

# Fundamenten van de natuurkunde

- mechanica
- elektrisch veld
- magnetisme
- trillingen, golven, em\_golven

botsingen in theorieën:

- mechanica-warmte → quantummechanica
- mechanica-em\_golven → relativiteitstheorie
- (quantummechanica-relativiteitstheorie → ???)

# Mechanica

- houdt zich bezig met het beschrijven en verklaren van bewegingen
- belangrijke beweging hierbij: bewegingen in de ruimte (universum)
- verklarende kracht bij deze laatste steeds: gravitatiekracht
- Zie hoofdstuk 5

# Elektrisch veld

- geladen deeltjes oefenen krachten OP ELKAAR uit
- ze beïnvloeden OOK de ruimte om zich heen
- in de beïnvloede ruimte heerst een “elektrisch veld”
- krachtwerkingen worden met eindige snelheid door middel van dit veld doorgegeven

# Magnetisch veld

- magnetisme wordt veroorzaakt door bewegende lading
- abstract: een veranderend elektrisch veld veroorzaakt een magnetisch veld
- evenzo: een veranderend magnetisch veld veroorzaakt een elektrisch veld - inductie

# Elektromagnetisme

- Elektrische en magnetische verschijnselen zijn gekoppeld
- Overkoepelende theorie heet de *elektromagnetische theorie*
- deze voorspelt (wiskundig) het bestaan van *elektromagnetische golven, die zich met de lichtsnelheid voortplanten*

# Golven

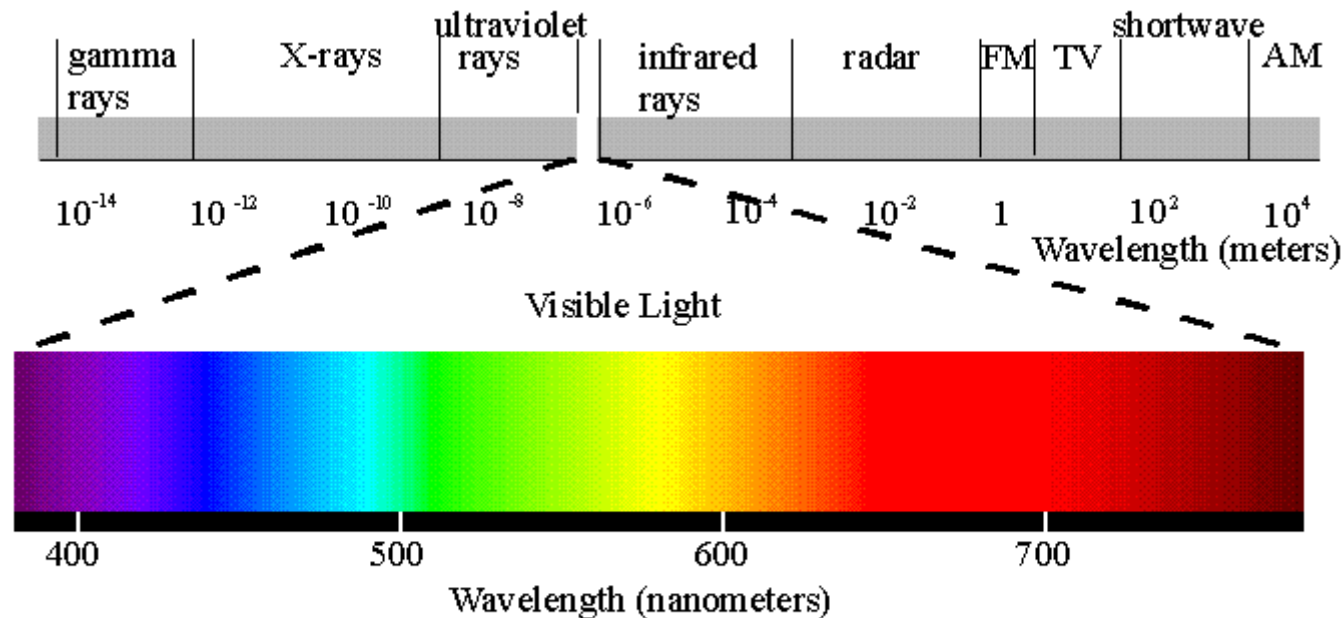
- Kenmerkende grootheden
  - $\lambda$  = golflengte
  - $A$  = amplitude
  - $f$  = frequentie
- 
- Bij gegeven golfsnelheid zijn  $\lambda$  en  $f$  omgekeerd evenredig

<http://www.pontes.nl/~natuurkunde/vwogolf10064/golf1groot.html>

# Elektromagnetische golven

<http://www.walter-fendt.de/ph14e/emwave.htm>

- Denk aan: licht, warmte, radio-golven, röntgenstraling
- Al deze golven lijken op elkaar, verschillen slechts in golflengte.
- Hoe ontstaan de verschillende golven:  $\gamma$ -straling, licht, radio?



[Table of Contents](#)

[Visual Stimulus](#)

# Hoe ontstaat $\gamma$ -straling?

- Kernen van atomen kunnen radioactief zijn
- Dan zenden zij deeltjes of straling uit
- Deeltjes:  $\alpha$ -deeltjes of  $\beta$ -deeltjes
- straling:  $\gamma$ -straling; wordt uitgezonden door een dochterkern, nadat eerst een moederkern een  $\alpha$ -deeltje of  $\beta$ -deeltje uitgezonden heeft

# Hoe ontstaat licht?

- Rutherford 1911: atoom bestaat uit kern en elektronen die rond de kern draaien
- Bohr (1913): die elektronen mogen alleen in voorgeschreven banen bewegen
- Bij de elektronovergang van een verre baan naar eentje dichterbij de kern wordt em-straling uitgezonden: licht, of uv-straling, enz.
- (Alleen de  $\gamma$ -straling komt uit de kern)
- $\lambda$ =kleur van het licht hangt af van de **spronggrootte**
- atoommodel <http://www.colorado.edu/physics/2000/quantumzone/bohr.html>
- spectra [http://195.86.82.137/vakken/natuurkunde/ntnujava/spectrum\\_nl/elements\\_nl.htm](http://195.86.82.137/vakken/natuurkunde/ntnujava/spectrum_nl/elements_nl.htm)

# Radio/tv-golven opwekken en ontvangen

- Een voorbeeld:
- in een zender worden de golven opgewekt door elektronen snel **heen en weer** te bewegen (“hoogfrequente wisselstroom”)  
<http://www.cco.caltech.edu/~phys1/java/phys1/MovingCharge/MovingCharge.html>
- die gaan met de lichtsnelheid ( $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ) naar de ontvanger (bijv. een antenne)
- Daarin gaan de elektronen ook snel heen en weer, net als eerst in de zender → wisselstroompje
- Het signaal is dan overgestuurd van zender naar apparaat (radio/tv/mobiele telefoon, etc.)

# Dopplereffect

[http://www.exploratorium.com/imagery/sounds/30 MPH doppler.au](http://www.exploratorium.com/imagery/sounds/30_MPH_doppler.au)

- Als bron en waarnemer elkaar **naderen** neem je een **verkorte  $\lambda =$  verhoogde  $f$**  waar  
Bij licht: verkorte  $\lambda =$  **violet**verschuiving  
(Bij geluid: verkorte  $\lambda =$  hogere toon)
- Als bron en waarnemer van elkaar **weggaan** neem je een **verlengde  $\lambda =$  verlaagde  $f$**  waar  
Bij licht: verlengde  $\lambda =$  **rood**verschuiving

Toepassingen:

Onze Beste Kameraad, sterrenkunde, medicijnmannen,  
A. Roddick,...

(straaljager)  
(politieauto)

[Doppler Applet](http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/doppler.html)  
<http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/doppler.html>

# Quantummechanica

- ontstond toen het verband tussen licht en warmte nader werd onderzocht
- uitgebreid door onderzoeken op het grensvlak van licht en elektriciteit
- toegepast op de **bouw van het atoom**
- beschrijft **goed**: alles wat met het atoom te maken heeft; **niet goed**: de atoomkern
- komt aan de orde in hoofdstuk 6
- de atoom**kern** wordt pas in de 6<sup>e</sup> klas behandeld

# Relativiteitstheorie

- ontstond toen ideeën uit de mechanica botsten met het elektromagnetisme: de lichtsnelheid is voor alle waarnemers even groot
- beschreef in eerste instantie: de natuurkunde van grote snelheden = de speciale relativiteitstheorie → o.a.  $E=mc^2$  en  $m(v) = m(0) \cdot 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$
- later uitgebreid met: de natuurkunde van zware lichamen = de algemene relativiteitstheorie → kromming van ruimte-tijd
- komt aan de orde in de 5<sup>e</sup> of 6<sup>e</sup> klas