2012-06-12 KR

1 Strängspänningen får som $F = \mu v^2$

där $\mu = \frac{m}{L}$ är massan per längdenhet

och $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ är våghastigheten.

strängens massa : $m = 5{,}7\ g$

— " — längd : $L = 92\ cm$

Detta ger $\mu = \frac{5{,}7 \times 10^{-3}}{0{,}92}\ kg/m = 6{,}20 \times 10^{-3}\ kg/m$

Vågens hastighet får vi ur relationen

$f_n = \frac{nv}{2L}$ med $n = 3$ för 2:a övertonen

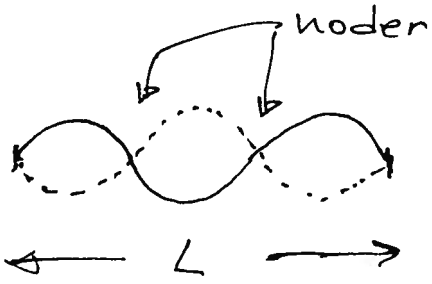
för vilken $f_3 = 1320\ Hz$

$\rightarrow \quad v = \frac{2Lf_3}{3} = \frac{2 \times 0{,}92 \times 1320}{3}\ m/s = 8{,}10 \times 10^2\ m/s$

Spänningen blir då

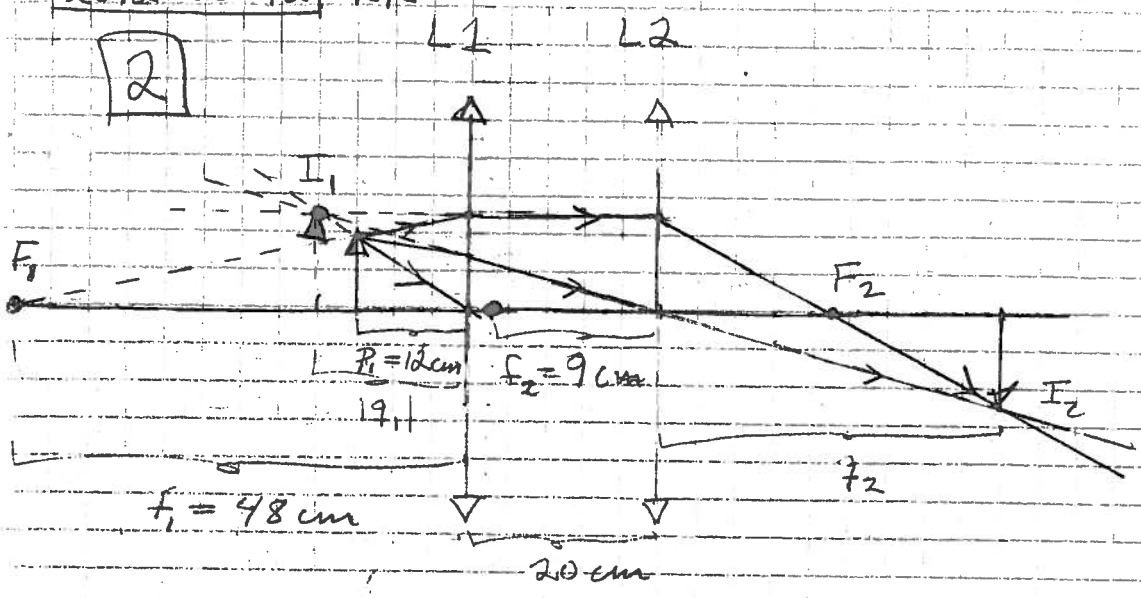
$$F = 6{,}20 \times 10^{-3} \times (8{,}10 \times 10^2)^2\ N = 4{,}07 \times 10^3\ N$$

<u>Svar: 4,1 kN</u>



2012-06-12 KR

2



(a) För linsen L1 gäller:

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f_1} \rightarrow \frac{1}{q_1} = \left(\frac{1}{48} - \frac{1}{12}\right) cm^{-1} = -\frac{1}{16 cm}$$

$$\rightarrow q_1 = -16 cm$$

Linsen L1 producerar en virtuell bild I_1 8 cm till vänster om L1

(b) Bilden I_1 fungerar som föremål till linsen L2 enligt

$$\frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f_2} \quad \text{där} \quad p_2 = |q_1| + 20 cm = 36 cm$$

$$\rightarrow \frac{1}{36 cm} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{18 cm} \rightarrow \frac{1}{q_2} = \left(\frac{1}{18} - \frac{1}{36}\right) cm^{-1} = \frac{1}{36 cm}$$

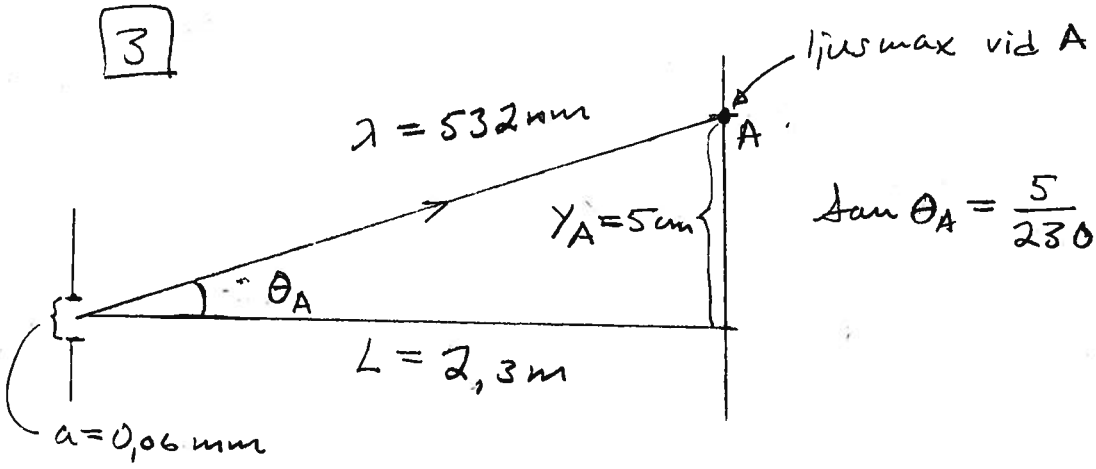
$$\rightarrow q_2 = 36 cm$$

Svar: (a) Rätvänd virtuell bild 16 cm till vänster om L1

(b) Omvänd reell bild 36 cm till höger om L2

2012-06-12 KR

3



$\tan\theta_A = \frac{5}{230} \rightarrow \theta_A \approx \frac{1}{46} \approx 0{,}0217 = 1{,}24°$

$\rightarrow \theta_A = 0{,}0217 \ll 1$

Intensiteten ges av $I = I_0 \dfrac{\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\left(\frac{\alpha}{2}\right)^2}$

där $\alpha = \dfrac{2\pi a \sin\theta}{\lambda}$

För ljusminima gäller $\frac{\alpha}{2} = n \cdot \pi$

vilket svarar mot (för $\theta \ll 1$)

$$\theta \approx \sin\theta = \frac{n\lambda}{a} = \frac{532\times10^{-9}}{0{,}06\times10^{-3}} \times n = 0{,}008867\, n$$

$\theta_1 = 0{,}0089 < \theta_A$

$\theta_2 = 0{,}0177 < \theta_A$

} 2 första minima mellan θ_A och centralmaximum

$\theta_3 = 0{,}0266 > \theta_A$

$$\theta = \theta_A \rightarrow \frac{\alpha}{2} = \frac{\pi a \sin\theta_A}{\lambda} = \frac{\pi \times 0{,}06\times10^{-3} \times 0{,}0217}{532\times10^{-9}} = 7{,}689$$

$$\rightarrow \frac{I}{I_0} = \frac{\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\left(\frac{\alpha}{2}\right)^2} = \left(\frac{\sin 7{,}689}{7{,}689}\right)^2 = \underline{\underline{0{,}017}} = \underline{\underline{1{,}7\,\%}}$$

<u>Svar</u>: (a) 2 mörka band

(b) 1,7%

2012-06-12 KR

4 (a) Ljuset är intensivast vid våglängden λ_{max} som ges av Wiens lag:

$$\lambda_{max} T = 2{,}8978 \times 10^{-3} \text{ Km}$$

För $T = 3000K$ får vi

$$\lambda_{max} = \frac{2{,}8978 \times 10^{-3}}{3000} \text{ m} = 9{,}66 \times 10^{-7} \text{ m} = 966 \text{ nm}$$

Svar: 966 nm

2012-06-12 KR

4 forts.

(b)

Fotonens energi är:

$$hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3{,}00 \cdot 10^{8}}{434 \cdot 10^{-9}}\ \text{J} = 4{,}58 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

Fotoelektronens maximala rörelseenergi är:

$$\tfrac{1}{2} m v_{\max}^2 = 0{,}5 \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot (0{,}82 \cdot 10^{6})^2\ \text{J} = 3{,}06 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

Einsteins fotoelektriska lag

$$hf = \tfrac{1}{2} m v_{\max}^2 + \phi$$

ger utträdesarbetet

$$\phi = hf - \tfrac{1}{2} m v^2 = \left(4{,}58 \cdot 10^{-19} - 3{,}06 \cdot 10^{-19}\right)\text{J} = 1{,}52 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

Omräknat i elektronvolt blir detta

$$\phi = \frac{1{,}52 \cdot 10^{-19}}{1{,}60 \cdot 10^{-19}}\ \text{eV} = 0{,}950\ \text{eV}$$

<u>Svar: 0,95 eV ($1{,}5 \cdot 10^{-19}$ J)</u>

(c) Se lärobok.

2012-06-12 KR

5

(a) Väteatomens energinivåer är

$$E_n = -\frac{E_H}{n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \ldots$$

$n=1$	grundtillståndet
$n=2$	lägsta exciterade nivån

där $E_H = 13{,}6\,\text{eV} = 2{,}180\,10^{-18}\,\text{J}$

Lägsta exciterade nivån är $E_2 = -\frac{1}{4}E_H$

Fotonens energi blir $E_\gamma = E_2 - E_1 = -\frac{1}{4}E_H - (-E_H) = \frac{3}{4}E_H$

Med $E_\gamma = \frac{hc}{\lambda}$ får vi våglängden som

$$\lambda = \frac{hc}{E_\gamma} = \frac{4hc}{3E_H} = \frac{4 \cdot 6{,}626 \cdot 10^{-34} \cdot 2{,}998 \cdot 10^{8}}{3 \cdot 2{,}180 \cdot 10^{-18}}\,\text{m}$$

$$= 1{,}22 \cdot 10^{-7}\,\text{m} = 122\,\text{nm}$$

Svar: 122 nm

(b) Orbitalt rörelsemängdsmoment:
heltalsmultiplar av $\hbar$

Spinn: heltalsmultiplar av $\frac{1}{2}\hbar$

(c) Elektronens orbitala rörelsemängdsmoment postuleras vara $mvr = n\hbar$ där n är ett heltal samt m, v och r är elektronens massa, hastighet och avstånd till kärnan.

2012-06-12 KR

6 (a) $^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \rightarrow ^{A}_{Z}X + ^{1}_{1}H$ sökta kärnan

Bevarat masstal: $4+14 = A+1 \rightarrow A = 17$

Bevarad laddning: $2+7 = Z+1 \rightarrow Z = 8$

Den sökta kärnan är $^{17}_{8}O$ (syre)

(b) Reaktionsenergin ges av

$Q = \Delta m c^2$ För reaktionen $p + ^{7}Li \rightarrow ^{7}Be + n$

får vi $\Delta m = m_H + m_{Li-7} - m_{Be-7} - m_n =$

$= (1{,}0078250 + 7{,}016003 - 7{,}016929 - 1{,}0086649)u =$

$= -1{,}766 \times 10^{-3} u$

Med $1u = 9{,}3149 \times 10^{8} eV c^{-2}$ får vi

$Q = -1{,}7659 \times 10^{-3} \times 9{,}3149 \times 10^{8} eV = -1{,}6449 MeV$

Svar: $-1{,}64$ MeV

(c) n=udd, neutronen är uppbyggd av

1 uppkvark och 2 nerkvarkar