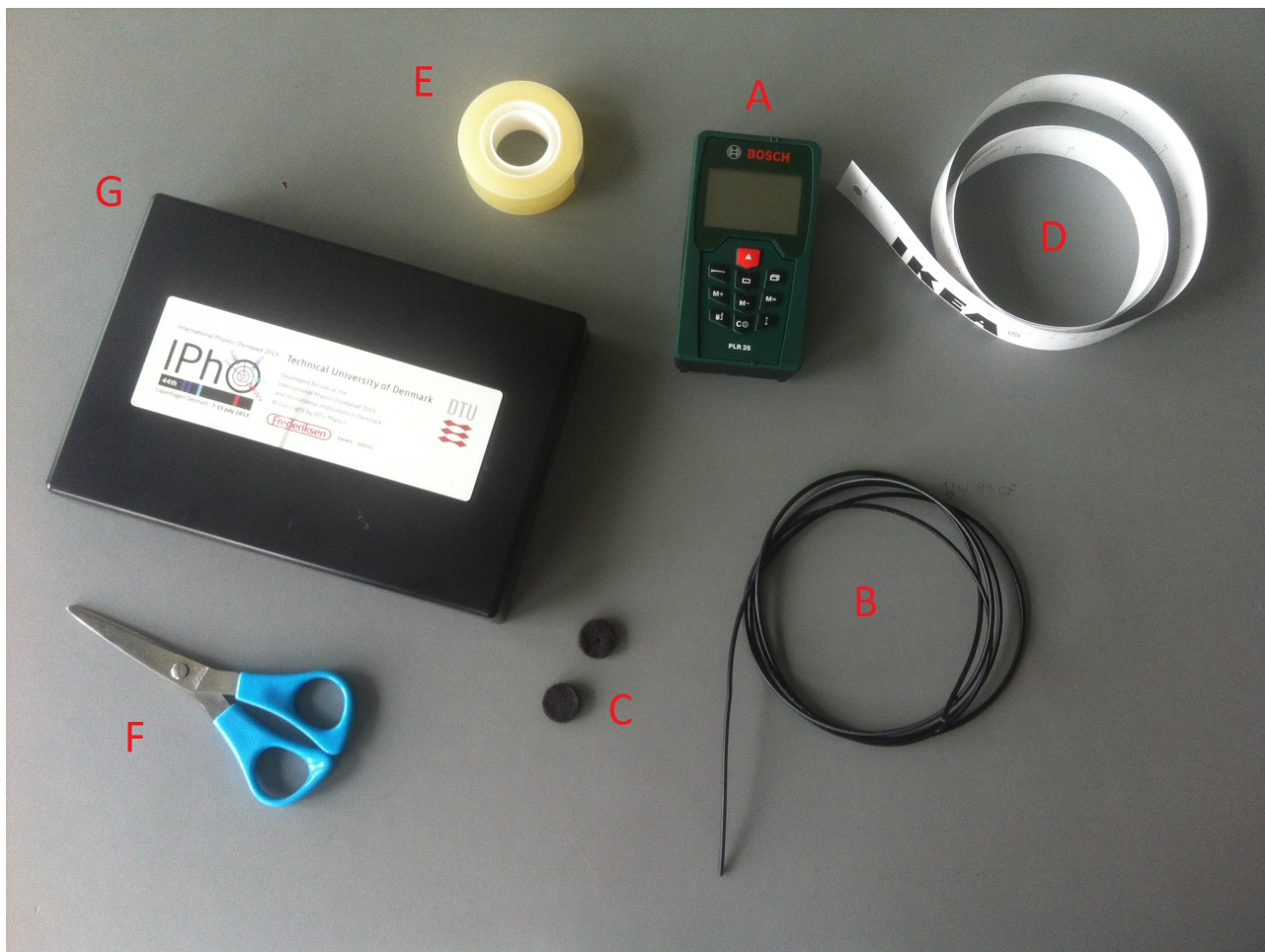


OBS: Alla mätningar och beräknade värden ska anges i SI-enheter med korrekt antal värdesiffror. Felanalys behövs endast om det anges i texten.

1.0 Inledning

Experiment med en laseravståndsmätare



Figur 1.1 En del av utrustningen för experimentet

A: Laseravståndsmätare

B: Fiberoptisk kabel (ca 1 m)

C: Självhäftande filtkuddar med hål

D: Måttband

E: Tejp

F: Sax

G: Svart låda med lock

En laseravståndsmätare (se fig. 1.2 och fig. 1.3) består av en sändare och en mottagare. Sändaren är en diodlaser som avger en modulerad laserstråle, dvs. en laserstråle där amplituden varierar mycket

snabbt. När laserstrålen träffar ett objekt, reflekteras ljus i alla riktningar från laserfläcken. En del av ljuset når instrumentets mottagare som sitter intill sändaren. Instrumentet mäter tidsskillnaden i modulation mellan det mottagna och det utsända ljuset. Tidsskillnaden t är precis den tid det tar för ljuset att gå från sändare till mottagare. Den mätta tiden t konverteras i instrumentet till värdet y :

$$y = \frac{1}{2}ct + k$$

Det är detta värde, y , som visas på displayen. Här är $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ljusfarten. Konstanten k beror på hur instrumentet ställs in och avståndet kan antingen mätas från instrumentets fram- eller bakkant. När instrumentet slås på är det automatiskt inställt på mätning från bakkanten. **Behåll denna inställning under alla mätningar.**

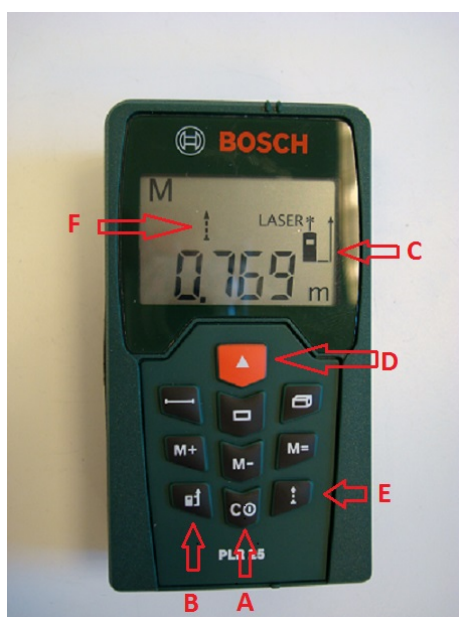
På grund av parallax kan instrumentet inte mäta avstånd under 5 cm. Det största avstånd som instrumentet klarar är omkring 25 m. Tillverkaren anger en precision på $\pm 2 \text{ mm}$. Instrumentets båda kortsidor är vinkelräta mot laserstrålen. När instrumentet ligger på bordet är laserljuset vertikalpolariserat.

Laserdioden är av klass 2 med effekten $< 1 \text{ mW}$ och med våglängden 635 nm.

Varning: Ljuset från instrumentets laserdiod kan skada dina ögon. Titta inte in i lasern och rikta den inte mot andra personer. Även ljus från reflexer kan vara skadligt.

Hur laseravståndsmätaren ställs in

Beräkningen av avståndet y bygger på att ljuset färdas med farten c . I detta fall behöver ingen hänsyn tas till skillnaden mellan ljusets fart i vakuum och i luft, eftersom brytningsindex för torr luft vid normalt tryck är $1,00029 \approx 1,000$.



Figur 1.2 De omärkta knapparna är inte av intresse (de används för beräkning av area och volym). De intressanta knapparna är:

A: På/av

B: Byte mellan mätning från instrumentets bak- eller framkant.

C: Indikator som visar vald inställning med knapp **B**

D: Sätt på laser/starta mätning

E: Kontinuerlig mätning

F: Indikator for kontinuerlig mätning



Figur 1.3 Laseravståndsmätaren sedd framifrån:

A: Mottagare: Lins som samlar in laserljuset

B: Sändare: Titta inte in i laserstrålen!

1.1 Mätning med laseravståndsmätaren

Instrumentet gör en mätning när knappen **D** trycks in, se fig. 1.2.

1.1	Använd laseravståndsmätaren för att mäta avståndet H från bordets ovansida till golvet. Ange osäkerheten ΔH . Gör en figur med en skiss av din mätupställning.	0,4
-----	--	-----

1.2 Experiment med den fiberoptiska kabeln



Figur 1.4 Schematisk bild av en fiberoptisk kabel.

Du har fått en fiberoptisk kabel med längd ca 1 m och diameter ca 2 mm. Kabeln består av två optiska material. Kärnan (diameter ca 1 mm) är av plast med högt brytningsindex, och omges av ett hölje av plast med något lägre brytningsindex. Det hela är täckt av ett lager skyddande svart plast. Kabelns kärna fungerar som en vågledare för ljus som lyser in i kabeln, eftersom totalreflektion i gränssytan till höljet hindrar ljuset från att lämna kärnan – så länge infallsvinkeln överstiger den kritiska vinkeln för totalreflektion. Ljuset kommer därför att följa kärnfibern, även om kabeln böjs lätt.

Avståndsmätaren ska nu ställas i kontinuerligt mätläge (**E**, se fig. 1.2), så att displayvärdet y uppdateras ca en gång i sekunden. Instrumentet övergår till viloläge efter några minuter, men kan återaktiveras med den röda startknappen. Täck mycket försiktigt över mottagarens lins (se fig. 1.3a) med den ena svarta filtukdden (den andra är en reserv) med ett 2 mm stort hål i. Kuddens klabbiga sida ska pressas mjukt mot linsen.

Stick in den ena änden av en fiberoptisk kabel med längden x i kuddens hål, så att den vidrör linsen, se fig. 1.5.



Figur 1.5 (a) Filtkudde och fiberoptisk kabel. (b) Anslutning av den fiberoptiska kabeln.

Kabelns andra ände skall hållas mot sändaren, så att den vidrör glaset i laserstrålens mitt. Läs nu av y -värdet från displayen. Den tillhandahållna saxen ska användas för att kapa den fiberoptiska kabeln i olika längder x .

OBS: Tänk ***mycket*** noga innan du börjar klippa i kabeln, för du får inte fler!!

Notera också att instrumentets display kan visa en termometersymbol efter en stund i kontinuerligt mätmod, pga överhettning av elektroniken. När detta händer, slå av instrumentet en stund så att det får svalna.

1.2a	Mät samhörande värden på x och y . Redovisa dina mätvärden i tabellen på svarsbladet. Rita ett diagram som visar y som funktion av x .	1,8
1.2b	Använd diagrammet för att bestämma brytningsindex n_{co} för materialet som den fiberoptiska kabelns kärna är gjord av. Beräkna ljusfarten v_{co} i kabelns kärna.	1,2

1.3 Laseravståndsmätare i vinkel mot vertikalen

I denna del av experimentet behöver du utrustningen som visas i fig. 1.6.

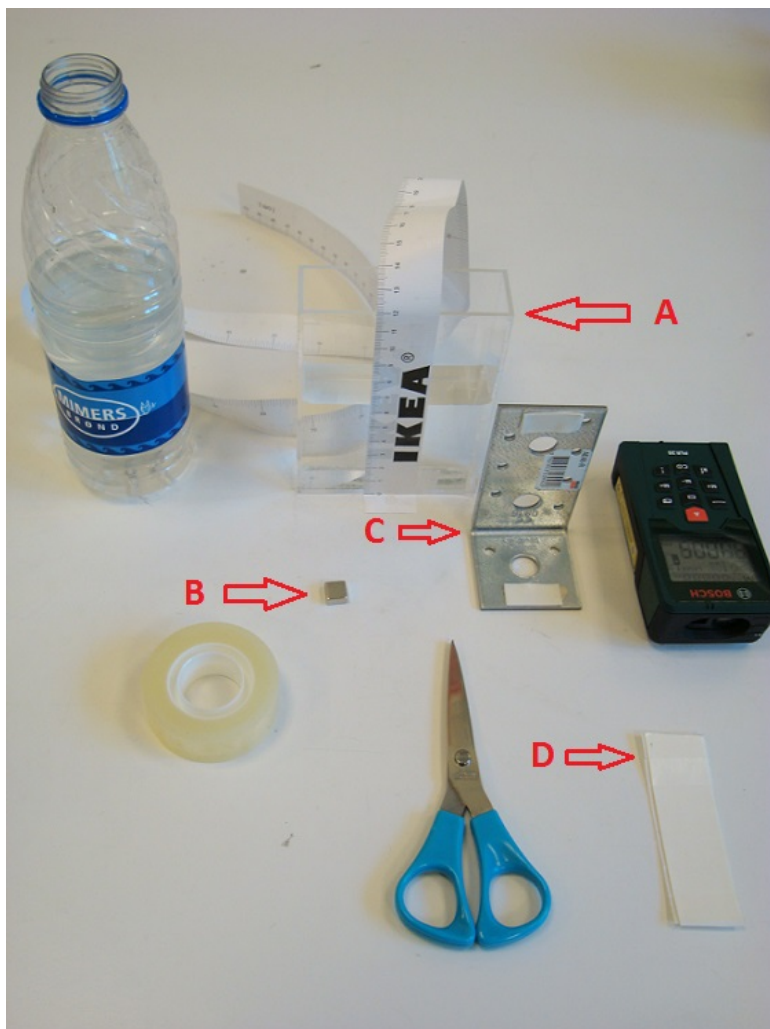


Figure 1.6 Utrustning som visas i figuren:

A: Kyvett med vatten och måttband

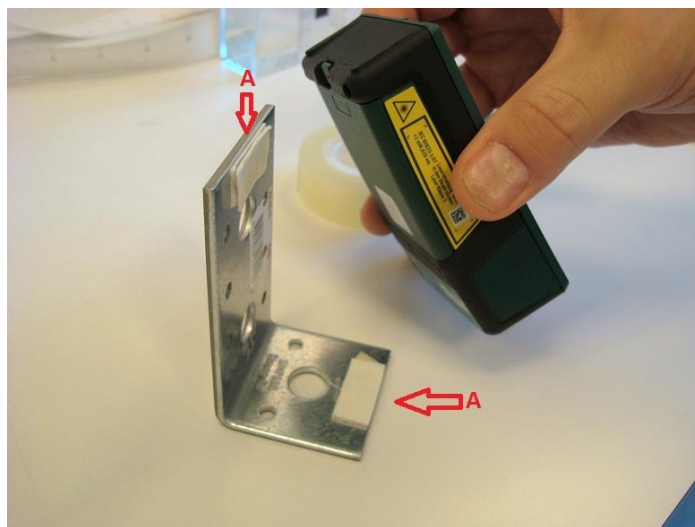
B: Magnet för att fixera vinkeljärnet vid toppen av den svarta lådan. (Du hittar magneten på vinkeljärnet.)

C: Vinkeljärn med fästkuddar

D: Självhäftande fästkuddar

Avlägsna den svarta filtukdden från linsen. Avståndsmätaren skall nu placeras enligt följande:

Applicera två fästkuddar på vinkeljärnet, se **A** i fig. 1.7.



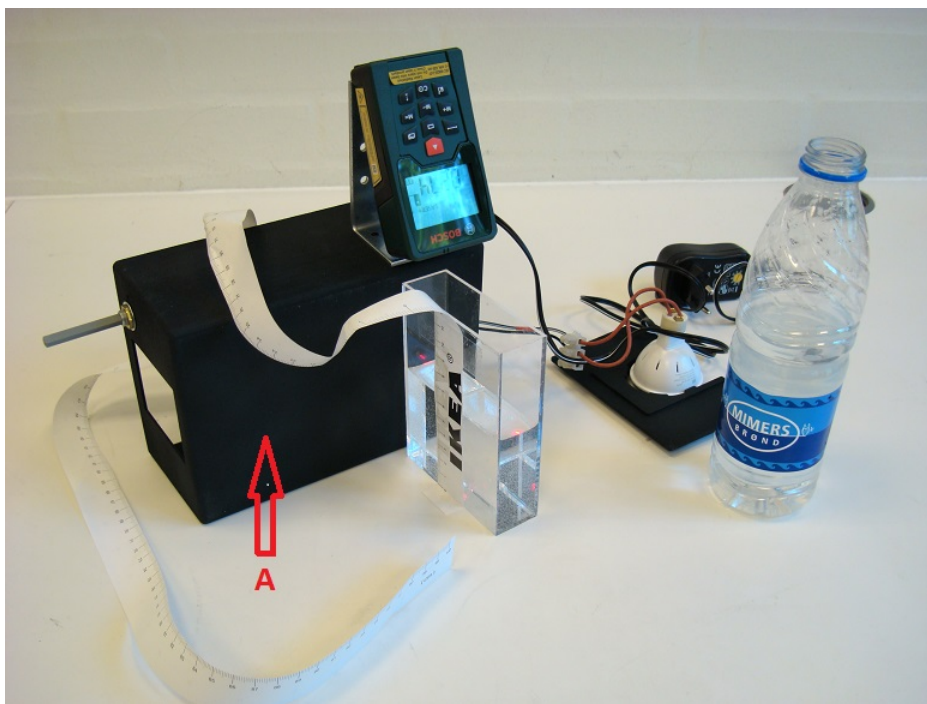
Figur 1.7 Placering av de två fästkuddarna på vinkeljärnet.

Avståndsmätaren ska nu försiktigt fästas på vinkeljärnet så som visas i fig. 1.8.



Figur 1.8 Placering av laseravståndsmätaren på vinkeljärnet.

Vinkeljärnet med avståndsmätaren ska därefter monteras på den svarta lådan enligt fig. 1.9. Sätt fast vinkeljärnet på lådan med hjälp av en magnet som placeras på lådans insida. (Magnetten sitter från början fast på vinkeljärnet.) Det är viktigt att avståndsmätaren monteras exakt som på bilden, eftersom lådans ovansida lutar ungefär 4 grader. Laserstrålen ska nu, utan att hindras, lysa snett nedåt.



Figur 1.9 Experimentuppställning. (Den svarta lådan används endast som stöd. Utrustningen bakom flaskan används dock inte.)

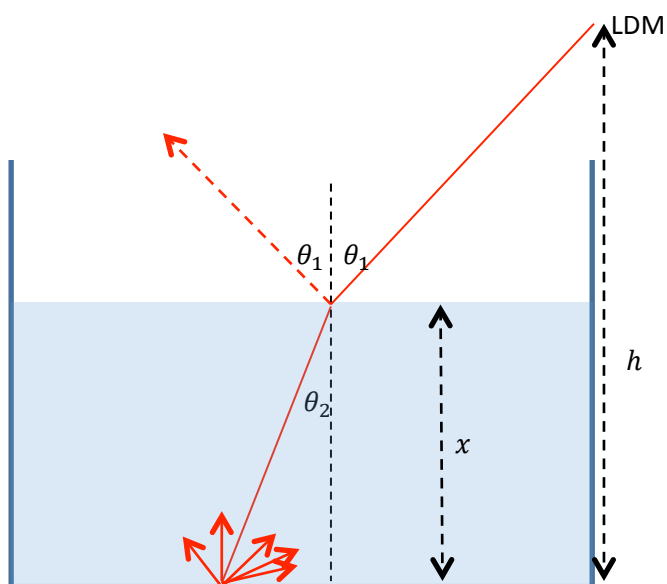
A: Viktigt: Botten på den svarta lådan måste vändas framåt enligt figuren. Ovansidan lutar ungefär 4 grader mot horisontalplanet. Se till att vinkeln θ_1 hela tiden hålls fix.

När avståndsmätaren är påslagen och monterad enligt ovan kommer laserstrålen att bilda en vinkel θ_1 mot lodlinjen. Denna vinkel, som ju måste hållas fix under hela experimentet, behöver nu bestämmas. Kyvetten behövs inte nu, så den kan ställas åt sidan.

1.3a	Mät avståndet y_1 till laserfläcken där laserstrålen träffar bordsytan. Flytta sedan lådan med avståndsmätaren horisontellt tills laserstrålen träffar golvet. Mät avståndet y_2 till laserfläcken där laserstrålen träffar golvet. Ange mätosäkerheterna.	0,2
1.3b	Beräkna vinkeln θ_1 genom att använda enbart mätvärdena y_1 , y_2 och H (från uppgift 1.1). Bestäm osäkerheten $\Delta\theta_1$.	0,4

1.4 Experiment med kyvetten

Placera kyvetten så att laserstrålen träffar dess botten ungefär i mitten, se fig. 1.10. Håll lite vatten i kyvetten. Vattnets djup betecknas x . Läs av y på avståndsmätarens display.



Figur 1.10 Laserstrålen i kyvett med vattendjup x .

1.4a	Mät samhörande värden på x och y . Redovisa mätningarna i tabellen på svarsbladet. Rita ett diagram som visar y som funktion av x .	1,6
1.4b	Använd ekvationer för att teoretiskt förklara hur diagrammet förväntas se ut.	1,2
1.4c	Använd diagrammet för att bestämma brytningsindex n_w för vatten.	1,2