

Udstrålingen fra 60W pære

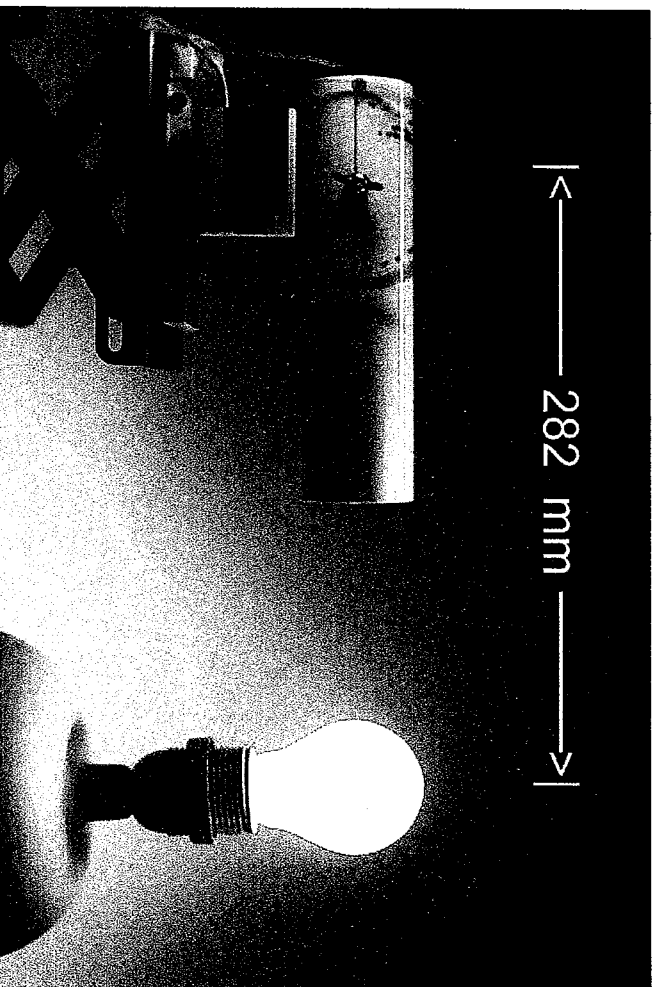
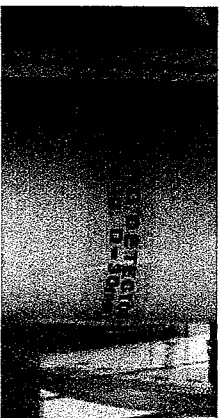
Øvelsesvejledning

FORMÅL

I dette forsøg ønsker vi at måle udstrålingen fra en 60W pære ved hjælp af et pyrreheliometer. Instrumentets detektor er en sortmalet messingskive med en masse på 60,0 gram og en diameter på 30 mm. Detektoren opvarmes af udstrålingen fra pæren.

OPSTILLING

Figur 1 viser forsøgsopstillingen. Pærens centrum placeres 282 mm fra detektoren, der er ca. 155 mm fra enden af pyrreheliometer-røret. Overkanten af dataetiketten øverst på røret flugter med detektorens modtageoverflade.



Figur 1: Detektoren er en 10 mm tyk sortmalet messingskive med en masse på 60,0 gram og en diameter på 30 mm. Detektorens modtageflade er i flugt med overkanten af etiketten 155 mm fra enden af røret.

ANALYSE

Detektormassen $m = 60,0$ g, og diameteren $d = 30$ mm, således at detektorarealet $A = (\pi/4)d^2 = 0,0007068$ m², idet vi holder os til SI enheder i udregningerne. Detektoren er sortmalet med en absorption $\alpha = 0,81$ (81% af indstrålingen absorberes over et bredt bølglængdeområde). Rammes detektorfladen af indstrålingen I_D målt i watt per kvadratmeter, er den absorberede effekt P_{ABS} givet ved:

$$P_{ABS} = I_D \cdot A \cdot \alpha$$

Den absorberede effekt omdannes til varmeenergi i messingsloddet, der pånær modtagefladen er isoleret fra omgivelserne. Messingsloddets varmekapacitet $C = m \cdot c_{MESSING}$, og i løbet af et tidsinterval Δt opvarmes loddet med en temperaturstigning ΔT til følge. Opvarmningseffekten P_{OPV} kan skrives:

$$P_{OPV} = C \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

For små temperaturstigninger bliver varmetab fra systemet minimalt, så vi kan gå ud fra, at energibevarelse gælder. Hermed fås:

$$P_{ABS} = P_{OPV} \quad \Leftrightarrow \quad I_D \cdot A \cdot \alpha = C \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

Den ubekendte i vort forsøg bliver indstrålingen I_D . Derfor løser vi ligningen for denne størrelse:

$$I_D = \frac{C}{A \cdot \alpha} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

Den resulterende nyttige ligning betegnes pyrhelimeterligningen, og den kan anvendes såvel i dette som i mange andre forsøg. Læg mærke til, at C , A og α er instrumentværdier. Størrelsen $\Delta T/\Delta t$ er temperaturstigningen i grader celcius i sekundet, og denne måles under forsøget. Det kan være praktisk at have regnet konstanten ud for instrumentet.

ØVELSE: Vis, at

$$C/(A \cdot \alpha) = 39825$$

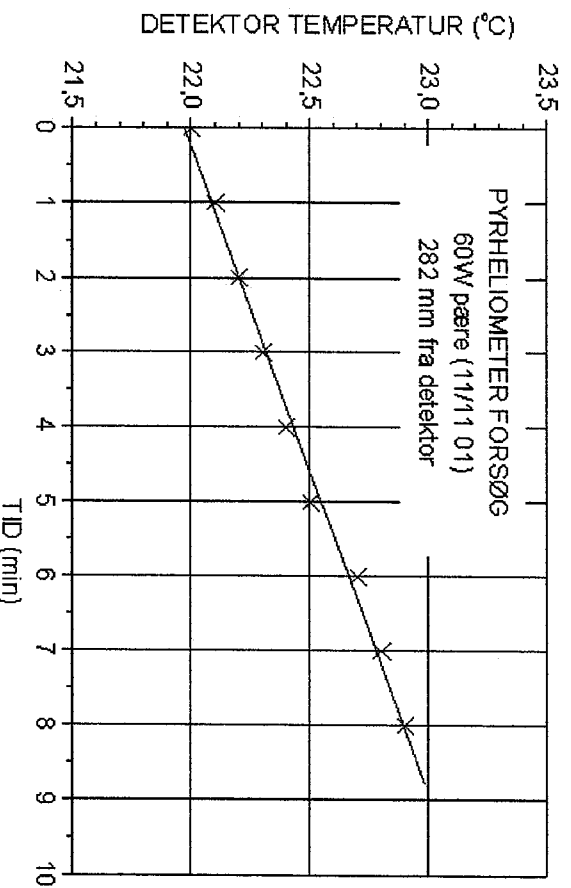
i SI enheder, idet vi antager, at messingloddets specifikke varmekapacitet $c = 380 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$

RESULTATER

Figur 2 viser typiske måleresultater optaget ved hjælp af pyrhelimeteret. Temperaturen stiger langsomt, således at den er steget 0,9 grader på 8 minutter. Stigningsraten $\Delta T/\Delta t$ bliver derfor:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{0,9^\circ\text{C}}{8 \cdot 60 \text{ s}} = 0,001875 \text{ grader/s}$$

Figur 2: Temperaturændring vs. tid, forsøg med en 60 W pære placeret 282 mm fra detektoren.



ØVELSE: Indsæt dette resultat i pyrhelimeterligningen for at finde indstrålingen I_D . Vis, at resultatet bliver $74,7 \text{ W}/\text{m}^2$.

Som approximation kan man sige, at pæren, der er $282 \text{ mm} = 0,282 \text{ m}$ fra detektoren, stråler ud i alle retninger. Arealet af en kugleflade med denne radius er $4\pi \cdot 0,282^2 = 1,00 \text{ m}^2$. Målingen viser så, at pærens udstråling her er $74,7 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot 1 \text{ m}^2 \approx 75 \text{ watt}$. Resultatet ligger lidt højt, fordi pærens udstråling i virkeligheden ikke er helt ens i alle retninger (f.eks. er der ingen udstråling nedad), så udstrålingen ud til siderne bliver lidt større.