

FUF rapport 5 - Glødelampe

Jogvan og Stine

15. oktober 2001

Nyttevirkning af en glødelampe

Formål

Formålet med dette forsøg er at finde nyttevirkningen af en glødelampe, dvs hvor meget af energien der rent faktisk går til lys. Lampen der er anvendt er en 12V pære, en typisk bilbaglygte.

Metode

Metoden består i at sænke glødelampen ned i et glas vand. Når lampen bliver tændt, vil den varme vandet op. Ved at måle vandets temperaturstigning over en tidsperiode, kan man udregne hvor meget varmeenergi vandet har absorberet. Forsøget laves i to måleserier, en hvor lampens lys lyser ud gennem det gennemsigtige glas. Her vil lysenergien stråle ud fra systemet vi måler på, og kun varmen blive tilbage. I den anden måleserie pakkes lampen ind i staniol således at al energien bliver til varme og dermed i systemet. Forskellen mellem de to målinger skulle gerne være den energi der bliver til lys under normale omstændigheder.

Måleresultater

Vi bruger et gennemsigtigt plastikglas som vi fylder med vand så hele pæren med fatning lige er dækket. Den energi der går til at varme selve glasset og pæren op, samt den varme der forsvinder ud af glasset pga. manglende varmeisolering, har vi ikke taget højde for. Dog har vi forsøgt at minimere vandets varmetab i eksperimentet, idet vi har valgt vandets begyndelsestemperatur så den ligger lidt under rumtemperaturen, og desuden har vi dækket glasset til med et låg. Vores måleresultater er angivet i følgende skema. Temperaturen er målt en gang i minuttet.

t/minut	T_{medlys}	T_{udenlys}
0	20,3	18,2
1	20,6	20,3
2	21,8	21,2
3	24,0	22,5
4	25,7	25,1
5	26,9	27,4
6	28,6	28,5
7	30,5	31,6
8	31,7	33,1
9	33,7	35,3
10	35,3	36,8

Øvrige størrelser

Vandets masse (uden lys)	$m_u = 0,109$	kg
Vandets masse (med lys)	$m_m = 0,136$	kg
Spændingsfald	11,9	V
Strømstyrke	1,69	A

I figur (1) og (2) er de to måleserier afbilledet. Det ses at temperaturen stiger lineært med tiden. I figur (3) er de afbilledet sammen og med bedste rette linie tegnet ind. Det ses at måleserien for $T_{\text{uden lys}} = T_u$ har større hældning end $T_{\text{med lys}} = T_m$, hvilket også er hvad vi forventede. Her undslipper lyset ikke og giver dermed et yderligere bidrag til opvarmningen.

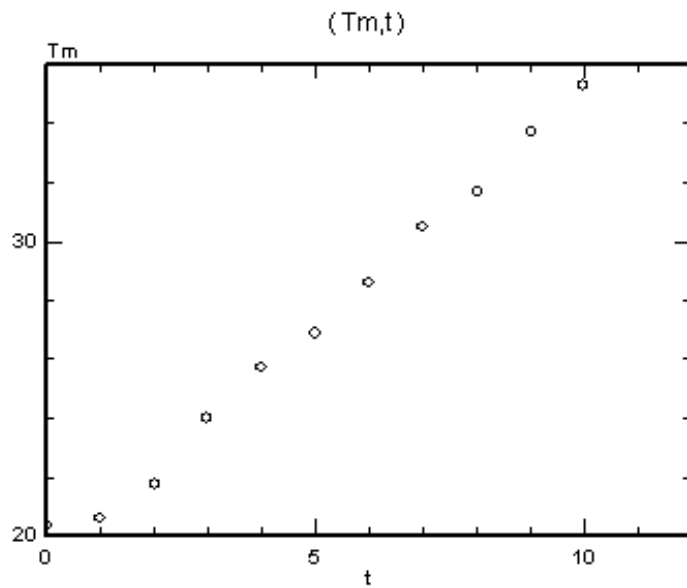
Teori

Når pæren tændes udsender den både lys og varme. Hvis vi betragter systemet af glødepære, vand og krus som isoleret (bortset fra at lyset skal have lov til at forsvinde), skal den energi der går til lys være lig med energien absorberet af vandet uden lys minus energien absorberet af vandet med lys. Opskrevet som formel bliver energiregnskabet

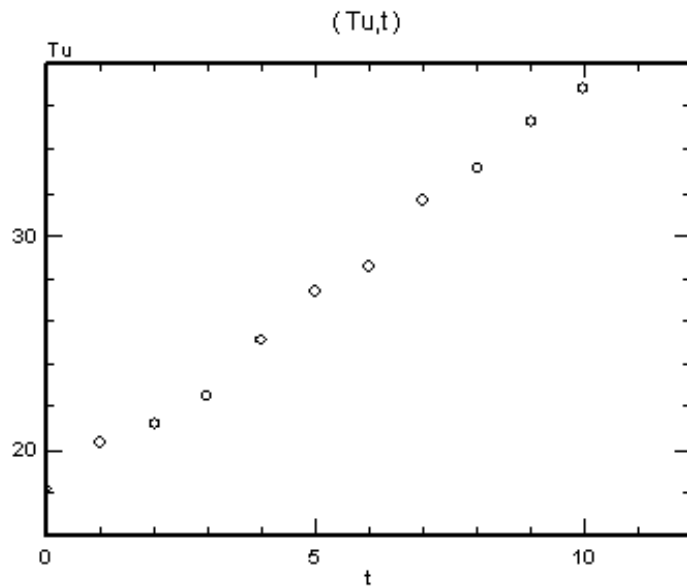
$$Q_{\text{lys}} = Q_{\text{uden lys}} - Q_{\text{med lys}} \quad (1)$$

Hvor varmeenergien er givet ved

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (2)$$



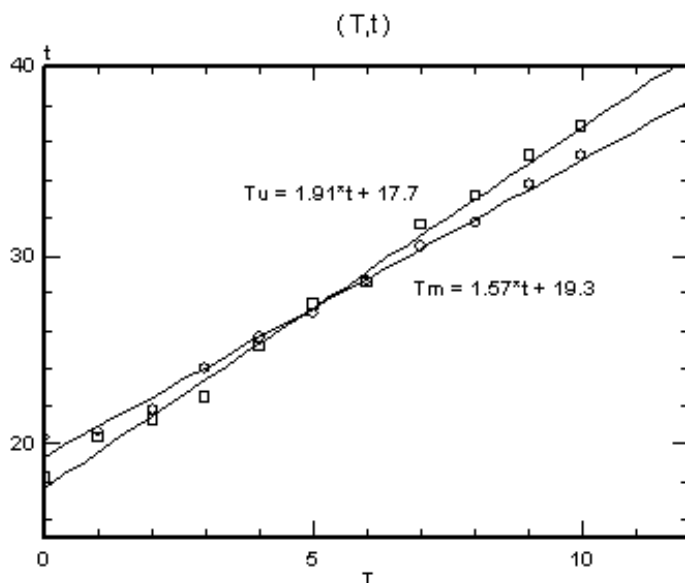
Figur 1 Forsøget 'med lys', hvor lyset undslipper. Sammenhørende værdier af tid og temperatur er plottet.



Figur 2 Forsøget 'uden lys' hvor pæren er pakket ind i staniol. Sammenhørende værdier af tid og temperatur er plottet.

hvor c er vands specifikke varmekapacitet og m massen af vandet. Ved at indsætte og regne lidt får vi

$$Q_{\text{lys}} = Q_{\text{uden lys}} - Q_{\text{med lys}} \quad (3)$$



Figur 3 Her ses figur (1) og (2) i samme diagram. Hver af de bedste rette linier er indtegnet.

$$= m_u \cdot c \cdot \Delta T_{\text{uden lys}} - m_m \cdot c \cdot \Delta T_{\text{med lys}} \quad (4)$$

For at finde den effekt som glødepæren rent faktisk bruger til at lyse med, har vi afbilledet $Q_{\text{uden lys}}$ og $Q_{\text{med lys}}$ i figur (4). ΔT er fundet ved at tage differensen mellem to på hinanden følgende temperaturer. Bedste rette linie er også indtegnet for de to måleserier og deres hældninger angiver altså den af pæren afgivne varmemængde pr. tidsenhed (60 sek).

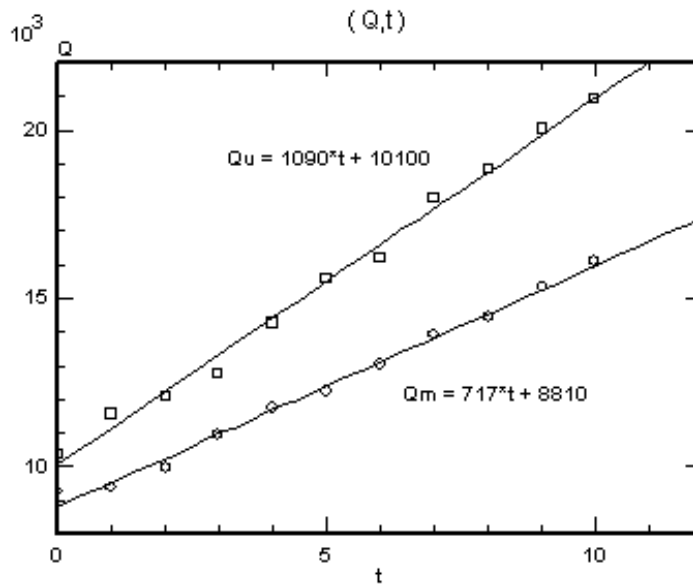
Lyseeffekten P angivet i joule pr sekund fås derfor til

$$P = \frac{Q}{60s} = \frac{\Delta Q_u}{60s} - \frac{\Delta Q_m}{60s} = \frac{1090J}{60s} - \frac{717J}{60s} = 18,2W - 12,0W = 6,2W \quad (5)$$

Nyttevirksomheden η er

$$\eta = \frac{6,2W}{18,2W} = 34\% \quad (6)$$

I stedet for at dividere med de $18,2W$ (som ideelt set, hvis der ikke var usikkerheder eller fejlkilder, er den effekt pæren bruger) kunne vi bruge den effekt vi målte med vores multimeter. Med en spænding på $U = 11,9V$ og en strømstyrke på $I = 1,69A$ fås en effekt på $P = 20,0W$. Grunden til at vi har valgt at bruge de $18,2W$ er, at de er målt efter samme metode som de $6,2W$. De to tal er således behæftede med de samme usikkerheder og fejl



Figur 4 Her ses den tilførte varmemængden for begge forsøg. Målepunkter for hvert minut og den tilhørende bedste rette linie er afbilledet for begge måleserier.

og derfor mere relevante at sammenligne. Det er formodentlig selve glassets varmeyde der er den betydeligste fejlkilde.

En nyttevirkning på 34% lyder måske ikke af meget, men den er i virkeligheden alt for stor. For en glødepære ligger den typisk kun på en 10%. Grunden til at vi får et alt for stort tal er, at vores 'lyseffekt' også indeholder en masse ikke-synligt lys. Pæren udsender jo ikke kun stråling i det synlige område, men i et meget bredere elektromagnetisk spektrum, herunder en større del i det infrarøde område. Men når vi taler om nyttevirkning mener vi vel med det synlige lys.

Konklusion

Vi fandt en nyttevirkning på 34% og lærte at dette forsøg har en altover-skyggende fejlkilde i form af pærens stråling i det ikke-synlige område.

Usikkerhed og fejlkilder

Usikkerhed: Vores termometer, stopur og multimeter har en indbygget må-leusikkerhed.

Fejlkilder: Den største fejlkilde er som nævnt tidligere at pæren udsender

meget 'lys' i det ikke synlige område. En anden ting er at vores system ikke er isoleret. Glasset med vand udveksler altså varme med omgivelserne. Vi har dog prøvet at minimere denne effekt ved at lade vandets temperatur være tæt på rumtemperaturen. Det at selve glasset også absorberer varme har vi tilladt os helt at se bort fra, da der nok ikke er så stor forskel på de to måleserier og derfor får det ikke så stor betydning. Om termometeret evt. ikke var kalibreret har ikke betydning for forsøget, da vi i sidste ende kun er interesseret i temperaturstigninger.

Afsluttende bemærkninger

Afslutningsvis kan man sige om forsøget, at det nok ikke er velegnet til at måle nyttevirkningen af en glødelampe med, men det er relative simpelt at lave, og vi mener at det egner sig fortrinligt til at få eleverne til selv at tænke på forsøgsopstillingen. Derudover er det et velegnet forsøg til at indøve energiregnskabet (købmandsregnskab med energibevarelsen)

Elevvejledning

Nyttevirkningen af en glødepære

Formålet med denne øvelse er at finde nyttevirkningen af en glødepære, altså hvor meget af den energi som lampen bruger går til lys.

I får følgende remedier til rådighed:

- En strømforsyning
- Et gennemsigtigt plastikkrus
- En ca. 20W glødelampe
- Lidt stanniol
- Termometer
- Voltmeter
- Amperimeter
- Friskt postevand fra hanen

Skriv en rapport over forsøget og kommenter det fundne resultat.