

3 Domein NATUURKUNDE - versie 2.3 - ©Copyright USolv-IT

3.1 Wiskundige vaardigheden

1. Nauwkeurigheidsanalyse
2. Dimensieanalyse
3. Eenhedenconversie
4. Grootteordeschatting
5. Referentiestelsel
 - (a) Rechts-/linksdraaiend stelsel
 - (b) Coördinatentransformatie tussen twee stelsels die t.o.v. elkaar bewegen
 - (c) Coördinatentransformatie van Cartesiaanse naar poolcoördinaten en omgekeerd
 - (d) Coördinatentransformatie van Cartesiaanse naar cilindercoördinaten en omgekeerd
 - (e) Coördinatentransformatie van Cartesiaanse naar bolcoördinaten en omgekeerd
6. Vectorrekening
 - (a) Vermenigvuldiging met scalar (grafische methode/componentenmethode)
 - (b) Optelling, aftrekking (grafische methode/componentenmethode)
 - (c) Scalair product (definitie/componentenmethode)
 - (d) Vectorieel product (definitie/componentenmethode)
 - i. Richting en zin van het vectorieel product (RHR)
 - (e) Volledige/partiële vectordifferentiatie/-integratie
 - (f) Moment van een vector
 - i. Moment van een koppel
 - (g) Eenheidsvector
 - (h) Gradiënt van een scalaire functie
 - (i) Divergentie van een vectorfunctie
 - (j) Rotor van een vectorfunctie
7. Tensorrekening

3.2 Mechanica van een deeltje

3.2.1 Kinematica en dynamica

1. Grootheden

- (a) 1D-plaats=positie, 1D-verplaatsing, 1D afgelegde weg (behandeld als scalar)
- (b) 1D gemiddelde/momentane snelheid/versnelling (behandeld als scalar)
- (c) 2D/3D-plaats- = positievector, 2D/3D-verplaatsingsvector, 2D/3D afgelegde weg
- (d) 2D/3D gemiddelde/momentane snelheids-/versnellingsvector
- (e) Tangentiële en radiale = normale versnellingscomponent
- (f) Hoeksnelheid(-vector) = rotatievector, hoekversnelling(-vector)
- (g) Impuls(-vector) = hoeveelheid (van) beweging
- (h) Kracht(-vector)
 - i. Zwaartekracht/gravitatiekracht, gewicht
 - ii. Veerkracht (oorsprong in evenwichtspunt/elders)
 - iii. Touwkracht = spankracht, verbindingskracht van een staaf, scharnierkracht
 - iv. Normaalkracht, duwkracht, motorkracht, remkracht
 - v. Elektrische kracht, magnetische kracht (Lorentzkracht)
 - Richting en zin van magnetische kracht (op bewegende lading/stroom) (RHR)
 - vi. Statische/dynamische wrijvingskracht met oppervlak
 - vii. Wrijvingskracht met fluïdum
 - viii. Kracht door drukverschil in vloeistof of gas
 - Archimedeskracht in vloeistof of gas
 - Viscositeit
 - Oppervlaktespanning
 - ix. Kernkrachten
- (i) Krachtstoot(-vector), gemiddelde kracht(-vector)
- (j) Krachtmoment(-vector) tegenover een punt
- (k) Impulsmoment(-vector) tegenover een punt

2. Begrippen

- (a) Scalaire grootheid/vectorgrootheid
- (b) Vrije/gebonden vector
- (c) Inertiaal-/niet-inertiaalstelsel

- (d) Systeem/omgeving
- (e) Open/gesloten/geïsoleerd systeem
- (f) Stabiel/neutraal/labiel evenwicht
- (g) Fundamentele/niet-fundamentele kracht
- (h) Contact-/veldkracht
- (i) Krachtendiagram, resulterende krachtvector
- (j) Perk, perksnelheid

3. Fenomenen en wetten

- (a) 1D bewegingsvergelijking
 - i. 1D-beweging met constante snelheid (1 voorwerp)
 - ii. 1D-beweging met constante snelheid (botsen, kruisen, voorbijsteken)
 - iii. 1D-beweging met constante versnelling (1 of meer voorwerpen)
 - Vrije valbeweging zonder luchtweerstand
 - iv. 1D-beweging, op te splitsen in stukken met telkens constante (ev. 0) versnelling
 - v. 1D-beweging met (continu-)veranderlijke versnelling
 - Valbeweging in gas of vloeistof, met weerstand (en ev. Archimedeskracht) = sedimentatie
 - Ontsnappingsnelheid
 - Beweging o.i.v. 1D lineair elastische kracht
- (b) 2D, 3D bewegingsvergelijkingen
 - i. Vergelijking van de baan (Cartesiaans/parameterform)
 - Projectielbeweging
 - Parabool als superpositie van loodrechte ERB en EVRB
 - Beweging in uniform elektrisch/magnetisch veld
 - iii. Eenparige cirkelbeweging
 - iv. Beweging o.i.v. 2D of 3D lineair elastische kracht
 - v. 2D- en 3D-beweging o.i.v. centrale kracht
 - Wetten van Kepler
 - Berekening van planeet- of satellietbaan
 - Vrije precessie; precessie en nutatie
- (c) Relatieve beweging
 - i. 1D relatieve beweging
 - ii. 2D en 3D relatieve beweging
- (d) Wetten van Newton

- i. 1e wet van Newton = inertieprincipe
- ii. 2e wet van Newton bij stilstand of constante snelheidsvector (1D, 1 kracht)
- iii. 2e wet van Newton bij stilstand of constante snelheidsvector (1D, 2 krachten)
- iv. 2e wet van Newton bij stilstand of constante snelheidsvector (1D, meer dan 2 krachten)
- v. 2e wet van Newton bij stilstand of constante snelheidsvector (2D,3D)
- vi. 2e wet van Newton bij niet-nul versnellingsvector (1D, 1 kracht)
- vii. 2e wet van Newton bij niet-nul versnellingsvector (1D, 2 krachten)
- viii. 2e wet van Newton bij niet-nul versnellingsvector (1D, meer dan 2 krachten)
- ix. 2e wet van Newton bij niet-nul versnellingsvector (2D,3D)
- x. 2e wet van Newton bij eenparige cirkelbeweging (of niet-eenparige cirkelbeweging, op moment dat de tangentiële versnelling nul is) (1D, 1 kracht)
- xi. 2e wet van Newton bij eenparige cirkelbeweging (of niet-eenparige cirkelbeweging, op moment dat de tangentiële versnelling nul is) (1D, 2 krachten)
- xii. 2e wet van Newton bij eenparige cirkelbeweging (of niet-eenparige cirkelbeweging, op moment dat de tangentiële versnelling nul is) (1D, meer dan 2 krachten)
- xiii. 2e wet van Newton bij eenparige cirkelbeweging (of niet-eenparige cirkelbeweging, op moment dat de tangentiële versnelling nul is) (2D,3D)
- xiv. 2e wet van Newton bij niet-eenparige cirkelbeweging, bij willekeurige 2D- en 3D- beweging
 - 2e wet van Newton bij planeet-/satellietbanen
- xv. 2e wet van Newton in niet-inertiaalstelsel (translerend)
- xvi. 2e wet van Newton in niet-inertiaalstelsel (eenparig/niet-eenparig roterend)
 - Stelling van Coriolis
 - Statische effecten van aardrotatie
 - Dynamische effecten van aardrotatie
 - * Slinger van Foucault
- xvii. 3e wet van Newton = actie en reactie
- xviii. Verband impuls-kracht

3.2.2 Energie en energie-omzetting

1. Grootheden

- (a) Arbeid van constante kracht in richting van verplaatsing
- (b) Arbeid van constante kracht met willekeurige oriëntatie t.o.v. verplaatsing
- (c) Arbeid van willekeurige kracht (met willekeurige oriëntatie t.o.v. verplaatsing)
- (d) Arbeid bij rotatie om vaste as (zie: Rotatie van star lichaam om vaste as / Arbeid bij rotatie om vaste as)
- (e) Arbeid bij volumeverandering (zie: Arbeid bij volumeverandering van een gas)
- (f) Gemiddeld/momentaan vermogen
- (g) Kinetische energie
- (h) Potentiële energie bij de zwaartekracht
- (i) Potentiële energie bij de gravitatiekracht
- (j) Potentiële energie bij de veerkracht
- (k) Potentiële energie bij de elektrische kracht

2. Begrippen

- (a) Conservatieve/niet-conservatieve kracht

3. Fenomenen en wetten

- (a) Arbeid-energietheorema
 - i. Arbeid-energietheorema bij de veer
- (b) Behoud van mechanische energie
- (c) Behoud van totale energie
 - i. Warmtebalans (zie: Warmteopname / -afname, = temperatuurverandering / faseovergang)
- (d) Verband kracht-potentiële energie (1D)
- (e) Verband kracht-potentiële energie (2D, 3D)
- (f) (Gemiddelde) energie van een (gedempte) harmonische oscillatie/wiskundige slinger
- (g) Energiediagram
 - i. Energiediagram van een harmonische oscillatie
 - ii. Energiediagram van een diatomische molecule

3.3 Mechanica van een discreet/continu systeem van deeltjes

3.3.1 Grootheden (Mechanica van een discreet/continu systeem)

1. Massacentrum
2. Traagheidsmoment
 - (a) Traagheidsmoment van een star lichaam t.o.v. een symmetrieas
 - (b) Traagheidsmoment van een star lichaam t.o.v. een willekeurige as (stelling van Steiner)
 - (c) Traagheidsmoment van een star lichaam t.o.v. een willekeurige as (i.f.v. de richtingscosinussen)
3. Totale impuls
4. Totaal impulsmoment tegenover een punt
5. Totale in-/uitwendige kinetische energie
 - (a) Inwendige kinetische energie van een gas
 - (b) Rotationale kinetische energie van een star lichaam
6. In-/uitwendige potentiële energie

3.3.2 Begrippen (Mechanica van een discreet/continu systeem)

1. In-/uitwendige kracht
2. Beweging van het massacentrum/beweging tegenover het massacentrum.
3. Translatie/rotatie

3.3.3 Fenomenen, wetten

1. Algemeen discreet/continu systeem van deeltjes
 - (a) 1D-botsing = 1D behoud van totale impuls
 - i. Elastische 1D-botsing
 - ii. Totaal-inelastische 1D-botsing
 - (b) 2D- en 3D-botsing = 2D en 3D behoud van totale impuls
 - i. Elastische 2D- en 3D-botsing
 - ii. Totaal-inelastische 2D- en 3D-botsing
 - (c) Samenstellen van krachten tot een resultante en een moment
 - (d) Verband totale impuls - snelheid van het massacentrum
 - (e) Verband totale uitwendige kracht - versnelling van het massacentrum

- (f) Behoud van totale impuls
 - (g) Verband (z-component van) totaal impulsmoment - hoeksnelheid van het massacentrum
 - (h) Verband (z-component van) totaal krachtmoment - hoekversnelling van het massacentrum
 - (i) Verband (z-component van) totaal krachtmoment - (z-component van) totaal impulsmoment
 - i. Behoud van (z-component van) totaal impulsmoment
 - (j) Verband totale mechanische energie - arbeid van totale niet-conservatieve kracht
 - i. Behoud van totale (mechanische) energie
 - (k) Gekoppelde rotatiebeweging
 - i. Tandwielen, kettingverbinding
 - ii. Wielen op eenzelfde as
 - (l) Herleiding van tweedeeltjes- naar eendeeltjesstelsel
 - (m) Herleiding van de kinetische energie in het massacentrumstelsel
 - (n) Herleiding van het impulsmoment in het massacentrumstelsel
2. Star lichaam
- (a) Evenwicht van star lichaam
 - i. Evenwicht van star lichaam (elke drager door massacentrum)
 - ii. Evenwicht van star lichaam (elke kracht loodrecht op positievector van aangrijpingspunt, bij goede keuze van oorsprong)
 - iii. Evenwicht van star lichaam (ook 'schuine' krachten)
 - (b) Rotatie van star lichaam om vaste as
 - i. Arbeid bij rotatie om vaste as
 - ii. Rotatie van star lichaam om vaste as met constante hoeksnelheid
 - iii. Rotatie van star lichaam om vaste as met constante hoekversnelling
 - iv. Fysische slinger
 - (c) Rotatie van star lichaam om translerende as = laminaire beweging van star lichaam
 - i. Rollen zonder slippen
 - ii. Jojo
 - (d) Rotatie van star lichaam om willekeurige as
 - i. Vrije precessie
 - ii. Precessie en nutatie
3. Vervormbaar lichaam

- (a) Uitrekking, samendrukking = Wet van Hooke
 - (b) Schuifvervorming
 - (c) Torsie = wringing
 - (d) Visco-elasticiteit
4. Systeem met veranderlijke massa
- (a) Raketvoorstuwning

3.4 Relaxaties, trillingen, golven

3.4.1 Grootheden (Relaxaties, trillingen, golven)

1. Amplitude (van relaxatie/trilling/golf)
2. Periode, frequentie, pulsatie (van trilling/golf)
3. Fase, beginfase (van relaxatie/trilling/ golf)
4. Tijdsconstante (lengteconstante), halfwaardetijd (halfwaarde-afstand) (van relaxatie)
5. Streefwaarde (van relaxatie)
6. Golfte, golfgetal (van golf)
7. Golfsnelheid/deeltjessnelheid (van golf)

3.4.2 Begrippen (Relaxaties, trillingen, golven)

1. Trilling/golf
 - (a) Harmonische/niet-harmonische trilling/golf
 - i. Frequentiespectrum (zie: Samengestelde trilling / frequentiespectrum)
 - (b) Transversale/longitudinale golf
 - (c) Lopende/staande golf
 - (d) Mechanische/elektromagnetische golf
2. Beginvoorwaarden, randvoorwaarden
3. Aandrijving/respons
 - (a) Overgangs-/stationaire respons
4. Fasoren
5. Fasevlak
6. Buik/knoop

3.4.3 Fenomenen en wetten

1. Relaxaties = 1e orde-systemen
 - (a) Exponentiële relaxatie zonder aandrijving
 - (b) Exponentiële relaxatie o.i.v. constante aandrijving
 - (c) Exponentiële relaxatie o.i.v. aandrijving die op te splisten is in constante stukken
 - (d) Exponentiële relaxatie o.i.v. harmonische aandrijving
2. Trillingen = 2e orde-systemen
 - (a) (Energie van) de vrije harmonische trilling = oscillatie
 - i. (Energie van) de (horizontaal opgestelde) veer
 - ii. (Energie van) de wiskundige slinger
 - (b) Gedempte trilling = oscillatie, zonder aandrijving
 - i. Onderdamping
 - ii. Kritische demping (met/zonder beginsnelheid)
 - iii. Overdamping
 - (c) (Gedempte) trilling = oscillatie, met aandrijving
 - i. (Gedempte) trilling = oscillatie, met constante aandrijving
 - ii. (Gedempte) trilling = oscillatie, met harmonische aandrijving
 - Resonantie
 - (d) Analogie elektrische-mechanische (gedempte) trilling = oscillatie
 - (e) Samengestelde trilling = oscillatie
 - i. Frequentiespectrum
 - ii. Wet van Fourier
 - iii. 2D en 3D isotrope/anisotrope trilling = oscillatie
 - Lissajousfiguren
3. Golven
 - (a) Voorschrift harmonische golf
 - (b) 1D-golfvergelijking
 - (c) 2D/3D-golfvergelijking
 - (d) Mechanische (lopende) golf
 - i. Voortplanting van puls in snaar
 - ii. Voortplanting van puls in zuiger met gas
 - iii. 1D mechanische golf in een snaar
 - iv. 1D mechanische golf in een veer
 - v. 1D mechanische golf in een luchtpijp

- vi. 2D mechanische golf op een vlies/wateroppervlak
- (e) Reflectie/transmissie van mechanische (lopende) golf
 - i. Reflectie aan een vast uiteinde
 - ii. Reflectie aan een los uiteinde
 - iii. Reflectie/transmissie aan een overgang naar een ander medium
- (f) Energietransport in (mechanische/EM) (lopende) golf
- (g) Superpositie van golven (interferentie)
- (h) Mechanische staande golf
 - i. 1D staande golf op een snaar
 - ii. 1D staande golf in een veer/(open/halfopen) luchtpijp
 - iii. 2D staande golf op een vlies/wateroppervlak
- (i) Geluid, toon
 - i. Luidsterkte
 - Decibelschaal
 - Phonschaal
 - ii. Toonhoogte
 - iii. Klankkleur
 - iv. Zweeping
 - v. Dopplereffect
 - Dopplereffect a.g.v. bewegende bron
 - Schokgolf
 - Dopplereffect a.g.v. bewegende waarnemer
 - Dopplereffect a.g.v. bewegende bron en waarnemer
- (j) Elektromagnetische (lopende) golf, elektromagnetisch spectrum

3.5 Elektromagnetisme

3.5.1 Electrostatica

1. Grootheden
 - (a) Elektrische lading ; lineaire/oppervlakte-/volumieke ladingsdichtheid
 - (b) Elektrische veld(sterkte), elektrische kracht
 - (c) Elektrische potentiaal, elektrische potentiële energie
 - (d) Elektrische spanning = potentiaalverschil, elektrische arbeid
 - (e) Elektrische flux
 - (f) Elektrisch dipoolmoment
2. Begrippen
 - (a) Elektrische bron-/testlading

- (b) Veld, elektrisch veld
- (c) Elektrische veldlijn (van puntlading, discrete/continue ladingsverdeling)
- (d) Equipotentiaaloppervlak

3. Fenomenen en wetten

- (a) Opladen van voorwerpen
 - i. Opladen door wrijving
 - ii. Opladen door contact met geladen voorwerp
 - iii. Opladen door influentie en contact
- (b) Elektrische influentie
- (c) Millikan-experiment
- (d) Veldtheorie
 - i. Opwekken van veld (enkel veldsterkte, potentiaal, spanning)
 - Veld van puntlading
 - Veld van discrete ladingsverdeling
 - Veld van dipool
 - Veld van twee oneindige, evenwijdige, tegengesteld geladen platen
 - * Capaciteit van (vlakke) condensator (met/zonder diëlectricum) (definitie/i.f.v. afmetingen) (zie: Capaciteit van condensator (met/zonder diëlectricum))
 - * Energie en energiedichtheid van elektrisch veld in condensator
 - Veld van continue ladingsverdeling
 - ii. Voelen van veld (ook kracht, potentiële energie, arbeid)
 - Puntlading in veld van puntlading
 - Puntlading in veld van discrete ladingsverdeling
 - Puntlading in veld van dipool
 - Puntlading in veld tussen twee oneindige, evenwijdige, tegengesteld geladen platen
 - Puntlading in veld van continue ladingsverdeling
 - Discrete/continue ladingsverdeling in uniform/niet-uniform veld
 - Dipool in uniform/niet-uniform veld
 - * Potentiële energie van dipool in uniform/niet-uniform veld
 - * Krachtenkoppel op dipool in uniform/niet-uniform veld
- (e) Wet van Gauss voor elektriciteit
 - i. Wet van Gauss (vlakke symmetrie)
 - ii. Wet van Gauss (cilindrische symmetrie)
 - iii. Wet van Gauss (sferische symmetrie)

3.5.2 Magnetisme

1. Begrippen
 - (a) Magnetisch veld
 - (b) Magnetische veldlijn (van staafmagneet, U-magneet, rechte stroomdraad, lus, spoel)
 - (c) Magnetische dipool
 - (d) Permanente/elektro-magneet
2. Grootheden
 - (a) Magnetische veldsterkte = inductie
 - (b) Magnetische kracht, Lorentzkracht
 - (c) Magnetisch dipoolmoment
 - (d) Magnetische flux
3. Fenomenen en wetten
 - (a) Magnetische veldsterkte = inductie van rechte stroomdraad
 - (b) Magnetische veldsterkte = inductie van lus
 - (c) Magnetische veldsterkte = inductie van spoel = solenoïde
 - i. Zelfinductiecoëfficiënt van spoel = solenoïde (met/zonder kern) (definitie/i.f.v. afmetingen)
 - ii. Magnetische energie en energiedichtheid van magnetisch veld in spoel = solenoïde (met/zonder kern)
 - (d) Magnetische veldsterkte = inductie van willekeurige stroomverdeling
 - (e) Magnetische kracht op bewegende lading in uniform/niet-uniform veld
 - (f) Magnetische kracht op rechte stroomdraad in uniform/niet-uniform veld
 - i. Magnetische kracht tussen twee oneindige evenwijdige stroomdraden met gelijke/tegengestelde stroomzin
 - (g) Magnetische kracht op magnetische dipool in uniform/niet-uniform veld
 - (h) Potentiële energie van magnetische dipool in uniform/niet-uniform veld
 - (i) Krachtenkoppel op magnetische dipool in uniform/niet-uniform veld
 - (j) Para-, diamagnetisme
 - (k) Ferromagnetisme
 - i. Hysterese
 - (l) Toroïde

4. Toepassingen

- (a) Aardmagnetisme
- (b) Kernmagnetisme

3.5.3 Schakelingen en kringen

1. Grootheden

- (a) Elektrische stroom(sterkte), elektrische stroomdichtheid
- (b) Weerstand, specifieke = soortelijke weerstand
- (c) Elektrisch vermogen (van een bron/gedissipeerd in een weerstand)
- (d) RMS-grootheden

2. Begrippen

- (a) Bron-/klemspanning
- (b) Spannings-/stroomdeler = serie-/parallelschakeling
- (c) Ohmse/niet-Ohmse geleiding

3. Fenomenen en wetten

- (a) Macroscopische wet van Ohm
- (b) Microscopische wet van Ohm
- (c) Temperatuursafhankelijkheid van de weerstand
- (d) Geleiding in elektrolyt
- (e) Schakelementen
 - i. Ideale/reële stroom- = spannings-bron
 - ii. Ideale/reële ampère-/voltmeter
 - iii. Substitutieweerstand (serie-/parallel-/gemengde schakeling)
 - iv. Capaciteit van condensator (met/zonder diëlectricum)
 - v. Substitutiecapaciteit (serie-/parallel-/gemengde schakeling)
 - vi. Zelfinductiecoëfficiënt van spoel (met/zonder kern)
- (f) Enkelvoudige gelijkstroom-R-kring
- (g) Enkelvoudige gelijkstroom-RC-kring (Laden/ontladen van een condensator)
- (h) Enkelvoudige gelijkstroom-RL-kring
- (i) Meervoudige gelijkstroom-R-kring
- (j) Meervoudige gelijkstroom-RC-kring
- (k) Meervoudige gelijkstroom-RL-kring
- (l) Wisselstroom-R-kring, wisselstroom-L-kring, wisselstroom-C-kring

- (m) Wisselstroom-RLC-kring
 - i. Elektrische resonantie
 - ii. Hoog-/laagdoorlaatfilters
- (n) Elektrische oscillaties in (R)LC-kring zonder bron
- (o) Brug van Wheatstone
- (p) Potentiometer
- (q) Hall-effect
- (r) Contactspanning
- (s) Diffusiespanning
- (t) Elektrodespanning
- (u) Isolatoren, geleiders, halfgeleiders, supergeleiders
 - i. Intrinsieke halfgeleiding
 - ii. Extrinsieke halfgeleiding
- (v) p/n junctie, diode, transistor

3.5.4 Elektro-magnetisme

1. Grootheden
 - (a) Verplaatsingsstroom
 - (b) Polarisatievector, verplaatsingsvector, magnetisatievector
 - (c) Energie van het elektrisch veld
 - (d) Energie van het magnetisch veld
 - (e) Poyntingvector
2. Fenomenen en wetten
 - (a) Evenwijdige stroomdraden
 - (b) Proef van Oersted
 - (c) Wet van Biot-Savart
 - (d) Wet van Gauss voor magnetisme
 - (e) Wet van Ampère
 - (f) Elektromagnetische inductie, wet van Faraday, wet van Lenz
 - i. Wervelstromen
 - (g) Wetten van Maxwell (integraalvorm)
 - (h) Wetten van Maxwell (differentiaalvorm)
 - (i) Wederzijdse inductie
 - (j) Zelfinductie
 - (k) Elektrische trilling in een (R)LC-wisselstroomkring zonder bron
 - (l) Elektromagnetische golven
 - i. Elektromagnetisch spectrum

3.5.5 Toepassingen

1. Van de Graaff-versneller
2. Lineaire versneller
3. Cyclotron
4. Snelheidsfilter
5. Massaspectrometer
6. Kathodestraalbuis
7. Transducer
8. Generator
9. Transformator
10. Deurbel

3.6 Optica

3.6.1 Geometrische optica

1. Grootheden
 - (a) Voorwerp-, brandpunt-, beeldafstand
 - (b) Brekingsindex
 - (c) Vergrotingsfactor
2. Begrippen
 - (a) Reëel/virtueel beeld, reëel/virtueel voorwerp
3. Fenomenen en wetten
 - (a) Terugkaatsing = reflectie
 - i. Beeldvorming door vlakke spiegel
 - ii. Beeldvorming door bolle spiegel
 - iii. Totale inwendige reflectie
 - (b) Breking = refractie
 - i. Breking aan vlak oppervlak
 - ii. Breking aan sferisch oppervlak
 - iii. Breking aan dunne lens
 - iv. Dubbele breking
 - (c) Dispersie
 - (d) Sferische aberratie

- (e) Wet van Snellius
- (f) Stralingsdruk

4. Toepassingen

- (a) Telescoop
- (b) Microscoop
- (c) Menselijk oog

3.6.2 Fysische optica

1. Begrippen

- (a) Deeltjes-/golfkarakter

2. Fenomenen en wetten

- (a) Principe van Huygens
 - i. Principe van Huygens bij buiging
 - ii. Principe van Huygens bij weerkaatsing/breking
- (b) Interferentie
 - i. Proef van Young
- (c) Buiging = diffractie
 - i. Buiging bij enkele spleet
 - ii. Buiging bij dubbele spleet
 - iii. Buiging bij rooster
 - iv. Oplossend vermogen
- (d) Dispersie
- (e) Polarisation
 - i. Lineaire polarisation
 - ii. Cirkulaire en elliptische polarisation
- (f) Toepassingen
 - i. Interferometer van Michelson
 - ii. Spectroscopie
 - iii. X-stralendiffractie

3.7 Fluïda en thermofysica

3.7.1 Grootheden (Fluïda en thermofysica)

- 1. Druk
- 2. Arbeid bij volumeverandering van een gas

3. Temperatuur, inwendige energie, warmte(stroom)
4. Specifieke = soortelijke warmtecapaciteit, specifieke = soortelijke overgangswarmte
5. Helmholtz/Gibbs vrije energie = enthalpie

3.7.2 Begrippen (Fluïda en thermofysica)

1. Atmosferische druk
2. Aggregatietoestand
 - (a) Ideaal/reëel gas
3. Toestand/toestandsverandering = proces/toestandsdiagram = fasediagram
 - (a) Isobaar, isotherm, isochoor, adiabaat
 - (b) Quasistatisch proces, reversibel/irreversibel proces
4. Absolute nulpunt, Celsius-/Kelvinschaal
5. Thermisch/mechanisch/deeltjes-evenwicht

3.7.3 Fenomenen en wetten

1. Statica van fluïda
 - (a) Druk in een gas of vloeistof
 - i. Communicerende vaten (één vloeistof ; gelijke/verschillende benen)
 - ii. Communicerende vaten (meer vloeistoffen ; gelijke/verschillende benen)
 - iii. Buis van Torricelli
 - (b) Wet van Archimedes (zinken, zweven, drijven)
 - (c) Oppervlaktespanning
 - i. Driefasencontact
 - ii. Capillariteit
2. Dynamica van fluïda
 - (a) Continuïteitsvergelijking
 - (b) Vergelijking van Bernoulli
 - (c) Wet van Bernoulli
 - (d) Turbulentie
 - (e) Viscositeit
 - i. Schakelingen van stromingsweerstand (serie/parallel)

ii. Wet van Poiseuille

3. Thermofysica

- (a) Ideale gaswet bij constant volume en aantal deeltjes = wet van Charles (m.b.v. Celsius-/Kelvinschaal)
- (b) Ideale gaswet bij constante temperatuur en aantal deeltjes = wet van Boyle en Mariotte
- (c) Ideale gaswet bij constante druk en aantal deeltjes = wet van Gay-Lussac (m.b.v. Celsius-/Kelvinschaal)
- (d) Ideale gaswet voor proces dat op te splitsen is in delen met telkens minstens één constante grootheid
- (e) Ideale gaswet zonder constante grootheid (uitgedrukt in mol/aantal deeltjes)
- (f) Diffusie = deeltjesstroming
- (g) Thermische uitzetting van vaste stof of vloeistof (lineair)
- (h) Thermische uitzetting van vaste stof of vloeistof (volumiek)
- (i) Warmte-opname/-afgave, = temperatuursverandering/fase-overgang
 - i. Warmtebalans (zonder aandrijving, dus tussenliggende eindtemperatuur)
 - ii. Warmtebalans (constante/veranderlijke elektrische aandrijving)
 - iii. Temperatuursafhankelijkheid van de warmtecapaciteit
- (j) 0e wet van de thermodynamica
- (k) 1e wet van de thermodynamica
 - i. Isotherm proces
 - ii. Isobaar proces
 - iii. Isochoor proces
 - iv. Adiabatisch proces
 - v. Kringproces
 - vi. Proces zonder constante grootheid
 - vii. Carnotcyclus, Ottocyclus
 - viii. (Rendement van een) warmtemachine
- (l) 2e wet van de thermodynamica = entropie en entropieverandering
- (m) Transfermechanismen
 - i. Conductie = geleiding
 - ii. Radiatie = straling
 - iii. Convectie
- (n) Kinetische gastheorie
 - i. Molaire warmtecapaciteit bij constant volume/constante druk, van ideaal gas
 - ii. Equipartitie van energie
 - iii. Verdelingswet van Boltzmann
 - iv. Gemiddelde vrije weglengte

3.8 Moderne Natuurkunde

3.8.1 Relativiteit

1. Proef van Michelson en Morley
2. Gelijktijdigheid
3. Tijdsdilatatie
4. Lengtecontractie
5. Ruimtetijd
6. Galilei-/ Lorentztransformatie
7. Relativistische massa en impuls
8. Massa-energie
9. Relativistisch Dopplereffect

3.8.2 Quantumfysica

1. Vroege quantumtheorie
 - (a) Straling van een zwart lichaam
 - (b) Hypothese van Planck
 - (c) Foto-elektrisch effect
 - (d) Comptoneffect
 - (e) Hypothese van de Broglie
2. Quantummechanica
 - (a) Golf functie
 - (b) Onzekerheidsrelatie van Heisenberg
 - (c) Tijdsonafhankelijke Schrödingervergelijking
 - (d) Tijdsafhankelijke Schrödingervergelijking
 - (e) Vlakke golven/golfpakketten
 - (f) Vierkante potentiaalput
 - (g) Tunneling
3. Quantumfysische bouw van het atoom
 - (a) Quantumgetallen
 - (b) Golf functies van het waterstofatoom
 - (c) Proef van Stern en Gerlach

- (d) Principe van Pauli
- (e) Magnetisch moment, impulsmoment
- (f) Fluorescentie, fosforescentie
- (g) Laser

3.8.3 Kernfysica

1. Structuur van de atoomkern
2. Bindingsenergie, kernkracht
3. Radio-activiteit
 - (a) Alfaverval
 - (b) Betaverval
 - (c) Gammaverval
 - (d) Behoudswetten
 - (e) Halfwaardetijd
 - (f) Vervalreeks
4. Kernreacties
 - (a) Botsingsdoorsnede
 - (b) Kernsplijting = fissie
 - (c) Kernfusie
5. Toepassingen
 - (a) Ouderdomsbepaling
 - (b) Kerncentrale
 - (c) Kernwapens
 - (d) NMR

3.8.4 Elementaire deeltjes

1. Deeltjesversnellers
2. Yukawa-deeltje
3. Deeltjes/antideeltjes
4. Wisselwerkingen, behoudswetten
5. Classificatie
6. Stabiliteit, resonantie
7. QCD
8. GUT

3.8.5 Astrofysica

1. Sterevolucie
2. Gekromde ruimte
3. Uitdijing van het heelal
4. Oerknal, achtergrondstraling
5. Standaardmodel