

Examenverslag van natuurkunde vwo, eerste tijdvak (2026)

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	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Je kon herkennen dat je deze vraag kon oplossen met de uitleg 'Energie', doordat er 2 punten waren benoemd in de tekst, waarvan er van eentje de snelheid was gegeven en van de ander de hoogte werd gevraagd. Vervolgens kon je hier het stappenplan uit de uitleg 'Energie' toepassen om de hoogte te berekenen. Alle benodigde gegevens stonden in de tekst.
	2	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat je de nauwkeurigheid van de meting op de foto kon omrekenen naar de werkelijke nauwkeurigheid met behulp van de schaal. De schaal kon je bepalen door de lengte van de balk op de foto op te meten en te vergelijken met de werkelijke lengte van 0,91 m. Met het opmeten van lengtes heb je tijdens de cursus kunnen oefenen, bijvoorbeeld met opgave 19.
	3	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap was dat je de punten in de figuur kon tellen om te bedenken hoeveel beeldjes er rechts van $x = 0$ zijn gemaakt. Vervolgens kon je de tijd per beeldje berekenen met gegevens uit de tekst. Dit kon je doen door te bedenken dat er 50 beeldjes per seconde zijn opgenomen, waardoor je de tijd van 1 beeldje kon berekenen met $1/50$. Soortgelijke denkstappen heb je kunnen oefenen met verschillende opgaven uit de cursus, bijvoorbeeld opgave 15 (het omrekenen van pk naar Watt), 41 (het omrekenen van J naar eV) en 74.
	4	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat de afstand tussen twee opeenvolgende meetpunten in figuur 3 een maat was voor de snelheid, aangezien de tijd tussen de beeldjes constant was. Door de afstand tussen de punten van S en M rond het tijdstip $t = 0,34 \text{ s}$ te vergelijken, kon je zien dat S een grotere afstand aflegde per beeldje en dus een grotere snelheid had. Hierdoor bewoog S nog ten opzichte van M. De formule $s = v * t$ had je ook kunnen gebruiken om tot dit inzicht te komen. Deze is besproken tijdens de uitleg 'Bewegen'. Het 'redeneerstappenplan' had je hier kunnen helpen met het overzichtelijk opschrijven van de denkstappen.
	5	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Tijdens de uitleg 'Bewegen' is besproken dat je de formule $v = \frac{a_{gem}}{t}$ kon gebruiken als Cito vroeg naar de gemiddelde versnelling/vertraging. Vervolgens kon je de snelheid en de tijd uit de grafiek halen om a te berekenen. Hier hebben we tijdens de cursus mee geoefend tijdens het onderdeel 'Bewegen'. Je kon hier ook het podium gebruiken, dan was je op dezelfde aanpak gekomen. 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'.



	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, is dat de bewegingsrichting omkeert op het moment waar de snelheid 0 is.	
6	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Doordat de term 'kinetische energie' in de vraag stond, kon je bedenken dat je de uitleg 'Energie' kon toepassen. Met het stappenplan kwam je dan uit op $E_k, 1 = E_w$. Vervolgens kon je de formules invullen voor E_k en E_w . Voor E_w geldt de formule $E_w = F_w * s$, dus je kon bedenken dat je nog een andere formule kon invullen voor F_w (omdat er geen F_w in de gegeven formule staat). Dit is tevens stap 4 van het stappenplan 'Formules afleiden', die je hier ook had kunnen gebruiken. Om aan F_w te komen, kon je het 'krachtenstappenplan' toepassen, waarmee je kon vinden dat $F_w = F_{res}$. Vervolgens kon je de formule $F_{res} = m * a$ gebruiken om F_w in te vullen. De laatste stap die je dan nog kon zetten om tot het eindantwoord te komen, was de formule omschrijven.	
7	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, is dat je de afstand van de veiligheidsriem kon vinden in figuur 3.	
	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Vervolgens kon je met de gegeven formule bedenken dat de vertraging kleiner is bij een grotere afstand. Dit heb je tijdens de cursus kunnen oefenen met verschillende opgaven. Het 'redeneerstappenplan' had je hier kunnen helpen met het overzichtelijk opschrijven van de denkstappen.	
2	8	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de gegevens over lengte, diameter en materiaal kon je herkennen dat je de formule voor de weerstand van een draad uit de uitleg 'Elektriciteit' kon gebruiken. De soortelijke weerstand van koper kon je opzoeken in Binas, zoals besproken tijdens dezelfde uitleg. In de foto kon je zien dat beide snoeren in serie zijn aangesloten, wat behandeld is tijdens het onderdeel 'Schakelingenspel' van de uitleg 'Elektriciteit'.
	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je kon zetten, was dat een weerstand van 60Ω betekent dat de werkelijke waarde ergens tussen 59,5 en 60,4 ligt. Immers, als je 55,5 en 60,4 zou afronden op 2 significante cijfers, kom je op 60 uit. De onnauwkeurigheid in de weerstand van 60Ω is dus $0,5 \Omega$.	
9	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij deze vraag kon je het onderdeel 'Schakelingenspel' uit de uitleg 'Elektriciteit' gebruiken. Omdat de twee weerstanden parallel staan en even groot zijn, kon je met de regel 'Stroom stroomt' bedenken dat de stroom zich gelijk verdeelt. De totale stroom, die door de derde weerstand gaat, is dus twee keer zo groot als de stroom door de eerste weerstand. Met de wet van Ohm kon je vervolgens het verband tussen de spanningen afleiden.	
10	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Tijdens de uitleg 'Elektriciteit: Bijzondere weerstanden' is besproken dat de weerstand van een PTC toeneemt bij een hogere temperatuur.	



	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, is dat er bij een hogere stroomsterkte een hogere temperatuur is. Dit had je kunnen bedenken met behulp van de formule $P = I^2 * R$. Deze formule is besproken tijdens de uitleg 'Elektriciteit'. Omdat de eenheid van P gelijk is aan Joule per seconde, en P afhangt van I, kon je dus bedenken dat de warmte afhangt van de stroomsterkte. De eenheid van P kon je vinden in Binas 5, die besproken is tijdens de uitleg 'Grafieken'. Met de regel 'Stroom stroomt', ook van de uitleg 'Elektriciteit', kon je bedenken dat de totale stroom door het derde lampje gaat, en dat deze dus warmer wordt dan de andere twee. Hierdoor wordt de weerstand van dit lampje groter. Met de regel 'Spanning fietst een rondje' kon je beredeneren dat dit lampje daardoor een groter deel van de totale spanning krijgt dan in de situatie met constante weerstanden, en dus op een te hoog vermogen brandt. Het 'redeneerstappenplan' had je hier kunnen helpen met het overzichtelijk opschrijven van de denkstappen.
11	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Uit figuur 1 kon je een rechthoekige driehoek halen. Met behulp van goniometrie (de tangens of sinus) kon je de afstand berekenen. Dit heb je kunnen oefenen met de voorbereidende opgaven. Daarnaast is tijdens de uitleg 'Krachten' goniometrie aan bod gekomen. De overstaande zijde was de baanstraal van de aarde, die je kon opzoeken in Binas. Dit is besproken tijdens de uitleg 'Krachten'. Door de minimale hoek in te vullen, vond je de maximale afstand die nog gemeten kon worden. Deze kon je vergelijken met de gegeven ordegrootte. Het begrip 'ordegrootte' is besproken tijdens de uitleg 'Quantumwereld: Golf- en deeltjesgedrag'.
12	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het eerste punt kon je hier behalen door de minimale en maximale intensiteit af te lezen. Het aflezen van grafieken heb je met meerdere opgaven uit de cursus kunnen oefenen, onder andere met opgaves 2, 18, 20 en 21.
	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, is dat de intensiteit evenredig is aan het vermogen, en het vermogen evenredig is aan de temperatuur tot de macht 4. Door de verhouding van de temperaturen tot de macht vier te berekenen, kon je aantonen dat deze overeenkomt met de verhouding van de afgelezen intensiteiten. Het schema van de uitleg 'Astrofysica' had je kunnen helpen om de juiste formules te gebruiken.
13	2	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Tijdens de cursus is niet besproken dat de richtingscoëfficiënt van een formule gelijk is aan de steilheid van een lineaire grafiek, omdat dit onder grotebakstof valt.
	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Voor de overige deelpunten kon je de gegeven formule gebruiken, ook als het niet gelukt was om a te berekenen. De extra denkstap was hier dat je het snijpunt met de y-as kon gebruiken om de formule in te vullen: dan vallen a en $\log(I)$ weg en kon je C uitrekenen. Met het invullen en omschrijven van formules heb je gedurende de hele cursus kunnen oefenen.
14	2	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Voor deze opgave kon je je algemene redeneervaardigheden en de informatie uit de tekst gebruiken. In de tekst stond dat de constante afhangt van de afstand tot de aarde. Als je sterren uit hetzelfde sterrenstelsel neemt, is de afstand tot de aarde voor al die sterren ongeveer gelijk, waardoor de constante gelijk is en je een rechte lijn krijgt. Bij willekeurige sterren is de afstand steeds anders. De uitleg 'Redeneerstappenplan' had je hier kunnen helpen met het overzichtelijk opschrijven van de denkstappen.



	15	1	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Voor het eerste deelpunt moest je weten wat een periode was. Dit is niet besproken tijdens de cursus, omdat deze term als grotebakstof wordt beschouwd.
		2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Omdat er in de tekst stond dat periode aangegeven werd met de letter 'T', kon je het verband leggen met figuur 5: daar stond 'T' namelijk op de x-as. Met figuur 5 kon je de intensiteit aflezen. Het aflezen van grafieken heb je met meerdere opgaven uit de cursus kunnen oefenen, onder andere met opgaves 2, 18, 20 en 21. Doordat de vraag ging over de afstand en de intensiteit uit figuur 5 af te lezen was, kon je bedenken dat je de kwadratenwet nodig had. Deze formule is besproken tijdens de uitleg 'Astrofysica'. 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'.
		1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je kon zetten, was dat je de kwadratenwet voor KMW kon omschrijven naar $P_{bron} = I * 4\pi * r^2$ en kon gelijkstellen aan P_{bron} voor Delta Cephei. Dit mocht omdat er in de tekst stond dat P_{bron} voor beide gelijk is. Hiermee kon je de afstand van de aarde naar KMW uitrekenen.
3	16	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'eendimensionale put', 'absorberen' en 'grondtoestand' kon je herkennen dat deze vraag ging over het onderdeel 'Energiediagrammen' van de uitleg 'Quantumwereld'. Tijdens die uitleg is het uitsluitingsprincipe van Pauli behandeld. Daarmee kon je de hoge baan en de lage baan bepalen uit stap 1 van het stappenplan bij 'Energiediagrammen'. Verder stonden alle benodigde gegevens in de tekst en kon je het stappenplan volgen wat in diezelfde uitleg is behandeld.
	17	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het eerste deelpunt kon je behalen door de formule voor het faseverschil te gebruiken. Het laatste deelpunt kon je behalen door te bedenken dat de blauwe kleur versterkt moet zijn, en er dus constructieve interferentie optreedt. Beide onderwerpen zijn besproken tijdens het onderdeel 'Golf- deeltjesgedrag' van de uitleg 'Quantumwereld'.
		3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat je voor de weglengte van de lichtgolven die weerkaatsen op lamel 2 de lengte van lamel 1 en het stuk lucht tussen lamel 1 en 2 dubbel moest rekenen. Vervolgens kon je de golflengte van het licht berekenen met de gegevens uit de tekst en de formule $v = \lambda * f$. Deze is besproken tijdens de uitleg 'Trillingen en Golven'.
	18	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het woord 'tralie' in de tekst kon je zien dat de vraag ging over het onderdeel 'Golf- deeltjesgedrag' van de uitleg 'Quantumwereld'. Daarin is de formule voor de tralie besproken. Met deze formule kon je de tralieconstante uitrekenen, om vervolgens uit te rekenen hoeveel richels per centimeter er waren op de vleugel. 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'.
4	19	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'elektronenbundel' en 'röntgenstraling' kon je herkennen dat deze vraag ging over het onderdeel 'Soorten straling' van de uitleg 'Kernfysica'. Tijdens die uitleg is besproken dat bèta-straling bestaat uit elektronen en dat het doordringend vermogen laag is. Hiermee kon je het eerste deelpunt behalen. De uitleg 'Redeneerstappenplan' had je hier kunnen helpen met het overzichtelijk opschrijven van de denkstappen.



	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Het tweede punt kon je behalen door te bedenken dat de tumor dicht bij de huid moet liggen als de straling niet ver kan komen. Dit is niet besproken tijdens de cursus, omdat Cito dit beschouwd als algemene kennis.
20	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'magneetveld' en 'cirkelbaan' kon je herkennen dat de vraag ging over het onderdeel 'Lorentzkracht' van de uitleg 'Magnetische velden'. Daarin is de examentip ' $F_{mpz} = Fl$ ' besproken. Vervolgens kon je de formule ombouwen tot de gegeven formule. Het stappenplan 'Formules afleiden' had je hier ook kunnen toepassen om de vraag te beantwoorden.
21	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap was dat je de gegeven formule voor de baanstraal kon gebruiken om te bepalen hoe de straal van de cirkelbaan veranderde. In de linker figuur kwam het elektron hoger binnen, waardoor het een groter deel van de cirkel doorliep voordat het het veld verliet. In de rechterfiguur was de snelheid hoger. Aan de gegeven formule kon je zien dat de straal groter was en het elektron dus minder scherp afboog.
	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het laatste deelpunt kon je behalen door de lijn niet verder te laten afbuigen nadat het deeltje het magneetveld heeft verlaten. Tijdens de uitleg is behandeld dat het deeltje afgebogen wordt wanneer het zich in een magnetisch veld bevindt, en dus niet afbuigt als er geen magnetisch veld is.
22	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'magneetveld', 'bocht' en aan de tekens in figuur 5 kon je herkennen dat je bij deze vraag het onderdeel 'Lorentzkracht' van de uitleg 'Magnetische velden' nodig had. Met de FBI regel die toen behandeld is en met informatie uit de tekst kon je bedenken dat het magneetveld het papier uit moest komen.
	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Tijdens het onderdeel 'Velden tekenen' van de uitleg 'Magnetische velden' is besproken dat het veld sterker is als de veldlijnen dichter op elkaar zitten. De extra denkstap was hier dat die regel ook geldt voor de tekens uit figuur 5. Vervolgens kon je met de gegeven formule uit de tekst bedenken dat het deeltje sterker afbuigt bij een sterker veld. Daarmee kon je het juiste antwoord kiezen.
23	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'fotonen', 'energie' en 'golflengte' kon je herkennen dat je hier het onderdeel 'Energiediagrammen' van de uitleg 'Quantumwereld' nodig had. Met de formule voor de fotonenergie, die toen besproken is, kon je de vraag oplossen.
24	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'intensiteit' en 'dikte' kon je bedenken dat je de formule $I = I_0 * \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_1}}$ nodig had. Die formule is besproken tijdens het onderdeel 'Berekeningen met $t_{1/2}$ en $d_{1/2}$ ' van de uitleg 'Kernfysica'. In diezelfde uitleg is ook besproken dat je de halveringsdikte kon vinden in Binas 28F. Voor het gebruik van de formule kon je het eerste deelpunt behalen.
	1	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Het omschrijven van formules met logaritmes is niet behandeld op de cursus, omdat dit grotebakstof is.



	25	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Uit figuur 10 kon je afleiden dat de intensiteit in het midden hoger was dan de bedoelde waarde en dat dit betekent dat de straling in het midden minder goed geabsorbeerd wordt dan verwacht. Dit duidt op een groter doordringend vermogen. Het begrip 'doordringend vermogen' is besproken tijdens het onderdeel 'Soorten straling' van de uitleg 'Kernfysica'. De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat een groter doordringend vermogen duidt op een grotere fotonenergie. Om dit te compenseren moet het filter in het midden dikker gemaakt worden om meer te absorberen, en aan de randen dunner. Het 'redeneerstappenplan' had je hier kunnen helpen met het overzichtelijk opschrijven van de denkstappen.
--	----	---	-----	---

76

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.