

Kern	Leerdoel	Subkern	Leerdoel havo	Leerdoel vwo	Vakbegrippen havo	Vakbegrippen vwo	CE/SE havo	CE/SE vwo	Eindtermen havo	Eindtermen vwo
1. Materie	Je hebt inzicht in hoe met het model van wisselwerkende atomen en moleculen de eigenschappen van stoffen en materialen beschreven kunnen worden en je verklaart (en analyseert) fysische eigenschappen van stoffen en materialen in verschillende contexten.	1.2. Bouw van de materie: Fasen en fase-overgangen	D1.1. Je gebruikt het moleculaire model van materie bij het verklaren van fasen en faseovergangen.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen, en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	eigenschappen van stoffen: gas, vloeistof, vaste stof, smelten, stollen, verdampen, condenseren, sublimeren	n.v.t.	CE	SE	D1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en verklaren met behulp van atomaire en moleculaire modellen	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen
		1.1. Stoffen en eigenschappen van stoffen en materialen: Warmte en warmtestromen verklaren met modellen	D1.2. Je verklaart met behulp van materiemodellen warmtetransport, je legt het verband uit tussen de warmtestroom en de thermische geleidbaarheid van een stof en je maakt eenvoudige berekeningen aan de warmtestroom, minimaal in de context van energiebesparing door isolatie.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	eigenschappen van stoffen: warmtetransport, warmtestroom, thermische geleidbaarheid, geleiding, stroming, straling	n.v.t.	CE	SE	D1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en verklaren met behulp van atomaire en moleculaire modellen	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen
		1.1. Stoffen en eigenschappen van stoffen en materialen: Temperatuur en temperatuurschalen	D1.3. Je beschrijft temperatuur(veranderingen) van een stof als gevolg van het toe- of afvoeren van warmte, je kent soortelijke warmte als stofeigenschap en je rekent graden Celcius om naar Kelvin en omgekeerd.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	n.v.t.	n.v.t.	CE	SE	D1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en verklaren met behulp van atomaire en moleculaire modellen	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen
		1.1. Stoffen en eigenschappen van stoffen en materialen: Dichtheid en soortelijke warmte	D1.4. Je beschrijft en verklaart het verband tussen de dichtheid en de soortelijke warmte bij metalen.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	atomaire massa	n.v.t.	CE	SE	D1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en verklaren met behulp van atomaire en moleculaire modellen	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen
		1.1. Stoffen en eigenschappen van stoffen en materialen: Warmtegeleiding en elektrische geleiding	D1.5. Je beschrijft en verklaart het verband tussen de warmtegeleiding en elektrische geleiding bij metalen.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	geleidingselektron	n.v.t.	CE	SE	De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en verklaren met behulp van atomaire en moleculaire modellen	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen
		1.1. Stoffen en eigenschappen van stoffen en materialen: Stofeigenschap: vervorming	D1.6. Je interpreteert spanning-rekdiagrammen in termen van elastische en plastische vervorming en maakt berekeningen aan elastische vervormingen.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	treksterkte	n.v.t.	CE	SE	D1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en verklaren met behulp van atomaire en moleculaire modellen	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen
		1.2. Bouw van de materie: Deeltjesmodellen	n.v.t.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	n.v.t.	n.v.t.		SE	n.v.t.	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen
		1.1. Stoffen en eigenschappen van stoffen en materialen: Functionele materialen/materiaaleigenschappen	D2. Je gebruikt in de context van de ontwikkeling van functionele materialen fysische begrippen en je verklaart en licht toe mogelijke toepassingen van deze materialen.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	n.v.t.	n.v.t.	SE	SE	D2. De kandidaat kan in de context van de ontwikkeling van functionele materialen fysische begrippen gebruiken en mogelijke toepassingen van deze materialen toelichten en verklaren	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen

Kern	Leerdoel	Subkern	Leerdoel havo	Leerdoel vwo	Vakbegrippen havo	Vakbegrippen vwo	CE/SE havo	CE/SE vwo	Eindtermen havo	Eindtermen vwo
1. Materie	Je hebt inzicht in hoe met het model van wisselwerkende atomen en moleculen de eigenschappen van stoffen en materialen beschreven kunnen worden <i>en je verklaart (en analyseert) fysische eigenschappen van stoffen en materialen in verschillende contexten.</i>	1.3. Verschillende contexten: Menselijk lichaam	F. Je beschrijft, analyseert en verklaart in de context van het menselijk lichaam fysische processen, en je licht hun functie voor gezondheid en veiligheid toe.	G1. Je beschrijft, analyseert en verklaart in de context van levende systemen fysische verschijnselen en processen.	n.v.t.	n.v.t.	K	K	F. De kandidaat kan in de context van het menselijk lichaam fysische processen beschrijven, analyseren en verklaren en hun functie voor gezondheid en veiligheid toelichten	G1. De kandidaat kan in de context van levende systemen fysische verschijnselen en processen beschrijven, analyseren en verklaren
		1.3. Verschillende contexten: Sport en gezondheid	F. Je beschrijft, analyseert en verklaart in de context van het menselijk lichaam fysische processen, en je licht hun functie voor gezondheid en veiligheid toe.	G1. Je beschrijft, analyseert en verklaart in de context van levende systemen fysische verschijnselen en processen.	n.v.t.	n.v.t.	K	K	F. De kandidaat kan in de context van het menselijk lichaam fysische processen beschrijven, analyseren en verklaren en hun functie voor gezondheid en veiligheid toelichten	G1. De kandidaat kan in de context van levende systemen fysische verschijnselen en processen beschrijven, analyseren en verklaren
		1.3. Verschillende contexten: Geofysica	E2. Je beschrijft, analyseert en verklaart in de context van geofysische systemen fysische verschijnselen en processen.	G2. Je beschrijft, analyseert en verklaart in de context van geofysische systemen fysische verschijnselen en processen.	n.v.t.	n.v.t.	K	K	E2. De kandidaat kan in de context van geofysische systemen fysische verschijnselen en processen beschrijven, analyseren en verklaren	G2. De kandidaat kan in de context van geofysische systemen fysische verschijnselen en processen beschrijven, analyseren en verklaren
		1.3. Verschillende contexten: Biofysica	F. Je beschrijft, analyseert en verklaart in de context van het menselijk lichaam fysische processen, en je licht hun functie voor gezondheid en veiligheid toe.	G1. Je beschrijft, analyseert en verklaart in de context van levende systemen fysische verschijnselen en processen.	n.v.t.	n.v.t.	K	K	F. De kandidaat kan in de context van het menselijk lichaam fysische processen beschrijven, analyseren en verklaren en hun functie voor gezondheid en veiligheid toelichten	G1. De kandidaat kan in de context van levende systemen fysische verschijnselen en processen beschrijven, analyseren en verklaren
		1.3. Verschillende contexten: Deeltjes- en kernprocessen	n.v.t.	E3. Je gebruikt in contexten behoudswetten en de equivalentie van massa en energie in het beschrijven en analyseren van deeltjes- en kernprocessen.	n.v.t.	n.v.t.		K	n.v.t.	E3. De kandidaat kan in contexten behoudswetten en de equivalentie van massa en energie gebruiken in het beschrijven en analyseren van deeltjes- en kernprocessen
2. Energie	Je maakt inzichtelijk dat energie kan worden verplaatst of overgedragen van het ene naar het andere voorwerp zonder dat daarbij energie verloren gaat. <i>En je beschrijft, verklaart en analyseert het energietransport door stoffen en materialen. Je gebruikt daarbij de contexten: verbranden en verwarmen, elektriciteit, magnetisme, technische automatisering en quantumfysica.</i>	2.2. Verbranden en verwarmen: Warmte en warmtestromen verklaren met modellen	D1.2. Je verklaart met behulp van materiemodellen warmtetransport, je legt het verband uit tussen de warmtestroom en de thermische geleidbaarheid van een stof en je maakt eenvoudige berekeningen aan de warmtestroom, minimaal in de context van energiebesparing door isolatie.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	eigenschappen van stoffen: warmtetransport, warmtestroom, thermische geleidbaarheid, geleiding, stroming, straling	n.v.t.	CE	SE	D1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en verklaren met behulp van atomaire en moleculaire modellen	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen
		2.2. Verbranden en verwarmen: Temperatuur	D1.3. Je beschrijft temperatuur(veranderingen) van een stof als gevolg van het toe- of afvoeren van warmte, je kent soortelijke warmte als stoffeigenschap en je rekent graden Celcius om naar Kelvin en omgekeerd.	E1. Je beschrijft in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen en verklaart en analyseert deze eigenschappen aan de hand van deeltjesmodellen.	n.v.t.	n.v.t.	CE	SE	D1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en verklaren met behulp van atomaire en moleculaire modellen	E1. De kandidaat kan in contexten fysische eigenschappen van stoffen en materialen beschrijven en kan deze eigenschappen verklaren en analyseren aan de hand van deeltjesmodellen
		2.3. Electriciteit en magnetisme: Elektrische energieomzettingen/ Vermogen	G1.3. Je analyseert het vermogen en het rendement van energieomzettingen in een elektrische stroomkring, je voert berekeningen uit aan elektrische energie in Joule en in kilowattuur, minimaal in de contexten: lichtbronnen en apparaten in huis (gloeilamp, spaarlamp, LED, elektromotor, verwarmingselement en kWh-meter), energiegebruik, energiebesparing.	D1.4. Je analyseert het vermogen en het rendement van energieomzettingen in een elektrische stroomkring, je voert berekeningen uit aan elektrische energie in Joule en in kilowattuur, minimaal in de contexten: lichtbronnen en apparaten in huis (gloeilamp, spaarlamp, LED, elektromotor, verwarmingselement en kWh-meter), energiegebruik, energiebesparing.	energie, vermogen, rendement	energie, vermogen, rendement	CE	SE	G1. De kandidaat kan opwekking, transport en toepassingen van elektriciteit beschrijven en analyseren aan de hand van fysische begrippen	D1. De kandidaat kan in contexten elektrische schakelingen analyseren met behulp van de wetten van Kirchhoff. Daarbij kan de kandidaat energieomzettingen analyseren

Kern	Leerdoel	Subkern	Leerdoel havo	Leerdoel vwo	Vakbegrippen havo	Vakbegrippen vwo	CE/SE havo	CE/SE vwo	Eindtermen havo	Eindtermen vwo	
2. Energie	Je maakt inzichtelijk dat energie kan worden verplaatst of overgedragen van het ene naar het andere voorwerp zonder dat daarbij energie verloren gaat. <i>En je beschrijft, verklaart en analyseert het energietransport door stoffen en materialen. Je gebruikt daarbij de contexten: verbranden en verwarmen, elektriciteit, magnetisme, technische automatisering en quantumfysica.</i>	2.1. Energie kenmerken: Energieomzetting	G1.4. Je beschrijft energie-omzetting bij verschillende opwekkingsvormen van elektriciteit, en vergelijkt deze opwekkingsvormen ten aanzien van duurzaamheid en energiedichtheid.	--	energie(centrale): energiedichtheid, kerncentrale, fossiele brandstofcentrale, waterkrachtcentrale, zonnecel, waterstofcel, windturbine, generator	n.v.t.	CE		G1. De kandidaat kan opwekking, transport en toepassingen van elektriciteit beschrijven en analyseren aan de hand van fysische begrippen	n.v.t.	
		2.3. Electriciteit en magnetisme: Elektrische stroom	G1.1. Je legt het verschijnsel elektrische stroom uit als verplaatsing van lading ten gevolge van een aangelegde spanning.	D1.1. Je legt het verschijnsel elektrische stroom uit als verplaatsing van lading ten gevolge van een aangelegde spanning.	stroomsterkte, soortelijke weerstand, vrij elektron, ion, elektrische kracht, spanningsbron	stroomsterkte, spanning, soortelijke weerstand, vrij elektron, ion, elementaire lading, spanningsbron, batterij, accu	CE	CE	G1. De kandidaat kan opwekking, transport en toepassingen van elektriciteit beschrijven en analyseren aan de hand van fysische begrippen	D1. De kandidaat kan in contexten elektrische schakelingen analyseren met behulp van de wetten van Kirchhoff. Daarbij kan de kandidaat energieomzettingen analyseren	
		2.3. Electriciteit en magnetisme: Elektrische schakelingen/ stroomkring	G1.2. Je analyseert stroomkringen en maakt daarbij voor serie- en parallelschakelingen van weerstanden berekeningen over spanning, stroomsterkte, weerstand en geleidbaarheid.	D1.3. Je analyseert stroomkringen en maakt daarbij voor serie- en parallelschakelingen van weerstanden berekeningen over spanning, stroomsterkte, weerstand en geleidbaarheid.	stroomdeling, spanningsdeling, kortsluiting, onderdelen in een stroomkring: diode, LDR, NTC, PTC, ohmse weerstand, lamp, motor, verwarmingselement, zekering, aardlekschakelaar	stroomdeling, spanningsdeling, kortsluiting, onderdelen in een stroomkring: diode, LDR, NTC, PTC, ohmse weerstand, lamp, motor, verwarmingselement, zekering, aardlekschakelaar	CE	CE	G1. De kandidaat kan opwekking, transport en toepassingen van elektriciteit beschrijven en analyseren aan de hand van fysische begrippen	D1. De kandidaat kan in contexten elektrische schakelingen analyseren met behulp van de wetten van Kirchhoff. Daarbij kan de kandidaat energieomzettingen analyseren	
		2.3. Electriciteit en magnetisme: Transport en opslag	G1.5. Je beschrijft verschillende vormen van transport en opslag van elektriciteit.	--	spanningsbronnen: batterij, accu, waterstofcel, transformator	n.v.t.	CE		G1. De kandidaat kan opwekking, transport en toepassingen van elektriciteit beschrijven en analyseren aan de hand van fysische begrippen	n.v.t.	
		2.3. Electriciteit en magnetisme: Wetten van Kirchhoff	n.v.t.	D1.2. Je past de wetten van Kirchhoff toe als wetten voor behoud van stroomsterkte in een punt en van spanning in een kring.	n.v.t.	behoud van stroomsterkte in een punt en van spanning in een kring		CE	n.v.t.	D1. De kandidaat kan in contexten elektrische schakelingen analyseren met behulp van de wetten van Kirchhoff. Daarbij kan de kandidaat energieomzettingen analyseren	
		2.4. Technische automatisering	G2. Je construeert meet-, stuur- en regelsystemen en beschrijft de functie en werking van de componenten.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	K		G2. De kandidaat kan meet-, stuur- en regelsystemen construeren en de functie en werking van de componenten beschrijven	n.v.t.
		2.3. Electriciteit en magnetisme: Electromagnetisme	n.v.t.	D2.1. Je beschrijft een elektrisch veld als gevolg van de aanwezigheid van elektrische lading en bepaalt de richting van het elektrisch veld.	n.v.t.	elektrische kracht, homogeen en radiaal elektrisch veld, veldlijn		CE	n.v.t.	D2. De kandidaat kan in contexten elektromagnetische verschijnselen beschrijven, analyseren en verklaren met behulp van elektrische en magnetische velden	
		2.3. Electriciteit en magnetisme: Elektrisch veld	n.v.t.	D2.2. Je past het verband tussen spanning en kinetische energie toe op een geladen deeltje in een homogeen elektrisch veld.	n.v.t.	elektronvolt, elektrische energie als potentiële energie		CE	n.v.t.	D2. De kandidaat kan in contexten elektromagnetische verschijnselen beschrijven, analyseren en verklaren met behulp van elektrische en magnetische velden	
		2.3. Electriciteit en magnetisme: Magnetisch veld	n.v.t.	D2.3. Je beschrijft een magnetisch veld als gevolg van de aanwezigheid van bewegende elektrische lading.	n.v.t.	magnetische velden: homogeen en inhomogeen magnetisch veld, veldlijn, elektromagneet		CE	n.v.t.	D2. De kandidaat kan in contexten elektromagnetische verschijnselen beschrijven, analyseren en verklaren met behulp van elektrische en magnetische velden	
2.3. Electriciteit en magnetisme: Toepassing magnetisch veld	n.v.t.	D2.4. Je beschrijft het effect van een magnetisch veld op een elektrische stroom en op bewegende lading.	n.v.t.	lorentzkracht als vector		CE	n.v.t.	D2. De kandidaat kan in contexten elektromagnetische verschijnselen beschrijven, analyseren en verklaren met behulp van elektrische en magnetische velden			

Kern	Leerdoel	Subkern	Leerdoel havo	Leerdoel vwo	Vakbegrippen havo	Vakbegrippen vwo	CE/SE havo	CE/SE vwo	Eindtermen havo	Eindtermen vwo
2. Energie	Je maakt inzichtelijk dat energie kan worden verplaatst of overgedragen van het ene naar het andere voorwerp zonder dat daarbij energie verloren gaat. En je beschrijft, verklaart en analyseert het energietransport door stoffen en materialen. Je gebruikt daarbij de contexten: verbranden en verwarmen, elektriciteit, magnetisme, technische automatisering en quantumfysica.	2.3. Electriciteit en magnetisme: Inductie	n.v.t.	D2.5. Je analyseert elektromagnetische inductieverschijnselen in verschillende situaties.	n.v.t.	flux, inductiespanning		CE	n.v.t.	D2. De kandidaat kan in contexten elektromagnetische verschijnselen beschrijven, analyseren en verklaren met behulp van elektrische en magnetische velden
		2.5. Quantumfysica: Licht als golfverschijnsel	n.v.t.	F1.1. Je benoemt licht als golfverschijnsel en licht dit toe.	n.v.t.	buiging, constructieve en destructieve interferentie		CE	n.v.t.	F1. De kandidaat kan in contexten de golf-deeltjedualiteit en de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg toepassen, en de quantisatie van energieniveaus in enkele voorbeelden verklaren aan de hand van een eenvoudig quantumfysisch model
		2.5. Quantumfysica: Golf-deeltje dualiteit	n.v.t.	F1.2. Je past de golf-deeltjedualiteit toe bij het verklaren van interferentieverschijnselen bij elektromagnetische straling en bij materiedeeltjes.	n.v.t.	interferentieverschijnselen, de Broglie-golflengte, dubbelspleet-experiment, waarschijnlijkheid, waarschijnlijkheidsverdeling		CE	n.v.t.	F1. De kandidaat kan in contexten de golf-deeltjedualiteit en de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg toepassen, en de quantisatie van energieniveaus in enkele voorbeelden verklaren aan de hand van een eenvoudig quantumfysisch model
		2.5. Quantumfysica: Foto-elektrisch effect	n.v.t.	F1.3. Je gebruikt het foto-elektrisch effect om aan te tonen dat elektromagnetische straling gequantiseerd is	n.v.t.	foton, uittree-energie, energiequantum		CE	n.v.t.	F1. De kandidaat kan in contexten de golf-deeltjedualiteit en de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg toepassen, en de quantisatie van energieniveaus in enkele voorbeelden verklaren aan de hand van een eenvoudig quantumfysisch model.
		2.5. Quantumfysica: Heisenberg	n.v.t.	F1.4. Je beschrijft quantumverschijnselen in termen van de opsluiting van een deeltje en past de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg toe.	n.v.t.	Bohrstraal, nulpuntsenergie		CE	n.v.t.	F1. De kandidaat kan in contexten de golf-deeltjedualiteit en de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg toepassen, en de quantisatie van energieniveaus in enkele voorbeelden verklaren aan de hand van een eenvoudig quantumfysisch model.
		2.5. Quantumfysica: Tunneling	n.v.t.	F1.5. Je beschrijft het quantum-tunneleffect aan de hand van een eenvoudig model en geeft daarbij aan hoe de kans op tunneling afhangt van de massa van het deeltje en de hoogte en breedte van de energie-barrière.	n.v.t.	contexten: Scanning Tunneling Microscope (STM), alfa-verval		CE	n.v.t.	F1. De kandidaat kan in contexten de golf-deeltjedualiteit en de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg toepassen, en de quantisatie van energieniveaus in enkele voorbeelden verklaren aan de hand van een eenvoudig quantumfysisch model.
3. Licht, geluid en straling	Je maakt inzichtelijk welke eigenschappen licht, geluid en straling hebben om te kunnen worden gebruikt voor uiteenlopende toepassingen. Je gebruikt de eigenschappen van trillingen en golven om verschijnselen te verklaren.	3.4. Eigenschappen van trillingen en golven: Trillingsverschijnselen	B1.1. Je analyseert trillingsverschijnselen.	B1.1. Je analyseert trillingsverschijnselen en geeft deze grafisch weer, je laat aan de hand van een numeriek model het verband zien tussen de natuurkundige voorwaarde van een harmonische trilling (kracht evenredig met en tegengesteld gericht aan de uitwijking) en de wiskundige beschrijving ervan (sinusfunctie).	uitwijking, amplitude, periode, harmonische trilling	periode, gereduceerde fase, faseverschil	CE	CE	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht

Kern	Leerdoel	Subkern	Leerdoel havo	Leerdoel vwo	Vakbegrippen havo	Vakbegrippen vwo	CE/SE havo	CE/SE vwo	Eindtermen havo	Eindtermen vwo
3. Licht, geluid en straling	Je maakt inzichtelijk welke eigenschappen licht, geluid en straling hebben om te kunnen worden gebruikt voor uiteenlopende toepassingen. Je gebruikt de eigenschappen van trillingen en golven om verschijnselen te verklaren.	3.4. Eigenschappen van trillingen en golven: Eigentrilling massa-veersysteem	B1.2. Je maakt berekeningen aan de eigentrilling van een massa-veersysteem.	B1.2. Je maakt berekeningen aan de eigentrilling van een massa-veersysteem.	eigenfrequentie, resonantie	eigenfrequentie, resonantie	CE	CE	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht
		3.4. Eigenschappen van trillingen en golven: Golfverschijnselen	B1.3. Je analyseert golfverschijnselen.	B1.3. Je analyseert golfverschijnselen en geeft deze grafisch weer.	lopende golf, voortplantingssnelheid, geluidssnelheid, lichtsnelheid, transversaal, longitudinaal	gereduceerde fase, faseverschil, lopende golf, voortplantingssnelheid, geluidssnelheid, lichtsnelheid, transversaal, longitudinaal	CE	CE	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht
		3.4. Eigenschappen van trillingen en golven: Staannde golven	B1.4. Je licht het verband toe tussen de golflengte en de lengte van het trillende medium bij een staande golf met behulp van een tekening. Minimaal in de context: muziekinstrumenten.	B1.4. Je analyseert het verband tussen de golflengte en de lengte van het trillende medium bij een staande golf. Minimaal in de context: muziekinstrumenten.	knoop, buik, grondtoon, boventoon	knoop, buik, grondtoon, boventoon	CE	CE	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht
		3.4. Eigenschappen van trillingen en golven: Golven: diagrammen	B1.5. Je kunt uit (u,t) en (u,x)-diagrammen de fysische eigenschappen van trillingen en golven bepalen. Minimaal in de context: cardiogram.	B1.5. Je kunt uit (u,t) en (u,x)-diagrammen de fysische eigenschappen van trillingen en golven bepalen. Minimaal in de context: cardiogram.	context: cardiogram	context: cardiogram	CE	CE	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht
		3.4. Eigenschappen van trillingen en golven: Telecommunicatie	B1.6. Je beschrijft informatieoverdracht tussen een zender en ontvanger. Minimaal in de context: telecommunicatie (tv, radio, telefoon).	B1.6. Je beschrijft informatieoverdracht tussen een zender en ontvanger. Minimaal in de context: telecommunicatie (tv, radio, telefoon).	radiogolf, draaggolf, amplitudemodulatie, frequentiemodulatie, bandbreedte, kanaalscheiding	radiogolf, draaggolf, amplitudemodulatie, frequentiemodulatie, digitale codering, bemonsteringsfrequentie, bandbreedte, kanaalscheiding, bit, datatransfer rate	CE	CE	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht	B1. De kandidaat kan in contexten eigenschappen van trillingen en golven gebruiken bij het analyseren en verklaren van onder andere informatieoverdracht
		3.3. Straling: Ioniserende straling	B2.1. Je beschrijft de uitzending, voortplanting en opname van elektromagnetische straling.	B2.1. Je beschrijft de uitzending, voortplanting en opname van elektromagnetische straling.	absorptie, emissie, elektromagnetische golf, foton	absorptie, emissie, elektromagnetische golf, foton	CE	CE	B2. De kandidaat kan eigenschappen van ioniserende straling en de effecten van deze straling op mens en milieu beschrijven. Ook kan de kandidaat medische beeldvormingstechnieken beschrijven en analyseren aan de hand van fysische principes en de diagnostische functie van deze beeldvormingstechnieken voor de gezondheid toelichten	B2. De kandidaat kan eigenschappen van ioniserende straling en de effecten van deze straling op mens en milieu beschrijven. Ook kan de kandidaat medische beeldvormingstechnieken beschrijven en analyseren aan de hand van fysische principes en de diagnostische functie van deze beeldvormingstechnieken voor de gezondheid toelichten
		3.3. Straling: Stralingsrisico's	B2.2. Je benoemt verschillende soorten ioniserende straling, hun ontstaan en hun eigenschappen, evenals de risico's van deze soorten straling voor mens en milieu, en maakt berekeningen met (equivalente) dosis. Je berekent de activiteit op een bepaald moment uit een (N,t)-diagram en berekent de gemiddelde activiteit. Je stelt de vergelijking op van een vervalreactie. Minimaal in de contexten: nucleaire diagnostische geneeskunde, stralingsbescherming.	B2.2. Je benoemt de verschillende soorten ioniserende straling, hun ontstaan en hun eigenschappen, evenals de risico's van deze soorten straling voor mens en milieu, en je maakt berekeningen met (equivalente) dosis. Je berekent de activiteit op een bepaald moment en je bepaalt deze uit een (N,t)-diagram. Je stelt de vergelijking op van een kernreactie. Minimaal in de contexten: nucleaire diagnostische geneeskunde, stralingsbescherming.	stralingsbron, radioactief verval, isotoop, kern, proton, neutron, elektron, atomaire massa-eenheid, ioniserend en doordringend vermogen, dracht, röntgenstraling, alfa-, bèta- en gammastraling, kosmische straling, achtergrondstraling, bestraling, besmetting, effectieve totale lichaamsdosis in relatie tot stralingsbeschermingsnorme n, dosimeter, MeV	stralingsbron, radioactief verval, isotoop, kern, proton, neutron, elektron, atomaire massa-eenheid, ioniserend en doordringend vermogen, dracht, röntgenstraling, alfa-, bèta- en gammastraling, kosmische straling, achtergrondstraling, bestraling, besmetting, effectieve totale lichaamsdosis in relatie tot stralingsbeschermingsnorme n, dosimeter	CE	CE	B2. De kandidaat kan eigenschappen van ioniserende straling en de effecten van deze straling op mens en milieu beschrijven. Ook kan de kandidaat medische beeldvormingstechnieken beschrijven en analyseren aan de hand van fysische principes en de diagnostische functie van deze beeldvormingstechnieken voor de gezondheid toelichten	B2. De kandidaat kan eigenschappen van ioniserende straling en de effecten van deze straling op mens en milieu beschrijven. Ook kan de kandidaat medische beeldvormingstechnieken beschrijven en analyseren aan de hand van fysische principes en de diagnostische functie van deze beeldvormingstechnieken voor de gezondheid toelichten

Kern	Leerdoel	Subkern	Leerdoel havo	Leerdoel vwo	Vakbegrippen havo	Vakbegrippen vwo	CE/SE havo	CE/SE vwo	Eindtermen havo	Eindtermen vwo	
3. Licht, geluid en straling	Je maakt inzichtelijk welke eigenschappen licht, geluid en straling hebben om te kunnen worden gebruikt voor uiteenlopende toepassingen. <i>Je gebruikt de eigenschappen van trillingen en golven om verschijnselen te verklaren.</i>	3.3. Straling: Halveringsdikte en halveringstijd	B2.3. Je lost problemen op waarbij de halveringstijd of halveringsdikte een rol speelt. Je maakt berekeningen alleen bij een geheel aantal halveringstijden of halveringsdiktes. Minimaal in de context: medische diagnostiek.	B2.3. Je lost problemen op waarbij de halveringstijd of halveringsdikte een rol speelt. Minimaal in de context: medische diagnostiek.	doorlaatkromme, vervalkromme	doorlaatkromme, vervalkromme	CE	CE	B2. De kandidaat kan eigenschappen van ioniserende straling en de effecten van deze straling op mens en milieu beschrijven. Ook kan de kandidaat medische beeldvormingstechnieken beschrijven en analyseren aan de hand van fysische principes en de diagnostische functie van deze beeldvormingstechnieken voor de gezondheid toelichten	B2. De kandidaat kan eigenschappen van ioniserende straling en de effecten van deze straling op mens en milieu beschrijven. Ook kan de kandidaat medische beeldvormingstechnieken beschrijven en analyseren aan de hand van fysische principes en de diagnostische functie van deze beeldvormingstechnieken voor de gezondheid toelichten	
		3.3. Straling: Medische beeldvormingstechnieken	B2.4. Je beschrijft medische beeldvormingstechnieken aan de hand van hun natuurkundige achtergrond, je noemt voor- en nadelen van deze technieken en op grond daarvan in gegeven situaties een keuze voor een techniek beargumenteren.	B2.4. Je beschrijft medische beeldvormingstechnieken aan de hand van hun natuurkundige achtergrond, je noemt voor- en nadelen van deze technieken en beargumenteert op grond daarvan in gegeven situaties een keuze voor een techniek beargumenteren.	beeldvormingstechnieken: röntgenopname, CT-scan, MRI-scan, echografie en nucleaire diagnostiek. natuurkundige achtergronden: halveringsdikte van menselijke weefsels, magnetisch veld en resonantie, ultrasone geluidsgolf, geluidsnelheid in menselijke weefsels, absorptie, transmissie, terugkaatsing, tracer	beeldvormingstechnieken: röntgenopname, CT-scan, MRI-scan, PET-scan, echografie, nucleaire diagnostiek, natuurkundige achtergronden: halveringsdikte van menselijke weefsels, magnetisch veld en resonantie, annihilatie, creatie van een elektron-positronpaar, ultrasone geluidsgolf, geluidsnelheid in menselijke weefsels, absorptie, transmissie, terugkaatsing, tracer	CE	CE	B2. De kandidaat kan eigenschappen van ioniserende straling en de effecten van deze straling op mens en milieu beschrijven. Ook kan de kandidaat medische beeldvormingstechnieken beschrijven en analyseren aan de hand van fysische principes en de diagnostische functie van deze beeldvormingstechnieken voor de gezondheid toelichten	B2. De kandidaat kan eigenschappen van ioniserende straling en de effecten van deze straling op mens en milieu beschrijven. Ook kan de kandidaat medische beeldvormingstechnieken beschrijven en analyseren aan de hand van fysische principes en de diagnostische functie van deze beeldvormingstechnieken voor de gezondheid toelichten	
		3.1. Licht: Geometrische optica	B3. Je beschrijft en analyseert aan de hand van toepassingen van geometrische optica eigenschappen van licht.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	K		B3. De kandidaat kan aan de hand van toepassingen van geometrische optica eigenschappen van licht beschrijven en analyseren	n.v.t.
		3.1. Licht: Wisselwerking tussen straling en materie	n.v.t.	E2.1. Je beschrijft het atoommodel van Bohr en past dit toe. Je bepaalt uit energieniveauschema's golflengten en frequenties, je verklaart absorptie en emissiespectra.	n.v.t.	foton, grondtoestand, aangeslagen toestand, ionisatie-energie		CE	n.v.t.	E2. De kandidaat kan in astrofysische en andere contexten de wisselwerking tussen straling en materie beschrijven en verklaren aan de hand van de begrippen atoomspectrum, absorptie, emissie en stralingsenergie	
		3.1. Licht: Licht van sterren	n.v.t.	E2.2. Je analyseert het licht van sterren. Je gebruikt een Hertzsprung-Russlediagram om sterren te classificeren naar temperatuur, totaal stralingsvermogen en grootte. Je analyseert de radiale snelheid van sterren aan de hand van het spectrum. Je doet een uitspraak over de aanwezigheid van elementen in sterren aan de hand van het spectrum.	n.v.t.	fraunhoferlijn, roodverschuiving, blauwverschuiving		CE	n.v.t.	E2. De kandidaat kan in astrofysische en andere contexten de wisselwerking tussen straling en materie beschrijven en verklaren aan de hand van de begrippen atoomspectrum, absorptie, emissie en stralingsenergie	
		3.1. Licht: Golflengte en temperatuur	n.v.t.	E2.3. Je beschrijft het verband tussen de uitgezonden golflengtes en de temperatuur en past dat toe. Je past de wet van Wien toe. Minimaal in de contexten: gloeilampen, sterren.	n.v.t.	Planck-kromme, continu spectrum		CE	n.v.t.	E2. De kandidaat kan in astrofysische en andere contexten de wisselwerking tussen straling en materie beschrijven en verklaren aan de hand van de begrippen atoomspectrum, absorptie, emissie en stralingsenergie	

Kern	Leerdoel	Subkern	Leerdoel havo	Leerdoel vwo	Vakbegrippen havo	Vakbegrippen vwo	CE/SE havo	CE/SE vwo	Eindtermen havo	Eindtermen vwo
3. Licht, geluid en straling	Je maakt inzichtelijk welke eigenschappen licht, geluid en straling hebben om te kunnen worden gebruikt voor uiteenlopende toepassingen. <i>Je gebruikt de eigenschappen van trillingen en golven om verschijnselen te verklaren.</i>	3.1. Licht: Stralingsintensiteit	n.v.t.	E2.4. Je verklaart hoe de op aarde waargenomen intensiteit van een ster samenhangt met het totale stralingsvermogen van de ster en de afstand tot de ster. Je past de wet van Stefan-Boltzmann toe. Minimaal in de context: zon.	n.v.t.	zonneconstante		CE	n.v.t.	E2. De kandidaat kan in astrofysische en andere contexten de wisselwerking tussen straling en materie beschrijven en verklaren aan de hand van de begrippen atoomspectrum, absorptie, emissie en stralingsenergie
		3.1. Licht: EM spectrum	n.v.t.	E2.5. Je beschrijft hoe in het totale spectrum van elektromagnetische straling waarnemingen aan het heelal worden verricht vanaf de aarde en vanuit de ruimte. Je beschrijft de verschillende onderdelen van het elektromagnetisch spectrum en je beschrijft de eigenschappen van deze stralingssoorten: gammastraling, röntgenstraling, ultraviolet, (zichtbaar) licht, infrarood, radiogolven, microgolven.	n.v.t.	instrumenten: optische telescoop, radiotelescoop, ruimtetelescoop		CE	n.v.t.	E2. De kandidaat kan in astrofysische en andere contexten de wisselwerking tussen straling en materie beschrijven en verklaren aan de hand van de begrippen atoomspectrum, absorptie, emissie en stralingsenergie
4. Kracht en beweging	Je maakt inzichtelijk dat krachten de verklaring zijn voor het (blijven) bewegen, het vallen en het aantrekken van voorwerpen. <i>Je verklaart in gedachte-experimenten en toepassingen verschillende verschijnselen met behulp van de relativiteitstheorie.</i>	4.2. Beweging: Bewegingen en diagrammen	C1.1. Je maakt berekeningen aan eenparige rechtlijnige bewegingen.	C1.1. Je maakt berekeningen aan eenparige rechtlijnige bewegingen.	n.v.t.	n.v.t.	CE	CE	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen kwalitatief en kwantitatief analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton
		4.2. Beweging: Bewegingen en diagrammen	C1.2. Je bepaalt eigenschappen van bewegingen aan de hand van plaats-tijd diagrammen en snelheid-tijd diagrammen. Je herkent de volgende bewegingen: eenparig rechtlijnige beweging, eenparig versnelde of vertraagde beweging, vrije val, valbeweging met wrijving. Je bepaalt de gemiddelde snelheid uit een (x,t)-diagram. Je bepaalt uit een (x,t)-diagram de snelheid op een bepaald moment, zo nodig met behulp van een raaklijn. Je bepaalt uit een (v,t)-diagram de (val) versnelling op een bepaald moment, zo nodig met behulp van een raaklijn. Je bepaalt uit een (v,t)-diagram de verplaatsing en de gemiddelde snelheid met behulp van de oppervlakte onder de kromme.	C1.2. Je bepaalt eigenschappen van bewegingen aan de hand van plaats-tijd diagrammen en snelheid-tijd diagrammen. Je herkent de volgende bewegingen: eenparig rechtlijnige beweging, eenparig versnelde/ vertraagde beweging, vrije val, valbeweging met wrijving. Je bepaalt de gemiddelde snelheid uit een (x,t)-diagram. Je bepaalt uit een (x,t)-diagram de snelheid op een bepaald moment, gebruik makend van het inzicht dat de snelheid de afgeleide is van de plaats naar de tijd. Je bepaalt uit een (v,t)-diagram de (val) versnelling op een bepaald moment, gebruik makend van het inzicht dat de versnelling de afgeleide is van de snelheid naar de tijd. Je bepaalt uit een (v,t)-diagram de verplaatsing en de gemiddelde snelheid met behulp van de oppervlakte.	afstand-tijd diagram, snelheid-tijd diagram, eenparige rechtlijnige bewegingen. eenparig versnelde bewegingen: vrije val, valbeweging met wrijving, gemiddelde snelheid, snelheid op een bepaald moment, verplaatsing	afstand-tijd diagram, snelheid-tijd diagram, eenparige rechtlijnige bewegingen. eenparig versnelde bewegingen: vrije val, valbeweging met wrijving, gemiddelde snelheid, snelheid op een bepaald moment, verplaatsing	CE	CE	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen kwalitatief en kwantitatief analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton
		4.1. Kracht: Vectoren	C1.3. Je analyseert krachten op een systeem aan de hand van een vectortekening, waaronder het samenstellen van en ontbinden in componenten met behulp van een parallellogram en het bepalen van de grootte en/of richting van krachten uit een vectortekening.	C1.3. Je analyseert krachten op een systeem zowel aan de hand van een vectortekening als met behulp van goniometrische relaties, waaronder het samenstellen van en ontbinden in componenten en het bepalen van de grootte en/of richting van krachten.	krachten : zwaartekracht, schuifwrijvingskracht, rolweerstandskracht, luchtweerstandskracht, normaalkracht, spankracht, spierkracht, veerkracht	krachten : zwaartekracht, schuifwrijvingskracht, rolweerstandskracht, luchtweerstandskracht, normaalkracht, spankracht, spierkracht, veerkracht	CE	CE	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen kwalitatief en kwantitatief analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton

Kern	Leerdoel	Subkern	Leerdoel havo	Leerdoel vwo	Vakbegrippen havo	Vakbegrippen vwo	CE/SE havo	CE/SE vwo	Eindtermen havo	Eindtermen vwo
4. Kracht en beweging	Je maakt inzichtelijk dat krachten de verklaring zijn voor het (blijven) bewegen, het vallen en het aantrekken van voorwerpen. Je verklaart in gedachte-experimenten en toepassingen verschillende verschijnselen met behulp van de relativiteitstheorie.	4.3. Overbrenging en constructie: Hefbomen	C1.6. Je past de hefboomwet toe op stilstaande voorwerpen waarop twee krachten werken, waarvan de werklijnen niet door het draaipunt gaan. Minimaal in de context: menselijk lichaam	n.v.t.	zwaartepunt, aangrijpingspunt, werklijn, arm	n.v.t.	CE		C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton	n.v.t.
		4.1. Kracht: Wetten van Newton: eerste wet	C1.4. Je legt de eerste wet van Newton uit en past deze toe.	C1.4. Je legt de eerste wet van Newton uit en past deze toe.	n.v.t.	n.v.t.	CE	CE	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen kwalitatief en kwantitatief analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton
		4.1. Kracht: Wetten van Newton: tweede wet	C1.5. Je legt de tweede wet van Newton uit en past deze toe.	C1.5. Je legt de tweede wet van Newton uit en past deze toe.	n.v.t.	n.v.t.	CE	CE	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen kwalitatief en kwantitatief analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton
		4.1. Kracht: Wetten van Newton: derde wet	n.v.t.	C1.5. Je legt de derde wet van Newton uit en past deze toe.	n.v.t.	actiekracht, reactiekracht, gewicht		CE	n.v.t.	C1. De kandidaat kan in contexten de relatie tussen kracht en bewegingsveranderingen kwalitatief en kwantitatief analyseren en verklaren met behulp van de wetten van Newton
		4.1. Kracht: Modellen	n.v.t.	C1.7. Je kiest op grond van een analyse van krachten een geschikt numeriek model voor een beweging en gebruikt het model om de beweging te analyseren.	n.v.t.	n.v.t.		CE	n.v.t.	C1.7. Op grond van een analyse van krachten een geschikt numeriek model voor een beweging kiezen en het model gebruiken om de beweging te analyseren
		4.2. Beweging: Kinetische energieomzettingen	C2.1. Je maakt berekeningen met betrekking tot kracht, verplaatsing, arbeid, snelheid en vermogen. Je berekent arbeid uit kracht en verplaatsing alleen in situaties waarbij de richting van de kracht evenwijdig is aan de verplaatsing.	C2.1. Je maakt berekeningen met betrekking tot kracht, verplaatsing, arbeid, snelheid en vermogen. Je bepaalt de arbeid uit een kracht-verplaatsingsdiagram.	n.v.t.	n.v.t.	CE	CE	C2. De kandidaat kan in contexten de begrippen energiebehoud, rendement, arbeid en warmte gebruiken om energieomzettingen te beschrijven en te analyseren	C2. De kandidaat kan in contexten de begrippen energiebehoud, rendement, arbeid en warmte gebruiken om energieomzettingen te beschrijven en te analyseren
		4.2. Beweging: Kinetische energie en arbeid	C2.2. Je analyseert energieomzettingen bij bewegingen. Je past de wet van behoud van energie en de relatie tussen arbeid en kinetische energie toe. Minimaal de bewegingen: vrije val, valbeweging met wrijving en verticale worp. Minimaal in de contexten: energiegebruik en energiebesparing in het verkeer, de bewegende mens.	C2.2. Je analyseert energieomzettingen bij bewegingen. Je past de wet van behoud van energie en de relatie tussen arbeid en kinetische energie toe. Minimaal de bewegingen: vrije val, valbeweging met wrijving, verticale worp, trilling en stuiterbeweging. Minimaal in de contexten: energiegebruik en energiebesparing in het verkeer, de bewegende mens.	Energieën: kinetische energie, zwaarte-energie, chemische energie, warmte Vakbegrip: wrijvingsarbeid	Energieën: kinetische energie, zwaarte-energie, veerenergie, chemische energie, warmte Vakbegrippen: potentiële energie, (positieve en negatieve) arbeid, wrijvingsarbeid, periodieke beweging	CE	CE	C2. De kandidaat kan in contexten de begrippen energiebehoud, rendement, arbeid en warmte gebruiken om energieomzettingen te beschrijven en te analyseren	C2. De kandidaat kan in contexten de begrippen energiebehoud, rendement, arbeid en warmte gebruiken om energieomzettingen te beschrijven en te analyseren
		4.4. Relativiteitstheorie	n.v.t.	F2. Je verklaart in gedachte-experimenten en toepassingen de verschijnselen tijdrek en lengtekrimp aan de hand van de begrippen lichtsnelheid, gelijktijdigheid en referentiestelsel.	n.v.t.	n.v.t.		K	n.v.t.	F2. De kandidaat kan in gedachte-experimenten en toepassingen de verschijnselen tijdrek en lengtekrimp verklaren aan de hand van de begrippen lichtsnelheid, gelijktijdigheid en referentiestelsel

Kern	Leerdoel	Subkern	Leerdoel havo	Leerdoel vwo	Vakbegrippen havo	Vakbegrippen vwo	CE/SE havo	CE/SE vwo	Eindtermen havo	Eindtermen vwo
5. Ruimte	Je maakt inzichtelijk dat de plaats van de aarde in het zonnestelsel en in het heelal verschillende natuurverschijnselen in stand houden en beïnvloeden en je maakt inzichtelijk dat waarnemingen in het elektromagnetische spectrum onze kennis over sterren vergroten.	5.1. Structuur zonnestelsel: Interpretatie van waarnemingen	E1.1. Je beschrijft de structuur van het zonnestelsel en interpreteert waarnemingen van maanfasen en de hemelbaan van zon, maan en sterren.	n.v.t.	planeet, komeet, meteoriet	n.v.t.	CE		E1. De kandidaat kan het ontstaan en de ontwikkeling van structuren in het heelal beschrijven en bewegingen in het zonnestelsel analyseren en verklaren aan de hand van fysische principes	n.v.t.
		5.2. Structuur heelal	E1.5. Je beschrijft het ontstaan, de structuur en de ontwikkeling van het heelal.	n.v.t.	structuren: cluster, sterrenstelsel, planetenstelsel vakbegrippen: oerknal, uitdijend heelal, lichtsnelheid, lichtjaar, Melkweg, zonnestelsel	n.v.t.	CE		E1. De kandidaat kan het ontstaan en de ontwikkeling van structuren in het heelal beschrijven en bewegingen in het zonnestelsel analyseren en verklaren aan de hand van fysische principes	n.v.t.
		5.3. Waarnemingen	E1.6. Je beschrijft hoe in het totale spectrum van elektromagnetische straling waarnemingen aan het heelal worden verricht vanaf de aarde en vanuit de ruimte en dat een deel van die elektromagnetische straling afkomstig is van de warmtestraling van de zon en andere sterren, je beschrijft de verschillende onderdelen van het elektromagnetisch spectrum en de eigenschappen van deze stralingssoorten en je gebruikt de wet van Wien.	E2.5. Je beschrijft hoe in het totale spectrum van elektromagnetische straling waarnemingen aan het heelal worden verricht vanaf de aarde en vanuit de ruimte en dat een deel van die elektromagnetische straling afkomstig is van de warmtestraling van de zon en andere sterren, je beschrijft de verschillende onderdelen van het elektromagnetisch spectrum en de eigenschappen van deze stralingssoorten.	stralingssoorten: gammastraling, röntgenstraling, ultraviolet, (zichtbaar) licht, infrarood, radiogolven, microgolven instrumenten: optische telescoop, radiotelescoop, ruimtetelescoop	stralingssoorten: gammastraling, röntgenstraling, ultraviolet, (zichtbaar) licht, infrarood, radiogolven, microgolven instrumenten: optische telescoop, radiotelescoop, ruimtetelescoop	CE	CE	E1. De kandidaat kan het ontstaan en de ontwikkeling van structuren in het heelal beschrijven en bewegingen in het zonnestelsel analyseren en verklaren aan de hand van fysische principes	E2. De kandidaat kan in astrofysische en andere contexten de wisselwerking tussen straling en materie beschrijven en verklaren aan de hand van de begrippen atoomspectrum, absorptie, emissie en stralingsenergie
		5.4. Wereldbeeld	E1.4. Je benoemt de verschillen tussen het heliocentrisch en het geocentrisch wereldbeeld en geeft daarbij aan wat de invloed van deze verandering van het wereldbeeld is geweest op het menselijk denken.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	CE		De kandidaat kan het ontstaan en de ontwikkeling van structuren in het heelal beschrijven en bewegingen in het zonnestelsel analyseren en verklaren aan de hand van fysische principes	n.v.t.
		5.1. Structuur zonnestelsel: Cirkelbeweging	E1.2. Je analyseert cirkelbewegingen met constante baansnelheid en je maakt berekeningen aan de middelpuntzoekende kracht alleen in situaties waarin slechts één kracht de rol van de middelpuntzoekende kracht heeft.	C3.1. Je analyseert cirkelbewegingen met constante baansnelheid en je maakt berekeningen aan de middelpuntzoekende kracht alleen in situaties waarin slechts één kracht de rol van de middelpuntzoekende kracht heeft.	omlooptijd, baanstraal, baansnelheid	omlooptijd, baanstraal, baansnelheid	CE	CE	E1. De kandidaat kan het ontstaan en de ontwikkeling van structuren in het heelal beschrijven en bewegingen in het zonnestelsel analyseren en verklaren aan de hand van fysische principes	C3. De kandidaat kan ten minste in de context van het heelal bewegingen analyseren en verklaren aan de hand van gravitatiewisselwerking
		5.1. Structuur zonnestelsel: Banen om de zon en aarde	E1.3. Je analyseert de baan van planeten om de zon en van maan en satellieten om de aarde met behulp van de gravitatiekracht en legt uit hoe de valversnelling aan het planeetoppervlak afhangt van de massa en de straal van de planeet.	C3.2. Je analyseert bewegingen van voorwerpen in een gravitatieveld met behulp van de gravitatiekracht en de gravitatie-energie, je analyseert aan de hand van een numeriek model de bewegingen van planeten, kometen en andere hemellichamen, je past het verband toe tussen de ontsnappingsnelheid en de massa en straal van een hemellichaam, je legt uit hoe de valversnelling aan het planeetoppervlak afhangt van de massa en de straal van de planeet. Minimaal in de contexten: maan, planeet, satelliet.	ellipsbaan, geostationaire baan	gravitatiewisselwerking, ellipsbaan, geostationaire baan	CE	CE	E1. De kandidaat kan het ontstaan en de ontwikkeling van structuren in het heelal beschrijven en bewegingen in het zonnestelsel analyseren en verklaren aan de hand van fysische principes	C3. De kandidaat kan ten minste in de context van het heelal bewegingen analyseren en verklaren aan de hand van gravitatiewisselwerking