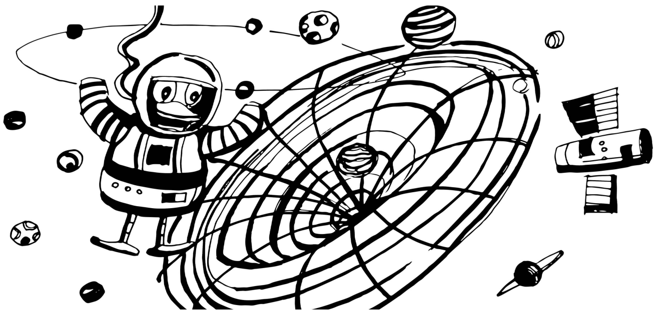
XV. DÜRER VERSENY

Helyi forduló: 2021. november 12.

FIZIKA

FELADATSOR



F+

KATEGÓRIA

10-12. osztályosok

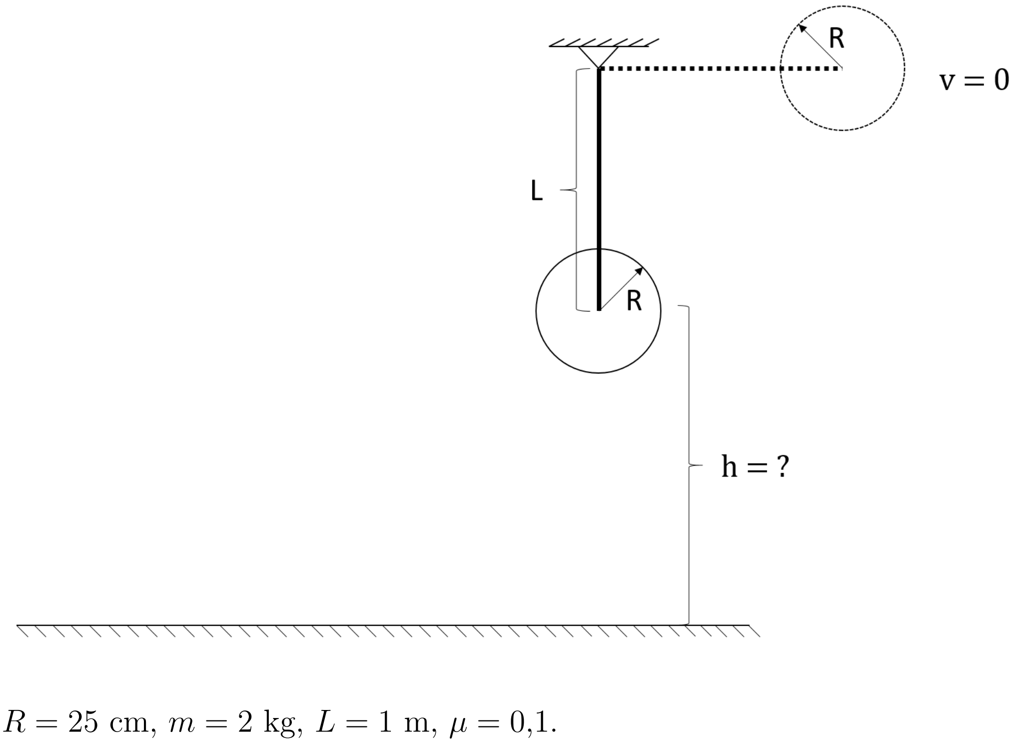
Figyelem! *A teljes pontszám eléréséhez nem elegendő a megoldások számszerű közlése, levezetés és a logikai lépések szöveges indoklása is szükséges (pl. „Newton III. törvénye alapján...”)!*

1. feladat (20 pont)

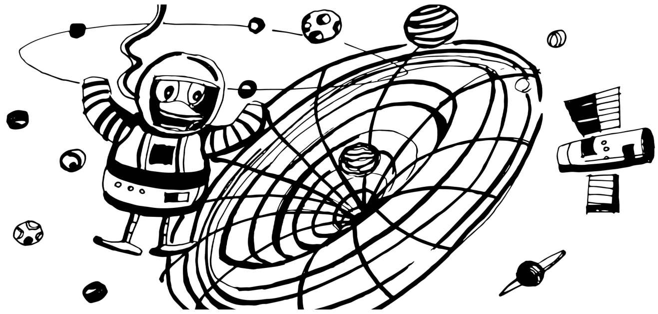
Merev, súlytalannak tekinthető, L hosszúságú rúdhoz ragasztóval rögzítve van egy m tömegű, R sugarú korong az *ábrán* látható módon. (A ragasztás a korong rúdhoz képesti elfordulását is meggátolja.) Ezt a rendszert vízszintesig kitérítjük, majd elengedjük. A rúd függőleges helyzetében a ragasztás pillanatszerűen és lökésmentesen elenged. A korong az elválás után a h mélységben lévő padlóval ütközik, és onnan már forgás nélkül, de rugalmasan pattan vissza. A felület érdessége folytán a korong és a padló közötti csúszási súrlódási együttható μ.

(a) Mekkora és milyen irányú a korong tömegközéppontjának sebessége és a korong szögsebessége az elválás pillanatában?

(b) A talaj felett mekkora h magasságban történt az elválás?



Adatok: $R = 25$ cm, $m = 2$ kg, $L = 1$ m, $\mu = 0{,}1$.
Megjegyzés: A megoldás során feltételezhetjük, hogy a rugalmas deformáció és a szögsebesség lefékeződésének ideje megegyezik.



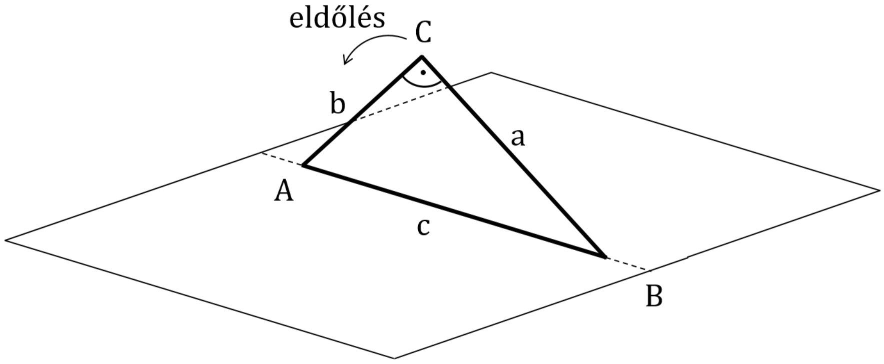
2. feladat (16 pont)

Mereven kapcsolódó, vékony rudakból egy derékszögű háromszög alakú keretet alakítunk ki, mellyel két kísérletet végzünk. A két esetben a kiinduló helyzet azonos: vízszintes asztallapra helyezzük a keretet oly módon, hogy síkja függőleges legyen, és az átfogója érintkezzen az asztallal (ld. *ábra*). Ebből a kiinduló helyzetből a keretet lökésmentesen elengedjük, így az eldől. Az első kísérletet érdes, a másodikat súrlódásmentes asztallapon végezzük. Emiatt az előbbi esetben feltételezhetjük, hogy az eldőlés során a keret nem csúszik meg, az utóbbi esetben azonban szabadon elcsúszhat.

(a) Határozzuk meg a C pont becsapódási sebességének arányát a két kísérletben!

(b) Adjuk meg a becsapódási sebességek számszerű értékét is mindkét esetben!

Adatok: $a = 40$ cm, $b = 30$ cm, $c = 50$ cm.

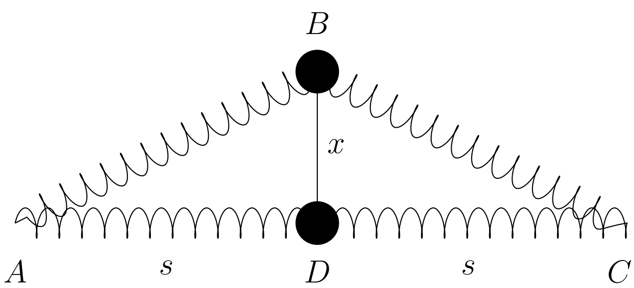


3. feladat (22 pont)

Az alábbi *ábrán* látható elrendezésben két egyforma, D rugóállandójú rugó egy-egy végét egy m tömegű testhez, a másik végüket pedig az egymástól $2s$ távolságra lévő A illetve C pontokban rögzítettük. Ezt követően az m tömegű testet a rugók nyugalmi l hosszánál jóval kisebb mértékben kitérítjük az egyensúlyi helyzetéből, mindezt oly módon, hogy a kitérés iránya az AC szakaszra merőleges legyen. Határozzuk meg a kialakuló rezgés periódusidejének amplitúdófüggését

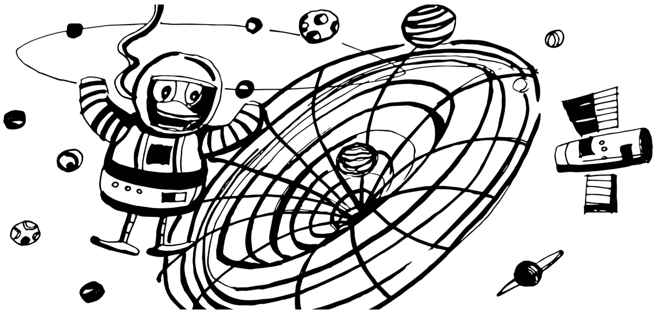
(a) $l < s$ esetén!

(b) $l = s$ esetén!



Segítség: Adott $\varepsilon \ll 1$ valós szám esetén érvényes az alábbi (harmadrendű) közelítés:

$$\sqrt{1+\varepsilon} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\varepsilon^2}{8}\,.$$



4. feladat (22 pont)

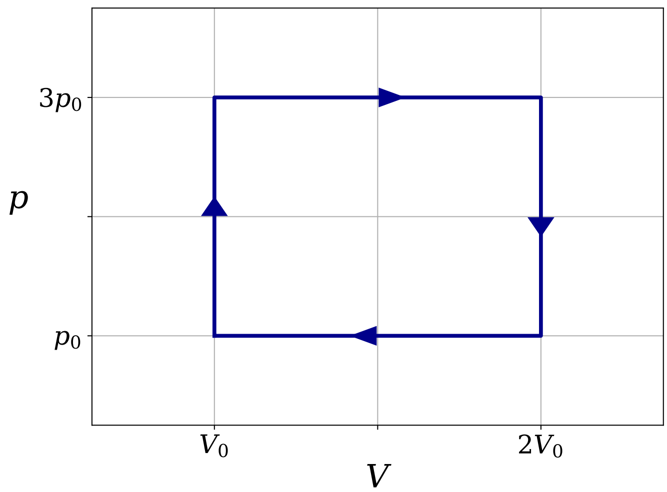
A súlytalanság állapotában adott egy gömb alakú, R sugarú, α felületi feszültséggel jellemezhető higanycsepp. Mekkora töltéssel kell rendelkeznie, hogy a csepp belsejében a nyomás a külső légnyomással azonos legyen?
Megjegyzés: A megoldás során feltételezhetjük, hogy a csepp alakjának "gömb jellege" kis kimozdítások esetén megmarad.

Adatok: $R = 2$ mm, $\alpha = 0{,}48$ N/m.
Segítség: Szükség esetén felhasználhatjuk, hogy $\varepsilon \ll 1$ esetén érvényes az alábbi közelítés:

$$(1+\varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon\ .$$

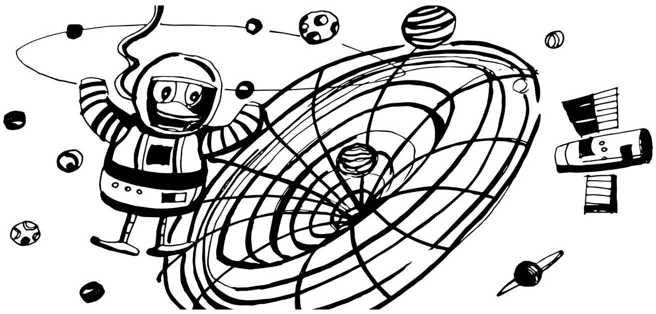
5. feladat (20 pont)

A 20. század elején a fizika új ágainak megjelenése, majd azok előretörése gyökeresen megváltoztatta a világról alkotott képünket. A kvantummechanika és a statisztikus fizika olyan jelenségek megmagyarázására bizonyult alkalmasnak, melyeket korábban évtizedes vagy akár évszázados homály fedett. Az első nagy eredmények egyike volt az elektromágneses mező és a termodinamika kapcsolatának feltárása. A kísérletek és az elmélet egyaránt igazolta, hogy léteznek az elektromágneses mezőnek olyan állapotai, amelyben az a hőtanban tanult ideális gázhoz hasonlóan p nyomással, V térfogattal és T hőmérséklettel jellemezhető. Ezt nevezzük *fotongáz*nak.



A fotongáz az ideális gázhoz hasonló módon kezelhető, vagyis érvényesek rá a termodinamika főtételei, ugyanakkor állapotegyenlete és belső energiája a megszokottaktól eltérő alakú. Konkrétabban, a fotongáz állapotegyenlete

$$3p = aT^4\ ,$$



belső energiája pedig az alábbi alakban fejezhető ki:

$$E_{\mathrm{b}} = aVT^4 \ .$$

Az egyenletekben szereplő a mennyiség univerzális fizikai állandó.

Az alábbiakban egy fotongázzal végzett termodinamikai körfolyamatot fogunk vizsgálni, amelyet a fenti *ábrán* szemléltetünk. Minden ciklus kezdetén a fotongáz p_0 nyomású és V_0 térfogatú. Ezután izochor módon a nyomást háromszorosára növeljük, majd izobár módon a gáz térfogatát kétszeresére tágítjuk. Végül izochor nyomáscsökkentés, majd izobár térfogatcsökkentés útján visszatérünk az eredeti állapotba.

Számítsuk ki a leírt körfolyamat hatásfokát!

Használható segédeszközök: író- és rajzolóeszközök, számológép, függvénytáblázat.
A feladatok megoldására 180 perc áll a csapatok rendelkezésére.
Sikeres versenyzést kívánnak:

a szervezők