

Rubric Golven en Optica

- Algemeen (25 pt)
- Werkplan (25 pt)
- Uitvoer, verwerking en rapportage (50 pt)

Criteria	Slecht (0%)	Matig (40%)	Voldoende (65%)	Goed (85%)	Uitstekend (100%)
Algemeen (25 pt)					
Experimenteervaardigheid en werkhouding Maximum score 10 pt (motivatie, aanwezigheid, voorbereiding, initiatief, probleemoplossend vermogen, moeilijkheidsgraad experiment, eigen initiatief bij opstellen onderzoeksvraag)	- Ongemotiveerd en/of ongeïnteresseerd - >20% van contacttijd afwezig zonder goede reden - Onvoorbereid aan de slag - Slechte samenwerking - Niet openstaand voor suggesties assistent - Niet in staat opstelling zelfstandig te bedienen; intensieve assistentie in alle fases en/of verwijtbare schade aan opstelling	- >10% van contacttijd afwezig zonder goede reden - Slecht voorbereid aan de slag - Intensieve assistentie in uitvoerfase - Luisteren naar commentaar en suggesties maar geven geen gehoor of weten dit niet om te zetten in wezenlijke verbetering methode	- Altijd aanwezig - Direct aan de slag, soms wat minder efficiënt bezig - Constante maar beperkte assistentie gedurende het experiment - Maken contact wanneer nodig - Nemen opmerkingen assistent serieus en weten deze regelmatig om te zetten in verbetering van de aanpak	- Altijd aanwezig - Komen voorbereid naar de contacturen, daardoor goed gebruik van de tijd - Experiment doorlopen met enige hulp in de aanloopfase - Maken contact wanneer nodig - Positief-kritisch reagerend op opmerkingen assistent - Experiment en/of onderzoeksvraag uitdagend	- Altijd aanwezig - Komen voorbereid naar de contacturen, daardoor goed gebruik van de tijd - In staat om moeilijke fases in uitvoer en verwerking te overwinnen - Constructief en gelijkwaardig overleg met assistent, goed oog voor verbeterpunten - Experiment heel uitdagend, onderzoeksvraag met veel eigen initiatief
Technische vaardigheden Maximum score 10 pt	- Niet in staat om de werking van detectiemethodes te begrijpen - Niet in staat om een werkende opstelling te bouwen	- Slechts in staat om een gebrekkige of matig werkende oplossing te bouwen - Weinig begrip van de fysica van detectiemethodes	- In staat om een redelijk werkende opstelling te bouwen, maar niet optimal (uitgelijnd) - Redelijk begrip van de onderliggende fysica	- In staat om een goed werkende opstelling te bouwen die ook goed is uitgelijnd. - Goed fysisch begrip van de detectiemethodes	- Uitstekend ontworpen en geoptimaliseerde opstelling voor meten van licht of geluid gebouwd - Uitstekend en gedetailleerd inzicht in de fysica van de detectiemethodes.
Organiseren van (digitaal) materiaal: labjournaal, datasets, documentatie, referenties Maximum score 5 pt (gebruik labjournaal, ordening en archivering van digitale bestanden, bronvermelding)	- Labjournaal niet gebruikt - Organisatie digitale bestanden niet te volgen, of incomplete administratie - Onleesbare dataverwerking - Slecht leesbare rapportage met veel typo's en opmaakfouten - Niet aan bronvermelding gedaan	- Labjournaal niet gebruikt - Digitale bestanden compleet maar niet goed georganiseerd - Dataverwerking enigszins geordend maar niet becommentarieerd - Rapportage in de basis OK, maar geen (goed) gebruik van stijlelementen (figuren, tabellen, sectie-indeling etc.) - Incomplete bronvermelding (b.v. uitsluitend practicum instructie, niet alle bronnen aanwezig, weblinks niet gespecificeerd)	- Globale notities in labjournaal - Digitale bestanden compleet en redelijk georganiseerd - Dataverwerking logisch met af en toe woordje toelichting - Rapportage OK, redelijk gebruik van stijlelementen (figuren, tabellen, sectie-indeling etc.) - Bronvermelding compleet en goed, mogelijk wat eenzijdig	- Notities labjournaal tijdens experiment (b.v. experimentinstellingen), summier beschouwend - Dataverwerking logisch met hier en daar een stuk uitleg - Digitale bestanden in geordende directorystructuur - Rapportage OK, goed gebruik van stijlelementen (figuren, tabellen, sectie-indeling etc.) - Bronvermelding compleet en goed	- Volledige procesbeschrijving in labjournaal tijdens voorbereiding en uitvoer experiment - Bestanden in duidelijke directorystructuur, duidelijke naamgeving - Dataverwerking overzichtelijk, met sectionering en goede toelichting op de verwerking - Rapportage OK, goed gebruik van stijlelementen (figuren, tabellen, sectie-indeling etc.) - Bronvermelding compleet, en veelzijdig (ook gebruik niet-standaardbronnen)

Criteria	Slecht (0%)	Matig (40%)	Voldoende (65%)	Goed (85%)	Uitstekend (100%)
Werkplan (25 pt)					
Onderzoeksvraag/-doel en hypothese Maximum score 3 pt (onderzoeksvraag in termen van fysische grootheden, hypothese met literatuurwaarde of gegeven theoretisch verband)	<ul style="list-style-type: none"> - Geen duidelijk onderzoeksdoel - Hypothese afwezig 	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoeksvraag ok, geen verwijzing naar meetmethode - Hypothese niet concreet geformuleerd 	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoeksvraag en meetmethode aanwezig - Hypothese concreet geformuleerd; bronverwijzing afwezig 	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoeksvraag duidelijk, met helder geformuleerde meetmethode - Hypothese concreet en met bron 	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoeksvraag/-doel en eventuele deelvragen benoemd, met meetmethode en motivatie - Hypothese concreet en met bron
Theoretische verkenning Maximum score 3 pt (integratie kennis uit theoriedeel Golven en Optica, compact, mogelijk met schets en/of rekenvoorbeeld, relatie tussen gemeten grootheden en grootheden in theorie, schatting uitkomsten te meten grootheden)	<ul style="list-style-type: none"> - Letterlijk gekopieerd uit bron, relevantie voor experiment onduidelijk - Grootheden niet gedefinieerd - Koppeling met te meten grootheden afwezig 	<ul style="list-style-type: none"> - Herschreven in vergelijking met bron, maar erg lang en zonder duidelijke relevantie - Aantal grootheden niet gedefinieerd - Koppeling met te meten grootheden onduidelijk of niet goed ongedefinieerd 	<ul style="list-style-type: none"> - Theorie herschreven voor specifieke experiment, relevantie duidelijk maar fysische interpretatie kan beter - Grootheden gedefinieerd - Relatie theorie en te meten grootheden is gelegd 	<ul style="list-style-type: none"> - Theorie is leesbaar zonder externe bronnen, met meest relevante informatie en afleidingen voor experiment - Grootheden gedefinieerd - Relatie met te meten grootheden is duidelijk 	<ul style="list-style-type: none"> - Duidelijke relaties en afleidingen, met af en toe een regel uitleg of interpretatie, evt. schets ter verduidelijking, toont begrip aan - Grootheden gedefinieerd - Sterke link met te meten grootheden
Opstelling en proefmeting Maximum score 12 pt (schets opstelling, (mogelijk) verslag bouw opstelling, werking en nauwkeurigheid instrumentatie, waarden reeds gemeten eigenschappen met onzekerheid, meetserie voor één prototype proefmeting, interpretatie proefmeting, provisorische verwerking of vergelijking theorie, aandachtspunten meetfase, onzekerheden te meten grootheden)	<ul style="list-style-type: none"> - Beschrijving van opstelling zodanig dat functionaliteit onduidelijk blijft - Geen proefmeting - Geen identificatie onzekerheden 	<ul style="list-style-type: none"> - Niet alle onderdelen van opstelling benoemd; samenhang blijft onduidelijk - Wel een testmeting gedaan, maar zodanig beperkt dat deze niet als serieuze proefmeting kan dienen - Identificatie toevallige onzekerheden, beperkt gekwantificeerd 	<ul style="list-style-type: none"> - Opstelling (onderdelen en werking) duidelijk beschreven - Schets ontbreekt of onvoldoende - Proefmeting uitgevoerd, maar nog wel met enige problemen (niet direct te begrijpen/analyseren) - Toevallige onzekerheden gekwantificeerd 	<ul style="list-style-type: none"> - Opstelling beschreven met behulp van schets (uit instructie of bron) - Onderdelen en werking beschreven, samenhang meestal duidelijk - Proefmeting gelukt, met aan te merken verbeterpunten - Toevallige onzekerheden gekwantificeerd met prioritering (welke is beperkend?), systematische onzekerheden benoemd 	<ul style="list-style-type: none"> - Opstelling volledig en logisch geordend beschreven, met schets en terugkoppeling naar theoriesectie - Proefmeting toont beheersing opstelling (evt. al begin van verwerking) - Toevallige en systematische onzekerheden gekwantificeerd, mogelijk getoetst via proefmeting
Methodiek en tijdsplanning Maximum score 4 pt (overzicht uit te voeren metingen en meetstappen, hoe worden meetresultaten verwerkt, hoe wordt statistiek opgebouwd / onzekerheid in eindantwoord bepaald, indeling beschikbare tijd)	<ul style="list-style-type: none"> - Methodiek en verwerking niet beschreven of slechts in zeer abstracte zin - Taken zonder gekoppelde tijdsplanning 	<ul style="list-style-type: none"> - Methodiek en verwerking beschreven, maar niet goed gespecificeerd - Tijdsplan zeer globaal en/of niet realistisch 	<ul style="list-style-type: none"> - Methodiek en verwerking beschreven in specifieke acties - Tijdsplan (taken, perioden) compleet 	<ul style="list-style-type: none"> - Verwerking specifiek, aangeven welk gegeven in welke stap wordt verkregen - Tijdsplan compleet en realistisch 	<ul style="list-style-type: none"> - Verwerking opgebroken in logische stappen, en terugkoppeling op wat in Theorie / Opstelling is beschreven - Tijdsplan overtuigend, eventuele flexibiliteit en valkuilen zijn benoemd
Voortgangsgesprek Maximum score 3 pt (agenda compleet, indeling en gebruik beschikbare tijd, inhoudelijke behandeling van onderwerpen, gespreksvaardigheid studenten)	<ul style="list-style-type: none"> - Niet gevoerd 	<ul style="list-style-type: none"> - Assistent meest aan het woord, eenrichtingsverkeer - Geen agenda - Geen overtuigende antwoorden op vragen assistent over b.v. theorie, planning of resultaten proefmeting 	<ul style="list-style-type: none"> - Studenten weten opzet en inhoud werkplan redelijk te verdedigen - Gespreksagenda gemaakt - Niet op alle vragen een goed antwoord 	<ul style="list-style-type: none"> - Goede verdediging werkplan - Volledige agenda - Actieve rol van studenten in het gesprek. - Antwoord op alle vragen van de assistent, waarmee begrip is aangetoond 	<ul style="list-style-type: none"> - Gelijkwaardig gesprek tussen studenten en assistent, met discussie over zaken die aanvullend zijn op wat in het werkplan beschreven staat - Volledige agenda - Beide studenten aan het woord - Antwoord op vragen: zie Goed

Criteria	Slecht (0%)	Matig (40%)	Voldoende (65%)	Goed (85%)	Uitstekend (100%)
Uitvoer, verwerking en rapportage (50 pt)					
Uitvoer algemeen Maximum score 10 pt (omvang en kwaliteit meetresultaten, efficiënte uitvoering)	<ul style="list-style-type: none"> - Meetresultaten onbruikbaar of onvoldoende om onderzoeksdoel inhoudelijk te bespreken - Zeer kleine set resultaten - Veel tijdverlies in uitvoer 	<ul style="list-style-type: none"> - Meetresultaten laten kwalitatieve bespreking onderzoeksvraag toe - Beperkte set resultaten - Niet efficiënt gewerkt 	<ul style="list-style-type: none"> - Meetresultaten kwalitatief goed te gebruiken, kwantitatief niet helemaal overtuigend - Voldoende grote set meetresultaten - Goed gewerkt in beschikbare tijd, maar meer had mogelijk geweest 	<ul style="list-style-type: none"> - Meetresultaten voldoende van omvang en kwaliteit om onderzoeksvraag kwantitatief te analyseren - Efficiënt gebruik makend van de tijd 	<ul style="list-style-type: none"> - Veel metingen, zeer goed en grondig, laten nauwkeurige kwantitatieve analyse en bespreking toe - Efficiënt gewerkt, daardoor extra werk kunnen doen
Reflectie en aanpassing Maximum score 10 pt (na eerste meetreeks/dagdeel de resultaten kritisch bekeken (MEMO's!), mogelijkheden bedenken om iets (opstelling, procedure of dataverwerking) te verbeteren, feedback assistent meenemen)	<ul style="list-style-type: none"> - Geen of gratuite, niet-onderbouwde suggesties voor verbetering - Niets gedaan met feedback assistent 	<ul style="list-style-type: none"> - Suggesties voor verbetering zijn niet altijd te herleiden naar observaties of analyse - Studenten laten weinig creativiteit zien, assistent draagt oplossingen aan - Beperkt meenemen van feedback assistent, alleen letterlijke suggesties 	<ul style="list-style-type: none"> - Studenten komen zelf met redelijke verbetervoorstellen en redelijke sterke-zwakke-analyse van methode en aanpak - Verbetermogelijkheden en feedback meegenomen in duplicatie experiment. 	<ul style="list-style-type: none"> - Studenten komen zelf met bruikbare verbetervoorstellen en hebben een duidelijk beeld van zwakke en sterke punten van hun meeting, voldoende gegrond op experimentele observaties. - Ook veeleisende verbetermogelijkheden en feedback worden goed verwerkt. - Het nieuwe resultaat is binnen de mogelijkheden van het experiment bijna optimaal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Op basis van een geslaagd eerste experiment, experimentele inzichten en kwantitatieve onderbouwing worden nog diverse verbeterpunten gezien - Verbeterpunten worden efficiënt uitgevoerd, variant op experiment of onafhankelijke controle uitgevoerd.
Data analyse Maximum score 15 pt (metingen kwalitatief vergeleken met theorie o.b.v. vooraf berekende gedrag, statistische analyses, correcte berekening van onzekerheden, correct opgemaakte figuren, inclusief theoretische curve, numerieke resultaten correct afgerond)	<ul style="list-style-type: none"> - Figuren en tabellen niet (correct) opgemaakt - Vergelijking op kwalitatieve basis, geen gebruik van analysetechnieken - Onzekerheden niet of fout berekend 	<ul style="list-style-type: none"> - Figuren en tabellen correct opgemaakt - Semi-kwantitatieve analyse, beperkt gebruik van analysetechnieken - Onzekerheden regelmatig niet correct berekend 	<ul style="list-style-type: none"> - Figuren en tabellen correct opgemaakt, inclusief theoretische curves - Kwantitatieve analyse waar mogelijk, mogelijk onvolledig uitgewerkt - Ook kwalitatieve interpretatie - Berekening onzekerheden grotendeels goed - Numerieke rapportages correct 	<ul style="list-style-type: none"> - Figuren en tabellen correct en functioneel opgemaakt, inclusief theoretische curves, goede captions - Kwantitatieve analyse waar mogelijk, goed gebruik van standaardtechnieken - Juiste berekening onzekerheden - Numerieke rapportages correct 	<ul style="list-style-type: none"> - Figuren en tabellen (incl. captions) in alle opzichten foutloos - Kwantitatieve analyse waar mogelijk, goed gebruik van standaardtechnieken en mogelijk geavanceerde technieken - Juiste berekening onzekerheden - Goede kwalitatieve bespreking, toont inzicht in betekenis en waarde van gegevens - Numerieke rapportages correct
Discussie en conclusie Maximum score 10 pt (bespreken overeenstemming theorie / verwachting / literatuurwaarde en model, terugkoppeling op werkplan; gevolgde methode; meetseries; tijdplan, mogelijke verbeteringen, compacte rapportage)	<ul style="list-style-type: none"> - Discussie voegt niets toe aan de pure resultaten - Conclusie bevat geen antwoord op de onderzoeksvraag - Terugkoppeling op eigen methodiek ontbreekt 	<ul style="list-style-type: none"> - Discussie resultaten aanwezig, maar zeer globaal, zonder sterke basis in observaties en met zeer beperkte terugkoppeling naar verwachting of theorie - Conclusie geeft antwoord op onderzoeksvraag, maar slecht onderbouwd, summier en/of presenteert nieuwe informatie 	<ul style="list-style-type: none"> - Discussie semi-kwantitatief of kwalitatief, gebaseerd op de data, relevantie voor onderzoeksvraag enigszins duidelijk - Zicht op beperkende factoren in methode en experiment - Conclusie geeft antwoord op onderzoeksvraag maar benoemt deze niet 	<ul style="list-style-type: none"> - Discussie koppelt resultaten aan onderzoeksvraag - Discussie gefundeerd op resultaten, semi-kwantitatief of kwantitatief - Verklaring beperkende factoren in methode en experiment - Conclusie benoemt onderzoeksvraag en antwoord op basis van (experimentele) observaties 	<ul style="list-style-type: none"> - Enige verwijzing naar hetgeen in inleiding, theorie en opstelling is beschreven - Interpretatie biedt verdieping bij pure resultaten - Verklaring beperkende factoren en eventueel verdere suggesties voor verbetering - Conclusie herhaalt onderzoeksvraag en geeft er een correct, door experimenten en analyse onderbouwd antwoord op;

					eventuele andere belangrijke resultaten worden ook benoemd
Voortgangsgesprek Maximum score 5 pt (agenda compleet, indeling en gebruik beschikbare tijd, inhoudelijke behandeling van onderwerpen, gespreksvaardigheid studenten)	<ul style="list-style-type: none"> - Niet gevoerd 	<ul style="list-style-type: none"> - Assistent speelt belangrijke rol in reflectieproces, eenrichtingsverkeer - Geen agenda - Gesprek toont niet aan dat experiment en resultaten goed begrepen zijn. 	<ul style="list-style-type: none"> - Assistent speelt belangrijke rol in reflectieproces, maar de studenten pakken dit goed op. - Gespreksagenda gemaakt - Inhoudelijk gesprek met serieuze inbreng studenten, veelal begrip van experiment en suggesties assistent 	<ul style="list-style-type: none"> - Actieve rol van studenten in het gesprek. - Volledige agenda - Inhoudelijk sterke bespreking van resultaten en analyse, laat zien dat studenten begrijpen wat zij hebben gedaan 	<ul style="list-style-type: none"> - Gelijkwaardig gesprek tussen studenten en assistent - Beide studenten aan het woord - Volledige agenda - Begrip zodanig goed dat studenten zelf verbeterpunten doorgronden en beperkingen en kanttekeningen plaatsen