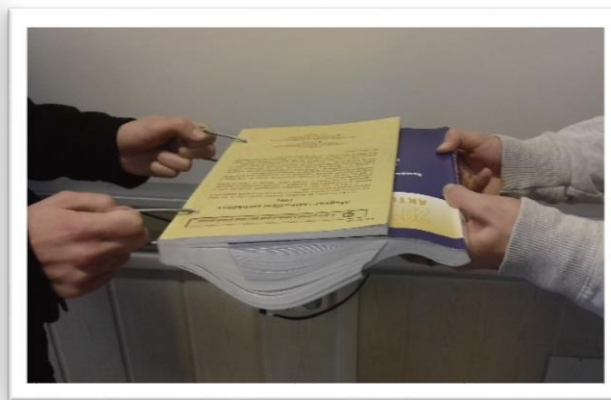


A Nagy László Fizikaverseny gyakorlati feladatai, 2017.

Jelenségek és mérési feladatok leírása, megoldása

10. évfolyam: Az egymásba fűzött telefonkönyvek problémája

Két egyenként kb. 300 oldalas telefonkönyvet az ábrán látható módon összefűztünk. Fogjátok meg az egyik, illetve másik telefonkönyvet a gerincénél fogva, és próbáljátok meg őket kihúzni egymásból! A kísérlet során ne rángassátok, csak folyamatos erő kifejtéssel húzzátok a telefonkönyveket.



- Milyen tapasztalatot szereztek a kísérlet során?
- Magyarázzátok meg minél pontosabban a tapasztalataitokat!
- Tudnátok-e elvi javaslatot mondani arra, hogyan lehet széthúzni a két telefonkönyvet
- Becsüljétek meg, hány N erővel lehetne széthúzni a két kötetet!

Megoldás:

- A két telefonkönyvet rángatás nélkül kézi erővel nem lehet széthúzni.
- Az értelmezés során induljunk ki a képen látható helyzetből. A telefonkönyvek súlya egyenként kb. 10 N, összesen 20 N. Feltehető ezért, hogy az egyes lapokat a felettük lévő két könyv lapjainak együttes súlya nyomja, ez a nyomóerő a felül illetve alul lévő lapok esetében 0-tól 20 N-ig terjed, átlagosan 10 N-nak tekinthető. Az erre merőleges húzóerő kifejtésekor fellép a két szomszédos lap közötti tapadási erő, amelynek nagysága $F_{t\ max} = \mu_0 \cdot N$. Mivel a tapadási együttható – a csúszási súrlódási együtthatóval ellentétben – akár 1-nél jóval nagyobb is lehet, az átlagos telefonkönyv-oldalra $F_{t\ max} = \mu_0 \cdot 10 = 10 \cdot \mu_0$ maximális nagyságú erő is hathat. Az egyik telefonkönyv 300 oldalára ható tapadási erő maximuma így $F_{t\ max} = 300 \cdot 10 \cdot \mu_0 = 3000 \cdot \mu_0$ értékű. Ha μ_0 értéke például 1, akkor $F_{t\ max} = 3.000$ N lehet. Ha a telefonkönyvek gondosan vannak összefűzve, akkor hatalmas erő kell a széthúzásukhoz.
- Amennyiben a telefonkönyveket 90 fokkal megfordítva, függőlegesen tartanánk, akkor a lapokat összeszorító nyomóerő töredékére csökkenhet, így van némi esélyünk arra, hogy teljes súlyunkkal rákapaszkodva a két telefonkönyvet szét tudjuk húzni.

11. évfolyam: „Egyformák, mint két tojás”?

Vizsgáljuk meg fizikai módszerekkel, hogy mennyiben tekinthető igaznak a fenti szolás!

A demonstrátor légpuskával átlő egy tojást! Ezt követően a versenyzők egyike kap lehetőséget arra, hogy szintén szétlőjön egy másik tojást. Amennyiben első próbálkozásra nem sikerül eltalálni, akkor a lövést ismét a demonstrátor végzi el.

Fogalmazzuk meg a kísérlet eredményeit, indokoljuk a tapasztaltakat!

Tapasztalat: Az elsőnek átlőtt tojáson átmegy a lőszer, a tojánhéjat több helyen megrepeszi, de a tojás egyben maradt. A tojás szemrevételezésével egyértelműen látható, hogy főtt tojás szerepelt a kísérletben. A második lövésnél azonban már nyers tojás szerepel. A lövedék felrobbantja a tojást.



Megoldás: A lágytojásban folyadék van. A tojásba hatoló nagy energiájú lőszer behatol a tojásba, az általa kifejtett nagy nyomást a folyadék (Pascal törvénye szerint) gyengítetlenül és minden irányban továbbítja. A minden irányba tovaterjedő nyomás szétrobbantja a tojánhéjat.

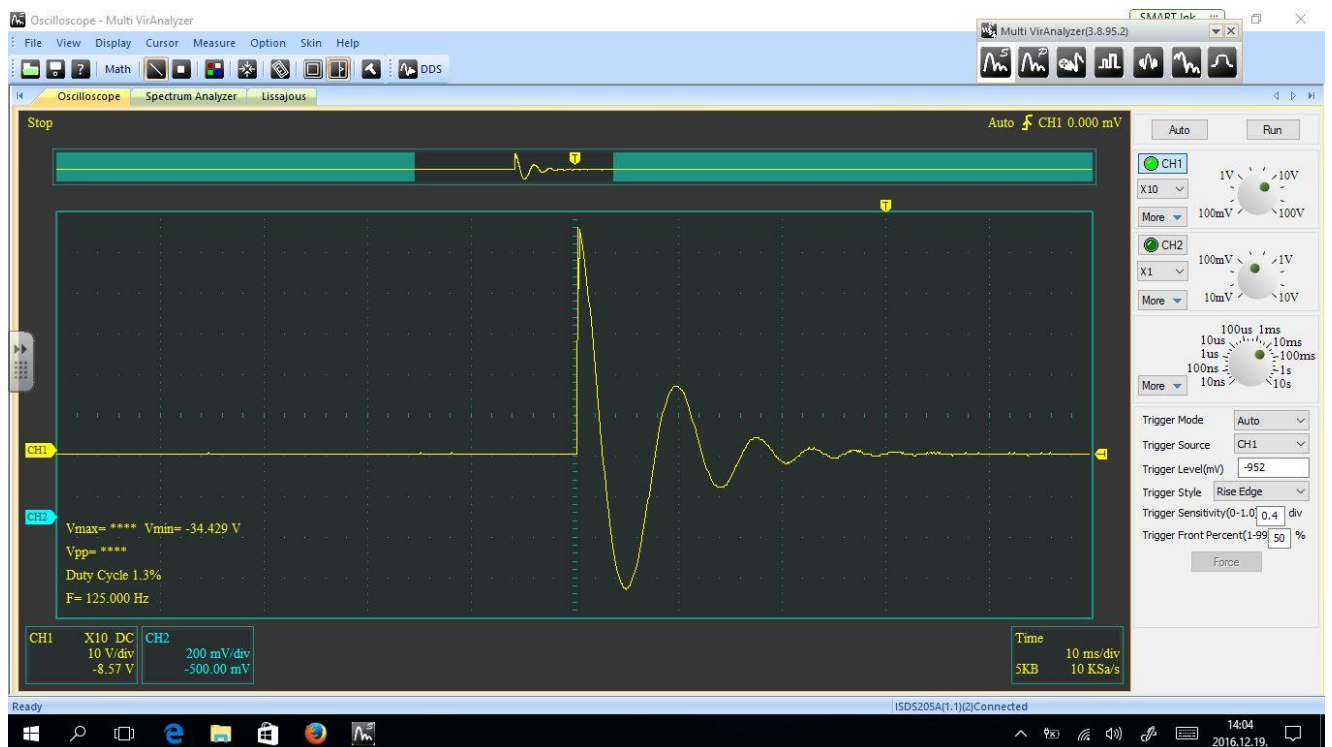
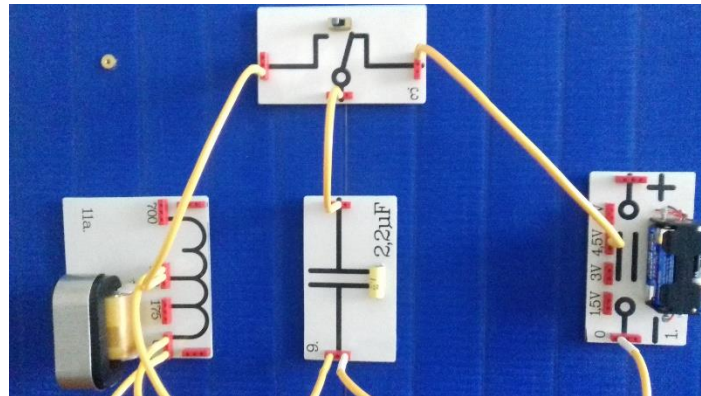
A keménytojásban nincs folyadék, belsejét rugalmas, szilárd anyag tölti ki, amely nem továbbítja a nyomást, ezért a tojánhéj lényegében egyben marad, a lövedék átmegy a tojáson. Azt is meg lehet említeni, hogy a keménytojásba hatoló lövedék nyomása az őt közvetlenül körülvevő rugalmas anyag deformációját okozza, ez a deformáció a lövedék energiájának egy részét felemészt.

Javaslat: az a csapat, amely első próbálkozásra eltalálja a tojást, kapjon 2 pluszpontot.

Szükséges eszközök: 10 db tojás (a fele megfőzve), légpuska lőszerekkel, hungarocell lap a lövedék felfogásához, kartondoboz és tartó bak a tojás alá.

12. évfolyam:

Az ábrán látható kapcsolási rajz szerint a billenőkapcsolót a jobb oldali állásba kapcsolva az $U = 6\text{V}$ feszültséget adó feszültségforrással feltöltöttük a $C = 2,2\ \mu\text{F}$ kapacitású kondenzátort, majd a billenőkapcsolót a bal oldali állásba kapcsoltuk. A vasmagos tekercsre kapcsolt oszcilloszkóp az alábbi diagramot rögzítette.



- Milyen jelenséget mutat az oszcilloszkóp feszültség-idő grafikonja?
- Hogyan magyarázható a jel lefutása?
- Határozzátok meg a tekercs induktivitását (az ábra bal alsó sarkában olvasható le a jel frekvenciája: a pont itt tizedesponként értelmezendő)

Megoldás:

- a) Az ábra egy vasmagos tekercsből és egy kondenzátorból álló rezgőkört képez, a létrejövő jelenség egy nagyfrekvenciás rezgés
- b) A feltöltött kondenzátor áramot indít a vasmagos tekercsen, amelyben feszültség indukálódik, amely ellentétes polaritással tölti föl a kondenzátort. A tekercs és a vezeték ohmos ellenállásán energiaveszteség lép föl, ezért a rezgés amplitúdója (vagy a tekercsen indukálódott feszültség) exponenciálisan csökken.
- c) A Thomson-formulából kapható az $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ összefüggés, amelyből a tekercs induktivitását kifejezve $L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}$ adódik, amelyből az $f = 125\text{Hz}$ leolvasásával $L = 74\text{mH}$ értéket kaphatunk.

10. évfolyam:

Pattogó pingponglabda energiaveszteségének mérése

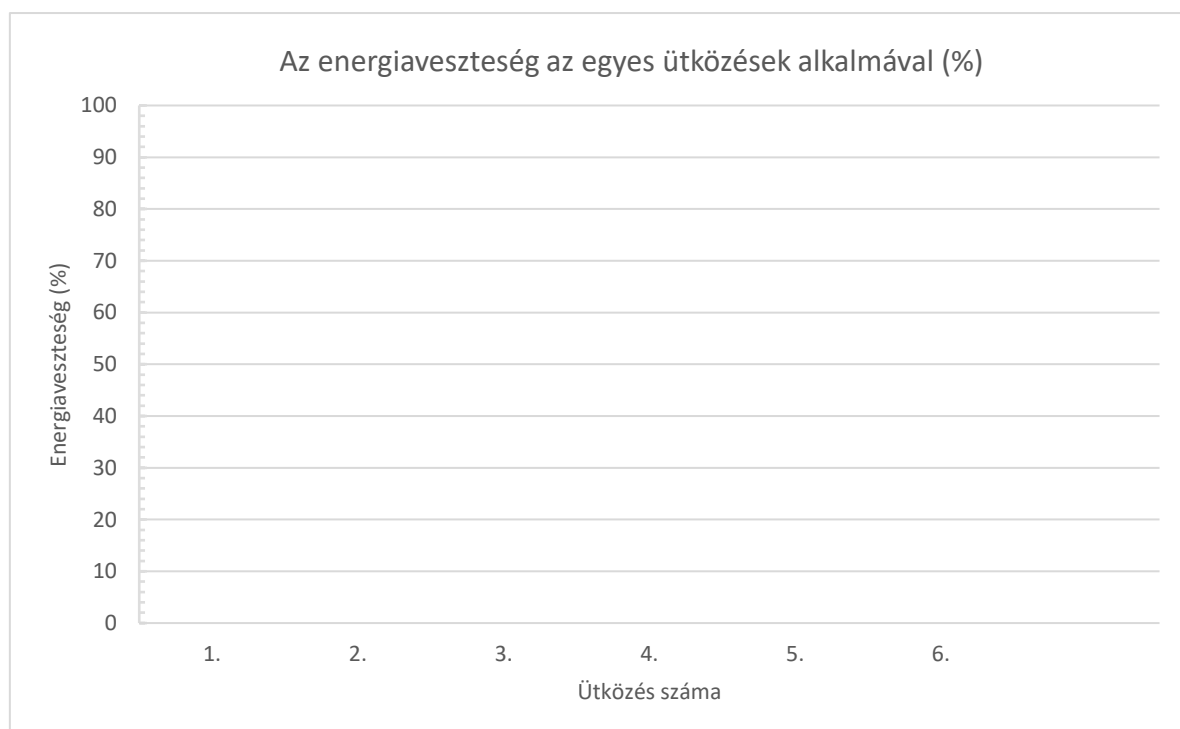
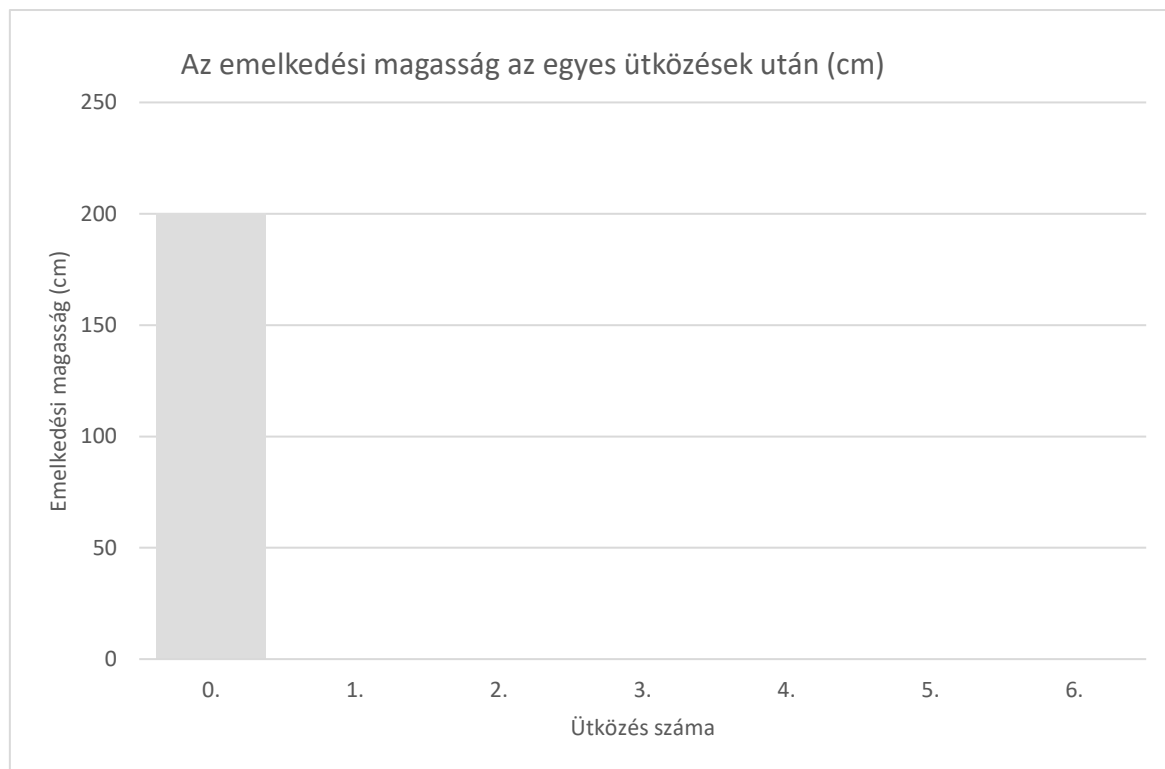
Ejtsetek le egy pingponglabdát 2 m magasságról a falhoz vagy szekrényhez rögzített 10 cm-es beosztású skála előtt. Üljetek le a földre, és okostelefonnal vegyétek föl a pingponglabda leesésének és pattogásának a folyamatát. (Javasoljuk, hogy a felvételt úgy állítsátok be, hogy a videón csak a talajtól számított 1 m-es magasságig terjedő rész szerepeljen a jobb láthatóság érdekében.) A felvett videót segítőkünk átmásolják egy laptopra, amelyen videolejátszó programmal akár többször is megnézhetitek a felvételt, de akár telefonotokon is értékelhetitek az eredményeket.



- Mérjétek meg, hogy az első, második, harmadik és negyedik (esetleg ötödik és hatodik) visszapattanást követően milyen magasra emelkedett a pingponglabda! A mérési eredményeket ábrázoljátok grafikonon!
- Állapítsátok meg a méréseitekből, hogy az első, második, stb. visszapattanáskor a labda mozgási energiájának hányadrésze „vész el”. A %-ban számolt veszteségi tényezőt is ábrázoljátok grafikonon!
- Állandónak találjátok-e az egyes visszapattanások során a veszteségi tényezőt? Magyarázzátok meg az ezzel kapcsolatos tapasztalataitokat!

Eszközök: pingponglabda, okostelefon, 2 m hosszúságú 10 cm-es beosztású skála, laptop, az értékeléshez adattábla és grafikon-alapok.

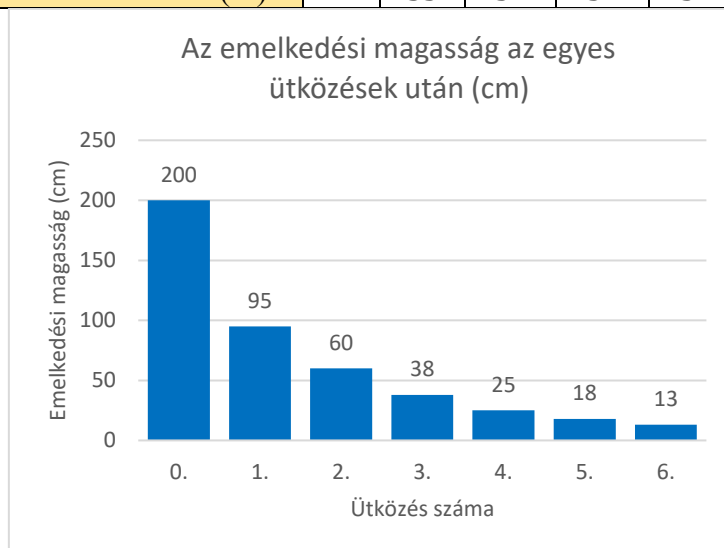
Ütközés sorszáma	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Emelkedési magasság (cm)	200						
Az egymást követő magasságok aránya							
A magasságok százalékos aránya (%)							
Energiaveszteség az ütközéseknél (%)							



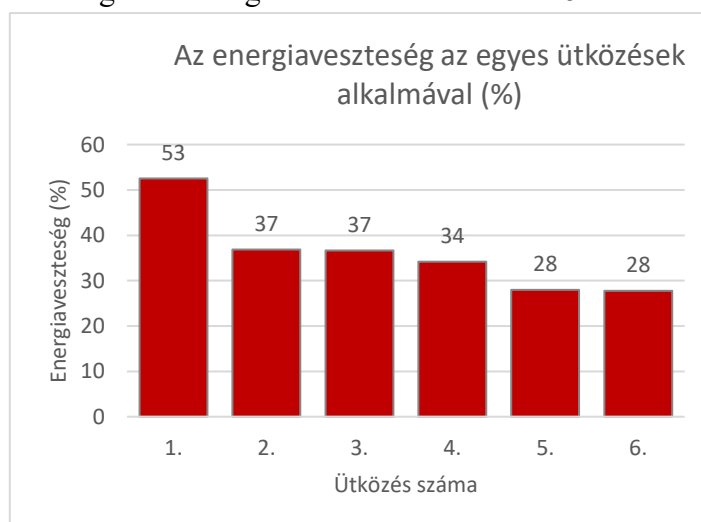
Megoldás:

- a) A 200 cm magasságról elejtett pingponglabda az egyes ütközéseket követően az alábbi magasságokba emelkedik föl.

Ütközés sorszáma	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Emelkedési magasság (cm)	200	95	60	38	25	18	13
Az egymást követő magasságok aránya		0,48	0,63	0,63	0,66	0,72	0,72
A magasságok százalékos aránya (%)		48	63	63	66	72	72
Energiavesztés az ütközéseknél (%)		53	37	37	34	28	28



- b) Az egyes szakaszokban a labda maximális emelkedési magassága a helyzeti energiával arányos, tehát a csúcspontokban mérhető helyzeti energiák hányadosa a magasságok hányadosával azonos (ld. a fenti táblázat 3. sorában). A 4. sorban ezt százalékos mutatóval jelenítettük meg. Az energiavesztés százalékos mutatóit az 5. sor tartalmazza.



- c) Az energiavesztés aránya az egymást követő visszapatтанások alkalmával folyamatosan csökken. Ennek oka az, hogy az energiavesztés legnagyobb része a közegellenállás révén jelentkezik. A közegellenállási erő által végzett munka pedig a közegellenállási erő és a megtett út nagyságától függ. Az első ütközések alkalmával a nagy sebességből következően nagy a közegellenállási erő, amely ráadásul nagyobb úton végzi az energiavesztést okozó disszipatív munkáját.

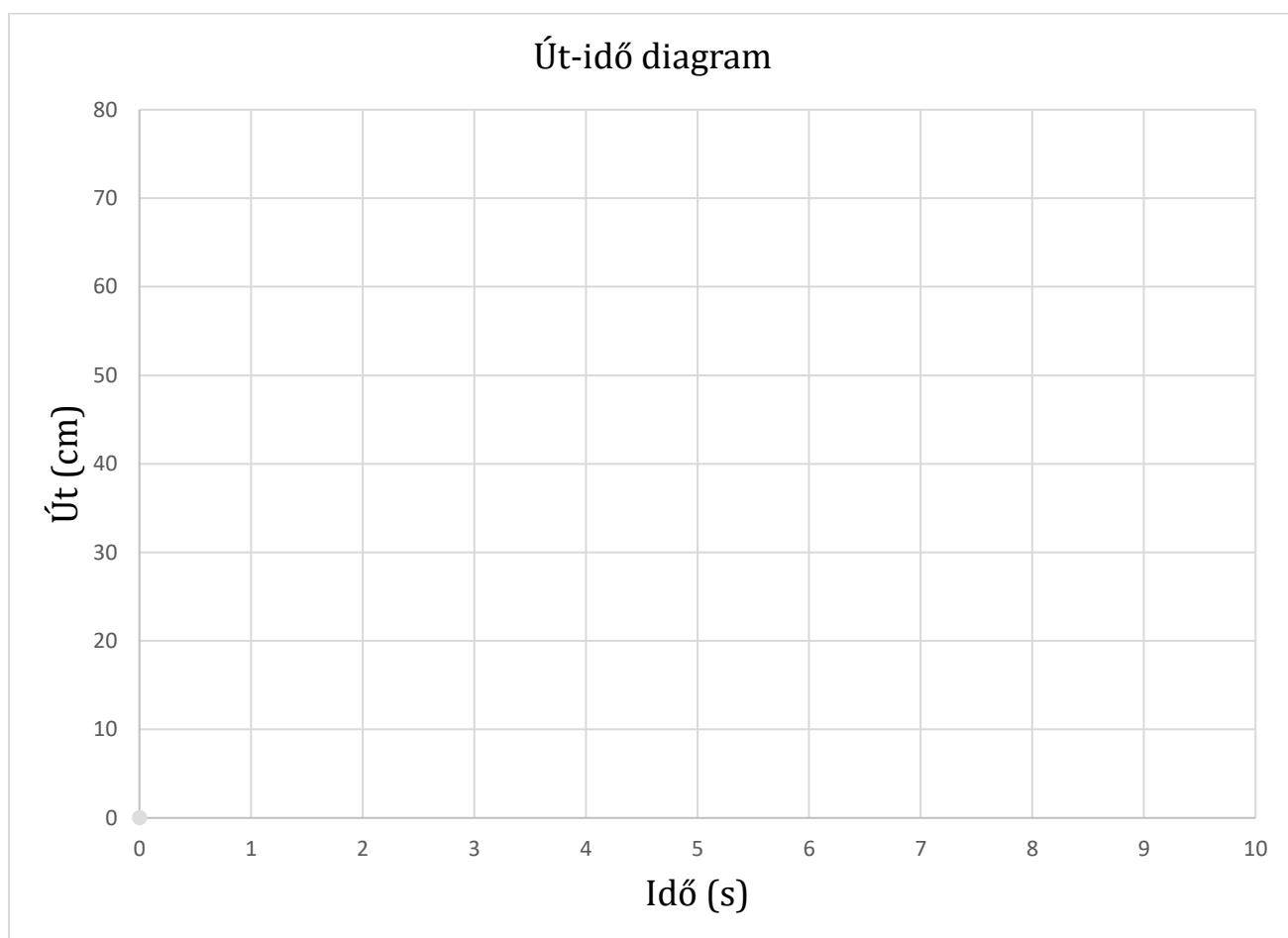
11. évfolyam mérési feladat:

Az ábrán látható, a forgómozgás kísérleti vizsgálatára alkalmas kísérleti eszközzel végeztek kísérleteket a forgómozgás néhány jellemzőjének megmérésére! A fonál végére egy 5 dkg tömegű testet akasztottunk.



- Mérjétek meg – javaslatunk szerint a könnyebb kezelhetőség kedvéért a hengerkerék *közepes* méretű (középső) hengerére csavart fonalelhelyezéssel – a fonál végére akasztott test út-idő függvényét. A kapott eredményt ábrázoljátok út-idő diagramon!
- Számoljátok ki a legcélszerűbbnek tartott adatpár használatával a test gyorsulását!
- Helyezzétek át a kísérlethez alkalmazott két 60 g-os nehezéket szimmetrikusan úgy, hogy a forgástengelytől mindkét test a jelenlegihez képest más távolságra legyen. Hogyan befolyásolja az elrendezés módosítása az eredményeket?

idő (s)	0					
út (cm)	0					

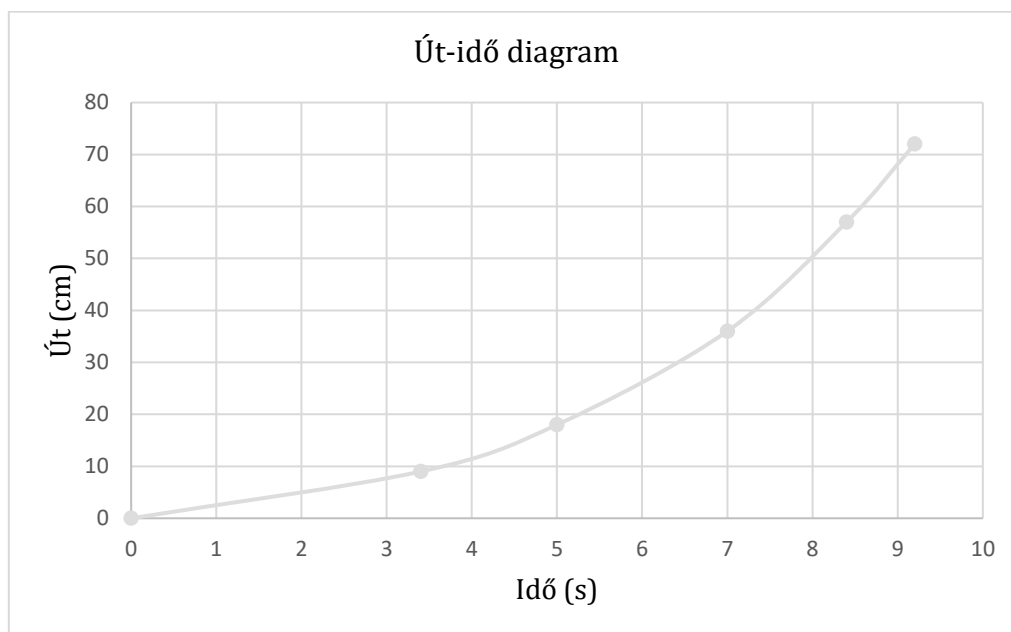


Eszközök: forgómozgás készülék, mérőszalag, 5 dkg-os súly, stopper az okostelefonon.

Megoldás:

- a) Több egymást követő méréssel jól megmérhető, hogy a fonál végére kötött nehezék hány másodperc alatt tesz meg 10, 20, 40, 80 cm-t (legalább négy adatpárt határozzanak meg a 10-80 cm-es tartományban). A megoldásunkban a megtett fordulatok száma szerinti adatot is feltüntettük.

idő (s)	0	3,4	5,0	7,0	8,4	9,2
út (cm)	0	9	18	36	57	72
fordulat (1)	0	1,5	3	6	9	12



- b) A gyorsulást a négyzetes úttörvényből az $a = \frac{2s}{t^2}$ formulával a lehető legnagyobb mért idővel és távolsággal érdemes kiszámítani, méréseink alapján $a = 1,7 \text{ cm/s}^2$ értéket kaptunk. A kisebb időtartamokkal számított gyorsulások értéke méréseink szerint mindannyiszor az $1,4 - 1,8 \text{ cm/s}^2$ tartományban van.
- c) 1. módszer: A tehetetlenségi nyomatékot a forgómozgás $M = \Theta \cdot \beta$ törvényéből számolhatjuk ki. A szöggyorsulás a $\beta = a/r$ képletből a henger $r = 1 \text{ cm}$ -es sugarának meghatározásával $\beta = 1,7 \text{ 1/s}^2$ -nek adódik. A forgatónyomaték $M = 0,5 \text{ N} \cdot 1 \text{ cm} = 0,005 \text{ Nm}$, amelyből $\Theta = M/\beta = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$ kapható, avagy $2,9 \text{ gm}^2$. Megjegyzés: a testet gyorsító erő valójában 0,5 N-nál kisebb, de az eltérés elhanyagolhatóan kicsiny.
2. módszer: Ha a könnyű rúd tehetetlenségi nyomatékát a hozzá képest nagy tömegű forgó testekhez képest elhanyagoljuk, akkor a test tehetetlenségi nyomatéka a két pontszerűnek tekinthető, a középponttól 13 cm távolságban rögzített test tehetetlenségi nyomatékának az összege:
- $$\Theta = 2 \cdot m \cdot l^2 = 0,0020 \text{ kgm}^2 = 2,0 \text{ gm}^2$$
- értékeket kaphatunk a számolással.

12. évfolyam: Kaloriméter hőkapacitásának és vízforraló hatásfokának mérése

A rendelkezésekre álló eszközökkel mérjétek meg az üres befőttesüveg hőkapacitását. További mérésekkel határozzátok meg a merülőforraló hatásfokát. Állapítsátok meg méréseitek eredményeként, hogy szükséges volt-e a befőttesüveg hőkapacitásának figyelembe vétele. A merülőforralónak a hálózathoz felvett teljesítménye méréseink szerint 850 W.



Szükséges eszközök: befőttes üveg, hőmérő, víz, mérőpohár, megadott teljesítményű vízforraló. Használható

továbbá az okostelefonon a stopper, a függvénytáblázat. Ha szükséges, használhatjátok a teremben lévő digitális mérleget is.

Megoldás: Az üres befőttesüveg hőmérséklete a terem hőmérsékletével azonosan $T_{\text{ü}} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A merülőforralóval felmelegítünk annyi vizet, hogy azzal a befőttesüveget számottevően fel tudjuk tölteni. A felmelegített víz tömegét $m_v = 380\text{ g}$ -nak mértük, a víz kezdeti hőmérsékletét, $T_v = 82\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nak. A meleg vizet beleöntve a hideg befőttesüvegbe a közös hőmérséklet $T = 76\text{ }^{\circ}\text{C}$ lett. A befőttesüveg tehát $54\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot melegedett, a meleg víz pedig $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot hűlt. Az energiaátadásból a hőkapacitást kiszámolva: $C_{\text{ü}} = \frac{c_v \cdot m_v \cdot (T_v - T)}{T - T_{\text{ü}}} = 177\text{ J/}^{\circ}\text{C}$ értéket kaptunk. (Mérésünk elég jónak tekinthető, mert a befőttesüveg tömege 270 g volt, az üveg fajhője pedig $0,84\text{ J/g}^{\circ}\text{C}$, így számítással $227\text{ J/}^{\circ}\text{C}$ értéket kaphatnánk.)

A befőttesüveget $m_v = 500\text{ g}$ $T_0 = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízzel teletöltve $t = 2,5\text{ min} = 150\text{ s}$ -ig melegítettük a merülőforralóval. Méréseink szerint a víz és az üveg közös hőmérséklete $T_k = 74\text{ }^{\circ}\text{C}$ lett, $\Delta T = 52\text{ }^{\circ}\text{C}$. Felírva a leadott és felvett energiára a $\eta \cdot P \cdot t = (c_v m_v + C_{\text{ü}}) \cdot \Delta T$ egyenletet, és abból a hatásfokot kifejezve:

$\eta = \frac{c_v \cdot m_v + C_{\text{ü}}}{P \cdot t} \cdot \Delta T = \frac{2100 + 177}{850 \cdot 150} \cdot 52 = 0,93$. Eredményünk reálisnak tekinthető. A befőttesüveg által felvett $9,2\text{ kJ}$ energia a víz által felvett kb. 110 kJ energiának a $8,4\%$ -a, tehát az üvegedény hőkapacitásának figyelembe vétele

Mérési feladatok

9. évfolyam mérési feladata

Lufirakéta vizsgálata

Fújjunk fel egy léggömböt, amelyre celluxszal műanyag csövet (szívószálat) erősítünk, amit egy kifeszített, hosszú fonalszálla fűzünk rá. A léggömb fúvónyílását szabaddá téve a lufi nagy sebességgel halad végig a vezetőszálon.



Mérje meg a felfújt lufirakéta átlagsebességét, és figyelje meg a mozgását! Legalább öt mérést végezzen, és átlagoljon!

A mérési eredményeket itt rögzítse! (az oszlopok és sorok száma csak hozzávetőleges)

A kapott sebességek átlaga:

A mérés után válaszoljon az alábbiakra!

Mi biztosítja a léggömb tolóerejét?

Milyen fizikai törvény írja le a jelenséget?

Milyen erőhatások befolyásolják a mozgást?

Vajon egyenletes volt-e a léggömb mozgása az út során? Ha nem, akkor hogyan alakulhatott a gyorsulás a folyamat során?

Beszerzendő eszközök:

1. 12 db tojás, ebből 6 főtt tojás
2. 6 db egyforma pingpong labda, 4 db 2 m-es papír-skála, hozzá 1 csomagragasztó és 1 olló
3. 5 db papír mérőszalag (a fizika teremből)
4. 4 db 5 dkg-os tömeg és 4 db forgómozgás készülék, 4 db csiga
5. 4 db laptop a felvételek értékeléséhez
6. 4 db merülőforraló (3 db már van), a teljesítményük megmérése egyenként
7. 5 db hőmérő (a szertárból)
8. 8 db 3-4 dl-es mérőpohár (kémiaából?)
9. 4 db egyforma befőttesüveg
10. 8 db léggömb, 8 db vastag szívószál (a fizikateremből?)