A VII. Károlyházy Frigyes
Problémamegoldó Verseny feladatai

2023. február 17 – 27.

A feladatokat a versenykiírásban részletezett módon és formában kell elkészíteni és beküldeni.

Részletes információ:

http://fiztanar.elte.hu/hallgatoknak/karolyhazy-frigyes-fizikatanari-problemamegoldo-verseny

I. rész (Maximálisan 2 feladat adható be az I. részből.)

1) Elfogyasztott elektromos áram

A tanulókban gyakori tévképzet, hogy az elektromos fogyasztó elfogyasztja az elektromos áramot, a fogyasztóig folyik csak az áram, visszafelé nem. Tervezzen 1-2 órát az elektromos áramkör témájának bevezetésére (7-8. osztály) külön figyelemmel ezen tévképzet eloszlatására. Röviden fejtse ki, hogy a leírt tárgyalásmódra hogyan lehet majd későbbi, emelt szintű ismereteket felépíteni.

(Szádeczky-Kardoss Magdolna)

2) Igaz-e, hogy az elektromos autó zöldebb?

Készítsen alkotást a címmel kapcsolatban. A munka tetszőleges stílusban elkészülhet (ismeretterjesztő videó, újságcikk, esszé, elképzelt párbeszéd stb.).

(Szádeczky-Kardoss Magdolna)

3) Energiaválság: fűtsünk-e klímaberendezéssel?

Gyakran halljuk azt az érvelést, hogy a magas gázárak miatt olcsóbb (inverteres) klímával fűteni. Készítsen alkotást a témakörrel kapcsolatban. A munka tetszőleges stílusban elkészülhet (ismeretterjesztő videó, újságcikk, esszé, elképzelt párbeszéd stb.).

(Szádeczky-Kardoss Magdolna)

4) Sikeres kommunikáció a fizikaórán.

A diákok fizikaórai aktivitásának fokozásához elsősorban a gátlások leküzdése, valamint a jó csoportdinamika járulhat hozzá. Nyelvtanulásunk során számos olyan oktatási módszerrel és technikával találkozhattunk, amelyek aktív részvételre ösztönzik a tanulókat. Mutassa meg, miként integrálna hasonló jellegű feladatokat a fizikaoktatásba. Írjon 3 olyan fizikafeladatot, amely aktívan bevonja a diákokat az órai munkafolyamatokba, valamint egyaránt fejleszti a szakmai szókincsüket és kommunikációs készségeiket.

a) feladat: Ráhangoló feladat

b) feladat: Fogalom elmélyítése

c) feladat: Új anyag feldolgozása

(Schnider Dorottya)

II. rész (Maximálisan 3 feladat adható be a II. részből.)

5) Mit tanítsunk humán osztályban?

Tegyük fel, hogy humán érdeklődésű osztályt tanít fizikára heti két órában. A gimnázium második osztályában (10. osztály) az elektromosságtan befejezéseként öt órában kell feldolgoznia az elektromágneses hullámok témakörét. Korábban a mechanikai hullámokkal már foglalkoztak, de fizikai fénytannal még nem. Készítsen rövid tanmenetet és az öt órára tanóránként maximálisan egy oldalas óravázlatot a tananyaghoz. Gondolja át, változtatna-e a tanmeneten és az óraterveken, ha online oktatásra kellene áttérni. Röviden indokolja döntését, és az esetleges változtatásokat.

(Tasnádi Péter)

6) Tükörkép mint tárgy.

A 20 cm fókusztávolságú vékony, bikonvex lencse mögé síktükröt helyeztünk. A lencsétől 40 cm-re, 2 cm magasságban kisméretű fényforrás található. Ennek a fényforrásnak a képét ernyővel felfogtuk. A kép a lencse bal oldalán tőle 60 cm távolságra keletkezett. Milyen messze van a tükör a lencsétől? Milyen messze van a képpont az optikai tengelytől?

(Középiskolai versenyfeladat nyomán Bérces György és Tasnádi Péter)

7) Newcomen.

Thomas Newcomen (1663–1729) angol lakatos és kovács 1705–1706-ban szerkesztette meg gépét, amely a modern gőzgépek elődjének tekinthető. Habár a gép hatásfoka rendkívül alacsony (néhány százalék) volt, megbízhatósága miatt Newcomen gépe (https://en.wikipedia.org/wiki/Newcomen_atmospheric_engine) hamar népszerűvé vált:

általánosan hasznosították nem csak bányákban a víz felszivattyúzására, de öntözési feladatok elvégzésére is.

a) Magyarázza el Newcomen gőzgépének működési elvét! A magyarázathoz készítsen középiskolások számára is befogadható, egyszerű és szemléletes rajzot, jelölve a gép legfontosabb részeit.

A számításban tekintse azt az 1720-ból származó londoni gépet, amely a Temze folyó vizét hasznosította öntözési célokra. E gép hengerének átmérője 80 cm, magassága pedig 3 m volt.

b) Határozza meg, hogy hány molnyi vízgőzt tartalmazott a dugattyús tartály abban a pillanatban, amikor dugattyúja a legszélső egyensúlyi helyzetben (vagyis a tartály aljához képest a legnagyobb távolságra) volt! Számításában használja a következő állandókat: $\rho_{\text{vízgőz}} = 0{,}9\ \text{kg/m}^3$, $M_{\text{vízgőz}} = 18\ \text{g/mol}$.

c) Becsülje meg, hogy megközelítőleg hány kg tömegre ható nehézségi erőnek felel meg az az erő, amit a tartály súlytalannak feltételezett dugattyúja fejtett ki a külső légnyomás ellenében, miközben a benne lévő vízgőz maximálisan kitágult! Számításában használja a következő állandókat: $p_k = 10^5$ Pa, $R = 8{,}314$ J/(K·mol), $g = 9{,}8\ \text{m/s}^2$.

Útmutatás: A tartályban lévő vízgőz jó becsléssel ideális gázként közelíthető.

d) Hová illesztené be Newcomen gőzgépének tanítását a középiskolai tananyagba? Válaszát részletesen indokolja.

(*Szabó Róbert*)

8) Egyetlen atom mint gáz.

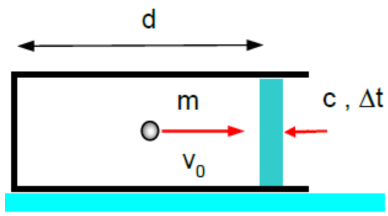
Dugattyúval elzárt d hosszúságú hengerben egyetlen m tömegű, pontszerűnek tekinthető részecske mozog v_0 (kezdeti) sebességgel, a henger tengelyével párhuzamosan. A részecske tömegéhez képest sok-sok nagyságrenddel nagyobb tömegű dugattyú – a felületén ható erő hatására – igen lassan, állandó c sebességgel mozogva csökkenti az elzárt térrészt. A részecske sebessége lényegesen nagyobb a dugattyú sebességénél ($c \ll v_0$), és a dugattyúval történő ütközése tökéletesen rugalmas

a) Adja meg, hogy N számú ütközés után mennyi a részecske sebessége.

b) Az N számú ütközés rövid Δt időtartam eltelte során jön létre, miközben a dugattyú Δs elmozdulása a henger hosszához képest kicsi.

c) Kihasználva az említett feltételeket, határozza meg, hogy eközben hogyan változott a részecske mozgási energiája?

d) A kapott eredményből, hogyan adható meg a dugattyúra ható, erő átlagértéke?



e) Értékelje, hogy a feladat középiskolában mikor adható fel, és melyek a megoldás kritikus pontjai.

(Középiskolai versenyfeladat nyomán Bérces György és Tasnádi Péter)

9) Tejzsírtartalom.

Tervezzen optikai eszközt a tej zsírtatalmának mérésére és végezze is el a kísérleteket! (1,5 és 2,8 százalékos tejek mindenütt kaphatók.) Írja le röviden a mérés lényegét és mutassa be mérési eredményeit!

(Középiskolai versenyfeladat)

10) Gyurma áramkör.

Az elektrosztatika világában bóklászva szinte minden áramköri összeállításhoz szükség van kábelekre, vezetékekre. A szokásos banándugós vagy krokodilcsipeszes megoldás helyett használhatunk különleges vezető gyurmát is. Erre a célra készített gyurmát vásárolhatunk is, de könnyen elkészíthetjük otthon is. Többféle recept elérhető az interneten, ezek közül az egyik:
https://cdn.shopify.com/s/files/1/2640/3158/files/Making-Conductive-Dough.pdf?16645678393520892946

Határozza meg az így készült gyurma fajlagos ellenállását!

Készítsen egy egyszerű áramkört az elkészült gyurmával!

(Kosztyó Péter)

11) Hogyan jutottunk el a klasszikustól a kvantummechanikáig?

Írjon esszét a mechanika 18–19. századi fejlődéséről tudománytörténeti szempontok alapján. Részletesen tárgyalja a Newton munkásságának továbbfejlesztésére irányuló törekvéseket (a teljesség igénye nélkül: Bernoulli, D'Alembert, Maupertuis, Euler, Lagrange). Végül, térjen ki a kvantummechanika megalapozását lehetővé tevő formalizmusra (Hamilton, Jacobi, Poisson). Munkája során ügyeljen a források szövegközi idézésére és a munka végén korrekt hivatkozási lista elkészítésére. (A dolgozat ne legyen túlságosan technikai, de bizonyos esetekben meghaladhatja a középiskolás ismeretanyagot.)

(Kovács Tamás)

III. rész (Maximálisan 3 feladat adható be a III. részből.)

12) Kötél az űrben.

Egy lehetséges áramtermelési mód lehet az űrben, ha egy űrsiklóból – vagy űrhajóból, esetleg űrállomásból – egy hosszú, vezető anyagból készült, de szigetelő burkolattal ellátott kötél végén egy szondát engedünk ki lassan úgy, hogy a kötél a Föld mágneses indukció vonalaira merőlegesen legyen. Tegyük fel, hogy az űrsikló és a szonda egyenese a Föld gravitációs mezőjében radiális irányú, és a szonda van távolabb a Földtől.

A továbbiakban az alábbi adatokat használjuk:

Az űrsikló tömege $M = 100$ t, a szonda tömege m = 0,5 t, a vezető kötél hossza l = 20 km, a kötél tömegét tekintsük elhanyagolhatónak, elektromos ellenállása – a hozzátartozó csatlakozókkal együtt – R_{el} = 1,8 kΩ. Az űrhajó h = 300 km magasságban körpályán mozog. A Föld mágneses indukciójának erőssége ebben a magasságban $B = 3 \cdot 10^{-5}$ T nagyságú.

a) Mekkora erő feszíti a radiális irányban teljesen kiengedett kötelet?

b) Becsülje meg a szonda lengésének periódusidejét, ha az az egyensúlyi állapotból kissé (φ_{max}<5°) kilendül!

c) Maximálisan mekkora elektromos energiát lehetne nyerni a rendszerrel a Föld megkerülése közben, ha tudjuk, hogy az ionoszféra miatt a szonda és az űrhajó elektromos potenciálkülönbsége - 1200 V.

d) A berendezés folyamatos használata esetén legfeljebb mennyivel változna az űrsikló magassága egy földi nap alatt?

(*A feladat a NASA 1996. február 2-ai TSS-1R nevű kísérlete alapján készült. Hömöstrei Mihály*)

13) Úszóstratégia.

A $2L$ szélességű folyó időben állandó felszíni áramlásprofilja: $\boldsymbol{v}_f = \begin{pmatrix} v_m(1 - ay^2) \\ 0 \end{pmatrix}$. (A koordinátarendszer origója a folyószakasz közepén van.)

a) Adja meg az a paraméter értékét!

b) Az úszó mindvégig a partra merőleges sebességgel úszik. Mekkora távolsággal arrébb ér partra így az úszó?

c) A folyó most időben és térben állandó, az úszóéval megegyező sebességgel folyik. Az úszó most mindvégig a kiindulási helyről szemközt látszódó pont felé úszik. Mekkora távolsággal arrébb ér partra így az úszó?

d) Ezen a folyón egy $\boldsymbol{v}_{\text{ű}}$ sebességű, fáradhatatlan úszó a *legrövidebb útvonalon* úszik át a vele szemközti partra. Adja meg a mozgás során történő $\alpha(y)$ szögelfordulás függvényét és a $v_y(y)$ pályasebességet! (α az a szög, ami jellemzi, hogy a partra állított merőlegeshez képest milyen irányba dolgozik az úszó.) Diszkutálja a megvalósuló mozgásokat v_{m} és $v_{\text{ű}}$ viszonya alapján!

(Tasnádi Tamás ötlete alapján Karácsonyi Csaba)

14) Kvantummacska.

Habár Schrödinger macskáját a valóságban nem lehet az élet és halál szuperpozíciójába juttatni, mégis önmagunk szórakoztatásának érdekében hipotetikusan tegyük fel, hogy a macska szuperponált állapotban van:

$$|\psi\rangle = \frac{1}{2}|\heartsuit\rangle + \frac{\sqrt{3}}{2}|\text{💀}\rangle,$$

ahol $|\heartsuit\rangle$ jelöli azt az állapotot, amely a macska túlélésének felel meg, amíg $|\text{💀}\rangle$ azt az állapotot jelenti, hogy a macska meghalt.

a) Mit jelent Schrödinger macskája? Miről szól ez a furfangos példa? Mi a feladat célja?

b) A valóságban miért nem valósítható meg a macskának ez az állapota?

Képzeletben végezzünk el ismételhető méréseket, amely kideríti, hogy a macska él-e.

c) Mi macska életben maradásának / meghalásának valószínűsége?

d) Hasonlóan, ahogyan egy feldobott pénzérme két kimeneteléhez is lehet számértékeket rendelni, társítsuk a +1 mérhető értéket a $|\heartsuit\rangle$, és a -1 mérhető értéket a $|\text{💀}\rangle$ sajátállapot méréséhez. Mi az említett ismételhető mérés várható értéke?

e) Mi az említett ismételhető mérés szórása?

f) Mit jelent az, hogy a $|\heartsuit\rangle$ és $|\text{💀}\rangle$ állapotok egymásra merőlegesek?

g) Hogyan lehetne felírni ezt az állapotot egy 2 dimenziós oszlopvektorként? Mit jelentenek a $\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}$ és $\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}$ bázisok?

h) Mi az „él-e a macska” mérés operátora 2×2-es mátrix formájában?

i) Vajon merőleges lenne-e a hipotetikus életben maradás $|\heartsuit\rangle$ állapota a hipotetikus jókedvűség |😊⟩ állapotával? Miért igen / miért nem?

(*Tóth Kristóf*)

15) Csatamodell.

Fontoljuk meg két hadsereg harcának a következő alapmodelljét: Az A sereg minden katonája időegységenként lelő α ellenséges katonát, a B sereg minden katonája időegységenként lelő β ellenséges katonát. A harc addig tart, amíg az egyik sereg teljesen megsemmisül.

Hogyan függ a csata kimenetele az α és β paraméterektől, valamint a seregek kezdeti méretétől? Meddig tart a csata? A győztes sereg hány túlélője marad a csatamezőn?

(Bihary Zsolt)

16) Kilötyögő kávé.

Ismert tapasztalati tény, hogy sétálás közben a kávé könnyen kifolyhat, ha a csészében lötyögés sajátfrekvenciája rezonanciába kerül a lépéseink ütemével. Adjunk becslést és végezzünk kísérleteket arról, hogy hogyan alakulnak egy henger vagy négyzetalapú hasáb alakú edényben a lötyögés sajátfrekvenciái a bögre méretének és a kávé mennyiségének releváns mérőszámai függvényében.

(Vincze Miklós)

17) Napelem.

Napelemes mérést végeztünk Budapesten június 19-én, egy tökéletesen tiszta napon: az égen egyetlen felhő sem volt.

Megmértük napelem-cella kimenő teljesítményét (lásd az alábbi adatokat). A környező levegő hőmérséklete a $T_a = 29{,}1 - 0{,}16\,(t - 14{,}6)^2$ [°C] függvény szerint változott, ahol t a helyi időt jelöli (órában mérve), azaz a legmelegebb hőmérsékletet helyi idő szerint 14:36 órakor mértük. A napelem természetesen melegebb volt, mint a levegő, hőmérséklete $T_p = T_a + K\,P$, szerint változott, ahol P a napelem-panel teljesítménye, K pedig egy állandó. A napelem hatásfoka (a napenergia villamos energiává alakított hányada) a hőmérséklet növekedésével 0,35 %/C mértékben csökken. A napelem majdnem vízszintesen áll, a vízszintes síkhoz képest 4 fokkal dől a 184 fokos irányba (azaz a déli iránytól 4 fokkal nyugatra).

Mennyi volt a légkör által elnyelt vagy visszavert napenergia hányada délben; reggel 8:00 órakor és este 19:00 órakor?

És mekkora a *K* arányossági tényező értéke?

A mért pillanatnyi teljesítmény (kW-ban) az alábbiakban látható, 10 percenként, reggel 7:20-tól 19:10-ig:

0,81, 0,90, 0,98, 1,07, 1,16, 1,23, 1,32, 1,40, 1,47, 1,55, 1,63, 1,70, 1,76, 1,83, 1,89, 1,94, 2,00, 2,04, 2,10, 2,15, 2,17, 2,23, 2,28, 2,29, 2,31, 2,34, 2,36, 2,35, 2,38, 2,41, 2,40, 2,40, 2,43, 2,39, 2,42, 2,44, 2,41, 2,41, 2,37, 2,34, 2,33, 2,30, 2,28, 2,24, 2,21, 2,17, 2,12, 2,07, 2,02, 1,98, 1,91, 1,87, 1,81, 1,75, 1,68, 1,61, 1,54, 1,46, 1,39, 1,32, 1,24, 1,16, 1,07, 0,99, 0,90, 0,82, 0,73, 0,65, 0,55, 0,47, 0,39, 0,31.

(Veres Gábor)