

ESS Teadus igapäevaelus (tõlge ESS veebist)



Teadusuuringud neutronite abil annavad meile uusi teadmisi, mis parandavad meie igapäevast elu, tervist ja elukeskkonda.

Neutronite abil tehtav teadus on igapäevase elu teadus. See on oluline, et arendada uusi ja paremaid arvutikiipe, kosmeetikat, pesuvahendeid, tekstiile, värve, kütuseid, ravimeid, akusid ja plastikuide. Edasiviivaks jõuks olevad tööstuslikud lahendused kütuse-elementide, ülijuhtide, uuenduslike struktuursete insenertehniliste lahenduste, kliima, transpordi ja toidu tehnoloogiate, farmaatsia, meditsiiniliste seadmete ja rohelise energetika näol on kõik sõltuvad edasiminekestest neutronteaduse mahus ning võimekuses. Mitmed tuhanded tooted, mis on loodud ja arendatud materjaliteaduse abil, kasutades neutroneid, on hädavajalikud meie elukvaliteedi hoidmiseks ning majanduskasvuks.

Samal ajal võimaldavad neutronitel põhinevad teadusuuringud vastata mitmetele kõige keerulisematele ja pikaajalisematele küsimustele, mis iial teaduse ja meditsiini ees on seisnud. Nende seas näiteks seni arusaamatu küsimus, et kuidas DNA kannab elu molekulaarsel tasandil ning milline on DNA struktuuri määravate valkude täpne asukoht, struktuur ja funktsioon. Lahendused nendele kõige keerulisematele eluteaduste järgmise sajandi väljakutsetele toetuvad ESS-i võimaldatavale kõrgekvaliteetsel kolmemõõtmelisele proteiinide modelleerimisele ja kõrgetasemelisele neutronpildistamisele.

Kasutades uut tehnoloogiat ESS-is, viivad järgmise põlvkonna neutronteadlased edasi käimasolevaid uuringuid lõpmatute keerukuste tundmaõppimiseks inimajus, selle närvivõrgustikus ja mälu töös. Taolised uuringud suurendavad veelgi nende avastuste rakendamise kiiret arengut masinate nano-võrgustikus ning viivad edasi järjest keerulisemat tehisintellekti loomise teadust – teadust, mis on samuti sõltuv neutronpildistamise võimekuse paranemisest.

Tööd, mida arendatakse edasi ESS-is, omavad mõjusid isegi mõnede kõige põhimõttelisematele dilemmadele füüsikas ja filosoofias. Paljulubavad uurimused universumi ülesehituse ja päritolu kohta ning ka uurimused, mis püüavad lepitada omavahel ebakõlalisi, kuid iseseisvalt funktsionaalseid gravitatsiooni ning kvantfüüsika teooriaid, vihjavad peatsetele läbimurretele inimkonna teadmistes, mis lähevad kaugemale meie kõige metsikumatest kujutlustest. ESS on seega oluline investeering Euroopa inimeste tervisesse ja ühiskonda tulevikus.

Meditsiin ja eluteadused



Arusaamine, kuidas valgud, ensüümid ja muud bioloogilised ained töötavad molekulaarsel tasandil, on võti müsteeriumide mõistmiseks, mis puudutavad elu ning keha. Neutronid sobivad oma olemuselt väga hästi üksikute molekulide ja aatomite dünaamika tundmaõppimiseks.

Neutronuuringud on eriti sobilikud mõõtmaks tundlike materjalide proove, nagu näiteks elus rakud, mis saavad kergesti kahjustada, kui kasutatakse teistsuguseid mõõtmistehnikaid. Neutronid on ka ainus meetod, millega teadlased saavad uurida bioloogilistes süsteemides eriliselt oluliste üksikute vesiniku aatomite liikumist.

Suur edusamm orgaaniliste molekulide mõõtmisel

Erilised seadmed ESS-is lubavad mitmekordset mõõtmisvõimekuse paranemist võrreldes tänapäevaste võimalustega. Selline dramaatiline paranemine on eriti oluline uurimaks kompleksseid orgaanilisi molekule.

Neutronite abil suudavad teadlased uurida inimkeha ehituskive, eriti just üksikuid vesiniku aatomeid, mis mängivad olulisi rolle. Seetõttu saavad teadlased uut informatsiooni näiteks järgneva kohta:

- DNA molekulid ja valgud, mis juhivad vananemist ja vähi teket
- Kuidas inimese luustik lapseas kasvab ning kuidas osteoporoos selle lõhub, luues niiviisi ravimeid luustiku haigustele ning abinõusid vananemise protsessiga kaasaskäivatele muutustele
- Organite ja keha funktsioonid, nagu lihased, hambad ja seedimine
- Kuidas teha paremaid meditsiinilisi implantaate, mis oleksid vastupidavamad ning terviklikult kehaga ühilduvad
- Komplekssete struktuuridega bioloogilised materjalid, nagu näiteks veri ja rakukestad
- Geeniteraapia
- Biosensorid
- Süsivesinikud ja tselluloos.

Uued teadmised nendes valdkondades avavad võimaluse arendada uusi tehnikaid ning efektiivsemat ravi ning ravimeid.

Efektiivsemad ravimid, millel on vähem kõrvaltoimeid

Kuidas keha ravimeid vastu võtab? Kuidas need kehas toimivad?

Uurides valkusiid ja ensüüme, mis põhjustavad erinevaid haigusi, saavad teadlased kaasa lüüa uute ravimite ja ravivõimaluste loomisel. Farmaatsiaga tegelevad teadlased peavad inimkeha proteiinidest endale väga hea arusaamise tekitama, kuna need proteiinid võtavad ravimi molekule vastu. Teiste sõnadega on valgud „lukuaugud“, kuhu ravimite valgud – „võtmed“ – täpselt sobituvad.

Seega kui teadlased saavad uurida erinevaid inimkeha valkusi, suudavad nad märksa hõlpsamini luua ravimeid, mis sobituvad täpselt nende valkudega.

Tänaseks on teadlased röntgen- ja neutroneksperimentide abil alustanud teekonda Alzheimeri tõve ravimi leidmiseks – seda läbi struktuursete uurimuste ainete kohta, mis mõjutavad aju ja sealset närvivõrgustikku. Neutronid on ka aidanud teadlastel luua ravimite kehasise transpordi süsteeme, mis on ajaliselt säilitud vabanema kindlas kehaosas, luua haiglates kasutatavaid isotoope ning leida looduslikke antibiootikumide multiresistentsete bakterite raviks.

ESS-i suur jõudlus võimaldab efektiivset struktuuril põhineva meditsiini arengut. Eredama neutronkiirguse tõttu saavad teadlased näiteks uurida ensüüme ja proteiine nende loomulikes keskkondades ning suurema täpsus-astmega ning saavad ühtlasi ka mõõta bioloogilisi süsteeme ning protsesse, mis muutuvad aja jooksul. Uurijatel saab olema uus võimas tööriist, et õppida tundma valkude ja rakumembraanide omadusi ja funktsioone ning kuidas need lähevad kokku näiteks ravimitega.

Toidu tehnoloogia – Ensüümid kiirendavad protsesse

Et oleks võimalik arendada uusi tervislikumaid toitusid nende maitset muutmata, kasutatakse neutroneid, et uurida ensüümide struktuure ning seda, mis täpselt juhtub keemilistes protsessides.

Energia ja keskkonnatehnoloogia



Neutronid avavad võimaluse arendada keskkonnasõbralikumaid materjale ning protsesse. Parematest plastikust kuni süsinikdioksiidi koguvate materjalideni – tee parema tuleviku poole võib olla sillutatud vesinikkütustel, mis on arendatud neutrontehnoloogiate abil.

Allpool on mõned näited energia ning keskkonnatehnoloogiast, valdkondadest, mis lõikavad kasu neutronite abil läbiviidavatest uuringutest:

Kütuseelemendid, mis põhinevad vesinikul

Üks meie ajastu suur väljakutse on uute tehnoloogiate otsing, mis tuleviku majanduses võimaldaks märkimisväärselt vähendada süsinikdioksiidi emissiooni. Siinkohal on keskne roll gaasilisel vesinikul. Neutronallikad nagu ESS on teadlaste jaoks parimad vahendid, millega detailselt uurida raskesti tabatavaid vesinikul põhinevaid struktuure.

Kütuseelemendid on kesksel kohal tuleviku vesinikumajanduse arengus. Kütuseelemendid on nagu teatud liiki akud, mida tuleb pidevalt täita gaasilise vesinikuga, et need töötaksid. Kui vesinik ja hapnik reageerivad, muundub energia elektriks ja soojuseks. Ainsaks väljaheitegaasiks on puhas vesi. Praegusel ajal arendatakse kütuseelemente väga

erinevateks otstarveteks, alates majade kütmisest ja autode liikumapanekust kuni sülearvutite ja telefonide elektritoiteni.

Päikeseenergia

Neutronitega saab mõõta ning optimeerida uusi materjale nagu näiteks õhukesi polümeerkilesid, mida kasutatakse fotogalvaaniliste elementide juures. See on osa pingutusest arendada välja kuluefektiivne, töökindel ja keskkonnasõbralik päikeseenergeetika.

Kütused ja katalüsaatorid

Neutronkiirguse allika SNS juures, mis on ESS-i võrdkuju USA-s, käib uurimistöö, et saada etanooli tselluloosirikastest materjalidest nagu muru ja põllumajanduslikud jäägid. Täna päeval saadakse etanooli keskkonnasõbralike sõidukite tarvis teraviljadest nagu mais, mis tekitab konkurentsi toidu tootmisele. Tulevik rajaneb aga teadmistel materjalide aatomtasandi omaduste kohta.

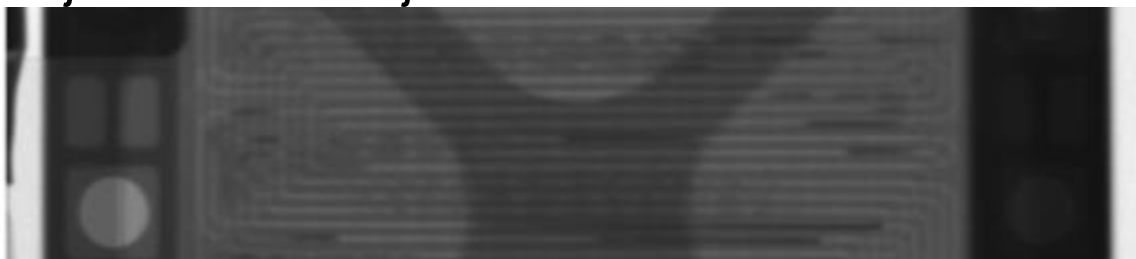
Paremad akud ja paterid

Üks võimalus on arendada telefonide akusid, mis kestaksid kauem ning mille laadimistsüklite koguarv on senisest palju suurem. Neutronite on võimalik jälgida, kuidas liitiumi iooni liiguvad aku sees. Tänapäevase tehnoloogiaga on see peaaegu võimatu. Aga võimsa neutronkiirgusallika abil on tõesti võimalik jälgida materjali struktuurseid muutusi, kui liitium liigub, ning seetõttu on võimalik paremaid materjale toota.

Kliimatehnoloogia

Materjaliteadus ESS-is võib aidata välja arendada energeetikalahendusi, mis teevad vähem kahju kliimale. Metaangaas, mis on tallel igikeltsas, oleks potentsiaalselt suureks energiaressursiks, kuid on samas väga võimas kasvuhoonegaas. Täna päeval ei saa teadlased analüüsida analüüsida metaani sisaldavate ainete kristallstruktuuri keemiat, kuid ESS-is saab see olema võimalik.

Uued ja nutikad materjalid



Miks arenevad mobiiltelefonide ning arvutitehnoloogiad nii kiiresti? Kust tulevad uued nutikad valgustuse tehnoloogiad, nagu LED-id? Uued tooted, mis on täis kõrgtehnoloogilisi materjale, ümbritsevad meid meie igapäevaelus pidevalt. Tihti peame neid iseenesestmõistetavateks, kuid iga uue materjali taga on hulk teadustööd.

Fundamentaalteaduse tulemusel on teadlased ning tööstused omandanud teadmisi, mis on parandanud paljusid tooteid meie igapäevaelus, nagu näiteks mobiiltelefonid, arvutid, valgustus ning nanomaterjalid. Tulevikus suudame vastavalt erinevate tööstuste vajadusele valmistada täiesti uusi sobivaid materjale. Tulevikus näeme kindlasti materjale, millel on täiesti uued füüsikalised omadused. Uued tehnoloogiad ja töövahendid teevad võimalikuks luua kohandatud materjale, mis põhinevad tööstuse vajadustel ja mis tänaseni on mõeldamatud.

Näited mõnedest tehnoloogiatest, millest tänapäeva teadlased on eriliselt huvitatud, on ülijuhtivad materjalid ning tugevamad ning kergemad materjalid:

Ülijuhtivad materjalid

Ülijuhtivad materjalid võimaldavad elektrit transportida absoluutselt ilma kadudeta, mis tähendab suurt energiavõitu. Uurimistöö neutronitega on üks kõige põhjapanevamaid tööriistu mõistmaks, kuidas magnetilised ja ülijuhtivad materjalid funktsioneerivad. See võib omakorda aidata luua lahendusi paremaks elektrijuhtivuseks, magneteid, millel on uued omadused ning transporditehnoloogiat, mis kasutavad ressursse efektiivsemalt.

Ülijuhtivuse põhjus nn ebatavalistes ülijuhtides, millel on kõrgeim ülijuhtivasse olekusse siirde temperatuur (ja on seega kõige huvitavamad), on senini teadmata. Neutroneid kasutades sai selgeks, et nendes materjalid on ülijuhtivus ja magnetism teineteisest läbipõimunud. Parema arusaamine mikroskoopilistest üksikasjadest ja lõpuks võimalis luua toatemperatuuril töötavaid ülijuhtisid pakusid ülimalt suuri makromajanduslikke kasusid.

Tugevad ja kergemad materjalid

Tänapäevaste materjalide suured väljakutsed – olla kergemad, tugevamad, odavamad, keskkonnasõbralikumad – vajavad ulatuslikke teadmisi materjalide omaduste kohta, alustades aatomskaalast. Seda infot on vaja materjaliteadlastel ning –arendajatel, et kohandada uute materjalide omadusi optimaalseks suutlikkuseks. Neutronhajumise tehnikad on unikaalsed uurimaks materjale, kuna need mitte ainult ei aita mõista materjalide aatomstruktuuri, vaid ka nende käitumist paljudes rakendustingimusi meenutavates tingimustes. See on võimaldanud mõista väga paljude erinevate rakendustega materjale, alates šampoonist ja lennukiturbiini labadest kuni magnetilise salvestuse materjalideni.

LED-id majapidamislampidena

Galliumnitriid on uus materjal, mis arendati välja neutronteaduse abil. Seda kasutatakse kõige sagedamini LED-ides (valgusdiodides), nt mobiiltelefonide ekraanides.

Uued uurimistööd on arendanud võimsamaid LED-iseid valgusallikateks, mis aina suuremal määral asendavad tänapäevaseid energiasäästulampe. See tähendab suurt kasu madalama energiatarbe näol, märkimisväärselt pikemat tööaega ja väiksemat soojuse eraldumist.

Kiiremad ja võimsamad arvutid

Gigantne magnetakistus (GMR) on üks näide, kuidas baasteadust on otseselt kasutatud materjalide arendamisel. Uurimistööd selles valdkonnas autasustati 2007. aastal Nobeli preemiaga füüsikas. Juba praegu võid tõenäoliselt leida selle teadmise rakenduse omaenda arvuti kõvakettalt. GMR tehnoloogia on kiirendanud väiksemate ja võimsamate arvutite arengut.

Neutronid on ühed kõige võimsamad vahendid, mida kasutatakse ainete aatomtasandi magnetomaduste uurimiseks, sealhulgas andes vundamenti GMR materjalide arendamiseks. Et GMR saaks üldse töötada, on vaja luua mõne aatomkihi paksused materjalistruktuurid. Seega võib GMR-i vaadelda ka kui üht rakendust paljulubavast nanotehnoloogia valdkonnast.

Igapäevakeemia



Tavalised tooted nagu seep, näokreemid, puhastusvahendid ja määrdeained on mõnikord tegelikult tehnoloogilised imed. Need hõlmavad tihtipeale keerulisi vedelikke, mis võivad oma kuju ja omadusi muuta sõltuvalt sellest, kuidas nende molekulid materjalis on asetunud.

Pinnakeemia on interdistsiplinaarne teadus, mis põhineb keemial ja füüsikal. See mängib materjaliteaduses olulist rolli. On võimalik uurida selliseid laiahaardelisi materjaliklasse nagu insenertehnilistes lahendustes kasutatavaid määrdeaineid, farmaatsiatooteid ja ravimeid ning pabertooteid, millel kõigil on väga erinevad omadused. Ühiseks omaduseks on asjaolu, et pinnaomadused määravad ära viisi, kuidas need töötavad.

Et vedelat ainet sundida tõmbuma mingi materjali külge, on oluline mõista kõige väiksemaid struktuure, mis selles materjalis eksisteerivad. Näiteks kuidas on võimalik õli ühtlaselt jaotada mootori sisemuse kaitsmiseks nii kõrgel kui madalal temperatuuril, ilma et see lihtsalt ära voolaks?

Vastus on võimalik leida, kui uurida nende nn kompleksvedelike koostist ning kohandada need sobivaks. Sellistes uuringutes on neutronid võimsad abivahendid. Komplekssed materjalid on eriti tähtis valdkond, kus ESS-il on suurim potentsiaal panustada uutesse avastustesse. Seda tehnoloogiat kasutatakse ka selleks, et aidata mõista ning arendada teisi kemikaale, eriti õli-põhiseid ja vee-põhiseid segusid nagu kreemid ja seebilahused.

Paljud igapäevases kasutuses olevad tooted sisaldavad kompleksseid struktuure, mida tihti uuritakse neutronite abil. Nende omaduste taga olevat mikromehaanikat saab kasutada teiste komplekssete vedelike ja pehmete ainete loomiseks tootvas tööstuses. Tänapäevaks on neutronid panustanud laiahaardelisse toodete valikusse, mille alla kuuluvad näiteks plastikud, puhastusvahendid, kosmeetika ja sünteetilised kiudained tekstiilitööstusele.

Värvaine – palju rohkem kui lihtsalt värv

Värvaine peab olema piisavalt paks, et jääda pintli külge, kuid samas piisavalt vedel, et jaotuda värvitavale pinnale. Neutronite abil on võimalik arendada just selliste täpsete omadustega materjale. Teadlased saavad ka uurida, kuidas segada vett ja õli, et luua vee-põhiseid värve, mis oleks ära kuivades vetthülgavad ning samas suudaks vastu panna tuulele, veele ja porile kuni 20 aastat.

Puhastusvahendid – puhtamad riided uurimistöö abiga

Puhastamine ja pesupesemine on keerulised keemilised protseduurid. Tseoliit on mineraal, mis paljude muude rakenduste hulgas on aluseks ka paljudele pesuvahenditele. Üheks selle omaduseks on pehmendada karedat vett.

Neutronite abil on võimalik näha, kuidas see materjal käitub ja reageerib vees. ESS võib aidata luua keskkonnasõbralikumaid pesuvahendeid, mis annavad sama või parema tulemuse.

Kosmeetika – teadus iseeneses

Kui vaadata, kuidas molekulid liiguvad ja käituvad vedelikes, on võimalik arendada kreeme ja kosmeetikat uute ja parandatud omadustega, nagu näiteks efektiivsemad päikesekaitse ja valuvastased kreemid.