



Ministerul Educației Naționale  
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare  
**Olimpiada Națională de Fizică**  
**31 martie - 5 aprilie 2013**

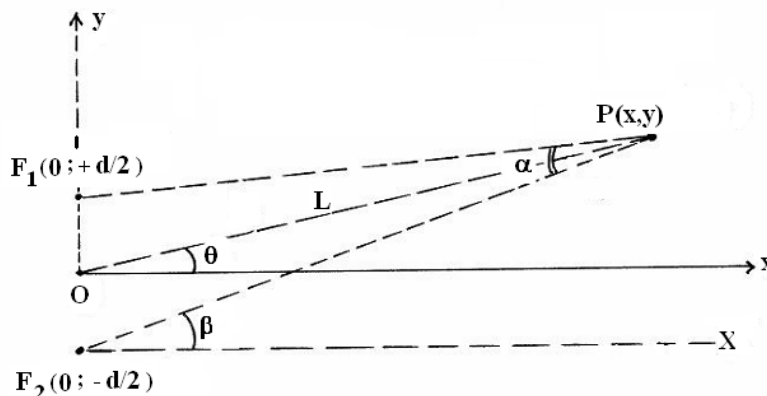
**XII**

**Proba teoretică**  
**Subiecte**

Pagina 1 din 4

**I. Feladat (10 pont) Young interferencia.**

Adott az ábrán látható rendszer, ahol  $F_1(0; +d/2)$  és  $F_2(0; -d/2)$  két azonos, egy átlátszatlan ernyőn (melyet az ábrán nem tüntettünk fel) található Young típusú rés. Az ernyőt balról egy pontszerű, az Ox tengelyen (a tengely merőleges az  $F_1F_2$  szakaszra és az O pont ennek a szakasznak a felezőpontja) található monokromatikus (ismert a  $\lambda$  hullámhossz) fényforrással világítjuk meg. Az xOy síkban található  $P(x; y)$  pontban tanulmányozzuk a két réstől érkező fényhullám interferenciáját. A fény légüres térben terjed.



a) **Állapítsátok meg** azon  $P(x; y)$  pontok mértani helyének egyenletét, amelyekre az (optikai) útkülönbség egy jól meghatározott értékkel rendelkezik, melynek értéke  $\Delta$ .

b) **Számítsátok ki** az  $y' = f(x')$  dimenzió nélküli függvény értékeit a  $0 \leq x' \leq 1$  intervallumban ( $\Delta x' = 0,2$  lépéssel) a  $\Delta' = 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9$  és  $0,98$  értékekre, tudva hogy  $x' = x/d$ ,  $y' = y/d$ ,  $\Delta' = \Delta/d$  és ábrázoljátok grafikusán a milliméterpapíron az  $y' = f(x')$  függvényt.

c) Az OP távolságot L-el, és az OP iránya valamint az Ox tengely által bezárt szöget  $\theta$ -val jelöljük. **Kapjátok meg** a " $d \sin \theta$ " mennyiség pontos összefüggését  $\Delta$ , d és L függvényében.

d) Felhasználva a függvények sorbafejtésének következő alakját,  $\sqrt{1+a} = 1 + a/2 - a^2/8 + \dots$  (csak  $a \ll 1$  esetben érvényes), **kapjátok meg** a " $d \sin \theta$ " mennyiség megközelítő kifejezését, és állapítsátok meg, hogy az L távolság melyik értékeire igaz a következő állítás: „az (optikai) útkülönbség egyenlő  $d \sin \theta$ -val”. Felhasználva a  $\Delta'$  számértékeit a b) alpontból, tárgyaljátok, hogy az előbbieken idézőjelbe feltüntetett kijelentés az  $L' = L/d$  adimenzionális távolság mely értékeire tekinthető helyesnek.

e) Ha az  $F_1PF_2$  szöget  $\alpha$ -val, és a  $PF_2X$  szöget  $\beta$ -val jelöljük, **fejezzétek ki** a  $\Delta$  útkülönbséget  $\alpha$ ,  $\beta$  és d mennyiségek függvényében.

**Javasolta:**

Prof.univ.dr. Florea Uliu  
Departamentul de Fizică, Universitatea din Craiova

1. Az 1, 2, valamint a 3-as tételeket különböző, titkosított lapra kell megoldani.
2. Egy adott tételben belül a diákok tetszőleges sorrendbe oldhatják meg az alpontokat.
3. A munkaidő 3 óra, a tétel kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható számológépet.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Az összpontszám a tételek pontszámainak összege.



## II. Feladat (10 pont)

### Űrfelvonó

Az űrfelvonó megépítésének ötlete valósággá válhat ennek az évszázadnak a végéig. Tudóscsoportok terveket készítettek és stratégiákat javasoltak olyan technológiákra, melyek lehetővé teszik az űrfelvonó megépítését. A legtöbb terv elektromágneses jármű mozgatásán alapszik, amelyik egy, a Föld felszíne és a világűr között kifeszített „kábel” mentén mozognak. A „kábel” végére egy ellensúlyt, vagy esetleg egy, a világútból hozott aszteroidát tennének (1. ábra). Ezeknek a terveknek megfelelően az űrfelvonó tömegközéppontja  $CM$  a geostacionárius pályán kellene legyen.

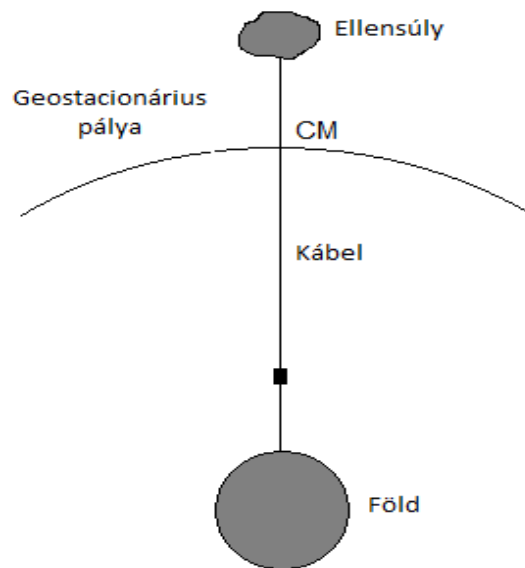
Ez a feladat azt javasolja, hogy egy egyszerű modellt készíts a javasolt szerkezet létrehozására, az űrfelvonó elkészítésének egyik tervéhez.

Feltételezzük, hogy az űrfelvonó az Egyenlítőn található, és az ő szerkezete, egy  $A$  állandó keresztmetszetű toronyból áll, valamint azt, hogy a torony anyagának állandó sűrűsége  $\rho$ . A torony csúcsához egy ellensúlyt erősítünk, úgy, hogy a torony nem hat semmilyen nyomóerővel a Föld felszínére, és a torony egyik végében sem hat feszítőerő (2. ábra). Feltételezd, hogy a Föld egy izolált égitest, és hanyagold el más égitestek gravitációs hatását, például a Holdét. Hasonlóan feltételezd, hogy a torony sem alakváltozást, sem meghajlítást nem szenved. Az 1. ábra és a 2. ábra nem készültek léptékben.

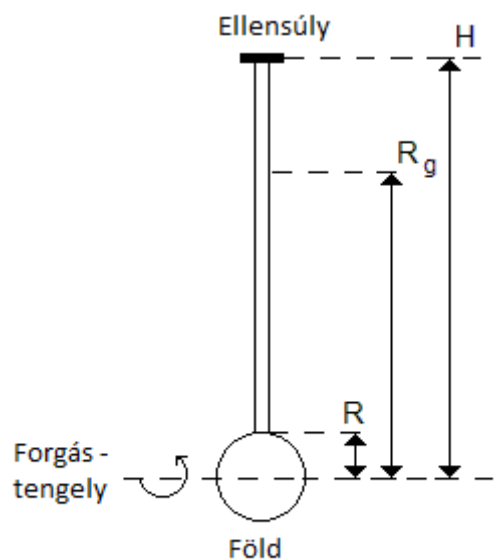
a. készítsd el a torony egy kis elemére ható erők erődiagramját, elem amelyik  $r$  távolságra található a Föld középpontjától.

b. Jelöld  $\sigma(r)$ -el a torony egységnyi felületére ható feszültséget, ennek egy adott keresztmetszetében, amelyik  $r$  távolságra található a Föld középpontjától. Határozd meg a  $\frac{d\sigma(r)}{dr}$  mennyiséget. Fejezd ki az eredményt a  $G$  az általános tömegvonzás egyetemes állandójának, a Föld  $M$  tömegének, az  $R_g$  a geostacionárius pálya sugarának, a Föld  $R$  sugarának, a torony  $\rho$  sűrűségének, és az  $r$  távolságnak a függvényében.

c. Határozd meg a Föld középpontjától a torony csúcsáig mért  $H$  magasság kifejezését, a Föld  $R$  sugarának és az



1. Ábra



1. Ábra

1. Az 1, 2, valamint a 3-as tételeket különböző, titkosított lapra kell megoldani.
2. Egy adott tételben belül a diákok tetszőleges sorrendbe oldhatják meg az alpontokat.
3. A munkaidő 3 óra, a tétel kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható számológépet.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Az összpontszám a tételek pontszámainak összege.



Ministerul Educației Naționale  
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare  
**Olimpiada Națională de Fizică**  
**31 martie - 5 aprilie 2013**



**Proba teoretică**  
**Subiecte**

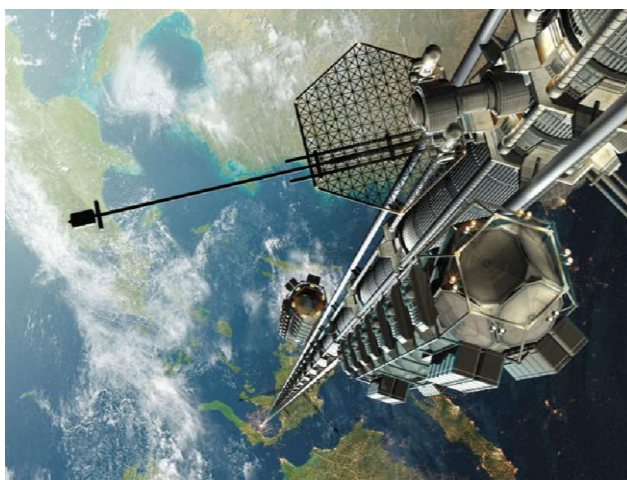
Pagina 3 din 4

$R_g$  a geostacionarius pálya sugarának függvényében.

d. Feltételezve, hogy  $R = 6370 \text{ km}$  és  $R_g = 42300 \text{ km}$ , számítsd ki a  $H$  távolságot.

e. Vázold a  $\sigma = \sigma(r)$  függvény grafikus ábrázolását.

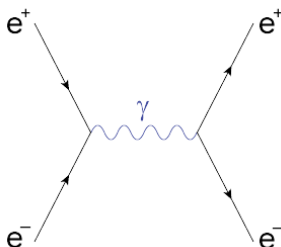
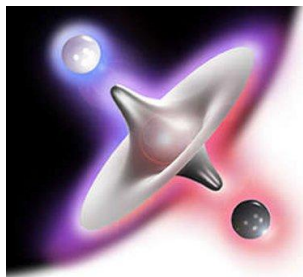
f. Állapítsd meg, hogy a Földön ( $M = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ) építhetünk-e egy ilyen tornyot acélból ( $\rho_{\text{otel}} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $\sigma_{\text{otel, rupere}} = 6,37 \text{ GPa}$ ) az űrfelvonó számára. Indokold a válaszod. Az általános tömegvonzás egyetemes állandója  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ .



Ajánlotta:

Dr. Delia DAVIDESCU – Facultatea de Fizică – Universitatea București

**III. Feladat (10 pont)** A „részecske – antirészecske pár” kéltése és megsemmisítése.



1. Az 1, 2, valamint a 3-as tételeket különböző, titkosított lapra kell megoldani.
2. Egy adott tételben belül a diákok tetszőleges sorrendbe oldhatják meg az alpontokat.
3. A munkaidő 3 óra, a tétel kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható számológépet.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Az összpontszám a tételek pontszámainak összege.



Ministerul Educației Naționale  
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare  
**Olimpiada Națională de Fizică**  
**31 martie - 5 aprilie 2013**



**Proba teoretică**  
**Subiecte**

Pagina 4 din 4

**A.** Az  $E_c$  mozgási energiájú pozitron mozgása során egy nyugalomban lévő elektronnal találkozik. A két részecske megsemmisítési folyamata során két foton keletkezik, melyeknek mozgásirányai  $\theta_1$  illetve  $\theta_2$  szöget zárnak be a pozitron mozgásirányával.

a) 1) *Állapítsátok meg* a két foton  $E_1$  valamint  $E_2$  energiái, és a fotonok mozgásiránya által bezárt  $\theta$  szög közötti összefüggést. 2) *Határozzátok meg* a keletkezett fotonok energiáit, és *igazoljátok*, hogy a lehetséges, maximális és minimális értékek között találhatók. *Ismertek:*  $m_0$  - az elektron nyugalmi tömege;  $c$  - a fény terjedési sebessége légüres térben.

**B.** A kozmikus sugarak tanulmányozása során azonosították a semleges, instabil, az elektron nyugalmi tömegénél sokkal nagyobb nyugalmi tömegű  $\pi^0$  mezont. A  $\pi^0$  mezon mozgása során történő lebomlása következtében két foton jön létre. Az egyik foton energiája  $E_{\max}$ , a lehetséges értékek közül a legnagyobb, a másiké pedig  $E_{\min}$ , lehetséges értékek közül a legkisebb.

b) 1) *Igazoljátok*, hogy a leírt jelenség megvalósulhat 2). *Határozzátok meg* a  $\pi^0$  mezon  $v$  sebességét. Ismert a fény terjedési sebessége légüres térben,  $c$ .

**C.** Egy, a MAGAS ENERGIÁK LABORATÓRIUMÁBAN, egy monoenergetikus fotonnyaláb, nyugalomban lévő elektronokban gazdag közegen halad át. A LVR-ben (laboratórium VR) mindegyik foton energiája  $E_1$ . A foton – elektron kölcsönhatásból keletkezhet egy “elektron – pozitron” pár, az alábbi elgondolás szerint:  $\gamma + e^- \rightarrow (e^+ + e^-) + e^-$ , ahol:  $\gamma$  – foton;  $e^-$  – elektron;  $e^+$  – pozitron.

c) 1) *Bizonyítsátok be*, hogy ez a reakció csak akkor lehetséges, ha a foton energiája teljesíti az  $E_1 \geq E_0$  feltételt, ahol az  $E_0$  értékét meg kell határozni. *Tudjuk*, hogy a  $\left(p^2 - \frac{E^2}{c^2}\right)$  mennyiség minden tehetetlenségi vonatkoztatási rendszerhez képest invariáns, ahol  $p$  – egy részecskerendszer összimпульzusa és  $E$  – a részecskerendszer összenergiája. *Ismertek:*  $m_0$  az elektron nyugalmi tömege és  $c$ , a fény terjedési sebessége légüres térben. 2) *Bizonyítsátok be*, hogy egy fotonból, egy elektron – pozitron pár keletkezése az alábbi elgondolás szerint:  $\gamma \rightarrow e^- + e^+$  nem lehetséges légüres térben, csak egy tetszőleges atommag terében, és csak akkor, ha a foton energiája teljesít egy feltételt. 3) Ha teljesülnek is ezek a feltételek, *bizonyítsátok be*, hogy nem határozható meg a keletkezett elektron és pozitron sebessége és a kilépési szögek sem.

Javasolta:

Prof. dr. Mihail Sandu

Liceul Tehnologic de Turism, Călimănești

*Fordítótanárok:*

Szász Ferenc – „M. Eminescu” Főgimnázium – Szatmárnémeti  
Faluvégi Ervin Zoltán – „Silvania” Főgimnázium – Zilah

1. Az 1, 2, valamint a 3-as tételeket különböző, titkosított lapra kell megoldani.
2. Egy adott tételen belül a diákok tetszőleges sorrendbe oldhatják meg az alpontokat.
3. A munkaidő 3 óra, a tétel kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható számológépet.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Az összpontszám a tételek pontszámainak összege.