## 4. ATOMS UN ATOMA KODOLS


| | | |
|---|---|---|
| | Temata apraksts | |
| | Skolēnam sasniedzamo rezultātu ceļvedis | |
| | Uzdevumu piemēri | |
| F_12_SP_04_P1 | Zviedrija izvēles priekšā par kodolenerģijas nākotni | Skolēna darba lapa |
| F_12_UP_04_P1 | Kodolreaktora uzbūve un darbība | Skolēna darba lapa |
| F_12_UP_04_P2 | Jonizējošā starojuma riski | Skolēna darba lapa |
| F_12_DD_04_P1 | Kurš Saulīti sašvīkājis? | Skolēna darba lapa |
| F_12_DD_04_P2 | Jonizējošais strojums | Skolēna darba lapa |
| F_12_LD_04_P1 | Emisijas spektri. | Skolēna darba lapa |
| F_12_LD_04_P2 | Lādētu daļiņu treku pētīšana | Skolēna darba lapa |


---

Lai atvēru dokumentu aktivējiet saiti. Lai atgrieztos uz šo satura rādītāju, lietojiet taustiņu kombināciju **CTRL+Home.**

# ATOMS UN ATOMA KODOLS

## TEMATA APRAKSTS

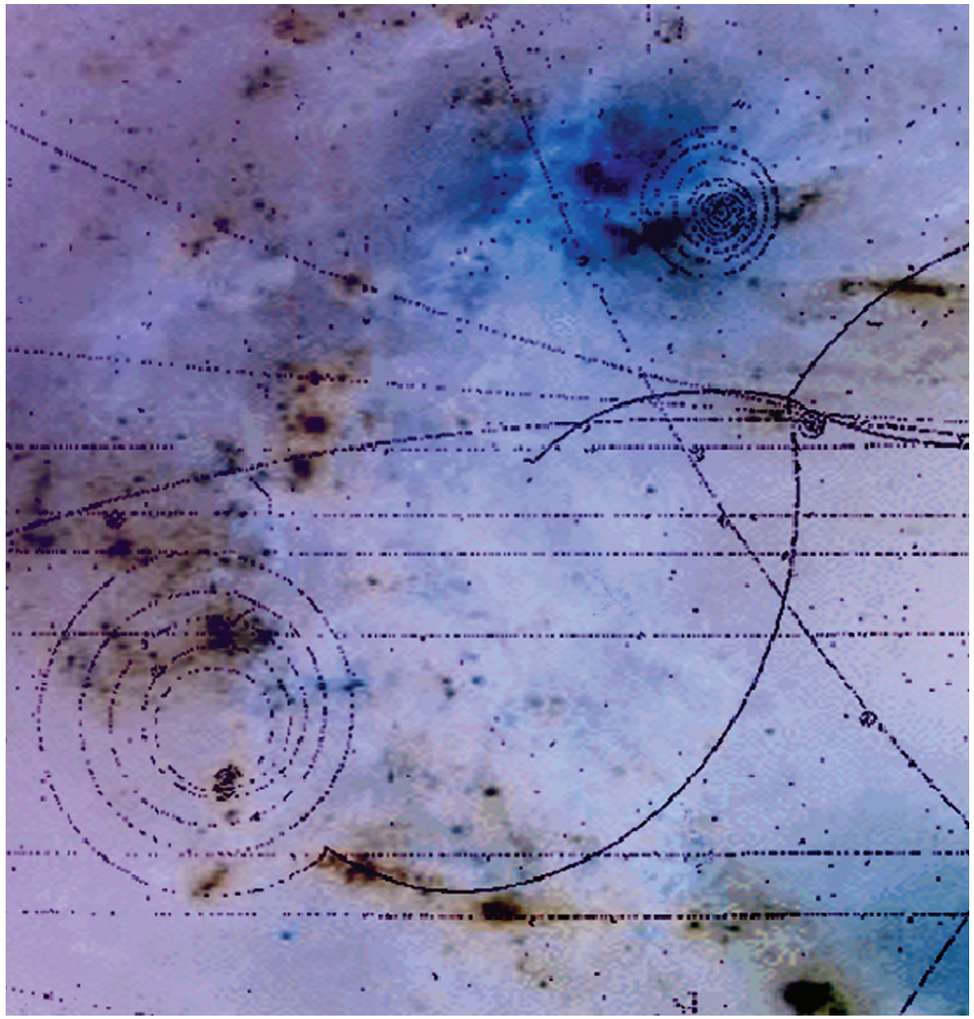
Tematā galvenā uzmanība ir pievērsta skaidrojumam par atoma un atoma kodola uzbūvi un īpašībām. Tiek aplūkoti procesi, kas notiek atomā – starojumu rašanās, to spektri. Šajā tematā iekļauts mācību materiāls par radioaktīvo izotopu sabrukšanu un kodolreakcijām. Temata apguvei izmantotas datorsimulācijas, sensori un modeļi (piemēram, protona–neitrona modelis).



Pamatjēdzienus – kas ir atoms un no kā tas sastāv – skolēni ir apguvuši pamatskolā un atkārtojuši vidusskolā ķīmijas mācību stundās. Šajā vidusskolas fizikas kursā viņi mācās izskaidrot minētos procesus, lietojot jaunus jēdzienus: *fotona emisija un absorbcija, kodolu saites enerģija, elektrona izejas darbs, luminiscence* u.c. Mācību procesa laikā ir paredzēts veikt radioaktīvā fona mērījumus.

Šajā tematā aplūkota arī atomenerģijas ieguve, lāzeru izmantošana. Skolēni apgūs emisijas un absorbcijas spektru rašanos un to atšķirības, izvērtēs vajadzību izmantot kodoldegvielu un ar to saistītos iespējamos riskus.

Skolotāja uzdevums ir skaidrot skolēniem, kādiem riskiem ir pakļauti cilvēki un vide sakarā ar dažādu veidu starojuma iedarbību, un iemācīt viņiem analizēt starojumu bioloģisko iedarbību, kā arī vienlaikus izprast radioaktīvo izotopu izmantošanu.



CEĻVEDIS

## Galvenie skolēnam sasniedzamie rezultāti

| Ilustrē atomu kodolu uzbūves izmaiņas radioaktīvās sabrukšanas procesā. | Izskaidro fizikālos procesus, lietojot fizikālos modeļus. | Izdara secinājumus, pamatojoties uz problēmas risinājumā vai eksperimentā iegūtajiem datiem (pierādījumiem), atbilstoši izvirzītajai hipotēzei. | Analizē un izvērtē fizikāla rakstura informāciju tekstā un izmanto iegūto informāciju atbilstoši mērķim, pārveido fizikālo procesu vizuālās un vārdiskās informācijas formas no viena veida citā. | Novērtē fizikas zināšanu nozīmi vides saglabāšanā un tās kvalitātes uzlabošanā. |
|---|---|---|---|---|
| • Apraksta atoma un atoma kodola starojuma rašanos.<br>• Skaidro radioaktīvo izotopu sabrukšanu, lietojot pussabrukšanas perioda jēdzienu.<br>• Skaidro norises apstākļus un procesus, novērojot datorsimulāciju par atomu kodolu radioaktīvo sabrukšanu un kodolreakcijām. | • Izskaidro atoma un atoma kodola uzbūvi.<br>• Izskaidro atoma kodola īpašības, izmantojot protonu–neitronu modeli. | • Iegūst datus un izvērtē rezultātu laboratorijas darbā par vielas emisijas spektru.<br>• Izvirza hipotēzi, iegūst un analizē datus, izdara secinājumus laboratorijas darbā par lādētu daļiņu treku pētīšanu. | • Patstāvīgi izveido shēmas, kurās attēlo atomenerģijas ieguves ciklu, kodoldalīšanās ķēdes reakciju.<br>• Patstāvīgi uzveido pārskatu par luminiscences veidiem dabā un luminiscences lietojumu tehnikā.<br>• Patstāvīgi izveido pārskatu par lāzeriem, to lietojumu sadzīvē, tehnikā un medicīnā. | • Analizē nepieciešamību izmantot kodoldegvielu un ar to saistītos riskus apkārtējai videi un cilvēka veselībai. |
| **Demonstrēšana.**<br>*D. Jonizējošais starojums.*<br><br>*KD. Radioaktivitāte.*<br><br>*VM. Radioaktīvo elementu saimes.*<br>*VM. Spektrāllīniju sērijas ūdeņraža atoma modelī.* | *KD. Atoms un atoma kodols.*<br><br>*VM. Atoms. Atoma kodols.*<br>*VM. Fotoefekts.* | **Laboratorijas darbs.**<br>*LD. Lādētu daļiņu treku pētīšana.*<br>*LD. Emisijas spektri.*<br><br>**Demonstrēšana.**<br>*D. Kurš saulīti sašvīkājis?*<br><br>*VM. Gaismas absorbcija un emisija.*<br>*VM. Spektra veidošanās.* | *VM. Lāzeri vakar un šodien.* | **Diskusija.**<br>*SP. Kodoldegviela – enerģijas ieguves avots.* |

## KODOLDEGVIELA – ENERĢIJAS IEGUVES AVOTS

### Mērķis

Pilnveidot izpratni par vajadzību izmantot kodoldegvielu un ar to saistītajiem riskiem, diskutējot un argumentējot savu viedokli.

### Skolēnam sasniedzamais rezultāts

- Analizē kodoldegvielas izmantošanas nepieciešamību tautsaimniecībā.
- Zina drošības noteikumu nozīmi globālo risku novēršanas profilaksē.
- Argumentē savu viedokli.



### Nepieciešamie resursi

Izdales materiāls "Zviedrija izvēles priekšā par kodolenerģijas nākotni" (F_12_SP_04_P1).

### Mācību metode

Diskusija.

### Mācību organizācijas formas

Pāru darbs, grupu darbs.

### Vērtēšana

Skolotājs vizuāli novērtē, cik patstāvīgi strādāja skolēni grupās, kuri skolēni devuši maksimālu ieguldījumu, lai grupa sasniegtu darba rezultātu, kā skolēni grupās vienojas par kopēju viedokli. Izvērtē skolēnu zināšanas pēc to izvirzītajiem argumentiem diskusijā.

### Skolotāja pašnovērtējums

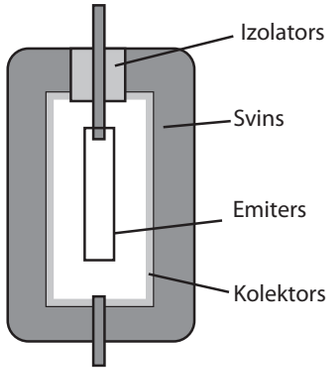
Secina par stundas mērķa sasniegšanu, izmantotās metodes lietderību un efektivitāti, par to, kas izdevās un kādiem jautājumiem būtu jāpievērš lielāka uzmanība.

### Stundas gaita

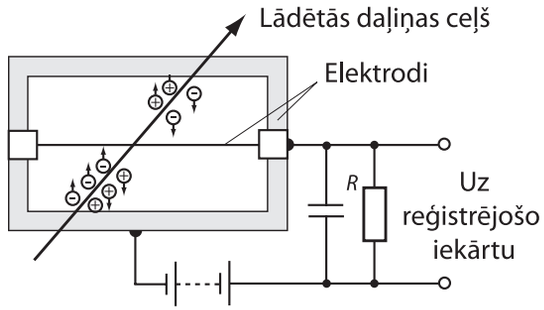
| Skolotāja darbība | Skolēnu darbība |
|---|---|
| Diskusija (40 minūtes) | |
| Aicina skolēnus atbildēt uz jautājumu.<br>• Kādi ir elektroenerģijas ieguves avoti Latvijā? | Sagaidāmās atbildes: *hidroresursi, vēja enerģija, Saules enerģija.* |
| Izdala darba lapu (F_12_SP_04_P1) un aicina skolēnus izlasīt raksta fragmentus, lai atbildētu uz jautājumiem.<br>1. Kādas līdzīgas problēmas ir jārisina Latvijā elektroenerģijas ieguves un apgādes jomās?<br>2. Kādas vēl problēmas, izņemot drošības noteikumus, pastāv, izmantojot kodolenerģiju elektroenerģijas ražošanai? | Lasa raksta fragmentu.<br>Sagaidāmās atbildes.<br>• *Arī Latvijā nav atrastas alternatīvas elektroenerģijas ieguvē. Lielākie hidroresursi praktiski ir izmantoti. Saule nespīd visu gadu vienādi spoži. Vējš arī nav vienlīdz stiprs. Plūdmaiņas nav pārāk lielas.*<br>• *Kodolenerģijas izmantošanā galvenais ir drošības noteikumu ievērošana.*<br>• *Daļa cilvēku baidās no kodolenerģijas izmantošanas sakarā ar avāriju Černobiļā un citur.*<br>• *AES būve dārgi izmaksā.*<br>• *Priekšvēlēšanu laikā, izmantojot AES būves aizlieguma problēmu, partijām ir iespējams paaugstināt reitingu sabiedrībā.* |

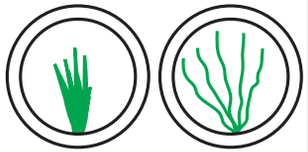
| | |
|---|---|
| Organizē darbu pāros. Jautā: „Vai ir saprātīgi izmantot kodoldegvielu tautsaimniecībā?"<br><br>Vienam skolēnu pārim uzdod sagatavot argumentus par kodoldegvielas izmantošanu, otram pārim -- sagatavot argumentus pret kodoldegvielas izmantošanu. Katram pārim jāuzskaita 3 vai 4 argumenti.<br>Apvieno pārus grupās pa četriem skolēniem. Vienam pārim jāargumentē par kodoldegvielas izmantošanu, bet otram pārim – pret. Četrinieku grupām uzdod vienoties par kopēji argumentētu nostāju attiecībā uz kodoldegvielas izmantošanu un prezentēt to pārējiem skolēniem.<br><br>Aicina katru grupu prezentēt savu viedokli.<br><br>Grupu vadītājiem, prezentējot savu veikumu, uzdod jautājumus par tiem argumentiem, kas nav pietiekami pamatoti. *Jautājumus var uzdot arī skolēni.* | Katrs pāris formulē 3 vai 4 argumentus.<br><br>Apspriež savus argumentus grupā, atrod tiem loģiskus pamatojumus, vienojas par kopēju grupas viedokli un pieraksta to prezentācijai.<br><br>Viens grupas dalībnieks veikumu prezentē un pamato grupas viedokli.<br><br>Klausās citu grupu viedokli. Ja nepiekrīt argumentācijai, tad uzdod papildu jautājumus.<br><br>Daži jautājumi debatēm.<br>• Kas notiktu, ja vietā, kur atrodas AES, notiktu zemestrīce?<br>• Kodolreaktoros var saražot plutoniju, kuru savukārt var izmantot atombumbu izgatavošanai (valstis, kurām nav kodolieroču, tās var iegūt).<br>• Izmantojot pat vislabākās tehnoloģijas, vienmēr pastāv zināma varbūtība negadījumiem.<br>• Ja notiek liela avārija AES, tad rodas globāls radioaktīvais piesārņojums.<br>• AES kodolreaktoros rodas izotopi ar lielu pussabrukšanas periodu, tāpēc piesārņojuma ietekme saglabājas vēl ilgi pēc avārijas.<br>• Kad kodolreaktora darbmūžs ir pagājis, rodas problēmas ar radioaktīvo kodolatkritumu uzglabāšanu.<br>• Ja nav alternatīvu elektroenerģijas ražošanai, tad jāizmanto elektroenerģijas ražošanas pašreizējās metodes. |
| Apkopo grupu izteiktos viedokļus, vai ir saprātīgi izmantot kodoldegvielu tautsaimniecībā.<br><br>*Uzsver viedokļu dažādību un secina par diskusijas lomu svarīgu tautsaimniecības objektu celtniecībā.*<br><br>*Varētu arī jautāt par skolēnu attieksmi pret Latvijas un Lietuvas kopīgu AES celtniecību.* Interneta vietne http://www.iae.lt/infocenter_lt.asp?lang=3&sub=15&infolistparam=20&numbers= *(Ignalinas atomstacijas mājas lapa).*<br><br>*Visos ar politiku saistītos jautājumos vajadzētu ieturēt neitrālu pozīciju, parādot plurālisma iespējamību jautājumu risinājumā un neaicināt skolēnus atbalstīt vienas partijas uzskatus, taču var paust savu viedokli un pārliecību šajā jautājumā, ja tas interesē skolēnus, un to dara pedagoģiski pareizi.* | Seko līdzi darba grupu prezentāciju apkopojumam. Pārrunā par viedokļu dažādību un secina par diskusijas lomu nozīmīgu lēmumu pieņemšanā. |

## UZDEVUMU PIEMĒRI

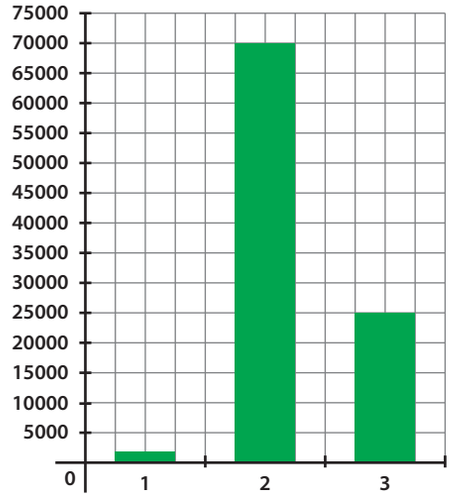
| Sasniedzamais rezultāts | I | II | III |
|---|---|---|---|
| **Izskaidro atoma un atoma kodola uzbūvi.** | 1. No kādām elementārdaļiņām sastāv atomi un kur atomā katra veida daļiņas atrodas?<br>2. Kas ir nukloni? | Salīdzini atoma planetāro modeli ar kvantu fizikas mūsdienu priekšstatiem par atoma uzbūvi, atrodi kopīgo un atšķirīgo! | Izmantojot informācijas avotus, analizē,<br>a) kādas problēmas un grūtības nākas pārvarēt zinātniekiem, pētot atoma un atoma kodola uzbūvi;<br>b) kā tās tiek pārvarētas! |
| **Izskaidro atoma kodola īpašības, izmantojot protonu–neitronu modeli.** | 1. Nosauc kodola raksturlielumus!<br>2. Kāda informācija par kodolu veidojošo daļiņu īpašībām vajadzīga, lai varētu noteikt kodola elektrisko lādiņu? | Raksturo kodola izmērus un blīvumu, izveidojot uzskatāmu salīdzinājumu ar makropasaules objektiem! | Analizē kodolspēku īpašības un izvērtē to nozīmi dabas procesos! |
| **Apraksta atoma un atoma kodola starojumu rašanos.** | 1. Ja neierosināts atoms absorbē fotonu, kura enerģija ir 3 eV, tad izstarotā fotona enerģija nevar būt lielāka kā 3 eV. Vai šāds apgalvojums ir patiess?<br>2. Kas ir α starojums? No kā sastāv α daļiņa?<br>3. Kas ir β starojums?<br>4. Kas ir γ starojums? | 1. Paskaidro, kā mainās kodola lādiņš un masa, ja kodols izstaro:<br>a) α daļiņu,<br>b) β daļiņu,<br>c) γ kvantu!<br>2. Salīdzini atomu spontāno starojumu un inducēto starojumu!<br>3. Salīdzini nosacījumus, ar kādiem vielu elementu atomi izstaro redzamo starojumu, UV, IS starojumu un rentgenstarojumu! | Attēlā parādīta kodolbaterijas uzbūves shēma ar elektrodu tiešo uzlādi.<br>  <br><br>Baterijas emiters ir pārklāts ar radioaktīvo izotopu, kas izstaro β daļiņas (elektronus). Izstarotos elektronus savāc uz svina uzklātais kolektora materiāls.<br>a) Izpēti, kurš no elektrodiem uzlādējas pozitīvi, kurš – negatīvi!<br>b) Paskaidro, kāpēc baterijai lieto svina apvalku, bet emitera izvadam – izolatoru!<br>c) Analizē, no kā ir atkarīgs baterijas darbmūžs, un kur šādas baterijas ir mērķtiecīgi izmantot! |

| Sasniedzamais rezultāts | I | II | III |
|---|---|---|---|
| **Skaidro radioaktīvo izotopu sabrukšanu, lietojot pussabrukšanas perioda jēdzienu.** | 1. Ko sauc par radioaktīvā izotopa pussabrukšanas periodu?<br>2. Ja radioaktīvā izotopa pussabrukšanas periods ir 4 h, tad pēc 4 h vēl nav sabrukuši ..... % tās vielas masas, kas bija sākumā.<br>3. Radioaktīvā parauga pussabrukšanas periods ir 6 h un tā masa ir 10 g. Pēc cik ilga laika vēl nebūs sabrukuši 5 g šī izotopa? | Bismuta radioaktīvās sabrukšanas aktivitāte *Ak* atkarībā no laika *t* mainās tā, kā parādīts grafikā.<br> <br><br>a) Nosaki izotopa pussabrukšanas periodu!<br>b) Izmantojot pussabrukšanas perioda vērtību un grafika datus, nosaki, pēc cik ilga laika sabrukšanas aktivitāte ir 50 Bq un 12,5 Bq! | Tabulā parādīts, kā mainās radioaktīvā joda $^{131}_{53}I$ sabrukšanas aktivitāte *Ak* atkarībā no laika *t*. Radioaktīvās sabrukšanas aktivitāte *Ak* ir 1 bekerels (Bq), ja 1 sekundē notiek viena sabrukšana.<br>*t*, dienas: 0, 2, 4, 6, 8, 16<br>*Ak*, Bq: 30, 25, 22, 18, 15, 8<br>Apraksti racionālāko metodi, kā ņemot vērā tabulā dotos datus, var noteikt izotopa radioaktīvās sabrukšanas aktivitāti katrā laika momentā, un nosaki ar šo metodi, cik liela ir izotopa aktivitāte pēc 12 dienām! |
| **Skaidro emisijas un absorbcijas spektru atšķirības, rašanās veidus un izmantošanu.** | 1. Kas ir emisijas līnijspektrs, joslu spektrs un nepārtrauktie spektri? Kā tos var iegūt?<br>2. Nosauc piemērus, kur sadzīvē izmanto spektrālanalīzi!<br>3. Salīdzini ūdeņraža emisijas spektru un absorbcijas spektru! | 1. Paskaidro, kā, izmantojot spektrus, var noteikt vielas kvalitatīvo un kvantitatīvo ķīmisko sastāvu! Kāda veida spektrus šajā nolūkā var izmantot?<br>2. Paskaidro, ko var noteikt pēc Saules spektra tumšajām līnijām uz nepārtrauktā spektra fona! | Analizē, kā vielu spektrālanalīzes izpētes metode ietekmēja dažādu zinātnes un tehnikas jomu attīstību! Izveido pārskata tabulu! |
| **Zina kodolreaktora uzbūvi un izskaidro tā darbības principu.** | 1. Kas ir kodoldegviela un kas ir kodolreaktora aktīvā zona?<br>2. Nosauc kodolreaktora galvenās sastāvdaļas! | 1. Paskaidro, kā var nodrošināt kodolreaktora darbību ar nemainīgu jaudu!<br>2. Paskaidro, ar ko atšķiras lēno neitronu un ātro neitronu kodolreaktori! | Izpēti mūsdienu kodolreaktora uzbūvi (F_12_UP_04_P1), kurā kā neitronu palēninātāju izmanto ūdeni! Analizē, kurā vietā kodolreaktorā izvieto kontroles un vadības stieņus, lai nodrošinātu drošību! Salīdzini šāda tipa kodolreaktoru ar novecojuša tipa kodolreaktoru, un izvērtē abus no drošības viedokļa! |

| Sasniedzamais rezultāts | I | II | III |
|---|---|---|---|
| **Zina α, β un γ starojuma reģistrācijas un novērošanas metodes.** | 1. Nosauc novērošanas un reģistrācijas metodes:<br>a) α daļiņām;<br>b) β daļiņām;<br>c) γ starojumam!<br>2. Kāda veida starojumu var reģistrēt ar Geigera skaitītāju? | 1. Kādas parādības notiek Geigera skaitītāja caurulītē, ja caurulītei cauri virzās lādēta daļiņa?<br>2. Kāpēc ar Geigera skaitītāju ir apgrūtināta α daļiņu skaitīšana? | Izpēti attēlu un izspried, kāpēc Geigera skaitītāja caurulīti pie strāvas avota slēdz virknē ar rezistoru, kuram ir liela pretestība!<br>  <br> |
| **Analizē informāciju par absolūti melna ķermeņa starojumu, Planka hipotēzi un spektrālanalīzi.** | 1. Ko sauc par absolūti melnu ķermeni?<br>2. Formulē Planka hipotēzi!<br>3. Kas ir spektrālanalīze? | Paskaidro, kā saprast apgalvojumu, ka Saule ir absolūti melns ķermenis! | Izveido pārskata tabulu par spektrālanalīzes izmantošanu pētniecībā un izvērtē šo pētījumu nozīmīgumu! |
| **Iegūst datus un izvērtē rezultātus laboratorijas darbā par vielas emisijas spektru.** | Pētījumā tika iegūti emisijas līnijspektri un emisijas joslu spektri.<br><br>Papildini teikumus!<br>Emisijas līnijspektrus iegūst no vielām, kas atrodas .....stāvoklī.<br>Emisijas joslu spektru iegūst no vielas, kas atrodas .....stāvoklī. | Pētot kādas vielas emisijas spektru, tika iegūti spektrāllīniju viļņa garumi:<br>$\lambda_1$ =410,5 nm;<br>$\lambda_2$ =434,2 nm;<br>$\lambda_3$ =486,3 nm;<br>$\lambda_4$ =656,5 nm.<br>Attēlo grafiski šo spektru!<br>Nosaki katras spektra sastāvdaļas krāsu! Salīdzini uzzīmēto spektru ar spektriem, kas doti vizuālajā materiālā „Spektri"! Izspried, kādas vielas emisijas spektrs iegūts pētījumā! | *Saules fotosfēras starojuma nepārtrauktajā spektrā novērojamas absorbcijas līnijas, ko rada Sauli aptverošie tvaiki un gāzes, kuru temperatūra ir ievērojami zemāka par Saules virsas temperatūru. Tās analizējot, tika atklāta nezināma ķīmiskā elementa klātiene. Saules atmosfērā, kuru 1868. gadā nosauca par hēliju.*<br>Atrodi nātrija starojuma spektru un nātrija absorbcijas spektru vizuālajā materiālā „Spektri" un izspried, kāda sakarība pastāv starp vielas starojuma spektru un absorbcijas spektru! Hēlija emisijas spektrs parādīts vizuālajā materiālā. Izmantojot to un savu formulēto spriedumu, uzzīmē hēlija radīto absorbcijas spektru Saules fotosfēras starojuma nepārtrauktajā spektrā (baltās gaismas spektrā)! |

| Sasniedzamais rezultāts | I | II | III |
|---|---|---|---|
| **Izvirza hipotēzi, iegūst un analizē datus, izdara secinājumus laboratorijas darbā par lādētu daļiņu treku pētīšanu.** | Attēlā parādīti divu daļiņu treki Vilsona kamerā, kas atrodas magnētiskajā laukā, kura indukcijas līnijas ir perpendikulāras attēla plaknei un vērstas virzienā uz lasītāju. Kādas zīmes lādiņš ir katrai daļiņai? Ko var izspriest par daļiņu masām? | Radioaktīvās sabrukšanas rezultātā radās α un β daļiņas, kuru enerģija ir gandrīz vienāda. Izspried, kurā Vilsona kamerā ir α daļiņas, kurā – β daļiņas treki!  | Formulē un pamato hipotēzi, kā pēc treku atšķirībām Vilsona kamerā, kas ievietota magnētiskajā laukā, varētu izspriest, kurus trekus radījuši protoni, kurus – neitroni un kurus – elektroni! |
| **Izmantojot funkcionālās sakarības, aprēķina: fotona enerģiju, fotoefekta sarkano robežu, starojuma viļņa garumu un frekvenci, kodola saites enerģiju, sabrukušo un nesabrukušo kodolu skaitu vai vielas masu, raksta kodolreakcijas.**<br><br>**Izmanto fizikālo lielumu apzīmējumus, SI mērvienības un tās saista ar ārpussistēmas mērvienībām.**<br><br>**Izmanto skaitļa normālformu un decimālos daudzkārtņus.** | 1. Pētnieciskajā laboratorijā izmantotajam monohromatiska starojuma katram fotonam ir $4 \cdot 10^{-19}$ J enerģija. Cik liels ir šī starojuma viļņa garums un frekvence vakuumā? Nosaki šī starojuma veidu (IS, redzamais, UV vai cits)!<br>2. Eksperimentā izmantotajai vielai fotoefektu var izraisīt starojums, kura viļņa garums nav lielāks kā 400 nm. Cik liels ir elektrona izejas darbs šai vielai?<br>3. 1932. gadā tika realizēta pirmā kodolreakcija, kurā sašķēla litija izotopu $^{7}_{3}\mathrm{Li}$. Paskaidro, pēc kādas sakarības var aprēķināt $^{7}_{3}\mathrm{Li}$ kodola saites enerģiju! Paskaidro šajā sakarībā ietilpstošos lielumus!<br>4. Radioaktīvā izotopa $^{14}_{6}\mathrm{C}$ pussabrukšanas periods ir 5570 gadi. Kad dzīvnieki aiziet bojā, tie vairs neuzņem radioaktīvā oglekļa izotopu $^{14}_{6}\mathrm{C}$ no atmosfēras. Tika noteikts, ka bojāgājušā dzīvnieka kaulu atliekās $^{14}_{6}\mathrm{C}$ kodolu ir tikai puse no tā daudzuma, kas dzīvniekam bija dzīvam esot. Pirms cik gadiem dzīvnieks gājis bojā? | 1. Salīdzini fotona enerģiju sarkanajai un zilajai gaismai!<br>2. Ja uz fotoelementa katodu, kas pārklāts ar cēziju, krīt gaisma, tad tā no cēzija izsit elektronus, kuru maksimālā kinētiskā enerģija ir 2 eV. Elektrona izejas darbs cēzijam ir 1,8 eV. Cik liela ir tā fotona enerģija, kas krīt uz cēziju?<br>3. Aprēķini $^{20}_{10}\mathrm{N}$ kodola saites enerģiju!<br>4. Urāna rūdā, sabrūkot $^{238}_{92}\mathrm{U}$ kodoliem, rodas svina izotops ar kodolu $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$. Cik α sabrukšanas notika, ja β sabrukšanas bija sešas?<br>5. Paskaidro, kas jāzina, lai noteiktu, vai pirmajā kodolreakcijā $^{14}_{7}\mathrm{N} + ^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow ^{1}_{1}H + ^{17}_{8}\mathrm{O}$, kuru realizēja E. Rezerfords, enerģija izdalās vai tā tiek absorbēta! Kādu sakarība jāizmanto, lai, šo enerģiju varētu aprēķināt? | 1. Ja ar oksīdu pārklātu metāla plāksnīti apstaro ar monohromatisku gaismu, kuras viļņa garums ir $4 \cdot 10^{-7}$ m, tad no metāla izsistos elektronus var nobremzēt ar 1 V spriegumu. Ar aprēķiniem pamato, vai šo oksīdu var izmantot fotoelementā infrasarkanā starojuma konstatēšanai!<br>2. Kodolpētījumu laboratorijā lieto t. s. elektronu lielgabalu, kurā izmantotā kobalta izotopa $^{60}_{27}\mathrm{Co}$ kodolu pussabrukšanas periods ir 5,3 gadi. Kobalta izotops izstaro β daļiņu (elektronu)! Aprēķini vienā gadā izstaroto β daļiņu kopējo elektrisko lādiņu, ja izotopa sākotnējā masa ir 5 grami!<br>3. Senāk vairogdziedzera slimību diagnostikā izmantoja radioaktīvā joda izotopu $^{131}_{53}\mathrm{I}$: proti, slimnieks iedzēra šķidrumu, kas saturēja nelielu daudzumu šī izotopa, kurš koncentrējās vairogdziedzerī. Tā pussabrukšanas periods ir 8,1 diena. Tagad arvien biežāk izmanto izotopu $^{123}_{53}\mathrm{I}$, kura pussabrukšanas periods ir 13,3 stundas. Salīdzini laikus abiem izotopiem, kādos pacienta ķermenī saglabājušie 10 % radioaktīvās vielas sākotnējā daudzuma! Analizē, kādas priekšrocības no tā izriet!<br>4. Aprēķini kodoltermiskajā reakcijā $^{2}_{1}\mathrm{H} + ^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He} + ^{1}_{0}n$ izdalīto enerģiju, ja sintezējas 4 g hēlija! |

<table>
<tr><th>Sasniedzamais rezultāts</th><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>Individuāli vai grupā plāno un veic pētījumu par starojuma ietekmi uz vidi un cilvēka veselību, izvērtē rezultātus, diskutē par tiem.</td><td>Radioaktīvā piesārņojuma noteikšanai izmanto radioaktīvās sabrukšanas aktivitātes Ak mērvienību bekerelu (Bq) – sabrūkošo atomu skaitu 1 sekundē.<br><br>Izmantojot pielikumu “Jonizējošā starojuma riski” (F_12_UP_04_P2), izpēti, kādi faktori ikdienas dzīvē varētu radīt draudus cilvēku veselībai!</td><td>Izmantojot informācijas avotus (piem., T.Zvagules sagatavoto konferences materiālu “Černobiļas AES avārijas seku likvidētāji no Latvijas 20 gadus pēc atgriešanās no darba piesārņotā vidē” – vietnē www.videsprojekti.lv/ lv/sabinf/), izvērtē jonizējošā starojuma ietekmi uz cilvēku veselību!</td><td>Izmantojot informācijas avotus (piemēram, vietni www.videsprojekti.lv/lv/sabinf/), veic pētījumu par jonizējošā starojuma ietekmi uz vidi un izvērtē iegūtos rezultātus!</td></tr>
<tr><td>Analizē vielas atomārās uzbūves teorijas attīstības galvenos posmus.</td><td>Nosauc tev zināmos atoma uzbūves modeļus un pētniekus, kas šos modeļus izstrādājuši!</td><td>Atomfizikā lieto jēdzienu atomisms – mācību par vielas diskrēto uzbūvi. To parasti iedala 4 posmos. Raksturo atšķirīgo un kopīgo uzskatos par atomu ķīmiskajā un fizikālajā atomismā!
<table>
<tr><th>Laikposms, nosaukums</th><th>Uzskati</th></tr>
<tr><td>Pirms mūsu ēras. Sengrieķu atomisms</td><td>Atomi atšķiras pēc formas un kustības veida. Vielu daudzveidība rodas, atomiem grupējoties.</td></tr>
<tr><td>17., 18. gs. Mehāniskais atomisms</td><td>Mehānikas likumu lietojums, skaidrojot atomu turēšanos kopā vielās.</td></tr>
<tr><td>19. gs. Ķīmiskais atomisms</td><td>Atomi – nedalāmas daļiņas, kas atšķiras cita no citas ar atommasu. Atomi veido molekulas. Elektrona atklāšana.</td></tr>
<tr><td>20. gs. Fizikālais atomisms</td><td>Atoma uzbūves modeļi</td></tr>
</table></td><td>Izvērtē, kā 20. gs., mainoties priekšstatam par atoma uzbūves modeļiem, mainījās fizikas pētījumu jomas un kā šie pētījumi ietekmēja mūsdienu tehnoloģiju attīstību!</td></tr>
<tr><td>Analizē nepieciešamību izmantot kodoldegvielu un ar to saistītos riskus apkārtējai videi un cilvēka veselībai.</td><td>1. Kāpēc elektroenerģijas ražošanai izmanto ne vien tradicionālos resursus, bet arī kodoldegvielu?<br>2. Kāpēc atomelektrostacijās kodolreaktora aktīvajai zonai ir vajadzīga bioloģiskā aizsardzība?<br>3. Nosauc, kādi drošības pasākumi tiek veikti AES!</td><td>1. Paskaidro, kurās vietās uz Zemes nav ieteicams būvēt atomelektrostacijas un kādus riskus tas var radīt cilvēcei!<br>2. Urānu izmanto kodolreaktoros atomelektrostacijās. Taču urānu var izmantot arī atombumbu ražošanai. Kādas globālas problēmas rodas šajā sakarībā?<br>3. Paskaidro, kā novērš radioaktīvo vielu ietekmi uz cilvēku un apkārtējo vidi pēc tam, kad atomelektrostacija ir beigusi darboties un tā jānojauc!</td><td>1. Analizē nosacījumus AES celtniecībai Latvijā vai Baltijā un izsaki argumentētu personīgo viedokli!<br>2. Rādija izotops 226 ir tipiska kodolreaktoru darbības atkritumviela, tā pussabrukšanas periods ir 1600 gadu. Izmantojot “Ilustrēto Zinātni” 2007. gada oktobra numuru (30.–31. lpp.), analizē, kādi būs ieguvumi, ja izdosies īstenot iespējamo kodolatkritumu problēmas risinājumu!</td></tr>
</table>

| Sasniedzamais rezultāts | I | II | III |
|---|---|---|---|
| **Izprot, ka kodolieroču izstrādāšana un lietošanas draudi ir nepieņemama metode politisko jautājumu risināšanā.** | Pasaulē 1953. gadā tikai trīs valstīm (ASV, PSRS un Lielbritānijai), bija kodolieroči, bet tagad ir jau vairāk šādu valstu.<br>a) Kas ir kodolieroči?<br>b) Kāpēc kodolieročus sauc par masveida iznīcināšanas ieročiem?<br>c) Kādas sekas cilvēcei rastos, ja kāda valsts konfliktu atrisināšanai lietotu kodolieročus? | Diagrammā parādīts kodolieroču daudzums (kodolgalviņu skaits) pasaulē dažādos gados.<br>  <br><br>1 – 1953. gadā 1557 kodolieroči.<br>2 – 1986. gadā.<br>3 – 2006. gadā.<br>a) 1986. gadā bija saražots tik daudz kodolieroču, ka visu, kas atrodas uz zemeslodes, varētu iznīcināt 14 reizes pēc kārtas. Kādas problēmas radās pēc 1986. gada?<br>b) Pašlaik 97 % kodolieroču pasaulē pieder Krievijai un ASV. Kā tas ietekmē pārējo valstu drošību?<br>c) Novērtē, cik daudz reižu varētu iznīcināt visu, kas atrodas uz zemeslodes, izmantojot pašlaik pasaulē saražotos kodolieročus! | Uzraksti argumentētu vēstuli „Nē, kodolieročiem!”, kuras adresāts būtu to valstu vadītāji un politiķi, kurās notiek kodolieroču ražošana! |

..... ..... ..... .....
Vārds uzvārds klase datums

# ZVIEDRIJA IZVĒLES PRIEKŠĀ PAR KODOLENERĢIJAS NĀKOTNI

**1. uzdevums**

Izlasi tekstu!

Pirms 2 nedēļām (2006. gada jūlija beigās) Foršmarkas AES 1. reaktorā notika īssavienojuma izraisīts pārtraukums enerģijas padevē, radot lielu apjukumu kontroltelpā. Pēkšņi neieslēdzās arī 2 no četriem papildu ģeneratoriem, kam šādos brīžos bija jāpārņem enerģijas apgādes funkcija. Spēkstacijas darbiniekiem bija nepieciešamas ap 20 minūtēm, lai atjaunotu enerģijas padevi. Saskaņā ar starptautisko AES negadījumu klasifikācijas skalu no 0 līdz 7 šī incidenta bīstamība tiek novērtēta ar 2, bet kodolenerģijas eksperts Lāršs Ūlavs Hēglands negadījumu uzskata par bīstamāko pēc Černobiļas.

Stingrāki noteikumi zviedru AES tika noteikti 2004. gadā. Plānotajiem drošības pasākumiem, lai novērstu katastrofas gadījumus ar radioaktīvo vielu noplūdi, tika atvēlēti 52 miljoni latu (700 miljonu zviedru kronu). Pašlaik Zviedrijā nedarbojas 6 no 12 atomreaktoriem.

"Zviedrija nav atradusi alternatīvus enerģijas iegūšanas veidus, tāpēc vienīgais saprātīgais risinājums būtu pilnveidot kodolenerģijas iegūšanas drošības aspektus, nevis atteikties no tās pavisam", komentējot kodolenerģijas nozīmi nākotnē, "Dienai" atzina Foršmarkas AES direktors Laršs Fāgerbergs. Viņš negadījumu Foršmarkas AES neuzskata par īpaši bīstamu.

Lai arī pēdējā sabiedriskās domas aptauja liecina par iedzīvotāju atbalstu kodolenerģijas izmantošanai, šis jautājums ir nokļuvis pirmsvēlēšanu politiskajās krustugunīs. Zviedrijas Kreisā partija prasa līdz 2025. gadam slēgt visus atomreaktorus.

Ieva Valaine, Stokholmā. "Diena" 10.08. 2006

**2. uzdevums**

Atbildi uz jautājumiem!

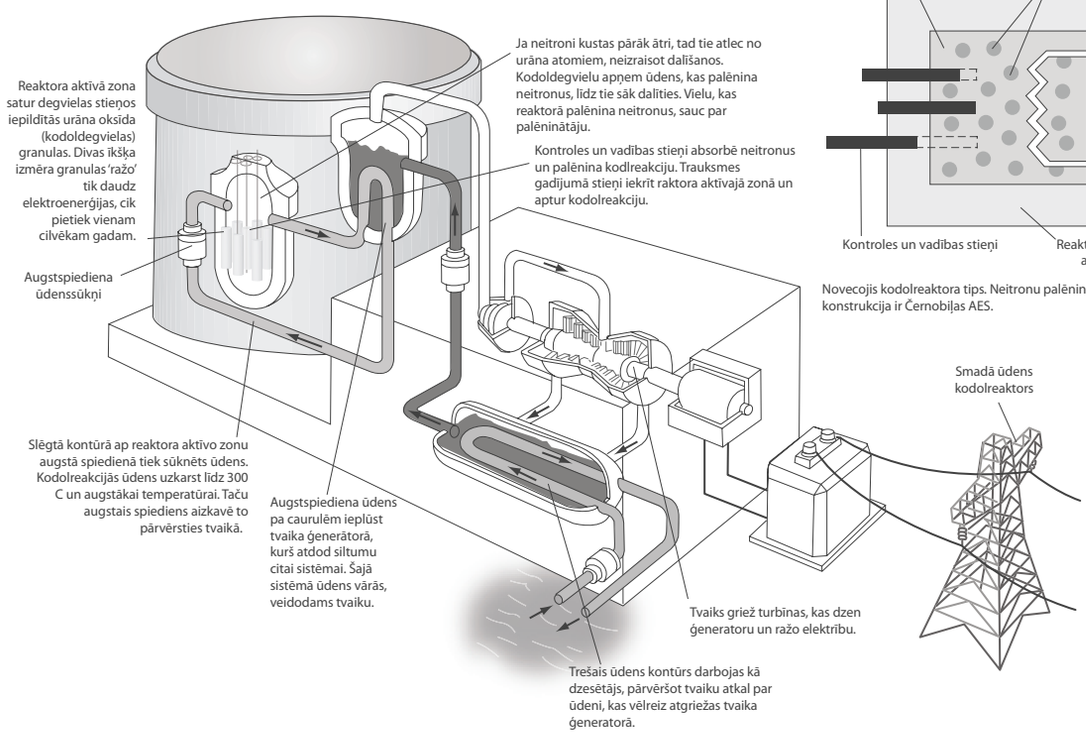
a) Kādas līdzīgas problēmas ir jārisina Latvijā elektroenerģijas ieguves un apgādes jomās?
b) Kādas vēl problēmas, izņemot drošības noteikumus, pastāv, izmantojot kodolenerģiju elektroenerģijas ražošanai?

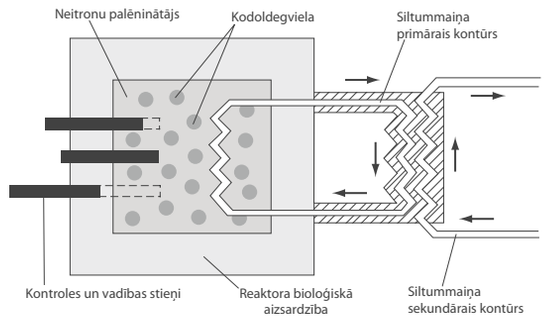
Vārds ..... uzvārds ..... klase ..... datums .....

# KODOLREAKTORA UZBŪVE UN DARBĪBA

## Uzdevums

Izpēti mūsdienu kodolreaktora uzbūvi, kurā kā neitronu palēninātāju izmanto ūdeni! Analizē, kurā vietā kodolreaktorā jāievieto kontroles un vadības stieņi, lai nodrošinātu drošību! Salīdzini šo kodolreaktoru ar novecojušā tipa kodolreaktoru un izvērtē abus no drošības viedokļa!




Novecojis kodolreaktora tips. Neitronu palēninātājs ir grafīts (avārijas gadījumā var aizdegties). Šāda konstrukcija ir Černobiļas AES.

..... ..... ..... .....
Vārds uzvārds klase datums

# JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA RISKI

**Uzdevums**

Izlasi tekstu un izpēti, kādi faktori ikdienas dzīvē varētu radīt draudus cilvēku veselībai!

***Fragmenti no rokasgrāmatas "Riski darba vidē"*** *(V. Kaļķis, Ž.Roja, H.Kaļķis. – R., 2007.)*

**12.3.5. Radioaktīvā piesārņojuma pamatlimiti.**

a) Maksimāli pieļaujamā dabisko radionuklīdu ($^{226}$Ra, $^{232}$Th) īpatnējā radioaktivitāte būvmateriālos un būvizstrādājumos ir šāda:
   – jaunceļamām mājām, t.sk. iekšējai apdarei – **270 Bq/kg;**
   – rūpnieciskajai būvniecībai, inženierbūvēm, t.sk. remontam – **740 Bq/kg;**
   – ceļu būvniecībai, inženierbūvēm ārpus apdzīvotām vietām – **1350 Bq/kg.**
b) Būvmateriālu un būvizstrādājumu piesārņojuma ar $\gamma$ starojumu limits ir **2 Bq/kg**.
c) Dzeramā ūdens palielināta radioaktivitāte ir tad, ja:
   – **tritija** koncentrācija pārsniedz **100 Bq/kg;**
   – **radioaktīvā stroncija** koncentrācija $^{90}$Sr **> 0,06 Bq/litrā;**
   – **radiokatīvā cēzija** koncentrācija $^{137}$Cs **> 0,1 Bq/litrā**.
d) Palielināta radioaktivitāte pārtikas produktos ir tad, ja
   – patēriņš dienā uz vienu cilvēku ("pārtikas grozs") $^{90}$Sr > 0,1 Bq vai $^{137}$Cs > 0,2 Bq.
e) Lai ierobežotu citu personu apstarošanu no pacienta, kuram veikta kodolmedicīnas terapeitiskā procedūra, medicīniskais personāls (operators, ārsts) nodrošina, ka pacientu neizraksta un neizlaiž no ārstniecības iestādes līdz viņa ķermenī radioaktīvā joda ($^{131}$I) radītā summārā radioaktivitāte nav mazāka kā 400 MBq ($4 \cdot 10^8$ Bq), bet, ja pacients dzīvo kopā (vienā istabā) ar mazgadīgiem bērniem – 200 MBq ($2 \cdot 10^8$ Bq).

Salīdzināšanai dažu vielu un materiālu dabiskā radioaktivitāte:

| | |
|---|---|
| • 1 pieaudzis cilvēks (100 Bq/kg) | 7000 Bq |
| • 1 kg kafija | 1000 Bq |
| • 1 kg superfosfāta mēslojums | 5000 Bq |
| • Gaiss 100 m$^3$ koka ēkā (no radona) | 3000 Bq |
| • Gaiss 100 m$^3$ mūra ēkā (no radona) | 30 000 Bq |
| • 1 dūmu detektors, kas satur amerīciju ($^{141}$Am) | 100 000 Bq |
| • Radioizotopi medicīnā (diagnostikā) | 70 miljoni Bq |
| • Radioizotopi avotu terapijai (vēža apstarošanai) | 100 000 000 miljoni Bq |
| • 1 kg tīra urāna | 25 miljoni Bq |
| • 1 kg urāna rūdas (Austrālija 0,3 %) | 500 000 Bq |
| • 1 kg sodrēju (akmeņogļu pelnu) | 2000 Bq |
| • 1 kg granīts (satur urāna un torija sabrukšanas produktus) | 1000 Bq |

..... ..... ..... .....
Vārds uzvārds klase datums

# KURŠ SAULĪTI SAŠVĪKĀJIS?

**Pētāmā problēma**

Kvēlspuldzes optiskais spektrs ir nepārtraukts. Līdzīgs ir arī Saules spektrs, taču, ieskatoties vērīgāk, tajā var ieraudzīt tumšākas svītras. Kā tās rodas? Vai tiešām kāds ir saskrāpējis Saules spektru? Varbūt tas ir vēstījums no kosmosa?

**Uzdevums**

Vēro demonstrējumus un atbildi uz jautājumiem!

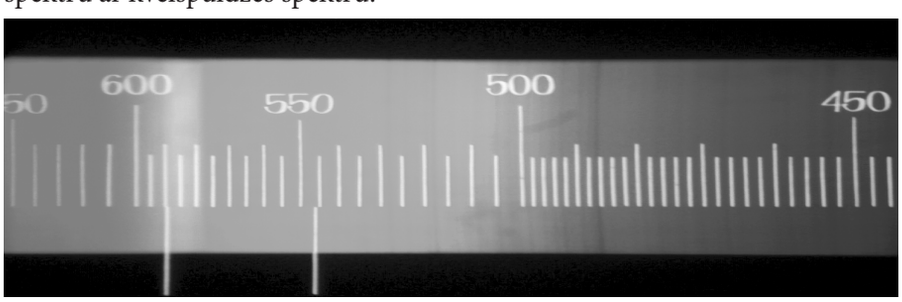
***1. demonstrējums.* Kvēlspuldzes spektrs**

Apskati un raksturo kvēlspuldzes spektru!

.....

***2. demonstrējums.* Saules spektrs**

Salīdzini Saules spektru ar kvēlspuldzes spektru!




1. att. Saules spektrs.

Kā varētu būt radušās šīs svītras?

.....

.....

.....

.....

***3. demonstrējums.* Līnijspektri**

Salīdzini Saules spektrā iegūtos absorbcijas līniju viļņa garumus ar viļņa garumiem demonstrētajos gāzu līnijspektros! Pieraksti, kuras no gāzēm esi atradis arī uz Saules!

.....

Pasvītro tabulā to absorbēto viļņu garumus, kurus izdevies atrast Saules spektrā, un pieraksti šīs gaismas krāsu!

Molekulu elektronu pārejām atbilstīgie viļņa garumi

| Molekula vai jons | Viļņa garums, nm | Gaismas krāsa | Molekula vai jons | Viļņa garums, nm | Gaismas krāsa |
|---|---|---|---|---|---|
| O2 | 627,661 | | Mg | 517,270 | |
| Na | 589,592 | | Fe | 516,751 | |
| Na | 588,995 | | Fe | 516,891 | |
| He | 587,561 | | Mg | 516,733 | |
| Hg | 546,073 | | Fe | 495,761 | |
| Fe | 527,039 | | H | 486,134 | |
| Mg | 518,362 | | Fe | 466,814 | |

**Rezultātu izvērtēšana**

- Kas veido emisijas spektru?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Kas veido absorbcijas spektru?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Kuru debess ķermeņu kādās daļās varētu atrasties gāzes, kas absorbē noteikto viļņa garumu gaismu Saules spektrā?

.....

.....

- Kādiem mērķiem var izmantot gāzu absorbcijas spektrus?

.....

.....

.....

- Kādam nolūkam labāk izmantot emisijas spektru, kādam – absorbcijas spektru?

.....

.....

.....

.....

.....

..... ..... ..... .....
Vārds uzvārds klase datums

# JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

**1. uzdevums**

Vēro 1. demonstrējumu un analizē dabiskā radiācijas fona lielumu klasē salīdzinājumā ar pieļaujamām normām!

.....

.....

**2. uzdevums**

Vēro 2. demonstrējumu un aizpildi 1. tabulu!

*1. tabula*

Jonizējošā starojuma maiņa atkarībā no attāluma līdz starojuma avotam

| Attālums, cm | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Impulsu skaits | | | | | | |

**3. uzdevums**

Izpēti iegūtos datus un nosaki, kā mainās jonizējošais starojums atkarībā no attāluma līdz starojuma avotam!

.....

.....

**4. uzdevums**

Izvērtē, cik reizes radiācija starojuma avota tuvumā ir lielāka par dabisko radioaktīvo fonu klasē!

.....

.....

**5. uzdevums**

Vēro 3. demonstrējumu un aizpildi 2. tabulu!

*2. tabula*

Dažādu materiālu spēja absorbēt radioaktīvo starojumu

| Materiāls | Kartons | Alumīnija plāksne | Saplāksnis | Tērauda plāksne | Stikls |
|---|---|---|---|---|---|
| Impulsu skaits | | | | | |

**6. uzdevums**

Sagrupē eksperimentā izmantotos materiālus pēc to spējas absorbēt (aizturēt) starojumu!

.....

.....

**7. uzdevums**

Norādi trīs veidus, kā cilvēks var rīkoties, lai izsargātos no radioaktīvā starojuma iedarbības!

.....

.....

.....

.....

..... ..... ..... .....
Vārds uzvārds klase datums

# EMISIJAS SPEKTRI

**Situācijas apraksts**

19. gs. sākumā zinātnieki izpētīja, kāds ir Saules un citu zvaigžņu ķīmiskais sastāvs. Izrādījās, ka Saule, tāpat kā citas zvaigznes, sastāv no dažādu gāzu maisījuma, kas satur ķīmiskos elementus, kādi atrodami uz Zemes un tās atmosfērā.

**Uzdevums**

Noteikt gāzu maisījuma ķīmisko sastāvu pēc tā emisijas spektra.

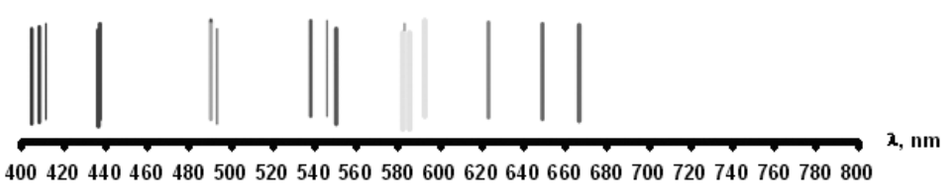
**Darba piederumi**

Gāzu maisījuma emisijas līnijspektrs un ūdeņraža, dzīvsudraba, neona, litija, oglekļa emisijas līnijspektri ar viļņa garuma skalu (sk. pielikumu).

**Darba gaita**

1. Salīdzini dažādo ķīmisko elementu emisijas līnijspektrus un noskaidro, kāds ir katra elementa emisijas līnijspektrs!
2. Nosaki, no kādiem ķīmiskajiem elementiem sastāv vielu maisījums (sk. att.), uzklājot uz maisījuma līnijspektra katra atsevišķa elementa līnijspektru!

**Iegūto datu reģistrēšana un apstrāde**




Vielu maisījums sastāv no .....
.....

**Rezultātu analīze, izvērtēšana un secinājumi**

1. Apraksti un pamato izmatoto gāzu maisījuma sastāva noteikšanas metodi!

.....
.....
.....
.....
.....

2. Vai ir jāsalīdzina viena ķīmiskā elementa visas spektra līnijas? Atbildi pamato!

.....
.....
.....
.....
.....

3. Daudziem vielu maisījumiem spektrs sastāv no ļoti daudz līnijām. Tas apgrūtina salīdzināšanu ar atsevišķu elementu spektriem. Uzraksti savus priekšlikumus metodes pilnveidošanai!

.....

.....

.....

.....

.....

4. Vai uz Saules varētu būt laboratorijas darbā noteiktais vielu maisījums? Paskaidro, kā to varētu pārbaudīt!

.....

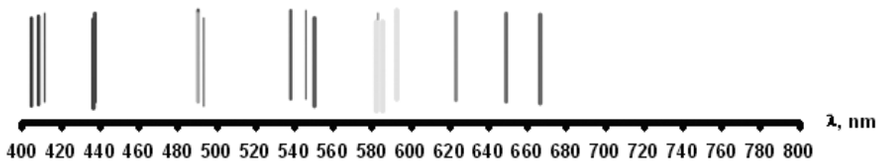
.....

.....

.....

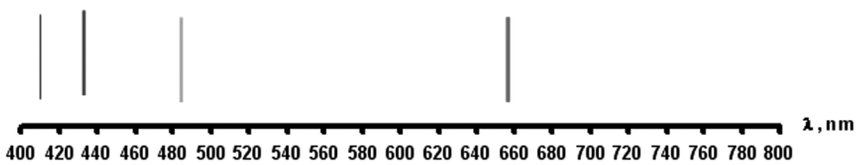
.....

*Pielikums*



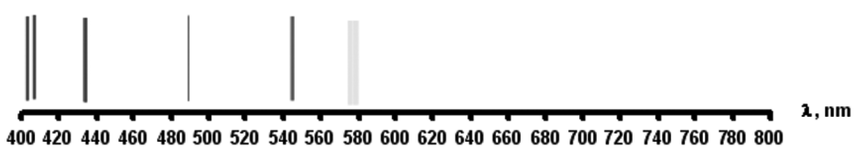

Vielu maisījuma spektra redzamā daļa

✂----------



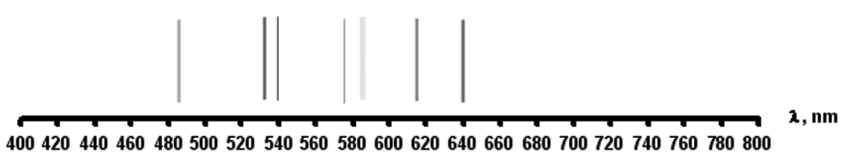

Ūdeņraža spektra redzamā daļa

✂----------



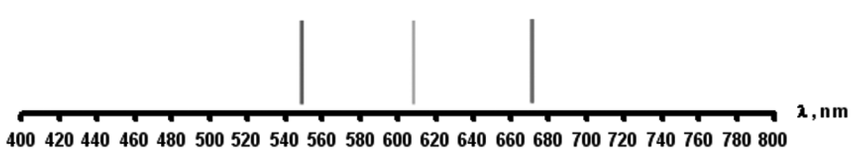

Dzīvsudraba spektra redzamā daļa

✂----------



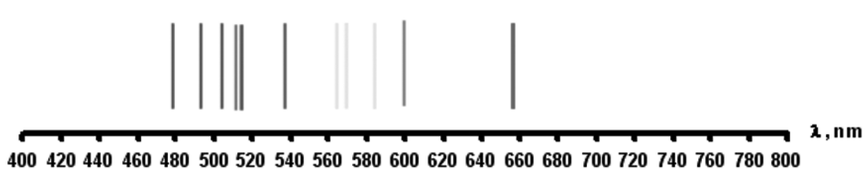

Neona spektra redzamā daļa

✂----------




Litija spektra redzamā daļa

✂----------



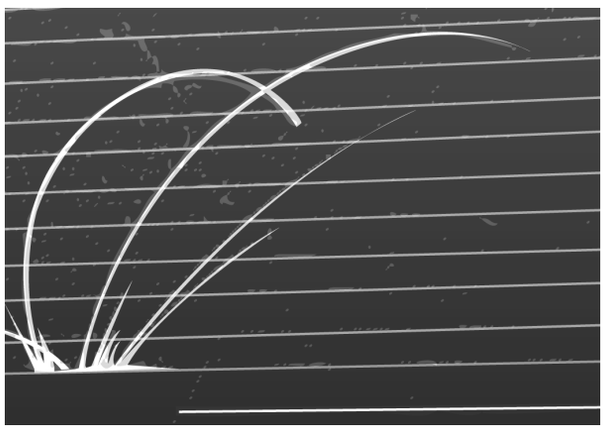

Oglekļa spektra redzamā daļa

Vārds ..... uzvārds ..... klase ..... datums .....

# LĀDĒTU DAĻIŅU TREKU PĒTĪŠANA

## Situācijas apraksts

Ne vienreiz vien esam vērojuši šauru miglas joslu aiz augstu gaisā lidojošām reaktīvajām lidmašīnām. Ja pašu lidmašīnu neizdodas saskatīt, tad tomēr redzam trajektoriju jeb treku, pa kuru lidmašīna ir pārvietojusies. Kāpēc rodas šāds treks?



Lielā augstumā ūdens tvaiks bieži vien ir pārsātināts. Lidmašīnas izsviestie sadegšanas produkti pārsātinātā tvaikā rada kondensācijas centrus un rodas miglas pilieniņi. Par kondensācijas centriem kļūst arī joni, kurus rada lielas enerģijas lādētas daļiņas.

Ja traukā, kurā ir pārsātināts tvaiks, ielido lādēta daļiņa, tad tās treks iezīmējas kā miglas svītriņa, kuru var nofotografēt un pēc treka fotogrāfijas analizēt daļiņas kustību. Šādus trekus var novērot Vilsona kamerā, ko izmantoja kodolstarojuma vizuālai izpētei.

## Pētāmā problēma

Kā var identificēt lādēto daļiņu pēc tās treka?

## Hipotēze

Daļiņu var identificēt pēc lādiņa un masas attiecības, jo tā daļiņām ir atšķirīga.

*Ja lādēta daļiņa ielido homogēnā magnētiskā laukā perpendikulāri indukcijas līnijām, tad uz to darbojas Lorenca spēks F. Daļiņas kustību var aprakstīt ar otro Ņūtona likumu F = ma, kur m – daļiņas masa, bet a – paātrinājums. Lorenca spēks F = Bqv, kur B – magnētiskā indukcija, q – daļiņas lādiņš un v – daļiņas ātrums. Daļiņas paātrinājums* $a = \frac{v^2}{R}$*, kur R – trajektorijas rādiuss. Apvienojot uzrakstītās sakarības, iegūst, ka* $\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}$.

*No šīs sakarības izriet, ka, mainoties daļiņas kustības ātrumam v, mainās arī trajektorijas (treka) liekuma rādiuss R.*

## Darba piederumi

Daļiņas treka atveidojums, lineāls, lādētu daļiņu lādiņa un masas attiecību $q/m$ tabula (1. un 2. pielikums).

## Darba gaita

1. Nosaki magnētiskā lauka indukcijas virzienu Vilsona kamerā, izmantojot lādētas daļiņas treku, un iezīmē to attēlos (1. pielikums)!
2. Nosaki trajektorijas liekuma rādiusu $R$ treku sākumposmā, izmantojot divas hordas, kas atrodas tuvu viena otrai, un to vidusperpendikulus! Rezultātu ieraksti tabulā! Izraugies ≈ 2 cm garu hordu!
3. Aprēķini daļiņas lādiņa un masas attiecību $q/m$ abos gadījumos! Rezultātu ieraksti tabulā!
4. Identificē daļiņas, izmantojot lādētu daļiņu lādiņa un masas attiecību $q/m$ tabulu (2. pielikums)! Rezultātu ieraksti tabulā!
5. Aprēķini daļiņas kinētisko enerģiju otrā treka sākumā un beigās! Rezultātu ieraksti tabulā!

**Iegūto datu reģistrēšana un apstrāde**

| Treks | *R*, cm treka sākumā | *R*, cm treka beigās | *q*/*m*, C/kg | Daļiņas apzīmējums | *W*, J treka sākumā | *W*, J treka beigās |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | | – | | | – | – |
| II | | | | | | |

**Rezultātu analīze, izvērtēšana un secinājumi**

1. Salīdzini iegūto lādēto daļiņu lādiņa un masas attiecību *q*/*m*!

.....

.....

.....

2. Kāpēc lādētas daļiņas kinētiskā enerģija samazinās?

.....

.....

.....

.....

3. Kādus priekšlikumus varētu izvirzīt daļiņu treku pētījumu paplašināšanai? Kādu informāciju vēl varētu iegūt par identificēto daļiņu?

.....

.....

.....

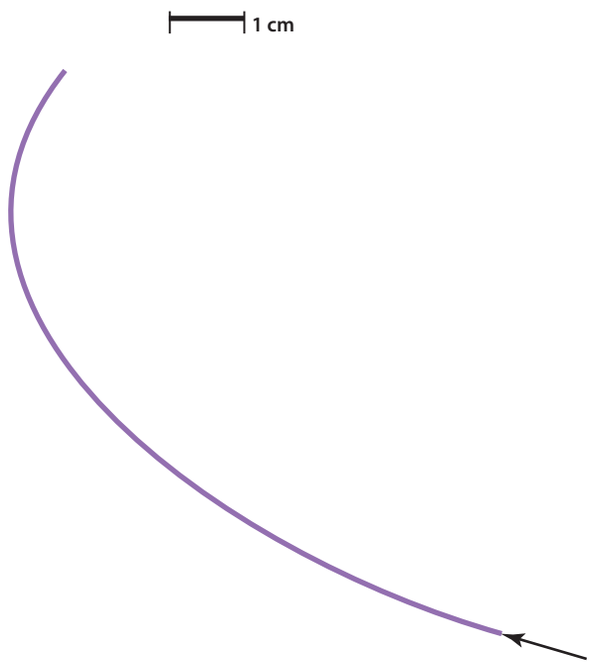
.....

.....

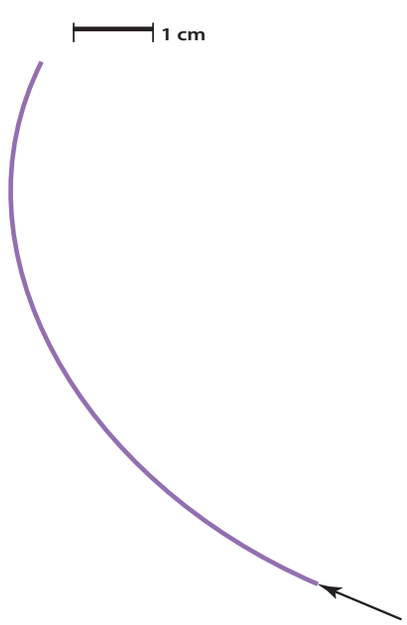
*1. pielikums*

# LĀDĒTAS DAĻIŅAS TREKS VILSONA KAMERĀ

I $B = 0{,}7$ T , $v = 1 \cdot 10^7$ m/s




II $B = 1{,}7$ T , $v = 6{,}7 \cdot 10^6$ m/s



*2. pielikums*

# DAŽU LĀDĒTU DAĻIŅU LĀDIŅA UN MASAS ATTIECĪBA *q/m*

| Nr.p.k. | Daļiņas nosaukums un apzīmējums | *q/m*, C/kg |
|---|---|---|
| 1. | Protons $^{1}_{1}H$ | $9{,}4 \cdot 10^{7}$ |
| 2. | α daļiņa $^{4}_{2}He$ | $4{,}7 \cdot 10^{7}$ |
| 3. | Tritija kodols $^{3}_{1}He$ | $3{,}1 \cdot 10^{7}$ |
| 4. | Hēlija izotopa kodols $^{3}_{2}He$ | $6{,}3 \cdot 10^{7}$ |

# KURŠ SAULĪTI SAŠVĪKĀJIS?

***Darba izpildes laiks 25 minūtes*** F_12_DD_04_01

## Mērķis

Veidot izpratni par emisijas un absorbcijas spektriem, salīdzinot dažādu gaismas avotu spektrus un nosakot vielas sastāvu.

## Sasniedzamais rezultāts

- Salīdzina dažādu gaismas avotu un gāzu spektrus.
- Pēc iegūtajiem spektriem nosaka Saules spektra absorbcijas līniju viļņa garumus.

## Pētāmā problēma

Kvēlspuldzes optiskais spektrs ir nepārtraukts. Līdzīgs ir arī Saules spektrs, taču, ieskatoties vērīgāk, tajā var ieraudzīt tumšākas svītras. Kā tās rodas? Vai tiešām kāds ir saskrāpējis Saules spektru? Varbūt tas ir vēstījums no kosmosa?

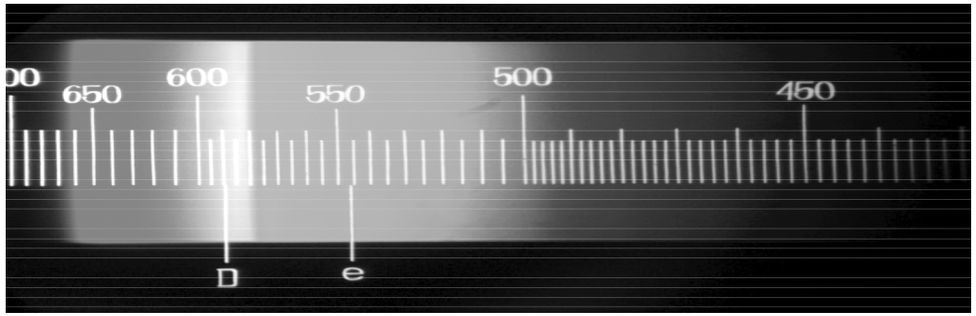
## Darba piederumi, vielas

Spektroskops, divas lampas ar kvēlspuldzēm, spogulis, gāzizlādes caurulīšu komplekts ar strāvas avotu, digitālais fotoaparāts ar videoizeju, videoizejas vads, multimediju projektors.

## Darba gaita

***1. demonstrējums.* Kvēlspuldzes spektrs**

1. Novieto vienu lampu ar kvēlspuldzi pie spektroskopa ieejas spraugas, otru – skalas apgaismošanai.
2. Pie okulāra pieliek digitālo fotoaparātu, kas savienots ar projektoru.
3. Ieslēdz lampas, fotoaparātu un projektoru.
4. Caur projektoru projicē iegūto kvēlspuldzes spektru uz ekrāna (1. att.).
5. Pievērš skolēnu uzmanību spektra nepārtrauktībai, dažādu krāsu gaismas viļņu garumam. Skolēni darba lapā raksturo kvēlspuldzes spektru – nepārtraukts emisijas spektrs.
6. Izslēdz lampas un noņem tās no spektroskopa.

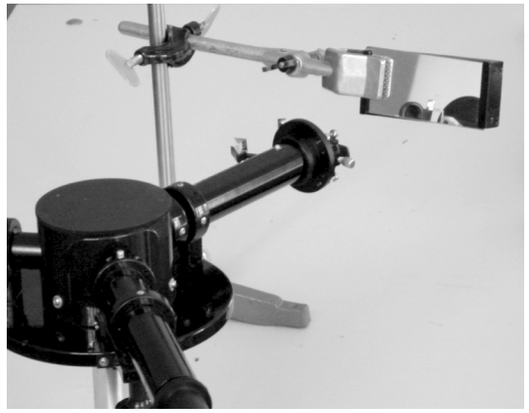



1. att. Kvēlspuldzes spektrs.

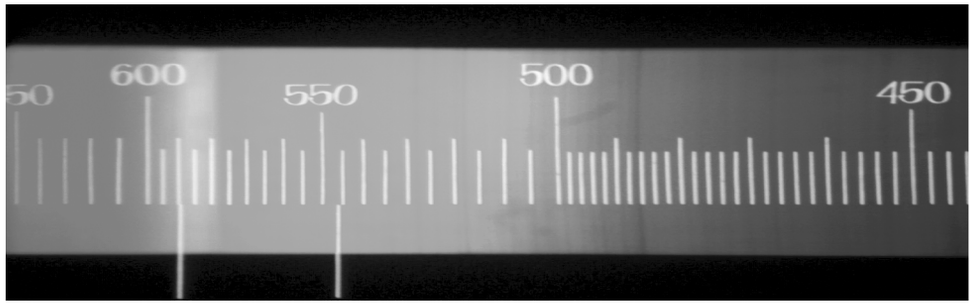
***2. demonstrējums.* Saules spektrs**

**Uzmanību! Nedrīkst skatīties tiešajos Saules staros!**

7. Saules gaismu, kas iespīd klasē pa logu, ar spoguli virza uz spektroskopa ieejas spraugu (2. att.). *Tiešā Saules gaisma mazliet žilbina, to novājina ar neitrālu filtru. Ja Saules gaisma tieši neiespīd klasē, tad ļoti līdzīgu spektru var iegūt ar Zemes atmosfērā izkliedēto Saules gaismu, to nevajag vājināt.*



2. att. Iekārta Saules spektra novērošanai.




3. att. Saules spektrs.

8. Demonstrējot Saules spektru, pievērš skolēnu uzmanību tumšajām svītrām, ar kurām tas atšķiras no kvēlspuldzes spektra (3. att.).
9. Jautājums skolēniem: "Kā varētu būt radušās šīs svītras?". *Skolēni izvirza savu versiju un pieraksta to darba lapā. Šīs svītras ir radījušas gāzes, caur kurām gaisma ir nokļuvusi līdz spektroskopam. Ir iegūts šo gāzu absorbcijas spektrs.*

***3. demonstrējums.***
**Līnijspektri**

10. Spektroskopa ieejas spraugu apgaismo ar gaismu no gāzizlādes caurulītēm (4. att.), vienu pēc otra demonstrējot ūdeņraža, hēlija, argona, neona un ogļskābās gāzes spektrus. Vedina skolēnus uz domām par sakarību starp šīm gaišajām līnijām un tumšajām līnijām Saules spektrā.
*Skolēni salīdzina Saules spektrā iegūtos absorbcijas līniju viļņa garumus ar viļņa garumiem demonstrētajos gāzu līnijspektros un ar skaitļiem tabulā.*
11. Jautājums skolēniem: "Kuras no gāzēm, kuru spektri tika demonstrēti, ir arī uz Saules?"
*Ūdeņradis un hēlijs.*
12. Skolēni pasvītro tabulā to absorbēto viļņu garumus, kurus izdevies atrast Saules spektrā, un pieraksta atbilstīgās gaismas krāsu. *Tabulā ar trekniem ciparіem izcelti viļņu garumi, kurus skolēni varētu sameklēt Saules spektrā kā absorbcijas līnijas.*

4. att. Iekārta gāzizlādes spektru novērošanai.

Molekulu elektronu pārejām atbilstīgie viļņa garumi

| Molekula vai jons | Viļņa garums, nm | Gaismas krāsa | Molekula vai jons | Viļņa garums, nm | Gaismas krāsa |
|---|---|---|---|---|---|
| O2 | 627661 | | **Mg** | **517,270** | Zaļa |
| **Na** | **589,592** | Dzeltena | **Fe** | **516,751** | Zaļa |
| **Na** | **588,995** | Dzeltena | **Fe** | **516,891** | Zaļa |
| **He** | **587,561** | Dzeltena | **Mg** | **516,733** | Zaļa |
| Hg | 546,073 | | Fe | 495,761 | |
| **Fe** | **527,039** | Zaļa | **H** | **486,134** | Gaišzila |
| **Mg** | **518,362** | Zaļa | **Fe** | **466,814** | Zila |

**Rezultātu izvērtēšana**

- Kas veido emisijas spektru?
*Emisijas spektru veido elektromagnētiskie viļņi, ko pētāmā viela izstaro. Vielas atomiem no ārienes jāpievada enerģija, lai elektroni tajos nokļūtu ierosinātā enerģētiskā līmenī. Elektroniem pārejot uz zemākiem līmeņiem, atomi var izstarot viļņus ar zaudētajai enerģijai atbilstīgu frekvenci.*
- Kas veido absorbcijas spektru?
*Absorbcijas spektru iegūst, vielu apgaismojot ar nepārtraukta spektra elektromagnētiskajiem viļņiem. Ja kādas no šī spektra frekvencēm atbilst kādām no elektronu enerģētisko līmeņu starpībām atomos, tad viela šo frekvenču viļņus var absorbēt. Vielai caurizgājušo viļņu spektrā parādās tumšas līnijas, jo šādu viļņa garumu viļņu spektrā vairs nav.*
- Kuru debess ķermeņu kādās daļās varētu atrasties gāzes, kas absorbē noteiktā viļņu garuma gaismu Saules spektrā? Šīs gāzes ir Saules un Zemes atmosfērā.
*Pastāsta skolēniem, ka vācu fiziķis J. Fraunhofers jau 1814. gadā atklāja absorbcijas līnijas Saules spektrā. (V. Rēvalds, Fizikas un tehnikas vēstures lappuses, LU akadēmiskais apgāds – 2006, 246. lpp.)*
- Kādiem mērķiem var izmantot gāzu absorbcijas spektrus?
*Zvaigžņu atmosfēras sastāva pētīšanai, gaisa piesārņojuma noteikšanai Zemes atmosfērā.*
- Kādam nolūkam labāk izmantot emisijas spektru, kādam – absorbcijas spektru?
*Piemēram, metālu sakausējuma sastāvu ērtāk noteikt pēc emisijas spektriem, bet dzīvo organismu veidojošos elementus nosaka pēc absorbcijas spektriem.*

# JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

*Darba izpildes laiks 20 minūtes* F_12_DD_04_02

## Mērķis

Iepazīstināt ar radiācijas mērīšanas iespējām, mērot dabisko radioaktīvo fonu klasē un salīdzinot dažādu materiālu spēju absorbēt (aizturēt) jonizējošo starojumu.

## Sasniedzamais rezultāts

- Novēro radiācijas maiņu atkarībā no attāluma līdz starojuma avotam.
- Salīdzina dažādu materiālu spēju absorbēt jonizējošo starojumu.

## Darba piederumi

Jonizējošā starojuma avots, radiācijas sensors, datu uzkrājējs, dažādu materiālu un dažāda biezuma plāksnītes, hronometrs, mērlente, dators, multimediju projektors.

*Par radioaktīvā starojuma avotu var noderēt, piemēram, Vilsona kamera, kura reiz nokļuvusi ātro neitronu plūsmā (izmantota konkrētajā darbā), kāliju saturoši sāļi, granīta gabaliņi. Pirms 1. demonstrējuma uzsākšanas radioaktīvajam elementam jāatrodas glabātuvē.*

## Darba gaita

**1. *demonstrējums*. Dabiskais radioaktīvais fons klasē**

1. Radiācijas sensoru pievieno datu uzkrājējam. Datu uzkrājēju pievieno datoram.
2. Ieslēdz sensoru, ja iespējams arī reģistrēšanai ar skaņas signāliem.
3. Atver programmu un izvēlas procesa reģistrēšanu laikā.
4. Saskaita impulsu skaitu minūtē. *Var vadīties pēc skaņas signāliem vai, saskaitot uz ekrāna redzamos skaitļus, nosaka impulsu skaitu minūtē.*
5. Vēro grafiku uz ekrāna un secina, kā laika gaitā mainās sensora absorbēto daļiņu skaits.
6. Mērījumus atkārto, radiācijas sensoru novietojot tuvu ieslēgta datora monitora ekrānam vai kādam citam objektam, kas, iespējams, izstaro jonizējošo starojumu.
7. Vērojot demonstrējumu, skolēni darba lapā analizē dabiskā radioaktīvā fona lielumu klasē un salīdzina to ar pieļaujamām normām.

**2. *demonstrējums*. Radioaktīvā starojuma maiņa atkarībā no attāluma līdz starojuma avotam**

8. Izvēlas atsevišķu mērījumu ievades režīmu.
9. Radioaktīvā starojuma avotu novieto 5 cm attālumā no radiācijas sensora un uzsāk mērījumus.

*Gaidīt! Pirmais rezultāts būs redzams pēc 20 sekundēm.*

10. Sensoru pakāpeniski ik par 5 cm atvirza no radioaktīvā starojuma avota. Attālumus ieraksta tabulā. *Izpilda 5 vai 6 mērījumus.*
11. Skolēni saskaita impulsus un to skaitu ieraksta darba lapas 1. tabulā.

*1. tabula*

Jonizējošā starojuma maiņa atkarībā no attāluma līdz starojuma avotam

| Attālums, cm | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Impulsu skaits | 73 | 58 | 36 | 18 | 11 | 8 |

12. Izpēta iegūtos datus, kā mainās radioaktīvais starojums atkarībā no attāluma līdz starojuma avotam
    *Secina, ka starojuma lielums strauji samazinās līdz ar attālumu no avota, un tas ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam.*
13. Izvērtē, cik reizes radiācija starojuma avota tuvumā ir lielāka par dabisko radioaktīvo fonu klasē.
    *Ja dabiskais radioaktīvais fons atbilst 8 līdz 12 impulsiem minūtē, bet starojuma avota tuvumā tas ir 56 impulsi, tad var spriest, ka radiācijas līmenis ir 6 reizes lielāks.*

**3. *demonstrējums*. Radioaktīvā starojuma absorbēšana**

*Datorprogrammā izvēlas procesa reģistrēšanu laikā.*

14. Izvēlas novērošanas laiku 1 minūti (60 sekundes) un datu nolasīšanas ātrumu 5 reizes sekundē.
15. Radiācijas sensoru novieto aptuveni 10 cm attālumā no radioaktīvā starojuma avota un uzsāk mērījumus.
16. Starp starojuma avotu un sensoru ievieto dažādu materiālu plāksnītes.
17. Skolēni saskaita impulsus un to skaitu ieraksta darba lapas 2. tabulā.

*2. tabula*

Dažādu materiālu spēja absorbēt radioaktīvo starojumu

| Materiāls | Kartons | Alumīnija plāksne | Saplāksnis | Tērauda plāksne | Stikls |
|---|---|---|---|---|---|
| Impulsu skaits | 54 | 38 | 52 | 12 | 61 |

18. Sagrupē eksperimentā izmantotos materiālus pēc to spējas absorbēt (aizturēt) starojumu.
    *Tērauds, alumīnijs, kartons, saplāksnis, stikls.*
19. Norāda trīs veidus, kā cilvēks var rīkoties, lai izsargātos no radioaktīvā starojuma iedarbības.

- *Uzturēties pēc iespējas īsāku laiku starojuma avota tuvumā.*
- *Atrasties pēc iespējas tālāk no starojuma avota.*
- *Lietot aizsargmateriālus, kas vismaz daļēji aiztur radioaktīvo starojumu.*

# EMISIJAS SPEKTRI

***Darba izpildes laiks 20 minūtes*** F_12_LD_04_01

## Mērķis

Veidot skolēnu izpratni par emisijas spektru izmantošanu, nosakot gāzu maisījuma ķīmisko sastāvu un analizējot izmantoto metodi.

## Sasniedzamais rezultāts

- Nosaka gāzu maisījuma ķīmisko sastāvu, izmantojot emisijas līnijspektru.
- Analizē izmantoto metodi, nosakot gāzu maisījuma ķīmisko sastāvu.

| | |
|---|---|
| Saskata un formulē pētāmo problēmu | – |
| Formulē hipotēzi | – |
| Saskata (izvēlas) un sagrupē lielumus, pazīmes | – |
| Izvēlas atbilstošus darba piederumus un vielas | Dots |
| Plāno darba gaitu, izvēloties drošas, videi nekaitīgas darba metodes | Dots |
| Novēro, mēra un reģistrē datus | Mācās |
| Lieto darba piederumus un vielas | Mācās |
| Apstrādā datus | – |
| Analizē, izvērtē rezultātus, secina | Mācās |
| Prezentē darba rezultātus | – |
| Sadarbojas, strādājot grupā (pārī) | – |

*Šo laboratorijas darbu skolēni veic pa vienam, mācoties strādāt ar emisijas spektriem. Galvenais uzsvars šai darbā ir parādīt vienu no metodēm, kā nosaka gāzu maisījuma ķīmisko sastāvu.*

## Situācijas apraksts

19. gs. sākumā zinātnieki izpētīja, kāds ir Saules un citu zvaigžņu ķīmiskais sastāvs. Izrādījās, ka Saule, tāpat kā citas zvaigznes, sastāv no dažādu gāzu maisījuma, kas satur ķīmiskos elementus, kādi atrodami uz Zemes un tās atmosfērā.

## Uzdevums

Noteikt gāzu maisījuma ķīmisko sastāvu pēc tā emisijas spektra.

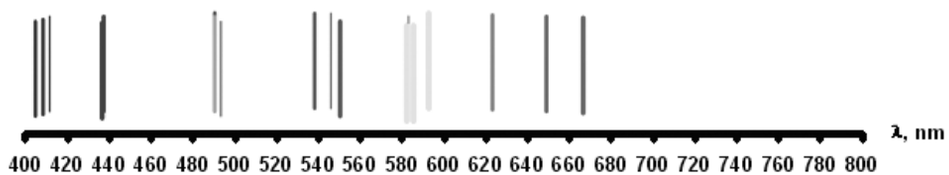
## Darba piederumi

Gāzu maisījuma emisijas līnijspektrs un ūdeņraža, dzīvsudraba, neona, litija, oglekļa emisijas līnijspektri ar viļņa garuma skalu (sk. pielikumu). *Izdales materiālu ieteicams sagriezt tā, lai katra elementa un gāzu maisījuma spektrs būtu uz atsevišķām lapiņām.*

## Darba gaita

1. Salīdzina dažādo ķīmisko elementu emisijas līnijspektrus un noskaidro, kāds ir katra elementa emisijas līnijspektrs.
   *Izmanto izdales materiālu vai interneta vietni http://jf-noblet.chez-alice.fr/spectres/element.htm (ar kursoru uzklikšķinot uz ķīmiskā elementa apzīmējumu periodiskajā tabulā, zem tabulas atveras šī elementa līnijspektra redzamā daļa).*
2. Nosaka, no kādiem ķīmiskajiem elementiem sastāv vielu maisījums (sk. att.), uzklājot uz maisījuma līnijspektra katra atsevišķa elementa līnijspektru.

## Iegūto datu reģistrēšana un apstrāde




Vielu maisījuma spektra redzamā daļa.

Vielas maisījums sastāv no neona, dzīvsudraba un ūdeņraža atomiem.

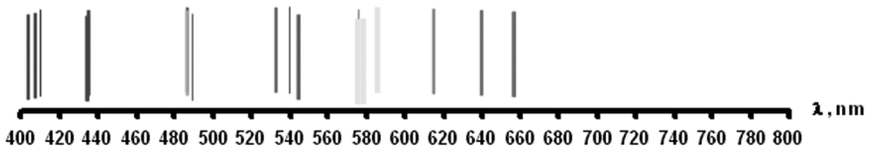
## Rezultātu analīze, izvērtēšana un secinājumi

1. Apraksta un pamato izmantoto gāzu maisījuma sastāva noteikšanas metodi.
   *Sauli veidojošo gāzu maisījuma sastāvu var noteikt, uzliekot uz gāzu maisījuma spektra atsevišķo elementu spektrus un novērojot, kura elementa spektra līnijas sakrīt ar maisījuma spektra līnijām.*
   *Katram ķīmiskajam elementam ir savs līnijspektrs, tādējādi, tos salīdzinot, ir iespējams noteikt, vai konkrētā viela ir gāzu maisījumā.*
2. Vai ir jāsalīdzina viena ķīmiskā elementa visas spektra līnijas? Atbildi pamato.

*Jāsalīdzina visas spektra līnijas, jo vairākiem elementiem dažas līnijas var atrasties ļoti tuvu cita citai un tās nevar atšķirt.*

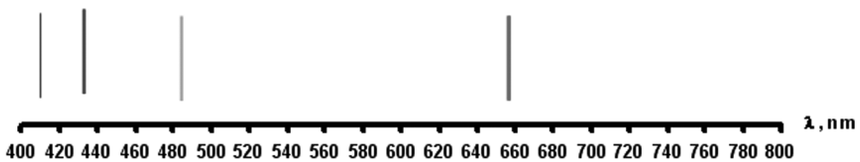
3. Daudziem vielu maisījumiem spektrs sastāv no ļoti daudz līnijām. Tas apgrūtina salīdzināšanu ar atsevišķu elementu spektriem. Uzraksta priekšlikumus metodes pilnveidošanai.
   *Ja emisijas spektrā ir ļoti daudz līniju, kas savukārt atbilst vairākiem elementiem, kuriem ir daudz līniju, tad pēc viena elementa atšifrēšanas šī elementa līnijas var spektrā izdzēst, lai tajā paliktu mazāk līniju.*
4. Vai uz Saules varētu būt laboratorijas darbā noteiktais vielu maisījums? Paskaidro, kā to varētu pārbaudīt.
   *Saules viela atrodas atomārā gāzveida stāvoklī, tāpēc tās sastāvā ietilpstošie atomi izstaro gaismu, kas izplatās caur Saules un Zemes atmosfēru. Novērojot Saules starojuma spektru, uz nepārtrauktā spektra fona parādās tumšas līnijas, kas atbilst emisijas spektra krāsainajām līnijām. Pēc spektra var noteikt vielas ķīmisko sastāvu. Saules spektrā ir visi tādi paši ķīmiskie elementi, kādi ir uz Zemes.*

*Pielikums*



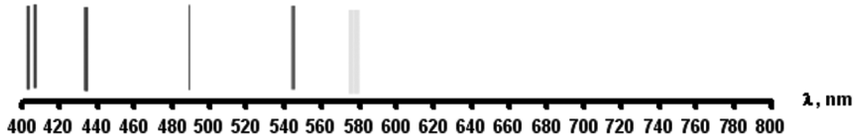

Vielu maisījuma spektra redzamā daļa

✂----------



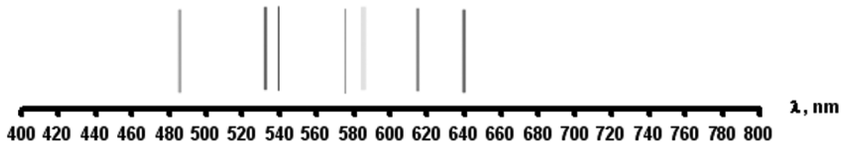

Ūdeņraža spektra redzamā daļa

✂----------



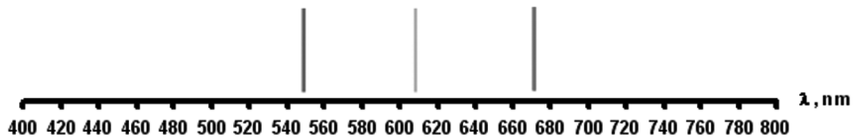

Dzīvsudraba spektra redzamā daļa

✂----------



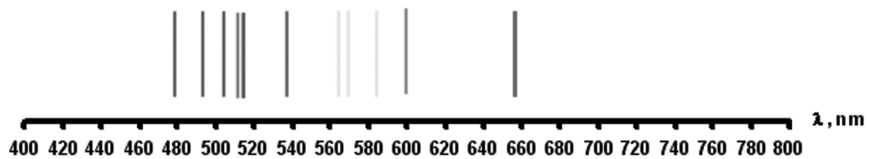

Neona spektra redzamā daļa

✂----------




Litija spektra redzamā daļa

✂----------




Oglekļa spektra redzamā daļa

# LĀDĒTU DAĻIŅU TREKU PĒTĪŠANA

***Darba izpildes laiks 40 minūtes*** F_12_LD_04_02

## Mērķis

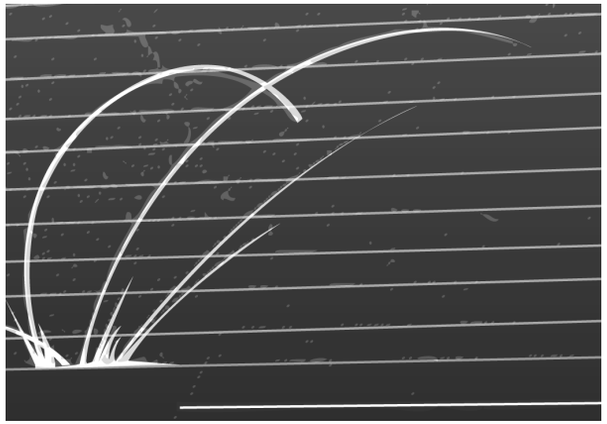
Veidot izpratni par treku izmantošanu lādētu daļiņu identificēšanā un daļiņas raksturojošo lielumu noteikšanā, nosakot daļiņas liekuma rādiusu, aprēķinot tās lādiņa un masas attiecību, izmantojot uzziņas avotus, identificēt daļiņu.

## Sasniedzamais rezultāts

- Nosaka daļiņas liekuma rādiusu, izmantojot doto treku modeli.
- Aprēķina lādiņa un masas attiecību $q/m$, daļiņas kinētisko enerģiju.
- Identificē daļiņas, izmantojot uzziņas avotus.

| | |
|---|---|
| Saskata un formulē pētāmo problēmu | Dots |
| Formulē hipotēzi | Dots |
| Saskata (izvēlas) un sagrupē lielumus, pazīmes | – |
| Izvēlas atbilstošus darba piederumus un vielas | Dots |
| Plāno darba gaitu, izvēloties drošas, videi nekaitīgas darba metodes | Dots |
| Novēro, mēra un reģistrē datus | Mācās |
| Lieto darba piederumus un vielas | Mācās |
| Apstrādā datus | Patstāvīgi |
| Analizē, izvērtē rezultātus, secina | Patstāvīgi |
| Prezentē darba rezultātus | – |
| Sadarbojas, strādājot grupā (pārī) | – |

## Situācijas apraksts



Ne vienreiz vien esam vērojuši šauru miglas joslu aiz augstu gaisā lidojošām reaktīvajām lidmašīnām. Ja pašu lidmašīnu neizdodas saskatīt, tad tomēr redzam trajektoriju jeb treku, pa kuru lidmašīna ir pārvietojusies.

Kāpēc rodas šāds treks? Lielā augstumā ūdens tvaiks bieži vien ir pārsātināts. Lidmašīnas izsviestie sadegšanas produkti pārsātinātā tvaikā rada kondensācijas centrus un rodas miglas pilieniņi. Par kondensācijas centriem kļūst arī joni, kurus rada lielas enerģijas lādētas daļiņas.

Ja traukā, kurā ir pārsātināts tvaiks, ielido lādēta daļiņa, tās treks iezīmējas kā miglas svītriņa, kuru var nofotografēt un pēc treka fotogrāfijas analizēt daļiņas kustību. Šādus trekus var novērot Vilsona kamerā, ko izmantoja kodolstarojuma vizuālai izpētei.

## Pētāmā problēma

Kā var identificēt lādēto daļiņu pēc treka?

## Hipotēze

Daļiņu var identificēt pēc lādiņa un masas attiecības, jo tā daļiņām ir atšķirīga.

*Ja lādēta daļiņa ielido homogēnā magnētiskā laukā perpendikulāri indukcijas līnijām, tad uz to darbojas Lorenca spēks F. Daļiņas kustību var aprakstīt ar otro Ņūtona likumu: $F = ma$, kur $m$ – daļiņas masa, bet $a$ – paātrinājums. Lorenca spēks $F = Bqv$, kur $B$ – magnētiskā indukcija, $q$ – daļiņas lādiņš un $v$ – daļiņas ātrums.*

*Daļiņas paātrinājums $a = \frac{v^2}{R}$, kur $R$ – trajektorijas rādiuss. Apvienojot iepriekš uzrakstītās sakarības, iegūst, ka $\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}$.*

*No šīs sakarības izriet, ka, mainoties daļiņas kustības ātrumam $v$, mainās arī trajektorijas (treka) liekuma rādiuss $R$.*

## Darba piederumi, vielas

Daļiņas treka atveidojums, lineāls, lādētu daļiņu lādiņa un masas attiecību $q/m$ tabula (1. un 2. pielikums).

## Darba gaita

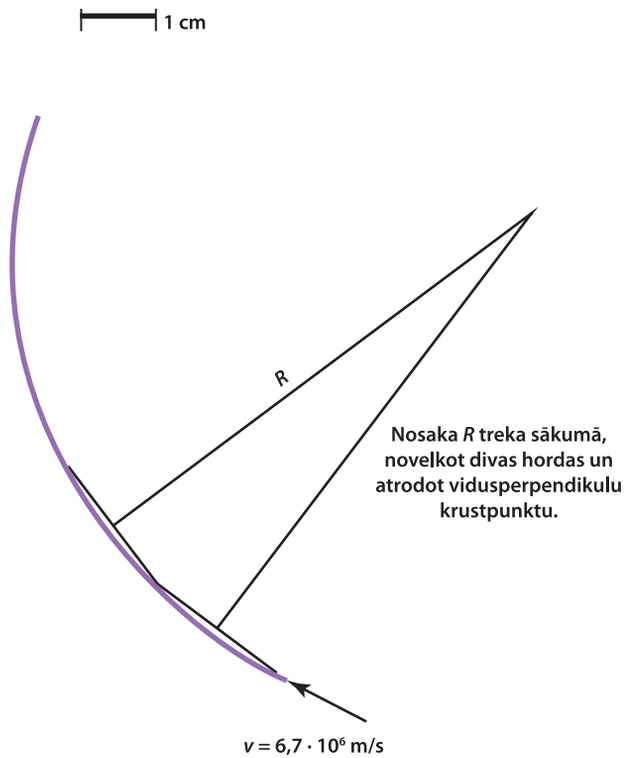
1. Nosaka magnētiskā lauka indukcijas virzienu Vilsona kamerā, izmantojot lādētas daļiņas treku, un iezīmē to attēlos (1. pielikums).
2. Nosaka liekuma rādiusu $R$ treku sākumposmā, izmantojot divas hordas, kas atrodas tuvu viena otrai, un to vidusperpendikulus. Rezultātu ieraksta tabulā. *Izraugās* ≈2 cm *garu hordu.*
3. Aprēķina daļiņas lādiņa un masas attiecību $q/m$ abos gadījumos. Rezultātu ieraksta tabulā.

4. Identificē daļiņas, izmantojot lādētu daļiņu lādiņa un masas attiecību *q/m* tabulu (2. pielikums). Rezultātu ieraksta tabulā.
5. Aprēķina daļiņas kinētisko enerģiju otrā treka sākumā un beigās. Rezultātu ieraksta tabulā.

## Iegūto datu reģistrēšana un apstrāde

Treka liekuma rādiusa noteikšana

*Piemērs trekam II*




| Treks | *R*, cm treka sākumā | *R*, cm treka beigās | *q/m*, C/kg | Daļiņas apzīmējums | *W*, J treka sākumā | *W*, J treka beigās |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 15 | – | $9{,}5 \cdot 10^7$ | ${}^{1}_{1}\mathrm{H}$ | – | – |
| II | 8 | 5 | $4{,}9 \cdot 10^7$ | ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ | $1{,}5 \cdot 10^{-13}$ | $0{,}6 \cdot 10^{-13}$ |

## Aprēķina piemērs:

Lādiņa un masas attiecība $\frac{q}{m} = \frac{v}{BR} = \frac{1 \cdot 10^7}{0{,}7 \cdot 0{,}15} = 9{,}5 \cdot 10^7$ C/kg ·

Hēlija masu aprēķina, zinot masas vienību $u = 1{,}7 \cdot 10^{-27}$ kg , kur $m_{He} = 4 \cdot u$.
Daļiņas kinētiskā enerģija treka II sākumposmā:

$$W = \frac{mv^2}{2} = \frac{4 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-27}\,(6{,}7 \cdot 10^6)^2}{2} = 1{,}5 \cdot 10^{-13}\ \mathrm{J}.$$

Daļiņas ātrumu treka II beigu posmā var aprēķināt, izmantojot sakarību

$$v = \frac{q}{m}\,BR = 4{,}9 \cdot 10^7 \cdot 1{,}7 \cdot 0{,}05 = 4{,}2 \cdot 10^6\ \mathrm{m/s}.$$

Daļiņas kinētiskā enerģija treka II beigu posmā:

$$W = \frac{mv^2}{2} = \frac{4 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-27}\,(4{,}2 \cdot 10^6)^2}{2} = 0{,}6 \cdot 10^{-13}\ \mathrm{J}.$$

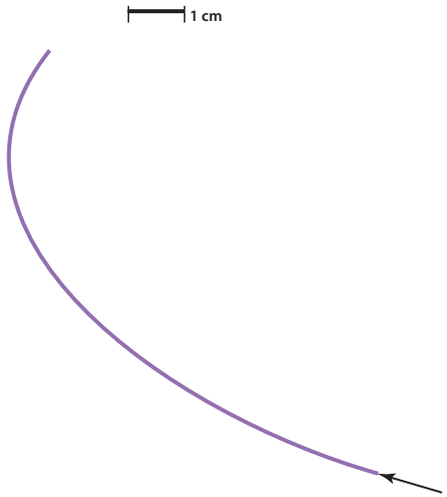
## Rezultātu analīze, izvērtēšana un secinājumi

1. Salīdzina iegūto lādēto daļiņu lādiņa un masas attiecību *q/m*.
   *Pirmajai daļiņai šī attiecība ir lielāka, jo tās treka rādiuss ir lielāks.*
2. Kāpēc lādētas daļiņas kinētiskā enerģija samazinās?
   *Daļiņas kinētiskā enerģija samazinās tāpēc, ka daļa tās pāriet piesātinātā tvaika pretestības pārvarēšanai.*
3. Kādus priekšlikumus varētu izvirzīt daļiņu treku pētījumu paplašināšanai? Kādu informāciju vēl varētu iegūt par identificēto daļiņu?
   *Varētu pētīt daļiņu caurspiešanās spēju dažādās vielās, daļiņas izraisītās reakcijas, kurās rodas jaunas daļiņas.*

*1. pielikums*

# LĀDĒTAS DAĻIŅAS TREKS VILSONA KAMERĀ

**I** $B = 0{,}7\ \mathrm{T}$, $v = 1 \cdot 10^7\ \mathrm{m/s}$




**II** $B = 1{,}7\ \mathrm{T}$, $v = 6{,}7 \cdot 10^6\ \mathrm{m/s}$

*2. pielikums*

# DAŽU LĀDĒTU DAĻIŅU LĀDIŅA UN MASAS ATTIECĪBAS *q/m* TABULA

| Nr.p.k. | Daļiņas nosaukums un apzīmējums | *q/m*, C/kg |
|---|---|---|
| 1. | Protons $^{1}_{1}\mathrm{H}$ | $9{,}4 \cdot 10^7$ |
| 2. | α daļiņa $^{4}_{2}\mathrm{He}$ | $4{,}7 \cdot 10^7$ |
| 3. | Tritija kodols $^{3}_{1}\mathrm{He}$ | $3{,}1 \cdot 10^7$ |
| 4. | Hēlija izotopa kodols $^{3}_{2}\mathrm{He}$ | $6{,}3 \cdot 10^7$ |

..... ..... ..... .....
Vārds uzvārds klase datums

# ATOMS UN ATOMA KODOLS

*Darbā izmanto ķīmisko elementu periodisko tabulu!*

**Uzdevums** (*10 punkti*)

Ieraksti tabulā atbildes katram uzdevumam! Vielas atoma kodolu pieraksta šādi: $^{57}_{27}\mathrm{Co}$ .

| Nr.p.k. | Uzdevums | Atbilde |
|---|---|---|
| 1. | Kā sauc šo vielu? | |
| 2. | Cik elektronu ir atoma kodola elektronu apvalkā, ja atoms nav jonizēts? | |
| 3. | Cik elektronu ir atoma kodola elektronu apvalkā, ja atoms ir pārvērsts par pozitīvu vienvērtīgu jonu? | |
| 4. | Cik liels ir kodola lādiņš e vienībās? | |
| 5. | Cik protonu ir kodolā? | |
| 6. | Cik neitronu ir kodolā? | |
| 7. | Cik liela ir kodola masa, izteikta u vienībās? | |
| 8. | No cik atomiem sastāv kobalta gabals, kura masa ir 57 grami? | |
| 9. | Kobalta atoma kodols izstaro $\gamma$ kvantu. Kurš no iekavās minētajiem lielumiem kodolam mainās (protonu skaits, neitronu skaits, lādiņš, kodola saites enerģija)? | |
| 10. | Aprēķini un uzraksti kodola lādiņu, izteiktu kulonos! | |

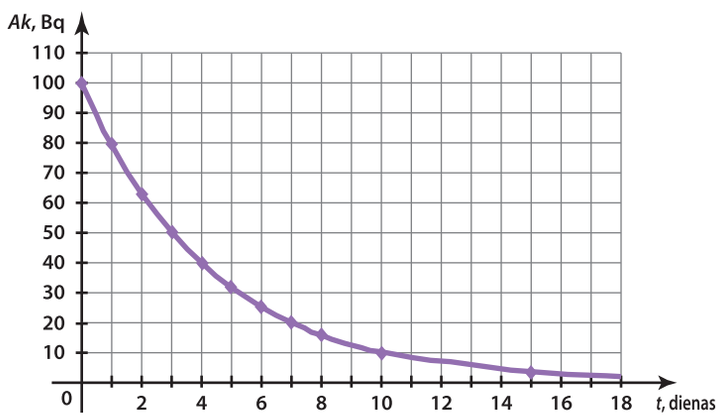
Aprēķins:

..... ..... ..... .....
Vārds uzvārds klase datums

# RADIOAKTIVITĀTE

*Darbā izmanto ķīmisko elementu periodisko tabulu! Atbildi katram uzdevumam uzraksti daudzpunktu vietā!*

Grafikā parādīta polonija $^{218}_{84}$Po aktivitātes *Ak* maiņa laikā *t*.




**1. uzdevums** (*1 punkts*)

No grafika nosaki, cik liela bija polonija aktivitāte sākumā! *Ak* =……. Bq.

**2. uzdevums** (*1 punkts*)

No grafika nosaki polonija pussabrukšanas periodu! *T* =…..min

**3. uzdevums** (*1 punkts*)

No grafika nosaki, pēc cik minūtēm polonija aktivitāte būs 2,5 Bq! *t* = …… min

**4. uzdevums** (*1 punkts*)

Kādu daļiņu emitē polonija kodols?

$^{218}_{84}$Po →.....+ $^{214}_{82}$Pb

..... ..... ..... .....
Vārds uzvārds klase datums

# ATOMS UN ATOMA KODOLS

**1. variants**

*Darbā izmanto formulu lapu un ķīmisko elementu periodisko tabulu!*

**1. uzdevums** *(6 punkti)*

Vai apgalvojums ir patiess? Ievelc krustiņu atbilstīgajā ailē!

| | Apgalvojums | Jā | Nē |
|---|---|---|---|
| a) | Nejonizētā atomā protonu skaits kodolā ir vienāds ar elektronu skaitu kodola apvalkā. | | |
| b) | Starojumā ar lielāku viļņa garumu katra fotona enerģija ir lielāka nekā starojumā ar mazāku viļņa garumu. | | |
| c) | Gaisā infrasarkanā starojuma viļņa garums ir lielāks nekā ultravioletā starojuma viļņa garums. | | |
| d) | Atoma kodolā starp protonu un neitronu darbojas kodolspēki, bet starp protonu un protonu tie nedarbojas. | | |
| e) | $\alpha$ starojums ir pozitīvi lādētu daļiņu plūsma, kuru izstaro radioaktīvie izotopi. | | |
| f) | Ja radioaktīvā izotopa aktivitāte pēc 3 h kļūst 2 reizes mazāka, tad tā pussabrukšanas periods ir 1,5 h. | | |

**2. uzdevums** *(7 punkti)*

Par kodolsintēzes reaktoru var uzskatīt arī Sauli un citas zvaigznes. Kodolsintēzes reakciju var realizēt arī uz Zemes. Piemēram, Lielbritānijā kopš 1997. gada darbojas kodolsintēzes reaktors JET (*Joint European Torus*). Sasniedzot $1 \cdot 10^8$ °C temperatūru, ir iespējams panākt reakciju starp ūdeņraža izotopiem $^2_1H$ un $^3_1H$, kuru kodoli saplūst kopā. Rodas $\alpha$ daļiņa ($^4_2He$ kodolam) un neitrons ar lielu enerģiju, kuru var izmantot tvaika sakarsēšanai. Savukārt tvaiku var izmantot tvaika turbīnas darbināšanai. Tvaika turbīna darbina elektroģeneratoru. No ūdens var iegūt $^2_1H$ (aptuveni 35 g no 1 m$^3$). Dabā nav atrodams $^3_1H$, bet to var iegūt tādā pašā kodolsintēzes reaktorā, ja $^6_3Li$ kodolā ietriecas neitrons.

*(No laikraksta "Neatkarīgā Rīta Avīze". Fiziķi Sauli būvēs uz Zemes. 2004.gada 3. jūnijs.)*

a) Uzraksti kodolreakciju!

$^2_1H + ^3_1H =$……

b) Paskaidro, kāpēc vajadzīga ļoti augsta temperatūra, lai notiktu kodolreakcija!

$^2_1H + ^3_1H =$……

.....

.....

c) Kodolreakcijā $^2_1H + ^3_1H =$…… izdalās aptuveni 17,6 MeV enerģijas.

1 MeV ≈ $4{,}44 \cdot 10^{-20}$ kW·h.

Ja minētajā kodolreakcijā sintezējas 4 g hēlija, tad izdalās $1{,}06 \cdot 10^{25}$ MeV enerģijas.

Nelielā privātmājā gadā tiek patērētas 2600 kW·h elektroenerģijas. Ja elektroenerģijas ražošanai izmantotu 20 % enerģijas, kas izdalās, sintezējot 4 g hēlija, cik šādu privātmāju varētu nodrošināt ar elektroenerģiju gada laikā?

d) Kodolsintēzes reaktorā radioaktīvā viela ir tritijs $^{3}_{1}H$, kura kodoliem sabrūkot, rodas β starojums. β daļiņām ir ļoti maza enerģija, gaisā tās pārvietojas tikai dažu milimetru attālumā. Tritija pussabrukšanas periods ir 12,6 gadi. Salīdzini radiācijas bīstamību kodolsintēzes reaktorā un tādā reaktorā, kur enerģiju iegūst urāna atoma kodolu dalīšanās procesā!

.....

.....

.....

.....

**3. uzdevums** *(2 punkti)*

a) Paskaidro, kādu nelabvēlīgu ietekmi uz cilvēku atstāj pārdozēta ultravioletā starojuma iedarbība!

.....

.....

b) Paskaidro, kādi drošības pasākumi jāievēro, strādājot ar lāzera ierīcēm!

.....

.....

**4. uzdevums** *(4 punkti)*

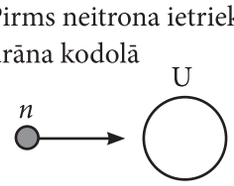
Ja urāna $^{235}_{92}U$ kodolā ietriecas neitrons $^{1}_{0}n$, tad kodols sadalās divās daļās, no kurām viena daļa ir ksenona $^{140}_{54}Xe$ kodols, vēl atbrīvojas divi neitroni. Viens no šiem diviem neitroniem atkal ietriecas citā urāna kodolā, kas tādā pašā veidā sadalās.

a) Paskaidro, kāds kodols ir otra daļa!

.....

b) Pabeidz uzzīmēto shēmu!

Pirms neitrona ietriekšanās urāna kodolā




Pēc neitrona ietriekšanās urāna kodolā

*Vieta zīmēšanai*

c) Paskaidro, kur šādu parādību izmanto!

.....

.....

.....

**5. uzdevums** *(5 punkti)*

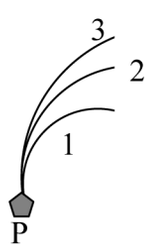
Polonija $^{210}_{84}$ Po pussabrukšanas periods ir aptuveni 184 diennaktis. Izstarojot α daļiņu, tas pārvēršas par svinu $^{206}_{82}$ Pb .

a) Parādi grafiski, kā mainās radioaktīvajā preparātā polonija masa atkarībā no laika divos gados, ja sākumā preparātā ir 20 mg polonija!

b) Izmantojot grafiku, nosaki, cik liela polonija masa būs pārvērtusies par svinu pēc viena gada!

.....

**6. uzdevums** *(6 punkti)*




Attēlā ir parādīti trīs α daļiņu treku fragmenti, kas iegūti, novietojot Vilsona kameru homogēnā magnētiskā laukā, kura indukcijas līnijas ir perpendikulāras daļiņu kustības plaknei.

Magnētiskā lauka indukcija ir zināma, α daļiņas lādiņš un masa arī ir zināma un zināms ir mērogs, kādā attēloti treka fragmenti.

Jāizpēta, cik liels ir daļiņas ātrums, lidojot no radioaktīvā preparāta P.

a) Izraugies un uzraksti šī pētījuma hipotēzi un to pamato!

.....

.....

.....

b) Uzraksti, kādus mērījumus un aprēķinus tu veiksi hipotēzes pārbaudei!

.....

.....

.....

..... ..... ..... .....
Vārds uzvārds klase datums

# ATOMS UN ATOMA KODOLS

**2. variants**

*Darbā izmanto formulu lapu un ķīmisko elementu periodisko tabulu!*

**1. uzdevums** *(6 punkti)*

Vai apgalvojums ir patiess? Ievelc krustiņu atbilstīgajā ailē!

| | Apgalvojums | Jā | Nē |
|---|---|---|---|
| a) | Atoma kodolā neitronu un protonu skaits vienmēr ir vienāds. | | |
| b) | Viena viļņa garumu infrasarkanā starojuma katra fotona enerģija ir lielāka nekā viena viļņa garuma ultravioletajam starojumam. | | |
| c) | Rentgenstarojuma viļņa garums ir mazāks nekā ultravioletā starojuma viļņa garums. | | |
| d) | Atoma kodolā starp neitronu un neitronu darbojas kodolspēki, bet starp protonu un protonu tie nedarbojas. | | |
| e) | $\gamma$ starojums ir elektromagnētiskie viļņi, kurus izstaro radioaktīvie izotopu kodoli. | | |
| f) | Ja radioaktīvā izotopa pussabrukšanas periods ir 3 h, tad izotopa aktivitāte pēc 1,5 h kļūst 2 reizes mazāka. | | |

**2. uzdevums** *(7 punkti)*

Par kodolsintēzes reaktoru var uzskatīt arī Sauli un citas zvaigznes. Kodolsintēzes reakciju var realizēt arī uz Zemes. Piemēram, Lielbritānijā kopš 1997. gada darbojas kodolsintēzes reaktors JET (*Joint European Torus*). Sasniedzot $1 \cdot 10^8$ °C temperatūru, ir iespējams panākt reakciju starp ūdeņraža izotopiem ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ un ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$, kuru kodoli saplūst kopā. Rodas $\alpha$ daļiņa (${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ kodolam) un neitrons ar lielu enerģiju, kuru var izmantot tvaika sakarsēšanai. Savukārt tvaiku var izmantot tvaika turbīnas darbināšanai. Tvaika turbīna darbina elektroģeneratoru. No ūdens var iegūt ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ (aptuveni 35 g no 1 m$^3$). Dabā nav atrodams ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$, bet to var iegūt tādā pašā kodolsintēzes reaktorā, ja ${}^{6}_{3}\mathrm{Li}$ kodolā ietriecas neitrons.

*(No laikraksta "Neatkarīgā Rīta Avīze". Fiziķi Sauli būvēs uz Zemes. 2004.gada 3. jūnijs.)*

a) Uzraksti kodolreakciju tritija ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$ iegūšanai no ${}^{6}_{3}\mathrm{Li}$ !

${}^{6}_{3}\mathrm{Li} + {}^{1}_{0}n =$……

b) Paskaidro, kāpēc vajadzīga ļoti augsta temperatūra, lai notiktu kodolreakcija!

${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} =$ ……

.....

.....

c) Kodolreakcijā ${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} =$…… izdalās aptuveni 17,6 MeV enerģijas.
1 MeV $\approx 4{,}44 \cdot 10^{-20}$ kW · h.
Ja minētajā kodolreakcijā sintezējas 2 g hēlija, tad izdalās $5{,}3 \cdot 10^{24}$ MeV enerģijas.

Nelielā vairākdzīvokļu mājā gadā tiek patērētas 31200 kW·h elektroenerģijas. Ja elektroenerģijas ražošanai izmantotu 20 % enerģijas, kas izdalās, sintezējot 2 g hēlija, cik šādu māju varētu nodrošināt ar elektroenerģiju gada laikā?

d) Kodolsintēzes reaktorā radioaktīvā viela ir tritijs $^{3}_{1}H$, kura kodoliem sabrūkot, rodas β starojums. β daļiņām ir ļoti maza enerģija, gaisā tās pārvietojas tikai dažu milimetru attālumā. Tritija pussabrukšanas periods ir 12,6 gadi. Salīdzini radiācijas bīstamību kodolsintēzes reaktorā un tādā reaktorā, kur enerģiju iegūst urāna atomu kodoldalīšanās procesā!

.....

.....

.....

.....

**3. uzdevums** *(2 punkti)*

a) Paskaidro, kādu ietekmi uz cilvēku atstāj intensīvs infrasarkanais starojums!

.....

.....

b) Paskaidro, kādi drošības pasākumi jāievēro, strādājot ar rentgeniekārtām!

.....

.....

**4. uzdevums** *(4 punkti)*

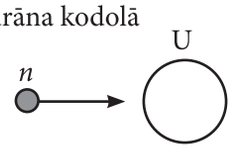
Ja urāna $^{235}_{92}U$ kodolā ietriecas neitrons $^{1}_{0}n$, tad kodols sadalās 2 daļās, no kurām viena daļa ir bārija $^{144}_{56}Ba$ kodols, vēl atbrīvojas trīs neitroni. Divi no šiem trīs neitroniem atkal ietriecas citā urāna kodolā, kas tādā pašā veidā sadalās.

a) Paskaidro, kāds kodols ir otra daļa!

.....

b) Pabeidz uzzīmēto shēmu, ierakstot uzzīmētajos apļos vajadzīgo!

Pirms neitrona ietriekšanās urāna kodolā




Pēc neitrona ietriekšanās urāna kodolā

*Vieta zīmēšanai*

c) Paskaidro, kur šādu parādību izmanto!

.....

.....

**5. uzdevums** *(5 punkti)*

Svina $^{209}_{82}$ Pb pussabrukšanas periods ir aptuveni 3 stundas. Izstarojot β daļiņu, tas pārvēršas par bismutu $^{209}_{83}$ Bi .

a) Parādi grafiski, kā mainās radioaktīvajā preparātā svina masa atkarībā no laika 12 stundās, ja sākumā preparātā ir 20 g svina!

b) Izmantojot grafiku, nosaki, cik liela svina masa būs pārvērtusies par bismutu pēc vienas stundas!

.....

.....

**6. uzdevums** *(6 punkti)*

Attēlā ir parādīti trīs α daļiņu treku fragmenti, kas iegūti, novietojot Vilsona kameru homogēnā magnētiskā laukā, kura indukcijas līnijas ir perpendikulāras daļiņu kustības plaknei.

Magnētiskā lauka indukcija ir zināma, α daļiņas lādiņš un masa arī zināma un zināms ir mērogs, kādā attēloti treka fragmenti.

Jāizpēta, cik liela ir daļiņas kinētiskā enerģija, tai lidojot no radioaktīvā preparāta P.

a) Izraugies un uzraksti šī pētījuma hipotēzi un to pamato!

.....

.....

.....

b) Uzraksti, kādus mērījumus un aprēķinus tu veiksi hipotēzes pārbaudei!

.....

.....

.....

# ATOMS UN ATOMA KODOLS

**1. variants**

*Darbā izmanto formulu lapu un ķīmisko elementu periodisko tabulu.*

**1. uzdevums** (*6 punkti*)

Vai apgalvojums ir patiess? Ievelc krustiņu atbilstīgajā ailē!

| | Apgalvojums | Jā | Nē |
|---|---|---|---|
| a) | Nejonizētā atomā protonu skaits kodolā ir vienāds ar elektronu skaitu kodola apvalkā. | | |
| b) | Starojumā ar lielāku viļņa garumu katra fotona enerģija ir lielāka nekā starojumā ar mazāku viļņa garumu. | | |
| c) | Gaisā infrasarkanā starojuma viļņa garums ir lielāks nekā ultravioletā starojuma viļņa garums. | | |
| d) | Atoma kodolā starp protonu un neitronu darbojas kodolspēki, bet starp protonu un protonu tie nedarbojas. | | |
| e) | $\alpha$ starojums ir pozitīvi lādētu daļiņu plūsma, kuru izstaro radioaktīvie izotopi. | | |
| f) | Ja radioaktīvā izotopa aktivitāte pēc 3 h kļūst 2 reizes mazāka, tad tā pussabrukšanas periods ir 1,5 h. | | |

**2. uzdevums** (*7 punkti*)

Par kodolsintēzes reaktoru var uzskatīt arī Sauli un citas zvaigznes. Kodolsintēzes reakciju var realizēt arī uz Zemes. Piemēram, Lielbritānijā kopš 1997. gada darbojas kodolsintēzes reaktors JET (*Joint European Torus*). Sasniedzot $1 \cdot 10^8$ °C temperatūru, ir iespējams panākt reakciju starp ūdeņraža izotopiem ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ un ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$, kuru kodoli saplūst kopā. Rodas $\alpha$ daļiņa (${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ kodolam) un neitrons ar lielu enerģiju, kuru var izmantot tvaika sakarsēšanai. Savukārt tvaiku var izmantot tvaika turbīnas darbināšanai. Tvaika turbīna darbina elektroģeneratoru. No ūdens var iegūt ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ (aptuveni 35 g no 1 m$^3$). Dabā nav atrodams ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$, bet to var iegūt tādā pašā kodolsintēzes reaktorā, ja ${}^{6}_{3}\mathrm{Li}$ kodolā ietriecas neitrons.

*(No laikraksta "Neatkarīgā Rīta Avīze". Fiziķi Sauli būvēs uz Zemes. 2004.gada 3. jūnijs.)*

a) Uzraksti kodolreakciju! ${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} =$……

b) Paskaidro, kāpēc vajadzīga ļoti augsta temperatūra, lai notiktu kodolreakcija!

${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} =$……

Kodolreakcijā ${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} =$…… izdalās aptuveni 17,6 MeV enerģijas.

1 MeV ≈ $4{,}44 \cdot 10^{-20}$ kW·h.

Ja minētajā kodolreakcijā sintezējas 4 g hēlija, tad izdalās $1{,}06 \cdot 10^{25}$ MeV enerģijas.

Nelielā privātmājā gadā tiek patērētas 2600 kW·h elektroenerģijas. Ja elektroenerģijas ražošanai izmantotu 20 % enerģijas, kas izdalās, sintezējot 4 g hēlija, cik šādu privātmāju varētu nodrošināt ar elektroenerģiju gada laikā?

c) Kodolsintēzes reaktorā radioaktīvā viela ir tritijs ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$, kura kodoliem sabrūkot, rodas $\beta$ starojums. $\beta$ daļiņām ir ļoti maza enerģija, gaisā tās pārvietojas tikai dažu milimetru attālumā. Tritija pussabrukšanas periods ir 12,6 gadi. Salīdzini radiācijas bīstamību kodolsintēzes reaktorā un tādā reaktorā, kur enerģiju iegūst urāna atoma kodolu dalīšanās procesā!

**3. uzdevums** (*2 punkti*)

a) Paskaidro, kādu nelabvēlīgu ietekmi uz cilvēku atstāj pārdozēta ultravioletā starojuma iedarbība!

b) Paskaidro, kādi drošības pasākumi jāievēro, strādājot ar lāzera ierīcēm!

.....

**4. uzdevums** (*4 punkti*)

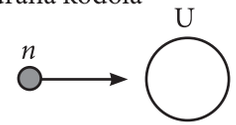
Ja urāna ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ kodolā ietriecas neitrons ${}^{1}_{0}n$, kodols sadalās divās daļās, no kurām viena daļa ir ksenona ${}^{140}_{54}\mathrm{Xe}$ kodols, vēl atbrīvojas divi neitroni. Viens no šiem diviem neitroniem atkal ietriecas citā urāna kodolā, kas tādā pašā veidā sadalās.

a) Paskaidro, kāds kodols ir otra daļa!

b) Pabeidz uzzīmēto shēmu!

c) Paskaidro, kur šādu parādību izmanto!

Pirms neitrona ietriekšanās urāna kodolā




Pēc neitrona ietriekšanās urāna kodolā

*Vieta zīmēšanai*

**5. uzdevums** (*5 punkti*)

Polonija $^{210}_{84}$ Po pussabrukšanas periods ir aptuveni 184 diennaktis. Izstarojot α daļiņu, tas pārvēršas par svinu $^{206}_{82}$ Pb.

a) Parādi grafiski, kā mainās radioaktīvajā preparātā polonija masa atkarībā no laika divos gados, ja sākumā preparātā ir 20 mg polonija!

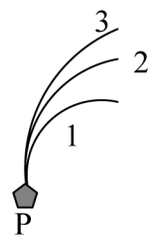
b) Izmantojot grafiku, nosaki, cik liela polonija masa būs pārvērtusies par svinu pēc viena gada!

**6. uzdevums** (*6 punkti*)

Attēlā ir parādīti trīs α daļiņu treku fragmenti, kas iegūti, novietojot Vilsona kameru homogēnā magnētiskā laukā, kura indukcijas līnijas ir perpendikulāras daļiņu kustības plaknei.

Magnētiskā lauka indukcija ir zināma, α daļiņas lādiņš un masa arī ir zināma un zināms ir mērogs, kādā attēloti treka fragmenti.

Jāizpēta, cik liels ir daļiņas ātrums, iznākot no radioaktīvā preparāta P.




a) Izraugies un uzraksti šī pētījuma hipotēzi un to pamato!

b) Uzraksti, kādus mērījumus un aprēķinus tu veiksi hipotēzes pārbaudei!

# ATOMS UN ATOMA KODOLS

## 2. variants

*Darbā izmanto formulu lapu un ķīmisko elementu periodisko tabulu.*

**1. uzdevums** (*6 punkti*)

Vai apgalvojums ir patiess? Ievelc krustiņu atbilstīgajā ailē!

| | Apgalvojums | Jā | Nē |
|---|---|---|---|
| a) | Atoma kodolā neitronu un protonu skaits vienmēr ir vienāds. | | |
| b) | Viena viļņa garumu infrasarkanā starojuma katra fotona enerģija ir lielāka nekā viena viļņa garuma ultravioletajam starojumam. | | |
| c) | Rentgenstarojuma viļņa garums ir mazāks nekā ultravioletā starojuma viļņa garums. | | |
| d) | Atoma kodolā starp neitronu un neitronu darbojas kodolspēki, bet starp protonu un protonu tie nedarbojas. | | |
| e) | $\gamma$ starojums ir elektromagnētiskie viļņi, kurus izstaro radioaktīvie izotopu kodoli. | | |
| f) | Ja radioaktīvā izotopa pussabrukšanas periods ir 3 h, tad izotopa aktivitāte pēc 1,5 h kļūst 2 reizes mazāka. | | |

**2. uzdevums** (*7 punkti*)

Par kodolsintēzes reaktoru var uzskatīt arī Sauli un citas zvaigznes. Kodolsintēzes reakciju var realizēt arī uz Zemes. Piemēram, Lielbritānijā kopš 1997. gada darbojas kodolsintēzes reaktors JET (*Joint European Torus*). Sasniedzot $1 \cdot 10^8$ °C temperatūru, ir iespējams panākt reakciju starp ūdeņraža izotopiem ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ un ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$, kuru kodoli saplūst kopā. Rodas $\alpha$ daļiņa (${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ kodolam) un neitrons ar lielu enerģiju, kuru var izmantot tvaika sakarsēšanai. Savukārt tvaiku var izmantot tvaika turbīnas darbināšanai. Tvaika turbīna darbina elektroģeneratoru. No ūdens var iegūt ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ (aptuveni 35 g no 1 m$^3$). Dabā nav atrodams ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$, bet to var iegūt tādā pašā kodolsintēzes reaktorā, ja ${}^{6}_{3}\mathrm{Li}$ kodolā ietriecas neitrons.

*(No laikraksta "Neatkarīgā Rīta Avīze". Fiziķi Sauli būvēs uz Zemes. 2004.gada 3. jūnijs.)*

a) Uzraksti kodolreakciju tritija ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$ iegūšanai no ${}^{6}_{3}\mathrm{Li}$ !

${}^{6}_{3}\mathrm{Li} + {}^{1}_{0}n =$……

b) Paskaidro, kāpēc vajadzīga ļoti augsta temperatūra, lai notiktu kodolreakcija!

${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} =$ ……

c) Kodolreakcijā ${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} =$…… izdalās aptuveni 17,6 MeV enerģijas.
1 MeV ≈ $4{,}44 \cdot 10^{-20}$ kW·h.
Ja minētajā kodolreakcijā sintezējas 2 g hēlija, tad izdalās $5{,}3 \cdot 10^{24}$ MeV enerģijas.

Nelielā vairākdzīvokļu mājā gadā tiek patērētas 31 200 kW·h elektroenerģijas. Ja elektroenerģijas ražošanai izmantotu 20 % enerģijas, kas izdalās, sintezējot 2 g hēlija, cik šādu māju varētu nodrošināt ar elektroenerģiju gada laikā?

d) Kodolsintēzes reaktorā radioaktīvā viela ir tritijs ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$ , kura kodoliem sabrūkot, rodas $\beta$ starojums. $\beta$ daļiņām ir ļoti maza enerģija, gaisā tās pārvietojas tikai dažu milimetru attālumā. Tritija pussabrukšanas periods ir 12,6 gadi. Salīdzini radiācijas bīstamību kodolsintēzes reaktorā un tādā reaktorā, kur enerģiju iegūst urāna atomu kodoldalīšanās procesā!

**3. uzdevums** (*2 punkti*)

a) Paskaidro, kādu ietekmi uz cilvēku atstāj intensīvs infrasarkanais starojums!

b) Paskaidro, kādi drošības pasākumi jāievēro, strādājot ar rentgeniekārtām!

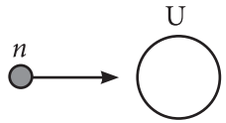
**4. uzdevums** (*4 punkti*)

Ja urāna ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ kodolā ietriecas neitrons ${}^{1}_{0}n$ , kodols sadalās 2 daļās, no kurām viena daļa ir bārija ${}^{144}_{56}\mathrm{Ba}$ kodols, vēl atbrīvojas trīs neitroni. Divi no šiem trīs neitroniem atkal ietriecas citā urāna kodolā, kas tādā pašā veidā sadalās.

a) Paskaidro, kāds kodols ir otra daļa! .....

b) Pabeidz uzzīmēto shēmu, ierakstot uzzīmētajos apļos vajadzīgo!

Pirms neitrona ietriekšanās urāna kodolā




Pēc neitrona ietriekšanās urāna kodolā

*Vieta zīmēšanai*

c) Paskaidro, kur šādu parādību izmanto!

**5. uzdevums** (*5 punkti*)

Svina $^{209}_{82}$ Pb pussabrukšanas periods ir aptuveni 3 stundas. Izstarojot β daļiņu, tas pārvēršas par bismutu $^{209}_{83}$ Bi .

a) Parādi grafiski, kā mainās radioaktīvajā preparātā svina masa atkarībā no laika 12 stundās, ja sākumā preparātā ir 20 g svina!

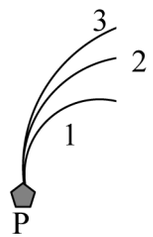
b) Izmantojot grafiku, nosaki, cik liela svina masa būs pārvērtusies par bismutu pēc vienas stundas!

**6. uzdevums** (*6 punkti*)

Attēlā ir parādīti trīs α daļiņu treku fragmenti, kas iegūti, novietojot Vilsona kameru homogēnā magnētiskā laukā, kura indukcijas līnijas ir perpendikulāras daļiņu kustības plaknei.

Magnētiskā lauka indukcija ir zināma, α daļiņas lādiņš un masa arī zināma un zināms ir mērogs, kādā attēloti treka fragmenti.

Jāizpēta, cik liela ir daļiņas kinētiskā enerģija, tai lidojot no radioaktīvā preparāta P.




a) Izraugies un uzraksti šī pētījuma hipotēzi un to pamato!

b) Uzraksti, kādus mērījumus un aprēķinus tu veiksi hipotēzes pārbaudei!

# ATOMS UN ATOMA KODOLS

### Vērtēšanas kritēriji

| Uzd. | Kritēriji | Punkti |
|---|---|---|
| 1. | Zina atoma un tā kodola uzbūvi – 1 punkts | 6 |
| | Zina fotona enerģijas atkarību no viļņa garumu – 1 punkts | |
| | Izmanto EMV skalu – 1 punkts | |
| | Zina kodolspēku pastāvēšanas nosacījumu – 1 punkts | |
| | Zina $\alpha$ un $\gamma$ starojuma dabu – 1 punkts | |
| | Izskaidro radioaktīvo vielu sabrukšanu, izmantojot pussabrukšanas perioda jēdzienu – 1 punkts | |
| 2. | Atrod abas kodola daļiņas – 1 punkts | 7 |
| | Paskaidro, ka lielos attālumos starp kodoliem darbojas Kulona atgrūšanās spēki, bet ļoti mazos attālumos – Kulona atgrūšanās spēki un kodolu pievilkšanās spēki – 1 punkts<br>Salīdzina kodola pievilkšanās spēkus un Kulona spēkus – 1 punkts<br>Paskaidro par kinētiskā enerģijas atkarību no absolūtās temperatūras – 1 punkts | |
| | Aprēķina elektroenerģiju – 1 punkts<br>Aprēķina māju skaitu – 1 punkts | |
| | Analizē atšķirības starojuma veidos un bīstamībā – 1 punkts | |
| 3. | Zina starojuma nelabvēlīgās ietekmes uz cilvēku – 1 punkts | 2 |
| | Zina drošības pasākumus darbā ar starojuma avotiem – 1 punkts | |
| 4. | Atrod otru kodolu – 1 punkts | 4 |
| | Uzzīmē shēmu ķēdes kodolreakcijas pirmajam etapam – 1 punkts<br>Uzzīmē shēmu ķēdes kodolreakcijas otrajam etapam – 1 punkts | |
| | Zina parādības izmantošanu – 1 punkts | |
| 5. | Izvēlas lielumiem koordinātu asis – 1 punkts<br>Izvēlas racionālu mērogu uz horizontālās ass un vertikālās ass – 1 punkts<br>Izvēlas vērtības atlikšanai uz asīm – 1 punkts<br>Uzzīmē grafiku – 1 punkts | 5 |
| | Iegūst jaunu informāciju no grafiskā attēlojuma – 1 punkts | |
| 6. | Formulē hipotēzi – 1 punkts<br>Pamato hipotēzi. Daļēji pamato hipotēzi – 1 punkts. Vispusīgi pamato hipotēzi – 2 punkti | 6 |
| | Uzraksta mērāmo lielumu – 1 punkts<br>Uzraksta daļu no formulām – 1 punkts, uzraksta visas formulas – 2 punkti | |
| | Kopā | 30 |