

Samenvatting natuurkunde vwo (2024)

Marc van der Sluys

Departement Natuurkunde, Universiteit Utrecht

31 oktober 2024

Deze informatie is overgenomen uit de Syllabus natuurkunde vwo 2024, sterk gecomprimeerd en niet volledig.¹

Inhoudsopgave

1 Vaardigheden (A)	1
1.1 Instrumentarium, modelvorming, kwantificeren (A7, A8, A15)	1
1.2 Wiskunde (A12)	2
1.2.1 Basisrekenvaardigheden	2
1.2.2 Wiskundige technieken	2
2 Golven	2
2.1 Informatieoverdracht (B1)	2
2.2 Straling en radioactiviteit (B2)	3
3 Beweging en wisselwerking (C)	3
3.1 Krachten en beweging (C1)	3
3.2 Energie en wisselwerking (C2)	4
3.3 Gravitatie (C3)	4
4 Lading en veld (D)	4
4.1 Elektrische systemen (D1)	4
4.2 Elektrische en magnetische velden (D2)	5
5 Straling en materie (E)	5
5.1 Elektromagnetische straling en materie (E2)	5
6 Quantumwereld en relativiteit (F)	6
6.1 Quantumwereld (F1)	6

1 Vaardigheden (A)

1.1 Instrumentarium, modelvorming, kwantificeren (A7, A8, A15)

- Meetonzekerheid (toevallig, systematisch), significante cijfers (optellen, aftrekken), wetenschappelijke notatie
- Schatten, orde van grootte, ijken
- Modelleren: startwaarden, rekenstapjes

¹<https://www.examenblad.nl/2024/vwo/vakken/exacte-vakken/natuurkunde-vwo>

1.2 Wiskunde (A12)

1.2.1 Basisrekenvaardigheden

- verhoudingen, procenten, breuken, machten en wortels, absolute waarde;
- omtrek en oppervlakte van een cirkel, driehoek en rechthoek;
- oppervlakte en volume van een balk, cilinder en bol.

1.2.2 Wiskundige technieken

- herleiden en substitueren van formules;
- evenredigheden (recht, omgekeerd, kwadratisch, omgekeerd kwadratisch, wortel);
- oplossen van lineaire en tweedegraads vergelijkingen;
- oplossen van twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden;
- toepassen van $\log x$, $\ln x$, $e^{\pm ax}$, a^x , x^a , $\sin x$ en $\cos x$;
- rechthoekige driehoek: zijdes en hoeken m.b.v. \sin , \cos , \tan en Pythagoras;
- gelijkvormigheid bij driehoeken;
- grafisch optellen en ontbinden van vectoren;
- relaties van de vorm $y = ax^2$, $y = ax^{-1}$, $y = ax^{-2}$, $y = ax^{1/2}$;
- interpoleren en extrapoleren;
- differentiëren van lineaire en kwadratische functies, machts-, sinus- en cosinusfuncties;
- de oppervlakte onder een grafiek bepalen.

2 Golven

2.1 Informatieoverdracht (B1)

- Trillingen:

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

- Trillingsenergie:

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

- Resonantie en eigentrilling: eigenfrequentie, aandrijffrequentie, gedwongen trilling

- Harmonische trilling:

$$u = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) = A \sin(2\pi ft)$$

- kracht:

$$F = -Cu$$

- tijd:

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

- Golven: longitudinaal, transversaal

$$v = f\lambda; \quad \Delta\varphi = \frac{\Delta x}{\lambda}$$

- Fase:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T}$$

- Geluid: toon, medium, gehoorgrens: 20 Hz–20kHz

- Staande golf snaar:

$$L = \frac{1}{2}n\lambda \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

- $n = 1$: grondtoon; $n > 1$: harmonische, boventoon

- Staande golf buis: open einde: buik; gesloten einde: knoop

- twee dezelfde einden: zie snaar

- twee verschillende einden: $L = \frac{1}{4}(2n - 1)\lambda \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$

- Resonantie:

- $f_{\text{aandrijf}} = f_{\text{eigen}}$: resonantie

- $f_{\text{aandrijf}} < f_{\text{eigen}}$: meebewegen met f_{aandrijf} en A_{aandrijf}

- $f_{\text{aandrijf}} = f_{\text{eigen}}$: hangt stil

2.2 Straling en radioactiviteit (B2)

- Straling: α , β^- , β^+ , γ , Röntgen (X)

- Ioniserende straling: $E_f = hf = \frac{hc}{\lambda}; \quad c = f\lambda$

- Röntgen en CAT: transmissie, absorptie, reflectie, halveringsdikte ($d_{1/2}$)

- Atoomkernen: ${}^A_Z\text{Symbol}$; $A = Z + N$

- A : massagetal (aantal nucleonen); Z : atoomnummer (ladingsgetal); N : aantal neutronen

- Radioactief verval: α , β^- , β^+ , γ

- Aantal kernen: $N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$

- Radioactiviteit (Bq): $A(t) = -\frac{dN}{dt} = N \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$

- Intensiteit: $I = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{d/d_{1/2}}$

- Dosis (Gy): $D = \frac{E_{\text{abs}}}{m}$

- Dosisequivalent (Sv): $H = W_R D = W_R \frac{E_{\text{abs}}}{m}$

- MRI, ultrasound, echoscopie; resolutie; tracer, gammascintigrafie, PET, annihilatie, gammadetectoren; radiotherapie, in/uitwendige bestraling

3 Beweging en wisselwerking (C)

- Dichtheid: $\rho = \frac{m}{V}$

3.1 Krachten en beweging (C1)

- Beweging: eenparig en versneld: gemiddelde snelheid, eenparig versneld, (val)versnelling

$$s = vt \quad (v \text{ is constant});$$

$$v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}; \quad a_{\text{gem}} = \frac{\Delta v}{\Delta t};$$

$$v = \frac{dx}{dt}; \quad a = \frac{dv}{dt}; \quad g \approx -9.81 \text{ m/s}^2$$

- Soorten krachten: zwaartekracht, zwaartepunt, gewicht, normaalkracht, spankracht, veerkracht

- Zwaartekracht: $F_z = mg$

- Veerkracht:

$$F_v = Cu$$

- Wrijving: lucht, schuif, rol:

$$F_{w,\ell} = \frac{1}{2}\rho c_w A v^2; \quad F_{w,s,\max} = f F_N$$

- Newton:

- 1e wet:

$$\sum_i \vec{F}_i = 0 \leftrightarrow v = \text{constant}$$

- 2e wet:

$$\vec{F}_{\text{res}} = \sum_i \vec{F}_i = m\vec{a}$$

- 3e wet:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

3.2 Energie en wisselwerking (C2)

- Kinetische energie:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

- Zwaarte-energie:

$$E_z = mgh$$

- Veerenergie:

$$E_v = \frac{1}{2}Cu^2$$

- Verder: chemische energie (E_{ch}), warmte (Q)

- Potentiële energie: kan gemakkelijk omgezet worden in beweging, bijvoorbeeld E_z

- Wet van behoud van energie:

$$\sum E_{\text{in}} = \sum E_{\text{uit}}$$

- Arbeid ('moeite'):

$$W = F s \cos \alpha; \quad \Delta W = \Delta E_k$$

- Vermogen:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{W}{t} = Fv$$

- Stookwaarde:

$$E_{\text{ch}} = r_v V = r_m m$$

- Rendement:

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$$

3.3 Gravitatie (C3)

- Gravitatiekracht:

$$F_g = \frac{GmM}{r^2}$$

- Gravitatie-energie:

$$E_g = -\frac{GmM}{r}$$

- Middelpuntzoekende kracht:

$$F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$$

- Cirkelbaan:

$$v_{\text{baan}} = \frac{2\pi r}{T}$$

- Daarvan afgeleid:

- ontsnappingsnelheid:

$$v_{\text{ontsn}} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

- Wet van Kepler:

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

4 Lading en veld (D)

4.1 Elektrische systemen (D1)

- Stroom en elektrische lading:

$$I = \frac{Q}{t}$$

- Spanningsbronnen:
$$U = \frac{\Delta E_{\text{el}}}{Q}$$
- Wet van Ohm en weerstand:
$$U = IR; \quad I = GU; \quad G = \frac{1}{R}$$
- Schakelingen:
 - punt in schakeling:
$$\sum_i I_i = 0$$
 - stroomkring:
$$\sum_i U_i = 0$$
 - serieschakeling:
$$U_{\text{tot}} = U_1 + U_2 + \dots; \quad I_{\text{tot}} = I_1 = I_2 = \dots; \quad R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + \dots$$
 - parallelschakeling:
$$U_{\text{tot}} = U_1 = U_2 = \dots; \quad I_{\text{tot}} = I_1 + I_2 + \dots; \quad G_{\text{tot}} = G_1 + G_2 + \dots$$
 - vervangingsweerstand:
$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$
- Soortelijke weerstand:
$$\rho = \frac{RA}{\ell}$$
- Elektrisch vermogen:
$$P = UI; \quad E = Pt$$

4.2 Elektrische en magnetische velden (D2)

- Lading en Wet van Coulomb:
$$F_{\text{el}} = f \frac{qQ}{r^2}$$
- Elektrische velden:
$$\vec{F}_{\text{el}} = q\vec{E}$$
 - elektrische veldlijnen lopen van + naar –, kruisen nooit en staan loodrecht op een geleider
 - elektrische veldsterkte: dichtheid van veldlijnen
- Elektrische spanning en energie:
$$\Delta E_{\text{el}} = qU$$
- Elektrisch \rightarrow kinetisch:
$$\Delta E_{\text{k}} = -\Delta E_{\text{el}}$$
- Lorentzkracht:
$$F_{\text{L}} = BI\ell = Bqv$$
 - linkerhandregel: \vec{B} opvangen in handpalm, gestrekte vingers: \vec{v} of $\vec{I} \rightarrow$ duim: \vec{F}_{L}
- Flux en inductie:
$$\Phi = B_{\perp}A; \quad U_{\text{ind}} \propto N; \quad U_{\text{ind}} \propto \frac{d\Phi}{dt}$$
- Magnetische velden: noordpool, zuidpool;
- Magnetische veldlijnen vormen gesloten krommen, lopen buiten een magneet van N naar Z, lopen binnen een magneet van Z naar N en kruisen nooit
- Magnetische veldsterkte: dichtheid van de veldlijnen (B, in Tesla)
- Rechterhandregel: elektromagneet:
 - draad: duim = \vec{I} , vingers = \vec{B}
 - spoel: duim = \vec{B} , vingers = \vec{I}

5 Straling en materie (E)

5.1 Elektromagnetische straling en materie (E2)

- Foto-elektrisch effect:
$$E_{\text{f}} = hf = \frac{hc}{\lambda}$$
- Spectraallijnen: emissie, absorptie, Fraunhofer; energiediagram
$$E_{\text{f}} = |E_{\text{m}} - E_{\text{n}}|$$

- Dopplereffect: rood-, blauwverschuiving; radiële snelheid $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}c$
- Planckkrommen en Wet van Wien: $\lambda_{\max}T = k_w$
– hogere temperatuur → hogere intensiteit en kleinere λ_{\max}
- Kwadratenwet en Wet van Stefan-Boltzmann: $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$; $P_{\text{bron}} = \sigma AT^4$
- Elektromagnetisch spectrum: radio (radiotelescoop); microgolf (hoog in atmosfeer); IR (gedeeltelijk door dampkring); zichtbaar licht (optische telescoop op berg); UV, Röntgen, gamma (ruimtetelescoop (en deel IR))
- Kernfusie en massadefect: $E = \Delta mc^2$
- Hertzsprung-Russelldiagram: sterpopulatie, sterevolutie, hoofdreeks, rode reuzen, supernova, witte dwergen

6 Quantumwereld en relativiteit (F)

6.1 Quantumwereld (F1)

- Impuls: $p = mv \quad \left(= \frac{h}{\lambda} \right)$
- Brogliegolven: vrij quantumdeeltje, elektronenmicroscop, waarschijnlijkheidsdichtheid: $\lambda = \frac{h}{p} \quad \left(= \frac{h}{mv} \right)$
- Buigingsverschijnselen: tralie, dubbelspleet, golf-deeltjedualiteit: $d \sin \alpha_n = n\lambda$; $n = 0, 1, 2, \dots$
- Interferentie: constructief ($\Delta\varphi$ geheel; buikpunt), destructief ($\Delta\varphi$ half; knooppunt)
- Onzekerheidsrelatie van Heisenberg: onzekerheid in zowel plaats als impuls nooit nul: $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$
- Waterstofatoom:
 - energieput met opgesloten elektron, met eindige hoogte, niet-verticale wanden en drie dimensies
 - Energieniveaus: $E_n = -\frac{13.6 \text{ eV}}{n^2}$; ($n = 1, 2, 3, \dots$)
 - Bohrstraal: breedte van golffunctie van een elektron in de grondtoestand van een waterstofatoom
- Energieniveaus (E_n): quantisatie, hoofdquantumgetal: $n = 1$: grondtoestand, $n > 1$: aangeslagen toestand. Ionisatieniveau, energiediagram, energieband, bandgap, lijnenspectrum.
- Energieput: $E_n = n^2 \frac{h^2}{8mL^2}$
- Uitsluitingsprincipe van Pauli: deeltjes kunnen nooit op hetzelfde moment dezelfde plaats, impuls, energie en **spin** hebben. Fermionen: twee mogelijke spintoestanden.
- Tunneleffect: deeltje tunnelt mogelijk door energiebarrière, waarschijnlijker bij lagere $E_{\text{barrière}}$, smallere barrière of hogere E_{deeltje}