

-
- Handreiking
- natuur en techniek

Toelichting bij de bijzondere nadere vooropleidingseisen pabo

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling



Handreiking natuur & techniek

Toelichting bij de bijzondere nadere vooropleidingseisen voor de pabo

Juli 2014

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording



2014 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

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.

Auteurs: Marja van Graft, Wim Spek en met een bijdrage van Rob Diephuis

Eindredactie: Luc Sluijsmans

Met dank aan: Peter Kruijssen (Cito)

Informatie

SLO

Afdeling: O&A

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 661

Internet: www.slo.nl

E-mail: o&a@slo.nl

AN: 7.7155.604

Inhoud

Voorwoord	5
1. Inleiding	7
2. Oriëntatie	9
2.1 Het vak natuur& techniek	9
2.2 Vakgebonden vaardigheden (A)	10
2.3 Tien kernconcepten toegelicht (B)	11
3. Leerdoelen en specificatie voor de toelatingstoets	19
3.1 Vakgebonden vaardigheden natuur & techniek (A)	19
3.2 Tien kernconcepten natuur & techniek (B)	20
Bijlagen	29
Bijlage 1 Voorbeeldopgaven	31
Bijlage 2 Toetsmatrijs	43
Referenties	45

Voorwoord

Dit is een handreiking bij de bijzondere nadere vooropleidingseisen van het vak natuur & techniek voor de pabo. Deze publicatie is ontwikkeld door SLO in samenwerking met toetsconstructeurs van Cito, opleiders van de pabo's en mbo's en beleidsmedewerkers van de sectorraden uit het vo, hbo en mbo. De handreiking is gefinancierd door het ministerie van OCW.

De handreiking is geschreven voor aspirant-studenten voor de pabo en bevat een inhoudelijke toelichting bij de bijzondere nadere vooropleidingseisen voor de opleiding tot leraar basisonderwijs. We verwachten dat deze toelichting ook van nut kan zijn voor opleiders en toets- c.q. materiaalontwikkelaars.

De handreiking begint met een korte algemene inleiding over de toelatingstoets. Hoofdstuk 2 bevat een beknopte inhoudelijke toelichting op de leerstof voor de toets. De leerstof is in hoofdstuk 3 preciezer uitgewerkt in leerdoelen met nadere specificaties. Je kunt hier tot op een behoorlijk detailniveau zien wat wel en niet bevraagd kan worden in een toelatingstoets. Bijlage 1 bevat een aantal voorbeeldopgaven en in bijlage 2 staat de toetsmatrijs.

We hopen dat deze handreiking zal bijdragen aan een succesvolle voorbereiding op de toelatingstoets.

Namens het projectteam,
Luc Sluijsmans, projectleider handreiking vooropleidingseisen pabo

1. Inleiding

Om aan de pabo te kunnen studeren is een diploma mbo 4, havo of vwo nodig. Met ingang van het studiejaar 2015-2016 worden de regels voor de toelating tot de pabo veranderd. Voor aspirant-studenten uit het mbo en het havo gaan voor een aantal vakken bijzondere nadere vooropleidingseisen gelden. Het betreft de vakgebieden: geschiedenis, aardrijkskunde en natuur & techniek (met elementen van biologie en natuurkunde).

Een leraar op de basisschool moet van alle markten thuis zijn. Het is de taak van het basisonderwijs om alle leerlingen een brede vorming te bieden en dat vraagt om leraren die veel weten over heel verschillende onderwerpen. Het gaat daarbij niet alleen om kennis over leren en opvoeden, maar ook over een flink aantal schoolvakken. De afgelopen jaren hebben de gezamenlijke pabo's voor elk vak een zogenaamde kennisbasis ontwikkeld waarin is vastgelegd welke vakkennis de beginnende leraar moet hebben. Een kennisbasis beschrijft in grote lijnen:

- de onderwerpen die kinderen moeten leren;
- de structuur en opbouw van het vak;
- de manier waarop kinderen het vak leren;
- de samenhang met andere vakken.

Dat is dus meer en andere kennis dan die je opgedaan hebt tijdens het desbetreffende vak in het voortgezet onderwijs. Je moet niet alleen de hoofdzaken van de schoolvakken weten, maar ook leren hoe kinderen zich de vakken eigen maken, welke vragen ze kunnen stellen, welke opbouw dat vraagt en welke werkvormen en materiaal geschikt zijn.

In de praktijk van de lerarenopleiding blijkt dat veel studenten het erg moeilijk vinden om in een paar jaar al die kennis over al die vakken te verwerven. Het is nu eenmaal een veeleisende opleiding waarin veel vakken aan de orde komen. Om deze situatie te verbeteren kunnen aspirant-studenten alleen instromen op de pabo als zij elementaire kennis hebben van geschiedenis, aardrijkskunde en natuur & techniek. Het is mogelijk dat je dit moet bewijzen door het maken van een toelatingstoets. Het niveau is qua moeilijkheidsgraad te vergelijken met wat je leert in de onderbouw van het havo of de bovenbouw van het vmbo theoretische leerweg.

Wanneer moet je zo'n toelatingstoets maken? Dat ligt aan je vooropleiding. De volgende situaties doen zich voor.

Je hebt een vwo-diploma.

Je hoeft geen toelatingstoets te maken. Het kan wel nuttig zijn om aan de hand van deze handreiking na te gaan hoe het staat met jouw elementaire kennis van deze schoolvakken. Als die echt weggezakt is, kun je de beginselen van het vak zelf ophalen met behulp van de bronnen verderop in deze handreiking. Dat geeft je straks een goede startpositie bij het begin van de opleiding.

Je hebt havo-examen gedaan in het vak geschiedenis, aardrijkskunde, natuurkunde en/of biologie.

Als je havo-eindexamen hebt gedaan in aardrijkskunde en geschiedenis voldoe je aan de vooropleidingseisen voor die vakken. Voor natuur en techniek geldt dat je aan de eisen voldoet wanneer je havo-eindexamen hebt gedaan in natuurkunde of biologie. Toch is het verstandig om te checken hoe het staat met de elementaire kennis. Een actieve houding zal jouw start op de pabo makkelijker maken.

Je hebt een havodiploma maar het vak geschiedenis, aardrijkskunde, natuurkunde en/of biologie zat niet in je examenpakket.

Je moet de toelatingstoets maken voor het vak dat niet in jouw examenpakket zat. Bereid je hier goed op voor. In deze handreiking lees je wat je moet kennen en kunnen. Probeer eerst in te schatten of en waar er lacunes in jouw kennis zitten.

Je hebt een mbo 4-diploma en wilt naar de pabo.

Je moet de toelatingstoets voor het vak geschiedenis, aardrijkskunde en natuur & techniek maken. Zat een van de vakken in je examenpakket op het vmbo dan zullen sommige onderwerpen je bekend voorkomen. Toch is een goede voorbereiding nodig.

Vorbereitung op de toets

De toelatingstoets bestaat uit 60 digitale meerkeuzevragen per vak. Als voorbereiding op de toelatingstoets kun je gebruik maken van regionale voorbereidingstrajecten. Daarnaast worden er ter voorbereiding diverse leermiddelen ontwikkeld. Die kun je gebruiken voor zelfstudie en om te oefenen voor de toelatingstoets. Op www.goedvoorbereidnaardepabo.nl vind je meer informatie over waar je een voorbereidingstraject kunt volgen. Vanaf september 2014 vind je op deze website ook de leermiddelen.

Aanmelden

Meer informatie over de aanmelding voor de toelatingstoets vind je in het najaar van 2014 op www.goedvoorbereidnaardepabo.nl.

2. Oriëntatie

2.1 Het vak natuur & techniek

Natuur & techniek is in het programma van de basisschool onderdeel van het bredere leergebied dat Oriëntatie op Jezelf en de Wereld heet. Natuur & techniek is een breed terrein met verschillende disciplines. Voor het basisonderwijs zijn twee dingen van belang. Het eerste is een inleiding op de typerende werkwijzen van het vak. Daarbij gaat het om onderzoeken (het zoeken van verklaringen voor verschijnselen in de levende en niet-levende natuur) en ontwerpen (het toepassen van kennis om problemen op te lossen). Het tweede is een inleiding op de kernconcepten uit de disciplines biologie, natuurkunde en techniek.

Waar gaat het om in natuur & techniek? Mensen zijn altijd gefascineerd door natuurverschijnselen en wat er leeft in de natuur: dieren en planten. In de natuurwetenschappen wordt geprobeerd verklaringen te vinden voor de manier waarop de levende en de niet-levende natuur in elkaar zit. Mensen maken daar deel vanuit. Natuur- en techniekonderwijs is erop gericht dat leerlingen zich leren realiseren dat ze voor hun behoeften (voeding, beschutting) afhankelijk van de natuur en dat zij inzicht moeten krijgen op de eigen rol in gezondheid en duurzaamheid.

Natuurwetenschap en technologie raken steeds meer met elkaar verstrengeld. Natuurwetenschappelijke kennis wordt gebruikt voor het ontwikkelen van technische oplossingen voor menselijke behoeften en problemen. Naast natuur- en scheikunde wordt bij technologische ontwikkelingen steeds meer gebruik gemaakt van biologische kennis. Omgekeerd ontwikkelen de natuurwetenschappen zich door middel van technologie. De wereld waarin we leven is niet alleen gevormd door de natuur, maar ook door de mens, die zich bedient van techniek en deze steeds verder ontwikkelt. Het is van groot belang dat leerlingen in het basisonderwijs een goede oriëntatie wordt geboden op natuur en techniek waar ze later op kunnen voortbouwen.

Wat moet je weten en kunnen voor de toets? De basiskennis voor de toelatingstoets is als volgt opgebouwd.

Vakgebonden vaardigheden natuur & techniek (A)

- A.1. Onderzoeken
- A.2. Ontwerpen
- A.3. Hanteren van onderzoeksobjecten, instrumenten, materiaal en reken-wiskundige vaardigheden.

Tien kernconcepten, voor biologie en voor natuurkunde en techniek (B)

Biologie

- B.1. biologische eenheid
- B.2. instandhouding
- B.3. gedrag en interactie
- B.4. voortplanting
- B.5. groei en ontwikkeling

Natuurkunde en techniek

- B.6. materie en techniek
- B.7. energie en techniek
- B.8. licht, geluid en techniek
- B.9. kracht, beweging en techniek
- B.10. ruimte

2.2 Vakgebonden vaardigheden (A)

In de toelatingstoets natuur & techniek moet je aantonen dat je inzicht hebt in de belangrijkste vakgebonden vaardigheden van natuur & techniek: onderzoeken, ontwerpen en omgaan met hulpmiddelen. Je hoeft geen onderzoek of ontwerp uit te voeren, het gaat om een kennistoets. De vaardigheden worden getoetst door de student (een) afbeelding(en) of beschrijving(en) van een onderzoeks- of ontwerpsituatie voor te leggen. Door uit de bijbehorende alternatieven de juiste keuze te maken laat je zien dat je inzicht hebt in het onderzoeks- of ontwerpproces en de vaardigheden die daarbij nodig zijn.

Onderzoeken

Het startpunt voor onderzoek is een vraag over een natuurverschijnsel, waar je met onderzoek een antwoord op probeert te krijgen. Onderzoeken is een verzameling van activiteiten die in samenhang plaatsvinden, maar ook als afzonderlijke activiteit zinvol zijn, zoals waarnemen, voorspellen, onderzoek opzetten en uitvoeren, meten, gegevens verwerken en rapporteren. Daarbij zijn kennis (bijvoorbeeld over organismen of natuurkundige verschijnselen), vaardigheden (bijvoorbeeld het hanteren van apparatuur) en houdingen (zoals nieuwsgierigheid en kritische houding) van belang. De empirische cyclus is een bekend model voor onderzoek, waarin een aantal fasen zijn te onderscheiden:

- onderzoeksvraag formuleren;
- voorspelling formuleren;
- onderzoek opzetten;
- onderzoek uitvoeren;
- conclusie trekken;
- presenteren;
- reflecteren.

Binnen deze fasen worden onderzoeksactiviteiten uitgevoerd. Bijvoorbeeld het verzamelen van meetresultaten van verschillende weerstations bij de fase 'onderzoek uitvoeren'. Maar ook het precies waarnemen en beschrijven van biologische objecten (plant, dier, de mens) of natuurkundige verschijnselen (bijvoorbeeld geluid, kracht) bij de fase 'onderzoek uitvoeren'. In de toets laat je zien dat je de fasen van dit model kunt herkennen en met elkaar in verband kunt brengen. Je kunt bijvoorbeeld gevraagd worden een onderzoeksopzet te kiezen bij een gegeven onderzoeksvraag.

Ontwerpen

Bij ontwerpen is het startpunt een probleem of behoefte. Voor een succesvol ontwerp kan het ontwerpproces, dat evenals onderzoeken uit verschillende activiteiten bestaat en een cyclisch karakter heeft, het beste systematisch worden aangepakt. Het is belangrijk dat je de volgende fasen van ontwerpen kent:

- een ontwerpprobleem formuleren;
- een programma van eisen opstellen;
- deelsluitwerkingen maken;
- een ontwerpvoorstel maken
- realiseren van het ontwerp (prototype of model);
- testen;
- evalueren;
- reflecteren.

In de toets laat je zien dat je deze fasen kunt herkennen en met elkaar in verband kunt brengen. Je kunt bijvoorbeeld gevraagd worden een programma van eisen te kiezen bij een gegeven ontwerpprobleem. Maar ook kan gevraagd worden welk prototype het beste past bij een gegeven programma van eisen.

Hanteren van onderzoeksobjecten, instrumenten, materiaal en reken-wiskundige vaardigheden.

Bij natuur en techniek wordt er doorgaans veel gewerkt met allerlei materiaal en hulpmiddelen. Het is belangrijk dat je verantwoord leert omgaan met de te onderzoeken materialen, waaronder organismen en instrumenten, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu. Belangrijk is dat altijd respectvol omgegaan wordt met organismen. Wanneer er wordt gemeten met instrumenten is het noodzakelijk dat je weet welke grootte wordt gemeten, welke nauwkeurigheid en welke eenheid daarbij past. Ook moet je weten of de juiste veiligheidsmaatregelen zijn getroffen passend bij het instrument.

In de toets laat je zien dat je voldoende basiskennis hebt over het werken met hulpmiddelen. Aan jou kan bijvoorbeeld gevraagd worden of in een bepaalde situatie het juiste instrument of gereedschap is gekozen en of het gekozen instrument op de juiste manier wordt gebruikt. Ook kan gevraagd worden om eenvoudige tabellen en grafieken met gegevens te interpreteren.

2.3 Tien kernconcepten toegelicht (B)

Hierna volgt een korte beschrijving van de leerstof bij de tien kernconcepten. Voor de toelatingstoets is de leerstof beschreven in vijf kernconcepten biologie en vijf kernconcepten natuurkunde en techniek.

Om een goed beeld te geven is naast een korte samenvatting van de leerstof, ook een aantal voorbeeldopgaven opgenomen. Deze zijn te vinden in bijlage 1.

Biologie

Biologie is onderverdeeld in vijf kernconcepten:

- biologische eenheid;
- instandhouding;
- gedrag en interactie;
- voortplanting;
- groei en ontwikkeling.

Deze kernconcepten geven elk een bepaalde blik weer, waarmee naar levende organismen (planten, dieren en de mens) gekeken wordt. Het kernconcept *biologische eenheid* gaat over het vergelijken van organismen waarbij wordt gekeken naar overeenkomsten en verschillen op het niveau van ecosystemen, organismen, organen en cellen. Bij het kernconcept *instandhouding* staan processen waarmee ecosystemen en organismen zichzelf in stand houden centraal. Het kernconcept *gedrag en interactie* gaat over de rol die zintuigen, gedrag en aanpassing van organismen spelen om te overleven in een bepaalde omgeving. Het kernconcept *voortplanting* gaat het over de voortplanting van organismen en de overdracht van erfelijke eigenschappen. Bij *groei en ontwikkeling* staan de ontwikkeling van organismen, levenscycli en de effecten van de omgeving op de ontwikkeling centraal.

B.1. Biologische eenheid

De biologische eenheid kent verschillende organisatieniveaus zoals cel, organisme (plant, dier en de mens) en ecosysteem. Organismen bestaan en ontstaan uit (één of meer) cellen. Cellen van planten en dieren hebben een zelfde bouwplan maar kennen ook verschillen. Verschillende celtypen vormen samen een weefsel en verschillende weefsels vormen samen een orgaanstelsel. Bij dieren en de mens worden verschillende orgaanstelsels onderscheiden: het bloedvatstelsel, het ademhalingsstelsel, het spijsverteringsstelsel, de lever, het uitscheidingsstelsel, het lymfevatstelsel, het zenuwstelsel, het skelet, het spierstelsel en het voortplantingsstelsel.

Belangrijke organen van planten zijn bijvoorbeeld de voortplantingsorganen (de bloem), de hout- en bastvaten voor het transport van stoffen en de huidmondjes, die een belangrijke rol spelen bij de ademhaling.

Een organisme functioneert doordat organen in interactie iets kunnen wat een orgaan zelfstandig niet kan. Een beweging is mogelijk door een gecoördineerde interactie tussen spieren, botten en zenuwen. Het voedsel dat we eten wordt verteerd en de voedselbestanddelen verspreid over het lichaam door interacties tussen het spijsverteringsstelsel, de lever en het bloedvatstelsel.

Organismen vormen samen met de abiotische omgeving een ecosysteem. Ook de mens maakt daar deel van uit. In het ecosysteem vindt er een wisselwerking plaats tussen organismen, zoals de predator-prooi relatie. Verschillende voedselrelaties binnen een ecosysteem vormen samen een voedselweb. Daarnaast is er een wisselwerking tussen organismen en de abiotische factoren in hun leefomgeving, zoals het klimaat en het gebruik van de bodem. Planten en dieren in een bepaalde leefomgeving vormen karakteristieke biotopen, zoals bos, duin en weide. Ondanks de grote verscheidenheid aan vormen, vertonen organismen overeenkomsten in bouwplan (met cellen, weefsels en organen) en basale functies om te overleven als individu en als soort (zich voeden, vijanden overleven, zich verdedigen tegen omgevingsinvloeden en zich voortplanten).

Organismen zijn in te delen in een systeem van op elkaar lijkende en verwante groepen. Op basis van kenmerken zijn organismen in te delen in eencelligen, schimmels, planten en dieren, inclusief de mens. Planten worden verder ingedeeld in sporenplanten, mossen, korstmossen en vaatplanten. Dieren kunnen worden ingedeeld in gewervelde dieren (zoogdieren, vogels, reptielen, vissen en amfibieën) en ongewervelde dieren (holtedieren, sponzen, wormen, weekdieren, stekelhuidigen en geleedpotigen). Binnen deze groepen worden dieren uiteindelijk ingedeeld in soorten. Een belangrijk kenmerk van zoogdieren en vogels is dat zij onafhankelijk van de buitentemperatuur een nagenoeg constante lichaamstemperatuur hebben. De andere diergroepen zijn koudbloedig. In tegenstelling tot warmbloedige dieren kunnen zij geen eigen lichaamswarmte produceren en is hun lichaamstemperatuur afhankelijk van de buitentemperatuur en hun gedrag, zoals het opzoeken van warme of koude plaatsen.

Bij dit kernconcept hoort voorbeeldopgave 1 (zie bijlage 1).

B.2. Instandhouding

Bij het maken van keuzes om de gezondheid te bevorderen en om gezondheidsbedreigingen te voorkomen en te bestrijden, is het belangrijk om begrip te hebben van processen die zich in het eigen lichaam afspelen. Ook is kennis nodig van de rol die voedselbestanddelen bij deze processen spelen. Voedselbestanddelen zorgen voor de opbouw, de energievoorziening en het herstel van onderdelen van het organisme. Deze opbouw- en afbraakprocessen vinden plaats in cellen en worden samen de stofwisseling genoemd. Mens en dier hebben voor hun stofwisseling een voortdurende aanvoer nodig van bouwstoffen, brandstoffen, water en zuurstof. Verschijnselen als ademhaling, bloedsomloop, spijsvertering, uitscheiding en beweging die ieder aan het eigen lichaam ervaart, hebben daarin een belangrijke functie. Organen met een groot oppervlak (darmen en longen) verzorgen de aanvoer van de benodigde voedingsstoffen en zuurstof naar het bloed, en hart en bloedvaten transporteren deze naar alle cellen. Planten zijn voor hun opbouw afhankelijk van mineralen en het fotosyntheseproces, waarbij koolzuurgas en water onder invloed van licht suikers en zuurstof vormen. Belangrijk is om te beseffen dat alle organismen van deze productie afhankelijk zijn en dat fotosynthese voorwaarde is voor het leven op aarde.

Het eten van voedsel en het inademen van lucht uit de omgeving heeft ook risico's. Zo kunnen giftige stoffen het lichaam binnenkomen. Voorbeelden hiervan zijn giftige stoffen die in sommige planten voorkomen, geneesmiddelen die bijwerkingen veroorzaken of schadelijke bacteriën en virussen. Daardoor kunnen allergieën, koorts, griep of ontstekingen of andere verschijnselen

optreden. Het lichaam heeft verschillende mechanismen om zich daartegen te beschermen, zowel interne mechanismen (zoals het afweersysteem, de lever en de zwezerik) als externe mechanismen zoals vaccinatie. Ook door het treffen van hygiënische maatregelen zoals handen wassen voor het eten is een beschermingsmechanisme.

Voor een goede gezondheid moet onder andere de samenstelling en hoeveelheid van het voedsel (schijf van vijf, inclusief water), in balans of evenwicht zijn met wat het lichaam nodig heeft aan eiwitten, vetten, koolhydraten, vitamines en mineralen.

Ook in ecosystemen wordt gesproken van evenwicht. Voor hun voedselkeuze zijn planten en dieren afhankelijk van hun leefomgeving (water, bodem). In de loop van de tijd kunnen er kleine schommelingen voorkomen in het aantal individuen van een planten- of diersoort binnen een biotoop. Maar als er geen soorten worden weggeconcentreerd en er geen grote veranderingen optreden in het aantal en omvang van soorten, wordt gesproken van een dynamisch evenwicht. De mens, als onderdeel van het ecosysteem, speelt daar ook een rol in. Ook de mens gebruikt de omgeving (organismen, grond) om te overleven. Om in onze behoeftes te voorzien, bijvoorbeeld voor onze voedselvoorziening, verbouwen we landbouwgewassen (o.a. graan en aardappelen). Omdat dat vaak gebeurt in situaties waar planten van een soort dicht op elkaar staan, kunnen ziekteverwekkers zich snel ontwikkelen en verspreiden en kan een plaag ontstaan. Ook komen er steeds vaker organismen uit andere werelddelen ons land binnen die in Nederland geen natuurlijke vijand hebben. Ook daardoor kan een plaag ontstaan. Een bekend voorbeeld is de Chinese wolhandkrab of de Japanse vogelkers. Deze organismen verdringen de oorspronkelijke planten en dieren in hun biotoop. Uit oogpunt van duurzaamheid is het belangrijk dat we behoedzaam omgaan met ecosystemen waardoor het evenwicht in balans blijft. Daardoor kunnen generaties na ons ook in hun behoeftes voorzien.

<i>Bij dit kernconcept hoort voorbeeldopgave 2 (zie bijlage 1).</i>

B.3. Gedrag en interactie

Interactie houdt het waarnemen van en reageren op prikkels in. Voor de meeste prikkels uit de omgeving (zoals licht, geluid, hitte, kou, zwaartekracht) zijn er aparte zintuigen waarmee we kunnen zien, horen, ruiken, proeven en voelen. De prikkels die de zintuigen doorgeven aan de hersenen leiden tot bewuste of onbewuste waarneming. Organismen reageren om verschillende redenen op prikkels uit de omgeving: voor het vinden van voeding, voor een veilige plek en om vijanden te ontwijken (verdediging) of voor het vinden van een partner voor de voortplanting. Het lichaam heeft ook zintuigen die interne prikkels opvangen (zoals honger en spierspanning) en als impulsen doorgeven naar de hersenen. De waarnemingen kunnen leiden tot reacties: de hersenen sturen impulsen naar andere organen, zoals spieren en klieren. Klieren scheiden verschillende stoffen af, zoals speeksel (speekselklieren), melk (melkklieren), traan (traanklieren) en hormonen door hormoonklieren. Een voorbeeld daarvan is de alvleesklier, die het hormoon insuline afscheidt. Insuline zorgt ervoor dat de hoeveelheid glucose in het bloed op peil blijft. Als na een maaltijd de hoeveelheid glucose in het bloed stijgt, scheidt de alvleesklier (meer van) het hormoon insuline af en zorgt insuline er onder andere voor dat het teveel aan glucose wordt opgenomen door lichaamscellen.

Om effectief te reageren op de prikkels uit de omgeving heeft elk diersoort gedragspatronen die onder andere de interactie tussen soortgenoten betreffen. Competitie speelt een belangrijke rol in het leven van planten, dieren en de mens. Denk aan het bemachtigen en afschermen van een territorium, waar vogels hun nest bouwen en hun baltsgedrag laten zien. Vogeltrek of de winterslaap zijn eveneens reacties op prikkels uit de omgeving. Ook mensen hebben gedragspatronen, maar in tegenstelling tot dieren kunnen mensen keuzes maken in welk gedrag ze vertonen.

Door evolutie zijn er vele specialismen en samenlevingsvormen ontstaan in het ecosysteem. Evolutie heeft bijvoorbeeld geleid tot verschillen in eetgedrag van dieren. We onderscheiden carnivoren (vleeseters), herbivoren (plantenetters) en omnivoren (alleseters). Ook bij planten en eencelligen hebben zich in de evolutie ontwikkelingen voorgedaan, waardoor er vormen van symbiose zijn ontstaan. Daarbij hebben zich verschillende vormen van samenleven ontwikkeld. Parasieten leven ten koste van levende organismen, terwijl saprofyten van dode organismen leven. Ze vertegenwoordigen een belangrijke opruimfunctie in ecosystemen.

Bij dit kernconcept hoort voorbeeldopgave 3 (zie bijlage 1).

B.4. Voortplanting

De voortplanting zorgt ervoor dat het leven wordt doorgegeven aan nakomelingen en dat de soort in stand blijft. Veel organismen planten zich geslachtelijk voort. Voor de meeste dieren geldt dat er mannelijke en vrouwelijke exemplaren bestaan. Ze zijn 'eenslachtig' en vaak te herkennen aan primaire geslachtskenmerken. Bij de mens ontwikkelen zich tijdens de puberteit secundaire geslachtskenmerken. Mannelijke dieren produceren mannelijke geslachtscellen (spermacellen) en de vrouwelijke dieren de vrouwelijke geslachtscellen (eicellen), ook wel voortplantingscellen genoemd. Een voortplantingscel ontstaat na een bijzondere deling, de meiose. Daarbij worden de chromosoomparen uit elkaar getrokken en ontstaan er twee cellen met een enkele set chromosomen. De mens heeft 23 chromosomen per voortplantingscel, inclusief het geslachtschromosoom. Er zijn twee typen geslachtschromosomen, het X-chromosoom en het Y-chromosoom. De eicel van de mens bevat altijd een X-chromosoom, terwijl de spermacellen van de man een X-chromosoom of een Y-chromosoom bevatten. Als de eicel is bevrucht door een spermacel met een Y-chromosoom, dan wordt de vrucht een jongen. Is een eicel bevrucht door een spermacel met een X-chromosoom dan wordt het een meisje. Een chromosoom bestaat uit DNA. Het DNA vormt de genen: de erfelijke eigenschappen van een individu, ook wel genotype genoemd. Een gen kan dominant of recessief zijn. Een dominant gen overheerst het recessieve gen. Dat betekent dat de erfelijke eigenschap van een recessief gen onder invloed van een dominant gen niet tot uiting komt in de eigenschappen van het organisme, het fenotype. Doordat bij bevruchting een nieuwe combinatie van erfelijke eigenschappen ontstaat, veranderen de eigenschappen en kansen van individu en soort. Als een mannelijke en vrouwelijke voortplantingscel versmelten (bevruchting) ontstaat een nieuw individu met een nieuwe combinatie van erfelijk materiaal. De bevruchting kan zowel inwendig (bij de meeste zoogdieren) als uitwendig plaatsvinden (kikkers, vissen). Op enkele uitzonderingen na kun je zeggen dat bij dieren die eieren leggen (vogels, amfibieën, vissen, geleedpotigen) het jonge dier zich ontwikkelt buiten het lichaam van de moeder, terwijl bij levendbarende dieren het jonge dier zich binnen het lichaam van de moeder ontwikkelt (zoogdieren).

Bij de mens vinden vergelijkbare processen plaats. Tijdens de menstruatiecyclus bij de vrouw ontwikkelt zich in de eierstok een eicel, die bij de ovulatie vrijkomt in de baarmoeder en bevrucht kan worden door een spermacel van de man (inwendige bevruchting). Na bevruchting zal de eicel zich nestelen in het baarmoederslijmvlies en worden omgeven door een vruchtvlies met het vruchtwater. De lichamelijke aspecten van de voortplanting van mensen (zoals vruchtbaarheid, geslachtsgemeenschap en zwangerschap) gaan gepaard met sociale aspecten (zoals verliefdheid, partnerkeus en ouderschap). Om bevruchting te voorkomen gebruiken mensen voorbehoedsmiddelen. Ook bij andere organismen treden er gedragsveranderingen op. Bij vogels is dat herkenbaar tijdens de balts en ontstaat er paringsdrang en nesteldrang.

De meeste zaadplanten zijn tweeslachtig. Dat betekent dat ze beschikken over bloemen met mannelijke (meeldraden) en vrouwelijke geslachtsorganen (stampers). Zo'n plant maakt zowel mannelijke (stuifmeel) als vrouwelijke (eicel) voortplantingscellen aan. De met stuifmeel

bevruchte eicel groeit uit tot een zaadbeginsel. Het zaadbeginsel groeit uit tot zaad. Het zaad bevindt zich in het algemeen binnen in de vrucht (bijvoorbeeld bij de appel). Doordat stuifmeel via de wind- of via insectbestuiving van de ene plant terecht komt bij de eicel van een andere plant (kruisbestuiving) geldt ook voor planten dat bij bevruchting een nieuw individu met een nieuwe combinatie van erfelijk materiaal ontstaat. De verspreiding van vruchten en zaden vindt plaats via het water, door dieren en door de wind.

Sommige schimmels vormen vruchtlichamen, die we kennen als paddenstoelen. Paddenstoelen maken sporen aan, waaruit weer nieuwe schimmels ontstaan.

Eencelligen planten zich ongeslachtelijk voort door celdeling. Bij planten treedt ongeslachtelijke voortplanting op doordat een deel van de plant (denk aan een bol of een stekje) uitgroeit tot een nieuwe plant. Daarbij treedt, mutaties daargelaten, geen verandering van erfelijke eigenschappen op.

Bij dit kernconcept hoort voorbeeldopgave 4 (zie bijlage 1).

B.5. Groei en ontwikkeling

De bevruchte eicel bestaat uit twee sets chromosomen die zich verder delen (mitose). De bevruchte eicel nestelt zich in het baarmoederslijmvlies en door de mitosen ontwikkelt zich een embryo. Tijdens die eerste celdelingen kan het ook voorkomen dat er twee embryo's ontstaan. Deze twee embryo's, die afkomstig zijn van dezelfde bevruchte eicel en beschikken over hetzelfde erfelijk materiaal, worden na geboorte een eeneiige tweeling genoemd. Een twe-eiige tweeling ontstaat als bij de ovulatie twee eicellen vrijkomen die allebei bevrucht worden door een zaadcel. De individuen die hieruit ontstaan hebben verschillende erfelijke eigenschappen.

Als het embryo gelijkenis gaat vertonen met het volwassen uiterlijk, wordt het een foetus genoemd. Bij de mens is dat vanaf de 12^e week van de zwangerschap. De foetus is via de navelstreng en placenta verbonden met de moeder. De placenta wordt aangemaakt door het embryo in de baarmoeder en vormt een scheiding tussen de bloedsomloop van de moeder en de bloedsomloop van het embryo. Via de navelstreng worden voedingsstoffen en zuurstof van de moeder naar de foetus getransporteerd en afvalstoffen en koolzuurgas van de foetus naar de moeder. Na een bepaalde tijd, de draagtijd, wordt het jonge dier geboren, waarbij ook de nageboorte (placenta) wordt afgestoten. Bij veel zoogdieren wordt het jonge dier, de zuigeling, gedurende een bepaalde tijd door de moeder gezoogd en verzorgd. Als ouderzorg belangrijk is voor hun overlevingskansen worden deze jongen nestblijvers genoemd. Andere jongen, ook van zoogdieren, zijn bij hun geboorte al genoeg ontwikkeld om binnen relatief korte tijd de plaats waar ze zijn geboren te verlaten en op eigen kracht hun ouder(s) te volgen. Sommige dieren die eieren leggen verzorgen de eieren of de jongen eveneens een bepaalde periode. Deze broedzorg vindt niet alleen bij vogels plaats, maar ook bij sommige vissoorten en insecten (mieren, bijen).

Bij de ontwikkeling van organismen zijn verschillende fasen aan te wijzen waarin het organisme er steeds anders uitziet, andere behoeften heeft aan voedsel en bescherming en uiteindelijk zelf in staat is tot voortplanting. Er vindt zowel volledige metamorfose (onder andere vlinder) als onvolledige metamorfose (sprinkhaan) plaats en er zijn verschillende levenscycli (kikker, vlinder) te onderscheiden. Ook bij de mens zijn dergelijke fasen te onderscheiden. Ze hebben te maken met de ontwikkeling van de voortplantingsorganen en van de hersenen (puberteit, adolescentie).

Bij planten ontwikkelt het vruchtbeginsel zich tot een vrucht, die het zaad bevat. Het zaad zal zich, onder condities waarbij aan specifieke kiemingsfactoren wordt voldaan, ontwikkelen tot plant. Planten kunnen eenjarig zijn, waarbij ze na ontkieming in een periode van minder dan een jaar bloemen ontwikkelen, zaden vormen en weer afsterven. Tweejarige planten komen pas in het tweede jaar tot bloei en zaadvorming, en sterven daarna af. Daarnaast zijn er overblijvers,

planten die elk jaar opnieuw bloeien en zaad vormen. Bomen zijn overblijvers. Aan de jaarringen in hun stam is af te lezen hoe oud ze zijn. Veel bomen laten onder invloed van het seizoen hun bladeren vallen (in Europa in de herfst om bevriezing in de winter te voorkomen). Er worden knoppen gevormd waaruit in het voorjaar opnieuw bladeren ontstaan.

Soorten verschillen van elkaar in erfelijk materiaal. Ook binnen een soort is er genetische variatie die uitgebreid wordt door mutaties. Die veranderingen en de continue herschikking van het erfelijk materiaal bij de voortplanting, zijn de oorzaak van verschillen tussen individuen. In combinatie met de omgeving en leefstijl leiden deze verschillen bij mensen tot verschillen in eigenschappen (fenotypische verschillen). Bij planten en dieren ontstaan hierdoor verschillen in overlevingskansen en voortplantingssucces. Erfelijke varianten die een klein voordeel opleveren zullen vaker voorkomen omdat de individuen met deze varianten meer nakomelingen krijgen of betere overlevingskansen hebben (natuurlijke selectie). Charles Darwin heeft daar halverwege de 19^e eeuw zijn evolutietheorie op gebaseerd. Door natuurlijke selectie kunnen populaties geleidelijk veranderen en van elkaar gaan verschillen. Uiteindelijk kan dit leiden tot nieuwe soorten, vooral als de omgeving verandert. In de loop van de lange geschiedenis van het leven (evolutie) zijn zo vele levensvormen (biodiversiteit) ontstaan, maar ook weer grotendeels uitgestorven. Sommigen daarvan kennen we via fossiele restanten. Andere soorten zijn ontstaan door isolatie (eiland, bergketen). Weer andere soorten ontstaan onder zeer specifieke omstandigheden qua temperatuur, vochtigheid of beschikbaarheid van voedsel. Bepaalde eigenschappen of een combinatie van eigenschappen kunnen tegenwoordig bewust worden geselecteerd bij het fokken van dieren of veredeling van planten. In nieuwe technologische ontwikkelingen wordt DNA van een organisme aangepast. Een organisme dat met deze technologie aangepast is, wordt een genetisch gemodificeerd organisme genoemd.

Natuurkunde en techniek

Het deel natuurkunde en techniek is onderverdeeld in vijf kernconcepten:

- materie en techniek;
- energie en techniek;
- licht, geluid en techniek;
- kracht, beweging en techniek;
- ruimte.

Deze kernconcepten zijn niet bedoeld als achtereenvolgende hoofdstukken uit leerboeken, maar geven elk een bepaalde blik weer, waarmee naar natuurkundige verschijnselen gekeken kan worden. Het domein *materie* gaat over bouw en eigenschappen van stoffen en materialen, hoe deze stoffen geordend kunnen worden en waarvoor ze gebruikt kunnen worden. Het kernconcept *energie* beschrijft de rol van energie in ons dagelijks leven, de verschijnselen die daarmee samenhangen en hoe we verstandig met energie kunnen omgaan. In het kernconcept *licht, geluid en techniek* gaat het over de aard van licht en geluid, verschijnselen, toepassingen en veiligheidsrisico's. In het kernconcept *kracht, beweging en techniek* gaat het over hoe bewegingen en constructies onderhevig zijn aan krachten, waarbij onderwerpen als verkeer, gereedschappen en bouwwerken aan de orde komen. Tot slot gaat het kernconcept *ruimte* over het weer en de factoren die het weer op aarde bepalen, en over de plaats en beweging van de aarde in ons zonnestelsel, waarmee verschillende verschijnselen op aarde uitgelegd kunnen worden.

B.6. Materie en techniek

In het dagelijks leven gebruiken we heel veel materialen voor allerlei doeleinden. Die materialen zijn gemaakt van stoffen die bepaalde karakteristieke eigenschappen hebben (de zogenaamde fysische eigenschappen). Die eigenschappen bepalen waar stoffen voor gebruikt kunnen worden. Zo gebruiken we glas (transparant, stevig) voor ruiten, aluminium (licht, sterk) voor velgen van fietsen, hout (sterk, gemakkelijk te bewerken) voor meubels en koper (goede

stroomgeleider, buigzaam) voor elektriciteitsdraden. Je moet kennis hebben van de fysische eigenschappen van diverse stoffen en van diverse materialen weten voor welke toepassingen ze gebruikt kunnen worden. Bij de keuze van materialen kan bijvoorbeeld de dichtheid van een stof van belang zijn. De dichtheid van een stof kan berekend worden als massa en volume van een hoeveelheid stof bekend zijn of bepaald kunnen worden.

Stoffen kunnen voorkomen in verschillende fases. Bij faseveranderingen is soms energie nodig (verdampen), soms komt er energie vrij (stollen). Met een molecuulmodel kunnen deze fases worden beschreven aan de hand van de beweging van moleculen.

Stoffen komen voor als zuivere stoffen, maar ook als mengsels. We gebruiken bijvoorbeeld natriumchloride als keukenzout omdat het zout smaakt, maar ook omdat het goed in water oplost. In de winter wordt natriumchloride gebruikt als strooizout. Met diverse technieken kunnen mengsels gescheiden worden in zuivere stoffen. Door indampen kunnen we bijvoorbeeld uit zeewater zout afscheiden.

Je moet de volgende formule kennen en kunnen toepassen: $\text{dichtheid} = \text{massa} / \text{volume} \text{ [kg/dm}^3\text{]}$

Bij dit kernconcept hoort voorbeeldopgave 6 (zie bijlage 1).

B.7. Energie en techniek

Energie speelt een belangrijke rol in alle sectoren van de samenleving. Het dagelijks leven zou aanzienlijk veranderen zonder de beschikbaarheid van energiebronnen. Het gebruik van energie is echter niet zonder problemen. Voorraden van brandstoffen als gas en olie zijn maar beperkt beschikbaar, duurzame energiebronnen (zoals zon en wind) zijn nog niet in staat voldoende energie te leveren.

Vanuit de natuurkunde is de wet van behoud van energie bij energieomzettingen fundamenteel. Bewegingsenergie kan bijvoorbeeld omgezet worden in warmte en elektriciteit. Natuurkundige begrippen als warmte, temperatuur, warmtetransport, vermogen, energie, stroomsterkte, weerstand, spanningsverschil, en eenvoudig (elektro)magnetisme maken het mogelijk energiesystemen - zowel in huis als daarbuiten - te analyseren en te begrijpen. Inzicht in fysische verschijnselen en processen, waarin de genoemde begrippen een belangrijke rol spelen, is daarbij van belang. Het energieverbruik hangt af van het vermogen dat wordt geleverd in een bepaalde tijd en kan berekend worden. Met statische elektriciteit kunnen verschijnselen als een knetterende wollen trui verklaard worden. Een geautomatiseerd regelsysteem als een thermostaat kan de centrale verwarming in huis regelen.

Je moet de volgende formule kennen en kunnen toepassen: $\text{energieverbruik} = \text{vermogen} \times \text{tijd} \text{ [kWh]}$

Bij dit kernconcept hoort voorbeeldopgave 7 (zie bijlage 1).

B.8. Licht, geluid en techniek

Zonder zon bestaat er geen dag en nacht. Vanaf het begin van de geschiedenis hebben mensen zich afgevraagd wat licht nu eigenlijk is. Hoe komt het dat sommige voorwerpen gekleurd, wit of zwart zijn? Hoe ontstaan regenbogen, waarom hebben we een bril nodig als we niet goed kunnen zien en hoe kunnen we zeer kleine voorwerpen en details op de maan toch zien met een telescoop? Licht wordt teruggekaatst door een spiegel, wordt gebroken door glas en water, kan zich verplaatsen in vacuüm, gassen, vloeistoffen en vaste stoffen. Van een voorwerp dat voor een bolle lens staat kan een vergroot of verkleind of even groot beeld gevormd worden, afhankelijk van de brandpuntsafstand van de lens en de voorwerpsafstand.

Vergelijkbare vragen kunnen gesteld worden over geluid. Hoe wordt geluid opgewekt en hoe plant het zich voort? Hoe kunnen we geluid horen? Hoe kunnen we muziek horen en maken? Is er geluid op de maan? Geluid wordt gekenmerkt door begrippen als geluidstrilling, frequentie, geluidssterkte en geluidssnelheid. Verschijnselen zoals hoge en lage tonen, klanken van muziekinstrumenten kunnen met genoemde begrippen worden verklaard. Geluid plant zich niet voort in een vacuüm, wel in andere media.

Bij dit kernconcept hoort voorbeeldopgave 8 (zie bijlage 1).

B.9. Kracht, beweging en techniek

Of het nu gaat om zwaartekracht, waardoor wij moeilijk los van de aarde kunnen komen, of spierkracht, waarmee we koffers kunnen sjouwen, krachten spelen in ons dagelijks leven een belangrijke rol. Krachten doen zich voor in verschillende vormen en zijn nodig voor het veranderen van snelheid in richting en/of grootte. Essentiële kennis over kracht en beweging zijn begrippen als snelheid, versnelling en kracht. Met behulp van diagrammen kan verandering van beweging in de loop van de tijd inzichtelijk worden gemaakt.

Er kan sprake zijn van krachten die op afstand werken, zoals de zwaartekracht en magnetische krachten, maar ook van krachten door direct contact, zoals bij druk- en trekkrachten. De werking van deze krachten kenmerkt zich door een grootte en een richting. Als een voorwerp niet kan bewegen (bijvoorbeeld een noot in een notenkraker), kan het door de kracht van vorm veranderen of zelfs uitelkaar vallen. De hefboomwerking speelt daarbij een belangrijke rol. Krachten en bewegingen kunnen door diverse technieken, zoals takel of tandwielen, overgebracht worden, waarbij de grootte en richting van krachten kunnen worden veranderd. In constructies kan stabiliteit en stevigheid worden gerealiseerd door te kiezen voor bijvoorbeeld driehoeksconstructies, zoals die bij bruggen vaak toegepast worden.

Druk is de kracht die wordt uitgeoefend op een bepaald oppervlakte en deze kan worden berekend als beide grootheden bekend zijn of bepaald kunnen worden.

Je moet de volgende formule kennen en kunnen toepassen: $druk = kracht/oppervlakte [N/m^2]$

Bij dit kernconcept hoort voorbeeldopgave 9 (zie bijlage 1).

B.10. Ruimte

Het is nog geen vier eeuwen geleden dat duidelijk werd dat krachten in het heelal van dezelfde aard zijn als op aarde. De bewegingen van planeten, manen en satellieten zijn allemaal onderhevig aan onderlinge zwaartekrachten. Door deze krachten kon het zonnestelsel ontstaan als een systeem met een zon, met daar omheen bewegende planeten en manen.

Weers- en klimaatverschijnselen(seizoenen, getijden) zijn gerelateerd aan de beweging van de aarde om de zon en de beweging van de maan om de aarde. Een belangrijk onderwerp waar mensen niet over uitgepraat raken is het weer. De dagelijkse weersverwachting wordt op basis van allerlei verzamelde meetgegevens, zoals luchtdruk en temperatuur, op verschillende manieren door landelijke en plaatselijke weersinstituten gepresenteerd in diverse media. Om een weerbericht te kunnen gebruiken is enige kennis over weersverschijnselen onmisbaar.

Bij dit kernconcept hoort voorbeeldopgave 10 (zie bijlage 1).

3. Leerdoelen en specificatie voor de toelatingstoets

Per leerdoel is een gecursiveerde specificatie opgenomen hetzij in trefwoorden hetzij in lopende tekst. De specificatie vindt plaats op drie niveaus:

- Het leerdoel, bijvoorbeeld: B.1.2. De aspirant-student kan organen van planten, dieren en de mens noemen en de relatie tussen vorm en functie toelichten.
- Cursieve deel:
- Niveau 1: een specificatie in begrippen, bijvoorbeeld *zintuigen*
- Niveau 2: waar relevant is het begrip nader gespecificeerd. Deze nadere specificering staat tussen ronde haakjes (...), bijvoorbeeld (*oog*)
- Niveau 3: in sommige gevallen is het nodig om de nadere specificatie die tussen ronde haakjes staat verder af te bakenen. Deze afbakening tussen rechte haakjes [...], bijvoorbeeld [*iris, pupil, lens, etc.*]

3.1 Vakgebonden vaardigheden natuur & techniek (A)

A1. Onderzoeken

A.1.1. De aspirant-student kan bij een vraag of probleem een onderzoeksmethode kiezen, zijn keuze toelichten en de fasen van de onderzoekscyclus benoemen.

Vraag- of probleemstelling, (natuur-)wetenschappelijke methoden (experimenteren, literatuuronderzoek uitvoeren, interviewen, enquêteren), onderzoekscyclus (onderzoeksvraag formuleren, voorspelling formuleren, onderzoek opzetten, onderzoek uitvoeren, conclusie trekken, presenteren, reflecteren)

A.1.2. De aspirant-student kan bij een onderzoeksobject (voorwerp, verschijnsel of organisme) in een bepaalde context uit gegeven onderzoeksvragen, voorspellingen en onderzoeksopzetten de juiste selecteren, uit een onderzoek systematisch resultaten verzamelen, interpreteren en verwerken tot conclusies en deze conclusies relateren aan voorspellingen.

Onderzoekscyclus (onderzoeksvraag formuleren, voorspelling formuleren, onderzoek opzetten, onderzoek uitvoeren, conclusie trekken, presenteren, reflecteren)

A.2. Ontwerpen

A.2.1. De aspirant-student kan bij een ontwerpprobleem (wens, behoefte) de fasen van de ontwerpcyclus benoemen.

Ontwerpcyclus (ontwerpprobleem formuleren, programma van eisen opstellen, deeluitwerkingen maken, ontwerpvoorstel maken, realiseren van het ontwerp [prototype of model], testen, evalueren, reflecteren)

A.2.2. De aspirant-student kan bij een gegeven ontwerpprobleem een verband leggen tussen het programma van eisen (de functie) en de technische aspecten van het ontwerp (materiaal en vorm) en de werking van het prototype of model toelichten.

Werking, materiaal-functie relatie, vorm-functie relatie, ontwerpcyclus (ontwerpprobleem formuleren, programma van eisen opstellen, deeluitwerkingen maken, ontwerpvoorstel maken, realiseren van het ontwerp [prototype of model], testen, evalueren, reflecteren)

A.3. Hanteren van onderzoeksobjecten, instrumenten, materiaal en reken- en wiskundige vaardigheden

A.3.1. De aspirant-student kan bij het uitvoeren van onderzoek criteria benoemen bij de wijze van omgaan met objecten en organismen en de keuze van onderzoeksinstrumenten toelichten en bij het aflezen van meetinstrumenten de grootte en de bijpassende eenheid gebruiken.

Criteria: veiligheid, duurzaamheid en ethiek, nauwkeurigheid

Meetinstrumenten: krachtmeter/veerunster, geluidssterktemeter, lichtmeter, thermometer, barometer, windsnelheidsmeter, windwijzer, kompas, zonnewijzer, regenmeter, meetlint, maatglas, stopwatch, weegschaal, stroommeter, spanningsmeter, kWh-meter

Onderzoeksinstrumenten: loep, microscoop

A.3.2. De aspirant-student kan bij het maken van een prototype of model kiezen welk materiaal, gereedschap en apparatuur nodig zijn en criteria benoemen hoe deze worden gekozen en gebruikt.

Criteria: veiligheid, doelmatigheid, duurzaamheid

Materiaal (zoals hout, metaal, kunststof), apparatuur (zoals boormachine, soldeerbout), gereedschap (zoals hamer, nijptang, combinatietang, zaag)

A.3.3. De aspirant-student kan gegevens selecteren, verwerken en interpreteren uit tabellen en grafieken en werken met eenvoudige formules, die de relaties tussen grootheden weergeven.

Tabel (determineertabel), grafiek, diagram, formule

3.2 Tien kernconcepten natuur & techniek (B)

Biologie

B.1. Biologische eenheid

B.1.1. De aspirant-student kan een cel beschrijven als een zelfstandig functionerende eenheid, de onderdelen van cellen benoemen en enkele functies daarvan toelichten.

Cel, weefsel, orgaan, eencellige, plantencel (celwand, bladgroenkorrel), dierlijke cel, celkern (chromosoom), celplasma, celmembraan, vacuole, celwand

B.1.2. De aspirant-student kan organen van planten, dieren en de mens noemen en de relatie tussen vorm en functie toelichten.

Plant: blad (huidmondje), stengel, wortel, bloem (kelk- en kroonblad, meeldraad, stamper, stempel, vruchtbeginsel), transportweefsel (hout- en bastvaten)

Dieren en de mens: spijsverteringsstelsel (mond [gebit], slokdarm, maag, galblaas, alveesklier, twaalfvingerige darm, dunne darm [darmvlokken], dikke darm, endeldarm, blinde darm, anus), lever, uitscheidingsstelsel (nieren, blaas, huid), bloedvatstelsel (slagader, ader, haarvat, hart, kleine en grote bloedsomloop), lymfevatstelsel (milt, thymus/zwezerik), ademhalingsstelsel (mond en neus, longen [luchtpijp, trilharen, bronchiën, longblaasje], middenrif, kieuwen, huidademhaling, tracheeën), zenuwstelsel (grote en kleine hersenen, ruggenmerg,

zenuwcellen, reflexen), zintuigen (oor [trommelvlies, buis van Eustachius, gehoorbeentjes, slakkenhuis met evenwichtsorgaan], oog [iris, pupil, lens, netvlies met staafjes, kegeltjes, blinde - en gele vlek], neus, tong, gevoel), hormoonstelsel (hypofyse, eilandjes van Langerhans, bijniere, eierstokken en teelballen), skelet (gewrichten, beenmerg), spierstelsel (gladde en gestreepte spieren, antagonisten), voortplantingsstelsel (eierstokken, eileider, baarmoeder, vagina, grote en kleine schaamlippen en clitoris; teelballen, bijballen, zaadleider, prostaat, penis, zwellichaam, urinebuis, voorhuid, eikel)

B.1.3. De aspirant-student kan kenmerken van planten en dieren gebruiken om ze te classificeren en kan daarbij het begrip soort toepassen.

Soort, determineertabel; eencelligen, schimmels, planten (sporenplanten, mossen, korstmossen, vaatplanten [naaktzadigen, bedektzadigen]), dier, warm- en koudbloedig, gewervelde dieren (amfibie, vogel, reptiel, vis [kraakbeenvis], zoogdier [buideldier]), ongewervelde dieren (holtedieren [kwal, zeeanemoon], sponzen, wormen, weekdieren [schelpen, huisjes- en naaktslakken, koppotigen zoals inktvis, octopus], stekelhuidigen [zeester], geleedpotigen [duizendpoten, kreeftachtigen met krabben, kreeften en garnalen, spinachtigen, insecten])

B.1.4. De aspirant-student kan beschrijven dat een ecosysteem het geheel is van biotische factoren (organismen) en abiotische factoren (omgeving) die in wisselwerking zijn. Ecosysteem, wisselwerking, (dynamisch) evenwicht, biotoop (bijvoorbeeld bos, sloot, duin, weide, akker, woestijn, gebergte, rivier, zee, stad), klimaat, predator-prooi relatie, carnivoren, herbivoren, omnivoren, voedselweb

B.2. Instandhouding

B.2.1. De aspirant-student kan toelichten dat stofwisselingsprocessen zich afspelen in cellen en kan uitleggen dat fotosynthese voorwaarde is voor het voortbestaan van het leven op aarde. Stofwisseling (assimilatie [aanmaak van bouw-, brand- en reservestoffen], dissimilatie [afbraak]), fotosynthese (bladgroen)

B.2.2. De aspirant-student kan toelichten dat processen als ademhaling, transport, stofwisseling en uitscheiding met elkaar samenhangen en nodig zijn voor het in leven blijven van planten, dieren en de mens.

Ademhaling en bloedsomloop (functies van bloed [zuurstoftransport en uitwisseling zuurstof en koolzuurgas], rode bloedlichaampjes [hemoglobine], transport van voedings- en afvalstoffen en regulerende stoffen [hormonen]), chemische, enzymatische, mechanische en bacteriële spijsvertering (speeksel, maagsappen, darmsappen, gal, alvleeskliersappen, darmperistaltiek), uitscheiding (zweet, urine, koolzuurgas, water), opname, transport en uitscheiding van mineralen, suikers en gassen [koolzuurgas en zuurstof] bij planten

B.2.3. De aspirant-student kan uitleggen welke functies voedselbestanddelen hebben bij de instandhouding van het organisme en kan de samenstelling van een gezond voedingspakket toelichten.

Bouwstoffen, brandstoffen, beschermende stoffen en ballaststoffen (vezels), eiwitten, vetten, koolhydraten, mineralen, vitamines, water, gezondheid, voedsel, schijf van vijf

B.2.4. De aspirant-student kan bij beweging betrokken organen benoemen en de functie en werking toelichten.

Spierweefsel, pees, skelet, gewrichten, antagonisme

B.2.5. De aspirant-student kan uitleggen hoe het menselijk lichaam reageert op lichaamsvreemde stoffen en welke organen daarbij een rol spelen.

Virus, bacterie, giftige stoffen (bijvoorbeeld alcohol), geneesmiddelen (pijnstillers, antibiotica, koortswerende middelen) en bijwerkingen, afweersysteem (mechanisch [huid, slijm], moleculair [antistoffen] en cellulair [witte bloedlichaampjes], vaccinatie, immuniteit), lever, zwezerik, hygiëne, ontsteking, allergie, griep, koorts, ziek, gezond

B.2.6. De aspirant-student kan uitleggen dat een ecosysteem in stand wordt gehouden door de interacties van planten, dieren en de mens met hun omgeving en door hun onderlinge interactie met als gevolg een dynamisch evenwicht.

Onderlinge interactie (voedselkeuze, voedselketen, voedselpiramide [accumulatie van gifstoffen], plaag), omgeving (energiestroom, water, licht, temperatuur, bodem, [kringlopen van] mineralen en gassen), verstoring, duurzaamheid

B.3. Gedrag en interactie

B.3.1. De aspirant-student kan de rol van zintuigen en hormonen bij dieren en de mens uitleggen in relatie tot hun gedrag.

Zien, horen, ruiken, proeven, voelen, hormonen (insuline, glucagon, adrenaline, geslachtshormonen [oestrogeen, progesteron, testosteron]), voeding, verdediging, voortplanting

B.3.2. De aspirant-student kan een verband leggen tussen gedrag van organismen om zich te voeden, (voort) te bewegen, voort te planten, te verdedigen en te beschermen enerzijds en de rol van hun omgeving daarin anderzijds.

Winterslaap, vogeltrek, territorium, nestbouw, balts, jacht, prooi, predator, herbivoor, carnivoor, omnivoor, competitie, symbiose, parasiet, saprofyt

B.3.3. De aspirant-student kan uitleggen dat planten, dieren en de mens zich aanpassen aan (a-) biotische factoren.

Adaptatie (rui, onderhuidse vetlaag, vorm van lichaam, snavel, poten, kiezen, lengte van darmkanaal, vorm van blad [naaldvorming] en stengel, doorn, gif), mimicry, schutkleur, snelheid

B.4. Voortplanting

B.4.1. De aspirant-student kan uitleggen hoe de voortplanting bij dieren, planten en de mens verloopt.

Planten: ongeslachtelijk voortplanting (bollen, knollen, stekken, uitlopers, klonen), geslachtelijke voortplanting, soort, zaadplanten, man, vrouw, eenslachtig, tweeslachtig, (kruis-)bestuiving, bevruchting, voortplantingscellen (stuifmeel, eicel), zaadbeginsel, zaad, vrucht, zaad- en vruchtverspreiding (wind-, dier- en waterverspreiding)

Schimmels: paddenstoel, vorming sporen, versmelting

Dieren: spermacel, eicel, uitwendige bevruchting, inwendige bevruchting, eierlegend, levendbarend

Mens: menstruatiecyclus, eierstok, ovulatie, menstruatie, innesteling, baarmoederslijmvlies, vruchtvliezen, voorbehoedsmiddelen

B.4.2. De aspirant-student kan kenmerken van planten, dieren en de mens (bouw, gedrag) in verband brengen met de wijze van bevruchting.

Wind-, en insectbestuiving, primaire en secundaire geslachtskenmerken, balts, nesteldrang, paringsdrang

B.4.3. De aspirant-student kan het ontstaan van geslachtscellen beschrijven aan de hand van het verschil tussen een dubbele set en een enkelvoudige set chromosomen en de rol van chromosomen bij het overdragen van erfelijke eigenschappen op nakomelingen toelichten.

Meiose (vorming chromosoomparen), DNA, gen, erfelijke eigenschappen, erfelijkheid (dominant, recessief), X- en Y- chromosoom

B.5. Groei en ontwikkeling

B.5.1. De aspirant-student kan uitleggen hoe de ontwikkeling bij de mens en andere zoogdieren voor en na de geboorte verloopt.

Embryo, celdeling (mitose), foetus, placenta, navelstreng, draagtijd, eeneiige en twee-eiige tweeling, nageboorte, zuigeling, puberteit, adolescentie, zogen, broeden

B.5.2. De aspirant-student kan uitleggen hoe de ontwikkeling van planten verloopt.

Van vruchtbeginsel tot vrucht, van zaad tot plant, kiemingsfactoren (zoals licht, temperatuur, water), eenjarigen, tweejarigen, overblijvers, seizoensinvloed, jaarringen, bladval, knopvorming, zaad (kiem, reservevoedsel), ontkiemen, wortel, kiemblad

B.5.3. De aspirant-student kan van verschillende organismen stadia van levenscycli beschrijven en de daarbij passende begrippen gebruiken.

Volledige metamorfose (ei, rups, larve, pop [vlinder, kever]), onvolledige metamorfose (sprinkhaan), levenscycli (kikker, paddenstoel), schimmels (zwamvlok/mycelium, vorming paddenstoel)

B.5.4. De aspirant-student kan uitleggen hoe dieren hun eieren en/of jongen verzorgen.

Ouderzorg, broedzorg, nestvlieders en nestblijvers, bij (koningin, dar, werkster), mier (koningin, werkster)

B.5.5. De aspirant-student kan uitleggen dat de erfelijke aanleg en de interactie met de omgeving de ontwikkeling van een organisme bepalen.

Fenotype, genotype, erfelijke aanleg

B.5.6. De aspirant-student kan beschrijven hoe soorten evolueren: genetische variatie in een veranderende omgeving leidt tot (natuurlijke) selectie, waarbij beter aangepaste organismen meer kans hebben op overleving en voortplanting.

Darwin, evolutie, biodiversiteit, fossiel, natuurlijke selectie, isolatie, genetische variatie, mutatie, genetische modificatie, kunstmatige selectie

Natuurkunde en techniek

B.6. Materie en techniek

B.6.1. De aspirant-student kan materialen ordenen aan de hand van een aantal gegeven fysische eigenschappen.

Kleur, geur, fases (vast, vloeibaar of gasvormig), magnetisch zijn, (on)oplosbaarheid (in water, of in andere vloeistoffen), dichtheid, massa, volume (dichtheid = massa/volume), brandbaarheid, elektrische geleiding, warmtegeleiding, kookpunt, smeltpunt (in ieder geval voor water)

B.6.2. De aspirant-student kan van een product benoemen uit welke materialen het is samengesteld en bij een ontwerpvoorstel een verband leggen tussen de keuze van het materiaal en de vorm en functie van het ontwerp.

Materialen (metaal, kunststof, hout, glas, steen en textiel), eigenschappen (sterkte, hardheid, geleiding), materiaal-eigenschap relaties, vorm-functie relaties

B.6.3. De aspirant-student kan de fase en de faseverandering van stoffen herkennen en benoemen en uitleggen of daar energie voor nodig is of bij vrij komt.

Vast, vloeibaar, gas, smelten, smeltpunt, koken, kookpunt, verdampen, stollen, condenseren, krimpen, uitzetten, sublimeren/vervluchtigen, rijpen

B.6.4. De aspirant-student kan het voorkomen van stoffen in een bepaalde fase beschrijven aan de hand van de beweging van moleculen.

Molecuul, fase (vast [moleculen bewegen op hun plaats], vloeibaar [moleculen bewegen vrij maar afhankelijk], gas [moleculen bewegen vrij en onafhankelijk])

B.6.5. De aspirant-student kan zuivere stoffen en soorten mengsels beschrijven, en uitleggen hoe mengsels met scheidingstechnieken te scheiden zijn.

Zuivere stoffen, soorten mengsels (suspensie, oplossing, legering, gasmengsel), ingrediënt, scheidingstechnieken (bezinken en afschenken, filtreren [residu], indampen, zeven, destilleren, centrifugeren)

B.7. Energie en techniek

B.7.1. De aspirant-student kan diverse vormen van (duurzame) energie en energiebronnen onderscheiden.

Energievorm (bewegingsenergie, potentiële energie, kernenergie, elektrische energie, chemische energie, geluid, licht, warmte, straling), energiebron (brandstoffen [kolen, olie, gas, hout, biomassa], waterkracht, wind, zon), duurzame energie

B.7.2. De aspirant-student kan uitleggen hoe verschillende vormen van energie in elkaar omgezet kunnen worden en toelichten dat daarbij nooit energie verloren gaat.

Energieomzetting (van bewegingsenergie naar elektrische energie [zoals dynamo], van elektrische energie naar bewegingsenergie [zoals elektromotor], van chemische energie naar elektrische energie [zoals accu, batterij])

B.7.3. De aspirant-student kan beschrijven op welke manieren warmtetransport kan plaatsvinden of voorkomen kan worden.

Warmtegeleiding (goede geleiders [metalen]), warmtestroming [gassen, vloeistof], warmtestraling [warmteoverdracht zonder tussenstof], warmte-isolatie (tegengaan van warmtegeleiding, warmtestroming, warmtestraling)

B.7.4. De aspirant-student kan een elektrische huisinstallatie met een kWh-meter en aangesloten apparaten beschrijven, de veiligheidsvoorzieningen toelichten, het energieverbruik berekenen op basis van vermogen van apparaten en een energierekening interpreteren.

kWh (kilowattuur) als eenheid voor elektrische energie, randaarde, zekeringen, aardlekschakelaar, elektriciteitsstarief, energieverbruik = vermogen x tijd

B.7.5. De aspirant-student kan statische elektriciteit beschrijven.

Elektron, statische elektriciteit (ontstaan door wrijving, elektronoverdracht, positief/negatief geladen, aantrekking/afstoting, ontlading [bijv. bliksem, vonkende trui]), voorwaarden (geen elektrische geleiding tussen geladen voorwerp en omgeving [droge lucht, rubber])

B.7.6. De aspirant-student herkent een spanningsbron als energiebron, kan een stroomkring beschrijven en kan stroomsterkte en spanning meten.

Spanningsbron, batterij, accu, stroomkring, schakelaar, schakeling, parallelschakeling, serieschakeling, spanning (Voltmeter), stroomsterkte (Ampèremeter), weerstand

B.7.7. De aspirant-student kan magnetisme beschrijven en kan toepassingen beschrijven waarbij een elektrische stroom een magneetveld opwekt.

Magneet (noordpool, zuidpool, magnetisch veld, aardmagnetisme)

B.7.8. De aspirant-student kan van geautomatiseerde stuursystemen en regelsystemen in eenvoudige termen beschrijven hoe invoer, verwerking en uitvoer van informatie plaatsvindt.

Invoer, uitvoer, sensor, verwerking, feedback (thermostaat, alarmsysteem)

B.8. Licht, geluid en techniek

B.8.1. De aspirant-student kan enkele lichtbronnen noemen, de voortplanting en eigenschappen van licht beschrijven en een schaduw construeren als licht van een of twee puntbronnen op een niet-transparant voorwerp valt.

Lichtbron (lamp, zon, kaars), lichtstralen (rechtlijnig), lichtbundels, lichtsnelheid (afhankelijk van medium), schaduwvorming, kernschaduw, halfschaduw

B.8.2. De aspirant-student kan van een voorwerp dat vóór een vlakke spiegel staat, met een constructietekening uitleggen waar zich het spiegelbeeld bevindt.

Lichtstralen, spiegelbeeld, hoek van inval = hoek van terugkaatsing

B.8.3. De aspirant-student kan uitleggen dat zichtbaar licht samengesteld is uit primaire licht kleuren (rood, groen en blauw) en kan beschrijven dat verschillende lichtkleuren zijn samengesteld uit combinaties van primaire lichtkleuren. En hij kan beschrijven dat voorwerpen bepaalde kleuren licht absorberen dan wel reflecteren en dat op basis daarvan de waargenomen kleuren van een voorwerp verklaard kunnen worden.

Primaire lichtkleuren, absorptie en reflectie van licht

B.8.4. De aspirant-student kan uitleggen dat licht breekt bij de overgang van lucht naar glas/water en van glas/water naar lucht.

Breking, normaal (als hulplijn), medium, lichtsnelheid, prisma, regenboog, lichtbreking, lens (bol, hol)

B.8.5. De aspirant-student kan van een voorwerp, dat voor een bolle lens staat, het beeld construeren en redeneren met brandpuntsafstand, beeldafstand en vergrotingsfactor.

Brandpunt(safstand), voorwerp(safstand), beeld(afstand), vergroting(sfactor)

B.8.6. De aspirant-student kan enkele geluidsbronnen noemen, eigenschappen van geluid en de manier van voortplanten van geluid beschrijven en een aantal toepassingen noemen. En hij kan een grafische voorstelling van geluid interpreteren (met geluidstrilling, frequentie en geluidssterkte, oscilloscoop).

Geluidsbron (trillende voorwerpen, luidspreker, stem, natuurgeluiden, muziekinstrumenten), geluidstrilling, tussenstof (medium), geluidssnelheid, geluidssterkte (decibel), geluidshinder, geluidsisolatie, toonhoogte in relatie met frequentie, microfoon, werking van muziekinstrumenten (toonhoogte afhankelijk van lengte trilmiddel [snaar, luchtkolom]), stembanden en gehoor, echo

B.9. Kracht, beweging en techniek

B.9.1. De aspirant-student kan soorten krachten herkennen in verschillende situaties, krachten tekenen die werken op een voorwerp, de resulterende kracht herkennen en contactkrachten en krachten die op afstand werken onderscheiden. En hij kan de druk van een voorwerp berekenen als een kracht per oppervlakte-eenheid.

Zwaartekracht, wrijvingskracht, veerkracht, magnetische kracht (aantrekken én afstoten), elektrische kracht, trekkracht, duwkracht, opwaartse kracht, grootte, richting en aangrijpingspunt van een kracht, $\text{druk} = \text{kracht} / \text{oppervlakte}$

B.9.2. De aspirant-student kan verklaren dat als een voorwerp in rust is of met een constante snelheid beweegt, de krachten op het voorwerp elkaar in evenwicht houden (de resulterende kracht is gelijk aan nul).

Rust, beweging, constante snelheid/beweging, v-t-diagram, s-t-diagram

B.9.3. De aspirant-student kan uitleggen dat het versnellen of vertragen en/of van richting veranderen van een voorwerp veroorzaakt wordt door een werkende (resulterende) kracht.

Versnelling, vertraging, voortdurende snelheidstoename of –afname

B.9.4. De aspirant-student kan zinken, zweven en drijven van voorwerpen in vloeistoffen met verschillende dichtheid verklaren als een resulterende kracht van zwaartekracht en opwaartse kracht.

Zwaartekracht, opwaartse kracht (gewicht verplaatste vloeistof)

B.9.5. De aspirant-student kan uitleggen dat bewegingen en krachten overgebracht kunnen worden door middel van (tand)wielen, hefbomen en katrollen en dat daarbij krachten worden vergroot, verkleind of van richting worden veranderd en bewegingen worden versneld, vertraagd of van richting worden veranderd.

Overbrenging, hefboom, 'wat je wint aan kracht, verlies je aan afstand (zoals tang, hamer, breekijzer, steekwagen, steek/ringsleutel), katrol, takel, tandwielen, versnelling, vertraging, wiel en as

B.9.6. De aspirant-student kan bij het ontwerpen van een product uitleggen hoe hij stevigheid en stabiliteit kan realiseren door gebruik te maken van profielen, driehoekconstructies, bogen, brede basis en/of in verband bouwen en zijn keuzen relateren aan de vorm en functie(s) van het product.

Profielen, driehoekconstructie, bogen, brede basis, in verband bouwen

B.9.7. De aspirant-student kan een keuze voor verbindingen uitleggen op basis van de functie van het geheel en/of de onderdelen van een (te ontwerpen) product.

Permanente verbindingen (zoals lassen, lijmen, schroeven), beweeglijke verbindingen (zoals scharnier), los-vast-verbinding (zoals ritssluiting, klittenband)

B.10. Ruimte

B.10.1. De aspirant-student kan weersverschijnselen beschrijven, kan meetinstrumenten en meetgegevens gebruiken en kan een verband leggen tussen de weersverschijnselen en het seizoen.

Temperatuur, thermometer, luchtdruk, barometer, windsnelheid, windmeter, windrichting, windvaan, regen, regenmeter, wolken, mist, sneeuw, hagel, ijzel, bliksem

B.10.2. De aspirant-student kan het zonnestelsel beschrijven als een samenhangend systeem van de zon en zich daar omheen bewegende planeten en manen.

Ster, zon, aarde, maan, planeten, banen, sterrenstelsel, Melkweg

B.10.3. De aspirant-student kan uitleggen hoe de beweging van de aarde om de zon en van de maan om de aarde natuurverschijnselen kunnen veroorzaken.

Schijngestalten van de maan, maans- en zonsverduistering, daglengte, dag- en nachtritme, seizoenen, eb en vloed, beweging, zwaartekracht, luchtledige, aardas

Bijlagen

Bijlage 1 Voorbeeldopgaven

Voorbeeldopgave 1: Evenwichtsorganen

Kernconcept: B.1. biologische eenheid, leerdoel: B.1.2

Waar in het lichaam zitten de evenwichtsorganen?

- A. bij het hart
- B. in de buik
- C. in de oren
- D. in het ruggenmerg

Toelichting

Om deze opgave te kunnen beantwoorden moet je de bouw van het oor kennen. Het evenwichtsorgaan is een zintuig dat bestaat uit drie halfcirkelvormige kanaaltjes. Ze zijn verbonden met het slakkenhuis in het oor. Het juist antwoord is dus C: in de oren.

Voorbeeldopgave 2: Kunstnier

Kernconcept: B.2 instandhouding, leerdoel: B.2.2



Bron: Daniel Sergeev.

Lucas is nierpatiënt. Hij moet regelmatig naar het ziekenhuis. Daar wordt hij aangesloten op een kunstnier die de functie van de nier tijdelijk overneemt. Op welk orgaanstelsel moet de kunstnier aangesloten worden?

- A. op het bloedvatenstelsel
- B. op het lymfevatenstelsel
- C. op het spijsverteringsstelsel
- D. op het voortplantingsstelsel

Toelichting

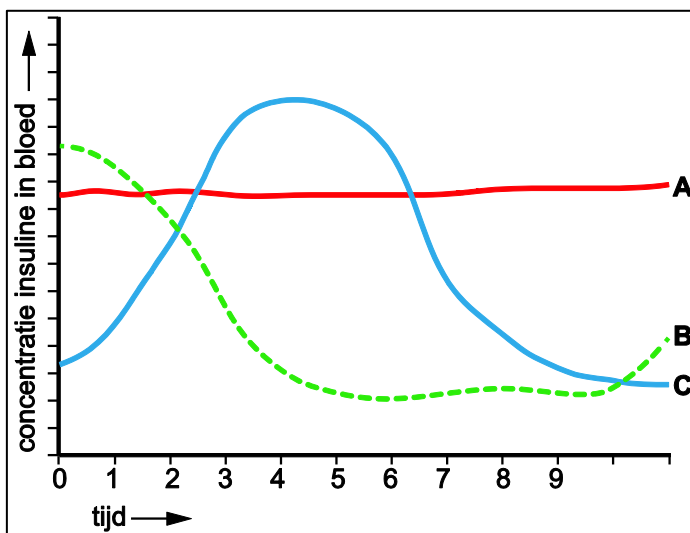
Om deze opgave te kunnen beantwoorden is het nodig dat je weet wat de functie is van de nieren en wat er gebeurt met stoffen die in je lichaam komen (voeding, medicijnen). De nieren zorgen ervoor dat de samenstelling van je bloed constant blijft. Ze filteren afvalstoffen uit het bloed. Deze afvalstoffen zijn afkomstig van de stofwisseling die in je lichaam plaats vindt, je voeding, en eventuele medicijnen die je gebruikt. Voeding wordt in je spijsverteringsstelsel verteerd en afgebroken tot voedingsstoffen. Een deel van de voedingsstoffen worden in de dunne darm opgenomen in het bloed. Maar je voeding bevat soms ook giftige stoffen (kleurstoffen, alcohol). De lever breekt deze giftige stoffen, waaronder ook medicijnen af. Deze afbraakproducten komen in het bloed. De nieren filteren deze afbraakproducten, de afvalstoffen van de stofwisseling en een teveel aan zouten en vitamines uit het bloed, en zorgen zo dat de samenstelling van je bloed constant blijft. Het juiste antwoord is dus A: op het bloedvatenstelsel.

Voorbeeldopgave 3: Insuline

Kernconcept: B.3 gedrag en interactie, leerdoel: B.3.1

Johan doet mee met een onderzoek naar de stofwisseling. Meteen na een maaltijd (op $t=0$) wordt gestart met het meten van de concentratie insuline in zijn bloed. De insulineconcentratie wordt continue gemeten. Gedurende de meettijd verricht Youri geen fysieke inspanning.

Welke lijn geeft de concentratie van insuline het best weer?



Bron: Dietrich Cleijne/Cito.

- A. lijn A
- B. lijn B
- C. lijn C

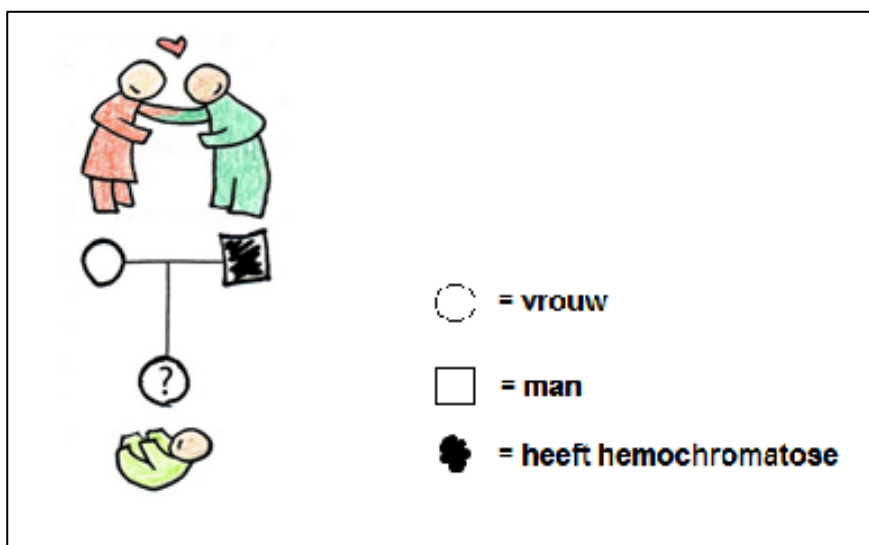
Toelichting

Voor het beantwoorden van deze vraag moet je weten wat er gebeurt met je voeding nadat je hebt gegeten, hoe je lichaam daarop reageert en hoe insuline werkt.

Je eten wordt in het spijsverteringsstelsel afgebroken tot voedingsstoffen. Een van de voedingsstoffen is glucose. In de dunne darm wordt glucose opgenomen in het bloed. Na het eten heb je doorgaans meer glucose in je bloed. Hormonen zorgen ervoor dat de hoeveelheid glucose in je bloed op peil blijft. Als de hoeveelheid glucose in je bloed hoog is reageert je alvleesklier daarop met het afgeven van het hormoon insuline aan je bloed. Insuline zorgt ervoor dat glucose uit je bloed door lichaamscellen wordt opgenomen. Als na enige tijd de hoeveelheid glucose in het bloed is gedaald, dan geeft de alvleesklier ook minder insuline af. Het juiste antwoord is dus C: lijn C.

Voorbeeldopgave 4: Hemochromatose

Kernconcept: B.4 voortplanting, leerdoel: B.4.3



Bron: Horst Wolter.

Job heeft de ziekte hemochromatose. De ziekte is erfelijk en wordt veroorzaakt door een recessief gen dat niet op het X of Y chromosoom ligt. Een genetische test wijst uit dat zijn vrouw Noa geen drager is van het gen dat de ziekte veroorzaakt. Noa is zwanger van Job. Hoe groot is de kans dat het kind van Job en Noa de ziekte hemochromatose heeft?

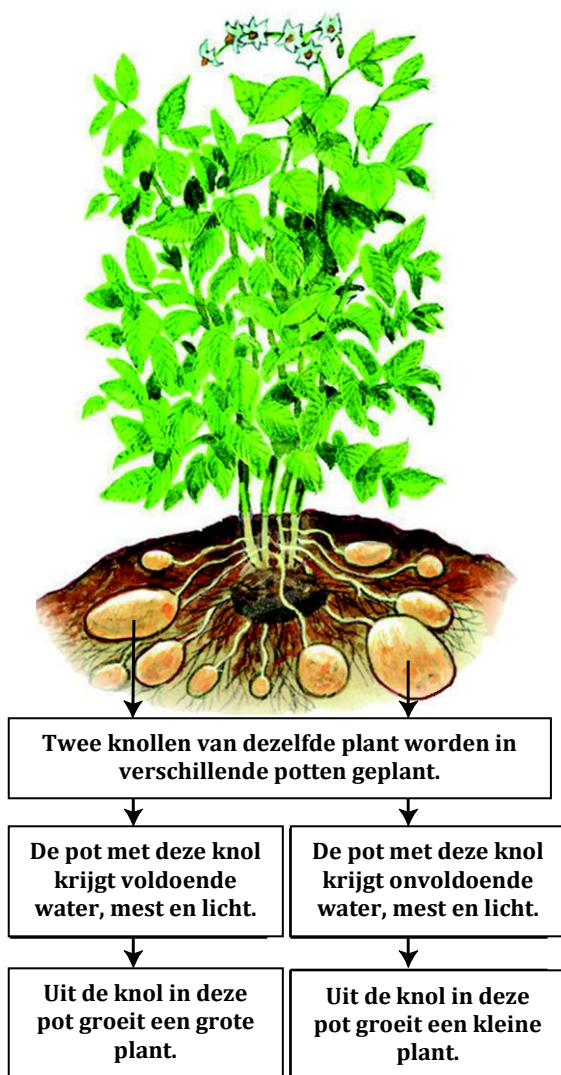
- A. 0%
- B. 50%
- C. 100%

Toelichting

Voor het beantwoorden van deze vraag moet je weten dat voortplantingscellen een enkele set chromosomen bevatten en dat een bevruchte eicel bestaat uit een dubbele set chromosomen, een set van de man en een set van de vrouw. Daarnaast moet je weten dat een erfelijke eigenschap bestaat uit een of meer genen en dat een gen gelokaliseerd is op een chromosoom. Genen kunnen recessief (niet dominant) zijn als erfelijke eigenschap alleen tot uiting komt als hetzelfde gen op beide chromosomen van een chromosomenpaar voorkomt. Een recessief gen komt niet tot uiting als op het andere chromosoom een dominant gen voor dezelfde eigenschap aanwezig is. Ook het gegeven in de vraag dat het gen niet op het X- of Y-chromosoom ligt is van belang. Als het recessieve gen op het X-chromosoom ligt, dan wordt de erfelijke eigenschap wel zichtbaar. Omdat Noa geen drager is van het recessieve gen, zal in haar eicellen geen gen voorkomen dat de ziekte hemochromatose kan veroorzaken. Dat Job de ziekte heeft, betekent dat bij hem het gen op beide chromosomen van een chromosomenpaar aanwezig is. Dit heeft als gevolg dat in zijn spermacellen altijd het gen dat de ziekte kan veroorzaken aanwezig is. Bij de bevruchting zal in alle gevallen een chromosomenpaar ontstaan dat op het ene chromosoom wel (de spermacel van Job) en op het andere chromosoom geen gen heeft (eicel van Noa) dat de ziekte veroorzaakt. Omdat het een recessief gen is zal de ziekte bij geen van de kinderen van Noa en Job voorkomen, maar ze zullen wel drager zijn van het gen. Het juiste antwoord is dus A: 0%.

Voorbeeldopgave 5: Aardappelplanten

Kernconcept: B.5 groei en ontwikkeling, leerdoel: B.5.5



Bron: Cito, Miles Kelly

Twee knollen van dezelfde aardappelplant worden volgens bovenstaand schema geplant en geteeld op twee verschillende plaatsen. Wat valt er te zeggen over het genotype en het fenotype van deze twee nieuwe aardappelplanten? De twee planten hebben..

- A. een verschillend genotype en een verschillend fenotype.
- B. hetzelfde genotype en hetzelfde fenotype.
- C. een verschillend genotype, maar hetzelfde fenotype.
- D. hebben hetzelfde genotype, maar een verschillend fenotype.

Toelichting

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is het nodig om te weten wat het verschil is tussen genotype en fenotype in relatie tot uiterlijke kenmerken van een individu. Daarnaast moet je weten dat het vermeerderen via knollen een vorm van ongeslachtelijke voortplanting is, waarbij de nakomelingen hetzelfde genotype hebben. De uiterlijke verschillen tussen de individuen zijn bij ongeslachtelijke voortplanting het gevolg van verschillen in omstandigheden van het individu (hier de aardappelplant) tijdens de groei en ontwikkeling. Het juiste antwoord is dus D: de nieuwe planten hebben hetzelfde genotype, maar een verschillend fenotype.

Voorbeeldopgave 6: Destilleerketel

Kernconcept: B.6 materie en techniek, leerdoel: B.6.5



Bron: Paul Hermans.

Met behulp van een destilleerketel wordt alcohol gescheiden uit een vloeistofmengsel. Een onderdeel van het destillatieproces is het condenseren van de alcohol dampen. Hoe worden de alcohol dampen gecondenseerd?

Door de alcohol dampen..

- A. langs een glad oppervlak te laten stromen.
- B. langs een heet oppervlak te laten stromen.
- C. langs een koud oppervlak te laten stromen.
- D. langs een ruw oppervlak te laten stromen.

Toelichting

In deze opgave wordt nauwelijks kennis gevraagd over het destillatieproces zelf, maar slechts over een deel ervan, namelijk hoe alcohol dampen worden gecondenseerd. Er wordt dus naar je kennis over fases en faseveranderingen van stoffen gevraagd.

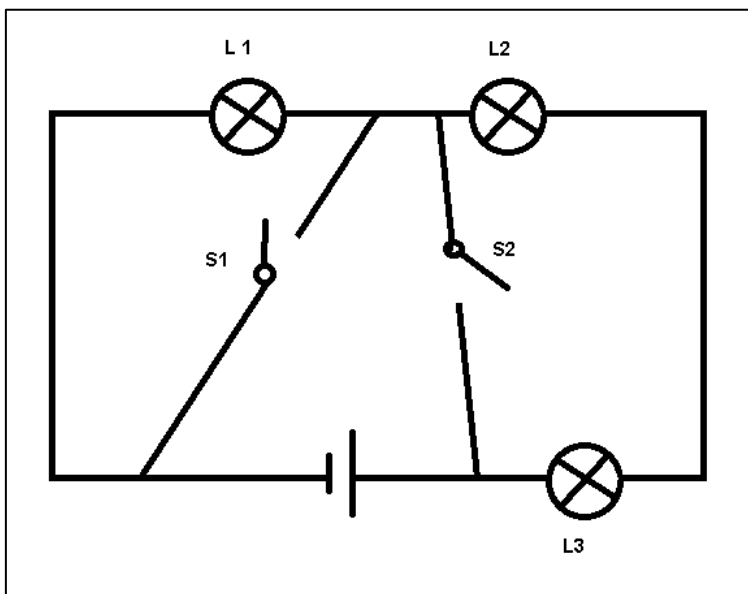
Je moet nagaan of je de vraag begrijpt. Wat is damp? In welke fasetoestand bevindt zich alcohol dan? Wat is 'condenseren'?

Damp betekent dat de alcohol bij deze temperatuur een gas is. Om een gas te laten condenseren moet er warmte worden onttrokken. Vergelijk dit met waterdamp. Dat betekent ook dat de temperatuur van de alcohol zal moeten worden verlaagd. Hoe kan dit nu het beste gedaan worden.

Als je nu naar de vier antwoorden kijkt, moet je het antwoord kiezen waarmee er warmte wordt onttrokken aan het gas alcohol, zodat deze kan condenseren tot een vloeistof. Het juiste antwoord is dus C: de alcohol dampen langs een koud oppervlak te laten stromen.

Voorbeeldopgave 7: Stroomschema

Kernconcept: B.7 energie en techniek, leerdoel: B.7.6



Bron: Cito.

In het stroomschema staan beide schakelaars S1 en S2 open. Hoe moeten de schakelaars staan om alleen lampje L2 en lampje L3 te laten branden?

- A. S1 open en S2 open
- B. S1 dicht en S2 open
- C. S1 open en S2 dicht
- D. S1 dicht en S2 dicht

Toelichting

In deze opgave wordt naar de kennis gevraagd over stroomkringen en over stroomschema's met de bijbehorende symbolen. In dit geval worden de symbolen voor draad, spanningsbron, lampje en schakelaar bekend verondersteld. Daarnaast moet je weten dat een lampje alleen gaat branden wanneer er sprake is van een gesloten stroomkring, maar ook dat de stroom de weg zoekt van de minste weerstand.

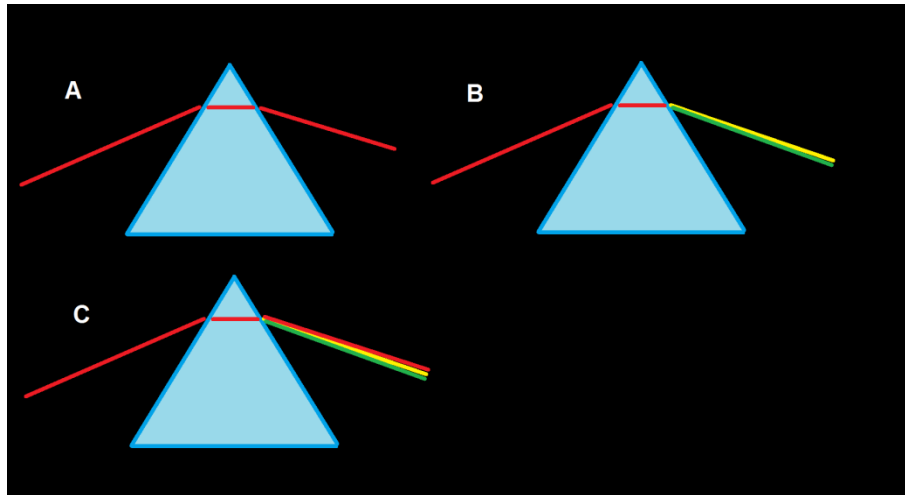
Bij deze opgave is het aan te bevelen dat je nog niet naar de antwoorden kijkt, maar eerst zelf onderzoekt wat er precies aan de hand is. Wat gebeurt er als beide schakelaars open staan? Welke lampjes gaan dan branden. Wat gebeurt er wanneer je alleen schakelaar S1 sluit? Welke route neemt de elektriciteit, als er een keuze is tussen een lampje met weerstand, en een draad zonder weerstand?

Als beide schakelaars open staan, dan staan de drie lampjes in serie in een gesloten stroomkring en gaan dus alle drie branden. Als je S2 sluit dan brandt alleen lampje L1. Als je beide schakelaars sluit ontstaat er kortsluiting. Als je S1 sluit en S2 open laat staan, dan gaan lampje L2 en lampje L3 branden. Het juiste antwoord is dus antwoord B.

Voorbeeldopgave 8: Prisma

Kernconcept: B.8 licht, geluid en techniek, leerdoel: B.8.3

Een rode lichtstraal wordt gebroken door een glazen prisma. Welke afbeelding geeft de manier aan waarop de rode lichtstraal gebroken wordt?



Bron: Cito.

Toelichting

Deze opgave veronderstelt kennis over licht dat gebroken wordt door een prisma. Als wit licht op een prisma valt, dan weet je dat dat licht wordt gebroken in de kleuren van de regenboog. In deze opgave valt er geen wit licht op een glazen prisma, maar alleen rood licht. Dan rijst de vraag of door een prisma de primaire kleur rood licht ook nog eens wordt gebroken in een aantal kleuren of dat de kleur zo blijft.

Hiervoor heb je het inzicht nodig dat wit licht, zoals licht van de zon, bestaat uit een mengeling van kleuren. Een glazen prisma kan wit licht in aantal verschillende kleuren breken. Elke kleur heeft zijn eigen brekingshoek, zo ook de kleur rood. De kleur rood wordt niet verder gebroken in andere kleuren. Dit geldt ook voor de andere kleuren. Het juiste antwoord is dus A.

Voorbeeldopgave 9: Zwemles

Kernconcept: B.9 krachten, beweging en techniek, leerdoel: B.9.4



Bron: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Zwemles>.

In welke omstandigheid blijf je beter drijven in water?

- A. in dieper water
- B. in warmer water
- C. in zouter water

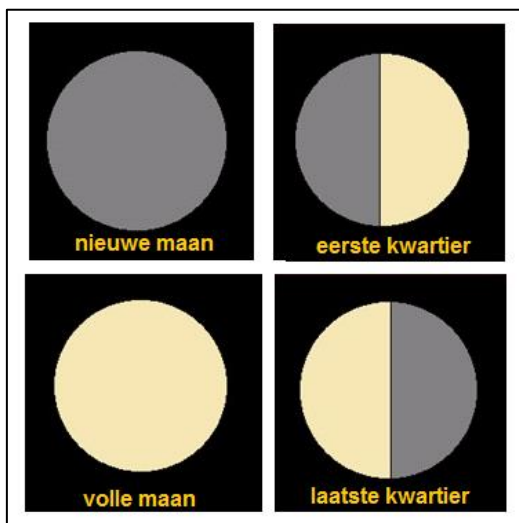
Toelichting

Het gaat in deze opgave om de kennis die je hebt over zinken, zweven en drijven van voorwerpen in vloeistoffen met verschillende dichtheden. Bij deze vraag je je af wanneer de opwaartse kracht groter is: bij diep water, warmer water of in zouter water.

Je legt hier de relatie met de dichtheid van water in drie situaties. Des te groter de dichtheid, des te groter de opwaartse kracht en des te beter je blijft drijven. Welk van de drie verhoogt de dichtheid? Aan het oppervlak heeft diep water dezelfde dichtheid als ondiep water. Warmer water zet iets uit en heeft daarom een kleinere dichtheid dan kouder water. Zouter water heeft een hogere dichtheid dan water. Conclusie is dat je in zouter water beter blijft drijven, omdat zouter water een grotere dichtheid heeft, waardoor de opwaartse kracht groter is. Het juiste antwoord is dus C.

Voorbeeldopgave 10: Schijngestalten

Kernconcept: B.10 ruimte, leerdoel: B.10.3



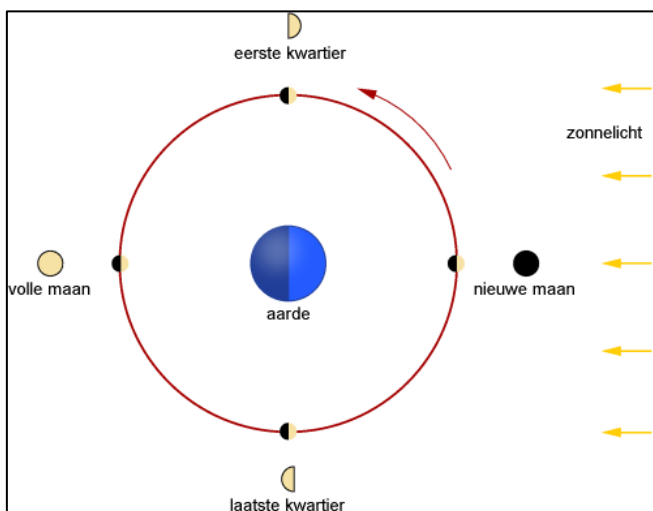
Bron: Cito.

Bij welke schijngestalte van de maan kan een maansverduistering plaatsvinden?

- A. bij nieuwe maan
- B. bij volle maan
- C. bij het eerste kwartier of het laatste kwartier
- D. dat is elke keer weer anders.

Toelichting

Wanneer je deze opgave lastig vindt, kun je het beste een eenvoudige tekening maken van de situatie. Deze kan er bijvoorbeeld uitzien zoals onderstaand plaatje. Vervolgens vraag je je af wat een maansverduistering eigenlijk is. Wanneer vindt die plaats? Wat is de oorzaak? Een maansverduistering treedt op wanneer het licht van de zon wordt tegengehouden door de aarde en de maan zich dus in de schaduw van de aarde bevindt. Dit kan alleen plaatsvinden wanneer de maan zich achter de aarde bevindt ten opzicht van de zon. De tekening toont aan dat dat alleen kan zijn bij volle maan. Het juiste antwoord is dus B.



Bron: <http://www.urania.be>

Bijlage 2 Toetsmatrijs

Een toetsmatrijs geeft aan hoe de opgaven zijn verdeeld over kennisdoelen en vaardigheidsdoelen uit hoofdstuk 3. De toetsmatrijs dient verschillende doelen. Ze laat zien hoeveel opgaven nodig zijn om een betrouwbaar oordeel te kunnen vellen over de vaardigheid van de aspirant-student. De toetsmatrijs garandeert ook dat alle belangrijke leerstof in de toets aan de orde komt en vermijdt dat er te veel opgaven over dezelfde leerstof in de toets voorkomen. Omdat de toetsmatrijs ten grondslag ligt aan alle versies van de toelatingstoetsen, zorgt ze er ook voor dat deze inhoudelijk toetsen gelijkwaardig zijn. Met behulp van de toetsmatrijs kun je een beeld vormen van de inspanningen die gevraagd worden, vooral wanneer voorbeeldopgaven de combinatie van een kennis- en vaardigheidsdoel illustreren.

Deze handreiking geeft een uitgebreide beschrijving van de kennis- en vaardigheidsdoelen, zie hoofdstuk 2 en 3. Bij natuur en techniek zijn er zeven vakgebonden vaardigheidsdoelen verdeeld over drie categorieën: onderzoeken, ontwerpen en hanteren van onderzoeksobjecten, instrumenten, materiaal en reken- en wiskundige vaardigheden. De 51 kennisdoelen zijn verdeeld over tien kernconcepten.

Er zijn voor elk kernconcept veel combinaties van vakgebonden vaardigheidsdoelen en kennisdoelen mogelijk. In de toetsmatrijs staat welke steekproef uit deze mogelijke combinaties is te trekken. De vakgebonden vaardigheidsdoelen worden over twee type beheersingsniveau verdeeld: beschrijven en toepassen. De indeling van de kennisdoelen is beperkt tot de tien kernconcepten.

Elk toets bestaat uit zestig opgaven. Bij de verdeling over de cellen van de matrijs wordt rekening gehouden met de (niet in de matrijs opgenomen) specificatie in leerdoelen (zie hoofdstuk 3). Ook bij de samenstelling van de toets letten we op de leerdoelen. Zo wordt voorkomen dat specifieke leerdoelen over- of ondervertegenwoordigd zijn.

kennis↓ vaardigheid→	beschrijven	toepassen	totaal
Biologische eenheid	3	3	6
Instandhouding	3	3	6
Gedrag en interactie	3	3	6
Voortplanting	3	3	6
Groei en ontwikkeling	3	3	6
<i>Totaal biologie</i>	15	15	30
Materie en techniek	3	3	6
Energie en techniek	3	3	6
Licht, geluid en techniek	3	3	6
Kracht, beweging en techniek	3	3	6
Ruimte en techniek	3	3	6
<i>Totaal natuurkunde en techniek</i>	15	15	30
Totaal	30	30	60

Referenties

Boeijen, G., Kneepkens, B., & Thijssen, J. (red.) (2011). *Natuurkunde en techniek voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie*. Arnhem: Cito.

Boersma, K. Th., Graft, M. van, Harteveld, A. Hullu, E. de, Knecht-van Eekelen, A. de, Mazereeuw, M., Oever, L. van den, & Zande, P.A.M. van der (2007). *Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar*. Utrecht: Nibi.

Handelingswerkwoorden (n.d.). Verkregen op 11 oktober 2013 van <http://www.schoolexamensvo.nl/>

Kerdoelen VO onderbouw (n.d.). Verkregen op 11 oktober 2013 van <http://ko.slo.nl/kerndoelen/>

Ottenvanger, W., Oorschot, F., Spek, W., Boerwinkel, D.J., Eijkelhof, H., Vries, M. de ... Kuiper, W. (2014). *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo: een richtinggevend leerplankader*. Enschede: SLO.

Spek, W. & Rodenboog-Hamelink, M. (2011). *Natuurwetenschappelijke vaardigheden in de onderbouw havo-vwo*. Enschede: SLO.

Thijssen, J. (red.) (2002). *Natuuronderwijs voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie*. Arnhem: Cito.

Thijssen, J., Schoot, F. van der, & Hemker, B. (2011). *Balans van het biologieonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. Arnhem: Cito.

SLO heeft als nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling een publieke taakstelling in de driehoek beleid, praktijk en wetenschap. SLO heeft een onafhankelijke, niet-commerciële positie als landelijke kennisinstelling en is dienstbaar aan vele partijen in beleid en praktijk.

Het werk van SLO kenmerkt zich door een wisselwerking tussen diverse niveaus van leerplanontwikkeling (stelsel, school, klas, leerling). SLO streeft naar (zowel longitudinale als horizontale) inhoudelijke samenhang in het onderwijs en richt zich daarbij op de sectoren primair onderwijs, speciaal onderwijs, voortgezet onderwijs en beroepsonderwijs. De activiteiten van SLO bestrijken in principe alle vakgebieden.

SLO

Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40
E info@slo.nl

www.slo.nl

slo