

15 | Környezeti nevelés a Varázstoronyban

VIDA JÓZSEF

ÖSSZEFOGLALÁS

A Varázstorony helyszínein, a Csillagászati Múzeumban, a Planetáriumban és a Varázsteremben a környezettudatosságra nevelés lehetőségei elsősorban a fizikával és csillagászzal kapcsolatosak, míg a rendhagyó órák során minden természettudományra kiterjednek. Írásunkban ezekről adunk rövid összefoglalót.

1. VARÁZSTORONY: TERMÉSZETTUDOMÁNYI PÁLYAORIENTÁCIÓS ÉS MÓDSZERTANI KÖZPONT

Az Eszterházy Károly Főiskola líceum épületében működő *Varázstorony* természettudományt népszerűsítő programjait (funkcionális feladatait) hat helyen (területen) látja el (1. ábra). Ezek közé tartozik az 1966-ban létesített *Csillagászati Múzeum bemutatóterme* az 1776-ban *Specula* néven létesített obszervatórium eredeti műszereinek kiállításával; a toronyépület tetején elhelyezkedő szintén 18. századi *Camera Obscura* (sötétkamra, periszkóp), melynek optikáival a barokk Eger élő képe vetíthető ki a besötétített terem asztalára; a 2006 tavaszán létesített *Varázsterem* interaktív fizikai kísérleti eszközeivel; a 2006 őszén felépített *Planetárium* helyileg szerkesztett programjaival; a *távcsöves bemutatók* a panoráma teraszon és a diákcsoportoknak szervezett *rendhagyó* (biológia, fizika, földrajz és kémia) *órák*.

2. CSILLAGÁSZATI MÚZEUM

Napjainkban a környezettudatos szemléletformálás egyre fontosabb. A csillagászati ismeret-terjesztésnek is erős motivációs hatása lehet a környezettudatos magatartásforma kialakításában. A Csillagászati Múzeum kultúrtörténeti szempontból nevezetes része a líceum épületének. Az épület keleti szárnya fölött épített, 11 emeletnyi magas csillagvizsgáló tornyot egyetemi csillagászati oktatás céljára emelték, s Londonból hozatott, akkori értelemben legmodernebb műszerekkel rendezték be. Az obszervatórium kupoláját Hell Miksa bécsi csillagász tervei szerint Fazola Henrik, a híres egri lakatosmester készítette. A csillagda a torony 6. emeletének két

termében működött, bennük 1776-tól egy évszázadon át végeztek megfigyeléseket. A torony felsőbb szintjén található a szintén Hell Miksa által tervezett *Camera Obscura* (sötétkamra, periszkóp: 2. ábra).



1. ábra: A Líceum tornya, a Varázstorony otthona



2. ábra: A Camera Obscura asztalán megjelenik a város képe

Ez a berendezés nem csak Magyarországon, hanem az egész világon ritkaságnak számít, optikai segítségével a barokk Eger és környéke vetíthető ki a besötétített terem közepén lévő asztalra. (Vida J. és Ujfaludi L., 2007; Varázstorony, 2015)

A múzeumi bemutatások, tárlatvezetés mellett diaképes csillagászati előadásokat is tartunk. Ezek a vetítettképes előadások Földünk tágabb környezetével foglalkoznak, s többek között bemutatják, hogy a Naprendszer bolygóin és holdjain milyen szélsőséges fizikai állapotok uralkodnak. Egyúttal rávilágítva arra, hogy Földünk kitüntetett helyet foglal el a Naprendszerben. Bemutatják azt is, mennyire sérülékeny a Föld a kívülről érkező hatásokkal szemben. Ezért az élhető Föld megőrzése hihetetlenül fontos a jövő számára

Csillagászati előadások

Földünk kísérője a Hold. A tanulók az előadás folyamán megismerkedhetnek a Hold eredetével, fejlődésével. Animációkkal szemléltetve megismerhetik a holdhónap, a holdfázisok, a kötött keringés és az árapályjelenség fogalmát. Hallhatnak a Hold felszíni képződményeiről és azok kialakulásáról, méretéről, anyagáról. Megtudhatják azt is, hogy mi lesz a Hold – Föld rendszer jövője. Kalandozásunk alatt arra is fény derül, hogy a Hold milyen befolyással volt a földi élet kialakulására, az emberi gondolkodásra, kultúrára, a művészetekre, a tudományos eredményekre.

Mars a vörös bolygó. A Mars kutatásának rövid áttekintése az első távcsöves megfigyelésektől a 19. században kialakuló „marslakók” által épített mars csatorna örületig. Utazásunk során a Mars titkai lassan feltáruulnak, és megismerkedhetünk a Mars-kutatás legújabb mód-

szereivel, eredményeivel, és a bolygó zord világával. Az űrszondák, a bolygóra eljuttatott leszállóegységek és a marsautók – Roverek – által készített fantasztikus képek segítségével egy izgalmas marsi utazás részesei lehetünk.

A Hold meghódítása – az Apollo expedíciók. Az Egyesült Államok holdra szállás programja az emberiség legnagyobb és legkockázatosabb vállalkozása volt. 1969 és 72 között 6 alkalommal 12 ember jutott el a Hold felszínére. Ezt az időszakot lépésekben követjük nyomon, közben megismerjük a Saturn V holdrakétát, az Apollo űrhajórendszert és a holdautót. Az előadás fókuszában a holdra szállások eseményei, a holdséták és az űrhajósok nehéz felszíni kutatómunkája áll. Végül áttekintést kapunk a holdra szállás tudományos eredményeiről.

Utazás a Naprendszerben. A képzeletbeli utazásunk alatt végigszáguldunk a Naprendszeren a Merkúrtól a Neptunuszig. Űrszondák képeinek segítségével megismerkedünk a Naprendszer belső bolygóival. Majd a Galileo űrszondával utazva nézhetjük meg és tanulmányozhatjuk a Jupitert és a Galilei-holdakat. Végül a Cassini–Huygens űrszonda kamerája segítségével megcsodálhatjuk a Szaturnuszt és holdjait, a gyűrűk meghökkenítő világát.

Ablak a végtelenbe: a Hubble űrtávcső. A Hubble űrtávcső szín pompás képek ezreivel kápráztatja el a csillagászokat és a laikusokat egyaránt. A távcső lenyűgöző képeinek segítségével „utazunk” a Naprendszeren és a Tejútrendszeren át. Utunk során megcsodálhatjuk a különös formájú kölcsönható és aktív galaxisokat. Megismerhetjük a Hubble világbékeformáló eredményeit, és megtudhatjuk azt is, hogy milyen messze lát a távcső csúcskamerája.

Veszélyes kisbolygók. Képzeletbeli utazás keretében áttekintjük a kisbolygó-övezet kialakulását és szerkezetét. Megtudhatjuk, mi a különbség a földközeli és a potenciálisan veszélyes kisbolygók között. A tunguz katasztrófa bemutatásával érzékeltetjük egy kisbolygó becsapódásának hatásait. Áttekintjük Földünk kozmikus katasztrófák elleni védelmének legújabb tudományos lehetőségeit. Választ kaphatunk arra is, hogy kell-e félnünk az Apophis 2036-os visszatérésétől. Terv és fantázia a veszélyes kisbolygó eltérítésének lehetőségeiről.

Üstökösök. Az előadás első részében megismerjük az üstökösök eredetét, keletkezését, szerkezeti felépítését és az üstököscsóvák fajtáit. Látványos képek segítségével megcsodáljuk az emberiség történelmében megjelent híres üstökösöket. Bemutatjuk a napjainkban az üstökösök kutatásra indított űrszondákat és azok megfigyeléseit, valamint azt is, hogyan vesznek mintát az üstökös anyagából. Választ kaphatunk arra is, hogy miért fontos a Naprendszer parányi objektumainak kutatása.

Meteorok. Az előadás során fény derül a meteoroid, a meteor és a meteorit közötti különbségekre. Megvizsgáljuk a meteorok viselkedését a légkörben, nyomon követjük a meteorrajok eredetét, keletkezését és változásait. Bemutatjuk a híres történelmi és napjaink legnagyobb meteorrajait. Megismerhetjük a meteorjelenség leglátványosabb fajtáját, a tűzgömböt. Hallhatunk a Naprendszer égitestjeiről származó meteorokról. Megtudhatjuk azt is, hogyan ismerjük fel a meteoritokat az egyszerű kőmeteorittól a gyönyörű kristályokból állókig.

3. VARÁZSTEREM

A világban ma már több helyen is működő „Hands-on-science” múzeumok mintájára működik a Varázsterem. Létrehozásakor a természettudományos tantárgyak kedveltségének növelése mellett fontos cél volt a környezettudatosság fejlesztése, segítség a környezettel kapcsolatos ismeretek bővítésében, az ezzel összefüggő kompetenciák fejlesztésében. Az ide látogatók érdekes, saját maguk által elvégezhető kísérleteken keresztül ismerkedhetnek meg alapvető fizikai jelenségekkel, tudományos „játékokat” játszhatnak. Számítógépen természeti

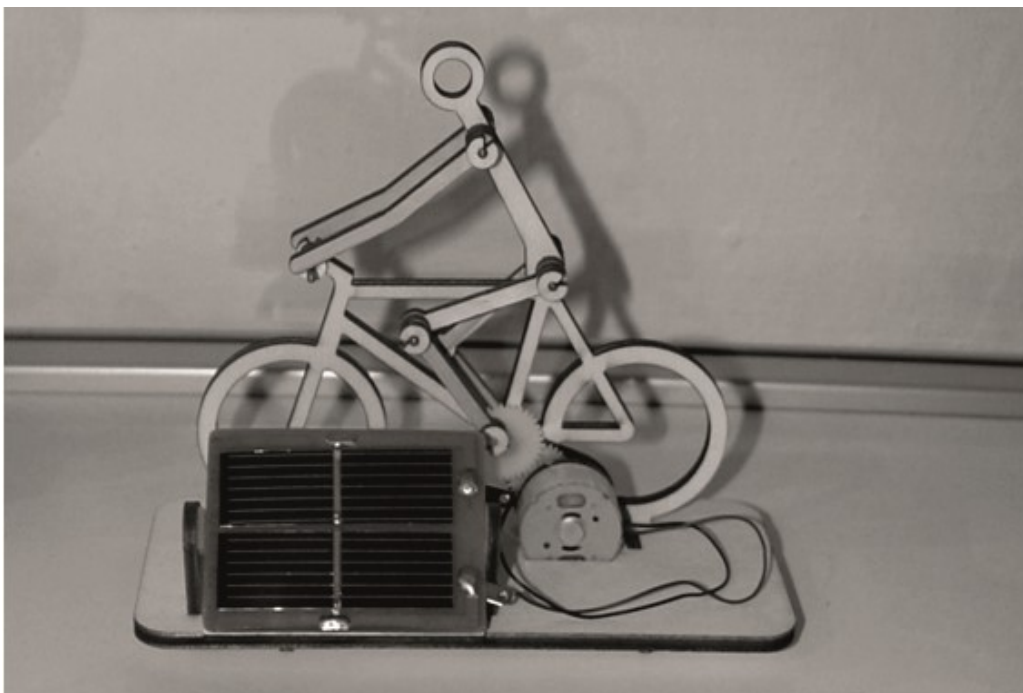
jelenségek eredeti felvételeit, animációit futtathatják le. Lehetőség nyílik az Interneten természettudományos csatornák, honlapok böngészésére is. A teremben az *interaktív* kísérletezésen túl a látogatók régi kísérleti eszközökből és a Bükk hegység kőzeteiből, ősmaradványokból álló kiállítást szemlélhetnek meg

Az alábbiakban bemutatunk néhány, a Varázsteremben működő interaktív kísérleti eszközt, és feltárjuk a szóba jöhető környezeti nevelési lehetőségeket.

Interaktív kísérletek (VIDA J., 2011)

Napelemes eszközök. Egy vitrinben napcellás energiaellátással működő modellek vannak elhelyezve (helikopter, kerékpározó figura, pörgő korong stb.), melyek a vitrinen kívülről egy-egy izzólámpa felkapcsolásával jönnek működésbe. A kísérletek bemutatásakor felsoroljuk a napenergia felhasználásának a ma ismert módjait: a napkollektorok, napelemek fizikai működési elvét, tervben lévő, vagy kidolgozás alatt lévő technikai megoldásokat. Kérdéseket teszünk fel a tanulóknak, hogy milyen lehetséges alternatívák állnak az emberiség által felhasználható energia előállítására. Vítát nyitunk az egyes energiafajták pozitív és negatív hatásairól. Célunk, hogy legyenek tisztában a különböző energiafajták kockázataival, fenntarthatóságával. (Részletesen a megújuló energiaforrások rendhagyó órai feldolgozásánál találkozhatunk velük.)

Földinduktor; mágneses lebegő földgömb. A bemutatások során értelmezzük a földi mágnesség létrejöttét, a dinamó-mechanizmus lényegét, a mágneses sarkok és a földrajzi sarkok egymáshoz viszonyított helyzetét és a mágneses irányok változását. Szóba kerül a mágneses iránytű története (a hajósok nagy felfedező utjai az iránytűnek köszönhetőek), és az is, hogy az állatvilág bizonyos fajai (egyes rovarok, madarak, tengeri állatok stb.) mágneses érzékelésük segítségével tájékozódnak (pl. a vonulásuk során). A Varázsterem fenti interaktív kísérlet-bemutatói során nem részletezve, de megemlítjük a földi magnetoszféra elektromos részecske-eltérítő, az élővilág fennmaradását biztosító szerepét is. (Ennek részletes fizikai magyarázata a rendhagyó órákon történik.) A lebegő földgömböt lásd a kötet színes ábrái között!



3. ábra: A napelemcella működése Az izzólámpa fényét a napcella elektromos energiává alakítja, az elektromotor működésbe jön, a kerékpáros pedig „elindul”.



4. ábra: A Bermuda-hengerben elsüllyed a kis hajó. Egy feltételezés szerint ennek az óceán mélyén levő vulkánok az okai, amelyekből kitörő gázok lecsökkentik a víz felhajtóerejét. E feltételezés azonban kevéssé valószínű, mert ott nincsenek törésvonalak, illetve e mechanizmusnak másutt (is) katasztrófákat kellene okoznia, ha elég erős volna.

Foucault-inga. A Foucault-inga egy, a Föld forgásának és a Coriolis-erő működésének szemléltetésére szolgáló kísérleti eszköz. Léon Foucault francia fizikus találta fel. A szerkezet egy hosszú, szabadon lengő inga. A Föld szinte bármely pontján (az Egyenlítő kivételével) felfüggesztett ingán megfigyelhető, ahogy a lengés síkja lassan elfordul. Valójában nem a lengési sík változik, hanem a Föld fordul el az inga alatt.

A Varázstoronyban a felmenő lépcsősor közötti aknában van elhelyezve 32 méter hosszú acélsodronyon egy 20 kg-os fémgömb, aminek lengését a látogatók megfigyelhetik. A Foucault-inga működését tanulmányozhatjuk az alábbi linken: (Foucault, Anim)

A Coriolis-erő a Föld tengely körüli forgásából következő tehetetlenségi erő, amely közvetlenül és közvetve felelős a légköri ciklonok és az óceánokban létrejövő tengeráramlások létrejöttéért. (Részletes kifejtése a rendhagyó órákon történik.)

Bermuda-henger. Vízzel telt üveghengerben kis hajócska úszik. Egy gomb megnyomásával a henger vizébe alulról légbuborékokat áramoltatunk, amire a hajó elmerül a habokban. Fizikai magyarázata az alábbi. Amikor a víz légbuborékokkal telítődik, csökken az átlagsűrűsége. Ennek következtében a hajóra ható felhajtóerő is lecsökken, az kisebb lesz a gravitációs erőnél, Arkhimédész törvénye érvényesül: a hajó elsüllyed.

A jelenség kifejezetten nem sorolható a környezeti katasztrófák közé, mégis fontos lehet a környezeti nevelésben, hiszen a köztudatban sajnálatosan fennálló misztikus, természetfeletti magyarázatokról lebbenti le a hamis fátylat. De nézzük, mi is valójában ez a jelenség. A Bermuda-háromszög a földrajzilag Puerto Rico, Miami és Bermuda szigete által meghatározott terület az Atlanti-óceánon, amely repülőgépek és hajók különös eltűnéséről vált ismertté. Sokan (sajnos még napjainkban is) természetfeletti jelenségekkel magyarázzák az eseteket,

de születtek tudományos alapokon nyugvó értelmezések is (BERMUDA, 2011; KUSCHE L.D., 1979). Ezek közül az egyiket a Bermuda-henger nevű kísérleti eszközzel demonstrálhatjuk.

A kísérlethez fűzött magyarázat az alábbi. Köztudott, hogy a tengerek és óceánok alját néhol több tízezer kilométeres repedésvölgyek tagolják. Ezek mentén lávakitörések jönnek létre hatalmas gáztömegek kíséretében. Ez utóbbiak felszínre törve felbuborékosítják, felhabosítják a tengervizet. A gázokkal telített víz átlagsűrűsége, ezzel együtt a felhajtóereje annyira lecsökken, hogy a hajó nem marad meg a felszínen, elsüllyed.

A látogató diákok részéről gyakran felvetődnek az alábbi kérdések: 1.) Miért nem találják a roncsokat? 2.) Miért tűnnek el a repülőgépek? Racionális magyarázatok a következők lehetnek. 1.) A roncsokat a feltörő láva befedi, vagy az eltakarításban szerepet játszik a Golf-áramlat, mely a törmelékeket és olajfoltokat a keresés megindításakor már több száz kilométerre sodorhatta a keresési pozíciótól. 2.) A vízből a gázok a légtérbe lépve a víz felett bizonyos magasságig felhalmozódnak, és ott különféle fizikai és kémiai reakciókat okozhatnak. A gázok elektromos töltéssel dúsítottak, folytonos áramlásuk mágneses teret kelt, mely az elektromos berendezések, műszerek meghibásodását idézheti elő. Ez oka lehet a repülőgépek navigációs üzemzavarainak. (BERMUDA, 2004)

Az emberekben mélyen gyökerező, titokzatosban, természetfelettiben való hit sokszor rendíthetetlen. Szükséges a kézzelfogható magyarázat a misztikusban hívók meggyőzésére. Hihető megokolással, érveléssel a tanulók természettudományos gondolkodásmódját fejlesztjük, egyúttal a környezettudatosságukat erősítjük.

4. PLANETÁRIUM

A planetárium a szabad szemmel látható égitestek: a csillagok, a Nap, a Hold, valamint a legfényesebb bolygók megjelenítésére szolgáló műszer. A berendezés a félgömb alakú, fehérre festett kupola belső felületére a valódihoz megtévesztésig hasonló minőségben vetíti ki az égboltot. A Planetáriumba ellátogatva meggyőződhetnek arról, hogy mindenkinek, az óvodás kortól kezdve az idősekig, a tudományokban jártasabbaknak és a kevésbé tájékozottnak egyaránt az Univerzummal való találkozás csodálatos élményében lesz része. Itt úgy érezheti magát a látogató, mintha este a csillagos égbolt alatt ülne. Az élmény feledhetetlen. A planetárium segítségével képesek vagyunk az időben előre és hátra utazni. Megnézhetjük, hogy milyennek látszott az égbolt néhány évtizeddel, vagy évszázaddal ezelőtt, de azt is meg tudjuk nézni, hogy milyen lesz az égitestek elhelyezkedése a jövőben

Planetáriumi előadások

Utazás a Föld körül – A csillagos ég változó arculata. Az éjszakai égboltra nézve néhány nevezetes csillagképet sokan felismernek. Néhányan talán azt is tudják, hogy a mi égboltunkon a csillagos ég a Sarkcsillag körül kering. De az már kevesek számára ismert, hogy milyen csillagképeket látunk az Egyenlítő, vagy a Déli-sark égboltján, és hogyan mozognak ott a csillagok. (Persze, emlékeztetnünk kell arra, hogy a csillagos ég mozgása csak látszat, amely a Föld forgásából származik.) Mindezek az érdekességek és jó néhány egzotikus égi jelenség (szupernóva-maradvány, csillaghalmaz, planetáris köd stb.) bemutatásra kerül ezen a rendezvény órán, amely látványos kiegészítése az iskolában tanult csillagászati alapismereteknek.

Az Univerzum fejlődése és jövője – Az újabb kozmológiai elméletekről. A geocentrikus világméptől hosszú út vezetett az Univerzum tágulásának felfedezéséig. Az ehhez logikusan csatlakozó (és többszörösen bizonyított) Nagy Bumm ma már elfogadott, sőt klasszikusnak számító elmélet. De hogy a tágulás egyre gyorsul – az már tiszta örület. Pedig a tény ma már bizonyítottnak tekinthető: a 2011. évi fizikai Nobel-díjat ezért kapta három kutató.

A magyarázatra egyelőre csak hipotézisek vannak: a sötét energia, a multi-univerzum (multiverzum) elmélet a tudomány és a science fiction határán mozognak. („Fogadni mernék” – mondja Leonard Süsskind, az asztrofizika fenegyereke – „hogymint száz év múlva a multi-univerzum világméretű képéppoly természetes lesz, mint ma a heliocentrikus.”)

Kozmikus környezetünk: a Naprendszer. A Nap az egész élővilág energiaforrása, zavartalan működése minden élőlény alapvető létfeltétele. De vajon hogyan működik a Nap, hogyan jött létre, mi lesz jövőbeli sorsa? Hogyan jöttek létre a bolygók, milyen anyagból vannak, milyen az éghajlatuk? Van-e a Földön kívül olyan hely a Naprendszerben, ahol élet lehetséges? Ezekre és még sok más kérdésre keressük a választ ezen a rendhagyó órán. Szó esik az űrkutatás legfontosabb eredményeiről és az egyre nagyobb veszélyt jelentő űrszemétről. Végül kitekintünk a Naprendszer határvidékére és azon túlra: felvázoljuk az univerzum szerkezetét és távlatait.

Távcsöves bemutatók

A távcsöves bemutatók elsődleges célja a környezettudatosság alakítása, a környezettel kapcsolatos ismeretek bővítése, az ezzel összefüggő *kompetenciák fejlesztése*. A csillagászat az összes természettudomány közül a legrégebbi, amely még napjainkban is lélegzetelállító új felfedezésekre jut, folyamatosan átalakítva ez által egész világméretűnk.

A *távcsöves bemutatón* a tanulók tanulmányozhatják a napfoltokat, a Hold krátereit, a Jupiter holdjait, bolygókat és több objektumot, melyek szabad szemmel soha meg nem figyelhetők. A Hold krátereit, a Szaturnusz gyűrűje, a bolygók és galaxisok távcsövön keresztül megfigyelhető látványa sok mindenkit ámulatba ejt.

A megfigyelő csillagászat nemcsak érdekes, szép és hasznos időtöltés, hanem kitűnő eszköz *kulturális örökségünk* megővésére. A kultúra fontos részét képezi az égbolt ismerete és a csillagokhoz fűződő hiedelmek, mítoszok, népi megfigyelések sokasága. A mindenség sok szépségének esztétikai élvezete mellett nagyon fontos, hogy tudjuk helyünket a Világegyetemben, ismerjük meg a csillagászat, ezen legősibb, mégis ma is sok új kihívást hordozó tudomány régi és legújabb eredményeit. (SPARROW G., 2001)

5. RENDHAGYÓ ÓRÁK

Fizika órák

Időjárás, klímaváltozás. Az időjárási jelenségek (szélrendszerek, ciklonok, időjárási frontok stb.) létrejöttének bemutatása egyszerű kísérletekkel. Az emberi tevékenység hatása: üvegházhatás, globális felmelegedés és várható következményeik. A hurrikánok és az El-Niño jelenség. Regionális különbségek a felmelegedésben. A gleccserek olvadása gyorsítja a felmelegedést. A tengeráramlatok összefüggő rendszere. Lesz-e Európában új jégkorszak? Van mód a katasztrófa elkerülésére?

Időjárás, éghajlat a fotó- és képzőművészetben. A szivárványt mindenki ismeri, de azt kevesen tudják, hogyan jönnek létre és milyenek is a Tyndall-sugarak. Pedig ezek varázslatos égi jelenségek, és gyakran szerepelnek festményeken is. A felhők, viharok, a tenger hullámmozgása, a köd és pára sokszor meglepő fényhatásokat hoznak létre és ezeket különböző korok művészei más-más eszközökkel ábrázolták. Az 1500 és 1800 közötti hideg periódus, a „kis jégkorszak” is jól nyomon követhető a korabeli (főleg holland és flamand) tájképeken, amelyek a korszak gyönyörű képes dokumentumai.

A napenergia hasznosításának története. A napenergia hasznosítása sokak tudatában úgy él, mint „valami merőben új, de még kiforratlan” technika korunk energiaproblémájának megoldására. A valóságban az energia-hasznosításnak ez az egyik legősibb módja, két és fél évezredes múltra tekint vissza. Először az ókori Görögországban történtek tudatos építészeti törekvések a nap hőjének hasznosítására. A rómaiak tovább fejlesztették a görögök szoláris építészetét lakóházaik és fürdők fűtésének biztosítására. Talán nem véletlen, hogy Európában a reneszánsz idején bukkan fel újra a szoláris technika, ezúttal már üvegfalú télikertek formájában. A fejlődés ezután felgyorsul: megépítik az első napkazánokat, majd a 20. sz. elején a napkollektoros vízmelegítőket. A század közepén már energia-önellátó napházak létesültek, majd néhány évtizeddel később felépültek az első naperőművek. Az olcsó olaj és földgáz néhány évtizede háttérbe szorította ezt a tiszta energiaforrást, de ezek fogyatkozása miatt talán nincs messze az idő, mikor bekövetkezik a napenergia reneszánsza.

A megújuló energiaforrások: a jövő energiája. Földünk hőmérséklete megállíthatatlanul és ráadásul egyre gyorsuló ütemben nő. A klímaváltozás legfőbb oka – a tudomány mai állása szerint – a szén, olaj és gáz égetése folytán a légkörbe jutó szén-dioxid és néhány egyéb üvegházhatású gáz. Mivel azonban a fosszilis tüzelőanyagok gyorsan fogynak, előbb-utóbb át kell térnünk a megújuló energiaforrások hasznosítására. A rendhagyó órán részletesen megismerjük a nap-, a szél- és a vízenergia lehetőségeit és korlátait.

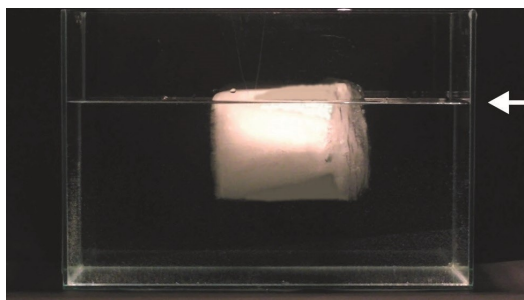
Kísérletek alacsony hőmérsékleteken. A szárazjég, más néven szilárd szén-dioxid, ill. a folyékony nitrogén hőmérséklete $-78,5^{\circ}\text{C}$, ill. -196°C . Ilyen alacsony hőmérséklet a Földön nem létezik (Antarktisz: -89°C) éppen ezért tarthat különösen érdeklődésre számot, az un. mélyhőmérsékleteken végzett kísérlet sor. Demonstráljuk, hogy az anyagok tulajdonságában, élő növényi szövetekben milyen változások mennek végbe alacsony hőmérsékleten, hogy az ember, a növény és állatvilág miként alkalmazkodott élőhelyükön a szokatlan hideghez. Felvetjük az élet lehetőségét más égitesteken, ahol a földinél szélsőségesebb körülmények uralkodnak. Egyéb fizikai kísérletekre is sor kerül (hőtágulás, Leydenfrost-jelenség, gőzszökőkút, nitrogénrakéta stb.), mindezek rendkívüli élményt nyújthatnak a rendhagyó óra látogatói számára.

Halmazállapot-változások a környezetben. Fizikai oldalról vizsgáljuk meg a *globális felmelegedés* egyes következményeit. Szóba kerül az a tévhit, hogy a felmelegedés folytán a jéghegyek elolvadása miatt emelkedik a tengerszint. Kísérlettel mutatjuk be, hogy a vízszintemelkedést a szárazföldön elolvadó hó és jég okozza.

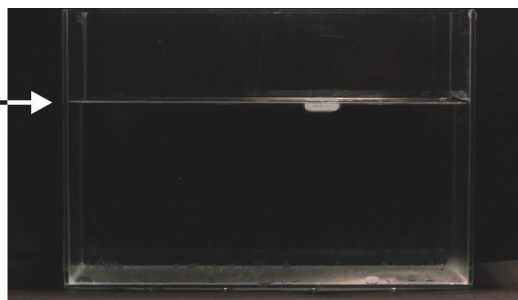
Elemezzük a szárazföldi jégtakaró olvadásának és a vulkánkitörések bekövetkezésének a kapcsolatát (a jégtakaró, gleccserek vékonyodásával a talajra kifejtett nyomás csökken, miáltal a magma túlnyomása következtében kitörhet a vulkán). Példaként taglaljuk az izlandi jégmezőn kitért Eyjafjallajökull vulkánkitörés következményeit, melynek környezeti, gazdasági hatásait jól ismerjük: az egész Európát befedő hamufelhő megbénította a légi közlekedést, a vulkán hője további nagy mennyiségű jeget olvasztott meg, víz árasztotta el a környéket. Bemutatunk olyan kitöréseket is, amelyeket pusztító sárlavina követett. Az ilyenkor kialakuló apokaliptikus állapotok a térség fejlődését évtizedekkel is visszavethetik. (EYJAF., 2010)

További, környezetünkben létrejövő halmazállapot-változások is terítékre kerülnek, gazdagon illusztrálva kísérletekkel.

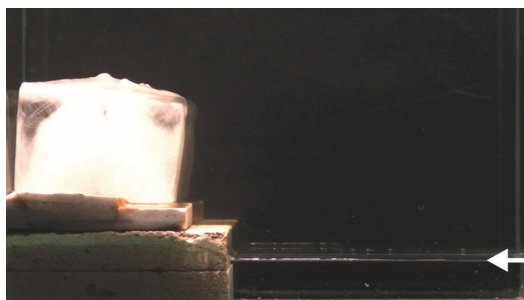
A fényszennyezés. A természetvédelem és a csillagászat egy közös problémája a *fényszennyezés* jelensége. Az ember, állatok, növények természetes ciklusai a napszakok, a holdfázisok és az évszakok ismétlődésének ritmusában alakultak ki. Az állatok jelentős részénél a nappalok és éjszakák változásának természetes rendje alapvető lételem. Számukra a nem természetes ciklusonkénti mesterséges fény ugyanúgy környezetszennyező lehet, mint pl. a levegőben lévő szennyező gázok. (Pl. a költöző madarak a csillagos égbolt „hiányában” nem képesek tájékozódni, épületek éjszakai túlzott kivilágításával csapdába kerülhetnek a madarak és rovarok, a mesterséges fények rossz irányba csalják a vándorló állatokat stb.)



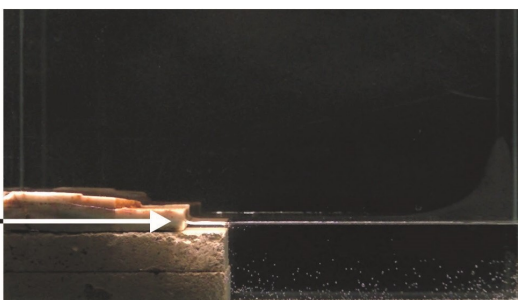
a. ábra



b. ábra



c. ábra



d. ábra

5. ábra: A vízben illetve a szárazföldön olvadó jég hatása a tengervíz szintjére. Az óceánokban, tengerekben elolvadó hó, jég nem emeli a tengerszintet: az a. ábrán olvadás előtt, a b. ábrán az olvadás után a nyíl mutatja, hogy a víz ugyanolyan magasan áll. A szárazföldön elolvadó hó és jég viszont megemeli a tengerszintet: a c. ábrán olvadás előtt, a d. ábrán az olvadást követően a nyíl megmutatja, hogy emelkedett a víz szintje.

A „felesleges” világítás eltékozolt energia, ami napjaink energiaoptimalizáló, költségeket csökkentő elvárásaival nem áll összhangban (pl. a horizont fölé is világító utcai lámpák). A közlekedésben veszélyhelyzeteket okozhat a túlzott erősségű és nem helyesen tervezett megvilágítás káprázást kiváltó hatása.

A fényszennyezésnek nem csak ökológiai következményei vannak (élőlények és környezetük kapcsolatát zavaró hatások). A megfigyelő csillagászatot, így a Világegyetem eredetére, fejlődésére és az égitestek természetére vonatkozó tudományos kutatásokat is veszélyezteti (FÉNY, 2002).

Nyomás, légnyomás. A légáramlatok létrejöttének két alapvető okát – a különböző terepfajták eltérő mértékű felmelegedését és a Föld forgásából származó Coriolis-erőt – tárgyaljuk a rendhagyó óra első felében, demonstrációkkal szemléltetve a hatásukat (Berkes I., 1999). Ezt követően a földi légnyomás nagyságát bemutató kísérletek következnek: csattanó pezsgősüveg, összeroppanó sörös doboz, felszívódó léggömb, Heron-féle szökőkút, forgó-repülő pohár, légpárnás léggömb, newtoni-ejtőcső, megbolondult kémcső, magdeburgi-féltekék, lufi pillepalackban. Csupa egyszerű, többségében otthon is elvégezhető kísérletek sora kápráztatja el a diákokat. Például, a „magdeburgi féltekék” kísérlethez egy átalakított kávéfőző belsejéből kiszivattyúzzuk a levegőt. A légnyomás olyan nagy erővel nyomja össze a kávéfőző két felét, hogy a gyerekek nem tudják szétválasztani.

Űrszemét. Az űrszemét, vagy kozmikus hulladék, mindazon mesterséges eredetű tárgyak neve, amelyek a világűrben keringenek, és már nem hasznosíthatók. Ezek a tárgyak főleg rakétamaradványok, kiszolgált mesterséges holdak, az űrhajókról, űrállomásokról elszabadult eszközök, tárgyak. Ezek a tárgyak nagy veszélyt jelentenek a Föld körül keringő objektumokra. Becslések szerint több százezer 1 cm-nél nagyobb méretű tárgy kering az űrben, melyek

katasztrofális hatással lehetnek a működő űreszközökre, hiszen a becsapódás sebessége elérheti akár a 10 km/s értéket is. (A Nemzetközi Űrállomás pályáját számos esetben módosítani kellett, hogy elkerüljék az ütközést.)

A világűr környezetének védelméhez, az űr kutatás zavartalanságához hozzátartozik a kihelyezett eszközök (műholdak, űrállomások) biztonságos üzemeltetése, a szennyezés megelőzése és a kozmikus hulladék eltávolítása, megsemmisítése. A Föld körüli pályán keringő űrszemét mennyisége már olyan szintet ért el, hogy a jövőbeli űrhajózást komolyan akadályozhatja. A meglévő űrszemét-darabok nyomon követésére egy önálló radar- és optikai alapú űrszemét-felderítő, valamint űrszemét-követő rendszert állítottak fel. Az űrszemét eltakarítására több elképzelés született, de hatékony módszer mindezülig nem áll rendelkezésre (ALMÁR I. ÉS GALÁNTAI Z., 2007).

Kémia órák

Energiatermelő kémiai folyamatok. Az energiatermelés korunk egyik legjelentősebb környezeti, illetve gazdasági problémája. A bemutatandó kísérletek témái a következők. Milyen formában és mekkora energia szabadul fel a különböző kémiai folyamatok során? Melyek működnek ezek közül a természetben? Hogyan tudjuk hasznosítani a különböző folyamatokban felszabadult energiát? Az érdeklődők láthatnak különböző típusú exoterm reakciókat, valamint olyan folyamatokat, ahol az energia nem hő, hanem fény vagy elektromos áram formájában szabadul fel.

Sebesség a kémiában. A kémia egyik legfontosabb kérdése, hogy a folyamatok milyen gyorsan játszódnak le. Kiemelt fontosságú az élő szervezetben, a környezetben, továbbá az ipari folyamatokban lejátszódó reakciók sebessége, illetve ennek befolyásolása. A kísérletek során eltérő sebességű folyamatokat mutatunk be, példákat mutatunk a reakciósebességet befolyásoló tényezőkre, különböző katalitikus folyamatokra. Elemezzük a környezetben lejátszódó legfontosabb folyamatok sebességét, annak befolyásolását.

Kísérletek a konyhában. A bemutató során arra vállalkozunk, hogy hétköznapi anyagainkkal, a legegyszerűbb eszközökkel végezzünk kísérleteket. Célunk mindennapjaink anyagainak megismerése, környezettudatos felhasználása, valamint a háztarásban lejátszódó kémiai folyamatok modellezése, lényegének megértése.

Földrajz órák

A spagettitől a madártávlatig. A térinformatika a bennünket körülvevő teret a digitális modellek nyelvére fordítja le – minden jelenség, mely értelmezéséhez térkép szükséges, s a feldolgozás számítógépen történik, e tudomány körébe tartozik. Napjainkra már életünk számos területén megjelent, bár sokszor nem is tudatosul bennünk ennek jelentősége – gondoljunk csak az autónavigációra vagy egy internetes menetrendi tudakozóra. A bemutató során lépésről-lépésre végighaladunk egy térinformatikai feldolgozáson, melynek során a hallgatóság előtt alakul ki vonalak halmazából (a spagettiből) egy látványos, háromdimenziós modell (a madártávlat), s láthatóvá válik, hogy ennek létrehozása korántsem olyan bonyolult, mint azt elsőre gondolnánk.

Szomszédolás a Naprendszerben. A Naprendszer a Világegyetem bennünket közvetlenül körülölelő részét jelenti, mely a modern űr kutatásnak köszönhetően szinte megfogható közelségbe került. Űrszondák pásztázzák kozmikus szomszédainkat: feltáruznak a bolygók, holdak és más égitestek titkai. Bár a Voyager szondák már elérték a térség határát, de jócskán akadnak még közelebb is felfedezésre váró világok. Utazást teszünk többek között az lo kénköves pokoli tájától a fagyott jégvilágokon (pl. Ganymedes) át a Mars és a Titan szinte már Földet idéző vidékein.

Azért a víz az úr... Mindenki játszott már ifjúkorában a homokozóban, s arra is sokan odafigyelnek, hogy az eső milyen változásokat okoz a felszínen, milyen mintázatot hagy maga után. A folyóvizet terepasztalon láthatóvá tesszük, hogyan mozog a víz, rombol, vagy épít, s rácsodálkozunk, hogy a bennünket körülvevő formák nagy méreteken hasonlóképpen jönnek létre. A hallgatóság maga is alakíthatja a terepasztal miniatűr világát.

6. KITEKINTÉS

Lehetőségeinket tovább gyarapíthattuk 2012-től, mert a líceum tornyában az eddigieken túl egy új, két teremből álló szintet rendezhettünk be. Ide költöztettük át a Varázsterem interaktív kísérleti eszközeit, és itt alakítottuk ki a rendhagyó órák termét. A Varázstoronyban továbbra is törekszünk arra, hogy adottságaink korlátain belül a tanulókkal megismertessük azokat a természeti és társadalmi folyamatokat, amelyek következményeként hazánkban, Földünkön környezeti válságjelenségek mutatkoznak.

Az eddigieknél nagyobb hangsúlyt kell fektetnünk a mindennapok környezeti problémáinak kezelésére. Az egyik ilyen, pl. a korosztályok környezettudatos viselkedésének különbözőségében van: a közvetlen környezetünk védelme, jövőnkért való aggodás nagyobb részben a középkorúaknál és az idősebbeknél tapasztalható, míg a fiatalok közönyösebben viselkednek (utcai személtelés, pazarlás az energiateljesítésben, nemtörődömség, nem kelendő odafigyelés embertársainkra stb.). Feladatunk a hatékonyság növelése a fiatalok körében a környezettudatos életmód elveinek elfogadtatásában, a környezet élő és élettelen elemei iránti közös felelősségünk tudatosításában.

Köszönetnyilvánítás: Szerző köszönetét fejezi ki VASNÉ TANA JUDITNAK és UJFALUDI LÁSZLÓNAK a Csillagászati Múzeum illetve a Planetárium ismertetésért, továbbá UJFALUDI LÁSZLÓNAK és UTASI ZOLTÁNNAK a Rendhagyó órák egy részének leírásáért.

IRODALOM

ALMÁR, I. ÉS GALÁNTAI, Z. (2007): *Ha jövő, akkor világűr*. Typotex Könyvkiadó, Budapest.

BERKES, I. (1999): Ciklonok és anticiklonok. *A mindennapok fizikája*. Springer Orvosi Kiadó Kft. Budapest. 232–235. (Eredeti francia nyelven: Berkes, I. (1999): *La physique de tous les jours*. Vuibert, Paris.)

BERMUDA, (2004): <http://www.sulinet.hu/tart/fcikk/Kjc/o/24180/1>

BERMUDA, (2011): <http://www.allvoices.com/contributed-news/6473142-bermuda-triangles-mystery-solved-finally>

EYJAF. (2010): http://hu.wikipedia.org/wiki/Az_Eyjafjallaj%C3%B6kull_vulk%C3%A1n_2010-es_kit%C3%B6r%C3%A9se

FÉNY, (2002): http://polaris.mcse.hu/2002._ev_archivuma/2002-december-mi-is-az-a-fenyszennyez-es.html

FOUCAULT, (ANIM): <http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Foucault-anim.gif&file-timestamp=20101106180939>

KUSCHE, L. D. (1979): *A Bermuda-háromszög rejtélye*. Zrínyi Katonai Kiadó.

SPARROW, G. (2001): *A Naprendszer. Az Univerzum közelről*. GABO Könyvkiadó, Budapest. 30–79. (Eredeti angol nyelven: Sparrow, G. (2001): *The Universe and How to See It*. Marshall Editions Ltd. London.

VARÁZSTORONY, 2015: <http://www.varazstorony.ektf.hu>

VIDA, J., UJFALUDI, L. (2007): Magic Hall of Science in the Tower of Lyceum, Eger. *Proceedings of XXI. microCAD International Scientific Conference, Miskolc*, 83–89.

VIDA, J. (2011): Az egri Varázstorony tudománynépszerűsítő programjai. *Proceedings of the XXV. microCAD International Scientific Conference, Miskolc*, 95–98.