

SKJUTA PROTONER OCH KITTLA ELEKTRONER - EN INTERAKTIV UTSTÄLLNING OM ESS & MAX IV

En interaktiv utställning om ESS och MAX IV invigdes på Vattenhallen Science Center i Lund den 13 december, 2012. På en 100 kvadratmeter stor yta har det byggts upp interaktiva experimentstationer där pingisbollar, järnbollar och golf bollar får representera elektroner, protoner och neutroner. Besökarna kan trumma loss elektroner i kanonen, tävla om den bästa tiden i linjäracceleratorn, putta protoner i spallationsexperimentet och kittla elektroner i lagringsringen. Utställningen är byggd för att visa på och ge besökarna en förståelse för likheter och skillnader mellan de två anläggningarna ESS och MAX IV.

EXPERIMENTSTATIONER ESS

PROTONKANONEN frigör protoner som senare accelereras i hög hastighet i linjäracceleratorn. För att producera protoner används väte. När man tar bort en elektron från en väteatom får man kvar en proton. Detta görs genom att hetta upp vätgas med ett snabbt varierande elektriskt fält, då lossnar elektroner från vätemolekylerna och kvar är protonerna. Principen är densamma som att koka vatten i en mikrovågsugn, men frekvensen är mycket högre och effekten mycket starkare.

Protonerna accelereras i en 500 meter lång LINJÄRACCELERATOR med hjälp av högfrekventa elektriska fält. En bra acceleration kräver att timingen av de högfrekventa elektriska fälten är optimal. Längs med hela acceleratorn finns magneter som fokuserar och leder strålen i rätt bana. Efter ca 40 m har protonerna fått upp tillräckligt med fart så att accelerationen kan ske med hjälp av supraledande kaviteter. Dessa är kylda utifrån med flytande helium till -271 grader Celsius.

SPALLATION innebär att neutroner frigörs när en proton i hög hastighet träffar en atomkärna. Protonerna som accelererats i linjäracceleratorn skjuts in mot en roterande skiva av volfram där en viss mängd av volframatomerna kommer att träffas. Tack vare protonernas höga hastighet kan varje proton frigöra cirka 30 neutroner.

I EXPERIMENTSTATIONERNA används neutron-strålarna av forskarna för att studera sina prover. Det prov som ska undersökas placeras i neutronstrålen i instrumentet. Neutronerna tränger in i preparatet och vissa av dem sprids, studsar, mot atomkärnorna i materialet. Genom att mäta hastigheten och riktningen på neutronerna när de kommer ut ur provet får man med avancerad mjukvara ett så kallat spridningsmönster. Detta spridningsmönster analyseras och ger

information om hur atomerna sitter gentemot varandra inne i provet och hur de rör sig. Detta avslöjar alltså hur provet ser ut och fungerar på molekylär nivå.

EXPERIMENTSTATIONER MAX IV

ELEKTRONKANONEN frigör elektroner som senare accelereras i hög hastighet i linjäracceleratorn. Elektroner kan frigöras genom uppvärmning. När elektronkanonens katod av bariumoxidbelagd volfram värms till ca 1000 °C kommer elektroner att frigöras och bli fritt flygande. De fritt flygande elektronerna accelereras från vila upp till nära ljusets hastighet av starka elektriska fält.

Elektronerna accelereras i en LINJÄRACCELERATOR som finns i en 300 meter lång underjordisk tunnel. Linjäracceleratorn accelererar elektronerna med hjälp av högfrekventa elektriska fält. En bra acceleration kräver att timingen av de högfrekventa elektriska fälten är optimal. I linjäracceleratorn färdas elektronerna i nära ljusets hastighet och deras energi ökar under passagen genom acceleratoren.

Efter linjäracceleratorn åker elektronerna in i LAGRINGSRINGEN. De styrs av magneter som böjer elektronstrålen till en cirkelformad bana. När elektronerna far fram i lagringsringen passerar de, på raksträckan före strålröret, en anordning av magneter som kallas wiggler. En wiggler består av en lång serie magneter som får en passerande elektron att svänga ungefär som en skidåkare som åker slalom. När elektronerna svänger sänder de ut intensivt synkrotronljus som färdas rakt fram, ut i strålröret. I slutet på strålröret når ljuset experimentstationen och forskarens prov. Elektronerna fortsätter att åka runt i lagringsringen.

På MAX IV kommer det att finnas många olika EXPERIMENTSTATIONER där materialprover undersöks på olika sätt. Ett vanligt sätt är att belysa provet med synkrotronljus. Ljuset sprids mot elektronerna som finns i materialet och bildar ett spridningsmönster eller ett så kallat diffraktionsmönster. Detta mönster behandlas numeriskt i en dator för att skapa en bild av de molekyler eller atomer som undersöks.

På MAX IV kan forskarna välja att använda ljus med olika våglängder, från infrarött ljus till röntgenljus. Forskarna plockar ut en bestämd våglängd för att undersöka sitt prov. De kan göra detta genom att filtrera bort de våglängder de inte vill ha. Filtret kallas MONOKROMATOR och består vanligtvis av speglar, ett gitter och en spalt. Gittret är en yta med ett litet mönster som uppbered sig. Det kan vridas mekaniskt så att ljus med en bestämd våglängd passerar spalten.

EXPERIMENTSTATIONER ESS & MAX IV

SPEKTRALANALYS

Ett spektrum är en uppdelning av ljus i olika färger, ett slags fingeravtryck av det ämne som lyser. Varje ämne ger en unik uppsättning av färger. Genom att analysera ett spektrum hos en okänd gas kan man ta reda på vilka atomer gasen innehåller. På MAX IV belyser man prover med synkrotronljus och forskarna analyserar ljuset från proverna. Det utsända ljuset talar om vilka ämnen provet innehåller, till exempel vilka järnföreningar som finns i Vasaskeppet.

På ESS heter motsvarande mätmetod neutronspektroskopi. Neutroner med en viss energi skickas in i provet och så mäts deras energi när de kommer ut. Skillnaden i energi ger information om materialets dynamiska tillstånd till exempel vibration och rotation.

LJUS GER FÄRG

Forskare kan analysera ett och samma prov på både ESS och MAX IV. De får då kompletterande information om sitt prov. På MAX IV belyses proverna med ljus. Beroende på vilken färg på ljuset som används får man olika information om provet. För att studera så små saker som molekylstrukturer används ultraviolett ljus eller röntgenljus, ljus som har kortare våglängd än det som är synligt för våra ögon. På ESS ska proverna beskjutas med neutroner. Med hjälp av dessa undersökningar fås ytterligare en bild av materialet som undersöks.

I Diane Sandall's målning används särskilda färger för att visa på hur ljus med kortare våglängder kan göra så att vi kan se finare detaljer i en struktur.

OM ESS & MAX IV

Två nya stora forskningsanläggningar i världsklass byggs i Lund. MAX IV har redan startats och anläggningen invigdes 2016. ESS beräknas att vara färdigt år 2019.

Forskare från hela världen kommer att använda dessa anläggningar som kan liknas vid två stora verktygslådor för materialforskning där ESS producerar neutroner och MAX IV synkrotronljus. Forskningen förväntas ge helt nya resultat inom miljö, bioteknik, medicin, kemi, geologi, arkeologi, elektronik och fysik.

Två anläggningar som kompletterar varandra

På ESS används neutroner och på MAX IV ljus. Med ljus och neutroner kan man undersöka olika saker. Neutronerna är oladdade partiklar och går djupt in i det material som undersöks. Forskarna kan mäta hur atomkärnorna sitter i det undersökta materialet och hur de rör sig. Ljus används för att studera elektronerna som finns runt atomkärnan. Vet man var elektronerna är och hur de uppför sig får man reda på var atomerna är och hur de reagerar med andra atomer. Detta

kan berätta hur de bildar molekyler och kristaller. Undersökningar av ett och samma material vid dessa båda anläggningar kommer att komplettera varandra.

ESS är en europeisk forskningsinfrastruktur, som planeras och byggs av många länder tillsammans. Vid ett forskningsministermöte i Bryssel i maj 2009 beslöt man att ESS skulle byggas i Lund. På ESS används neutroner som får bombardera forskarnas prover. Neutronerna får man genom så kallad spallation som innebär att protoner accelererar in i atomer som blir instabila och frigör neutroner.

MAX IV är världens ljusstarkaste synkrotronljusanläggning och forskningsanläggningen invigdes i juni 2016. Gästforskare från hela världen kommer för att få använda ljuset från MAX IV. Ljuset produceras genom att man accelererar elektroner och sedan låter dem svänga fram och tillbaka när de passerar en serie magneter.

Att undersöka material

Runt omkring oss har vi material till exempel i husets betong, järnvägsrälsens metall, i chokladgodis, halvledaren i datorminnet, proteinet i kroppen, molekylen i medicinen, ytan i solcellen, dinosauriefossilerna i stenen. Genom att undersöka material kan vi förstå vår omvärld lite mer och med hjälp av denna kunskap kan vi försöka att lösa några av de så kallade Global Challenges som vi står inför på områden som hälsa, miljö och energi. Det kan handla om så olika saker som antibiotikaresistenta bakterier, miljöfarligt avfall eller artificiell fotosyntes.

Samtidigt pågår grundforskning på många olika områden. Denna forskning drivs av människans nyfikenhet och gör att vi hela tiden gör nya överraskande upptäckter. Dessa upptäckter kan ge upphov till nya idéer och tillämpningar i vår vardag. Så här definierar the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) grundforskning: ”Grundforskning handlar om att systematiskt och metodiskt söka efter ny kunskap och nya idéer utan någon bestämd tillämpning i sikte.”

Utställningen byggdes av utställningsdesigner Charlotte Karlsson, ingenjör Lars Hedenstjerna och föreståndare Monica Almqvist, i dialog med lärare och experter från ESS, MAX IV och universiteten i Lund och Köpenhamn. Den har finansierats av Region Skåne, Öresund Materials Innovation Community, ESS och MAX IV.

VATTENHALLEN SCIENCE CENTER

Box 118

221 00 Lund

Tel 046-222 43 51

www.vattenhallen.lth.se