

Leerlijn practicum en onderzoek

Op de volgende pagina's vindt u een overzicht van **havo/vwo bovenbouw** practica ontwikkeld en uitgeprobeerd door de modeldidactiek groep. De practica vormen samen een leerlijn practicum en onderzoek waarin gewerkt wordt aan onderzoeks- en ontwerpvaardigheden uit de CE-syllabi voor havo en vwo. De onderwerpen staan op volgorde van de natuurkunde onderwerpen in methode Newton. Dit overzicht wordt in augustus nog verder aangepast met een afzonderlijk vaardigheden profiel voor elk practicum.

Bestandslocatie

Bestanden van 18 practicumlessen staan naar verwachting eind juli op Wikiwijs onder modeldidactiek Leerlijn "Practica en Onderzoek". De Word bestanden staan reeds op de Google Docs site.

Karakteristiek

Modeldidactiek practica bevatten meestal een tamelijk summiere onderzoeksopdracht, voldoende concreet om leerlingen de goede kant op te sturen, maar open genoeg om ruimte te geven voor enige variatie in aanpak. Soms onderzoeken groepjes leerlingen een verschillende variabele en worden de resultaten in een einddiscussie geïntegreerd. Leerlingen noteren hun opstelling, observaties/metingen, grafieken, en conclusies op het whiteboard. Dit helpt de leerlingen om overzicht te houden over wat ze aan het doen zijn en niet verblind te worden door de details en het helpt de rondgaande docent in begeleiding van groepjes. In de post-lab einddiscussie kiest de docent een slim en efficiënt pad langs de whiteboards op weg naar het leerdoel, dat is meestal een fysisch model van de onderzochte verschijnselen. Daarbij is er veel interactie met de leerling groepjes, maar hoeven er geen aparte presentaties van elk groepje te zijn.

Gebruik

De practica kunnen uiteraard "los" gebruikt worden, de docent selecteert dan 1 of enkele practica om uit te voeren binnen zijn/haar eigen programma en de op school gebruikte methode. Een docent kan er ook voor kiezen om alle practica of een groot deel ervan te adopteren als een complete leerlijn practica en onderzoek.

Docenten en leerling handleiding

Elk practicum heeft een docenten handleiding maar niet altijd een leerling handleiding. Vaak zijn de leerling instructies zo kort dat ze gemakkelijk kunnen worden gekopieerd uit de docenten handleiding en geplakt in een PowerPoint slide. Die is dan voldoende om de leerlingen aan het werk te zetten.

Tabel

De tabel geeft het onderwerp, het syllabusdomein (volgens de havo of vwo CE-syllabus), een indeling op beginners of gevorderd, of het om modelontwikkeling of toepassing gaat, en het leerjaar. Dan volgen kolommen voor bestandsnaam, praktische vaardigheden en natuurkundige vaardigheden. De praktische vaardigheden hebben betrekking op omgaan met apparatuur en meten, de natuurkundige vaardigheden zijn specificaties van CE-syllabus A5 (onderzoeksvaardigheden) of A7 (ontwerpvaardigheden). Twee practica zijn vertalingen van AMTA, de andere zijn zelf ontwikkeld.

Ervaring

De practica zijn uitgeprobeerd op de scholen van de ontwikkelaars en op grond daarvan aangepast. Bij gebruik in andere klassen op andere scholen zullen er zeker suggesties zijn voor verbetering. Ervaringen en verbeteringen zijn welkom! Mail naar edberg51@gmail.com.

Practicumleerlijn Modeldidactiek

Newton Hoofdstuk	Syllabus domein	Niveau, fase, leerjaar ¹	Bestandsnaam	Praktische vaardigheden	Natuurkundige vaardigheden
1: Elektriciteit	D1	H, V, B, MO, 4	Domein D1 P1 Ohmse weerstand – docentenhandleiding Domein D1 P1 Ohmse weerstand – leerlingenhandleiding Inductieve benadering oftewel model development	<ul style="list-style-type: none"> Een schakeling aanvullen met een stroommeter en spanningsmeter 	<ul style="list-style-type: none"> Meetresultaten als meetpunten weergeven in een diagram en het verband tussen de twee grootheden tekenen met een rechte grafieklijn door de oorsprong De richtingscoëfficiënt van een rechte lijn in een diagram bepalen Wiskundige vergelijking van een lineaire lijn opstellen, uitgedrukt in natuurkundige grootheden Onderscheid maken tussen afhankelijke en onafhankelijke variabelen
		H, V, B, MO, 4	Domein D1 P2 Ohmse weerstand (verificatie) – docentenhandleiding Domein D1 P2 Ohmse weerstand (verificatie) – leerlingenhandleiding Deductieve benadering, oftewel model deployment (toepassing van gegeven model)	<ul style="list-style-type: none"> Schakeling ontwerpen en maken om Wet van Ohm te verifiëren. 	Werkplan maken voor verificatie van de Wet van Ohm met onder meer: <ul style="list-style-type: none"> Wat zijn de variabelen? Wat is de benodigde opstelling en schakeling? Wat stel je in, wat meet je?

¹ H (geschikt voor havo), V (geschikt voor vwo), B (beginfase modeldidactiek), G (gevorderde fase modeldidactiek), MO (modelontwikkeling), MT (modeltoepassing). Het getal geeft aan vanaf welke klas het experiment gedaan kan worden.

Newton Hoofdstuk	Syllabus domein	Niveau, fase, leerjaar ¹	Bestandsnaam	Praktische vaardigheden	Natuurkundige vaardigheden
					<ul style="list-style-type: none"> • Wat doe je met de metingen? • Presentatie van set-up, metingen en conclusie op whiteboard.
2: Sport en verkeer – bewegingen	C1	H, V, B, MT, 4	Domein C1 P1 botsende treintjes – docentenhandleiding		<ul style="list-style-type: none"> • Toepassen van verschillende representaties van het constante snelheid model voor het oplossen van een praktisch probleem
		V, G, MO, MT, 4	Domein C1 P2 Horizontale worp – docentenhandleiding Domein C1 P2 Horizontale worp prelab Domein C2 P2 Horizontale worp PreLab antwoorden	<ul style="list-style-type: none"> • Nauwkeurig meten van afstanden 	<ul style="list-style-type: none"> • Onderbouwde voorspellingen doen • Schatten van afwijkingen in het eindantwoord door te schatten wat de invloed is van het verwaarlozen van bepaalde grootheden
3: Materialen	E1	H, V, B, MO, 4	Domein E1 P1 Soortelijke warmte (deel 1) – docentenhandleiding	<ul style="list-style-type: none"> • Thermometers aflezen • Herhalen van het bouwen van elektrische schakelingen 	<ul style="list-style-type: none"> • Relaties vaststellen tussen twee afhankelijke grootheden • Wiskundige vergelijking opstellen bij een combinatie van grafieken • Een natuurkundige vergelijking koppelen aan eigen meetwaarden • Natuurkundig redeneren tussen model en meting

Newton Hoofdstuk	Syllabus domein	Niveau, fase, leerjaar ¹	Bestandsnaam	Praktische vaardigheden	Natuurkundige vaardigheden
					<ul style="list-style-type: none"> • Transformeren van resultaten in grafieken
		H, V, B, MT, 4	Domein E1 P2 Soortelijke warmte (deel 2) – docentenhandleiding		<ul style="list-style-type: none"> • Een werkplan opstellen • Selecteren van relevante grootheden
4: Sport en verkeer - krachten	C1	H, V, B, MO, 4	Domein C1 P1 Schuifwrijvingskracht – docentenhandleiding		<ul style="list-style-type: none"> • Nagaan welke grootheden gevarieerd kunnen worden en bedenken hoe andere grootheden constant gehouden kunnen worden • Uit meetwaarden een verband afleiden tussen grootheden • Controlling variables • Overzichtelijke tabellen en grafieken maken
5: Straling en gezondheid	B2	To do	Domein B2 P1 Halveringstijd bierschuim - docentenhandleiding	<ul style="list-style-type: none"> • To do 	<ul style="list-style-type: none"> • To do
		To do	Domein B2 P2 Halveringsdikte papier - docentenhandleiding	<ul style="list-style-type: none"> • To do 	<ul style="list-style-type: none"> • To do
6: Vaardigheden – rekenen, onderzoeken,	A	V, G, MO, 4	Domein A P1 Vallende bakjes	<ul style="list-style-type: none"> • Handig experimenteren zonder apparatuur 	<ul style="list-style-type: none"> • Model-denken

Newton Hoofdstuk	Syllabus domein	Niveau, fase, leerjaar ¹	Bestandsnaam	Praktische vaardigheden	Natuurkundige vaardigheden
ontwerpen en modelleren		H, V, B, MO, 4	Domein A P2 Spaghettibrug		<ul style="list-style-type: none"> Inschatten hoeveel meetpunten je nodig hebt voor een goede grafiek Bedenken hoe je controlevariabelen constant houdt
		H, V, B, MO, 4	Domein A P3 Schuivende bekertjes		<ul style="list-style-type: none"> Constant houden van controlevariabelen
		H, V, B, MO, 4	Domein A P4 Meten en rekenen met significante cijfers	<ul style="list-style-type: none"> Zo nauwkeurig mogelijk een lengte meten met behulp van een liniaal met 2,5-cm en mm verdeling. 	<ul style="list-style-type: none"> Significantie van meetwaarden en uitkomsten van berekeningen weergeven in een acceptabel aantal significante cijfers.
7: Trillingen en golven	B1	H, V, B, MO, 4	Domein B1 P1 Slingerende massa – docentenhandleiding	<ul style="list-style-type: none"> Trillingstijd nauwkeurig bepalen 	<ul style="list-style-type: none"> Relaties vaststellen tussen twee afhankelijke grootheden Resultaten transformeren in tabellen en grafieken Coördinatentransformatie uitvoeren bij een wortelverband Wiskundige vergelijking opstellen van een rechte lijn Wiskundige vergelijking van een rechte lijn koppelen aan een gegeven formule.

Newton Hoofdstuk	Syllabus domein	Niveau, fase, leerjaar ¹	Bestandsnaam	Praktische vaardigheden	Natuurkundige vaardigheden
		V, G, MO, MT, 5	Domein B1 P2 Toon van de fles docentenhandleiding Domein B1 P2 Toon van de fles leerlingenhandleiding Domein B1 W2 Toon van de fles Domein B1 W2 Toon van de fles – uitwerking	<ul style="list-style-type: none"> Grootheden meten met een app 	<ul style="list-style-type: none"> Ontwerpen van een experiment Ontwerpen van observatie- en meetprocedures voor elke variabele Resultaten transformeren in tabellen en grafieken Relaties vaststellen tussen twee afhankelijke grootheden De leerling denkt heen-en-weer tussen experiment en theorie (theorie als generalisatie uit vorige metingen).
		V, G, MO, 5	Domein B1 P3 Veercombinaties – docentenhandleiding Domein B1 P3 Veercombinaties – leerlingenhandleiding	<ul style="list-style-type: none"> Nauwkeurig bepalen van de trillingstijd van een massa-veersysteem en de uitrekking van een veer 	<ul style="list-style-type: none"> Relaties vaststellen tussen grootheden Nagaan of het eenmalig bepalen van C betrouwbaar genoeg is voor het afleiden van een formule

Newton Hoofdstuk	Syllabus domein	Niveau, fase, leerjaar ¹	Bestandsnaam	Praktische vaardigheden	Natuurkundige vaardigheden
		V, G, MO, MT, 5	Domein B1 P4 Bifilaire slinger - docentenhandleiding		<ul style="list-style-type: none"> • Ontwerpen van een onderzoek waarmee systematische verbanden tussen twee grootheden worden onderzocht • Formuleren van een onderzoeksvraag • Maken van een werkplan • Bedenken welke grootheden onderzocht moeten worden en welke grootheden constant gehouden moeten worden
8: Elektromagnetisch veld	D2	H, V, B, MO, 5	Domein D2 P1 Sticky tape - docentenhandleiding Domein D2 P1 Sticky tape – leerlingenhandleiding		<ul style="list-style-type: none"> • Leerlingen documenteren observaties en conclusies in de vorm van tekst en schetsen op het whiteboard. • Leerlingen oefenen fysisch redeneren met tekst, schetsen en krachtendiagrammen
		V, G, MO, 5	Domein D2 P2 Inductiespanning – docentenhandleiding Domein D2 W2 Inductiespanning		<ul style="list-style-type: none"> • Model-denken
9: Arbeid, energie en vermogen	C2				

Newton Hoofdstuk	Syllabus domein	Niveau, fase, leerjaar ¹	Bestandsnaam	Praktische vaardigheden	Natuurkundige vaardigheden
10: Cirkelbaan en gravitatiekracht	C3	V, G, MO, 5	Domein C3 P1 Ronddraaiende stop - docentenhandleiding Domein C3 P1 Ronddraaiende stop - leerlingenhandleiding Domein C3 W1 Ronddraaiende stop	<ul style="list-style-type: none"> De leerling meet nauwkeurig met liniaal en stopwatch 	<ul style="list-style-type: none"> Ontwerpen van een experiment en nadenken over afhankelijke en onafhankelijke variabelen Ontwerpen van observatie- en meetprocedures voor elke variabelen Transformeren van resultaten in tabellen en grafieken Heen en weer denken tussen aspecten van het verschijnsel (ronddraaiende stop) en natuurkundige begrippen en grootheden.
11: Vaardigheden – wiskunde in de natuurkunde	A				
12: Versnellen en afbuigen	D2				
13: Zonnestelsel en heelal	E2				
14: Quantumwereld	F1				
15: Vaardigheden - examenvoorbereiding	A				
Keuzemodule Geofysica	G2				
Keuzemodule Biofysica	G1				
Keuzemodule	E3				

Newton Hoofdstuk	Syllabus domein	Niveau, fase, leerjaar¹	Bestandsnaam	Praktische vaardigheden	Natuurkundige vaardigheden
Kern- en deeltjesprocessen					
Keuzemodule Relativiteitstheorie	F2				