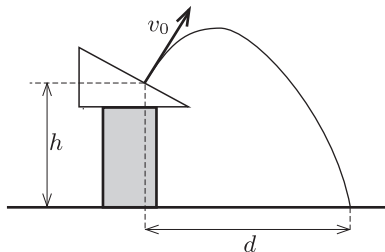


Megoldás. A méréshez felhasznált eszközök: ugráló béka, 5 m-es mérőszalag, gipszkartonlap, szögmérő, 30 cm-es vonalzó, alátámasztásra szolgáló könyvek.

A mérés leírása: A mérést úgy kezdtem, hogy játékboltban vettem egy ugráló békát. Ezután egy gipszkartonlapot – amit lejtőként használtam – alátámasztottam könyvekkel, így többféle hajlásszögű lejtőt is be tudtam állítani. A beállított hajlásszöget (α) egy mobiltelefon billenésérzékelő szögmérőjével mértem, mivel ez pontosabb volt, mint egy hagyományos szögmérő. Három dőlésszöget állítottam be, mindegyiknél két különböző magasságból indítottam a békát. Kétféle (7 g-os és 12 g-os) tömeggel tudtam mérni, mivel a béka teste leválasztható volt a rugós részről. Így összesen 12 esetet vizsgáltam. A lejtő egy asztalon helyezkedett el, innen a padlóra esett le a béka.

Az általam mért adat a becsapódási pont és az indítási pont vízszintes távolsága, az ábrán látható d volt. Ezt minden esetben 10-szer mértem meg az 5 m-es mérőszalag segítségével. A mérési eredményeket egy Excel-táblázatban csatoltam. (A táblázatot terjedelmi okokból nem közöljük. – A szerk.) A vonalzót arra használtam, hogy a lejtőn bejelöljem az indítási helyeket.



A mérési tapasztalatok: A békát nehezen lehetett ugrásra bírni, mert a tapadókorongja nehezen tapadt oda a lejtőhöz. Ez azt eredményezte, hogy szinte minden második esetben a béka már akkor „kilőtt”, amikor még ott volt a kezem, így ezeket hibás méréseknek tekintettem. Néhány békaugrás után arra jöttem rá, hogy fölösleges milliméter pontosan mérni. Ezt azért gondolom, mert a béka maga kb. 4 cm átmérőjű, továbbá azt sem lehet ilyen (milliméteres) pontossággal meghatározni, hogy hova esett le a béka.

A mérés kiértékelésének elméleti alapjai: A mérés elmélete azon alapszik, hogy az x távolsággal összenyomott rugó $\frac{1}{2}Dx^2$ rugalmas energiája $\frac{1}{2}mv_0^2$ mozgási energiává alakul át. A rugó x összenyomódását (nem túl pontosan) 3 cm-nek mértem. Ennek megfelelően a béka kap valamekkora v_0 kezdősebességet, majd ferde hajítással mozog tovább. A ferde hajítás képleteiből ki tudjuk fejezni a rugóállandót a vízszintes és a függőleges elmozdulással, valamint a tömeggel és a lejtő hajlásszögével, vagyis a mérhető (jóllehet egymástól nem független) mennyiségekkel:

$$D = \frac{mgd^2}{2x^2 \sin \alpha (h \sin \alpha + d \cos \alpha)}.$$

Ez az elméleti képlet nem tekinthető egészen pontosnak, mert a béka nem pontszerű, valamint a közegellenállástól is eltekinttem.

A mérés során fellépő hibák: A mérés elvégzése során elég sok a hibaforrás. Mérési hibát eredményezett az, hogy a béka leérkezési helyét nem tudtam elég pontosan meghatározni, mivel én még a lejtőnél álltam, amikor a béka már becsapódott. Így csak pár centiméteres hibával tudtam lemérni a távolságot.

Pontatlanná tette a mérést, hogy a béka nem tökéletesen tapadt oda a lejtőhöz, így nem mindig ugyanaz az összenyomódás jött létre. Az is igaz, hogy a béka nem pontszerű, így néha forgásba is jön, emiatt a tömegközéppontjának haladó mozgásához tartozó energiájából veszít. A közegellenállás is hátráltatja a béka mozgását, így a levezetett ferde hajítási képlet a pontosság szempontjából fenntartással fogadható csak el.

A lejtő hajlásszögének mérése sem tekinthető tökéletesen pontosnak, hiszen a szögmérőm eléggé érzékeny volt a mozgásokra, rezgésekre. (Már egy kis kézremegés is 1-2 tizedfok eltérést okozott a szög mért értékében. Megpróbáltam a „középső értéket” leolvasni, de nem biztos, hogy ez pontosan sikerült.)

A magasság beállítása is nehezen történt. Ezt mérőszalaggal végeztem, de a lejtőt nem tudtam az asztal szélére tenni, ezért csak körülbelüli értéknél húztam meg azt a vonalat, ahonnan indíthattam a békát.

A mérés eredménye: A mérési adatokból kiszámított rugóállandó (átlagolt) értéke:

$$D = 280 \text{ N/m.}$$

A sok hibaforrás az eredmények elég nagy, mintegy 7 százalékos szórásában is megmutatkozott, tehát D mért értéke legfeljebb ennyire tekinthető pontosnak.