

# Fysica: mechanica, optica en moderne fysica

Bert De Saffel

2017-2018

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Foutentheorie</b>	<b>3</b>
1.1	Testvragen . . . . .	3
1.2	Vorm . . . . .	3
1.3	Soorten . . . . .	4
1.3.1	Fout op meting . . . . .	4
1.3.2	Statistische fout . . . . .	4
1.3.3	Fout op berekening . . . . .	5
<b>I</b>	<b>Mechanica</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Beweging in 2 en 3 dimensies</b>	<b>9</b>
2.1	Algemeen . . . . .	9
2.2	Eenparige beweging . . . . .	9
2.3	Eenparige cirkelbeweging . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Kracht en beweging</b>	<b>11</b>
3.1	Begrippen . . . . .	11
3.2	Formules . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Toepassen wetten van Newton</b>	<b>12</b>
4.1	Algemeen . . . . .	12
4.2	Wrijving . . . . .	12
4.3	Veerkracht . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Arbeid, energie en vermogen</b>	<b>13</b>
5.1	Arbeid . . . . .	13
5.2	Vermogen . . . . .	13

<b>6</b>	<b>Behoud van energie</b>	<b>14</b>
6.1	Algemeen . . . . .	14
<b>7</b>	<b>Systemen van deeltjes</b>	<b>15</b>
7.1	Impuls . . . . .	15
<b>8</b>	<b>Rotatiebewegingen</b>	<b>16</b>
8.1	Traagheidsmoment . . . . .	16
8.2	Krachtsmoment . . . . .	16
8.3	Conversies . . . . .	16
8.4	Conversies - Voorbeelden . . . . .	17
<b>9</b>	<b>Rotatie vektoren en impulsmoment</b>	<b>18</b>
<b>10</b>	<b>Statisch evenwicht</b>	<b>19</b>
<b>11</b>	<b>Trillingen</b>	<b>20</b>
<b>12</b>	<b>Golven</b>	<b>21</b>
<b>13</b>	<b>Electromagnetische golven</b>	<b>22</b>
<b>II</b>	<b>Optica</b>	<b>23</b>
14	Breking en terugkaatsing	24
15	Beelden en optische instrumenten	25
16	Interferentie en diffractie	26
17	Deeltjes en golven	27
<b>III</b>	<b>Kernfysica</b>	<b>28</b>
18	Kernfysica	29

# Hoofdstuk 1

## Foutentheorie

### 1.1 Testvragen

De oefeningen op Curios zijn analoog aan de test

1. Foute notatie omvormen naar juiste notatie.
2. Complete foute notatie. De eenheid en macht van 10 moet helemaal achteraan staan. De meetfout moet 1 of 2 beduidende cijfers bedragen en het waardegetal moet even nauwkeurig zijn als de meetfout.
3. Meetfoutberekening (Combinatie van som, verschil, product, deling, macht, sin en cos).
4. Fout op gemiddelde. Je moet de standaarddeviatie kunnen uitrekenen van gegeven data.
5. Grafiekanalyse. Neem de formule, vorm deze om naar  $y = ax + b$ . Kijk in uw formule wat overeenkomt met a en b.

### 1.2 Vorm

**Gemeten waarde  $\pm$  absolute fout(AF)**

- $6,458 \pm 0,027 \text{ mV}$
- $8,67 \pm 0.05 \cdot 10^3 \text{ m}$

$$\text{Relative Fout(RF)} = \frac{AF}{\text{Gemeten waarde}}$$

- $\text{RF} = \frac{0,027}{6,458} = 0.04 = 0.4\%$
- $\text{RF} = \frac{0,05 \cdot 10^3}{8,67} = 5.77 = 577\%$

## 1.3 Soorten

1. Fout op meting
2. Statistische fout
3. Fout op berekening

### 1.3.1 Fout op meting

- Is afhankelijk van de nauwkeurigheid van het meettoestel
- Op een meetlat:  $\pm 1mm$
- Op een chronometer:  $\pm 0.01s$

Metten van de lengte van een tafel met een meetlat:  $5 \pm 1 \cdot 10^{-3}m$

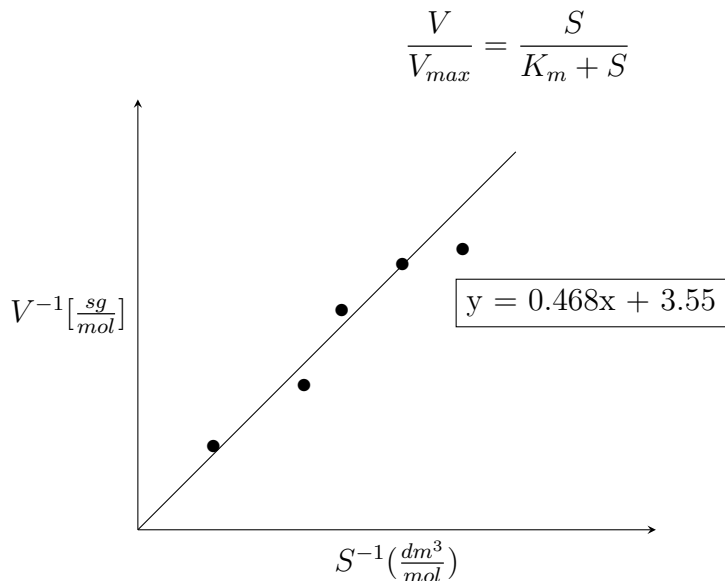
### 1.3.2 Statistische fout

Dezelfde lengten van een tafel 5 keer meten met een meetlat = Het gemiddelde nemen van de gemeten waarden en het gemiddelde van de absolute fouten

Voorbeeld: We meten de slingerperiode met een chronometer tot op 0.01s nauwkeurig een aantal keer. De resultaten zijn 3.29s; 3.12s; 3.45s; 3.18s; 3.21s; 3.26s. Wat is de gemiddelde periode?

1. Gemiddelde = 3,25
2. standaarddeviatie = 0,114
3. Fout op gemiddelde =  $\frac{stddev}{\sqrt{6}} = 0,05$
4. Resultaat =  $3,25 \pm 0,05s$

## Grafiekanalyse



$$y = ax + b$$

$$a : (\frac{sg}{mol}) / (\frac{dm^3}{mol}) = \frac{sg}{dm^3}$$

$$b : \frac{sg}{mol}$$

$$v^{-1} = \frac{K_m}{V_{max}} S^{-1} + \frac{1}{V_{max}}$$

### 1.3.3 Fout op berekening

Voor de voorbeelden worden volgende X en Y gebruikt:

$$X = 16,5 \pm 0.5$$

$$Y = 237,1 \pm 0.9$$

- Som/Verschil:**  $AF(R) = \sqrt{AF(X)^2 + AF(Y)^2}$

- $X + Y = ?$

- $AF(R) = \sqrt{0,5^2 + 0,9^2}$

- $AF(R) = \sqrt{1,06}$

- $AF(R) = 1,03$

- $16,5 + 237,1 \pm 1,03$

- $253,6 \pm 1,0$**

1.  $X - Y = ?$
2.  $AF(R)_{X-Y} = AF(R)_{X+Y}$
3.  $220,6 \pm 1,0$

• **Product/Deling:**  $RF(R) = \sqrt{RF(X)^2 + (RF(Y))^2}$

1.  $X * Y = ?$
2.  $RF(R) = \sqrt{(\frac{0,5}{16,5})^2 + (\frac{0,9}{237,1})^2}$
3.  $RF(R) = 0,03$
4.  $16,5 * 237,1 = 3912,15$
5.  $AF(R) = 3912,15 * RF(R)$
6.  $AF(R) = 3912,15 * 0,03$
7.  $AF(R) = 117,38$
8.  $3912,2 \pm 117,4$

1.  $\frac{X}{Y} = ?$
2.  $RF(R)_{\frac{X}{Y}} = RF(R)_{X*Y}$
3.  $RF(R) = 0,03$
4.  $\frac{16,5}{237,1} = 0,0696$
5.  $AF(R) = 0,0696 * 0.03$
6.  $AF(R) = 0,0021$
7.  $0,0696 \pm 0,0021$

• **Macht/Wortel:**  $RF(R) = nRF(X)$

1.  $x^3 = ?$
2.  $RF(R) = 3RF(X)$
3.  $RF(R) = 0,09$
4.  $(16,5)^3 \pm 0,09$
5.  $4492,13 \pm 0,09$

1.  $\sqrt[3]{x} = ?$

2.  $x^{\frac{1}{3}}$
3.  $RF(R) = \frac{1}{3}RF(X)$
4.  $RF(R) = 0, 1$
5.  $\sqrt[3]{16,5} \pm 0, 1$
6.  $2, 5 \pm 0, 1$

• **Functions**

1.  $tg(45\ 45' \pm 3') = ?$
2.  $3' = \frac{3}{60}graden = \frac{\pi}{3600}rad$
3.  $AF(tg(X)) = \frac{1}{\cos^2 x} \cdot AF(X)$
4.  $AF(tg(X)) = \frac{1}{\cos^2 x} * \frac{\pi}{3600}$
5.  $AF(tg(X)) = 0, 0018$
6.  $tg(45\ 45') \pm 0, 0018$
7.  $1, 0265 \pm 0, 0018$



# Deel I

## Mechanica

# Hoofdstuk 2

## Beweging in 2 en 3 dimensies

### 2.1 Algemeen

$$\vec{v}_{tot} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \dots + \vec{v}_n$$

$$\begin{cases} \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \\ \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \end{cases}$$

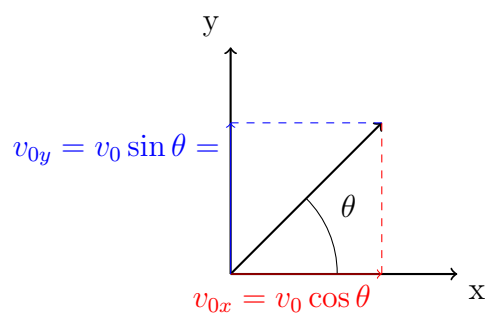
$$\begin{cases} \vec{v}_{gem} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \\ \vec{a}_{gem} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \end{cases}$$

### 2.2 Eenparige beweging

$$\begin{cases} \vec{r} = \vec{r}_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \\ \vec{v} = \vec{v}_0 + at \end{cases}$$

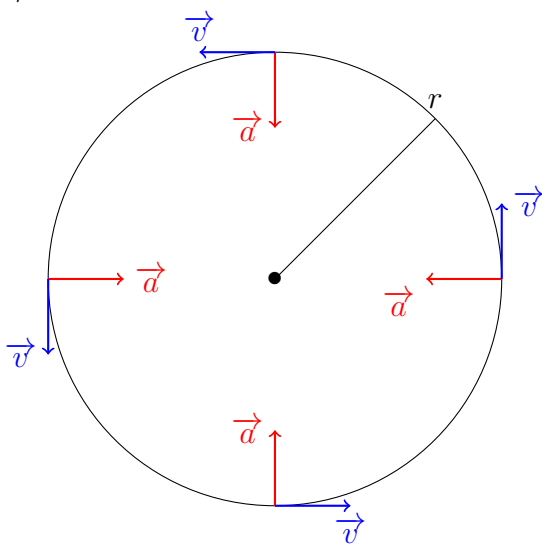
$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \\ v_x = v_{0x} + a_x t \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2} \\ v_y = v_{0y} + a_y t \end{cases}$$



## 2.3 Eenparige cirkelbeweging

$$a = \frac{v^2}{r}$$



# Hoofdstuk 3

## Kracht en beweging

### 3.1 Begrippen

- **Eerste wet van Newton:** Een voorwerp in uniforme beweging blijft in uniforme beweging. Een voorwerp in rust blijft in rust.
- **Tweede wet van Newton:** De verandering in snelheid is gelijk aan de netto kracht die uitgeoefend wordt op het voorwerp
- **Derde wet van Newton:** Als voorwerp A een kracht uitoefend op voorwerp B, dan zal B een tegengestelde kracht uitoefenen op A

### 3.2 Formules

- **Tweede wet van Newton:**  $\vec{F}_{net} = m\vec{a}$  met  $\vec{F}_{net}$  de som van de vectoren van alle krachten die worden uitgeoefend op het voorwerp, en  $ma$  het product van de massa van het voorwerp en zijn versnelling.
- **Gewicht:**  $\vec{w} = m\vec{g}$  met  $m$  de massa van het voorwerp en  $g$  de gravitatieconstante
- **Wet van Hooke (veren):**  $F_s = -kx$  met  $k$  de krachtconstante van de veer en  $x$  de afstand
- **Lineair momentum:**  $\vec{p} = m\vec{v}$  met  $\vec{p}$  de impuls,  $m$  de massa en  $\vec{v}$  de snelheid.

# Hoofdstuk 4

## Toepassen wetten van Newton

### 4.1 Algemeen

$$\sum \vec{F} = m \vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \sum \vec{F}_x = m \vec{a}_x \\ \sum \vec{F}_y = m \vec{a}_y \end{cases}$$

Bij elk vraagstuk zeker kijken naar:

- Zwaartekracht
- Normaalkracht
- Wrijvingskracht

### 4.2 Wrijving

$$F_w = \mu N$$

Zolang  $F_w \leq \mu N$  dan spreken we over statische wrijving, anders spreken we over kinetische wrijving.

### 4.3 Veerkracht

$$F_v = -kx$$

## Hoofdstuk 5

# Arbeid, energie en vermogen

### 5.1 Arbeid

$$W = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

Bovenstaande formule zegt hoeveel energie er nodig.

$$\Rightarrow W = F_{||} \Delta \vec{r}$$

De componenten evenwijdig met de as leveren arbeid

### 5.2 Vermogen

$$P = \frac{dw}{dt} \Rightarrow \begin{cases} P = \vec{F} \cdot \vec{v} & (\text{ogenblikkelijk}) \\ P = \frac{\Delta w}{\Delta t} & (\text{periode}) \end{cases}$$

# Hoofdstuk 6

## Behoud van energie

### 6.1 Algemeen

$$K_0 + U_0 + W_{nc} = K_1 + U_1$$

Conservatieve energie : Energie dat je terugkrijgt

- zwaartekracht
- veer

Niet conservatieve energie : Energie dat verloren is

- wrijving
- duwkracht
- trekkracht

$$K = \frac{mv^2}{2}$$
$$U \Rightarrow \begin{cases} mgh & (\text{zwaartekracht}) \\ \frac{kx^2}{2} & (\text{veer}) \end{cases}$$

# Hoofdstuk 7

## Systemen van deeltjes

### 7.1 Impuls

$$\vec{p} = m \vec{v}$$
$$\sum \vec{p}_v = \sum \vec{p}_n$$

- Bij een elastische botsing:  $\sum \vec{K}_v = \sum \vec{K}_n$
- Bij een niet elastische botsing: /
- Bij een volkomen onelastische botsing: Alle voorwerpen hangen na de botsing aan elkaar en bewegen voort als één voorwerp. Hieruit volgt  $m_n = \sum_i m_i$
- Bij een 1 dimensionale elastische botsing:  $v_{1v} - v_{2v} = -(v_{1n} - v_{2n})$



# Hoofdstuk 8

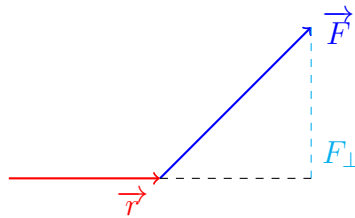
## Rotatiebewegingen

### 8.1 Traagheidsmoment

$$I_O = I_C + md^2$$

### 8.2 Krachtmoment

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$



$$|\vec{\tau}| = r F_{\perp}$$

### 8.3 Conversies

- $r = \theta$
- $v = \omega$
- $a = \alpha$

- $m = I_O$
- $F = \tau$
- $p = L$

## 8.4 Conversies - Voorbeelden

- $\vec{r} = \vec{r}_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$   
 $\Rightarrow \theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$
- $\sum \vec{F} = m \vec{a}$   
 $\Rightarrow \sum \tau = I \alpha$
- $K = \frac{mv^2}{2}$   
 $\Rightarrow K = \frac{I \omega^2}{2}$

## Hoofdstuk 9

### Rotatie vektoren en impulsmoment

# Hoofdstuk 10

## Statisch evenwicht

## Hoofdstuk 11

### Trillingen

## Hoofdstuk 12

### Golven

## Hoofdstuk 13

### Electromagnetische golven

# Deel II

## Optica



## Hoofdstuk 14

### Breking en terugkaatsing

## Hoofdstuk 15

### Beelden en optische instrumenten

## Hoofdstuk 16

### Interferentie en diffractie

## Hoofdstuk 17

### Deeltjes en golven

# Deel III

## Kernfysica

## Hoofdstuk 18

### Kernfysica