

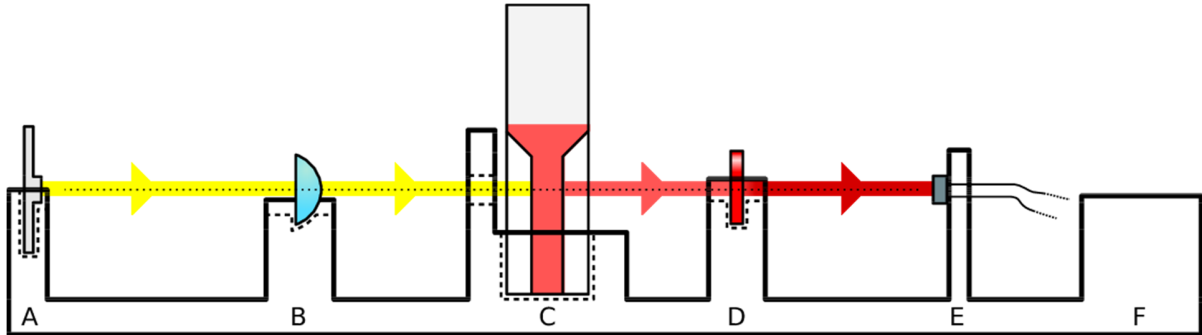
## Algemene instructies

- **LEES DEZE TEKST AANDACHTIG DOOR, VÓÓRDAT JE DE ENVELOP OPENMAAKT.**
- **Examentijd:** Je hebt 4 uur om deze taak uit te voeren.
- **Start/Stop:** Je mag de envelop pas openmaken en beginnen met de toets nadat het “Start” signaal is gegeven. Als het “Stop” signaal gegeven wordt moet je onmiddellijk stoppen met werken (en schrijven).
- Nadat het “Stop” signaal gegeven is, **stop je de antwoordbladen met alle bijlagen/grafieken die nagekeken moeten worden in de nakijkenvelop.** Controleer of de land-/teamcode op alle antwoordbladen en grafiek(en) staat. Stop de rest van de papieren in de envelop waarin ze zaten toen je begon. De zaalassistent komt naar je toe, controleert de labtafel en haalt de nakijkenvelop met ingeleverde dingen op.
- Op de labtafel tref je in een doos de benodigdheden aan voor gemeenschappelijk gebruik (**rekenmachines, pennen en markeerstiften, watervaste stift, potlood, gum, puntenslijper, schaar, stopwatch, geodriehoek**). Als je klaar bent stop je alle benodigdheden weer terug in de doos en laat deze op de labtafel staan.
- In de envelop die op de labtafel ligt tref je een blok met grafiekpapier aan en een envelop met stickers met daarop je teamcode. Denk er aan dat je op iedere bijlage/grafiek die je maakt in de rechter bovenhoek een sticker met je teamcode plakt. **Bijlagen/grafieken die niet voorzien zijn van zo'n sticker worden niet nagekeken/beoordeeld.** Let op: je mag per vraag slechts één grafiek met sticker inleveren. Lever je méér gelabelde grafieken in voor dezelfde vraag, dan krijg je 0 punten.
- **Veiligheid:** Je moet de veiligheidsregels opvolgen. In de labzaal is het verplicht een veiligheidsbril en labjas te dragen. **Met de mond pipetteren is absoluut verboden.** Je mag handschoenen dragen bij het gebruik van chemicaliën. Het overtreden van de veiligheidsregels kan tot diskwalificatie leiden.
- Eten en drinken in de labzaal is niet toegestaan.
- **Steek je hand op** als je hulp van de **zaalassistent** nodig hebt. Schroom niet hulp in te roepen van de zaalassistent als je vragen hebt op het gebied van veiligheid of andere issues. Steek ook je hand op als je gebruik wilt maken van het toilet of als je wat wilt eten of drinken.
- **Werkruimte:** Je mag alleen van de werkruimte gebruik maken die je toegewezen is. Leg na afloop alle materialen op dezelfde plaats terug als waar je ze gepakt hebt. Na gebruik moeten gemeenschappelijke ruimtes en gemeenschappelijke benodigdheden schoongemaakt worden.
- De groene kraan bij de grote wasbak aan het eind van de labtafel is voor **demiwater**. De kranen bij de kleine wasbakken in het midden van de labtafels zijn voor 'gewoon' water.
- **Aanvullende/vervangende chemicaliën:** Chemicaliën en laboratoriumbenodigdheden worden in principe niet aangevuld of vervangen. In het geval dat je dit toch nodig vindt, vraag het dan aan de zaalassistent. De zaalassistent geeft aan of je dit punten gaat kosten.
- **Afval:** Laat alle chemicaliën en laboratoriumbenodigdheden op de labtafel liggen. Chemisch afval moet weggegooid worden zoals in de opgaven is aangegeven.
- **Antwoordbladen:** Alle resultaten en antwoorden moeten uiteindelijk duidelijk met pen opgeschreven worden in de daarvoor bestemde antwoordboxen op de **gele antwoordbladen**. Alleen de gele antwoordbladen en de bijlagen/grafieken die voorzien zijn van een sticker met teamcode worden nagekeken en beoordeeld. Antwoorden die niet in de boxen staan worden dus niet beoordeeld.
- **Significantie:** Alle numerieke antwoorden moeten met het juiste aantal significante cijfers afgerond en genoteerd worden, overeenkomstig de nauwkeurigheid van de gebruikte instrumenten en benodigdheden en in overeenstemming met de significantie van de gegeven data. Een onjuiste significantie resulteert in een lagere score voor de betreffende vraag.

## Appendix A: Meten van de transmissie

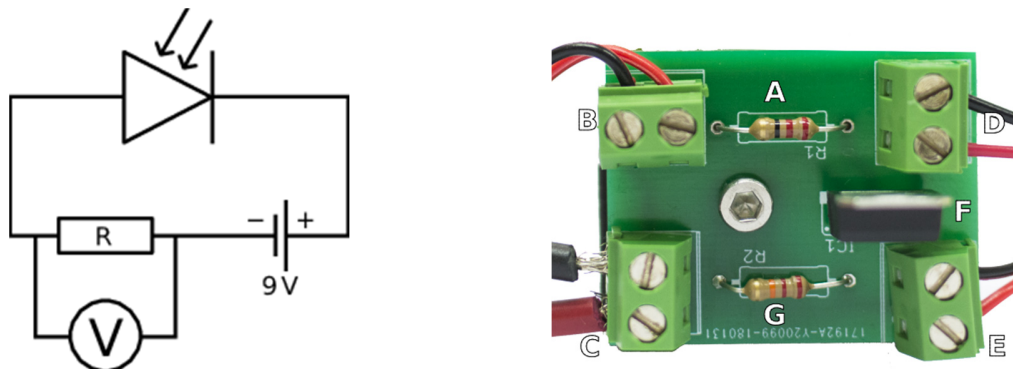
### Introductie

De transmissie is gedefinieerd als de verhouding tussen de intensiteit van het doorgelaten licht en de intensiteit van het invallende licht. We meten de intensiteit van het doorgelaten licht met een eenvoudige spectrofotometer, zoals afgebeeld in Figuur 1.



Figuur 1: Schema van de 3D-geprinte spectrofotometeropstelling met daarin de lichtstraal aangegeven: (A) licht-emitterende diode (LED); (B) bolle lens; (C) houder voor de cuvet met versmalling; (D) houder voor de langpass-filter; (E) fotodiode; (F) batterijhouder en printplaat met een elektrisch circuit.

De gehele spectrofotometer wordt aangestuurd door een klein elektrisch circuit met een 9 volt batterij. Een witte LED (A) wordt gebruikt als lichtbron. Het licht van de witte LED wordt gefocust door een lens (B) in een evenwijdige lichtbundel. Deze lichtbundel gaat door de cuvet met oplossing (C) en vervolgens door een filter (D), dat vervangen of verwijderd kan worden. De gebruikte filters laten alleen een bepaald gedeelte van het lightspectrum door en helpen ons zo om de golflengtes (kleuren licht) te selecteren waarbij we de intensiteit willen meten. De intensiteit van het doorgelaten licht wordt gemeten met behulp van een fotodiode (E). Het elektrisch geleidingsvermogen van de fotodiode is recht evenredig met de intensiteit van het licht dat er op valt. We meten de intensiteit van het licht met een voltmeter die de spanning meet over een weerstand die in serie geschakeld is met de fotodiode. Dit circuit (F) is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: *Links*: Schema van het elektrisch circuit om de lichtintensiteit te meten. De fotodiode (bovenkant) is via een weerstand (onderkant) verbonden met de batterij. De multimeter meet de spanning over de weerstand. *Rechts*: een foto van het circuit. A: een weerstand om het voltage over de LED te regelen; B: draden om de LED aan te sluiten; C: draden om de multimeter aan te sluiten en de spanning te kunnen meten; D: draden om de batterij aan te sluiten; E: draden om de fotodiode (lichtsensor) aan te sluiten; F: chip om de stroom te regelen voor de LED; G: weerstand om de spanning te kunnen meten (zie het linker schema).

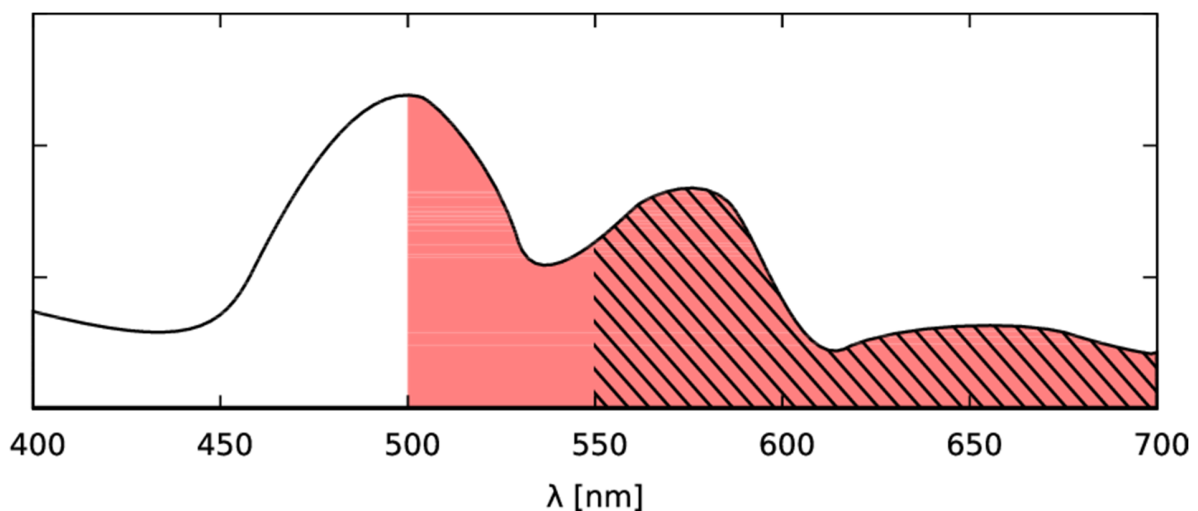


Figuur 3: Multimeter om de spanning over de weerstand te meten; de aangegeven spanning is 8,78 V. Het spanningsbereik tot 20 V is geselecteerd.

### Gebruik van filters:

De spectrofotometer alleen meet de intensiteit van al het licht dat op de fotodiode (sensor) valt. Om de intensiteit van verschillende delen van het zichtbaar spectrum te kunnen meten, wordt gebruik gemaakt van filters om de golflengtes te selecteren die op de sensor vallen. Longpass filters houden al het licht tegen onder een bepaalde (gekozen) golflengte en laten al het licht door met een grotere golflengte. Om de lichtintensiteit op een interval tussen twee golflengtes te kunnen bepalen, meten we de intensiteiten van de onder- en bovengrens van het interval en trekken die van elkaar af (zie figuur 4 voor een schets die deze procedure toelicht).

Door veel verschillende filters te gebruiken kan de spectrale samenstelling van het licht bepaald worden.



Figuur 4: Een schets van een grafiek die de intensiteit (uitgedrukt in arbitrare eenheden) van het licht weergeeft als functie van de golflengte. Voorbeeld: de intensiteit van het licht tussen 500 nm en 550 nm is gelijk aan het verschil tussen de intensiteit van al het licht boven 500 nm (lichtrood gedeelte) en de intensiteit van het licht boven 550 nm (gearceerd gedeelte). Longpass filters worden gebruikt om licht door te laten boven een bepaalde (gekozen) golflengte en de rest van het licht tegen te houden.

### Hoe te meten:

**Neem de plastic box met filters en de multimeter uit de zwarte doos.**

Om de spanning te kunnen meten, zet de multimeter in de spanningmodus (de draaiknop moet met de klok mee gedraaid worden vanaf de 'off' stand – zie Figuur 3). Sluit de zwarte en rode draden aan op de multimeter (zwart op zwart en rood op rood). De multimeter heeft verschillende bereiken met een verschillende bijbehorende nauwkeurigheid.

**Zet de spectrofotometer aan met de rode schakelaar in de draad die de batterij verbindt met het elektrisch circuit op het bord.** Laat de LED minimaal 5 minuten branden voordat met meten wordt begonnen. De lichtintensiteit van de LED is dan gestabiliseerd. **Zet de spectrofotometer**

**niet uit gedurende de metingen, omdat de intensiteit van het licht van de LED na uit- en weer aanzetten wat varieert.**

**Stel het spanningsbereik van de multimeter in op 20 V** (zie Figuur 3). Als je ziet dat de spanning onder

2 V komt, mag je het spanningsbereik wisselen naar 2000 mV (= 2 V), om de nauwkeurigheid met een decimaal te verhogen. Denk er aan dat je in dit geval het spanningsbereik weer terugwisselt naar 20 V voordat je het filter of de cuvet verwijdert, zodat het ingestelde spanningsbereik niet overschreden wordt. Als op het display streepjes weergegeven worden in plaats van cijfers, zet dan het spanningsbereik op 20 V en HOUD de rode knop 5 seconden ingedrukt om de multimeter te resetten.

Plaats bij iedere meting een met een stopje **afgesloten** cuvet met monsteroplossing in de cuvethouder en plaats een filter in de filterhouder. Bij experimenten waarbij cuvetten met een versmalling gebruikt worden (experiment 2), **plaats de cuvet met een oriëntatie zoals weergegeven is in figuur 1, met de brede (dus niet-transparante) zijde in de richting van de lichtbron gericht.** Bij de experimenten waarbij cuvetten zonder versmalling gebruikt worden (experiment 3), plaats de cuvet zo dat de transparante zijde naar de lichtbron toe gericht is.

**Gebruik de verstrekte handschoenen** bij het vastpakken van de filters, omdat vingerafdrukken en krassen de optische eigenschappen van het filter aantasten. Als de draden van de schakelaar in de buurt van de lichtbundel komen, moet je de schakelaar verplaatsen om de draden verder te verwijderen van de lichtbundel en zo te voorkomen dat de metingen verstoord worden. De spectrofotometer zit opgesloten in een zwarte doos die er voor zorgt dat de sensor afgeschermd wordt van strooilicht (licht van buiten). **Sluit de klep van de doos en wacht even** totdat de aangegeven spanning niet meer verandert en noteer dan het meetresultaat.

**Pas als je klaar bent met alle metingen, zet je de spectrofotometer uit door op de rode knop te drukken.**

**Maak de draden van de multimeter los en zet het spanningsbereik van de multimeter terug naar 'OFF'.**

**Zet de filters terug op de juiste plaats in de box (zorg er voor dat de nummers op de rand van de filters overeenkomen met de sleufnummers).**

## Appendix C: Instructies voor de stopwatch

De stopwatch Basetech WT-034 heeft 3 functies. In figuur 1 staat de stopwatch met 3 knoppen: SPLIT/RESET, MODE, START/STOP. Gebruik de middelste knop (MODE) om te wisselen van functie:

- Klok
- Stopwatch
- Alarm



Figuur 1: Basetech WT-034 stopwatch. Aan de bovenzijde bevinden zich 3 knoppen. Van links naar rechts: SPLIT/RESET, MODE en START/STOP.

### De stopwatchfunctie:

Om de stopwatchfunctie te gebruiken:

- Druk op MODE tot de stopwatchfunctie geactiveerd is.
- Als de tijd loopt, druk op de START/STOP-knop om de tijd te stoppen.
- Als de tijd stilstaat, maar niet 00:00:00 is, druk op de SPLIT/RESET-knop om hem te resetten.
- Gebruik START/STOP om de tijd te starten.
- Als de tijd loopt, kun je SPLIT/RESET **een** keer indrukken om de tijd op het display tijdelijk stil te zetten, zodat je hem over kunt nemen. Druk nog een keer om terug te gaan naar de doorlopende tijd. **Deze stopwatch kan niet meerdere tijden onthouden! Het indrukken van SPLIT/RESET stopt de tijd niet, maar 'bevriest' het display.**

### De alarmfunctie:

Om de alarmfunctie te gebruiken:

- Druk op MODE tot de alarmfunctie geactiveerd is. De urenindicator van het alarm en de dag-van-de-weekaanduiding beginnen te knipperen.
- Druk op de START/STOP-knop om de uren in te stellen. Je kunt de knop ingedrukt houden om het instellen te versnellen.
- Druk op de SPLIT/RESET-knop. De minutenindicator begint te knipperen.
- Druk op de START/STOP-knop om de minuten in te stellen. Je kunt de knop ingedrukt houden om het instellen te versnellen.
- Druk op MODE om de alarminstelling te bevestigen.
- Ga terug naar de klokfunctie door nogmaals op MODE te drukken.
- Als de stopwatch op de klokfunctie staat, houd de SPLIT/RESET-knop ingedrukt om de alarmtijd weer te geven. Door tegelijkertijd de START/STOP-knop in te drukken kun je het alarm aan- of uitzetten.
- De alarmfunctie staat aan als het alarmsymbool te zien is in de rechterbovenhoek van het display.