

## Newton wetten

1e wet van Newton

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow v = \text{constant}$$

$\Sigma F$  = nettokracht (N)  
 $v$  = snelheid (m/s)

2e wet van Newton

$$\Sigma F = m \cdot a$$

$\Sigma F$  = nettokracht (N)  
 $m$  = massa (kg)  
 $a$  = versnelling (m/s<sup>2</sup>)

3e wet van Newton

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

$F_{AB}$  kracht van A op B (N)  
 $F_{BA}$  kracht van B op A (N)

Arbeid

$$W = F \cdot s$$

$W$  = arbeid (J)  
 $F$  = kracht (N)  
 $s$  = afgelegde weg (m)

Baansnelheid  
(cirkelbeweging)

$$v = 2\pi \cdot r / T$$
$$v = \omega \cdot r$$

$v$  = baansnelheid (m/s)  
 $r$  = straal (m)  
 $T$  = omloopstijd (s)  
 $\omega$  = hoeksnelheid (rad/s)

Chemische energie

$$E_{\text{chem}} = rv \cdot V$$
$$E_{\text{chem}} = r_m \cdot m$$

$E_{\text{chem}}$  = chemische energie (J)  
 $r_{v,m}$  = stookwaarde (J/m<sup>3</sup> of J/kg)  
 $V$  = volume (m<sup>3</sup>)  
 $m$  = massa (kg)

Eenparige beweging

$$s = v \cdot t$$

$s$  = afgelegde weg (m)  
 $v$  = snelheid (m/s)  
 $t$  = tijd (s)

Eenparige versnelde beweging

$$s = \frac{1}{2}a \cdot t^2$$

$s$  = afgelegde weg (m)  
 $a$  = versnelling (m/s<sup>2</sup>)  
 $t$  = tijd (s)

Elasticiteit

$$E = \sigma / \epsilon$$

$E$  = elasticiteit (N/m<sup>2</sup>)  
 $\sigma$  = spanning (N/m<sup>2</sup>)  
 $\epsilon$  = rek

Gemiddelde snelheid

$$v_{\text{gem}} = \Delta x / \Delta t$$

$v_{\text{gem}}$  = gemiddelde snelheid (m/s)  
 $\Delta x$  = verplaatsing (m)  
 $\Delta t$  = tijdsduur (s)

Gravitatie-energie

$$E_{\text{grav}} = -G \cdot m_1 m_2 / r$$

$E_{\text{grav}}$  = gravitatie-energie (J)  
 $G = 6,67384 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$   
 $m_{1,2}$  = massa's (kg)  
 $r$  = afstand (m)

Gravitatiekracht

$$F_{\text{grav}} = G \cdot m_1 m_2 / r^2$$

$F_{\text{grav}}$  = gravitatiekracht (N)  
 $G = 6,67384 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$   
 $m_{1,2}$  = massa's (kg)  
 $r$  = afstand (m)

Hefboomwet

$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$$

$F_{1,2}$  = kracht (N)  
 $r_{1,2}$  = arm (m)

Hoeksnelheid	$\omega = 2\pi / T$	$\omega$ = hoeksnelheid (rad/s) T = omloopstijd (s)
Kinetische energie	$E_{kin} = \frac{1}{2}m \cdot v^2$	$E_{kin}$ = kinetische energie (J) m = massa (kg) v = snelheid (m/s)
Luchtweerstand	$F_{w,I} = \frac{1}{2} \rho C_w A v^2$	$F_{w,I}$ = luchtwrijving (N) $\rho$ = luchtdichtheid (kg/m³) Cw=weerstandscoefficient A = oppervlak (m²) v = snelheid (m/s)
Middelpuntzoekende kracht	$F_{mpz} = mv^2/r$	$F_{mpz}$ = middelpuntzoekende kracht (N) m = massa (kg) v = baansnelheid (m/s) r = straal (m)
Moment	$M = F \cdot r$	M = moment (Nm) F = kracht (N) r = arm (m)
Ontsnappingssnelheid	$V_{ontsn} = \sqrt{2 GM/r}$	$V_{ontsn}$ = ontsnappingssnelheid (m/s) G = 6,67384·10⁻¹¹ Nm²kg⁻² M = massa planeet (kg) r = straal planeet (m)
Rek	$\epsilon = \Delta l/l_0$	$\epsilon$ = rek $\Delta l$ = uitrekking (m) $l_0$ = beginlengte (m)
Rendement	$\eta = E_{nutting} / E_{verbruikt}$ $\eta = P_{nutting} / P_{verbruikt}$	$\eta$ = rendement $E_{nutting}$ = nuttige gebruikte energie (J) $E_{verbruikt}$ = verbruikte energie (J) $P_{nutting}$ = nuttig vermogen (W) $P_{verbruikt}$ = verbruikt vermogen (W)
Schuifwrijving	$F_{s,max} = f \cdot F_N$	$F_{s,max}$ = max. schuifwrijving (N) f = constante $F_N$ =normaalkracht (N)
Spanning (mechanisch)	$\sigma = F/A$	$\sigma$ = spanning (N/m²) F = kracht (N) A = doorsnede (m²)
Veerenergie	$E_{veer} = \frac{1}{2}C \cdot u^2$	$E_{veer}$ = veerenergie (J) C = veerconstante (N/m) u = uitrekking (m)
Versnelling	$a = dv / dt$	a = versnelling (m/s²) dv = snelheidsverandering (m/s) dt = tijdsduur (s)

Zwaarte-energie	$E_z = m \cdot g \cdot h$	$E_z =$ zwaarte-energie (J) $m =$ massa (kg) $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (op aarde) $h =$ hoogte (m)
Zwaartekracht	$F_z = m \cdot g$	$F_z =$ zwaartekracht (N) $m =$ massa (kg) $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (op aarde)

## Formules trillingen & golven

Faseverschil bij trilling	$\Delta\phi = \Delta t / T$	$\Delta\phi =$ faseverschil $\Delta t =$ tijdsverschil (s) $T =$ trillingstijd (s)
Faseverschil golf	$\Delta\phi = \Delta x / \lambda$	$\Delta\phi =$ faseverschil $\Delta x =$ weglengteverschil (m) $\lambda =$ golflengte (m)
Frequentie	$f = 1 / T$	$f =$ frequentie (Hz) $T =$ trillingstijd (s)
Frequentie enkelgesloten buis	$f = \frac{1}{2}n v / l$	$f =$ frequentie (Hz) $n = 1, 2, 3, \dots$ $v =$ golfsnelheid (m/s) $l =$ lengte buis (m)
Frequentie open buis	$f = \frac{1}{2}n v / l$	$f =$ frequentie (Hz) $n = 1, 2, 3, \dots$ $v =$ golfsnelheid (m/s) $l =$ lengte buis (m)
Frequentie snaar	$f = \frac{1}{2}n v / l$	$f =$ frequentie (Hz) $n = 1, 2, 3, \dots$ $v =$ golfsnelheid (m/s) $l =$ lengte snaar (m)
Golfsnelheid	$v = f \cdot \lambda$	$v =$ golfsnelheid (m/s) $f =$ frequentie (Hz) $\lambda =$ golflengte (m)
Harmonische trilling	$u = A \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$	$u =$ uitwijking (m) $A =$ amplitude (m) $f =$ frequentie (Hz) $t =$ tijd (s)
Lengte enkelgesloten buis	$l = \frac{1}{2}(2n-1) \cdot \lambda$	$l =$ lengte buis (m) $n = 1, 2, 3, \dots$ $\lambda =$ golflengte (m)

Lengte open buis	$l = \frac{1}{2}n \cdot \lambda$	$l$ = lengte buis (m) $n$ = 1,2,3,... $\lambda$ = golflengte (m)
Lengte snaar	$l = \frac{1}{2}n \cdot \lambda$	$l$ = lengte snaar (m) $n$ = 1,2,3,... $\lambda$ = golflengte (m)
Massa-veersysteem	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{C}}$	$T$ = trillingstijd (s) $m$ = massa (kg) $C$ = veerconstante (N/m)
Maximale snelheid (harmonische trilling)	$v_{max} = 2\pi A/T$	$v_{max}$ = maximale snelheid (m/s) $A$ = amplitude (m) $T$ = trillingstijd (s)
Slinger	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$	$T$ = trillingstijd (s) $l$ = lengte slinger (m) $g$ = 9,81 m/s <sup>2</sup> (op aarde)

## Formules elektriciteit & magnetisme

Elektrische spanning	$\Delta U = \Delta E_{el}/q$	$\Delta U$ = spanningsverschil (V) $\Delta E_{el}$ = energieverlies (J) $q$ = lading (C)
Energie	$E = P \cdot t$	$E$ = elektrische energie (J) $P$ = elektrisch vermogen (W) $t$ = tijdsduur (s)
Flux	$\Phi = B \cdot A$	$\Phi$ = magnetische flux (Wb) $B$ = magnetische veldsterkte (T) $A$ = oppervlak (m <sup>2</sup> )
Geleidingsvermogen	$G = 1/R$	$G$ = geleidingsvermogen (S) $R$ = weerstand ( $\Omega$ )
Inductiespanning	$U_{ind} = N \cdot \Delta \Phi / \Delta t$	$U_{ind}$ = inductiespanning (V) $N$ = aantal windingen $\Delta \Phi$ = fluxverandering (Wb) $\Delta t$ = tijdsduur (s)
Lorentzkracht (deeltje)	$F_{lorentz} = B \cdot q \cdot v$	$F_{lorentz}$ = lorentzkracht (N) $B$ = magnetische veldsterkte (T) $q$ = lading (C) $v$ = snelheid (m/s)
Lorentzkracht (draad)	$F_{lorentz} = B \cdot I \cdot l$	$F_{lorentz}$ = lorentzkracht (N) $B$ = magnetische veldsterkte (T) $I$ = stroomsterkte (A) $l$ = draadlengte (m)

Magnetische veldsterkte (spoel)	$B = \mu_0 \cdot N \cdot I / l$	$B$ = magnetische veldsterkte (T) $\mu_0 = 1,256643706 \cdot 10^{-6}$ H/m $N$ = aantal wikkelingen $I$ = stroomsterkte (A) $l$ = spoellengte (m)
Soortelijke weerstand	$R = \rho \cdot l / A$	$R$ = weerstand ( $\Omega$ ) $\rho$ = soortelijkeweerstand ( $\Omega \cdot m$ ) $l$ = lengte (m) $A$ = oppervlak ( $m^2$ )
Stroomsterkte	$I = Q/t$	$I$ = stroomsterkte (A) $Q$ = lading (C) $t$ = tijdsduur (s)
Transformator	$N_p/N_s = U_p/U_s = I_s/I_p$	$N_p$ = primaire windingen $N_s$ = secundaire windingen $U_p$ = primaire spanning (V) $U_s$ = secundaire spanning (V) $I_p$ = primaire stroom (A) $I_s$ = secundaire stroom (A)
Veldsterkte	$E = F/q$	$E$ = veldsterkte (N/C) $F$ = kracht (N) $q$ = lading (C)
Vermogen	$P = U \cdot I$	$P$ = elektrisch vermogen (W) $U$ = spanning (V) $I$ = stroomsterkte (A)
Vervangingsweerstand (in serie)	$R_v = R_1 + R_2 + \dots$	$R_v$ = vervangingsweerstand ( $\Omega$ ) $R_{1,2,3\dots}$ = weerstanden ( $\Omega$ )
Vervangingsweerstand (parallel)	$1/R_v = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$	$R_v$ = vervangingsweerstand ( $\Omega$ ) $R_{1,2,3\dots}$ = weerstanden ( $\Omega$ )
Wet van Coulomb	$F = f \cdot Q \cdot q / r^2$	$F$ = kracht (N) $f = 8,987551787 \cdot 10^9$ Nm <sup>2</sup> /C <sup>2</sup> $Q, q$ = ladingen (C) $r$ = afstand (m)
Wet van Kirchhoff (spanning)	$\sum U_n = 0$	$U_{1,2,3,\dots}$ = deelspanningen in kring (V)
Wet van Kirchhoff (stroom)	$\sum I_n = 0$	$I_{1,2,3,\dots}$ = deelstromen van/naar één punt (A)
Wet van Ohm	$U = I \cdot R$	$U$ = spanning (V) $I$ = stroomsterkte (A) $R$ = weerstand ( $\Omega$ )
Wisselspanning	$U_{eff} = \sqrt{2} \cdot U_{max}$	$U_{eff}$ = effectieve spanning (V)

(sinusvormig)

$U_{\max}$  = maximale spanning (V)

## Formules straling, atomen & quantum

De Brogliegolfelengte

$$\lambda = h/p = h/(mv)$$

$\lambda$  = golflengte deeltje (m)  
 $h$  =  $6,62606957 \cdot 10^{-34}$  Js  
 $p$  = impuls (kg m/s)  
 $m$  = massa (kg)  
 $v$  = snelheid (m/s)

Dopplereffect

$$v = c \cdot \Delta\lambda/\lambda$$

$v$  = radiële snelheid (m/s)  
 $c$  =  $2,99792458 \cdot 10^8$  m/s  
 $\Delta\lambda$  = golflengteverschuiving (m)  
 $\lambda$  = golflengte (m)

Energie waterstofatoom

$$E_n = 13,6/n^2$$

$E_n$  = energie t.o.v. ionisatienniveau (eV)  
 $n$  = toestand (1,2,3,...)

Fotonenergie

$$E_{\text{foton}} = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$$

$E_{\text{foton}}$  = energie per foton (J)  
 $h$  =  $6,62606957 \cdot 10^{-34}$  Js  
 $f$  = frequentie (Hz)  
 $c$  =  $2,9979 \cdot 10^8$   
 $\lambda$  = golflengte (m)

Heisenbergrelatie

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq h/4\pi$$

$\Delta x$  = onzekerheid plaats (m)  
 $\Delta p$  = onzekerheid impuls (kg m/s)  
 $h$  =  $6,62606957 \cdot 10^{-34}$  Js

Opgesloten deeltje

$$E_n = n^2 h^2 / 8mL^2$$

$E_n$  = energie (J)  
 $n$  = niveau (1,2,3,...)  
 $h$  =  $6,62606957 \cdot 10^{-34}$  Js  
 $m$  = massa (kg)  
 $L$  = breedte put (m)

Remspanning  
(foto-elektrisch effect)

$$|q \cdot U_{\text{rem}}| = E_{\text{foton}} - E_{\text{uittree}}$$

$q$  =  $1,602176565 \cdot 10^{-19}$  C  
 $U_{\text{rem}}$  = remspanning (V)  
 $E_{\text{foton}}$  = fotonenergie (J)  
 $E_{\text{uittree}}$  = uittree-energie (J)

Stefan-Boltzmann

$$P_{\text{uitgestraald}} = \sigma A T^4$$

$P_{\text{uitgestraald}}$  = vermogen (W)  
 $\sigma$  =  $5,670373 \cdot 10^{-8}$  Wm $^{-2}$ K $^{-4}$   
 $A$  = oppervlakte (m $^2$ )  
 $T$  = temperatuur (K)

Wet van Wien

$$\lambda_{\max} = k w / T$$

$\lambda_{\max}$  = golflengte maximum (m)  
 $k w$  =  $2,8977721 \cdot 10^{-3}$  mK  
 $T$  = temperatuur (K)

## Formules licht & lenzen

Grenshoek	$\sin g = n_r / n_i$	$g = \text{grenshoek (graden)}$ $n_r = \text{brekingsindex brekingskant}$ $n_i = \text{brekingsindex invalskant}$
Lenssterkte	$S = 1/f$	$S = \text{lenssterkte (dpt)}$ $f = \text{brandpuntsafstand (m)}$
Lenswet	$S = 1/b + 1/v$	$S = \text{lenssterkte (dpt)}$ $b = \text{beeldafstand (m)}$ $v = \text{voorwerpsafstand (m)}$
Spiegelwet	$t = i$	$t = \text{terugkaatshoek (graden)}$ $i = \text{invalshoek (graden)}$
Tralieformule	$\sin \alpha = n\lambda/d$	$\alpha = \text{hoek maximum}$ $n = \text{orde (0,1,2,...)}$ $\lambda = \text{golfleugte (m)}$ $d = \text{tralieconstante (m)}$
Vergroting	$N =  b/v $	$N = \text{vergroting}$ $b = \text{beeldafstand (m)}$ $v = \text{voorwerpsafstand (m)}$
Wet van Snellius	$\sin i / \sin r = n_r / n_i$	$i = \text{invalshoek (graden)}$ $r = \text{brekingshoek (graden)}$ $n_r = \text{brekingsindex brekingskant}$ $n_i = \text{brekingsindex invalskant}$

## Formules radioactiviteit & kernfysica

Activiteit	$A = N \cdot (\ln 2) / t_{1/2}$	$A = \text{activiteit (Bq)}$ $N = \text{aantal kernen}$ $t_{1/2} = \text{halveringstijd (s)}$
Afname activiteit	$A(t) = A_0 \cdot \frac{1}{2} t / t_{1/2}$	$A(t) = \text{activiteit (Bq)}$ $A_0 = \text{beginactiviteit (Bq)}$ $t = \text{tijd (s)}$ $t_{1/2} = \text{halveringstijd (s)}$
Dosisequivalent	$H = wR \cdot E_{abs} / m$	$H = \text{dosisequivalent (Sv)}$ $wR = \text{weegfactor}$ $E_{abs} = \text{geabsorbeerde energie (J)}$ $m = \text{massa (kg)}$
Massa en energie	$E = \Delta m \cdot c^2$	$E = \text{vrijkomende energie (J)}$ $\Delta m = \text{massaverschil (kg)}$ $c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Verval	$N(t) = N_0 \cdot \frac{1}{2} t / t_{1/2}$	$N(t) = \text{hoeveelheid kernen}$ $N_0 = \text{beginhoeveelheid}$

$t$  = tijd (s)  
 $t_{1/2}$  = halveringstijd (s)

Verzwakking straling (röntgen- & $\gamma$ -straling)	$I = I_0 \cdot 10^{-\frac{1}{2}d/d_{1/2}}$	$I$ = intensiteit (W) $I_0$ = opvallende intensiteit (W) $d$ = diepte (cm) $d_{1/2}$ = halveringsdikte (cm)
---	--	--

## Formules materie, warmte & temperatuur

Algemene gaswet	$pV = nRT$	$p$ = druk (Pa) $V$ = volume ( $m^3$ ) $n$ = aantal mol $R = 8,3144621 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ $T$ = temperatuur (K)
-----------------	------------	--

Dichtheid	$\rho = m/V$	$\rho$ = dichtheid ( $kg/m^3$ ) $m$ = massa (kg) $V$ = volume ( $m^3$ )
-----------	--------------	---

Druk	$P = F/A$	$P$ = druk (Pa) $F$ = kracht (N) $A$ = oppervlakte ( $m^2$ )
------	-----------	--

Druk in vloeistoffen	$p = \rho \cdot g \cdot h$	$p$ = druk (Pa) $\rho$ = dichtheid ( $kg/m^3$ ) $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (op aarde) $h$ = diepte (m)
----------------------	----------------------------	---

Soortelijke warmte	$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$	$Q$ = warmte (J) $c$ = soortelijke warmte ( $J/(K \cdot kg)$ ) $m$ = massa (kg) $\Delta T$ = temperatuurverschil (K)
--------------------	--------------------------------	---

Temperatuur	$T_K = T^\circ C + 273,15$	$T_K$ = temperatuur in Kelvin (K) $T^\circ C$ = temperatuur in $^\circ C$
-------------	----------------------------	--

Verband P en n	$P/n = \text{constant}$	$P$ = druk (Pa) $n$ = aantal mol
----------------	-------------------------	-------------------------------------

Warmtecapaciteit	$Q = C \cdot \Delta T$	$Q$ = warmte (J) $C$ = warmtecapaciteit ( $J/K$ ) $\Delta T$ = temperatuurverschil (K)
------------------	------------------------	--

Warmtestroom	$P = \lambda \cdot A \cdot \Delta T / d$	$P$ = warmtestroom ( $J/s$ ) $\lambda$ = warmtegeleidingscoefficient ( $J/(K \cdot m)$ ) $A$ = oppervlakte ( $m^2$ ) $\Delta T$ = temperatuurverschil (K) $d$ = dikte (m)
--------------	--	---

Wet van Boyle	$P \cdot V = \text{constant}$	$P$ = druk (Pa)
---------------	-------------------------------	-----------------

$$V = \text{volume (m}^3\text{)}$$

Wet van Gay-Lussac

$$P/T = \text{constant}$$

P = druk (Pa)

T = temperatuur (K)

## Formules relativiteitstheorie

Lengtecontractie

$$l = l_0 \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

l = waargenomen lengte (m)

$l_0$  = rustlengte (m)

v = snelheid (m/s)

c = 2,99792458·10<sup>8</sup> m/s

Massa (relativistisch)

$$m = m_0 \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

m = bewegende massa (kg)

$m_0$  = rustmassa (kg)

v = snelheid (m/s)

c = 2,99792458·10<sup>8</sup> m/s

Relativistisch  
optellen

$$v = (v_1 + v_2) / (1 + v_1 v_2 / c^2)$$

v = somsnelheid (m/s)

$v_{1,2}$  = deelsnelheden (m/s)

c = 2,99792458·10<sup>8</sup> m/s

Tijd in zwaartekrachtsveld

$$t_0 = t_b \cdot (1 + gh/c^2)$$

$t_0$  = tijd onder (s)

$t_b$  = tijd boven (s)

g = gravitatieversnelling (m/s<sup>2</sup>)

h = hoogteverschil (m)

c = 2,99792458·10<sup>8</sup> m/s

Tijddilatatie

$$t = t_0 \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

t = waargenomen tijd (s)

$t_0$  = tijd beweg. waarn. (s)

v = snelheid (m/s)

c = 2,99792458·10<sup>8</sup> m/s

## Formules omtrek, oppervlak, volume

Omtrek cirkel

$$s = 2\pi \cdot r$$

s = omtrek (m)

r = straal (m)

Oppervlakte bol

$$A = 4\pi \cdot r^2$$

V = volume (m<sup>3</sup>)

r = straal (m)

Oppervlakte cirkel

$$A = \pi \cdot r^2$$

A = oppervlakte (m<sup>2</sup>)

r = straal (m)

Volume bol

$$V = (4/3) \cdot \pi \cdot r^3$$

A = oppervlakte (m<sup>2</sup>)

r = straal (m)