

Fysica voor farmacie

Inhoudsopgave

Mechanica

- grootheden & eenheden, meten & schatten
- kinematica in 1 en 2 dimensies
- dynamica: de wetten van Newton, wrijving & cirkelvormige beweging
- arbeid & energie, behoud van mechanische energie

Vloeistofdynamica

- dichtheid, soortelijk gewicht & druk
- wetten van Pascal, Archimedes, Bernoulli
- viscositeit, stroming, oppervlaktespanning
- diffusie & sedimentatie

Trillingen, golven & geluid

- harmonische beweging, trillingen & slingers
- transversale & longitudinale golven, lopende & staande golven
- eigenschappen van geluid, decibelschaal, Dopplereffect

Warmteleer & thermodynamica

- thermische expansie
- calorimetrie, soortelijke & latente warmte
- eerste & tweede hoofdwet van de thermodynamica
- warmteoverdracht
- warmtemotoren, koelkasten & warmtepompen

Elektriciteit

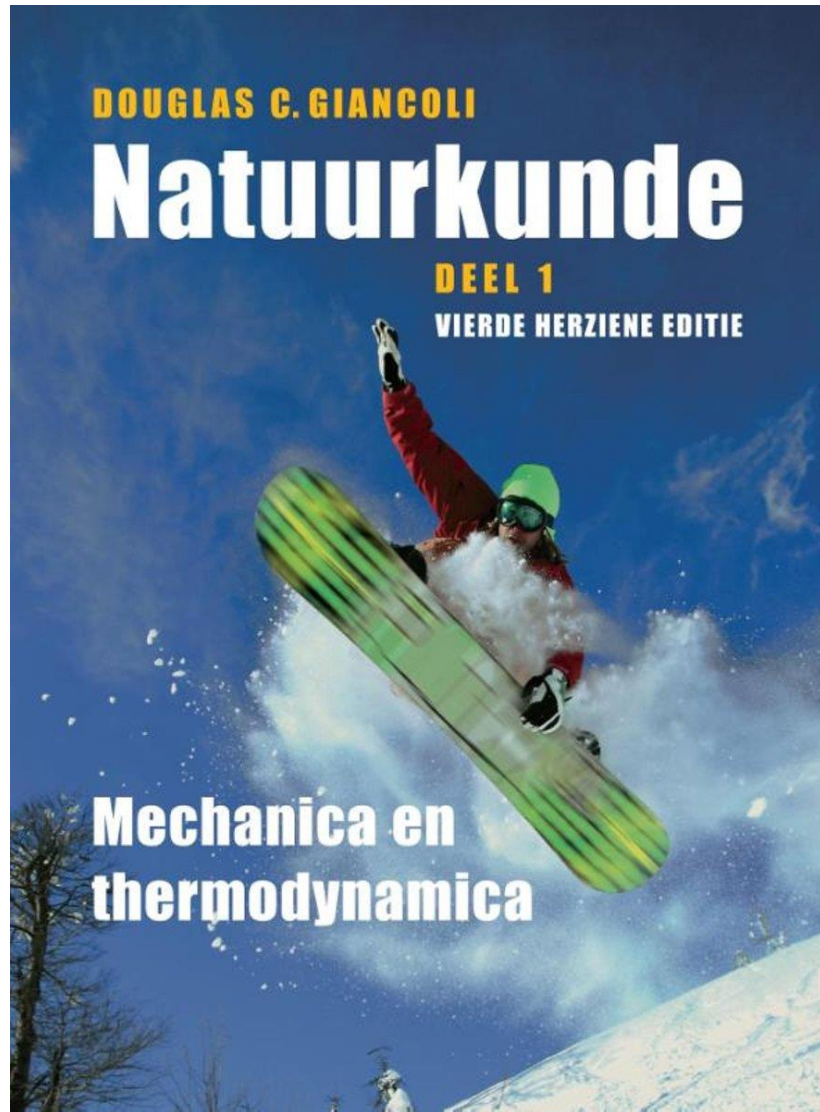
- elektrische lading, kracht, veld & potentiaal
- condensatoren, capaciteit en opslag van elektrische energie
- elektrische stroom & weerstand
- gelijkstroomschakelingen

Optica

- reflectie & breking, beeldvorming door spiegels & lenzen
- menselijk oog & correctielenzen, vergrootglas & microscoop
- interferentie, buiging & resolutie
- spectroscopie & polarisatie

Radioactiviteit & straling

- atoomkernen & bindingsenergie
- α -, β - & γ -verval, behoudswetten
- halfwaardetijd & radiometrisch dateren
- kernreacties, splijting & fusie
- dosimetrie, radiotherapie & tomografie



17/04/2020

Fysica voor farmacie

Uittreksel leerinhouden hoorcolleges

Hoofdstuk 13

Vloeistoffen

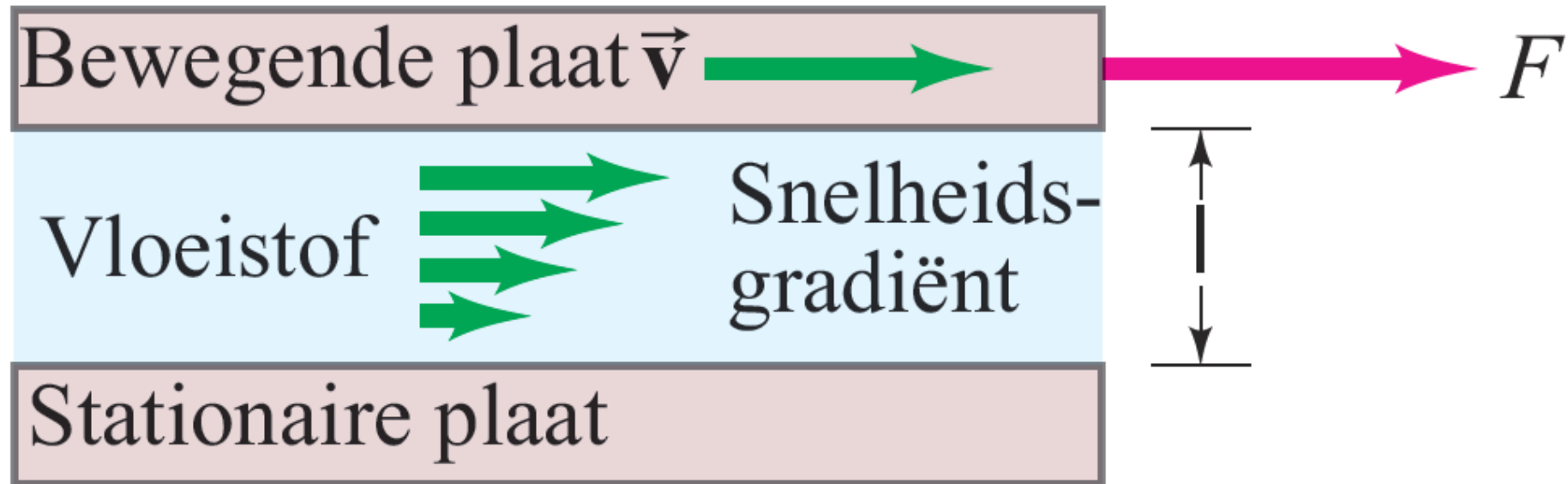


13-11 Viscositeit

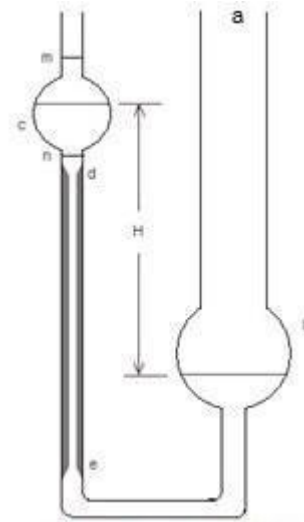
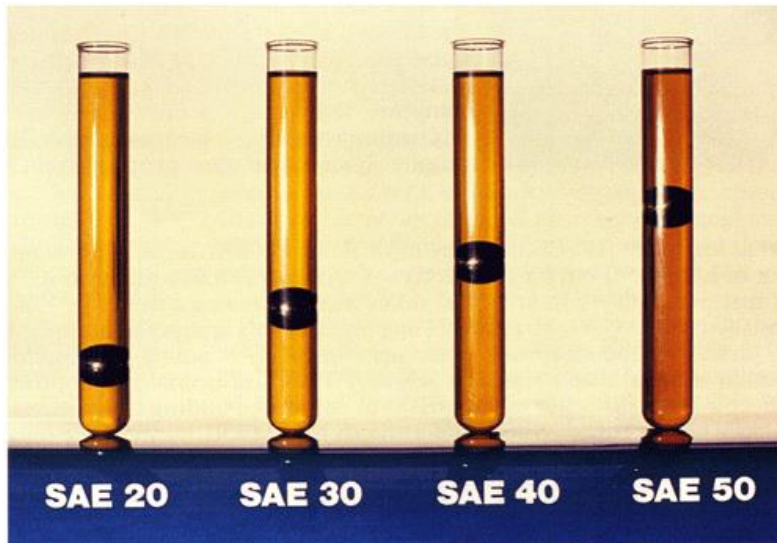
Echte vloeistoffen hebben interne wrijving, viscositeit genoemd ('stroperigheid')

Meten van de viscositeit:

$$F = \eta A \frac{v}{\ell}$$



13-11 Viscositeit



13-11 Viscositeit

Vloeistof (temperatuur in °C)	Viscositeits- coëfficiënt, η (Pa · s) [†]
Water (0°)	$1,8 \cdot 10^{-3}$
(20°)	$1,0 \cdot 10^{-3}$
(100°)	$0,3 \cdot 10^{-3}$
Volbloed (37°)	$\approx 4 \cdot 10^{-3}$
Bloedplasma (37°)	$\approx 1,5 \cdot 10^{-3}$
Ethylalcohol (20°)	$1,2 \cdot 10^{-3}$
Motorolie (30°) (SAE 10)	$200 \cdot 10^{-3}$
Glycerine (20°)	$1500 \cdot 10^{-3}$
Lucht (20°)	$0,018 \cdot 10^{-3}$
Waterstof (0°)	$0,009 \cdot 10^{-3}$
Waterdamp (100°)	$0,013 \cdot 10^{-3}$

$$F = \eta A \frac{v}{\ell}$$

[†] Pa · s = 10 P = 1000 cP.

13-12 Stromen in buizen: de wet van Poiseuille, bloedsomloop

Het vloeistofdebiet in een ronde buis hangt af van:

- Het drukverschil
- De afmetingen (straal en lengte) van de buis
- De viscositeit van de vloeistof

= de **wet van Poiseuille**:

$$Q = \frac{\pi R^4 (P_1 - P_2)}{8\eta l}$$

**Belang:
dichtgeslibde
aders!**

13-13 Oppervlaktespanning en capillaire werking

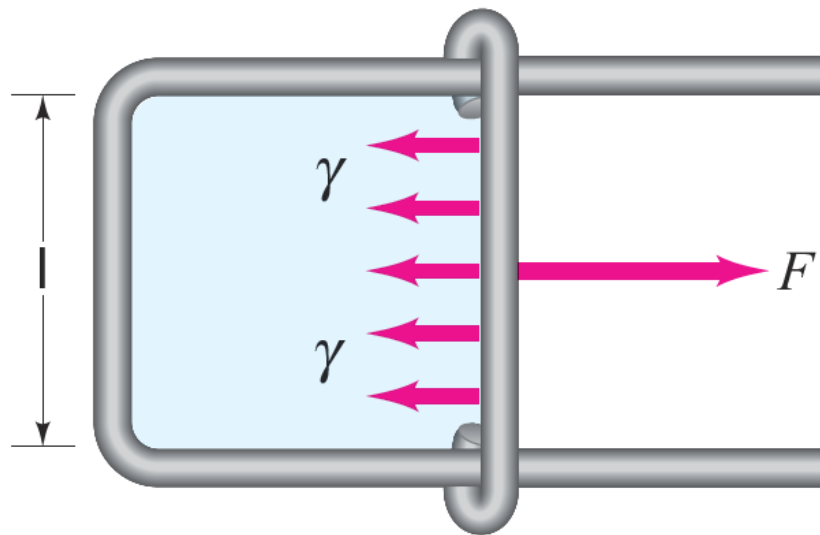
Oppervlaktespanning: cohesiekracht (aantrekkingskracht) tussen de vloeistofmoleculen



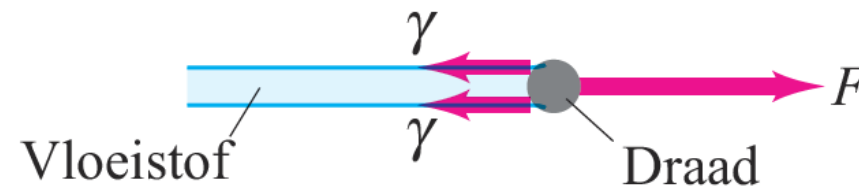
13-13 Oppervlaktespanning en capillaire werking

Definitie van oppervlaktespanning: kracht per eenheid van lengte loodrecht op het oppervlak:

$$\gamma = \frac{F}{\ell}$$



(a) Boven-aanzicht



(b) Zijaanzicht (vergroot)

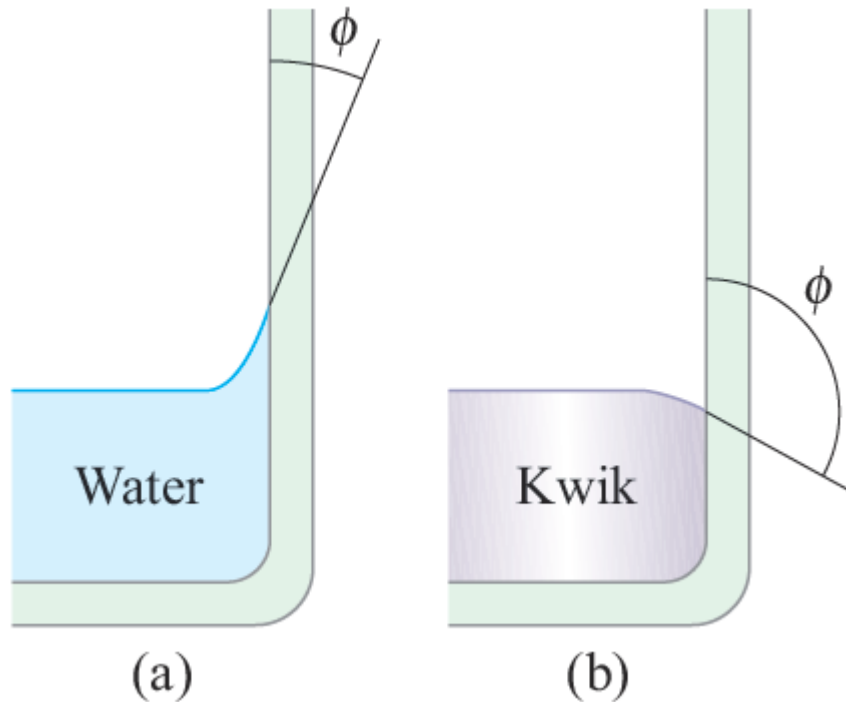
13-13 Oppervlaktespanning en capillaire werking

Door de oppervlaktespanning kunnen objecten met een dichtheid groter dan water blijven drijven:



Zeep en detergent verlaagt de oppervlaktespanning: oppervlakte-actieve stoffen

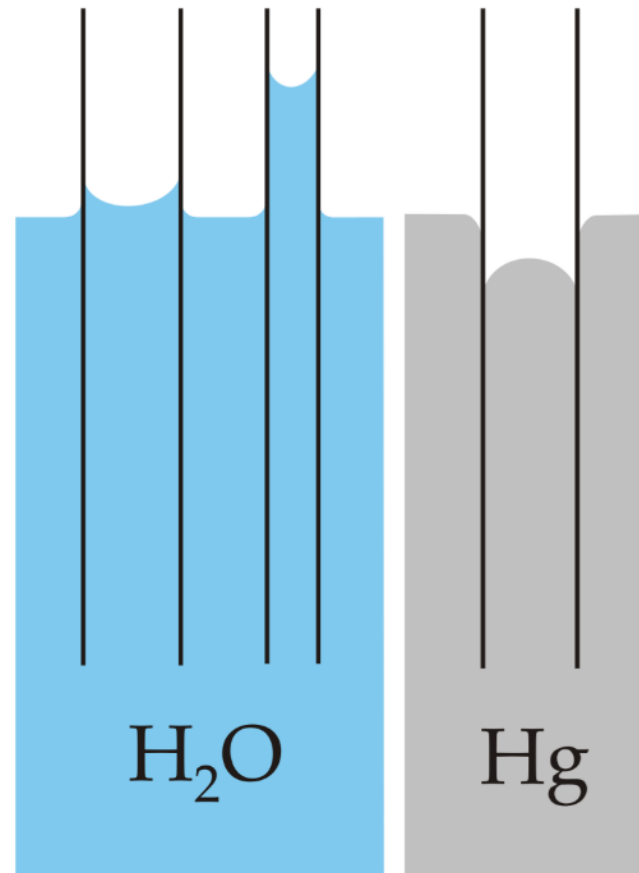
13-13 Oppervlaktespanning en capillaire werking



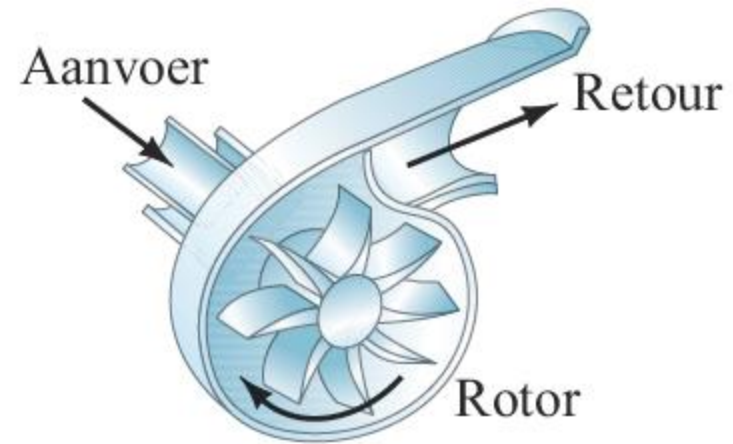
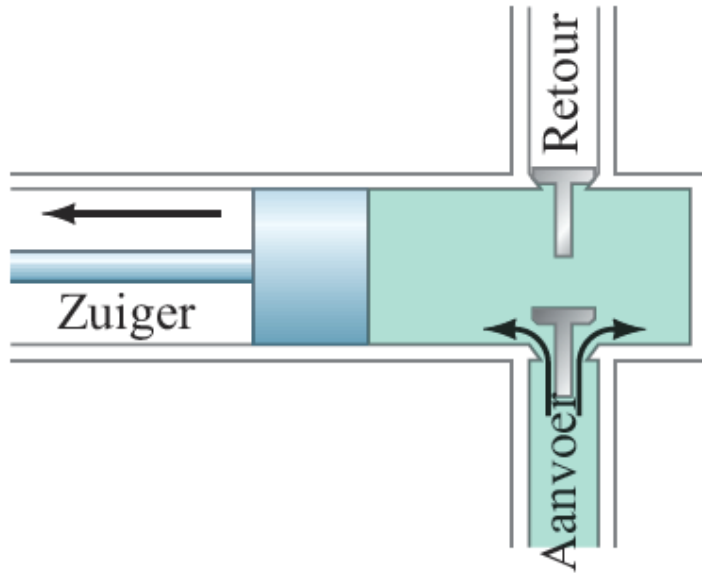
Bevochtiging ('wetting') van een vast oppervlak hangt af van de verhouding van de adhesie- en cohesiekrachten

13-13 Oppervlaktespanning en capillaire werking

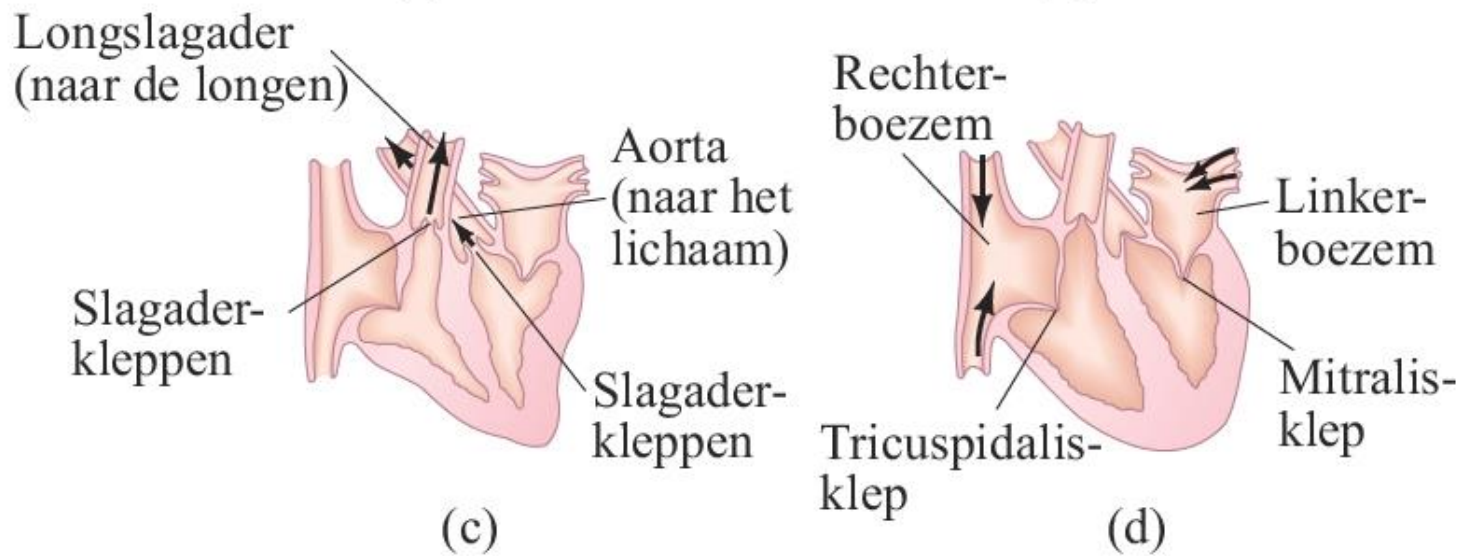
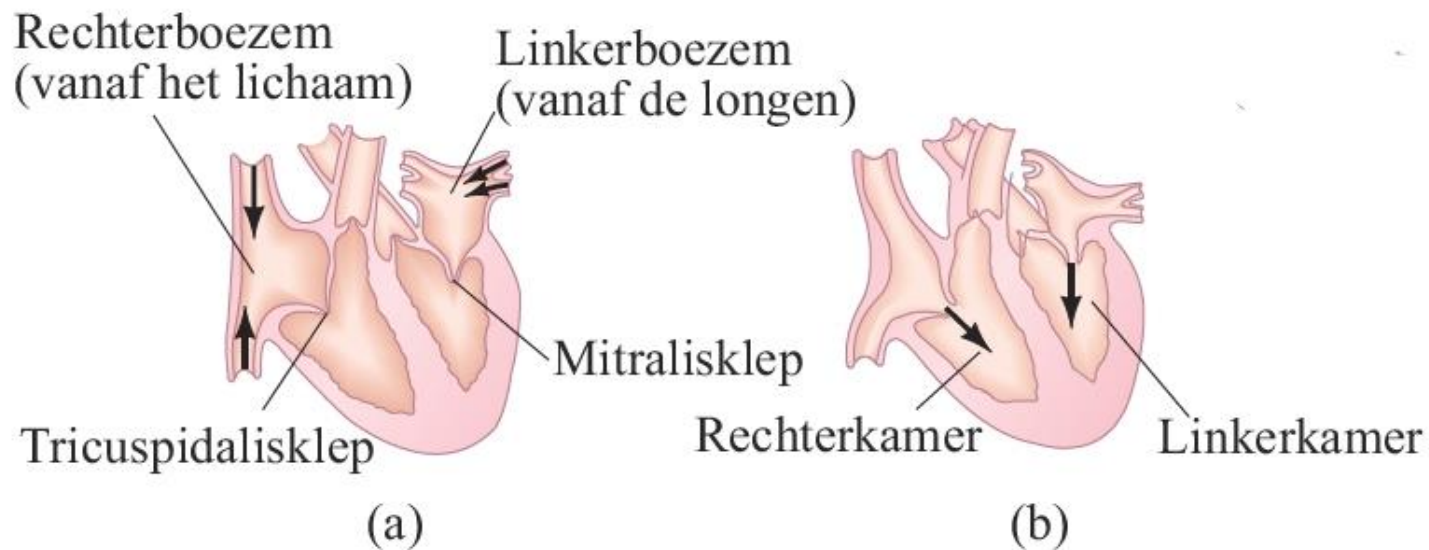
Capillariteit hangt af van de verhouding adhesie (vloeistof-wand) tot cohesie (vloeistof-vloeistof)



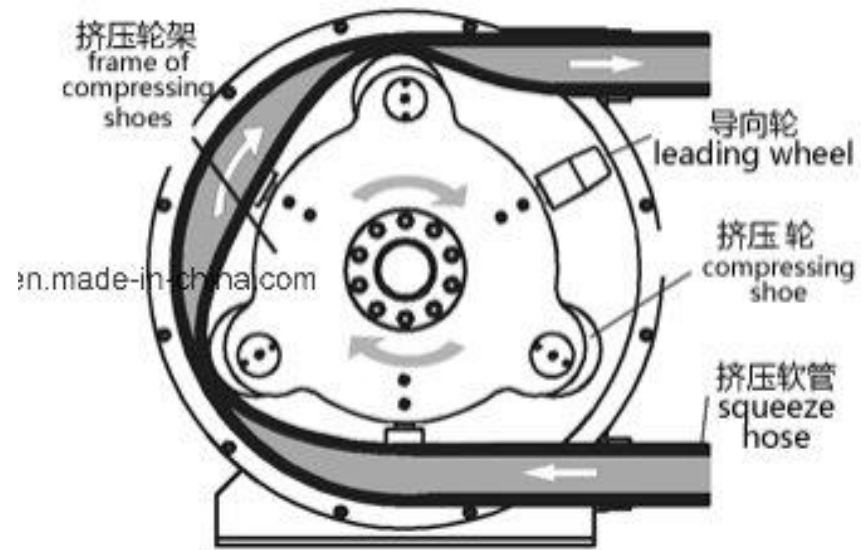
13-14 Pompen en het menselijk hart



13-14 Pompen en het menselijk hart



13-14 Pompen en het menselijk hart



Slangenpomp of peristaltische pomp: vloeistof maakt geen contact met de pomp zelf!

Extra: beweging van een bolvormig deeltje in een vloeistof

Remmende kracht tijdens de 'Val' van een vast bolvormig deeltje in een vloeistof, bij laminaire stroming (zie ook H5):

(formule van Stokes, zonder bewijs) $F = -6\pi\eta Rv$

v = snelheid van de bol

R = straal van de bol

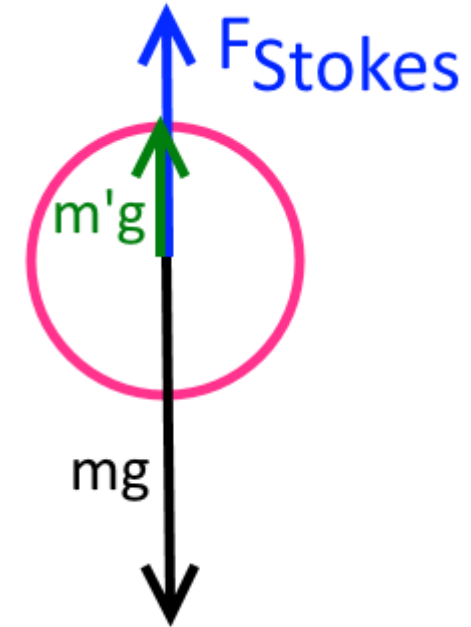
η = viscositeit van de vloeistof

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = (\rho - \rho') \frac{4\pi R^3}{3} g - 6\pi\eta Rv$$

Na voldoende lange tijd:

$$(\rho - \rho') \frac{4\pi R^3}{3} g = 6\pi\eta Rv$$

$$\eta = \frac{2R^2 (\rho - \rho') g}{9v}$$



Later in hoofdstuk 18: verband met sedimentatie!

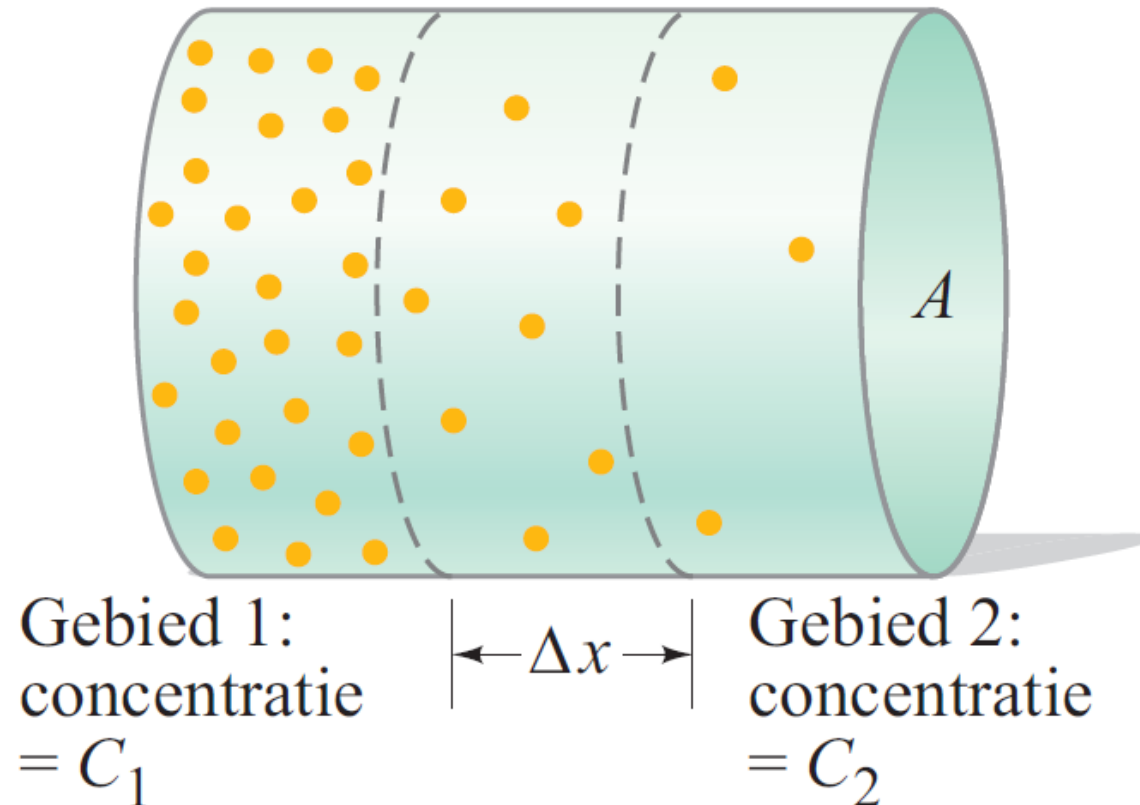
18-7 Diffusie

Ook zonder roeren verdeelt een druppel
kleurstof zich geleidelijk over een vloeistof,
verspreidt parfum zich door een ruimte, ...



18-7 Diffusie

Diffusie gebeurt steeds van een gebied met hoge naar een gebied met lage concentratie



18-7 Diffusie

De diffusiesnelheid (in mol/s of kg/s of moleculen/s) per oppervlakte-eenheid is:

Wet van Fick:

$$J(x) = -D \frac{dC(x)}{dx}$$

Ontbreekt in boek

D = diffusieconstante

dC/dx = concentratiegradiënt

TABEL 18.3 Diffusieconstanten, D
(20 °C, 1 atm)

Diffunderende moleculen	Medium	D (m ² /s)
H ₂	Lucht	$6,3 \cdot 10^{-5}$
O ₂	Lucht	$1,8 \cdot 10^{-5}$
O ₂	Water	$100 \cdot 10^{-11}$
Bloed		
hemoglobine	Water	$6,9 \cdot 10^{-11}$
Glycine (een aminozuur)	Water	$95 \cdot 10^{-11}$
DNA (massa $6 \cdot 10^6$ Da)	Water	$0,13 \cdot 10^{-11}$

18-7 Diffusie

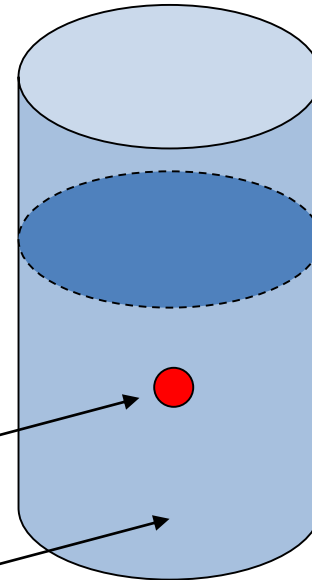
Conceptvoorbeeld 18.10 Gekleurde ringen op een papieren zakdoek

Een meisje kleurt met een bruine stift een kleine plek op een natte papieren zakdoek. Naderhand ontdekt ze dat er in plaats van een bruine vlek concentrisch gekleurde ringen rond de gekleurde plek zijn ontstaan. Wat is er gebeurd?

**Belangrijke toepassing in chemie, biochemie, ...:
chromatografie**

Extra (niet in Giancoli): Sedimentatie (bezinking): geen afleidingen, wel kunnen toepassen

- Doel: Massa deeltjes bepalen
- Hoe: Beweging deeltjes bestuderen o.i.v. gekende kracht, bijv. zwaartekracht
- Deeltjes met dichtheid ρ oplossing met dichtheid ρ'



Krachten op het deeltje (zie ook H13: wet van Stokes):

- Zwaartekracht:

$$F_g = -mg = -\rho Vg$$

- Archimedes-kracht:

$$F_A = \rho' Vg$$

- Wrijving (door viscositeit):

$$F_W = -v/\mu$$

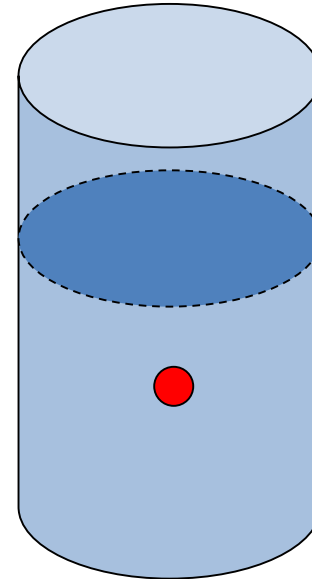
$$F_{tot} = (\rho - \rho')Vg - \frac{v}{\mu} = f - \frac{v}{\mu}$$

Na voldoende tijd: $v = \mu f$

μ = mobiliteit

v = driftsnelheid ('drag velocity')

f = netto kracht



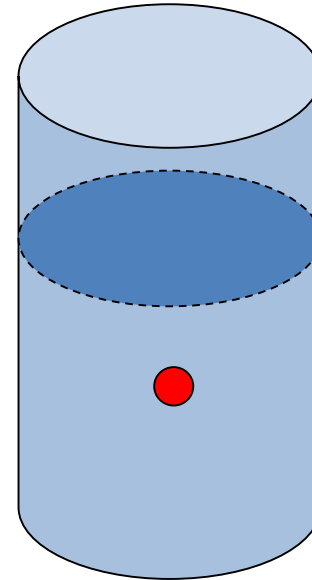
Na voldoende tijd: $v = \mu f$ $\mu =$ mobiliteit
 $v =$ driftsnelheid ('drag velocity')
 $f =$ netto kracht

Voor een bolvormig deeltje (H13):

$$(\rho - \rho') \frac{4\pi R^3}{3} g = 6\pi\eta R v$$

$$\Rightarrow v = \frac{2R^2 (\rho - \rho') g}{9\eta}$$

$$\mu = \frac{1}{6\pi\eta R}$$



Sedimentatie

- Enige tijd na het schudden hebben de deeltjes dus een constante snelheid $v = \mu f$ bereikt
- Een concentratie C van deeltjes vertegenwoordigt een concentratiestroomdichtheid = aantal mol dat per s per m^2 (horizontaal) oppervlak stroomt
- $v = \mu f$ en $J_f = vC = \mu f C$ (stroomdichtheid in $\text{mol}/m^2\text{s}$) ; naar beneden gericht in geval van zwaartekracht

Sedimentatie

- Door de neerwaartse stroomdichtheid J_f , zullen er spoedig onderaan meer deeltjes zijn dan bovenaan in de oplossing → concentratieverschil (gradiënt) → diffusiestroom van Fick (gericht van hoge naar lage concentratie, in ons geval van onder naar boven)
- Kiezen we de y -as positief naar boven toe, dan

$$J_f = -\mu f C$$

Sedimentatie

- Combinatie van driftsnelheid en diffusie:

$$J(y) = -D \frac{dC(y)}{dy} - \mu f C(y)$$

- Bij de start (goed geschudde dispersie):

$$\frac{dC}{dy} = 0 \Rightarrow J(y) \neq 0$$

- Na lang wachten: evenwicht, dus $J = 0$

$$D \frac{dC(y)}{dy} = -\mu f C(y) = \mu(\rho' - \rho) V g C(y)$$

$$\frac{dC(y)}{dy} = \frac{\mu(\rho' - \rho) V g}{D} C(y) = -\frac{1}{H} C(y)$$

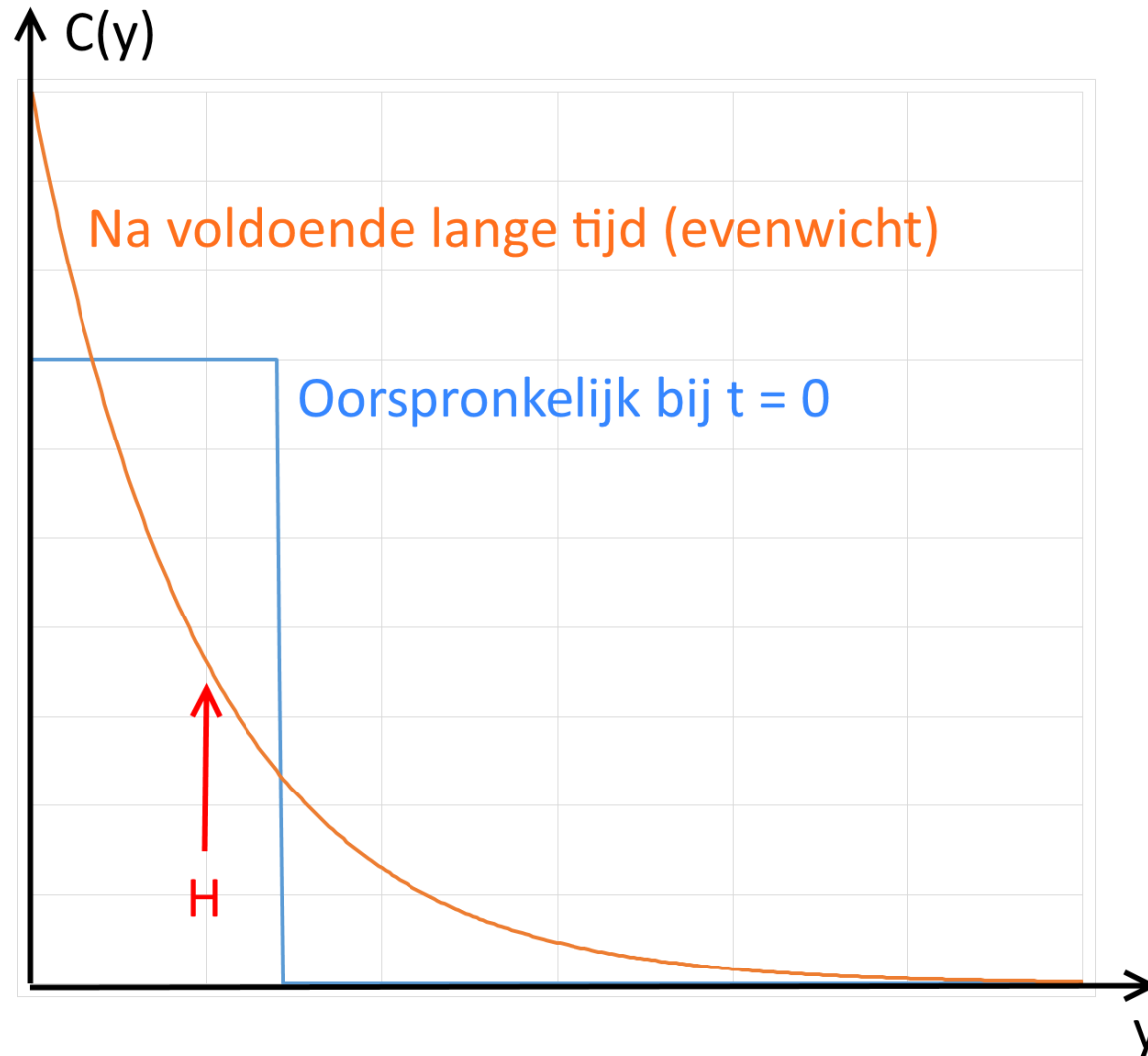
Sedimentatie

$$\frac{dC(y)}{dy} = -\frac{1}{H} C(y) \Rightarrow C(y) = C(0) \cdot \exp\left(-\frac{y}{H}\right)$$

- Schaalhoogte H wordt experimenteel bepaald
- H omgekeerd evenredig met massa (zie formule)
- Als moleculair gewicht te laag, H te groot (tientallen of honderden meter), H niet nauwkeurig bepaalbaar wegens te weinig variatie over vat
- Dan centrifugatie (zie verder)
- Einstein:

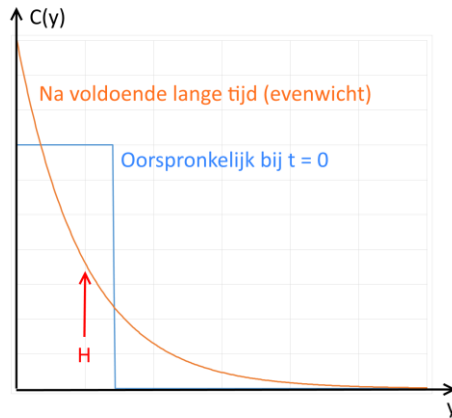
$$D = \mu kT \quad \longrightarrow \quad H = \frac{D}{\mu mg \left(1 - \frac{\rho}{\rho'}\right)} = \frac{kT}{mg \left(1 - \frac{\rho}{\rho'}\right)}$$

Sedimentatie - Centrifugatie



**Uit H :
moleculaire
massa bepalen**

Sedimentatie - Centrifugatie



Voor kleine deeltjes is H veel groter dan de afmetingen van het vat of de proefbuis

Oplossing: zorgen voor een kracht die veel groter is dan de zwaartekracht: ultracentrifuge (zonder berekeningen of formules)



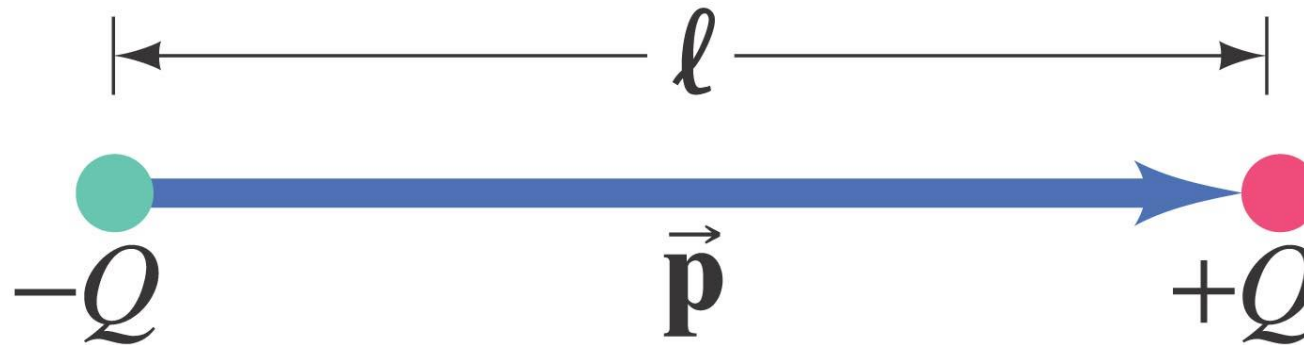
Hoofdstuk 21

Elektrische lading en elektrische velden



21.11 Elektrische dipolen

Elektrische dipool: twee ladingen $+Q$ en $-Q$ gelijk in grootte, maar met tegengesteld teken op een afstand ℓ van elkaar.

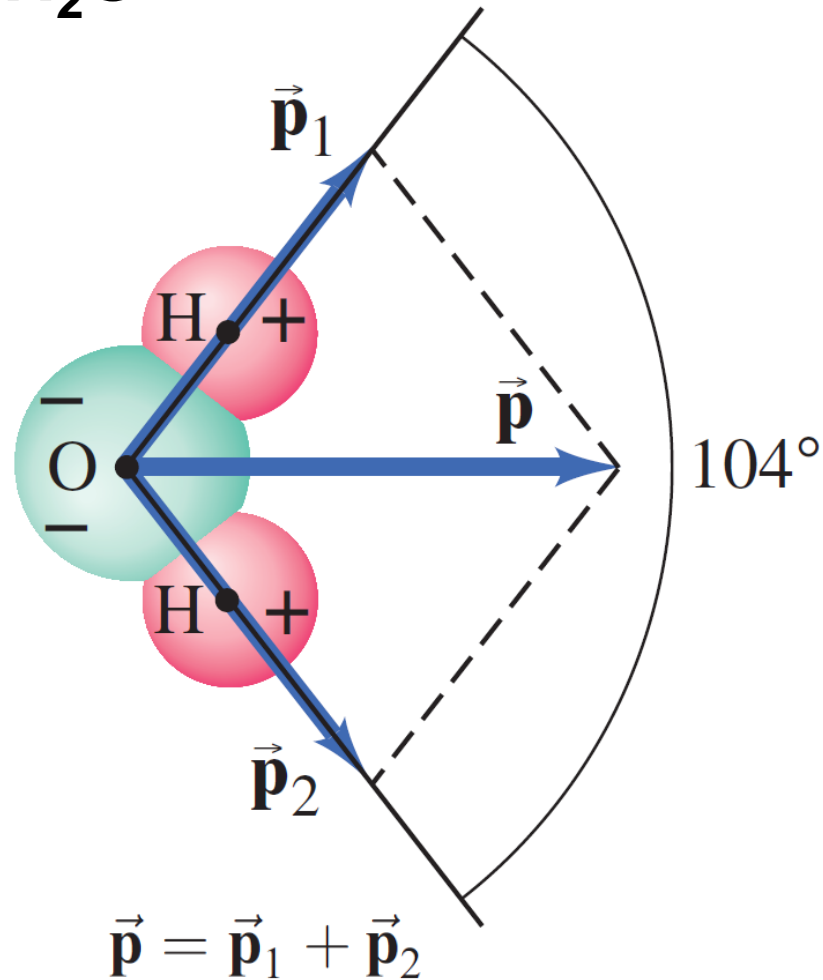


$$\vec{p} = Q\vec{\ell}$$

(dipoolmoment p)

21.11 Elektrische dipolen

H₂O



CO

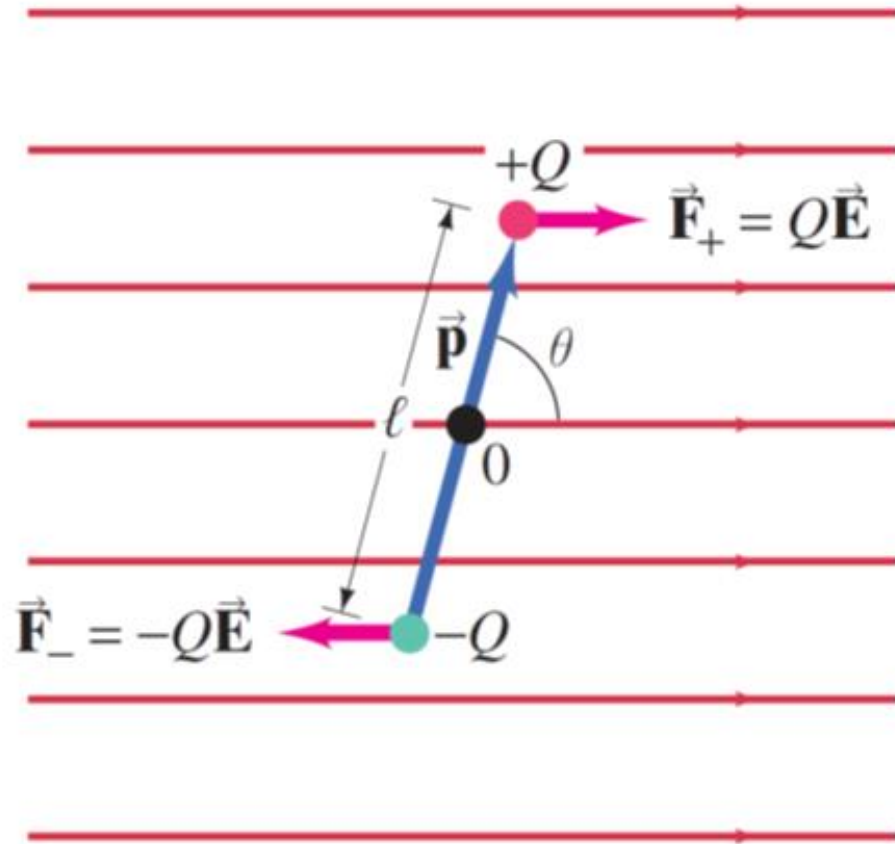
Kleine positieve lading $+q$ op C
Kleine negatieve lading $-q$ op O

Polaire molecule.

O₂

Symmetrische molecule
Gelijke lading op elke O.
Geen dipoolmoment.

21.11 Elektrische dipolen



Krachtmoment

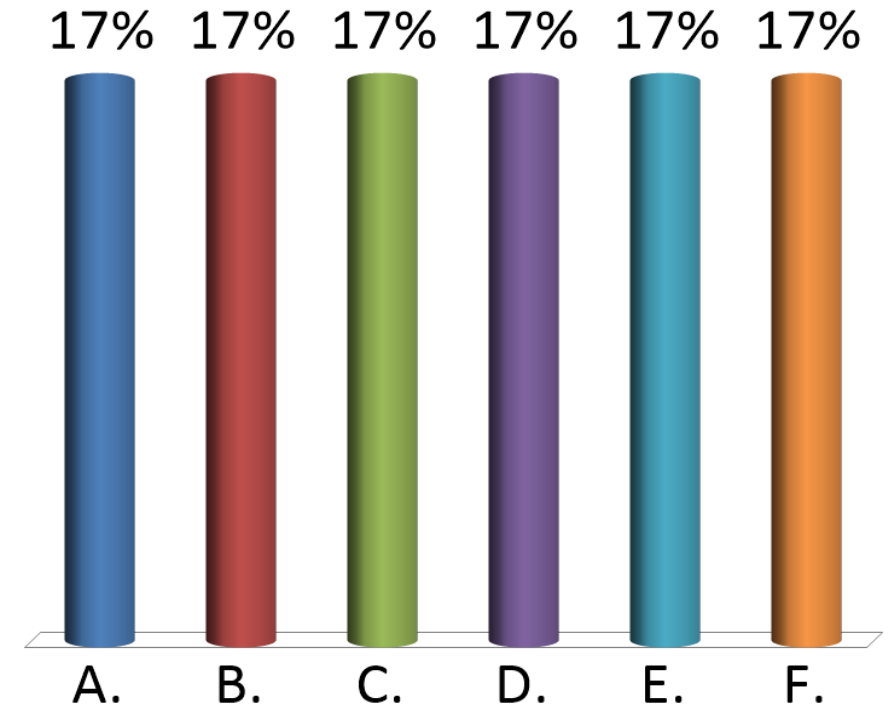
$$\tau = QE \frac{\ell}{2} \sin \theta + QE \frac{\ell}{2} \sin \theta = pE \sin \theta$$

$$U = -W = -pE \cos \theta = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$

FIGUUR 21.44 Een elektrische dipool in een homogeen elektrisch veld.

Een dipoolmoment ligt antiparallel met het elektrisch veld. Wat weet je over krachtmoment op de dipool en de potentiële energie van de dipool?

- A. $U = 0, \tau = 0$
- B. $U \text{ max}, \tau = 0$
- C. $U \text{ min}, \tau = 0$
- D. $U = 0, \tau \neq 0$
- E. $U \text{ max}, \tau \neq 0$
- F. $U \text{ min}, \tau \neq 0$



Toepassing: microgolfoven.

21.11 Elektrische dipolen

Het elektrische veld van een dipool:

- $1/r^3$ afhankelijkheid

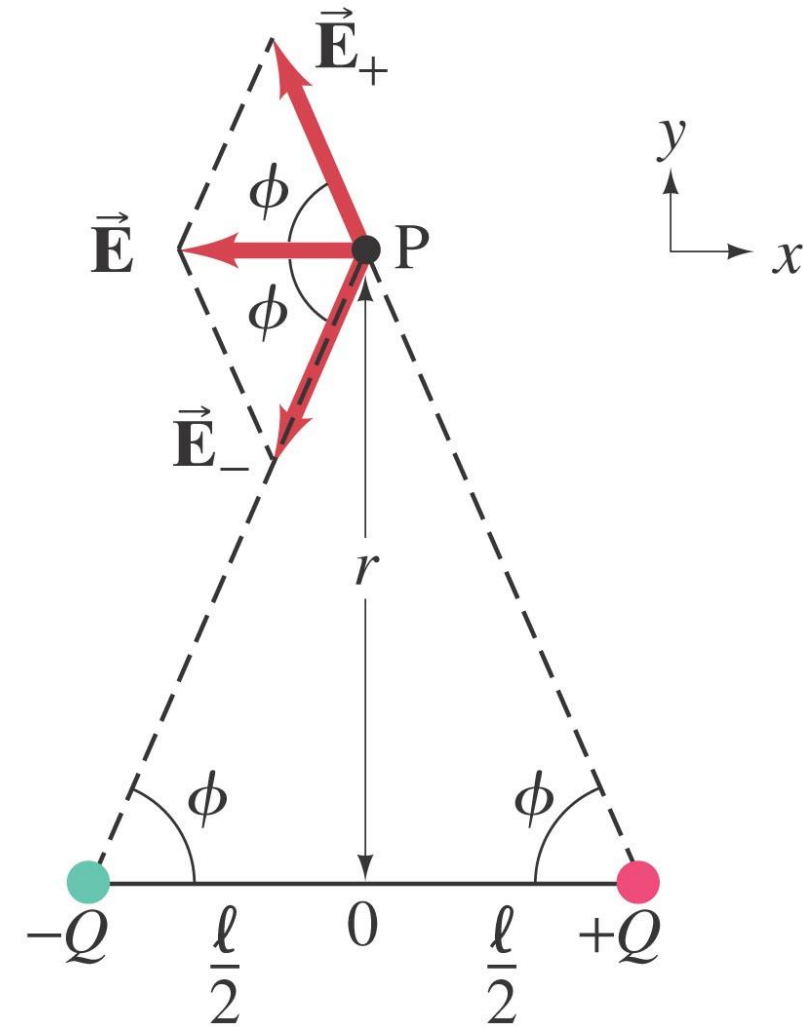
$$E_+ = E_- = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2 + l^2/4}$$

$$E = 2E_+ \cos \phi = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{r^2 + l^2/4} \right) \frac{l}{2(r^2 + l^2/4)^{1/2}}$$

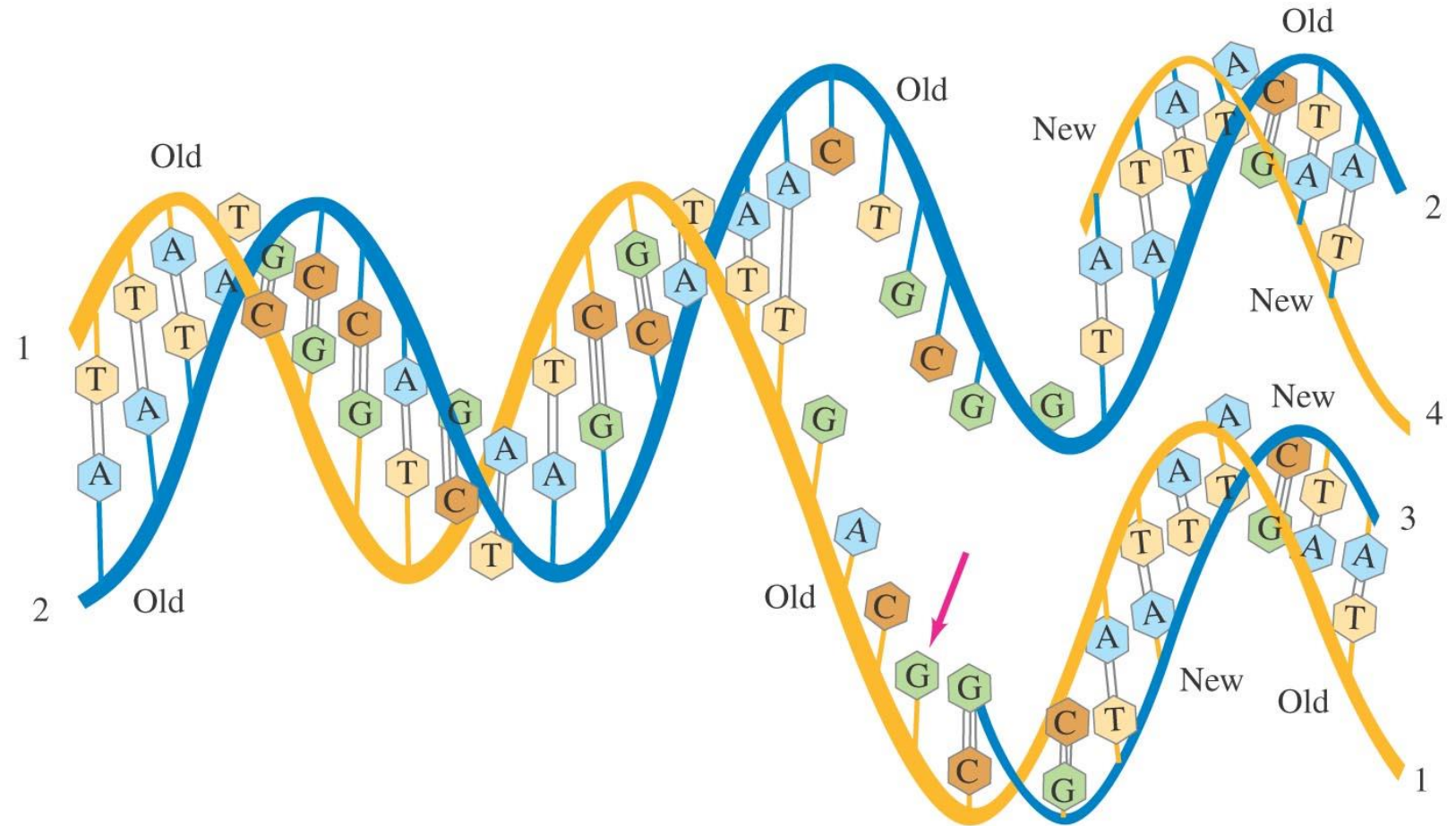
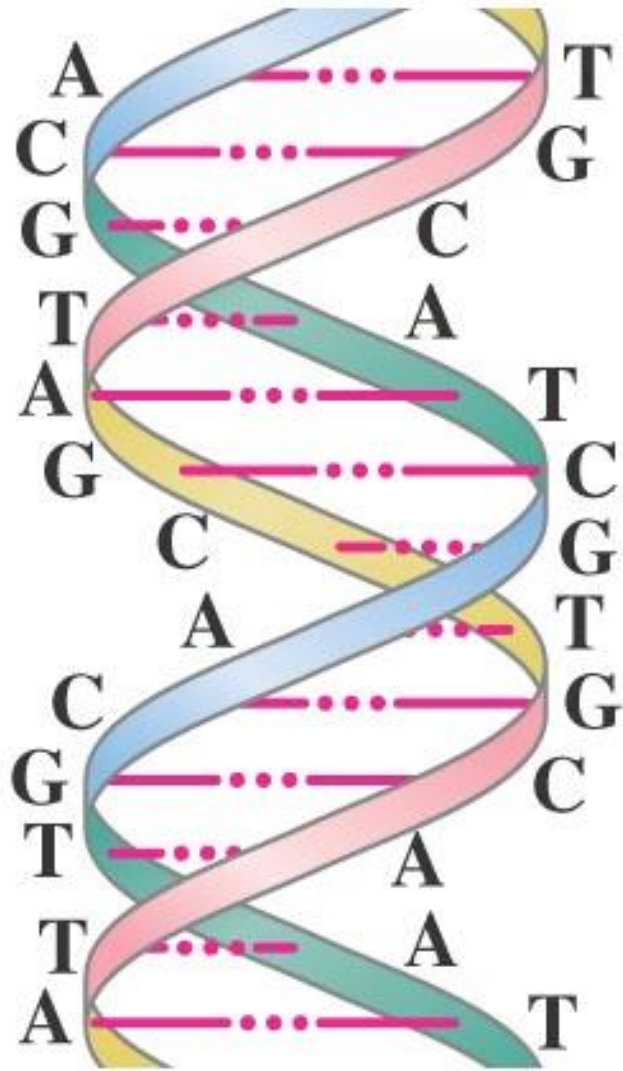
$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p}{(r^2 + l^2/4)^{3/2}}$$

$$\approx \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p}{r^3} \quad \text{voor } r \gg l$$

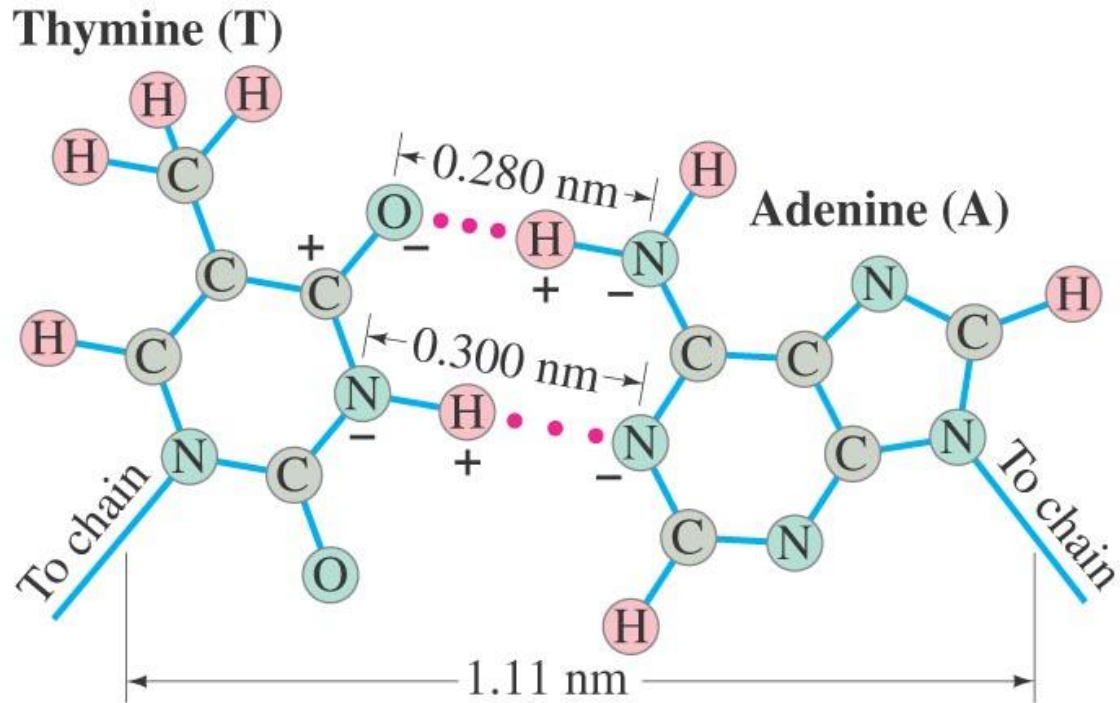
Vooraf belangrijk op korte afstand!



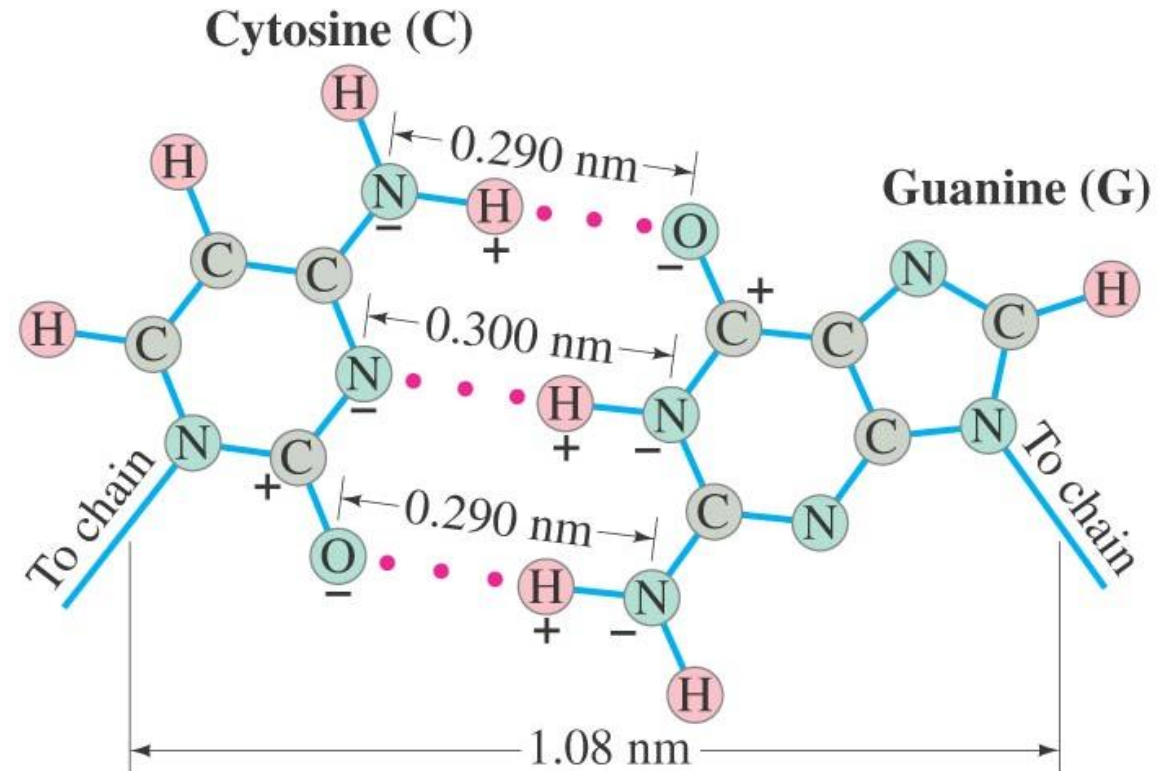
21.12 Elektrische krachten in moleculaire biologie



21.12 Elektrische krachten in moleculaire biologie



θ



Hoofdstuk 25

Elektrische stroom en weerstand



25.10 Elektrische geleiding in het zenuwstelsel

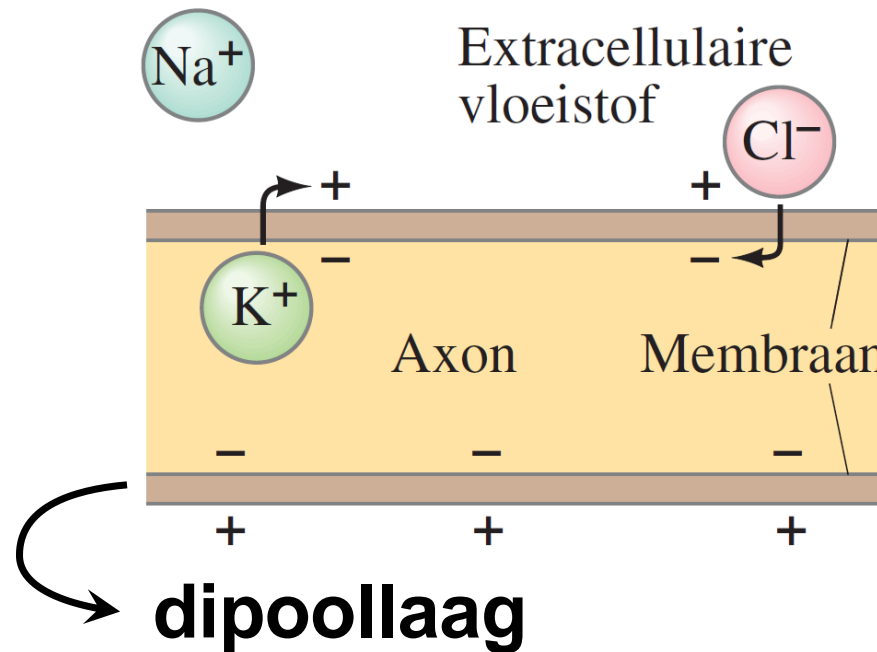
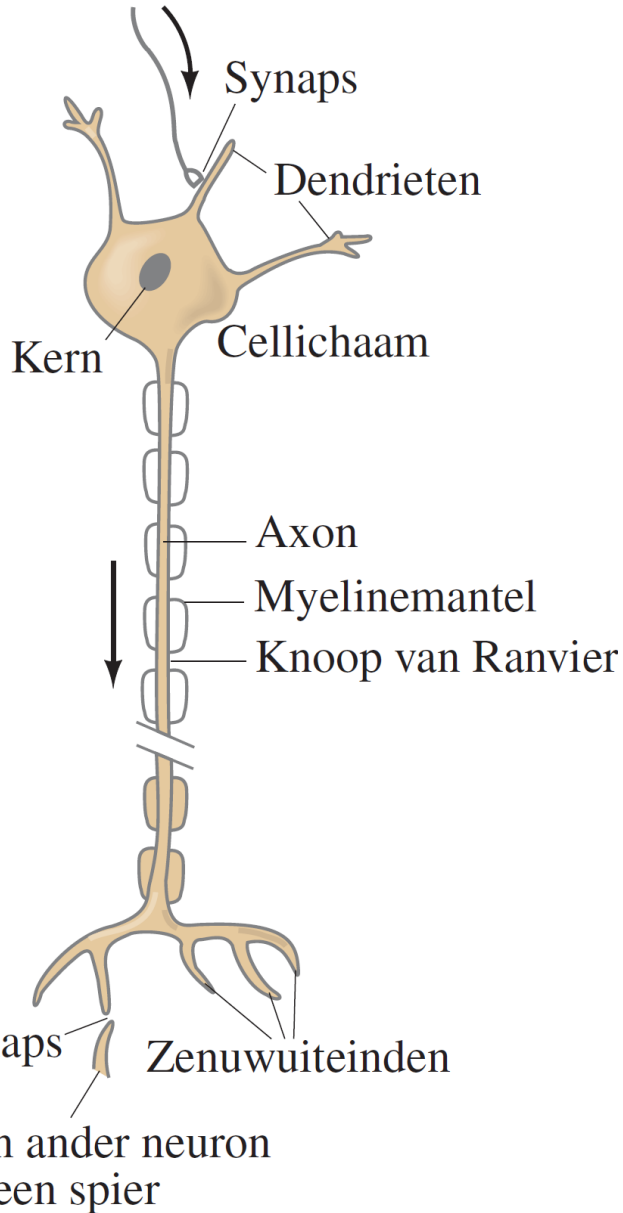
25.10 Elektrische geleiding in het zenuwstelsel

Signaal van een ander neuron

Rustpotentiaal:

$$= V_{\text{binnenzijde}} - V_{\text{buitenzijde}}$$

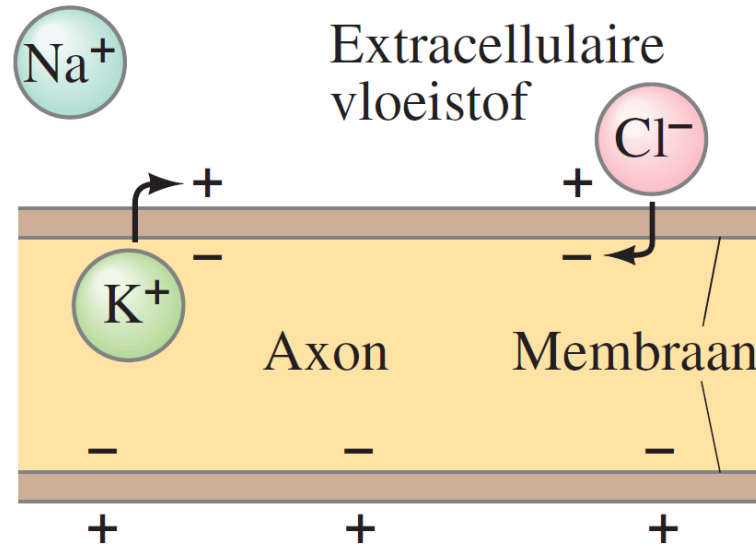
$$= -60 \text{ mV tot } -90 \text{ mV}$$



	Concentratie binnen axon (mol/m ³)	Concentratie buiten axon (mol/m ³)
K ⁺	140	5
Na ⁺	15	140
Cl ⁻	9	125

25.10 Elektrische geleiding in het zenuwstelsel

Na⁺ : worden actief weggepompt uit axon

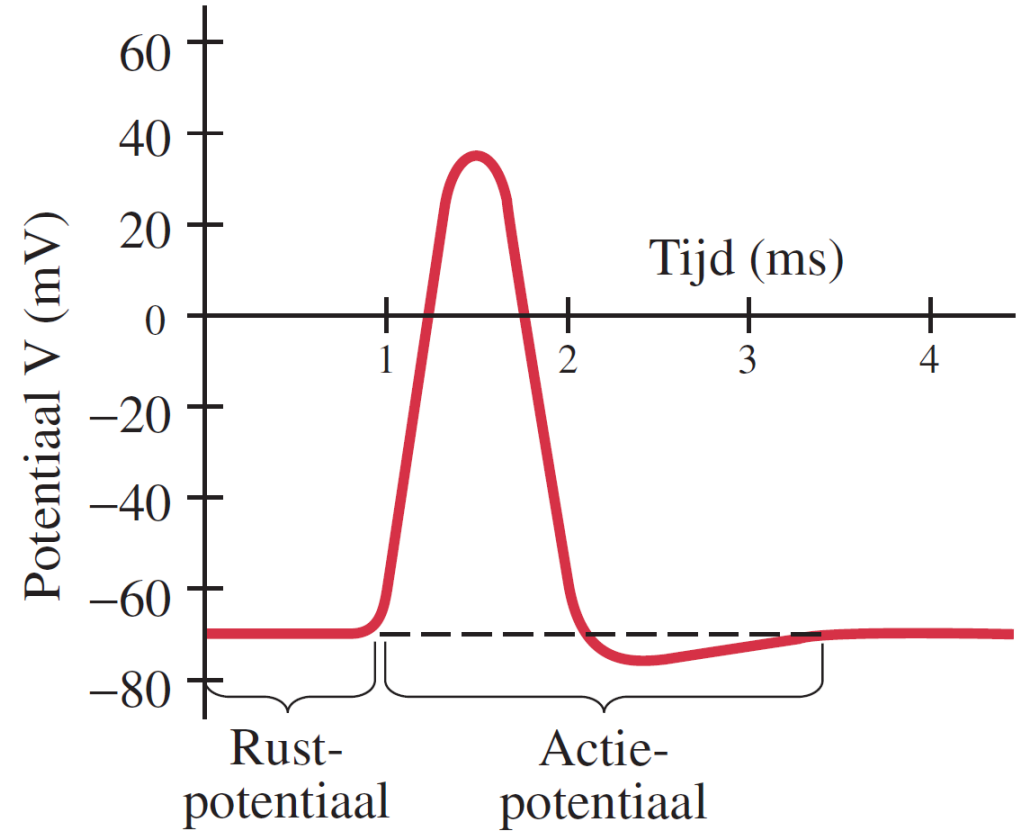
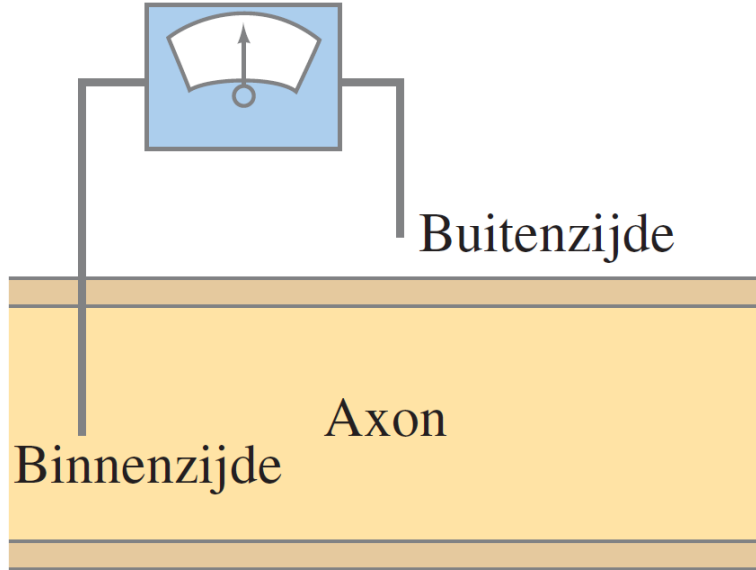


	Concentratie binnen axon (mol/m ³)	Concentratie buiten axon (mol/m ³)
K ⁺	140	5
Na ⁺	15	140
Cl ⁻	9	125

K⁺ : diffusie naar **buiten**, maar opbouwende positieve lading buiten membraan. **Evenwicht.**

Cl⁻ : diffusie naar **binnen**, maar opbouwende negatieve lading binnen membraan. **Evenwicht.**

25.10 Elektrische geleiding in het zenuwstelsel



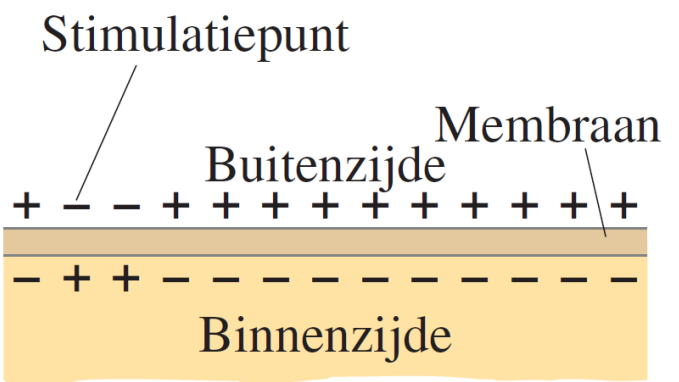
Stimulus (prikkel):

Elektrische puls loopt door axon (30-150m/s)

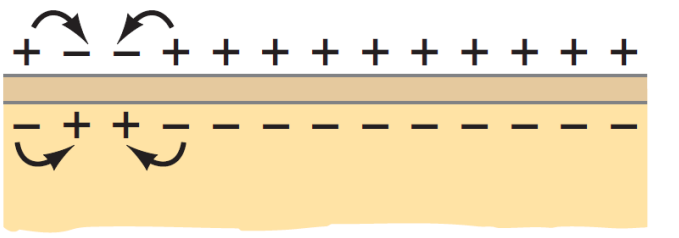
Membraan laat tijdelijk Na^+ door

Extra positieve ladingen

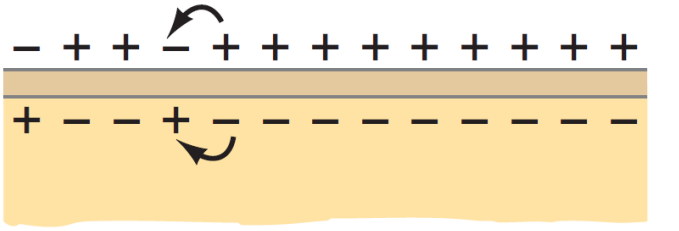
Lokaal positieve potentiaal (~30mV)



(a)



(b)



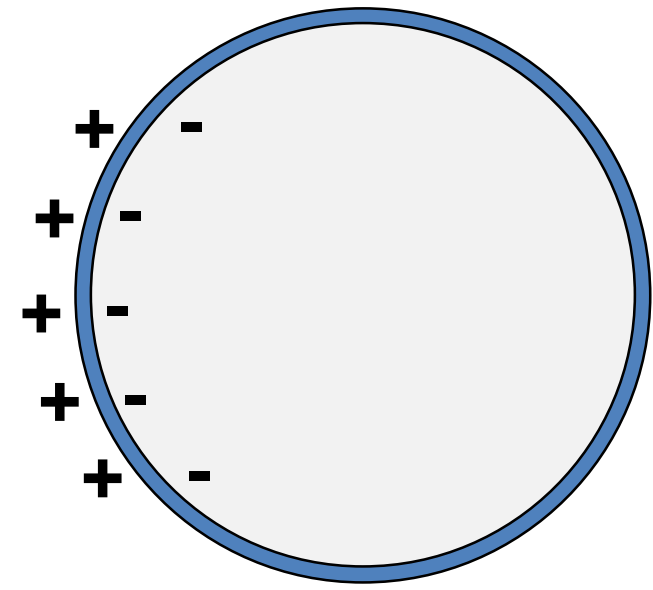
(c)

Actiepotentiaal beweegt naar rechts

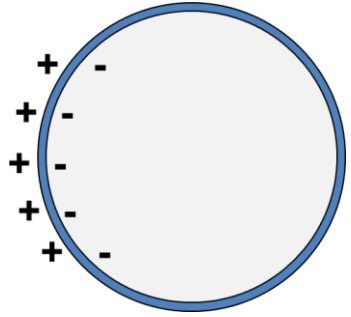
Voorbeeld 25.16

Elektrische capaciteit van een axon.

Axon 10cm lang, straal $10\mu\text{m}$, membraandikte 10nm , $\epsilon = 3 \epsilon_0$. Verandering concentratie aan Na^+ ten gevolge van de actiepotentiaal?



Voorbeeld 25.16. Elektrische capaciteit van een axon.



Oppervlakte cilinder:

$$A = 2\pi r\ell \approx (6,28)(10^{-5} \text{ m})(0,1 \text{ m}) \approx 6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

Capaciteit cilinder:

$$C = K\varepsilon_0 \frac{A}{d} \approx (3)(8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2) \frac{6 \times 10^{-6} \text{ m}^2}{10^{-8} \text{ m}} \approx 10^{-8} \text{ F}$$

Verplaatste lading:

$$Q = CV \approx (10^{-8} \text{ F})(0,1 \text{ V}) = 10^{-9} \text{ C}$$

Verplaatste Na⁺ ionen (elk ion: lading +e): 10^{10}

Kleine fractie!

Na⁺ ionen binnen axon (volume x conc.): 3×10^{14}

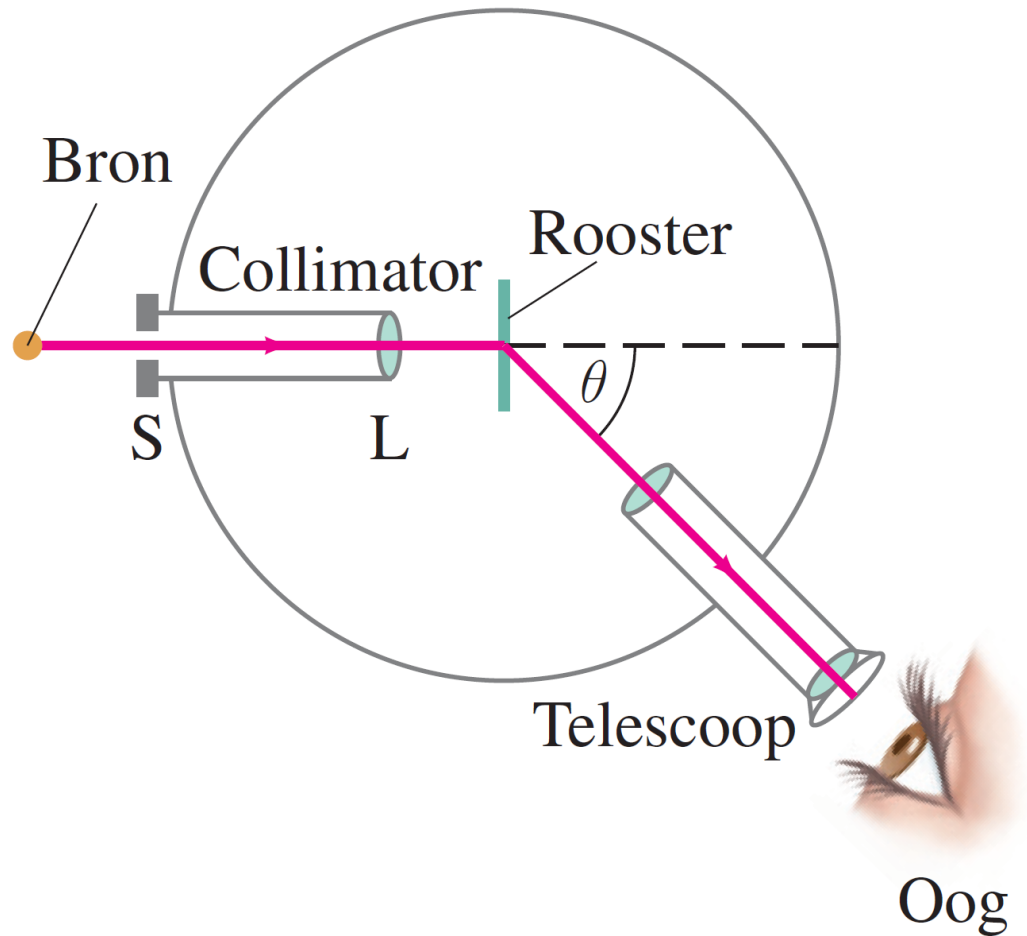
Hoofdstuk 35

Buiging en polarisatie



35.8 De spectrometer en spectroscop

Een spectrometer of spectroscop:

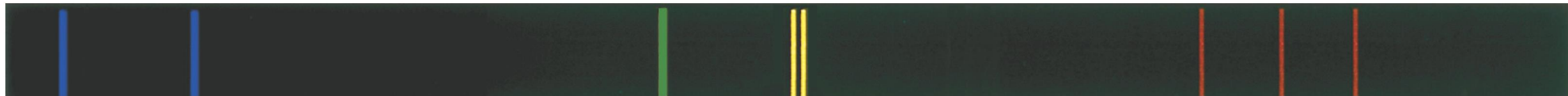


Spectrum van een TL lamp.

35.8 De spectrometer en spectroscopie



Atomair waterstof



Kwik



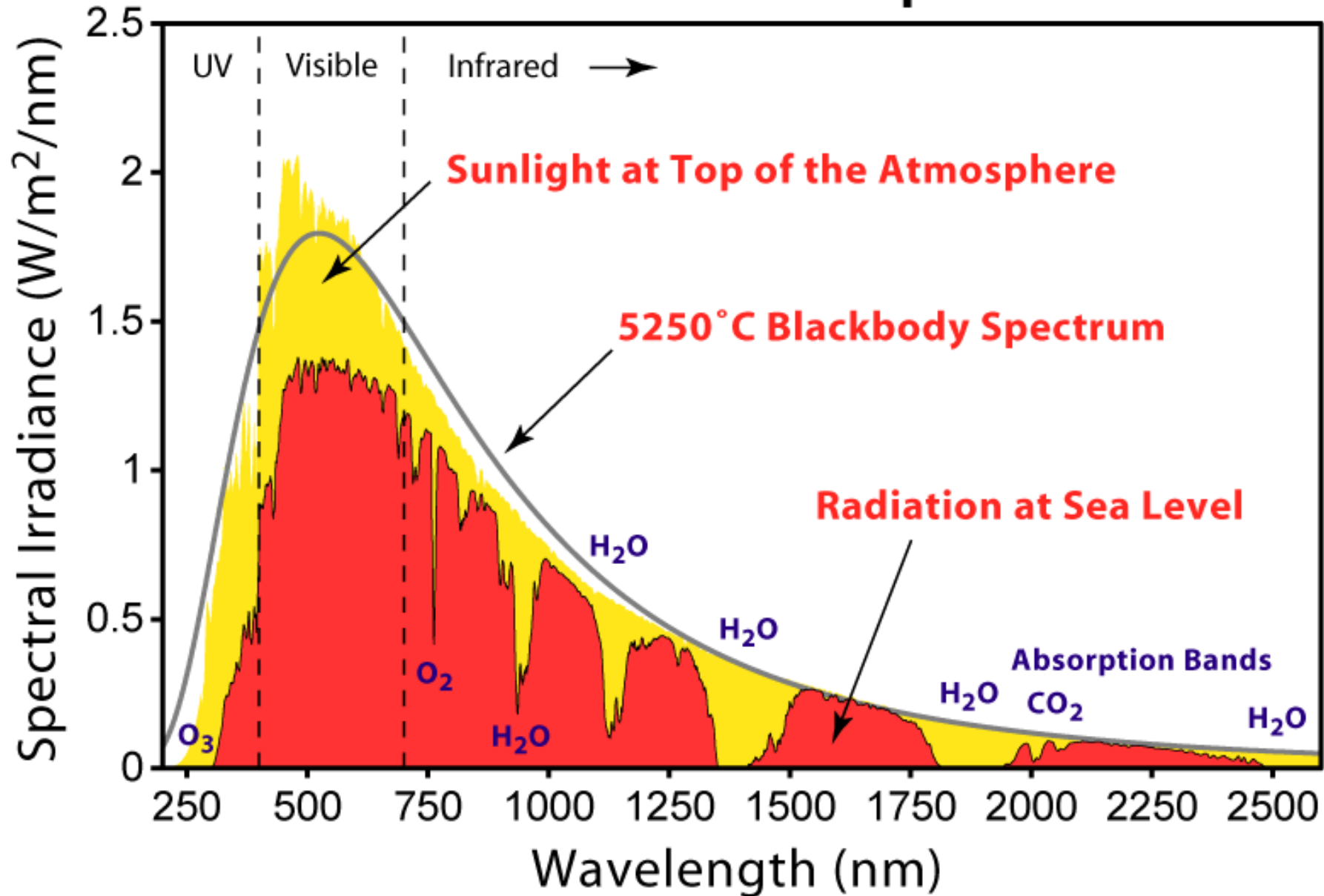
Natrium



Absorptiespectrum van de zon

FIGUUR 35.22 Lijnspectra voor de aangegeven gassen en het spectrum van de zon met daarin absorptielijnen.

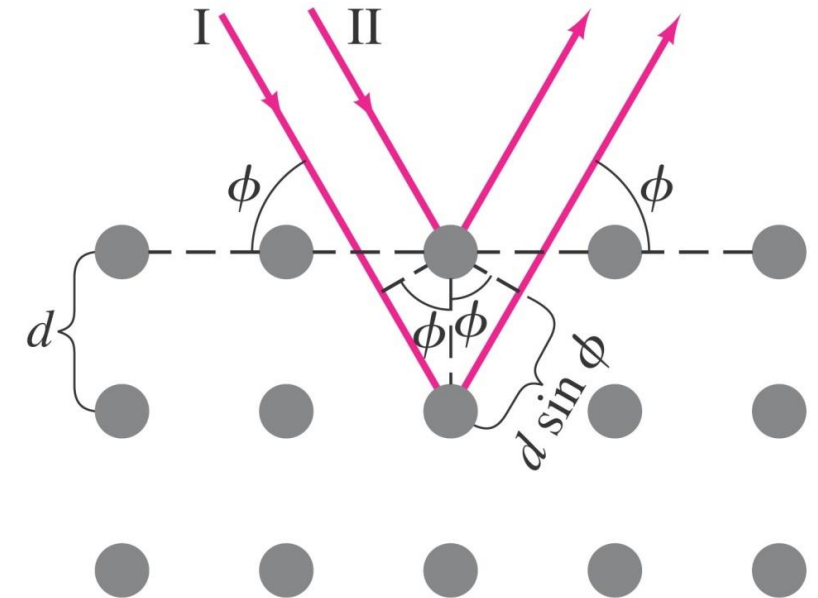
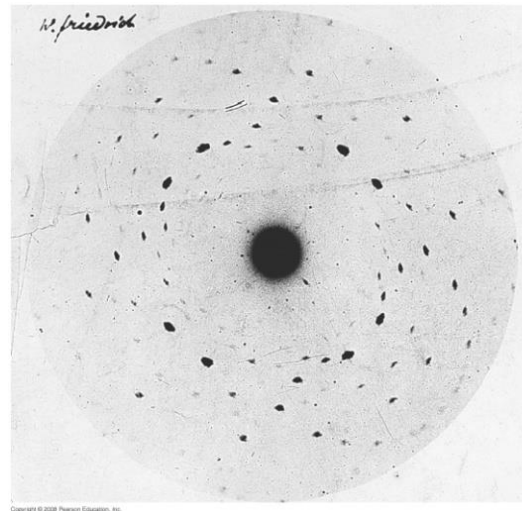
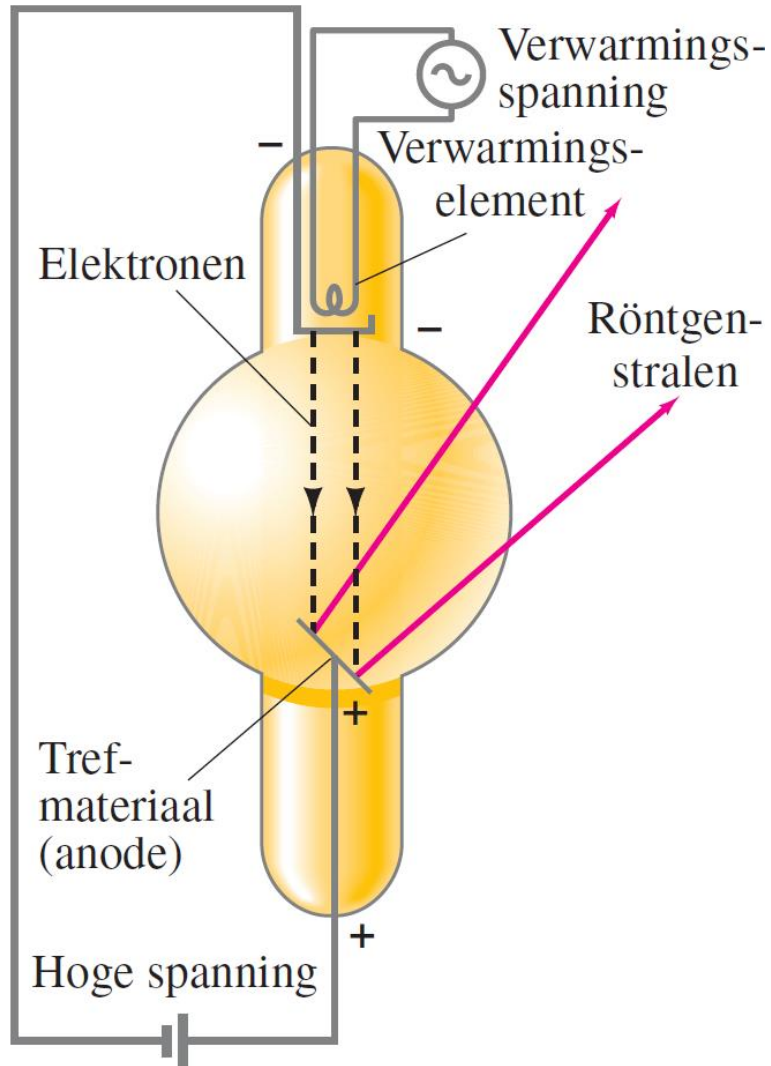
Solar Radiation Spectrum



35.10 Röntgenstralen en röntgendiffractie

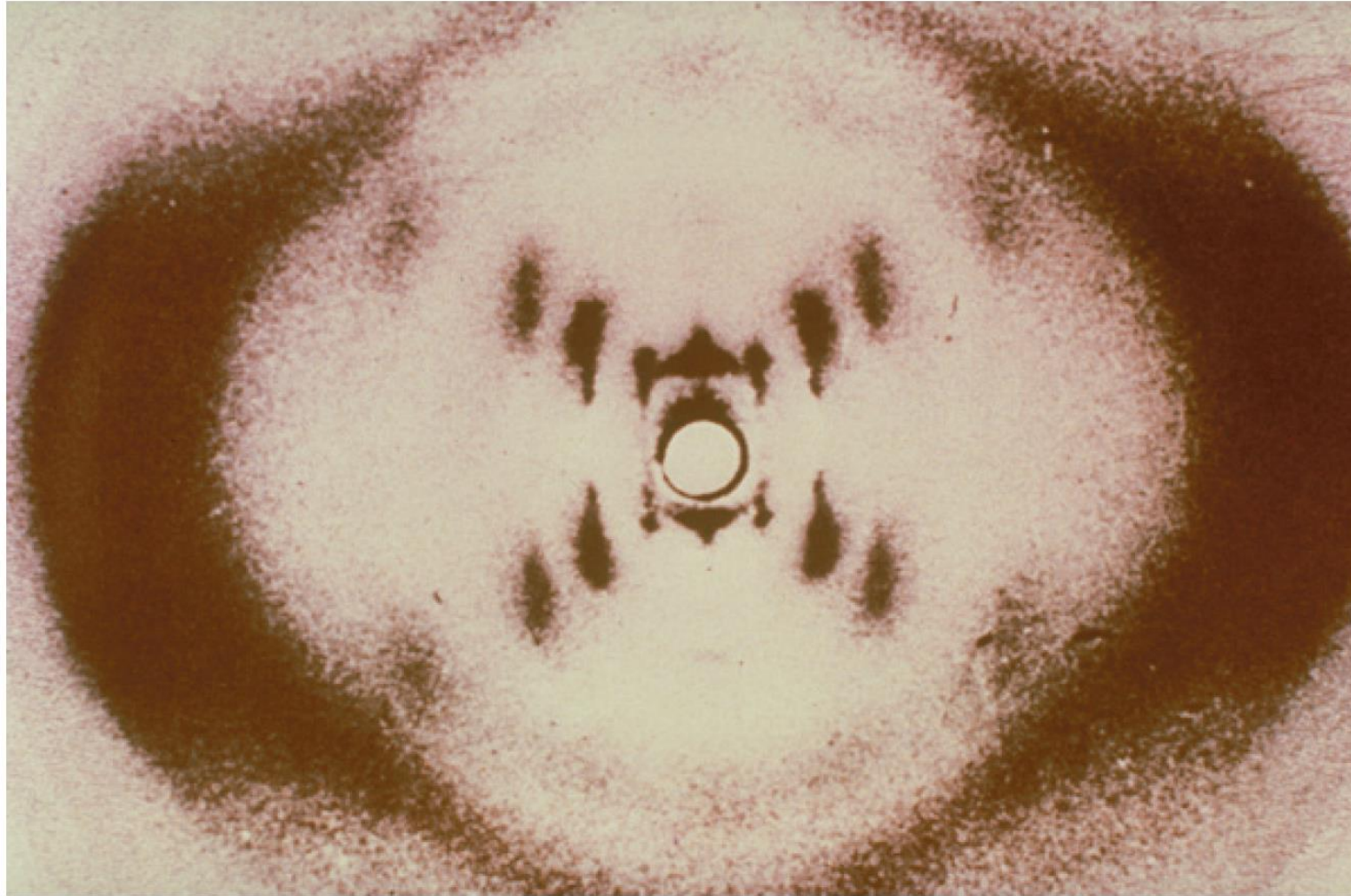
Röntgenstralen (+/- 0,1 – 100keV):

- **ontstaan wanneer versnelde elektronen op een materiaal (bvb Cu) vallen.**
- **heel korte golflengte ($10^{-2} - 10\text{nm}$) zodat de atomen in een kristal als buigingsrooster fungeren.**



35.10 Röntgenstralen en röntgendiffractie

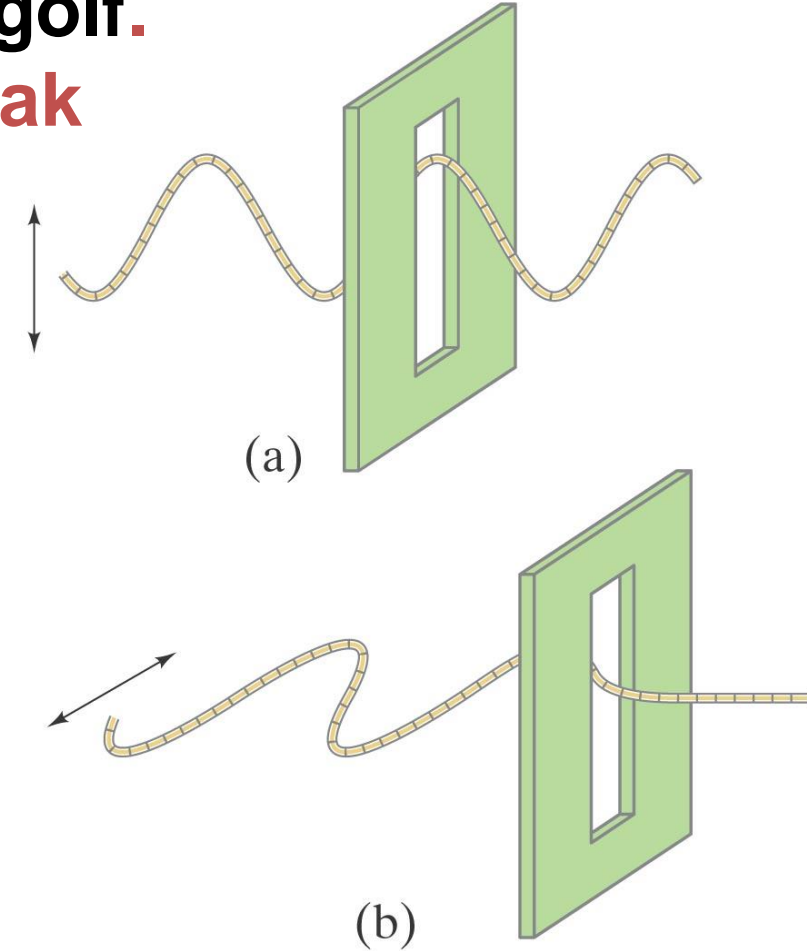
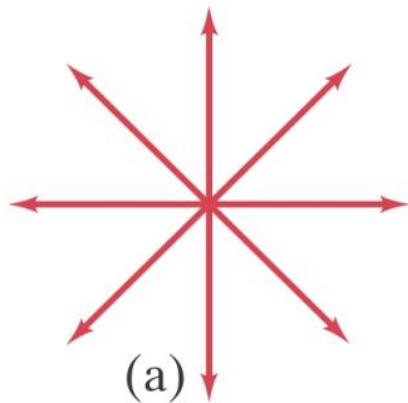
Franklin, Crick, Watson – Structuur van DNA.



35.11 Polarisatie

Licht is een transversale elektromagnetische golf.
Wanneer het elektrische veld slechts in één vlak trilt is het licht lineair gepolariseerd.

Licht van een gloeilamp of de zon is ongepolariseerd.

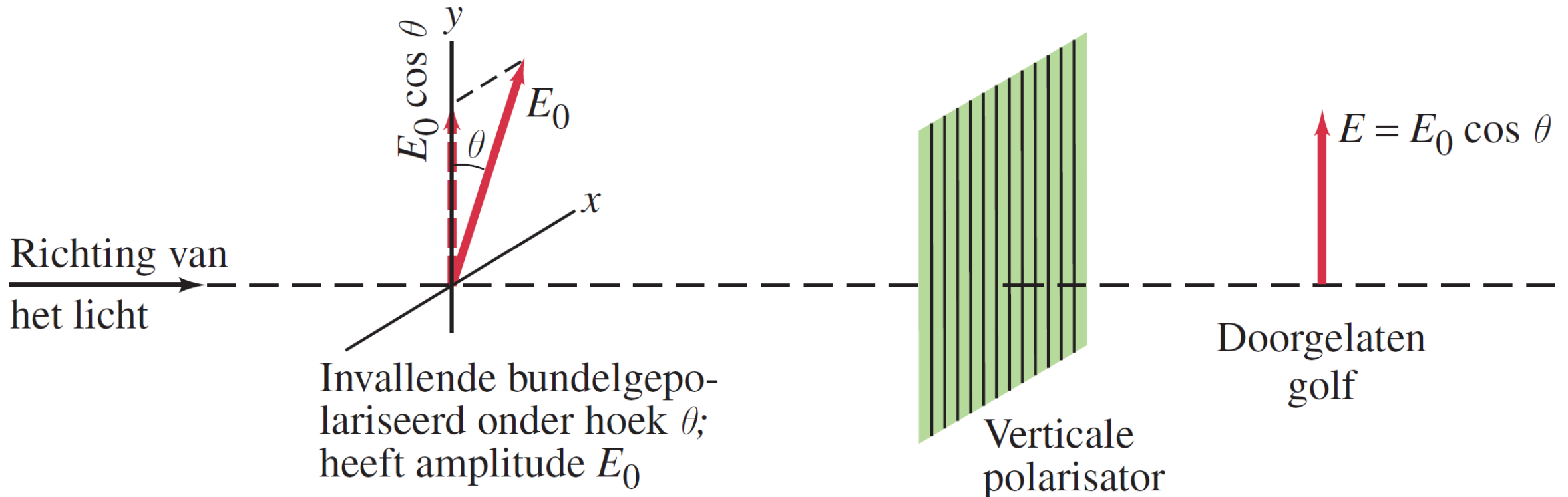


35.11 Polarisatie

Door een **polarisator** wordt enkel de component doorgelaten parallel aan de polarisator-as:

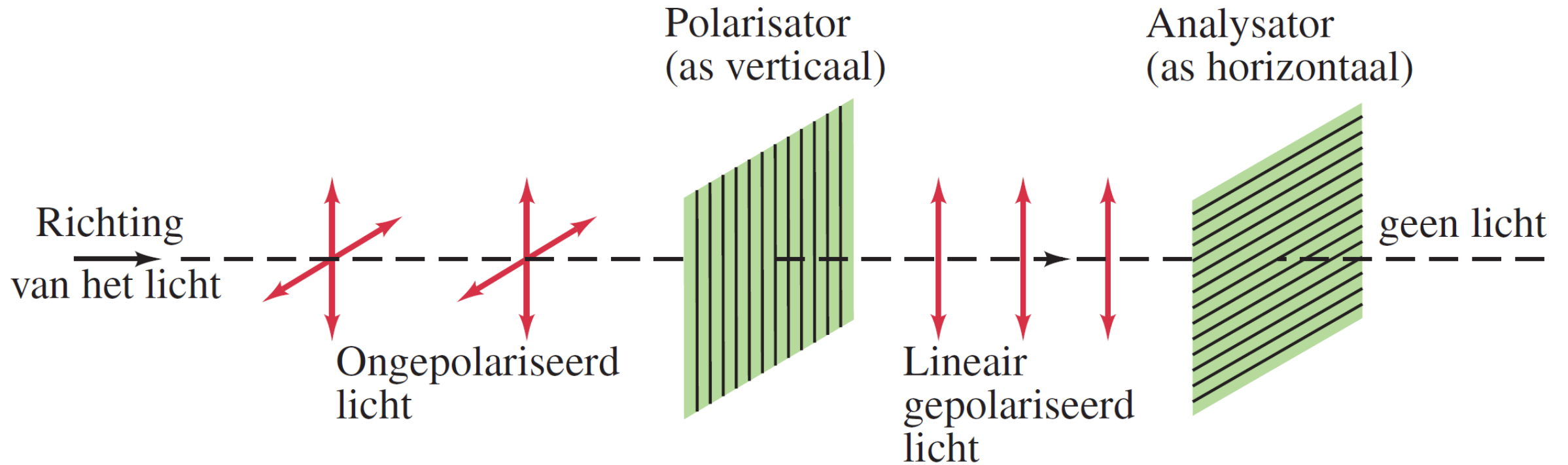
$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

[intensiteit van vlak gepolariseerde
golf verminderd door polarisator]



35.11 Polarisatie

Wanneer licht door twee **orthogonale polarisatoren** gaat wordt het volledig geabsorbeerd.



35.11 Polarisatie

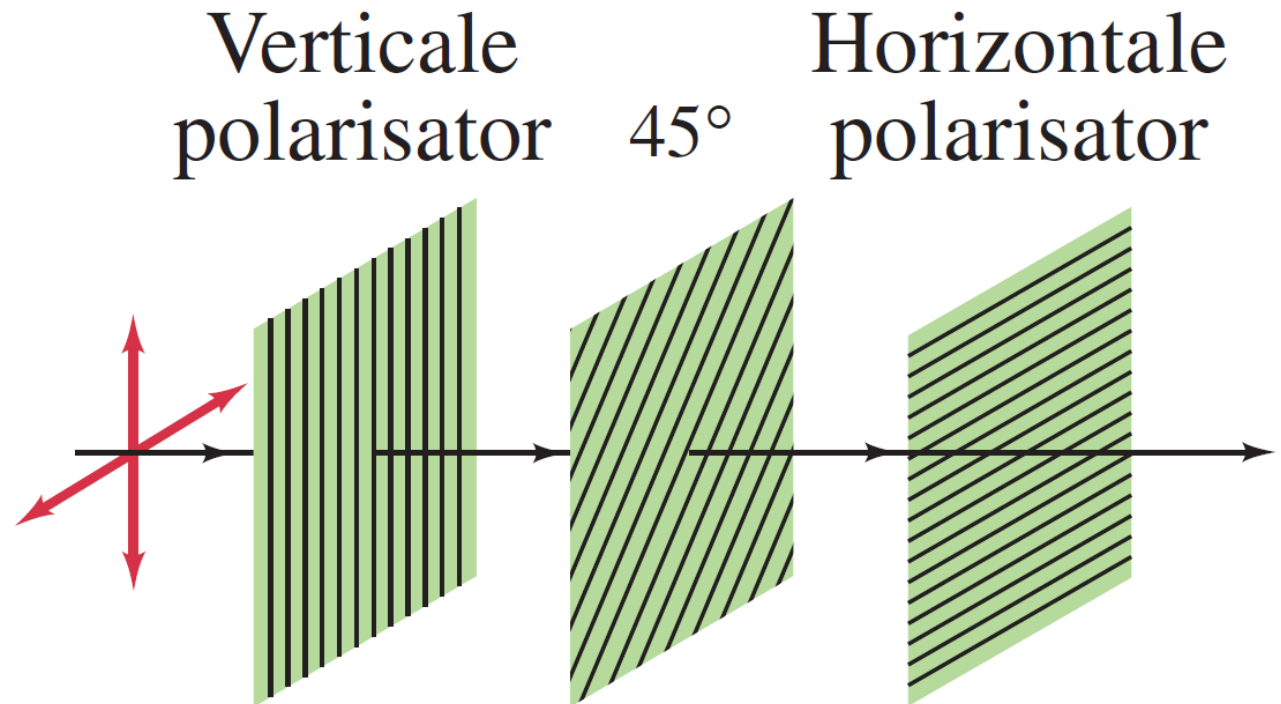
Conceptvoorbeeld 35.14: Drie polaroids.

Wat gebeurt er als licht met intensiteit I_0 invalt op drie polaroids waarvan de as telkens 45° gedraaid is?

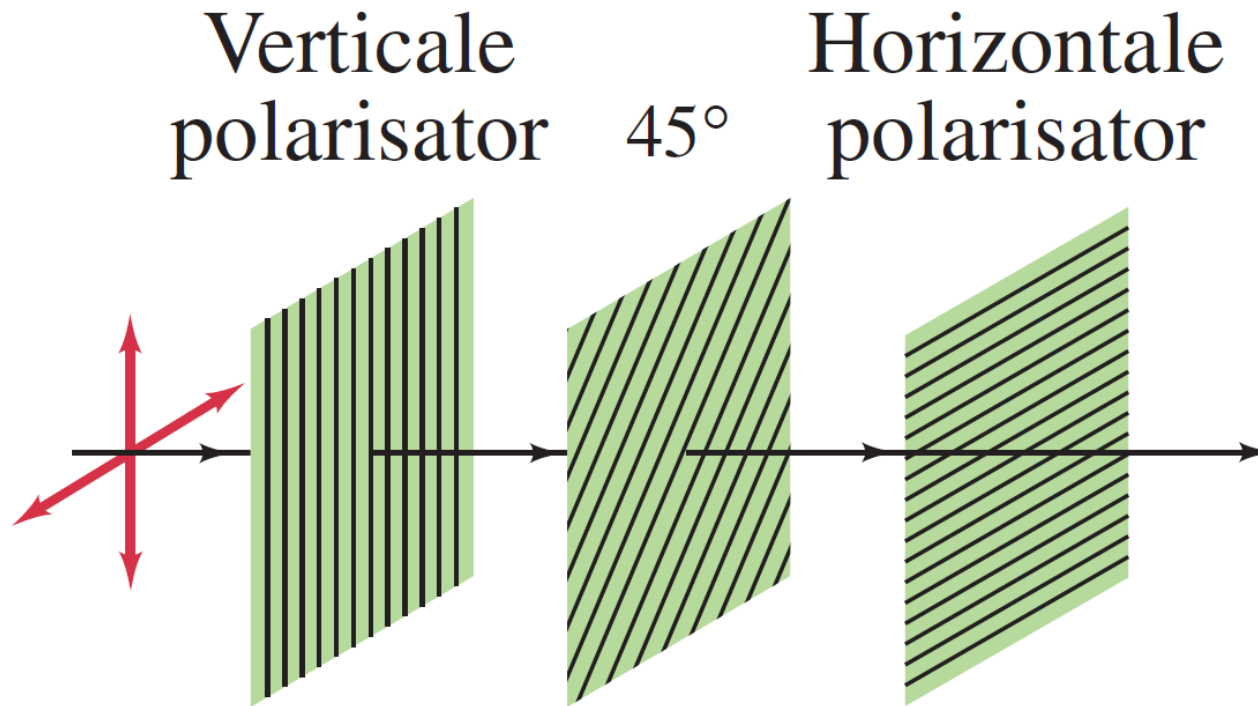
(a) $I = 0$

(b) $I = I_0/8$

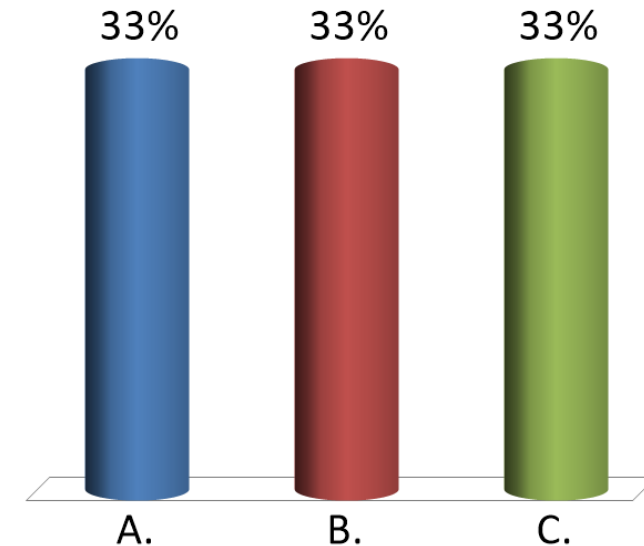
(c) $I = I_0/4$



Wat gebeurt er als licht met intensiteit I_0 invalt op drie polaroids waarvan de as telkens 45° gedraaid is?

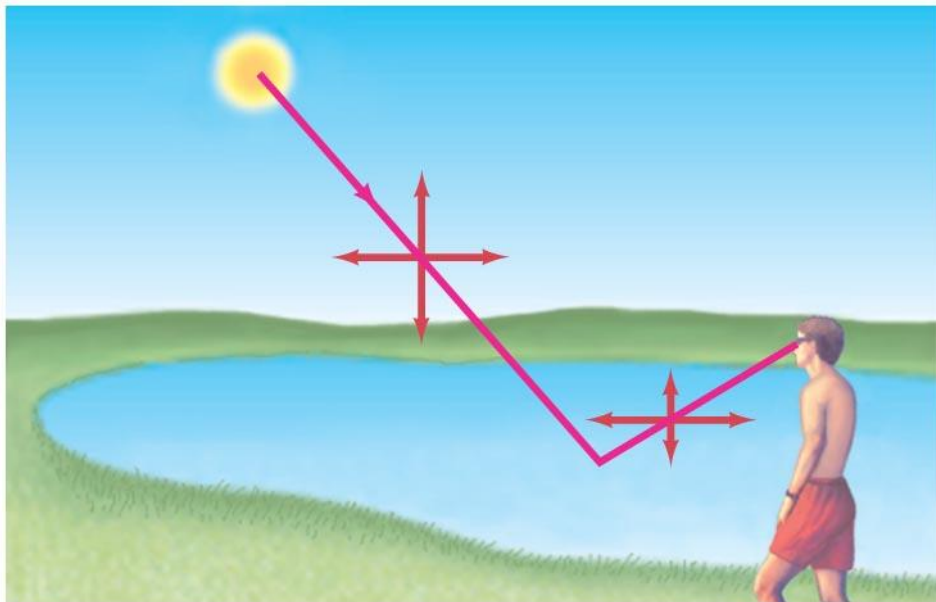


- A. $I = 0$
- B. $I = I_0/8$
- C. $I = I_0/4$

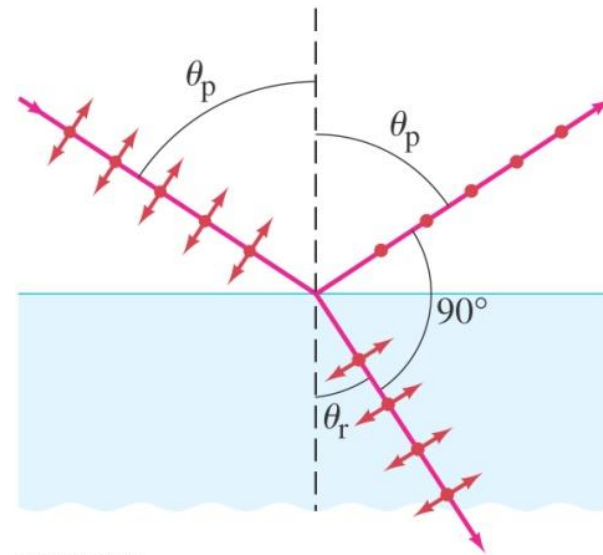


35.11 Polarisatie

Bij reflectie wordt licht ook gedeeltelijk gepolariseerd. Bij een bepaalde hoek, de polarisatiehoek of Brewsterhoek, is het gereflecteerde licht volledig gepolariseerd.

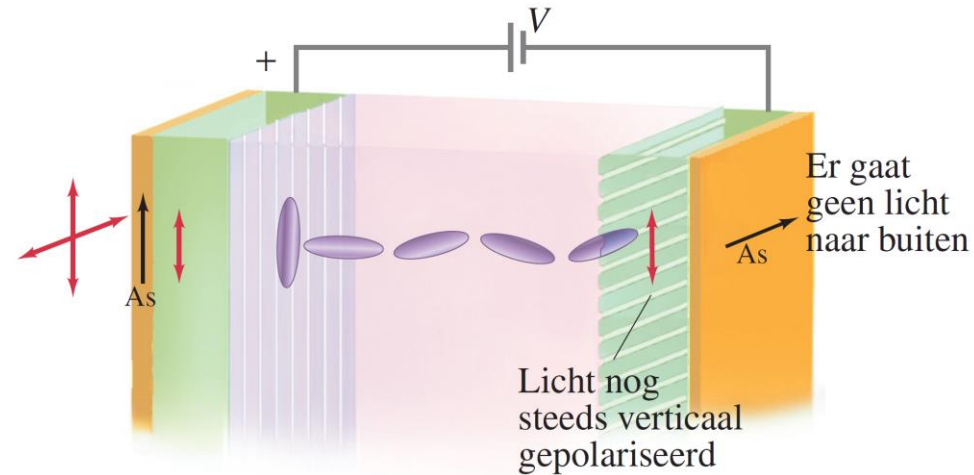
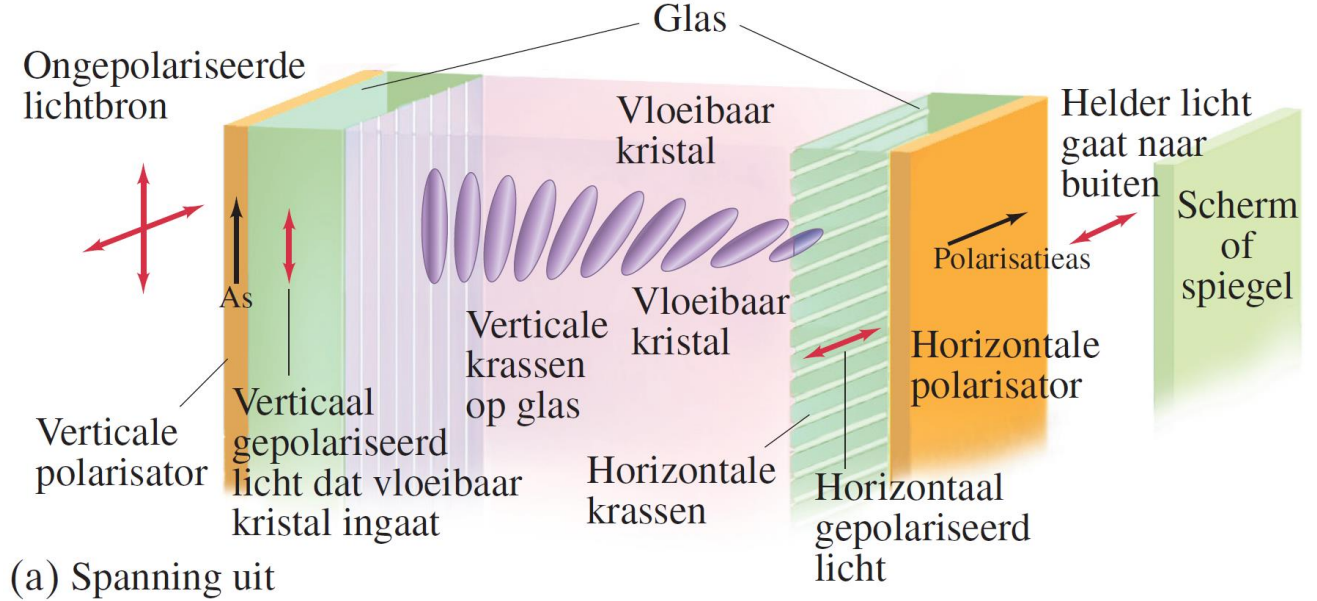


$$\tan \theta_p = \frac{n_2}{n_1}$$



Ter illustratie.

35.12 LCD (Liquid crystal display)

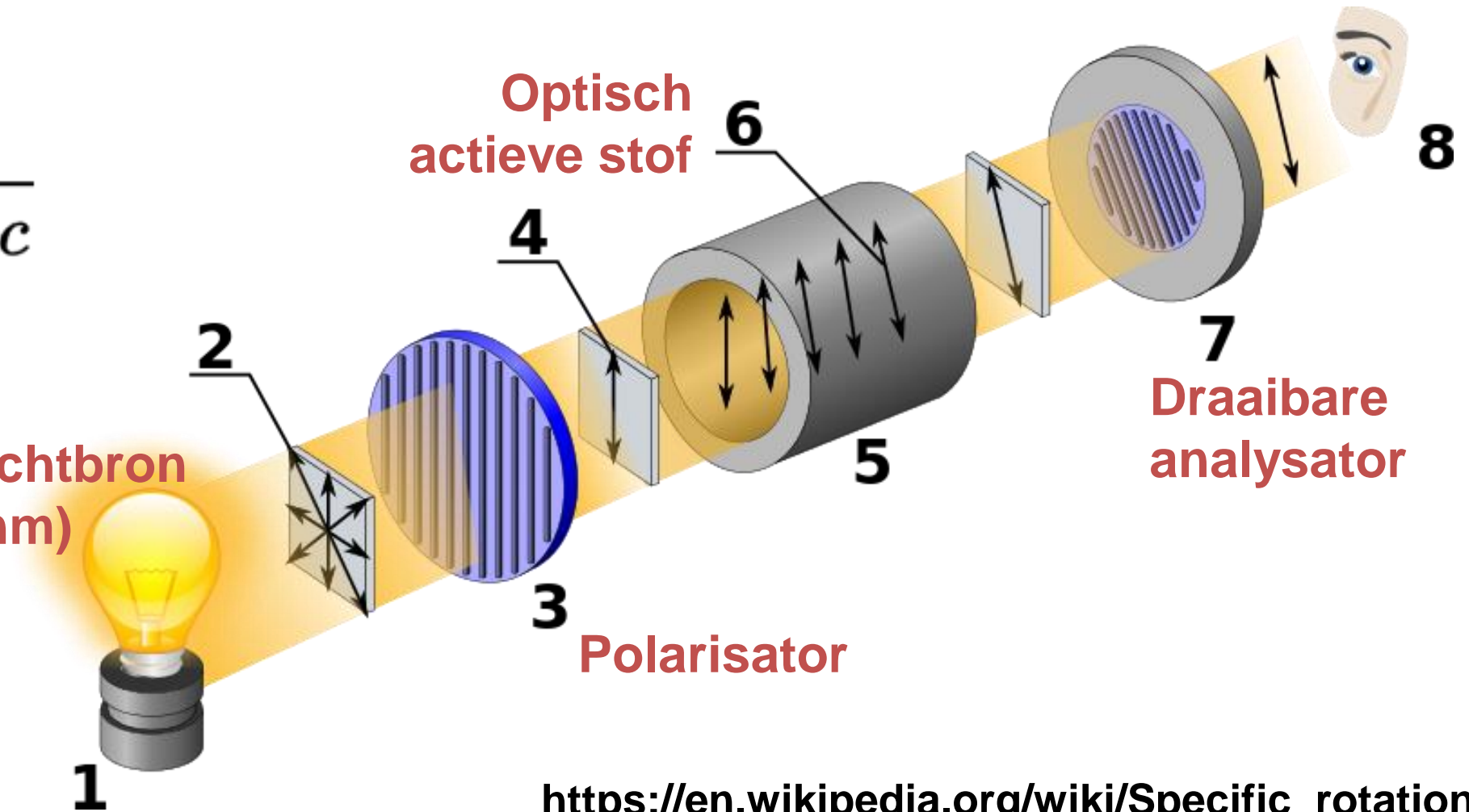


35.12 Optisch actieve stoffen

Met een polarimeter kan de optische activiteit (draaien van de polarisatierichting) van stoffen gemeten worden.

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha}{l \times c}$$

Monochromatische lichtbron
(bvb Na licht bij 589 nm)



35.12 Optisch actieve stoffen

Examples

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha}{l \times c}$$

α : gemeten draaihoek

T: temperatuur (°C)

l: lengte cel (in dm)

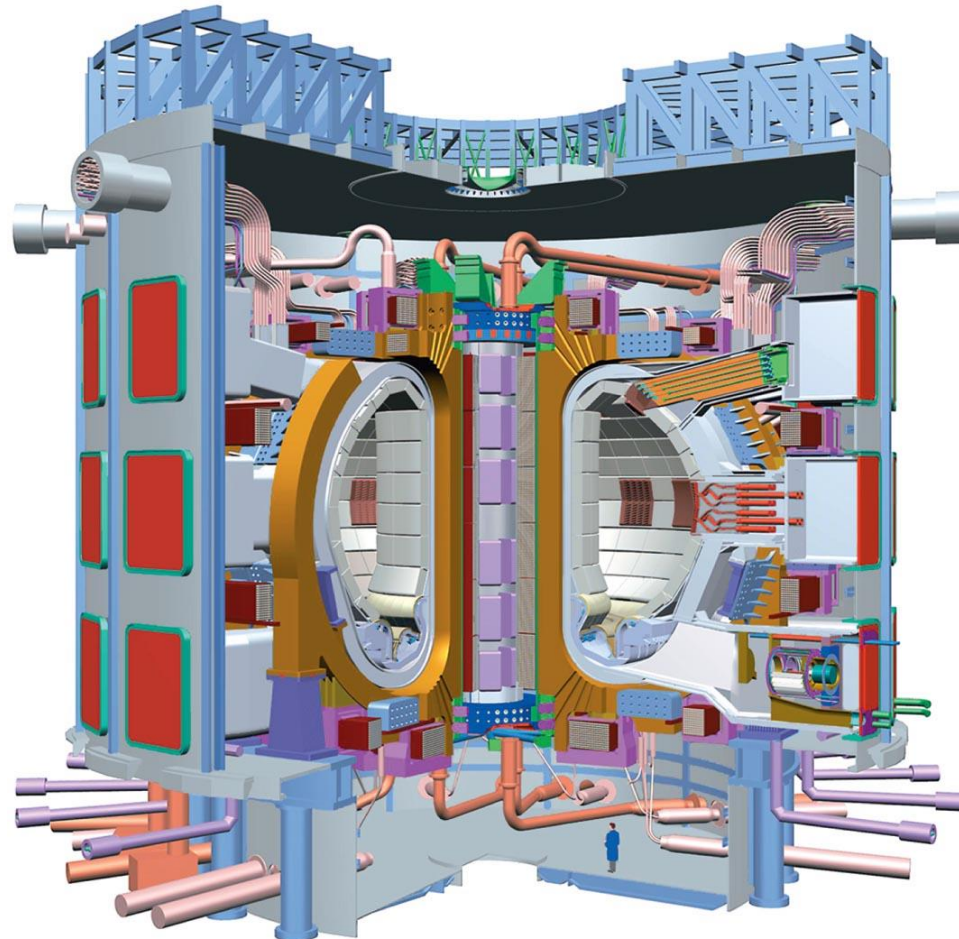
c: concentratie (g/mL)

Compound name	$[\alpha]_{\text{D}}^{20}$ [deg dm ⁻¹ cm ³ g ⁻¹]
(S)-2-Bromobutane	+23.1
(R)-2-Bromobutane	-23.1
D-Fructose	-92 ^[5]
D-Glucose	+52.7 ^[5]
D-Sucrose	+66.37 ^[5]
D-Lactose	+52.3 ^[5]
Camphor	+44.26 ^[5]
Cholesterol	-31.5 ^[5]
Taxol A	-49 ^[6]
Penicillin V	+223 ^[7]
Progesterone	+172 ^[8]
Testosterone	+109 ^[8]

(D = 589nm)

Hoofdstuk 42

Kernenergie; effecten en toepassingen van straling



42.6 Straling meten – dosimetrie

De geabsorbeerde dosis:

De rad is de hoeveelheid straling die $1,00 \times 10^{-2}$ J/kg afzet in een materiaal.

De SI eenheid voor geabsorbeerde dosis is de gray, Gy:

$$\mathbf{1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg} = 100 \text{ rad}}$$

42.6 Straling meten – dosimetrie

Het effect op levend materiaal is voor alle soorten straling verschillend.

Daarom wordt een kwaliteitsfactor QF ingevoerd:

Soort	QF
Röntgen- en γ -stralen	1
β (elektronen)	≈ 1
Snelle protonen	1
Langzame neutronen	≈ 3
Snelle neutronen	Tot 10
α -deeltjes en zware ionen	Tot 20

← (Vb: Radongas)

42.6 Straling meten – dosimetrie

Effectieve dosis = geabsorbeerde dosis x QF,
in rem (rad x QF) of sievert, Sv (Gy x QF).

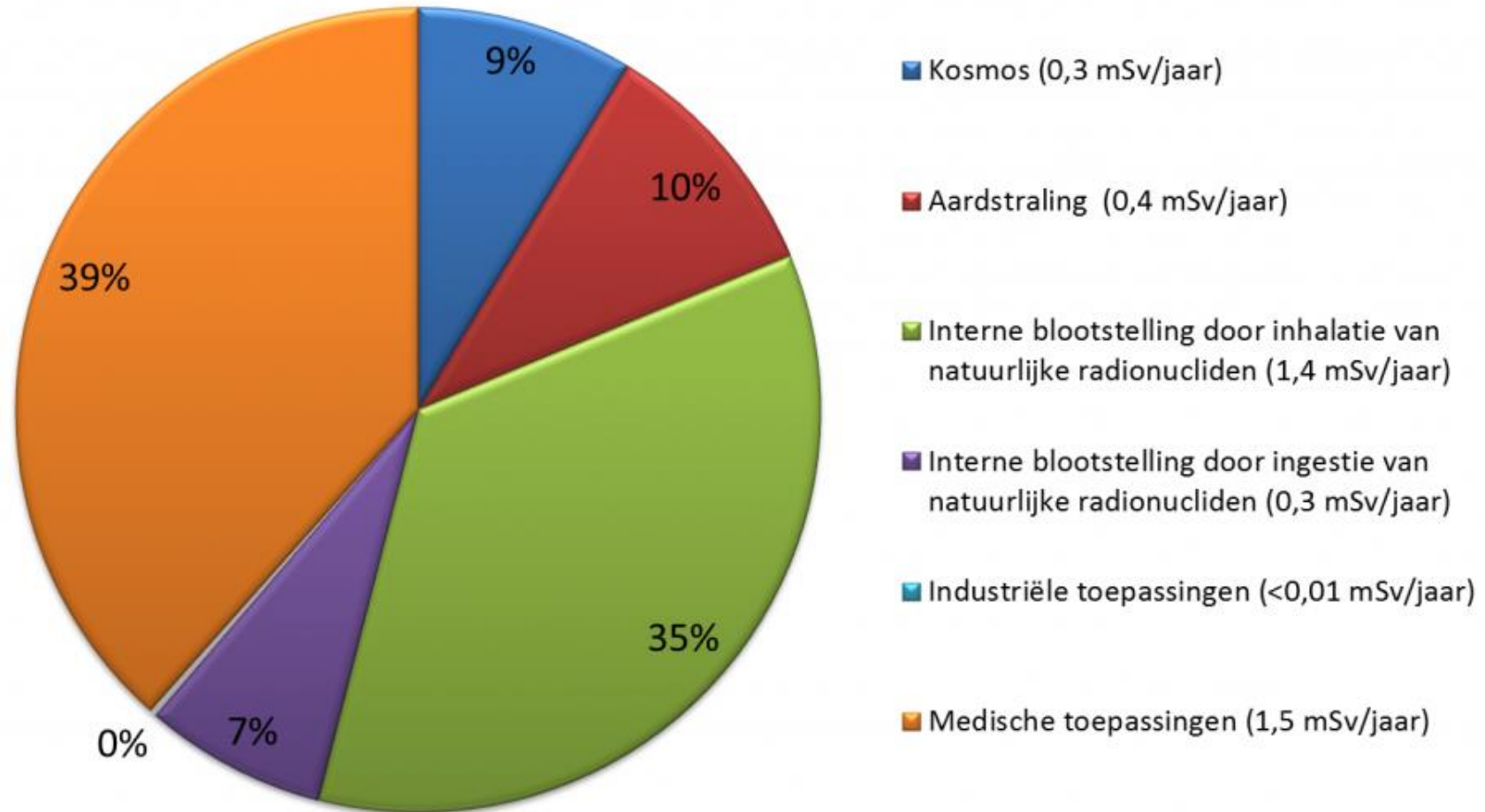
Natuurlijke achtergrondstraling: < 20mSv per jaar.

De maximale dosis voor werknemers: 20mSv per jaar.

Een korte dosis van 10 Sv is bijna altijd dodelijk. Een korte dosis van 4 Sv geeft een overlevingskans van ongeveer 50%.

Opgepast (fout in boek, p.1318, onder vgl. 42.11b): 100rem = 1Sv

De geschatte blootstelling aan ioniserende straling voor de 'gemiddelde' Belg bedraagt 4 mSv/jaar in 2015



42.6 Straling meten – dosimetrie

Dosimeters = geïntegreerde hoeveelheid straling, regelmatige uitlezing. Enkel log, geen waarschuwing.

Filmbadges, thermoluminescentiedosimetrie.



42.6 Straling meten – dosimetrie

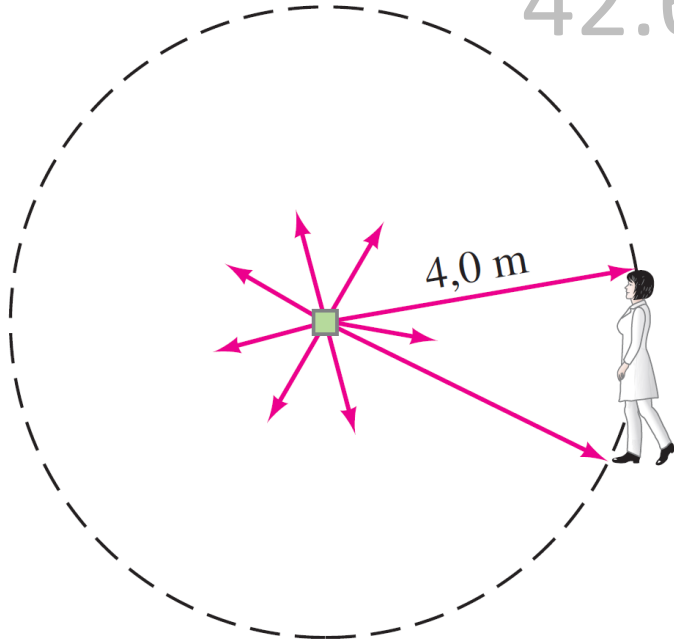
Voorbeeld 42.12. Laborant, 70kg, werkt 4h/dag in ruimte met ^{60}Co bron (40mCi), op gemiddeld 4m, met werkzame doorsnede van $1,5\text{m}^2$. Bron stuurt gammastralen uit van 2,50MeV; 50% van straling door het lichaam, interageert.

Wat is de effectieve stralingsdosis per dag?

Uitgestuurde vermogen:

$$(0,040 \text{ Ci})(3,7 \times 10^{10} \text{ vervalLEN/Ci} \cdot \text{s})(2,50 \text{ MeV}) = 3,7 \times 10^9 \text{ MeV/s}$$

42.6 Straling meten – dosimetrie



Werkzame doorsnede, blootstelling:

$$\frac{1,5 \text{ m}^2}{4\pi r^2} = \frac{1,5 \text{ m}^2}{4\pi(4,0 \text{ m})^2} = 7,5 \times 10^{-3}$$

Opgevangen deel:

$$E = \left(\frac{1}{2}\right) (7,5 \times 10^{-3}) (3,7 \times 10^9 \text{ MeV/s}) (1,6 \times 10^{-13} \text{ J/MeV}) = 2,2 \times 10^{-6} \text{ J/s.}$$

Dosis: $(2,2 \times 10^{-6} \text{ J/s}) / (70 \text{ kg}) = 3,1 \times 10^{-8} \text{ Gy/s}$

Per dag (4h blootstelling): $= 4,5 \times 10^{-4} \text{ Gy}$

Effectieve dosis (QF = 1):

$$(100 \text{ rad/Gy}) (4,5 \times 10^{-4} \text{ Gy}) (1 \text{ rem/rad}) = 45 \text{ mrem} = 0,45 \text{ mSv}$$

42.7 Radiotherapie

1) **Behandeling van tumoren**

Radioactieve bron in tumor

(bvb ^{131}I >< jodium pillen ^{127}I voor schildklier)

Protonentherapie

2) **Diagnose**

Tracers

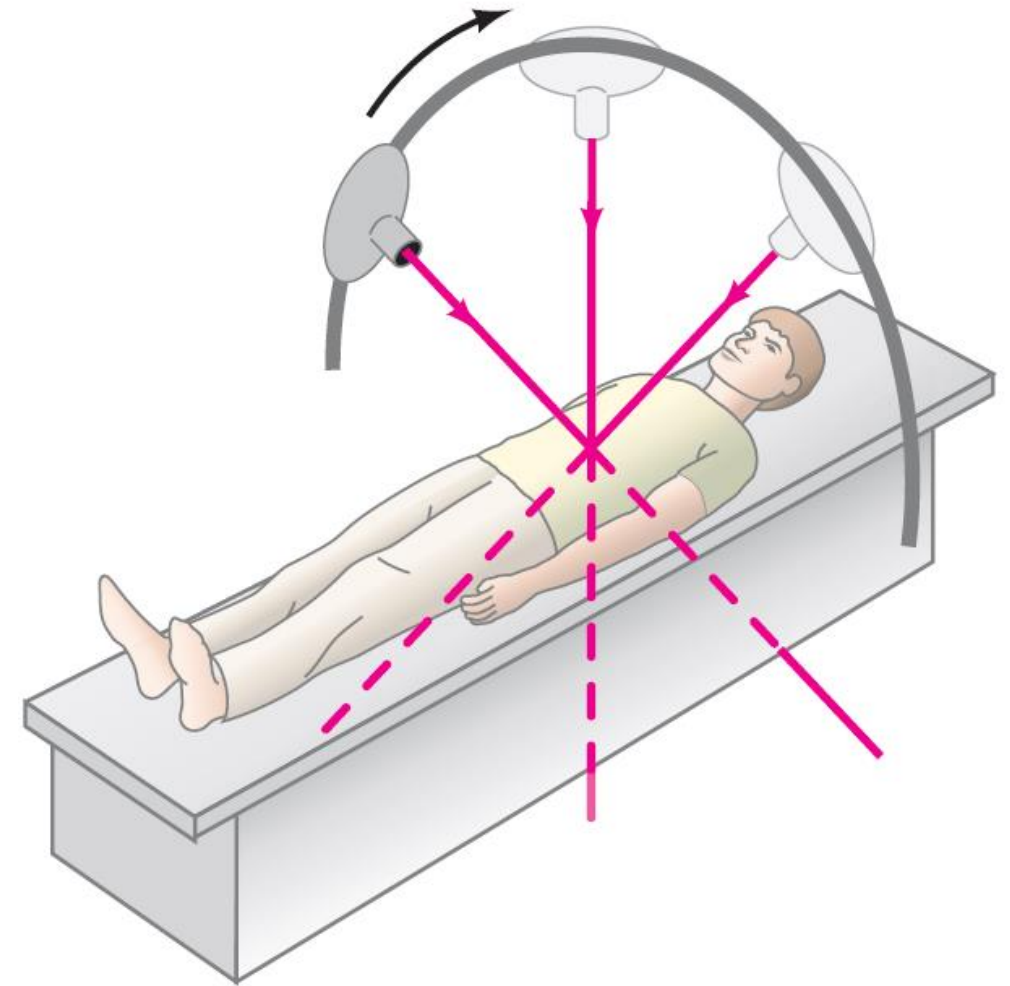
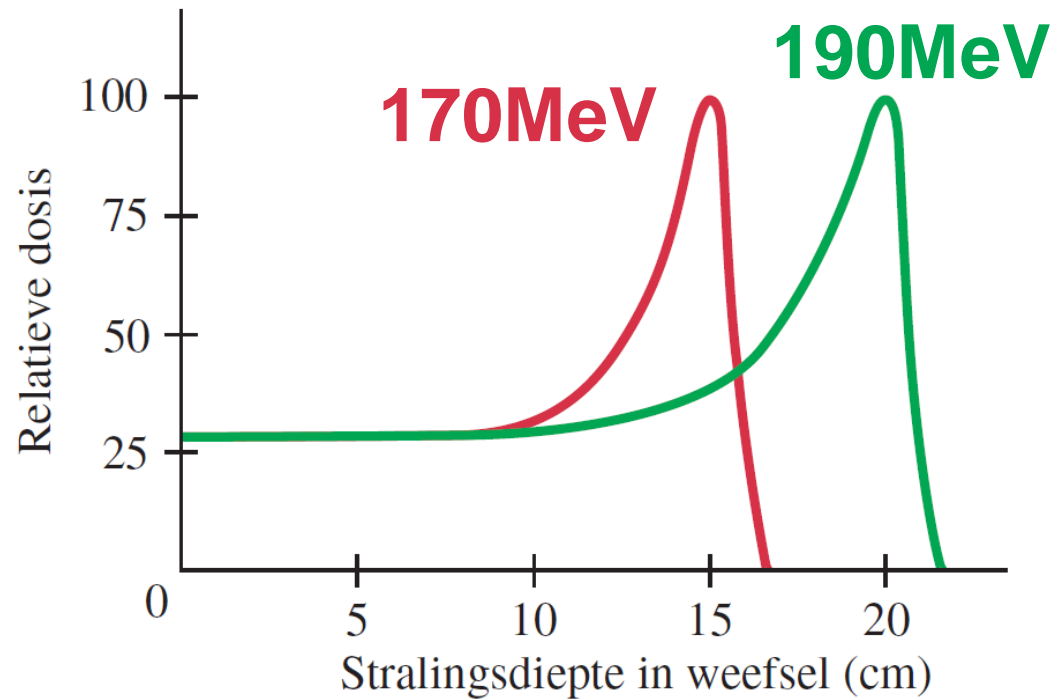
Röntgenfotografie, tomografie (CT-scan)

Emissietomografie (PET-scan)

42.7 Radiotherapie

Protonentherapie: versneller nodig.

Energie overgedragen aan weefsel:



42.8 Tracers

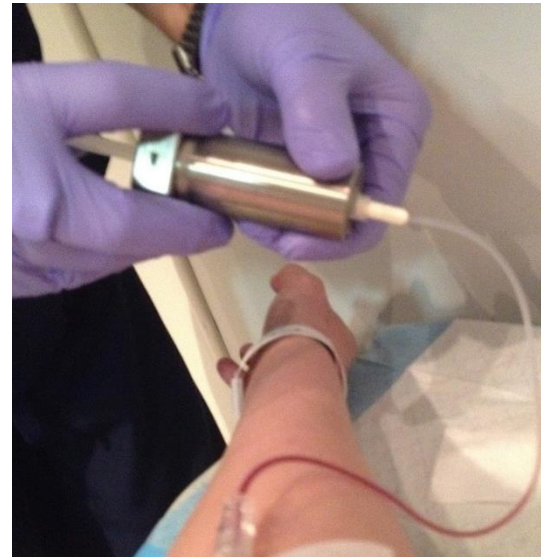
Radionuclide ^{99m}Tc (Z = 43), uit verval ^{99}Mo (Z = 42)

Halfwaardetijd van 6 uur, gammaverval.

Als label aan actieve stof (bvb orgaanspecifiek).

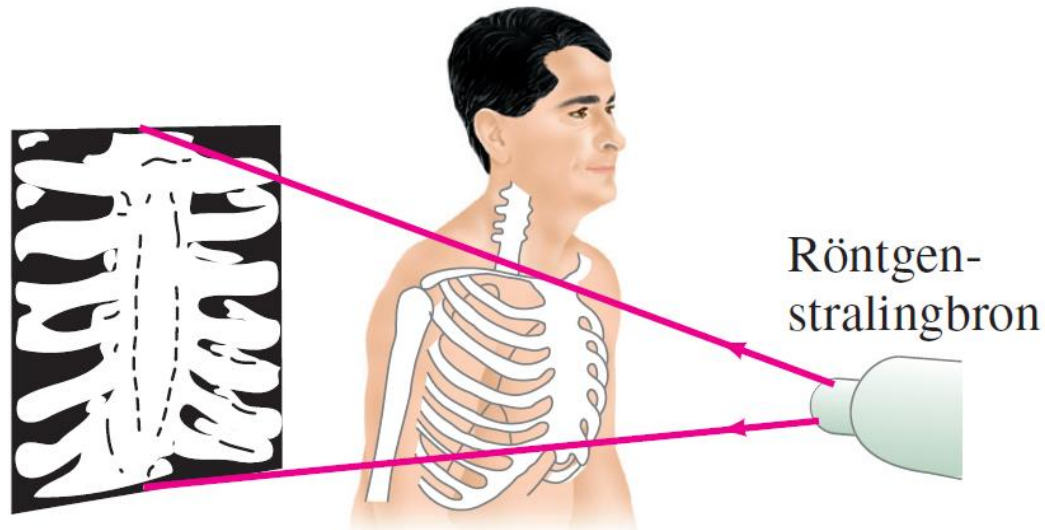
Detectie van γ via scintillatiecamera.

Botscan.



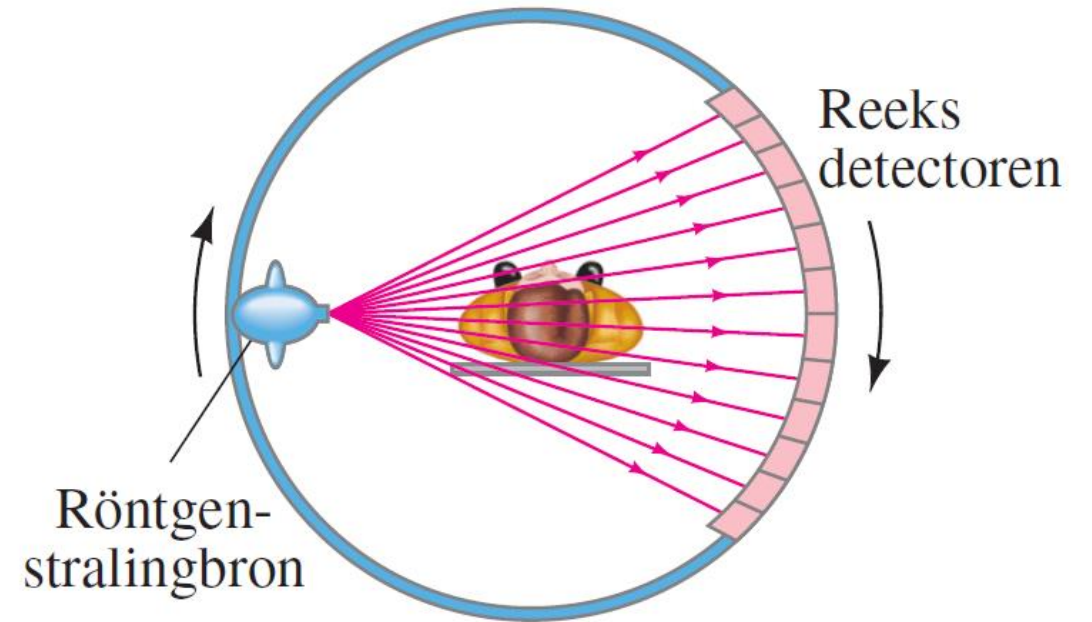
42.9 Tomografie

Röntgenfotografie



'schaduw'

Röntgentomografie



**Doorsnedes
3D reconstructive
(CT: computertomografie)**

42.9 Tomografie

PET-scan (Positronen emissie tomografie)

Positronstralers (β^+)

Na enkele mm annihilatie met elektron.



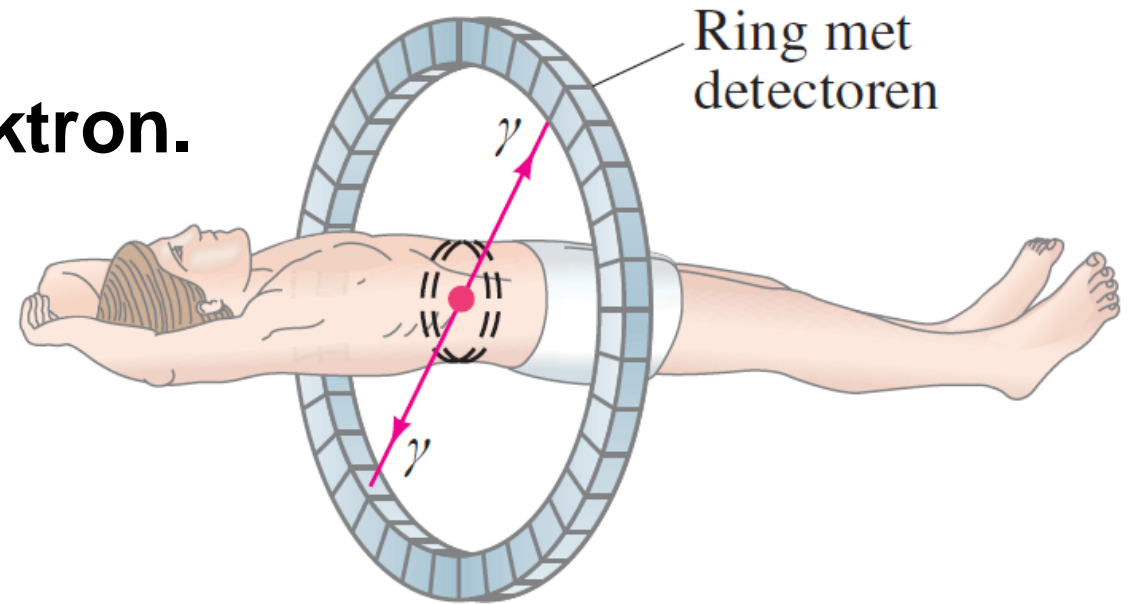
Twee fotonen in tegenstelde zin.

(behoud van impuls)

Detectie en reconstructie.

Bijkomende informatie uit 'time of flight' ($c = 30\text{cm} / \text{ns}$)

(snelle detectoren nodig)



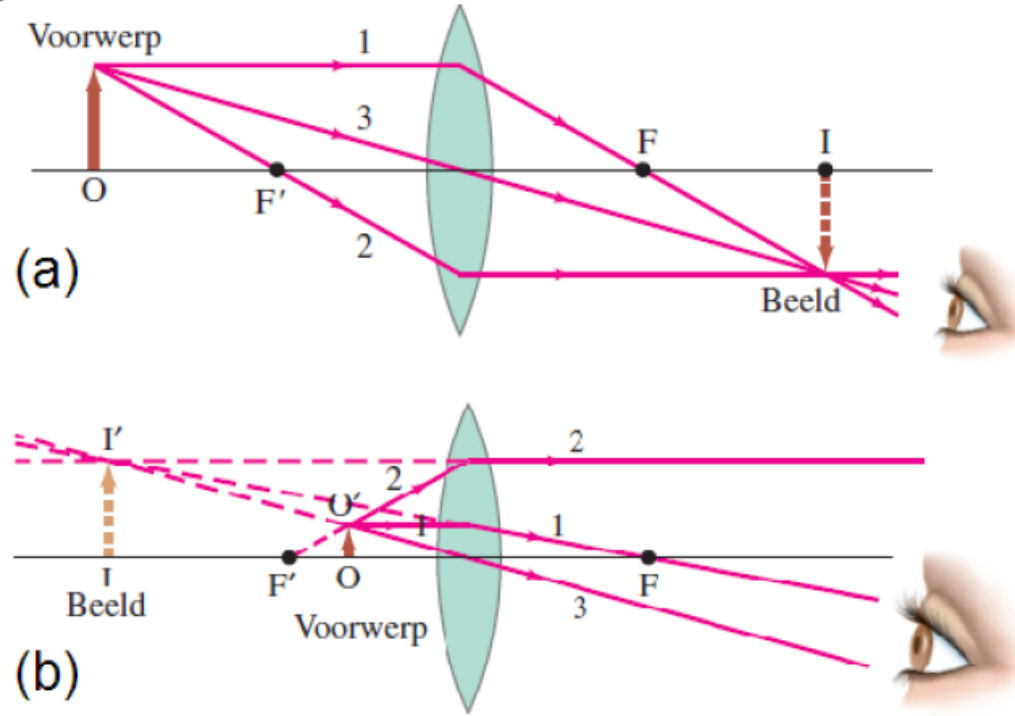
Fysica voor farmacie

Voorbeeld opgaven werkcollege

H33.11 (p.1031)

Hoe ver van een convergerende lens met een brandpuntsafstand van 25 cm moet een voorwerp worden geplaatst om een reëel beeld met dezelfde afmetingen als het voorwerp te produceren?

Tip: bedenk eerst welke van onderstaande situaties hier van toepassing is.

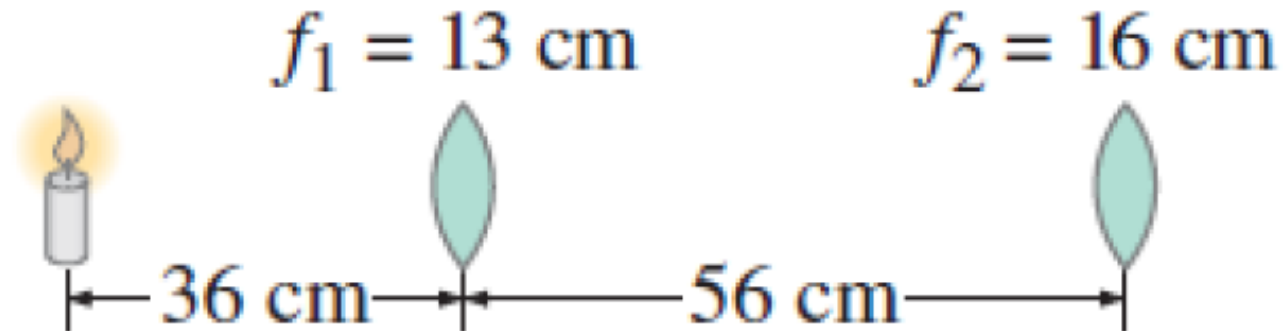


H33.22 (p.1032)

Een convergerende lens met een brandpuntsafstand van 34,0 cm bevindt zich op 24,0 cm achter een divergerende lens. Er valt evenwijdig licht op de divergerende lens. Na het passeren van de convergerende lens is het licht opnieuw evenwijdig. Wat is de brandpuntsafstand van de divergerende lens?

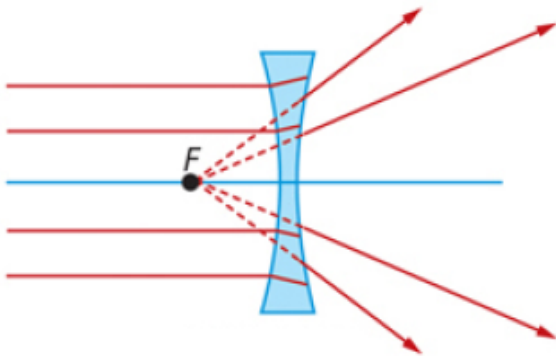
H33.27 (p.1032)

Een kaars wordt 36 cm voor een convergerende lens ($f_1 = 13$ cm) geplaatst, die op zijn beurt 56 cm voor een andere convergerende lens ($f_2 = 16$ cm) staat. (a) Teken een stralendiagram en geef een schatting van de plaats en de relatieve grootte van het uiteindelijke beeld. (b) Bereken de plaats en de relatieve grootte van het uiteindelijke beeld.



H33.44 (p.1033): Voorbeeld

Een oog wordt gecorrigeerd door een $-4,50$ D-lens op $2,0$ cm afstand van het oog. (a) Is dit oog bijziend of verziend? (b) Wat is het vertepunt van dit oog zonder bril?



De sterkte van de lens P en dus ook de brandpuntsafstand f zijn negatief. Zo'n lens is divergerend en zal voorwerpen op grote afstand dicht bij de lens afbeelden.

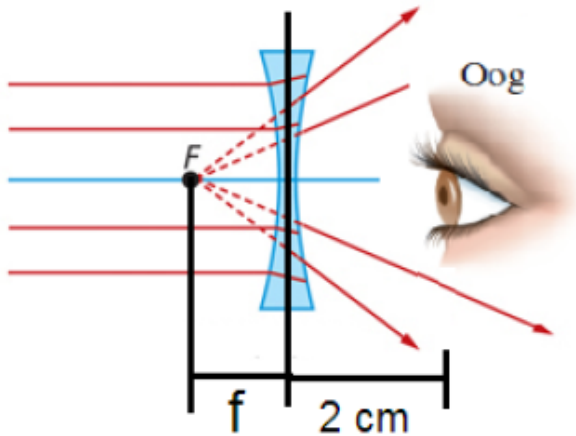
De persoon draagt de lenzen dus omdat hij voorwerpen op grote afstand moeilijk kan zien, maar voorwerpen dichtbij wel goed kan onderscheiden. De persoon is daarom bijziend.

$P < 0 \rightarrow$ afstand verkleinen \rightarrow bijziend

$P > 0 \rightarrow$ afstand vergroten \rightarrow verziend

H33.44 (p.1033): Voorbeeld

Een oog wordt gecorrigeerd door een $-4,50$ D-lens op $2,0$ cm afstand van het oog. (a) Is dit oog bijziend of verziend? (b) Wat is het vertepunt van dit oog zonder bril?



$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{d_i}$$
$$d_i = f = \frac{1}{-4,50 \text{ m}^{-1}} = -0,22 \text{ m}$$

Een ver voorwerp zal door de lens afgebeeld worden op 22 cm voor de lens. Vanaf hier neemt het oog het over. Het oog ziet een 'ver' voorwerp pas wanneer het 24 cm (22 cm + 2 cm) voor het oog ligt. Dit is dus het vertepunt van het blote oog van deze persoon.

H33.41 (p.1033)

Een vrouw moet om te lezen een boek op armlengte (± 55 cm) afstand houden. Welke sterkte van de leesbril moet er worden voorgeschreven, aangenomen dat de bril op 2,0 cm van het oog wordt geplaatst en ze bij het 'normale' nabijheidspunt van 25 cm wil lezen?

H33.55 (p.1033)

Een klein insect wordt op een afstand van 5,85 cm van een lens met een brandpuntsafstand van +6,00 cm geplaatst. Bereken (a) de plaats van het beeld en (b) de hoekvergroting.

H33.77 (p.1034)

Een microscoop heeft een oculair met $f = 1,8$ cm en een objectief met $f = 0,80$ cm. Bereken, uitgaande van een ontspannen normaal oog, (a) de plaats van het voorwerp als de afstand tussen de lenzen 16,8 cm is, en (b) de totale vergroting.

H33.24 (p.1032)

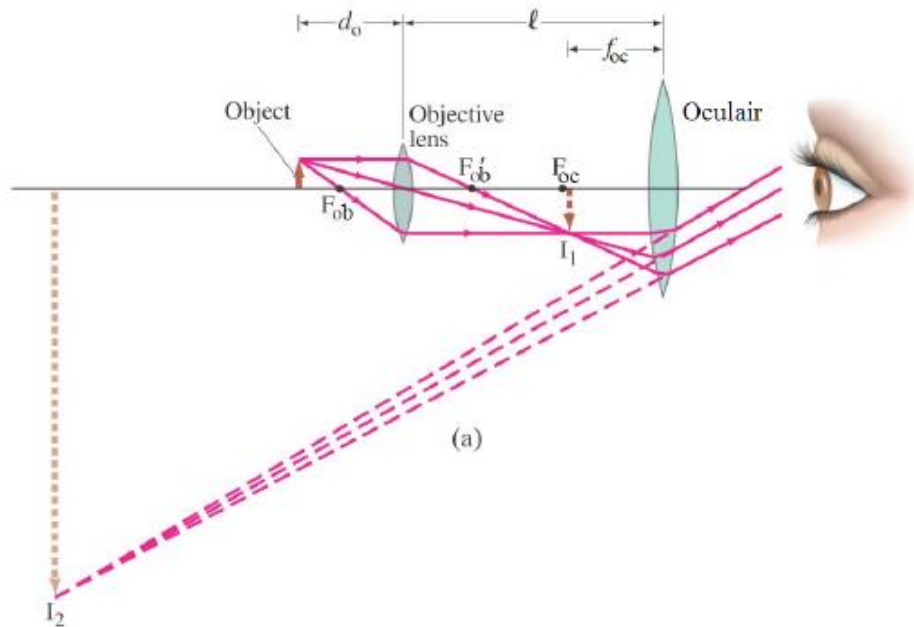
Een divergerende lens met een brandpuntsafstand van -14 cm wordt 12 cm rechts van een convergerende lens met $f = 18$ cm geplaatst. Een voorwerp wordt 33 cm links van de convergerende lens geplaatst. (a) Waar zal het uiteindelijke beeld zich bevinden? (b) Waar zal het beeld zich bevinden als de divergerende lens zich op 38 cm van de convergerende lens bevindt?

H33.42 (p.1033)

Welke sterkte van de leesbril heeft iemand nodig die een nabijheidspunt van 105 cm heeft, zodat hij een computerscherm op 55 cm afstand kan lezen? Ga uit van een lens-oogafstand van 1,8 cm.

H33.78 (p.1034)

Het oculair van een samengestelde microscoop heeft een brandpuntsafstand van 2,8 cm en het objectief heeft een brandpuntsafstand van 0,740 cm. Als een voorwerp op een afstand van 0,790 cm van de objectieflens wordt geplaatst, bereken dan (a) de afstand tussen de lenzen wanneer de microscoop is ingesteld op een ontspannen oog, en (b) de totale vergroting.



Samengestelde microscoop:

$$f_{oc} = 2,8 \text{ cm}$$

$$f_{ob} = 0,740 \text{ cm}$$

$$d_o = 0,790 \text{ cm}$$