
Opgave 1

Voorbeelden van trillingen.

Niet zo moeilijk: trillende veer, slinger, gitaarsnaar, hartslag, spanning van het lichtnet.

Opgave 2

De *triltijd* is de tijd dat een trilling aan het trillen is vanaf de start.

De *trillingstijd* is de tijd van één periode (één trilling).

Opgave 3

Frequentie lichtnet: 50 Hz. Dat zijn 50 trillingen per seconde.

$$f = \frac{1}{T} \text{ en dus: } T = \frac{1}{f} \rightarrow T = 1 / 50 = \mathbf{0,020 \text{ s}}$$

Opgave 4

Stemvork

Gegeven: $f = 220 \text{ Hz}$, $t = 0,115 \text{ s}$

Gevraagd: a) T b) φ c) φ_r

Oplossing:

a $T = 1 / f \rightarrow T = 1 / 220 = \mathbf{4,55 \cdot 10^{-3} \text{ s}}$

b $\varphi = \frac{t}{T} \rightarrow \varphi = 0,115 / 4,55 \cdot 10^{-3} = \mathbf{25,3}$

c Gereduceerde fase is het breukdeel van de fase: **0,3**

Opgave 5

Marjolein danst.

Gegeven: $f = 120 \text{ trillingen per minuut}$, $t = 12,75 \text{ s}$

Gevraagd: a) f b) T c) φ_r

Oplossing:

a $f = 120 / 60 = \mathbf{2,00 \text{ Hz}}$

b $T = 1 / f \quad T = 1 / 2,00 = \mathbf{0,500 \text{ s}}$

c $\varphi = 12,75 / 0,50 = 25,5 \rightarrow \varphi_r = \mathbf{0,50}$

De trilling bestaat uit hele sprongen, als $\varphi_r = 0,50$ dan is zij juist halverwege een sprong. Dus in de lucht.

Opgave 6

Klassieke slingerklok.

Gegeven:

In één minuut passeert de slinger 60 maal de evenwichtsstand. Per hele trilling komt de slinger dan tweemaal door de evenwichtsstand. Eenmaal heen, eenmaal terug. Dan zijn er in

één minuut dus 30 trillingen.

a $f = 30$ trillingen per minuut: $30 / 60 = \mathbf{0,50 \text{ Hz}}$.

b $T = 1 / f \rightarrow T = 1 / 0,50 = \mathbf{2,0 \text{ s}}$.

Opgave 7

Grammofoonplaat.

Gegeven: 45 toeren per minuut, $t = 220 \text{ s}$ (3 min 40 s = 220 s)

Gevraagd: a) f b) φ c) t na 10 omwentelingen

Oplossing:

a 45 omwentelingen per minuut is 45 trillingen per 60 s.

$$f = 45 / 60 = \mathbf{0,75 \text{ Hz}}$$

b Het aantal rondjes op tijdstip 220 s (3 min 40 s) is de fase φ :

$$T = 1 / f \rightarrow T = 1 / 0,75 = 1,33 \text{ s}$$

$$\varphi = t / T \rightarrow 220 / 1,33 = \mathbf{165}$$

c 10 omwentelingen: $10 \times 1,33 = \mathbf{13 \text{ s}}$

Opgave 8

Aarde.

Gegeven: Eén omwenteling duurt 24 uur.

Gevraagd: a) T b) f

Oplossing:

a Eén periode = één trilling = één omwenteling duurt 24 uur.

$$T = 24 \times 3600 = \mathbf{8,640 \cdot 10^4 \text{ s}}$$

b $f = 1 / T \rightarrow f = 1 / 8,640 \cdot 10^4 = \mathbf{1,157 \cdot 10^{-5} \text{ Hz}}$

Opgave 9

Miriam schommelt.

Gegeven: $f = 0,40 \text{ Hz}$, $r = 0,50 \text{ m}$, $u_t = 0 = r$

Gevraagd: a) T b) φ als $t = 4,0 \text{ s}$ c) φ_r als $t = 4,0 \text{ s}$ d) $u_{t=3,75 \text{ s}}$

Oplossing:

a $T = 1 / f \rightarrow T = 1 / 0,40 = \mathbf{2,5 \text{ s}}$

b $\varphi = t / T \rightarrow 4,0 / 2,5 = \mathbf{1,6}$

c φ_r = breukdeel van φ_r : **0,6**

d Uitwijking als $t = 3,75$ s

De fase is dan: $\varphi = t / T \rightarrow 3,75 / 2,5 = 1,5$

De gereduceerde fase is 0,5. De schommeltrilling start in een uiterste stand, na 0,5 trilling is de schommel in de andere uiterste stand: **0,50 m**

Opgave 10

Veer met $k = 3,2$ N/m. Aangehangen massa: 150 g.

Gevraagd: T

Oplossing:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{0,150}{3,2}} = \mathbf{1,4 \text{ s}}$$

Opgave 11

Veer met $k = 3,2$ N/m. $T = 1,00$ s

Gevraagd: m

Oplossing:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow 1,00 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{3,2}} \rightarrow m / 3,2 = 0,025 \rightarrow m = \mathbf{0,081 \text{ kg}}$$

Opgave 12

Veer met $f = 2,0$ Hz, $m = 250$ g.

Gevraagd: k

Oplossing: $T = 1 / f \rightarrow T = 1 / 2,0 = 0,50$ s

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow 0,50 = 2\pi \sqrt{\frac{0,25}{k}} \rightarrow \left(\frac{0,50}{2\pi}\right)^2 = \frac{0,25}{k} \rightarrow k = 0,25 / 6,3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{39 \text{ N/m}}$$

Opgave 13

Slinger van 75 cm.

Gevraagd: T

Oplossing: $g = 9,813$ m/s²

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{0,75}{9,81}} \rightarrow T = \mathbf{1,7 \text{ s}}$$

Opgave 14

Slinger met $T = 1,00$ s.

Gevraagd: l

Oplossing: g = 9,813 m/s²

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow 1,00 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{9,81}} \rightarrow \left(\frac{1,00}{2\pi}\right)^2 = \frac{l}{9,81} \quad l = 0,248 \text{ m} \rightarrow \mathbf{24,8 \text{ cm}}$$

Opgave 15

- a Bij een eenparige cirkelbeweging is de richting van de snelheid constant.
Dat is **onwaar**.
- b Bij een eenparige cirkelbeweging is de grootte van de snelheid constant.
Dat is **waar**.
-

Opgave 16

De minutenwijzer van een (analoge) klok.

a) Omlooptijd, T ? b) f ?

a De wijzer doet er één uur over. Elk uur draait de wijzer een rondje.
Één uur duurt 3600 s. Dus $T = \mathbf{3600 \text{ s}}$

b $f = 1 / T \rightarrow f = 1 / 3600 = \mathbf{2,78 \cdot 10^{-4} \text{ Hz}}$

Opgave 17

Maan.

Gegeven: Eén omwenteling duurt 28 dagen.

Gevraagd: f

Oplossing:

De trillingstijd is 28 dagen ofwel: $28 \times 24 \times 3600 = 2,42 \cdot 10^6 \text{ s}$

$f = 1 / T \rightarrow f = 1 / 2,42 \cdot 10^6 = \mathbf{4,13 \cdot 10^{-7} \text{ Hz}}$

Opgave 18

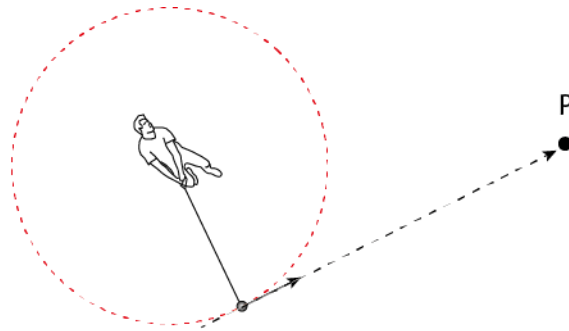
DJ draait een grammofoonplaat van 33 toeren per minuut.

- a Voert elk punt een eenparige cirkelbeweging?
Ja. Alleen de straal verschilt, de hoeksnelheid is overal dezelfde.
- b f ?
33 omwentelingen per minuut = $33 / 60 = \mathbf{0,55 \text{ Hz}}$.
- c Snelheid buitenzijde.
De baansnelheid aan de buitenzijde is groter dan aan de binnen zijde.
 $v = \omega \cdot r$. De straal wordt van binnen naar buiten groter.
- d Bij 45 t / min wordt de snelheid evenredig groter: $45 / 33 = \mathbf{1,36}$ maal zo groot.

Opgave 19

Kogelslingeraar.

Waar moet hij de kogel loslaten om de kogel in de richting van punt P te laten gaan?



Bij het loslaten gaat de kogel *recht door in de richting van dat moment*.

Trek een raaklijn vanuit P langs de cirkelbaan en je vindt het punt waar de kogel los moet komen.

Opgave 20

Eenparige cirkelbeweging.

Gevraagd: a) α_C b) α_D c) α_G d) $\alpha_{C,2\text{emaal}}$

De cirkelbaan is in 8 gelijke hoekdelen verdeeld.

In graden is elk hoekdeel: $360^\circ / 8 = 45^\circ$

In radialen: $2\pi / 8 = \pi/4 \text{ rad} \rightarrow 0,785 \text{ rad}$.

- a In punt C is de afgelegde hoek $2 \times 45^\circ = 90^\circ$
In radialen: $2 \times \pi/4 = 0,5\pi \text{ rad}$
- b In punt D is de afgelegde hoek $3 \times 45^\circ = 135^\circ$
In radialen: $3 \times \pi/4 = 0,75\pi \text{ rad}$
- c In punt G is de afgelegde hoek $6 \times 45^\circ = 270^\circ$
In radialen: $6 \times \pi/4 = 1,5\pi \text{ rad}$
- d Voor de tweede keer in punt C is de afgelegde hoek $10 \times 45^\circ = 450^\circ$
In radialen: $10 \times \pi/4 = 2,5\pi \text{ rad}$

Opgave 21

Jongen draait steen rond.

Gegeven: $f = 2,0 \text{ Hz}$, $r = 1,50 \text{ m}$.

Gevraagd: a) ω b) α als $t = 3,0 \text{ s}$ c) v d) $s_{0,3s}$

Oplossing:

- a $\omega = 2\pi f \rightarrow \omega = 2 \times \pi \times 2,0 = 12,6 \text{ rad/s} \rightarrow 13 \text{ rad/s}$
- b $\alpha_t = \omega \cdot t \rightarrow \alpha = 12,6 \times 0,30 = 3,8 \text{ rad}$
- c $v = \omega \cdot r \rightarrow v = 12,6 \times 1,50 = 19 \text{ m/s}$
- d $s = v \times t \rightarrow s = 18,9 \times 0,3 = 5,7 \text{ m}$

Opgave 22

Aarde draait rond de zon.

Gegeven: $T = 365,25$ dagen, $r = 1,496 \cdot 10^{11}$ m

Gevraagd: v

Oplissing:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi \cdot r}{T} \text{ (m/s)}$$

$$T = 365,25 \text{ dagen} \rightarrow T = 365,25 \times 24 \times 3600 = 3,156 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi \cdot 1,496 \cdot 10^{11}}{3,16 \cdot 10^7} \text{ (m/s)} \rightarrow v = 2,977 \cdot 10^4 \text{ m/s} \rightarrow \mathbf{29,79 \text{ km/s}}$$

Opgave 23

Fietser.

Gegeven: $v = 18,0$ km/uur, wiel $d = 60,0$ cm.

Gevraagd: a) v_{wielband} b) ω c) f d) f als $d = 40,0$ cm

Oplissing:

a De baansnelheid van de buitenkant van het wiel is gelijk aan de snelheid van de fiets. Als dat niet zo was zou het wiel op de weg slippen.

$$\text{Dus } v = 18,0 \text{ km/uur} \rightarrow v = 18,0 \times 1000 / 3600 = \mathbf{5,00 \text{ m/s.}}$$

$$\text{b } v = \omega \cdot r \rightarrow \omega = v / r \rightarrow \omega = 5,00 / 0,30 = \mathbf{16,7 \text{ rad/s}}$$

$$\text{c } \omega = 2\pi \cdot f \rightarrow f = \omega / 2\pi \rightarrow f = 16,7 / 2\pi = \mathbf{2,65 \text{ Hz}}$$

d Het wiel van een kinderfiets met $d_{\text{wiel}} = 40,0$ cm zal met een hogere frequentie en grotere hoeksnelheid draaien.

$$\text{De hoeksnelheid wordt: } \omega = v / r \rightarrow \omega = 5,00 / 0,20 = 25,0 \text{ rad/s}$$

$$\text{En de frequentie: } f = \omega / 2\pi \rightarrow f = 25,0 / 2\pi = 3,98 \text{ Hz}$$

Dat is $3,98 / 2,65 = \mathbf{1,50 \times}$ zo snel.

Opgave 24

Het gaat om een eenparige cirkelbeweging. *Eenparig* wil zeggen *constant*. De snelheid is constant. De centripetale kracht werkt niet in de richting van de snelheid. Daardoor verandert de snelheid niet van grootte. De centripetale kracht werkt loodrecht op de snelheid, hierdoor verandert wel de *richting* van de snelheid.

Opgave 25

Het wasgoed wordt door de centripetale kracht van de wand in de cirkelbaan gehouden. Het water kan door de openingen in de wand en ondervindt daardoor geen centripetale kracht.

Opgave 26

Een gelijkmatige verdeling van massa rond de centrale as is van belang om geen grote kracht op de as te veroorzaken. Er zou anders een slingerbeweging ontstaan.

Opgave 27

Een centrifuge met 200g geeft een centripetale versnelling die 200 maal zo groot is als de zwaartekrachtversnelling (g).

Opgave 28

a *Bij langdurig centrifugeren stijgt de temperatuur, hoe zou dat komen?*

De baansnelheid kan zo hoog zijn dat er veel wrijvingswarmte ontstaat. Wrijving van de draaiende delen en wrijving met de lucht.

b *Waarom moet een ultracentrifuge gekoeld worden?*

Een ultracentrifuge heeft een zo hoge snelheid dat er een centripetale versnelling ontstaat van 100 000 tot wel 1000 000 g. De wrijvingswarmte is dan zo groot dat de centrifuge gekoeld moet worden.

c *Waarom draaien de rotorbladen van een ultracentrifuge in vacuüm rond?*

Zonder lucht is er geen wrijving met lucht.

Opgave 29

Johan en zijn steen.

Gegeven: $m = 500$ g, $f = 3,0$ Hz, $r = 1,50$ m.

Gevraagd: a) v b) F_c

Oplissing:

a $\omega = 2\pi \cdot f$ en: $v = \omega \cdot r$ zodat:

$$v = 2\pi \cdot f \cdot r \rightarrow 2\pi \times 3,0 \times 1,50 = \mathbf{28,3 \text{ m/s}}$$

b $F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} \rightarrow F_c = 0,500 \times 28,3^2 / 1,50 = \mathbf{266 \text{ N}}$

Opgave 30

Steen aan touw.

Gegeven: $m = 2,00$ kg, $f = 2,0$ Hz, $r = 1,50$ m.

Gevraagd: F_c

Oplissing:

$$v = 2\pi \cdot f \cdot r \rightarrow 2\pi \times 2,0 \times 1,50 = 18,8 \text{ m/s}$$

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} \rightarrow F_c = 2,00 \times 18,8^2 / 1,50 = \mathbf{474 \text{ N}}$$

Opgave 31

Aarde en maan.

Gegeven: $m_{\text{aarde}} = 5,976 \cdot 10^{24}$ kg, $m_{\text{maan}} = 7,353 \cdot 10^{22}$ kg, $T = 28$ dagen, $r = 3,844 \cdot 10^6$ m.

Gevraagd: F_c

Oplossing:

We berekenen achtereenvolgens T , f , v en dan F_c :

$$T = 28 \times 24 \times 3600 = 2,42 \cdot 10^6 \text{ s} \rightarrow f = 1 / T \rightarrow f = 1 / 2,42 \cdot 10^6 = 4,13 \cdot 10^{-7} \text{ Hz}$$

$$v = 2\pi \cdot f \cdot r \rightarrow 2\pi \times 4,13 \cdot 10^{-7} \times 3,844 \cdot 10^6 = 9,98 \text{ m/s}$$

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} \rightarrow F_c = 7,353 \cdot 10^{22} \times 9,98^2 / 3,844 \cdot 10^6 = 1,9 \cdot 10^{18} \text{ N}$$

Opgave 32

Centrifuge 3000 toeren.

Gegeven: $f = 3000$ toeren/min, $r = 15$ cm.

Gevraagd: a_c ('hoeveel g?')

Oplossing: $a_c = \frac{v^2}{r}$

We moeten dus de baansnelheid v berekenen. $v = 2\pi \cdot r \cdot f$

$$f = 3000 \text{ toeren/min} \rightarrow f = 3000 / 60 = 50,0 \text{ Hz}$$

$$v = 2\pi \cdot r \cdot f \rightarrow v = 2\pi \times 0,15 \times 50,0 = 47,1 \text{ m/s}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \rightarrow a_c = 47,1^2 / 0,15 = 1,48 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2$$

$$\text{'g-waarde': } 1,48 \cdot 10^4 / 9,81 = 1,5 \cdot 10^3 \quad (\text{circa } 1500\text{g})$$

Opgave 33

H-atoom.

Gegeven: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg, $F_c = 9,2 \cdot 10^{-8}$ N, $r = 5,0 \cdot 10^{-11}$ m.

Gevraagd: v

Oplossing:

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} \rightarrow 9,2 \cdot 10^{-8} = 9,11 \cdot 10^{-31} \times v^2 / 5,0 \cdot 10^{-11} \rightarrow v^2 = 5,05 \cdot 10^{12}$$

$$v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Opgave 34

Centrifuge 2000g.

Gegeven: $r = 16 \text{ cm}$, $a_c = 2000 \cdot g$

Gevraagd: Toerental (f).

Oplissing:

Het toerental is hetzelfde als de frequentie.

De frequentie kunnen we berekenen als de snelheid bekend is, want: $v = 2\pi \cdot r \cdot f$.

De snelheid kunnen we berekenen uit de gegevens met: $a_c = \frac{v^2}{r}$

a_c is: $2000 \times g \rightarrow a_c = 2000 \times 9,81 = 1,96 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \rightarrow 1,96 \cdot 10^4 = v^2 / 0,16 \rightarrow v^2 = 3,13 \cdot 10^3 \rightarrow v = 56 \text{ m/s}$$

$$v = 2\pi \cdot r \cdot f \rightarrow 56 = 2\pi \times 0,16 \times f \rightarrow f = \mathbf{56 \text{ Hz}}$$

Opgave 35

Auto in de bocht.

Gegeven: $r = 30 \text{ m}$, $F_c = 3,9 \cdot 10^4 \text{ N}$, $v = 30 \text{ m/s}$.

Gevraagd: a) m_{max} b) Wat levert F_c ?

Oplissing:

We kunnen m berekenen door de gegevens in te vullen in de rekenformule voor F_c :

$$a \quad F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} \rightarrow 3,9 \cdot 10^4 = m \times 30^2 / 30 \rightarrow m = \mathbf{1,3 \cdot 10^3 \text{ kg}}$$

b De centripetale kracht ontstaat door de wrijving van de banden met het wegdek.

Opgave 36

Een wagentje van 300 kg maakt een verticale cirkelbeweging in de achtbaan.

Gegeven: $r = 8,0 \text{ m}$, $F_{c,\text{top}} = F_z$.

Gevraagd: a) v_{top} b) m van belang?

Oplissing:

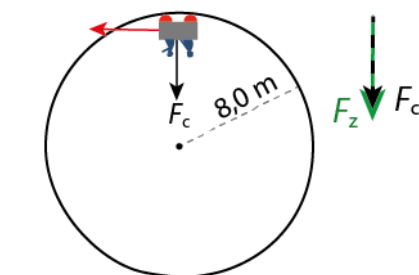
$$a \quad F_z = m \cdot g \text{ en: } F_c = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad F_z = F_c \rightarrow m \cdot g = m \cdot v^2 / r \rightarrow v^2 = g \cdot r$$

$$v = \sqrt{(9,81 \times 8,0)} = \mathbf{8,86 \text{ m/s}}$$

b De massa van het wagentje speelt geen rol in de berekening.

De centripetale kracht wordt voor een deel geleverd door de wioldruk op de baan en voor het andere deel door de zwaartekracht. De benodigde centripetale versnelling moet iets groter blijven dan de zwaartekrachtversnelling. Zolang dat zo is, is er nog druk van de wielen op de baan. Is de zwaartekracht groter dan de benodigde centripetale kracht dan komt het wagentje los van de baan.



Dus evengoed verstandig om wagentje en inzittenden te zekeren.

Opgave 37

Harmonische trilling.

Gegeven: $r = 4,0$ mm, $f = 5,0$ Hz.

Oplossing:

a $\omega = 2\pi \cdot f \rightarrow \omega = 2\pi \times 5,0 = \mathbf{31,4 \text{ rad/s}}$

b $u_t = 4,0 \cdot \sin(31,4 \cdot t)$ of: $u_t = 4,0 \cdot \sin(10\pi \cdot t)$

c $u_t = 4,0 \cdot \sin(10\pi \times 0,020) = \mathbf{2,4 \text{ mm}}$

Hierbij opletten: $10\pi \times 0,020 = 0,628$ rad $\rightarrow 36,0^\circ$, $\sin = 0,588$

d $u_t = 4,0 \cdot \sin(10\pi \times 0,075) = \mathbf{2,8 \text{ mm}}$

Hierbij weer opletten: $10\pi \times 0,075 = 2,36$ rad $\rightarrow 135^\circ$, $\sin = 0,707$

Opgave 38

Harmonische trilling.

Gegeven: $u_t = 5,0 \cdot \sin(100\pi \cdot t)$ mm

Gevraagd: a) f b) r c) $u_{0,47 \text{ s}}$

Oplossing:

a $\omega = 2\pi \cdot f \rightarrow 100 \times \pi = 2\pi \times f \rightarrow f = \mathbf{50 \text{ Hz}}$

b $r = \mathbf{5,0 \text{ mm}}$ (volgt uit de vergelijking $u_t = 5,0 \cdot \sin(100\pi \cdot t)$ mm)

c $u_t = 5,0 \cdot \sin(100\pi \cdot 0,47)$ mm = $-2,8 \cdot 10^{-10}$ mm $\rightarrow \mathbf{0 \text{ mm}}$

Opgave 39

Harmonische trilling.

Gegeven: $r = 2,0$ mm, $t = 0$ omhoog door evenwichtsstand.

Gevraagd: a) $u(\varphi = 0)$ b) $u(\varphi = 1/8)$ c) $u(\varphi = 1/4)$ d) $u(\varphi = 7/8)$

Oplossing:

$$u_t = r \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$\varphi = t / T$$

$$\omega = 2\pi \cdot f \rightarrow \omega = 2\pi / T \text{ en dus: } \alpha = \omega \cdot t \rightarrow \alpha = 2\pi \cdot t / T \rightarrow \alpha = 2\pi \cdot \varphi$$

$$u_t = 2,0 \cdot \sin(2\pi \cdot \varphi) \text{ cm}$$

a $\varphi = 0 \quad u_t = 2,0 \cdot \sin(2\pi \times 0) \text{ cm} = \mathbf{0 \text{ mm}}$

b $\varphi = 1/8 \quad u_t = 2,0 \cdot \sin(2\pi \times 1/8) \text{ cm} = \mathbf{1,4 \text{ mm}}$

c $\varphi = 1/4 \quad u_t = 2,0 \cdot \sin(2\pi \times 1/4) \text{ cm} = \mathbf{2,0 \text{ mm}}$

d $\varphi = 7/8 \quad u_t = 2,0 \cdot \sin(2\pi \times 7/8) \text{ cm} = \mathbf{-1,4 \text{ mm}}$

Opgave 40

Harmonische trilling.

Gegeven: $r = 2,0 \text{ cm}$, $\varphi(t = 0) = 3/8$

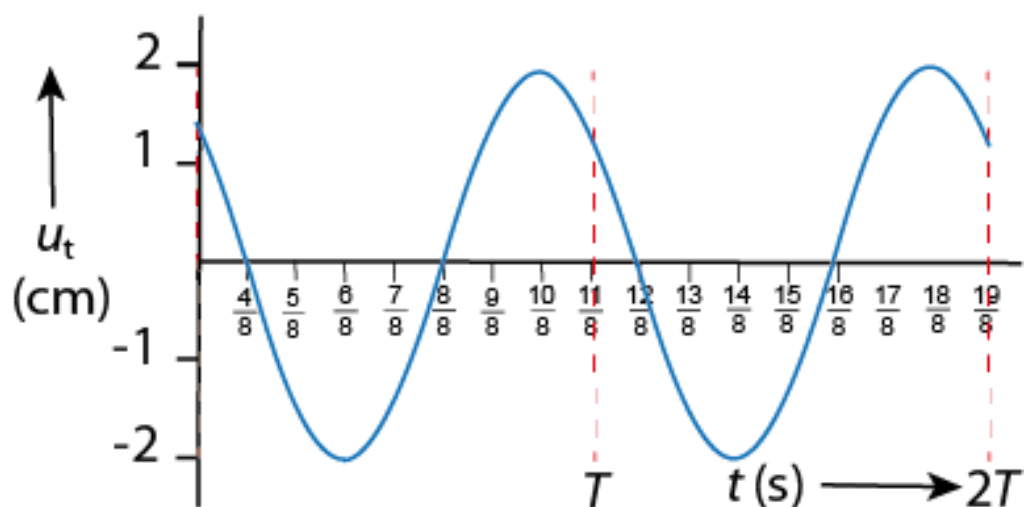
Gevraagd: trillingsgrafiek tussen $t = 0 \text{ s}$ en $t = 2T \text{ s}$

Oplissing:

Als $\varphi = 3/8$ dan is de uitwijking: $2,0 \times \sin(3/8 \times 2\pi) = 1,4 \text{ cm}$

Bedenk: $3/8 \times 2\pi \rightarrow 2,36 \text{ rad} \rightarrow 135^\circ$

Een periode verder is de uitwijking weer 1,4 cm, twee periodes verder weer 1,4 cm. (Rode stippellijnen in de afbeelding.)



Opgave 41

Harmonische trilling.

Gegeven: $r = 2,0$ cm, $\varphi(t = 0) = \frac{7}{8}$

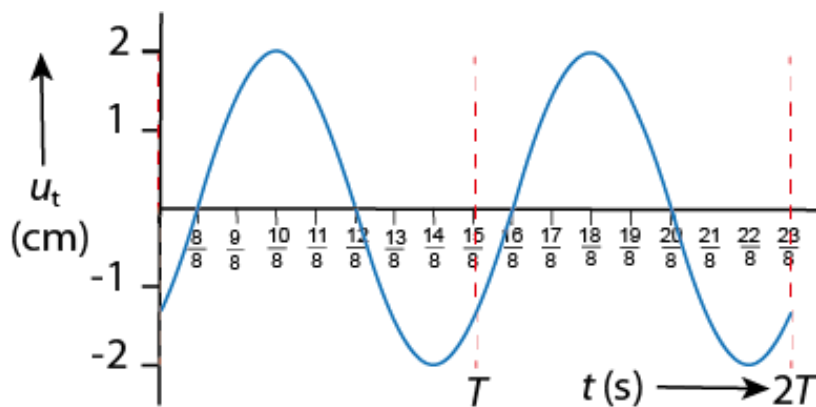
Gevraagd: trillingsgrafiek tussen $t = 0$ s en $t = 2T$ s

Oplissing:

Als $\varphi = \frac{7}{8}$ dan is de uitwijking: $2,0 \times \sin(\frac{7}{8} \times 2\pi) = -1,4$ cm

Bedenk: $\frac{7}{8} \times 2\pi \rightarrow 5,498$ rad $\rightarrow 315^\circ$

Een periode verder is de uitwijking weer $-1,4$ cm, twee periodes verder weer $-1,4$ cm. (Rode stippellijnen in de afbeelding.)



Opgave 42

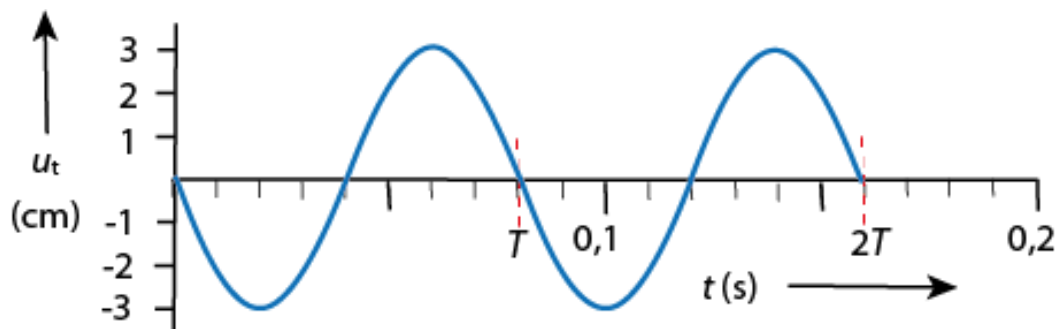
Harmonische trilling.

Gegeven: $r = 3,0$ cm, $f = 12,5$ Hz, $\varphi(t = 0) = \frac{4}{8}$

Gevraagd: trillingsgrafiek tussen $t = 0$ s en $t = 0,16$ s

Oplissing:

$f = 12,5$ Hz $\rightarrow T = 0,080$ s



Opgave 43

Aflezen oscilloscoopbeeld.

a Amplitude.

$$1 \text{ hokje} = 0,50 \text{ V}$$

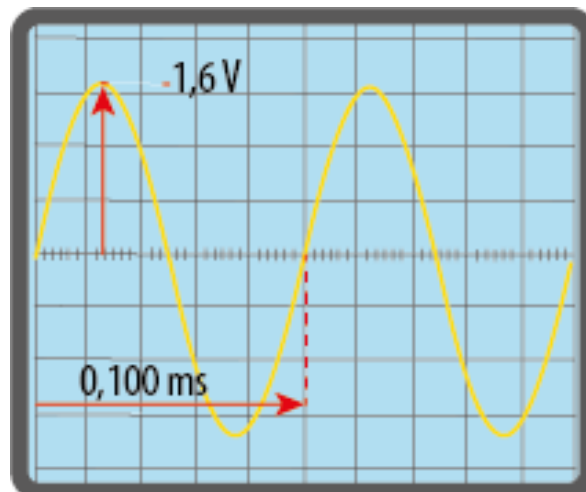
De maximale uitwijking is 3 hokjes +
schatting: 0,2 hokje = 3,2 hokje.

$$r = 3,2 \times 0,50 = \mathbf{1,6 \text{ V}}$$

b Eén trilling = 5,0 hokjes.

c 1 hokje = 20 μs

$$T = 5,0 \times 20 = 100 \mu\text{s} \rightarrow \mathbf{0,100 \text{ ms.}}$$



d $f = 1 / T \rightarrow f = 1 / 0,000100 = \mathbf{10 \text{ kHz}}$

Opgave 44

Aflezen oscilloscoopbeeld.

a Amplitude.

$$1 \text{ hokje} = 0,20 \text{ mV}$$

De maximale uitwijking is 3 hokjes +
schatting: 0,7 hokje = 3,7 hokje.

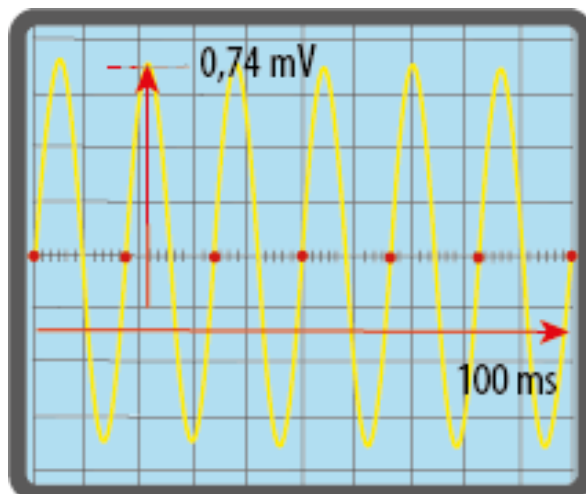
$$r = 3,7 \times 0,20 = \mathbf{0,74 \text{ mV}}$$

b Zes trillingen van links naar rechts zijn
precies 10 hokjes.

$$1 \text{ hokje} = 10 \text{ ms}$$

$$6T = 10 \times 10 = 100 \text{ ms}$$

$$T = 100 / 6 = \mathbf{16,7 \text{ ms.}}$$



c $f = 1 / T \rightarrow f = 1 / 0,0167 = \mathbf{60 \text{ Hz}}$