# Systematische Natuurkunde 4 vwo h 1-2 samenvatting

## Grootheid en eenheid

**Kwalitatieve waarneming:** je neemt iets relatief waar, bijvoorbeeld persoon 1 is langer dan persoon 2.
**Kwantitatieve waarneming:** je neemt iets met een meetwaarde waar, bijvoorbeeld persoon 1 is 180 cm en persoon 2 is 170 cm.
**Grootheid:** een eigenschap die je kunt meten.
**Eenheid:** de maat waarmee je de te meten grootheid vergelijkt.

Er zijn negen **basisgrootheden** met de bijbehorende **grondeenheden** in het SI vastgelegd. Een eenheid van een grootheid kun je afleiden uit een formule waarin deze grootheid voorkomt.

**Afgeleide grootheden:** grootheden die geen basisgrootheden zijn, eenheid hiervan het **afgeleide eenheid**.

*grootheid = getal · eenheid*

## Rekenen met de wetenschappelijke notatie

**Wetenschappelijke notatie:** getal met max. 1 cijfer voor de komma en een macht van tien erachter.
**Orde van grootte:** de macht bij de 10 in een wetenschappelijke notatie. Bijv.: bij $1{,}496 \cdot 10^{11}$ is het cijfer 11 de orde van grootte. Om de orde van grootte van een getal te achterhalen, moet je hem dus eerst in de wetenschappelijke notatie zetten.

In plaats van een macht van tien voor een eenheid kun je ook een voorvoegsel gebruiken (bijv. micro).

Bij het rekenen met machten van 10 gelden de volgende regels:

$$\frac{1}{10^p} = 10^{-p} \qquad 10^p \cdot 10^q = 10^{p+q} \qquad \frac{10^p}{10^q} = 10^{p-q} \qquad (10^p)^q = 10^{p \cdot q}$$

Dezelfde regels gelden bij het rekenen met machten van eenheden:

$$\frac{y}{x^p} = y \cdot x^{-p} \qquad x^p \cdot x^q = x^{p+q} \qquad \frac{x^p}{x^q} = x^{p-q} \qquad (x^p)^q = x^{p \cdot q}$$

Voorbeeld 1: snelheid in m/s ofwel $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^1} = \mathrm{ms}^{-1}$

Voorbeeld 2: $2{,}70 \cdot 10^3$ kg m$^{-3}$ = $2{,}70 \cdot 10^3 \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ = $2{,}70 \cdot 10^3$ kg/m$^3$

## Notatie van eenheden en grootheden

Formule voor 'de eenheid van een grootheid': *[grootheid] = eenheid*, bijv. *[m] = kg*
Als $A = \pi \cdot r^2$ of $A = \frac{1}{4}\pi \cdot d^2$, geldt *[A] = [r]²* of *[A] = [d]²*, want de constanten *r* (straal) en *d* (diameter) hebben geen eenheid, net als *A* (oppervlakte), dus deze worden ook tussen haakjes geplaatst. In beide gevallen is het resultaat *[A] = m²*.

## Meetonzekerheid

**Meetonzekerheid:** je weet nooit zeker of de meting precies de waarde van de grootheid weergeeft.

Drie soorten fouten in meetwaarden waarnemen:
- **Toevallige fout:** toevallige (kleine) afwijking in de waarneming, omdat het meetinstrument niet exact genoeg is en je moet schatten. Voorbeeld: bij het aflezen van een meetlint een schatting maken in hoeveelheid millimeters.
- **Systematische fout:** er wordt constant een te hoge of te lage waarde waargenomen, omdat het meetinstrument niet juist is ingesteld.
- **Afleesfout:** je leest het meetinstrument verkeerd af.

**Noteren van gemeten waarden <u>zonder</u> de meetonzekerheid:** er is een algemene afspraak dat de decimaal achter het laatst genoteerde cijfer van een meetwaarde 5 omhoog of omlaag kan gaan om de <u>marges van de meetonzekerheid</u> aan te geven.
Bijvoorbeeld: 3,00 m is dus nauwkeuriger dan 3 m. 3,00 m ligt tussen 2,995-3,005 m, maar 3 m ligt tussen 2,5-3,5 m.

**Noteren van gemeten waarden <u>met</u> de meetonzekerheid:** gebruik het ± teken.
Bijvoorbeeld: 4,83 ± 0,01 mL.

**Significante cijfers:** het aantal cijfers van een getal. Nullen die vóór een ander getal staan tellen niet mee, bijv. 0,00056 heeft 2 significante cijfers, maar 13,60 heeft 4 significante cijfers want de nul staat na een ander getal dan nul.

Rekenen met significante cijfers:
- Bij vermenigvuldigen/delen wint het getal met het kleinste aantal significante cijfers
- Bij optellen/aftrekken wint het getal met het kleinste aantal cijfers achter de komma

**Telwaarde:** waarde met een oneindige nauwkeurigheid, doet niet mee bij het bepalen van het aantal significante cijfers in de uitkomst van een berekening.
**Constante:** een vaste waarde, maar niet met een oneindige nauwkeurigheid, bijv. π. Deze doen ook niet mee bij het bepalen van het aantal significante cijfers in de uitkomst van een berekening.

Let op: omdat je met meetwaarden werkt, moet je altijd je uitkomst in decimale getallen noteren. Breuken, wortels e.d. zijn niet toegestaan.

## Standaardvorm grafieken en tabellen

De standaardvorm van een tabel:
- De meetwaarden van een grootheid staan in de **kolommen**.
- In de eerste kolom zet je de meetwaarden van de grootheid die jij verandert in een logische volgorde.
- In de **kop** (bovenste **rij** van de tabel) staat boven elke kolom de grootheid en eenheid waarin de meetwaarde is uitgedrukt.
- In een kolom staat altijd hetzelfde aantal cijfers achter de komma. Nullen mag je niet weglaten.

De standaardvorm van een grafiek:
- De assen staan loodrecht op elkaar.
- Langs de horizontale as staat de grootheid die je verandert.
- Langs de verticale as staat de grootheid die je meet.
- Bij de assen staat de grootheid die is uitgezet met de eenheid tussen haakjes erachter.
- Langs elke as breng je een schaalverdeling aan. De schaalverdeling begint meestal bij nul, tenzij je begint met een **asonderbreking**. De grafieklijn moet altijd het hele diagram vullen.
- Bij schaalverdeling kies je voor stapjes van 1, 2, 4 of 5, evt. vermenigvuldigd met een macht van tien.

**Interpoleren:** het bepalen van een tussenliggende waarde (kan je aflezen uit een getekende grafiek).
**Extrapoleren:** het bepalen van een buitenliggende waarde (kan je aflezen uit een getekende grafiek door de grafieklijn verder door te trekken).

## Verbanden in grafieken

**Evenredigheidsconstante (*a*) bepalen:** $a = \dfrac{\Delta y}{\Delta x}$

Voorbeeld: je hebt $m = a \cdot V$ en je wil *a* weten. Uit de grafiek lees je af *Δy = 85 - 0* en *Δx = 100 - 0*, dus: $a = \dfrac{85-0}{100-0}\dfrac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 0{,}85\dfrac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$. Je ziet dat de evenredigheidsconstante dichtheid is, dus $m = \rho \cdot V$.

Verschillende soorten verbanden in grafieken:
- **Lineair verband:** als de ene grootheid $x$ keer groter wordt, wordt de andere grootheid ook $x$ groter. Dit wordt aangegeven in een grafiek door een rechte grafieklijn. Hiervoor geldt: $y = a \cdot x + b$. De $a$ is een **evenredigheidsconstante** en voor $y$ en $x$ kan je bijv. massa $m$ en volume $V$ invullen.
- **Recht evenredig verband:** een rechte lijn door de oorsprong van de grafiek (0, 0). Hiervoor geldt: $y = a \cdot x$.
- **Kwadratisch evenredig verband:** als de ene grootheid $x$ keer groter wordt, wordt de andere grootheid $x^2$ keer zo groot. Hiervoor geldt: $y = a \cdot x^2$.
- **Omgekeerd evenredig verband:** als de ene grootheid $x$ keer groter wordt, wordt de andere grootheid $x$ keer zo klein. Hiervoor geldt: $y = a \cdot \dfrac{1}{x}$.
- **Omgekeerd kwadratisch evenredig verband:** als de ene grootheid $x$ keer groter wordt, wordt de andere grootheid $x^2$ keer kleiner. Hiervoor geldt: $y = a \cdot \dfrac{1}{x^2}$.
- **Wortelverband:** als de ene grootheid $x^2$ keer groter wordt, wordt de andere $x$ keer groter. Hiervoor geldt: $y = a \cdot \sqrt{x}$.

## (x,t)- en (v,t)-diagrammen

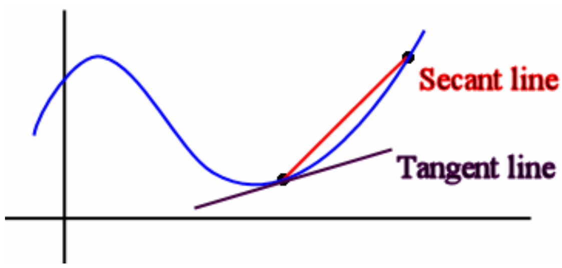
**(x,t)-diagram:** diagram met plaats (x) en tijd (t) waarin verplaatsing plaats vindt (tenzij de grafieklijn horizontaal recht is, dan vindt er geen verplaatsing plaats).
**Gemiddelde snelheid:** de gemiddelde snelheid van iets/iemand over een bepaald traject. Hiervoor geldt: $v_{\mathrm{gem}} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ waarbij $\Delta x = x_{\mathrm{eind}} - x_{\mathrm{begin}}$
Bij een gemiddelde snelheid gebruik je $v_{gem}$ en bij een **constante snelheid** (rechte grafieklijn) gebruik je $v$.

**Eenparige (rechtlijnige) beweging:** een beweging langs een rechte lijn met een constante snelheid. Bij een eenparige beweging is de **steilheid** van de grafiek overal even groot.

De <u>steilheid</u> van de (x,t)-grafiek is gelijk aan de <u>snelheid</u>, dus de formule v/d evenredigheidsconstante.
De <u>oppervlakte onder</u> een (v,t)-grafiek is gelijk aan de <u>**verplaatsing**</u>, dus $s = v \cdot t$.

## Snelheid in een (x,t)-diagram

**Snijlijn:** een lijn tussen een beginpunt en een eindpunt in een (x,t)-diagram die niet eenparig is. Deze geeft de gemiddelde snelheid weer van dat lijnstuk. (secant line)
**Raaklijn (raaklijnmethode):** lijn die de grafieklijn op 1 punt raakt en zich even ver van 2 punten bevindt. De raaklijn geeft de snelheid op een bepaald punt weer. (tangent line)



**Gemiddelde snelheid** met **snijlijn** berekenen: $v_{\text{gem}} = \left(\dfrac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{snijlijn}}$

**Snelheid** met **raaklijn** berekenen: $v = \left(\dfrac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$

## Versnelde beweging

**Versnelde beweging:** een beweging met een toenemende snelheid.
**Eenparig versnelde beweging:** een beweging langs een rechte lijn met een constante versnelling.
De steilheid van de (v,t)-grafiek is gelijk aan de versnelling, dus $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$.

**Vertraging:** negatieve versnelling. Bij een versnelling van -4 m/s$^2$ is de vertraging 4 m/s$^2$.
Een **raaklijn** in een (v,t)-diagram geeft de versnelling aan: $a = \left(\dfrac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$.
**Oppervlaktemethode:** methode om de afgelegde afstand uit een (v,t)-diagram af te lezen. Als de lijn een kromme heeft, verdeel je de lijn in 2 gebieden: 1 gebied boven de lijn en 1 gebied onder de lijn. Je moet schatten op welke hoogte de lijn die de gebieden verdeelt komt, zodat de gebieden ong. even groot aan elkaar zijn. De hoogte van deze lijn is dan de $v_{gem}$, dus geldt $s = v_{gem} \cdot \Delta t$

## Gebruik van diagrammen

**Vrije val:** een beweging waarbij er geen enkele kracht op een voorwerp wordt uitgeoefend, behalve de zwaartekracht. Bij valversnelling/gravitatieversnelling gebruik je *g* i.p.v. *a*, dus *g* = 9,81 m/s$^2$.
Bij de eindsnelheid van een val blijft snelheid constant, want dan is de luchtweerstand gelijk aan de zwaartekracht. Aan het begin van een val is de valsnelheid altijd ong. 9,81 m/s$^2$, want dan wordt er nog nauwelijks luchtweerstand ondervonden door de geringe snelheid.

**Stopafstand:** de afstand die nodig is om tot stilstand te komen.
**Reactietijd:** de tijd die nodig is voordat er wordt gereageerd.
**Reactieafstand:** de afstand die nodig is voordat er wordt gereageerd.
**Remafstand:** de afstand die afgelegd wordt tijdens het remmen.

Belangrijke (afgeleide) grootheden en eenheden:

| (afgeleide) grootheid | symbool | (afgeleide) eenheid | symbool |
|---|---|---|---|
| oppervlakte | $A$ | vierkante meter | $\mathrm{m^2}$ |
| dichtheid | $\rho$ | kilogram per kubieke meter | $\mathrm{kg/m^3}$ |
| snelheid | $v$ | meter per seconde | $\mathrm{m/s}$ |
| versnelling | $a$ | meter per seconde per seconde | $\mathrm{m/s^2}$ |
| plaats | $x$ | meter | $\mathrm{m}$ |
| tijd | $t$ | seconde | $\mathrm{s}$ |
| volume | $V$ | kubieke meter | $\mathrm{m^3}$ |
| verplaatsing in meter | $s$ | meter | $\mathrm{m}$ |

Alle besproken formules:

| | |
|---|---|
| afstand uit (v,t)-diagram | $s = v \cdot t$ of $s = \Delta v \cdot \Delta t$ |
| dichtheid | $\rho = \frac{m}{V}$ |
| lineair verband | $y = a \cdot x + b$ |
| recht evenredig verband | $y = a \cdot x$ |
| kwadratisch evenredig verband | $y = a \cdot x^2$, dus $x \to x^2$ |
| omgekeerd evenredig verband | $y = a \cdot \frac{1}{x}$, dus $x \to \frac{1}{x}$ |
| omgekeerd kwadratisch evenredig verband | $y = a \cdot \frac{1}{x^2}$, dus x $x \to \frac{1}{x^2}$ |
| wortelverband | $y = a \cdot \sqrt{x} = a \cdot x^{\frac{1}{2}}$, dus $x \to \sqrt{x}$ |
| gemiddelde snelheid | $v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ |
| evenredigheidsconstante | $a = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ |
| snelheid met snijlijn | $v_{gem} = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{snijlijn}}$ |
| snelheid met raaklijn | $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ |
| snelheid uit (x,t)-diagram | $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ |
| versnelling uit (v,t)-diagram | $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ |

Voor elke Δ kan je ook $\mathrm{d}$ invullen, bijv. $\mathrm{d}x$.

Handige Binas tabellen:

| **Informatie** | **Tabel** |
|---|---|
| Vermenigvuldigingsfactoren (voorvoegsels, 10e machten e.d.) | 2 |
| Basisgrootheden + grondeenheden | 3A |
| Omrekeningsfactoren van eenheden | 5 |