

# Kunfalvi Rezső Olimpiai Válogatóverseny

1. elméleti forduló

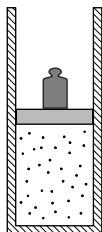
2021. március 22. 15:00

**Figyelem!** A versenyen nem-grafikus számológépen, író- és rajzeszközökön kívül semmilyen más segédeszköz (pl. könyv, füzet, táblázatok, internet) **nem** használható. A feladatok megoldását kézírással papírra kell elkészíteni, minden feladat megoldása új oldalon kezdődjön. Az első oldalon szerepeljen a versenyző neve, évfolyama és iskolájának neve. Törekedni kell a jól áttekinthető külalakra, az olvasható kézírásra, a megoldások fizikai alapjainak ismertetésére, valamint a magyaros, világos és tömör fogalmazásra.

Minden feladat azonos pontszámot ér. A verseny időtartama 3 óra, amelynek lejártá után további 30 perc áll rendelkezésre a megoldások digitalizálására és elküldésére. A megoldásokat egyetlen pdf-dokumentumban a verseny napján (2021. március 22.) 18:30-ig kell elküldeni az [iphoteamhun@gmail.com](mailto:iphoteamhun@gmail.com) címre. A későn érkezett dolgozatokat nem tudjuk elfogadni. A pdf-dokumentum készülhet például mobiltelefonos alkalmazással vagy szkennelvel.

**F1.** Egy  $m_0$  össztömegű űrhajó a Föld felszínéhez közeli, kör alakú parkoló pályán mozog az első kozmikus sebességgel megegyező  $v$  sebességgel. Egyszer csak bekapcsolja hajtóművét, amelyből állandó  $u$  nagyságú (relatív) sebességgel áramlik ki a hajtóanyag. A hajtóanyag tömeghozamát és a kilövellés irányát úgy változtatja, hogy mindvégig a kezdeti (parkoló pályához tartozó) sebességével haladva egyenes vonalban, egyenletesen mozogjon. Mekkora csökken az űrhajó tömege, amíg igen messzire kerül a Földtől?

**F2.** Hőszigetelt, függőleges tengelyű, henger alakú tartályban termikus egyensúlyban lévő kétatomos ideális gázt egy nehéz, hőszigetelt dugattyú zár el úgy, hogy a gáz a tartály térfogatának felét foglalja el. A dugattyúra egy súlyt helyezünk úgy, hogy éppen csak érintkezzen vele, majd a súlyt elengedjük. Miután a rendszer eléri az új sztatikus egyensúlyi állapotát, a gáz nyomása 25%-kal megnövekszik. Ezután a súlyt hirtelen eltávolítjuk, melynek hatására egy idő után új sztatikus egyensúlyi helyzet alakul ki.



Hány ilyen ciklus után hagyja el a dugattyú a tartályt a súly eltávolítását követően? A súrlódás a dugattyú és a tartály fala között elhanyagolható, a rendszer vákuumban van.

**F3.** Egy  $R$  sugarú, vékony,  $+Q$  töltéssel egyenletesen töltött szigetelő gyűrű vízszintes síkban helyezkedik el.

a) Határozzuk meg és ábrázoljuk a gyűrű függőleges szimmetriatengelyén az elektromos térerősséget a gyűrű középpontjától mért  $z$  távolság függvényében!

b) Mekkora és milyen irányú a térerősség a gyűrű síkjában, a középpontjától  $r$  távolságra, ahol  $r \ll R$ ?

c) A rögzített gyűrű átmérője mentén (pl. egy kifeszített horgászsinóron) egy  $+q$  töltésű,  $m$  tömegű pontszerű test mozoghat súrlódásmentesen. A pontszerű testet egyensúlyi helyzetéből kicsit kitérítjük. Mekkora a bekövetkező kis rezgések periódusideje?

**F4.** Két,  $\ell$  hosszúságú,  $R_1$  és  $R_2$  sugarú, vékony falú szupravezető csőből ágyút készítünk úgy, hogy a csöveket koaxiálisan egymásba helyezzük ( $R_2 < R_1$ ,  $R_1 \ll \ell$ ). A rendszer a súlytalanság állapotában található. A külső cső rögzített, a belső,  $m$  tömegű cső pedig szabadon mozoghat a közös szimmetriatengely mentén. Kezdetben mindkét csőben  $I$  erősségű áram folyik a palást mentén körbe, a csövek középpontja pedig egybeesik. Ebből a helyzetből a belső csövet a tengely mentén kicsit kitérítjük.

Mekkora sebességre gyorsul fel ez a belső cső („lövedék”), mialatt elég messzire távolodik a külső csőtől („ágyútól”)?