

# *Projektjavaslatok TDK-ra középiskolásoknak*

## **1. Maszkok áteresztőképességének mérése**

kapcsolat: Dr. Bozóki Zoltán, zbozoki@physx.u-szeged.hu

A pandémia okán a tudományos érdeklődésen túlmutató, a szélesebb értelemben vett közvélemény érdeklődésére is számottartó figyelem középpontjába kerültek az egyéni védőeszközök és maszkok. Milyen hatásokkal tudják lassítani a járvány terjedését? A vírus milyen tulajdonságaitól függ a szűrési hatások? Mikor és milyen körülmények között érdemes használni őket? Függ-e a maszkok szűrőképessége a vírus fajtájától, mutációjától? A maszkok minősítésére alkalmazott mérési protokollok egyértelmű választ adnak-e ezekre a kérdésekre?

Készíts méréseket a maszkok méretfüggő áteresztőképességének vizsgálatára a minősítésre alkalmazott módszerektől eltérő, azokon túlmutató modern mérőeszközökkel. Speciális generátorok segítségével állíts elő só és koromrészecskéket a nanométeres mérettartományban. Vizsgáld meg a maszkok áteresztőképességét ezekre a részecskékre és a levegőben éppen jelenlévő nano szennyező részecskékre. Tudj meg többet a maszkok szűrőképességére vonatkozó vizsgálatainkról.

## **2. Mérd meg lézeres fotoakusztikus mérőműszerrel egy autó szén-dioxid kibocsátását görgős fékpadon!**

kapcsolat: Dr. Bozóki Zoltán, zbozoki@physx.u-szeged.hu

Először meg kell mérned egy automatikus programmal a kuplungon, a sebességváltón, a differenciálművön és a kerekeken elvesztett teljesítményt (hajtásláncvesztést), majd a kerekeken leadott teljesítményből következtetni tudsz a motor teljesítményére. Közben a változó gázpedálállásokhoz más-más motorteljesítmény fog tartozni, ami változó szén-dioxid emissziót fog eredményezni. Ezen változásokat egy autó után elhelyezett, kipufogóra rögzíthető, fotoakusztikus műszerrel mérd meg, majd értékel ki a mérés eredményeit. Kiértékelés közben keresd meg az összefüggést a kipufogógáz szén-dioxid tartalma és a mért fotoakusztikus jel között. Értsd meg a fotoakusztika lényegét, majd az abból származó egyszerűségét és egyediségét. A fotoakusztikus műszerrel párhuzamosan egy gyári emissziómérővel is meg tudod mérni a kipufogógáz CO<sub>2</sub> tartalmát, majd párhuzamot tudsz vonni a két mérési elv pontosságáról.

### **3. Mérd meg a Hercules 10 drónra telepített fotoakusztikus mérőrendszerrel a légkör vízszintes és függőleges rétegeinek vízgőztartalmát!**

kapcsolat: Dr. Bozóki Zoltán, zbozoki@physx.u-szeged.hu

A Hercules 10 drón egy közel 8 kg teherbírású drón, amely már képes kész műszerek szállítására, így akár a fotoakusztikus vízgőzmérő rendszer reptetésére is alkalmas. A földfelszíni vízgőz meghatározása után a drón beindítását követően emelkedve a vízszintes levegőrétegek vízgőztartalmának feltérképezése van kítűzve. Egy másik feladatként a 90x90 cm méretű drónnal az akár 70 km/h-ás sebességgel mérd fel egy vízszintes levegőréteg páratartalmát. A távirányító-drón hatótávolsága 2 km, így egy városrész teljes feltérképezését el tudod végezni a fotoakusztikus rendszerrel. Értékelj ki a fotoakusztikus jelként megmért vízgőzt, majd közben keresd meg az összefüggést a légkör páratartalma és a mért fotoakusztikus jel között. Értsd meg a fotoakusztika lényegét, majd az abból származó egyszerűségét és egyediségét.

### **4. Szuperfeloldású mikroszkópok képalkotásának számítógépes modellezése**

kapcsolat: Dr. Erdélyi Miklós, erdelyi@titan.physx.u-szeged.hu

A lokalizációs elven működő szuperrezolúciós mikroszkópia egy nagyságrenddel növeli meg a hagyományos optikai mikroszkópok feloldását. Segítségével 10 nm-es struktúrák válnak megfigyelhetővé, lehetővé téve, hogy molekuláris szinten lehessen követni a biokémiai folyamatokat. A témában 2006-ban jelent meg az első publikáció és a módszer kifejlesztését 2014-ben Nobel-díjjal jutalmazták.

Az SZTE Fizikai Intézetében működő AdOptIm kutatócsoport a lokalizációs módszer kísérleti és elméleti fejlesztésével foglalkozik. A kutatócsoporthoz csatlakozó hallgató feladata az optikai rendszer számítógépes modellezése az OSLO optikai rendszertervező szoftver segítségével, a rendszerben fellépő leképezési hibák hatásának vizsgálata a végső kép minőségére. A projekt távlati célja az elméleti számolások kísérleti ellenőrzésére és a leképezési hibák kiküszöbölése.

### **5. Mérd meg a Napot!**

kapcsolat: Dr. Szalai Tamás, szaszi@titan.physx.u-szeged.hu

Készíts lyukkamerát egy legalább fél méter hosszú csőből: (Több darabból is összeállítható, használhatod például a háztartásban fellelhető papírhengereket.) A cső egyik végére sötét színű ragasztószalaggal erősíts milliméterpapírból, a másik végére pedig átlátszatlan kartonpapírból kivágott korongot. A kartonkorong közepét tűvel szúrd át. A lyukat irányítsd a Nap felé, hogy a milliméterpapír-ernyőn megjelenjen a napkorong képe. (Ha remeg a kezed, támaszd meg a csövet egy szék hátán.) Szükség lehet arra, hogy régi fényképészek módjára valamilyen sötét ruhadarabbal letakard a fejedet és a cső feléd néző milliméterpapíros végét, így nem vakít el a közvetlen napfény. A milliméterpapírról olvasd le a napkorong képének átmérőjét. Mérd le a cső hosszát, és határozd meg a Nap szögátmérőjét (azaz, hogy mekkora szögben látszik a Nap a Földről). A munka folytatásaként a mérés során jelentkező, lehetséges hibaforrásokat, illetve azoknak a mérési eredményre való hatásait is végig lehet gondolni.

## **6. Esszépályázat modern csillagászati kutatások témakörében** kapcsolat: Dr. Szalai Tamás, szaszi@titan.physx.u-szeged.hu

A TDK-ra középiskolásként esszépályázattal is lehet jelentkezni, amelynek kiváló témája lehet a modern csillagászati kutatások egy-egy részterülete, pl. exobolygók, a Földön kívüli élet lehetősége (asztrobiológia), a Föld és a kozmikus veszélyforrások, csillagok keletkezése, fejlődése és pusztulása, neutroncsillagok és fekete lyukak stb. A kiválasztott téma feldolgozásához középiskolások számára is használható szakirodalmi források megadásával és egyéb szakmai tanácsokkal is segítünk.

## **7. Sokszínű nanorészecskék** kapcsolat: Dr. Kohut Attila, akohut@titan.physx.u-szeged.hu

A nanorészecskék „színét”, azaz elnyelési és szórési spektrumát az anyaguk mellett a méretük és az alakjuk is befolyásolja. Gömb alakú részecskék esetén a spektrum az ún. Mie szórás segítségével határozható meg elméleti úton, például a MiePlot nevű ingyenes szoftverrel.

A MiePlot segítségével vizsgálj meg, hogy különböző fémek esetén – pl. arany, ezüst, réz – miként változik az elnyelési és szórési spektrum a részecskék méretének függvényében! Hasonlítsd össze a szimulált spektrumokat a NaMiLab csoport által, szikra plazmák segítségével előállított nanorészecskék kísérleti úton meghatározott spektrumaival. Tapasztalataid alapján gondolkozz el rajta, hogy miként lehetne ismeretlen méretű nanorészecskék méretét megbecsülni a mért abszorpciós és elnyelési spektrumuk alapján! Mik lehetnek egy ilyen módszer legjelentősebb korlátai?

## **8. Lézerek orvosi alkalmazásai** kapcsolat: Dr. Hopp Béla, bhopp@physx.u-szeged.hu

A lézerek 1960-as felfedezésüket követően szinte azonnal megjelentek az orvostudományban is. Már a hatvanas években folytak kísérletek orvosi alkalmazási lehetőségeikkel kapcsolatban, s igen hamar ki is derült, hogy a gyógyítás szinte minden területén nagy hatékonysággal bevethetők. Olyan beavatkozásokat is lehetővé tesznek, melyek a hagyományos eszközökkel, módszerekkel korábban nem voltak megvalósíthatók. Az 1980-as, 90-es évek: kiteljesedett a lézerek orvosi alkalmazása, bebizonyosodott, hogy az emberi szervezet szinte minden szervén, szövetén a különböző típusú lézerekkel rendkívül hatékony és kíméletes módon végrehajtható műtétek végezhetők. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy már minden lehetőséget felfedeztek, megvizsgáltak, kiaknáztak volna.

Kutatási feladat: lézerrel besugározni különböző biológiai (nem emberi) szöveteket, s megvizsgálni, ennek hatására mi történik velük.

## **9. Nanorészecskék lézeres előállítása**

kapcsolat: Dr. Hopp Béla, bhopp@physx.u-szeged.hu

Az utóbbi évtizedekben a nanorészecskék és nanostruktúrák egyre inkább az érdeklődés előterébe kerültek sokféle potenciális alkalmazási lehetőségeik miatt, amelyek különleges fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaik széles skáláján alapulnak. Mivel a fém nanorészecskék tulajdonságai függnnek alakjuktól és méretüktől, kiterjedt vizsgálatokat végzünk ezen paraméterek szabályozására különféle előállítási módszerekkel. Elsősorban a lézeres besugárzási technikát alkalmazzuk, amely lehetővé teszi nanorészecskék előállítását szinte bármilyen fémből.

Kutatási feladat: összetett fém nanorészecskék előállítása különböző fémek besugárzásával.

## **10. Nanostruktúrák lézeres kialakítása**

kapcsolat: Dr. Hopp Béla, bhopp@physx.u-szeged.hu

Az impulzuslézerek nagy pontosságú mikromegmunkálást tesznek lehetővé még a nagy hővezetési tényezővel rendelkező fémek esetén is. Bizonyos paramétertartományon a kezelt felületeken olyan nanostruktúrák alakulhatnak ki, amelyek nagymértékben csökkentik a besugárzott felület fényvisszaverő-képességét az UV, a látható és a közeli IR tartományon egyaránt. Ezt az abszorpciónövekedést fémek széles skálája esetén kimutattuk, mint például arany, ezüst, réz. A mintázatok kialakulása és a reflexiós tulajdonságok változása közötti kapcsolatot vizsgáltuk különböző lézerparaméterek alkalmazása mellett.

Kutatási feladat: a lézeres kezeléssel kialakított „fekete” fémek gyakorlati alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata, felkutatása.

## **11. Biológiai gázok és kombinációik kapcsolata a sejt- és a mitokondrium funkcióval és szerkezettel élettani és hipoxiás körülmények között**

kapcsolat: Tallósy Szabolcs Péter, tallosy.szabolcs@med.u-szeged.hu

Az aerob sejtek működését biológiailag aktív gázok szabályozzák. Az átmeneti oxigénhiány következtében aktiválódó gáz-alapú jelátviteli rendszerek alapvetően befolyásolhatják a sejtes gyulladáshoz vezető reakciók intenzitását, de az egyes gázok, valamint különböző kombinációik által közvetített jelek és a membránokban bekövetkező strukturális és funkcionális változások még alig ismertek. Vizsgálataink egyik célja a biológiailag inertnek tartott metán (CH<sub>4</sub>) hatásainak feltérképezése a hipoxia-reoxigenizáció által kiváltott oxido-reduktív stressz-folyamat során, másik célja az endogén gázképződés (CH<sub>4</sub>, NO, formaldehid) kimutatása és mértékének mérése különböző sejtvonalakon. További vizsgálatainkban különböző gázokkal telített mikroatmoszférák hatását detektáljuk a sejtek membránszerkezetével kapcsolatos jellemzőkre zárt rendszerű reaktorban, mikroszkópos képalkotó eljárásokkal, valamint szubcellulárisan, mitokondriális szinten is vizsgáljuk az exogén gázok által indukált funkcióváltozást a légzési láncot alkotó fehérje-komplexek kapacitásainak megállapításával normoxiás és hipoxiás körülmények között.

## 12. Összetett mechanikai problémák számítógépes megoldása

kapcsolat: Dr. Földi Péter: [foldi@physx.u-szeged.hu](mailto:foldi@physx.u-szeged.hu)

A mindennapi életben gyakran találkozunk olyan jelenségekkel, amelyek megértéséhez a mechanika elvei, a Newton-egyenletek adják a kulcsot. Azonban a tankönyvi példákon túlmenve, gyakran szembesülünk azzal a nehézséggel, hogy a bár fel tudjuk írni a mozgást meghatározó egyenleteket, azok megoldása már nehézkesnek, esetleg lehetetlennek is tűnik a hagyományos elméleti módszerek, azaz papír, ceruza és gondolkodás segítségével. Számítógép felhasználásával, a mozgásegyenletek numerikus megoldásával azonban a legtöbb összetett esetben is célt érhetünk. A tervezett munka során ennek a folyamatnak a részleteibe nyerünk betekintést, és önállóan írt programok segítségével oldunk meg érdekes problémákat – beleértve olyanokat is, amelyeket a diákok vetnek fel.

## 13. Legőzés hullámokkal

kapcsolat: Dr. Czirják Attila: [czirjak@physx.u-szeged.hu](mailto:czirjak@physx.u-szeged.hu)

Tudod-e, miről ismerjük fel csukott szemmel vagy felvételtől hallva is, hogy egy dallamot milyen hangszeren játszik a zenész? (Hiszen a kottában előírt hangmagasság csak a hang frekvenciáját adja meg!) Hogyan tudja egy elektronikus szintetizátor utánozni egy valódi hangszer hangját? Hogy jönnek létre a szegedi ELI-ALPS kutatóintézetben az attoszekundumos „fény”-impulzusok? Honnan tudjuk, hogy egy távoli csillag körül kering-e bolygó, vagy akár azt, hogy milyen kozmikus esemény volt a forrása a LIGO-ban detektált gravitációs hullámnak?

Ezeknek az egymástól igen távol eső fizikai területekhez tartozó kérdéseknek van egy nagyon érdekes és fontos közös alapja is: bonyolult rezgések vagy hullámok is előállíthatók és felbonthatók más, ismert, egyszerűbb rezgések vagy hullámok összegeként.

Ha ezek az egyszerűbb rezgések sin vagy cos függvényekkel adottak, akkor ezt a módszert Fourier-analízisnek nevezzük, és ezzel a témakörrel már középiskolás tudás birtokában is érdemes megismerkedni.

Próbáld ki, ábrázold a  $[0, 5]$  intervallumon (pl. Excel segítségével) a következő 3 függvényt:

$$-\cos(2\pi \cdot 4 \cdot x/5), \quad 2\cos(2\pi \cdot 5 \cdot x/5), \quad -\cos(2\pi \cdot 6 \cdot x/5),$$

ezután ábrázold az összegüket is, és ezt hasonlítsd össze a  $4\sin(2\pi \cdot x/10)^2 \cos(2\pi \cdot x)$  függvény ábrájával.

Célunk ebben a projektben számítógép (pl. saját laptop, PC, Raspberry PI, stb.) és egy barátságos, de nagyon okos szoftver (Wolfram Mathematica) segítségével periodikus jeleket (rezgések, hullámok) vizsgálni, előállítani, érdekes dolgokra alkalmazni. Egyéni vagy néhány fős csoport közös projektje is lehet.

frissítve: 2022.02.01.