

Examenverslag van natuurkunde havo, 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 'stroomsterkte', 'spanning' en 'vermogen' kon je herkennen dat de vraag ging over de uitleg 'Elektriciteit'. Met de formule $P = U \cdot I$ uit deze uitleg kon je het vermogen berekenen en de conclusie trekken.
	2	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de hand van de genoemde temperatuurverandering kon je herkennen dat de vraag ging over het onderdeel 'Temperatuurverandering' van de uitleg 'Materiaaleigenschappen'. Met de formule $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ kon je de vraag oplossen.
	3	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het woord 'warmtegeleidingscoëfficiënt' kon je herkennen dat de vraag ging over het onderdeel 'Warmtestroom' van de uitleg 'Materiaaleigenschappen'. Door de formule voor warmtestroom uit de uitleg te gebruiken, kon je beredeneren welke invloed de dikte en de warmtegeleidingscoëfficiënt hebben op het energieverlies. Soortelijke warmte staat niet in deze formule en is dus niet van invloed.
	4	2	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Het berekenen van de oppervlakte van een bol (eventueel met behulp van Binas) werd hier verondersteld als algemene wiskundige vaardigheid en is daarom niet expliciet behandeld op de cursus.
		2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'energieverlies' en 'isolatielaag' kon je herkennen dat de vraag ging over het onderdeel 'Warmtestroom' van de uitleg 'Materiaaleigenschappen'. Met de formule voor warmtestroom kon je beredeneren dat een kleiner oppervlak leidt tot een kleinere warmtestroom en dus minder energieverlies.
	5	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'Pverlies' op de y-as van de gegeven grafiek en 'kWh' kon je bedenken dat je de formule $E = Pt$ nodig had. Deze is besproken tijdens de uitleggen 'Elektriciteit' en 'Energie'. Dat de eenheid 'kWh' een eenheid van energie is, is besproken tijdens het onderdeel 'Formules' van de uitleg 'Elektriciteit'. Deze kennis had je nodig om E te berekenen in de formule $E = Pt$.
		1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat de energie die nodig was om het water een week lang op constante temperatuur te houden, gelijk was aan het energieverlies in die week. Vervolgens kon je met de gegevens de formule invullen. Er waren 2 manieren om dit te doen: je kon 3.9 kWh omrekenen naar Joule en vervolgens de tijd uitrekenen in seconden. De omrekenfactor hiervoor kon je vinden in Binas tabel 5. Deze tabel is besproken tijdens de vaardigheid 'Eenheden omschrijven', die tijdens de cursus is behandeld na de uitleg 'Energie'. Je kon de formule ook invullen met E in kWh, dan zou je t berekenen in uur. Dit is een extra denkstap, die je had kunnen zetten door de bedenken dat je kW overhoudt als je kWh deelt door uur.

		1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het laatste scorepunt kon je behalen met het inzicht dat je de gegeven grafiek kon aflezen bij 8,0 L. Het volume stond in de tekst, dus voor deze stap had je geen natuurkundige kennis nodig. Het aflezen van grafieken heb je met verschillende opgaven tijdens de cursus kunnen oefenen, bijvoorbeeld met opgaves 4, 5, 7 en 13.
2	6	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? In de uitleg 'Bewegen' is besproken dat je de snelheid in een (x,t)-diagram kunt bepalen door een raaklijn te tekenen en hiervan de helling te berekenen. De extra denkstap is dat je de baansnelheid kon bepalen bij het steilste punt van de (x,t)-grafiek. De helling van een (x,t)-grafiek geeft namelijk de snelheid in de x-richting. Bij het steilste punt gaat het schijfje door de evenwichtsstand (x=0). Op dat moment is de beweging volledig in de x-richting en is de snelheid in de y-richting nul. Daardoor is de x-snelheid gelijk aan de baansnelheid.
	7	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap was hier om te beredeneren dat bij een twee keer zo grote afstand tot de draai-as de amplitude verdubbelt, maar de trillingstijd gelijk blijft omdat de draaisnelheid van het plateau hetzelfde is.
	8	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Voor deze vraag moest je een aantal extra denkstappen zetten. Aan de hand van het plaatje kon je bedenken dat de benodigde middelpuntzoekende kracht groter is dan de maximale waarde van Fw als de omlooptijd varieert. Met de formule voor de middelpuntzoekende kracht uit de uitleg 'Mechanica in de ruimte' kon je beredeneren dat de baansnelheid toeneemt als de benodigde middelpuntzoekende kracht groter wordt. Met de formule voor de baansnelheid, welke is besproken tijdens dezelfde uitleg, kon je de juiste conclusie trekken over de omlooptijd.
	9	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'omlooptijd' en 'cirkelbaan' kon je herkennen dat de vraag ging over de uitleg 'Mechanica in de ruimte'. Uit de tekst kon je halen dat Fw en Fmpz gelijk waren aan elkaar, en dat je deze formules dus kon gelijkstellen. De formule voor Fmpz is besproken in de hierboven genoemde uitleg. Om de wrijvingscoëfficiënt te berekenen, had je ook de formule voor de baansnelheid nodig. Deze is besproken tijdens dezelfde uitleg. Vervolgens kon je de gegeven tabel gebruiken om een conclusie te trekken,
3	10	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? In de uitleg 'Trillingen & Golven' is besproken dat geluid een voorbeeld is van een longitudinale golf.
	11	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Aan de woorden 'staande golf' kon je herkennen dat de vraag ging over het onderdeel 'Staande golven' van de uitleg 'Trillingen en golven'. De extra denkstap zat hem hier in het feit dat de bus aan de onderkant gesloten, en aan de bovenkant open was. Door vervolgens het stappenplan te volgen, kon je bepalen dat bij een lege buis geldt: $l = 1/4 \lambda$. Met behulp van de tekst kon je bedenken dat er geen golf meer is als de buis vol is. Vervolgens kon je met behulp van het stappenplan bedenken dat de lijn tussen de hierboven genoemde punten recht moest zijn.

	12	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de gegeven frequentie en temperatuur kon je bedenken dat je het onderdeel 'Formules' van de uitleg 'Trillingen en golven' nodig had voor deze vraag. Met de besproken formule $v = f \cdot \lambda$ kon je de golflengte berekenen. De golfsnelheid kon je opzoeken in Binas. Dit is besproken tijdens dezelfde uitleg. Het tweede deel van de vraag ging over de vulhoogte x , oftewel de lengte. Hieraan kon je herkennen dat je het stappenplan nodig had van het onderdeel 'Staande golven'. Door dit stappenplan te volgen kon je de juiste conclusie trekken over de vulhoogte. Hoe je handig met redeneervragen aan de slag kunt gaan, is besproken tijdens de vaardigheid 'Redeneren', na de uitleg 'Mechanica in de ruimte'.
4	13	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de genoemde 2 punten in de vraag kon je herkennen dat je de uitleg 'Energie' nodig had. Door de energieën op beide punten met elkaar te vergelijken, kon je bedenken dat er meer zwaarte-energie is boven op de berg door de toegenomen massa, en dat die extra energie dus opgeslagen kon worden in de accu.
	14	5	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de gegeven krachten kon je herkennen dat je hier de uitleg 'Krachten' nodig had. Met het stappenplan dat besproken is tijdens die uitleg en de vaardigheid 'Construeren' kon je de zwaartekracht ontbinden om de grootte en richting van de normaalkracht te bepalen. Vervolgens kon je de eerste vraag op de uitwerkbijlage met een extra denkstap beantwoorden door voor jezelf een schets te maken met een steilere helling, waardoor je zou vinden dat F_n kleiner werd. De tweede en derde vraag kon je beantwoorden met gegevens uit de tekst. Het begrip 'recht evenredig' is een wiskundig basisbegrip en is daarom niet expliciet besproken tijdens de cursus. De laatste zin kon je beantwoorden met behulp van de rendementsformule, die besproken is tijdens de uitleg 'Elektriciteit'.
	15	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het eerste punt kon je behalen met de rendementsformule. Deze is besproken tijdens het onderdeel 'Formules' van de uitleg 'Elektriciteit'. Hiermee kon je de energie berekenen die het dorp nodig had.
		3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Aan de genoemde energieën kon je herkennen dat je de uitleg 'Energie' nodig had. De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat de winst aan energie kwam doordat de truck gevuld is met water en van een hoogte af rijdt, dus zwaarte-energie. Met de rendementsformule uit de uitleg 'Elektriciteit' en de formule voor zwaarte-energie uit de uitleg 'Energie' kon je de benodigde energie en de energie per rit berekenen om zo het aantal ritten te bepalen.
	16	4	IV	Niet voorgekomen op de cursus: De formules voor debiet ($Q = V/t$ en $Q = A \cdot v$) worden niet behandeld tijdens de cursus, omdat dit onder de grotebakstof valt.
5	17	2	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Het opmeten van afmetingen uit een figuur en het invullen van een gegeven wiskundige formule werd hier verondersteld als algemene vaardigheid.
		1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Met de formule voor dichtheid uit de uitleg 'Materiaaleigenschappen' kon je vervolgens de massa berekenen.

	18	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Met het onderdeel 'Reactievergelijkingen' uit de uitleg 'Kernfysica' kon je de vervalreactie opstellen. Daarnaast is in deze uitleg besproken dat gammastraling een groot doordringend vermogen heeft, wat de reden is dat het nauwelijks wordt geabsorbeerd.
		2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier kon zetten, was dat de gammastraling niet bijdraagt aan de dosis, omdat het doordringend vermogen hoog is en het dus niet geabsorbeerd wordt. Het feit dat het bij dosis gaat om de geabsorbeerde energie is besproken tijdens het onderdeel 'Dosis' van de uitleg 'Kernfysica' en het begrip 'doordringend vermogen' is behandeld tijdens het onderdeel 'Begrippen' van de uitleg 'Kernfysica'.
	19	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de gegeven grafiek kon je herkennen dat de vraag ging over de uitleg 'Kernfysica'. In die uitleg is besproken dat je de activiteit kunt bepalen door de helling van de raaklijn in een (N,t)-diagram te berekenen.
	20	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het woord dosis kon je herkennen dat je het onderdeel 'Dosis' van de uitleg 'Kernfysica' nodig had. Met de formules voor dosis en de examentip voor de totale energie kon je deze vraag oplossen. Het omrekenen van eenheden is besproken tijdens de vaardigheid 'Eenheden omrekenen', welke behandeld is na de uitleg 'Energie'.
	21	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de gegeven halveringstijd kon je herkennen dat je het onderdeel 'Berekeningen aan $t_{1/2}$ en $d_{1/2}$ ' van de uitleg 'Kernfysica' nodig had. Met de definitie van de halveringstijd kon je bepalen hoeveel halveringstijden er nodig waren om onder de norm te komen, en dit omrekenen naar de verstreken tijd.
6	22	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Bij de examentip tijdens het onderdeel 'Schakelingenspel' van de uitleg 'Elektriciteit' hebben we besproken dat een stroommeter altijd in serie aangesloten moet worden. Met deze kennis kon je hier het eerste punt scoren.
		1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Voor het aansluiten van de batterijen kon je de regel 'Spanning fietst een rondje' van het onderdeel 'Schakelingenspel' van de uitleg 'Elektriciteit' gebruiken. De extra denkstap die je moest zetten, was dat als je meerdere spanningsbronnen tegenkomt in het rondje, dat deze dan bij het totaal moeten worden opgeteld. Dat betekent dat de batterijen in serie moesten worden aangesloten. Vervolgens kon je met nog een extra denkstap bedenken dat de minpool van de ene batterij aangesloten moest zijn op de pluspool van de andere, omdat de stroom van plus naar min gaat en niet van plus naar plus of min naar min.
	23	5	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het woord 'soortelijke weerstand' kon je herkennen dat je de formule voor de weerstand van een draad nodig had. Deze is besproken tijdens het onderdeel 'Formules' van de uitleg 'Elektriciteit'. Om de weerstand van het water te berekenen, had je de formule $U=IR$ nodig. Deze is besproken tijdens het onderdeel 'Schakelingenspel' van de uitleg 'Elektriciteit'. Verder stonden alle benodigde gegevens in de tekst. Met behulp van de laatste stap van het 'Masterstappenplan' kon je het laatste punt voor de correcte significante behalen.

24	2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Aan de gegeven figuur kon je herkennen dat je het onderdeel 'Schakelingenspel' nodig had van de uitleg 'Elektriciteit'. Met de regel 'Spanning fietst een rondje' kon je bedenken dat de spanning zich verdeelt over het water en de pennen. De extra denkstap was hier om in te zien dat de verhouding van de spanningen gelijk is aan de verhouding van de afstanden in het water, omdat de weerstand recht evenredig is met de lengte. De formule $U=IR$ had je kunnen helpen bij het zetten van deze denkstap. Deze formule is besproken tijdens dezelfde uitleg.
25	3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? Aan de woorden 'weerstand' en 'spanning' kon je herkennen dat de vraag ging over het onderdeel 'Schakelingenspel' van de uitleg 'Elektriciteit'. De extra denkstap was om te beredeneren dat een kleinere afstand d leidt tot een kleinere weerstand. Met de formule $U=IR$ kon je bedenken dat de spanning over het lampje afnam, en het minder fel zou branden. De laatste extra denkstap die je kon zetten, was dat de temperatuur afnam als het lampje minder fel zou branden. Met de kennis over een PTC-weerstand, die besproken is tijdens het onderdeel 'Bijzondere weerstanden' van de uitleg 'Elektriciteit', kon je afleiden dat de weerstand ook af moest nemen.
34			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
35			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
36			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
37			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
38			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
39			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
40			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
41			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
42			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
43			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
44			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
45			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
46			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
47			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
48			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
49			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.
50			Niet voorgekomen op de cursus: In kolom H kun je typen wat in kolom E moet komen te staan.

verdeling per categorie:

categorie	aantal punten	percentage
I	4	5%
II	45	60%
III	22	29%
IV	4	5%
	75	100%

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

Dit gold voor: 95% 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.