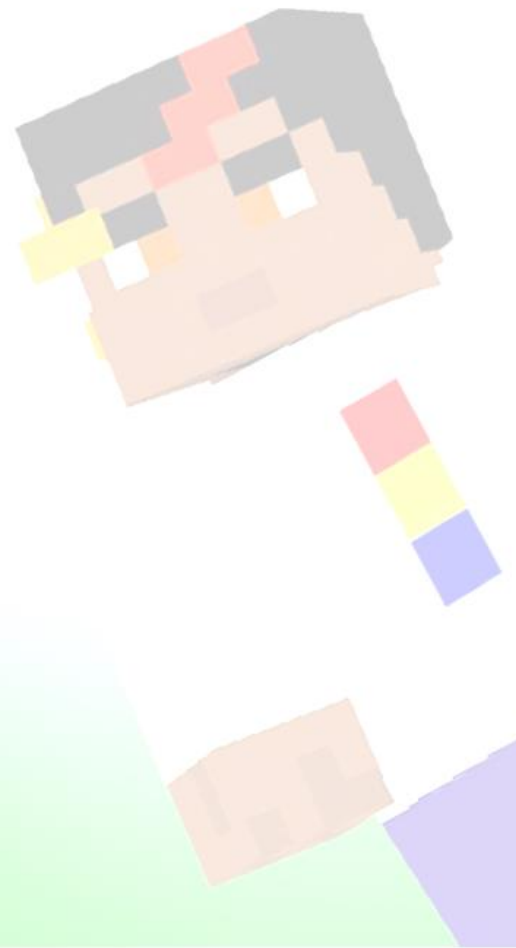


NaSk α

Het grondwerk voor
NaSk en
natuurkunde.

Docentenhandleiding



fa α alpha α alfa α alpha α alfa α al

NaSk α

Het grondwerk voor NaSk en natuurkunde

Docentenhandleiding

Ten behoeve van de vakken:	NaSk en natuurkunde
Door:	Maurik Francisco
Student Nr.:	1726810
Cursus:	Beroepsproduct 3 OAR-H3BERPDT3-19
Opleiding:	Leraar Natuurkunde (Voltijd)
Instituut:	Archimedes Hogeschool Utrecht
Begeleidend docent:	F. Poutsma R. Tiesma
Schooljaar:	2021 – 2022



Inhoudsopgave

1	Online docentenomgeving	4
2	Feedback, mening en suggesties	5
3	Inleiding	6
3.1	Aanleiding.....	6
3.2	Doel.....	6
3.3	Het onderzoek.....	7
3.4	Het product.....	7
3.5	Het beoogde effect.....	7
4	Verantwoording	8
4.1	De ontwerpeisen.....	8
4.2	Het ontwerp.....	9
5	Gebruiksaanwijzing en algemene aanbevelingen	11
5.1	Opbouw NaSk α	11
5.2	Praktische toepassing.....	13
6	Toelichting per hoofdstuk	14
H1	Werken met eenheden	14
§1.1	Grootheden en eenheden.....	15
§1.2	Eenheden en voorvoegsels.....	15
§1.3	“Vierkante-” en “kubieke” eenheden.....	17
§1.4	Eenheden met aparte omrekenregels.....	17
§1.5	(+) De uitgebreide voorvoegsellijst.....	18
§1.6	(+) Samengestelde eenheden.....	18
	Mogelijke toetsen H1.....	19
H2	Werken met formules	19
§2.1	De balansmethode als uitgangspunt.....	20
§2.2	Formules gebruiken.....	20
§2.3	Meer dan één formule.....	21
§2.4	Formules ombouwen.....	21
§2.5	(+) Complexe formules en verbanden.....	22
§2.6	(+) Formules en substitueren.....	22
	Mogelijke toetsen H2.....	23
H3	Machten en de wetenschappelijke notatie	23
§3.1	Machten.....	24
§3.2	Door machten delen en negatieve machten.....	24
§3.3	Machten van 10 en de wetenschappelijke notatie.....	25
§3.4	Rekenen met machten.....	25
§3.5	(+) Machten van machten.....	26
	Mogelijke toetsen H3.....	26
	Verwijzingen	27
Bijlage 1	Toetsenoverzicht	28
Bijlage 2	Opgavenuitwerkingen	29
Hoofdstuk 1	Werken met eenheden	29
Hoofdstuk 2	Werken met formules	35

Hoofdstuk 3	Machten en de wetenschappelijke notatie.....	48
<i>Colofon</i>		53

1 Online docentenomgeving

Bij de docentenhandleiding van de hulpmethode NaSk α hoort ook een onlineomgeving bestemd voor docenten. Hier zijn er verschillende materialen, zoals nakijkmodellen voor de toetsen, te vinden. **De link naar de docentenomgeving mag niet met de leerlingen gedeeld worden!**



Naar de docentenomgeving

Scan de QR-code.

Of

Klik (digitaal) op de QR-code.

Of

Ga naar mfphysics.wixsite.com/basnask-docenten

- NaSk α
- Docentenomgeving

2 Feedback, mening en suggesties

Het is mogelijk om feedback, mening en suggesties over en voor dit product te geven. Deze informatie wordt dan bij de verbetering en uitbreiding van het product geëvalueerd en meegenomen. Hierdoor is het belangrijk om de feedback, mening en suggesties concreet en naar de waarheid te formuleren.



Feedback, mening en suggesties

Scan de QR-code.

Of

Klik (digitaal) op de QR-code.

Of

Ga naar mfphysics.wixsite.com/basnask-docenten

- NaSk α
- Docentenomgeving
- Feedback, mening en suggesties

3 Inleiding

Deze docentenhandleiding is opgesteld bij de hulpmethode 'NaSk α '. De hulpmethode is ontwikkeld voor zowel docenten als leerlingen als steunmateriaal voor de vakken voor NaSk en natuurkunde. Deze handleiding zet de belangrijkste achtergrondinformatie van het product op een rij. Verder worden de gemaakte keuzes in de hulpmethode verantwoord. Vervolgens wordt er in deze handleiding ook instructies en richtlijnen gegeven voor het gebruik van de hulpmethode. Als laatst wordt er op de individuele hoofdstukken van de hulpmethode ingezoomd. Hier wordt er naar de specifieke inhoud van de individuele paragrafen gekeken.

3.1 Aanleiding

De hulpmethode is als een 'beroepsproduct'¹ ontwikkeld, aan de hand van de opdracht van de opdrachtgever. De opdrachtgever is docent NaSk en natuurkunde op het College de Heemlanden. Voor het gevoel van de opdrachtgever behandelt de gebruikte leermethoden de basisvaardigheden, die de leerlingen nodig hebben voor NaSk en natuurkunde, heel beknopt. Het gevolg hiervan is dat er grote achterstanden in kennis kan ontstaan bij leerlingen die deze vaardigheden niet goed beheersen. Hierdoor ontstaan er hiaten die weggewerkt moet worden, voordat de leerlingen verder met de leerstof kunnen. Hierdoor was er een behoefte aan extra hulpmiddelen, waarmee de leerlingen in de 2^{de} klas (en 3^{de} klas) aan deze basisvaardigheden kunnen werken. De hulpmethode 'NaSk α ' is hierdoor ontworpen als vangnet en steun voor deze leerlingen en als versterking voor de leerlingen die hun basisvaardigheden verder willen ontwikkelen (Francisco, 2022).

3.2 Doel

Het doel van de opdracht is om de leerlingen te helpen om de basisvaardigheden (o.a.: eenheden omrekenen, formules ombouwen, basis algebraïsche en rekenvaardigheden) goed te gaan begrijpen en beheersen, zodat ze met meer succeservaring aan de opdrachten voor NaSk over de leerstof van de havo en atheneum 2 niveaus kunnen werken (Francisco, 2022).

¹ Voor de cursus 'Beroepsproduct 3' (OAR-H3BERPDT3-19) als onderdeel van de lerarenopleiding 'Natuurkunde' bij de Hogeschool Utrecht in het schooljaar 2021 – 2022.

3.3 Het onderzoek

Voor de ontwikkeling van de hulpmethode 'NaSk α ' was er gedurende de periode van september 2021 tot januari 2022 een verkennend onderzoek gedaan. Deze onderzoek was zowel op de praktijk als op de theorie gericht. Het onderzoek richtte zich namelijk op het beheersingsniveau van de benodigde basisvaardigheden voor NaSk en natuurkunde (o.a.: eenheden omrekenen, formules ombouwen, basis algebraïsche en rekenvaardigheden) van de havo- en atheneum 2 leerlingen op het College de Heemlanden. Er was ook hierbij gekeken naar wat (zowel de leerlingen als docenten) in de praktijk nodig hebben zodat de leerlingen deze vaardigheden verder kunnen ontwikkelen. Aan de hand van de conclusies van dit verkennend onderzoek waren de ontwerpeisen voor dit product vastgesteld (Francisco, 2022).

3.4 Het product

Aan de hand van de ontwerpeisen is er een leerlingen(hulp)methode ontworpen voor de havo- en atheneum 2 leerlingen op het College de Heemlanden. Het product is een steunmateriaal dat de leerlingen (en docenten) gebruik van kunnen maken, naast de officieel gebruikte leermethode. Hiermee kunnen de leerlingen de basisvaardigheden 'eenheden omrekenen', 'formules ombouwen', 'basis algebraïsche en rekenvaardigheden', (namelijk 'het gebruik van de wetenschappelijke notatie') aanscherpen en versterken (Francisco, 2022).

3.5 Het beoogde effect

"Het beoogde effect van dit beroepsproduct is dat de leerlingen de basisvaardigheden (o.a.: eenheden omrekenen, formules ombouwen, basis algebraïsche en rekenvaardigheden) goed gaan begrijpen en beheersen, zodat ze met meer succeservaring aan de opdrachten voor NaSk over de leerstof van de havo en atheneum 2 niveaus kunnen werken. Het product is dan effectief als de leerlingen zelfstandig aan de slag kunnen en als de leerlingen zelf bewust kunnen zijn van hoe ze de basisvaardigheden beheersen" (Francisco, 2022).

4 Verantwoording

4.1 De ontwerpeisen

Aan de hand van de conclusies van het verkennend onderzoek waren de ontwerpeisen voor dit product vastgesteld. Deze ontwerpeisen waren cruciaal voor het ontwikkelen van dit product. De ontwerpeisen die in het eindproduct genomen waren zijn als volgt:

Doelgroep

Havo- en Atheneum 2 leerlingen (College de Heemlanden).

Inhoud

- Het product legt de basisvaardigheden ‘eenheden omrekenen’, ‘formules ombouwen’ en ‘basis algebraïsche- en rekenvaardigheden’ (namelijk ‘de wetenschappelijke notatie’) uit.
- Het product geeft extra aandacht op de basisvaardigheden ‘formules ombouwen’ en ‘eenheden omrekenen’.
- Het product bevat oefenmaterialen op basis-, gevorderd- en expertniveau.
- Het product past de kennis van de wiskunde toe in de kaders van de natuurkunde.
- De (leer)doelen van het product moeten realistisch, behapbaar, logisch en duidelijk zijn voor de leerlingen.

Vormgeving

- Het product moet aantrekkelijk zijn voor de leerlingen.
- Het product biedt ruimte voor zelfstandig en begeleidend werken.
- Het product biedt ruimte voor de leerlingen om een gepast aantal opgaven te maken.
- Het product maakt gebruik van digitale hulpmiddelen.
- Het product is fysiek en digitaal bruikbaar.

Toetsing en afronding

- Het product stimuleert het zelf nakijken en evalueren van de gemaakte opgaven.
- Het product maakt het mogelijk dat de leerlingen door middel van formatieve toetsen hun voortgang kunnen peilen.
- Het product maakt het mogelijk dat de leerlingen door middel van summatieve toetsen een basisvaardigheid kunnen afronden.
- Het product biedt toetsen aan op (summatief en formatief) op gevorderd- en expertniveau.
- De toetsen in het product zijn altijd beschikbaar en zijn effectief voor het toetsen van een bepaalde vaardigheid.

Randvoorwaarden

- Het product is voor zowel de Havo 2 als Atheneum 2 (+) leerlingen toegankelijk.
- Het product moet op elke moment in het schooljaar te beginnen zijn.
- Een leerling moet met elke basisvaardigheid (hoofdstuk) kunnen beginnen, zonder dat ze een andere basisvaardigheid eerst moet afronden.

4.2 Het ontwerp

Het product is een hulpmethode, waarmee leerlingen met de basisvaardigheden ('eenheden omrekenen', 'formules ombouwen' en 'het gebruik van machten en de wetenschappelijke notatie') kunnen oefenen. Deze (drie) vaardigheden vormen de drie hoofdstukken die de kern van de hulpmethode vormen. Elke hoofdstuk bouwt stapsgewijs één van deze vaardigheden op aan de hand van gestructureerde paragrafen. De theorie is wiskundig opgebouwd en verder gestructureerd in sub-blokken over een bepaalde sub-concept en aan de hand van vastgestelde leerdoelen. Er wordt ook strategisch gebruikgemaakt van voorbeeldopdrachten om de net-behandelde theorie verder te belichten.

Vaak wordt zo'n voorbeeldopdracht gevolgd door een basisopdracht, waarmee de leerling(e) kan controleren of hij/ zij/ ze de net-behandelde theorie goed begrijpt. Aan het eind van de theorie binnen de paragraaf zijn de gevorderd- en expertopdrachten te vinden, waarmee de leerlingen op (hun) niveau de theorie kunnen verwerken. Hierin maakt de leerling zelf een (verantwoorde) keuze. De antwoorden van de opgaven zijn achter in het boek te vinden. Hiermee kunnen de leerlingen eenvoudig hun antwoorden/ uitwerkingen zelf nakijken.

De leerlingen zijn niet verplicht om alle opdrachten te maken. De leerlingen kunnen zelf (of onder advies van de docent) bepalen welke en hoeveel opgaven ze moeten maken. Op de website kunnen de leerlingen zien met welke opdrachten ze aan welke leerdoel werken. Als de leerlingen op expertniveau aan de slag kan, maakt hij/ zij/ ze ook gebruik van de gevorderd opdrachten.

Elke paragraaf is gevolgd met één of meer 'Test jezelf'-opdrachten, waarmee de leerlingen (formatief) kunnen checken of ze de leerdoelen van de paragraaf beheersen. Deze opdrachten (formatieve evaluaties) zijn alleen online te vinden.

De laatste paragrafen bieden verdieping op de leerstof (basisvaardigheid) aan. Hiermee kunnen de leerlingen die dat kunnen (en willen) hun basisvaardigheden verder boven het gewenste niveau ontwikkelen. Deze paragrafen ((+) paragrafen) zijn niet verplicht om te doen, tenzij de leerling(e) of de docent wel hiervoor kiest.

Elke hoofdstuk kan afgerond worden met een (officieel) methode-toets. Deze toetsen evalueren het beheersingsniveau van de basisvaardigheden op een summatieve manier. Elke hoofdstuk heeft meerdere toetsen, namelijk op gevorderd-, expert- en expert(+)niveau, waarmee de leerlingen op verschillende niveaus getoetst kunnen worden. De expert(+)toetsen zijn de experttoetsen inclusief de leerstof van de (+)paragrafen. De

expert(+)toetsen richten ook op wat de leerling extra had gedaan. Zo kan de leerling kiezen om alleen één specifieke (+)paragraaf te doen in plaats van ze allemaal.

De leerlingen kunnen op elk moment de toetsen maken. Hierdoor zijn ze altijd online beschikbaar.

5 Gebruiksaanwijzing en algemene aanbevelingen

5.1 Opbouw NaSk α

Hoofdstukken

De hulpmethode is opgebouwd uit drie hoofdstukken:

1. Werken met eenheden.
2. Werken met formules.
3. Machten en de wetenschappelijke notatie.

Elke hoofdstuk is verder uitgewerkt in paragrafen. De theorie in de paragrafen is opgebouwd aan de hand van leerdoelen. Verder zijn de paragrafen verrijkt met voorbeeldopdrachten en “spreekbalken” om de theorie verder te belichten.

De hoofdstukken zijn zelfstandig van elkaar. Hierdoor kunnen de leerlingen met een willekeurig hoofdstuk beginnen.

Het is ook mogelijk om paragrafen over te slaan. Een leerling(e) kan dan hiervoor de leerdoelen doornemen en eventueel de ‘Test jezelf’-opdrachten maken.

Opdrachten

De methode maakt gebruik van drie soorten opgaven:

- Basis (**Basisopdracht**): Opdrachten om te kijken of de leerlingen de basis van de theorie begrijpt.
- Gevorderd (**Opdracht**): Standaardopdrachten waarmee de leerlingen de theorie kunnen verwerken.
- Expert (**Opdracht EX**): Uitdagend opdrachten waarmee de leerlingen de theorie kunnen verwerken.

Een leerling(e) hoeft niet alle opdrachten te maken. De leerling(e) kan hierin zelf (of aan de hand van een advies van de docent) een verantwoorde keuze maken. Met de uitwerkingen, die aan het einde van de leerlingenboek te vinden zijn, kunnen de leerlingen zelf hun werk nakijken.

De expertopdrachten gaan niet over alle leerdoelen, hierdoor dienen de leerlingen, die op expertniveau aan de slag gaan, alsnog ook een paar van de gevorderd opdrachten te maken om met alle leerdoelen te oefenen.

(+)Paragrafen

De laatste paragrafen van een hoofdstuk zijn **(+) paragrafen**. Deze paragrafen bieden verdieping in de basisvaardigheid aan. Deze richten op wat de leerlingen later (in de derde klas en in de bovenbouw) bij natuurkunde zouden moeten kunnen. Deze paragrafen zijn hierdoor in de kaders van deze hulpmethode optioneel.

Test jezelf

Aan het einde van elke paragraaf kunnen de leerlingen verschillende ‘Test jezelf’-opdrachten maken. Deze opdrachten testen in hoeverre de leerlingen de leerdoelen beheersen. Elke opdracht richt zich dan op specifieke leerdoelen. De online omgeving waar deze opdrachten zich te vinden zijn geven ook aan wat er gedaan kan worden om aan een specifiek leerdoel te werken.

De ‘Test jezelf’-opdrachten zijn op de website van de methode te vinden. Ze zijn grotendeels gamificeerd².

Online ondersteuning

Bij de hulpmethode hoort er ook een website. Sommige middelen zijn er alleen online te vinden. Denk hier aan de ‘Test jezelf’-opdrachten en de studiewijzer van de hulpmethode.

Verder zijn de toetsen (summatieve evaluaties) ook op de website te vinden. Er kan door middel van QR- codes gebruik maken om rechtstreeks naar een specifieke pagina te gaan.

De instructies om naar de website te gaan zijn als volgt:



Scan de QR-code.

Of

Klik (digitaal) op de QR-code.

Of

Ga naar **[mfphysics.wixsite.com/
bas-nask/nask-alpha](https://mfphysics.wixsite.com/bas-nask/nask-alpha)**

² Gamification in de les: Het gebruik van spelelementen in een gewone lesomgeving om het leren te stimuleren en bevorderen (Koops, 2017).

5.2 Praktische toepassing

De hulpmethode 'NaSk α ' kan zowel op een zelfstandig- als begeleidend wijze effectief gebruikt worden. Deze paragraaf geeft verschillende aanbevelingen voor beide gebruiksvormen.

Zelfstandig aanpak

De hulpmethode maakt gebruik van kort gestructureerde paragrafen. Verder zorgt de layout dat er niet te veel informatie op één pagina komt te staan. Dit maakt het aantrekkelijker voor de leerlingen om aan de slag te gaan met de leerstof in het hulpboek. Door gebruik te maken van de studiewijzer en 'Test jezelf'-opdrachten op de website kunnen de leerlingen ook gericht werken. Als één leerling of een klein groep leerlingen een vaardigheid niet goed beheers(en), kunnen ze makkelijk zelfstandig (of in een klein groep) aan de slag gaan met de hulpmethode.

In deze soort gevallen is het wel aan te raden om de leerlingen te steunen in het zelfstandig werken, zodat ze de gewenste werkhouding nemen. Bespreek in deze fase met de leerlingen hoe ze de hulpmethode (naast de officiële leer methode) moeten gebruiken. Bespreek ook je verwachtingen met de leerling(en) en stel een realistisch doel samen vast. Inventariseer dan op strategische momenten de voortgang van de leerlingen en geef eventueel gerichte feedback.

Begeleidend aanpak

Afhankelijk van de klassituatie zou het handiger kunnen zijn om de hulpmethode onder docentenbegeleiding toe te passen. Denk hier bijvoorbeeld als een groot gedeelte van de klas een specifieke vaardigheid niet goed beheersen. In zo'n geval kan er gekozen worden om een paar lessen hieraan te besteden. Het gebruik van deze hulpmethode is door de lengte van de verschillende paragrafen goed te combineren met de reguliere leerstof. Hierdoor hoeft er maar een gedeelte van een les (zoals aan het begin) hieraan besteed worden. Er kan ook de keuze gemaakt worden om een aantal lessen aan de basisvaardigheden te besteden. In dit geval is het aan te raden om dit dan aan het begin van het schooljaar te doen. Kijk in dit geval wel goed of er ruimte hiervoor is.

Voor de klassikaal begeleidend aanpak blijft het wel belangrijk dat de leerlingen toegang blijven behouden tot de hulpmethode. Hierdoor kunnen ze later in het schooljaar altijd de leerstof herhalen als ze vastlopen.

In het geval dat er maar alleen een klein groepje leerlingen aan de slag met de hulpmethode gaan is het dan handiger om samen met de leerlingen individueel naar de leerdoelen te kijken. Dan kan er op specifieke leerdoelen gewerkt worden. Op deze manier kan er meer tijdefficiënt gewerkt worden.

Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen dienen om de succeservaring bij het gebruiken van het product te vergroten. Voor de leerlingen is het aan te raden om de structuur van een paragraaf aan

te houden door eerst de theorie door te nemen en vervolgens de opgaven maken. Achteraf is het dan effectiever om de ‘test jezelf’-opdrachten te maken. Als een leerling de expertopdrachten wil gaan maken is er ook aan te raden om eerst een aantal van de standaardopgaven te maken.

Als de docent de hulpmethode als lesonderdeel wil gaan gebruiken is het aan te raden om dit aan het begin van het schooljaar te doen. Door het samen met de hele klas te doen kan er verzorgd worden dat de leerlingen de structuur van de hulpmethode aanleren. Verder is het dan belangrijk dat de leerlingen toegang blijven behouden tot de hulpmethode. Dit zou dan in de praktijk in de vorm van een aantal uitgeprinte exemplaren ter beschikking van de leerlingen te stellen.

6 Toelichting per hoofdstuk

In dit hoofdstuk zijn de leerdoelen, specifieke achtergrondinformatie en aandachtspunten van de drie hoofdstukken van de hulpmethode te vinden.

H1 Werken met eenheden



Scan de QR-code.

Of

Klik (digitaal) op de QR-code.

Of

Ga naar [mfphysics.wixsite.com/
bas-nask/nask-alpha](https://mfphysics.wixsite.com/bas-nask/nask-alpha)

➤ Hoofdstuk 1

Hoofdstuk 1 richt zich op de basisvaardigheid ‘eenheden omrekenen’. Hierdoor staat het concept ‘eenheden’ centraal.

§1.1 Grootheden en eenheden

Dit paragraaf richt zich op de definitie van ‘eenheden’.

Leerdoelen

Ik weet wat grootheden en eenheden zijn.

De sub-concepten ‘grootheid’ en ‘eenheid’ worden geïntroduceerd. Ook wordt er hier stilgestaan bij de relatie tussen grootheid en eenheid.

Ik weet wat er met SI-eenheden bedoeld worden.

Hier wordt de sub-concept ‘SI-eenheden’ als de standaardeenheid van een grootheid geïntroduceerd. Het verschil tussen een SI-eenheid en een niet-SI-eenheid wordt ook hier uitgelegd. Verder wordt er ook duidelijk gemaakt dat het mogelijk is om zowel de SI-eenheid als een niet-SI-eenheid in de praktijk te gebruiken.

Ik ken de eenheden van verschillende grootheden.

Hier wordt er een lijst met een paar grootheden-eenhedenkoppels gepresenteerd. Hier wordt er zowel naar de SI-eenheden als naar de niet-SI-eenheden gekeken. Deze lijst is aan de hand van de grootheden en eenheden die de leerlingen in de tweede klas tegen zullen komen opgebouwd.

Aandachtspunten

De leerlingen leren hier dat een SI-eenheid de standaardeenheid is waarin je een grootheid uitdrukt bij berekeningen (tenzij er andere richtlijnen zijn bij specifieke situaties). Hierdoor wordt er in dit paragraaf bij SI-eenheden stilgestaan.

§1.2 Eenheden en voorvoegsels

Dit paragraaf richt zich op de voorvoegsels (van ‘milli-’ tot ‘kilo-’) die gebruikt worden bij afgeleide eenheden en hoe deze toegepast worden bij eenheden omrekenen.

Leerdoelen

Ik weet wat de verschillende voorvoegsels betekenen.

Hier worden de voorvoegsels van ‘milli-’ tot ‘kilo-’ geïntroduceerd. Deze eenheden worden vanuit de perspectief van de basiseenheid (zonder voorvoegsels) in getallen uitgedrukt. Deze voorvoegsels worden apart van een eenheid behandeld om de leerlingen te helpen begrijpen dat ze onafhankelijk zijn van de “eenheid” en dat ze hetzelfde betekenis dragen voor alle eenheden die ze gebruiken.

Ik kan met behulp van de voorvoegsels van de ene eenheid naar een andere omrekenen.

De leerlingen moeten de voorvoegsels kunnen toepassen om van een eenheid (in de ene schaal) naar een andere eenheid (van een andere schaal) te kunnen omrekenen. De leerlingen moeten dit kunnen, ongeacht wat de basiseenheid is.

Aandachtspunten

Leerlingen hebben soms moeite met de voorvoegsel apart van de basiseenheid te zien.

Hierdoor kunnen ze bekende eenheden omrekenen (zoals van km naar m), maar lopen vast als ze een nieuwe eenheid moeten omrekenen (zoals van kV naar V) (Francisco, 2022). Dit misconcept/ probleemsituatie staat bij deze paragraaf centraal.

In de praktijk worden de voorvoegsels 'deca-' en 'hecto-' nauwelijks gebruikt.

§1.3 “Vierkante-” en “kubieke” eenheden

Dit paragraaf richt zich op de omrekenregels voor vierkante- en kubieke eenheden, o.a. m^2 en m^3 respectievelijk.

Leerdoelen

Ik kan van de ene vierkante eenheid naar een andere omrekenen.

Hier wordt bij de omrekenregels voor ‘vierkante’ eenheden stilgestaan. Er wordt hier gebruik gemaakt van de basiseenheid m^2 als basis voor de uitleg.

Ik kan van de ene kubieke eenheid naar een andere omrekenen.

Hier wordt bij de omrekenregels voor ‘kubieke’ eenheden stilgestaan. Er wordt hier gebruik gemaakt van de basiseenheid m^3 als basis voor de uitleg.

Ik weet wanneer er sprake is van een vierkante- of kubieke eenheid.

Als er twee keer met dezelfde eenheid vermenigvuldigd wordt is er sprake van een vierkante eenheid (zoals $m \times m = m^2$). Als er drie keer met dezelfde eenheid vermenigvuldigd wordt is er sprake van een kubieke eenheid (zoals $m \times m \times m = m^3$). Door aan de andere twee leerdoelen van deze paragraaf te werken, wordt er ook aan dit leerdoel gewerkt.

§1.4 Eenheden met aparte omrekenregels

Dit paragraaf richt zich op eenheden met aparte omrekenregels, namelijk de eenheden voor tijd (s , min , h , etc.), temperatuur ($^{\circ}C$ en K) en volume (m^3 en L).

Leerdoelen

Ik kan de verschillende eenheden van tijd van en naar elkaar omrekenen.

Hoewel van s naar ms wel gebruikmaakt van het voorvoegsel ‘milli-’, alle andere eenheden voor tijd hebben aparte verhoudingen tussen elkaar. Hierdoor wordt er in dit paragraaf bij deze verhoudingen stilgestaan.

Ik kan de verschillende eenheden van temperatuur van en naar elkaar omrekenen.

In de praktijk wordt er meestal zowel K als $^{\circ}C$ als eenheid voor temperatuur gebruikt. Hierdoor wordt er in dit paragraaf bij het verband tussen de twee eenheden stilgestaan. De omrekenregels tussen de twee eenheden worden aan de hand van de ‘absolute nulpunt’ en het vriespunt van water uitgelegd.

Ik kan de verschillende eenheden van volume van en naar elkaar omrekenen.

Hier wordt er stilgestaan bij het verband tussen de m^3 eenhedenstelsel en de L eenhedenstelsel.

Aandachtspunten

Leerlingen vinden het soms lastig als ze de eenheden van tijd moeten omrekenen. Hoewel ze de kennis hiervoor wel beheersen (zoals van min naar s). Hier is het belangrijk voor de leerlingen om te aanleren hoe ze deze kennis moeten toepassen om grotere stappen te kunnen maken.

§1.5 (+) De uitgebreide voorvoegsellijst

Dit (+)paragraaf richt zich op de uitgebreide voorvoegsellijst, namelijk naar de voorvoegsels boven kilo- (tot tera-) en onder milli- (tot pico-).

Leerdoelen

Ik weet wat de verschillende voorvoegsels betekenen.

Hier worden de voorvoegsels boven kilo- (tot tera-) en onder milli- (tot pico-) geïntroduceerd. Deze eenheden worden vanuit de perspectief van de basiseenheid (zonder voorvoegsels) in getallen uitgedrukt.

Ik kan met behulp van de voorvoegsels van de ene eenheid naar een andere omrekenen.

De leerlingen moeten de voorvoegsels kunnen toepassen om van een eenheid (in de ene schaal) naar een andere eenheid (van een andere schaal) te kunnen omrekenen. De leerlingen moeten dit kunnen, ongeacht wat de basiseenheid is.

Aandachtspunten

De voorvoegsels boven kilo- (tot tera-) en onder milli- (tot pico-) komen vaak in de praktijk voor, zeker in de 3^{de} klas en de bovenbouw.

§1.6 (+) Samengestelde eenheden

Dit (+)paragraaf richt zich op het omrekenen van samengestelde eenheden, zoals m/s naar km/h en andersom.

Leerdoelen

Ik kan van m/s naar km/h en andersom omrekenen.

Hoewel de leerlingen de omrekenregel (omrekenfactor) wel leren, wordt er in de 2^{de} en 3^{de} klas niet stilgestaan naar hoe je tot deze omrekenfactor komt. In dit paragraaf wordt er stapsgewijs hiernaartoe gewerkt.

Ik kan stapsgewijs van de ene samengestelde eenheid naar de andere omrekenen.

In dit paragraaf wordt er ook een stappenplan samengesteld, waarmee er de omrekenfactor van een samengestelde eenheid bepaald kan worden.

Mogelijke toetsen H1

Zie bijlage.

Gevorderd

- §1.1 - §1.4

Expert

- §1.1 - §1.4

Expert+

- §1.1 - §1.4 en §1.5
- §1.1 - §1.4 en §1.6
- §1.1 - §1.4, §1.5 en §1.6

H2Werken met formules



Scan de QR-code.

Of

Klik (digitaal) op de QR-code.

Of

Ga naar [mfphysics.wixsite.com/
bas-nask/nask-alpha](https://mfphysics.wixsite.com/bas-nask/nask-alpha)

- Hoofdstuk 2

Hoofdstuk 2 richt zich op de basisvaardigheid 'formules gebruiken (en ombouwen)'. Hierdoor staat het gebruik van formules centraal.

§2.1 De balansmethode als uitgangspunt

Dit paragraaf richt zich op het stapsgewijs toepassen van de balansmethode.

Leerdoelen

Ik kan stapsgewijs de balansmethode toepassen om vergelijkingen op te lossen.

Hier wordt de balansmethode (zoals het bij de wiskunde gedaan wordt) geïntroduceerd. Verder wordt er in stappen uitgelegd hoe deze gebruikt kan worden om vergelijkingen op te lossen.

Ik kan vergelijkingen met + en – volgens de balansmethode oplossen.

Hier wordt uitgelegd hoe een vergelijking met + en – in balans gehouden moet worden.

Ik kan vergelijkingen met \times en \div volgens de balansmethode oplossen.

Hier wordt uitgelegd hoe een vergelijking met \times en \div in balans gehouden moet worden.

Aandachtspunten

Dit paragraaf maakt gebruik van de wiskundige aanpak voor vergelijkingen oplossen.

De leerlingen kunnen moeite hebben met het inzien dat – de tegenovergestelde handeling is van + en dat \div de tegenovergestelde handeling is van \times is (Francisco, 2022).

§2.2 Formules gebruiken

Dit paragraaf introduceert formules als een vervolgstap van vergelijkingen.

Leerdoelen

Ik weet wat variabelen en constanten zijn.

Hier wordt er stilgestaan naar de kenmerken van variabelen en constanten. Ze worden ook geïntroduceerd als letters en symbolen in een formule.

Ik weet wat er met een onbekende variabele bedoeld wordt.

De onbekende variabele is de variabele (grootte) dat uitgerekend moet worden. Dit term wordt hier gebruikt om een onderscheid te maken tussen een bekende (gegeven) variabele of constante en het variabele dat uitgerekend moet worden.

Ik kan een formule gebruiken op berekeningen te maken.

In dit paragraaf wordt er stilgestaan bij het gebruiken van formules. Hier wordt er aandacht gericht naar twee situaties, namelijk als er met een formule de alleenstaande variabele berekent moet worden (zoals a berekenen met $a = b \times c$) en als er met een formule één van de niet-alleenstaande variabele berekent moet worden (zoals b berekenen met $a = b \times c$).

Aandachtspunten

De aanpak van dit paragraaf voor formules gebruiken is om eerst de formule in te vullen tot een vergelijking met één (onbekende) variabele en daarna volgens de balansmethode deze voor de variabele oplossen.

§2.3 *Meer dan één formule*

In dit paragraaf wordt er stilgestaan bij situaties waar er van twee formules gebruik gemaakt moet worden om het gevraagde uit te rekenen. Er wordt ook hier stilgestaan naar gevallen waar de waarde van een variabele met signaaltermen gegeven worden.

Leerdoelen

Ik kan stapsgewijs en gestructureerd met meer dan één formule bij één opdracht werken.

De stappen voor het gebruiken van formules worden hier uitgebreid voor gevallen waar er gebruik van twee formules gemaakt moet worden.

Ik kan met de gegeven en gevraagde informatie achterhalen welke formules ik moet gebruiken om de gevraagde te beantwoorden.

Er wordt ook hier stil gestaan naar hoe er met de gegeven informatie achterhaalt moet worden welke formules (uit een verzameling van formules) gebruikt moet/ kan worden.

Ik kan door middel van signaaltermen de waarde van een variabele bepalen.

Er wordt hier aandacht besteedt aan verschillende signaaltermen, waarmee de waarde van een variabele bepaalt kan worden. Hier wordt er ook een onderscheid gemaakt tussen algemene signaaltermen en concept-specifieke signaaltermen.

Aandachtspunten

Het gebruiken van meer dan één formule in een opgave is vaak een struikelblok van leerlingen (Francisco, 2022). Hierdoor is het aangeraden om dit paragraaf niet over te slaan.

§2.4 *Formules ombouwen*

In dit paragraaf wordt er stilgestaan naar hoe een formule omgebouwd moet worden.

Leerdoelen

Ik kan de richtlijnen van de balansmethode gebruiken om een formule voor de gewenste (onbekende) variabele om te bouwen.

Hier wordt er stilgestaan naar hoe een formule omgebouwd moet worden. Verder wordt er ook stilgestaan bij identieke en verschillende symbolen.

Aandachtspunten

Bij dit paragraaf is de voorkennis over de balansmethode essentieel en belangrijk. Als de leerlingen moeite hebben om de stappen voor formules ombouwen te volgen is het dan handig om vanuit de uitleg van §2.1 te werken.

§2.5 (+) *Complexe formules en verbanden*

Dit (+)paragraaf wordt er stilgestaan naar het gebruik van complexe formules, die niet eenvoudig omgebouwd kunnen worden. Verder wordt er ook stilgestaan naar verbanden.

Leerdoelen

Ik kan een complexe formule analyseren en gebruiken, door die eerst in te vullen en daarna de vergelijking wiskundig oplossen.

Hier wordt aangeraden om complexe formules (zoals $\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$) te gebruiken door het eerst in te vullen en daarna voor de onbekende variabele met de stappen van de balansmethode op te lossen.

Ik kan een verband analyseren en toepassen om berekeningen te maken.

Hier worden (complexe) verbanden geïntroduceerd. Er wordt hier ook uitgelegd hoe deze verbanden aangepakt kunnen worden om berekeningen te maken.

Aandachtspunten

In de 3^{de} klas gaan de leerlingen aan de slag met formules met de vorm $\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$. Leerlingen kunnen veel moeite hebben met dit soort formules. Hierdoor wordt er in dit paragraaf gebruik gemaakt van deze soort formules om het stappenplan voor complexe formules uit te kunnen leggen.

§2.6 (+) *Formules en substitueren*

Dit (+)paragraaf is een vervolg van §2.4. Hier wordt er gebruik gemaakt van de stappen voor formules ombouwen om substituties te maken bij gevallen waar er van meer dan één formules gebruikt moet worden.

Leerdoelen

Ik kan een formule in een andere formule substitueren, door eerst de formule om te bouwen.

Hier wordt er gebruik gemaakt van de stappen voor formules ombouwen om substituties te maken bij gevallen waar er van meer dan één formules gebruikt moet worden.

Ik kan een gecombineerde formule bestuderen en versimpelen als dat van toepassing is.

In sommige gevallen kan de resulterende combinatieformule na een substitutie verder versimpeld worden. Hier gaat het om dat de rekenregels van de balansmethode toegepast worden.

Aandachtspunten

Deze verdieping op de vaardigheid 'formules gebruiken en ombouwen' komt er in de bovenbouw verder aan bod. In de onderbouw wordt dit niet per se toegepast. Dit (+)paragraaf is echter handig als de leerlingen interesse hebben om verder met natuurkunde in de bovenbouw te gaan.

Mogelijke toetsen H2

Zie bijlage.

Gevorderd

- §2.1 - §2.4

Expert

- §2.1 - §2.4

Expert+

- §2.1 - §2.4 en §2.5
- §2.1 - §2.4 en §2.6
- §2.1 - §2.4, §2.5 en §2.5

H3Machten en de wetenschappelijke notatie



Scan de QR-code.

Of

Klik (digitaal) op de QR-code.

Of

Ga naar: [mfphysics.wixsite.com/
bas-nask/nask-alpha](https://mfphysics.wixsite.com/bas-nask/nask-alpha)

- Hoofdstuk 3

Hoofdstuk 3 richt zich op de basisvaardigheid 'gebruik van machten en de wetenschappelijke notatie'. Hierdoor staat de concepten van 'machten' en 'de wetenschappelijke notatie' centraal.

§3.1 *Machten*

Dit paragraaf richt zich op de betekenis en notatie van machten.

Leerdoelen

Ik kan een macht als een volledige berekening uitschrijven.

Hier wordt er stilgestaan bij het volledig uitschrijven van machten. Hier wordt het verband tussen de exponent en de grondtal belicht.

Ik kan een serie van verdubbeling als een macht uitschrijven.

Verdubbeling is echter vermenigvuldigen met 2. Hier wordt de aandacht gericht op het versimpelen van een serie van verdubbelingen: x keer verdubbeld betekent 2^x .

Ik kan de exponent en het grondtal van een macht identificeren.

De leerlingen moeten de exponent en het grondtal van een macht kunnen identificeren en benoemen.

Ik kan machten met de exponenten 0 en 1 als een getal uitschrijven.

Hier wordt de aandacht gericht op het feit dat machten met de exponent '0' altijd '1' als antwoord geven. Machten met de exponent 1 worden hier ook in beeld gebracht; namelijk $x^1 = x$.

Aandachtspunten

Het kan zijn dat dit de eerste keer is dat de leerlingen de machtennotatie zien. In dit geval wordt er aangeraden om dit paragraaf (deels) onder begeleiding te behandelen.

§3.2 *Door machten delen en negatieve machten*

Dit paragraaf richt zich op het verband tussen 'delen door een macht' en 'negatieve machten'.

Leerdoelen

Ik kan een serie van halvering als een macht uitschrijven.

Halvering is echter delen door 2, ofwel vermenigvuldigen met 0,5. Een serie van halveringen kan ook als een macht geschreven worden, namelijk: $\div 2^x$ ofwel $\frac{1}{2^x}$, ofwel 2^{-x} .

Ik kan een negatieve macht als een volledige berekening uitschrijven.

Hier wordt de aandacht gericht op het feit: $\div a^x = \times a^{-x}$.

Aandachtspunten

Leerlingen kunnen het verband tussen $\div a^x$ en $\times a^{-x}$ lastig vinden om te begrijpen. Door de leerlingen te helpen met het inzien dat $\div a$ gelijk is aan $\times \frac{1}{a}$ kan hierbij helpen.

§3.3 *Machten van 10 en de wetenschappelijke notatie*

Dit paragraaf richt zich op machten van 10 en de wetenschappelijke notatie.

Leerdoelen

Ik kan met machten van 10 rekenen.

Hier wordt de aandacht gericht op het rekenen met machten met de exponent 10.

Ik kan machten van 10 gebruiken om een getal in de wetenschappelijke notatie te herschrijven.

Hier wordt de wetenschappelijke notatie geïntroduceerd. Verder wordt er uitgelegd hoe een getal in volgens de wetenschappelijke notatie herschrijft moet worden.

Aandachtspunten

In dit paragraaf wordt er aangeraden om op 1 tot 3 decimalen af te ronden. Als de leerlingen op een andere manier moeten afronden is het dan handig om dit bij de betreffende vraag/opgave aan te geven. Geld er voor een bepaalde groep leerlingen een andere set regels? Dan dienen de leerlingen de door-de-docent-vastgestelde regels te volgen. Hebben de leerlingen de officiële regels volgens de richtlijnen van significante cijfers al behandeld? Dan moeten ze deze regels volgen.

§3.4 *Rekenen met machten*

Dit paragraaf richt zich op de algemene rekenregels van machten.

Leerdoelen

Ik kan machten met gelijke grondtal met elkaar vermenigvuldigen.

Hier staat de volgende rekenregels centraal: $g^a \times g^b = g^{a+b}$ en $g^a \times h^b = g^a \times h^b$.

Ik kan machten met gelijke grondtal met elkaar delen.

Hier staat de volgende rekenregels centraal: $\frac{g^a}{g^b} = g^{a-b}$ en $\frac{g^a}{h^b} = \frac{g^a}{h^b}$.

Ik kan met machten met ongelijke grondtal rekenen.

Machten met ongelijke grondtal kunnen niet samengevoegd worden. Hierdoor is er de bedoeling dat deze als aparte getalen uitgeschreven worden, waarmee er verder gerekend kan worden. De exponenten mogen niet samengevoegd worden:

$$g^a \times h^b = g^a \times h^b \qquad \frac{g^a}{h^b} = \frac{g^a}{h^b}$$

Ik kan machten optellen of aftrekken.

Bij machten optellen of aftrekken moeten de machten als aparte getalen beschouwd worden. De exponenten mogen niet samengevoegd worden.

Aandachtspunten

Bij machten samenvoegen is het ontzettend belangrijk dat de leerlingen het inzicht hebben over hoe de berekening van de uitgeschreven getalen eruitziet. Hierdoor is het handig om aan het begin dit tussenstap niet weg te laten bij het behandelen van dit onderdeel.

§3.5 (+) *Machten van machten*

Dit paragraaf richt zich op het oplossen van machten in machten.

Leerdoelen

Ik kan machten van machten identificeren.

Hier wordt machten zoals a^{x^y} (of $(a^x)^y$) geïntroduceerd als een macht van een macht.

Ik kan machten van machten versimpelen.

Hier staat de volgende regel centraal: $(g^a)^b = g^{a \times b}$.

Ik kan met kwadraten van kwadraten rekenen.

Hier wordt stilgestaan naar de volgende soorten gevallen: $(a^2)^2 = a^4$ en $4^2 = (2^2)^2$.

Mogelijke toetsen H3

Zie bijlage.

Gevorderd

- §3.1 - §3.4

Expert

- §3.1 - §3.4

Expert+

- §3.1 - §3.4 en §2.5

Verwijzingen

Francisco, M. (2022). *De 2de klas leerling en de basis voor NaSk*. Utrecht: Lerarenopleiding Natuurkunde tweedegraads, Hogeschool Utrecht.

Koops, M. C. (2017). *Game didactiek: Het hoe en waarom van spellen in de les*. Leusden: Uitgeverij Didactica.

Bijlage 1 Toetsenoverzicht

Overzicht:

De toetsen en uitwerking zijn online in de docentenomgeving te vinden.

Leerlingen hebben onbegrensd toegang tot de toetsen, maar niet de uitwerkingen!

Toetsniveaus:

G: Gevorderd

E: Expert

E+: Expert+

Toets	Niveau	Leerstof
		Hoofdstuk 1
1	G	§1.1 - §1.4
2	E	§1.1 - §1.4
3	E+	§1.1 - §1.4 en §1.5
4	E+	§1.1 - §1.4 en §1.6
5	E+	§1.1 - §1.4, §1.5 en §1.6
		Hoofdstuk 2
1	G	§2.1 - §2.4
2	E	§2.1 - §2.4
3	E+	§2.1 - §2.4 en §2.5
4	E+	§2.1 - §2.4 en §2.6
5	E+	§2.1 - §2.4, §2.5 en §2.6
		Hoofdstuk 3
1	G	§3.1 - §3.4
2	E	§3.1 - §3.4
3	E+	§3.1 - §3.4 en §3.5



Naar de docentenomgeving

Scan de QR-code.

Of

Klik (digitaal) op de QR-code.

Of

Ga naar [mfphysics.wixsite.com/
basnask-docenten](https://mfphysics.wixsite.com/basnask-docenten)

- NaSk α
- Docentenomgeving
- Toetsen en uitwerkingen

Bijlage 2 Opgavenuitwerkingen

Hoofdstuk 1 Werken met eenheden

§1.1 Grootheden en eenheden

Basisopdracht 1

Grootheid:	Eenheid:
Temperatuur	<i>graden celcius</i>
Lengte	<i>meter</i>
Massa	<i>kilogram</i>

Grootheid:	Eenheid:
Tijd	<i>seconde</i>
Volume	<i>liter</i>

Opdracht 1

- De internationaal erkende standaardeenheid van grootheid.
- Kilometer (*km*) is een eenheid van afstand (*s*), waarvan de SI-eenheid meter (*m*) is.

Opdracht 2

Grootheid:	Symbol:	SI-eenheid:	Symbol:
<i>tijd</i>	<i>t</i>	<i>seconde</i>	<i>s</i>
<i>temperatuur</i>	<i>T</i>	<i>kelvin</i>	<i>K</i>
<i>afstand</i>	<i>s</i>	<i>meter</i>	<i>m</i>
<i>massa</i>	<i>m</i>	<i>kilogram</i>	<i>kg</i>

Opdracht EX-3

V.b.: als de tijd 1 seconde is, is het handiger om die in *s* te laten in plaats van die in *min* uit te drukken.

§1.2 Eenheden omrekenen

Basisopdracht 1

$$4 \text{ g} = 4 \times 10 \times 10 \times 10 = 4\,000 \text{ mg}$$

Opdracht 1

Neem over en reken om:

- $10 \text{ g} = 0,01 \text{ kg}$
- $19 \text{ cm} = 1\,900 \text{ mm}$
- $3 \text{ L} = 30 \text{ dL}$
- $0,5 \text{ kV} = 500\,000 \text{ mV}$
- $4,0 \text{ N} = 4\,000 \text{ kN}$

Opdracht 2

Van *dam* naar *mm* is 4 stappen omlaag. Dus:

$$\times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = \times 10\,000$$

Opdracht 3

Van *cL* naar *L* is 2 stappen omhoog.

$$0,45 \div 10 \div 10 = \frac{0,45}{100} = 0,0045$$

Dus $0,45 \text{ cL} = 0,0045 \text{ L}$

Opdracht 4

$8 \text{ dm} = 80 \text{ cm}$

$$\frac{80}{4} = 20$$

Dus 20 keer.

Opdracht 5

$3 \times 2 \text{ L} = 6 \text{ L}$

$L = 6000 \text{ mL}$

$$\frac{6000}{320} = 18,75$$

Dus 19 flesjes in totaal.

Opdracht EX-6

Neem over en reken om:

- a $5,10 \text{ dL} = 510 \text{ mL}$
- b $120 \text{ kg} = 120\,000 \text{ g}$
- c $0,01 \text{ m} = 0,1 \text{ dm}$
- d $12,4 \text{ kA} = 12\,400\,000 \text{ mA}$
- e $45 \text{ s} = 0,045 \text{ ms}$

Opdracht EX-7

$1,5 \text{ V} = 150 \text{ cV}$

$$\frac{150}{2} = 75$$

Dus 75 keer.

§1.3 “Vierkante-” en “kubieke” eenheden

Basisopdracht 1

$$2300 \text{ cm}^2 = 2300 \div 100 \div 100 = \frac{2300}{10\,000} = 0,23 \text{ m}^2$$

Basisopdracht 2

$$345 \text{ m}^3 = 345 \div 1000 \div 1000 \div 1000 = \frac{345}{1\,000\,000\,000} = 0,000\,000\,345 \text{ km}^3$$

Opdracht 1

Neem over en reken om:

- a $1,3 \text{ m}^2 = 1300\,000 \text{ mm}^2$
- b $0,3 \text{ km}^2 = 300\,000 \text{ m}^2$
- c $3 \text{ dm}^2 = 30\,000 \text{ hm}^2$
- d $4550 \text{ cm}^2 = 0,000\,004\,550 \text{ km}^2$
- e $0,003 \text{ km}^2 = 300\,000 \text{ cm}^2$

Opdracht 2

Van dam^3 naar cm^3 is 3 stappen omlaag. Dus:
 $\times 1000 \times 1000 \times 1000 = \times 1\,000\,000\,000$

Opdracht 3

Neem over en reken om:

- a $0,03 \text{ m}^3 = 30 \text{ dm}^3$
- b $20 \text{ km}^3 = 20\,000 \text{ hm}^3$
- c $3 \text{ cm}^3 = 0,000\,000\,003 \text{ dam}^3$
- d $4,2 \text{ hm}^3 = 4200\,000\,000\,000 \text{ cm}^3$
- e $0,261 \text{ km}^3 = 261\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ mm}^3$

Opdracht 4

$$2 \text{ dm}^3 = 2000 \text{ cm}^3$$

$$\frac{2000}{35} = 57,14$$

Dus 57,14 keer.

Opdracht 5

$$2 \text{ m}^2 = 200 \text{ dm}^2$$

$$\frac{200}{40} = 5$$

Dus 5 keer.

Opdracht 6

$$O = l \times b$$

$$O = 297 \times 210 = 62370 \text{ mm}^2 = 623,7 \text{ cm}^2$$

Opdracht 7

$$b = 0,5 \text{ dm} = 5 \text{ cm}$$

$$V = l \times b \times h = 2 \times 5 \times 10 = 100 \text{ cm}^3$$

Opdracht EX-8

$$30 \times 30 = 900 \text{ cm}^3 = 0,9 \text{ dm}^3$$

$$\frac{0,9}{0,25} = 3,6$$

Ikari heeft 4 zakjes gekleurde zand nodig.

Opdracht EX-9

$$O_{A0} = l \times b = 118,9 \times 84,1 = 9999,49 \text{ cm}^2$$

$$O_{1 \text{ vel}} = \frac{9999,49}{350} = 28,57 \text{ cm}^2$$

§1.4 Eenheden met aparte rekenregels

Basisopdracht 1

$$1 \text{ week} = 7 \text{ dagen} = 7 \times 24 \text{ h} = 7 \times 24 \times 60 \text{ min} = 7 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 604\,800 \text{ s}$$

Basisopdracht 2

$$500 \text{ K} = 500 - 273 = 227 \text{ }^\circ\text{C}$$

Opdracht 1

$$4634 \text{ s} = \frac{4634}{60} \text{ min} = 77,233 \text{ min} = \frac{77,233}{60} \text{ h} = 1,29 \text{ h} = \frac{1,287}{24} \text{ dag} = 0,054 \text{ dag}$$

Opdracht 2

$$2,5 \text{ dagen} = 2,5 \times 24 = 60 \text{ h}$$

Opdracht 3

$$933 \text{ K} = 933 - 273 = 660 \text{ }^\circ\text{C}$$

Opdracht 4

$$500 \text{ K} = 500 - 273 = 227 \text{ }^\circ\text{C}$$

De oven kan een temperatuur van $227 \text{ }^\circ\text{C}$ bereiken, dus het is geschikt om taart bij een temperatuur van $170 \text{ }^\circ\text{C}$ te bakken.

Opdracht 5

$$15 \text{ m}^3 = 15\,000 \text{ dm}^3 = 15\,000 \text{ L}$$

Dus $15\,000 \text{ L}$ water.

Opdracht EX-6

$$2500 \text{ m}^3 = 2500\,000 \text{ dm}^3 = 2500\,000 \text{ L}$$

Dus $2500\,000 \text{ L}$ water.

Opdracht EX-7

$$8 \text{ h per dag} = 8 \times 365 \text{ h per jaar} = 2920 \text{ h per jaar}$$

Dit is gelijk aan:

$$\frac{2920}{24} = 121,67 \text{ dagen per jaar}$$

§1.5 (+) De uitgebreide voorvoegsellijst

Opdracht 1

Neem over en reken om:

- a $100 \mu\text{L} = 0,01 \text{ cL}$
- b $1 \text{ cm} = 10\,000\,000 \text{ nm}$
- c $3 \text{ GV} = 3\,000\,000 \text{ kV}$
- d $100\,000 \text{ mg} = 0,000\,001 \text{ Gg}$
- e $23,5 \text{ nm} = 0,000\,000\,235 \text{ dm}$

Opdracht 2

$$\times 1000 \times 1000 \times 10 \times 10 = \times 100\,000\,000$$

Opdracht 3

De afkorting voor de voorvoegsel 'milli' is kleine letter m en de afkorting voor de voorvoegsel 'mega' is hoofdletter M .

Opdracht 4

$$15 \text{ ton} = 15 \text{ Mg} = 15\,000 \text{ kg}$$

Opdracht EX-5

Neem over en reken om:

- a $0,0010 \text{ kL} = 0,0\,000\,010 \text{ ML}$
- b $0,000\,130 \text{ Gg} = 130\,000 \text{ g}$
- c $0,01 \text{ Mm}^2 = 10\,000 \text{ km}^2$
- d $14 \text{ A} = 14\,000\,000\,000 \text{ nA}$
- e $12,4 \text{ s} = 12\,400\,000 \mu\text{s}$

§1.6 (+) Samengestelde eenheden*

Opdracht EX-1

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$

Er geldt:

$$\frac{1000}{60} = 16,67$$

Dus de omrekenfactor is $\times 16,67$.

Opdracht EX-2

$$1 \text{ N} = 0,001 \text{ kN}$$

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

Er geldt:

$$\frac{0,001}{1000} = 0,000\,001$$

Dus de omrekenfactor is $\times 0,000\,001$ (ofwel $\div 1000\,000$).

Opdracht EX-3

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ dm}^3$$

Er geldt:

$$\frac{0,001}{0,001} = 1$$

Dus de omrekenfactor is $\times 1$.

Hoofdstuk 2 Werken met formules

§2.1 De balansmethode als uitgangspunt

Basisopdracht 1

$$\begin{aligned}9x - 4 + 2x &= 4x + 12 - x \\11x - 4 &= 3x + 12 \\11x - 3x - 4 &= 3x - 3x + 12 \\8x - 4 &= 12 \\8x - 4 + 4 &= 12 + 4 \\8x &= 16 \\x &= \frac{16}{8} \\x &= 2\end{aligned}$$

Basisopdracht 2

$$\begin{aligned}\frac{7 + 12x}{5} &= 2x + 11 \\ \frac{7 + 12x}{5} \times 5 &= (2x + 11) \times 5 \\7 + 12x &= 10x + 55 \\7 + 12x - 10x &= 10x + 55 - 10x \\7 + 2x &= 55 \\7 + 2x - 7 &= 55 - 7 \\2x &= 48 \\x &= \frac{48}{2} \\x &= 24\end{aligned}$$

Opdracht 1

$$\begin{aligned}45x - 2 &= 42x + 10 - 3 \\45x - 2 &= 2x + 7 \\45x - 2 + 2 &= 2x + 7 + 2 \\45x &= 2x + 9 \\45x - 2x &= 2x + 9 - 2x \\43x &= 9 \\x &= \frac{9}{43} \\x &= 0,21\end{aligned}$$

Opdracht 2

$$\begin{aligned}5t - 6 &= t + 8 \\5t - 6 + 6 &= t + 8 + 6 \\5t &= t + 14 \\5t - t &= t + 14 - t \\4t &= 14 \\t &= \frac{14}{4} \\t &= 3,5\end{aligned}$$

Opdracht 3

$$\begin{aligned}4(a - 3) &= a + 9 \\4a - 12 &= a + 9 \\4a - 12 - a &= a + 9 - a \\3a - 12 &= 9 \\3a - 12 + 12 &= 9 + 12 \\3a &= 23 \\a &= \frac{23}{3} \\a &= 7,67\end{aligned}$$

Opdracht 4

$$\begin{aligned}\frac{4x}{2} &= 2x - 5 \\ \frac{4x}{2} \times 2 &= (2x - 5) \times 2 \\ 4x &= 4x - 10 \\ 4x + 4x &= 4x - 10 + 4x \\ 8x &= 10 \\ x &= \frac{10}{8} \\ x &= 1,25\end{aligned}$$

Opdracht 5

$$\begin{aligned}1,2x - 0,4 &= 2(x + 1) \\ 1,2x - 0,4 &= 2x + 2 \\ 1,2x - 0,4 + 0,4 &= 2x + 2 + 0,4 \\ 1,2x &= 2x + 2,4 \\ 1,2x - 2x &= 2x + 2,4 - 2x \\ -0,8x &= 2,4 \\ x &= \frac{2,4}{-0,8} \\ x &= -3\end{aligned}$$

Opdracht 6

$$\begin{aligned}0,5x &= 2(39 + 1) \\ 0,5x &= 2(40) \\ 0,5x &= 80 \\ x &= \frac{80}{0,5} \\ x &= 160\end{aligned}$$

Opdracht EX-7

$$\begin{aligned}\frac{5x}{2} - 4 &= x + 5 \\ \frac{5x}{2} - 4 + 4 &= x + 5 + 4 \\ \frac{5x}{2} &= x + 9 \\ \frac{5x}{2} \times 2 &= (x + 9) \times 2 \\ 5x &= 2x + 18 \\ 5x - 2x &= 2x + 18 - 2x \\ 3x &= 18 \\ 3 &= \frac{18}{3} \\ x &= 6\end{aligned}$$

Opdracht EX-8

$$\begin{aligned}x(3 + 1) &= 2,2x + 15 \\ 4x &= 2,2x + 15 \\ 4x - 2,2x &= 2,2x + 15 - 2,2x \\ 1,8x &= 15 \\ x &= \frac{15}{1,8} \\ x &= 8,33\end{aligned}$$

Opdracht EX-9

$$\begin{aligned}10x - 64 &= \frac{2x + 5 + x}{2} \\ (10x - 64) \times 2 &= \frac{2x + 5 + x}{2} \times 2 \\ 20x - 128 &= 2x + 5 + x \\ 20x - 128 &= 3x + 5 \\ 20x - 128 - 3x &= 3x + 5 - 3x \\ 17x - 128 &= 5 \\ 17x - 128 + 128 &= 5 + 128 \\ 17x &= 133 \\ x &= \frac{133}{17} \\ x &= 7,82\end{aligned}$$

§2.2 Formules gebruiken

Basisopdracht 1

$$y = a \times x + b = 10 \times 2 + 5 = 20 + 5 = 25$$

Basisopdracht 2

$$y = a \times x + b$$

$$100 = 5 \times x + 50$$

$$50 = 5 \times x$$

$$x = \frac{50}{5} = 10$$

Opdracht 1

$$l = 2 m = 200 \text{ cm}$$

$$O = l \times b = 200 \times 10 = 2000 \text{ cm}^2$$

Opdracht 2

$$O = \frac{1}{2} \times l \times b = \frac{1}{2} \times 20,1 \times 4,5 = 45,23 \text{ cm}^2$$

Opdracht 3

$$v_{gem} = \frac{s}{t} = \frac{120}{45} = 2,67 \text{ m/s}$$

Opdracht 4

$$F_z = m \times g = 20 \times 9,8 = 196 \text{ N}$$

Opdracht 5

$$w = a \times r + t$$

$$25 = 9 \times r + 7$$

$$18 = 9 \times r$$

$$r = \frac{18}{9} = 2$$

Opdracht 6

$$s = \frac{b \times q}{a}$$

$$5 = \frac{14 \times q}{12}$$

$$5 \times 12 = 14 \times q$$

$$60 = 14 \times q$$

$$q = \frac{60}{14} = 4,29$$

Opdracht EX-7

$$F_z = m \times g$$

$$456 = m \times 9,8$$

$$m = \frac{456}{9,8} = 46,53 \text{ kg}$$

Opdracht EX-8

$$u = \frac{t \times g}{a} + b \times c$$

$$5 = \frac{5,6 \times g}{10} + 2,2 \times 7$$

$$5 = \frac{5,6 \times g}{10} + 15,4$$

$$5 - 15,4 = \frac{5,6 \times g}{10} + 15,4 - 15,4$$

$$-10,4 = \frac{5,6 \times g}{10}$$

$$-10,4 \times 10 = \frac{5,6 \times g}{10} \times 10$$

$$-104 = 5,6 \times g$$

$$g = \frac{-104}{5,6} = -18,57$$

§2.3 Meer dan één formule

Basisopdracht 1

$$x = 4a + 3b = 4 \times 1,5 + 3 \times 2,2 = 6 + 6,6 = 12,6$$

$$y = ax + b = 1,5 \times 12,6 + 2,2 = 18,9 + 2,2 = 21,1$$

Opdracht 1

$$x = \frac{1}{2} \times 10 + 5 = 10$$

$$y = ax + b = 10 \times 10 + 30 = 130$$

Opdracht 2

$$c = a + b = -90 + 120 = 30$$

$$d = \frac{b}{c} = \frac{120}{30} = 4$$

Opdracht 3

$$c = a + b$$

$$7 = a + 2$$

$$a = 7 - 2 = 5$$

$$x = \frac{1}{2}a + p$$

$$84 = \frac{1}{2} \times 5 + p$$

$$84 = 2,5 + p$$

$$p = \frac{84}{2,5} = 33,6$$

Opdracht 4

De UFO versneld vanuit stilstaand, dus *beginsnelheid* = 0 m/s
eindsnelheid = $0 + 20 \times 5 = 100 \text{ m/s}$

Opdracht 5

Er geldt:

$$2 \times \text{zakje snoep} = 10 + 2 \times 4$$

$$2 \times \text{zakje snoep} = 18$$

$$\text{zakje snoep} = \frac{18}{2} = 9$$

Opdracht EX-6

Per minuut geldt er: $v_{\text{huidige min}} = v_{\text{vorige min}} \times 2$

$$\text{Na 1 min: } v_{1 \text{ min}} = 3 \times 2 = 6 \text{ m/s}$$

$$\text{Na 2 min: } v_{2 \text{ min}} = 6 \times 2 = 12 \text{ m/s}$$

$$\text{Na 3 min: } v_{3 \text{ min}} = 12 \times 2 = 24 \text{ m/s}$$

$$\text{Na 4 min: } v_{4 \text{ min}} = 24 \times 2 = 48 \text{ m/s}$$

$$\text{Na 5 min: } v_{5 \text{ min}} = 48 \times 2 = 96 \text{ m/s}$$

Opdracht EX-7

$$c = a + b$$

$$5 = a + 12$$

$$a = 5 - 12 = -7$$

$$x = \frac{1}{2}a + p = \frac{1}{2} \times (-7) + 10 = -3,5 + 10 = 6,5$$

$$y = ax + b = -7 \times 6,5 + 12 = -45,5 + 12 = -33,5$$

§2.4 Formules ombouwen

Basisopdracht 1

$$y = ax + b$$

$$y - b = ax + b - b$$

$$y - b = ax$$

$$\frac{y - b}{a} = \frac{ax}{a}$$

$$\frac{y - b}{a} = x$$

Dus:

$$x = \frac{y - b}{a}$$

Opdracht 1

$$y = 4x + 2z$$

$$y - 2z = 4x + 2z - 2z$$

$$y - 2z = 4x$$

$$x = \frac{y - 2z}{4}$$

Opdracht 2

$$s = v \times t$$

$$\frac{s}{v} = \frac{v \times t}{v}$$

$$t = \frac{s}{v}$$

Opdracht 3

$$v_{eind} = v_{begin} + a \times t$$

$$v_{eind} - v_{begin} = v_{begin} + a \times t - v_{begin}$$

$$v_{eind} - v_{begin} = a \times t$$

$$\frac{v_{eind} - v_{begin}}{t} = \frac{a \times t}{t}$$

$$a = \frac{v_{eind} - v_{begin}}{t}$$

Opdracht 4

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

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

$$\rho \times V = m$$

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

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

Opdracht 5

$$F = m \times a$$

$$\frac{F}{a} = \frac{m \times a}{a}$$

$$m = \frac{F}{a}$$

Opdracht 6

$$v_{gem} = \frac{v_{begin} + v_{eind}}{2}$$

$$v_{gem} \times 2 = \frac{v_{begin} + v_{eind}}{2} \times 2$$

$$2v_{gem} = v_{begin} + v_{eind}$$

$$2v_{gem} - v_{eind} = v_{begin} + v_{eind} - v_{eind}$$

$$v_{begin} = 2v_{gem} - v_{eind}$$

Opdracht EX-7

Bouw de formule om voor F_1 :

$$F_1 \times r_1 = F_2 \times r_2$$

$$\frac{F_1 \times r_1}{r_1} = \frac{F_2 \times r_2}{r_1}$$

$$F_1 = \frac{F_2 \times r_2}{r_1}$$

Opdracht EX-8

$$R_{tot} = \frac{U_1}{I} + \frac{U_2}{I} = \frac{U_1 + U_2}{I}$$

$$R_{tot} \times I = \frac{U_1 + U_2}{I} \times I$$

$$R_{tot} \times I = U_1 + U_2$$

$$R_{tot} \times I - U_2 = U_1 + U_2 - U_2$$

$$U_1 = R_{tot} \times I - U_2$$

§2.5 (+) Complexe formules en verbanden

Opdracht 1

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} + \frac{1}{50} = 0,1 + 0,02 = 0,12$$

$$\frac{1}{R_{tot}} = 0,12$$

$$\frac{1}{R_{tot}} \times R_{tot} = 0,12 \times R_{tot}$$

$$\frac{1}{0,12} = \frac{0,12 \times R_{tot}}{0,12}$$

$$R_{tot} = \frac{1}{0,12} = 8,33 \Omega$$

Opdracht 2

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{50} + \frac{1}{R_2}$$

$$0,2 = 0,02 + \frac{1}{R_2}$$

$$0,2 - 0,02 = 0,02 + \frac{1}{R_2} - 0,02$$

$$0,18 = \frac{1}{R_2}$$

$$0,18 \times R_2 = \frac{1}{R_2} \times R_2$$

$$0,18 \times R_2 = 1$$

$$\frac{0,18 \times R_2}{0,18} = \frac{1}{0,18}$$

$$R_2 = \frac{1}{0,18} = 5,56 \Omega$$

Opdracht 3

$$112 \text{ dB} - 100 \text{ dB} = 12 \text{ dB} = 4 \times 3 \text{ dB}$$

Dus de aantal vliegtuigen is $4 \times$ verdubbeld.

Aantal vliegtuigen	1	2	4	8	16
Geluidsterkte in dB	100	103	106	109	112

$\times 2$ $\times 2$ $\times 2$ $\times 2$

$+ 3 \text{ db}$ $+ 3 \text{ db}$ $+ 3 \text{ db}$ $+ 3 \text{ db}$

Opdracht EX-4

Na elke 14 dagen halveert de aantal plutonium.

Aantal dagen	0	14	28
Aantal plutonium in g	100	50	25

$+14$ $+14$

$\div 2$ $\div 2$

Dus 25 g intacte plutonium.

§2.6 (+) Formules en substitueren

Opdracht 1

$$m = \frac{F_z}{g}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\left(\frac{F_z}{g}\right)}{V}$$

$$\rho = \frac{F_z}{g \times V}$$

Opdracht 2

$$v = 10 + a \times t$$

$$s = v \times t = (10 + a \times t) \times t$$

$$s = 10t + a \times t^2$$

Opdracht 3

$$F = m \times a$$

$$C = \frac{F}{u} = \frac{m \times a}{u}$$

$$C = \frac{m \times a}{u}$$

Opdracht 4

$$x = 2a + 3ab$$

$$y = ax + b = a(2a + 3ab) + b$$

$$y = 2a^2 + 3a^2 \times b + b$$

$$y = 2a^2 + (3a^2 + 1)b$$

Opdracht EX-5

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

$$R = \frac{U}{I} = \frac{\left(\frac{P}{I}\right)}{I} = \frac{P}{I^2}$$

Hoofdstuk 3 Machten en de wetenschappelijke notatie

§3.1 Machten

Basisopdracht 1

Beginwaarde: 25 bijen.

Verdubbelingstijd: elke maand.

Populatiegrootte na 8 maanden: $25 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 25 \times 2^8 = 25 \times 256 = 6400$ bijen.

Basisopdracht 2

$$19 \times 44^0 = 19 \times 1 = 19$$

Basisopdracht 3

$$25 \times 4^1 = 25 \times 4 = 100$$

Opdracht 1

$$3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 3^8$$

Opdracht 2

$$4 \times 4 \times 4 \times 4 = 4^4$$

Opdracht 3

$$5 \times 5 \times 3 \times 3 \times 3 = 5^2 \times 3^3$$

Opdracht 4

$$5^2 + 3^5 = 25 + 243 = 268$$

Opdracht 5

$$2^2 \times 3^1 \times 100^0 = 4 \times 3 \times 1 = 12$$

Opdracht 6

$$3^2 = 9, \quad 5^1 = 5, \quad 4^2 = 16, \quad 9^0 = 1, \\ 0, \quad 10, \quad 2 \times 4^1 = 8, \quad 2^4 = 16$$

Dus:

$$0 \rightarrow 9^0 \rightarrow 5^1 \rightarrow 2 \times 4^1 \rightarrow 3^2 \rightarrow 10 \rightarrow 2^4 = 16$$

Opdracht 7

5 keer verdubbeld betekent $\times 2^5$.

Opdracht EX-8

$$7^3 - \frac{2^4}{3^2} = 343 - \frac{16}{9} = 343 - 1,78 = 341,22$$

Opdracht EX-9

Van 1996 tot 2022 is $2022 - 1996 = 26$ jaren, dus $\frac{26}{2} = 13$ keren verdubbeld.

$$h = 20 \times 2^{13} = 163\,840 \text{ cm}$$

ofwel:

$$h = 1,64 \text{ km}$$

§3.2 Door machten delen en negatieve machten

Basisopdracht 1

Beginwaarde: 5 m^2

Na elke keer doorsnijden wordt de oppervlakte van één stukje textiel gehalveerd.

De oppervlakte (grootte) van één textiel na 8 keer doorsnijden:

$$5 \div 2 \div 2 \div 2 \div 2 \div 2 \div 2 \div 2 \div 2 = 5 \div 2^8 = 5 \div 256 = \frac{5}{256} = 0,0195 \text{ m}^2.$$

Basisopdracht 2

$$20 + 20 \times 2^{-5} = 20 + \frac{20}{2^5} = 20 + \frac{20}{32} = 20 + 0,625 = 20,625$$

Opdracht 1

$$1 \div 5 \div 5 \div 5 \div 5 + 2 \times 2 \times 2 = 1 \div 5^4 + 2^3 = 5^{-4} + 2^3$$

Opdracht 2

$$3 \div 4 \div 4 - 1 \div 4 \div 4 = 3 \div 4^2 - 1 \div 4^2 = 2 \div 4^2 = 2 \times 4^{-2}$$

Opdracht 3

$$\frac{5}{2 \times 2 \times 2} = \frac{5}{2^3} = 5 \times 2^{-3}$$

Opdracht 4

$$3^2 \times 3^{-5} = \frac{9}{243} = 0,0370$$

Opdracht 5

$$2^{-2} \times 10^{-1} = \frac{1}{2^2} \times \frac{1}{10^1} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{10} = 0,25 \times 0,1 = 2,5$$

Opdracht 6

5 keer behandelen betekent 5 keer halveren. Dus $\div 2^5 = \times 2^{-5}$.

$$200 \times 2^{-5} = \frac{200}{32} = 6,25$$

Dus $6,25 \text{ m}^2$ is nog met onkruid bedekt.

Opdracht EX-7

1 keer halveren: $100 \% \div 2^1 = 50 \%$

2 keer halveren: $100 \% \div 2^2 = 25 \%$

3 keer halveren: $100 \% \div 2^3 = 12,50 \%$

4 keer halveren: $100 \% \div 2^4 = 6,25 \%$

5 keer halveren: $100 \% \div 2^5 = 3,125 \%$

De tijd nodig voor 5 keer halveren is:

$$5 \times 16 \text{ s} = 80 \text{ s}.$$

§3.3 Machten van 10 en de wetenschappelijke notatie

Basisopdracht 1

$$2 \times 10^3 = 2\ 000$$

Basisopdracht 2

$$25\ 045\ 000\ 000 = 25,045 \times 10^9$$

Opdracht 1

$$4\ 782\ 300 = 47,82 \times 10^5$$

Opdracht 2

$$584\ 003\ 000 = 5,84 \times 10^8$$

Opdracht 3

$$0,000\ 003\ 072\ 303 = 3,1 \times 10^{-6}$$

Opdracht 4

$$0,000\ 000\ 000\ 000\ 001\ 332 = 13,32 \times 10^{-16}$$

Opdracht 5

$$3,2 \times 10^2 \times 12 \times 10^3 = 320 \times 12\,000 = 3\,840\,000 = 3,84 \times 10^6$$

Opdracht 6

$$\frac{1,5 \times 10^3}{2,5 \times 10^5} = \frac{1500}{250\,000} = 0,006 = 6,00 \times 10^{-3}$$

Opdracht EX-7

$$\frac{2 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-2}}{1 \times 10^5} = \frac{2 \times 1000 \times 10}{1 \times 100\,000 \times 100} = \frac{2 \times 10\,000}{10\,000\,000} = \frac{2}{1000} = 0,002$$

$$0,002 = 2,00 \times 10^{-3}$$

§3.4 Rekenen met machten**Basisopdracht 1**

$$\frac{2^5}{2^2} \times \frac{2^7}{2^6} = 2^{5-2} \times 2^{7-6} = 2^3 \times 2^1 = 2^{3+1} = 2^4 = 16$$

Basisopdracht 2

$$\frac{4^2}{3^3} - 2^2 = \frac{16}{27} - 4 = 0,59 - 4 = -3,41$$

Opdracht 1

$$5^2 \times 5^5 = 5^{2+5} = 5^7$$

Opdracht 2

$$10^{32} \times \frac{10^5}{10^2} = 10^{32} \times 10^{5-2} = 10^{32+5-2} = 10^{35}$$

Opdracht 3

$$10^{13} \times 10^{-5} = 10^{13-5} = 10^8$$

Opdracht 4

$$2^3 \times 10^3 \times 2^5 = 2^{3+5} \times 10^3 = 2^7 \times 10^3 = 128 \times 10^3 = 128\,000$$

Opdracht 5

$$2^{-10} \times 2^{20} = 2^{-10+20} = 2^{10} = 1024$$

Opdracht 6

$$3 \times 2^4 + 2^2 = 3 \times 16 + 4 = 52$$

Opdracht 7

$$5^{-1} \times 10^5 = \frac{100\,000}{5} = 20\,000$$

Opdracht EX-8

$$10^4 + \frac{10^3}{10^{-2}} = 10^4 + 10^{3-2} = 10^4 + 10 = 10000 + 10 = 10\,010$$

Opdracht EX-9

$$\frac{5^3 - 5^2}{5} = \frac{5^3}{5} - \frac{5^2}{5} = 5^{3-1} - 5^{2-1} = 5^2 - 5 = 25 - 5 = 20$$

§3.5 (+) Machten van machten**Opdracht 1**

$$(4^2)^2 = 4^{2 \times 2} = 4^4$$

Opdracht 2

$$(10^5)^3 = 10^{5 \times 3} = 10^{15}$$

Opdracht 3

$$\frac{(7^2)^3}{7^4} = \frac{7^{2 \times 3}}{7^4} = 7^{2 \times 3 - 4} = 7^2 = 49$$

Opdracht 4

$$3^{4+5} = 3^9 = 19\,683$$

Opdracht 5

$$\frac{2 \times 10^3}{2 \times 10^{5-2}} = \frac{2 \times 10^3}{2 \times 10^3} = 1$$

Opdracht EX-6

$$(5^2 \times 5^3)^5 = (5^{2+3})^5 = (5^5)^5 = 5^{5 \times 5} = 5^{25}$$

Opdracht EX-7

Versimpel de volgende macht:

$$(10^{2+5} \times 10^{2-3})^4 = (10^7 \times 10^{-1})^4 = (10^{7-1})^4 = (10^6)^4 = 10^{6 \times 4} = 10^{24}$$

Colofon

Dit methode is geschreven als onderdeel van het eindproduct voor de cursus 'Beroepsproduct 3' (OAR-H3BERPDT3-19), als onderdeel van de lerarenopleiding natuurkunde, bij de Hogeschool Utrecht, in het schooljaar 2021 – 2022.

Auteur

M. Francisco

Redactie, samenstelling en digitale opmaak

M. Francisco

Met dank aan

Docenten NaSk en Natuurkunde, College de Heemlanden (schooljaar 2021 – 2022)

M. Hulsegge, P. Dooyeweerd, G. Veenstra, R. Krijthe

Docent wiskunde, College de Heemlanden (schooljaar 2021 – 2022)

M. Koene

Leerlingen (schooljaar 2021 – 2022)

Havo 2 en Atheneum 2