

Országos Szilárd Leó Fizikaverseny – Elődöntő 2022.

Minden feladat helyes megoldása 5 pontot ér. A feladatokat tetszőleges sorrendben lehet megoldani. A feladatok nem nehézségi sorrendben vannak. A megoldáshoz bármilyen „offline” segédeszköz használható, telekommunikációs eszközök használata tilos. Rendelkezésre álló idő: 180 perc.

1. Feladat:

(kitűzte: Tarján Péter || 5 pont)

Mely híres XX. századi fizikusoktól származhatnak az alábbi idézetek?

- „Ez volt a leghihetlenebb dolog, ami valaha történt velem. Majdnem olyan, mintha az ember egy tizenöt hüvelykes ágyúval selyempapírra lőne, és a golyó visszapattanna.”
- „Jöjjön Koppenhágába, dolgozzon velünk. Kedveljük azokat, akik gondolat kísérleteket tudnak végezni!”
- „Felkapcsoltuk a kapcsolót, és láttuk a villanásokat. Néztük tíz percig, aztán mindent kikapcsoltunk és hazamentünk. Azonnal tudtam, hogy nagy bánat vár a világra.”
- „Nem a gravitáció tehet róla, hogy az emberek szerelembe esnek.”
- „Nem szabad elfelejtenünk, hogy a rádiumról felfedezésekor senki sem tudta, hogy hasznos lesz a gyógyításban. Az tisztán alapkutatás volt. Ez is bizonyítja, hogy a tudományos munkát nem szabad pusztán a közvetlen haszna alapján megítélni. Végezni kell önmagáért, a tudomány szépségeért; és persze mindig fennáll az esélye, hogy egy tudományos felfedezés – mint a rádium – majd az emberiség hasznára válik.”

2. Feladat:

(kitűzte: Halász Máté és Sükösd Csaba || 5 pont)

Egy átlagos magyar család éves villamosenergia-fogyasztása 2275 kWh (2020-as adat). Becsüljük meg, hogy hány gramm ^{235}U elhasítása lenne szükséges, ha ennek a villamos energiának a teljes egészét a Paksi Atomerőműben termelnék meg? Adatok: A Paksi Atomerőmű egy blokkjának névleges elektromos teljesítménye $P_e = 500$ MW, termikus teljesítménye $P_t = 1485$ MW. Az egy hasadásban felszabaduló energiát vegyük $E_h = 200$ MeV-nek.

3. Feladat:

(kitűzte: Ujvári Sándor || 5 pont)

A ^{239}Pu α -bomló, és az α -részecskéket 5,1567 MeV kinetikus energiával bocsátja ki. Hőmérsékleti egyensúlyban az 1 mol mennyiségű ^{239}Pu izotóp 0,461 W hőteljesítménnyel fűti a környezetét.

- Mennyi az α -bomlásban felszabaduló teljes energia?
- Számítsuk ki ezekből az adatokból a ^{239}Pu felezési idejét!

4. Feladat:

(kitűzte: Ujvári Sándor || 5 pont)

Egy $8 \cdot 10^{-16}$ J energiájú foton ütközik egy hozzá képest nyugvónak és szabadnak tekinthető elektronnal. A visszaverődő foton a beesővel ellentétes irányban halad.

- Mekkora a beeső foton hullámhossza?
- A visszaverődő foton hullámhossza hány százalékkal nagyobb a beeső foton hullámhosszánál?
- Mekkora az ütközés után az elektron sebessége?

5. Feladat:

(kitűzte: Szűcs József || 5 pont)

Egy a Naptól állandó távolságban, folyamatos napsütésben keringő űrhajóból a helyi napállandó meghatározása céljából az űrhajósok egy jó hővezető kockát helyeznek ki az űrbe úgy, hogy egyik (abszolút fekete) lapja merőleges a napsugárzásra. A többi öt lap tükröződő fóliával van borítva, melynek fényvisszaverő képessége $r_t = 0,8$. (A fényelnyelő és fényvisszaverő képességeket vegyük hullámhossztól és hőmérséklettől függetlenül állandónak!)

- Mekkora a mért S_0 napállandó, ha a kocka állandósult hőmérséklete 57°C ?
- Mennyivel és hogyan változik meg a kocka állandósult hőmérséklete, ha az egyik oldaláról eltávolítják a borító fóliát (a fólia nélküli lap feketének vehető)?
- Legfeljebb hány borítófóliát távolíthatnak el a kísérlet során anélkül, hogy a kocka hőmérséklete 0°C alá esne?

A feladatok a következő oldalon folytatódnak!

1/2

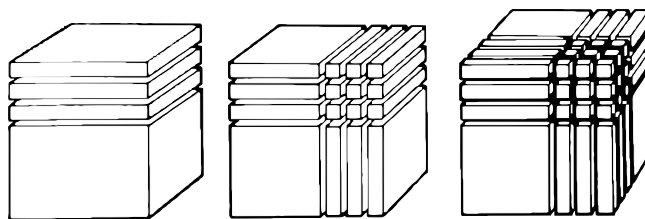
6. Feladat:**(kitűzte: Ujvári Sándor || 5 pont)**

A galaxisok színeképe felvilágosítást ad arról, hogy milyen anyagokból állnak. A galaxisok színeképvonalainak hullámhossza viszont a földi elemek színeképehez képest eltolódik. Ez a galaxisok hozzánk képest végzett mozgásáról hordoz információt. Az Androméda-galaxis színeképét vizsgálva a mérések szerint a hidrogén 656,281 nm-es színeképvonala eltolódott 655,624 nm-re.

Milyen irányba és milyen sebességgel mozog hozzánk képest ez a galaxis?

7. Feladat:**(kitűzte: Radnóti Katalin || 5 pont)**

Becsüljük meg a megadott adatok segítségével, hogy mekkora lehet egy szén-tetraklorid molekula mérete (a szomszédos molekulák átlagos távolsága)! A megoldáshoz használjuk fel a következőket: a forrás során teljesen eltávolodnak egymástól a molekulák, a molekulák eltávolítása elérhető a felület növelésével is. Gondolatban egy V térfogatú kockát lehet sok kis, egy molekulát tartalmazó kockára felbontani az ábrán látható módon. *Adatok:* a szobahőmérséklet $T_{sz} = 22^\circ\text{C}$, a szén-tetraklorid forráspontja $T_f = 76^\circ\text{C}$, fajhője $c = 0,84 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, forráshője $L_f = 195 \text{ kJ/kg}$, felületi feszültsége $\sigma = 2,64 \cdot 10^{-2} \text{ J/m}^2$, sűrűsége $\rho = 1590 \text{ kg/m}^3$ (tekintsük állandónak).

**8. Feladat:****(kitűzte: Mester András és Tarján Péter || 5 pont)**

A szén radioaktív ^{14}C izotópja ($T_{1/2} = 5700$ év) a Föld légkörében folyamatosan keletkezik és hozzájárul a légkör sugárzásához. A légköri radiokarbon aktivitásának legmagasabb értékét 1963-ban mérték, ekkor a légkör molekuláinak 0,032%-a volt CO_2 , és a szénatomok $2,33 \cdot 10^{-12}$ -ed része volt ^{14}C . *Adatok:* $p = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, $R_{\text{Föld}} = 6370 \text{ km}$, $M_{\text{levegő}} = 29 \text{ g/mol}$.

- Mekkora volt 1963-ban a ^{14}C aktivitása a légkörben?
- Hány százalékos az aktivitás változása a földi légkör sugárzásának a múlt század első felében állandósult $1,57 \cdot 10^8 \text{ GBq}$ értékéhez képest?
- Mi lehet a növekedés és a későbbi csökkenés oka?

9. Feladat:**(kitűzte: Tarján Péter || 5 pont)**

Rutherford-féle szórás kísérletet végzünk $^{27}_{13}\text{Al}$ magokon: vékony alumínium fóliát bombázunk $5,49 \text{ MeV}$ energiájú α -részecskékkal. Tegyük fel, hogy az Al atommag szabadon el tud mozdulni.

- Milyen közel juthat az α -részecske az Al atommagjához?
- Előfordulhat-e, hogy az α -részecske valamilyen magreakciót hoz létre, és nem csak Rutherford-szórás történik? Az atommag sugarát közelítsük az $R \approx 1,25 \cdot 10^{-15} \sqrt[3]{A} \text{ [m]}$ formulával.

Az α -részecske és az Al mag tömegarányát egyenlőnek vehetjük a tömegszámok arányával.

10. Feladat:**(kitűzte: Tarján Péter || 5 pont)**

Hogyan aránylik egymáshoz a 2 MV feszültséggel gyorsított elektron, illetve proton de Broglie-hullámhossza?