A 2019/2020. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
második forduló

FIZIKA II. KATEGÓRIA

FELADATOK

A versenyzők figyelmét felhívjuk arra, hogy áttekinthetően és olvashatóan dolgozzanak. Amennyiben áttekinthetetlen és olvashatatlan részek vannak a dolgozatban, azok az értékelés szempontjából figyelmen kívül maradnak.

Előfordulhat, hogy valamelyik feladat megoldása során olyan egyenlet adódik, amelyiket csak numerikusan lehet megoldani. A numerikus értékek meghatározásánál három értékes jegynél pontosabb számolásra nincs szükség.

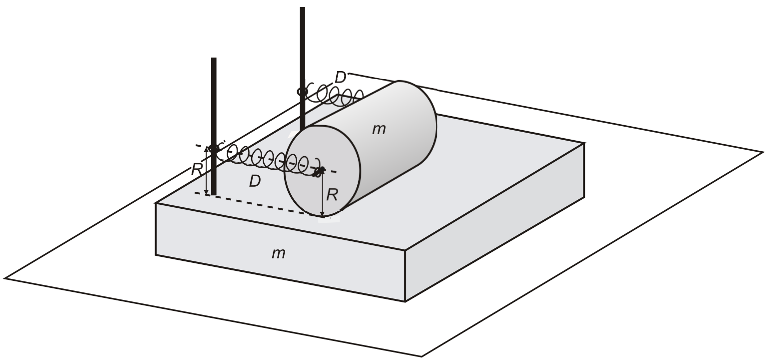
1. feladat

Vízszintes talajon egy m tömegű hasáb nyugszik. A hasábra egy m tömegű, homogén, R sugarú tömör hengert helyezünk, melynek tengelyéhez az ábrán látható módon két, D direkciós erejű rugót rögzítünk. A rugók másik végpontját R magasságban két elhanyagolható tömegű pálcához rögzítjük. Kezdetben a rugók nyújtatlanok. A hasábot lefogjuk, a hengert nyugalmi helyzetéből x_0 távolsággal úgy mozdítjuk ki, hogy tengelye az eredeti helyzetével végig párhuzamos marad. Egy adott pillanatban egyszerre elengedjük a hasábot és a hengert.

a) Határozzuk meg a henger mozgásának periódusidejét, ha a henger a hasábon tisztán gördül és a hasáb az érdes talajon nem mozdul el!

b) Határozzuk meg a henger mozgásának periódusidejét akkor is, ha a talaj annyira sima, hogy a talaj és a hasáb között a súrlódástól eltekinthetünk, viszont a henger továbbra is tisztán gördül a hasábon!

c) Mekkora az egyes esetekben a henger tömegközéppontjának maximális sebessége?



2. feladat

Hat szabadsági fokú metángázt használó speciális hőerőgéppel olyan körfolyamatot hajtunk végre, ami a $p-V$ állapotsíkon ábrázolva, a (p_0, V_0) pontból kiindulva egy tágulási szakasszal kezdődik, majd egy adiabatikus összenyomással jut vissza a kezdőállapotba. A tágulási szakasz a $p-V$ síkon egy egyenessel ábrázolható, ami a következő egyenlettel írható le:

$$p = \frac{p_0}{4}\left(5 - \frac{V}{V_0}\right).$$

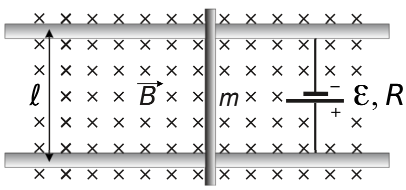
a) Numerikus számítással, három értékes jegy pontossággal határozzuk meg a metángáz maximális térfogatát a körfolyamat során, ha tudjuk, hogy a kiindulási térfogat $V_0 = 1\,\mathrm{m}^3$!

b) Fejezzük ki a gáz által felvett teljes hő értékét a kiindulási állapottól kezdve a térfogat függvényében, ha tudjuk azt is, hogy a kiindulási nyomás $p_0 = 10^6\,\mathrm{Pa}$!

c) Mekkora a körfolyamat hatásfoka?

3. feladat

Elemmel működő mágneses játékágyút szeretne piacra dobni egy vállalkozás. Az eszköz működését a következő egyszerűsítő modellel lehet leírni: vízszintes síkon fekvő, párhuzamos sínpáron súrlódásmentesen mozoghat az ábrán látható m tömegű, vékony rúd, ami a játékágyú lövedékének felel meg. A sínek távolsága ℓ, a rúd mindig merőleges a sínekre. Állandó $\mathcal{E}$ elektromotoros erejű, R belső ellenállású telepet kapcsolunk a sínek közé. A rendszerben minden más ohmos ellenállás elhanyagolható. A rúd a sínekre merőleges, B nagyságú, homogén mágneses térben mozog, és nyugalomból indul. A $\vec{B}$ mágneses indukcióvektor az ábra síkjára merőlegesen befelé mutat.



a) Mekkora maximális sebességre gyorsulhat fel a rúd?

b) Mennyi idő alatt éri el a rúd a maximális sebességének a felét?

c) Határozzuk meg a szerkezet hatásfokát, ha a sínek korlátlanul hosszúak! Értelmezzük a hatásfokot úgy, hogy a telep elektromos energiacsökkenésének hány százaléka adja a rúd végső mozgási energiáját.

d) A fejlesztők úgy állították be a sínek hosszát, hogy a rúd a korlátlan sínhosszal elérhető maximális sebességnek csak a felével hagyja el a sínpárt. Határozzuk meg a hatásfokot ebben az esetben is!

Útmutatás: A megoldásban a radioaktív bomlás törvényének ismerete segíthet, továbbá kihasználhatjuk azt is, hogy minden exponenciális függvény hasonló. Így elkerülhetjük a differenciál- és integrálszámítás használatát.