

Megoldás. 1. *A mérés előkészítése.* Szükséges eszközök: mérőszalag, stopper, alumíniumhenger. A méréshez használt alumíniumhengert az iskolai szertárból szereztem be; alaplapja kör, látható felületi egyenetlenségek nem voltak rajta. A henger alapkörének sugara 1,5 cm, magassága 7 cm. A mérőszalag hossza másfél méter volt.

2. *A mérés menete.* A kiszemelt felületen egyenesen végigfektettem a mérőszalagot. A hengert az egyik kezemmel úgy gurítottam el, hogy lehetőleg mindvégig a mérőszalag mentén mozogjon. Ha elfordult a meglökéstől, újra elvégeztem a mérést. A másik kezemmel a stoppert kezeltem; akkor indítottam el, amikor a henger a mérőszalag kezdetéhez ért, majd a megállás pillanatában fejeztem be a mérést. Minden felületen 20 „érvényes” mérést végeztem (csak azokat értékeltem, amelyeknél a henger mindvégig a mérőszalag mellett gurult).

Három különböző felületen végeztem mérést: aszalterítőn, szobaszőnyegen és műanyag padlón. Nagyon sima felületen nem lehet elvégezni a mérést, mert nagyon piciny felületi egyenlőtlenség miatt a henger nem egyenletesen lassulva mozgott, néhol akár gyorsulva is gurulhatott.

3. *A mérés kiértékelése.* A henger – feltehetően – egyenletesen lassuló mozgást végez, így az út–idő kapcsolat:

$$s = v_0 t + \frac{a}{2} t^2,$$

ahol

$$a = -\frac{v_0}{t}, \quad \text{így} \quad s = -\frac{a}{t} t^2.$$

Tudjuk továbbá, hogy egy μ súrlódási együtthatóval jellemezhető, forgásmentesen csúszó test gyorsulása $a' = -\mu g$. Így a henger középpontjának mozgására fennáll

$$s = \frac{\mu g}{2} t^2,$$

és mivel $a = a'$, a gördülő henger tömegközéppontjának (negatív) gyorsulása:

$$-a = \mu g.$$

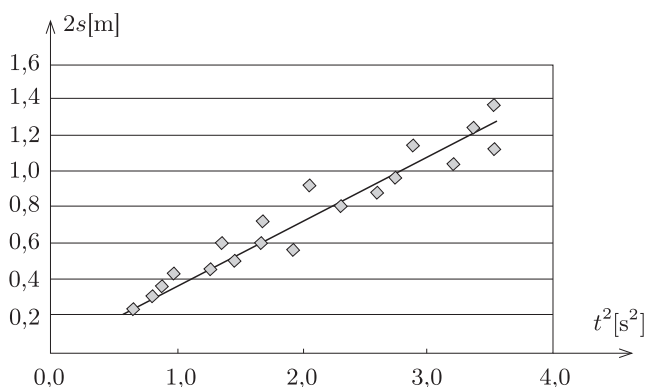
A mérési hibát úgy csökkenthetjük, hogy az összes mérési adatot (az s és t értékeket) olyan grafikonon ábrázoljuk, ahol az y tengelyen a $2s$ értékeket, az x tengelyen pedig a t^2 értékeket tüntetjük fel. Mivel az elméleti megfontolások szerint

$$2s = \mu g \cdot t^2,$$

az ábrázolt mennyiségek között lineáris kapcsolatot várunk. Ha egy olyan egyenest illesztünk a ponthalmazra, amely átmegy az origón (mivel $t = 0$ idő alatt $s = 0$ utat tesz meg a henger), az így kapott egyenes meredeksége megadja a μg mennyiség értékét, amiből a súrlódási együttható kiszámolható.

Az időmérés pontossága (a reakcióidőnk miatt) kb. 0,2 s-ra becsülhető. A stopper még a századmásodperces adatot is megmutatja, de ilyen pontosan értelmetlen megadni a mért időt, hiszen annak nincs valóságos tartalma. Emiatt a mért időket tizedmásodpercre kerekítve adtam meg. A megtett utat centiméter pontossággal tudjuk meghatározni.

A mért, illetve számított adataimat táblázatokba foglaltam, majd a megfelelő grafikonokat elkészítettem.¹



Hasonló módon kaptam meg a másik két felületen gördülő henger út–idő összefüggését és az abból számítható gyorsulásokat.

4. *Hibabecslés.* A mérési eredmény pontosságát az alábbi hibaforrások határozzák meg:

(i) Az út hosszának mérésének pontatlansága kb. 1 cm, amely 34 cm-nyi átlagos útra vonatkoztatva 3%-nyi hibának felel meg.

(ii) Az idő mérésének pontatlansága a legnagyobb hibaforrás, nagyságrendje 5 – 20%.

¹ Terjedelmi okokból a táblázatokat nem, a grafikonok közül pedig csak egyet, a szőnyegre vonatkozót mellékeljük. (A szerk.)

(iii) A talaj egyenetlensége tipikus „szisztematikus hiba”, számszerű értékét (nagyságrendjét) nehéz lenne meghatározni.

(iv) Statisztikai hiba. Az egyenes illesztése az egyes mérések relatív hibáját csökkenti (hiszen az összes adatot egyszerre veszi figyelembe), így a mérés relatív hibáját végül kb. 10% nagyságúnak becsülhetjük.

5. *Az eredmények összefoglalása.* A mérési eredményekből és a becsült hibákból a kérdéses „effektív súrlódási együtthatókra” ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$ -es nehézségi gyorsulással számolva) végül a következőket kapjuk:

- asztalterítő: $\mu = 0,0073 \pm 0,0008$;
- szobaszőnyeg: $\mu = 0,038 \pm 0,004$;
- műanyag padló: $\mu = 0,010 \pm 0,001$.