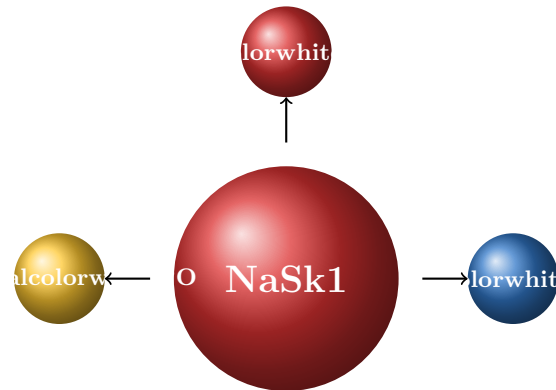


VMBO-TL Natuurkunde

Interactieve Routekaart

GT3 & GT4

VMBO-TL - PTA Overzicht



*Klik op elk vak in de routekaart
voor gedetailleerde uitleg*

Schooljaar 2025-2026

Jaar 3: 100% SE | Jaar 4: Focus op CE | Eindcijfer: 50% SE + 50% CE

Natuurkunde Routekaart GT3 → GT4

► *Klik op elk vak voor details* ◄

Jaar 3: Alle SE-toetsen (K7, K10, K11, K12) + Practicum →
Jaar 4: CE-voorbereiding (K4, K5, K6, K8, K9) + Examen in mei

JAAR 3 (GT3)

100% Schoolexamen

K7
Licht & Beeld
(20%)

K10
Bouw Materie
(20%)

K11
Straling
(20%)

K12
Het Weer
(20%)

PO
Practicum
(20%)

Augustus - Juni

JAAR 4 (GT4)

CE Voorbereiding

Periode 1
(Sep-Nov)

K5
Elektrische
Energie

K9
Krachten
Druk



Periode 2
(Nov-Feb)

K6
Verbranden
Verwarmen

K8
Geluid

K9
Beweging
Veiligheid

Periode 3
(Feb-Mei)

K4
Stoffen &
Materialen

EXAMEN
CE: Mei
(50%)

Sep

Dec

Maart

Mei

LEERPIRAMIDE
Hoe bouwt
kennis op?

VAARDIGHEDEN
K1, K2, K3
(Basis)

KERNFORMULES
13 formules
uit je hoofd

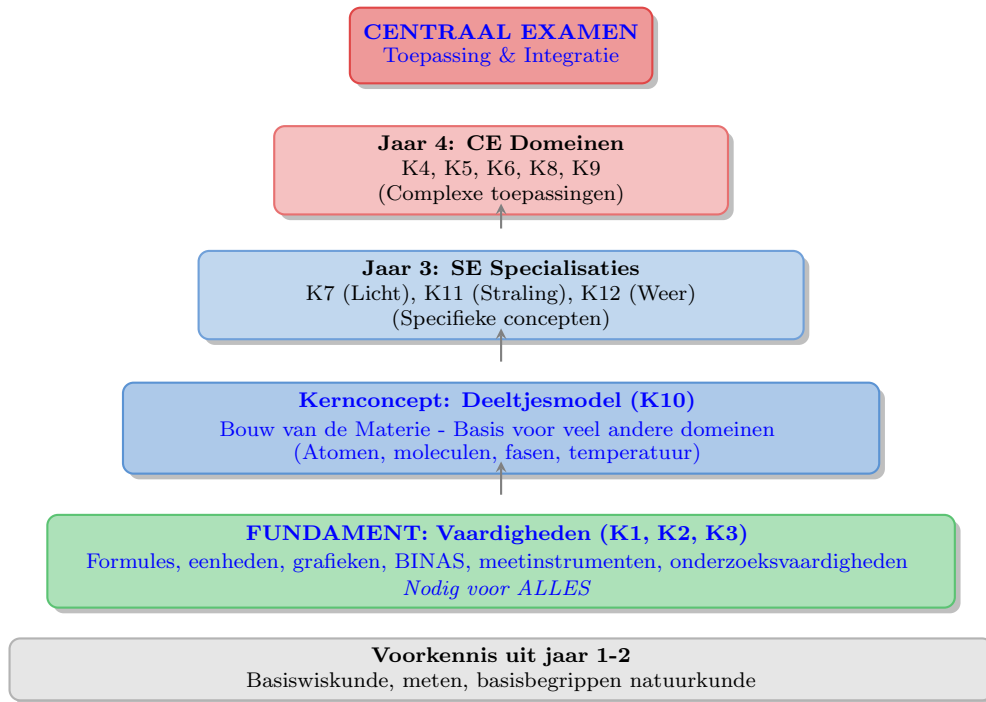
EXAMEN INFO
Structuur &
materialen

Legenda

- SE (Jaar 3)
- CE (Jaar 4)
- Practicum

Hoe Bouwt Kennis Op? - Leerpiramide Natuurkunde

Deze piramide laat zien hoe natuurkundekennis op elkaar voortbouwt. Je begint onderaan met de basis, en elke laag bouwt voort op wat eronder ligt.



Wat Betekent Dit Voor Jou?

1. Start met de basis (K2, K3):

- Zorg dat je formules kunt herschrijven
- Oefen met eenheden omrekenen
- Leer BINAS goed kennen
- *Zonder deze basis kun je de rest niet!*

2. Begrijp het deeltjesmodel goed (K10):

- Dit concept komt terug in K4, K6, en K11

- Temperatuur = beweging van deeltjes
- Fasen = hoe dicht deeltjes bij elkaar zitten
- Atoomstructuur = basis voor straling

3. Zie verbanden tussen domeinen:

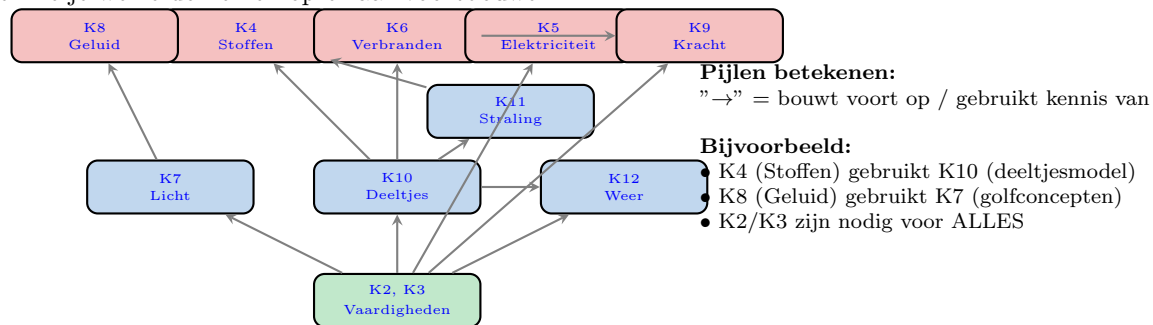
- K7 (Licht) en K8 (Geluid) = beide over golven
- K10 (Deeltjes) helpt bij K6 (Warmte) begrijpen
- K9 (Kracht) gebruikt energieconcepten uit K6

4. Bouw kennis stap voor stap op:

- Als je iets niet begrijpt, check de laag eronder
- Herhaal de basis regelmatig
- Maak verbanden tussen wat je leert

Conceptuele Verbindingen

Hier zie je welke domeinen op elkaar voortbouwen:



Studietips Op Basis Van Deze Structuur

- **Herhaal de basis:** Voordat je aan een nieuw domein begint, check of je de vaardigheden uit K2/K3 nog beheerst
- **Maak een mindmap:** Teken zelf verbanden tussen domeinen - dit helpt bij begrijpen én onthouden
- **Gebruik het deeltjesmodel:** Bij twijfel over warmte, stoffen, of fasen - denk aan de deeltjes!
- **Oefen met oude examens:** Het CE combineert vaak meerdere domeinen in één vraag
- **Vraag om hulp bij lacunes:** Als je iets hoger in de piramide niet snapt, mis je misschien kennis van lager in de piramide

[← Terug naar routekaart](#)

Vaardighedenpiramide

De vaardighedenpiramide toont de hiërarchische opbouw van competenties in natuurkunde. Fundamentele vaardigheden vormen de basis waarop alle verdere kennis wordt gebouwd.

Niveau 1 (Basis): K2 - Basisvaardigheden

- **Werken met eenheden:** Converteren tussen mm, cm, m, km; tussen g, kg; tussen s, min, uur
- **Gebruiken van formules:** Herschrijven naar gezochte grootte, substitueren van waarden
- **Grafieken interpreteren:** Aflezen van waarden, herkennen van verbanden
- **Meetinstrumenten:** Correct aflezen met juiste precisie
- **Veiligheid:** Herkennen van gevaren, gebruik van bescherming

Toetsing: Deze vaardigheden worden verweven getoetst in alle PTA-toetsen (20% weging in OND1).

Niveau 2 (Toepassing): K3 - Leervaardigheden in Natuurkunde

- **Informatie zoeken:** BINAS gebruiken, databanken raadplegen, bronnen evalueren
- **Wetenschappelijk rekenen:** Machten van tien, voorvoegsels (nano tot giga), significantie
- **25 Fysische grootheden:** Lengte, snelheid, versnelling, massa, dichtheid, kracht, druk, energie (5 vormen), vermogen, rendement, temperatuur, frequentie, stroomsterkte, spanning, weerstand
- **15 Meetapparaten:** Krachtmeter, multimeter, oscilloscoop, geluidsniveaumeter, thermometer, etc.
- **Onderzoeksproces:** Vraag formuleren, hypothese opstellen, experiment ontwerpen, data verzamelen, analyseren, concluderen, evalueren

Toetsing: Getoetst op SE én CE. Essentieel voor alle domeinen.

Niveau 3 (Integratie): K1 - Oriëntatie op Leren en Werken

- **Loopbaanoriëntatie:** Beroepen in natuurkunde/techniek verkennen
- **Maatschappelijke relevantie:** Rol van natuurkunde in samenleving begrijpen
- **Zelfkennis:** Eigen interesses en vaardigheden identificeren
- **Studiekeuze:** Vervolgopleidingen oriënteren

Toetsing: Cross-curriculair via LOB-programma, geïntegreerd in practicum (OND1).

[← Terug naar routekaart](#)

K7: Licht en Beeld (SE-only)

Leerjaar: GT3, typisch periode 2

Toetsing: Alleen schoolexamen

Lesuren: 8-12 uur

Weging: 20% (OND2 in PTA)

Leerdoelen

1. Lichtstralen en bundels

- Licht plant zich rechtlijnig voort in homogeen medium
- Soorten bundels: parallelle, divergerende, convergerende bundel
- Lichtstraal tekenen met liniaal, pijlen voor richting

2. Schaduw en kleur

- Schaduwvorming verklaren met rechtlijnige lichtstralen
- Kernschaduw en halfschaduw bij uitgebreide lichtbron
- Kleurvorming: additief mengen (RGB), subtractief mengen (CMY)
- Primaire kleuren licht: rood, groen, blauw

3. Lenzen en spiegels

- Soorten lenzen: bolle lens (convex), holle lens (concaaf)
- Bolle lens: verzamellens, brandpuntsafstand
- Constructiestralen: door middelpunt, evenwijdig aan hoofdas, door brandpunt
- Vlakke spiegel: spiegelbeeld even ver achter spiegel
- Beeldconstructie met minimaal 2 stralen

4. Het oog

- Onderdelen: hoornvlies, pupil, iris, lens, netvlies
- Accommodatie: lens boller maken voor dichtbij zien
- Oogafwijkingen: bijziendheid (te bolle lens, holle correctielens)
- Verziendheid (te platte lens, bolle correctielens)
- Oudziendheid (lens verliest elasticiteit)

Praktische Opdrachten

- Experiment met lichtstralen en spiegels
- Brandpuntsafstand van bolle lens bepalen
- Beeldvorming door lenzen onderzoeken
- Oogmodel maken/analyseren

Typische Toetsvragen

1. Teken de lichtstralen die een beeld vormen door een bolle lens
2. Verklaar waarom iemand met bijziendheid een holle bril nodig heeft
3. Bereken waar het beeld verschijnt bij gegeven voorwerpsafstand en brandpuntsafstand
4. Leg uit hoe een kernschaduw ontstaat bij een eclips

BINAS Tabellen

- Tabel 8: Lichtsnelheid in verschillende media
- Tabel 16: Elektromagnetisch spectrum (lichtfrequenties)

[← Terug naar routekaart](#)

K10: Bouw van de Materie (SE-only)

Leerjaar: GT3, typisch periode 2-3

Toetsing: Alleen schoolexamen

Lesuren: 6-10 uur

Weging: 20% (OND3 in PTA)

Leerdoelen

1. Deeltjesmodel

- Alle materie bestaat uit kleine deeltjes (moleculen, atomen)
- Deeltjes zijn in constante beweging
- Temperatuur is maat voor beweging van deeltjes
- Ruimte tussen deeltjes

2. Fasen van materie

- Vast: deeltjes dicht op elkaar, trillen op vaste positie
- Vloeibaar: deeltjes dicht op elkaar maar kunnen bewegen
- Gas: deeltjes ver uit elkaar, bewegen vrij
- Fase-overgangen: smelten, stollen, verdampen, condenseren, sublimeren, rijpen

3. Gedrag van deeltjes

- Diffusie: deeltjes spreiden zich uit door beweging
- Brownse beweging: zichtbaar maken van deeltjesbotsin gen
- Verklaren van druk in gas: botsingen tegen wand
- Volume, druk en temperatuur bij gassen (kwalitatief)

4. Atoommodel (TL-niveau)

- Atoom bestaat uit kern (protonen, neutronen) en elektronenwolk
- Protonen: positief geladen, in kern
- Neutronen: geen lading, in kern
- Elektronen: negatief geladen, rondom kern
- Atoomnummer = aantal protonen = aantal elektronen (neutraal atoom)
- Massagetal = aantal protonen + neutronen

Praktische Opdrachten

- Diffusie-experiment (parfum, inkdruuppel in water)
- Brownse beweging observeren onder microscoop
- Fasendiagram maken bij verhitten van ijs

Typische Toetsvragen

1. Verklaar met het deeltjesmodel waarom een gas compressibel is maar een vloeistof niet
2. Teken een deeltjesmodel voor een stof in vaste, vloeibare en gasvormige fase
3. Leg uit hoe diffusie werkt op deeltjesniveau
4. Bepaal voor een atoom met atoomnummer 12 en massagetal 24 het aantal protonen, neutronen en elektronen

[← Terug naar routekaart](#)

K11: Straling en Stralingsbescherming (SE-only)

Leerjaar: GT3, typisch periode 3

Toetsing: Alleen schoolexamen

Lesuren: 6-8 uur

Weging: 20% (OND4 in PTA)

Leerdoelen

1. Ioniserende straling

- Soorten: alfastraling (α), bètastraling (β), gammastraling (γ)
- Alfastraling: heliumkernen, laag doordringend vermogen, gevaarlijk bij inademing
- Bètastraling: elektronen, middel doordringend, doorboort huid
- Gammastraling: elektromagnetisch, hoog doordringend, gevaarlijk
- Natuurlijke bronnen: uranium, radon, kosmische straling
- Kunstmatige bronnen: kernreactoren, medische toepassingen, röntgen

2. Radioactief verval

- Instabiele atoomkernen zenden straling uit
- Vervalreactie leidt tot ander element
- Halveringstijd: tijd waarin helft verval
- Activiteit neemt exponentieel af

3. Toepassingen

- Medisch: radiotherapie (kankerbestrijding), PET-scan, röntgenfoto's
- Industrie: sterilisatie van medische instrumenten
- Onderzoek: C-14 datering
- Energie: kerncentrale

4. Stralingsbescherming

- Afstand vergroten (kwadratenwet)
- Tijd beperken (zo kort mogelijk blootstellen)
- Afscherming: lood tegen gamma, papier tegen alfa
- Eenheden: Becquerel (Bq) voor activiteit, Sievert (Sv) voor effectieve dosis
- Dosislimieten voor werknemers en publiek
- Voorzorgsmaatregelen bij werken met radioactieve stoffen

Praktische Opdrachten

- Geigerteller gebruiken om achtergrondstraling te meten
- Afschermingsexperiment: verschillende materialen testen
- Halveringstijd simulatie met dobbelstenen

Typische Toetsvragen

1. Leg uit waarom alfastraling het gevaarlijkst is bij inslikken maar niet bij externe bestraling
2. Bereken de activiteit na 3 halveringstijden als de beginactiviteit 800 Bq was
3. Welk afschermingsmateriaal is het meest effectief tegen gammastraling?
4. Beschrijf drie veiligheidsmaatregelen bij werken met radioactieve bronnen

BINAS Tabellen

- Tabel 25: Radioactieve isotopen en halveringstijden
- Tabel 28: Stralingswegingsfactoren

Maatschappelijke Context

- Kernenergie vs. alternatieve energie
- Opslag van radioactief afval
- Medische voor- en nadelen van straling
- Natuurlijke achtergrondstraling (radon in woningen)

[← Terug naar routekaart](#)

K12: Het Weer (SE-only)

Leerjaar: GT3, typisch periode 1

Toetsing: Alleen schoolexamen

Lesuren: 6-8 uur

Weging: 20% (OND5 in PTA)

Leerdoelen

1. Weerparameters meten

- Temperatuur: thermometer (°C), minimum/maximum thermometer
- Luchtdruk: barometer (hPa of mbar), hoogdruk vs laagdruk
- Neerslag: regenmeter (mm regen)
- Windsnelheid: anemometer (m/s of Beaufort)
- Luchtvochtigheid: hygrometer (relatieve vochtigheid %)
- Weerstation aflezen en data interpreteren

2. Wolken en neerslag

- Wolkenvorming: warme lucht stijgt, koelt af, waterdamp condenseert
- Condensatiekernen nodig (stofdeeltjes)
- Soorten wolken: cumulus, cirrus, stratus, cumulonimbus
- Neerslagvorming: druppels groeien tot ze te zwaar worden
- Soorten neerslag: regen, sneeuw, hagel, ijzel

3. Luchtdruk en wind

- Hoogdrukgebied: dalende lucht, mooi weer, weinig wind
- Laagdrukgebied: stijgende lucht, bewolking, meer wind
- Wind: lucht stroomt van hoog naar laag
- Zeebries en landbries: verschil in opwarming

4. Bliksem en onweer

- Ladingsscheiding in onweerswolken
- Bliksem: ontlading tussen wolk en aarde of tussen wolken
- Donder: schokgolf door plotselinge verhitting
- Afstand bepalen: lichtflits direct, geluid 340 m/s
- Bliksemafleider: bescherming van gebouwen

5. Maatschappelijke aspecten

- Weersverwachting: gebruik van satellietbeelden, weermodellen
- Extreme weersomstandigheden: storm, hitte, vorst
- Gevolgen voor landbouw, verkeer, energie
- Klimaatverandering: opwarming, extremer weer

Praktische Opdrachten

- Weerstation bouwen (thermometer, windvaan, regenmeter)
- Dagelijkse weermetingen gedurende 2 weken, grafiek maken
- Wolken observeren en classificeren
- Afstand tot onweer berekenen uit licht-geluid vertraging

Typische Toetsvragen

1. Leg uit hoe een wolk ontstaat, gebruik het begrip condensatie
2. Waarom is het in een hoogdrukgebied vaak mooi weer?
3. Je ziet een bliksemflits en 6 seconden later hoor je de donder. Hoe ver is het onweer?
4. Beschrijf het mechanisme achter een zeebries overdag

BINAS Tabellen

- Tabel 11: Luchtdruk op verschillende hoogtes
- Tabel 12B: Waterdamp verzadigingsdruk

[← Terug naar routekaart](#)

K5: Elektrische Energie (Periode 1)

Leerjaar: GT4, periode 1 (sep-nov)

Toetsing: Centraal Examen

Lesuren: 12-16 uur

Leerdoelen Deel 1: Schakelingen

1. Elektrische componenten (17 soorten)

- Spanningsbron: batterij, voeding
- Weerstanden: vast, variabel (potmeter), NTC (negatieve temperatuurcoëfficiënt), LDR (lichtgevoelige weerstand)
- Halfgeleiders: LED (lichtgevende diode), gewone diode
- Schakelaars: drukknop, schakelaar, relais (elektromagnetische schakelaar)
- Actieve componenten: transistor, condensator
- Actuatoren: elektromotor, lamp, zoemer, verwarming
- Meetinstrumenten: stroommeter (A), spanningsmeter (V), multimeter

2. Gesloten kring principe

- Stroom kan alleen vloeien in gesloten circuit
- Stroomrichting: van + naar - buiten de bron
- Elektronen bewegen van - naar +

3. Serie- en parallelschakelingen


- **Serieschakeling:** componenten achter elkaar
 - Stroomsterkte overal gelijk: $I_{totaal} = I_1 = I_2$
 - Spanningen tellen op: $U_{totaal} = U_1 + U_2$
 - Weerstanden tellen op: $R_v = R_1 + R_2$
- **Parallelschakeling:** componenten naast elkaar
 - Spanning overal gelijk: $U_{totaal} = U_1 = U_2$
 - Stromen tellen op: $I_{totaal} = I_1 + I_2$
 - Weerstanden: $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

4. Wet van Ohm en vermogen

- **Wet van Ohm:** $R = \frac{U}{I}$ (weerstand in Ω)
- **Elektrisch vermogen:** $P = U \cdot I$ (vermogen in W)
- **Elektrische energie:** $E_{el} = P \cdot t$ (energie in J of kWh)
- **Energiekos ten:** $1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$
- Energieverbruik berekenen: kWh-meter aflezen

Leerdoelen Deel 2: Veiligheid en Toepassingen

1. Elektrische veiligheid

- **Hoofdzekering:** 25-35 A, beschermt hele woning
- **Groepszekeringen:** 16 A typisch, per kring
- **Aardlekschakelaar:** detecteert lekstroom (30 mA), schakelt uit bij gevaar
- **Randaarde:** derde contact, afvoer van lekstroom
- **Dubbele isolatie:** apparaten zonder randaarde (symbool: )
- Kortsluiting: te grote stroom, oorzaak brand

2. Sensoren en automatisering

- **NTC:** temperatuursensor (weerstand daalt bij warmte)
- **LDR:** lichtsensor (weerstand daalt bij licht)
- **Toepassingen:** schemerschakelaar, thermostaat, alarmsysteem
- Schakelingen ontwerpen met sensoren

3. Magnetisme en elektromagneten

- Spoel met ijzeren kern: elektromagneet
- Relais: schakelaar bestuurd door elektromagneet
- Elektromotor: draaiende spoel in magnetisch veld
- Dynamo: beweging \rightarrow elektriciteit (inductie)

4. Transformator

- Spanning omzetten: opvoeren (hoogspanning) of afvoeren
- Primaire en secundaire spoel
- Formule: $\frac{n_P}{n_S} = \frac{U_P}{U_S}$ (aantal windingen vs. spanning)
- Toepassing: hoogspanningsnet (verliezen reduceren), telefoonoplader

Kernformules

$$R = \frac{U}{I} \quad (\text{Wet van Ohm})$$

$$P = U \cdot I \quad (\text{Vermogen})$$

$$E_{el} = P \cdot t \quad (\text{Energie})$$

$$R_v = R_1 + R_2 \quad (\text{Serie})$$

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (\text{Parallel})$$

$$\frac{n_P}{n_S} = \frac{U_P}{U_S} \quad (\text{Transformator})$$

Praktische Opdrachten

- Serieschakeling opbouwen, spanning en stroom meten
- Parallelschakeling onderzoeken
- Alarmsysteem ontwerpen met LDR en zoemer
- Transformator testen: wikkelingen tellen, spanningen meten

Typische CE-vragen

1. Bereken de vervangingsweerstand van een serie-/parallelschakeling
2. Leg uit hoe een aardlekschakelaar beschermt tegen elektrocutie
3. Ontwerp een schakeling voor een schemerschakelaar met LDR
4. Een transformator heeft $n_P = 1000$ en $n_S = 100$. Als $U_P = 230$ V, bereken U_S

[← Terug naar routekaart](#)

K9: Kracht, Beweging en Veiligheid

Leerjaar: GT4, periodes 1-2

Toetsing: Centraal Examen

Lesuren: 22-30 uur (verdeeld over twee periodes)

DEEL 1: Krachten en Druk (Periode 1)

Leerdoelen: Krachten

1. Soorten krachten

- **Spierkracht:** door spieren uitgeoefend
- **Veerkracht:** door rek of compressie van veer
- **Trekkkracht:** trekken aan touw of ketting
- **Zwaartekracht:** $F_z = m \cdot g$ met $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (of 10 m/s^2 voor schattingen)
- **Wrijvingskracht:** tegenwerkt beweging
- **Magnetische kracht:** tussen magneten
- **Elektrische kracht:** tussen geladen voorwerpen

2. Krachten weergeven

- Vector: pijl met grootte, richting, aangrijpingspunt
- Lengte pijl evenredig met krachtgrootte
- Schaal gebruiken (bijv. $1 \text{ cm} = 10 \text{ N}$)

3. Krachten meten

- Krachtmeter/veermeter (N)
- Krachtsensor (digitaal, koppelen aan computer)
- Nettokracht: som van alle krachten op een voorwerp
- Als nettokracht = 0, is voorwerp in rust of beweegt met constante snelheid

4. Hefbomen

- Principe: kleine kracht \times lange arm = grote kracht \times korte arm
- Voorbeelden: tang, koevoet, schaar, flesopener, steekwagen
- Draaipunt/scharnierpunt
- Lastarm en krachtaarm

5. Katrollen

- **Vaste katrol:** verandert richting van kracht, geen krachtvermindering
- **Losse katrol:** halveert benodigde kracht, verdubbelt afgelegde weg
- **Takel:** combinatie van katrollen, groot krachtvoordeel

Leerdoelen: Druk

1. Druk berekenen

- **Formule:** $p = \frac{F}{A}$ (druk in Pa = N/m²)
- **Zwaartekracht:** $F_z = m \cdot g$
- Grotere oppervlakte → kleinere druk
- Voorbeelden: spijker (klein oppervlak, grote druk), snowboard (groot oppervlak, kleine druk)

2. Toepassingen van druk

- Veiligheidsgordel: kracht verspreiden over groot oppervlak
- Rijplaten/loopplanken: druk verminderen in zachte grond
- Rupsbanden: groot contactoppervlak
- Brede tractorbanden: zinken voorkomen
- Spijker: kleine punt, grote druk om te doorboren

DEEL 2: Beweging en Verkeersveiligheid (Periode 2)

Leerdoelen: Beweging

1. Snelheid

- **Gemiddelde snelheid:** $v_{gem} = \frac{s}{t}$
- Eenheden: m/s, km/h
- Conversie: 1 m/s = 3.6 km/h

2. (s,t)-diagram

- Verticale as: afgelegde weg s (in m)
- Horizontale as: tijd t (in s)
- Constante snelheid: rechte lijn
- Snelheid aflezen: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ (helling van de lijn)
- Stilstand: horizontale lijn (helling = 0)

3. (v,t)-diagram

- Verticale as: snelheid v (in m/s)
- Horizontale as: tijd t (in s)
- Constante snelheid: horizontale lijn
- Versnelling: stijgende lijn
- Vertraging: dalende lijn
- Afgelegde weg = oppervlakte onder de grafiek

4. Versnelling

- Eenparig versnelde beweging: snelheid neemt regelmatig toe
- Eenparig vertraagde beweging: snelheid neemt regelmatig af
- In (v,t)-diagram: schuine rechte lijn

5. Krachten bij beweging

- **Aandrijvende kracht:** van motor
- **Wrijvingskracht:** luchtweerstand, rolweerstand
- **Remkracht:** van remmen
- **Nettokracht:** som van alle krachten
 - Als nettokracht = 0: constante snelheid
 - Als nettokracht > 0: versnelling
 - Als nettokracht < 0: vertraging

6. Traagheid

- Voorwerpen willen in hun bewegingstoestand blijven
- Bij snelheidsverandering: voorwerp verzet zich (traagheid)
- Grotere massa → grotere traagheid

Leerdoelen: Verkeersveiligheid

1. Remweg

- **Reactieafstand:** weg afgelegd tijdens reactietijd
 - Reactieafstand = snelheid × reactietijd
 - Typische reactietijd: 1 seconde
- **Remafstand:** weg afgelegd tijdens remmen
 - Afhankelijk van: snelheid, remkracht, wegdek, banden
- **Stopafstand = reactieafstand + remafstand**

2. Veiligheidssystemen in voertuigen

- **Gordel:** voorkomt dat je door de voorruit gaat, verdeelt kracht over lichaam
- **Airbag:** remt botsing geleidelijker af (minder kracht)
- **Kreukelzone:** absorbeert energie bij botsing
- **Hoofdsteun:** voorkomt zweefslag bij kop-staartbotsing
- **Kooi-constructie:** passagiersruimte blijft intact
- **Valhelm:** absorbeert schok, beschermt schedel

3. Factoren die veiligheid beïnvloeden

- **Snelheid:** hogere snelheid → langere remweg, meer energie bij botsing
- **Reactietijd:** vermoeidheid, afleiding, alcohol verhogen reactietijd
- **Wegdek:** nat, glad, ijzel verlengt remafstand
- **Banden:** profiel, spanning beïnvloeden grip
- **Weersomstandigheden:** mist, regen, sneeuw

Leerdoelen: Energie bij botsingen

1. Kinetische energie

- $E_{bew} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
- Kinetische energie stijgt kwadratisch met snelheid
- Dubbele snelheid → vier keer zoveel energie

2. Botsingsenergie

- Bij botsing wordt kinetische energie omgezet
- Kreukelzone en airbag: geleidelijke omzetting naar warmte en vervormingsenergie
- Zonder bescherming: alle energie opeens op lichaam

Kernformules

$$F_z = m \cdot g \quad (\text{Zwaartekracht})$$

$$p = \frac{F}{A} \quad (\text{Druk})$$

$$v_{gem} = \frac{s}{t} \quad (\text{Snelheid})$$

$$E_{bew} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (\text{Kinetische energie})$$

$$E_z = m \cdot g \cdot h \quad (\text{Gravitatie-energie})$$

Praktische Opdrachten

- Krachten meten met krachtmeter aan verschillende massa's
- Hefboom onderzoeken: evenwicht vinden bij verschillende afstanden
- Katrolsysteem bouwen en krachtvoordeel bepalen
- Drukexperiment: spijker vs. plank op zand/klei
- (s,t)-diagram maken van bewegende auto (video-analyse)
- Reactietijd meten met liniaal-vang-experiment
- Botsing simuleren met speelgoedauto's, kreukelzone onderzoeken

Typische CE-vragen

1. Een voorwerp van 5 kg hangt aan een touw. Bereken de trekkracht in het touw
2. Bereken de druk die een persoon van 70 kg uitoefent met schoenen (contactoppervlak 0.04 m^2)
3. Een auto rijdt 50 km/h. Bereken de reactieafstand (reactietijd 1 s)
4. Leg uit waarom een gordel essentieel is voor veiligheid (gebruik begrip traagheid)
5. Bereken de kinetische energie van een auto van 1200 kg bij 20 m/s
6. Uit een (v,t)-diagram met vertraging: bepaal de afgelegde weg (oppervlakte onder grafiek)

BINAS Tabellen

- Tabel 7: Valversnelling $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- Tabel 33: Conversies voor druk (Pa, bar, atm)

[← Terug naar routekaart](#)

K6: Verbranden en Verwarmen

Leerjaar: GT4, periode 2 (nov-feb)

Toetsing: Centraal Examen

Lesuren: 10-12 uur

Leerdoelen

1. Warmtebronnen

- CV-installatie, kachel, open haard
- Vloerverwarming
- Gasbrander, elektrische kookplaat, inductiekookplaat
- Magnetron

2. Temperatuur meten

- Thermometer: vloeistof (alcohol, kwik), digitaal
- Temperatuursensor (NTC)
- Infraroodthermometer (contactloos)
- Absolute nulpunt: $0\text{ K} = -273\text{ °C}$
- Conversie: $T(K) = T(C) + 273$

3. Warmtetransport

- **Geleiding:** warmte door vast materiaal (bijv. metalen pan)
 - Goede geleiders: metalen (koper, aluminium, ijzer)
 - Slechte geleiders (isolatoren): hout, kunststof, lucht
- **Convectie:** warmtetransport door stromende vloeistof of gas
 - Voorbeeld: CV-radiator warmt lucht, warme lucht stijgt
 - Voorbeeld: water koken, convectiestromen in pan
- **Straling:** warmte via infrarood straling (geen medium nodig)
 - Voorbeeld: zonnestraling, verwarmingselement, open haard
 - Kan door vacuüm (zo bereikt zonnestraling de aarde)

4. Warmte-isolatie

- **Thermoskan:** dubbelwandig, vacuüm ertussen (voorkomt geleiding en convectie), spiegelend (weerkaatst straling)
- **Spouwmuurisolatie:** lucht of isolatiemateriaal in spouw
- **Dubbelglas:** luchtlaag tussen glasplaten
- **Pannenhandvat:** slechte warmtegeleider (hout, kunststof)
- **HR-glas:** coating tegen stralingsverliezen

5. Energieomzettingen

- **Kinetische energie:** $E_{bew} = \frac{1}{2}m \cdot v^2$
- **Gravitatie-energie:** $E_z = m \cdot g \cdot h$
- **Elektrische energie:** $E_{el} = P \cdot t$
- **Chemische energie:** in brandstof (gas, benzine, voedsel)
- **Stralingsenergie:** van zon, licht
- **Kernenergie:** vrijgemaakt bij kernreacties
- Energiebehoud: totale energie blijft constant bij omzettingen

6. Rendement

- **Formule:** $\eta = \frac{E_{af}}{E_{op}} = \frac{P_{af}}{P_{op}}$ (rendement tussen 0 en 1, of 0%-100%)
- Nuttige energie / totale energie
- Verliezenenergie = $E_{op} - E_{af}$ (meestal warmte)
- Voorbeelden: gloeilamp (5% licht, 95% warmte), LED (90% licht), elektromotor (70-90%)

7. Milieu-effecten

- Luchtvervuiling: fijnstof, roet, CO
- Zure regen: SO_2 en NO_x uit verbranding
- Broeikaseffect: CO_2 , methaan
- Thermische vervuiling: warmtelozing in water

Kernformules

$$T(K) = T(C) + 273$$

$$E_{bew} = \frac{1}{2}m \cdot v^2$$

$$E_z = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{el} = P \cdot t$$

$$\eta = \frac{E_{af}}{E_{op}} = \frac{P_{af}}{P_{op}}$$

Praktische Opdrachten

- Isolatie-experiment: verschillende materialen testen met warm water
- Energieomzettingen demonstreren met speelgoedauto's of valproeven
- Rendement bepalen van een waterkoker

Typische CE-vragen

1. Leg uit welke vorm van warmtetransport plaatsvindt in: a) metalen lepel in hete soep, b) radiator verwarmt kamer, c) warmte van de zon bereikt de aarde
2. Een voorwerp valt van 10 m hoogte. Bereken de gravitatie-energie (massa = 2 kg)
3. Een elektrisch apparaat heeft een opgenomen vermogen van 2000 W en nuttig vermogen van 1600 W. Bereken het rendement

[← Terug naar routekaart](#)

K8: Geluid

Leerjaar: GT4, periode 2 (nov-feb)

Toetsing: Centraal Examen

Lesuren: 8-10 uur

Leerdoelen

1. Geluid ontstaat

- Geluidsbron: trillend voorwerp
- Voorbeelden: stemvork, snaar, luidspreker membraan, stembanden
- Trilling plant zich voort door medium (lucht, water, vast materiaal)
- Geen geluid in vacuüm

2. Golfgrootheden

- **Toonhoogte:** bepaald door frequentie f (in Hz)
 - Hoge toon: hoge frequentie (veel trillingen per seconde)
 - Lage toon: lage frequentie (weinig trillingen per seconde)
- **Amplitude:** maximale uitwijking
- **Geluidssterkte:** bepaald door amplitude, gemeten in dB(A)
- **Toonsduur:** hoe lang het geluid duurt

3. Frequentie en trillingstijd

- **Trillingstijd** T : tijd voor één trilling (in seconden)
- **Frequentie** f : aantal trillingen per seconde (in Hz)
- **Verband:** $f = \frac{1}{T}$ of $T = \frac{1}{f}$

4. Oscilloscoopbeeld

- Verticale as: amplitude (sterkte)
- Horizontale as: tijd
- Trillingstijd T aflezen tussen twee identieke punten
- Frequentie berekenen: $f = \frac{1}{T}$

5. Geluidssnelheid

- In lucht (20°C): ongeveer 340 m/s
- In water: ongeveer 1500 m/s
- In vaste stoffen: nog sneller (staal ~ 5000 m/s)
- **Formule:** $s = v_{geluid} \cdot t$

6. Toepassingen

- **Echo:** weerkaatsing van geluid
 - Afstand bepalen: $s = \frac{v \cdot t}{2}$ (factor 2: heen en terug)
- **Echolood:** dieptemeting onder water
- **Echografie:** medisch onderzoek (baby, organen)

7. Muziekinstrumenten

- **Snaarinstrumenten:** gitaar, viool, piano
 - Kortere snaar \rightarrow hogere toon
 - Strakker spannen \rightarrow hogere toon
 - Dikkere snaar \rightarrow lagere toon
- Klankkas: versterkt geluid (resonantie)

8. Gehoor

- Menselijk gehoor: ongeveer 20 Hz tot 20,000 Hz (20 kHz)
- Geluidssterkte: 0 dB (gehoorgrens) tot 120 dB (pijngrens)
- Voorbeelden: fluisteren 20 dB, normaal gesprek 60 dB, stofzuiger 80 dB, vliegtuig 120 dB

9. Gehoorschade en preventie

- Blijvende schade door: hoge intensiteit EN lange duur
- Beschermingsmaatregelen:
 - Gehoorbescherming (oordopjes, koptelefoon)
 - Geluidsschermen langs snelwegen
 - Dubbelglas
 - Normering geluidsniveaus (arbeidswetgeving)

10. Luidspreker

- Onderdelen: magneet, spoel, membraan
- Werking: wisselstroom door spoel \rightarrow spoel trilt in magnetisch veld \rightarrow membraan trilt \rightarrow geluid

Kernformules

$$f = \frac{1}{T} \quad (\text{Frequentie})$$

$$s = v_{\text{geluid}} \cdot t \quad (\text{Afstand geluid})$$

$$s_{\text{echo}} = \frac{v \cdot t}{2} \quad (\text{Echo-afstand})$$

Met: $v_{\text{geluid}} \approx 340$ m/s in lucht

Praktische Opdrachten

- Frequentie meten met oscilloscoop (stenvork, muziekinstrumenten)
- Echo-experiment: afstand bepalen met klap en stopwatch
- Geluidsniveau meten met geluidsniveaumeter op verschillende locaties
- Snaarinstrument onderzoeken: invloed van lengte en spanning op toonhoogte

Typische CE-vragen

1. Een oscilloscoop toont een trillingstijd van 0.002 s. Bereken de frequentie
2. Je hoort een echo na 0.6 seconden. Hoe ver is de muur? (geluidssnelheid 340 m/s)
3. Leg uit waarom een kortere gitaarsnaar een hogere toon geeft
4. Waarom is gehoorbescherming belangrijk bij werken met luide machines?

BINAS Tabellen

- Tabel 15A: Geluidssnelheid in verschillende media
- Tabel 15B: Geluidsniveaus

[← Terug naar routekaart](#)

K4: Stoffen en Materialen

Leerjaar: GT4, periode 3 (feb-mei)

Toetsing: Centraal Examen

Lesuren: 8-10 uur

Leerdoelen

1. Materialen en eigenschappen

- **Hout:** lichte isolator, bewerkbaar, brandt
- **Kunststof:** lichte isolator, goed vormbaar, niet biologisch afbreekbaar
- **Textiel:** flexibel, isolerend, absorberend
- **Metaal:** goede geleider (elektriciteit en warmte), sterkt, corrosie mogelijk
- **Steen/beton:** hard, zwaar, drukvast, warmte-isolerend
- **Glas:** doorschijnend, bros, inert

2. Dichtheid

- **Formule:** $\rho = \frac{m}{V}$ (dichtheid in kg/m³ of g/cm³)
- **Zinken, drijven, zweven:**
 - Zinken: $\rho_{\text{voorwerp}} > \rho_{\text{vloeistof}}$
 - Drijven: $\rho_{\text{voorwerp}} < \rho_{\text{vloeistof}}$
 - Zweven: $\rho_{\text{voorwerp}} = \rho_{\text{vloeistof}}$
- Dichtheid meten: massa met weegschaal, volume met maatcilinder

3. Stoffen herkennen

- Fase: vast, vloeibaar, gas
- Kleur en geur
- Oplosbaarheid in water
- Kookpunt en smeltpunt
- Dichtheid
- Elektrische geleidbaarheid

4. Gevaren van stoffen

- Pictogrammen op veiligheidskaarten:
 - Bijtend (corrosief): vernietigt weefsel
 - Explosief: ontplofingsgevaar
 - Brandbaar: ontbrandt gemakkelijk
 - Giftig: kan dood veroorzaken

- Schadelijk/irriterend
- Oxiderend: bevordert verbranding
- Milieugevaarlijk
- Niet mengen (specifieke combinaties)
- Voorzorgsmaatregelen: handschoenen, veiligheidsbril, afzuigkap, spill kit

5. Fysische vs. chemische processen

- **Fysisch proces:** geen nieuwe stoffen
 - Voorbeelden: smelten, stollen, verdampen, condenseren, oplossen
 - Omkeerbaar
- **Chemisch proces:** nieuwe stoffen ontstaan
 - Voorbeelden: verbranding, roesten, fotosynthese
 - Meestal onomkeerbaar
 - Herkennen aan: kleurverandering, gasbellen, temperatuursverandering, neerslag

6. Milieu-impact van materialen

- **Grondstoffen:** winning, transport
- **Productie:** energieverbruik, uitstoot
- **Gebruik:** levensduur, onderhoud
- **Afval:** recycling, verbranding, storten
- Duurzaamheid: hergebruik, recyclebaarheid, biobased materialen

Kernformule

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{Dichtheid})$$

Met: m in kg, V in m³, ρ in kg/m³ (of g/cm³)

Praktische Opdrachten

- Dichtheid bepalen van onbekend voorwerp (massa en volume meten)
- Zinken-drijven-zweven experiment met verschillende materialen
- Stoffen identificeren met kenmerkende eigenschappen
- Veiligheidspictogrammen herkennen op producten

Typische CE-vragen

1. Een voorwerp heeft massa 150 g en volume 50 cm³. Bereken de dichtheid. Zal het zinken in water (dichtheid 1.0 g/cm³)?
2. Leg uit waarom metalen als bouw materiaal geschikt zijn voor bruggen (noem twee eigenschappen)
3. Is het smelten van ijs een fysisch of chemisch proces? Leg uit
4. Welke voorzorgsmaatregel moet je nemen bij werken met een bijtende vloeistof?

BINAS Tabellen

- Tabel 9: Dichtheden van vaste stoffen en vloeistoffen
- Tabel 12: Smelt- en kookpunten
- Tabel 35: Gevaarssymbolen

[← Terug naar routekaart](#)

Centraal Examen - Mei

Weging: 50% van eindcijfer

Duur: 2 uur (120 minuten)

Datum: Mei (exacte datum via Examenblad.nl)

Structuur Centraal Examen

- Ongeveer 30-40 vragen
- Mix van meerkeuzevragen (25-35%) en open vragen (65-75%)
- Gebaseerd op officiële syllabus (jaarlijks gepubliceerd)
- Contextrijke vragen: situaties uit het dagelijks leven
- Beeldmateriaal: foto's, schema's, grafieken

Getoetste Domeinen (6 eenheden)

1. K3: Leervaardigheden in natuurkunde
2. K4: Stoffen en materialen
3. K5: Elektrische energie
4. K6: Verbranden en verwarmen
5. K8: Geluid
6. K9: Kracht, beweging en veiligheid

Toegestane Hulpmiddelen

- **BINAS vmbo-kgt** (2e editie, ISBN 978.90.01.80069.7)
- **Gewone rekenmachine** (geen grafische, geen formules opgeslagen)
- Schrijfgerei: pen (blauw of zwart), potlood voor tekeningen
- Liniaal met mm-verdeling
- Passer en gradenboog

NIET toegestaan:

- Mobiele telefoon, smartwatch
- Eigen formuleblad
- Kladpapier van huis
- Correctievloeistof (gebruik doorstrepen)

Vraagtypen en Verdeling

1. **Reproductie (30%):** Feiten en definities ophalen
 - Voorbeeld: "Wat is de eenheid van elektrische weerstand?"
 - Voorbeeld: "Noem twee soorten warmtetransport"
2. **Toepassing (30%):** Formules toepassen in bekende situaties
 - Voorbeeld: "Bereken de weerstand bij $U = 12\text{ V}$ en $I = 2\text{ A}$ "
 - Voorbeeld: "Bepaal de snelheid uit een gegeven (s,t)-diagram"
3. **Transfer (20%):** Toepassen in nieuwe contexten
 - Voorbeeld: Artikel over nieuw isolatiemateriaal, vraag over warmtegeleidingsprincipes
 - Voorbeeld: Ontwerp van een nieuw veiligheidssysteem, vraag over fysische principes
4. **Inzicht (20%):** Verklaren, redeneren, ontwerpen
 - Voorbeeld: "Leg uit waarom een airbag effectiever is dan een harde dashboard"
 - Voorbeeld: "Ontwerp een schakeling voor een automatische deuropener (LDR, relais, motor)"

Normering en Cesuur

- Maximumscore: typisch 60-80 punten
- Cesuur: bepaald na afname op basis van landelijke resultaten
- **N-term:** correctie voor moeilijkheidsgraad
 - Moeilijk examen: lagere cesuur
 - Makkelijk examen: hogere cesuur
- Voorbeeldnormering: 50% van de punten = ongeveer een 6

Eindcijfer Berekening

$$\text{Eindcijfer} = \frac{SE + CE}{2}$$

Waar:

- **SE-cijfer:** Behaald in jaar 3 (100% schoolexamen)
- **CE-cijfer:** Centraal examen in mei van jaar 4

Afrondingsregel:

- 0.50 of hoger: naar boven (bijv. $6.50 \rightarrow 7$)

- Lager dan 0.50: naar beneden (bijv. $6.45 \rightarrow 6$)

Slagingsvoorwaarden:

- Eindcijfer ≥ 5.5 is voldoende
- SE moet zijn voltooid en goedgekeurd (jaar 3)
- Alle PO's moeten zijn afgerond

Herkansing

- Herkansing typisch 1-2 weken na eerste examens
- Beste cijfer telt (CE1 of CE2)
- SE-cijfer blijft hetzelfde

Vorbereiding voor Centraal Examen

- **Formules beheersen:** Alle 13 kernformules uit het hoofd kennen
- **BINAS kennen:** Weten waar tabellen staan
- **Oude examens maken:** Minimaal 5 oude CE's volledig doorlopen
- **Fouten analyseren:** Waarom ging het fout? Hoe voorkom je dit?
- **Contexten oefenen:** Lezen van complexe vraagstukken

[← Terug naar routekaart](#)

Alle Kernformules NaSk1 VMBO-TL

Deze 13 formules moet je uit je hoofd kennen voor het Centraal Examen!

Elektriciteit (3 formules)

$$R = \frac{U}{I}$$

Wet van Ohm

R = weerstand (Ω), U = spanning (V), I = stroomsterkte (A)

$$P = U \cdot I$$

Elektrisch vermogen

P = vermogen (W), U = spanning (V), I = stroomsterkte (A)

$$E_{el} = P \cdot t$$

Elektrische energie

E_{el} = energie (J of kWh), P = vermogen (W of kW), t = tijd (s of h)

Beweging en Kracht (3 formules)

$$v_{gem} = \frac{s}{t}$$

Gemiddelde snelheid

v = snelheid (m/s), s = afstand (m), t = tijd (s)

$$F_z = m \cdot g$$

Zwaartekracht

F_z = zwaartekracht (N), m = massa (kg), $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$$p = \frac{F}{A}$$

Druk

p = druk (Pa), F = kracht (N), A = oppervlakte (m^2)

Energie (3 formules)

$$E_{bew} = \frac{1}{2}m \cdot v^2$$

Kinetische energie

$$E_{bew} = \text{bewegingsenergie (J)}, m = \text{massa (kg)}, v = \text{snelheid (m/s)}$$

$$E_z = m \cdot g \cdot h$$

Gravitatie-energie

$$E_z = \text{zwaarte-energie (J)}, m = \text{massa (kg)}, g = 9.81 \text{ m/s}^2, h = \text{hoogte (m)}$$

$$\eta = \frac{E_{af}}{E_{op}} = \frac{P_{af}}{P_{op}}$$

Rendement

$$\eta = \text{rendement (0-1 of 0-100\%)}, E_{af} = \text{afgegeven}, E_{op} = \text{opgenomen}$$

Geluid en Materialen (2 formules)

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

Frequentie

$$f = \text{frequentie (Hz)}, T = \text{trillingstijd (s)}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dichtheid

$$\rho = \text{dichtheid (kg/m}^3 \text{ of g/cm}^3\text{)}, m = \text{massa (kg of g)}, V = \text{volume (m}^3 \text{ of cm}^3\text{)}$$

Extra Formules voor Specifieke Toepassingen

Deze staan vaak in BINAS, maar het is handig ze te kennen:

$$s_{echo} = \frac{v \cdot t}{2}$$

Echo-afstand (factor 2: heen én terug)

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273$$

Temperatuurconversie

$$1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

Energieconversie

$$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$$

Snelheidsconversie

Constanten (uit BINAS)

- **Valversnelling:** $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (vaak afgerond naar 10 m/s^2)
- **Geluidssnelheid in lucht (20°C):** $v = 340 \text{ m/s}$
- **Absolute nulpunt:** $0 \text{ K} = -273 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Tips voor het leren van formules:

- Maak flashcards: formule op de ene kant, betekenis + eenheden op de andere
- Oefen met variaties: herschrijf elke formule naar elke variabele
- Gebruik ezelsbruggetjes: bijv. "URI" = $U = R \times I$
- Maak oude examens: dan zie je welke formules je echt moet kennen

[← Terug naar routekaart](#)