

Examenverslag van natuurkunde havo, tweede tijdvak (2025)

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? Aan de gegeven grafiek en het woord 'frequentie' kon je herkennen dat je hier de uitleg nodig had van 'Trillingen en Golven'. Daar is de formule $f = 1/T$ besproken. Ook is er behandeld hoe je de trillingstijd uit een trillingsgrafiek kan halen. Door de trillingstijd in te vullen in de formule, kon je de frequentie berekenen.
	2	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Je kon herkennen dat je het stappenplan 'Staande golven' nodig had doordat het in de tekst ging over knopen en buiken. Bij deze vraag kon je direct het stappenplan toepassen. Het opzoeken van de geluidssnelheid met de gegeven omgevingstemperatuur is besproken tijdens het subonderdeel 'Formules' van de uitleg 'Trillingen en Golven'.
	3	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Je kon herkennen dat je het stappenplan 'Staande golven' nodig had doordat het in de tekst ging over knopen en buiken. Bij dit stappenplan is ook besproken dat er altijd een knoop zit bij een gesloten uiteinde. Door een nieuwe schets te maken, kon je het verband vinden tussen de lengte en de golflengte met stap 3 van het stappenplan. Omdat de lengte van de buis niet veranderde, moest de golflengte wel groter zijn. Met stap 4 van het stappenplan kon je de juiste conclusie trekken over de toon.
2	4	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Bij een val kan de afgelegde afstand alleen maar toenemen. Dit beschouwt het Cito als basiskennis. Alleen grafiek II voldeed aan deze eis.
	5	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het (v, t) -diagram kon je herkennen dat je de uitleg 'Bewegen' nodig had. Tijdens die uitleg is er besproken dat je de versnelling uit een (v, t) -diagram kan halen door een raaklijn te tekenen.
		2	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier moest zetten, was dat de versnelling maximaal was als de raaklijn zo steil mogelijk was.
	6	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? De remschijf warmde op. Hieraan kon je herkennen dat je de uitleg 'Materiaaleigenschappen: Temperatuurverandering' nodig had. De formule $Q = cm\Delta T$ en het opzoeken van de soortelijke warmte zijn hier besproken. Met significantie hebben we gedurende de gehele cursus geoefend met de 'SALE-check' uit het 'Masterstappenplan'.
		3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap was hier dat je moest bedenken dat de warmte van de hoogteverandering vandaan kwam, en dat je Q dus gelijk mocht stellen aan E_z . De formule voor E_z is besproken tijdens de uitleg 'Energie'.

	7	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? De formule voor de resulterende kracht is besproken tijdens de uitleg 'Krachten'. Voor de maximale resulterende kracht had je de maximale versnelling nodig. De extra denkstap was dat je voor de versnelling de vertraging mocht invullen, aangezien een vertraging eigenlijk een versnelling is in tegenwerkende richting. Voor het tweede streepje had je de uitleg 'Energie' nodig, te herkennen aan de woorden 'arbeid' en 'energie'. In de tekst stonden gegevens over het moment van landing en het moment dat de monteur stilstond doordat hij zijn knieën boog. Deze twee momenten kon je daardoor kiezen als punt 1 en 2 in stap 2 van het stappenplan 'Energie'. Doordat hij zijn knieën boog, leverde de monteur dus ook een kracht. Hierdoor kon je weten dat je de arbeid niet mocht wegstrepen. De formules voor de arbeid en de kinetische energie zijn behandeld tijdens dezelfde uitleg.
		1	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Omdat de kracht hier tegen de beweging in werkt, moest de arbeid negatief zijn. Daarna kon je stap 4 van het stappenplan toepassen om de snelheid uit te rekenen. Negatieve arbeid is niet besproken tijdens de cursus, omdat dit als grotebakstof wordt beschouwd.
3	8	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Doordat de massa en de afmetingen van de kubus gegeven waren, was dit een aanwijzing om de formule $m = \rho V$ te gebruiken. Deze is behandeld tijdens de uitleg 'Materiaaleigenschappen'. Tijdens diezelfde uitleg is besproken dat je de dichtheid kon opzoeken in binastabel 8-11.
	9	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het opstellen van reactievergelijkingen is besproken tijdens 'Kernfysica: Reactievergelijkingen'. Deze uitleg kon je direct toepassen om hier op het juiste antwoord te komen.
	10	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Omdat het hier ging om de energie van gammafotonen, kon je bedenken dat je de formule $E_f = hc/\lambda$ nodig had. Deze is besproken tijdens de uitleg 'Kernfysica: Begrippen'. Het omrekenen van eenheden kon je doen met binastabel 5, zoals besproken tijdens de vaardigheid 'Eenheden omschrijven' in het avondprogramma. Vervolgens kon je je antwoord vergelijken met de gegeven figuur en een conclusie trekken.
	11	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het eerste deelpunt was te behalen door de halveringstijd op te zoeken, wat besproken is tijdens de uitleg 'Kernfysica: Berekeningen met $t_{1/2}$ en $d_{1/2}$ '.
		1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Het tweede scorepunt kon je behalen door in te zien dat er sinds 1945 maar een paar halveringstijden waren verstreken. Dit wordt als een algemene vaardigheid beschouwd door het Cito.
	12	1	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Stelling 2 kon je koppelen met de kennis dat de grootte N het aantal kernen was. Dit is besproken tijdens de uitleg 'Kernfysica: Berekeningen met $t_{1/2}$ en $d_{1/2}$ '. Stelling 1 kon je koppelen door te beseffen dat de noemer van de breuk op de y -as kleiner werd, doordat uranium instabiel was. Daardoor werd de breuk zelf steeds groter en zou de lijn dus toenemen. Stelling 3 kon je koppelen door in te zien dat het aantal Th-kernen nooit groter kon worden dan het aantal U-kernen aangezien de halveringstijd van Th kleiner was.

13	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Door het woord 'bepaal' in de vraag kon je weten dat je de grafiek moest gebruiken, zoals besproken tijdens de uitleg 'Bewegen'. Daar kon je zien dat je de verhouding van het aantal Th-deeltjes en het aantal U-deeltjes kon aflezen. Om het aantal Th-deeltjes te bepalen had je dus nog het aantal U-deeltjes nodig. Met het percentage in de tekst en de massa van de kubus kon je de massa van het aantal U-deeltjes berekenen. Met significantie hebben we gedurende de gehele cursus geoefend met de 'SALE-check' uit het 'Masterstappenplan'.	
	1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je moest zetten, was dat je het aantal U-deeltjes kon berekenen door de massa van de kubus te delen door de massa van één U-deeltje. Vervolgens moest je nog een denkstap zetten om de massa van één U-deeltje uit te rekenen. Dit kon met behulp van het massagetal, dat gegeven was. De betekenis hiervan is besproken tijdens de uitleg 'Kernfysica: Begrippen'. De massa van een proton/neutron kon je vinden in binastabel 7, die we vaak hebben gebruikt tijdens de cursus. Door het massagetal te vermenigvuldigen met de massa van een proton/neutron, kon je de massa van één U-deeltje uitrekenen.	
4	14	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Het temperatuurverschil kon je aflezen in de grafieken. Hiermee waren de eerste twee stellingen te beantwoorden. Het begrip warmteverschil is besproken tijdens de uitleg 'Materiaaleigenschappen'. Met deze kennis kon je de juistheid van de laatste twee stellingen bepalen.
	15	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het genoemde temperatuurverschil kon je herkennen dat je de uitleg 'Materiaaleigenschappen: Warmtestroom' moest gebruiken. Daarin is de formule $P = \lambda A \Delta T / d$ behandeld. Ook het opzoeken van de warmtegeleidingscoëfficiënt is in deze uitleg besproken.
		1	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier moest zetten, was dat het gegeven vermogen gelijk was aan de warmtestroom. Dit kon je ook bedenken door te beseffen dat de eenheden van vermogen en van warmtestroom hetzelfde zijn. Verder stonden alle gegevens die je nodig had in de tekst.
		2	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? De laatste twee punten waren te behalen door de berekende oppervlakte te vergelijken met de oppervlakte van een schoenzool. Dit beschouwt het Cito als een algemene vaardigheid.
16	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het begrip 'soortelijke weerstand' kon je herkennen dat je de uitleg 'Elektriciteit: Weerstand van een draad' nodig had. De formule $\rho = RA/l$ is toen besproken. Met deze formule kon je de eerste twee deelpunten scoren.	
	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? Om de breedte uit te rekenen moest je het oppervlakte delen door de lengte. Dit is niet besproken tijdens de cursus, omdat het Cito de formule voor de oppervlakte van een rechthoek als algemene kennis beschouwt.	
17	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Tijdens de uitleg 'Elektriciteit: Schakelingenspel' is tijdens het voorbeeld besproken hoe serie- en parallelschakelingen eruitzien. Bij stap 4 van diezelfde uitleg zijn de formules voor de vervangingsweerstand behandeld. Door de formule in te vullen voor zowel een serie- als een parallelschakeling, kon je in de derde zin het juiste antwoord omcirkelen. Met stap 1 van het 'Schakelingenspel' kon je beredeneren wat er met de stroomsterkte zou gebeuren. Met $P = UI$, besproken tijdens het onderdeel 'Elektriciteit: Formules', kon je de laatste zin juist invullen.	

	18	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan het woord 'capaciteit' kon je herkennen dat je de formule $I = Q/t$ moest gebruiken. Deze is behandeld tijdens de uitleg 'Elektriciteit: Formules'. De stroomsterkte kon je vervolgens uitrekenen met de formule $P = UI$, besproken tijdens dezelfde uitleg.
5	19	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? De formule voor de baansnelheid is besproken tijdens de uitleg 'Mechanica in de ruimte'. In de tekst stond dat punt II twee keer zover van het draaipunt zat als punt I. Dit betekende dus dat de baanstraal twee keer zo groot was voor punt II. Met de formule voor de baansnelheid kon je de juiste conclusie trekken voor de eerste zin. Ook de formule voor de middelpuntzoekende kracht is besproken tijdens dezelfde uitleg. Omdat de baansnelheid twee keer zo klein was bij punt I, kon je concluderen dat de middelpuntzoekende kracht ook twee keer zo klein was bij punt I.
	20	4	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? In figuur 5 kon je hoek α opmeten. Vervolgens kon je in figuur 6 aflezen wat de bijbehorende omlooptijd was. Met het aflezen van grafieken hebben we geoefend tijdens het oefenblok 'Bewegen'. Met de formule voor de baansnelheid, besproken tijdens de uitleg 'Mechanica in de ruimte', kon je de baansnelheid berekenen. Met significantie hebben we gedurende de gehele cursus geoefend met de 'SALE-check' uit het 'Masterstappenplan'.
	21	2	IV	Niet voorgekomen op de cursus: Bij deze vraag had je de kennis nodig dat de valversnelling op de maan kleiner was dan op de aarde. Dit is niet besproken tijdens de cursus, omdat dit grotebakstof is.
6	22	2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Tijdens de vaardigheid 'Construeren' hebben we gezien hoe je krachten moet ontbinden. Hier heb je ook mee kunnen oefenen met opgave 18 uit de opgavenbundel.
		3	III	Wat was/waren de extra denkstap(pen)? De extra denkstap die je hier moest zetten, was dat je met de gegeven F_{tand} een schaal kon bepalen. Door de ontbonden krachten op te meten, kon je de grootte hiervan bepalen. Het laatste punt kon je behalen met nog een extra denkstap, namelijk door in te zien dat bij gelijkblijvende F_{span} en een kleinere hoek, F_{tand} kleiner werd. Dit kon je ook zien door bijvoorbeeld de constructie opnieuw te tekenen met een kleinere hoek en een gelijkblijvende F_{span} .
	23	3	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? Aan de woorden 'arm', 'moment' en het gegeven draaipunt in de figuur kon je herkennen dat je de uitleg 'Momenten' kon toepassen. Hierin is besproken hoe je de arm moest tekenen. Door het stappenplan 'Momenten' toe te passen, kon je vervolgens de kracht uitrekenen die het elastiekje moest leveren en het juiste elastiekje kiezen uit de tabel.
	24	1	I	Welke algemene kennis & vaardigheden kon je gebruiken? De eerste zin kon je juist invullen door te bedenken dat de mond bij de kiezen minder ver opengaat dan bij de tanden. Dit beschouwt het Cito als algemene kennis.
		2	II	Welke stof uit de cursus kon je gebruiken? De veerconstante is langsgelopen bij de formule $F = Cu$, besproken tijdens de uitleg 'Krachten'. Door deze formule in te vullen met pijltjes, zoals tijdens de vaardigheid 'Redeneren' besproken is, kon je de tweede zin juist invullen. Voor de laatste zin kon je voor alle drie de elastiekjes de kracht aflezen bij dezelfde uitrekking. Daarmee kon je $F = Cu$ invullen om vervolgens te bepalen welk elastiekje de grootste veerconstante had.

verdeling per categorie:

categorie	aantal punten	percentage
I	6	8%
II	56	75%
III	10	13%
IV	3	4%
	75	100%

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

Dit gold voor: 96% van de vragen (namelijk categorie I, II en III).

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.