XVIII.
Dürer Verseny

Döntő (2025. 02. 07-09.)

Mérés feladatsor

F kategória

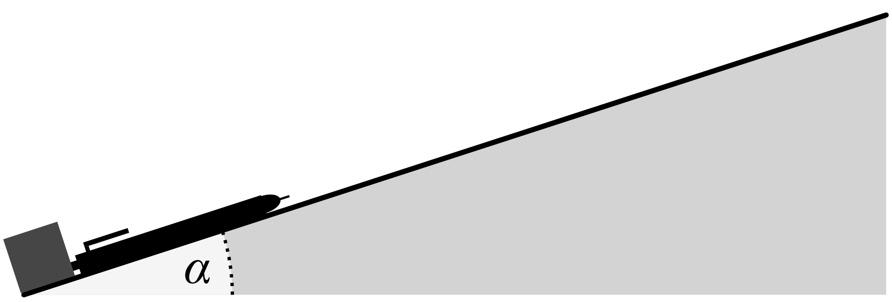
Figyelem! *A teljes pontszám eléréséhez nem elegendő a megoldás számszerű közlése, a mérés lépéseit tartalmazó jegyzőkönyv és a végeredmény hibájára vonatkozó becslés is szükséges!*

A mérés célja

A mérés során egy, a rugója segítségével mozgásba hozott toll lejtőn való csúszását tanulmányozzuk. Célunk a rugóállandó, valamint a lejtő fa felülete és a toll műanyag burkolata közötti csúszási súrlódási együttható meghatározása. Az alkalmazott módszer a test különböző hajlásszögű lejtőkön való csúszásának vizsgálata, ekkor az első megállásig megtett utak mérése lehetőséget ad mindkét paraméter feltérképezésére.

Elméleti bevezető

Tekintsünk egy m tömegű tollat, melynek belsejében egy D rugóállandójú rugó található. A toll végén lévő gomb egyszeri benyomásával, majd elengedésével elérhető, hogy a hegye láthatóvá váljék, és írni lehessen vele. A gomb újbóli megnyomása összenyomja a rugót, így ha ebben az állapotban elengedjük a tollat, és csupán a gomb végét támasztjuk meg, akkor az „kilő” a kezünkből. Kattintsunk kettőt a tollal, hogy ebbe az állapotba kerüljön, de ne engedjük el, hanem tartsuk összenyomva. Így helyezzük egy kellően hosszú, α hajlásszögű lejtő aljára oly módon, hogy a toll párhuzamos legyen a lejtő függőleges keresztmetszetével, valamint hegye felfelé mutasson. A gombot szorítsuk oda egy, a lejtő alján található, kellően stabil tárgyhoz; és tartsuk a kezünkkel, hogy ne „lőjön ki”. Ezt az elrendezést szemlélteti az alábbi *ábra*.



A tollat elengedve „kilövi” magát, majd egy bizonyos s távolság megtétele után megáll a lejtőn, ezután a súrlódási viszonyoktól függően elkezdhet visszafelé csúszni. Az s távolság ismeretében tudunk következtetni a keresett μ súrlódási együtthatóra feltéve, hogy ismerjük a rugó összenyomódásának mértékét, a toll tömegét, valamint az α szöget. Ezen értékek segítségével meghatározható a rugóállandó is.

Mérési eszközök

A fő mérési eszköz egy $m = 10{,}5\,\mathrm{g}$ tömegű, közönséges *rugós toll*, amelynek rugóját a „kilövés” során $x = 8{,}5\,\mathrm{mm}$-rel nyomjuk össze. A feladat során rendelkezésre áll még egy *deszka*, egy *kartondoboz*, melynek leszedhető fedele szolgálhat a kilövés támaszaként, valamint két *mérőszalag* is. A deszkát a kartondobozzal alátámasztva létrehozható egy változtatható hajlásszögű lejtő, melyen a toll mozgása vizsgálható. A nehézségi gyorsulás a következőkben minden esetben közelíthető úgy, mint $g = 9{,}81\,\mathrm{m/s^2}$.

Elméleti feladatok

1. feladat (1 pont)

Írjuk fel a toll elengedése és első megállása közötti mozgásra a munkatételt!

2. feladat (6 pont)

Rendezzük át a felírt egyenletet oly módon, hogy az egyik oldalon egy $\mathrm{tg}\,\alpha$-ban lineáris függvény szerepeljen, mely $\mathrm{tg}\,\alpha$-n kívül csak a keresett mennyiségeket tartalmazza; a másik oldalon pedig mérhető, valamint ismert paraméterek legyenek!

Mérési feladatok

3. feladat (12 pont)

A kartondobozzal alátámasztva a deszkát, hozzunk létre egy nem túl meredek lejtőt! A lejtő aljáról „lőjük ki” a tollat, és mérjük meg az általa megállásig megtett utat! Érdemes a mérést többször is elvégezni, és a legnagyobb 5 értéket (s_1, s_2, …, s_5) lejegyezni, majd a későbbiekben ezen mért értékek s átlagával számolni, de eközben fontos figyelni arra, hogy az egymást követő „kilövések” között a lejtő meredeksége ne változzék. A kartondoboz elcsúsztatásával és forgatásával változtassuk meg a lejtő meredekségét, és mérjük a megtett utakat a fent leírt módon legalább 10 különböző α szög esetén! Ne felejtsük el, hogy mindig csak a toll egyik pontja által megtett utat kell mérni, és a toll hegye „tollhossznyi előnyből” indul a többi ponthoz képest!

A mért adatok lejegyzésére az alábbi *táblázat* használható. Az α szög meghatározásához mérjük meg a lejtő h magasságát, és L hosszát! Írjuk fel minden meredekség esetén a lejtő α hajlásszögének tangensét, valamint a *2. feladatban* levezetett képlet mért mennyiségeket tartalmazó oldalán álló kifejezés értékét (jelölje ezt a továbbiakban C, tüntessük fel C mértékegységét is)! Ábrázoljuk milliméterpapíron az így kapott összetartozó értékpárokat!

h [m]	L [m]	s_1 [m]	s_2 [m]	s_3 [m]	s_4 [m]	s_5 [m]	s [m]	$\mathrm{tg}\,\alpha$	C [ ]

4. feladat (4 pont)

Gondoljuk végig és röviden diszkutáljuk, hogy milyen tényezők járulnak hozzá az adatok értékének mérési hibájához! Körülbelül mekkora mértékű bizonytalanságot eredményeznek ezek C és $\mathrm{tg}\,\alpha$ értékében? Tüntessük fel ezt a bizonytalanságot a grafikonon!

5. feladat (12 pont)

Illesszünk az ábrázolt adatpontokra egyenest, határozzuk meg a meredekségét és az y-tengelymetszetét. Az elméleti feladatokban kapott összefüggések segítségével számoljuk ki D és μ értékét!

A legjobbnak vélt illesztés mellett illesszük még azokat az előzőtől legjobban eltérő egyeneseket is, amelyek még „hihetőek”, azaz éppen áthaladnak nagyjából az összes adatpont hibatartományán! Határozzuk meg ezek meredekségét és tengelymetszetét is, és számoljuk ki belőle D, valamint μ értékének bizonytalanságát!

Segítség: μ és D bizonytalansága meghatározható úgy, hogy kiszámoljuk a hozzájuk tartozó minimális és maximális értékeket, de alkalmazhatjuk a hibaterjedés szabályait is.

A mérés elvégzésére és a jegyzőkönyv megírására 90 perc áll a csapatok rendelkezésére.
Sikeres versenyzést kívánnak:

a szervezők