin \alpha_{1röd} = \frac{\lambda_{röd}}{d} = \frac{0{,}600\,\mu m}{2{,}0\,\mu m} = 0{,}300$

$\alpha_{1röd} = \sin^{-1}(0{,}300) = 17{,}45° \Rightarrow V_1 = 17{,}5° - 13{,}0° = \underline{4{,}5°}$

b) $V_2 = V_{2röd} - V_{2blå}$

$\sin V_{2röd} = \frac{2\lambda_{röd}}{d} = \frac{2 \cdot 0{,}600\,\mu m}{2{,}0\,\mu m} = 0{,}600$

$V_{2röd} = \sin^{-1}(0{,}600) = 36{,}9°$

$\sin V_{2blå} = \frac{2\lambda_{blå}}{d} = \frac{2 \cdot 0{,}450\,\mu m}{2{,}0\,\mu m} = 0{,}450$

$V_{2blå} = \sin^{-1}(0{,}450) = 26{,}7°$

$\Rightarrow V_2 = 36{,}9° - 26{,}7° = \underline{10{,}2°}$

11.10 E

a) $c = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3{,}00 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{0{,}60 \cdot 10^{-6} \text{ m}} = \underline{5{,}0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}$

b) Frekvensen ändras inte vid övergången!

c) $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} \cdot \lambda_2$

$\Rightarrow \lambda_1 = \frac{\sin 20{,}0^\circ}{\sin 30{,}0^\circ} \cdot 0{,}60\,\mu\text{m} = \underline{0{,}41\,\mu\text{m}}$

d) $c_v = \lambda_2 \cdot f = 0{,}41 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot 5{,}0\ 10^{14} \text{ Hz} = \underline{2{,}05 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$

11.11 C

$m \cdot \lambda = d \cdot \sin\alpha_m \qquad \tan\alpha_n = \frac{x_n}{\ell}$

a) $\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\frac{x_2}{\ell}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{35\text{mm}}{150\text{mm}}\right) = 13{,}13^\circ$

$d = \frac{2\lambda}{\sin\alpha_2} = \frac{2 \cdot 0{,}63\,\mu\text{m}}{\sin 13{,}13^\circ} = 5{,}55\,\mu\text{m}$

b) $n = \frac{\lambda_{\text{luft}}}{\lambda_{\text{vätska}}} \Rightarrow$ lätt att på $\lambda_{\text{vätska}}$

$\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\frac{x_2}{\ell}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{26\text{mm}}{150\text{mm}}\right) = 9{,}83^\circ$

$\lambda_{\text{vätska}} = \frac{d \sin\alpha_2}{2} = \frac{5{,}55\,\mu\text{m} \cdot \sin 9{,}83^\circ}{2} = 0{,}474\,\mu\text{m}$

$n = \frac{0{,}630\,\mu\text{m}}{0{,}474\,\mu\text{m}} = \underline{1{,}33}$

11.12 C

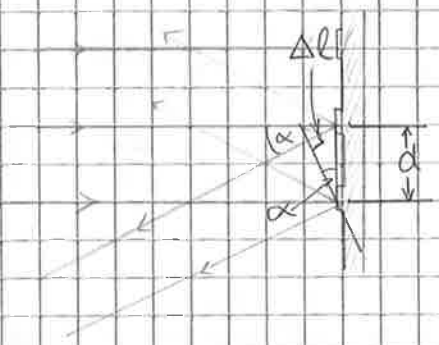
$m \cdot \lambda = d \sin\alpha_n$ skall bli samma

$\Rightarrow 2 \cdot 0{,}69\,\mu\text{m} = 3 \cdot \lambda$

$\Rightarrow \lambda = \frac{2 \cdot 0{,}69\,\mu\text{m}}{3} = \underline{0{,}46\,\mu\text{m}}$

11.13
C

a)



$$\frac{\Delta l}{d} = \sin\alpha$$

$$\Delta l = d \cdot \sin\alpha$$

b) $n \cdot \lambda = d \cdot \sin\alpha_n \qquad \alpha_n \leq 90°$

$\Rightarrow n_{max} \cdot \lambda = d$

$\Leftrightarrow n_{max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{1{,}5\,\mu m}{0{,}6\,\mu m} = 2{,}5$

$\Rightarrow$ 2 Ordningar på vardera sida om centralmaximum

$\Rightarrow$ 5 riktningar

c) Om de reflekterande banden är så tåsa är $n_{max} < 1$ och bara centralmaximat "överlever", dvs ljuset reflekteras endast längs normalen.

11.14
C

a) 1: 0,04 2: 0,96 · 0,04 · 0,96 = 0,0369

3: $0{,}96 \cdot 0{,}04^3 \cdot 0{,}96 = 5{,}9 \cdot 10^{-5}$

b) 4: $0{,}96^2 = 0{,}922$

5: $0{,}96 \cdot 0{,}04^2 \cdot 0{,}96 = 0{,}0015$

6: $0{,}96 \cdot 0{,}04^4 \cdot 0{,}96 = 2{,}4 \cdot 10^{-6}$

11.15
C

a) $\Rightarrow$ 16 mellanrum $\rightarrow$ skillnad i ljusväg $\Delta l = 16\lambda$

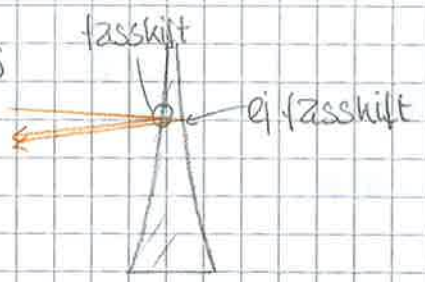
$\Rightarrow$ eftersom ljuset går fram och tillbaka $\Rightarrow d = \frac{\Delta l}{2} = 8\lambda$

$d = 8\lambda = 8 \cdot 0{,}60\,\mu m = 4{,}8\,\mu m$

d) $= 10\,cm \cdot \frac{4{,}8\,\mu m}{4{,}00\,cm} = 12\,\mu m$

11.16

A



1. mörk $d \approx 0$

1. ljus $\Delta l = \frac{\lambda_n}{2}$ $d = \frac{\Delta l}{2} = \frac{\lambda_n}{4}$

2. mörk $\Delta l = \lambda_n$ $d = \frac{\Delta l}{2} = \frac{\lambda_n}{2}$

osv.

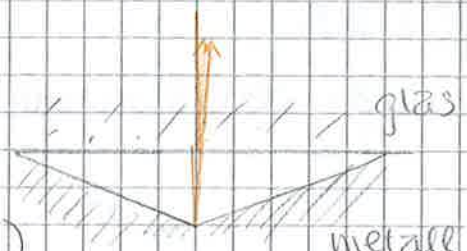
a) $\Delta l = \lambda_n$ $d = \frac{\lambda_m}{2} = \frac{\lambda}{2 \cdot n} = \frac{0{,}70\,\mu m}{2 \cdot 1{,}3} = 0{,}27\,\mu m$

b) $\Delta l = 2{,}5\lambda_m$ $d = \frac{2{,}5\lambda}{2 \cdot n} = \frac{2{,}5 \cdot 0{,}70\,\mu m}{2 \cdot 1{,}3} = 0{,}67\,\mu m$

11.17

A

b)



a) För varje ring ökas mellanskillnaden i ljusväg med λ och djupet med $\lambda/2$

$\Rightarrow d = \frac{4\lambda}{2} \cdot 2\lambda = 2 \cdot 0{,}60\,\mu m = 1{,}2\,\mu m$

c) $\frac{1{,}2\,\mu m}{0{,}48\,\mu m} = 2{,}5 = \frac{5}{2}$ $\Rightarrow$ det skulle bli 4 mörka ringar (5 ljusa)