

Examenverslag van natuurkunde vwo, tweede tijdvak (2025)

Beste leerling,

In dit examenverslag voor leerlingen proberen we een zo goed mogelijk antwoord te geven op de volgende vraag:

In hoeverre was het examen te maken met behulp van de op de cursus behandelde kennis & vaardigheden?

Om een zo duidelijk mogelijk verslag te maken, hebben we de vragen onderverdeeld in vier categorieën.

- I. Algemene (niet-vakgerelateerde) kennis & vaardigheden
- II. Alleen-kennis/aanpak-uit-de-cursus-vraag
- III. Een-stapje-extra-vraag
- IV. Niet voorgekomen in de cursus

De eerste categorie doet een beroep op algemene basisvaardigheden, welke we bekend veronderstellen. Categorie II en III zijn vragen die op te lossen zijn met de kennis en vaardigheden die je op de cursus geleerd hebt. De laatste categorie vragen is op de cursus niet aan bod gekomen. In *bijlage 1*, achteraan dit document, vind je een nadere toelichting van deze categorieën.

Het is belangrijk om te beseffen dat deze categorieën niets zeggen over de moeilijkheidsgraad van een vraag. Een vraag die rechtstreeks op te lossen valt met kennis en vaardigheden uit de cursus (categorie II) kan best een pittigere opgave zijn dan een vraag die niet is voorgekomen tijdens de cursus (categorie IV).

Mocht je vragen of opmerkingen hebben naar aanleiding van dit examenverslag, dan horen we dit uiteraard heel graag! Je mag ons hier altijd over mailen op info@sslleiden.nl.

Met vriendelijke groet,

Hans Huibregtse

opgave	vraag	aantal punten	categorie vraag	toelichting categorie keuze:
1	1	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aangezien dit een 'leg uit'-vraag was, kon je herkennen dat je hier het 'Redeneerstappenplan' kon gebruiken. Eerst kon je de weerstand uit de grafiek afleiden. Tijdens de uitleg 'Elektriciteit' hebben we de formule $U = I \cdot R$ voor de weerstand besproken. Je kon op twee verschillende punten de weerstand berekenen met $R = U/I$ en deze met elkaar vergelijken. Je zou dan zien dat de weerstand toenam als de spanning (en dus de stroomsterkte) groter werd. Hiermee kon je het eerste deelpunt behalen. Voor het laatste deelpunt moest je een consequente conclusie geven over of de weerstand een NTC of PTC was. De kennis over een NTC/PTC is besproken tijdens de uitleg 'Elektriciteit: Bijzondere weerstanden'. Ook al had je voor de eerste twee deelpunten niet de juiste redenering, kon je nog steeds het laatste deelpunt behalen met de kennis uit de uitleg.
		1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je kon zetten om het tweede deelpunt te scoren, was dat een hoger vermogen tot een hogere temperatuur leidde. Vervolgens kon je met de formule $P = UI$ uit de uitleg 'Elektriciteit' berekenen dat het vermogen toenam bij een hogere stroomsterkte, dus dat de temperatuur toenam bij een hogere stroomsterkte.
	2	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? De stroomsterkte kon je aflezen uit figuur 1. De spanning over lampje L_1 was gegeven als 5,0 V. Door deze waarde op te zoeken in het (U,I)-diagram, zoals we oefenen tijdens de uitleg 'Grafieken', kon je de bijbehorende stroomsterkte van 64 mA vinden. Vervolgens moest je de weerstand van één lampje berekenen met de formule $R = U/I$, de eerste stap uit de uitleg 'Elektriciteit'. Daarna kon je met de laatste stap de totale weerstand uitrekenen met de formule voor de vervangingsweerstand van de serieschakeling. Omdat de twee lampjes identiek waren, kon je de berekende weerstand vermenigvuldigen met 2 om het eindantwoord te vinden. Tot slot was het belangrijk om je antwoord in het juiste aantal significante cijfers te geven. Dit is een vaardigheid die we gedurende de gehele cursus oefenen met de 'SALE-check' uit het 'Masterstappenplan'.
	3	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het aansluiten van stroom- en spanningsmeters is besproken tijdens de uitleg 'Elektriciteit: Schakelingspel'. Tijdens het voorbeeld is besproken hoe een parallelschakeling eruitziet. Met die kennis kon je bedenken hoe je de ohmse weerstand had moeten aansluiten.
	4	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor de totale stroomsterkte kon je regel 1 van het 'Schakelingspel' uit de uitleg 'Elektriciteit' gebruiken. De totale spanning bleef gelijk, en voor de totale weerstand kon je regel 4 van het 'Schakelingspel' toepassen. Met de formule voor de parallelschakeling kon je bedenken dat de weerstand van de linkerkant van de schakeling kleiner werd, waardoor de totale weerstand ook kleiner werd. Daaruit kon je concluderen dat de totale stroomsterkte groter werd door middel van stap 1 van het 'Schakelingspel'.

		2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap hier was dat de felheid van de lampjes afhangt van de stroomsterkte die erdoorheen gaat. Met regel 2 van het 'Schakelingenspel' uit de uitleg 'Elektriciteit' kon je erachter komen dat de stroomsterkte door L_2 gelijk was aan de totale stroomsterkte, en dus dat dit lampje feller moest branden. Vervolgens kon je met regel 1 van het 'Schakelingenspel' bedenken dat de spanning over L_2 groter moest worden, waardoor je daarna met regel 3 van het 'Schakelingenspel' kon bedenken dat de spanning over L_1 kleiner moest worden. Door opnieuw regel 1 te gebruiken voor L_1 , kon je beredeneren dat de stroomsterkte, en dus de felheid, kleiner werd.
2	5	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Tijdens de uitleg 'Energie' is er besproken dat er bij een hoogte zwaarte-energie aanwezig is. Ook is de formule voor de zwaarte-energie besproken. Door deze te berekenen op het begin en het eind van de stuiterbeweging, kon je het verschil in energie uitrekenen.
	6	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij deze vraag kon je het stappenplan 'Energie' toepassen. Door E_w gelijk te stellen aan 13% of 0% van de energie op punt 1, kon je de snelheid berekenen. Zowel tijdens het oefenen van de opgaven als de klassikale voorbeelden is besproken hoe significantie werkt bij de 'SALE-check'. Dit is tevens de laatste stap van het 'Masterstappenplan'.
	7	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij deze vraag kon je het stappenplan 'Energie' toepassen. Omdat de vraag ging over het energieverlies tijdens de stuiterbeweging, kon je bedenken dat je punt 1 net voor de stuiterbeweging en punt 2 net na de stuiterbeweging moest kiezen. Omdat het balletje een snelheid had, kon je bedenken dat er E_k aanwezig was. Vervolgens kon je het podium van de uitleg 'Bewegen' toepassen om de snelheden uit de grafiek te halen.
	8	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Volgens de vraag moest je figuur 4 gebruiken, waar je de hoogte van de stabiele situatie kon aflezen. Met het aflezen van grafieken hebben we tijdens de cursus geoefend bij het onderdeel 'Grafieken'. Vervolgens moest je volgens de vraag ook figuur 3 gebruiken, waar je het verband kon zien tussen de hoogte en het energieverlies bij één stuiterbeweging. Door hier te kijken naar de energie bij de hoogte die je uit figuur 4 had bepaald, kon je antwoord geven op de vraag.
3	9	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Uit de tekst kon je halen dat de afbeelding zo groot mogelijk moest zijn, dus moest hoek alfa zo groot mogelijk zijn. Met de tralieformule, besproken tijdens de uitleg 'Quantumwereld - Golf- deeltjesgedrag' kon je beredeneren dat de tralieconstante zo klein mogelijk moest zijn. Met het aantal lijnen per millimeter kon je de tralieconstante bepalen voor beide tralies. Hier heb je tijdens de cursus mee kunnen oefenen met opgave 74 uit de opgavenbundel.
	10	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij deze vraag kon je de tralieformule toepassen. Deze is besproken tijdens de uitleg 'Quantumwereld - Golf- deeltjesgedrag'. Alle benodigde gegevens stonden in de tekst. Je hebt tijdens de cursus met een soortgelijke opgave, namelijk opgave 75 uit de opgavenbundel, kunnen oefenen.
	11	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het eerste deelpunt kon je behalen met de kennis dat er bij een tralie meerdere maxima ontstaan, zoals besproken tijdens de uitleg 'Quantumwereld: Golf- en deeltjesgedrag'. Voor het tweede deelpunt had je kennis nodig uit het onderdeel 'Waarschijnlijkheid', van dezelfde uitleg. Daarin is besproken dat de kans om een deeltje aan te treffen het grootst is bij de pieken en dalen. Omdat er bij een tralie meerdere pieken zijn, kon je niet voorspellen waar een deeltje terecht komt.

4	12	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Met het afleiden van eenheden heb je kunnen oefenen met opgave 7 van de voorbereidende opgaven, en ook met de opgaven van de sectie 'Wiskundige vaardigheden'.
	13	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij deze vraag kon je het stappenplan 'Formules omschrijven' gebruiken. Omdat er in de tekst stond dat de druppel met een constante snelheid bewoog, kon je weten dat je krachten aan elkaar gelijk moest stellen met behulp van stappen 4 en 5 van stappenplan 'Krachten'. Met het stappenplan 'Krachten' kon je erachter komen dat dit F_z en F_w waren. Omdat er in de gegeven formule geen massa stond, kon je bedenken dat je die moest vervangen. Omdat er wel een dichtheid in stond, was dat een hint om de formule $m = \rho V$ te gebruiken. Deze formule is niet besproken tijdens de cursus, maar omdat die formule in de onderbouw behandeld wordt, veronderstellen we die als basiskennis. Vervolgens kon je V vervangen door het volume van een bol, te vinden in binastabel 36.
	14	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor het eerste streepje stonden alle benodigde gegevens in de tekst. Met het omschrijven en invullen van formules hebben we gedurende de hele cursus geoefend. Voor het tweede streepje was de aanpak uit de tekst te halen. Door de dichtheid van olie en van lucht op te zoeken in Binas/ScienceData, kon je beredeneren dat de opwaartse kracht veel kleiner moest zijn dan de zwaartekracht. De dichtheid was te vinden in binastabellen 8 tot en met 11, die we tijdens de cursus meerdere keren hebben gebruikt, zoals bijvoorbeeld om de soortelijke weerstand op te zoeken tijdens de uitleg 'Elektriciteit: Weerstand van een draad'.
	15	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Omdat er elektronen aan de druppel hechtten, kon je bedenken dat de druppel negatief geladen moet zijn. De lading van een elektron is besproken tijdens 'Magnetische velden: Lorentzkracht' uit de uitleg 'Elektromagnetisme'. In de tekst stond dat de druppel omhoog bewoog. Omdat de druppel negatief geladen was, moest erboven dus wel een positieve plaat zitten. Tijdens de uitleg 'Elektrische velden' is er besproken dat de elektrische veldlijnen van de positieve plaat naar de negatieve plaat lopen. Om het tweede streepje te beantwoorden, stonden alle benodigde gegevens en de benodigde formule in de tekst.
		1	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Het eerste deelpunt was te behalen door de veldlijnen op gelijke onderlinge afstand te tekenen. Dit kon je weten doordat er in de tekst stond dat het ging om een homogeen veld. De betekenis van het woord 'homogeen' is niet behandeld tijdens de cursus, omdat dit grotebakstof is.
	16	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Je kon herkennen dat je het stappenplan 'Krachten' nodig had doordat er een figuur was gegeven met krachten op de uitwerkbijlage. In de tekst stond dat de druppel met een constante snelheid bewoog. Met stap 4 van het stappenplan kon je bedenken dat $F_{\text{res}} = 0$. Vervolgens kon je met stap 5 erachter komen dat de elektrische kracht naar boven was gericht en gelijk was aan de som van de twee krachten naar beneden. Hiermee kon je het eerste streepje beantwoorden. Voor het tweede streepje kon je de formule $F_{\text{el}} = E/q$ gebruiken, besproken tijdens het blok 'Elektrische velden' van de uitleg 'Elektromagnetisme'. Dit kon je bedenken omdat je bij het eerste streepje de elektrische kracht moest tekenen en omdat je bij het tweede streepje de lading moest berekenen.
		2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier moest zetten, was dat je een schaal kon bepalen door de zwaartekracht uit te rekenen en de zwaartekracht in de tekening op te meten. Vervolgens kon je met die schaal de elektrische kracht F_{el} uitrekenen.

	17	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Voor het eerste deelpunt had je aan de informatie uit de tekst genoeg om te redeneren tot het juiste antwoord. Uit de tekst kon je halen dat de meetpunten steeds veelvoudig waren van het elementair ladingsquantum. Het kleinste verschil tussen twee meetpunten moest dan wel het elementair ladingsquantum zijn. Het Cito beschouwt dit als een algemene redeneervaardigheid.
		1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Met het omrekenen van eenheden hebben we gedurende de hele cursus geoefend. Hiermee kon je het tweede deelpunt behalen.
		1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap was hier dat, om zo nauwkeurig mogelijk te zijn, je moest kijken hoe vaak de kleinste afstand tussen twee meetpunten in de hele grafiek paste. Op deze manier bepaalde je een soort gemiddelde, vergelijkbaar met hoe we de trillingstijd bepalen uit een grafiek in de uitleg 'Trillingen en Golven'. Hiermee kon je het laatste deelpunt behalen.
5	18	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'dikte' en 'halveringsdikte' kon je herkennen dat je de formule $I = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{d/d_{1/2}}$ nodig had. Deze is besproken tijdens de uitleg 'Kernfysica: Berekeningen met $t_{1/2}$ en $d_{1/2}$ '. Het opzoeken van de halveringsdikte in Binas/ScienceData is ook besproken tijdens deze uitleg.
		1	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Het rekenen met logaritmes is niet behandeld tijdens de cursus, omdat dit grotebakstof is.
	19	5	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap was dat je de gegeven formule $d_{1/2, \text{leverweefsel}} = 0,9 d_{1/2, \text{water}}$ moest gebruiken om I/I_0 voor de lever uit te rekenen. Hierbij had je ook de formule voor de doorgelaten intensiteit nodig, die we besproken hebben in de uitleg 'Kernfysica'. Daarmee kon je een eindpunt berekenen. Bijvoorbeeld, bij acht halveringsdiktes water waren er $8 / 0,9 = 8,9$ halveringsdiktes leverweefsel. De intensiteit is dan $I/I_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^{8,9}$. Door dit punt te berekenen en door net als water een rechte lijn te gebruiken, kon je de grafiek correct tekenen. Voor het tweede deel (de uitleg over het contrast) kon je het 'Redeneerstappenplan' gebruiken, maar moest je meerdere verbanden leggen. Uit de door jou getekende grafiek kon je aflezen dat het contrast (de verhouding tussen de twee lijnen) groter werd bij een groter aantal halveringsdiktes. Om het weefsel van de patiënt te laten bestaan uit een groot aantal halveringsdiktes, moet de halveringsdikte zelf zo klein mogelijk zijn. In binastabel 28F/sciencedatatabel 5.9, die we tijdens de cursus hebben besproken bij hetzelfde onderdeel, kon je opzoeken dat een kleinere halveringsdikte hoort bij een kleinere fotonenergie. De conclusie was dus dat het contrast het grootst was bij kleine fotonenergieën.
6	20	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij het diagram wat gegeven was op de uitwerkbijlage stonden $\log(T)$ en $\log(P/P_{\text{zon}})$ op de assen. De verhouding van de vermogens en de temperatuur waren beide gegeven, dus je kon de logaritmes uitrekenen met je rekenmachine en de assen aflezen. Het aflezen van grafieken hebben we geoefend tijdens het onderdeel 'Grafieken'. Je hebt met een soortgelijke opgave kunnen oefenen tijdens de cursus, namelijk opgave 101 uit de opgavenbundel.

	21	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? In de tekst staat dat er tijdelijk minder licht werd waargenomen als de planeet voor de ster langs bewoog. Hoe groter de planeet, hoe meer licht er geblokkeerd wordt. Dit is niet besproken tijdens de cursus, omdat dit als algemene kennis wordt beschouwd door het Cito.
		1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Tijdens de uitleg 'Krachten' is besproken wat het begrip 'omlooptijd' betekent. Vervolgens kon je bedenken dat een kleinere omlooptijd betekent dat de planeet vaker voor de ster langs beweegt en dus vaker waar te nemen is.
	22	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'cirkelbeweging' en 'baansnelheid' kon je herkennen dat de vraag ging over de uitleg 'Krachten'. Met stap 2 van het stappenplan kon je bedenken dat je de gravitatiekracht gelijk moest stellen aan de middelpuntzoekende kracht. Verder kon je alle gegevens opzoeken in Binas/ScienceData of stonden ze in de tekst.
	23	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Hoewel absorptie- en emissiespectra niet zijn behandeld tijdens de cursus, hebben we wel besproken wat de begrippen 'absorptie' en 'emissie' betekenen tijdens de uitleg 'Quantumwereld: Energiediagrammen'. De extra denkstap was hier dat de atmosfeer van de planeet geen licht uitzond, dus dat het alleen maar om absorptie kon gaan.
	24	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? In de gegeven grafieken stond de intensiteit uitgezet tegen de golflengte. Dit soort grafieken zijn besproken tijdens de uitleg 'Astrofysica'. Tijdens diezelfde uitleg is de 'wet van Wien' besproken. Deze formule kon je gebruiken om $\lambda_{\max}$ uit te rekenen. Met binastabel 19A kon je zien waar de piek van de planckkromme ongeveer zou moeten liggen. Vervolgens stond er in de tekst dat een bepaalde kleur licht óf helemaal óf niet werd geabsorbeerd. Omdat de dip van het groene licht kleiner is dan bij blauw en rood, kon je bedenken dat groen licht niet werd geabsorbeerd, en blauw en rood wel. Met die kennis kon je de juiste grafiek kiezen.
75				

verdeling per categorie:

categorie	aantal punten	percentage
I	2	3%
II	59	79%
III	12	16%
IV	2	3%
	75	100%

In hoeverre was het examen te maken met behulp van de op de cursus opgedane kennis & vaardigheden?

Dit gold voor: 97% van de vragen (namelijk categorie I, II en III).

Bijlage 1: Toelichting categorieën

Categorie I: Algemene (niet-vakgerelateerde) kennis & vaardigheden

Dit betreft de volgende vragen: vragen waarbij een beroep wordt gedaan op algemene kennis & vaardigheden. Dit zijn kennis & vaardigheden die niet zijn opgenomen in de eindtermen in de syllabus.

Categorie II: Alleen-kennis/aanpak-uit-de-cursus-vraag

Dit betreft de volgende vragen:

- Vragen die letterlijk voorkomen in de uitleg (in de uitleg of in een klassikaal voorbeeld);
- Vragen die letterlijk met een stappenplan op te lossen zijn;
- Vragen die vergelijkbaar zijn met opgaven uit de opgavebundel die vrijwel altijd worden opgegeven door de hoofddocent;
- Theorievragen die niet worden behandeld op de cursus, maar die we je van tevoren via de vakkenpagina geadviseerd hebben te leren (uit bijv. Samengevat);
- Vragen die vergelijkbaar zijn met vragen uit de voorbereidende opgaven.

Categorie III: Een-stapje-extra-vraag

Dit betreffen vragen waarbij je, de naam zegt het al, een stapje extra moet zetten. Oftewel: je moest je kennis en vaardigheden behandeld tijdens de cursus combineren met een stukje 'inzicht'. Bijvoorbeeld:

- Je moet net even buiten het stappenplan om denken;
- Je moet informatie uit de tekst halen om een bepaalde variabele voor een formule of berekening uit te rekenen.

Categorie IV: Niet voorgekomen op de cursus

Dit betreft de volgende vragen:

- Vragen over grotebakstof (examenstof die niet behandeld is tijdens de cursus). De stof is niet voorgekomen in de standaard opgegeven opgaven, de voorbereidende opgaven of opgegeven stof op de vakkenpagina.
- Vragen waarvan je redelijkerwijs niet kon vaststellen dat het om een op de cursus behandeld concept in een andere context gaat.