

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
14 martie 2026

pagina 1 din 4

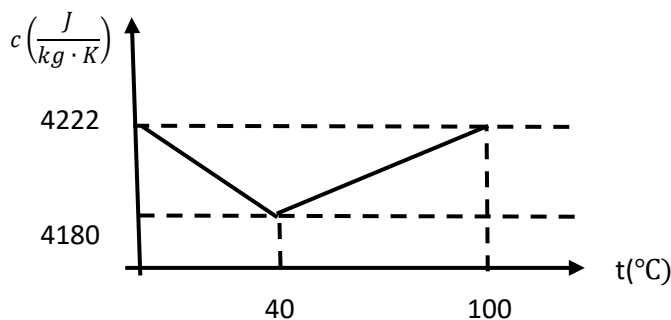
I. Tétel

Néhány kísérlet elvégzéséhez rendelkezésünkre áll egy $C = 100 \text{ J/K}$ hőkapacitású kaloriméter, $m_1 = 0,1 \text{ kg}$ tömegű vízből és $m_2 = 0,2 \text{ kg}$ tömegű metanolból készített, $t_1 = 40^\circ\text{C}$ hőmérsékletű keveréket tartalmazó edény, $m_3 = 1 \text{ kg}$ tömegű, $t_2 = -50^\circ\text{C}$ hőmérsékletű jégkocka, és egy második jégkocka melynek belsejében higany található. A második, szintén $t_2 = -50^\circ\text{C}$ hőmérsékletű jégkocka $m_3 = 1 \text{ kg}$ tömegű jégből és $m_4 = 0,2 \text{ kg}$ tömegű higanyból áll. Ezen kívül rendelkezésünkre áll $m_1 = 0,1 \text{ kg}$, $t_3 = 0^\circ\text{C}$, hőmérsékletű vizet tartalmazó edény, valamint egy petróleumlámpa, melynek segítségével $\eta = 30\%$ -os hatásfokkal melegíthetjük a kaloriméter edényét. A petrólem égetésének hozama $D = 0,05 \text{ g/s}$.

A. Az első kísérlet megvalósításához, a $t_2 = -50^\circ\text{C}$ hőmérsékletre hűtött, üres kaloriméterbe beletesszük a higanyt tartalmazó, $t_2 = -50^\circ\text{C}$ hőmérsékletű jégkockát. A kaloriméter edényét melegítjük a petróleumlámpával. Határozzátok meg, hogy mennyi idő múlva éri el a kaloriméter tartalma a $t_1 = 40^\circ\text{C}$ hőmérsékletet.

B. A második kísérlet során a $t_1 = 40^\circ\text{C}$ kezdeti hőmérsékletű kaloriméterbe beleöntjük a vizet és metanolt tartalmazó folyadék keveréket és bele tesszük a jégkockát (a higany nélkül) a feladat kijelentésében megadott hőmérsékleteken. Határozzátok meg a kaloriméterben kialakuló egyensúlyi hőmérsékletet.

C. Az utolsó kísérlet során a $t_3 = 0^\circ\text{C}$ hőmérsékletre hozott üres kaloriméterbe öntjük a második pohárból a $t_3 = 0^\circ\text{C}$ hőmérsékletű $m_1 = 0,1 \text{ kg}$ vizet. A víz fajhője jó megközelítéssel a megadott grafikon szerint változik a hőmérséklet függvényében. A petróleumlámpa a kaloriméter edényét $\Delta t = 80 \text{ s}$ ideig $\eta = 30\%$ -os hatásfokkal melegíti. Határozzátok meg a petróleum égetésének hozamát, ha az edény és a benne lévő víz hőmérséklete $\theta = 88^\circ\text{C}$ -ra nő.



Ismertek: a víz fajhője $c_1 = 4185 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ (A és B alpontoknál), a metanol fajhője $c_2 = 2710 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, a szilárd higany fajhője $c_3 = 138 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, a folyékony higany fajhője $c_4 = 140 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, a jég fajhője $c_5 = 2090 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, a jég fajlagos olvadási latens hője $\lambda_1 = 334000 \text{ J/kg}$, a higany fajlagos olvadási latens hője $\lambda_2 = 11300 \text{ J/kg}$, a petróleum fűtőértéke $q = 44 \text{ MJ/kg}$, a higany olvadáspontja $t_4 = -39^\circ\text{C}$, a metanol olvadáspontja $t_5 = -98^\circ\text{C}$, a jég olvadáspontja $t_3 = 0^\circ\text{C}$.

1. Mindegyik tételt 1, 2 valamint a 3-as tételt külön lapra kel megoldani és titkosítani kell.
2. Egy tételen belül a diák a követelményeket bármilyen sorrendben megoldhatja.
3. A munkaidő 3 óra a tételek kiosztásának pillanatától számolva.
4. A diákok használhatnak nem programozható zsebszámológépet.
5. Minden tételt 0-tól 30-ig pontoznak A végső pontszám ezen pontszámok összege, a maximális pontszám 100 pont, ebből 10 pont jár hivatalból.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
14 martie 2026

pagina 2 din 4

II. Tétel

Alin és Diana tanulmányozzák két homogén, különböző anyagból készült kocka és különböző, a laboratóriumban rendelkezésükre álló folyadékok kölcsönhatását. Diana magas, négyzet alapú, hasáb alakú edényt használ. A négyzet oldala $L = 3l = 27\text{ cm}$. Ezen kívül egy fehér, $l = 9\text{ cm}$ oldalhosszúságú és $\rho_1 = 3\text{ g/cm}^3$ sűrűségű kerámiakockát, valamint egy fekete ρ_2 sűrűségű és l_2 oldalhosszúságú kockát használ.

Diana $\rho_0 = 4,25\text{ g/cm}^3$ sűrűségű folyadékot tölt az edénybe, amíg a folyadék felszíne $H = 3l = 27\text{ cm}$ magasan lesz. Ezután az edényben lévő folyadékba teszi a fehér kockát és megállapítja, hogy amikor a folyadék és a test egyensúlyba kerülnek a folyadék felszíne $H + \Delta H$ magasan lesz.

- A. Számítsd ki a kocka által kiszorított folyadék térfogatát.
B. Határozd meg a ΔH értékét.

Diana provokálja Alint, hogy határozza meg a fekete kocka oldalélének hosszát, valamint a fekete kocka anyagának sűrűségét anélkül, hogy látná a kockát, csakis a Diana által mért adatokra hagyatkozva. Diana elmondta, hogy ugyanazt az edényt használta, minden alkalommal az edénybe H magasságú folyadékoszlopot töltött, mindkét kockát a folyadékba tette és megmérte minden alkalommal a kockák felső, vízszintes felülete közötti szintkülönbséget, miután a kockák nyugalomba kerültek. A kísérletet többször elvégezte, különböző sűrűségű folyadékkal és a mért adatokat a mellékelt táblázatba jegyezte le.

- C. Határozd meg a fekete kocka oldalhosszát.
D. Határozd meg a fekete kocka anyagának sűrűségét, valamint a mérési hibát, felhasználva a táblázatban feltüntetett értékeket.

Alin megbeszéli Dianával azt a feltételezett helyzetet, amikor az edényben lévő folyadék sűrűsége változna a mélységgel a következő törvény szerint:

$$\rho(h) = \rho_0 + k \cdot y$$

ahol $\rho_0 = 0,6\text{ g/cm}^3$; $k = 0,05\text{ g/cm}^4$; $y = \text{mélység}$

- E. Határozd meg a két, egyensúlyba került kocka felső vízszintes felülete közötti távolságot ebben a folyadékban feltételezve, hogy a folyadékoszlop nagyon magas. ($H_1 > 60\text{ cm}$).

A folyadék sűrűsége $\rho_0(\text{g/cm}^3)$	A felületek közötti távolság $d(\text{cm})$
0,62	0,0
0,70	0,0
0,79	0,0
0,91	20,5
1,00	21,2
1,25	22,6
1,48	23,5
2,23	25,0
2,89	25,6
3,32	5,8
4,25	4,5
6,44	3,0
13,54	1,4

- Mindegyik tételt 1, 2 valamint a 3-as tételt külön lapra kel megoldani és titkosítani kell.
- Egy tételen belül a diák a követelményeket bármilyen sorrendben megoldhatja.
- A munkaidő 3 óra a tételek kiosztásának pillanatától számolva.
- A diákok használhatnak nem programozható zsebszámológépet.
- Minden tételt 0-tól 30-ig pontoznak A végső pontszám ezen pontszámok összege, a maximális pontszám 100 pont, ebből 10 pont jár hivatalból.

Olimpiada de Fizică

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

pagina 3 din 4

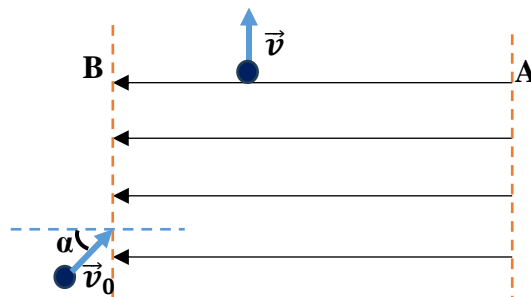
III. Tétel

A részecskegyorsítók a modern fizika alapvető eszközei, melyek segítségével az elektromosan töltött részecskéket a fénysebességhez közeli sebességekre gyorsítják elektromos és mágneses tereket használva. Ezek nagyon fontosak az anyag szerkezetének vizsgálatához, új szubatomi részecskék felfedezéséhez, kémiai elemek szintéziséhez, a Big Bang (Ősrobbanás) utáni állapotok szimulálásához, és a gyógyászati (radioterápia), illetve ipari alkalmazásokhoz. A Tehetséggondozó központ diákjai tanulmányozzák az elektromosan töltött részecskék (elektronok és protonok) viselkedését különböző elektromos terekben. Ismertek: az elemi töltés $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, az ólom móltömege $\mu_{Pb} = 208 \text{ g/mol}$, a proton móltömege $\mu_p = 1 \text{ g/mol}$, az elektrosztatikus állandó légüres térben $k \approx 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$. Az elektronvolt (eV) az elemi részecskék energiájának mértékegysége $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ és az egy volt feszültségen gyorsított elektron energiáját fejezi ki.

A. A CERN részecskegyorsítója, a Nagy Hadronütköztető (Large Hadron Collider (LHC)) az egyik kísérletnél ólomot ($^{208}_{82}\text{Pb}$) használ ionos formában (Pb^{2+}). A diákok modellálták az ólomion és egy proton közötti ütközést, feltételezve, hogy az ólomion rögzített és hogy a protonok (^1_1p) kis, $E_c = 2 \text{ eV}$ mozgási energiával, nagy távolságról érkeznek. Számítsd ki a minimális távolságot amelyre a proton megközelítheti az iont.



B. A tér egy részében homogén, párhuzamos erővonalakkal ábrázolt elektromos teret hozunk létre amint a mellékelt ábra szemlélteti. Az A és B pontok közötti feszültség $U_{AB} = 1000 \text{ V}$. Az elektromos térbe egy protonnaláb lép be $\alpha = 60^\circ$ -os beesési szög alatt. Határozd meg a beeső protonok minimális mozgási energiáját, úgy, hogy a protonnaláb áthaladhasson az elektromos téren (lásd a mellékelt ábrát) és ezt az elektromos tér erővonalaira merőleges irány szerint hagyja el. Az eredményt fejezd ki elektronvoltban.



C. Az elektromos tér tulajdonságainak leírásához meghatározunk egy vektoriális fizikai mennyiséget, az elektromos tér erősségét (\vec{E}), mint az elektromos tér részéről az egységnyi elektromos töltésre ható elektromos erőt: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$. Egy hirtelen gyorsításhoz egy elektronnalábot párhuzamos erővonalú elektromos térbe léptetünk, ahol az elektromos tér erőssége az elektronok helyzetének függvényében a következő törvény szerint változik: $E = E_0 + a \cdot x$, ahol $E_0 = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ és $a = 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$. E_0 az elektromos tér erősségét fejezi ki abban a pontban, ahol az elektronok belépnek az elektromos térbe ($x_0 = 0$). Egy lassú elektronnalábot ($E_{c0} = 10 \text{ eV}$) az elektromos tér erővonalai mentén irányítunk. Határozzátok meg hány-szorosára nő meg az elektronok mozgási energiája miután $l = 50 \text{ cm}$ távolságot tesznek meg az adott elektromos térben.

1. Mindegyik tételt 1, 2 valamint a 3-as tételt külön lapra kel megoldani és titkosítani kell.
2. Egy tételen belül a diák a követelményeket bármilyen sorrendben megoldhatja.
3. A munkaidő 3 óra a tételek kiosztásának pillanatától számolva.
4. A diákok használhatnak nem programozható zsebszámológépet.
5. Minden tételt 0-tól 30-ig pontoznak A végső pontszám ezen pontszámok összege, a maximális pontszám 100 pont, ebből 10 pont jár hivatalból.

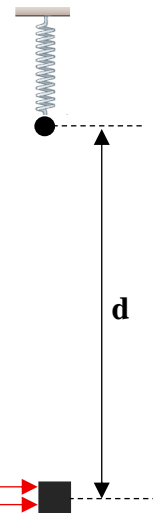
Olimpiada de Fizică

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

pagina 4 din 4

D. Egy monoenergetikus, párhuzamos elektronnyaláb elektronjai mozgási energiájának meghatározásához a diákok egy eszközt terveztek, melynek részei egy $q = 600 \text{ mC}$ elektromos töltésű és $m = 1 \text{ g}$ tömegű golyó, melyet $\Delta l = 2 \text{ cm}$ -es megnyúlással rendelkező könnyű rugóval függesztünk fel. A rugó alatt egy $a = 1,5 \text{ cm}$ oldalhosszúságú fémkockát rögzítünk. A kocka és a golyó közötti távolság $d = 1 \text{ m}$, és a kockát, valamint a golyót pontszerűeknek tekintjük a köztük lévő távolság miatt. A kocka egyik oldalára merőlegesen egy elektronnyalábot küldünk egy $\Delta t = 3 \text{ ms}$ ideig tartó impulzus formájában. Az elektronnyaláb párhuzamos, homogén és a kocka oldalának teljes felszínére esik. Az elektronokat elnyeli a kocka. A folyamat után a golyó új egyensúlyi helyzete a kockához közelebb kerül $y = 4 \text{ cm}$ -el. Egy másodperc alatt az egységnyi merőleges felületen az elektronnyaláb egy $\varepsilon = \frac{1 \text{ GeV}}{\text{s} \cdot \text{m}^2}$ energiafluxust ad át. Számítsd ki az elektronnyaláb egy elektronjának mozgási energiáját eV-ban kifejezve. A gravitációs gyorsulásértékét $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ -nek veheted.



Útmutatás. Ha az anyagi pont helyzetének függvényében az erő az alábbi kifejezés szerint változik:

- $F = \frac{a}{x^2}$, ahol a egy állandó, az erő középértéke $F_m = \sqrt{F_1 \cdot F_2}$;
- $F = a \cdot x + b$, ahol a és b állandók, az erő középértéke $F_m = \frac{F_1 + F_2}{2}$.

A tételt javasolták

prof. Corina DOBRESCU, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București

prof. Gabriela ALEXANDRU, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București

prof. FALUVÉGI Ervin Zoltán, Colegiul Național „Silvania”, Zalău

prof. Dorin BUNĂU, Colegiul Național „Gh. Lazăr”, Sibiu

1. Mindegyik tételt 1, 2 valamint a 3-as tételt külön lapra kel megoldani és titkosítani kell.
2. Egy tételen belül a diák a követelményeket bármilyen sorrendben megoldhatja.
3. A munkaidő 3 óra a tételek kiosztásának pillanatától számolva.
4. A diákok használhatnak nem programozható zsebszámológépet.
5. Minden tételt 0-tól 30-ig pontoznak. A végső pontszám ezen pontszámok összege, a maximális pontszám 100 pont, ebből 10 pont jár hivatalból.