

E: Eðlisfræði ljóss

Ljósaperur búa til ljós með því að hita volfram glóþynnu upp í nógu hátt hitastig til þess að gefa frá sér ljós í sýnilega litrófinu. Stór hluti af orkunni sem fer í glóþynnuna tapast hinsvegar í innrautt ljós.

Til þess að meta líffræðilega hvernig mannsaugað greinir mismunandi bylgjulengdir ljóss þá skulum við kynna tvær nýjar breytistærðir sem eru notaðar við ljósmælingar. **Ljósflæði** ljósaperunnar er mælt í einingunni lumens [lm] og mælir hversu mikið ljós í sýnilega litrófinu ljósaperan gefur frá sér. **Álýsing** er mæld í einingunni lux [$lx = \frac{lm}{m^2}$] og mælir hversu mikið sýnilegt ljós fellur á flöt (á flatareiningu). Ljósmælirinn ykkar (B á mynd 1) getur mælt álýsinguna í lx.

Eðlisfræðilega hefum við áhuga á geislunareiningum (orka eða afl). Við kynnum því tilheyrandi eðlisfræðilegu breytistærðir (þið notið líffræðilegar og eðlisfræðilegar mælieiningar í tilrauninni). Eðlisfræðilega hliðstæða ljósflæðis er **geislunarflæði** og er mælt í einingunni [W]. Hliðstæða álýsingar er **ágeislun** sem er mæld í einingunni [$\frac{W}{m^2}$].

Í þessari tilraun skoðum við bæði varma- og ljósfræðilega eiginleika ljósgjafa. Tilraunin er í þremur liðum sem eru **óháðir**. Teiknið skýringarmynd fyrir hvern lið sem sýnir uppstillinguna ykkar. Athugið að þið þurfið **EKKI** að gera neina óvissureikninga í liðum 1 og 2.

Tæki (sjá mynd 1)

- A Svartar og hvítar plastplötur sem eru 3 mm að þykkt. Plastplöturnar draga í sig innrautt ljós.
- B Ljósmælir með standi. Ljósmælirinn slekkur á sér sjálfkrafa eftir 6 mínútur. Kveikið á honum með því að halda on/off takkanum inni. Athugið að þið hafið einungis áhuga á mælingum í einingunni lx en ekki í fc. Ýtið á HOLD takkann til að frysta mæligildið.
- C Ljósstandur með hringlaga, íþyngdum botni. Tveir mismunandi ljósgjafar: Annars vegar hefðbundin ljósapera (**max voltage 12 V**) og hinsvegar LED-ljós (**max voltage 3.0 V, EKKI fara yfir 400 mA straum**). *Valfrjálst*: Þið getið notað tannstöngla til þess að festa íhlutina ofan á standinn. Prófið að setja ljósstandinn á skurðpunkt ásanna á pappírsmottunni. Svarti pappírinn er hugsaður til þess að nota sem skjöld frá birtunni á meðan þið gerið mælingar.
- D Innrauður hitastigsmælir. Ýtið á rauða gikkinn til þess að gera mælingu. Mælingin helst í stuttan tíma eftir að þið *sleppið* gikknum. Mælingarnar hafa þó nokkra óvissu en hún er föst og alltaf jafn stór.
- E Pappírsmotta með lengdar- og gráðukvarða.
- F Gráðubogi.
- G Rauð, græn og blá ljóssía í umslagi. **Litblindir** keppendur eiga að biðja prófstjórnina um hjálp.

VARÚÐ: Síurnar eru viðkvæmar fyrir hita. Haldið þeim frá heita ljósgjafanum.

- H Spennugjafi. Skoðið varúðarráðstöfunina áður en þið byrjið og skoðið vel nánari útskýringar á síðustu blaðsíðunni sem útskýrir hvernig tækið virkar. Í suttu máli: Blái takkinn kveikir og slekkur á tækinu. Til þess að breyta straumnum CURRENT eða spennunni

VOLTAGE gerið þið eftirfarandi: Ýtið á grá takkann (já ýtið honum inn). Þá mun rautt ljós blikka undir tölunni sem þið getið breytt (sjá skýringarmyndir aftast). Ýtið aftur á gráa takkann þar til að rauða ljósið er undir tölunni sem þið ætlið að breyta. Snúið síðan gráa takkanum til þess að breyta tölunni. Nokkrum sekúndum eftir að þið eruð hætt að snúa mun tækið stilla sig á gildið sem þið völduð og rauða ljósið slokknar undir tölunni sem þið voruð að stilla. Ef þið biðjið um straumgildi sem sem er ekki hægt að ná nema með því að fara yfir max spennuna þá mun spennugjafinn skipta yfir á stillingu með fastri spennu til þess að takmarka strauminn. Til þess að tengja ljósgjafana við spennugjafann þá tengið þið rauðu og svörtu snúrurnar (fyrir hvorn ljósgjafa) í rauða (+) og svarta (-) tengið á spennugjafanum. Húsið grænu jarðtenginguna hún skiptir ekki máli.

VARÚÐ: Ekki skemma ljósgjafana! Áður en þið tengið ljósgjafana við spennugjafann stillið þið spennuna á hæsta leyfilega gildið (max voltage) og strauminn á núll! Ef að ljósaperan ykkar deyr þá megið þið biðja um nýja. Athugið að það eru fáar varperur í boði og fyrstur skemmir fyrstur fær.

Verkefni 1 - Litur og hitastig (4 stig)

Hitastig svarthlutar ákvarðar hvaða lit ljósið frá honum hefur (og öfugt). Stjarneðlisfræðingar geta metið hitastig stjarna út frá lit stjörnunna með því að mæla hlutfallið á álýsingunni í gegnum tvær mismunandi ljóssíur.

(a) Tafla 1 sýnir álýsinguna í gegnum rauða, græna og bláa ljóssíu fyrir hefðbundna ljósaperu við þekkt hitastig. Notið mælingarnar í töflunni. Veljið tvo af þremur álýsingardálkunum og gerið nýjan dálk sem sýnir *hlutfallið* á dálkunum sem þið völduð. Slíkt hlutfall á álýsingunni fyrir tvo mismunandi liti kallast *litvísir*. Tilgreinið hvaða tvo dálka þið völduð og rissið upp graf (hugsanlega ólínulegur ferill) án óvissu sem sýnir litvísinn sem þið völduð sem fall af hitastiginu.

(b) Skráið mælingar af afli spennugjafans sem fall af hitastigi glóþynnunnar í ljósapperunni. Teiknið síðan graf (hugsanlega ólínulegur ferill) án óvissu sem sýnir afl spennugjafans sem fall af hitastigi glóþynnunnar.

Verkefni 2 - Ljósnýttni (8 stig)

Ljósnýttni er mælikvarði á gæði ljósgjafa og er mælt í einingunni [$\frac{lm}{W}$] (ljósflæði deilt með aflinu sem er notað). Til samanburðar er ljósnyttni sólarinnar $93 \frac{lm}{W}$.

Gerið mælingar fyrir báða ljósgjafana (pera og LED) á ljósnyttinninni [$\frac{lm}{W}$] sem fall af afli spennugjafans yfir viðeigandi birtustig perunnar. Útskýrið öll skrefin í reikningunum ykkar og setjið fram allar mælingarnar sem þið gerið.

Verkefni 3 - Geislunarvarmi (8 stig)

Eftirfarandi liður getur verið tímafrekur. Skipuleggið ykkur í samræmi við það.

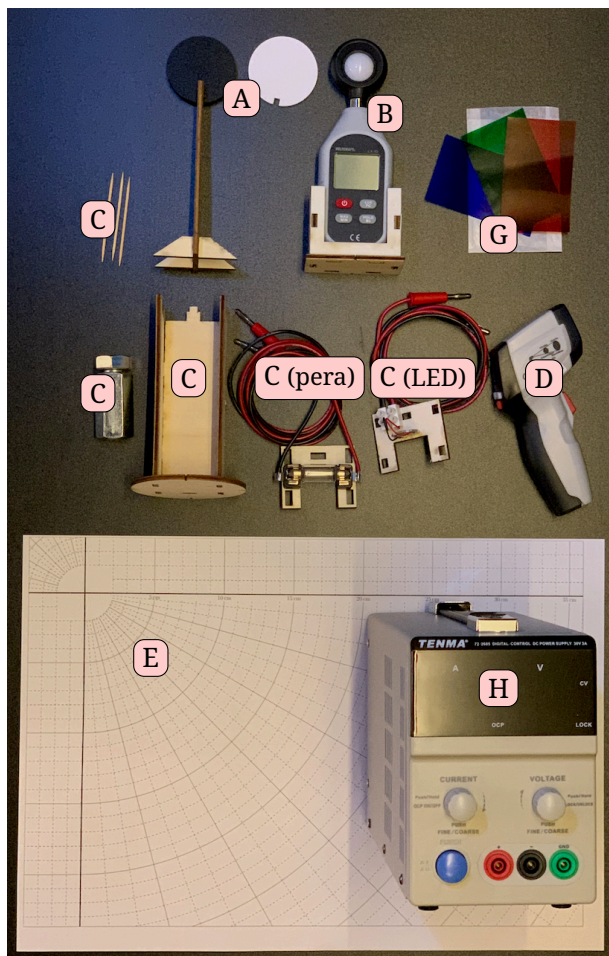
Þegar ljós fellur á hlut þá gleypir hluturinn hluta af orku ljóssins. Ef það munar litlu á hitastigi hlutarins og umhverfisins þá getum við metið orkutap hlutarins til umhverfisins með $\frac{P}{A} = h(T - T_0)$, þar sem h táknar **varmleiðnistuðulinn**; T , táknar hitastig hlutarins; T_0 táknar hitastig umhverfisins og hlutfallið $\frac{P}{A}$ táknar aflið sem tapast frá hlutnum til umhverfisins með varmageislun (á flatareiningu, A).

(a) Ákvarðið varmaflutningsstuðulinn, h og varmleiðnistuðullinn, k , fyrir svart plast ásamt viðeigandi mati á óvissu. Gerið ráð fyrir að efnið dregur í sig allt ljósið sem fellur á svörtu plastplötuna og að ljósaperan sé fullkomín og geisli frá sér öllu aflinu sem rafsegulgeislun (ljós).

(b) Metið endurskin hvítu plastplötunnar ásamt viðeigandi mati á óvissu. Endurskinið er það hlutfall ágeislunarinnar sem endurkastast af plötunni, þ.e. gleypist ekki.

Eftirfarandi gæti hjálpað: Yfirborðsflatarmál þess hluta á kúlu með geisla r milli pólhornanna θ_1 og θ_2 þar sem $0 \leq \theta_1 \leq \theta_2 \leq \pi$ er $\Delta A = 2\pi r^2 (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$.

Mynd af tækjabúnaði



Mynd 1: Tækjabúnaðurinn (gráðuboginn og svarti papp-írsskjöldurinn sést ekki).

Ágeislunartafla

T [K]	Red [lx]	Green [lx]	Blue [lx]
1570	2	0	0
1600	4	0	0
1610	5	1	0
1620	6	2	0
1630	8	3	0
1640	10	4	0
1660	12	5	0
1670	14	6	0
1700	18	9	1
1730	24	14	3
1780	37	23	7
1820	51	34	11
1880	80	57	21
1940	120	91	36
2000	165	130	53
2060	230	194	80
2120	310	274	118
2160	379	348	155
2220	484	460	210
2260	586	570	264
2310	753	748	348
2350	888	929	440
2390	1032	1107	527
2460	1292	1452	697
2500	1577	1826	879
2540	1811	2198	1078

Tafla 1: Álýsing ljósaperu við fast hitastig í gegnum þrjár mismunandi ljóssíur í fastri fjarlægð frá ljósgjafanum. Óvissan á mæligildunum er ± 2 lx.

Leiðbeiningar fyrir spennugjafa

Hægt er að stilla hæsta (e. *max*) gildi sem straumurinn og spennan geta tekið á spennugjafanum. Ef straumurinn nær þessu gildi fyrst, blikkar rautt ljós við **CC** (constant current). Ef spennan nær þessu gildi fyrst, blikkar rautt ljós við **CV** (constant voltage). Í báðum tilvikum má líta svo á að annaðhvort straumurinn eða spennunni sé haldið fastri við stillta hámarkið.

Ekki tengja ljósuppsprettuna fyrr en spennugjafinn hefur verið stilltur gaumgæfilega! Takið eftir að á myndinni hér fyrir neðan er rauða snúran ekki tengd, svo rásin er rofin.



Spennugjafinn sýnir tvær stærðir í rauntíma: vinstra megin straum og hægra megin spennu. Á myndinni hér fyrir ofan er rásin rofin, þannig að straumurinn er núll og spennan jöfn stillta hámarksgildinu. Rauða CV-ljósið lýsir og gefur til kynna að spennumörkum hafi verið náð.



Ýtið á spennu-snúningstakkann (hægri) til að stilla hámarksgildið. Ljósið fyrir neðan spennugildinu mun þá glóa til að gefa til kynna að þið séuð að breyta hámarksgildinu. Með því að snúa takkanum má breyta núverandi tölustaf, og með því að ýta aftur má fara í að stilla næsta aukastaf. Notið þetta til að stilla spennuna á mesta leyfilega spennu sem ljósuppsprettan má taka (t.d. 3.00 V fyrir LED-ljós).

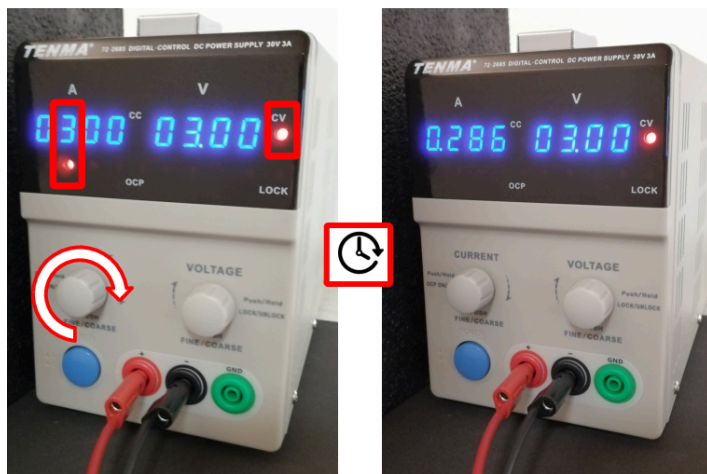
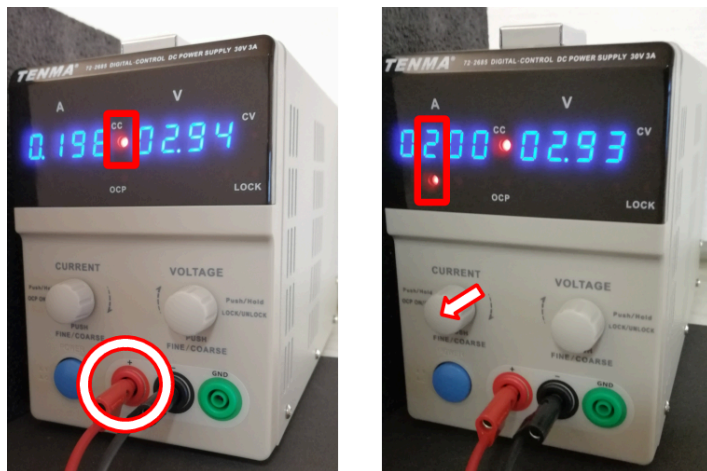
Eftir um 4 sekúndur fer skjáinn aftur að sýna raunstöðuna (spennu og straum) og ljósið undir tölustöfunum slokknar.

Endurtakið sama ferli fyrir straumstillingartakkann (vinstri) til að velja hámarksstraum.



Sýnidæmið á myndinni hér að ofan sýnir hvernig hámarksstraumurinn er stilltur á 0.200 A. Eftir um 4 sekúndur fer skjáinn aftur að sýna raunstöðu (straumurinn er enn núll) og ljósið undir tölustöfunum slokknar.

Nú þegar bæði hámarksgildin hafa verið stillt vandlega má tengja ljósuppsprettuna við rásina. Á myndinni hér fyrir neðan má sjá hvernig það hefur verið gert. Þegar rásin hefur verið tengd, kviknar **CC**-ljósið, sem gefur til kynna að hámarksstraumnum sé náð. Raunspennan verður þá lægri en stillta spennan. Þið getið prófað að auka hámarksstrauminn með því að snúa vinstri snúningstakkanum.



Þegar straumurinn er aukinn of mikið, nær spennan hámarksgildi og **CV**-ljósið kviknar. Þetta verndar ljósuppsprettuna. Notið straumstillingartakkann til að stjórna ljósuppsprettunni.