

Examenverslag van natuurkunde vwo, tweede 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.

Met vriendelijke groet,

Hans Huibregtse

opgave	vraag	aantal punten	categorie vraag	toelichting categorie keuze:
1	1	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Dat je in de ruimte 'gewichteloos' bent, is niet in de cursus behandeld, omdat het Cito dit beschouwt als een algemene (vakoverstijgende) kennis.
		1	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Dat een weegschaal het gewicht meet en niet de massa is niet expliciet tijdens de cursus besproken, omdat het grotebakstof is.
	2	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het tekenen van de veerkracht voor situatie 2 kon je doen met behulp van de formule voor de veerkracht $F_v = C \cdot u$ uit de uitleg 'Krachten'. De veren waren even ver uitgerekt (u), dus de veerkracht was even groot. Met deze informatie kon je de veerkracht in situatie 2 tekenen en het eerste punt scoren.
		3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Het tekenen van de veerkracht voor situatie 3 kon je doen met behulp van de formule voor de veerkracht $F_v = C \cdot u$ uit de uitleg 'Krachten'. De eerste extra stap die je hier kon zetten, was beredeneren dat de veerkracht evenveel groter/kleiner zou worden als de uitrekking (u) kleiner/groter werd (de veerconstante (C) was immers constant). Met deze informatie kon je de veerkracht in situatie 3 tekenen en het tweede punt scoren. Het tweede extra stap die je hier kon zetten, was dat je uit de tekening kon afleiden, dat de verandering van de resulterende kracht twee keer zo groot was als de afzonderlijke veerkrachten. Hieruit kon je afleiden dat de veerconstante twee keer zo groot was. Op deze manier kon je het laatste punt scoren.
	3	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het signaalwoord 'massa-veersysteem' kon je herkennen dat je de formule voor een massa-veersysteem uit de uitleg 'Trillingen' kon gebruiken. Hiervoor had je de trillingstijd nodig. De trillingstijd kon je aflezen uit het figuur, te herkennen aan het signaalwoord 'bepaal'. Het bepalen van de trillingstijd kon je nauwkeurig doen door de examentip uit dezelfde uitleg te gebruiken. Met dit gegeven kon je vervolgens het antwoord op de vraag berekenen.
	4	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor het eerste deel van deze vraag kon je aan het signaalwoord 'bepaal' herkennen dat je de uitleg 'Grafieken' kon gebruiken. Met behulp van het 'podium' uit deze uitleg kon je achterhalen dat je een raaklijn kon gebruiken. In de uitleg 'Trillingen' is besproken dat de snelheid van een trilling maximaal is bij de evenwichtsstand en dat je dus op dit punt de raaklijn kon tekenen. Hiermee kon je de maximale snelheid bepalen en de eerste drie punten scoren.
		2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je bij het tweede deel van deze vraag kon zetten, was bedenken dat je meerdere raaklijnen kon gebruiken om de snelheid op verschillende punten te bepalen. Op deze manier kon je achterhalen dat de snelheid bij de toppen 0 was. Daarnaast kon je ook achterhalen dat de snelheid maximaal was, wanneer de oorspronkelijke grafiek door de evenwichtsstand ging. Hiermee kon je de snijpunten met de x-as bepalen en de plekken van de toppen voor het (v,t)-diagram. Vervolgens kon je een vloeiende lijn door deze punten tekenen om de laatste twee punten te scoren.

	5	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De formule voor de veerenergie $E_v = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u^2$ is besproken in de uitleg 'Energie'. Het stapje extra dat je kon zetten, was bedenken dat je de energieën van de twee veren bij elkaar op kon tellen. Vervolgens kon je de formule omschrijven tot de vorm van antwoord B.
	6	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Bij deze opgave kon je jouw algemene redeneervaardigheden gebruiken. In de tekst bij deze vragen was gegeven dat de veren al waren (voor)gespannen. Hieruit kon je afleiden dat er dus al energie was toegevoegd aan het massa-veersysteem voordat deze begon met trillen.
	7	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Het stapje extra dat je hier kon zetten, was bedenken dat de energie/het energieverlies per seconde hetzelfde is als het vermogen(verlies). Daarom kon je de formule voor vermogen $P = F \cdot v$ gebruiken uit de uitleg 'Energie'. Hierbij kon je de wrijvingskracht in de formule invullen om het vermogen(verlies) $P = F_w \cdot v$ te krijgen. Met deze formule kon je tot slot uitleggen of de verwachting van André terecht was om antwoord te geven op de vraag.
2	8	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra stap die je in deze vraag kon zetten, was bedenken dat je de afstand tussen de toppen kon opmeten. Dit kon je herkennen aan het signaalwoord 'op ware grootte'. Om dit zo nauwkeurig mogelijk te doen kon je de examentip uit de uitleg 'Trillingen' gebruiken. Je kon de afstand van meerdere trillingen meten en deze door het aantal gemeten trillingen delen. De snelheid was constant, dus kon je de formule $s = v \cdot t$ uit de uitleg 'Bewegen' gebruiken om de trillingstijd te berekenen. Hiermee kon je tot slot de vraag beantwoorden en alle punten scoren.
	9	2	IV	Niet voorgekomen op de cursus: De 'spanningswet van Kirchhoff' is niet expliciet tijdens de cursus besproken, omdat het grotebakstof is.
	10	1	IV	Niet voorgekomen op de cursus: De verschillende 'medische beeldvormingstechnieken' zijn niet expliciet tijdens de cursus besproken, omdat het grotebakstof is.
	11	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? De richting van de Lorentzkracht is besproken in het onderdeel 'Lorentzkracht' in de uitleg 'Elektromagnetisme'. Met de linkerhandregel uit deze uitleg kon je de richting van de Lorentzkracht bepalen en het eerste deel van deze vraag beantwoorden.
	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De stap extra die je hier kon zetten, was bedenken dat je de linkerhandregel ook kon toepassen voor de negatieve ionen. Hieruit volgde dat de negatieve ionen de andere kant op werden afgebogen en er dus 'ladingscheiding' optrad. Op deze manier kon je het tweede deel van de vraag beantwoorden. Voor het laatste deel van deze vraag kon je de richting van de Lorentzkrachten gebruiken om te bepalen in welke richting de lading werd gescheiden en dus welke spanning hiervan invloed zou ondervinden.	
12	4	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Het berekenen van de oppervlakte van een cirkel, het omrekenen van eenheden en het invullen van gegeven formules zijn niet in de cursus behandeld, omdat het Cito dit beschouwt als algemene (vakoverstijgende) vaardigheden/kennis. De berekende afstand (d) kon je tot slot vergelijken met de diameter van de aorta om antwoord te geven op de vraag.	

3	13	5	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor het eerste deel van deze vraag kon je de gevraagde fotonenergie uitrekenen met de formule voor de energie van een foton $E_f = h \cdot c / \lambda$ uit het onderdeel 'Energiediagrammen' uit de uitleg 'Astrofysica'. Voor het tweede deel van de vraag kon je het stappenplan uit dezelfde uitleg gebruiken om het energieverval tussen de eerste en de tweede aangeslagen toestand van waterstof uit te rekenen. Voor het laatste deel van de vraag kon je de begrippen/tekening bij het waterstofatoom uit dezelfde uitleg gebruiken om aan te geven dat het ging om de overgang van de tweede naar eerste aangeslagen toestand. Dit kon je herkennen aan het signaalwoord 'emissie'. Op deze manier kon je bij deze opgave alle vijf de punten scoren.
	14	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? 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. Het extra stapje dat je in deze vraag kon zetten, was bedenken dat je het energieverval tussen de banen kon bepalen voor ionisatie. Dit kon met het stappenplan uit deze uitleg door $n = 1$ en $n = \infty$ (of een groot getal) te gebruiken en de formule voor het waterstofatoom. Met deze kennis kon je vervolgens de vraag beantwoorden.
	15	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? De golflengtes van zichtbaar licht kon je vinden in tabel 19A van Binas. Met deze tabel heb je tijdens de cursus kunnen oefenen, bijvoorbeeld bij opgave 93 en 107 uit de opgavebundel. Uit de grafiek kon je vervolgens aflezen dat er in dit golflengtegebied bijna geen straling wordt uitgezonden. Op deze manier kon je de vraag volledig beantwoorden.
	16	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het signaalwoord 'Temperatuur van een ster' kon je herkennen dat je het onderdeel 'Berekeningen aan sterren' uit de uitleg 'Astrofysica' kon gebruiken. Met de 'Wet van Wien' $\lambda_{\max} \cdot T = kw$ uit het 'sterrenschema' kon je de temperatuur uitrekenen.
	17	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra stap die je bij het eerste deel van deze vraag kon zetten, was bedenken dat je het vermogen gedeeld door het vermogen van de zon af kon lezen uit de grafiek bij de gegeven temperatuur. Vervolgens kon je het vermogen van de zon opzoeken in tabel 32C van Binas. Met deze tabel heb je tijdens de cursus kunnen oefenen, bijvoorbeeld bij opgave 100 uit de opgavebundel. Hiermee kon je het gegeven vermogen aantonen en de eerste twee punten scoren.
		3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor het tweede deel van deze vraag kon je het onderdeel 'Berekeningen aan sterren' uit de uitleg 'Astrofysica' kon gebruiken. De temperatuur (T) en het uitgestraald vermogen (P) waren gegeven, dus kon je de 'Wet van Stefan-Boltzmann' uit het 'sterrenschema' gebruiken om de straal uit te rekenen. Bij deze blokjes stond ook de formule voor de oppervlakte van de ster, die je kon gebruiken om de gevraagde straal te bepalen. Op deze manier kon je de laatste drie punten scoren.
	18	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? In de vraag was de oppervlakte onder de grafiek gegeven. Met het 'podium' uit de uitleg 'Grafieken' kon je bepalen dat de oppervlakte de eenheid $W m^{-2}$ had en dus gelijk was aan de ontvangen stralingsintensiteit. Hiermee kon je het eerste punt scoren.
		3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? In de vraag was de ontvangen stralingsintensiteit (60%) gegeven die bij de gegeven oppervlakte hoorde. Het stapje extra dat je kon zetten, was bedenken dat je, met de verhouding tussen de gegeven oppervlakte en de totale oppervlakte onder de grafiek, de totale ontvangen stralingsintensiteit kon berekenen. De totale oppervlakte kon je bepalen door hokjes te tellen, zoals we in de uitleg 'Grafieken' hebben behandeld. Vervolgens kon je de totale ontvangen stralingsintensiteit berekenen en antwoord geven op de vraag.

	19	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor deze vraag kon je het onderdeel 'Berekeningen aan sterren' uit de uitleg 'Astrofysica' gebruiken. De totale ontvangen stralingsintensiteit (I) op aarde en het uitgestraald vermogen (P) van de ster waren gegeven. Hieruit kon je afleiden dat je de 'Kwadratenwet' uit het 'sterrenschemata' kon gebruiken om de afstand tot de ster uit te rekenen. De uitgerekenede afstand kon je vervolgens met tabel 5 van Binas omrekenen naar de juiste eenheid. Dat je deze tabel kon gebruiken om eenheden om te rekenen stond als examentip in de uitleg 'Grafieken'. Tot slot kon je de berekende afstand vergelijken met de gegeven afstand om antwoord te geven op de vraag.
4	20	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de signaalwoorden 'draaien boven de aarde' (cirkelbeweging) kon je herkennen dat je het stappenplan uit de uitleg 'Krachten' kon gebruiken. Volgens stap 2 uit deze uitleg kon je de gravitatiekracht aan de middelpuntzoekende kracht gelijkstellen. Vervolgens kon je deze vergelijking versimpelen en omschrijven om tot formule (1) te komen en de eerste twee punten scoren. Daarnaast was in de vraag gegeven dat de totale energie de som was van de kinetische energie en de gravitatie-energie. De formules van deze energieën uit de uitleg 'Energie' kon je dus bij elkaar optellen. Vervolgens kon je de uitleg 'Formules afleiden' gebruiken om erachter te komen dat je formule (1) voor de snelheid kon substitueren in de formule voor de kinetische energie. De laatste stap uit deze uitleg was het versimpelen en omschrijven tot je eindantwoord. Hiermee kon je formule (2) afleiden en de laatste twee punten scoren.
	21	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Voor deze vraag kon je de gegeven formule (1) invullen. Om deze formule in te vullen kon je de gegevens van de aarde opzoeken in Binas. Daarnaast kon je de baanstraal berekenen door de straal van de aarde bij de hoogte op te tellen, zoals we in de uitleg 'Krachten' hebben behandeld bij de formule voor de gravitatiekracht. Hiermee kon je de gegeven formule (1) invullen en alle punten scoren. Het opzoeken van de gegevens en het uitrekenen van de baanstraal heb je tijdens de cursus ook kunnen oefenen, bijvoorbeeld met opgave 31 uit de opgavebundel.
	22	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Het stapje extra dat je hier kon zetten, was bedenken dat de energie/het energieverlies per seconde hetzelfde is als het vermogen(verlies). Vervolgens kon je de formule voor vermogen $P = F \cdot v$ gebruiken uit de uitleg 'Krachten'.
		3	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Het energieverlies werd veroorzaakt door de luchtweerstand. Daarom kon je voor de kracht de formule voor de luchtweerstandskracht gebruiken. De formule voor de luchtweerstandskracht is niet expliciet tijdens de cursus besproken, omdat het grotebakstof is.
	23	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Voor het eerste deel van de vraag kon je de gegeven formule differentiëren. Differentiëren van machtsfuncties is niet tijdens de cursus behandeld, omdat het Cito dit beschouwt als een algemene (vakoverstijgende) vaardigheid.
2		III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Voor het tweede deel van de vraag kon je redeneren met de afgeleide formule. De extra stap die je hier kon zetten, was bedenken dat de totale energie af zou nemen door wrijving. Hierdoor was het verschil in totale energie (dEt) negatief. Vervolgens kon je beredeneren dat het verschil in straal (dr) ook negatief zou zijn om op de positieve afgeleide formule uit te komen. Op deze manier kon je uitleggen dat de straal (de hoogte) afnam en kon je de vraag beantwoorden.	

	24	4	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Het stapje extra dat je hier kon zetten, was bedenken dat het bij deze vraag niet om het hoogteverlies per dag, maar om het hoogteverlies per omwenteling om de aarde ging. Daartoe kon je als eerste de tijd van een omwenteling uitrekenen met de formule voor de baansnelheid $v = 2 \cdot \pi \cdot r / T$ uit de uitleg 'Krachten'. Vervolgens kon je het 'podium' uit de uitleg 'Grafieken' gebruiken om te berekenen hoe je het hoogteverlies per seconde kon bepalen. Links in het 'podium' kwam kilometer (meter) te staan. Rechts in het podium kwam dag (seconde) te staan. Bovenin het podium kwam de eenheid van hoogteverlies per seconde (m/s) te staan. Hiermee kon je bepalen dat je de raaklijn kon gebruiken om het hoogteverlies per seconde te bepalen. De laatste stap die je kon zetten was het hoogteverlies per seconde vermenigvuldigen met de tijd van één omwenteling om het hoogteverlies per omwenteling te krijgen en de vraag te beantwoorden.
	25	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het signaalwoord 'leg uit' kon je herkennen dat je de uitleg 'Redeneren' kon gebruiken. Als eindpunt kon je de baansnelheid die groter of kleiner wordt kiezen. Als beginpunt kon je het einde van de levensduur van de satelliet kiezen. Vervolgens kon je het begin- en eindpunt dichtbij elkaar brengen met de gegeven formule (1) en de grafiek. In de grafiek kon je zien dat de hoogte, dus baanstraal, afnam. Hiermee kon je uit de gegeven formule afleiden dat de baansnelheid zou toenemen. Hiermee kon je de vraag beantwoorden en beide punten scoren.
		75		

verdeling per categorie:

categorie	aantal punten	percentage
I	7	9%
II	34	45%
III	27	36%
IV	7	9%
	75	100%

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

Dit gold voor: 91% 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.