

AT Scenarij učenja

BrAln i STE(AI)M (poveznica)

Licenca

[Attribution ShareAlike CC BY-NC-SA 4.0](#)

Naslov

U očima neutrona

Autor

Goran Repinc – nastavnik fizike

Sažetak

Scenarij učenja temelji se na istraživačkom pristupu (IBSE) i problemskoj nastavi (PBL), pri čemu učenici kroz simulaciju i analizu stvarnog problema razvijaju razumijevanje fizikalnih koncepata.

Učenici istražuju primjenu neutronske raspršenja kao suvremene metode u znanosti o materijalima te povezuju teorijska znanja s praktičnim primjerom analize litij-ionskih baterija.

Nastava je organizirana prema modelu obrnute učionice, gdje učenici osnovne koncepte usvajaju kod kuće, dok se vrijeme u učionici koristi za analizu, raspravu i primjenu znanja.

Ključne riječi

Raspršenje neutrona; Braggov zakon; 4 C (kritičko mišljenje, komunikacija, suradnja, kreativnost)

Licenca

[Attribution ShareAlike CC BY-NC-SA 4.0](#)

Pregled

<i>Predmeti</i>	Fizika Engleski jezik (CLIL)
<i>Teme</i>	Raspršenje neutrona: Istraživanje Braggovog zakona Glosar raspršenja neutrona
<i>Dob učenika</i>	17-18 godina
<i>Vrijeme pripreme</i>	Fizika - 3 sata (kod kuće) Engleski jezik - 1 sat i 30 minuta (kod kuće)
<i>Vrijeme nastave</i>	Fizika - 3 sata (u školi) Engleski jezik – 45 min (u školi)

<i>Online nastavni materijal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. https://www.labster.com/ 2. https://ampyx.tsd.hr/ 3. https://scoollab.web.cern.ch/particle-identities 4. https://theory.labster.com/welcome_ns1/ 5. https://view.genial.ly/63ec8abdc804dc0018561bbe
<i>Materijali za nastavu izvan mreže</i>	Slagalice od papira + kartona
<i>Korišteni resursi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. https://scoollab.web.cern.ch/classroom-activities/quark-puzzle 2. Up and Down Quarks.pdf 3. quarkpuzzleparts.pdf 4. Activity1 .png 5. Neutron Scattering Investigating Braggs Law.mp4 6. Transcript Neutron Scattering Investigating Braggs Law-en-US.docx 7. Lab Report Template (English) BL.docx

Cilj lekcije

Učenici će moći istražiti osnove neutronske raspršenja i upoznati se s radom u laboratoriju.

Učenici će:

- Razlikovati osnovne komponente punjive litij-ionske baterije
- Prepoznati u kojim slučajevima neutroni kao sonda mogu biti poželjniji od rendgenskih zraka u znanosti o materijalima
- Razumjeti kako se neutroni proizvode pomoću akceleratora čestica (Linear Proton Accelerator)
- Razumjeti neutronske transmisivne snimanje i njegove prednosti u znanosti o materijalima
- Razlikovati različite oblike interakcije neutrona s uzorkom i povezane neutronske udarne presjeke
- Povezati razmak atomskih ravnina u praškastom uzorku s kutom raspršenja neutrona primjenom Braggovog zakona

Trendovi

Obrnuta učionica: učenici kod kuće svladavaju osnovne koncepte teme. Vrijeme provedeno u učionici koristi se za promišljanje, raspravu i razradu teme.

Osobno okruženje za učenje: online okruženje za učenje prilagođeno je individualnim potrebama, stilu učenja i osobnim interesima.

Učenje temeljeno na projektima: učenici dobivaju zadatke temeljene na činjenicama, probleme koje trebaju riješiti i rade u grupama.

Vještine 21. stoljeća

Kritičko razmišljanje: Učenici trebaju analizirati Braggov zakon i razumjeti njegovu primjenu kod raspršenja neutrona. To zahtijeva kritičko razmišljanje o načelima zakona i njegovoj relevantnosti u znanstvenim eksperimentima.

Rješavanje problema: Primjenom Braggovog zakona u simulacijama raspršenja neutrona, učenici se susreću s problemima i izazovima vezanim uz interpretaciju rezultata. Pronalaženje rješenja za ove izazove poboljšava njihove sposobnosti rješavanja problema.

Suradnja: Rad u parovima i timovima unutar Labster scenarija učenicima omogućuje raspravu, suradnju u rješavanju problema i razmjenu ideja i perspektiva.

Komunikacija: Rasprava o Braggovom zakonu i njegovoj primjeni u raspršenju neutrona zahtijeva jasnu i preciznu komunikaciju među učenicima kako bi se učinkovito razmjenjivale ideje i rezultati eksperimenata.

Digitalna pismenost: Korištenje simulacija unutar Labsterovog laboratorija od učenika zahtijeva korištenje digitalnih alata za istraživanje i analizu podataka, poboljšavajući njihove vještine u korištenju tehnologije za znanstvena istraživanja.

Kriteriji STEM strategije

U ovom scenariju učenja obrađeni su sljedeći STEM elementi i kriteriji:

Elementi i kriteriji	Kako se ovaj kriterij rješava u scenariju učenja
Upute	
Personalizacija učenja	Online okruženje za učenje u kojem se učenik uključuje prilagođeno je osobnim potrebama, stilu učenja i osobnim interesima učenika. Svaki učenik uči svojim tempom.
Učenje temeljeno na problemima i projektima (PBL)	Problemi općenito, a samim tim i problemi iz stvarnog života rješavaju se učenjem kroz scenarij.
Znanstveno obrazovanje temeljeno na istraživanju (IBSE)	Učenici primjenjuju svoje postojeće znanje kako bi postavljali pitanja, istraživali temu, objašnjavali i pojašnjavali, izvlačili zaključke i razmišljali o vlastitom napretku u učenju.
Provedba nastavnog plana i programa	
Naglasak na STEM temama i kompetencijama	Scenarij je STEM tema s naprednim kompetencijama
Interdisciplinarna nastava	Engleski jezik (CLIL)
Kontekstualizacija STEM nastave	Kontekstualizacija kroz probleme iz stvarnog života i najbolji način njihovog rješavanja.
Procjena	

Kontinuirana procjena	Kroz Labsterove simulacije
Personalizirana procjena	1. Kroz Labster simulacije 2. KVIZ https://ampyx.tsd.hr/index.php Nadimak: neutron Lozinka: neutron 3. Laboratorijsko izvješće
Profesionalizacija osoblja	
Visokokvalificirani stručnjaci	Dostupni stručnjaci za uže ili šire područje koje pokriva tema.
Postojanje pomoćnog (pedagoškog) osoblja	Naše pomoćno osoblje igra važnu ulogu u pružanju sigurnog i inspirativnog okruženja za učenje.
Stručni razvoj	Zaposlenici koriste razne načine za poboljšanje svog razumijevanja i stručnosti u predmetnoj materiji.
Školsko vodstvo i kultura	
Školsko vodstvo	Školska uprava potiče kreativne metode poučavanja i zainteresirana je za integriranje STE(AI)M predmeta u nastavni plan i program.
Visoka razina suradnje među osobljem	Postoji svakodnevna konstruktivna komunikacija i suradnja uz razmjenu ideja.
Inkluzivna kultura	Poštujemo ideje kolegica i kolega, zajedno valoriziramo postignuća i cijenimo jedinstvenost koju svaka osoba donosi.
Veze	
S industrijom	Autoindustrija, zrakoplovstvo, čelik, obrana, industrijski materijali, skladištenje energije, biomedicina
S roditeljima/skrbnicima	Obitelji doprinose jačanju važnosti STE(AI)M obrazovanja te potiču učenikovu znatiželju i entuzijazam prema različitim sadržajima koji se obrađuju u okviru ovog scenarija.
S drugim školama i/ili obrazovnim platformama	Aktivnosti provedene u ovom Scenariju učenja mogu se lako integrirati u partnerski projekt s drugim partnerskim školama, lokalno ili putem eTwinninga.
Sa sveučilištima i/ili istraživačkim centrima	Potencijalno, razgovor sa stručnjacima/istraživačima – uživo ili putem virtualne platforme.
Školska infrastruktura	
Pristup tehnologiji i opremi	U školi su dostupni internet, prijenosna računala, tableti, pametne ploče i projektori.
Visokokvalitetni nastavni materijali za učionice	Odabrani nastavni materijali dostupni su u školi. Učitelji se potiču da kontinuirano stvaraju prilagođene resurse za svakog učenika kako bi poboljšali iskustvo učenja.

Naziv aktivnosti	Postupak	Trajanje
<p>Fizika</p> <p><i>Usmjeravanje i postavljanje pitanja (kod kuće)</i></p>	<p>Obrnuta učionica</p> <p>Učenici formiraju parove/grupe (3-4 učenika) s nadimcima koji su nazivi čestica iz igre: https://scoollab.web.cern.ch/sites/default/files/Particle_v2/index.html</p> <p>Učitelj predstavlja priču u Google učionici/MS Teamsu/Discordu:</p> <p><i>„Poznati Braggov zakon koji danas proučavamo zapravo su proučavali mladi sin, Lawrence Bragg, i njegov otac, William Henry Bragg. U to vrijeme, difrakciju X-zraka proučavao je još jedan njemački znanstvenik, Laue. Pretpostavio je da su X-zrake valovi i da podliježu difrakciji. Međutim, Lawrenceov otac smatrao je X-zrake tokovima čestica. Priroda X-zraka u to vrijeme još uvijek nije bila poznata.</i></p> <p><i>Godine 1912., Lawrence Bragg, šetajući uz rijeku, doživio je prosvjetljenje da kristali predstavljaju paralelne slojeve atoma. Ako bi rendgenske zrake udarile u gornji sloj njihove površine, difrakcija se neće dogoditi jer bi sudar bio izvan faze, poništavajući se međusobno. Međutim, ako zrake udare u prostor između slojeva, tada bi bile u fazi, stvarajući difrakcijski uzorak na susjednim slojevima. Na temelju svog otkrića, predložio je teoriju koja je definirala odnos između valne duljine rendgenskih zraka, kuta upada i međuprostora između atoma kristala.</i></p> <p><i>Kasnije, kako bi testirao zakon, njegov otac je konstruirao mehanizam koji je omogućavao rotaciju kristala pod različitim kutovima i mjerenje reflektirane energije. S ovom postavkom uspjeli su odrediti točan razmak atomskih slojeva u nekoliko različitih vrsta jednostavnih kristala.</i></p> <p><i>Štoviše, koristili su jednadžbu za određivanje valnih duljina X-zraka koje proizvode različite metalne mete, izračunali su atomski razmak koristeći težinu kristala i Avogadrovu konstantu. To im je pomoglo da razumiju prirodu X-zraka s metalnih meta.</i></p> <p><i>Jednostavna Braggova jednadžba također ih je navela na proučavanje unutarnjih kristalnih struktura NaCl, dijamanta i ZnS. Za to su 1915. godine dobili Nobelovu nagradu. Lawrence Bragg imao je samo 25 godina kada je</i></p>	<p>90 minuta</p>

primio Nobelovu nagradu, što ga je učinilo najmlađim dobitnikom.

U kasnijim godinama, kada je otkriven neutron, neutronska difrakcija korištena je za proučavanje složene strukture materijala. Neutronska difrakcija izvrsna je alternativa rendgenskoj difrakciji jer su neutroni prodorniji i mogu pružiti dublje vizualne prikaze.”- izvor [Labster priča](#)

Osnovni pojmovi – izvor [Labster](#)

Prvi koncept koji treba objasniti u ovom kontekstu je ogib (difrakcija). Ogib (difrakcija) je savijanje valova oko krajeva prepreke. Međutim, ne stvaraju sve prepreke ogib (difrakciju) - ona se javlja samo kada je veličina prepreke usporediva s valnom duljinom snopa/vala.

Ogib (difrakcija) je svojstvo povezano samo s valovima. Budući da neutroni imaju valno-čestičnu prirodu, podliježu neutronske difrakciji kada udare u atomsku strukturu jer je njihova valna duljina usporediva s međuatomskim prostorima. Braggov zakon, koji je izvorno predložen na temelju ogiba (difrakcije) X-zraka, primjenjuje se i na raspršenje neutrona.

Drugi važan pojam je interferencija. Fenomen interferencije nastaje kada se dva koherentna vala iste frekvencije sretnu u točki. Mogu interferirati konstruktivno ili destruktivno na temelju razlike puta. Konstruktivna interferencija znači da se valovi pojačavaju i njihove amplitude se zbrajaju, dok destruktivna znači da se valovi međusobno poništavaju.

Razlika puta u točki je razlika u udaljenosti koju prijeđu dva vala u točki presjeka. Ako je razlika puta cjelobrojni višekratnik lambda, dolazi do konstruktivne interferencije, dok ako je razlika puta neparni višekratnik $\lambda/2$, dolazi do destruktivne interferencije.

Učenici dobivaju linkove:

„Film”:

[Raspršenje neutrona: Istraživanje Braggovog zakona.mp4](#)

Prošireno (detaljno):

https://theory.labster.com/welcome_ns1/

	<p>Unutar grupe u Google učionici/MS Teamsu/Discordu, učenici surađuju i kritički razmišljaju o sadržaju, generalno - komentiraju probleme iz stvarnog života i nude (kreativna) rješenja. Ako nešto ne razumiju i ne mogu riješiti problem, nastavniku predočuju situaciju (kao grupa). Ako je potrebno, video veza je opcija. Učitelj djeluje kao online facilitator.</p>	
<p><i>Engleski jezik (kod kuće - CLIL)</i></p>	<p>Učitelj daje učenicima poveznice za gledanje, slušanje i pisanje nepoznatih riječi (Google učionica/MS Teams/Discord), kao sadržaj i pripremu za sljedeći sat u školi.</p> <p>Raspršenje neutrona: Istraživanje Braggovog zakona.mp4</p> <p>Transkript raspršenja neutrona Istraživanje Braggovog zakona-hr-HR.docx</p>	90 minuta
<p><i>Engleski jezik (u školi - CLIL)</i></p>	<p>Učitelj izrađuje glosar neutronske raspršenja iz transkripta s učenicima podijeljenim u grupe iz Google učionice/MS Teamsa/Discorda. Učenici mogu koristiti umjetnu inteligenciju.</p> <p>https://view.genial.ly/63ec8abdc804dc0018561bbe</p>	45 minuta
<p><i>Fizika</i></p> <p><i>Istraživanje kod kuće</i></p>	<p>Obrnuta učionica</p> <p>Nastavnik upisuje učenike u nastavu/simulacije: https://my.labster.com/login E-pošta ime.prezime@gmail.com Lozinka Ubrzaj23+</p> <p>Učenici ulaze u virtualni laboratorij (interaktivna 3D laboratorijska simulacija raspršenja neutrona i Braggovog zakona), koji im omogućuje igranje s valnim duljinama i razmakom kristalnih ravnina. Također mogu promatrati kako promjene valne duljine i međuatomske udaljenosti utječu na raspršenje.</p> <p>Koristeći simulaciju opisanu u filmu, učenici istražuju:</p> <p>Raspršenje neutrona: Istraživanje Braggovog zakona NS1 Raspršenje neutrona_ Istraživanje Braggovog zakona Laboratorijski priručnik.docx.pdf</p> <p>Učitelj ima uvid u online aktivnosti i odgovore svakog učenika. Primjeri (učenici): Petra Papaik.png Aleksandar Gustovarac.png Dorijan Hadžija.png</p> <p>Učenik/učenici u Google učionici/MS Teamsu/Discordu može/mogu postaviti pitanje za bilo koji dio simulacije koji mu/im nije jasan.</p> <p>Svaki učenik predaje laboratorijski izvještaj i dobiva povratne informacije: Predložak laboratorijskog izvješća (engleski) BL.docx</p>	90 minuta

	<p>Unutar para/grupa u Google učionici/MS Teamsu/Discordu, učenici surađuju i kritički razmišljaju o sadržaju, komentiraju probleme iz stvarnog života i nude (kreativna) rješenja. Ako nešto ne razumiju i ne mogu riješiti problem, nastavniku predočuju situaciju.</p> <p>Ako je potrebno, video veza je opcija.</p> <p>Učitelj djeluje kao online facilitator.</p> <p>Napomena: Simulacija u bilo kojem trenutku nudi teoriju vezanu uz trenutačnu situaciju u laboratoriju i pitanja u kvizu.</p> <p>Dodatno: Učenici se kod kuće pripremaju za natjecanje u parovima/grupama u školi.</p>	
<p><i>Usmjeravanje (u školi)</i></p>	<p>Natjecanje (prvo):</p> <p>Aktivnost 1 (Aktivnost1 .png)</p> <p>Učitelj dijeli potrebne tiskane zagonetke (Gornji i donji kvarkovi - zagonetka za ispis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gornji i donji kvarkovi.pdf • kvarkpuzzleparts.pdf <p>i dodjeljuje zadatak:</p> <p>Neutron je barion sastavljen od jednog u kvarka i dva d kvarka (u – gore i d – dolje) . Antineutron je barion koji sadrži jedan \bar{u} antikvark i dva \bar{d} antikvarka . Spojite dijelove kvarka i antikvarka kako biste izgradili neutrone i antineutrone. Zabilježite kombinacije boja i električne naboje u donjoj tablici. Dodajte još redaka u svoj dnevnik ili bilježnicu po potrebi. Aktivnost1 .png</p> <p>Učenici rješavaju zadatak u parovima/grupama: ispunjavaju tablice i odgovaraju na pitanja.</p> <p>Učitelj daje upute:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vezana stanja moraju biti neutralna po boji: crveno-zeleno-plavo (ili anti-crveno, anti-zeleno i anti-plavo) za barione i crvena s anticrvenom, zelena s antizelenom ili plava s antiplavom za mezone. • Dijelovi slagalice kvarkova slijede ova pravila, tvoreći zatvorene, čvrste figure za dopuštena vezana stanja, dok odbijaju da se uklope u zabranjene kombinacije. • Antikvarkovi uvijek posjeduju anti-naboj boje. • Svi barioni se sastoje od tri kvarka ili tri antikvarka. Naboji boja moraju biti crveni, zeleni i plavi zajedno ili tri anti-boje zajedno. 	<p>25 minuta</p>

	<p>Učenci mogu koristiti umjetnu inteligenciju (https://view.genial.ly/63ec8abdc804dc0018561bbe)</p> <p>Na kraju, svaki par/grupa predstavlja svoje zaključke i odgovore (Dodatak 1.).</p> <p>Učitelj je u ulozi facilitatora.</p>	
<p><i>Istraživanje (u školi)</i></p>	<p>Učitelj čita priču iz simulacije za koju su se pripremali kod kuće:</p> <p><i>„ Ja sam Patrick i zajedno sa svojim timom želimo napraviti neke studije o utjecaju leda na Grenlandu na okoliš.“</i></p> <p><i>Nažalost, imamo problema s našom znanstvenom opremom kada je vani hladno.</i></p> <p><i>Suzili smo problem na punjive litij-ionske baterije unutar opreme.</i></p> <p><i>Čini se da se ne ponašaju tako dobro na hladnom Grenlandu kao kod kuće u našem laboratoriju.</i></p> <p><i>Bok, ja sam Julie.</i></p> <p><i>Hvala Patricku na predstavljanju.</i></p> <p><i>Na ekranu seminara vidimo shemu litij-ionske polimerne gel baterije gdje možemo vidjeti slojevitu strukturu kontakata, anodu, katodu i polimerni separator.</i></p> <p><i>Znamo da se vodljivost baterije smanjuje s padom temperature, ali ne znamo točno što se događa unutar baterije prilikom pražnjenja i u čemu je problem na niskim temperaturama.</i></p> <p><i>Potrebna nam je neinvazivna tehnika za pregled unutrašnjosti baterije tijekom pražnjenja bez oštećenja.</i></p> <p><i>Jedan od načina bio bi korištenje rendgenskih zraka za skeniranje baterije.</i></p> <p><i>Međutim, ove vrste valova nisu toliko osjetljive kao neutroni na lake elemente poput litija.</i></p> <p><i>Dakle, da bismo dobili bolju rezoluciju slike, upotrijebimo samo neutrone.“</i></p> <p>Učenci, u prethodno formiranim parovima/grupama, sudjeluju u drugoj aktivnosti:</p> <p>Timsko natjecanje - Raspršenje neutrona: Istraživanje Braggovog zakona</p>	<p>80 minuta</p>

	<p>Učenici u laboratoriju istražuju što se događa u bateriji. Već imaju iskustva temeljena na prethodnim istraživanjima kod kuće. https://my.labster.com/login E-pošta ime.prezime@gmail.com Lozinka Ubrzaj23+</p> <p>Učitelj ima uvid u brzinu i vještinu svakog para/grupe, broj pokušaja, te na koja su pitanja točno odgovorili, a na koja nisu. Uspoređuje se napredak parova/grupa, utrošeno vrijeme i rezultat.</p>	
Objasniti i razraditi (u školi)	<p>Na temelju istraživanja, parovi/grupe razrađuju temu, pojašnjavaju, objašnjavaju i izrađuju izvješće u parovima/grupama: Predložak laboratorijskog izvješća (engleski) IB.docx</p>	60 minuta
Procjena (u školi)	<p>Kviz - Individualna procjena, koliko je bilo koji učenik iz Grupe bio pripremljen i/ili koliko je dobro sudjelovao i usvojio rezultate u razredu i/ili kod kuće: https://ampyx.tsd.hr/index.php Nadimak: neutron Lozinka: neutron</p>	15 minuta

Procjena

KVIZ PITANJA (CLIL)

1

First, do you know what is the use of a neutron research facility?

AVAILABLE OPTIONS

It is a research facility where materials are investigated using neutron techniques

It is a research facility that investigates neutrons through different techniques

It is a facility where new materials are created using different neutron techniques

It is a facility where neutrons are created and distributed to other facilities

2

How is the neutron wavelength and velocity connected?

AVAILABLE OPTIONS

The wavelength and velocity of a neutron are inversely proportional to each other

The wavelength and velocity of a neutron are proportional to each other

There is only a connection between the energy and wavelength

Wavelength and velocity are two names for the same physical property

3

What is the relation between the neutron wavelength and the time of flight over a particular distance L?

AVAILABLE OPTIONS

They are proportional to each other

They are inversely proportional to each other

There is no connection

They are quadratically proportional to each other

4

Which properties of the neutrons are registered when they hit the detector?

AVAILABLE OPTIONS

The position and time of arrival

The wavelength and energy

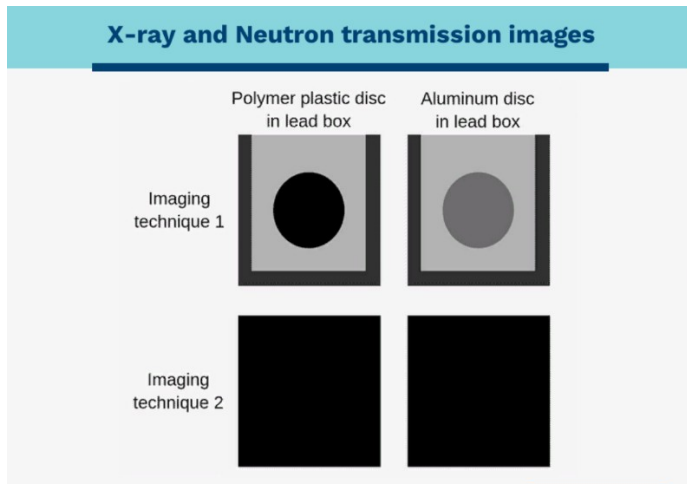
The charge and magnetic moment

The position and the energy

5

Imagine you have a polymer plastic block of an unknown shape sealed inside a lead box and you want to find the shape of the block. What imaging method should you use and why?

Check out the image on the **VIEW IMAGE** button for a visual representation of this.



AVAILABLE OPTIONS

Neutron transmission imaging since it easily penetrates lead and is scattered by the plastic

Neutron transmission imaging since it easily penetrates the plastic and is scattered by the lead

X-ray imaging since it easily penetrates lead and is scattered by the plastic

X-ray imaging since it easily penetrates the plastic and is scattered by the lead

6

Why is the neutron transmission highest through the Aluminum layer?

AVAILABLE OPTIONS

Aluminium layer has a small total neutron cross-section which gives a low attenuation coefficient

Aluminium layer has a large total neutron cross-section which gives a low attenuation coefficient

Aluminium layer has a large total neutron cross-section which gives a large attenuation coefficient

Aluminium layer has a low total neutron cross-section which gives a large attenuation coefficient

7

From our data, we see that the transmission of neutrons is clearly the smallest through the polymer separator which contains a lot of hydrogen. But why is that? Select the most correct explanation.

AVAILABLE OPTIONS

Hydrogen has a large incoherent neutron cross-section and thus low transmission

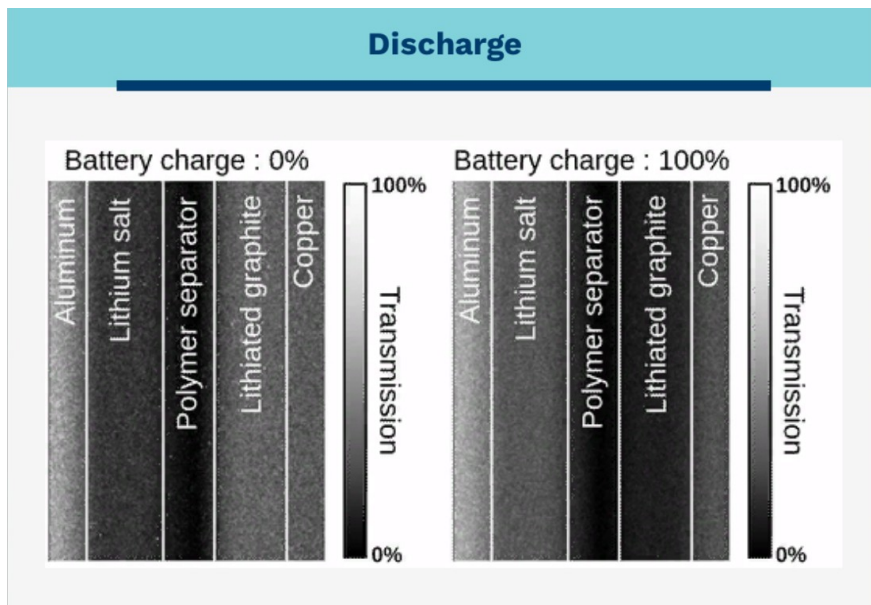
Hydrogen has large coherent neutron cross-section and thus low transmission

Hydrogen has large absorption neutron cross-section and thus low transmission

The polymer separator is black and thus the neutrons cannot penetrate it

8

In which layers can you see a change in neutron transmission when the battery is discharged? Click the **VIEW IMAGE** button to take a closer look.



AVAILABLE OPTIONS

The graphite and the lithium salt layers

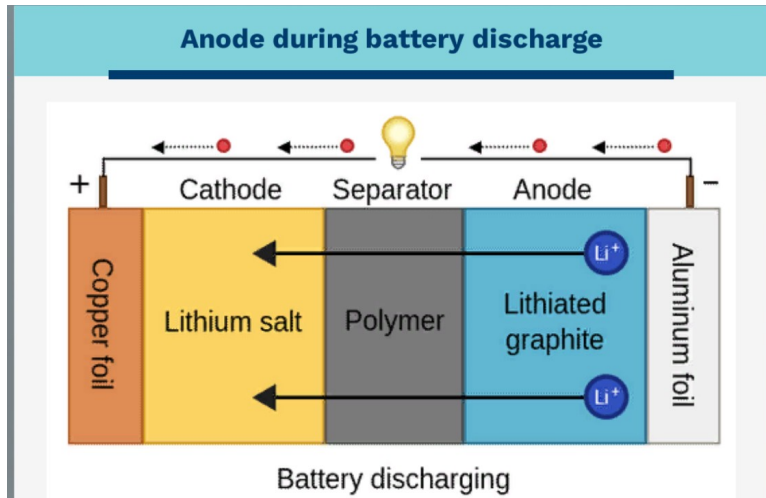
The copper, the aluminum and the polymer separator layers

There are no changes during discharge

There is a large change in all the layers

9

Why did the transmission in the anode increase during discharge? Remember to always have a look at the wall display behind the LabPad so as not to lose all the action.



AVAILABLE OPTIONS

Since Lithium has a large total cross-section it must have moved out of the anode

Since Lithium has a small total cross-section it must have moved out of the anode

Since carbon has a small total cross-section it must have moved out of the anode

Since carbon has a large total cross-section it must have moved into the anode

10

What is the principal difference between transmission imaging and diffraction? Keep in mind that what we have observed so far is the neutrons that pass through the sample largely unaffected.

AVAILABLE OPTIONS

Diffraction records the scattered neutrons and not those passing through the sample

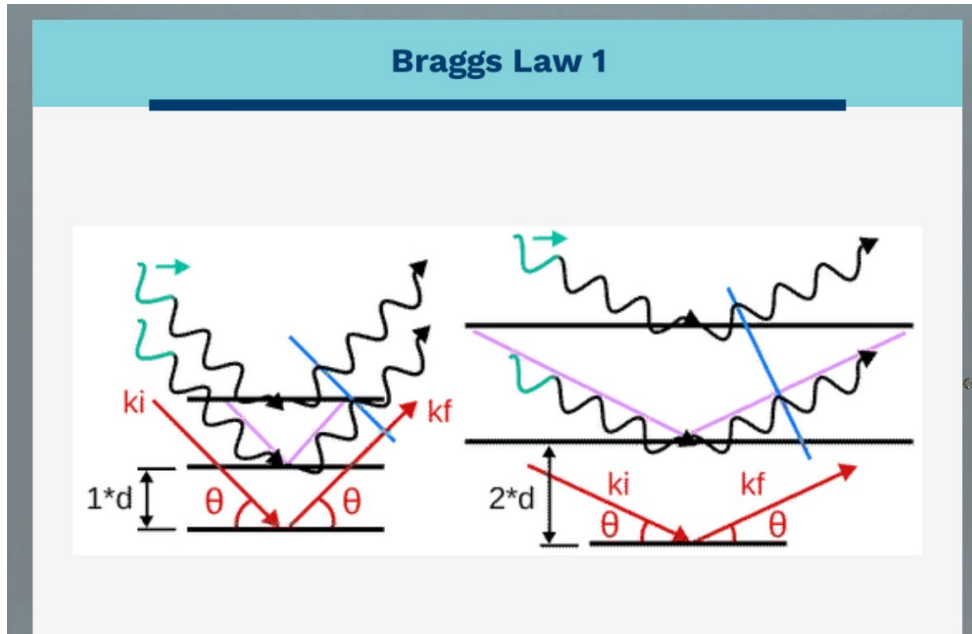
Transmission measures the structure, diffraction measures the size of the atoms in it

Transmission is only used to measure batteries, diffraction measures any sample

Transmission measures incoherent and diffraction measures coherent scattering

11

How does the distance (d) between the Lithium-ion layers in the battery anode relate to the scattering angle of a neutron with a certain wavelength λ ?



AVAILABLE OPTIONS

$d = \lambda / (2 \cdot \sin(\theta))$

$d = \sin(\theta) / (2 \cdot \lambda)$

$d = \lambda / (\sin(2 \cdot \theta))$

The distance between the lithium layers is not connected with the scattering angle

12

Why do we need to put the sample in a cryostat?

AVAILABLE OPTIONS

To be able to cool the sample in a controlled way

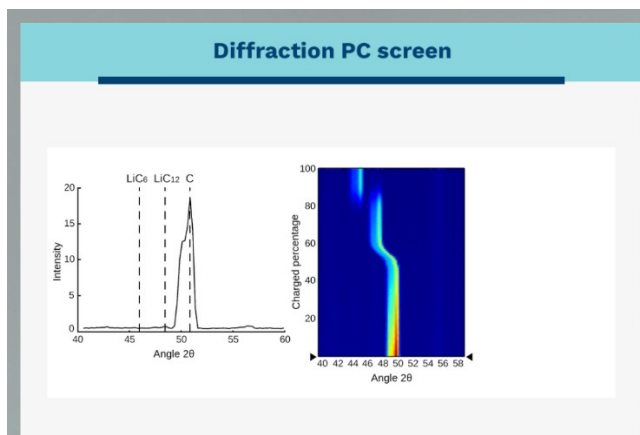
To shield the sample from magnetic fields which may interfere with the experiment

To be able to guide the neutrons towards the sample

To be able to discharge the sample

13

Why is the LiC_6 , (stage 1), diffraction Bragg peaks found at a lower scattering angle than the C (graphite) diffraction Bragg peak?



AVAILABLE OPTIONS

The average distance between the carbon layers is larger in LiC_6 than in C

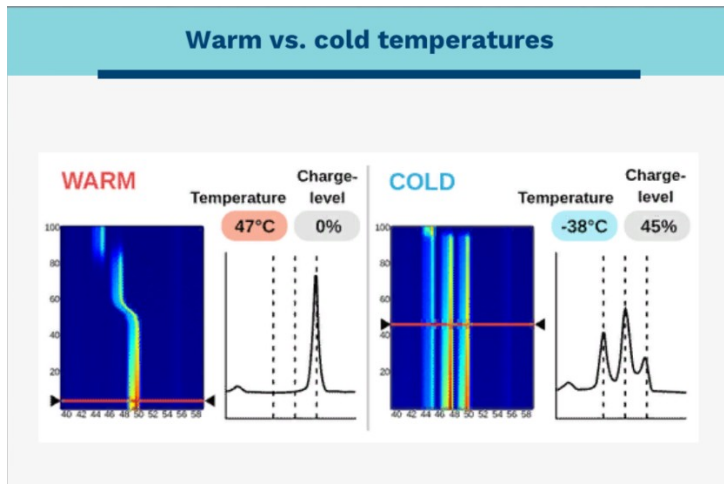
The average distance between the carbon layers is smaller in LiC_6 than in C

The wavelength of the scattering neutrons is smaller from LiC_6 than from C

Li-ion has a larger cross-section than C so LiC_6 will scatter at smaller angles than C

14

What do your results tell you about the discharge process in the battery at low temperatures? Click the **VIEW IMAGE** button to see the comparison among data from cold and warm temperatures after discharge.



AVAILABLE OPTIONS

Diffraction peaks from LiC_6 and LiC_{12} remains; the discharge process is not complete

Only the diffraction peaks from C remains; the discharge process is complete

Diffraction peaks from LiC_6 and LiC_{12} appear in the cold; the discharge process is reversed

As there are more diffraction peaks, Li-ions move to other layers in the battery when it's cold

15

Let me ask you one last question.

Do you feel like you gained relevant knowledge during this simulation?

AVAILABLE OPTIONS

Completely Agree

NOT ANSWERED YET

Agree

NOT ANSWERED YET

Disagree

NOT ANSWERED YET

Completely disagree

Povratne informacije učenika

Komunikacija s učenicima/parovima/grupama putem Discorda, u školi, Izvješće iz laboratorija, Kviz u simulaciji, Kviz u Ampyxu, [Povratne informacije učenika Rubric-AT-Mooc.docx](#)

Primjedbe učitelja

Scenarij je uspješno proveden u nastavi. Učenici su pokazali visoku razinu motivacije i angažmana, posebno pri radu u virtualnom laboratoriju Labster. Preporuča se provedba u manjim grupama radi bolje praćenja napretka.

O ubrzavanju poučavanja i Scientixu

Udruga Accelerating Teaching razvila je zajednički MOOC tečaj usmjeren na profesionalni razvoj nastavnika prirodnih znanosti u nižim i višim razredima srednje škole. MOOC tečaj obuhvaća fiziku koja stoji iza akceleratora čestica, kao i scenarije učenja za korištenje u nastavi, te time može povećati sposobnost nastavnika da se uključe u poučavanje fizike i najsuvremenija istraživanja vezana uz akceleratore čestica. Accelerating Teaching također istražuje iskustva učitelja u korištenju scenarija učenja u svojim učionicama.

Scientix, zajednica za znanstveno obrazovanje u Europi, potiče i podržava suradnju diljem Europe među nastavnicima STEM-a (znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika), istraživačima u obrazovanju, kreatorima politika i drugim stručnjacima za STEM obrazovanje. Ako trebate više informacija, posjetite [Scientix portal](#) ili se obratite nacionalnoj kontaktnoj točki Scientixa ili Scientix ambasadorima [u svojoj zemlji](#).

1.

TASK : BUILDING NEUTRONS AND ANTI-NEUTRONS

A **neutron (n)** is a baryon made of one **u quark** and two **d quarks**. An **anti-neutron (\bar{n})** is a baryon that contains one **\bar{u} quark** and two **\bar{d} quarks**. Put the quark and anti-quark pieces together to build neutrons and anti-neutrons. Record the color combinations and electrical charges in the table below. Add more rows in your journal or log book as needed.

Table of Color Combinations for Neutrons and Anti-Neutrons

Particle Name and symbol	Baryon or Meson?	Up/Anti-Up Quark Color	Down/Anti-Down Quark Color	Down/Anti-Down Quark Color	Electric Charge

WHAT DO YOU THINK 3:

- How many different color charge combinations of the neutron did you find?
- How many different color charge combinations of the anti-neutron did you find?
- How does this compare to the color charge combinations for protons and anti-protons from Task 1 and Task 2?
- What electric charges are possible? Is this the same as for protons and anti-protons?

TASK : BUILDING NEUTRONS AND ANTI-NEUTRONS

Table of Color Combinations for Neutrons and Anti-Neutrons

Particle Name and Symbol	Baryon or Meson?	Up/Anti-Up Quark Color	Down/Anti-Down Quark Color	Down/Anti-Down Quark Color	Electric Charge
n	Baryon	red (r)	blue (b)	green (g)	$2/3 + -1/3 - 1/3 = 0$
n	Baryon	blue (b)	green (g)	red (r)	$2/3 + -1/3 - 1/3 = 0$
n	Baryon	green (g)	red (r)	blue (b)	$2/3 + -1/3 - 1/3 = 0$
\bar{n}	Baryon	anti-red (\bar{r})	anti-blue (\bar{b})	anti-green (\bar{g})	$-2/3 + 1/3 + 1/3 = 0$
\bar{n}	Baryon	anti-blue (\bar{b})	anti-green (\bar{g})	anti-red (\bar{r})	$-2/3 + 1/3 + 1/3 = 0$
\bar{n}	Baryon	anti-green (\bar{g})	anti-red (\bar{r})	anti-blue (\bar{b})	$-2/3 + 1/3 + 1/3 = 0$

3. WHAT DO YOU THINK?

- How many different color charge combinations of the neutron did you find?
There are three unique combinations.
- How many different color charge combinations of the anti-neutron did you find?
There are three unique combinations.
- How does this compare to the color charge combinations for protons and anti-protons from Task 1 and Task 2?
The color charge combinations for neutrons and anti-neutrons are identical to those for the protons and anti-protons.
- What electric charges are possible? Is this the same as for protons and anti-protons?
For a neutron and anti-neutron, the electric charge was 0 in every case. For protons, the electric charge must be +1, but for anti-protons, the electric charge must be -1.

2.

<https://ampyx.tsd.hr/index.php>

Nadimak:

neutron

Lozinka:

neutron

Stranica: prijava korisnika Prijava

Korisničko ime: neutron

Lozinka: *****

PRIJAVI ME

Stranica: glavni izbornik Neutron Neutron | Odjava

Glavni izbornik

Zadaci: Prikaz rezultata zadata

Stranica: glavni izbornik » pisanje zadata Neutron Neutron | Odjava

Kontrolne zadace

Nema kontrolnih zadata kojima mozete pristupiti.

Zadaci za samoprovjeru:

Naziv zadace	Djelovi gradiva	Broj pitanja	
Neutron Scattering - Accelerate Your Teaching	1	15	zapocni sa samoprovjerom