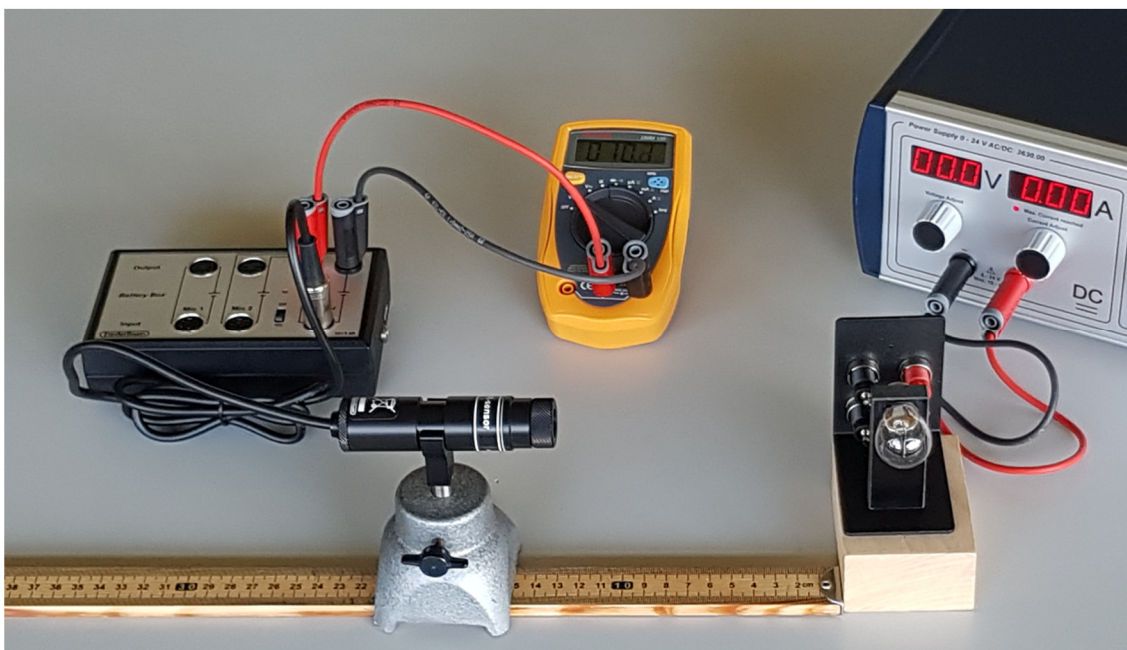


Nummer	133710	Emne	Lys, energi i elektromagnetisk stråling		
Version	2018-03-05 / HS	Type	Elevøvelse	Foreslås til	gymAB p. 1/4



Formål

At undersøge, hvordan lysintensiteten afhænger af afstanden fra lysgiveren.
For lys, der ikke absorberes i luft, forventes intensiteten at aftage med kvadratet på afstanden.

Princip

En glødelampe tilsluttes en stabiliseret strømforsyning, så dens udstråling er konstant.
Intensiteten af det udstrålede lys (inklusive infrarød stråling) måles med en bredbåndsdetektor.

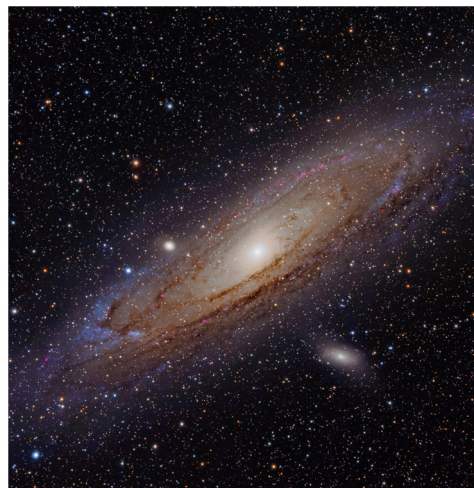
Apparatur

(Udførlig apparaturliste på s. 4)
277022 Stefan-Boltzmanns lampe
287181 IR-sensor bredbånd
251560 Batteriboks

Strømforsyning
Multimeter
Lineal
Ledninger
Stativmateriale

Afstande i universet

Kender man et objekts lysudsendelse og måler man det lys, der når frem til os, kan afstandskvadratloven bruges til at bestemme afstanden til objektet. Det er en uundværlig metode til opmåling af universet.



Udførelse

Indledning

Der må gerne være let dæmpet belysning i lokalet, men der behøver ikke at være mørkt. Det vigtigste er at undgå skiftende belysning.

Glasset i glødelampens "top" (længst væk fra fatningen) er tit fortykket i en slags linse. Man undgår denne ved at arbejde med det lys, der går ud gennem *siden* af glødelampen. Man skal da blot kontrollere, at glødetråden står lodret.

Forbind en strømforsyning til lampen. (Kun de nederste bøsninger benyttes)

Forbind bredbåndssensoren til batteriboksens *Sensor*-indgang – pas på at vende stikket rigtigt, der er flere huller i bøsningen, end der er stikben.

Lampen stilles f.eks. på en lille træklods. Evt. kan lampefoden fikseres med lidt tape.

Sensoren skal placeres i samme højde som midten af lampen. Sensorens afstand til lampen skal kunne varieres.

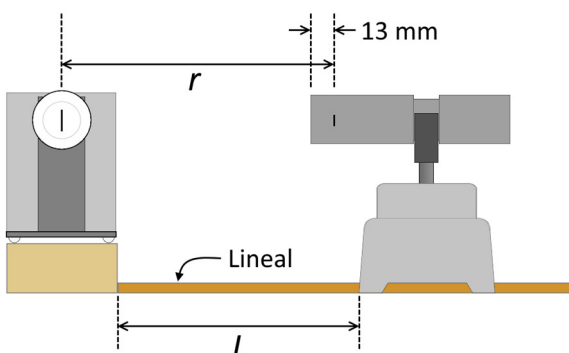
Afstandsbestemmelse

Man kan gå ud fra, at der er ca. 13 mm fra sensorens forreste kant helt ind til selve den lysfølsomme overflade. (Denne afstand kan I ikke måle selv.)

Det er afstanden r mellem glødetråden og den følsomme overflade på sensoren, som indgår i afstandsloven, men det kan være praktisk at måle en anden afstand L og siden korrigerer tallene med en fast forskydning, som vi vil kalde r_0 :

$$r = L - r_0.$$

F.eks. kan man lægge en lineal med nulpunktet op mod underlaget for lampen, og stille sensorens stativ fod ovenpå. Holder man linealen fast, kan sensoren forskydes og man kan let aflæse L præcist.



Mål de afstande, der er nødvendige for at bestemme $r_0 (= L - r)$ rimelig præcist. Hvis I skruer strømforsyningen op på 2 V, så der lige er en svag glød i lampen, er det lettere at se glødetrådens placering. Den er ikke nødvendigvis midt i lampen!

(Notér et regneeksempel med omregning fra L til r .)

Målingerne

Indstil spændingen over glødelampen til 12,0 V.

Udgangsspændingen fra sensoren måles med et multimeter. Spændingen er proportional med intensiteten af det lys, som rammer sensorelementet. En kalibreringsfaktor er angivet på en label på sensoren. (Notér værdien nu!) Spændingen målt i V ganges med denne faktor, hvilket giver intensiteten målt i W/m^2 .

Vent med at gå videre, til glødelampen har været tændt ca. 5 minutter.

Intensiteten skal nu måles med forskellige afstande. En passende fordeling af afstande r kunne være denne:

10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 22, 26, 30, 50 cm

(Hold den største afstand under 75 cm, Måleusikkerhederne bliver for store, når lyset bliver svagt.)

Måleserien skal naturligvis gennemføres omhyggeligt, men gerne lidt hurtigt for at undgå ændringer i måleomstændighederne.

Aflæs og noter sensorens udgangsspænding – vent til senere med at regne om til intensitet. Vi vil betegne disse målinger som **måleserie 1**.

Brug f.eks. et skema som nedenstående.

r_0 :		cm
L	U	
cm	V	

Lav til sidst en supplerende **måleserie 2** med tre målinger tættere på glødetråden. Start med at gå så tæt på, at spændingen er en anelse under 4 V. Vælg de to andre målepunkter længere væk, men tættere end 10 cm (jævnt fordelt).

Disse målinger skal ikke anvendes i den primære analyse – se under *Beregninger*.

Teori

Vi vil gå ud fra, at glødetråden er så lille, at det er passende at betragte den som punktformet.

Normal ren og tør atmosfærisk luft absorberer stort set ikke lys. Den effekt, som udstråles fra glødetråden, vil derfor ikke forsvinde, efterhånden som afstanden til betragteren bliver større og større – men energien vil blive spredt over et større areal, og dermed vil strålingens intensitet I_s (effekt pr. areal) blive mindre. Antages fordelingen jævnt fordelt i alle retninger, må den samlede effekt P_s i afstanden r være fordelt over et areal givet ved $A = 4\pi r^2$ (en kugleskal). Strålingsintensiteten er da

$$I_s = \frac{P_s}{4 \cdot \pi \cdot r^2} = I_0 \cdot \frac{1}{r^2} ,$$

hvor I_0 er en konstant.

Det ses, at intensiteten er omvendt proportional med kvadratet på afstanden.

Når strålingsintensiteten måles, vil der normalt være en lille nulpunktsfejl. Det betyder, at en graf af I_s som funktion af $1/r^2$ ikke helt går gennem (0,0).

Beregninger

Brug et regneark, og placer nulpunktsforskydning r_0 i en enkelt celle. (Så kan denne om nødvendigt justeres til bedste overensstemmelse med data.)

Når data skal analyseres, beregnes kolonner med værdier for r , $1/r^2$ samt I_s (alle i SI-enheder).

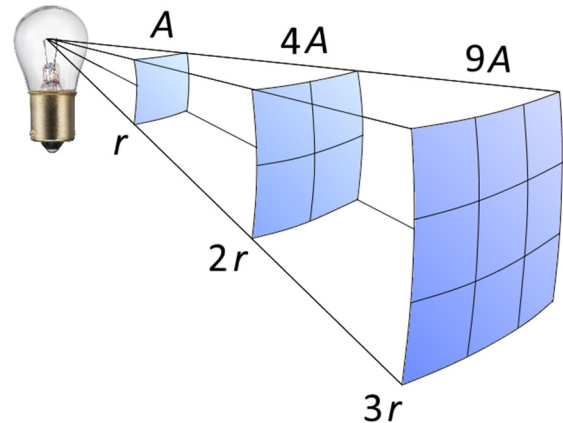
CAL :	(W/m ²) / V
r_0 :	cm

Målt		Beregnet		
L	U	r	$1/r^2$	I_s
cm	V	m	m ⁻²	W/m ²

Afbild målepunkterne fra **måleserie 1** i et koordinat-system med $1/r^2$ ud ad 1. akse og de tilhørende værdier af I_s op ad 2. akse. Målepunkterne skulle da gerne ligge på en ret linje. (Regnearket kan selv tegne den bedste rette linje.)

Ligger måledata nærmere på en krum kurve, justeres r_0 til bedste overensstemmelse – men værdien skal stadig være realistisk ud fra målesituationen.

Kopier til sidst grafen (inkl. data og ret linje fra måleserie 1), og tilføj **måleserie 2** som en *selvstændig* dataserie. Forlæng den rette linje fra måleserie 1.



Samme mængde strålingsenergi passerer arealer, som vokser med kvadratet på afstanden

Diskussion og evaluering

Måleserie 1

Beskriv overensstemmelsen mellem jeres måleresultater og det forventede.

Måleserie 2

Ligge disse målinger på samme rette linje som måleserie 1? Prøv at forklare en evt. afvigelse.

Ekstraopgave

Vælg en af jeres målinger med $r \approx 120$ mm.

Beregn arealet af en kugle med radius = den valgte værdi af r .

Find – ud fra den tilsvarende intensitetsværdi – den samlede effekt, som glødetråden udstråler.

Glødelampens mærkeeffekt er 21 W. Sammenlign med ovenstående.

Noter til læreren

Benyttede begreber

Effekt
Strålingsintensitet

Matematiske forudsætninger

Areal af en kugle
Brug af regneark til graftegning
Bedste rette linje

Om apparaturet

Der kan forventes særdeles fin overensstemmelse med afstandskvadratloven, hvis man som beskrevet bruger lyset, der sendes ud gennem siden af glødelampen.

Det er dog en forudsætning, at glødetråden er lodret. Er den ikke det, kan lampen drejes i holderen, efter at man har løsnet pinolskruen, der holder soklen fast. (Brug en 2 mm Unbrakonøgle.)

Forsigtig! Knus ikke glasset.

Detaljeret apparaturliste

Specifikt for eksperimentet

277022 Stefan–Boltzmanns lampe
287281 IR-sensor bredbånd
251560 Batteriboks

Standard laboratorieudstyr

361600 Strømforsyning (el.lign.)
386135 Multimeter (el.lign.)
105720 Sikkerhedskabel, 50 cm sort (2 stk.)
105721 Sikkerhedskabel, 50 cm, rød (2 stk.)
140510 Lineal, 100 cm

Reklamationsret

Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato. Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.

Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.

Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbetøbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.

© Frederiksen Scientific A/S

Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside