

Afstandskvadratloven

En af astronomiens store opgaver er at forsøge at bestemme afstande ud til stjerner. Til det formål kan man blandt andet benytte den lysstyrke, som stjernen observeres med, set fra Jorden. Jo længere væk stjernen er, jo mindre lysstyrke vil den observeres med på Jorden. Desværre er dette ikke helt nok, for stjernerne er forskellige. Således udsender store stjerner en langt større lysmængde end små stjerner. Hvad der mere skal til, vil vi ikke komme ind på her. Vi vil udelukkende studere hvordan den observerede lysstyrke aftager, når den samme lyskilde (symboliserende en fast stjerne) flyttes længere og længere væk fra måleapparatet. Vi skal eftervise den såkaldte *afstandskvadratlov*, som siger:

Lysintensiteten fra en punktformig lyskilde aftager med kvadratet på afstanden

Med begrebet *lysintensitet* menes den lysenergi, der pr. sekund rammer et areal på 1 kvadratmeter. Enheden er derfor W/m^2 . Som et mål for lysintensiteten skal vi i denne øvelse benytte belyningsstyrken (illuminansen), som vi har en sensor, som kan måle. Enheden her er lux, som er det samme som lumen/ m^2 .

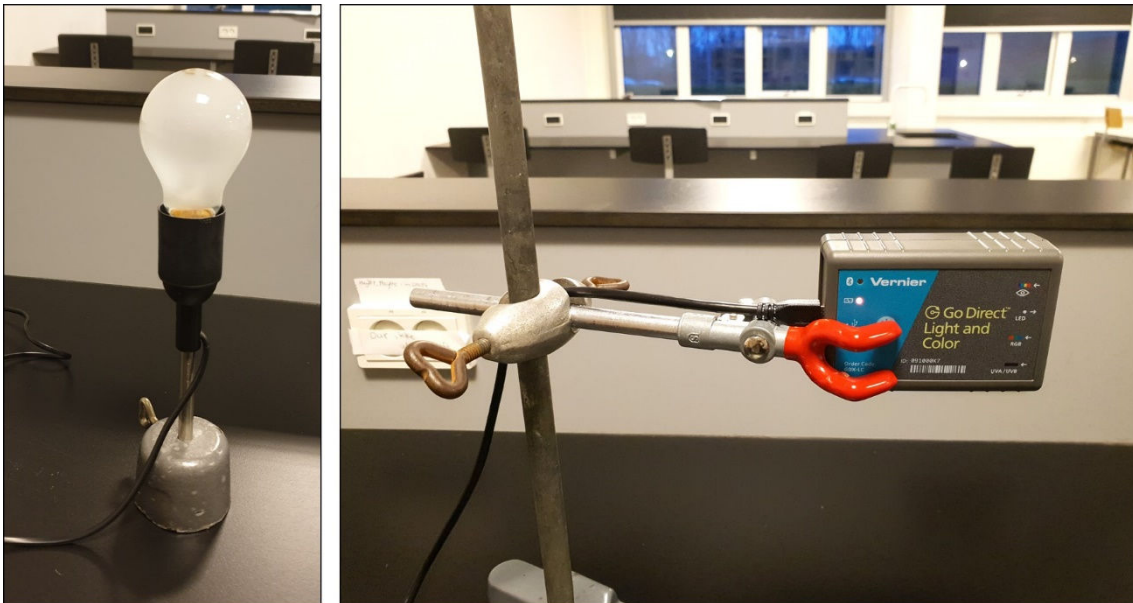


Apparatur

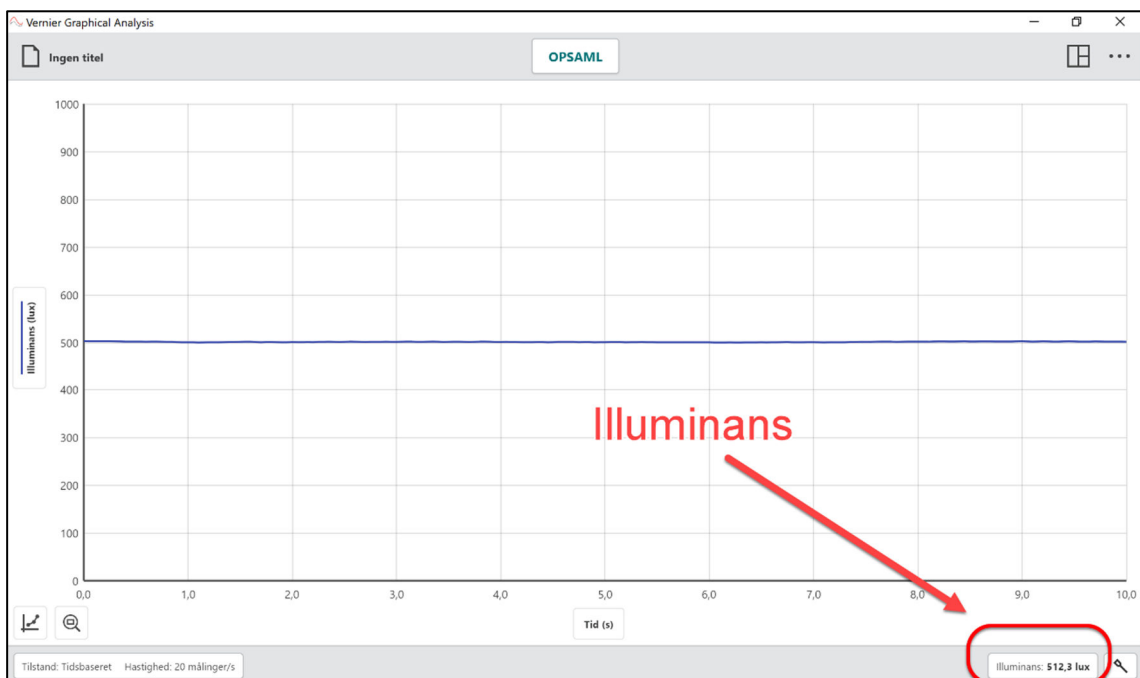
En *Go Direct Light and Color sensor* fra firmaet *Vernier* (se figur senere), en lyspære på en fast fod, stativ med tilbehør, en lineal og en computer. Vi får desuden brug for programmet *Graphical Analysis Pro* både til at foretage målinger med sensoren og til at analysere data bagefter.

Forsøg

Sensoren spændes op i et stativ, fx som vist på figuren herunder. Sensoren tilsluttes derefter til computeren via et tilhørende USB-kabel. Lyskilden tilsluttes strøm. Programmet *Vernier Graphical Analysis* åbnes på computeren. Sørg for at mørkelægge rummet, så langt den overvejende lysmængde kommer fra lyspæren. Man er nu klar til at foretage en række sammenhørende målinger af afstanden mellem (midten af) lyskilden og forenden af sensoren og den illuminans, regnet i enheden lux, som sensoren registrerer. Illuminansen kan ses nederst til højre i softwarens interface (se figur). Lux-værdien kan betragtes som værende proportional med lysintensiteten. Som passende afstande kan du passende benytte de værdier, som på forhånd er udfyldt i skemaet på næste side. Udfyld derefter resten af skemaet.



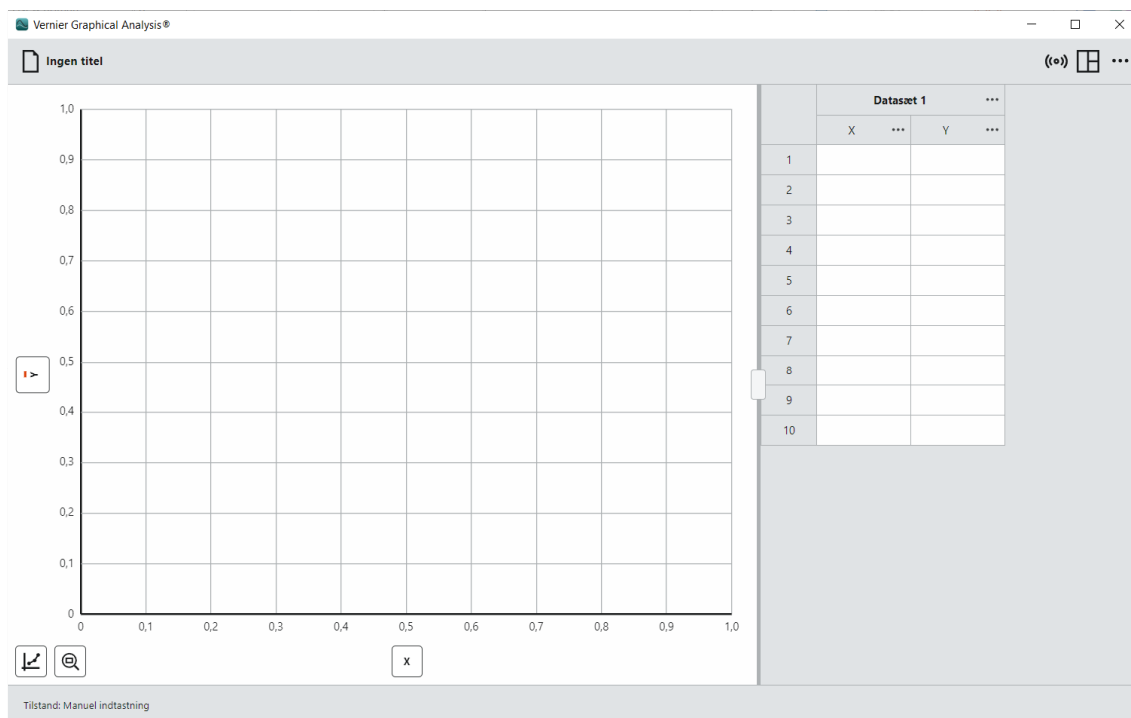
Interface for softwaren *Vernier Graphical Analysis* :



Afstand (cm)	Illuminans (lux)
15	
20	
25	
30	
35	
40	
45	
50	
55	
60	
65	
70	

Databehandling

Luk programmet Graphical Analysis. Sørg for at lysmåleren ikke længere er forbundet til computeren via USB. Åbn igen programmet og vælg *Manuel indtastning*. Start med i det fremkomne vindue at gemme filen ved at klikke øverst i venstre hjørne på "Ingen titel". Giv filen et navn for eksempel "Afstandskvadratloven – lysintensitet". Gem herefter filen i en passende mappe. Til højre i vinduet ses to kolonner X og Y.



Først laver man X om ved at klikke på de tre prikker i kolonnens hoved og vælge *Kolonneindstillinger*. Udfyld den fremkomne boks som vist på den venstre del af figuren på næste side. Noget tilsvarende gøres med kolonnen Y. Her udfyldes boksen som vist på den højre del af figuren på næste side.

Din tabel med sammenhørende værdier af afstand og illuminans fra forsøget skal nu testes manuelt ind i de to kolonner i Graphical Analysis. Når du har gjort det, skulle du gerne straks kunne se en række målepunkter i grafområdet. Vi skal have foretaget et fit med funktionen $I(x) = a/x^2$. Heldigvis er der allerede et sådant fit indbygget i programmet, så vi ikke behøver definere det selv.

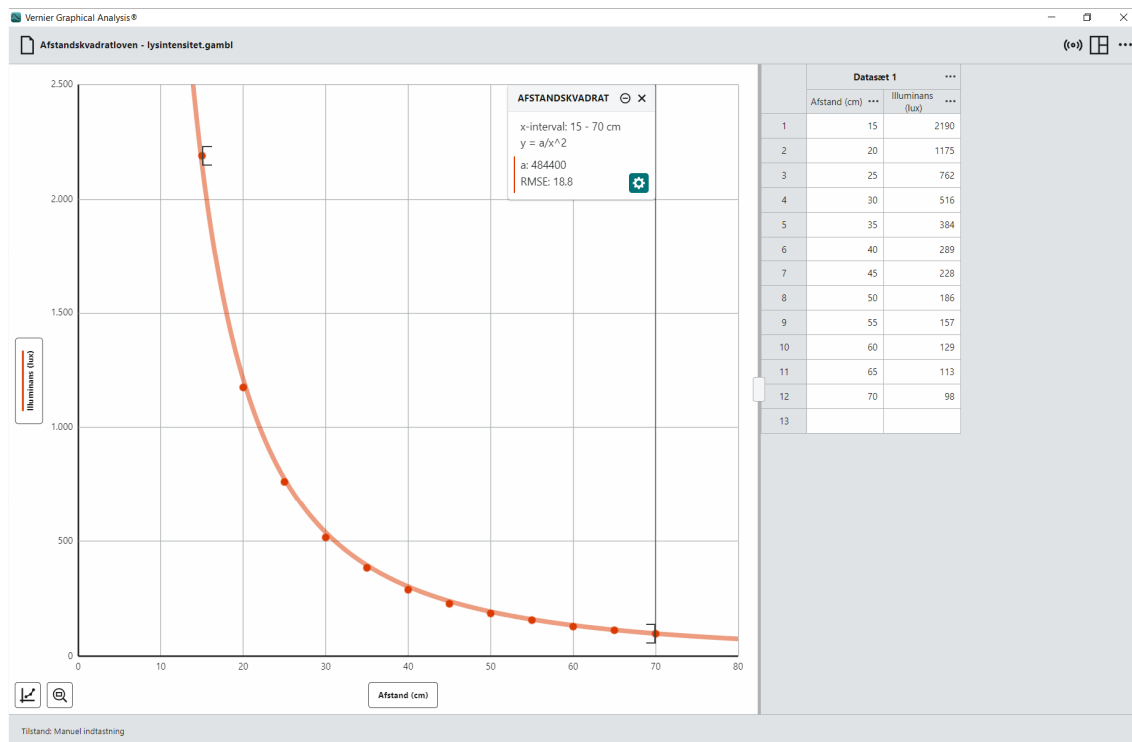
Først klikkes på ikonen *Graph Options* nede i venstre hjørne:



Man anvender punktet *Anvend kurvetilpasning*. I den fremkomne boks vælger man i rullemenuen for *Linje Fit* punktet *Afstandskvadrat*:

Tryk på *Anvend* og se, der tegnes en kurve, som forhåbentligt et godt fit til punkterne.

Afpas til sidst akserne, så grafområdet indeholder (0,0). Det kan gøres ved igen at trykke på *Graph Options* ikonen. Her vælges punktet *Rediger grafindstillinger*. Til slut skulle man gerne få noget, som ligner billedet på næste side.



Opgaver

- a) Afstandskvadratloven kan udtrykkes ved følgende sammenhæng, hvor I er lysintensiteten, x er afstanden og a er en konstant:

$$I(x) = \frac{a}{x^2}$$

Man siger da, at I er *omvendt proportional med kvadratet på afstanden* x . Overvej hvad der sker med I , hvis afstanden x fordobles. Samme spørgsmål i tilfældet hvor x tredobles eller tidobles?

- b) Benyt figuren nedenfor til at argumentere for, at afstandskvadratloven ovenfor logisk set på gælde. Lysintensiteten er som tidligere nævnt den lysenergi, der hvert sekund rammer en kvadratmeter. Her er det underforstået, at den punktformige lyskilde befinder sig i punktet C . *Hjælp*: Bemærk at lyset fra den punktformige lyskilde udbreder sig i alle retninger ... derfor kuglerne (dog er halvkugler kun afbildet).

