

Uitwerkingen § 1

Opgave 1

Als dit heen en weer beweegt om de evenwichtsstand.

Opgave 2

Amplitude = afstand tussen de evenwichtsstand en de uiterste stand.

Opgave 3

Een trilling = de beweging van een voorwerp tussen twee opeenvolgende gelijke toestanden.

Opgave 4

Trillingstijd = de tijd die nodig is voor één trilling.

Opgave 5

Frequentie = het aantal trillingen per tijdseenheid (seconde).

Opgave 6

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02 \text{ s}} = 50 \text{ Hz}$$

Opgave 7

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{250 \text{ Hz}} = 0,004 \text{ s}$$

Opgave 8

Per seconde twee trillingen dus $f = 2 \text{ Hz}$.

Opgave 9

In één seconde 150 trillingen.

In acht seconden 8×150 trillingen. Dat zijn 1200 trillingen.

Opgave 10

3120 trillingen in 60 s.

Dus $52 (= 3120 / 60)$ trillingen in 1 s. Dus $f = 52 \text{ Hz}$.

Opgave 11

Een halve trilling duurt 0,6 s.

Een hele trilling duurt 1,2 s.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,2 \text{ s}} = 0,83 \text{ Hz}$$

Opgave 12

$$T = 4 \text{ s}$$

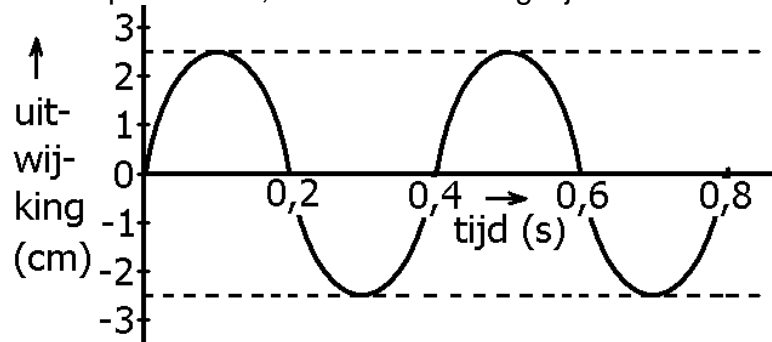
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4 \text{ s}} = 0,25 \text{ Hz}$$

$$A = 3 \text{ cm}$$

Opgave 13

De amplitude is $A = 2,5 \text{ cm}$.

De frequentie is $2,5 \text{ Hz}$ dus de trillingstijd is $T = 1 / f = 0,4 \text{ s}$.



Uitwerkingen § 2

Opgave 1

Bij een vrije trilling is er geen invloed van buitenaf.
Bij een gedwongen trilling juist wel.

Opgave 2

Resonantie is een bijzondere gedwongen trilling namelijk waarbij de gedwongen frequentie gelijk is aan de eigen frequentie.
Simpel gezegd: het trillende voorwerp krijgt dan op het juiste moment duwtjes en rukjes.

Opgave 3

Vrije
Gedwongen
Gedwongen
Vrije
Gedwongen
Gedwongen

Opgave 4

Als de klankkast bij bepaalde tonen zou resoneren zouden deze tonen veel harder klinken dan andere tonen. Je wilt juist dat alle tonen door de klankkast evenveel versterkt worden.

Opgave 5

Gewenst want alleen de toon van de stemvork hoeft maar versterkt te worden. En dat gebeurt het beste bij resonantie.

Opgave 6

Ongewenst want een luidspreker mag bepaalde tonen niet “voortrekken”. Zie ook opgave 4.

Opgave 7

De gekke vorm voorkomt resonantie (dus geen voorkeursbehandeling van bepaalde tonen).

Opgave 8

De tweede stemvork gaat meetrillen.

Opgave 9

Nu gaat de tweede stemvork NIET meetrillen omdat deze een andere eigenfrequentie heeft.

Opgave 10

Simpele uitleg

Stel dat de auto een eigenfrequentie van 3 Hz zou hebben. De auto zou dan in elke seconde 3 hobbels over moeten gaan. Dan zou zijn snelheid dus $3 \times 12 = 36$ m/s moeten zijn.

Bij een eigenfrequentie van 2 Hz zou de auto een snelheid van $2 \times 12 = 24$ m/s moeten hebben.

In de opgave is de eigenfrequentie 1,3 Hz. De snelheid moet dan dus $1,3 \times 12 = 15,6$ m/s zijn.

De formele berekening staat hieronder.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1,3 \text{ Hz}} = 0,769 \text{ s}$$

$$\text{snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijd}} = \frac{12 \text{ m}}{0,769 \text{ s}} = 15,6 \text{ m/s}$$

Opgave 11

a.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,6 \text{ m}}{9,8 \text{ N/kg}}} = 1,55 \text{ s}$$

b.

Je kunt de slingertijd uitrekenen zonder te weten hoe groot de amplitude A is.

Met andere woorden: A komt niet in de formule voor.

Opgave 12

Alleen het middelste kogeltje gaat flink mee slingeren omdat deze dezelfde eigenfrequentie heeft als de grote kogel. Hun slingerlengtes zijn namelijk gelijk.

Uitwerkingen § 3

Opgave 1

Geluid heeft altijd een stof nodig. Tussen de aarde en de maan heerst vacuüm.

Opgave 2

Bij geluid beweegt de lucht (in hoog tempo) heen en weer.

Bij wind beweegt de lucht slechts één kant op.

Opgave 3

C

Opgave 4

1. Veel minder echo's (= weerkaatsingen tegen muren).

2. Het geluid blijft "gevangen" in de slang en verspreidt zich niet in alle richtingen.

Het geluid verliest daardoor minder sterkte.

Opgave 5

In het blik van Piet ontstaan trillingen. Deze trillingen worden door het touw overgebracht op Joops blik. Simpel gezegd zorgen de trillingen in Piets blik voor snelle rukjes aan het touw.

Opgave 6

Luidspreker A werkt als microfoon.

Opgave 7

In figuur B vindt er geen (of veel minder) akoestische kortsluiting plaats. Het karton verhindert de luchtstroom tussen de rechter- en linkerkant van het trillende been van de stemvork.

Uitwerkingen § 4

Opgave 1

gelijk is aan

Opgave 2

Van de frequentie

Opgave 3

100 kHz

Opgave 4

20 Hz

Opgave 5

Als ontvanger

Opgave 6

Ja: lage

Opgave 7

Ja!

Opgave 8

Sprinkhaan

Opgave 9

Luidspreker A.

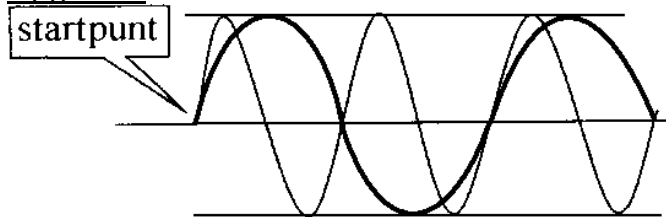
Hoe zwaarder de beweegbare delen zijn, des te moeilijker het is om snel heen en weer te gaan.

Opgave 10

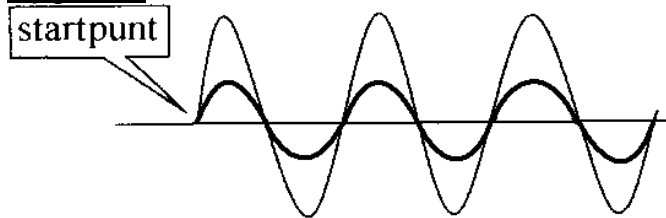
In figuur 6 is de toonhoogte het hoogst. In figuur 5 moet het oor van de beker namelijk meetrillen en deze extra massa maakt het systeem trager.

Uitwerkingen § 5

Opgave 1



Opgave 2



Opgave 3

Het geluidsniveau wordt uitgedrukt in dB (decibel).

Opgave 4

Gehoordrempel: 0 dB.

Pijngrens: 140 dB.

Opgave 5

110 dB

Opgave 6

Amplitude 2x zo groot. Dan is het geluidsniveau 6 dB hoger. Dus $70 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 76 \text{ dB}$.

Opgave 7

amplitude (mm)	0,02	0,04	0,08	0,16	0,32	0,64
geluidsniveau (dB)	75	81	87	93	99	105

$\overset{x2}{\curvearrowright}$ $\overset{x2}{\curvearrowright}$ $\overset{x2}{\curvearrowright}$ $\overset{x2}{\curvearrowright}$
 $\underset{+6}{\curvearrowright}$ $\underset{+6}{\curvearrowright}$ $\underset{+6}{\curvearrowright}$ $\underset{+6}{\curvearrowright}$

Dus bij een amplitude van 0,64 mm is het geluidsniveau 105 dB.

Opgave 8

amplitude (mm)	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,0125
geluidsniveau (dB)	90	84	78	72	66	60	54	48

:2 :2 :2
↖ ↗ ↖ ↗ ↖ ↗
-6 -6 -6

Dus de amplitude moet 0,0125 mm zijn om een geluidsniveau van 48 dB te krijgen.

Opgave 9

Met oorkappen staat Jan bloot aan een geluidsniveau van 118 dB - 24 dB = 94 dB.

geluidsniveau (dB)	118	115	112	109	106	103	100	97	94
tijdsduur (min).	1	2	4	8	16	32	64	128	256

-3 -3 -3
↖ ↗ ↖ ↗ ↖ ↗
x2 x2 x2

Met oorkappen op mag Jan dus 256 minuten in de machinekamer blijven.
Dat is gelijk aan 4 uur 16 minuten.

Uitwerkingen § 6

Opgave 1

In gassen het langzaamst. In vaste stoffen het snelst.

Opgave 2

klein

Opgave 3

De geluidssnelheid in slagroom is klein omdat de slagroom erg samendrukbaar is (door de luchtbelletjes).

Opgave 4

evenveel

Opgave 5

Voor de afstand geldt: $s = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$.

Volgens de tabel geldt voor de geluidssnelheid in lucht (bij $20 \text{ }^\circ\text{C}$): $v = 343 \text{ m/s}$.

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1000 \text{ m}}{343 \text{ m/s}} = 2,9 \text{ s}$$

Opgave 6

Voor de afstand geldt: $s = 45 \text{ cm} = 0,45 \text{ m}$.

Voor de tijd geldt: $t = 0,57 \text{ ms} = 0,00057 \text{ s}$.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0,45 \text{ m}}{0,00057 \text{ s}} = 789 \text{ m/s}$$

Opgave 7

De tijd voor het naar beneden en naar boven gaan is: $t = 0,032 \text{ s}$.

Volgens de tabel geldt voor de geluidssnelheid in water: $v = 1484 \text{ m/s}$.

$$s = v \cdot t = 1484 \text{ m/s} \cdot 0,032 \text{ s} = 47,5 \text{ m}$$

Deze afstand is twee keer de diepte. De diepte zelf is dus 23,7 m.

Opgave 8

De afstand die is afgelegd is $s = 2 \times 1,8 \text{ m} = 3,6 \text{ m}$.

De snelheid is $v = 0,6 \text{ m/s}$.

$$t = \frac{s}{v} = \frac{3,6 \text{ m}}{0,6 \text{ m/s}} = 6 \text{ s}$$

Opgave 9

1. Tel het aantal seconden tussen de flits en de donder.

2. Vermenigvuldig dit met 343.

3. De uitkomst is de afstand in meter.

Opmerking: de lichtsnelheid is zo groot dat je hier geen rekening mee hoeft te houden.

Uitwerkingen § 7

Opgave 1

Als de bron en de ontvanger ten opzichte van elkaar bewegen, is de waargenomen frequentie anders dan de uitgezonden frequentie.

Opgave 2

$$f_W = f_B = 500 \text{ Hz}$$

Opgave 3

$$f_W = f_B \cdot \frac{v}{v - v_B} = 500 \cdot \frac{343}{343 - 15} = 523 \text{ Hz}$$

Opgave 4

$$f_W = f_B \cdot \frac{v}{v + v_B} = 500 \cdot \frac{343}{343 + 15} = 479 \text{ Hz}$$

Opgave 5

De bovenste figuur is juist.

Opgave 6

$$f_W = f_B \cdot \frac{v}{v - v_B}$$

$$600 = f_B \cdot \frac{343}{343 - 45}$$

$$f_B = 521 \text{ Hz}$$

Opgave 7

Na passeren geldt:

$$f_W = f_B \cdot \frac{v}{v + v_B}$$

$$0,85 \cdot f_B = f_B \cdot \frac{350}{350 + v_B}$$

$$0,85 = \frac{350}{350 + v_B}$$

$$350 + v_B = \frac{350}{0,85}$$

$$v_B = 61,8 \text{ m/s}$$