

Examenverslag van natuurkunde vwo, eerste tijdvak 2022

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 4 categorieën.

- I. Algemene (niet vak gerelateerde) 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](mailto:info@sslleiden.nl).

Met vriendelijke groet,

Hans Huibregtse

opgave	vraag	aantal punten	categorie vraag	toelichting categorie keuze:
1	1	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de hand van het signaalwoord 'bepaal' kon je herkennen dat je hier stappenplan 'Grafieken' kon gebruiken. Door middel van het 'podium' kon je achterhalen dat je de helling in de grafieken kon bepalen. Uit de tekst kon je halen dat je de twee componenten van de snelheden vervolgens kon combineren, zoals je krachten combineert. Je hebt met een sterk vergelijkbare vraag kunnen oefenen tijdens de cursus, bijvoorbeeld opgave 10 uit de opgavenbundel.
	2	4	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je bij deze opgave kon zetten, was bedenken dat je de afstand kon bepalen aan de hand van de schaal op de foto. Hiermee kon je het eerste punt scoren. Voor het tweede deel van de vraag kon je het stappenplan uit de uitleg 'Energie' gebruiken. Dit kon je herkennen aan de twee situaties die waren gegeven. Aan de hand van de "extra spierkracht" (kracht input tijdens de beweging) kon je herkennen dat je hier de arbeid kon gebruiken. Hiermee kon je de resulterende kracht uitrekenen en scoorde je de laatste 3 punten.
	3	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor de eerste voorwaarde kon je jouw algemene redeneervaardigheden gebruiken. Je kon bedenken dat de basketbal door de ring ging. Uit de vraag kon je halen wat de hoogte van de ring was. Vervolgens kon je jouw modeleervaardigheden uit de uitleg 'Modeleren' gebruiken om de eerste voorwaarde te geven.
		1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je bij deze opgave kon zetten, was bedenken dat de basketbal van bovenaf door de ring ging, oftewel dat de snelheid in de y-richting negatief was. Vervolgens kon je jouw modeleervaardigheden uit de uitleg 'Modeleren' gebruiken om de tweede voorwaarde te geven.
	4	2	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Bij deze opgave kon je jouw algemene redeneervaardigheden gebruiken. Je kon in figuur 2 de plaats van de basketbalring aflezen. Deze kon je vergelijken met figuur 6 om te beredeneren dat de basketbal door de ring ging bij punt C.
	5	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je bij deze opgave kon zetten, was bedenken dat harder/zachter omhooggooien hoorde bij een hogere/lagere maximale hoogte. Vervolgens kon je de resultaten met een andere maximale hoogte verbinden aan een andere snelheid in de y-richting. De andere twee grafieken hadden geen verschil in maximale hoogte en kon je dus verbinden aan de snelheid in de x-richting.
2	6	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? In het onderdeel 'Energiediagrammen' uit de uitleg 'Astrofysica' is besproken wanneer 'emissie' en 'absorptie' plaats vinden. De extra stap die je hier kon zetten, was bedenken dat je de benodigde energieën kon opzoeken in tabel 19 van Binas voor de verschillende kleuren licht. Deze kennis kon je gebruiken om de vraag te beantwoorden.

	7	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? In het onderdeel 'Energiediagrammen' uit de uitleg 'Astrofysica' is besproken dat de energie, dus kleur, van een foton gelijk is aan het energieverval tussen de banen. Met deze kennis kon je de vraag beantwoorden. Tijdens de cursus heb je met vergelijkbare vragen kunnen oefenen, bijvoorbeeld met opgave 107 uit de bundel.
	8	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? In de uitleg 'Quantumwereld' is de formule $\lambda B = h / p$ besproken en dat deze gecombineerd kan worden met de formule $p = m \cdot v$ . De extra denkstap die je bij deze vraag kon zetten, was bedenken dat je ook de formule voor de kinetische energie $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ kon gebruiken bij deze vraag ( $E_k$ werd ook in de vraag genoemd). Vervolgens kon je met het stappenplan uit de uitleg 'Formules omschrijven' de formules omschrijven tot het eindantwoord. Hiermee kon je het eerste deel van de vraag beantwoorden.
		2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor het tweede deel van de vraag kon je de gegeven formule invullen met de gegevens uit de tekst. Hierbij kon je de kinetische energie in elektronvolt omrekenen. Dit heb je bijvoorbeeld met vraag 54 en 107 kunnen oefenen tijdens de cursus.
	9	4	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Met het stappenplan 'Energiediagrammen' uit de uitleg 'Astrofysica' kon je de vergelijking opstellen voor de energie van het foton. Het stapje extra dat je in deze vraag kon zetten, was bedenken dat je uit het gegeven figuur kon aflezen, dat de foton-energie gelijk was aan de nulpuntsenergie en de bandgap bij elkaar opgeteld. Vervolgens kon je voor de nulpuntsenergie twee maal de formule voor de eendimensionale put in de grondtoestand ( $n = 1$ ) uit de uitleg invullen. Hierbij kon je de straal ( $R$ ) van de quantum-dot als de lengte ( $L$ ) nemen, zoals in de tekst stond aangegeven. Vervolgens kon je de formule omschrijven tot de gevraagde formule ( $E_f = E_{gap} + \dots$ ). Het stapje extra dat je hier kon zetten, was bedenken dat je hieruit een formule voor de constante $C$ kon afleiden. Als laatste stap kon je de constante $C$ uitrekenen met de afgeleide formule.
	10	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de hand van de signaalwoorden 'licht uitzenden', oftewel 'emissie', kon je herkennen dat je hier het onderdeel 'Energiediagrammen' uit de uitleg 'Astrofysica' kon gebruiken. In deze uitleg is de formule voor de fotonenergie $E_f = h \cdot c / \lambda$ behandeld, waarmee je de fotonenergie kon uitrekenen. Daartoe kon je eerst de energie in elektronvolt omrekenen. Dit heb je bijvoorbeeld met vraag 54 en 107 kunnen oefenen tijdens de cursus.
		2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Vervolgens kon je bij de uitgerekende fotonenergie de straal aflezen. De extra denkstap die je bij deze vraag kon zetten, was bedenken dat je hier $R^{-2}$ , oftewel $1 / R^2$ , kon aflezen uit het figuur. Deze kon je vervolgens omschrijven naar $R$ om antwoord te geven op de vraag.
3	11	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de hand van de woord 'draad' en de gegeven 'lengte', 'diameter' en 'materiaal' kon je herkennen dat je hier het onderdeel 'Weerstand van een draad' uit de uitleg 'Elektriciteit' kon gebruiken. Met de formule voor de weerstand van een draad $\rho = R \cdot A / \ell$ kon je de weerstand van de draad uitrekenen. Daartoe kon je de formule voor de oppervlakte van een cirkel $A = 2\pi r^2$ gebruiken uit hetzelfde deel van de uitleg. Ook stond er in dit deel van de uitleg dat de straal de helft van de diameter is. Vervolgens kon je de formules $P = U \cdot I$ en $U = I \cdot R$ gebruiken om het vermogen van het verwarmingselement uit te rekenen.
	12	3	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Bij deze opgave kon je jouw algemene wiskundige vaardigheden gebruiken. Je kon de gegeven formule twee maal invullen voor de gegeven temperaturen uit de vraag. De benodigde gegevens daarvoor kon je uit Binas halen. Vervolgens kon je de verandering in procenten uitrekenen. Met deze kennis kon je de vraag tot slot beantwoorden.

	13	2	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? In het onderdeel 'Berekeningen aan sterren' uit de uitleg 'Astrofysica' is de 'wet van Stefan-Boltzmann', $P = \sigma \cdot A \cdot T^4$ , besproken. Deze formule kon je omschrijven tot de vorm $y = a \cdot x$ ( $P/A = \sigma \cdot T^4$ ). Met je algemene wiskundige vaardigheden kon je uitleggen dat een wiskundige formule van de vorm $y = a \cdot x$ altijd door de oorsprong gaat.
		3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Het uitrekenen van de constante in een 'recht evenredig verband' is aan bod gekomen in de voorbereidende opgaven. Je kon hiermee oefenen bij opgave 11 uit de voorbereidende opgaven. Het stapje extra dat je hier kon zetten was het zelf tekenen van de rechte lijn door de meetpunten. Vervolgens kon je de constante van Stefano-Boltzmann berekenen.
	14	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij deze opgave kon je het tweede deel van de uitleg 'Astrofysica' gebruiken. Dit kon je herkennen doordat de temperatuur was gegeven en de golflengte werd gevraagd. Door dit 'Sterrenschema' te volgen kon je achterhalen dat je de 'Wet van Wien', $\lambda_{\max} \cdot T = kw$ , kon gebruiken. Om deze formule in te vullen kon je eerst de temperatuur omrekenen van °C naar K met behulp van tabel 35 uit Binas.
	15	4	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? In het onderdeel 'Berekeningen aan sterren' uit de uitleg 'Astrofysica' is de 'kwadratenwet', $I = P/4\pi r^2$ , besproken. De extra stap die je hier kon zetten, was bedenken dat je ook alleen het verband tussen de Intensiteit (I) en de afstand (r) kon gebruiken. Vervolgens kon je de verhouding uitrekenen tussen twee meetwaarden van de intensiteit en de verhouding tussen de bijbehorende afstanden. Deze uitkomsten kon je gebruiken om de vraag te beantwoorden.
4	16	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij standaardvraag 1 'Reactievergelijking' uit de uitleg 'Kernfysica' is besproken hoe je een vervalvergelijking opstelt. Deze kennis kon je gebruiken om de vraag te beantwoorden.
	17	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Bij standaardvraag 1 'Reactievergelijking' uit de uitleg 'Kernfysica' is besproken dat een 'vervalproduct' niet altijd stabiel is. De extra stap die je hier kon zetten, was bedenken dat je het 'vervalproduct' kon verbinden aan de 'gammastraling' die vrij kwam uit de bron.
	18	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het 'afbuigen van deeltjes in een magneetveld' was een signaalwoord voor het onderdeel 'Lorentzkracht' uit de uitleg 'Elektromagnetisme'. Met dit deel van de uitleg kon je de richting van de stroomsterkte en Lorentzkracht bepalen. Hiermee kon je de eerste twee punten scoren. Met de linkerhandregel uit hetzelfde deel van de uitleg kon je de richting van het magneetveld bepalen. Vervolgens kon je met het onderdeel 'Magnetische veldlijnen tekenen' uit dezelfde uitleg de kant van de noordpool aangeven. Op deze manier kon je het derde punt scoren.
	19	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het 'afbuigen van deeltjes in een magneetveld' was een signaalwoord voor het onderdeel 'Lorentzkracht' uit de uitleg 'Elektromagnetisme'. Aan de hand van de signaalwoorden 'Cirkelbeweging' kon je herkennen dat je hier de 'middelpuntzoekende kracht' kon gebruiken. In de uitleg stond dat je deze kracht bij een 'Cirkelbeweging' gelijk kon stellen aan de Lorentzkracht. Door deze vergelijking uit te werken kon je de gevraagde formule afleiden. Hiertoe kon je ook de vaardigheden uit de extra uitleg 'Formules afleiden', voorin de opgavenbundel en/of behandeld in het avondprogramma gebruiken. Je hebt met een soortgelijke opgave kunnen oefenen tijdens de cursus, bijvoorbeeld opgave 51 uit de opgavenbundel.

	20	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? In het onderdeel 'Begrippen' uit de uitleg 'Kernfysica' is besproken dat een bètadeeltje een elektron is. Hoewel de gegeven formule niet letterlijk in de uitleg is besproken, kon je wel met vergelijkbare formules en het opzoeken van de lading en massa van een elektron oefenen bij opgaven 52, 53 en 56 uit de bundel. Vervolgens kon je de uitgerekende snelheid vergelijken met de lichtsnelheid om antwoord te geven op de vraag en alle punten te scoren.
	21	1	IV	Niet voorgekomen op de cursus: De term 'achtergrondstraling' is niet expliciet tijdens de cursus besproken, omdat het grotebakstof is.
	22	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Bij deze opgave kon je jouw algemene redeneervaardigheden gebruiken. Het stapje extra dat je hier kon zetten, was bedenken dat de straling kon botsen op de luchtmoleculen in de omgeving.
5	23	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor het eerste punt kon je het rekenschema 'Staande golven' uit de uitleg 'Trillingen en golven' gebruiken. Hiermee kon je van de frequentie naar de golflengte met de formule $v = f \cdot \lambda$ uit het schema.
		3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je bij deze opgave kon zetten, was bedenken dat de afstand van knoop tot buik gelijk was aan een kwart golflengte. Vervolgens kon je met de afstand en de gegeven schalingsfactor de plaats van de buik bepalen. Op deze manier kon je de laatste punten scoren voor de eerste deelvraag.
		2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Voor de tweede deelvraag kon je het redeneerschema 'Staande golven' gebruiken om vanaf de lengte te redeneren naar de frequentie. Het stapje extra die je hier kon zetten, was het opmeten van de afstand tussen de knoop en de buik bij toon II om in te zien dat deze afstand korter was dan bij toon I.
	24	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij deze opgave kon je het stappenplan 'Staande golven tekenen' gebruiken. Hiermee kon je bij deze vraag alle punten scoren.
	25	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Je kon de examentip uit de uitleg 'Trillingen en golven' over de temperatuur gebruiken om deze vraag te beantwoorden. In deze examentip is besproken dat wanneer de temperatuur werd gegeven je altijd de geluidssnelheid in tabel 15A van Binas kon opzoeken. De extra stap die je kon zetten, was bedenken dat je ook het verband tussen de geluidssnelheid en de temperatuur kon opzoeken. Vervolgens kon je met het redeneerschema uit de uitleg 'Staande golven' uitleggen wat er gebeurde met de frequentie.
		78		

*verdeling per categorie:*

categorie	aantal punten	percentage
I	7	9%
II	34	44%
III	36	46%
IV	1	1%
	78	100%

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

Dit gold voor: 99% van de vragen (namelijk categorie I, II en III).

### **Bijlage 1: Toelichting categorieën**

#### **Categorie I: Algemene (niet vak gerelateerde) 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 opgavenbundel 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 voorkomen 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.