Examenstof voor vwo natuurkunde (Vernieuwde tweede fase)

Deze samenvatting vind je op www.agtijmensen.nl

BINAS vijfde druk Versie 2010/2011

De formules die je moet kennen staan in een grijs kader.
Algemene vaardigheden moet je altijd bestuderen.

Welke stof voor welk et?
Vwo5 et-1: 35A2, 35A3, 35A4, 35D1, 17
Vwo5 et-2: 35B1, 35B2, Tabel xxx, 35D3, 35D4

Vwo6 et-3: 35A1, 35A2, 35A3, 35A4, 35A5
Vwo6 et-4: 35D1, 25D2, 35D3, 35D4, 35C1, 35C2, 35C3, 35C4
Vwo6 et-5: 35B3, 35B1, 35B2, 35E1, 35E2

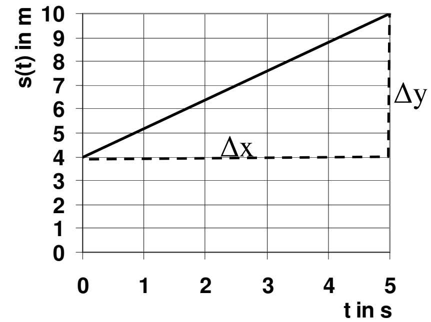
INHOUD:

Algemene vaardigheden:	2
Mechanica 35A	4
Rechtlijnige beweging 35A 1	4
Horizontale worp 35A 2	6
Eenparige cirkelbeweging 35A 3	7
Kracht 35 A 4	9
Arbeid en energie 35 A 5	13
Trillingen, golven en optica 35 B	16
Trillingen 35 B 1	16
Golven 35 B 2	19
Geometrische optica 35 B 3	22
Golfoptica 35 B 4	27
Vloeistoffen, gassen en warmteleer 35 C	28
Algemeen 35 C 1	28
Vloeistoffen 35 C 2	29
Gassen 35 C 3	30
Warmteleer 35 C 4	31
Elektriciteit en magnetisme 35 D	33
Stromende elektriciteit 35 D 1	33
Elektrisch veld 35 D 2	38
Magnetisch veld 35 D 3	40
Wisselstromen en inductie 35 D 4	42
Condensator 35 D 5	43
Overige onderwerpen 35 E	44
Atoomfysica 35 E 1	44
Kernfysica 35 E 2	45
Fysische informatica Tabel 17	49
Numerieke natuurkunde Tabel xxx	53

Algemene vaardigheden:

· **Eerste en tweedegraads functies**

Als y = a.x + b of y = H.x + A dan is de grafiek een rechte lijn.
De r.c (r.c., richtingscoëfficiënt, helling, steilheid) = H =Δy/Δx
Het beginpunt (snijpunt met y-as, y-as afsnede) = A
Vb.: Zie grafiek: r.c. =Δy/Δx = 6 m/5s = 1,2 m/s



· Als y = a.x^2 dan is de grafiek een parabool (tweede graads functie)

· De helling (r.c.) bepaal je door een raaklijn te tekenen en Δy/Δx te bepalen.
(als de grafiek een rechte is hoef je geen raaklijn te tekenen)

· Als y = a.x^2 dan is de grafiek een parabool (tweede graads functie)

· De helling (r.c.) bepaal je door een raaklijn te tekenen en Δy/Δx te bepalen.
(als de grafiek een rechte is hoef je geen raaklijn te tekenen)

· **Afrondregels**:
Bij + en - afronden op kleinst aantal cijfers achter de komma.
Bij x en : afronden op het kleinst aantal significante cijfers.
Tussenantwoorden niet afronden.
· *Voorbeeld 1*:
2,45 cm + 0,3 cm = 2,75 = 2,8 cm (1 achter de komma)
2,45 cm . 0,3 cm = 0,735 = 0,7 cm^2 (1 significant cijfer)
Bij gemengde opgaven gebruiken we gemakshalve alleen de regel voor x en :
25,38 . (2,3 + 3,68) = 214,8 = $2,1.10^3$ (2 significante cijfers)

· **Eenheden:**
- Eenheden, voorvoegsels en omrekenings-factoren naar het SI-stelsel vind je in BINAS tabel 4 en 5 en 6.
· *Voorbeeld 2: voorvoegsels: 1,5 Gm = $1,5.10^9$ m*
· *Voorbeeld 3:*
Omrekeningsfactor: 1 kWh = $3,6.10^6$ J.
· *Voorbeeld 4:*
Eenheid omrekenen: $7,9.10^3$ kg/m^3 = $7,9.10^3$. 10^3 $g/10^6$ cm^3 = 7,9 g/cm^3
- Je moet ook eenheden uit een formule kunnen afleiden.
· *Voorbeeld 5:*
De soortelijke weerstand ρ van een draad met lengte L, doorsnede A en weerstand R bereken je met de formule **ρ = R.A/L**. Wat is de eenheid van ρ?
Opl.:
"De eenheid van R" wordt kortweg genoteerd als [ρ].
[ρ] = [R].[A]/[L] = Ω.m^2/m = Ω.m

· **Onderzoek doen.**

Je wilt onderzoeken waar de versnelling van een voorwerp van af hangt.
De versnelling van een voorwerp hangt af van zijn massa en van de resulterende kracht die op het voorwerp werkt.

De hoofdvraag is:

Waar hangt de versnelling van een voorwerp van af.

Een deelvraag is:

Wat is het verband tussen de versnelling en de resulterende kracht die op een voorwerp werkt,
Theorie:
Volgens de wet van Newton geldt $F_r = m.a$ ofwel $a = 1/m \,.\, F_r$
Als F_r (de onafhankelijk variabele) langs de x-as wordt gezet en a (de afhankelijk variabele) langs de y-as dan ontstaat een rechte lijn door de oorsprong met een rc = 1/m.

Resultaten.

Je zet de waarnemingen die je hebt gedaan in een grafiek met Grafische Analyse. De r.c. van deze grafiek blijkt dan 2,38 kg^{-1} te zijn. Hij snijdt de y-as bij 0,02 ms^{-2}.
rc = 1/m → 2,38 = 1/m → m = 0,420 kg.

Conclusie:

Er is een evenredig verband tussen de versnelling en de resulterende kracht die op een voorwerp werkt.
De massa van het voorwerp is 0,420 kg.

Van krom naar recht (coördinatentransformatie):

Als een verband tussen twee grootheden niet lineair is (en de grafiek dus geen rechte) kun je toch een rechte grafiek maken als je het wiskundige verband kent.

Voorbeeld 6:

Het verband tussen afstand en tijd bij een versnelde beweging is $s(t) = ½at^2$. De s- t grafiek is dus een parabool.
Voor een lineair verband geldt: y = A.x + B (A en B zijn constanten, A is de r.c., B geeft het snijpunt met de y-as aan). De constanten (vet) in beide formules en de variabelen zetten we precies onder elkaar:

$s(t) \;=\; \mathbf{½}\;\mathbf{a}\;.t^2$

$y \;=\; \mathbf{A}\;.x \;+\; \mathbf{B}$

Je ziet dat je s(t) langs de y-as moet zetten en t^2 langs de x-as.
Van deze grafiek weet je dat hij recht wordt met een r.c. = ½a en een snijpunt met de y-as bij y = 0

Voorbeeld 7:

Het verband tussen druk (p) en volume (V) luidt: p = nRT/V.
Voor een lineair verband geldt: y = A.x + B (A en B zijn constanten, A is de r.c., B geeft het snijpunt met de y-as aan). De constanten (vet) in beide formules en de variabelen zetten we precies onder elkaar:

$p \;=\; \mathbf{nRT}\;.V^{-1}$

$y \;=\; \mathbf{A}\;.x \;+\; \mathbf{B}$

Je ziet dat je p langs de y-as moet zetten en V^{-1} langs de x-as.
Van deze grafiek weet je dat hij recht wordt met een r.c. = nRT en een snijpunt met de y-as bij y = 0

Mechanica 35A

Rechtlijnige beweging 35A 1

· **verplaatsing** $\boxed{s(t) = \Delta t = x(t) - x(0)}$

· Verplaatsing is negatief als een v.w. in negatieve richting beweegt.

· **Verplaatsing bij eenparige beweging** $\boxed{s(t)=v.t}$

· s(t) of s = afstand (space) in m of km

· *Alleen bij constante snelheid!*

· **Verplaatsing bij willekeurige beweging** $\boxed{s = v_{gem}.t}$

· v = snelheid (velocity) in m/sof km/h

· **gemiddelde snelheid** $\boxed{v_{gem} = \Delta s/\Delta t}$

· Bij een eenparig versnelde beweging mag je ook gebruiken: $v_{gem} = (v_{begin} + v_{eind})/2$

· **gemiddelde versnelling** $\boxed{a = \Delta v/\Delta t}$

· a = versnelling (acceleration) in m/s^2

· De snelheid –tijd grafiek is een rechte

· **De afstand <u>bepaal</u> je met de oppervlakte onder de**

· **v-t grafiek.**

· **De versnelling a <u>bepaal</u> je met de r.c. van de v-t grafiek want a = r.c.= Δv/Δt**

· **versnelde beweging zonder beginsnelheid** $\boxed{s(t) = \frac{1}{2}.a.t^2}$

· Geldt bij versnellen vanuit stilstand *of vertragen tot stilstand.*

· De afstand-tijd grafiek is een parabool.

· Bij versnellen wordt de s(t) - t grafiek steeds steiler, bij vertragen steeds minder steil.

· **De snelheid v <u>bepaal</u> je met de r.c. (van de raaklijn) van de s(t) - t grafiek**

· versnelde beweging met beginsnelheid: $s(t) = \frac{1}{2}.a.t^2 + v(0)t$

· <u>*Voorbeeld 1*</u>:

Een fietser rijdt weg met een versnelling van 1,5 m/s^2. Bereken snelheid en afstand na 5,0 s en de remweg. Daarna remt hij met 4,0 m/s^2 tot hij stil staat. Bereken de remweg

Geg.: a=1,5 m/s^2 en t = 5,0 s. Bereken de snelheid en de afstand na 5,0 s.

Gevr.: v en s(t)

Opl.:

<u>Het versnellen</u>:

· $a = \Delta v/\Delta t$

$1,5 = \Delta v/5,0 \rightarrow \Delta v = 1,5 . 5,0 = 7,5$ m/s

· $s(t) = \frac{1}{2}.a.t^2 = \frac{1}{2} . 1,5 . 5,0^2 = 18,75 = 19$ m

Het vertragen van 7,5 m/s tot stilstand:

$a = \Delta v/\Delta t$

$4{,}0 = 7{,}5/\Delta t \rightarrow \Delta t = 7{,}5/4{,}0 = 1{,}875$ s

· $s(t) = ½.a.t^2 = ½ .4{,}0.1{,}875^2 = 7{,}0$ m

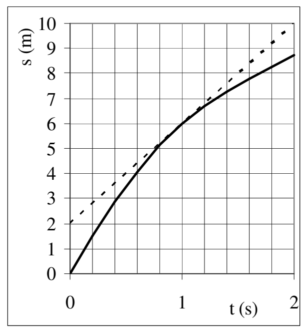
· *Voorbeeld 2:*

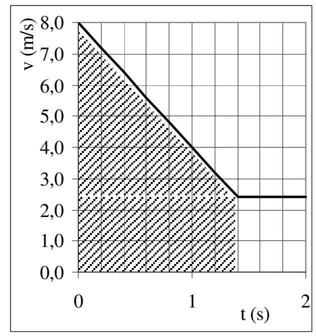
Een fietser remt een beetje af. De afstand-tijd en de snelheid- tijd grafieken zijn gegeven.

a. Bepaal met de snelheid-tijd grafiek de afstand die de fietser tijdens het remmen aflegt.

b. Bepaal de vertraging met de snelheid-tijd grafiek.

c. Bepaal de snelheid van de fietser op t = 1,0 s met de afstand-tijd grafiek.





Opl.:

a. afstand = opp. (onder de v-t grafiek = opp. rechthoek + opp. driehoek, arceren in tekening) =
1,4 . 2,5 + ½.1,4.5,5 = 7.4 m

b. $a = \Delta v/\Delta t = (2{,}5 - 8{,}0)/(1{,}4 - 0) = -3{,}9\ ms^{-2}$ (of een vertraging van $3{,}9\ ms^{-2}$)

c. v = r.c (van de raaklijn aan de s-t grafiek, raaklijn tekenen) = ((9,2 – 2,0)/(1,8 – 0) = 4,0 m/s

· **Een vrije val** is een eenparig versnelde beweging zonder weerstand.

Dan is $a = g = 9{,}81\ m/s^2$ (BINAS tabel 7)

· *Voorbeeld 3:*

Een steen valt vrij van 10 m hoogte. Bereken de snelheid bij de grond.

Geg.: s(t) = 10 m, $a = g = 9{,}81\ m/s^2$.

Gevr.: v

Opl.:

· $s(t) = ½.a.t^2$ ofwel $y(t) = ½.g.t^2$

$10 = ½.9{,}81.t^2$ dus t = 1,42 s

· $a = \Delta v/\Delta t \rightarrow \Delta v = 9{,}81.1{,}42 = 13{,}9 = 14$ m/s

Horizontale worp 35A 2

Horizontale worp:

· **horizontale verplaatsing** $\boxed{x(t) = v_x.t}$

· $x(t)$ = horizontale afstand in m.

· **verticale verplaatsing** $\boxed{y(t) = ½.g.t^2}$

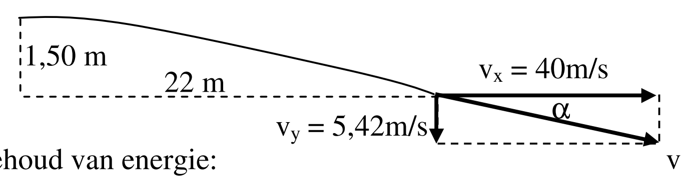
· v_x = horizontale snelheid in m/s

· $y(t)$ = verticale afstand in m

· $g = 9,81\ m/s^2$

· *Voorbeeld 1:*

Je slaat een tennisbal op 1,50 m hoogte horizontaal weg met 40 m/s.
a. Waar komt hij op de grond?
b. Onder welke hoek komt hij op de grond?
Geg.: $y(t) = 1,50$ m, $v_x = 40$ m/s en $g = 9,81\ m/s^2$.
Gevr.: x(t)
Opl a.:
· De bal valt 1,50 m:
$y(t) = ½.g.t^2$ dus $1,50 =½.9,81.t^2$ dus $t = 0,5530$ s
· De bal gaat tegelijkertijd 0,5530 s lang met 40 m/s in de x-richting:
$x(t) = v_x.t = 40 . 0,5530 = 22$ m
Opl b.:
Gevraagd wordt de hoek tussen de snelheid en de grond. Zie de tekening.
$v_x = 40$ m/s
v_y kun je berekenen met de formule voor versnelde beweging: $a = \Delta v/\Delta t$:
$9,81 = \Delta v/ 0,553 \rightarrow v_y = 5,42$ m/s
Zie de tekening (verplicht): $\tan\alpha = 5,42/40 \rightarrow \alpha = 7,7°$



N.B. Je kunt ook v berekenen met de wet van behoud van energie:
$(E_k + E_z)_{boven} = (E_k + \cancel{E_z} + \cancel{E_{warmte}})_{onder}$
$(1/2mv^2)_{boven} = (mgh + 1/2mv^2)_{onder}$ (m hoef je niet te weten, elke term in de vergelijking kun je n.l. door m delen):
$½.40^2 + 9,81 . 1,50 = 1/2v^2$ dus $v = 40,366$ m/s.
Nu nog α berekenen: $\cos\alpha = v_x/v = 40/40,366$ dus $\alpha = 7,7°$

Eenparige cirkelbeweging 35A 3

Eenparige cirkelbeweging:

· **afgelegde baan** $\boxed{s(t) = \phi(t).r \quad \phi\ (t)\ \text{in rad}}$

· π radialen = 180°

· **afgelegde hoek** $\boxed{\phi\ (t) = \omega.t \quad \omega = 2.\pi/T}$

· ω (omega) is de hoeksnelheid in radialen per seconde

· **baansnelheid** $\boxed{v = \omega.r}$

· **baansnelheid** $\boxed{v = 2\pi r/T}$

r is de straal van de cirkel in m.

· T is de omlooptijd in s

· *Voorbeeld 1:*

Een minuten wijzer van een klok is 20,0 cm lang en doet 60,0 min. over een rondje. Bereken de (baan)snelheid , de hoeksnelheid en het toerental van de wijzerpunt.

Geg.: r = 20,0 cm en T = 60,0 min..

Gevr.: v, ω en toerental (rondjes per seconde of frequentie, in de techniek per minuut)

Opl.:

· $v = 2\pi r/T = 2\pi.\ 0{,}200/3600 = 3{,}49.10^{-4}$ m/s

· $\omega = 2.\pi/T = 2.\pi/3600 = 1{,}7.10^{-3}$ rad/s

· Toerental = aantal rondjes per minuut = 1 rondje/60,0min = $1{,}67.10^{-2}\ \text{min}^{-1}$. ($2{,}78.10\text{-}4\ s^{-1}$)

· **middelpuntzoekende versnelling** $\boxed{a_{mpz} = v^2/r}$

· **middelpuntzoekende versnelling** $\boxed{a_{mpz} = \omega^2 r}$

· **middelpuntzoekende kracht** $\boxed{F_{mpz} = m.\ \omega^2 r}$

· **middelpuntzoekende kracht** $\boxed{F_{mpz} = m.v^2/r}$

· F_{mpz} ofwel F_{res} gericht naar middelpunt

· *Voorbeeld 2:*

Een auto van 1000 kg rijdt met een constante snelheid van 100km/h door een cirkelvormige bocht met een straal van 500 m. De stuwkracht is 800 N en de rolwrijving is 100 N.

Bereken de luchtweerstand en de dwarswrijving.

Opl:

100 km/h = 100.000m/3600s =27,8 m/s

· De dwarswrijving = $F_{mpz} = m.v^2/r = 1000\ .\ 27{,}8^2/500 = 1{,}54.10^3$ N

· In voorwaartse richting heffen de krachten elkaar op dus
de stuwkracht = rolwrijving + luchtweerstand
800 = 100 + luchtweerstand → luchtweerstand = 700 N.

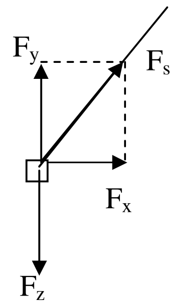
· *Voorbeeld 3:*

Je slingert als een kogelslingeraar een kogel van 2,0 kg in het rond in een cirkel met een straal van 1,5 m en een snelheid van 12 m/s.

Bereken de middelpuntzoekende kracht en de spankracht.

Opl:

- $F_{mpz} = m.v^2/r = 2{,}0 \;.\; 12^2 /1{,}5 = 192$ N
- De horizontale of x-component van de spankracht is $F_{mpz} = 192$ N
  De verticale of y-component is even groot als $F_z = m.g = 2{,}0 \;.\; 9{,}81 = 196$ N.
  Met Pythagoras kun je F_s berekenen. Uitkomst 274 N.



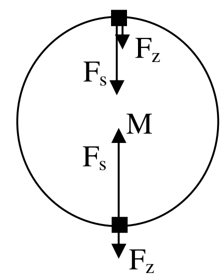
· *<u>Voorbeeld 4</u>*:
Je maakt met je schooltas van 5,0 kg een looping, hij gaat dus rond in een verticale cirkelbaan. De straal is 1,2 m en de constante snelheid is 5,0 m/s.
Bereken de middelpuntzoekende kracht en je spierkracht in het hoogste en in het laagste punt.
Opl:

- $F_{mpz} = m.v^2/r = 5{,}0 \;.\; 5{,}0^2 /1{,}2 = 104$ N, gericht naar het middelpunt M!
- Hoogste punt (zie tekening):
  De totale kracht moet 104 N zijn, gericht naar M (dus omlaag gericht).
  $F_z = m.g = 5{,}0 \;.\; 9{,}81 = 49$ N, naar M dus

$F_{spier} = 104 - 49 = 55$ N.

- Laagste punt (zie tekening):

De totale kracht moet weer 104 N zijn, gericht naar M (dus omhoog gericht).
$F_z =$ 49 N, omlaag!
$\rightarrow F_{spier} = 104 + 49 = 153 = 1{,}5.10^2$ N (omhoog)



Zie tabel 35A4: Gravitatiekracht
$\boxed{\mathbf{F_g = G.m_1.m_2/r^2}}$

- Op het aardoppervlak mag je ook $F_g = F_z = m.g$ gebruiken.
- G = gravitatieconstante (BINAS tabel 7) $6{,}67....10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}
- *<u>Voorbeeld 5</u>:*

Een satelliet draait om de aarde boven de evenaar op 48000 km van het middelpunt van de aarde.
Bereken zijn snelheid.
Opl:

- Voor een cirkelbaan geldt*:* $F_{res} = F_{mpz}$ en voor een satelietbaan wordt dat $F_g = F_{mpz}$
  $\rightarrow G.m_1.m_2/r^2 = m_1v^2/r$
  m_1 (satellietmassa) kun je wegdelen.
  m_2 = aardmassa = $5{,}976.10^{24}$ kg
  $r = 48000.10^3$ m
- Rekenen maar $\rightarrow v = 2{,}883.10^3$ m/s

Kracht 35 A 4

· **resultante van krachten**

$\boxed{\mathbf{F_{res} = \Sigma F}}$

· F_{res} is de resulterende of totale kracht.

· **tweede wet van Newton**

$\boxed{\mathbf{F_{res} = m.a}}$

· F in N, m in kg en a in m/s^2

$\boxed{\mathbf{\Sigma F = m.a}}$

· krachten zo nodig ontbinden in x en y-richting

· constante snelheid betekent dat $F_{res} = 0$ (eerste wet van Newton)

· Bij evenwicht geldt $F_{res} = 0$

· Bij het bepalen (construeren) van de resulterende kracht mag je een tekening op schaal maken en de krachten optellen m.b.v. een parallellogram. Hoeken kun je opmeten.

· **Eerste wet van Newton of wet van de traagheid:**
Als op een voorwerp geen kracht werkt of de resulterende kracht is nul, dan verandert de snelheid niet van grootte en niet van richting.
Voorbeeld: Als je met constante snelheid rechtuit fietst is de resulterende kracht nul
De maan draait met contstante snelheid om de aarde. Zijn snelheid verandert wel van richting. De resulterende kracht is dus niet nul.

· **Derde wet van Newton of reactiewet of actie(kracht) = -reactie(kracht):**
Als een voorwerp A een kracht uitoefent op voorwerp B, dan oefent B een even grote maar tegengestelde kracht uit op A.
Voorbeeld: Als je zwemt oefen jij een kracht uit op het water naar achteren. Het water oefent een even grote kracht (maar tegengestelde kracht) uit op jou naar voren.

· **zwaartekracht**

$\boxed{\mathbf{F_z = m.g}}$

· *g = 9,81 m/s² op aarde*

· **veerkracht**

$\boxed{\mathbf{F_v = C.u}}$

· C is de veerconstante (N/m) en u is de uitrekking in m.

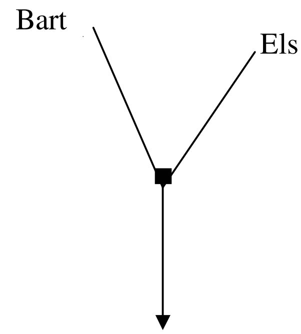
Wrijvingskracht:

· De wrijving bij *schuiven* hangt af van de normaalkracht en de aard (ruwheid) van beide oppervlakken.

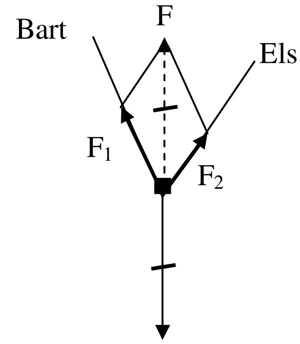
· De wrijving bij rollen hangt af van de normaalkracht en de aard van beide oppervlakken.

· De *luchtweerstand* hangt af van de snelheid, het frontaal oppervlak, de stroomlijn (C_w-waarde) en de dichtheid van de stof waar het voorwerp doorheen gaat (meestal lucht of water)

· *voorbeeld 1:*
Els en Bart dragen samen een tas. Zie de tekening. De krachtschaal is 1 cm → 100 N. Bepaal door constructie de spierkracht van Els en van Bart.

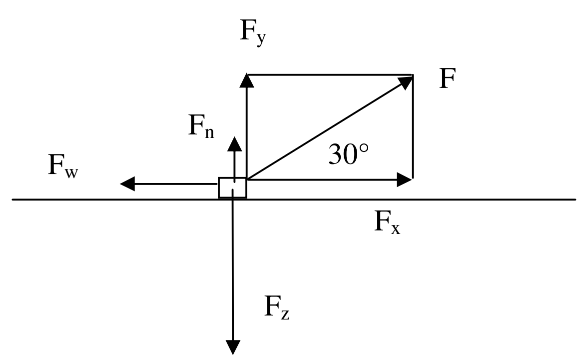


Opl:
· De kracht van Els en Bart samen noemen we F. Deze is even groot als en tegengesteld aan de zwaartekracht. Teken de kracht F omhoog die ook 2 cm lang is.
· Maak vanaf het punt van F het parallellogram af.
Meet op:
F_1 = 1,3 cm → 1,3 . 100 =130 N
F_2 = 1,0 cm → 1,0 . 100 = 100 N.
Let op! Bij het tekenen en opmeten kan de uitkomst iets afwijken.

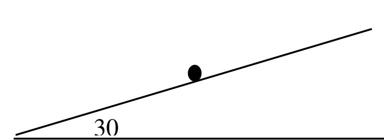


· *voorbeeld 2:*
Een slee van 5,0 kg wordt door een horizontale kracht F versneld waardoor hij in 2,5 s van 2,0 m/s naar 6,0 m/s gaat. De wrijving is constant 6,0 N.
Gevr.: F
Opl:
· $a = \Delta v/\Delta t = 4{,}0/2{,}5 = 1{,}6\ m/s^2$.
· $F_r = m.a$ → F - 6,0 = 5,0.1,6
F = 6,0 + 8 = 14 N

· *voorbeeld 3*: Zie tek. Een slee van 2,0 kg wordt aan een touw voort getrokken door een spierkracht F van 10 N en de wrijvingskracht is 5,0 N.
Gevr.: De versnelling en de normaalkracht.
Opl:
· Ontbind F in een kracht naar rechts (F_x) en een kracht naar boven (F_y.)
cos30 = F_x /10 → F_x = 8,7 N
sin30 = F_y /10 → F_y = 5,0 N
· in horizontale richting is er een versnelling:
$F_{res} = m.a$
8,7 - 5,0 = 2.a
$a = 1{,}9\ m/s^2$
· In verticale richting is er evenwicht:
F_z = m.g = 2,0 . 9,81 = 20 N (omlaag)
Er is dus ook in totaal 20 N omhoog
Omdat F_y = 5,0 N moet F_n = 15 N zijn.



· *Voorbeeld 4*:
Een slee van 2,0 kg glijdt met constante snelheid van de helling. Zie tek.
α = 30°.
Gevr.: De wrijvingskracht en de normaalkracht.



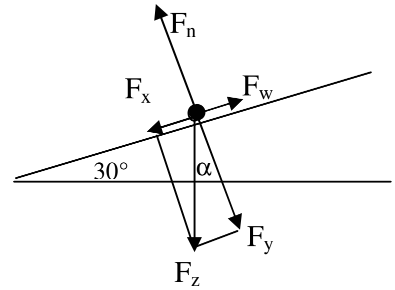
Opl:

$F_z = m.g = 20$ N

· Ontbind F_z in een kracht F_x langs de helling en een kracht F_y loodrecht op de helling. α is ook 30°
sin30 = F_x /20 → F_x = 10 N
cos30 = F_y /20 → F_y = 17,3 N

· Langs de helling heffen de krachten elkaar op want v is constant
→ F_w is 10 N

· Loodrecht op de helling heffen de krachten elkaar op
→ $F_n = F_{zy}$ = 17 N



impuls van een massa
(hoeveelheid beweging) **p = m.v**

Krachtstoot (bewegingswet) **F.Δt = m.(Δv)**

· **gravitatiekracht** $\boxed{F_g = G.m_1.m_2/r^2}$

· Op het aardoppervlak mag je ook $F_g = F_z = m.g$ gebruiken.
· G = gravitatieconstante (BINAS tabel 7) $6{,}67....10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}

· <u>*Voorbeeld 5*</u>*:*
Een satelliet draait om de aarde boven de evenaar op 48000 km van het middelpunt van de aarde. Bereken zijn snelheid.

Opl:

· Voor een cirkelbaan geldt*:* $F_{res} = F_{mpz}$ en voor een satelietbaan wordt dat $F_g = F_{mpz}$
→ $G.m_1.m_2/r^2 = m_1v^2/r$
m_1 (satellietmassa) kun je wegdelen.
m_2 = aardmassa = $5{,}976.10^{24}$ kg
$r = 48000.10^3$ m

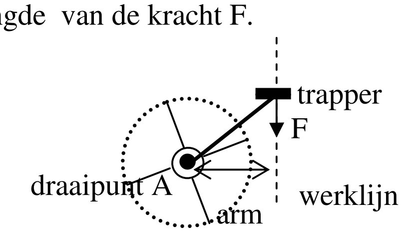
· Rekenen maar → $v = 2{,}883.10^3$ m/s

· **druk** $\boxed{p = F/A}$

· druk p in N/m^2 = Pa
· F in N
· oppervlakte A in m^2

· **krachtmoment** $\boxed{M = F.r}$

· Eenheid van (kracht)moment is N.m
· r = arm = **<u>loodrechte</u>** afstand van draaipunt tot **<u>werklijn</u>** van de kracht. Zie de tekening van de fietstrapper.
· De werklijn is het verlengde van de kracht F.



· **hefboomwet** $\boxed{M_1 + M_2 = 0}$

$\boxed{\Sigma M = 0}$

· Als een kracht een voorwerp tegen de klok in (linksom) wil laten draaien noemen we zijn moment positief, als een kracht een voorwerp met de klok mee (rechtsom) wil laten draaien noemen we zijn moment positief.

Ofwel $M_{linksom} + M_{rechtsom} = 0$ ofwel $F_1.r_1 - F_2.r_2 = 0$

· *<u>Voorbeeld 6</u>: Zie tek.*

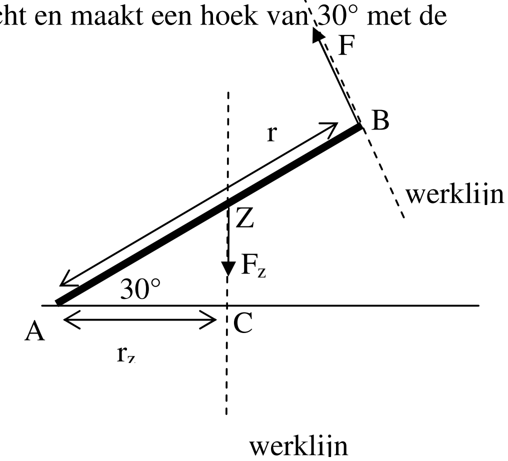
Een homogeen deksel van 10 kg en 2,0 m lengte is in evenwicht en maakt een hoek van 30° met de grond.

Gevr.:

a. Teken de arm van F en van F_z .

b. Bereken F.

Opl:



a. $F_z = m.g = 98$ N en werkt in het zwaartepunt Z
(het midden van het deksel)

· Teken de **<u>werklijnen</u>** van F_z en van F en geef de armen aan, dat is de **loodrechte** afstand van draaipunt A tot de werklijn. De arm van F is AB. De arm van F_z is AC.

b. Berekening van de armen.

Arm van F is 2,0 m

De arm van F_z is r_z = AZ.cos30 = 1,0 . 0,87 = 0,87 m

· $F_1.r_1 - F_2.r_2 = 0$

F.2,0 - 98.0,87 = 0

$\rightarrow$ F = 42 N

Arbeid en energie 35 A 5

· **arbeid**

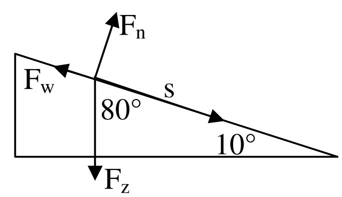
$\boxed{W = F.s.\cos\alpha}$

· F is de kracht in N
· s is de afstand in m
· α is de hoek tussen de kracht F en de weg s
· Bij het berekenen van de arbeid door de zwaartekracht mag je ook de verticale verplaatsing (soms h genoemd) i.p.v. de werkelijke verplaatsing gebruiken.
Let daarbij goed op de hoek α. Zie voorbeeld 2 **.**
· De oppervlakte onder de F-s grafiek stelt de verrichtte arbeid voor.

bij cosα = 1 geldt W = F.s

Algemeen: $W = \int F_s ds$

Voorbeeld 1:
Op ski's glijd je zonder inspanning van een 100 m lange sneeuwhelling af. De wrijvingskracht is 170 N, de hellingshoek is 10° en je bent 100 kg.
Bereken de arbeid die verricht wordt door
a. De zwaartekracht
b. De wrijvingskracht.
c. De normaalkracht.
Opl:



a. $F_z = m.g = 981$ N, s = 100
Let op: α is 90-10 = 80° (de hoek tussen F_z en s)
$W = F_z.s.\cos\alpha = 981,100.\cos 80 = 1,7.10^4$ J
b. $W = F_w.s.\cos\alpha = 170.,100.\cos 180 = -1,7.10^4$ J
c. $W = F_n.s.\cos\alpha = F_n.s.\cos 90° = 0$ J.
Let op! Je hoeft dus F_n niet te berekenen want α = 90° en cos90° = 0 .

· *Voorbeeld 2:*
Je bent 60 kg en rijdt op je skates een 10,0 m lange en 4,0 m hoge helling op. Bereken de arbeid die de zwaartekracht heeft verricht.
Opl:
Fz = mg = 60 . 9,81 = 589 N (omlaag gericht). Ik neem de verticale verplaatsing (3,0 m omhoog gericht).
Dus α = 180°.
$F_z.s.\cos\alpha$ = 589 , 4,0 . cos 180° = - 2,4 kJ
N.B.: *Als een kracht negatieve arbeid verricht wordt door deze kracht de snelheid minder.*

· **kinetische energie**

$\boxed{E_k = \tfrac{1}{2}.m.v^2}$

· E_k in J, m in kg en v in m/s

· **zwaarte-energie**

$\boxed{E_z = m.g.h}$

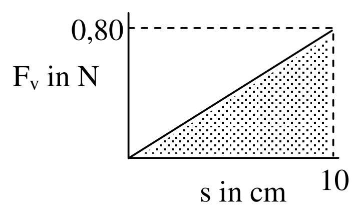
· De wet van behoud van energie zegt dat energie nooit verloren gaat maar alleen in andere energiesoorten omgezet kan worden.
· Energiesoorten: Zwaarteenergie E_z, kinetische energie E_k,

chemische energie E_{ch}, warmteenergie Q of E_w enz.
· De warmte die ontstaat bij wrijving is te berekenen met E_w of $\mathbf{Q = F_w.s}$

· *Voorbeeld 3:*
Je gooit een bal van 0,100 kg vanaf 2,5 m hoogte recht omhoog met 8,0 m/s. Hij komt met 6,0 m/s op de grond.
a. Bereken hoeveel warmte er door de luchtweerstand is ontstaan.
b. De bal bereikt een hoogte van 5,5 m. Bereken de (gemiddelde) wrijvingskracht.
Opl:
a. $(E_k + E_z)_{begin} = (E_k + E_z + \text{warmte})_{eind}$
ofwel $(½.m.v^2 + m.g.h)_{begin} = (½.m.v^2 + m.g.h + \text{warmte})_{eind}$
Gegevens invullen: $(½.0{,}1.8^2 + 0{,}1.9{,}81.2{,}5) = (½.0{,}1.6^2 + 0{,}1.9{,}81.0 + \text{warmte})$
$3{,}2 + 2{,}45 = 1{,}8 + \text{warmte}$
$\rightarrow$ warmte = 3,9 J
b. De bal gaat 3,0 m omhoog en 5,5 m omlaag dus s = 8,5 m
$Q = F_w.s \rightarrow 3{,}9 = F_w . 8{,}5 \rightarrow F_w = 0{,}46$ N

Wet van arbeid en kinetische energie $\boxed{\Sigma W = ½.m.v_2^2 - ½.m.v_1^2}$
· De totaal verrichte arbeid is gelijk aan de toename van de kinetische energie.

· *Voorbeeld 4:*
Je schiet een propje van 10 g weg met een elastiek dat je 10 cm hebt uitgerekt. De kracht die het elastiek op het propje uitoefent is in de grafiek weergegeven.
a. Bereken de arbeid die de veerkracht heeft verricht
b. Bereken de snelheid die het propje krijgt.



Opl.:
a. De arbeid is de oppervlakte onder de grafiek = ½ . 0,10 . 8,0 =0,40 J
b. De verrichtte arbeid is omgezet in kinetische energie ofwel:
$\Sigma W = ½.m.v_2^2 - ½.m.v_1^2$
$0{,}40 = ½.0{,}010.v_2^2 - 0$
$\rightarrow v_2 = 8{,}9$ m/s

· *Voorbeeld 5:*
Je bent 100 kg (met fiets), rijdt met 6,0 m/s en remt tot stilstand.
Bereken de arbeid die verricht is door de wrijvingskracht.
Opl:
Alleen de wrijvingskracht verricht hier arbeid dus de totaal verrichte arbeid is de arbeid door de wrijvingskracht:
$\Sigma W = ½.m.v_2^2 - ½.m.v_1^2 = ½.100.\ 0^2 - ½.100.6{,}0^2 = 0 - 1800 = -1{,}8.10^3$ J

· **vermogen:** $\boxed{P = W/t = \Delta E/t = F.v}$
· Vermogen P in W, Arbeid W en energie E in J,
· kracht F in N en snelheid v in m/s

· *Voorbeeld 6:*

Je rijdt met een brommer met constante snelheid van 36 km/h en de wrijvingskracht is 150 N.
a. Bereken de arbeid die de wrijvingskracht verricht na 2,0 uur.
b. Bereken het vermogen van de motor.

Opl:

a. 36 km/h = 10 m/s
$s = v.t = 10 \ . \ 7200 = 7{,}2.10^4$ m
$W = F_w.s.\cos\alpha = 150 \ . \ 7{,}2.10^4 \ . \ \cos 180° = -1{,}08.10^7 = -1{,}1.10^7$ J

b. Omdat de snelheid constant is moet F_{motor} ook 150 N zijn.
$P = F_{motor}.v = 150 \ . \ 10 = 1{,}5.10^3$ W

· **mechanisch rendement** $\boxed{\eta = W_{uit} / E_{in} \ .100\%}$

· *Voorbeeld 7:*

Een liter benzine bevat 32 MJ chemische energie. De brommer in het vorige voorbeeld verbruikt 1,2 L benzine. Bereken het rendement.

Opl:

$W_{uit} = F_{motor}.s.\cos\alpha = 150 \ . \ 7{,}2.10^3 \ . \ \cos 0° = 1{,}0810^7$ J (nuttige energie of arbeidsdeel)
$E_{in} = 1{,}2 \ . \ 32.10^6$ J $= 3{,}84.10^7$ J (De toegevoerde energie)
Rendement = $1{,}08.10^7$ J/$3{,}84.10^7$. 100% = 28%

Trillingen, golven en optica 35 B

Trillingen 35 B 1

· **frequentie**

$\boxed{f = \frac{1}{T}}$

· z

· T is periode in s

· **amplitudo**

A of r

· r in m (of cm) is de de maximale uitweiking uit de evenwichtstand.

harmonische trilling:

· **uitwijking**

$\boxed{u(t) = A\sin(2\pi ft)}$

· Je rekenapparaat in de RAD-mode!
· In de u-t grafiek is de r.c. de snelheid.
· In de v-t grafiek is de r.c. de versnelling en
· In de v-t grafiek is de opp. van een kwart periode de amplitude.
· *Let op! Als de beweging onder de evenwichtstand begint dan moet je het met u(t) = -Acos(2πft) berekenen.*
· De snelheid kun je ook bepalen met de u-t grafiek door de r.c. van de raaklijn te bepalen.

· **maximale snelheid**

$$\boxed{v_{max} = \frac{2\pi A}{T}}$$

· A in m en T in s dan v in m/s
· v_{max} kun je ook bepalen met de r.c. van de raaklijn aan de u-t grafiek.

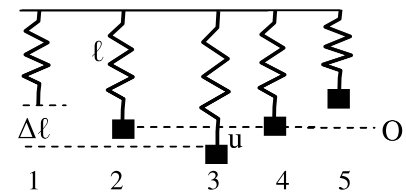
· *Voorbeeld 1:*
Je zit achter op een brommer en rijdt door een kuil waardoor je in 1,2 seconde 5,0 cm op en 5,0 cm neer trilt. Op t = 0 ga je vanuit de laagste stand omhoog.
Bereken de uitwijking na 0,2 s en de maximale (verticale) snelheid.
Opl:
· $u(t) = -A\cos(2\pi ft) = -5{,}0.\cos(2\pi \,.\, 1/1{,}2 \,.\, 0{,}2) = -2{,}5$ cm
· $v_{max} = 2\pi A/T = 2\pi.5{,}0/1{,}2 = 26$ cm/s

· **kracht**

$\boxed{\mathbf{F = C.u \qquad F = -C.u}}$

· C is de veerconstante in N/m
Deze geeft aan hoeveel kracht er nodig is om de veer 1 m langer/korter te maken
· Voor de veerkracht geldt: $\mathbf{F_v = C.\,\Delta\ell}$
$\Delta\ell$ is de uitrekking = lengtetoename.
· Voor de resulterende kracht bij een trilling geldt: $\mathbf{F_r\ –C.u}$
u is de uitwijking = positie t.o.v. de evenwichtstand.
Het -teken geeft aan dat F_r en u tegengesteld gericht zijn.

· *Voorbeeld 2*:
·Een veer (lengte 10 cm en C = 0,50 N/cm) met gewichtje (F_z = 1,5 N) er aan wordt in trilling gebracht met een amplitude van 2 cm.
Bereken in de posities 2 t/m 5 de grootheden uit detabel.



Opl.:
Positie 2:
In O geldt $F_r = 0$ dus $F_v = F_z \rightarrow C.\Delta\ell = 1,5 \rightarrow \Delta\ell = 3,0$ cm
Dus $\ell = 10 + 3,0 = 13$ cm.
In O is u = 0
Positie 3: u = -2,0 cm dus $\ell = 13 + 2,0 = 15$ cm en $\Delta\ell = 15 – 10 = 5,0$ cm.
Enz.

positie	1	2	3	4	5
ℓ in cm	10	13	15	13	11
$\Delta\ell$ in cm	0	3,0	5,0	3,0	1,0
u in cm		0,0	-2,0	0,0	2,0
F_z in N		-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
$F_v = C\,\Delta\ell$ in N		1,5	2,5	1,5	0,5
$F_r = -C.u$ in N of $F_r = F_z + F_v$ in N		0	1,0	0	-1,0

· **maximale energie**

$\boxed{\mathbf{E_{max} = ½CA^2 = ½m(v_{max})^2}}$

· E in Joule, C in N/m, A in m.
· m in kg, v in m/s
· In de evenwichtstand is u=0, v maximaal en E_k maximaal.
· In de keerpunten is u=maximaal, v = 0 en E_k = 0.
Let op! De formule $\boxed{E_{veer} = ½Cu^2}$ moet je ook kennen al staat deze niet in BINAS.

trillingstijd
· **massa-veersysteem**

$$\boxed{\mathbf{T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}}}$$

· m is de massa die in trilling is in kg
· C is de veerconstante in N/m

· **slinger**

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}$$

· l is de lengte in m en g is de valversnelling in m/s^2
· l is van ophangpunt tot zwaartepunt.

· *Voorbeeld 3:*
Aan een veer van 10,0 cm hang je 100g waardoor hij 15,0 cm wordt. Daarna trek je er aan tot hij 19,0 cm wordt en laat de massa los zodat hij ongedempt gaat trillen.
Bereken:
a) de veerconstante.
b) de vereiste spierkracht,
c) de trillingstijd.
d) de maximale snelheid.
e) de energie.
Opl:
a) ·In de evenwichtstand is $F_v = F_z = mg = 0{,}98$ N
·De uitrekking u = 15,0 - 10,0 = 5 cm = 0,05 m
·$C = F_v/u = 19{,}6 = 20$ N/m
b) De uitrekking u = 19,0 - 10,0 = 9,0 cm = 0,090m
$F_v = C.u = 19{,}6 \,.\, 0{,}090 = 1{,}76$ N en $F_z = 0{,}98$ N
$\rightarrow F_{spier} = 1{,}76 - 0{,}98 = 0{,}81$ N (omlaag)
c) $T = 2\pi\sqrt{(m/C)} = 2\pi\sqrt{(0{,}100/19{,}6)} = 0{,}449 = 0{,}45$ s
d) $v = 2\pi A/T = 2\pi.0{,}04/0{,}449 = 0{,}56$ m/s (A = 19,0 - 15,0 = 4,0 cm = 0,040 m)
e) $E_{max} = ½CA^2 = ½.19{,}6.0{,}040^2 = 0{,}016$ J
of $E_{max} = ½m(v_{max})^2 = ½.0{,}100.0{,}56^2 = 0{,}016$ J

Golven 35 B 2

- **golflengte**

$\boxed{\lambda = v\,.T}$

- λ is de golflengte in m, v is de voortplantingssnelheid van de golf in m/s, T is de periode in s

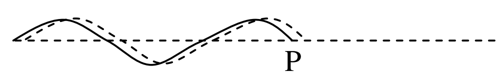
Verwar de golflengte niet met de lengte van de golf(trein).
In de tekening hieronder is de lengte van de golf = 1,5λ

- **snelheid van een lopende golf**

$\boxed{v = f.\lambda}$

- Als je een golf iets later tekent (gestreept, iets opgeschoven) kun je zien of een punt omhoog of omlaag gaat.

Let op:
De trillende punten van het koord gaan alleen op en neer en niet heen en weer!
Als een golf naar rechts loopt zit de voorkant van de golf in punt P (P = de kop van de golf, het punt van het koord dat nog net niet heeft getrild)

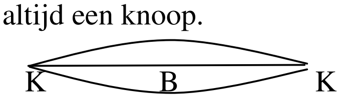


voorwaarde voor staande golf

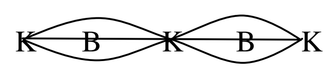
- **koord (twee vaste uiteinden)**

$\boxed{l = n.½.\ \lambda\ (n = 1, 2, \ldots)}$

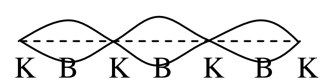
- Bij de vaste uiteinden ontstaan altijd een knoop.
- Bij de grondtoon (n=1):
  l = ½. λ = KK



- Bij de eerste boventoon (n = 2):`
  l = 2.½. λ



- Bij de tweede boventoon (n=3):
  l = 3.½. λ

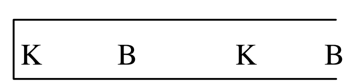


- **luchtkolom (één uiteinde gesloten)**

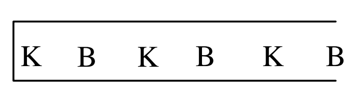
$\boxed{l = (2n-1).¼\lambda\ (n = 1, 2, \ldots)}$

- Bij een gesloten einde ontstaat een knoop, bij het open uiteinde een buik.
- Bij n=1 is l = 1.¼λ
  Je ziet dan:

- Bij n=2 is l = 3.¼λ
  Je ziet dan:



- Bij n=3 is l = 5.¼λ
  Je ziet dan:



· Bij een strip, aan één kant ingeklemd geldt dezelfde theorie. De golf is nu alleen transversaal. Voor n = 3 zie je:

K B K B K B

· Als een instrument in trilling wordt gebracht hoor je de grondtoon en de boventonen. De amplitude (klankkleur) van elk van deze tonen zijn kenmerkend voor het soort instrument.

· *<u>Voorbeeld 1</u>:*
Een orgelpijp van 1,50 m is aan één kant open en aan één kant gesloten. De geluidssnelheid is 340 m/s. Bereken de frequentie van de grondtoon en de eerste boventoon.
Opl:
· <u>Grondtoon</u>: KB = ¼λ = 1,5 m → λ = 6,0 m
· v = f. λ → f = v/λ = 340/6,0 = 57 Hz
· <u>Eerste boventoon</u>: KBKB = ½λ = 1,5 m → λ = 3,0 m en f = 114 Hz

· **faseverschil**

$$\boxed{\Delta\varphi = \frac{\Delta x}{\lambda}}$$

·Δx is het wegverschil, dat is het verschil in afstand die beide golven afleggen.
Als golven uit twee bronnen A en B in een punt P aankomen dan is het wegverschil Δx = AP - BP.
· Is het weg verschil 0λ, 1λ, 2λ enz. (dus het faseverschil = 0, 1, 2 enz.) dan ontstaat een maximum (trillingen zijn in fase).
· Is het weg verschil ½λ, 1½λ, 2½λ enz. (dus het faseverschil = ½, 1½, 2½ enz.) dan ontstaat een minimum (trillingen zijn in tegenfase).
Dit wordt toegepast bij antigeluid: geluid + geluid geeft stilte.

Dopplereffect

$$f_w = f_b \frac{v}{v - v_b}$$

· *Als een trillingsbron een signaal van bijv. 1000 Hz voorbrengt en de bron nadert jou dan neem je een frequentie waar die hoger is dan 1000 Hz. Als de bron van je weg gaat neem je een frequentie waar die lager is dan 1000Hz.*

· geluid(druk)niveau

$$\mathbf{Lp = 10 \log(\frac{I}{I_0})\ in\ dB(A) \qquad I_0 = 10^{-12}\ Wm^{-2}}$$

· *Als het vermogen van de geluidsbron verdubbeld, neemt het geluidsniveau toe met 3 dB.*
Het oor "werkt"logarithmisch, log(2) = 0,3010 Bell ≈ 3 dB

· *<u>Voorbeeld 2:</u>*
In een koor zingen 12 zangers, het geluidniveau is 70 dB. Het aantal zangers wordt uitgebreid tot 24. Hoe groot is het geluidniveau nu?
Het vermogen is verdubbeld dus er komt 3 dB bij, het wordt dus 73 dB

· intensiteit volgens kwadratenwet $\mathbf{I = \dfrac{P_{bron}}{4\pi.r^2}}$

· *Voorbeeld 3: De oscilloscoop:*

Op een oscilloscoop kun je een spanning als functie van de tijd zichtbaar maken, bijvoorbeeld door er een microfoon op aan te sluiten.
De horizontale tijd-schaal wordt aangegeven met behulp van de *tijdbasis*. Het scherm is 10 hokjes (= 10 divisions = 10 div) breed. Op het scherm zie je bijv. twee perioden en de tijdbasis staat op 0,5 ms/div.
Gevr.: Hoe groot is nu de periode T van de trilling?
Opl.: Twee perioden op het scherm → 2.T = 10 div = 10 . 0,5 = 5,0 ms. Dus T = 2,5 ms.
T = 0,0025 s → f = 1/T = 1/0,0025 = 400 Hz.

Geometrische optica 35 B 3

· **terugkaatsingwet**

i = t

· i is de hoek tussen invallende straal en de normaal n (= loodlijn).
De normaal op een cirkeloppervlak gaat door het middelpunt M.
· De teruggekaatste straal is te tekenen m.b.v. i = t maar soms moet je eerst het spiegelbeeld B tekenen. De straal uit L weerkaatst alsof hij van het spiegelbeeld komt. Zie figuur 1.

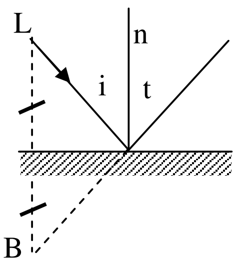


Fig. 1

· **brekingswet van Snellius**

sin i/sin r = n

· i is de hoek tussen straal en normaal (=loodlijn)
· n is de brekingsindex. Deze staat in Binas voor overgang *van lucht naar stof en is altijd > 1* zodat r altijd kleiner is dan i (breking naar de normaal toe)
· Bij overgang van stof naar lucht gebruik je **sini/sinr = 1/n**
· *Breking ontstaat doordat licht in een medium veel langzamer gaat dan in vacuüm (lucht).* n_{glas} *= 1,5 betekent dan ook dat licht in glas 1,5 keer zo langzaam gaat)*

· *Voorbeeld 1*:
Een lichtstraal gaat van water naar lucht. Zie figuur 2. Bereken de hoek van breking.
Geg.: i = 90 - 60° = 30 ° en n = 1,33 (BINAS, brekingsindex water)
Gevr.: r
Opl.:
· i = 30° en n = 1/1,33 want de straal gaat van water naar lucht!
· Snellius toepassen: sin30/sinr = 1/1,33 dus r = 42°
(Dat kan want de straal breekt van de normaal af dus moet r > i zijn)

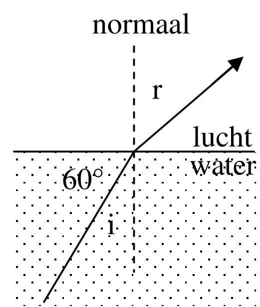


Fig. 2

· **lenzenformule**

1/f = 1/b + 1/v

· f = brandpuntsafstand in cm (bijv.)
· b = beeldafstand in cm (bijv.)
· v = voorwerpsafstand in cm (bijv.)
· Als uit de formule volgt dat b < 0 dan is het beeld virtueel (bij een loep bijvoorbeeld)

· Het beeld construeren moet je kunnen m.b.v. 2 van de 3 constructiestralen (zie figuur 3):
· 1: een straal door het midden van de lens gaat rechtdoor.
· 2: een straal door het hoofdbrandpunt F_1 gaat na de lens evenwijdig aan de hoofdas verder.
· 3: een straal evenwijdig aan de hoofdas gaat na de lens door F_2 verder.
· 4: een willekeurige straal uit de top van het voorwerp kun je nu snel tekenen want deze gaat naar het beeld.

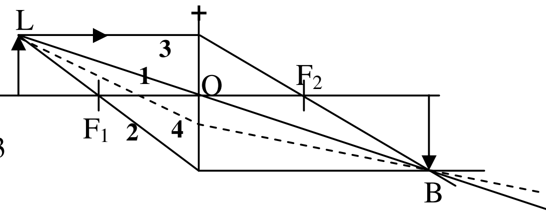


Fig. 3

· Een willekeurige straal construeer je in stappen, (Zie figuur 4):
· een bijas tekenen, dat is een lijn door O, evenwijdig aan de straal.
· het brandvlak tekenen (door F, loodrecht op de hoofdas).
· waar de bijas dit vlak snijdt ligt het bijbrandpunt F'.
· De straal gaat verder door F'.

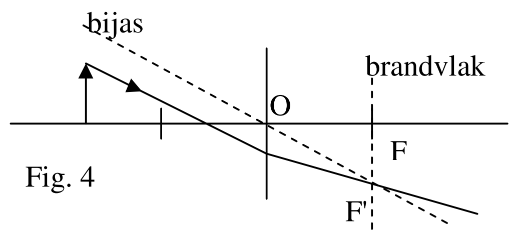


Fig. 4

N.B.:
Je kunt een willekeurige straal ook net zo tekenen als in figuur 3. Construeer dan eerst het beeld. En dan de willekeurige straal uit L naar B.

· Constructie bij de **loep** met de constructiestralen 1 en 3 Zie figuur 5.
De stralen die uit de lens komen snijden elkaar schijnbaar (virtueel) in B.
Elke straal uit L (zie straal 4) breekt alsof hij uit B komt:

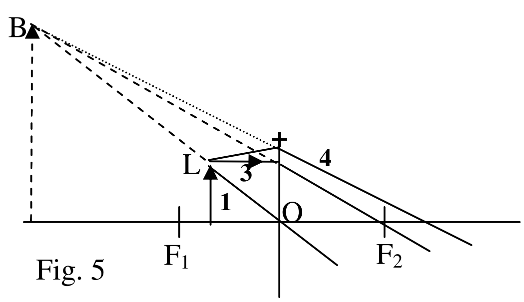


Fig. 5

Het beeld construeren bij een **negatieve** lens. Zie figuur 6.
De drie mogelijke constructiestralen zie je hier onder:
· 1: een straal door het optisch midden van de lens gaat rechtdoor.
· 2: een straal "naar F_2" gaat evenwijdig aan de hoofdas verder.
· 3: een straal evenwijdig aan de hoofdas gaat na de lens verder alsof hij uit F_1 komt.
· N.B.: Het beeld is virtueel.

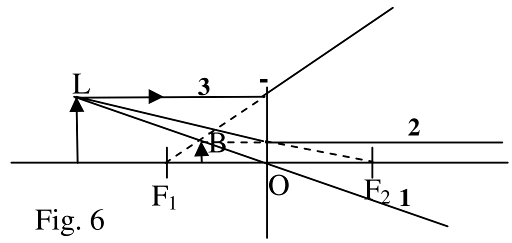


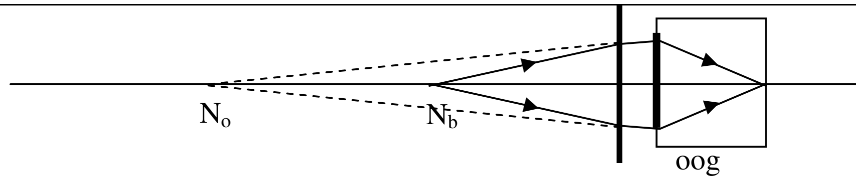
Fig. 6

· **lenssterkte**

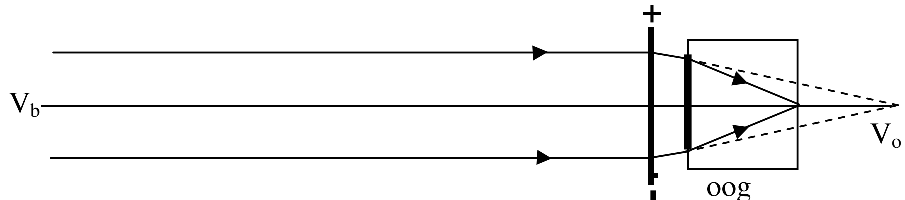
$\boxed{S = 1/f}$
· f moet in m; dan is S in m^{-1} = dioptrie
· Een oog kan scherp zien als het voorwerp zich tussen vertepunt V_o (normaal oneindig ver weg) en het nabijheidspunt N_o (normaal op ongeveer 25 cm van het oog) bevindt.
· Als je een bril op hebt maakt de bril van het voorwerp een beeld. Het oog kijkt naar dit beeld.
· Sterkte leesbril voor verziende bereken je met
$S = 1/f = 1/v + 1/b$ met b negatief.
· Sterkte straatbril voor verziende bereken je met
$S = 1/f = +1/Vo$.
· Sterkte straatbril voor bijziende bereken je met
$S = 1/f = -1/Vo$.

Voorbeeld 1:
Mies kan scherp zien van 1,0 m tot 5,0 m afstand. Zij wil een leesbril zodat ze op 0,25 m afstand scherp kan zien.
a. Bereken de sterkte van de bril.
b. Bereken hoe sterk haar straatbril moet zijn.
Opl:
a. Een voorwerp (leesboek?) in N_b dus v = 25 cm = 0,25 m wordt door de bril virtueel afgebeeld in het nabijheidspunt N_o dus b = - 1,0 m (virtueel beeld dus b is negatief).
Lenzenformule gebruiken: $1/0,25 + 1/-1,0 = 1/f \rightarrow f = 0,333$ m en $S = 1/f = 3,3$ dioptrie.
b. Een voorwerp in V_b (aan de horizon dus v is oneindig groot) wordt door de bril virtueel afgebeeld in het vertepunt van het oog (=V_o) dus b = -5,0 m (Virtueel beeld dus b is negatief)
Lenzenformule: 1/zeer groot + $1/-5,0 = 1/f \rightarrow$ $0 - 0,20 = 1/f \rightarrow f = -5,0$ m $\rightarrow S = 1/f = -0,20$ dpt.
· Of: Mies heeft een –bril nodig dus $S = -1/Vo = -1/5,0 = -0,20$ dioptrie.
N.B.: *Brilsterkten gaan in stapjes van 0,25 dioptrie. Mies krijgt een bril van -0,25 dioptrie en moet iets accommoderen om in de verte te zien.*

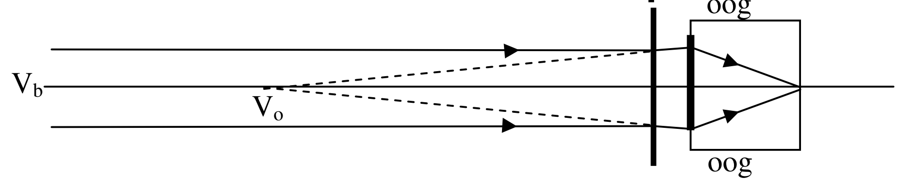
Verziende
met (+)leesbril:
$N_o > 25$ cm, $N_b = 25$ cm



Verziende met
(+)straatbril:



Bijziende met
(-)straatbril:
$V_o < \infty$, $V_b = \infty$

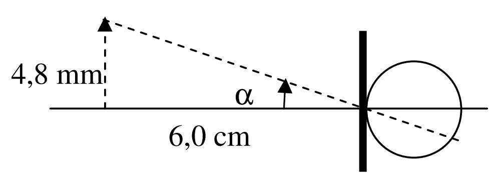


· **vergroting**

$N_{lin} = |b/v|$

· Als N < 1 spreken we *ook* van een vergroting.
|...| geeft aan dat de vergroting altijd groter dan 0 is.
· Voor de vergoting geldt ook:
N_{lin} = grootte beeld/grootte voorwerp = B/V

· <u>*Voorbeeld 2*</u>:
Je bekijkt een insect van 1,2 mm met een loep. Het insect staat 1,5 cm van de loep met brandpuntsafstand 2,0 cm.
Gevr.:
a. Bereken de sterkte van de lens
b. Bereken de grootte van het beeld.
c. Bereken de gezichtshoek met loep (verwaarloos de afstand tussen loep en ooglens).
d. Bereken de gezichtshoek als je zonder loep het insect in N_o op 25 cm houdt.
Opl.:
a. S = 1/f = 1/0,020 = 50 dioptrie
b. ·1/f = 1/v + 1/b → 1/2 = 1/1,5 + 1/b → b = -6,0 cm
(het beeld is dus virtueel, op 6,0 cm van de lens)
·N = |b/v| = |-6/1,5| = 4,0
Het beeld is 4,0 . 1,2 mm = 4,8 mm (2 sign. cijfers)
c. tanα = 0,48/6,0 dus α = 4,6°
d. tanα = 0,12/25 dus α = 0,28°
NB.:
Door de loep is het beeld op het netvlies 4,6/0,28 = 17 x groter.



· **grenshoek**

sin g = 1/n

· n is de brekingsindex van de stof.
· Als een straal de stof **uit** wil en i = g dan is r = 90°.
De straal "scheert" langs het oppervlak. Zie figuur 6.

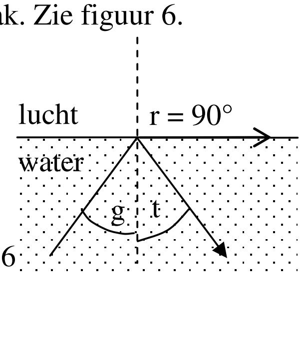


Fig. 6

· Als een straal <u>van stof naar lucht</u> wil en i > g dan kan hij er niet uit maar wordt gereflecteerd (= totale reflectie). Zie figuur 7.

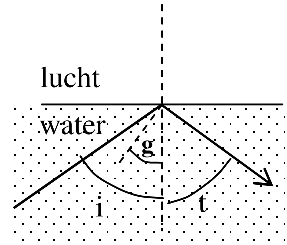


Fig. 7

· *<u>Voorbeeld 3</u>:*
· Bereken de grenshoek van water (n = 1,33)
·Een lichtstraal wil deze stof uit en de hoek van inval is 55°. Lukt dat?
Opl:
· sin g = 1/n → sin g = 1/1,33 → g = 48,8°
· i = 55° en g = 48,8°
Conclusie: De straal kan het water niet uit want i > g. De straal wordt geheel weerkaatst. Zie figuur 7..

Golfoptica 35 B 4

maxima tralie

sin α = n.λ/d   (n = 1, 2, ..)

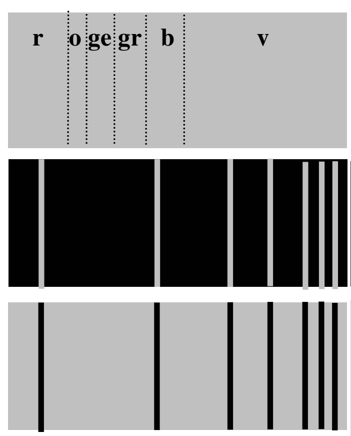
· **Spectra**

· Met een tralie (of een prisma) kun je het spectrum onderzoeken.

· **Een <u>continu</u> emissiespectrum** bevat "alle" golflengten en wordt uitgezonden door materie waarvan de atomen dicht opeen zitten: vaste stof; binnenste van de zon.

· **Een <u>lijnen</u> emissiespectrum** bevat "enkele" golflengten en wordt uitgezonden door materie waarvan de atomen niet dicht opeen zitten: ijle <u>atomaire</u> gassen (Na, Ne, He).
Een (lijnen)spectrum is <u>kenmerkend</u> voor de atomen van die stof.

· **Een absorptiespectrum** van een gas maak je door wit licht door dit gas te sturen. Van het licht dat er door komt maak je een spectrum. In dit spectrum ontbreken de golflengten die het gas in lichtgevende toestand kan uitzenden. Absorptie- en emissie spectrum vullen elkaar aan tot een volledig spectrum.



<u>Continu spectrum</u> bevat alle golflengten. . . .IR, **r**ood t/m **v**iolet, UV . . .

<u>Lijnen emissiespectrum</u> van atomair waterstof met zeven emissielijnen (golflengten).

<u>Absorptiespectrum</u> van atomair waterstof met zeven absorptielijnen. Een continu spectrum waarin de zeven golflengten ontbreken.

· **energie foton**

$\boxed{\mathbf{E_f = hf = hc/\lambda}}$

· E in J; c is de lichtsnelheid , h is de constante van Planck (BINAS tabel 7), λ is de golflengte in m. Zie ook tabel 53.7

· *<u>Voorbeeld 2</u>:*
Een laser zendt monochromatisch licht uit met een golflengte van 630 nm. Het vermogen van de laser is 50 W. Het rendement is 0,001 %. Bereken hoeveel fotonen er per seconde worden uitgezonden.
Opl:
· P_{in} = 50 W dus P_{nut} = 0,001 % van 50 W = 5.10^{-4} W
· $E_f = hf = hc/\lambda = 6{,}626.10^{-34}.2{,}997.10^{8}/630.10^{-9} = 3{,}15.10^{-19}$ J
· $E_{nut} = P_{nut} . t = 5.10^{-4} . 1 = 5.10^{-4}$ J
· Dus het aantal fotonen per seconde is $5.10^{-4} / 3{,}15.10^{-19} = 1{,}6.10^{15}$

Vloeistoffen, gassen en warmteleer 35 C

Algemeen 35 C 1

Algemeen

· **druk** $\boxed{p = F/A}$

· druk p in N/m^2 = Pa
· F in N
· oppervlakte A in m^2

<u>*Voorbeeld 1:*</u>
Je bent 70 kg en staat op één hak van 5,0 cm lengte en 5,0 cm breedte. Bereken de druk op de grond.
Opl.:
F = Fz = m9 = 686,7 N
$A = l.b = 5{,}0.10^{-2} \,.\, 5{,}0.10^{-2} = 25.10^{-4}\ m^2$
$P = F/A = 2{,}7.10^5\ Nm^{-2} = 2{,}7.10^5\ Pa$

· **dichtheid** $\boxed{\rho = m/V}$

· ρ is de dichtheid in kg/m^3

<u>*Voorbeeld 2:*</u>
Bereken de massa van 500 L water.
Opl.:
Geg.: $V = 500\ L = 500.10^{-3}\ m^3$
$\rho = 0{,}998.10^3\ kgm^{-3}$
$\rho = m/V \rightarrow 0{,}998.10^3 = m/500.10^{-3} \rightarrow m = 4{,}99.10^2\ kg$

· **absolute temperatuur (in Kelvin)** $\boxed{T = t + 273{,}16 \quad t \text{ in } °C}$

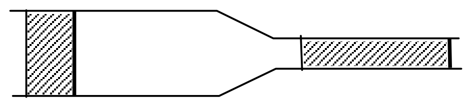
<u>*Voorbeeld 3:*</u>
Reken 20,0°C om in Kelvin
Opl.:
T = 20,0 + 273,16 = 293 K

Vloeistoffen 35 C 2

· **debiet**

$\boxed{Q = \Delta V/\Delta t = Av}$

· Q in m^3/s, A is dwarsdoorsnede in m^2.



· Het volume van beide fearceerde delen moet hetzelfde zijn.

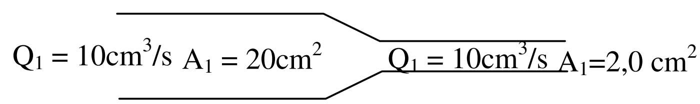
· **continuïteit**

$\boxed{Av = constant}$

Dus Q is constant. Wat er in stroomt per sec stroom er ook uit.

· Doorsnede en stroomsnelheid zijn omgekeerd evenredig: Doorsnede twee maal zo klein dan is de stroomsnelheid twee maal zo groot: Zie figuur:

$Q = 10\ cm^3/s$ en $A_1 = 20\ cm^2$ dus $v_1 = 5{,}0$ cm/s en $v_2 = 2{,}0$ cm/s.



Gassen 35 C 3

· **algemene gaswet**

$\boxed{p.V/T = n.R}$ **= constant als het aantal mol niet verandert**

- p in Pa = Nm^{-2}
- V in m^3
- T in Kelvin
- n is het aantal mol gas
- R is de gasconstante (BINAS tabel 7)
- Als n constant is volgt uit de gaswet de wet van Boyle-GayLussac: $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$
- $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$ is meestal handiger; zie voorbeeld.
- Voor een ideaal gas geldt dat de molekulen elkaar niet aantrekken (geen Vanderwaalskracht) en de molekulen zijn puntvormig, nemen dus geen ruimte in.

· *Voorbeeld 1:*

Met een fietspomp pers je 0,50 L buitenlucht samen tot 0,150 L. De luchtdruk is 1,01 bar.
De zuiger heeft een oppervlakte van 12,6 cm^2. De temperatuur loopt op van 20° tot 40°C.
a. Bereken de druk van de samengeperste lucht.
b. Bereken het aantal mol lucht.
c. Bereken de vereiste spierkracht.

Opl:

a. · $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$
· Vul in: p_1 = 1,01 bar; V_1 = 0,50 L; T_1 = 293K; V_2 = 0,150 L; T_2 = 313K.
· Uitkomst: p_2 = 3,60 = 3,6 bar

b. pV = nRT
Vul in: p = $1{,}01.10^5$ Pa, V = $0{,}50.10^{-3}$ m^3, R = 8,31 . . en T = 273 + 20 = 293 K.
Uitkomst: n = $2{,}1.10^{-2}$ mol

c. · p = F/A
· Onder de zuiger is de druk 3,60 bar en boven de zuiger 1,01 bar dus een drukverschil van 2,59 bar.
· De spierkracht moet dus voor een druk van 2,59 bar = $2{,}59.10^5$ Pa zorgen.
· A = $12{,}6.10^{-4}$ m^2

· $F = \Delta p.A = 2{,}59.10^5 \cdot 12{,}6.10^{-4} = 326 = 3{,}3.10^2$ N.

Warmteleer 35 C 4

· **rendement**

$\boxed{\eta = P_{nuttig}/P_{in} \cdot 100\%}$

· vermogen P in W = J/s = Js^{-1} (zie Tabel 6)

· $\eta = Q_{nuttig}/Q_{in} \cdot 100\%$ is ook bruikbaar

· **Warmtetransport**

Warmte(energie) kan getransporteerd worden door *straling*, *stroming* (in gas/vloeistof) en *geleiding* (in metalen; "niet" in gassen/vacuüm).

Het vermogen dat door een wand gaat is evenredig met de oppervlakte en met het temperatuurverschil maar omgekeerd evenredig met de dikte van de wand.

· **Vermogensverlies door geleiding**

Het vermogensverlies door een wand hangt af van:
- de oppervlakte van de wand
- de dikte van de wand
- het temperatuurverschil aan weerszijden van de wand
- het geleidingsvermogen van het materiaal.

· Als aan een vertrek warmte wordt toegevoerd zal de temperatuur aanvankelijk stijgen: het toegevoerd vermogen is groter dan het vermogensverlies.
Omdat de temperatuur stijgt wordt het vermogensverlies groter.
Tenslotte is de temperatuur constant: het toegevoerde vermogen is gelijk aan het vermogensverlies.

· **warmte(hoeveelheid)**

$\boxed{Q = C\,\Delta T}$

$\boxed{Q = cm\,\Delta T}$

· Q in J en ΔT in K of °C

· warmtecapaciteit C in J/K

· C = 100 J/K betekent dat er 100 J warmte(energie) voor nodig is om de temperatuur met 1 Kelvin te laten stijgen.

· soortelijke warmte c i n J/(kg.K) = $J.kg^{-1}.K^{-1}$

· c geeft aan hoeveel Joule er nodig is om 1 kg van een stof 1 K te verhitten.

· c zoek je op in BINAS (Zie index achter in BINAS)

· _*Voorbeeld 1:*_

Een lege pan met een warmtecapaciteit van 500 J/K bevat 2,0 kg water. Pan en inhoud zijn 20° en moeten 100 °C worden.

a. Bereken hoeveel warmte pan en water opnemen.
b. Het proces duurt 10 minuten. Bereken het vermogen dat aan water en pan is toegevoerd.
c. Voor dit proces wordt 0,40 m^3 Gronings aardgas verbrand .(Zie BINAS voor verbrandingswarmte of stookwaarden).
Bereken het rendement.

Opl:

a. · Q_{water} = c.m. ΔT = $4{,}18.10^3$. 2, 0. 80 = $6{,}688.10^5$ J
(c uit BINAS; ΔT=100-20 = 80 K)
· Q_{pan} = C. ΔT= 500.80 = $4{,}0.10^4$ J
· Totaal: Q = $6{,}688.10^5$ + $4{,}0.10^4$ = $7{,}088.10^5$ = $7{,}1.10^5$ J
b. P = Q / t = $7{,}088.10^5$J/(10.60 s) = $1{,}18.10^3$ = $1{,}2.10^3$ W
c. · BINAS: 1 m^3 gas levert 32.10^6 J dus
· 0,40 m^3 gas levert 0,40 . 32.10^6 =$12{,}8.10^6$ J
· P_{gas} = Q_{gas} /t = $12{,}8.10^6$ J/600 s = $2{,}13.10^4$ W
· η= P_{nuttig}/P_{in} . 100% = $1{,}18.10^3$W/$2{,}13.10^4$ W . 100% = 55 %

eerste hoofdwet **$Q = \Delta E_{pot} + \Delta Ek + W_u$**

tweede hoofdwet **$\eta = W_u/Q < 1$**

Elektriciteit en magnetisme 35 D

Stromende elektriciteit 35 D 1

· **Ohm**

$\boxed{\mathbf{U = I.R}}$

·*U in Volt*
·*I in Ampère*
·*R in Ω*

BINAS Tabel 4: C = As dus A = C/s
BINAS Tabel 7: Elementaire ladingsquantum e ≈ 1,6 10^{-19} C, Lading electron is -e

· In een metaal bewegen de **vrije electronen** van de –pool naar de +pool. We zeggen dat I van de +pool naar de -pool loopt.

· I meet je met een Ampèremeter die in **serie** met R moet staan.

· U meet je met een Voltmeter die **parallel** met R moet staan.

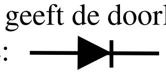
· **Ohmse weerstand** = een constante weerstand, bijvoorbeeld een nichroom draad. Dan geldt de wet van Ohm: U en I zijn recht evenredig, de I-U grafiek is een rechte lijn door O.

· **LDR** = light dependant resistor:Hoe meer licht, des te minder weerstand

· **NTC**-weerstand: **n**egatieve **t**emperatuur **c**oëfficiënt weerstand: Hoe hoger de temperatuur, des te minder weerstand.Vb.: koolstof, silicium. Hoe hoger de temperatuur des te meer vrije elektronen er ontstaan: betere geleiding.

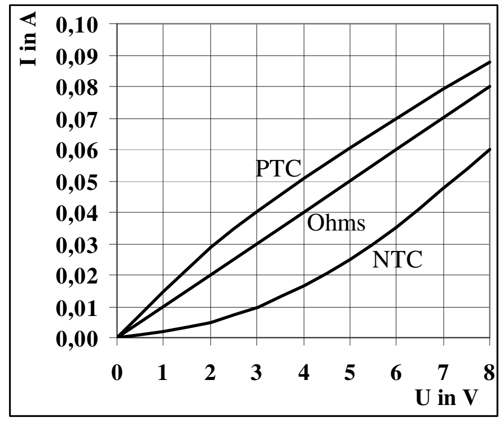
· **PTC**-weerstand: **p**ositieve **t**emperatuur **c**oëfficiënt weerstand:
Hoe hoger T, des te meer weerstand:
Vb.: metaaldraden. Hoe hoger de temperatuur des te sneller trillen de ionen op hun plaats waardoor de vrije elektronen er moeilijker tussendoor kunnen. De elektronen botsen vaker tegen de ionen: slechtere geleiding.

· **LED** = **L**ight **E**mitting **D**iode; een lichtgevende diode laat maar in één richting stroom door.

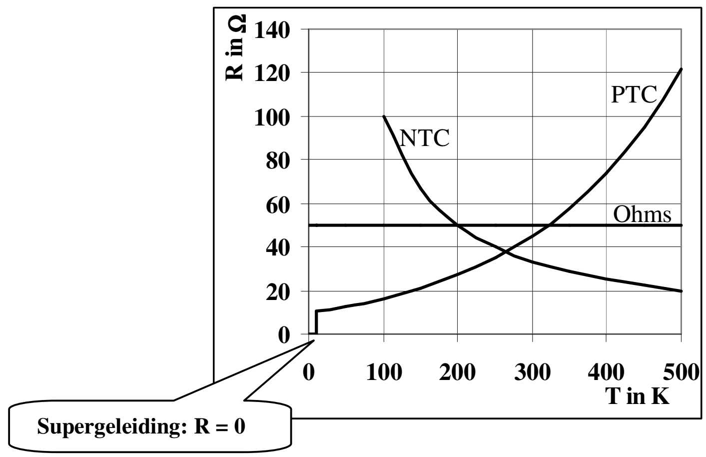
· **Diode**. Deze laat maar in één richting stroom door. De pijl in het schemateken geeft de doorlaatrichting aan.
Schemateken diode: 

· **Supergeleiding**: Bij sommige stoffen verdwijnt de weerstand bij heel lage temperatuur (enkele graden boven het absolute nulpunt = 0 K = -273 K). Zo'n draadje wordt niet heet al stroomt er 100.000 A door!

Hier onder zie je de I-U grafieken voor de drie typen weerstanden. Als je waarden van U en I afleest kun je R berekenen. In de tabel zie je het overzicht.
Conclusie: Als de stroom toeneemt wordt de temperatuur groter. Bij de Ohmse weerstand blijft R dan constant; bij de PTC neemt R toe; bij de NTC neemt R af.



Ohms (R constant)			PTC (R neemt toe)			NTC (R neemt af)		
U(V)	I(A)	R(Ω)	U(V)	I(A)	R (Ω)	U(V)	I(A)	R(Ω)
4,0	0,040	100	4,0	0,050	80	4,0	0,016	250
8,0	0,080	100	8,0	0,087	82	8,0	0,060	133



· **vermogen elektrische stroom** $P = UI = I^2R = E/t$

· P in W (=J/s), E in J, t in s

· **energie elektrische stroom** $E = Pt$

· P in W = J/s en t in s dan is E in J/s . s = J
· P in kW en t in h dan is E in kW . h = **kWh**
· BINAS Tabel 5: 1 kWh = $3{,}6.10^6$ J

· *Voorbeeld 1:*
Bereken hoeveel euro je moet betalen als een 1,5 kW kachel een etmaal aan staat. 1 kWh kost 10 c.
Geg: P = 1,5 kW, t = 24 h
Gevr.: E in kWh
Opl.: E = P.t = 1,5 kW . 24h = 36 kWh
36 kWh kost 36 . 10 c = 360 c = € 3,60

N.B.: Het kan ook zo:
Geg:P = 1,5 .10^3 W, t = 24 . 3600 = 86400 s
Gevr.: E in kWh
Opl.: E = P.t = 1,5 10^3 . 86400 = $1{,}296.10^8$ J
BINAS tabel 5: 1 kWh = $3{,}6.10^6$ J dus $1{,}296.10^8$ J is $1{,}296.10^8$ J/$3{,}6.10^6$ J = 360 kWh
36 kWh kost 36 . 10 c = 360 c = € 3,60

stroomsterkte bij:

· **serieschakeling:** $\boxed{I = I_1 = I_2}$

· De stroomsterkte bij serieschakeling is overal hetzelfde; hij kan niet verdeeld worden.
Let op: De stroomsnelheid in m/s verschilt wel.
Deze is het grootst in de kleinste draad-doorsnede.

· De stroommeter (ampèremeter) moet in serie met de weerstand. Zie figuur 1.

· Een geschikte stroommeter heeft (bijna) geen weerstand. (De weerstand van de meter mag geen invloed hebben op de stroomsterkte in de schakeling).

· **parallelschakeling** $\boxed{I = I_1 + I_2 + \ldots}$

· De stroom I wordt verdeeld waarbij door de kleinste weerstand de grootste stroom loopt.

spanning bij:

· **serieschakeling** $\boxed{U = U_1 + U_2}$

· De spanning wordt verdeeld over beide serieweerstanden.
De stroomsterkte kan niet verdeeld worden.!

· De spanningsmeter (voltmeter) moet parallel aan de weerstand. Zie figuur 1.

· Een voltmeter laat (bijna) geen stroom door. ($R_{meter} >> R_{weerstand}$).

· **parallelschakeling** $\boxed{U = U_1 = U_2}$

· De spanning is over beide parallelweerstanden hetzelfde. (de stroom wordt wel verdeeld, een deel door R_1 en een deel door R_2!).

vervangingsweerstand bij:

· **serieschakeling** $\boxed{R_v = R_1 + R_2 + \ldots}$

· De stroom is in elke serieweerstand even groot.

· De batterijspanning staat over R_v en wordt over de weerstanden verdeeld zodat $U_v = U_1 + U_2$

· **parallelschakeling** $\boxed{1/R_v = 1/R_1 + 1/R_2 + \ldots}$

· *Voorbeeld 2:*
serieschakeling. Zie figuur 1:

Een 6,0V, 0,50A lampje is in serie geschakeld met een weerstand en op een regelbare spanningsbron van 9,0 V aangesloten zodat het lampje zelf op 6,0 V brandt.

a. Teken de schakeling met een meter die de stroom door het lampje meet en de meter die de spanning over het lampje meet.
b. Bereken hoe groot de serieweerstand moet zijn.
c. Bereken het vermogen van de lamp, van de serieweerstand en van de bron.
d. Bereken hoeveel lading door het lampje loopt in 1,5 minuten. Bereken ook hoeveel elektronen dat zijn.

Opl:Let op! Nummer eerst elke weerstand, spanning en stroom: R_1, I_1, U_1 enz..

a. Zie de tekening.

b. *Methode 1*:

(*Serieschakeling dus spanning verdeeld en stroom niet!):*

$U_1 = 9{,}0 – 6{,}0 = 3{,}0$ V en er loopt ook 0,50 A door R_1

dus $R_1 = U_1/I = 3{,}0/0{,}50 = 6{,}0\ \Omega$

Methode 2:

R_2 (de lamp) = $U_2/I = 6{,}0/0{,}50 = 12\ \Omega$ en $R_v = U/I = 9{,}0/0{,}50 = 18\ \Omega$. Daaruit volgt dat $R_1 = 18 – 12 = 6{,}0\ \Omega$

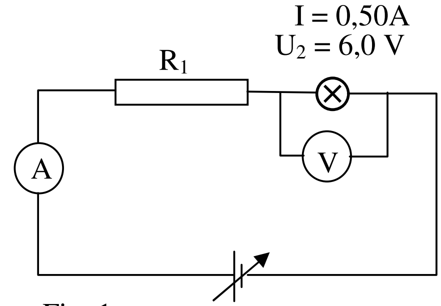


Fig. 1

c. · $P_2 = U_2 I = 6{,}0 \cdot 0{,}50 = 3{,}0$ W

· $P_1 = U_1 I = 3{,}0 \cdot 0{,}50 = 1{,}5$ W
  of $P_1 = I^2R_1 = 0{,}50^2 \cdot 6{,}0 = 1{,}5$ W.

· $P_{bron} = UI = 9{,}0 \cdot 0{,}50 = 4{,}5$ W
  of $P_{bron} = P_2 + P_1 = 3{,}0 + 1{,}5 = 4{,}5$ W

d. I = 0,50 A dat is 0,50 C/s (Zie BINAS tabel 40. In 1 s loopt er dus 0,50 Coulomb door de lamp.
In 1,5 min = 90 s loopt er 90 . 0,50 = 45 C door de lamp.
Zie BINAS tabel 7. De lading van een electron = (-)e = (-)$1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.
45 C bestaat dus uit $45/1{,}6 \cdot 10^{-19} = 2{,}8 \cdot 10^{20}$ electronen (heel veel dus!)

· *Voorbeeld 3:*

Parallelschakeling. Zie figuur 2:

Bij een fiets staan een voorlampje (6,0V, 0,50 A) en een achterlampje (6,0V, 0,050 A) parallel geschakeld en in serie met een weerstand R_1 op een 12,6 V dynamo aangesloten.

a. Bereken R_1.
b. Bereken de de weerstand van de keten.
c. Bereken het vermogen van de dynamo.

Opl: *Let op! Geef eerste elke weerstand, spanning en stroom een naam: R_1, I_1, U_1 enz..*

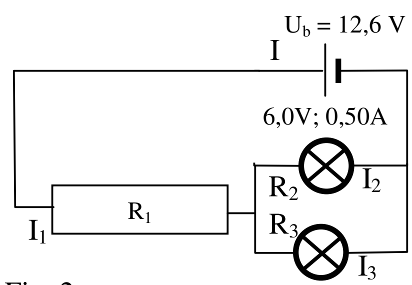


Fig. 2

a. $I_1 = I_2 + I_3 = 0{,}50 + 0{,}050 = 0{,}55$ A
$U_b = U_1 + U_2 \rightarrow U_1 = 12{,}6 – 6{,}0 = 6{,}6$ V
$R_1 = U_1 / I_1 = 6{,}6/0{,}55 = 12{,}0 = 12\ \Omega$

b. • vervangingsweerstand van beide lampjes ($R_{2,3}$):
$1/R_{2,3} = 1/R_2 + 1/R_3 = 1/12 + 1/120 = 0{,}09167$ dus $R_{2,3} = 1/0{,}09167 = 10{,}9\ \Omega$
• weerstand van de gehele keten: $R_{1,2,3} = 12 + 10{,}9 = 22{,}9 = 23\ \Omega$
Het kan ook zo: $Rv = Ub/I = 12{,}6/0{,}55 = 22{,}9 = 23\ \Omega$

c. $P_{dyn} = U_{dyn} I = 12{,}6 \cdot 0{,}55 = 6{,}93 = 6{,}9$ W

· **weerstand homogene draad**

$$\boxed{R = \frac{\rho . l}{A}}$$

· ρ = **soortelijke weerstand** in Ω m
(Zie BINAS tabel 8, 9 en 10)
· l = lengte in m
· A = **doorsnede** in m^2

Let op:
De diameter of middellijn van een ronde draad is in m.
De doorsnede in m^2 bereken je met $A = \pi r^2$
ρ is ook het symbool voor dichtheid in kgm^{-3}.

· *<u>Voorbeeld 4:</u>*

Je maakt een weerstand van 100 Ω van een nichroomdraad met een doorsnede van $0{,}0040 mm^2$.
Bereken hoe lang de draad moet zijn.

· *Geg.:* R= 100 Ω , nichroom dus $\rho = 1{,}10.10^{-6}\ \Omega\ m$ (BINAS) en $A = 0{,}0040.mm^2 = 4{,}0.10^{-9}\ m^2$.

· *Gevr:* lengte l

· *Opl.* $R = \rho.l/A \rightarrow 100 = 1{,}10.10^{-6}\ .\ l/4{,}0.10^{-9} \rightarrow 100 = 275\ .\ l \rightarrow l = 0{,}36m$

· Elektrische veiligheid:

1. Op de fasedraad (bruin) staat 230 V. Op de nuldraad (blauw) staat 0 V. De nuldraad is bij de centrale met de aarde verbonden.
2. <u>Aardlekschakelaar</u>: Als de stroom in de fasedraad en de nuldraad (meer dan 30 mA) verschillen wordt de stroomkring verbroken. *De aardlekschakelaar beschermt je tegen een te sterke elektrische stroomstoot (schok).*
3. <u>Zekering</u>: Een huiszekering is meestal 16 A. Als de stroomsterkte groter wordt dan 16 A (door overbelasting of kortsluiting) smelt de zekering en wordt de stroomkring verbroken. *De zekering beschermt tegen overbelasting en dus tegen oververhitting van de bedrading.*
4. <u>Aardleiding</u>: De aardleiding (geel/groen) maakt een verbinding tussen metalen wand van een elektrisch apparaat en de aarde.

Als de fasedraad tegen de metalen wand van een wasmachine komt is er een weerstandloze verbinding tussen fasedraad (via aardleiding en de aarde) met de nuldraad in de centrale. De stroomsterkte wordt te groot en de zekering smelt.
Aardleiding in combinatie met zekering voorkomt dat metalen delen van een apparaat onder spanning komen te staan.

Elektrisch veld 35 D 2

wet van Coulomb $F_{el} = f\dfrac{qQ}{r^2}$

· **veldsterkte en veldkracht** $\boxed{E = \dfrac{F}{q}}$

· F in N, q in Coulomb dus E in N/C
· Veldlijnen afkomstig van een geladen voorwerp vind je door in gedachten er een ladinkje +q neer te zetten. Zie figuur 1.
·F is dan van het voorwerp af gericht dus E = F/q ook.
·Neem je q negatief dan is F naar het voorwerp toe gericht maar F = q.E (en q negatief dus F en E tegengesteld) dus E nog steeds van het voorwerp af gericht.
·Je kunt ook onthouden: veldlijnen lopen van de +lading naar de –lading.
· De richting van E vind je door een raaklijn te tekenen aan de elektrische veldlijnen.

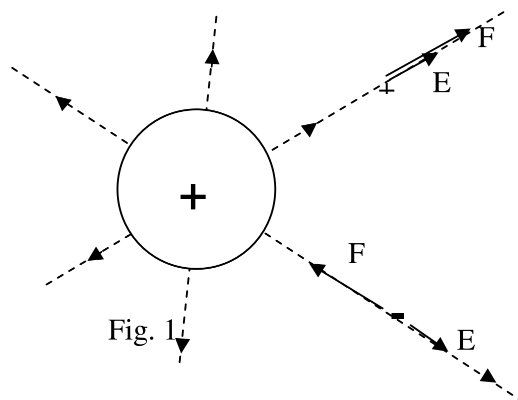


Fig. 1

· **veldsterkte en potentiaalverschil** $E = \dfrac{\Delta V}{\Delta x} = \dfrac{U}{\Delta x}$

· **toename elektrische energie** $\boxed{\Delta E_{el} = q\Delta V = qU = -\Delta E_{kin}}$

·E in Joule, q in Coulomb, U of V in Volt, $E_{kin} = ½mv^2$
·De verandering van de elektrische energie = - verandering van de kinetische energie.
·Je kunt ook q uitdrukken in e (elementair ladingsquantum, BINAS Tabel 7) en V in Volt. Je vindt E_{el} dan in e.V = eV (BINAS: 1 eV = $1{,}6\ldots10^{-19}$ J)
· Toepassing bij het versnellen van elektronen, bijv. in versnellers, een röntgenbuis, oscilloscoop en TV toestel.

· **arbeid door veld** $W_{A\rightarrow B} = q(V_A - V_B) = qU_{AB}$

· *Voorbeeld 1:*

Op twee evenwijdige platen is een 10,0 V batterij aangesloten. De elektrische veldsterkte tussen de platen is 500 N/C. Zie figuur 2. Bij één van de platen wordt een elektron losgelaten die versnelt naar de andere plaat gaat.
a. Leg uit bij welke plaat het elektron wordt losgelaten.
b. Teken vier elektrische veldlijnen tussen de platen.
Bereken:
c. De elektrische kracht op het elektron.
d. De snelheid waarmee het bij de plaat aankomt.
e. De elektrische energie in het begin in J en in eV.

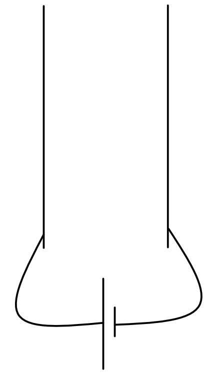


Fig. 2

Oplossing:
a. Het elektron versnelt naar de plaat die met de +pool is verbonden en wordt dus rechts los gelaten.
b. Zie figuur 2b. Veldlijnen lopen van de + naar de -.

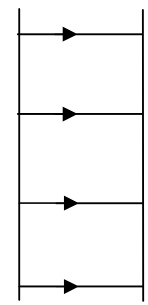


Fig. 2b

c. $F_e = q.E = 1{,}6.1^{-19} \ .\ 5{,}0.10^2 = 8{,}0.10^{-17}$ N
(Let op; Je berekent de grootte van F_e, dus niet $q = -1{,}6.1^{-19}$ C invullen. De richting van F_e vind je m.b.v. Fig. 2: +pool zit links, dus –deeltje ondervindt een F_e naar links. Of m.b.v. Fig. 2b: E is naar rechts, q <0 dus $F_e = q.E$ naar links)
d. · $q\Delta V = \Delta ½.m.v^2$
· Vul in: $\Delta V = 10{,}0$ V; $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg; $q = e = 1{,}6.10^{-19}$ C (BINAS Tabel 7) *(Let op; v neemt toe dus $\Delta E_k > 0$ dus niet $q = -1{,}6.1^{-19}$ C invullen)*
· Uitkomst: $v = 1{,}9.10^6$ m/s
e. · $\Delta E_{el} = q\Delta V = 1{,}6.1^{-19} \ .\ 10 = 1{,}6.10^{-18}$ *J. Dus* $E_{el} = 1{,}6.10^{-18}$ *J (en Ek = 0 J) bij de rechter plaat (Bij de linker is* $E_{el} = 0$ *en* $Ek = 1{,}6.10^{-18}$ *J).*
· Dezelfde formule maar nu moet de lading in e (elementaire ladingseenheid = $1{,}6.10^{-19}$ C) uitgedrukt worden. De lading van het electron is (-)1 e.
$\Delta E_{el} = q\Delta V = 1(e) \ .\ 10(V) = 10$ *eV. Dus* E_{el} was 10 eV *(dat is omgezet in E_k bij de linker plaat)*

· *Voorbeeld 2:*

Een elektron wordt in een beeldbuis versneld door een spanningsverschil van 18 kV.
Bereken zijn eindsnelheid. De beginsnelheid is verwaarloosbaar.
Geg.: $q = (-)1{,}6.10^{-19}$ C, $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg (BINAS, Tabel 7) en $V = 18.10^3$ V
Opl.: $q\Delta V$(*E_{el} neemt af*) $= \Delta ½.m.v^2$ (*E_k neemt toe*)
Vul in: $\Delta V = 18.10^3$V; $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg; $q = 1{,}6.10^{-19}$ C (BINAS Tabel 7).
$1{,}6.10^{-19} \ .\ 18.10^3 = ½.9{,}1.10^{-31}.v^2 - ½.9{,}1.10^{-31}.0^2$
Uitkomst: $v = 8{,}0.10^7$ m/s

Magnetisch veld 35 D 3

Lorentzkracht:

· **op stroomvoerende geleider**

$\boxed{F_L = B\,I\,l}$

· B in $NA^{-1}\,m^{-1}$ = T (Tesla, zie BINAS tabel 4)
· I in A
· l in m
· Op een stroomdraad in een magnetisch veld werkt een Lorentzkracht.
· Met de **<u>linkerhand regel</u>** vind je de richting van F_L:
· Veldlijnen opvangen in linker handpalm, gestrekte vingers wijzen I aan, duim wijst F_L aan
· Toepassingen: elektromotor, luidspreker.

· **op bewegend deeltje**

$\boxed{F_L = Bqv}$

· B in $NA^{-1}\,m^{-1}$ = T (Tesla, zie BINAS tabel 4)
· q in Coulomb
· v in m/s
· De richting van de Lorentzkracht vindt je ook hier weer met de **<u>linkerhandregel</u>**.
· Let op: Als het deeltje negatief geladen is (q<0) dan is I tegengesteld aan de snelheid van de geladen deeltjes (= v).
· Toepassingen: Afbuiging van geladen deeltjes in een beeldbuis (TV), deeltjesversnellers, noorderlicht.

· *<u>Voorbeeld 1</u>:*
Draad PQ is op een batterij aangesloten. De draad bevindt zich bij een staafmagneet waarvan de polen zijn aangegeven met N en Z.
Bepaal de richting van de Lorentzkracht op de draad in figuur 1.
Opl:
· Geef eerst aan dat in PQ I van de +pool naar de -pool loopt en dat B (buiten de magneet) van de noord- naar de Zuidpool wijst (net als een kompas).
· Pas de linkerhand regel toe en je vindt dat F_L het papier uit wijst.
· F_L Aangegeven met een stip met een cirkel er om heen.

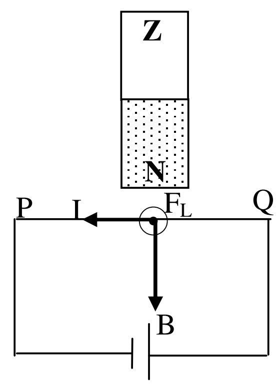


Fig. 1

<u>De richting van het magnetisch veld van een stroomspoel</u>:
· Het magnetisch veld van een permanente magneet wijst <u>buite</u>n de magneet van de N- naar de Z- pool.
· **Het magnetisch veld van een stroomspoel** (elektromagneet is stroomspoel met kern) vind je met de **<u>rechter vuist regel</u>**:
· De gekromde vingers wijzen de richting van de elektrische stroom aan.
· De duim wijst de N-pool aan en de richting van de veldlijnen in de spoel.
· *De richting van B vind je met de raaklijn aan de magnetische veldlijn.*
· *Een kompas stelt zich rakend aan de magnetische veldlijn*

op waarbij de pijlpunt van het kompas (= noordpool) de richting van B aangeeft. Zie figuur 2).

· *Voorbeeld 1:*
In figuur 2 is een spoel getekend die op een batterij is aangesloten. Bepaal waar de noordpool zit.
Opl:
· Geef de richting van I aan in de spoeldraad (van +pool door de spoel naar de -pool van de batterij)
· Wijs met de gekromde vingers van je **rechter vuist** in de richting van I.
·Je gestrekte duim geeft de richting aan van de veldlijnen(B) in de spoel. Je duim wijst ook naar de noordpool van de spoel.

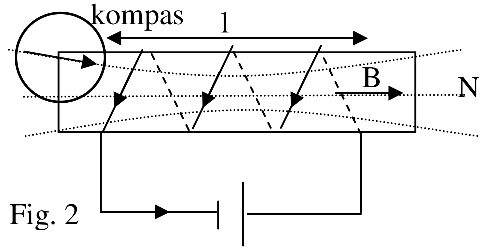


Fig. 2

· *Voorbeeld 2:*
Een elektron beweegt met $2{,}7.10^{8}$ m/s naar rechts een magnetisch veld in van 0,0020 T dat het papier uit komt. Zie figuur 3a.
a. Bepaal de richting van de lorentzkracht.
b. Bereken de straal van de cirkel.
c. het magnetisch veld is afkomstig van een stroomspoel van 0,80 m lengte en 500 windingen. Bereken de stoomsterkte in deze spoel.
Opl:
a. · Het –deeltje gaat naar rechts dus I is naar links. Zie fig. 3b.
· Met een richtingsregel (linkerhand) zie je dat F_L omhoog gericht is, naar het middelpunt van de cirkel. Zie figuur 3b.
b. Het is een *cirkelbeweging* dus $F_{mpz} = F_L$ ofwel $mv^2/r = Bqv$, te vereenvoudigen tot $mv/r = Bq$
Geg.: $q = (-)1{,}6.10^{-19}$ C, $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg, $v = 2{,}7.10^{8}$ m/s (BINAS, Tabel 7), B = 0,0020 T.
$9{,}1.10^{-31} \, . \, 2{,}7.10^{8} /r = 0{,}0020 \, . \, 1{,}6.10^{-19}$
Uitkomst: r = 0,768 = 0,77 m
c. De magnetische inductie van een stroomspoel bereken je met $B = \mu_o NI/l$
$0{,}0020 = 1{,}257.10^{-6} \, . \, 500 \, . \, I/0{,}80$
Uitkomst: I = 2,546 = 2,5 A

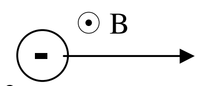


Fig. 3a

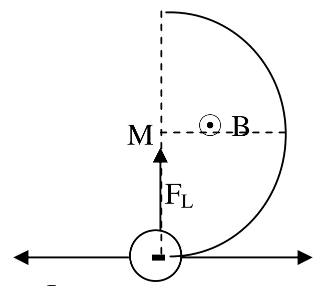


Fig. 3b

· **magnetische flux** $\boxed{\mathbf{\Phi = B_n A}}$
· Φ in Wb (Zie BINAS tabel 4)
· B_n in $NA^{-1}m^{-1} = T$
· A in m^2

· **magnetische inductie spoel** $\boxed{\mathbf{B = \mu_o NI/l}}$
· l is de lengte van de spoel (zie figuur 2), μ_o een constante, de z.g. (magnetische permeabiliteit van het vacuüm: $1{,}25664.10^{-6}$ Hm^{-1} BINAS tabel 7).
· *Zie voorbeeld 2c.*

Wisselstromen en inductie 35 D 4

· **wisselspanning**

$U(t) = U_{max}\sin 2\pi ft$

· U in V, f in Hz, t in s.
· De GR in de Rad-mode!

· **wisselstroom**

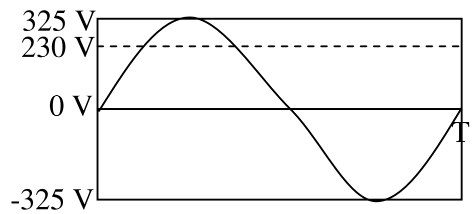
$I(t) = I_{max}\sin 2\pi ft$

· I in A, f in Hz, t in s.
· De GR in de Rad-mode!

· **effectieve spanning**

$U_{eff} = \frac{1}{2}\sqrt{2}\, U_{max}$

Op het stopcontact staat een effectieve spanning van 230 V.
· Een sinusvormige wisselspanning met een topwaarde van 325 V heeft een effectieve waarde van $325 \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} = 230$ V. Een lamp op deze wisselspanning met topwaarde van 325 V brand even fel als op een gelijkspanning van 230 V. Zie figuur.



· **effectieve stroomsterkte**

$I_{eff} = \frac{1}{2}\sqrt{2}\, I_{max}$

· $P_{eff} = U_{eff} \cdot I_{eff} = \frac{1}{2} U_{max} \cdot I_{max}$

· **elektrisch rendement**

$\eta = P_{nuttig}/P_{in} \cdot 100\%$

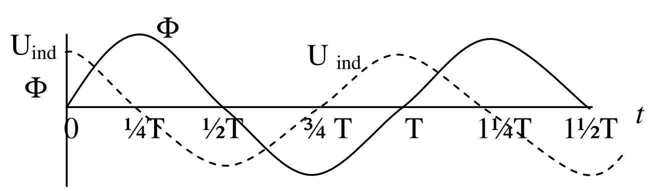
· Het rendement is maximaal 100%
· $\eta = E_{nuttig}/E_{in} \cdot 100\%$ kan ook.

· **inductiespanning**

$U_{ind} = N\,|\Delta\Phi|/\Delta t$

· De inductiespanning die in een spoel wordt opgewekt hangt af van:
het aantal windingen N
de snelheid waarmee de flux in de spoel verandert.
· $\Delta\Phi / \Delta t$ geeft de r.c. van de Φ - t grafiek aan..
Als de flux <u>maximaal</u> is, is de r.c. = 0 dus $U_{ind} = 0$ (Zie de *grafiek)*

Zie grafiek:
De getrokken lijn geeft de flux-tijd grafiek weer.
U_{ind} is groot als de flux (Φ) sterk verandert dus op t = 0; ½T, T en 1½T.
U_{ind} is 0 als de flux (Φ) niet verandert dus op t = ¼T, ¾T en 1¼T.



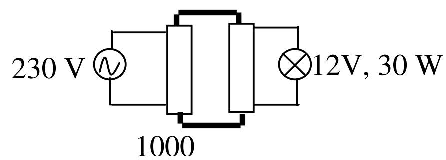
· **transformator** $\boxed{U_p/U_s = N_p/N_s}$

· p is primair (ingang) en s is secundair (uitgang)
· N = aantal windingen

· **vermogen bij ideale transformator** $\boxed{P_p = P_s}$

· P is het vermogen in Watt.
· $P_p = P_s$ is gebaseerd op de wet van behoud van energie.

· *Voorbeeld 1*:
Een 12 V, 30 W halogeenlamp wil je met een transformator op 230 V aansluiten.
a. bereken het aantal secundaire windingen als er primair 1000 zijn.
b. Bereken de secundaire en primaire stroomsterkte.



Opl:
a. $U_p/U_s = N_p/N_s$ ➔ $230/12 = 1000/N_s$ ➔ $N_s = 52$
b. · $P_s = U_s \,.\, I_s$ ➔ $30 = 12.I_s$ ➔ $I_s = 2{,}5$ A
· P_p is ook 30 W (ideale transformator)
· $P_p = U_p\, I_p$ ➔ $30 = 230 \,.\, I_p$ ➔ $I_p = 0{,}13$ A

Condensator 35 D 5

condensator
capaciteit **$C = Q/U$**

lading op condensator **$Q = CU$**

opladen condensator **$I(t) = I(0)e^{-t/RC}$**

Overige onderwerpen 35 E

Atoomfysica 35 E 1

· **energie foton**	$\boxed{\mathbf{E_f = hf = hc/\lambda}}$ · E in J; c is de lichtsnelheid , h is de constante van Planck (BINAS tabel 7), λ is de golflengte in m.
spectraallijn	$\boxed{\mathbf{\Delta E = hf \quad f\ is\ frequentie}}$ · Als een atoom overgaat van een hoog energieniveau E_n naar een lager energieniveau E_m dan neemt zijn energie af met $\Delta E = E_n - E_m$. Het atoom zendt een foton uit met een energie $E_f = \Delta E = E_n - E_m$. .
uittree-arbeid	$\mathbf{W_u = hf_{grens}}$
foto-elektrisch effect	$\mathbf{E_k \leq hf - W_u}$
de Broglie	$\mathbf{\lambda = h/m_o v = h/p}$
Wien	$\mathbf{\lambda_{max} T = k_w}$

Kernfysica 35 E 2

· **aantal nucleonen in kern**

$\boxed{A = N + Z}$

- A = aantal nucleonen (kerndeeltjes) = massagetal.
- N = aantal protonen = rangnummer = lading
- Z = aantal neutronen

Zie BINAS tabel 25: isotopen: Daar staat het element, rangnummer, massagetal, vorkomen in de natuur, halveringstijd en uitgezonden deeltje.

- Notatie van een kern:

$^{231}_{91}Pa$-kern heeft 91 protonen en dus 231 - 91 = 140 n

Ioniserende straling:
neutronen: $^{1}_{0}n$
protonen: $^{1}_{1}p$
α-straling = $^{4}_{2}He$-kern
β^{-}-straling = elektron = $^{0}_{-1}e$
β^{+}-straling = positron = $^{0}_{+1}e$
γ -straling = $^{0}_{0}\gamma$ = elektromagnetische straling met 'grote' frequentie.

- Isotoop:

Element met hetzelfde rangnummer maar verschillend massagetal:
·Drie isotopen van waterstof zijn*:* $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$ en $^{3}_{1}H$
·De samenstelling is:
$^{1}_{1}H$ = 1 p + 0 n, $^{2}_{1}H$ = 1 p + 1 n en $^{3}_{1}H$ = 1 p + 2 n

- **Besmetting en bestraling:**

Als je radioactief besmet bent bevindt zich in of op je lichaam radioactief materiaal. Als je bestraald wordt blijven de radioactieve kernen in de bron. Je wordt dus niet besmet en dus niet radioactief. Wel wordt je getroffen door ioniserende straling die in je lichaam schade veroorzaakt.

- Radioactief verval:

Het totaal aantal nucleonen en het totaal aantal protonen voor en na de reactie is gelijk.

· *Voorbeeld 1:*
Stel de vervalreactie op van $^{231}_{91}Pa$.
Opl.:
· Volgens BINAS tabel 25 zendt $^{231}_{91}Pa$ een α-deeltje uit, dat is een $^{4}_{2}He$-kern.
· Je houdt $^{231-4}_{91-2}X$ = $^{227}_{89}X$ over
· Volgens tabel 25 hoort rangnummer 89 bij Ac.
· $^{231}_{91}Pa \rightarrow {}^{227}_{89}Ac + {}^{4}_{2}He$

- Instrumenten om straling te detecteren:

Geiger-Muller teller, fotografische plaat, Wilsonvat (nevelvat)

· **Einstein**

$\boxed{E = mc^2}$

- E in J

· m in kg (m = totale massa voor - totale massa na de reactie)
· c = lichtsnelheid = 2,99 . . ..10^8 m/s (BINAS tabel 7)

· *Voorbeeld 2:*
Bij de vorige vervalreactie is de massa van de deeltjes:
$^{231}_{91}$Pa-kern = 3,835614.10^{-25} kg, $^{227}_{89}$Ac = 3,769076.10^{-25} kg en $^{4}_{2}$He = 6,644661078.10^{-27} kg
Bereken hoeveel energie er vrij komt bij het verval van $^{231}_{91}Pa \rightarrow {}^{227}_{89}Ac + {}^{4}_{2}He$.
Opl:
· Je hebt de kernmassa nodig. Voor de reactie moet je dus van de atoommassa 91 elektronen aftrekken en na de reactie 89 + 2 is ook 91. Merk op dat deze bijdragen hier toevallig tegen elkaar wegvallen!
m_{voor} = 231,03589u en m_{na} = 227,02775u + 4,002603u
Er is dus 0,005537 u omgezet.
· BINAS Tabel 7: 1u = 931,49 MeV dus er komt 0,005537 . 931,49 = 5,1577 MeV vrij.

· **halveringstijd**

$\boxed{\tau = t_{1/2}}$

· De halveringstijd is te vinden in BINAS tabel 25.

Vervalconstante

$\boxed{\lambda = 1/\tau \ \ln 2}$

· λ in s^{-1}

· **radioactief verval**

$$\boxed{N(t) = N(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}}$$

$$\boxed{N(t) = N(0)e^{-\lambda t}}$$

· *Voorbeeld 3:*
Je hebt een hoeveelheid Ne-24 kernen.
Bereken hoeveel % er vervallen is na 24 uur.
Opl:
· Volgens BINAS tabel 25 is de halveringstijd van Ne-24 gelijk aan 15 uur.
· $N(t) = N(0)(1/2)^{t/\tau}$
N(0) = 100%, t =24 en τ = 15 uur is 24/15 = 1,6 halveringstijden.
Er is dus over: 100 . $(½)^{1,6}$ = 33,0 %
· Er is dus vervallen: 100 -33,0 = 67 %.

· **Activiteit**

$\boxed{A(t)=-\Delta N(t)/\Delta t \text{ als } \Delta t} \ll \tau$

$$\boxed{A(t) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} N(t)}$$

· A is de activiteit s^{-1} **=** Bq (Bequerel zie BINAS tabel 4)
· De activiteit geeft aan hoeveel kernen er per seconde vervallen dus hoeveel deeltjes per seconde worden uitgezonden.
· $\Delta N(t)/\Delta t$ is de rc van de N-t grafiek!

· **<u>Dosis geabsorbeerde ioniserende straling</u>**
(Zie BINAS tabel 3: in gray = Gy = J/kg)
Dosis = hoeveelheid geabsorbeerde stralingsenergie per kg:
$\boxed{D = E_{str}/m}$.
· **<u>Kwaliteitsfactor</u>:**

Geeft aan hoe schadelijk de straling is. Voor α-straling is het 20, voor neutronen 1.

- **Dosisequivalent** in Sv (Sievert, Zie BINAS tabel 4)
  Dosisequivalent= kwaliteitsfactor . geabsorbeerde dosis.
  $\boxed{\mathbf{H = Q.D = Q.Estr/m}}$

- *Voorbeeld 4:*

Een bron met activiteit van $1{,}0.10^6$ Bq zendt 10 minuten lang α-straling uit. 20 % van deze straling komt op 10 gram weefsel. De kwaliteitsfactor is 20. Elk α -deeltje heeft een energie van $8{,}0.10^{-13}$ J.
Bereken het dosisequivalent.

Opl:

- $1{,}0.10^6$ Bq = $1{,}0.10^6$ deeltjes per seconde dus in 10 min = 600 s zijn dat $1{,}0.10^6$ .600 = 6.10^8 deeltjes.
- 20 % hiervan treft het weefsel dat zijn 0,20 . $8{,}0.10^{-13}$ J = $1{,}6.10^{-13}$ J deeltjes.
- De energie hiervan is 6.10^8. $1{,}6.10^{-13}$ J = $9{,}6.10^{-5}$ J
- Dosis geabsorbeerde straling = geabsorbeerde energie/ kg = $9{,}6.10^{-5}$J/0,010 kg = $9{,}6.10^{-3}$ J/kg (=Gy)
- Dosisequivalent = 20 . $9{,}6.10^{-3}$ = $1{,}9.10^{-1}$Sv

verzwakkingcoëfficiënt $\boxed{\mathbf{\mu = \ln 2/d_{1/2}}}$

- $d_{1/2}$ is halveringsdikte

- **verzwakking γ-straling**

$$\boxed{\mathbf{I(x) = I(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{d_{\frac{1}{2}}}}}}$$

$$\boxed{\mathbf{I(x) = I(0)e^{-\mu x}}}$$

Voorbeeld 5:

Beton heeft een halfwaardedikte van 0,40 m voor gammastraling met een bepaalde fotonenergie.
Bereken de vereiste dikte als nog 0,1% door de wand mag komen.

Opl.:

$$\mathbf{I(x) = I(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{d_{\frac{1}{2}}}}} \rightarrow 0{,}1 = 100.(½)^{x/0{,}40} \rightarrow 0{,}001 = (½)^{x/0{,}40}$$

Neem de logarithme: log(0,001) = x/0,40 . log(½)→ -3 = x/0,40 . -0,3010 → x = 3,986 = 4,0 m
(Dat kan kloppen want van 100 naar 0,1 = ongeveer 10 maal gehalveerd, dus ongeveer 10 maal de halveringsdikte is vereist)

Kerncentrale

- In een kerncentrale wordt U-235 gespleten m.b.v. een neutron waarbij energie en een drietal nieuwe neutronen vrij komen:

$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\ ^{1}_{0}n + E$

Voordelen van dit soort reacties:

- Er komt **energie** vrij.
- De vrij gekomen neutronen veroorzaken nieuwe splijtingen.
  Er ontstaat een **kettingreactie**. De reactie houdt zichzelf in stand.

Nadelen/problemen:

- De vermenigvuldigingsfactor k is 3 en moet 1 worden anders komt er steeds meer energie/sec. vrij. Met **regelstaven** (cadmium) worden 2 van de 3 neutronen weg gevangen.

· De vrijgekomen neutronen gaan te snel om een kern te splijten en moeten afgeremd worden m.b.v. een **moderator** (bijv. koolstof)

· Afvalprobleem: De nieuwe kernen (splijtingproducten) zijn weer radioactief.

· N.B.: neutronen zijn ideale projectielen want ze zijn ongeladen en worden door de positieve U-235 kern niet afgestoten.

· N.B.: Bij splijting van zware in middelgrote kernen neemt de bindingsenergie per nucleon toe dus komt er energie vrij.

· N.B.: Boven de kritische massa van bijv. U-235 is de kans de dat de ontstane neutronen ontsnappen en dus geen splijting veroorzaken zo klein dat er een kettingreactie in het U-235 ontstaat.

Kernfusie:

· Door fusie van lichte kernen ontstaat een zwaardere kern en energie.

· De massa neemt af en er ontstaat energie:

${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n + E$

· N.B.: Beide kernen zijn positief en stoten elkaar af. Om ze toch te laten fuseren moeten ze elkaar met zeer grote snelheid naderen. De temperatuur moet dus zeer hoog zijn (een miljard graden). Dit komt voor in de kern van de zon.

· N.B.: Bij fusie van lichte kernen tot middelgrote kernen neemt de bindingsenergie per nucleon toe dus komt er energie vrij.

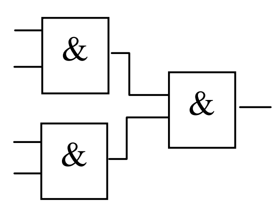
Fysische informatica Tabel 17

· In tabel 17 B staan enkele schematekens voor poorten en dergelijke.
· Een spanning van 5 V heet ook wel hoog, true, waar of 1. Een spanning van 0 V heet ook wel laag, false, onwaar of 0.
· Uitgangen van verwerkers mag je nooit doorverbinden (want dan kun je kortsluiting krijgen). De uitgang van de ene verwerk moet naar de ingang van de volgend!

<u>comparator</u> (vergelijker).
· Stel dat je een comparator instelt op 2 V (= referentie-spanning).
Als $V_{in} < 2$ V dan is $V_{uit} = 0$ V
Als $V_{in} > 2$ V dan is $V_{uit} = 5$ V
· Achter een sensor (die een spanning tussen 0 en 5 V levert) moet altijd een comparator want de poort/teller enz. die je er achter zet werken alleen maar als er 0 of 5 V op de ingang staat.

De **<u>teller</u>** van het systeembord heeft drie ingangen:
· telpulsen
· aan/uit
· reset
· Als je geen draad in de aan/uit ingang steekt staat de teller aan. Verbind je aan/uit met 0 V dan telt hij niet, bij 5 V telt hij wel.
· Een klok maak je met een teller en een pulsgenerator op bijv. 1 Hz.
Vergeet niet dat de klok op 0 moet staan als hij gaat lopen.

<u>EN-poort</u>
De uitgang is 1 als beide ingangen 1 zijn.
Door drie EN-poorten te combineren kun je een EN-poort met 4 ingangen nabootsen:



<u>OF-poort</u>
De uitgang is 1 als minimaal 1 ingang 1 is

<u>Invertor</u> (omkeerder)
De uitgang is 1 als de ingang 0 is.
De invertor heb je nodig als je actie wilt ondernemen bij een laag signaal. Bijvoorbeeld als je in het donker een laag (licht)sensorsignaal hebt en toch een lamp wilt aanzetten.

Geheugencel (Memory)
Als je een gebeurtenis wilt onthouden (bijv. dat het donker is geworden) moet je een memory-cel setten. Wissen doe je met de reset. *(N.B.: Donker geweest "onthouden" betekent bij een laag sensorsignaal de geheugencel setten. Je moet dus eerst naar een invertor en dan pas naar de geheugencel!)*

Van decimaal naar digitaal en omgekeerd:
Gebruik hierbij het rijtje van machten van 2:
$\mathbf{2^6 \quad 2^5 \quad 2^4 \quad 2^3 \quad 2^2 \quad 2^1 \quad 2^0}$ ofwel
64 32 16 8 4 2 1

· *Voorbeeld 1:*
Zet binair 1011 om in een decimaal getal.
Opl*:*
Gebruik het rijtje met machten van 2:
8 4 2 1
1011 = 1.**8** + 0.**4** + 1.**2** + 1.**1** = 8 + 2 + 1 = 11

· *Voorbeeld 2:*
Zet 28 om in een binair getal.
Opl*:*
Gebruik het rijtje met machten van 2:
16 8 4 2 1
26 = 1.**16** + 1.**8** + 0.**4** + 1.**2** + 0.**1** dus 26 is binair 11010

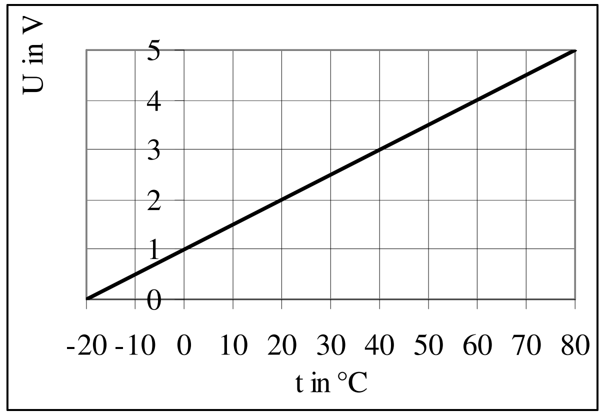
AD-omzetter. Een (n-bits) Analoog digitaal omzetter zet een spanning van 0 tot 5 V om in een digitaal getal (van 0 t/m 2^n -1)

· *Voorbeeld 3:*
a. Bereken het grootste decimale en binaire getal dat een 4-bits AD omzetter kan aangeven.
b. Bereken de nauwkeurigheid van een 4 bits AD omzetter.
Opl:
a. Het grootste binaire getal is 1111, decimaal 8 + 4 + 2 + 1 = 15
(Het kan sneller met 2^4 - 1 = 15. Hij telt dus van 0 t/m 15)
b. ·0 *tot* 5 V wordt verdeeld in 2^4 = 16 stapjes dus moet je de ingang met 5,00V/16 = 0,3125V verhogen om de uitgang met 1 bit te verhogen.
·De nauwkeurigheid (stapgrootte) is 0,3125 V/bit.

Sensor.
· Achter een analoge sensor (die spanningen tussen 0 en 5 V aan kan geven) moet altijd een comparator voordat het signaal naar een poort mag.

· De **gevoeligheid** van bijv. een temperatuursensor geeft aan met hoeveel Volt de sensor uitgang verandert als je de ingang met 1 graad verandert. (Eenheid V/°C)
· De gevoeligheid is de **r.c.** van de ijkgrafiek (hier de spanning temperatuur- grafiek) van de sensor. (Eenheid hier

V/°C).



Probleemanalyse:
Leid uit het tekstverband af welke onderdelen/ verwerkers je nodig hebt:

· Na een sensor altijd een *comparator* met een juiste *referentiespanning*.

· Na 6 s betekent:
een *teller* met *pulsgenerator op 1 Hz* (T = 1 s). 6 = 4 EN 2 dus van de telleruitgang 4 en 2 naar een *EN-poort*.
De teller moet wel netjes vanaf nul gaan tellen. Dat kan door de teller te *resetten*.

· Wachten totdat . . betekent dat een gebeurtenis (bijvoorbeeld dat het donker is geweest) onthouden moet worden. Dus heb je een *geheugencel* nodig die geset moet worden. De gebeurtenis wordt gekenmerkt door een laag lichtsensorsignaal dus een *invertor* achter de comparator en dan pas naar de set van de geheugencel.

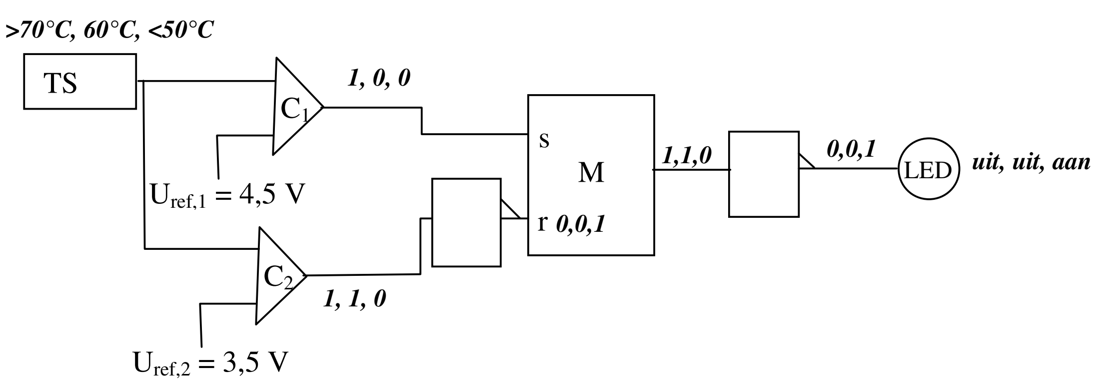
<u>*Voorbeeld 4:*</u>
Als je luidspreker oververhit is (meer dan 70°) moet deze uitgeschakeld worden doordat op een relais een laag signaal komt te staan. Gebruik in de schakeling geen relais maar leidt het signaal dat naar het relais moet naar een LED. Als de temperatuur onder de 50°C is gekomen mag de luidspreker weer ingeschakeld worden. De ijkgrafiek is hierboven gegeven.

Opl.:

1e. Na TS (temperatuursensor) komt C_1 (comparator 1) met $U_{ref,1}$ = 4,5 V (aflezen).
Onthouden moet worden dat C1 hoog is geweest dus van C1 naar M_{set}.
Als t > 70 °C is geweest moet het relais uit dus een laag signaal. Daarom een invertor achter M.

2e. Als t < 50° is C2 laag en moet je M resetten. Dus een invertor achter C_2 met $U_{ref,2}$ = 3,5 V (aflezen).

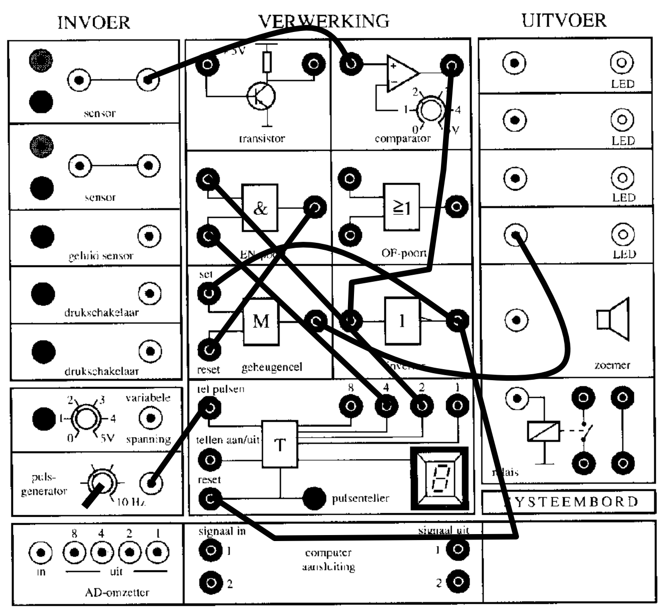
N.B. Test het systeem door achtereenvolgens t > 70 °C te kiezen, t = bijv. 50 °C en t < 50°C en telkens bij de in- en uitgangen 0 of 1 te zetten Zie de figuur hieronder.



· <u>*Voorbeeld 5:*</u>
Zie de ijkgrafiek van een temperatuursensor hierboven.
a. Bepaal het bereik van de sensor.
b. Bereken de gevoeligheid van de sensor.
Opl:
a. Het bereik is van -20 tot 80 °C
b. De gevoeligheid S = r.c. van de ijkgrafiek = (5,0 - 0,0)V/(80- -20)°C = 0,050 V/°C

· <u>*Voorbeeld 6:*</u>
Een lineaire temperatuursensor met een gevoeligheid van 0,050 V/°C wordt aangesloten op een 8 bits AD omzetter.
Bereken de nauwkeurigheid van deze digitale thermometer.
Opl:
· De AD omzetter verdeelt 0 tot 5,00 V in 2^8 = 256 stapjes. De stapgrootte is 5V/256 = 0,0195 V/bit
· S = 0,050 V/°C dus als de temperatuur met 1 °C stijgt, stijgt de spanning met 0,050 V.
Om 0,0196 V te stijgen moet de temperatuur stijgen met 0,0195(V/bit)/0,050 (V/°C) = 0,39 °C(/bit)

· <u>*Voorbeeld 7:*</u>
Als een vrachtauto die te hoog is voor een tunnel een laserstraal onderbreekt moet een (rode) lamp aan gaan en 6 s nadat de auto helemaal door de bundel heen is weer uit gaan.
Analyse van het probleem:
Opl:
>Je hebt een laser dus een *lichtsensor* nodig.
>Achter een sensor moet een *comparator.*
>Voor actie is een hoog signaal nodig. Bij onderbreken van de bundel is de sensor laag dus een *invertor.*
>Het licht moet aan blijven dus een *geheugencel.*
>Na 6 s moet de lamp uit (= resetten geheugencel) Dus een klok (*teller + pulsgenerator op 1Hz*)
N.B.: De klok moet gereset worden als het donker is dus van invertor naar reset.
>Bij 6,0 s is uitgang 4 <u>en</u> 2 van de teller hoog dus een *EN-poort.*



Controleer de werking door in de schakeling 0 of 1 te zetten bij de in- en uitgangen. Je kunt ook een waarheidstabel maken:

sensor	comp uit	inv. uit	M_{set}	M_{reset}	M_{uit}	T_{reset}	T_{uit} 4	T_{uit} 2	EN in 1	EN in 2	EN uit	lamp
licht	1	0	0	0	0	0	?	?	?	?	?	0
donker	0	1	1		1	1	0	0	0	0	0	1
6s licht	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0

Numerieke natuurkunde Tabel xxx

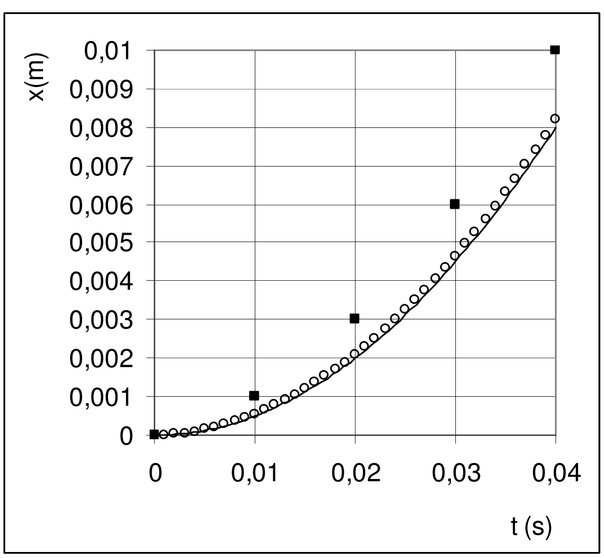
Met de formule voor de snelheid v = dx/dt bereken we de verplaatsing: dx = v*dt
Omdat dt niet oneindig klein gekozen kan worden berekenen we met dx/dt eigenlijk de gemiddelde snelheid.
Nu is de snelheid even groot als de gemiddelde snelheid als:
1. De snelheid constant is.
2. of als de stapgrootte dt heel klein wordt gemaakt. Hoe kleiner dt des te beter klopt het.

Hetzelfde geldt ook voor de versnelling:
a = dv/dt ofwel dv = a*dt klopt exact als a constant is (bij een vrije val bijvoorbeeld) en de resultaten kloppen beter naarmate de stapgrootte dt kleiner is.

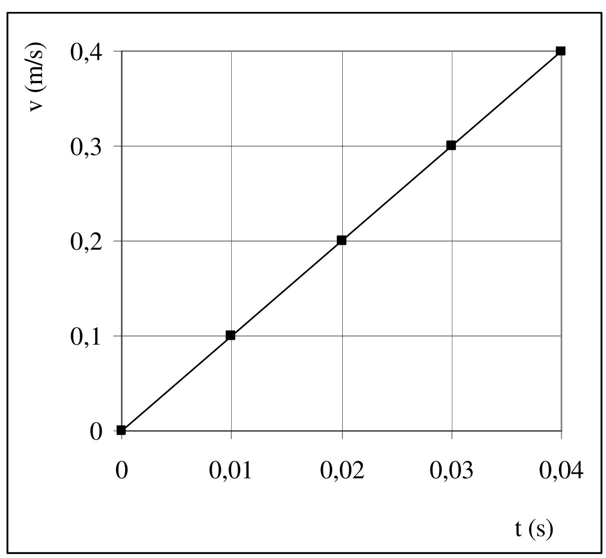
Model van een vrije val:

modelregels	startwaarde	rekencyclus 1	rekencyclus 2	rek.cycl. 3	rek.cycl 4
dv=a*dt	t = 0	dv = 10*0,01 = 0,1	dv = 10*0,01 = 0,1	0,1	0,1
v=v+dv	dt = 0,01	v = 0 + 0,1 = 0,1	v = 0,1 + 0,1 = 0,2	0,3	0,4
dx = v*dt	v = 0	dx = 0,1*0,01 = 0,001	dx = 0,2*0,01 = 0,002	0,003	0,004
x = x + dx	x = 0	x = 0 + 0,001 = 0,001	x = 0,001+0,002 =0,003	0,006	0,01
t = t + dt	a = 9,81 ≈ 10	t = 0 + 0,01 = 0,01	t = 0,01 + 0,01 = 0,02	0,03	0,04

Hieronder staan de resultaten in de grafiek.
De blokjes en de rondjes geven de resultaten van de numerieke methode weer.
De lijn geeft de resultaten van de exacte berekening weer berekend met de formules v=a.t en x=½at^2.
Conclusies:
1. Omdat dv = a*dt exact geldt (a is immers constant) komen de resultaten van het numerieke model excact overeen met de berekeningen van v met v = a.dt (zie rechter grafiek)
2a. Omdat dx = v*dt niet exact geldt (immers het moet zijn dx = v_{gem}.t) kloppen de resultaten van het numerieke model niet met de berekeningen van x met x=½at^2 (Zie linker grafiek).
2b. Naarmate de stapgrootte dt kleiner is kloppen de resultaten van het numeriek model beter.
Vergelijk de blokjes (▪ met dt = 0,01) en de rondjes (○ met dt = 0,005)



Exacte resultaat (-) en het numerieke model met dt = 0,01(▪) en dt = 0,005(○)



Exacte resultaat (-) en het numerieke model (▪) met dt = 0,01

Voorbeeld 1:
Model van een versnelde beweging van een wegrijdende auto:

Modelregels:	Startwaarden: (SI grondeenheden)
1. t = t + dt	t = 0
2. Fr = Fstuw	dt = 0,1
3. a = Fr/m	m = 1000
4. dv = a*dt	v = 0
5. v = v + dv	x = 0
6. dx = v*dt	Fstuw = 2000
7. x = x + dx	

a. Bereken de afstand na 3 rekencycli.
b. Welke modelregels kloppen exact en welke niet? Geef een toelichting
c. Pas het model aan voor geval er een constante rolwrijving (Frol) is van 80 N en een luchtweerstand die berekend moet worden met Flucht = $k.v^2$ waarbij k = 1,8.
d. Welke modelregels kloppen nu exact?
Opl.:
a. De *cursieve* waarden in de tabel veranderen niet.

t=t+dt	0+0,1=0,1	0,1+0,1=0,2	0,3
Fr = Fstuw	*2000*	*2000*	*2000*
a = Fr/m	*2000/1000 = 2*	*2*	*2*
dv=a*dt	*2*0,1 = 0,2*	*0,2*	*0,2*
v=v+dv	0+0,2=0,2	0,2+0,2= 0,4	0,6
dx=v*dt	0,2*0,1=0,02	0,4*0,1 =0,04	0,06
x=x+dx	0+0,02 = 0,02	0,02+0,04=0,06	0,12

b. dv = a*dt ofwel a = dv/dt klopt exact want de versnelling is constant.
(a = Fr/m en zowel Fr als m is constant)
dx = v*dt ofwel v = dx/dt klopt niet exact want v is niet constant maar neemt toe.
c. Modelregels aanpassen/ toevoegen:
- Na modelregel 1 moet staan: Flucht = k*v^2
- Modelregel 2 moet veranderd worden in Fr = Fstuw – Flucht - Frol

Startwaarden toevoegen:
- Frol = 80
- k = 1,8

d. dv = a*dt ofwel a = dv/dt klopt niet meer exact want de versnelling is niet meer constant:
- a = Fr/m en Fr verandert (neemt af) omdat Flucht verandert (toeneemt).
- dx = v*dt ofwel v = dx/dt klopt niet exact want v is niet constant maar neemt toe.

Met Coach6 moet je de volgende vaardigheden beheersen:
Een model uitvoeren (runnen).
Een model aanpassen door formules toe te voegen of aan te passen (bijv. voor het geval er wel wrijving is)
Alle mogelijkheden toepassen die onder de knop “gereedschappen” zitten, o.a.:
Resultaten weergeven in een grafiek of tabel.
Grafieken maken.
Grafiek bewerken (o.a. afgeleide, oppervlakte, helling, functiefit enz)

Behalve de formules uit BINAS kun je o.a. de volgende rekenregels tegen komen:

dx= v*dt	afstand, afgelegd in de tijd dt
x = x + dx	totale afstand
ds = (dx^2 + dy^2)^1/2	stelling van Pythagoras
Fw = -v/abs(v)*k*v^2	gebruikt om te bereiken dat Fw en v tegengesteld zijn:
	Voorwerp stijgt (v positief) dan is –v/(abs)v) = -1 dus Fw = -k*v^2 (omlaag)
	Voorwerp daalt (v negatief) dan is –v/abs(v) = + 1 dus Fw = k*v^2 (omhoog)
	Te vereenvoudigen tot Fw = -k*v^3/abs(v)
x = r*cos(alpha)	Coach6 kent geen Griekse letters. Coach staat (meestal) ingesteld op radialen)
y = r*sin(alpha)	
dv = a*dt	snelheidstoename in de tijd dt
v = v + dv	totale snelheid
dW = F*ds	toename van de verrichte arbeid
W = W + dW	totale arbeid
dQ = Fw*ds	toename van de warmte t.g.v. de wrijving
Q = Q + dQ	totale hoeveelheid warmte
a = Fr/m	Zie BINAS: wet van Newton
Ek = ½*m*v^2	Zie BINAS
Ez = m*g*h	Zie BINAS (Is y berekend in het model dan wordt het bijv. E_z = m*g*y)
Etotaal = Ek + Ez + Q	Wet van behoud van energie: Etotaal verandert niet. (Q of Ew = warmte)

v bepaal je met de tool/ gereedschap: *helling* van de x-t grafiek of
afgeleide van de x-t grafiek en uitlezen (nauwkeuriger)

afstand bepaal je met de tool/ gereedschap: *oppervlakte* van de v-t grafiek of
integraal van de v-t grafiek en uitlezen

Arbeid W bepaal je met de tool/ gereedschap: *oppervlakte* onder de F-s grafiek
Warmte Q of Ew bepaal je met de tool/ gereedschap: *oppervlakte* onder de F_w-s grafiek

---------------------------- *Einde* ----------------------------