

A tudósok már rég óta azon dolgoznak, hogy létrehozzanak egy olyan köztes, anyagszállításra szolgáló űrállomást, mely elősegítené egy, a Föld atmoszféráján kívüli emberi település megépítését. Egy leendő fiatal fizikusokból álló csoport megpróbált megoldást találni azokra a problémákra melyek egy ilyen állomás megépítésénél lépnek fel. Az állomás tor alakú, TOR-nak neveztek, és a Stratoszférában gondolták elhelyezni.

### I Tétel – Fluidumokban történő mérések

Bizonyos pályázatban résztvevő diákcsoport, egy olyan érzékelőkkel ellátott makettet alkotot, mely képes méréseket végezni, majd az adatokat továbbítani egy vezérlő központnak. A makettet az atmoszférába juttatják. A makett építési paraméterei az 1. ábrán láthatóak. A tor (henger alakú gyűrű)  $h$  magasságban lebeg, ahol a levegő sűrűsége  $\rho_{aer} = 320 \frac{g}{m^3}$ ; és héliummal van megtöltve, melynek sűrűsége  $\rho = 44 \frac{g}{m^3}$ .

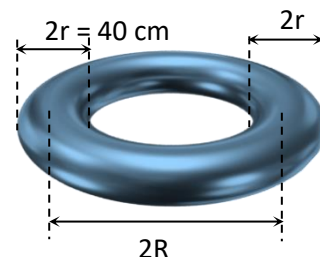


Figura 1

- a) Két érzékelő az emelkedés alatt, a következő táblázatban található adatokat továbbította:

h (km)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
p (hPa)	1013	820	650	510	400	320	240	180	140

Add meg azokat az erőket melyek a torra hatnak emelkedés közben és ábrázold grafikusán a  $p$  légköri nyomás változását a  $h$  magasság függvényében.

- b) Számold ki azt az  $R$  sugarát a tornak, hogy  $h$  magasságban lebegni tudjon, tudva azt, hogy a tor burkának anyaga és a rá szerelt berendezés tömege összesen  $m = 1,1$ kg. Adott a tor térfogatának kiszámolásához szükséges képlet  $V_{tor} = (\pi r^2)(2\pi R)$ .
- c) Ahhoz, hogy megértsék a testek mozgását egy folyadékban, a diákok lehorgonyozták egy tó vízében a  $V_c = 1200 \text{ cm}^3$  térfogatú és  $\rho_c = 0,90 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű homogén hengert (lásd a 2. ábrát). Megfigyelik, hogy a következő összefüggés szerint  $\rho = \rho_0 + \beta h$  függ a mélységtől a tó vízének sűrűsége, ahol  $\rho_0 = 1,0 \text{ g/cm}^3$ ,  $\beta = 10^{-4} \text{ g/cm}^4$ . Számold ki a nyomáskülönbséget a henger két alapja között, valamint azt a feszítőerőt ami abban az elhanyagolható tömegű és nyújthatatlan szálban lép fel, amivel a testet kikötötték. A gravitációs gyorsulást vedd  $g_0 = 10 \text{ N/kg}$  -nak.
- d) Az anyagok TOR-ra való feljuttatásához, hordozó léggömböket használnak. Tanulmányozva az  $M = 4,95 \text{ kg}$  tömegű léggömb léggömbben történő mozgását, a diákok azt vették észre, hogy egy adott magasságon, ahol a léggömb sűrűsége  $\rho_{aer} = 0,1 \text{ kg/m}^3$  és a gravitációs gyorsulás  $g = 9,74 \text{ N/kg}$ ; a  $V = 50 \text{ m}^3$  térfogatú léggömb elért egy  $v$  határsebességet. Tudva azt, hogy a léggömbben történő emelkedés alatt fellépő súrlódási erő képlete  $\vec{F}_r = -k\vec{v}$ , ahol  $k = 0,5 \text{ kg/s}$ , határozd meg a  $v$  határsebességet.

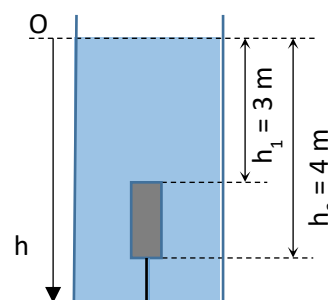
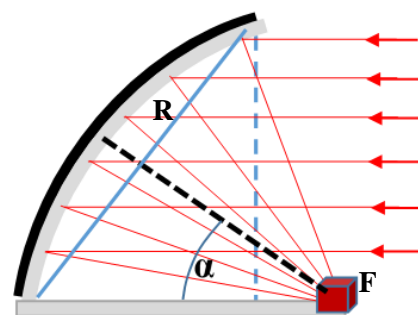


Figura 2

### II Tétel – Hőjelenségek

A TOR állomáson (ami 25 kilométer magasságban található a Stratoszférában, ahol a közeg hőmérséklete  $t_0 = -50^\circ\text{C}$ ), ahhoz, hogy vizet melegítsenek, az emberek nap „kemencét” használnak. A kemencéhez hozzá van csatlakoztatva egy parabola tükör (lásd a mellékelt ábrát), úgy, hogy a tükör tengelyének a dőlésszöge a napsugarak irányához képest  $\alpha = 60^\circ$ . A tükör kerületének a formája egy  $R = 4,5 \text{ m}$  sugarú kör és a fénysugarakat a fókuszpontba veri vissza, ahol egy  $m_s = 200 \text{ kg}$  tömegű konyhai sóot tartalmazó olvasztótégely (hőálló edény) található. A berendezés eszközei, beárnyékolják a tükör  $S_u = 0,585 \text{ m}^2$  felületét. A Napból egységnyi idő alatt kisugárzott,



1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoarele de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 1 la 10. Punctajul final reprezintă suma acestora.

egységnyi felületre merőlegesen beeső energia, egy „nap állandó” amelynek értéke  $E_0 = 1380 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ . A só, teljesen elolvadásáig,  $\eta = 75\%$  hatásfokkal vesszi fel az energiát. Az olvadt sót vízmelegítésre használják, amit az állomáson kívül, árnyékban, normál légköri nyomáson tárolnak azonos, paralelipipedon alakú,  $V_{rec} = 16 \cdot 10^3 \text{cm}^3$  belső méretű edényekben. Ahhoz, hogy a TOR űrállomáson meg tudják mérni a hőmérsékletet, megépítettek egy egyenes vonalú (lineáris) skálával rendelkező speciális hőmérőt, amit  $^{\circ}\text{Tor}$  mértékegységben kalibráltak, melynek a hőmérsékleti referencia pontjai:  $\theta_{min} = 0^{\circ}\text{Tor}$  ami a Celsius skálán a  $t_0 = -50^{\circ}\text{C}$ , illetve  $\theta_{max} = 100^{\circ}\text{Tor}$  amelyik a  $t_t = 800^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletnek felel meg.

- Vezesd le az olvasztótégelyben található só teljes elolvadásához szükséges  $\tau$  időtartam matematikai kifejezését és a számértékét is.
- Tudd meg, és érvelj is a kapott eredményt, hogy felhasználva a teljesen meg nem szilárdult sótól elvett energiát, felmelegíthető-e  $t^* = 100^{\circ}\text{C}$  fokra egy vizet tartalmazó edény.
- Vezesd le a Tor és Celsius hőmérsékleti skálák közötti matematikai egyenértékűségi összefüggést, a két skálán mért hőmérsékleti intervallumok közötti összefüggést, valamint azt, hogy hány  $^{\circ}\text{Tor}$  egy egészséges ember hőmérséklete, ami  $36,5^{\circ}\text{C}$ .

Ismertek a következő mennyiségek: a konyhai só fajhője,  $c_s = 880 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ ; a só olvadási pontja,  $t_t = 800^{\circ}\text{C}$ ; a só fajlagos olvadási látenshője  $\lambda_s = 520 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ ; a jég sűrűsége,  $\rho_g = 0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ; a jég fajhője  $c_g = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ ; a jég olvadási fajlagos látenshője  $\lambda_g = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ ; a víz fajhője  $c_a = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ .

### III Tétel - Elektrosztatikus kölcsönhatások

„Szállítókat” használva, amik gyakorlatilag rudakkal rögzített gömb alakú léggömbök, az atmoszféra felső rétegeibe juttathatunk különböző tárgyakat. A léggömbök merevek és a légkörben való mozgásuk miatt, egyenletesen feltöltik a felületüket. A levegő által kifejtett súrlódási erő elhanyagolható.

- Egy ilyen fajta szállító két szférikus léggömből áll, mindegyik gömb sugara  $R = 1,5 \text{m}$  és a tömege  $m = 0,5 \text{kg}$ ; melyeket egymáshoz rögzítenek egy, nyugalmi állapotban  $l_0 = 3 \text{m}$  hosszúságú,  $k = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  rugalmassági állandójú, szigetelő rugó, és két, elhanyagolható tömegű,  $l = 3 \text{m}$  hosszúságú, nyújthatatlan kábel segítségével (lásd az 1. ábrát). A rugó mindvégig, az ábrán látható módon, vízszintes marad. Tudva azt, hogy a szállító felemeli az  $M = 10,4 \text{kg}$  tömegű és elhanyagolható méretű anyagokat tartalmazó dobozt, határozd meg azt a magasságot ahol a szállító-doboz alkotta együttes egyensúlyban lesz. A rendszer fel

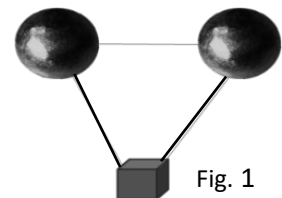
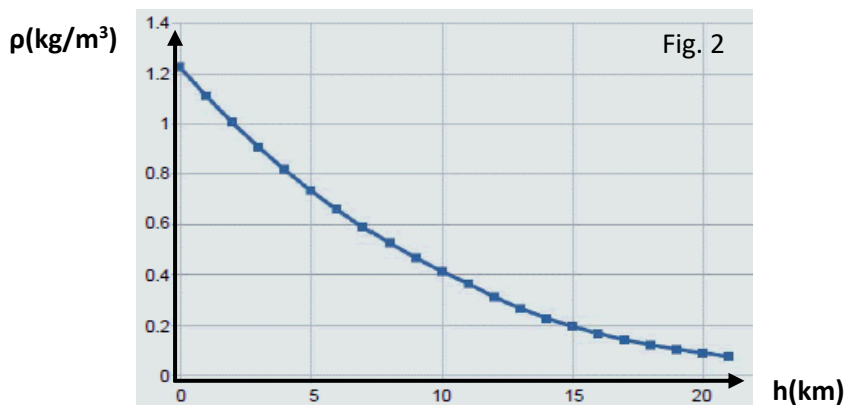


Fig. 1



van szerelve mérőeszközökkel, valamint adatok továbbítására szolgáló eszközökkel is. A kísérleti

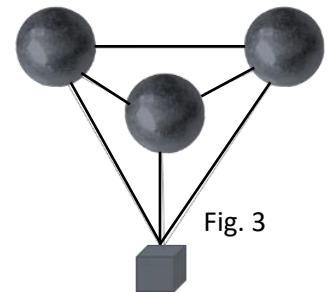
- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoarele de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se punctează de la 1 la 10. Punctajul final reprezintă suma acestora.

**Olimpiada de Fizică**  
**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București**  
**5 martie 2023**

pagina 3 din 3

eredmények feldolgozása után, megszerkesztették, a magasság függvényében, a levegő sűrűségének változási grafikonját, ami a 2. ábrán látható.

- b) Az a) pontban szereplő szállító-doboz rendszer esetében, azt tapasztalják, hogy a kábelek és a rugó által bezárt szög  $\alpha = 45^\circ$ . Ismerve a levegő elektrosztatikus állandóját  $k_e \cong 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$  és a gravitációs gyorsulást  $g \cong 9,76 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , határozd meg a két léggömb elektromos töltését.
- c) Az elektromos mező felgyorsíthatja a töltéssel rendelkező testeket. A jelenség tanulmányozásához két,  $m = 0,5 \text{ kg}$  tömegű és  $r = 10 \text{ cm}$  sugarú, gömböt rögzítenek egy könnyű rugó végeihez, amelynek hosszúsága nem megnyúlt állapotban  $a = 1 \text{ m}$ , majd a rendszert egy vízszintes, sima, szigetelő felületre helyezik. Ezután mindegyik gömböt feltöltik  $q$  elektromos töltéssel és azt tapasztalják, hogy a két gömb akkor éri el a maximális sebességet amikor a rugó hossza  $b = 2a$ . Tudva azt, hogy a gömbök felületükön egyenletesen töltődnek fel, valamint azt, hogy a rugó rugalmassági állandója  $K = 150 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ , határozd meg a gömbök által elért maximális sebességet.
- d) Egy másik típusú szállító három, gömb alakú,  $R = 1,5 \text{ m}$  sugarú léggömbből áll; melyeket három,  $l = 4 \text{ m}$  hosszúságú rúd és három  $l_1 = 5,5 \text{ m}$  hosszúságú kábel segítségével kötnek össze és így emel fel egy dobozt (lásd a 3. ábrát). A szállító alakja egy szabályos tetraéder. Tudva azt, hogy a léggömbök egyenlő,  $q = 20 \text{ mC}$  töltéssel töltődhetnek fel, számold ki azt az erőt amivel a három gömb által létrehozott elektromos mező hat a dobozra, ha a doboz pontszerűnek tekintjük és a töltése  $q_0 = 1 \text{ mC}$ .



Megjegyzés: az  $R$  sugarú gömb által bezárt térfogat  $V = \frac{4\pi R^3}{3}$ .

*A tételeket javasolták:*

*Prof. Corina Dobrescu, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu” – București,  
Prof. Ion Băraru, Colegiul Național „Mircea cel Bătrân” – Constanța,  
Prof. Florin Măceșanu, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare” – Alexandria,  
Prof. Victor Stoica, Inspectoratul Școlar al Municipiului București*

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoarele de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 1 la 10. Punctajul final reprezintă suma acestora.