

Wallenbergs fysikpris experimentfinal

14 mars 2024

Uppgift 2: Fett ljus



Mätningar inom fysik är ofta jämförelser med någon standard eller referens. En balansvåg mäter inte massa - den jämför den med olika standardvikter. Med Wheatstone-bryggan kan elektriska resistanser jämföras med en resistansstandard. Du ska i den här uppgiften jämföra ljusstyrkan hos olika ljuskällor.

Vårt öga är inte lika känsligt för alla våglängder av elektromagnetisk strålning och den utstrålade effekten från exempelvis en glödlampa som ögat uppfattar kallar vi ljus och ljusflödet mäts i lumen (lm). Ett mått på en ljuskällas verkningsgrad får därför enheten lm/W. På 1800-talet utnyttjades stearinljus (candle) som referens och enheten för ljusstyrka kom därför att kallas candela (cd). Ljusstyrkan (I) anger hur mycket ljus som strålas ut i en viss riktning, till skillnad från ljusflödet som anger det totala utstrålade ljuset. En ljuskälla med ljusstyrkan $I = 1$ cd som strålar lika i alla riktningar ger ett ljusflöde (ϕ) på 4π lumen (lm), dvs. $\phi = 4\pi I$. (En sfär har arean $4\pi r^2$).

Den tyske kemisten Bunsen (han med gasbrännaren) anvisade 1844 följande metod. Ett pappersark förses med en fettfläck. Lite matfett tas på ett finger och sedan smetar man ut fettets i en cirkel med ett par centimeters radie. Papperet hängs vertikalt med tejp på en pinne. På ömse sidor placeras de ljuskällor, vars ljusstyrka man önskar jämföra. Då ljuskällornas intensitet vid fettfläcken, mätt i lm/m^2 , är lika stora kommer fettfläcken att bli (väsentligen) osynlig, annars kommer fettfläcken att se mörk ut på den ljusare sidan och ljus ut på den mörkare. Förhållandet mellan ljuskällornas ljusflöden kan således bestämmas genom att studera sambandet mellan ljuskällornas avstånd till fettfläcken då fettfläcken blir osynlig.

Uppgift:

- Formulera ett matematiskt villkor för ljuskällornas avstånd till fettfläcken, r_1 respektive r_2 , för att fettfläcken ska bli osynlig, i termer av ljuskällornas ljusflöden ϕ_1 respektive ϕ_2 .
- Jämför en 40 W glödlampa med en 5,5 W LED-lampa och bestäm LED-lampans verkningsgrad. Ange även kvoten mellan glödlampans och LED-lampans verkningsgrad.
- Dimma sedan glödlampans till 20 W, så att den inte lyser starkare än att den kan jämföras med ett stearinljus. Beräkna ljusstyrkan hos stearinljuset i enheten candela.

Som referensvärden kan du använda att glödlampans avger 350 lm då den drivs med 40 W, och 38 lm då den drivs med 20 W.

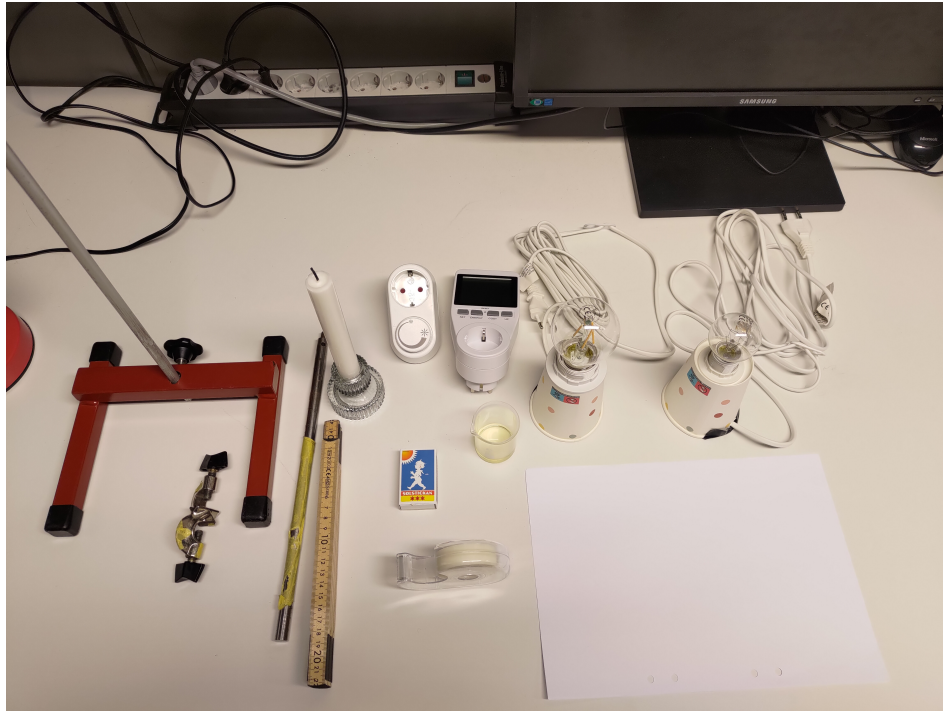
OBS: Notera att dimmern minskar glödlampans ljusstyrka märkbart även vid sitt maxläge. Om du vill använda glödlampans på full effekt behöver du därför koppla bort dimmern.

Varning: Tänk på att hålla ett säkert avstånd mellan det tända stearinljuset och oljan! Om något annat än stearinljuset fattar eld, säg till labbassistenten direkt! Detta ger INTE poängavdrag!

Materiel

- Pappersark
- Tejp
- Stativmaterial
- Bägare med matolja
- Tumstock
- Stearinljus
- Tändstickor

- LED-lampa
- Glödlampa
- Dimmer
- Effektmätare



Figur 1: Tillgängligt materiel.