

tett amerikai reaktorbiztonsági bizottság már az 1950-es évek közepén felhívta a figyelmet, és ezért nyugaton fokozatosan leállították a grafitral moderált, vízzel hűtött reaktorokat. Ma már csak a volt Szovjetunió területén működik még néhány, de ezek leállítását is tervbe vették.

Atomenergiától a villamos energiáig

A láncreakcióban felszabaduló energia legnagyobb része a keletkezett hasadványok mozgási energiájának formájában jelenik meg. Ezek még az üzemanyagban lefékeződnek, és az üzemanyagot melegítik. Az üzemanyagpalcákat a primerkörben keringő hűtőközeg hűti, és viszi tovább hő formájában az ott felszabadult energiát (3. ábra).

Ezzel a hővel a gőzfejlesztőben vizet forralunk, és ez a „szekunderköri” gőz forgatja meg a gőzturbinákat, ahol az energia egy része mechanikai mozgássá – a turbina forgásává – alakul. A turbinák generátorokat hajtanak, amelyek a mozgási energiát tovább alakítják villamos energiává. A villamos energiává nem alakítható „hulladék” hőt a terciér hűtőkör viszi el és adja le a környezetnek (ennek egy részét esetleg hő formájában tovább lehet hasznosítani, pl. lakótelepek fűtésére).

Kockázatok

Minden emberi tevékenység – így a villamosenergia-termelés is – kockázattal jár. Évente sok százan halnak meg a világon szénbányákban bekövetkező balesetek miatt. A kőolajat szállító tankhajók baleseteinél a tengerbe ömlő hatalmas mennyiségű olaj helyrehozhatatlan környezeti károkat okoz. Senki sem mérte még fel, hogy évente hány áldozatot szednek a gázrobbanások. Az évente millió tonnaszámra az atmoszférába bocsátott szén-dioxid a Föld légkörének egyensúlyát fenyegeti.

Az atomenergia – felelősséggel és szakértelemmel üzemeltetve – megbízható, biztonságos, olcsó és környezetbarát energiaforrás. Az atomenergián alapuló villamosenergia-termelés kockázata jelenleg kisebb, mint a fent említett kockázatok. Üzemzavarok, balesetek természetesen minden tevékenység közben előfordulhatnak, ezeket az atomenergia-termelésből sem lehet teljesen kizárni. Hatásaikat azonban gondos tervezéssel és megfelelő biztonsági kultúrával alacsony szintre lehet szorítani. Az autóközlekedésnek, a repülésnek is vannak kockázatai, az emberiség mégsem mond le ezekről a hasznos tevékenységekről, hanem megpróbálja őket biztonságosabbá tenni. Miért éppen az atomenergiával kellene másképpen cselekedni?

Sükösd Csaba

BME Nukleáris Technika Tanszék

HÍREK – ESEMÉNYEK

AKTINIDÁK ÉS HASADÁSI TERMÉKEK PARTICIONÁLÁSA ÉS TRANSZMUTÁCIÓJA KONFERENCIA

Las Vegas, Nevada, USA, 2004. november 9–11.

Az utóbbi másfél évtizedben rendkívül megnőtt az érdeklődés a használt nukleáris fűtőanyagok újbóli hasznosítása iránt, hogy így csökkentse az atomenergia környezeti terhelését. Ezért kétévenként az OECD/NEA szervezésében információs találkozót tartanak, ahol képet adnak a világban folyó ilyen irányú kutatásokról. Az információk kiterjednek az elválasztási technológiákra, az ezekhez kapcsolható fűtőelemgyártásra, transzmutációs eszközökre: kritikus, és gyorsítóval hajtott szubkritikus reaktorokra.

A találkozó fő témái

Nemzeti és nemzetközi P&T (partíciós és transzmutációs) programok áttekintése

Japánban 15 éve fut az OMEGA-program, amelynek lényege egy kétrétegű üzemanyagciklus megvalósítása.

A III. Nukleáris Technikai Szimpóziumon (Budapest, 2004. december 2-3.) elhangzott előadás alapján.

Ennek első rétegében a fűtőelemciklus a friss üzemanyag könnyűvízes reaktorokban való „égetéséből”, valamint vizes reprocesszállással előállított MOX üzemanyag (mixed oxide: urán- és plutónium-oxidot is tartalmazó fűtőelem) szintén vizes reaktorokban való égetéséből áll. A második rétegben száraz reprocesszállással a maradék transzuránokat nitrid fűtőelemekbe pakolják, és ezeket ADS-ben (accelerator driven system = gyorsítóval hajtott rendszerek) kívánják újrafelhasználni.

Koreában egyenlőre nincs sem dúsítás, sem elválasztás, de távlati tervek vannak elektrokémiai elválasztásra, valamint a HYPER nevű, ólom–bizmut hűtésű szubkritikus rendszerre.

Oroszországban több helyen is foglalkoznak szubkritikus rendszerek tulajdonságait akarják vizsgálni kísérleti be rendezések építésével. Ezenkívül kidolgozták egy sóoldékos mozgó üzemanyagú reaktor koncepciót.

Az Egyesült Államokban a Nemzeti Energiapolitikai Program keretében egyre nagyobb szerepe lesz a nukleá-

ris energiának. Ennek keretében a fűtőelemciklusok zárására alkalmas technológiák is szóba kerülnek. Széles körű kutatások folynak partíciós technológiák és fűtőelemgyártás területén. Pb–Bi hűtőközeggel, hélium és szén-dioxid hűtésű gyorsreaktorokkal is foglalkoznak. Ez az AFCI (*Advanced Fuel Cycle Initiative*) program.

Az *Európai Unióban* az EUROTRANS projekt adja a kutatás keretét. E program fő feladata az ADS-ekkel kapcsolatos vizsgálatok. Széles körű együttműködésben dolgoznak különböző laboratóriumok a gyorsító céltárgyával összefüggő problémákon, a céltárgy és a szubkritikus rendszer összehangolásán stb.

Transzmutációs üzemanyagciklusok és geológiai tárolók

Több előadásban is szóba került, hogy a végleges elhelyezés szempontjából is rendkívül fontos a particionáláson alapuló többszörös üzemanyagciklus. A geológiai tárolók fő problémáját a radioizotópok, különösen a transzuránok bomlásából eredő hőfejlődés okozza. Ezért mindenképpen szükséges a transzuránokat újrafelhasználni (*recycling*), másképp a geológiai tároló hamarosan szűkös lesz.

Transzmutációs berendezések üzemanyagai

Több elméleti és kísérleti témájú előadás szólt a transzmutációs berendezések üzemanyagainak tulajdonságairól valamint gyártástechnológiai kérdésekről.

Kísérleti és elméleti tevékenység a transzmutáció körében

A karlsruhei intézetben kísérleti és elméleti kutatásokkal tanulmányozzák az ólom–bizmut hűtés termohidraulikáját. Ehhez a KALLA berendezést használják, amellyel a MEGAPIE (*MEGAwatt Pilote Experiment*) projektet készítik elő.

A Phénix (Franciaország) gyorsreaktor utolsó két ciklusában 2007-ig besugárzásokat fognak végezni új típusú, nagy transzurántartalmú oxid, nitrid, fémötvözet és kerámia fűtőelemekkel (FUTURIX–FTA program).

Gyorsítóval hajtott transzmutációs berendezések

Mint említettük, az európai kutatások középpontjában a gyorsítóval hajtott szubkritikus rendszerek (ADS), elsősorban a Pb–Bi hűtésűek állnak.

Reaktorfizikai szempontból fontos probléma a szubkritikus rendszer és a forrás összekapcsolása. Amíg Európában spallációs forrásban gondolkodnak (TRADE program Olaszországban), addig az USA-ban elektrongyorsító neutronforrást használnak ilyen kísérletekhez (RACE program).

Nukleáris hulladékkezelés regionális koncepciója

Egy előadás kvantitatív módon tárgyalta a regionális együttműködés lehetőségét és perspektíváit. Kétfajta ország van:

„A” típusú ország: nyitott üzemanyag ciklus, felhalmozódó transzuránok,

„B” típusú ország: zárt üzemanyagciklus.

Az előadás bemutatta azt a hosszú távú (2100-ig terjedő) stratégiát, amelynek alapján a két ország optimális feltételek mellett tudja transzmutálni, azaz minimalizálni radioaktív hulladékát.



A találkozói előtti napon lehetőségünk volt a Yucca-hegységben épülő végső hulladéktároló alagútjának megtekintésére.

Vértes Péter

KFKI Atomenergia Kutató Intézet

KITÜNTETÉSEK

2005. március 14-én *Magyar Bálint* oktatási miniszter kitüntetésekkel adta át március 15-e alkalmából a Néprajzi Múzeumban, melyeket *Mádl Ferenc* köztársasági elnök adományozott.

A *Magyar Köztársasági Érdemrend lovagkeresztje* kitüntetést kapta:

CSERMELY PÉTER biokémikus, az ELTE egyetemi tanára, az orvostudomány doktora, aki a *Kutató Diákokért Alapítvány* vezetésével évente sok tehetséges fiatalnak biztosítja a tudományos kutatómunkába való bekapcsolódás lehetőségét, már igen fiatal korban;

JÉKI LÁSZLÓ, az MTA Központi Fizikai Kutató Intézetének tudományos főmunkatársa, a fizikai tudomány kandidátusa, akit ismeretterjesztő írásaiból, előadásaiból, a természettudományos eredmények terjesztéséből és az áltudományok elleni harcból ismerhetnek a *Fizikai Szemle* olvasói.

A *Magyar Köztársasági Bronz Érdemkereszt* kitüntetésben részesült:



Csermely Péter



Jéki László



Jarosievitz Beáta

Foto: Kármán Tamás

JAROSIEVITZ BEÁTA, a II. kerületi Ady Endre Fővárosi Gyakorló kollégium tanára, akinek a nevével az elmúlt években a *Life in the Universe*, a *Napállandó mérése* és a *Vénusz-átvonulás* megszervezésének kapcsán találkozhattak a *Fizikai Szemle* olvasói.

Valamennyi kitüntetettnek gratulálunk és további sikeres munkát kívánunk.

Magyar fizikatanár nemzetközi sikere

KISPÁL ISTVÁN (Dunaújvárosi Széchenyi István Gimnázium) a nemzetközi *Celebrate* projekt kapcsán készített kiváló digitális tananyagaiért a tanárok és iskolák számára kiírt *E-learning Awards 2004* európai iskolahálózati ver-

senyen elnyerte a *legjobb tananyagnak járó díjat*. A díjat november 18-án, Prágában, az *Eminent* konferencián adta át a cseh oktatási miniszterhelyettes, az európai iskolahálózat igazgatója, és a díjat felajánló Microsoft területi igazgatója. Gratulálunk a szép sikerhez, és további sok sikert kívánunk!

A KVANTUMOPTIKA ÉS -ELEKTRONIKA LEGÚJABB EREDMÉNYEI

az ELFT Atom-, Molekulafizikai és Kvantumelektronikai Szakcsoport Tavaszi Iskolája
Hotel Uni, Balatonfüred, 2005. május 31. – június 3.

Regisztráció

Név, munkahely vagy lakcím, választott elérhetőség (e-mail és/vagy telefon és/vagy fax) megadásával az alábbi e-mail címre *vagy* fax számra:

E-mail: amke.iskola@titan.physx.u-szeged.hu

Fax: (62) 544658

– Amennyiben 3 munkanapon belül nem kap választ az Ön által megadott elérhetőségi módon, akkor kérjük, ismételje meg regisztrációját.

– Ha átutalással kíván fizetni, kérjük, tüntesse fel a számla címzettjét és címét is.

Részvételi díj

2005. május 17-ig: 52500 Ft, 2005. május 18-tól, illetve a helyszínen: 55000 Ft. Extra kiadvány: 3000 Ft/db, egyágyas felár: 4000 Ft/nap

A díj tartalmazza

Az iskolán való részvételt • az előadások kivonatát könyv alakban • szállást 2, illetve 3 ágyas fürdőszobás szobákban • büféreggelit • ebédet (3 fogás + ásványvíz) • vacsorát (+ ásványvíz) • kávészünetekben: kávé, teát, üdítőt, aprósüteményt • szauna, konditerem és a hotel strandjának használatát • zárt parkoló használatát • 15% OM-kötelezett elvonást • 25% ÁFA-t.

Fizetési mód

Átutalással (a Szegedi Tudományegyetem számlaszámára¹) vagy készpénzzel a helyszínen.

Kérdések, megjegyzések

E-mail: amke.iskola@titan.physx.u-szeged.hu, fax: (62) 544-658.

Bővebb információ található a <http://www.kfki.hu/elftkvan/> helyen.

¹ A számlaszámot és a „Közlendők”-be írandó számot a második körlevélben tesszük közzé.

Az iskola tudományos programja

2005. május 31., kedd

Béérkezés, regisztráció: 13.00-tól

16.00 Megnyitó

16.05 A foton 100 éve (*Varró Sándor*, SzFKI)

17.00 Tea (kávé)

17.15 Lézeres hűtés rezonátorban (*Domokos Péter*, SzFKI)

18.00 Kvantumrendszerek kontrollja (*Szabó Gábor*, SzTE OKT)

19.00 Vacsora

2005. június 1., szerda

9.00 Az integrált optika elemei (*Mojzes Imre*, BME MHT)

9.45 Lineáris terjedés, fókuszálás, erősítés és mérés (*Osvay Károly*, SzTE OKT)

10.30 Kávészünet

11.00 A kvantummechanikai összefonódottság (*Konior-czyk Mátyás*, SzFKI)

11.45 Infravörös impulzusok mágneses molekulákból (*Benedict Mihály*, SzTE EFT)

13.00 Ebéd

Délután

16.00 Tea (kávé)

16.30 Frekvenciakonverzió és THz-es sugárzás előállítása (*Hebling János*, PTE KFT)

17.15 Nemlineáris mikroszkópia és biológiai–orvosi alkalmazásai (*Szipőcs Róbert*, SzFKI & KOKI)

18.00 Femtoszekundumos oszcillátorok és fázisstabilizálás (*Dombi Péter*, TU Wien & SzFKI)

19.00 Vacsora

2005. június 2.

9.00 Részecskegyorsítás lézerplazmában (*Földes István*, RMKI)

9.45 Magasrendű harmonikusok generálása és alkalmazása (*Varjú Katalin*, Univ. Lund & SzTE OKT)

- 10.30 Kávészünet
- 11.00 Markovi folyamatok leírása, nyílt kvantumrendszerek (*Ádám Péter*, SzFKI)
- 11.45 Nem-Markovi folyamatok tárgyalása (*Diósi Lajos*, RMKI)
- 13.00 Ebéd

Délután

- 16.00 Tea (kávê)
- 16.30 Rezonátorlecsengési spektroszkópia (*Bánó Gerely, Kutasi Kinga*, SzFKI)
- 17.15 Az integrált optika biofizikai alkalmazásai (*Dér András*, SzBK)
- 18.00 Rövid impulzusok generálása félvezető lézerekkel (*Serényi Miklós*, MFA)
- 19.00 Vacsora

2005. június 3.

- 9.00 Többfotonos folyamatok és attoszekundumos jelenségek (*Farkas Győző*, SzFKI)
- 9.45 Lézerindukált röntgensugárzás és röntgenlézerek (*Földes I.*, RMKI, *Simon Péter*, LLG Göttingen, *Szatmári Sándor*, SzTE KFT)
- 10.30 Kávészünet
- 11.00 Atomi rendszerek koherens manipulációja (*Djotyán Gagik*, RMKI)
- 11.45 Hideg atomok (hűtés, csapdázás, BEC) (*Sörlei Zsuzsa*, RMKI)
- 13.00 Zárszó
- 13.10 Ebéd

Osvay Károly
ELFT AMKE titkára

NÉGYSZÖGLETES KERÉK

136. PROBLÉMA

Van egy négyzet alakú telkünk, 100 méter hosszú kerítéssel körbekerítve. A föld ára a kerítésen belül négyzetméterenként 100 \$, a kerítésen kívül pedig 200 \$. Lehetőségünk van a kerítés áthelyezésére oly módon, hogy a kerítés hossza, továbbá a telek valamelyik átlójának két végpontja változatlan maradjon.

Hogyan módosítsuk a telkünk hátárát, ha a legnagyobb nyereséget szeretnénk elérni? (A feladat elemi úton, fizikai megfontolások felhasználásával is megoldható!)

(Vladimir Sedach, Seattle, USA)

A 136. PROBLÉMA MEGOLDÁSA

Egy közgazdasági maximum-problémával állunk szemben, amely matematikai szempontból úgynevezett mellékfeltétellel rendelkező variációs probléma. Milyen alakú legyen a kerítés az eredeti telken belül, illetve azon kívül, hogy az általa határolt területeknek a négyzetméterárral súlyozott összege (tehát egy, a kerítés alakjától függő szám, a kerítést megadó függvény „funkcionálja”) a lehető legnagyobb legyen, miközben a kerítés bizonyos pontjai előírt helyen kell legyenek, és a kerítés hossza is adott értékű.

Ez látszólag igen bonyolult feladat! A variációs számítás matematikájában jártasak megpróbálhatják felírni a probléma Euler–Lagrange-egyenletét, a mellékfeltételt Lagrange-multiplikátorral vehetik figyelembe. Az így adódó nemlineáris differenciálegyenletet megoldva eljuthatnak a megoldáshoz, de lehetséges, hogy az optimális telekhatár megkeresésére fordított idő és energia (tehát pénz) több lesz, mint az optimalizálás során elért nyereség!

Keressünk inkább – a feladat végén szereplő útmutatásnak megfelelően – valamilyen egyszerűbb eljárást! A fizikában gyakran találkozunk szélsőérték- és variációs problémákkal, ezek általában minimumfeladatok (pl. a legkisebb hatás elve, vagy az energiaminimum-elv). Ha találunk egy olyan fizikai rendszert, amelynek az energiája a jelen problémában szereplő módon, tehát területek súlyozott összegeként számolható, akkor ezen rendszer egyensúlyi állapota – amelyet szerencsés esetben más módszerrel is meg tudunk határozni – egyúttal megoldhatja a közgazdasági feladatunk megoldását is.

A vékony hárták (pl. szappanhárták) energiája a felületükkel (területükkel) arányos, az arányossági tényező a felületi feszültség. Ha azt szeretnénk elérni, hogy valamilyen körülkerített terület a lehető legnagyobb legyen, és ezt minimumfeladatként akarjuk megfogalmazni, akkor követeljük meg, hogy a kerítésen kívüli terület legyen a lehető legkisebb. A területek súlyozott összegének minimumát fizikailag úgy valósíthatjuk meg, hogy az egyes területeket különböző felületi feszültségű folyadék hártájával borítjuk le, a mellékfeltételt (a kerítés hosszára vonatkozó követelményt) pedig egy hajlékony, de nyújthatatlan fonállal „oldhatjuk meg”.

Ezzel a trükkkel az eredeti közgazdasági feladatot a következő fizikai problémára vezettük vissza:

137. PROBLÉMA

Van egy négyzet alakú drótkeretünk, melyre vékony, hajlékony és nyújthatatlan cérnaszálból készített hurkot helyezünk. A zárt hurok hossza megegyezik a négyzet kerületével, és a hurok két áttellenes (egymástól ugyanakkora hosszúságú cérnaszálakkal elválasztott) pontját a drótkeret valamelyik átlójának két végpontjához rögzítjük.