

Figyelem! Minden mért és számolt értéket SI egységben kell megadnod, megfelelő számú értékes jegyre kerekítve. (Prefixumokat használhatsz.) Hibahatárokat csak akkor kell megadnod, ha ezt kifejezetten kérjük.

1.0 Bevezetés

Kísérletek a lézeres távolságmérővel (LTM)



1.1. ábra. A kísérletben használt eszközök egy része

- A:** lézeres távolságmérő
- B:** optikai kábel (körülbelül 1 m hosszú)
- C:** öntapadós, lyukkal ellátott fekete filckorong
- D:** mérőszalag
- E:** ragasztószalag
- F:** olló
- G** a fekete doboz fedele

A lézeres távolságmérő (LTM, lásd az 1.2. és 1.3. ábrát!) egy adóból és egy vevőből áll. Az adó egy félvezető lézer, amely modulált lézernyalábot bocsát ki, azaz olyan lézernyalábot, melynek amplitúdója nagy frekvenciával változik. Ha a lézernyalábot egy testre irányítjuk, a keletkező fényfoltból minden irányba szóródik a fény. E szórt fény egy része visszajut a készülék vevőjébe, amely közvetlenül az adó mellett található. A készülék beépített optikájával a lézernyalábra fókuszál és érzékeli a fényfoltból visszaérkező fényt. A készülékben található elektronika méri a visszaérkező fényjel és a kibocsátott

fényjel modulációja közötti időeltolódást. A modulációban bekövetkező t időeltolódás éppen azzal az idővel egyezik meg, amely alatt a fény az adóból a vevőbe jut. A mért időeltolódásból ezután a készülék kiszámolja a

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

mennyiséget, amely végül megjelenik a kijelzőn. Ebben a kifejezésben $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}$ a fénysebesség, a k állandó pedig a készülék beállításától függően kétféle lehet; a készüléken váltani lehet, hogy honnan számítsa a távolságot: az eszköz elülső vagy hátsó oldallapjától. A lézeres távolságmérő bekapcsolásakor az alapértelmezett beállítás a hátsó oldallaptól való távolságmérés. **Az egész mérés során ezt a beállítást kell használnod.**

A parallaxis miatt az LTM nem képes 5 cm-nél kisebb távolságok mérésére. A lehető legnagyobb mérhető távolság körülbelül 25 m. A készülék alakja úgy van kiképezve, hogy az elülső és a hátsó oldallapja is merőleges a lézertfényre. A készüléket az asztalra fektetve a lézertfény polarizációja függőleges (azaz merőleges a kijelző síkjára).

A félvezető lézer 2-es biztonsági osztályba tartozik (1 mW-nál kisebb teljesítmény), és fénye 635 nm hullámhosszúságú. A gyártó által garantált távolságmérési pontosság +/- 2 mm. Vigyázat! A készülék félvezető lézere károsíthatja a szemet. Ne nézz közvetlenül a lézertfénybe és ne irányítsd mások szeme felé!

Az LTM beállításai

Az y távolság fenti számítási módja természetesen feltételezi, hogy a fény c sebességgel terjed. Az ebben a mérésben elérhető mérési pontosság nem követeli meg, hogy különbséget tegyünk a vákuumbeli és levegőbeli fény terjedési sebessége között, hiszen a száraz, normál légköri nyomású és hőmérsékletű levegő törésmutatója $1,000\ 29 \approx 1,000$.



1.2. ábra. A maradék hat nem jelzett gomb nem fontos (ezek terület és térfogatméréshez kellene). A lényeges gombok funkciója a következő:

- A:** ki-/bekapcsoló gomb
- B:** kapcsoló az elülső/hátsó oldallaptól való mérési módok közötti váltáshoz
- C:** elülső/hátsó oldallaptól való mérési módot jelző mutató
- D:** lézer bekapcsolása/mérés indítása
- E:** folyamatos mérés
- F:** folyamatos mérést jelző mutató



1.3. ábra. A lézeres távolságmérő elülső oldallapja felől nézve:

- A:** vevő: a lézerfoltra fókuszáló, beépített optika lencséje
- B:** adó: ne nézz a lézerfénybe!

1.1 Mérések a lézeres távolságmérővel

A készülék a **D** gomb megnyomására kezd mérni (lásd az 1.2. ábrát!)

1.1a	Az LTM segítségével mérd meg az asztal felső lapja és a talaj közötti H távolságot! Határozd meg a mért érték ΔH hibáját! Készíts vázlatos rajzot a mérési elrendezéséről!	0,4
------	--	-----

1.2 Kísérlet az optikai szállal



1.4. ábra. Az optikai szál vázlata

Az eszközök között találsz egy kb. 1 m hosszú és kb. 2 mm átmérőjű optikai kábelt. A kábel két különböző optikai tulajdonságú anyagból készült. A kábel magja (melynek átmérője körülbelül 1 mm) nagy törésmutatójú műanyag, az ezt körülvevő köpeny kicsit kisebb törésmutatójú műanyag, az egészet pedig fekete műanyag borítás védi. A mag és a köpeny a kábel végén bejutó fényre nézve hullámvezetőként viselkedik, hiszen a mag és a köpeny határfelületén létrejövő teljes visszaverődés megakadályozza, hogy a fénysugarak elhagyják a kábel magját (mindaddig, amíg a beesési szög nagyobb, mint a teljes visszaverődés határszöge). A fénnyaláb tehát követi a kábel magját még akkor is, ha az meg van hajlítva (de nem túlságosan).

Az LTM-et most állítsd folyamatos mérési módra (**E**, lásd az 1.2 ábrát!), így a kijelzőn látható y érték körülbelül másodpercenként frissül. Az LTM néhány perc után automatikusan alvó üzemmódra vált, ekkor a piros indító gombbal aktiválható újra.

Óvatosan és finoman ragaszd rá a vevő lencséjére (lásd 1.3 ábra, A jel) az egyik 2 mm átmérőjű lyukkal ellátott kicsiny, fekete filckorongot! (A másik korong tartalék.) A filckorong ragadós felét gyengéden nyomd rá a lencsére!

Helyezd az x hosszúságú optikai kábel végét a filckorongon lévő lyukba úgy, hogy hozzáérjen a lencséhez, ahogy a 1.5. ábrán látszik!



1.5. ábra. (a) filckorong és optikai kábel (b) az optikai kábel csatlakoztatása

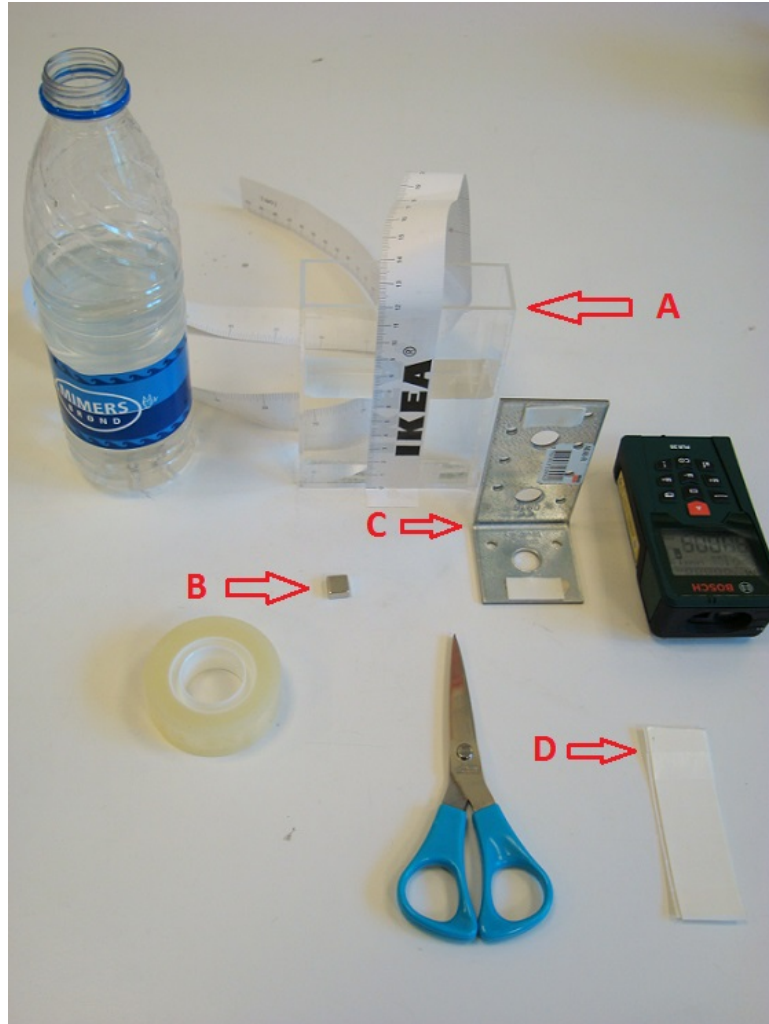
A kábel másik végét tartsd az adóhoz úgy, hogy a lézernyaláb közepénél érintkezzen az üveggel! Olvasd le a kijelzőn látható y -értéket! A mellékelt ollóval vágatod az optikai kábelt különböző x hosszúságúra.

Figyelem! Gondolkodj nagyon alaposan, mielőtt elvágod az optikai szálát, mert nem kaphatsz másikat! Folyamatos mérési módban előfordulhat, hogy az LTM kijelzőjén megjelenik egy hőmérő ikon, ez az elektronika túlmelegedésének jele. Ilyen esetben kapcsold ki egy időre az LTM-et, hogy lehűljön!

1.2a	Mérd meg az összetartozó x és y értékeket! Mérési eredményeidet foglald táblázatba! Ábrázold y -t x függvényében!	0,8
1.2b	A grafikon felhasználásával határozd meg az optikai kábel magját alkotó anyag n_{co} törésmutatóját! Számítsd ki az optikai kábel magjában a fény v_{co} sebességét!	1,2

1.3 Lézeres távolságmérő ferde helyzetben

A mérésnek ebben a részében az 1.6 ábrán látható eszközökre lesz szükséged.



1.6 ábra Az ábrán látható berendezések:

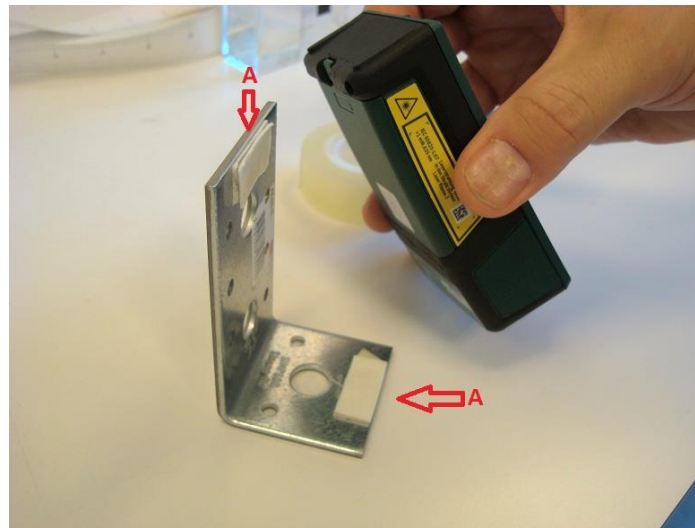
A: műanyagtartály, vízzel és mérőszalaggal

B: mágnes, aminek segítségével a szögvas rögzíthető a fekete doboz tetején. (A mágnes a szögvason található meg.)

C: szögvas öntapadó ragasztócsíkokkal

D: öntapadó, kétoldalas ragasztócsíkok

*Távolítsd el a fekete filckorongot a lencséről. Az LTM-et most a következő helyzetbe kell állítanod: Ragassz két öntapadó csíkot a szögvasra, az 1.7 ábrán **A**-val jelölt helyzetben!*



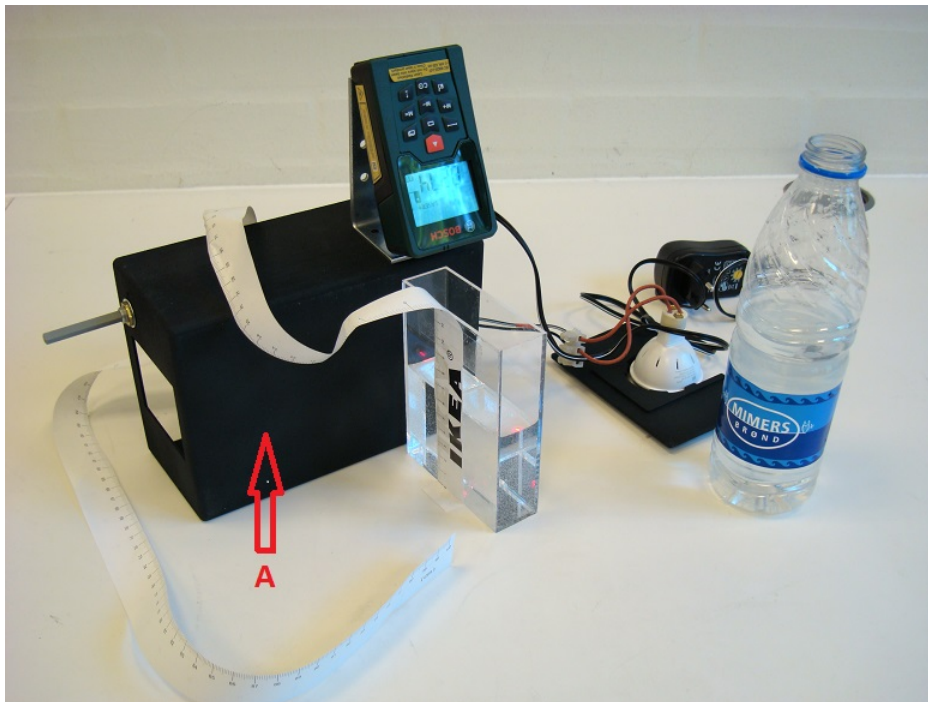
1.7 ábra Így helyezd el a két öntapadó ragasztócsíkot a szögvasra.

Ezután óvatosan tedd az LTM-et a szögvasra, az 1.8 ábrán látható módon!



1.8 ábra Így tedd rá a szögvasra a lézeres távolságmérőt!

Ezután a szögvasat az LTM-el együtt az 1.9 ábrán látható módon helyezd a fekete dobozra! A szögvasat a mágnessel rögzítsd a dobozhoz úgy, hogy a mágnesset a vas alá, a doboz belső feléhez teszed. (A kis mágnesset a szögvason találod meg.) Fontos, hogy az LTM-et pontosan a fényképen látható módon erősítsd a dobozhoz, mivel a doboz felső oldala körülbelül 4 fokos szögben lejt. Helyes beállítás esetén a lézergyár akadálymentesen, ferdén lefelé irányul.



1.9 ábra A kísérleti elrendezés. (A fekete doboz csak állványként szolgál. A képen az üveg mögött látható berendezéseket még nem kell használni.)

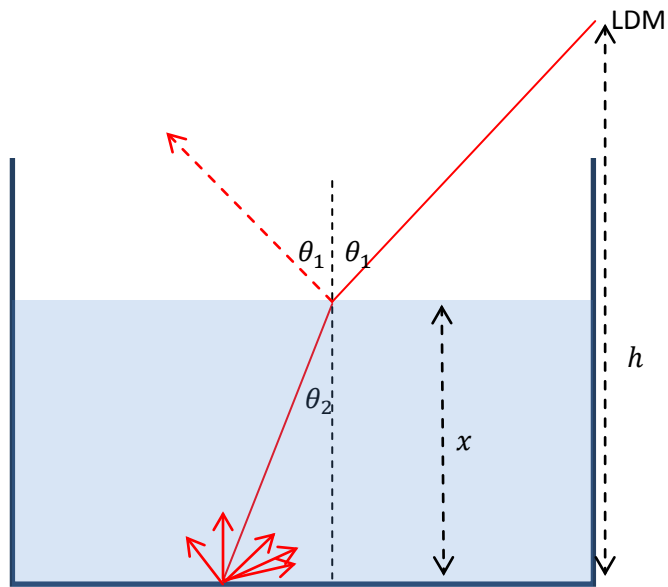
A: Fontos: A fekete doboz alja az ábrán látható módon előre felé nézzen! A felül levő oldal enyhén, a vízszintes síkhoz képest körülbelül 4 fokos szögben lejt. A lézeres távolságmérőt mindig ugyanolyan szögben rögzítsd az állványra.

Ha az LTM-et ebben a dobozra szerelt helyzetben bekapcsolod, akkor a lézergyár a függőlegessel θ_1 szöget zár be. Most ezt a szöget kell meghatároznod, amelynek a nagyságát nem szabad megváltoztatnod a kísérlet során. Az átlátszó műanyag edényre most nincs szükség.

1.3a	Mérd meg (az LTM-el) annak a pontnak az y_1 távolságát, ahol a lézergyár eléri az asztal lapját! Ezután mozgass el vízszintesen az egész dobozt az LTM-mel az asztal széléhez úgy, hogy a lézergyár a padlót érje! Mérd meg (az LTM-el) annak a pontnak az y_2 távolságát, ahol a lézergyár eléri a padlót! Tüntesd fel az eredmények hibáját is!	0,2
1.3b	Pusztán a mért y_1 , y_2 és (az 1.1a feladatban meghatározott) H érték segítségével számold ki a θ_1 szög értékét! Határozd meg ennek $\Delta\theta_1$ hibáját!	0,4

1.4 Kísérlet az átlátszó műanyag tartállyal

Az 1.10 ábrán látható módon helyezd el úgy az átlátszó műanyag edényt, hogy a lézergyár nagyjából középen essék az edény alsó lapjára. Önts kevés vizet az edénybe! Jelölje x a víz mélységét! Olvasd le az LTM által mutatott y értéket!



1.10 ábra Az x magasságig vízzel töltött műanyagedényben haladó lézersugár.

1.4a	Mérd meg az összetartozó x és y értékeket! Mérési eredményeidet foglald táblázatba! Grafikonon ábrázold y -t, mint x függvényét!	1,6
1.4b	Elméletben, egyenletekkel magyarázd meg, hogy milyen alakú grafikont vársz!	1,2
1.4c	A grafikon alapján határozd meg a víz n_w törésmutatóját!	1,2

Válaszlap Ország kódja (2 betű)

Diák kódja (1-5)

1.1a	$H =$ $\Delta H =$ Készíts vázlatos rajzot külön lapon!	0,4
------	--	-----

1.2a	Táblázat:	1,8																																																
	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>																																																	
Külön lapon ábrázold y -t x függvényében!																																																		
1.2b	$n_{co} =$ $\nu_{co} =$ Számításaidat külön lapon végezd el!	1,2																																																

Válaszlap Ország kódja (2 betű)

Diák kódja (1-5)

1.3a	$y_1 \pm \Delta y_1 =$	$y_2 \pm \Delta y_2 =$	0,2
1.3b	$\theta_1 =$ Számításaidat külön lapon végezd el!	$\Delta\theta_1 =$	0,4

1.4a	Táblázat:			1,6
	Külön lapon ábrázold y -t x függvényében!			
1.4b	Számításaidat külön lapon add meg!		1,2	
1.4c	$n_w =$ Számításaidat külön lapon végezd el!		1,2	
Összes pontszám			8,0	