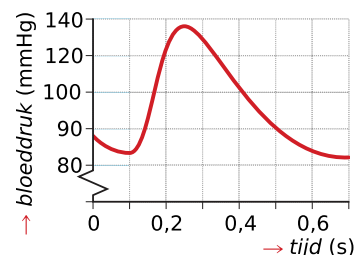


## 1.6 Periodieke grafieken

### Inleiding

Het hart pompt bloed door je aderen. Door het pompen varieert de bloeddruk in je aderen. Hier zie je daar een grafiek van. In de periode van 0,1 tot 0,7 seconden maakt dit hart één hartslag. De druk in de slagaderen is het laagst als het hart zich met bloed vult (diastolische bloeddruk), en stijgt als het hart bloed wegpompt (systolische bloeddruk). De eenheid van druk is millimeter kwik (mmHg).

Na elke periode herhaalt zich de hartslag. Het is daarom een periodiek verschijnsel.



Figuur 1

### Je leert in dit onderwerp

- een periodieke grafiek herkennen en interpreteren;
- de periode in een periodieke grafiek aflezen, herkennen of berekenen;
- een periodieke grafiek tekenen aan de hand van gegevens over één periode.

### Voorkennis

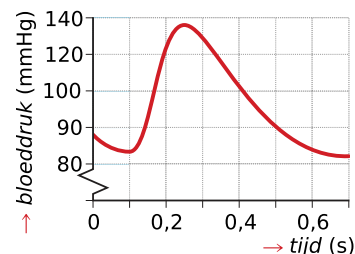
- waarden in een grafiek aflezen;
- een tabel bij een grafiek maken en een grafiek bij een tabel maken;
- grootheden op de assen van een grafiek benoemen.

### Verkennen

#### Opgave V1

Het hart pompt bloed door je aderen. Door het pompen varieert de bloeddruk in je aderen. Hier zie je daar een grafiek van. In de periode van 0,1 tot 0,7 seconden maakt dit hart één hartslag. De druk in de slagaderen is het laagst als het hart zich met bloed vult (diastolische bloeddruk), en stijgt als het hart bloed wegpompt (systolische bloeddruk). De eenheid van druk is millimeter kwik (mmHg).

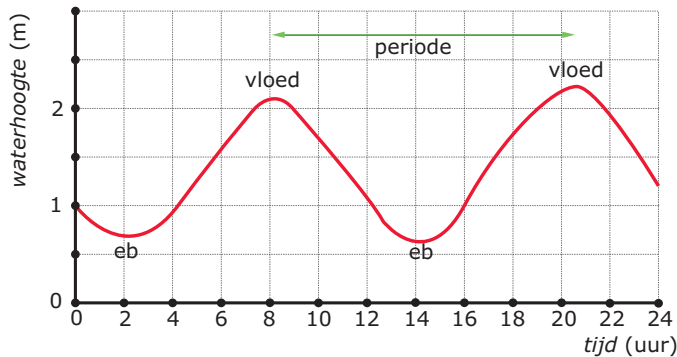
- Hoeveel seconden heeft dit hart nodig om het bloed weg te pompen?
- Hoeveel seconden doet dit hart over één hartslag?
- Schets de bloeddrukgrafiek over een tijdsduur van tien seconden.
- Hoeveel slagen maakt dit hart per minuut?



Figuur 2

## Uitleg

Dit is een grafiek van de waterstand boven een bepaalde plek op de bodem van de Waddenzee in de loop van een dag. Het is een voorbeeld van een periodieke grafiek. Een bepaald deel van de grafiek wordt steeds weer (ongeveer) herhaald. De tijd die daarbij hoort, heet de periode. De periode van deze grafiek is ongeveer 12 uur en 20 minuten.

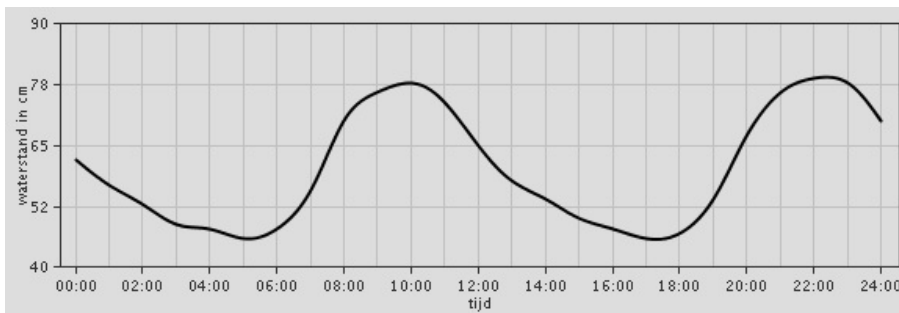


**Figuur 3**

De grafiek is elke dag (afhankelijk van de omstandigheden) anders, dus de waterstand is niet zuiver periodiek.

## Opgave 1

Bekijk de waterstanden van Hellevoetsluis op 29 oktober. De waterstand is in centimeters boven NAP (Normaal Amsterdams Peil) aangegeven.

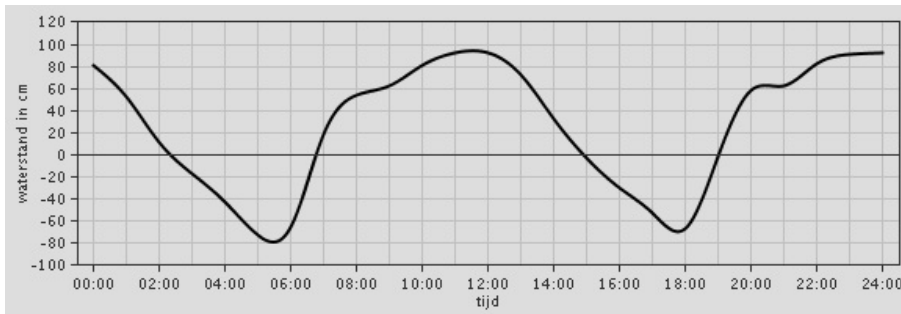


**Figuur 4**

- Hoe hoog is de laagste *waterstand* die dag?
- Hoe hoog is de hoogste *waterstand*?
- Leg uit hoe je door de twee laagste waterstanden te vergelijken de periode van de grafiek kunt schatten. Hoeveel is die periode ongeveer?
- Lukt dit ook met de twee hoogste waterstanden?
- Schat nu met behulp van de periode op welke tijdstippen het op 1 november in Hellevoetsluis hoog water is.

## Opgave 2

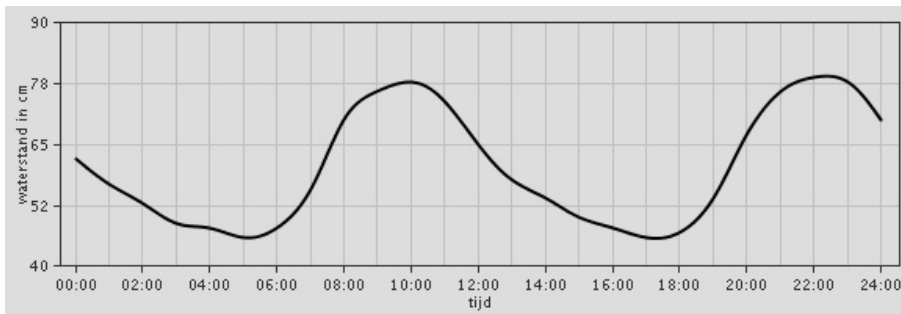
Dit zijn de waterstanden van de kustplaats Den Oever op een bepaalde dag. De *waterstand* is in centimeters boven NAP (Normaal Amsterdams Peil). Hoogwater wordt wel 'vloed' genoemd en laagwater 'eb'.



Figuur 5

- Hoe laat is het vloed in Den Oever op deze dag?
- Hoeveel tijd zit er tussen eb en vloed? Bereken daarmee de periode van de grafiek.
- Hoelang is op deze dag in Den Oever de *waterstand* onder NAP?

Bekijk de grafiek van de waterstanden bij Hellevoetsluis op diezelfde dag.



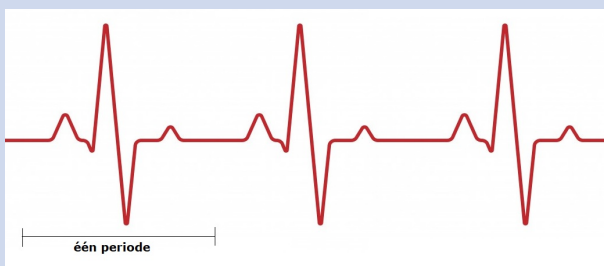
Figuur 6

- Waarom kun je bij de grafiek van Hellevoetsluis de periode niet berekenen door de tijd tussen eb en vloed te bepalen?
- Welke betekenis hebben de waterstanden voor de scheepvaart?

## Theorie en voorbeelden

### Om te onthouden

Dit is een voorbeeld van een **periodieke grafiek**. Een bepaald deel van de grafiek wordt steeds weer (ongeveer) herhaald. De tijd die daarbij hoort, heet de **periode**. De periode van deze grafiek is ongeveer 0,6 seconden.



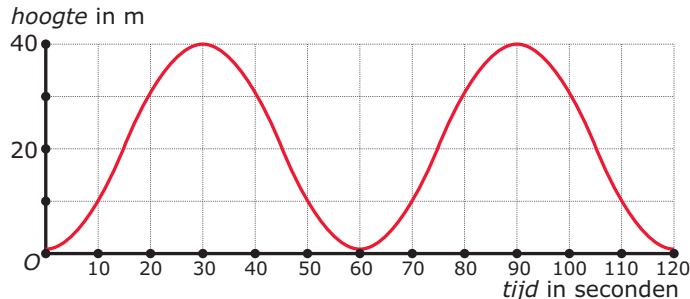
Figuur 7

### Voorbeeld 1

Dit is een voorbeeld van een zuivere periodieke grafiek. Het gaat om *hoogte* (in meters boven de grond) afhankelijk van *tijd* (de ronddraaitijd in seconden) van een bakje in een draaiend reuzenrad. De periode is 60 seconden, dus in 1 minuut ga je één keer helemaal rond. Je komt tot een maximale hoogte van wel 40 meter.



Figuur 8



Figuur 9

### Opgave 3

Bekijk in **Voorbeeld 1** de grafiek van de *hoogte* van een bakje in een reuzenrad. Je stapt in een bakje in dit reuzenrad op één meter boven de grond en laat de *tijd* vanaf dat moment lopen.

- Hoe hoog zit je na 15 seconden?
- Na hoeveel seconden zit je weer even hoog?
- Hoe hoog zit je na één minuut?
- Je komt maximaal op 40 meter hoogte boven de grond. Hoe groot is dus de straal van dit reuzenrad?
- Hoeveel tijd zit je elke ronde boven de 30 meter?
- Na twaalf rondjes moet je er weer uit. Hoeveel seconden zit je in dit rad?

### Opgave 4

Neem aan dat je reuzenrad een straal van 19 meter heeft en dat het middelpunt 20 meter boven de grond zit. Het rad draait in 40 seconden één keer rond.

- Teken deze situatie met behulp van een cirkel met een straal van 19 mm.
- Maak een assenstelsel met *tijd* in seconden op de horizontale as en *hoogte* in meters op de verticale as. Zorg dat er minstens twee periodes in beeld kunnen komen. Geef het beginpunt in je grafiek aan.
- Meet zo nauwkeurig mogelijk hoe hoog je zit na 5 seconden, na 10 seconden, na 15 seconden, enzovoort. Maak een tabel.
- Maak met behulp van je tabel de grafiek van de *hoogte* van het bakje in het reuzenrad.
- Hoeveel seconden zit je elk rondje boven de 35 meter?

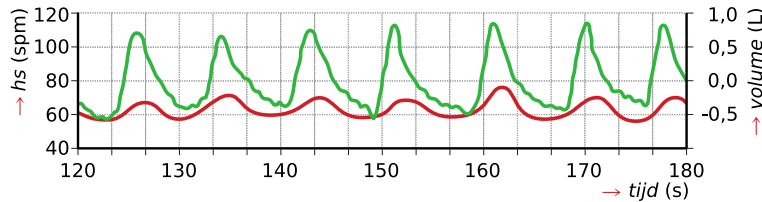
## Voorbeeld 2

Veel periodieke verschijnselen hebben met het menselijk lichaam te maken. Denk maar aan:

- de longinhoud bij de ademhaling;
- de bloeddruk in je aderen als gevolg van het kloppen van je hart.

Je ziet in één figuur een ademhalingsgrafiek (groen) en een hartslaggrafiek (rood). Op de horizontale as staat de *tijd* in seconden.

Op de verticale as staat voor de rode grafiek *hs* (spm), ofwel *hartslag* in slagen per minuut. Voor de groene grafiek staat er *volume* in liters.



Figuur 10

## Opgave 5

Bekijk de grafiek van de ademhaling in [Voorbeeld 2](#).

- Leg uit hoe je kunt zien dat hier waarschijnlijk de toename en de afname van het longvolume is gemeten.
- Hoe groot is de hoeveelheid ingeademde lucht gemiddeld?
- Welke delen van de grafiek hebben dan te maken met het inademen?
- Hoelang duurt dit gemiddeld bij deze persoon?
- Hoelang is de periode van een ademhaling?
- Hoeveel ademhalingen per minuut doet deze persoon?

## Opgave 6

Bekijk de grafiek van de hartslag in [Voorbeeld 2](#).

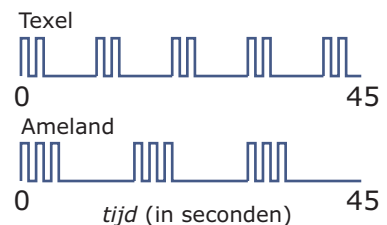
- Tussen welke waarden varieert het aantal hartslagen per minuut?
- Kun je verklaren waarom de periode van de hartslaggrafiek en die van de ademhalingsgrafiek ongeveer gelijklopen?

## Verwerken

### Opgave 7

De figuur geeft de lichtsignalen weer van de vuurtorens op Texel en Ameland.

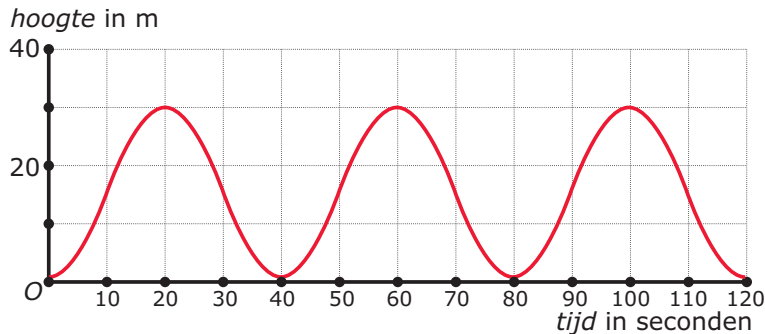
- Waarom is hier sprake van een periodiek verschijnsel?
- Welke periode heeft de vuurtoren van Texel? En die van Ameland?
- Hoeveel lichtflitsen geeft de vuurtoren van Texel per periode? En die van Ameland?
- Waarom hebben beide vuurtorens een verschillende periode en een verschillend aantal lichtflitsen?



Figuur 11

### Opgave 8

Bekijk de grafiek van Johans hoogte boven de grond als hij in een reuzenrad zit. Hij stapt op het laagste punt, één meter boven de grond, in.



Figuur 12

- Hoe hoog komt hij maximaal?
- Hoe groot is de straal van dit reuzenrad?
- Hoelang doet dit reuzenrad over een omwenteling?
- Hoeveel omwentelingen maakt dit reuzenrad per uur als het constant doordraait?
- Johan zit vier minuten in dit reuzenrad. Hoeveel van die tijd heeft hij een uitzicht vanaf meer dan 20 meter hoogte?

### Opgave 9

Het volgende stukje is afkomstig uit de Wikipedia (november 2011):

De hartslag van de mens in rust is tussen ruwweg 60 en 100 slagen per minuut (30-40 voor sporters in topconditie; 70 is een gemiddelde waarde). De maximaal bereikbare normale hartslag van de mens is afhankelijk van de leeftijd, en is ruwweg als volgt te schatten:

- voor niet-sporters:
  - vrouwen:  $226 - \text{leeftijd} = \text{hartslag}$
  - mannen:  $220 - \text{leeftijd} = \text{hartslag}$
- voor sporters (met een lang sportverleden):  $250 - \text{helft van leeftijd} = \text{maximale hartslag}$

De hartslag wordt zeer veel gebruikt om trainingsintensiteit te meten en om met een bepaald doel te trainen. Zo neemt men aan dat vanaf 50% van de maximale hartslag de conditie verbetert. Ideaal voor conditietraining is echter tussen de 70-80% van de maximale hartslag, en voor vetverbranding wordt dit gesteld tussen de 60-70%.

- Als je hartslag 90 slagen per minuut is, hoeveel seconden duurt dan gemiddeld één hartslag?
- Hoeveel is jouw maximale hartslag?
- Vanaf welk aantal slagen per minuut werk je aan je conditie?

### Opgave 10

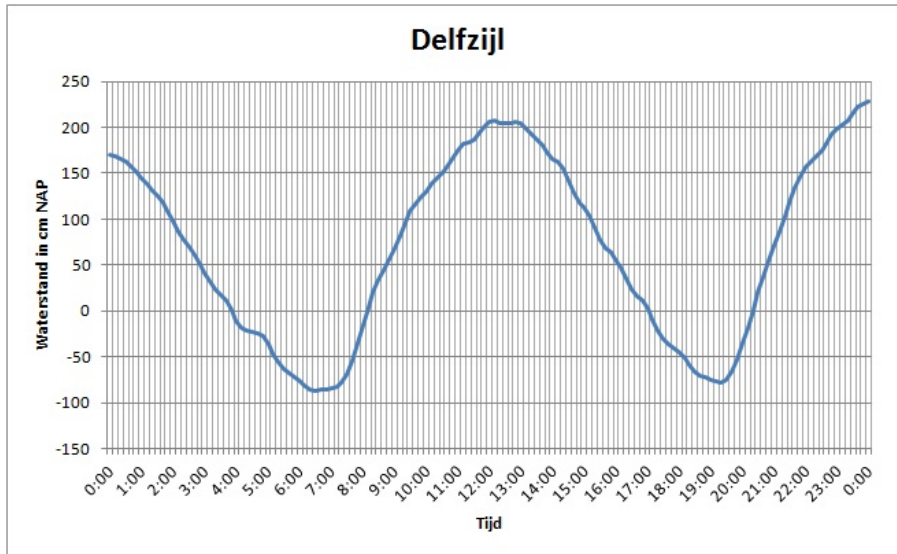
De London Eye is een heel groot reuzenrad dat in Londen aan de Theems staat.

De London Eye heeft een diameter van 135 meter en er zitten 32 gondels aan waarin je als bezoeker de 30 minuten durende rondrit kunt meemaken.

- In de loop van 30 minuten draai je één keer rond. Teken een grafiek van je hoogte afhankelijk van de tijd. Maak eerst een tabel van je hoogtes op 0 minuten, op 3,75 minuten, op 7,5 minuten, enzovoort.
- Hoeveel tijd breng je in totaal door op een hoogte van meer dan 100 meter?

### Opgave 11

In de grafiek zie je de waterstanden van Delfzijl op 14 april 2014. De waterstand is uitgedrukt in cm boven NAP.



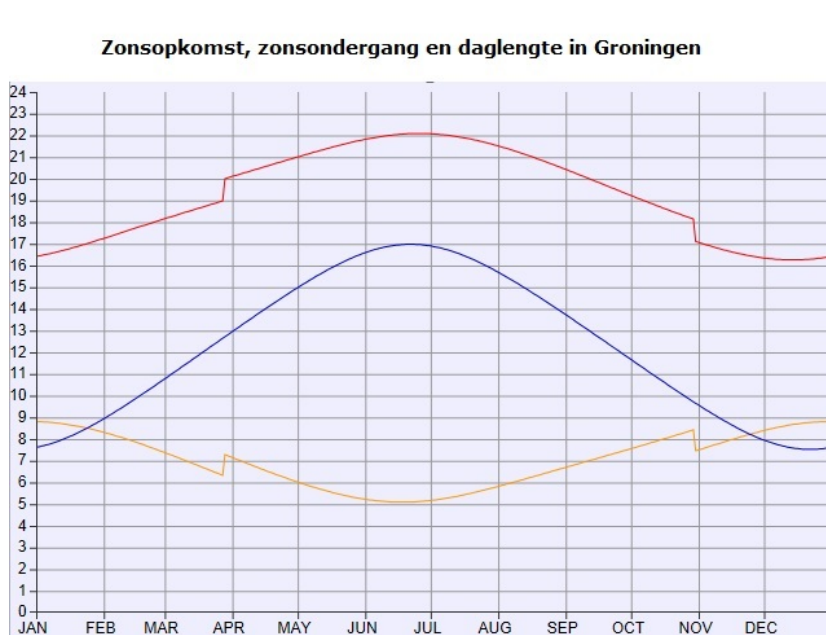
Figuur 13

- Op welke tijdstippen was het eb die dag?
- Hoe groot is de periode van deze grafiek?
- Schat nu met behulp van de periode op welke tijdstippen het op 17 april vloed (hoog water) is.

### Toepassen

#### Opgave 12: Zonsopkomst en -ondergang

In de grafiek zie je de tijdstippen van zonsopkomst en zonsondergang in de loop van het jaar in Groningen.



Figuur 14

- Waarom zie je dat de gele grafiek de zonsopkomst betreft?
- Waarom zijn deze grafieken onderdeel van een periodieke grafiek?

- c Welke periode heeft de grafiek?
- d Op twee plaatsen hebben de grafieken voor zonsopkomst en zonsondergang een knik. Wat stelt die knik voor?
- e Hoe kun je de blauwe grafiek afleiden uit de grafieken van zonsopkomst en zonsondergang?
- f Hoeveel dagen per jaar is de daglengte groter dan 12 uur?

### Opgave 13: Tijdrekening

Een typisch voorbeeld van een periodiek verschijnsel is de tijdrekening. De standaardperiode van de tijdrekening is de tijd die de planeet Aarde nodig heeft om om haar as te wentelen.

- a Hoelang is die standaardperiode?
- b In hoeveel uur is die periode verdeeld?  
In de christelijke jaartelling duurt een jaar (ongeveer) 365 dagen en is jaar 1 het eerste jaar na de geboorte van Christus. In de islamitische jaartelling duurt een jaar (ongeveer) 11 dagen korter en is jaar 1 het eerste jaar na de tocht van Mohammed van Mekka naar Medina. Dat gebeurde op 15/16 juli 622 volgens de christelijke jaartelling.
- c In welk jaar zal voor beide jaartellingen hetzelfde jaartal voorkomen?

## Testen

### Opgave 14

Op de kermis staat een reuzenrad van 40 meter hoog. Je stapt aan de grond in. In 80 seconden draai je één rondje.

- a Teken nu, met behulp van een tabel, een grafiek van je hoogte afhankelijk van de tijd voor minstens twee periodes.
- b Michelle zit vier minuten in het reuzenrad. Hoeveel tijd bevindt ze zich boven de 30 meter?

## Practicum

Dit stelt een bakje in het reuzenrad bij **Opgave 4** voor. De afmetingen staan in de figuur.  $t$  stelt de tijd in seconden voor. Met behulp van het schuifbalkje kun je het bakje draaien en de hoogte boven de grond aflezen.

[Bekijk de applet.](#)





© 2021

Deze paragraaf is een onderdeel van het Math4All wiskundemateriaal.

Math4All stelt het op prijs als onvolkomenheden in het materiaal worden gemeld en ideeën voor verbeteringen in de content of dienstverlening kenbaar worden gemaakt.

Email: [f.spijkers@math4all.nl](mailto:f.spijkers@math4all.nl)

Met de Math4All maatwerkdienst kunnen complete readers worden samengesteld en toetsen worden gegenereerd. Docenten kunnen bij [a.f.otten@xs4all.nl](mailto:a.f.otten@xs4all.nl) een gratis inlog voor de maatwerkdienst aanvragen.

---

