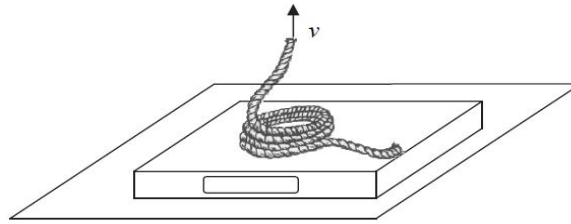


DINAMIKA

1.

Egy mérlegen egy súlyos kötéltekercs hever, melynek végét a $t = 0$ s időpillanatban állandó, $v = 0,05$ m/s nagyságú sebességgel függőlegesen felfele kezdjük húzni. A mellékelt táblázatban feltüntettük a tömegértékeket, amelyeket a mérleg a különböző időpontokban mér.



t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140
m (kg)	6,0	4,8	3,6	2,4	1,2	0	0	0

- Ábrázolja a mérleg által mért tömeget az idő függvényében, és magyarázza meg a görbe menetét!
- Mekkora a teljes tekercs tömege?
- Milyen hosszú a kötélt?
- Mekkora erővel kellett húzni a kötélt végénél a $t = 80$ s időpillanatban?
- Mennyi munkát végeztünk az első 100 másodpercben, ha a kötélt mozgási energiája elhanyagolható?

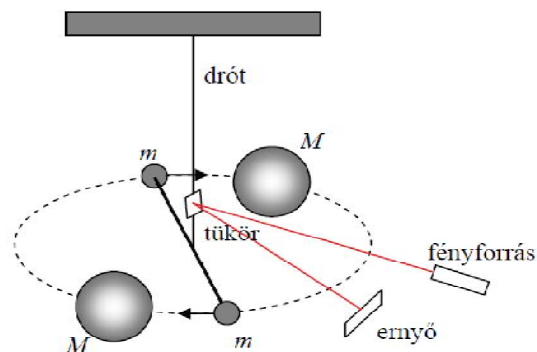
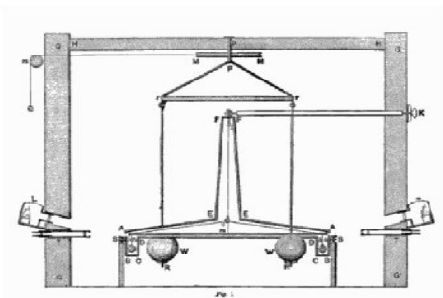
($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, a kötélt súlyához képest a lendületváltozásból eredő hatások elhanyagolhatóak.)

2.

3/A **Henry Cavendish a 18. században úgynevezett torziós ingával mérte meg két ólomgolyó között a gravitációs erőt. A torziós vagy csavarodási inga szögelfordulása a csavaró hatás mértékével egyenesen arányos. A mért értékek ismeretében Cavendish a Föld tömegét, illetve a gravitációs állandót is ki tudta számítani. A kísérletben egy vízszintes rúd két végére kis ólomgömböket helyezett, ezt a rudat egy vékony torziós szárra függesztette fel. Két nagy tömegű ólomgömböt pedig az ábrán látható módon közel helyezett a kis gömbökhöz, és megmérte a torziós szárra függesztett rúd elfordulását.**

A mérés elvi vázlatát a jobb oldali ábrán látható. Ennek segítségével válaszoljon az alábbi kérdésekre!

- Mitől fordul el a rúd? A nagy gömböket miért kell a kis gömbök ellentétes oldalára helyezni? Mi történne, ha azonos oldalra helyeznénk a nagy gömböket (azaz a rajzon mindkét gömbpárnál jobb oldalt lenne a nagy gömb és bal oldalon a kicsi)? Mi történne, ha ugyanakkora tömegű platinagömböket tennénk az ólomgömbök helyére, s így végeznénk el a kísérletet?
- Mit kell tudni a torziós szárról ahhoz, hogy a gravitációs erőt ki tudjuk számítani?
- Mi a szerepe a rúd hosszának? Nő vagy csökken a rúd elfordulási szöge, ha ugyanakkora ólomgömböket hosszabb rúd végére rögzítünk? Miért?
- Értelmezze a vázlat alapján, hogyan tette könnyen mérhetővé Cavendish a rúd kicsiny elfordulását!

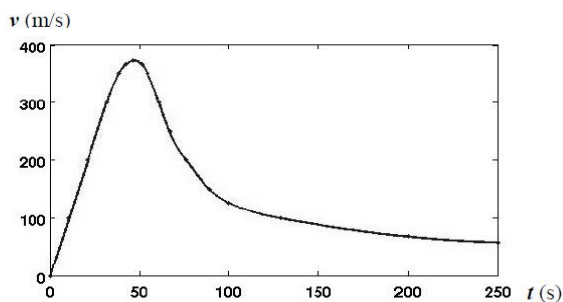


3.

3/B 2012-ben Felix Baumgartner egy különleges ugrással egyszerre több rekordot is megdöntött. A Föld felszíne fölött 39 km magasságból ugrott le (a légnyomás ebben a magasságban körülbelül 430 Pa, a hőmérséklet pedig $-57\text{ }^{\circ}\text{C}$), 4 perc 22 másodpercig zuhant az ejtőernyő kinyitása nélkül. A zuhanás közben elért maximális sebessége 1342,8 km/h volt, a hangsebesség 1,24-szerese. Az ugrás közben egy darabig forgott, majd egy pillanatban keze-lába kitérésével sikerült stabilizálnia helyzetét. Az ejtőernyőt a 262. másodpercben, a földhöz meglehetősen közel, kb. 3000 m magasan nyitotta ki. Az ugráshoz különleges védőruhát viselt. Az űrhajósokéhoz hasonló szkafoander oxigénpalackkal volt felszerelve, külseje jó hőszigetelő anyagból készült, sisakjának „üvege” külön fűthető volt.



a) A mellékelt grafikon mutatja az ugró sebességét a zuhanás kezdete óta eltelt idő függvényében az ejtőernyő kinyitása előtti szakaszban. Jellemezze a zuhanó ember mozgását a grafikonon ábrázolt időintervallumban! Körülbelül mikor érte el az ugró a legnagyobb sebességét?



- b) Sorolja fel az ugróra ható erőket, adja meg irányukat! A grafikon segítségével állapítsa meg, hogy melyik pillanatban volt az ugróra ható erők eredője nulla!
- c) Adjon magyarázatot az ugró sebességének a grafikonon végigkövethető változásaira!
- d) Magyarázza meg, hogy a védőruha fentebb leírt tulajdonságai miért lehetnek életbevágóak az ejtőernyős számára! Miért kellett a sisaküvegnek fűthetőnek lennie?

4.

Két rugalmas gumilabdánk van, egy nagy és egy kicsi. A nagyobbiknak a tömege sokszorta nagyobb a kisebbik tömegénél. Ha a labdákat egyenként sima, kemény talajra ejtjük h magasságból, azt tapasztaljuk, hogy a talajról visszapattanva csaknem ugyanilyen magasságra emelkednek. A kísérletünkben a labdákat úgy fogjuk meg, hogy a kisebbet pontosan a nagyobbik legtetejére illesztjük, és a két labdát egyszerre engedjük el. Azt tapasztaljuk, hogy a kisebbik labda most az eredeti h magasságnál jóval magasabbra emelkedett.

Értelmezze a jelenséget! Tételezze fel, hogy egy labda h magasságból ejtve v sebességgel ér a talajra!

Mi történik akkor, amikor a labdákat egyenként ejtjük le? Körülbelül mekkora sebességgel indulnak felfelé az ütközés után?

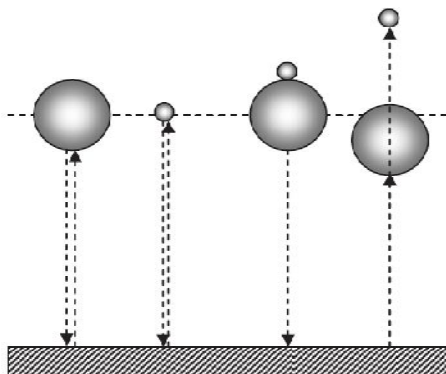
Hogyan értelmezhetjük a jelenséget abban az esetben, amikor egymásra helyezve ejtjük el a labdákat?

Magyarázata során az alábbiakra térjen ki:

- Melyik labda mivel ütközik?
- Mekkora az ütköző testek egymáshoz viszonyított sebessége ezen ütközésekben az ütközések előtt?
- Hogyan alakul az egyes testek sebessége az ütközés során?
- Hogyan következik mindebből, hogy a kislabda magasabbra pattan, mint

amilyen magasról elengedtük?

Az ütközéseket tekintjük minden elemében tökéletesen rugalmasnak! A labdák átmérője elhanyagolható a h magassághoz képest! A közegellenállástól eltekintünk.



5. **Két elektron egymástól 1 m távolságra van egy adott pillanatban. Az elektronok vákuumban vannak.**

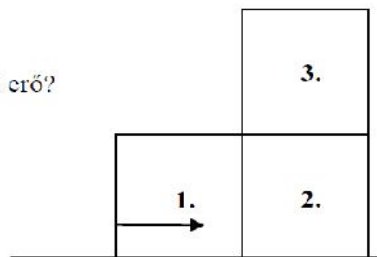
- Mekkora elektrosztatikus erő ébred közöttük ekkor?
- Mekkora gravitációs erő ébred közöttük ekkor?
- Mekkora a két erő nagyságának aránya? Hogyan változik ez az érték, ha az elektronok közti távolság megváltozik? Válaszát indokolja!

Az elektron tömege $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, töltése $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C,

$$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}, \quad k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}.$$

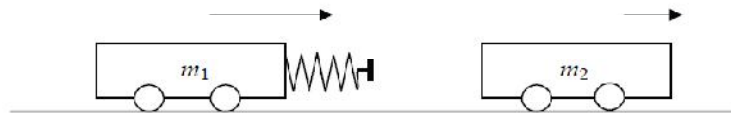
6. **Vízszintes, súrlódásmentes felületen kockák fekszenek – részben egymáson – az ábrának megfelelően. Mindegyikük 0,1 kg tömegű. A bal oldalon egyedül álló 1. kockát vízszintes irányú, balról jobbra ható, 0,9 N nagyságú erővel toljuk, és feltételezzük, hogy a tapadási súrlódás nem engedi meg, hogy a 3. kocka a 2. kockához képest elmozduljon.**

- Mekkora a kockák gyorsulása?
- Mekkora az 1. és a 2. kocka között ható erő?
- Milyen irányú és mekkora a 3. kockára ható tapadási erő?



7. **Két kiskocsi az ábrán látható módon összeütközik úgy, hogy a gyorsabb kocsi utoléri a lassabbat. A gyorsabb kocsi elején egy összenyomásra ideálisan viselkedő rugó található, így a kocsik ütközése tökéletesen rugalmas. (A súrlódás elhanyagolható.)**

- Az ütközés folyamán egy pillanatra a két kocsi sebessége azonos lesz. Mekkora ez a sebesség?
- Mennyire közelíti meg egymást a két kiskocsi az ütközés folyamán abban a pillanatban, amikor a sebességük egyenlő?
- Mekkora lesz a kiskocsik sebessége az ütközés után?



Adatok: $m_1 = 0,1$ kg, $v_1 = 0,4$ m/s, $m_2 = 0,2$ kg, $v_2 = 0,1$ m/s; a rugó nyújtatlan hossza $l_0 = 3$ cm, $D = 60$ N/m. (A rugó tömege elhanyagolható.)