

Examenverslag van natuurkunde vwo, tweede 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	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'vervalprocessen' en ' β -/ γ ' kon je herkennen dat de vraag ging over het onderdeel 'Reactievergelijkingen' van de uitleg 'Kernfysica'. Met behulp van de figuur kon je bepalen welk deeltje er rechts van de pijl ontstond, waarmee je de vraag kon beantwoorden.
	2	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'activiteit' en 'afgenomen' kon je herkennen dat je de formule voor halveringstijd uit het onderdeel 'Berekeningen $t_{1/2}$ ' van de uitleg 'Kernfysica' nodig had. In dezelfde uitleg is besproken dat je de halveringstijd uit Binas-tabel 25A kon halen. Hiermee kon je het eerste deelpunt behalen.
		1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat je voor A en A0 percentages kon invullen.
		1	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Het omschrijven van logaritmen is niet besproken tijdens de cursus, omdat dit grotebakstof is.
	3	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het woord 'dosisequivalent' kon je herkennen dat het onderdeel 'Dosis' van de uitleg 'Kernfysica' kon gebruiken. Met de gegeven energie per foton en het aantal fotonen kon je de totale energie berekenen en invullen. Vervolgens kon je de besproken formules voor D en H invullen. Tijdens de uitleg is ook besproken waar je de weegfactor van γ straling kon vinden. Met deze informatie kon je antwoord geven op de vraag.
	4	4	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, is dat je de kwadratenwet kon gebruiken. Dat kon hier, omdat er straling in alle richtingen wordt uitgezonden, net zoals bij een ster. De kwadratenwet is besproken tijdens de uitleg 'Astrofysica'. De volgende extra denkstap die je kon zetten, was dat je het aantal fotonen kon invullen voor P. Vervolgens kon je met nog een extra denkstap bedenken dat je de berekende intensiteit nog kon vermenigvuldigen met het oppervlak van de detector. De eenheid van intensiteit kon je hierbij helpen: deze is namelijk W/m^2 . Deze eenheid is ook besproken tijdens de uitleg 'Astrofysica'. Vervolgens kon je met de gegevens uit de tekst de afstand berekenen.
	5	4	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Aan de woorden 'bepaal met behulp van de figuur' kon je bedenken dat je het podium van de uitleg 'Grafieken' nodig had. De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat je de x-as kon omrekenen van meter naar seconde. Dit kon met de formule $s=vt$. Deze is besproken tijdens de uitleg 'Bewegen'. Hoe je het oppervlak onder een grafiek bepaalt, is ook tijdens de uitleg 'Grafieken' besproken. 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'.
2	6	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de gegeven snelheid op één punt en de aan te tonen afstand op een ander punt kon je herkennen dat je de uitleg 'Energie' nodig had. Door dit stappenplan toe te passen, waren de eerste 2 punten te behalen.

	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat je de formule $Fz = m * g$ kon gebruiken, ondanks dat het niet om de aarde gaat in de vraag. Dat kon, omdat de valversnelling op Phobos ook gegeven was.
7	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was het bedenken wat de ontsnappingssnelheid was. Aan het woord kon je herkennen dat het ging om de snelheid die een object nodig heeft om te 'ontsnappen' aan de planeet. Vervolgens kon je aan de gevraagde beginsnelheid herkennen dat je de uitleg 'Energie' hier nodig had. Door 'punt 1' binnen het gravitatieveld te kiezen (waardoor zowel E_g als E_k van toepassing zijn) en 'punt 2' buiten het gravitatieveld (waar beide energieën niet meer van toepassing zijn) kon je tot $E_k + E_g = 0$ komen. Door de formules verder uit te werken, kon je tot een antwoord komen.
8	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Voor deze vraag kon je een aantal extra denkstappen zetten. Ten eerste kon je met behulp van de tekst bedenken dat de snelheid kleiner werd als het rotsblok dichter bij het eind van het spoor kwam. Vervolgens kon je beredeneren dat de benodigde F_{mpz} kleiner werd als de snelheid afnam. De formule voor F_{mpz} stond in figuur 2 en is ook besproken tijdens de cursus bij de uitleg 'Krachten'. De volgende extra denkstap die je kon zetten, was dat bij een steeds kleinere F_{mpz} de situatie in model 1 steeds meer benaderd werd (met een vlakke ondergrond). In figuur 2 kon je zien dat F_n , en dus ook F_w , vrijwel gelijk werden aan die in model 1. De laatste extra denkstap die je kon zetten, was dat hierdoor de afname van de kinetische energie in beide modellen gelijk werd (al hoefde je dit niet op te schrijven om de punten te behalen).
9	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Bij deze vraag kon je de grafiek aflezen met behulp van de genoemde lengte van het spoor. Het aflezen van grafieken heb je met meerdere opgaven uit de cursus kunnen oefenen, onder andere met opgaves 2, 18, 20 en 21. Verder was er geen specifieke natuurkunde kennis voor nodig. Het aflezen van grafieken wordt door het CITO als algemene vaardigheid beschouwd.
10	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het woord 'cirkelbeweging' kon je herkennen dat je de uitleg 'Krachten' nodig had. Tijdens deze uitleg is besproken dat je de kracht naar het midden van de cirkel gelijk kon stellen aan F_{mpz} . Uit de context kon je opmaken dat de kracht naar het midden van de cirkel F_g was. Met het gelijkstellen van F_g aan F_{mpz} kon je het eerste deelpunt behalen.
	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat je de straal van Phobos kon gebruiken als de baanstraal, aangezien het rotsblok over het oppervlak van Phobos beweegt. Door F_g gelijk te stellen aan F_{mpz} , kon je de gevraagde snelheid berekenen.
	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Het laatste deelpunt kon je behalen door te zeggen dat het rotsblok in een baan boven het oppervlak van Phobos beweegt als de snelheid tussen v_{grens} en de ontsnappingssnelheid lag. Dit had je kunnen bedenken door de situaties bij v_{grens} en de ontsnappingssnelheid te vergelijken: als de snelheid daartussen ligt, zal het rotsblok ook iets gaan doen wat tussen het ontsnappen en het bewegen over het oppervlak ligt. Dat past het best bij bewegen in een baan rond het oppervlak van Phobos. Deze beredeneerstap wordt door het CITO als algemene vaardigheid beschouwd.

3	11	2	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Het eerste punt kon je behalen door in de foto de diameter van beide munten op te meten. Het tweede punt kon je behalen door te bedenken dat het volume van de munt gelijk bleef. Deze vaardigheden worden door het CITO als algemene vaardigheid beschouwd.
		1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het laatste punt kon je behalen door het antwoord in het correcte aantal significante cijfers te geven. 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'.
	12	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'elektrisch veld' kon je herkennen dat de vraag ging over de uitleg 'Elektrische velden'. Tijdens deze uitleg is besproken dat de veldlijnen van plus naar min lopen en loodrecht staan op het oppervlak. Tijdens de uitleg 'Magnetische velden' is besproken dat het veld sterker is als er meer veldlijnen zijn. Met deze kennis kon je de juiste optie kiezen.
	13	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Aan de woorden 'magnetisch veld' en 'elektromagnetische inductie' kon je herkennen dat de vraag ging over de uitleg 'Magnetische velden'. Vervolgens kon je bedenken dat inductie ontstaat bij een veranderende flux, en dus een veranderend magneetveld. Dit is besproken tijdens het onderdeel 'Inductie'. De extra denkstap die je hier kon zetten, is dat de grootte van het magneetveld afhangt van de stroom door de spoel. Hierbij had je de kennis kunnen gebruiken dat stroom door een spoel een magneetveld opwekt. Dit is besproken tijdens het onderdeel 'Velden tekenen' van de uitleg 'Magnetische velden'. Omdat de stroom door de spoel het sterkst verandert op $t=11$ s, was daar dus de inductiespanning het grootst. De laatste denkstap die je kon zetten, was dat de inductiestroom het grootst is bij de grootste inductiespanning. Dit kon je bedenken met de formule $U = I * R$, die besproken is tijdens de uitleg 'Elektriciteit'. De tekst boven de vraag gaf hier ook aanwijzingen voor.
	14	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het woord 'lorentzkracht' kon je herkennen dat je het onderdeel 'Lorentzkracht' van de uitleg 'Magnetische velden' nodig had. Daarin zijn zowel de linkerhandregel als de richting van de stroom besproken. Met deze kennis kon je beide punten halen.
	15	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'spanning' en 'elektrisch vermogen' kon je herkennen dat de vraag ging over het onderdeel 'Formules' van de uitleg 'Elektriciteit'. De formule $P = U * I$ is toen besproken. Het begrip 'orde van grootte' is besproken tijdens de uitleg 'Golf- en deeltjesgedrag'.
	16	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Aan het woord 'spanning' kon je herkennen dat je regel 3 nodig had van het onderdeel 'Schakelingenspel' van de uitleg 'Elektriciteit'. De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat je de grote weerstand van de klei kon opdelen in 2 weerstanden: namelijk $3/4l$ en $1/4l$. Omdat de klei overal hetzelfde is, betekende dit dat het linkerdeel van de klei ook $3/4e$ deel van de totale weerstand was, en het rechterdeel $1/4e$. Met regel 3 van het schakelingenspel kon je vervolgens bedenken dat over het rechterdeel dus ook $1/4e$ deel van de totale spanning stond.

17	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Aan de gegeven schakeling kon je herkennen dat je het onderdeel 'Schakelingenspel' van de uitleg 'Elektriciteit' nodig had. Door de regels langs te gaan, zou je uitkomen op het berekenen van de vervangingsweerstand R_v . De extra denkstap die je kon zetten, was dat de R_v van het rechterdeel van de klei en het lampje kleiner zou worden dan alleen het rechterdeel van de klei (zoals in figuur 2, waarbij er een optimale spanning van 3,0 V over dat deel stond). De formule voor R_v van een parallelschakeling had je kunnen helpen met deze denkstap. Deze formule is ook besproken tijdens het onderdeel 'Schakelingenspel'. Door de kleinere weerstand kon je met de regel 'Spanning fietst een rondje' bedenken dat de spanning over dat deel van de schakeling ook kleiner zou zijn. Om weer bij de optimale spanning van 3,0 V te komen, moest R_v groter worden, dus er was een groter deel van de klei nodig. Hiermee kon je bedenken dat aansluitpunt B richting A zou bewegen.
18	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Het eerste punt kon je behalen met een extra denkstap: het maakt niet uit of het snoer zich in punt P of Q bevindt, de stroomkring is hetzelfde. De stroomsterktes zijn in beide gevallen dan ook gelijk. De volgende extra denkstap bij deze vraag was om in te zien dat de stroomsterkte minimaal is wanneer de vervangingsweerstand maximaal is, wat het geval is als het aansluitpunt zich halverwege (in punt Q) bevindt. Dit kon je bedenken met de formule voor de vervangingsweerstand. Deze is besproken tijdens het onderdeel 'Schakelingenspel' van de uitleg 'Elektriciteit'. Hiermee kon je beredeneren dat de grafiek een dalende en daarna stijgende kromme moest zijn.
19	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat je de gegeven grafiek kon vergelijken met tabel Binas-tabel 20. Hierdoor kon je bedenken dat naast de pieken van waterstof ook de pieken van helium aanwezig waren. Tijdens de cursus hebben we bij opgave 79 ook geoefend met deze tabel.
20	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'aangeslagen toestand' en 'emissie' kon je herkennen dat de vraag ging over de uitleg 'Energiediagrammen'. Met behulp van het stappenplan en de gegevens uit de tekst kon je de vraag beantwoorden.
21	2	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Het dopplereffect is niet besproken tijdens de cursus, omdat dit grotbakstof is.
22	2	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Het dopplereffect is niet besproken tijdens de cursus, omdat dit grotbakstof is.
	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het tweede deelpunt kon je behalen met het inzicht dat $E_k = E_{k,x}$. Hier kon je op uitkomen met stap 2 van de uitleg 'Formules afleiden', ook als je niet wist wat de formule was voor het dopplereffect.
23	3	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Deze vraag was op te lossen met behulp van gegevens uit de tekst. Eerst kon je bedenken dat b voor de andere gasontladingslamp 3,4 keer zo klein moest worden, met behulp van formule 2. Dit kon je vergelijken met de gegeven resolutie en de juiste conclusie trekken. Je had dus geen specifieke natuurkunde kennis nodig voor deze vraag.
24	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de gegeven grafiek kon je herkennen dat je het onderdeel 'Trillingen en lopende golven' nodig had van de uitleg 'Trillingen en golven'. Met de examentip die toen besproken is en de formule $f = 1/T$ kon je antwoord geven op de vraag.

25	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? De formule voor een massa-veersysteem en de formule $f = 1/T$ zijn besproken tijdens de uitleg 'Trillingen en golven'. Met behulp van die formules kon je erachter komen dat de frequentie zou toenemen bij een kleinere massa, wat niet paste bij de tekst. Vervolgens kon je aan de hand van de formule voor een massa-veersysteem bedenken dat de veerconstante dan wel afgenomen moest zijn.
26	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Aan de woorden 'frequentie' en 'snaar' kon je bedenken dat je het onderdeel 'Staande golven' van de uitleg 'Trillingen en golven' nodig had bij deze vraag. De extra denkstap die je kon zetten, was dat de lengte veranderde als de cellospeler de vinger bewoog. Met behulp van het schema wat tijdens uitleg is besproken, kon je de vraag beantwoorden.
73			

verdeling per categorie:

categorie	aantal punten	percentage
I	7	10%
II	29	40%
III	32	44%
IV	5	7%
	73	100%

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

Dit gold voor: 93% van de vragen (namelijk categorie I, II en III).

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.