

VÅGRÖRELSELÄRA, FYSA11

Lördagen 2 februari

Hjälpmedel: Tefyma och/eller skoltabell, formelsamling samt räknedosa.

Totalpoäng: 20.

- V1 Ekvationen för en transversell våg längs en sträng kan skrivas i SI-enheter som $y = 0,23 \cdot \cos(3,2x + 4,8t)$
- Ange vågens amplitud, frekvens, våglängd och utbredningshastighet. Ange även vågens rörelseriktning.
 - Om strängen är 1,50 m lång och har en total massa på 351 g, med vilken kraft är då strängen spänd?
- (2 + 2 p)
- V2 En sluten pipa har längden 86 cm. Vilka är de två lägsta frekvenserna som ger resonans i pipan?
($v_{\text{ljud}} = 344 \text{ m/s}$)
- (2 p)
- V3 10 m från en ljudkälla uppmäts en intensitetsnivå på 84 dB. Ljudkällan sänder ut ljud uniformt i 3 dimensioner.
- Vilken är intensiteten motsvarande 84 dB?
 - Vad blir intensitetsnivån 34 m från källan?
- (2 + 2p)
- V4 En vindstilla dag står du längs en lång raksträcka och betraktar bilarna som kör förbi. När en bil som är på väg emot dig signalerar hör du en frekvens på 1153 Hz. När samma bil passerat dig ger den åter igen ifrån sig en signal. Frekvensen du hör är nu 968 Hz. Vi antar att bilen kör med en konstant hastighet.
- Vilken är bilens hastighet?
 - Vilken frekvens har bilens signal?
($v_{\text{ljud}} = 344 \text{ m/s}$)
- (2 + 2 p)
- V5 Monokromatiskt ljus med våglängden 5800 Å belyser normalt ett gitter. Man finner en stark linje vid 15,74° från centralmaximum och en annan stark linje vid 19,82° från centralmaximum. Mellan dessa båda linjer är det mörkt.
- Bestäm gitterkonstanten (avståndet mellan ritsarna i gittret). Från vilka ordningar härstammar de båda linjerna?
 - Vilken är den högsta ordning som kan iaktas teoretiskt? (Dvs. hur många ordningar får plats med $\theta \leq 90^\circ$?)
 - Hur brett måste gittret minst vara (gittrets totala utsträckning) för att våglängderna 5799.6 Å och 5800.4 Å skall vara upplösta i tredje ordningen?
- (2 + 2 + 2 p)

Evert Stenlund

VÅGRÖRELSELÄRA, FYS001

Lördagen 2 februari

Lösningar:

V1

Allmänt: $y = y_0 \cdot \sin(kx \pm \omega t + \phi)$

- a) amplitud: $y_0 = \mathbf{0,23 \text{ m}}$
frekvens: $f = \omega/(2\pi) = 4,8/(2\pi)$; $\mathbf{f = 0,76 \text{ Hz}}$
våglängd: $\lambda = 2\pi/k = 2\pi/3,2$; $\mathbf{\lambda = 1,96 \text{ m}}$
utbredningshastighet: $v = f \cdot \lambda = \omega/k = 4,8/3,2$; $\mathbf{v = 1,50 \text{ m/s}}$
rörelseriktning: plus framför $\omega \Rightarrow$ riktning: **längs negativa x-axeln**
- b) $F = \mu \cdot v^2 = 0,351 \cdot (1,50)^2/1,50 = 0,527 \text{ N}$; $\mathbf{F = 0,527 \text{ N}}$

V2

$f_n = (nv)/(4L)$ med n udda.

$n=1 \Rightarrow f_1 = 344/(4 \cdot 0,86) = 100 \text{ Hz}$

$n=3 \Rightarrow f_3 = 3 \cdot f_1 = 300 \text{ Hz}$

De två lägsta frekvenserna är 100 och 300 Hz.

V3

- a) $\mathbf{I = I_0 \cdot 10^{(\beta/10)} = 10^{-12} \cdot 10^{8,4} = 10^{-3,6} = 0,25 \text{ mW/m}^2}$
- b) $I_2 = (10/34)^2 \cdot I_1 \Rightarrow \beta_2 = 10 \cdot \log(I_2/I_0) = 10 \cdot [\log(10/34)^2 - \log(I_1/I_0)] = 10 \cdot (-1,06) + \beta_1 = 84 - 10,6 = 73 \text{ dB}$. **Den nya intensitetsnivån blir 73 dB.**

V4

Innan passagen $f_1' = f \cdot v_w/(v_w - v_s)$.

Efter passagen $f_2' = f \cdot v_w/(v_w + v_s)$.

f är densamma i båda fallen.

- a) $(v_w + v_s)/(v_w - v_s) = f_1'/f_2' \Rightarrow v_w + v_s = (v_w - v_s) f_1'/f_2' \Rightarrow$
 $v_s = v_w \cdot (f_1'/f_2' - 1)/(f_1'/f_2' + 1) = 30,0 \text{ m/s}$. **Bilens hastighet är 30,0 m/s.**
- b) $f = f_1' \cdot (v_w - v_s)/v_w = 1052 \text{ Hz}$ eller $f = f_2' \cdot (v_w + v_s)/v_w = 1052 \text{ Hz}$.
Signalen har en frekvens på 1052 Hz.

V5

- a) $d \cdot \sin \theta_m = m \cdot \lambda$; $d \cdot \sin \theta_{m+1} = (m+1) \cdot \lambda \Rightarrow d \cdot (\sin \theta_{m+1} - \sin \theta_m) = \lambda \Rightarrow$
 $\Rightarrow d = 0,5800/(\sin 19,82^\circ - \sin 15,74^\circ) = 0,5800/0,06779 = 8,555 \mu\text{m}$ $\therefore \mathbf{d = 8,56 \mu\text{m}}$
Kontroll: $m = 8,555 \cdot \sin 15,74^\circ/0,5800 = 4,00$; $m + 1 = 8,555 \cdot \sin 19,82^\circ/0,5800 = 5,00$
Linjerna kommer från fjärde och femte ordningarna.
- b) $m_{\max} \cdot \lambda \leq d \Rightarrow m_{\max} \leq d/\lambda = 8,555/0,5800 = 14,75$. **Den högsta ordningen blir m = 14.**
- c) $R \equiv \lambda/\Delta\lambda = m \cdot N \Rightarrow N \geq \lambda/(m \cdot \Delta\lambda) = 5800,0/(3 \cdot 0,8) = 2417$
 $W = d \cdot N = 8,555 \cdot 10^{-6} \cdot 2417 \approx 2,07 \text{ cm}$. **Gittret måste vara minst 2,07 cm brett**