



Kutatási témák középiskolás diákok számára a 2023/24-es tanévre

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 széndioxid-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 értékeld 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 CO₂ 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 kitűzve. 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. Értékeld 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. 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?

5. 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.

6. 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 fényvisszaverőképességét 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.

7. 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 függenek 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.

8. Összetett mechanikai problémák számítógépes megoldása

Kapcsolat: Dr. Földi Péter, 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.

9. Legózás hullámokkal

Kapcsolat: Dr. Czirják Attila, czirjak@physx.u-szeged.hu

Tudod-e, miről ismerjük fel csukott szemmel vagy felvételről 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 adóttak, 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:

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

ezután ábrázold az összegüket is, és ezt hasonlítsd össze a

$4 \cdot \sin(2\pi \cdot x/10)^2 \cdot \cos(2\pi \cdot x)$

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.

10. Kisbolygó-becsapódások hatásai

Kapcsolat: Dr. Székely Péter, pierre@physx.u-szeged.hu

A téma feldolgozása során interneten található interaktív szimulációk segítségével meg kellene vizsgálni lehetséges Föld-kisbolygó ütközések közvetlen és várható, fizikai és egyéb (pl. bioszférára gyakorolt) hatásait. Mindehhez némi statisztikai megfontolás is szükséges, pl. milyen mérettel milyen gyakorisággal várhatóak ilyen események, de a fő hangsúly a szimulációs paraméterek hangolásán múlik, pl. impaktor mérete, iránya, sebessége, kémiai összetétele, stb. A kapott eredményeket egyszerű számításokkal is szükséges lenne alátámasztani, esetleg más célpont égitesteket is vizsgálat alá vonni.

11. Kozmikus fenyegetettségünk

Kapcsolat: Dr. Székely Péter, pierre@physx.u-szeged.hu

A terület kutatásánál a hallgató dolgozza fel a bolygónkat érő "mély-űri" (tehát nem naprendszerbéli) hatásokat, amelyek károsan érinthetik a jövőben a Földet mint égitestet, illetve a rajta található életformákat. Figyelembe veendő hatások például: közeli szupernóvák (hipernóvák, kilonóvák) robbanása, lökéshullámok, gammakitörések, csillagok találkozása, porfelhők, magányos fekete lyukak, stb. A diszkrét jelenségeket egyszerű fizikai számításokkal is célszerű lenne megvizsgálni.