

Inhoudsopgave en uitgebreid formuleblad

TN4110TA, **Mechanica I**. Gebaseerd op de formules uit Essential University Physics volume I. Adriaan vN, mei 2011.

Termen in **geel** zijn niet uitgewerkt. Getallen tussen haakjes zijn paginanummers.

Hoofdstuk 1 (9)

1. Wetenschappelijke notatie (5)
2. Significante cijfers, nauwkeurigheid (6)
3. Interpret, Develop, Evaluate & Assess strategy (8)

Hoofdstuk 2 (26)

1. Gemiddelde snelheid (14)/acceleratie (19)

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v) \quad \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - 0} \quad (20)$$

2. Assenstelsel en richtingen (15)
3. Spontane snelheid (16)/acceleratie (19)

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (\text{afgeleide})$$

4. Plaats, snelheid en acceleratie (19, 20)

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

5. Constante versnelling (20, 21, Tabel 2.1)

$$a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - 0}$$

$$v = v_0 + at \quad v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad x - x_0 = \frac{1}{2} \frac{(v_0 + v)(v - v_0)}{a}$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

6. Constante snelheid (20, 21, Tabel 2.1)

$$v = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - 0}$$

$$x = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

7. Zwaartekracht versnelling (23)

Zie voorgaande formules constante versnelling, met $a = g_{\oplus} \approx 9,81 \text{ ms}^{-2}$.

Hoofdstuk 3 (45)

1. Vectoren (31 – 33)
 1. Rekenregels (32)

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A} \quad (\vec{A} + \vec{B}) + \vec{C} = \vec{B} + (\vec{A} + \vec{C})$$

2. Lengte en richting (33)

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad \tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$$

3. Componenten van een vector (33)

$$A_x = A \cos(\theta) \quad A_y = A \sin(\theta)$$

4. **Vector Arithmetic with Unit Vectors**

2. Versnellings en acceleratie vectoren (34)

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt} \hat{i} + \frac{dy}{dt} \hat{j} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt} \hat{i} + \frac{dv_y}{dt} \hat{j} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$$

3. Constante versnelling (36)

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t \quad \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

4. Beweging van een projectiel (38)

Zie formules constante versnelling hoofdstuk 2.

$$t = \sqrt{\frac{2y_0}{g}}$$

5. Baan van een projectiel (40, 41)

$$x = v_0 \cos \theta_0 t \quad y = v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \theta_0}$$

$$y = x \tan \theta_0 - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \theta_0} x^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{g x^2}{2 \cos^2 \theta_0 (x \tan \theta_0 - y)}} \quad (\text{minimale snelheid om punt } (x, y) \text{ te passeren})$$

6. Het 'bereik' van een projectiel (41)

$$0 = x \tan \theta_0 - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \theta_0} x^2 = x \left(\tan \theta_0 - \frac{g x}{2 v_0^2 \cos^2 \theta_0} \right) \quad x = \frac{2 v_0^2}{g} \cos^2 \theta_0 = \frac{2 v_0^2}{g} \sin \theta_0 \cos \theta_0$$

$$x = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta_0)$$

7. Eenparige cirkelbeweging (43)

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta r}{r} \simeq \frac{v \Delta t}{r}$$

$$a = \frac{v^2}{r} \quad \vec{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \simeq \frac{v^2}{r}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r}{a}}$$

Zie ook hoofdstuk 5, onderdeel *Cirkelbeweging*.

Hoofdstuk 4 (63)

1. Eerste wet van Newton (50, 51)

A body in uniform motion remains in uniform motion, and a body at rest remains at rest, unless acted on by a nonzero net force.

2. Tweede wet van Newton (51)

The rate at which a body's momentum changes is equal to the net force acting on the body.

$$\vec{F}_{\text{net}} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \vec{p} = m\vec{v}$$

$$\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \quad (\text{bij constante massa})$$

3. Massa, traagheid en kracht (52)

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

4. Fundamentele krachten (54)

5. Zwaartekracht (55)

$$F_w = mg_{\oplus} \quad (\vec{w} = m\vec{g}_{\oplus}, \text{ notatie in het boek})$$

6. Derde wet van Newton (58)

If object A exerts a force on object B, then object B exerts an oppositely directed force of equal magnitude on A. ($F_a = -F_b$)

7. Veerkracht (60)

$$F_{\text{sp}} = -kx$$

$$x = \frac{m(a_y + g)}{k} \quad v = \sqrt{\frac{k}{m}} x_0 \quad (108)$$

$$W = \int_0^x kx \, dx = \frac{1}{2} kx^2 \quad (91)$$

Hoofdstuk 5 (81)

Hoofdstuk 5 begint met een hoop voorbeelden.

1. Skier (68)

$$\vec{F}_{\text{net}} = \vec{n} + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_x = ma = mg \sin \theta$$

$$F_y = n = mg \cos \theta \quad (\text{met y-as horizontaal op de helling})$$

2. Een gewicht tussen twee touwen (69)

Assenstelsel in het gewicht plaatsen en voorgaande formules toepassen.

$$F_{\text{touw}} = \frac{mg}{2 \sin \theta}$$

3. Zekeren aan een rotsblok (71)

Uit te rekenen hoe snel het rotsblok de rand bereikt. ($\vec{F}_{\text{net}} = m \vec{a}$ en $x = x_0 - \frac{1}{2}at^2$)

4. Cirkelbeweging (73)

$$F_{\text{net}} = ma = \frac{mv^2}{r} = F_{\text{mpz}}$$

5. Zwend balletje

6. Schuin liggende weg

7. Looping (75)

$$n + mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$v_{\text{min}} = \sqrt{gr}$$

8. Wrijving (76)

$$f_s \leq \mu_s n$$

$$f_k \leq \mu_k n$$

$$f_{s,k} \leq \mu_{s,k} mg \cos \theta$$

1. Voorbeeld van het slepen van een kist (79, 80)

$$T = \frac{\mu_k mg}{\cos \theta + \mu_k \sin \theta}$$

Hoofdstuk 6 (98)

1. Arbeid (87)

$$W = F_x \cdot \Delta x \text{ in Joules}$$

$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} \text{ voor vectoren (89)}$$

2. Scalair product van twee vectoren (88, 89)

Zie ook *Rekenregels vectoren*, hoofdstuk 3.

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + \dots$$

3. Variabele krachten (89, 90, 91)

$$W \simeq \sum_{i=1}^N W_i = \sum_{i=1}^N F(x_i) \Delta x$$

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx$$

4. Kinetische energie (93, 94)

$$W_{\text{net}} = \int F_{\text{net}} dx = \int m \frac{dv}{dt} dx = \int m dv \frac{dx}{dt} = \int mv dv$$

$$W_{\text{net}} = \int_{v_1}^{v_2} mv dv = \frac{1}{2}mv^2 = K \quad \Delta K = W_{\text{net}}$$

5. Energie (95)

$$\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt}$$

$$W = P \Delta t$$

6. Energie en snelheid (97)

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Hoofdstuk 7 (113)

1. Conservative force (103)

The work done by a conservative force in moving between two points is independent of the

path taken; mathematically, $\int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}$ depends only on the endpoints A and B, not on the path between them.

$$\oint \vec{F} \cdot d\vec{r} = 0$$

2. Potentiele energie (105, 106)

$$\Delta U_{AB} = - \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} = - \int_A^B \vec{F}(x) dx$$

$$\Delta U = mg \Delta y \quad (\text{Zwaartekracht energie})$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} kx^2 \quad (\text{Veer energie})$$

3. Conservation of mechanical energy (107)

$$\Delta K + \Delta U = 0$$

$$K + U = K_0 + U_0$$

4. Nonconservative forces (109)

Wrijving, enz. Alle niet mechanische energie.

5. Potentiele energie in grafieken (110)

6. Kracht en potentiele energie (111)

$$F_x = - \frac{dU}{dx}$$

Hoofdstuk 8 (128)

1. Zwaartekrachts wet (119)

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad a = G \frac{M}{r^2}$$

$$F_w = mg_{\oplus} \quad a = G \frac{M_{\oplus}}{r_{\oplus}^2} \approx 9.81 \text{ ms}^{-2} \quad (\text{Aarde})$$

2. Orbital motion (121, 122)

$$\frac{m_1 v^2}{r} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \quad (\text{Orbital period, circular orbit})$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{GM_{\oplus} T^2}{4\pi^2}} - r_{\oplus} \quad (\text{Altitude geosynchronous orbit, met } T = 24 \text{ uur})$$

3. Zwaartekracht energie (123, 124, 125)

$$U(r) = G \frac{m_1 m_2}{(r_1 - r_2)}$$

$$0 = K + U = \frac{1}{2} m v^2 - G \frac{m_1 m_2}{r} \quad v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{r}} \quad (\text{Ontsnappingsnelheid})$$

4. Energy in circular orbit (126)

$$U = -2K \quad 0 = K + U = \frac{1}{2} m v^2 - G \frac{m_1 m_2}{r} \quad E = U + K = -2K + K = -K$$

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

5. Zwaartekracht veld (127)

$$g = -\frac{GM}{r^2} \quad (\vec{g} = -\frac{GM}{r^2} \hat{r})$$

Hoofdstuk 9 (150)

1. Centrum van de massa (133)

$$\vec{r}_{\text{cm}} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{M} \quad \text{of} \quad \vec{r}_{\text{cm}} = \frac{\int \vec{r}_i dm}{M}$$

2. 135 – 143

3. Inelastische botsingen (143)

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_f \quad (\text{Volledig inelastisch, samensmelting})$$

4. Elastic collisions (145)

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$$

$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_{2i} \quad v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_{2i}$$

1. Als $m_1 \ll m_2$

$$v_{1f} = -v_{1i} \text{ en } v_{2f} = 0$$

2. Als $m_1 = m_2$

$$v_{1f} = 0 \text{ en } v_{2f} = v_{1i}$$

3. Als $m_1 \gg m_2$

$$v_{1f} = v_{1i} \text{ en } v_{2f} = 2v_{1i}$$

5. Elastic collisions in twee dimensies (148)

Berekenen van de hoek tussen fragmenten