

1 skyrius. Šviesos sklidimas..... 5

1.1 Šviesa ir šešėliai 6

1.2 Šviesos atspindys 8

1.3 Šviesos lūžimas 10

Laboratorija 13

1.4 Visiškas atspindys 14

1.5 Šviesa – kaip banga 16

Žinynas 20

1.6 Šviesa – kaip dalelių srautas..... 21

1.7 Šviesos stipris ir apšvieta 24

Santrauka 26

Pasitikrink! 28

2 skyrius. Lęšiai ir optiniai prietaisai... 29

2.1 Optiniai lęšiai 30

Išbandyk! 31

2.2 Spindulių eiga per glaudžiamąjį lęšį 32

2.3 Atvaizdų susidarymas pro glaudžiamąjį lęšį 34

Laboratorija 36

2.4 Tiesinis lęšio didinimas. Plonojo lęšio formulė 37

Laboratorija 39

2.5 Sklaidomojo lęšio ypatybės 40

2.6 Projektorius ir fotoaparatas 42

Žinynas 45

2.7 Akies optinės savybės 46

Žinynas 48

Išbandyk! 49

2.8 Regėjimo sutrikimai ir jų korekcija 50

2.9 Didinamasis stiklas 52

2.10 Mikroskopas, teleskopas ir žiūronai 54

Žinynas 57

Santrauka 58

Pasitikrink! 60

3 skyrius. Šviesa ir spalvos 61

3.1 Šviesos dispersija 62

Žinynas 64

3.2 Skirtingi spektrai 66

3.3 Kaip matome spalvas? 69

3.4 Kūnų spalvos..... 71

Santrauka 73

Pasitikrink! 74

4 skyrius. Elektromagnetinės bangos 75

4.1 Elektromagnetinių bangų spektras 76

4.2 Rentgeno ir gama spinduliuotė 78

4.3 Infraraudonoji ir ultravioletinė spinduliuotė 80

Žinynas 82

4.4 Mikrobangos ir radijo bangos 83

Žinynas 86

4.5 Analoginis ar skaitmeninis signalas? 87

Santrauka 89

Pasitikrink! 90

Priedai 91

Atsakymai 93

Sąvokų ir asmenvardžių rodyklė 94

5 skyrius. Radioaktyvumas ir branduolio energija..... 101

5.1 Atomo branduolio sandara 102

5.2 Radioaktyvumas 104

5.3 Radioaktyvusis skilimas 108

Žinynas. Radioaktyviųjų elementų tyrimų pradininkė 110

Žinynas. Amžiaus nustatymas pagal izotopus 111

5.4 Jonizuojančiosios spinduliuotės poveikis organizmui 112

5.5 Apsauga nuo spinduliuotės 114

Žinynas. JS panaudojimas medicinoje 116

Žinynas. JS panaudojimas pramonėje 117

5.6 Branduolinė energija 118

Žinynas. Katastrofa Černobilio AE 120

5.7 Branduolinis kuras 122

Žinynas. Katastrofa Fukušimos AE 124

Santrauka 125

Pasitikrink! 126

6 skyrius. Energija ir aplinka 127

6.1 Energijos reikšmė žmoniai 128

6.2 Energijos gamyba ir vartojimas 130

6.3 Atmosferos tarša 132

6.4 Šiltnamio efektas 134

Žinynas. Atmosferos CO₂ mažinimo būdai ... 137

6.5 Atsinaujinantys energijos šaltiniai 138

Žinynas. Jūros bangų, potvynių ir atoslūgių energijos panaudojimas 141

6.6 Saulės energijos naudojimas..... 142

Išbandyk! 144

6.7 Elektrinių palyginimas 145

Žinynas. Geoterminė energija 147

6.8 Efektyvus energijos naudojimas 148

6.9 Ateities energijos šaltiniai..... 150

Žinynas. Kuro elementai ir jų taikymas ... 152

Santrauka 153

Pasitikrink! 154

7 skyrius. Žemė ir kosmosas 155

7.1 Žvaigždžių ir planetų stebėjimas 156

7.2 Žemė ir Saulė..... 158

7.3 Gravitacija Visatoje 160

7.4 Žemė ir Mėnulis 162

Žinynas. Mėnulis – Žemės palydovas 165

7.5 Saulės ir Mėnulio užtemimai 166

7.6 Palydovai 168

Žinynas. Kosmoso greitkeliuose – ankšta ... 170

7.7 Saulės sistema 172

Žinynas. Erdvėlaiviai 176

7.8 Mažieji Saulės sistemos kūnai 178

7.9 Artimiausia žvaigždė Saulė 180

Žinynas. Paslaptingi Saulės aktyvumo ženklai 182

7.10 Žvaigždės ir galaktikos 184

7.11 Žvaigždžių gimimas ir mirtis 186

7.12 Žvaigždėtasis dangus 188

7.13 Visata plečiasi 190

7.14 Ar esame vieni? 192

Santrauka 194

Pasitikrink! 196

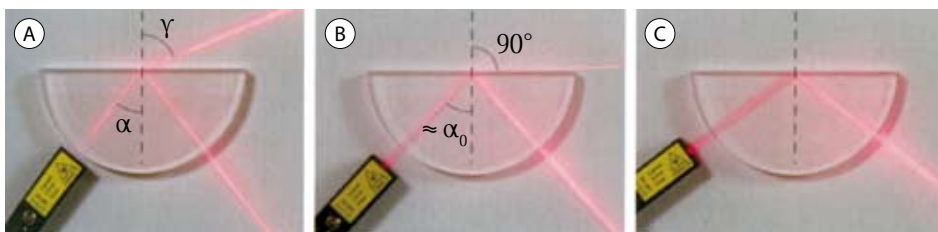
Priedai 197

Atsakymai 198

Sąvokų ir asmenvardžių rodyklė 199

1.4 Visiškas atspindys

1 pav. Visiškojo atspindžio tyrimas.



Šviesos lūžimas ir atspindys glaudžiai susiję. Jau žinai, kad šviesai pereinant dviejų skaidriųjų terpių ribą dalis jos lūžta, dalis atsispindi nuo terpes skiriančio paviršiaus. Šis dėsniumas galioja ir spinduliui sklindant iš optiškai retesnės terpės į tankesnę, ir atvirkščiai.

Neįprastas šviesos reiškinys

1 pav. pavaizduotas bandymas – stebėtas spindulio lūžio kampo kitimas šviesai pereinant dviejų terpių ribą. Siauras šviesos pluoštelis nukreipiamas į stiklinę plokštelę ir keliskart pakeičiamas spindulio kritimo kampas.

Kai spindulio kritimo kampas mažas, dalis šviesos lūžta, dalis atsispindi (A). Padidinus kritimo kampą, didėja ir lūžio kampas. Pastebėta, kad šviesa iš optiškai tankesnės terpės į retesnę gali pereiti (lūžti) tik tol, kol kritimo kampas neviršija tam tikros ribos. Pasiekus šią ribą (kritimo kampas siekia apie 42°, lūžio kampas lygus 90°), šviesa sklinda stiklo ir oro terpes skiriančiu paviršiumi (B). Dar padidinus spindulio kritimo kampą, pastebima, kad lūžusio spindulio nebelieka – visa krintanti šviesa atsispindi plokštelės briaunoje (C). Stiklo ir oro terpes skiriantis paviršius tampa panašus į veidrodį. Toks neįprastas reiškinys vadinamas **visiškuoju atspindžiu**.

Ribinis visiškojo atspindžio kampas

Išsiaiškinome, kad iš stiklo į orą sklindanti šviesa lūžta didžiausiu (90°) kampu, kai kritimo kampas α_0 atitinka tam tikrą ribą (2 pav.). Visiškas atspindys susidaro spinduliui sklindant iš optiškai tankesnės į retesnę terpę, kai kritimo kampas didesnis už α_0 . Paprastai tokį šviesos kritimo kampą, kuris atitinka 90° lūžio kampą, vadiname **ribiniu visiškojo atspindžio kampu**. Kai šviesa sklinda iš vandens į orą, šis kampas apytiksliai lygus 49°, iš rubino į orą – 35° (3 pav.). Ribinį visiškojo atspindžio kampą galima apskaičiuoti remiantis lygybe $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$; čia α_0 – ribinis visiškojo atspindžio kampas, n – lūžio rodiklis. Ši lygybė tinka, kai spindulys sklinda iš optiškai tankesnės terpės į orą ar vakuumą.

Visiškas atspindys

- Tai reiškinys, kai šviesa pereidama iš optiškai tankesnės terpės į retesnę ne lūžta, o tik atsispindi.
- Gali vykti tik tada, kai šviesa sklinda iš optiškai tankesnės terpės į retesnę.
- Visiškai atsispindi tik tie spinduliai, kurie krinta į terpių ribą kampu, didesniu už ribinį visiškojo atspindžio kampą.

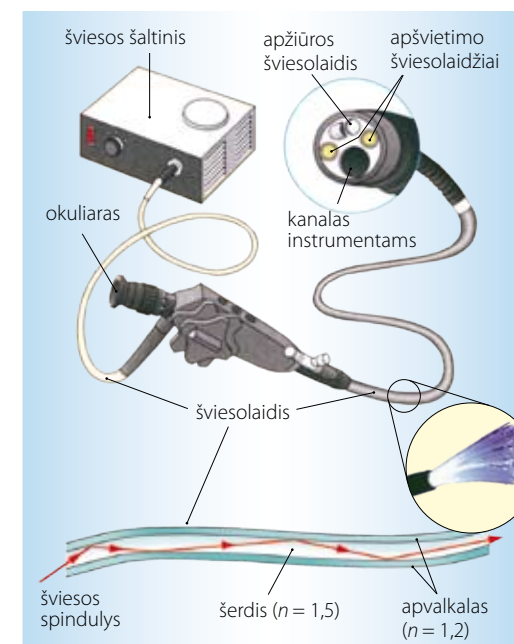
Kur taikomas visiškas atspindys?

Visiškas atspindys taikomas įvairiose srityse. Pavyzdžiui, medicinoje naudojamas endoskopas (gr. *endon* – viduje + *skopeo* – žiūriu, stebiu). Į lanksčią žarnelę panašiu medicininio prietaisu gydytojai gali be operacijos apžiūrėti žmogaus vidaus organus (5 pav.).

Endoskope įtaisytas optines skaidulas (šviesolaidį) sudaro šerdis ir apvalkalas. Išorinis ir vidinis skaidulos sluoksniai pagaminti iš skirtingų stiklo pluoštų – apvalkalas iš retesnio ($n = 1,2$), šerdis iš tankesnio ($n = 1,5$). Šviesolaidžių sklindantys spinduliai visiškai atsispindi nuo apvalkalo, taip daug kartų atsispindėdama šviesa sklinda tolyn.

Šiuolaikinio nedidelio skersmens (1–10 mm) endoskopo šviesolaidžius sudaro apie 10 tūkst. skaidulų, kurių kiekviena 4–30 μm storio. Viena skaidulų pluošto dalis skirta vidaus organų apžiūrai, kita sujungta su šviesos šaltiniu ir naudojama apšvietimui. Prietaise taip pat yra kanalas, pro kurį kišami įvairūs medicininiai instrumentai. Endoskopu gydytojai gali ne tik apžiūrėti vidaus organus, bet ir atlikti sudėtingą operaciją.

Visiškuoju atspindžiu pagrįsta ir optinių prietaisų (žiūronų, periskopų) konstrukcija – keičiama žiūrėjimo kryptis arba apverčiamas atvaizdas (4 pav.). Šiuo reiškiniu aiškinamas ir informacijos perdavimas šviesolaidžiais, bet apie tai išsamiau 4 skyriuje.



5 pav. Endoskopo sandara.

Užduotys

- Paaiškink, kada susidaro visiškas atspindys. Remkis 2 pav.
- Kaip apskaičiuoti ribinį visiškojo atspindžio kampą, kai spindulys sklinda iš optiškai tankesnės terpės į orą ar vakuumą?
- Pagal 3 pav. nustatyk, ar pateks į orą šviesos spindulys, sklindantis:
a) iš deimanto, kai kritimo kampas – 22°, 30°;
b) iš vandens, kai kritimo kampas – 40°, 50°.
- Apskaičiuok ribinį visiškojo atspindžio kampą, kai šviesa sklinda rubinu, kurio lūžio rodiklis – 1,76.
- Nustatyk benzino lūžio rodiklį. Žinoma, kad benzino ribinis visiškojo atspindžio kampas apytiksliai lygus 45°.

Uždavinių sprendimas

1 pavyzdys.

Kam lygus ribinis visiškojo atspindžio kampas, kai šviesos spindulys sklinda gintaru ($n = 1,55$)?
 $n = 1,55$

$\alpha_0 = ?$

Sprendimas.

Ribinį visiškojo atspindžio kampą galime apskaičiuoti pagal šią

lygybę: $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$.

Irašome vertes ir pagal kampų nuo 0° iki 90° sinusų lentelę

randame $\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,55} = 0,645$.

Ribinis visiškojo atspindžio kampas apytiksliai lygus 40°.

Ats.: $\alpha_0 \approx 40^\circ$.

2 pavyzdys.

Nustatyk eterio lūžio rodiklį, jei žinome, kad eterio ribinis visiškojo atspindžio kampas apytiksliai lygus 47°.

$\alpha_0 \approx 47^\circ$

$n = ?$

Sprendimas.

Eterio lūžio rodiklį galime apskaičiuoti pagal lygybę $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$.

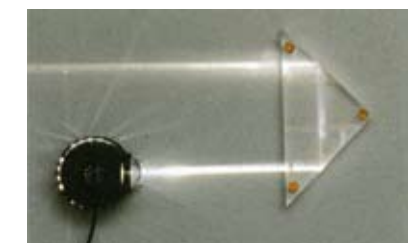
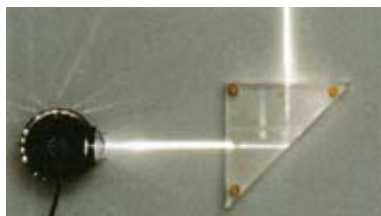
Iš čia $n = \frac{1}{\sin \alpha_0}$. Irašome vertes:

$n = \frac{1}{\sin 47^\circ} = \frac{1}{0,731} = 1,367$.

Eterio lūžio rodiklis apytiksliai lygus 1,37.

Ats.: $n \approx 1,37$.

3 pav. Ribiniai visiškojo atspindžio kampai.

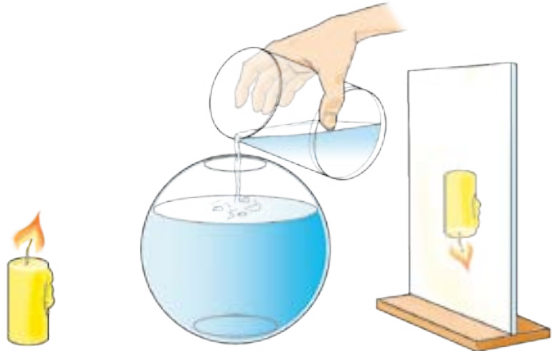


4 pav. Spindulių krypties pasikeitimas dėl visiškojo atspindžio.

1. Pasigamink glaudžiamąjį lęšį

Tau reikės: žvakės, apvalaus indo, vandens, ekrano.

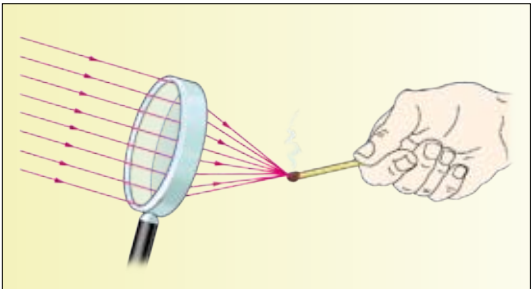
Ant stalo į eilę sustatyk degančią žvakę, tuščią indą ir ekraną taip, kaip pavaizduota iliustracijoje. Iš lėto pilk vandenį į indą ir stebėk, kaip ekrane susidaro žvakės atvaizdas. Paaiškink, iš kur jis atsirado. Kodėl atvaizdo nematyti, kai inde nėra vandens? Pakeisk atstumus tarp žvakės, indo ir ekrano. Ką pastebėjai?



2. Uždek degtuką

Tau reikės: glaudžiamojo ir sklaidomojo lęšio, degtukų.

Bandymą atlik saulėtą dieną lauke. Paimk glaudžiamąjį lęšį ir nukreipk jį prieš saulę taip, kaip parodyta. Atkreipk dėmesį, kaip saulės spinduliai susikerta viename taške. Tame taške padėk degtuką ir kurį laiką stebėk. Paaiškink, kas atsitiko. Pakeisk glaudžiamąjį lęšį sklaidomuoju. Ar pavyko uždegti degtuką? Kaip manai, kodėl?

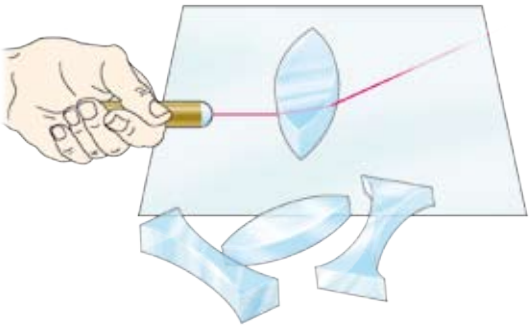


3. Spindulių eiga per lęšius

Tau reikės: dviejų skirtingo storio glaudžiamųjų ir sklaidomųjų lęšių, lazerinės rodyklės, popieriaus lapo, liniuotės, pieštuko.

Ant stalo padėk popieriaus lapą ir ant jo uždėk vieną lęšį. Lazerine rodykle šviesk į lęšį ir stebėk, kaip sklinda spinduliai. Popieriuje nusibraižyk spindulio eigą. Keisdamas (-a) spindulio kritimo kampą, bandymą pakartok kelis kartus. Pakeisk lęšį kitu ir palygink, kaip pasikeitė spindulių eiga. Sąsiuvinyje nubraižyk ir užpildyk lentelę. Suformuluok darbo išvadas.

Pastaba. Bandymą geriausia atlikti kuo tamsesnėje patalpoje.



Spindulių eiga \ Lęšis	1 glaudžiamasis	2 glaudžiamasis	1 sklaidomasis	2 sklaidomasis
iki lęšio				
lęšiu				
už lęšio				

Darbo tikslas

Ištirti, kaip kinta daikto atvaizdas priklausomai nuo jo atstumo iki glaudžiamojo lęšio.

Darbo priemonės

Glaudžiamasis lęšis, žvakė, liniuotė, ekranas, degtukai.

Darbo eiga

- Paimkite glaudžiamąjį lęšį ir ekraną. Stumdykite juos tol, kol ekrane pamatysite lango atvaizdą.
- Išmatuokite atstumą nuo lęšio iki ekrano. Šį atstumą pažymėkime raide F – tai lęšio židinio nuotolis.
Pastaba. Kuo toliau sėdėsite nuo lango, tuo tiksliau išmatuosite lęšio židinį.
- Išdėstykite žvakę, glaudžiamąjį lęšį ir ekraną vienoje tiesėje taip, kaip parodyta iliustracijoje.
- Stumdykite glaudžiamąjį lęšį tol, kol ekrane gausite ryškų tokio paties dydžio žvakės atvaizdą.
- Išmatuokite liniuote atstumą d tarp žvakės ir lęšio bei atstumą f tarp lęšio ir ekrano.
- Sąsiuvinyje nubraižykite spindulių eigą.
- Pakartokite bandymą dar keturis kartus, pastatę žvakę $3F$, $1,5F$, $1F$ ir $0,5F$ atstumu nuo lęšio. Kaskart išmatuokite atstumus d ir f , nubraižykite spindulių eigą.
- Apibūdinkite gautą atvaizdą pagal dydį, nurodykite, ar jis yra apverstasis, tikrasis ar menamasis.
- Sąsiuvinyje į lentelę įrašykite visus duomenis.



Band. nr.	F , m	d , m	f , m	Atvaizdo apibūdinimas
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

- Suformuluokite laboratorinio darbo išvadas.
- Sutvarkykite darbo vietą.

Užduotys

- Pateik keletą pavyzdžių, kaip bandymais galima nustatyti lęšio židinio vietą.
- Kokie daiktų atvaizdai gali susidaryti pro glaudžiamąjį lęšį?
- Paaiškinkite, kaip kinta atvaizdas, gaunamas glaudžiamuoju lęšiu, keičiant atstumą tarp daikto ir lęšio.
- Kaip reikia padėti du glaudžiamuosius lęšius, kad lygiagretūs krintantieji spinduliai, perėję per abu lęšius, vėl išeitų lygiagretūs? Nubraižykite brėžinį.

Optinės apgaulės

Akies tinklainėje susidaro sumažintas apverstasis objekto atvaizdas. Šviesa dirgina fotoreceptorius ir sužadina juose nervinius impulsus, kurie regos nervu perduodami į galvos smegenis. Jos analizuoja informaciją ir sukuria realų objekto vaizdą.

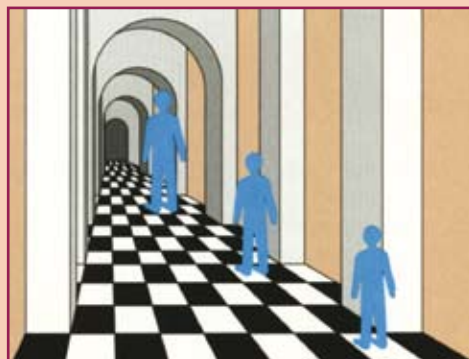
Mes regime ne vien akimis, svarbų vaidmenį atlieka kiekvieno iš mūsų smegenys. Naudodamosi turima patirtimi jos akimirksniu interpretuoja gautą informaciją ir apdoroja vaizdą. Jei jis neįprastas, galimos regimų objektų suvokimo klaidos – optinės apgaulės. Taigi, kartais mūsų akys mato tai, ko iš tikrųjų nėra. Žemiau pateikti piešiniai mus supainioja, tinklainėje susidariusį atvaizdą smegenys rekonstruoja automatiškai ir suvokiame apgaulingą vaizdą.



Pažiūrėk į piešinį. Kiek moterų matai? Jei įsižiūrėsi atidžiau, pamatysi, kad piešinyje iš tikrųjų pavaizduotos dvi moterys. Kokią matai – seną ar jauną moterį?

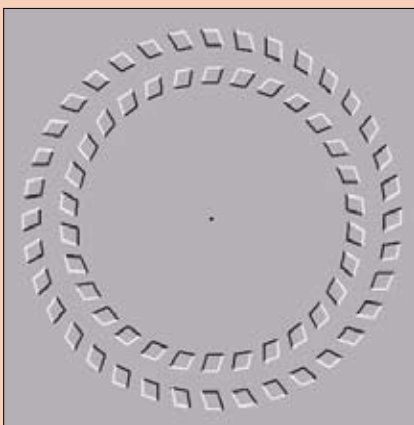


Atidžiai įsižiūrėk, ar įmanomas šis kubas.



Palygink figūrų dydį. Toliau esanti žmogaus figūra atrodo didesnė negu kitos dvi. Išmatuok figūras liniuote ir patikrink, ar akys tavęs neapgauna ir figūros iš tiesų yra skirtingo dydžio.

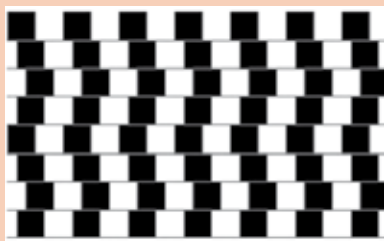
Žiūrėk į tašką centre ir kelis kartus priartink ir nutolink knygą nuo akių. Ką pastebėjai?



Pastatas iliustracijoje atrodo įprastai. Įdėmiau įsižiūrėk ir suprasi, kad dailininkas meistriškai mus apgauna – tokio keisto pastato nebūna.



Įsižiūrėk į dėmes. Ar šis dėmių rinkinys tau nieko neprimena?



Pavaizduotos linijos yra horizontalios, bet akys mus klaidina. Patikrink liniuote, ar tikrai taip yra, kaip atrodo iš pirmo žvilgsnio.



1867 m. lapkričio 7 d. Varšuvoje mokytojų šeimoje gimė Marija Sklodovska – penktas ir jauniausias šeimos vaikas. Motina vadovavo mergaičių mokyklai, tėvas įvairiose mokyklose dėstė fiziką ir matematiką. Ketverių metų mergaitė, stebėdama, kaip mokosi vyresnioji sesuo, kartu išmoko skaityti.

Mokykloje buvo geriausia mokinė, išmoko keturias užsienio kalbas, pasižymėjo puikia atmintimi ir nenumalšinamu žinių troškimu. Šešiolikos metų aukso medaliu baigė gimnaziją ir norėjo toliau mokytis universitete fizikos ir matematikos. Tuo metu moterų į universitetus nepriimdavo, tad Marijai pavyko įstoti į Sorbonos universitetą (Prancūzija) tik sulaukus 24-erių metų.

Studijos ir santuoka

Į Paryžių studijuoti atvykusi Marija buvo priversta taupyti. Apsigyvenusi pastogėje be elektros, vandens ir šildymo, ji siekė vienintelio tikslo – sėkmingai užbaigti studijas. Atsisakiusi pramogų, kentėjusi skurdą ir alkį, Marija vis tik baigė mokslus. 1893 m. jai įteiktas fizikos, po metų – matematikos mokslų diplomai.

Prancūzijoje Marija susipažino su būsimu vyru, Fizikos ir chemijos mokyklos dėstytoju Pjeru Kiuri (1859–1906). Apsigynęs daktaro disertaciją gabus fizikas buvo išgarsėjęs medžiagų magnetinių savybių ir kristalų tyrinėjimais. Panašūs charakteriai, pareigingumas, meilė mokslui suartino Mariją ir Pjerą, jie susituokė. 1897 m. gimė dukra Irena, o 1904 m. – Eva.

Radioaktyviųjų elementų tyrimai

1897 m. M. Kiuri ieškojo temos daktaro disertacijai. Peržiūrėjusi naujausius mokslinius darbus nusprendė tirti A. Bekerelio atrastą reiškinį, kurį vėliau pavadino radioaktyvumu. Mokslininkas pastebėjo, kad urano druska skleidžia skvarbius nematomus spindulius ir veikia fotografinę plokštelę, bet spinduliuotės priežasties neišsiaiškino. Ši tema sudomino Mariją ir ji ėmėsi kruopštaus darbo.

A. Bekerelio atrasti spinduliai jonizuodavo orą. Pasinaudojusi tuo, M. Kiuri nustatė – urano aktyvumas proporcingas jo kiekiui, o šviesa ar temperatūra įtakos neturi. Jaunoji mokslininkė padarė išvadą, kad atrasta spinduliuotė yra urano atomų savybė, ir ėmė tikrinti, ar ji būdinga kitiems cheminiam elementams, mineralams. Paaikškėjo, kad radioaktyvus yra toris, o urano turintys mineralai – uraninitas ir chalkolitas – pasižymi dar stipresniu radioaktyvumu. Netrukus, vyro padedama, Marija atrado naujus elementus – polonį ir radį. 1903 m. jiems suteikta fizikos Nobelio premija.

Po tragiškos vyro mirties M. Kiuri pasišventė darbui. Tapo pirmąja moterimi profesore Prancūzijoje, 1910 m. išleido veikalą „Radioaktyvumas“, 1911 m. gavo chemijos Nobelio premiją, 1914 m. Paryžiuje įkūrė Radžio institutą, organizavo kilnojamąsias rentgeno laboratorijas, ruošė joms darbuotojus. Įvairių šalių mokslo draugijos mokslininkei skyrė daugybę premijų ir garbės vardų. Dėl didelių jonizuojančiosios spinduliuotės dozių ir kenksmingo jos poveikio M. Kiuri sveikata prastėjo ir 1934 m. liepos 4 d. mokslininkė mirė.



Pjeras ir Marija Kiuri laboratorijoje, kurioje buvo atrastas radis.

6.9 Ateities energijos šaltiniai



1 pav. Vandeniliu varomų automobilių degalinė Vokietijoje (A) ir naujasis Honda automobilis su vandeninio kuro kasetėmis.



2 pav. Kompanijos BMW sukurtas variklis gali deginti tiek benzina, tiek skystą vandenilį ir sukuria 230 arklio galių trauką.



3 pav. Branduolių sintezės reaktoriaus ITER pjūvis.

Pasaulyje net iki 90 % energijos gaunama deginant ribotus neatsinaujinančius gamtos išteklius – naftą, anglis, gamtines dujas. Šie ištekliai nėra amžini, bet dabartinė civilizacija be jų negalėtų egzistuoti. Siekdami patenkinti didėjančią energijos poreikį ir sumažinti neigiamą poveikį aplinkai, daugelio išsivysčiusių šalių mokslininkai vis labiau ieško naujų energijos šaltinių.

Vandenilio energetika

Vienas perspektyviausių naujos kartos energijos šaltinių – vandenilis. Šis labiausiai Žemėje paplitęs cheminis elementas gali iš esmės pakeisti energijos gamybos, perdavimo, vartojimo sritis, padėti spręsti transporto, aplinkosaugos problemas.

Vandenilis nėra pirminės energijos šaltinis. Jis, kaip ir elektra, gaunamas pasitelkus kitus energijos šaltinius. Vandenilio yra organiniuose junginiuose, vandenyje. Pirmiausia jį išskirti, pavyzdžiui, iš gamtinių dujų, taikant vandens elektrolizę ar panaudojant atsinaujinančių šaltinių (Saulės, vėjo, vandens) ir branduolinę energiją.

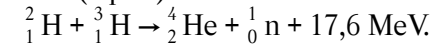
Vandenilis – itin ekologiškas ir aplinkos neteršiantis kuras (deginant išsiskiria tik vandens garai). Dauguma didžiausių pasaulyje transporto priemonių gamintojų jau yra sukonstravę eksperimentinius vandeniliu varomus lengvųjų ir krovininių automobilių modelius (1 pav.). Deja, jie brangūs ir kol kas dar neparengti masinei gamybai.

Diegiant vandenilio technologijas, susiduriama ir su keliomis problemomis – brangia gavyba ir saugojimu. Vandenilis labai lengvas, todėl gana sunku sukaupti didesnę jo kiekį palyginti nedideliame tūryje. Suskystinti vandenilį taip pat nelengva, būtina labai žema (–253 °C) temperatūra. Jei pavyktų išspręsti šias problemas, vandenilis žmonijai galėtų tarnauti įvairiose srityse: pakeistų būsto šildymui naudojamas gamtines dujas, deginamas gamintų šilumą ar suktų turbinas, vidaus degimo variklius, būtų pritaikytas aviacijoje, kurioje sunaudojami milžiniški kuro kiekiai. Vandenilis galėtų būti naudojamas ir kaip energijos kaupimo priemonė tada, kai iš atsinaujinančių energijos šaltinių elektros pagaminama daugiau negu jos suvartojama (energijos likutis būtų naudojamas vandenilio gamybai elektrolizės būdu).

Branduolių sintezė – ateities energijos šaltinis

Mokslininkai teikia vilčių, kad ateityje turėsime alternatyvų energijos šaltinį, kuris pakeis atominės ir kitas elektrines, naudojančias iškastinį kurą. Saulėje vykstančius ir energiją generuojančius procesus mokslininkai tikisi pakartoti Žemėje, **branduolių sintezės reaktoriuose**. Vienas jų pradėtas statyti Prancūzijoje, netoli Marselio (3 pav.). Reaktorius, kurio planuojama galia 500 MW, pavadintas ITER (ang. *International Thermonuclear Experimental Reactor*). Statybą planuojama užbaigti 2018 m. Svarbūs eksperimentai, būtini didžiuliams energijos kiekiams gaminti, prasidėtų ne anksčiau negu 2026 m., o pirmasis veikiantis reaktorius galėtų pradėti gaminti energiją maždaug 2035 m.

Branduolių sintezė – reakcija, kai lengvųjų elementų branduoliai jungiasi į sunkesnius. Pavyzdžiui, deuterio ir tričio jungimasis (4 pav.):

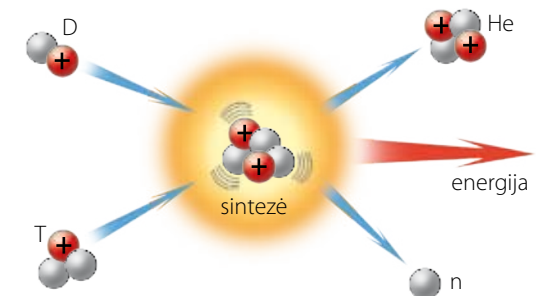


Kad įvyktų sintezės reakcija, kiekvieno branduolio protonai privalo nugalėti elektrostatinės stūmos jėgą. Branduoliai turi patekti į branduolinių jėgų veikimo sritį (suartėti iki 10^{-12} cm). Tam reikalinga itin aukšta (net iki $5 \cdot 10^7$ K) temperatūra, kurią galima pasiekti tik smarkiai įkaitinus plazmą. Tad didžiausia sintezės reaktorių problema – aukštoje temperatūroje išlaikyti nenutrūkstamą sintezės reakciją. Plazmai susilietus su reaktoriaus sienelėmis, jos temperatūra greitai sumažėja ir branduolių sintezės reakcija nutrūksta.

Sintezės reakcija nesustoja, kai plazma laikoma toroidiniame narve, kuriame susidaro labai stiprūs magnetiniai laukai (5 pav.). Šie atskiria plazmą nuo oro, taip dalelės ir jų energija izoliuojamos nuo reaktoriaus sienelių ir išlaikoma reakcijai reikalinga aukšta temperatūra.

Vykstant branduolių sintezės reakcijai, kaip ir dalijantis sunkiesiems branduoliams, išsiskiria didžiulis energijos kiekis. Pavyzdžiui, kai iš deuterio ir tričio susidaro 1 g helio, išlaisvinama tiek energijos, kiek išsiskiria sudegus 10 t dyzelinio kuro.

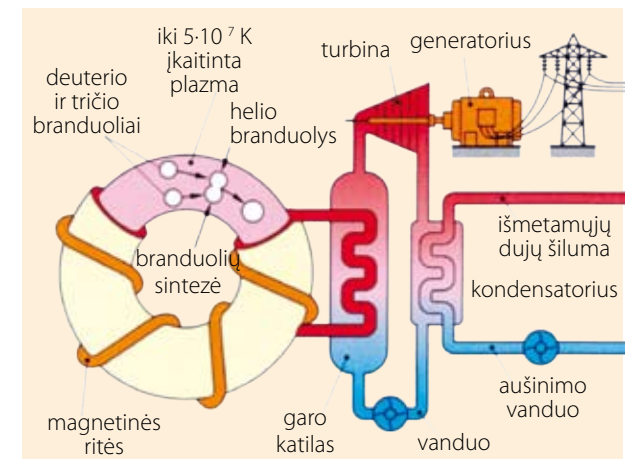
Branduolių sintezės reaktoriai praktiškai neišmeta pavojingų radioaktyviųjų atliekų, šiltnamio efektą sukeliančių dujų ir kitų teršalų, galinčių pakenkti aplinkai ar paveikti klimatą. Jei mokslininkams pavyktų sukelti valdomąją branduolių sintezės reakciją ir paleisti reaktorių, pasaulio energijos poreikiai būtų patenkinti. Vykstant sintezei išsiskyrusią energiją galėtume naudoti kaip šilumą pramoniniam vartojimui, vandenilio ir elektros gamybai (6 pav.).



4 pav. Deuterio ir tričio branduolių sintezės reakcija.



5 pav. Toroidinis narvas (ITER).



6 pav. Branduolių sintezės energijos naudojimas elektros gamybai.

Užduotys

1. Kodėl mokslininkai privalo ieškoti naujų energijos šaltinių?
2. Išvardyk kelis pagrindinius vandenilio energetikos privalumus.
3. Kokie yra vandenilio technologijų trūkumai? Pateik pavyzdžių.
4. Kaip manai, kodėl vandeniliu varomos transporto priemonės nėra labai populiarios?
5. Efektyviausiai vandenilis panaudojamas kuro elementuose, kurių naudingumo koeficientas siekia 80 %. Parenk pranešimą apie šiuos elektrocheminius elementus.
6. Parašyk apie pirmąjį Lietuvoje sukurtą vandeniliu varomą automobilį. Remkis įvairiais šaltiniais.
7. Paaiškink, kokie reaktoriai vadinami sintezės reaktoriais.
8. Pagal 3 pav. paaiškink deuterio ir tričio branduolių sintezę.
9. Kokių sąlygų reikia, kad prasidėtų ir nenutrūktų branduolių sintezės reakcija?
10. Pasidomėk daugiau apie branduolių sintezės reaktorius ir parenk trumpą informacinį pranešimą.