



**Conceptexamenprogramma
natuurkunde (nask I)
vmbo-bb**



Conceptexamen- programma

Natuurkunde

Vmbo – basisberoepsgerichte
leerweg (bb)

Maart 2025

slo



een doordacht curriculum
dat doen we *samen*

Verantwoording



2025 SLO, Amersfoort

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

Auteur

SLO

Informatie

SLO

Postbus 502, 3800 AM Amersfoort

Telefoon (033) 4840 840

Internet: www.slo.nl

E-mail: info@slo.nl

AN 9.8055.071

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
Leeswijzer	4
Meer informatie	4
2. Karakteristiek natuurkunde	5
Kenmerken van natuurwetenschappen en technologie	5
Natuurwetenschappen en technologie in de schoolvakken	5
Kenmerken van het vak natuurkunde	6
Natuurkunde als schoolvak	7
Natuurkunde in de schoolsoorten	7
Vmbo	7
Havo	8
Vwo	8
3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen	9
4. Eindtermen	10
Domein A Aard van de natuurwetenschappen en technologie	10
Domein B Concepten	12
Subdomein B1 Mechanica – evenwichten	12
Subdomein B2 Elektriciteit en magnetisme	12
Subdomein B3 Stoffen en materialen	13
Subdomein B4 Materie en straling	14
Subdomein B5 Energievoorziening	14
Subdomein B6 Automatisering	15
Subdomein B7 Keuze	16
Domein C Denkwijzen	18
Domein D Vraagstukken	21
Subdomein D1 Vraagstukken	21
Subdomein D2 Contexten	21
Domein E Werkwijzen	22
Subdomein E1 Werkwijzen 1	22
Subdomein E2 Werkwijzen 2	24
Domein F Zelfontwikkeling	27
Bijlage – Begrippenlijst natuurkunde	29

1. Inleiding

Voor je ligt het conceptexamenprogramma natuurkunde voor de basisberoepsgerichte leerweg van het vmbo. De afgelopen twee en half jaar heeft de vakvernieuwingscommissie natuurwetenschappelijke vakken dit conceptexamenprogramma ontwikkeld – tegelijkertijd en in samenhang met de andere conceptexamenprogramma's natuurwetenschappelijke vakken voor alle schoolsoorten en leerwegen. SLO voert in [opdracht](#) van het ministerie van OCW regie over de actualisatie van het gehele curriculum.

Op basis van dit conceptexamenprogramma ontwikkelt het College voor Toetsen en Examens (CvTE) een conceptsyllabus voor de inhouden die aan het centraal examen zijn toegewezen.

SLO zal de conceptexamenprogramma's en -syllabi beproeven in de onderwijspraktijk. De feedback die wordt opgehaald bij leerlingen, leraren en andere betrokkenen wordt gewogen en waar nodig worden het conceptexamenprogramma en de conceptsyllabus aangescherpt. Daarna worden de documenten vastgesteld door het ministerie van OCW. Vanaf dat moment kunnen het definitieve examenprogramma en de syllabus geïmplementeerd worden.

Leeswijzer

Dit conceptexamenprogramma begint met een karakteristiek, waarin de visie op natuurkunde – vmbo-bb en de positie van het vak in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs staat beschreven. Daarna volgt het raamwerk: een schematische weergave van de inhouden per domein of subdomein en een verdeling van inhouden over school- en centraal examen. Vervolgens volgen de eindtermen. Per eindterm is een doelzin, uitwerking ('Het gaat hierbij om') en een illustratie ('Te denken valt aan') opgenomen. Tot slot staat in de bijlage de begrippenlijst.

Meer informatie

Meer informatie over de inhoudelijke keuzes en de inrichting van het proces is te vinden in het toelichtingsdocument conceptexamenprogramma's (Brouwers-Meeuwis, Goedegebure, Meijer, Oldenbeuving, Woldhuis, 2025).

Alle informatie over de totstandkoming, de opzet, werkwijze en inhoud van de conceptexamenprogramma's is te vinden op: <https://www.actualisatie-examenprogrammas.nl/natuurwetenschappelijke-vakken>.

2. Karakteristiek natuurkunde

Kenmerken van natuurwetenschappen en technologie

Natuurkunde is – net als biologie en scheikunde – een natuurwetenschappelijk schoolvak. Als zodanig is het nauw verweven met technologie en met de schoolvakken natuur, leven en technologie (nlt) en Onderzoek en Ontwerpen (O&O). De natuurwetenschappen bestuderen de natuurlijke werkelijkheid, technologie verandert haar. Natuurwetenschappen onderzoeken de natuurlijke wereld om ons heen, zowel levend als niet-levend. Dat doen ze op alle schalen met behulp van theorie- en modelvorming, toetsbare voorspelling en waarneming. Technologie hanteert kennis en vaardigheden voor het ontwerpen, bouwen en gebruiken van voorwerpen en systemen om problemen op te lossen en behoeften te vervullen. Bij het onderzoeken en ontwerpen maken natuurwetenschappen en technologie gebruik van vergelijkbare en specifieke denk- en werkwijzen. De resultaten van de natuurwetenschappen en van technologie – evenals de ontwikkeling van hun methodes – zijn het product van menselijk handelen. Ze maken al eeuwen deel uit van de menselijke cultuur.

Natuurwetenschappelijke en technologische ontwikkeling versterken elkaar. Hiermee krijgen mensen steeds weer nieuwe manieren om hun leef- en werkomgeving te begrijpen en beïnvloeden. Dat laatste biedt kansen, maar ook uitdagingen voor de maatschappij en planeet aarde.

Natuurwetenschappen en technologie in de schoolvakken

In de onderbouw wordt via de kerndoelen mens en natuur de basis gelegd voor natuurwetenschappelijke en technologische concepten, denkwijzen en werkwijzen. In de bovenbouw worden deze verder uitgediept in de disciplinaire vakken biologie, natuurkunde en scheikunde, en op havo en vwo de interdisciplinaire vakken nlt en O&O. Het zijn profiel(keuze)vakken met een algemeen vormend karakter. Van onderbouw naar bovenbouw verschuift de nadruk. In de onderbouw gaat het vooral om inhouden die leerlingen nodig hebben in hun persoonlijk leven en als burger in de samenleving. In de bovenbouw zijn de inhouden meer relevant voor vervolgopleidingen en toekomstige werkvelden en beroepen.

De natuurwetenschappelijke en technologische denk- en werkwijzen dragen bij aan de ontwikkeling van een onderzoekende houding en het probleemoplossend vermogen van leerlingen. Samenwerken en reflectie op eigen bijdragen en interesses ondersteunen hun persoonlijke ontwikkeling. De vakken besteden aandacht aan hoe natuurwetenschappelijke kennis en technologische producten

tot stand komen. Dit stelt leerlingen in staat de waarde en betrouwbaarheid van uitspraken over natuurwetenschappen en technologie te beoordelen. Daarmee – in combinatie met relevante conceptuele kennis – kunnen leerlingen in het dagelijks leven een eigen mening vormen en beredeneerd beslissingen nemen over maatschappelijke en persoonlijke vragen waarin natuurwetenschappelijke kennis of technologie een rol speelt.

De natuurwetenschappelijke vakken staan niet los van de andere vakken. Veel natuurwetenschappelijke en technologische vraagstukken brengen maatschappelijke of morele aspecten met zich mee die zich lenen voor het onderzoeken van burgerschapsvraagstukken. Wiskunde speelt een onmisbare rol in de natuurwetenschappen, met name statistiek, wiskundig modelleren en het gebruik van wiskundige technieken. Digitale geletterdheid wordt binnen de vakken aangesproken en versterkt. Dat gebeurt bij het verzamelen, categoriseren en presenteren van data en bij het gebruiken, aanpassen en maken van computermodellen. Verder zijn een goede algemene taalbeheersing en beheersing van de vaktaal noodzakelijk, zowel voor begripsontwikkeling als bij het formuleren van precieze en gestructureerde redeneringen. Op het vmbo bieden de vakken ondersteuning bij de beroepsgerichte vakken en praktijkgerichte programma's, doordat leerlingen concepten, denk- en werkwijzen aanleren die hiervoor relevant zijn.

Kenmerken van het vak natuurkunde

Natuurkunde is de fundamentele wetenschap die materie bestudeert: haar gedrag in ruimte en tijd, haar fundamentele bouwstenen en concepten, zoals energie, straling en kracht, die nodig zijn voor deze bestudering. Ze doet dit op elke schaal: van subatomair tot kosmisch. In de natuurkunde spelen modellen een centrale rol. Natuurkundigen gebruiken deze modellen om te beschrijven, te verklaren en voorspellingen te doen. Deze modellen en voorspellingen vormen de basis voor de ontwikkeling en validatie van natuurkundige theorieën. Natuurkundige modellen kenmerken zich vaak door wiskundige formuleringen, abstractie en denkwijzen, zoals behoudswetten en het denken in ordes van grootte en verhoudingen.

Natuurkunde wordt in heel uiteenlopende toepassingsgebieden gebruikt, onder andere in techniek, landbouw, chemie en zorg. Het vormt de basis voor veel technologische ontwikkelingen. De kennis en inzichten van natuurkunde spelen een belangrijke rol bij veel maatschappelijke vraagstukken, zoals energievoorziening en automatisering.

Natuurkunde als schoolvak

Op vmbo is natuurkunde een verplicht vak in de technische profielen. Daarnaast is het op vmbo-bb, -kb en -gl een profielkeuzevak in de profielen Groen en Dienstverlening & Producten. Op vmbo-tl is het een profielkeuzevak in het profiel Groen. Op havo en vwo is natuurkunde een verplicht vak in het profiel Natuur & Techniek en een profielkeuzevak in het profiel Natuur & Gezondheid. Natuurkunde kan in alle schoolsoorten en leerwegen ook in het vrije deel worden aangeboden. Natuurkunde wordt in alle schoolsoorten en leerwegen afgesloten met een schoolexamen en een centraal examen.

Het vak brengt leerlingen in aanraking met verschillende deelgebieden van de natuurkunde en met een wiskundige manier van werken, en is daarmee relevant voor een brede waaier van mogelijke vervolgopleidingen. Daarnaast scherpt het vak het analytisch denken van leerlingen, wat nog veel breder van toegevoegde waarde is.

Natuurkunde in de schoolsoorten

Op alle schoolsoorten en leerwegen is domein B Concepten het startpunt voor het examenprogramma.

Vmbo

Op het vmbo is natuurkunde gericht op het herkennen en toepassen van natuurkundige inhoud in dagelijkse en beroepscontexten. Leerlingen leren natuurkundige modellen te gebruiken om situaties te beschrijven, onderdelen van een onderzoek uit te voeren en wiskunde te gebruiken voor praktisch relevante berekeningen. Leerlingen maken kennis met hedendaagse technieken en kijken hoe die toepasbaar zijn in praktische situaties. Dit alles bereidt hen voor op het mbo, vooral de technische opleidingen.

Vmbo-bb

Op vmbo-bb is de inhoud vooral afgestemd op praktijksituaties en op de profielen waarin natuurkunde een plek heeft. Leerlingen leren woordformules te gebruiken in standaardsituaties en oefenen praktische vaardigheden.

Vmbo-kb

Op vmbo-kb komen, naast de natuurkunde die past bij de profielen en praktijksituaties, meer algemeen vormende aspecten van natuurkunde aan bod. Leerlingen leren symboolformules te gebruiken en passen deze vaker toe dan op vmbo-bb. Ook oefenen ze met praktijkgerichte onderzoeksvaardigheden.

Vmbo-gl/tl

Op vmbo-gl/tl is er, naast een brede algemeen vormende natuurkunde, ook plaats voor inhoud die is afgestemd op de profielen. Leerlingen worden voorbereid op de doorstroom naar het mbo of het havo. Ze leren formules om te schrijven en oefenen met praktijkgerichte onderzoeks- en ontwerpvaardigheden.

Havo

Op het havo is natuurkunde gericht op het toepassen van natuurwetten en natuurkundige technieken. Hierbij wordt geoefend met onderzoeken en ontwerpen. Leerlingen leren modellen aan te passen, de ontwerpcyclus te doorlopen en technologie te begrijpen en verklaren met behulp van natuurkundige kennis. Ze gebruiken wiskunde als veelzijdig instrument. Leerlingen maken kennis met het innoveren binnen de grenzen van bestaande natuurkundige kennis. Dit bereidt ze voor op een brede waaier van technische en medische opleidingen op het hbo.

Vwo

Op het vwo is natuurkunde gericht op het inzicht krijgen in natuurwetten, materie en natuurkundige technieken. Daarom ligt er veel nadruk op fundamentele natuurkundige kennis en denkwijzen. Leerlingen leren modellen te ontwerpen voor bekende situaties, eigen onderzoeksvragen te formuleren en beantwoorden, en technieken en technologieën te analyseren en verbeteren. Ze leren wiskunde te gebruiken als taal binnen de natuurkunde. Leerlingen leren de grenzen van bestaande natuurkundige kennis te verkennen en te innoveren met nieuwe kennis. Dit bereidt ze voor op een brede waaier van wetenschappelijke vervolgopleidingen in de natuurwetenschappelijke, technische en medische sector.

3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen

Hieronder vind je het raamwerk van natuurkunde geordend naar domeinen en subdomeinen. Daarbij is een verdeling gemaakt van inhoud over het schoolexamen (SE) en centraal examen (CE).

Domeinindeling	Titel (sub)domein	Toewijzing SE-CE	
		SE	CE
Domein A	Aard van de natuurwetenschappen en technologie	x	
Domein B	Concepten		
Subdomein B1	Mechanica – evenwichten		x
Subdomein B2	Elektriciteit en magnetisme		x
Subdomein B3	Stoffen en materialen	x	
Subdomein B4	Materie en straling		x
Subdomein B5	Energievoorziening	x	
Subdomein B6	Automatisering	x	
Subdomein B7	Keuze	x	
Domein C	Denkwijzen	x	x
Domein D	Vraagstukken		
Subdomein D1	Vraagstukken	x	
Subdomein D2	Contexten	x	x
Domein E	Werkwijzen		
Subdomein E1	Werkwijzen 1	x	
Subdomein E2	Werkwijzen 2	x	x
Domein F	Zelfontwikkeling	x	

4. Eindtermen

Domein A Aard van de natuurwetenschappen en technologie

Eindterm 1

De leerling verkent de aard van natuurkunde. (E)

Het gaat hierbij om:

- verkennen van het werkgebied van natuurkundigen;
- verkennen hoe niet-natuurwetenschappelijke vakken kunnen bijdragen aan natuurkunde.

Te denken valt aan:

- een gesprek voeren over wat wel en wat geen natuurkunde is aan de hand van een reeks instrumenten uit het kabinet;
- een presentatie geven over de rol van waarnemingen, experimenten, wiskunde en technologie in de natuurkunde.

Eindterm 2

De leerling beschrijft de totstandkoming en de gevolgen van de inzet van technologie. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven dat technologie wordt ontwikkeld om problemen op te lossen of behoeften te vervullen;
- beschrijven van mogelijkheden en onmogelijkheden van technologie;
- beschrijven waar technologie de leef- en werkomgeving beïnvloedt.

Te denken valt aan:

- vertellen dat steeds betere zonnepanelen worden ontwikkeld om te voldoen aan onze behoefte aan energie, op basis van een nieuwsbericht over de gestegen productie van zonne-energie;
- een modern geluidscherm, en de daar vlak achter liggende nieuwe woningen, aanwijzen als een verandering in de omgeving die mogelijk is gemaakt door nieuwe technologie.

Eindterm 3**De leerling beschrijft het verband tussen totstandkoming en betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis. (B)**

Het gaat hierbij om:

- benoemen dat wetenschappelijke kennis tot stand komt door waarnemingen, theorie- en modelvorming;
- benoemen op basis waarvan natuurwetenschappelijke kennis kan worden bijgesteld;
- beschrijven dat natuurwetenschappers niet alles kunnen onderzoeken.

Te denken valt aan:

- een uitleg geven, tijdens een discussie over het wel of niet bouwen van een nieuwe kerncentrale, over het feit dat de wetenschap iets kan zeggen over hoe groot de kans is dat er iets misgaat, maar niet over de vraag of die kans acceptabel is of niet;
- een onderwijsleergesprek voeren over hoe Galileo ontdekte dat voorwerpen altijd even snel vallen, hoe zwaar ze ook zijn;
- onderzoeken hoe de beschikbaarheid van betere instrumenten zoals telescopen, microscopen, röntgenapparaten en vacuümtoestellen, zorgt voor bijstelling van wetenschappelijke kennis.

Eindterm 4**De leerling beschrijft dat natuurwetenschap en technologie worden beïnvloed. (B)**

Het gaat hierbij om:

- beschrijven dat maatschappelijke belangen invloed hebben;
- beschrijven dat natuurwetenschap en technologie elkaar beïnvloeden.

Te denken valt aan:

- de rol benoemen van de ontwikkeling van telescopen voor de kennis over het heelal, in een verhaal over de geschiedenis van de sterrenkunde;
- onderzoeken hoe natuurkundige kennis heeft bijgedragen aan het ontwikkelen van efficiënte isolatietechnieken;
- de invloed onderzoeken van maatschappelijke belangen op het gebruik van windmolens op land of op zee.

Domein B Concepten

Subdomein B1 Mechanica – evenwichten

Eindterm 5

De leerling past natuurkundige modellen voor kracht, moment en druk toe in evenwichtssituaties. (B)

Het gaat hierbij om:

- aanwijzen van de krachten die een rol spelen in evenwichtssituaties;
- toepassen van de eerste wet van Newton in eendimensionale evenwichtssituaties, ten minste met de zwaartekracht;
- kwalitatief toepassen van hefboomwerking in de context van gereedschappen;
- kwalitatief toepassen van het verband tussen druk en kracht.

Te denken valt aan:

- bepalen hoeveel meer kracht de touwtrekkers uit het team met minder spelers moeten uitoefenen om het touw in evenwicht te houden;
- de krachten en armen benoemen in een foto van een hijskraan;
- redeneren of je een flessenopener beter dicht bij of ver weg van de fles kan vastpakken;
- een uitleg formuleren over het nut van een punaise.

Subdomein B2 Elektriciteit en magnetisme

Eindterm 6

De leerling analyseert elektrische schakelingen en ontwerpt deze. (B)

Het gaat hierbij om:

- ontwerpen van gemengde schakelingen met een enkele spanningsbron;
- berekenen van vermogens in een elektrische schakeling;
- kwalitatief toepassen van de soortelijke weerstand bij een draad;
- beschrijven hoe de opbouw van een elektrische huisinstallatie bijdraagt aan zijn functie;
- berekenen van spanningen, stroomsterktes en weerstanden in serie- en parallelschakelingen.

Te denken valt aan:

- een koplampschakeling van een auto bouwen, inclusief een schakelaar en een controlelampje, en hieraan meten;
- de stroomsterkte door verschillende lengtes en diktes constantaandraad bepalen en hieruit een conclusie trekken;
- de weerstand van en het vermogen door een elektromotortje bepalen in verschillende schakelingen;
- de totale stroomsterkte berekenen van een aantal apparaten, om overbelasting te voorkomen;
- de stroom meten bij verschillende spanningen voor verschillende diodes, en hun weerstanden vergelijken.

Subdomein B3 Stoffen en materialen

Eindterm 7

De leerling onderzoekt en vergelijkt de eigenschappen van stoffen en materialen. (B)

Het gaat hierbij om:

- experimenteel en bronnenonderzoek;
- beschrijven van fasen, faseovergangen en uitzetting met een deeltjesmodel;
- rekenen met dichtheid;
- vergelijken van materialen op basis van functionaliteit, duurzaamheid en veiligheid.

Te denken valt aan:

- de relatie tussen bewegingen van deeltjes en de temperatuur beschrijven met een (computer)simulatie;
- de fase en faseovergangen na het verwarmen van paraffine weergeven in een grafiek;
- onderzoeken of verschillende soorten hout drijven of zinken door de massa en het volume te bepalen;
- een verantwoord verpakkingsmateriaal ontwerpen op basis van stoffeigenschappen in een datasheet.

Subdomein B4 Materie en straling

Eindterm 8

De leerling toont inzicht in natuurkundige modellen voor het gebruik van elektrische energie en warmte. (B)

Het gaat hierbij om:

- redeneren over de drie vormen van warmtetransport en bijbehorende isolatiemaatregelen;
- toepassen van het verband tussen vermogen en energie;
- analyseren van opslag van elektrische energie aan de hand van energiebehoud;
- kwalitatief toepassen van de soortelijke warmte bij afkoelen en opwarmen.

Te denken valt aan:

- de snelheid onderzoeken waarmee verschillende metalen opwarmen;
- de totale elektrische energie berekenen die een huishouden per dag verbruikt door het vermogen per apparaat te onderzoeken;
- bepalen of water of olie eerder tot 20 graden Celsius is opgewarmd, als ze beide in de zon staan;
- constructietekeningen bekijken van gebouwen en uitzoeken hoe er geïsoleerd is.

Subdomein B5 Energievoorziening

Eindterm 9

De leerling beschrijft en onderzoekt keuzes bij het gebruik van elektrische energie en warmte. (B)

Het gaat hierbij om:

- vergelijken van energiebronnen op basis van hun natuurkundige kenmerken, beschikbaarheid en duurzaamheid;
- beschrijven van keuzes voor de opwekking, omzetting en opslag van elektrische energie;
- beschrijven van keuzes voor warmtevoorzieningen;
- onderzoeken van elektrische apparaten met behulp van de begrippen energieomzetting, vermogen, rendement en batterijcapaciteit.

Te denken valt aan:

- een eigen windmolen maken van een spoel en magneten;
- debatteren over het gebruik van kernenergie voor de elektriciteitsproductie;
- een informatiefolder maken voor een nieuwbouwwijk over de voor- en nadelen van warmtenet, warmtepomp en inductie-cv voor de warmtevoorziening;
- de capaciteit berekenen van een thuisbatterij die nodig is om de nacht te overbruggen;
- een bedrijf bezoeken waar wordt gewerkt aan (alternatieve) opwekking van energie.

Subdomein B6 Automatisering

Eindterm 10

De leerling maakt en test automatische systemen. (B)

Het gaat hierbij om:

- testen of een regelsysteem aan gestelde eisen voldoet;
- redeneren over de werking van een automatisch systeem aan de hand van een schematische weergave;
- maken van een sensorschakeling met niet-ohmse weerstanden.

Te denken valt aan:

- een inbraakalarm testen, waarbij het alarm licht- en geluidsignalen geeft bij het binnentreden van een ruimte;
- een geschikte sensor kiezen bij een gegeven casus;
- een aquariumthermostaat maken, waarbij de dompelaar automatisch aan- en uitgaat om het water op een constante temperatuur te houden;
- een onderwijsleergesprek voeren over de vraag of een inpakrobot in de automatische keten op het juiste moment de goede handelingen uitvoert volgens het stroomdiagram.

Subdomein B7 Keuze

Bevoegd gezag kiest één van de eindtermen naar keuze (11-15).

Eindterm 11

De leerling onderzoekt toepassingen van en bescherming tegen ioniserende straling. (B)

Het gaat hierbij om:

- onderzoeken van de noodzaak en effectiviteit van stralingsbeschermingsmiddelen;
- onderzoeken hoe ioniserende straling wordt gebruikt in medische of industriële toepassingen.

Te denken valt aan:

- een excursie naar een bedrijf of instelling waar wordt gewerkt met ioniserende straling;
- de intensiteit van licht onderzoeken als functie van de afstand tot de bron en de hoeveelheid absorberend materiaal;
- een presentatie maken over de sarcofaag die geplaatst is over Tsjernobyl;
- een patiëntenfolder maken over de toepassingen van ioniserende straling bij diagnostiek en behandeling in een ziekenhuis;
- een informatiefolder maken speciaal voor jonge kinderen die het RIVM kan bijvoegen bij de jodiumtabletten.

Eindterm 12

De leerling onderzoekt de werking en toepassing van optische hulpmiddelen. (B)

Het gaat hierbij om:

- onderzoeken hoe beeldvorming met spiegels en lenzen tot stand komt;
- onderzoeken hoe lenzen en spiegels worden toegepast.

Te denken valt aan:

- bij een bezoek aan een opticien onderzoeken hoe de werking van een oog wordt getest en hoe een bril wordt aangemeten;
- met kleine mozaïekspiegels een schatkaart uitzetten en middels constructie eerst de uitkomst bepalen. Daarna controleren met een lichtkastje;

- een ontwerp maken en uitvoeren om een gevaarlijke verkeerssituatie te verbeteren met behulp van een bolle spiegel op de juiste plek van het kruispunt;
- de werking van een camera of beamer onderzoeken;
- een eigen periscoop ontwerpen en maken die vergroot.

Eindterm 13

De leerling onderzoekt eigenschappen van hemellichamen en uitdagingen van ruimtevaart. (B)

Het gaat hierbij om:

- verklaren van waarnemingen van schijnbare beweging van hemellichamen en satellieten met natuurkundige modellen;
- beschrijven van eigenschappen van hemellichamen;
- onderzoeken van de uitdagingen van leven in de ruimte.

Te denken valt aan:

- een fysiek model maken van zon, aarde en maan om verduisteringen, schijngestalten en seizoenen te verklaren;
- bij een excursie naar een telescoop vergelijken van waarnemingen van de maan met het blote oog en door die telescoop;
- onderzoeken welke oplossingen worden voorgesteld om om te gaan met de extreme temperatuurschommelingen op het oppervlakte van Mars.

Eindterm 14

De leerling toont inzicht in natuurkundige modellen voor rechtlijnige bewegingen. (B)

Het gaat hierbij om:

- weergeven van metingen in (s,t) - en (v,t) -diagrammen;
- analyseren van eenparige bewegingen en eenparige versnelde bewegingen met het verband tussen versnelling en nettokracht.

Te denken valt aan:

- (s,t) - en (v,t) -diagrammen maken en analyseren na een practicum met een fietsbeweging;
- een (s,t) -diagram maken vanuit een videofragment van een F1-race;

- een werkstuk maken over de kracht en snelheid van een waterraket;
- de verplaatsing onderzoeken van automobilisten door een snelheidsmeting.

Eindterm 15

De leerling onderzoekt eigenschappen van geluid. (B)

Het gaat hierbij om:

- onderzoeken van ontstaan, voortplanting, waarneming en absorptie van geluid;
- verklaren van eigenschappen van geluid met een golfmodel.

Te denken valt aan:

- een voorlichting geven over werking van een gehoorapparaat met behulp van trillingen en golven;
- een infographic maken voor de gemeente voor het reduceren van geluidsoverlast in de omgeving;
- een onderzoek doen naar welke oordoppen het best machinegeluid tegenhouden;
- met een toongenerator onderzoeken van de beste frequentie voor het bewegen van maizenapap op een geluidsbox;
- een muziekinstrument maken met ten minste vier verschillende toonhoogtes.

Domein C Denkwijzen

Eindterm 16

De leerling redeneert met oorzaak en gevolg en relaties daartussen. (B)

Het gaat hierbij om:

- aanwijzen wat oorzaak en gevolg is bij een situatie;
- beredeneren wat mogelijke oorzaken zijn van een gegeven gevolg en wat mogelijke gevolgen zijn van een gegeven oorzaak;
- beschrijven van een oorzaak-gevolgrelatie met behulp van een onderliggend mechanisme.

Te denken valt aan:

- uitleggen wat er gebeurt met de weerstand van een snoer als je het inkort;
- uitleggen welke vorm van warmtetransport een gegeven isolatiemaatregel tegenhoudt met tragere afkoeling als gevolg.

Eindterm 17

De leerling redeneert met patronen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van patronen in waarnemingen;
- formuleren van verwachtingen op basis van patronen.

Te denken valt aan:

- een rechte lijn tekenen door meetgegevens;
- op basis van eerdere metingen voorspellen of een grootte toe- of afneemt.

Eindterm 18

De leerling redeneert met schaal, verhouding en hoeveelheid. (B)

Het gaat hierbij om:

- formuleren van beredeneerde schattingen van ordes van grootte;
- vergelijken van relatieve ordes van grootte;
- redeneren met verhoudingen tussen grootheden.

Te denken valt aan:

- bij jezelf nagaan of een gevonden antwoord voor de arm realistisch is voor een gereedschap;
- aangeven wat een groter vermogen heeft: een wasmachine of een spelcomputer;
- redeneren hoeveel keer groter een voorwerp moet worden om het twee keer zo zwaar te maken.

Eindterm 19**De leerling redeneert met stabiliteit en verandering. (B)**

Het gaat hierbij om:

- aanwijzen van evenwichtssituaties;
- beschrijven hoe een evenwicht verstoord kan raken.

Te denken valt aan:

- uitleggen dat je een balans uit evenwicht kunt brengen door massa toe te voegen, te verwijderen of te verplaatsen.

Eindterm 20**De leerling redeneert met behoud, kringlopen en transport. (B)**

Het gaat hierbij om:

- toepassen van het gegeven dat verschillende vormen van energie in elkaar kunnen worden omgezet;
- verklaren van situaties met behulp van behoud van massa en energie;
- beschrijven van verschijnselen in termen van transport van massa en energie.

Te denken valt aan:

- afkoelen beschrijven als warmtetransport;
- uitleggen dat er een maximum zit aan de hoeveelheid water die met een elektrisch verwarmingselement kan worden gekookt bij een gegeven spanning en tijdsduur.

Eindterm 21**De leerling redeneert met de relaties tussen vorm en functie. (B)**

Het gaat hierbij om:

- de relatie tussen vorm en bouw enerzijds en functie anderzijds.

Te denken valt aan:

- uitleggen waarom de benen van een nijptang veel langer zijn dan de bek.

Domein D Vraagstukken

Subdomein D1 Vraagstukken

Eindterm 22

De leerling past relevante denkwijzen, werkwijzen en natuurkundige concepten toe bij het werken aan een vraagstuk. (H)

Het gaat hierbij om:

- aanwijzen welke vragen, behoeften, belangen en actoren een rol spelen;
- weergeven hoe technologie een rol speelt bij het vraagstuk;
- uitvoeren van een praktische activiteit;
- beredeneren hoe het vraagstuk op te lossen is;
- betekenis geven aan het vraagstuk voor jezelf en anderen.

Te denken valt aan:

- benoemen dat het plaatsen van een windmolen ook effect heeft op de mensen die in de buurt wonen;
- kennis van warmtetransport gebruiken om uit te leggen hoe een nieuwe isolatietechniek werkt en waar die het beste te gebruiken is;
- verwoorden of je het prettig zou vinden om te wonen in een huis waarin een bepaalde innovatieve techniek is toegepast;
- de dichtheid van een aantal composietmaterialen bepalen en aangeven of die voor toepassingen relevant zijn.

Subdomein D2 Contexten

Eindterm 23

De leerling past concepten uit dit examenprogramma toe in contexten. (B)

Te denken valt aan:

- leefwereld- en beroepscontexten;
- afleiden uit de context in welke betekenis vakbegrippen worden gebruikt.

Domein E Werkwijzen

Subdomein E1 Werkwijzen 1

Eindterm 24

De leerling formuleert onderzoeks- en ontwerp vragen. (B)

Het gaat hierbij om:

- formuleren van onderzoeksvragen vanuit een vraagstuk of waarneming;
- formuleren van ontwerp vragen vanuit behoeftes en problemen;
- met hulp evalueren van een zelf geformuleerde onderzoeks- of ontwerp vraag op eenduidigheid, haalbaarheid en relevantie.

Te denken valt aan:

- een onderzoeksvraag formuleren bij een gegeven practicumopstelling;
- een ontwerp probleem formuleren op basis van een interview met een probleemhebber.

Eindterm 25

De leerling voert een praktische activiteit uit. (B)

Het gaat hierbij om:

- uitvoeren van een plan van aanpak;
- zorg dragen voor een veilige omgeving;
- veilig, doelmatig en duurzaam gebruiken van digitale en analoge instrumenten, gereedschappen, stoffen en materialen;
- beschrijven van waarnemingen.

Te denken valt aan:

- een poster maken over het veilig en juist gebruik van een meetinstrument;
- de spanning over een element meten met zowel een analoge voltmeter als een digitale sensor;
- een veiligheidsbril dragen in relevante situaties;
- een voedingsbron uitschakelen voor aanpassing van een schakeling;
- tijdens een practicum opmerken dat er rook uit een weerstandje komt en daarnaar handelen.

Eindterm 26**De leerling formuleert met taalsteun een onderbouwd standpunt. (B)**

Het gaat hierbij om:

- situaties en vraagstukken waarin natuurkundige kennis een rol speelt;
- ordenen van natuurwetenschappelijke en technologische feiten, principiële overwegingen en maatschappelijke en persoonlijke belangen;
- beoordelen van argumenten op correctheid en relevantie;
- afwegen van verschillende argumenten.

Te denken valt aan:

- een natuurwetenschappelijk en een maatschappelijk argument formuleren voor een toegewezen stelling;
- in een door de docent aangeleverde stelling en onderbouwing aangeven welke argumenten niet passen bij het gekozen standpunt;
- uit een gegeven argument voor en tegen een stelling kiezen welke je overtuigender vindt.

Eindterm 27**De leerling gebruikt en communiceert informatie. (B)**

Het gaat hierbij om:

- doelgericht zoeken en selecteren;
- beoordelen van de betrouwbaarheid van bronnen en de relevantie van informatie;
- doelgericht gebruiken van verschillende communicatievormen;
- toepassen van auteursrecht;
- maken van een bronvermelding.

Te denken valt aan:

- een betrouwbare website zoeken en selecteren om een natuurkundige vraag te beantwoorden;
- informatie overzichtelijk weergeven met presentatiesoftware, een mindmap en een begrippennetwerk en deze overzichten vergelijken;
- in een verslag opschrijven van welke website een bepaalde uitspraak komt;
- bij het selecteren van afbeeldingen kijken welke Creative Commons-licentie ze hebben.

Subdomein E2 Werkwijzen 2

Eindterm 28

De leerling gebruikt natuurwetenschappelijke modellen. (B)

Het gaat hierbij om:

- modellen die natuurkundige verschijnselen beschrijven, verklaren en voorspellen;
- beschrijven van een model als doelgerichte vereenvoudiging van de werkelijkheid;
- gebruiken van black box-modellen, kwalitatieve modellen en algebraïsche modellen.

Te denken valt aan:

- een schaalmodel bouwen en redeneren over de beperkingen hiervan;
- de uitkomst van een experiment voorspellen vanuit een simulatie en dit vergelijken met feitelijke metingen;
- een spreadsheet gebruiken die de eindtemperatuur van een huis berekent als je het verwarmingsvermogen en de buitentemperatuur instelt.

Eindterm 29

De leerling stelt een plan van aanpak op. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven welke digitale en analoge instrumenten, gereedschappen, stoffen en materialen moeten worden ingezet;
- beschrijven welke stappen moeten worden uitgevoerd bij het meten en bouwen;
- beschrijven wat moet worden gedaan om veilig en duurzaam te werken.

Te denken valt aan:

- uitleggen dat gebruik van een veiligheidsbril en werkhandschoenen bij een bepaald practicum noodzakelijk is;
- de noodzakelijke instrumenten verzamelen voor een praktische opdracht;
- aan een klasgenoot uitleggen hoe de dichtheid van een steen kan worden bepaald.

Eindterm 30**De leerling verwerkt data. (B)**

Het gaat hierbij om:

- analoog en digitaal verwerken in diagrammen en tabellen;
- beoordelen van de uitvoering en uitkomsten van metingen met gebruik van het begrip meetfout;
- kiezen van een weergave waarin patronen en verdelingskenmerken in de data zichtbaar kunnen worden gemaakt;
- gebruiken van statistische gegevens met betrekking tot verdeling;
- aflezen van waardes uit diagrammen en tabellen.

Te denken valt aan:

- meetgegevens weergeven in een grafiek op papier waarbij de as-indeling zo is gekozen dat een groot deel van de as wordt gebruikt;
- een gemiddelde berekenen van drie metingen van de spanning om een betrouwbaarder resultaat te hebben;
- meetgegevens weergeven in een grafiek met een spreadsheetprogramma en daarmee een rechte trendlijn trekken;
- eigen metingen vergelijken met de grafiek van een andere meting.

Eindterm 31**De leerling toont inzicht in natuurwetenschappelijke grootheden. (B)**

Het gaat hierbij om:

- weergeven van waardes van grootheden in bijpassende eenheden, gebruikmakend van de voorvoegsels milli, kilo, mega en giga;
- interpreteren van waardes in tabellen en diagrammen.

Te denken valt aan:

- omrekenen van megajoule naar kilowattuur;
- aan de hand van een (T,t) -diagram benoemen of een voorwerp steeds sneller of steeds langzamer opwarmt.

Eindterm 32**De leerling past wiskunde toe. (B)**

Het gaat hierbij om:

- toepassen van rekenvaardigheden: verhoudingen en percentages;
- toepassen van meetkunde: omtrek, oppervlakte en volume;
- invullen van woordformules.

Te denken valt aan:

- de stroomsterkte door een lamp berekenen met $\text{stroomsterkte} = \text{spanning} / \text{weerstand}$;
- een verandering in een waarde beschrijven als percentuele toename of afname;
- het gedrag van een systeem voorspellen met verhoudingstabellen.

Eindterm 33**De leerling redeneert over natuurwetenschappelijke verklaringen en technische oplossingen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- redeneren met natuurwetenschappelijke modellen en theorieën, wetenschappelijke resultaten en resultaten uit eigen onderzoek;
- formuleren van mogelijke oorzaken, verbanden en mechanismen die onderzoeksresultaten verklaren;
- formuleren van passende conclusies en technische oplossingen.

Te denken valt aan:

- concluderen in hoeverre meetresultaten overeenkomen met theoretische verwachtingen;
- een conclusie trekken met behulp van een stroomdiagram;
- bepalen in hoeverre een ontwerpvoorstel of prototype voldoet aan eisen en wensen;
- een lijst onderzoeksvragen en een lijst conclusies koppelen in bijpassende paren.

Domein F Zelfontwikkeling

Eindterm 34

De leerling legt verbanden tussen ervaringen, persoonlijke interesses en kwaliteiten, vervolgoopleidingen en toekomst. (E)

Het gaat hierbij om:

- verkennen van de plaats en functie van natuurkunde in de samenleving;
- oriënteren op sectoren, beroepen en vervolgoopleidingen waarin de concepten, vraagstukken, denk- en werkwijzen van natuurkunde relevant zijn;
- deelnemen aan activiteiten gerelateerd aan natuurkunde;
- verwoorden van de eigen kwaliteiten en interesses die passen bij natuurkunde;
- reflecteren op opgedane ervaringen in het kader van oriëntatie op studie en beroep.

Te denken valt aan:

- een dag meelopen met een vakmens;
- meedoen aan een talentenwedstrijd;
- bezoeken van een wetenschapsmuseum;
- na een practicum verwoorden waar de leerling goed in was en of deze het leuk vond.

Eindterm 35

De leerling reguleert het eigen leerproces. (E)

Het gaat hierbij om:

- met hulp opstellen van leerdoelen;
- werken aan zelf opgestelde leerdoelen;
- ervaringen opdoen met verschillende leerstrategieën;
- reflecteren op het leerproces.

Te denken valt aan:

- bekijken wat de leerdoelen van een hoofdstuk zijn en bedenken welk leerdoel het uitdagendst is;
- een keuze maken tussen een documentaire kijken of een artikel lezen bij het oriënteren op een casus over zonnepanelen;
- na afloop van het maken van een eigen sensorschakeling benoemen op welke inbreng de leerling trots was en wat deze een volgende keer anders zou aanpakken.

Eindterm 36

De leerling doet ervaring op met samenwerken. (E)

Het gaat hierbij om:

- communiceren over taken;
- zorg dragen voor het afronden van de eigen deeltaak;
- zorg dragen voor zichzelf en anderen bij het uitvoeren van een taak;
- verwoorden van feedback op het eigen handelen en dat van groepsgenoten;
- afweten van ontvangen feedback.

Te denken valt aan:

- een experiment in tweetallen uitvoeren en elkaar ondersteunen bij een lastige taak;
- een taakverdeling maken en daarbij rekening houden met elkaars interesses en kwaliteiten;
- na afloop van een groepsopdracht ieder groepslid een tip en een top geven.

Bijlage – Begrippenlijst natuurkunde

Hieronder lees je de vakspecifieke begrippen en hun omschrijving.

Begrip	Omschrijving
Automatisch systeem	Een elektrische schakeling waarmee een activiteit zonder tussenkomst van een menselijke handeling kan worden uitgevoerd.
Communicatievorm	Verbale, non-verbale, schriftelijke of visuele communicatie.
Concept	Begrip, idee of theorie om verschijnselen en systemen te begrijpen en te verklaren.
Context	Levenschte situatie waarin leerinhoud een rol speelt en betekenis krijgt voor een leerling. Biologie gebruikt een iets andere definitie.
Data	Gegevens. Resultaat van waarnemingen.
Denkwijze	Een manier van denken die wetenschappers en technologen in de natuurwetenschappen gebruiken om de wereld om ons heen te begrijpen en verklaren, of om producten te ontwikkelen. Denkwijze is de Nederlandse term voor <i>crosscutting concepts</i> uit de <i>Next Generation Science Standards</i> .
Diagram	Grafische weergave van numerieke informatie, bijvoorbeeld een grafiek of histogram.
Instrument: analoog en digitaal	Analoge meetinstrumenten zijn uitgerust met een wijzer of een afleesschaal. De grootte is direct af te lezen met behulp van de wijzer of schaal. Digitale meetinstrumenten geven de grootte weer in cijfers. Het glaswerk rekenen we tot analoge meetinstrumenten.
Leefomgeving	De directe omgeving waarmee de leerling in aanraking komt. Dat is niet alleen de eigen school, straat, woonplaats of land. Het kan ook gaan om de omgeving waar de leerling een speciale relatie mee heeft.
Meetsysteem	Een automatisch systeem dat een meting kan verrichten.

Model: algemeen	Een beschrijving van een situatie uit de werkelijkheid die dient om een probleem of vraag in die situatie op te lossen. Deze beschrijving is niet volledig, maar bevat alleen die onderdelen of aspecten die relevant zijn voor het probleem of de vraag.
Model: algebraïsch	Een wiskundig model waarin enkel gebruik wordt gemaakt van algebraïsche vergelijkingen. Er wordt dus geen gebruik gemaakt van differentiaalvergelijkingen, grafen et cetera.
Model: black box	Een wiskundig model waarin de wiskunde voor een gebruiker niet zichtbaar is. Vaak gaat het om een digitale implementatie zoals een applet of een spreadsheet waarin de wiskunde in de code is verwerkt.
Model: kwalitatief	Een model waarin voor de beschrijving geen wiskunde wordt gebruikt. Veelgebruikte kwalitatieve modellen zijn analogieën en weergaves op schaal. Kwalitatieve modellen kunnen worden gebruikt om berekeningen aan verschijnselen te doen.
Model: wiskundig	Een model waarin voor de beschrijving wiskunde wordt gebruikt. Zo'n model maakt vaak gebruik, al dan niet zichtbaar, van formules die verbanden tussen grootheden weergeven.
Patroon	Een regelmaat in een aantal waarnemingen.
Plan van aanpak	Plan voor het uitvoeren van een onderzoek of ontwerp.
Praktische activiteit	Een ontwerp, onderzoek of een deelactiviteit van één van die twee.
Proces	De manier waarop iets verloopt. Dit kan door mensen bedacht en/of beïnvloed zijn, of natuurlijk zijn.
Regelsysteem	Een stuursysteem waarbij de uitgevoerde actie effect heeft op de gemeten grootheid.
Stuursysteem	Een meetsysteem dat afhankelijk van de meting een actie kan uitvoeren.
Technologie	Het geheel van door de mens bedachte en nog te bedenken oplossingen voor problemen en behoeftes.

Verdeling (van data)	Het aantal waarnemingen per waargenomen waarde of per klasse van waargenomen waarden in een gegevensset. Hieruit kunnen verdelingskenmerken worden gehaald die helpen bij het beantwoorden van vragen.
Verdelingskenmerk	Kenmerk van de verdeling van data, zoals modus, mediaan, gemiddelde, spreidingsbreedte, en standaardafwijking.
Vraagstuk	Groter, overkoepelend cluster van vragen waarvoor natuurwetenschappelijke en technologische kennis nodig is voor de beantwoording.
Werkomgeving	De omgeving waarmee een leerling in aanraking kan komen bij de toekomstige beroepsuitoefening.
Werkwijze	Een systematisch en methodisch werkproces dat wetenschappers en technologen gebruiken om de wereld om hen heen te begrijpen en verklaren, of om producten te ontwikkelen. Werkwijze is de Nederlandse term voor <i>practices</i> uit de <i>Next Generation Science Standards</i> .



Als landelijk expertisecentrum richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.



Bezoekadres
Stationsplein 1
3818 LE Amersfoort

Postadres
Postbus 502
3800 AM Amersfoort

T +31 (0)33 484 08 40
E info@slo.nl
W www.slo.nl

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)
 [SLO_nl](https://twitter.com/SLO_nl)