....

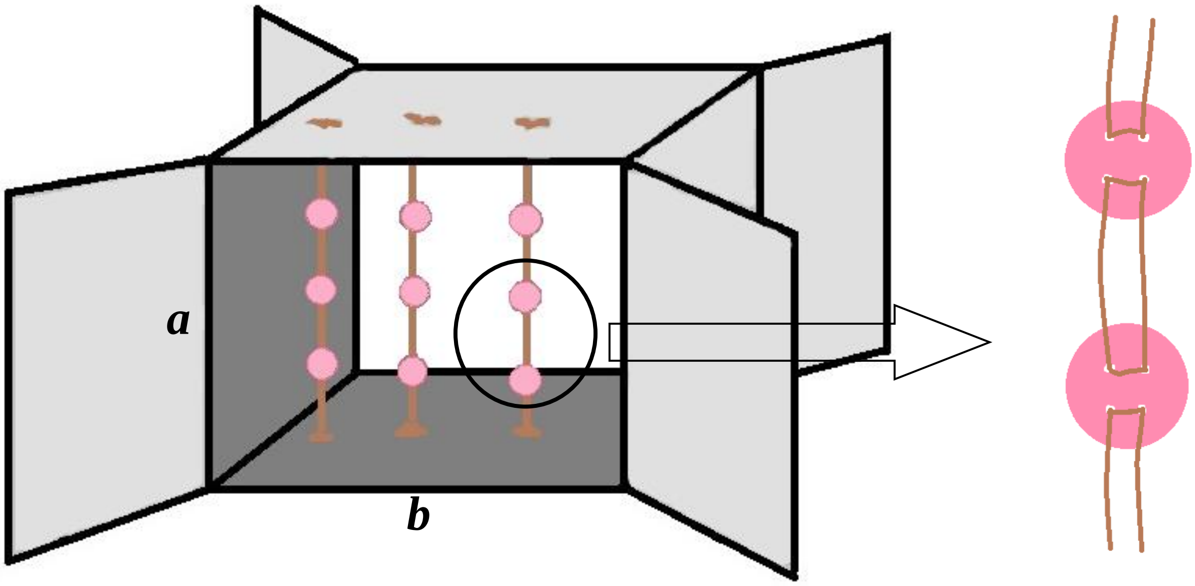
vārds *uzvārds* *klase* *datums*

Rezerforda efekts un radioaktīvā sabrukšana

1. daļa. Rezerforda eksperiments

Mēs pazīstam daudz dažādas vielas un zinām, ka tās visas sastāv no atomiem. Tā kā vielas ir dažādas, tas vedina domāt, ka tās sastāv no atšķirīgiem atomiem. Zinām, ka visi atomi sastāv no trīs vienādām galvenajām sastāvdaļām – protonien un neitroniem, kas kopā veido kodolu, un no elektroniem. Būtībā galvenā atomu atšķirība ir to lielums, jeb daļiņu skaits, no kā tie sastāv – jo vairāk protonu un neitronu ir kodolā un jo vairāk elektronu riņķo ap kodolu, jo atoms lielāks. Taču kā mēs eksperimentāli varam noteikt, cik liels tieši ir atoms un tā kodols?

Lai to noskaidrotu, izmantosim kasti, kurā uzbūvēsim kristālisko režģi kā parādīts 1. attēlā. Par atoma kodoliem izmantosim no kartona izgrieztus riņķīšus – tie ir jāizveido trīs dažādos izmēros. Lai uzbūvētu savu vielu, Tev no kartoniem un diedziņiem ir jāsaver kodolu virtenītes kā parādīts attēlā un tad šīs virtenes jāiestiprina kastē. Pievērs uzmanību, lai kodolu plakne būtu pavērsta pret kastes ieeju.



1. attēls

Kad tas ir paveikts, Tev no papīra gabaliņiem ir jāizveido **100** mazas bumbiņas aptuveni 1 cm diametrā – tie būs Tavi elektroni. Mēģini bumbiņas pagatavot pēc iespējas vienādākā izmērā.

Iedomāsimies situāciju, ka elektrons lido virsū atomam. Ar mūsdienu zināšanām esam noskaidrojuši, ka attālums starp atoma kodolu un elektroniem, kas ap to riņķo, ir ļoti liels, salīdzinot ar atoma kodola un elektrona izmēriem (ja atoms būtu futbola stadions, tad tā kodols būtu zirņa lielumā). Tas nozīmē, ka atomā iekšā ir visai daudz „tukšuma” - patiesībā ļoti daudz tukšuma.

Tātad šim elektronam, kas lido virsū atomam ir trīs varianti, kas ar to var atgadīties:

1. Tas var „izlidot cauri” atomam un nesadurties ar neko.
2. Tas var sadurties ar elektronu, taču tā kā tie ir ļoti maziņi (punktveida), tad šī iespēja ir ļoti neliela un vērā neņemama.
3. Elektrons var uzskriet virsū atoma kodolam, kas ir daudzkārt (aptuveni 10 tūkstošu reižu) smagāks par elektronu, un „atlekt” atpakaļ.

Skaidrs, ka, jo lielāks būs atoma kodols, jo lielāka iespēja elektronam būs trāpīt tieši pa to. Taču cik liela ir šī varbūtība mūsu modelītī?

Varam aprēķināt laukumu, caur kuru elektroni varētu izlidot, ja tiem ceļā nebūtu kodolu. Tas būs mūsu kastes šķērsgriezuma laukums.

$$\boldsymbol{S_{kaste} = augstums \cdot platums = a \cdot b}$$

Manas kastes šķērsgriezuma laukums $\boldsymbol{S_{kaste}}$ = __________

Tā kā elektroniem ceļā stājas kodoli, tad jānoskaidro, kādu laukumu aizņem tie.

$$\boldsymbol{S_{kodola} = \pi \cdot R_{kodols}^2}$$

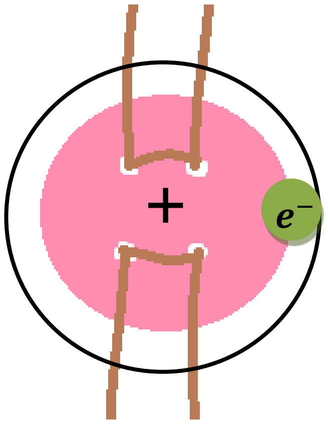
(Aprēķinātos laukumus katram kodolu izmēram raksti tabulā 1.)

Taču ja padomājam nedaudz vairāk, tad skaidrs, ka elektroni var atlekt arī tad, ja tikai nedaudz trāpa pa kodolu (2. attēls). Tad efektīvais kodolu šķērsgriezuma laukums būs:

$$S_{eff_{kodola}} = \pi \cdot (R_{kodola} + R_{elektrona})^2$$

Tā kā viela sastāv no n atomiem un to visu šķērsgriezuma laukums ir jāņem vērā, tad:

$$S_{eff_{kopā}} = n \cdot \pi \cdot (R_{kodola} + R_{elektrona})^2$$



2. Attēls

Saprotams, ka varbūtība bumbiņai atlekt būs tāda, kāda būs attiecība starp aizliegto laukumu $S_{eff_{kopā}}$ un visu laukumu S_{kaste}. Tātad varbūtība P elektronam trāpīt pa kodolu un atlekt atpakaļ ir:

$$P = \frac{S_{eff_{kopā}}}{S_{kaste}} = \frac{n \cdot \pi \cdot (R_{kodola} + R_{elektrona})^2}{a \cdot b}$$

Šai attiecībai vajadzētu sakrist ar reāli izmesto elektronu skaitu un to attiecību pret elektronu skaitu, kas ir atlekuši atpakaļ – piemēram, ja $P = 50\ \%$, tad visticamāk puse no elektroniem būs atlekuši atpakaļ un puse – izgājuši cauri.

$$P = \frac{atlekušo\ elektronu\ sakits}{visu\ elektronu\ skaitu} = \frac{N_a}{N_{kopā}}$$

No abām vienādībām varam izteikt, kāds ir mūsu kodola eksperimentāli noteiktais rādiuss R_{kodola}:

$$\frac{n \cdot \pi \cdot (R_{kodola} + R_{elektrona})^2}{S_{kaste}} = \frac{N_A}{N_{kopā}}$$

$$(R_{kodola} + R_{elektrona})^2 = \frac{N_A \cdot S_{kaste}}{N_{kopā} \cdot n \cdot \pi}$$

$$R_{kodola} + R_{elektrona} = \sqrt{\frac{N_A \cdot S_{kaste}}{N_{kopā} \cdot n \cdot \pi}}$$

$$\boldsymbol{R_{kodola} = \sqrt{\frac{N_A \cdot S_{kaste}}{N_{kopā} \cdot n \cdot \pi}} - R_{elektrona}}$$

***Kad mēģināsi noteikt R_{kodola}, katrā eksperimenta darīšanas reizē izrēķini atlekušo elektronu skaita N_A vidējo vērtību no pieciem eksperimenta atkārtojumiem!**

Nosaki kodola izmēru, par pamatu izmantojot dažāda lieluma kodolus. Aizpildi tabulu un salīdzini eksperimentāli noteiktos kodolu izmērus ar reāli nomērītajiem! Cik laba ir sakritība?

Tabula 1.

	Atlekušo elektronu skaits, N_A	Kopējais elektronu skaits, $N_{kopā}$	Vidēji atleca, N_A	Eksperimentāli noteiktais kodola rādiuss R_{kodola}	Reālais kodola šķērsgriezuma laukums $R_{kodola_{real}}$
Lielie kodoli					
Vidējie kodoli					
Mazie kodoli					

Vieta aprēķiniem

2. daļa. Radioaktīvā sabrukšana

Lekcijā jau dzirdēji par radioaktīvām vielām un to, kā tiek mērīta radioaktivitāte. Tika pieminēts jēdziens *pussabrukšana* un ka katrai vielai ir savs *pussabrukšanas periods.* Bet kas tas īsti ir par zvēru? Lai labāk saprastu, ko nozīmē šis jēdziens, izmantosim modeli ar monētu mešanu. Katru monētu uzskatīsim par mūsu īpašās *monētvielas* atomu.

Nav sarežģīti saprast, ka metot monētu ir 50% iespēja uzmest ģerboni un 50% iespēja uzmest ciparu. Ja mēs metam vairākas monētas, tad sagaidām, ka puse no tām nokritīs ar ciparu, bet otra puse ar ģerboni uz augšu. Ja noliekam malā visas tās, kas uzkritušas ar ciparu uz augšu un nākamajā solī izmantojam atlikušās, tad atkal varam sagaidīt, ka puse monētu nokritīs ar ciparu uz augšu, bet puse uz leju. Tātad tā būs ¼ no sākotnējā monētu skaita. Šo turpinot ievērojam, ka, piemēram, pirmajā metienā ar ciparu uz augšu nokritušo monētu skaits ir $\frac{1}{2}^{1}$, otrajā metienā tas ir $\frac{1}{2}^{2}$, trešajā metienā $\frac{1}{2}^{3}$ utt. No šī varam noskaidrot, ka pēc sestās mešanas reizes paliek vairs tikai $\frac{1}{2}^{6} \approx 1\%$ no sākotnējā monētu skaita. Ja varam noskaidrot, cik ātri notiek šis process, jeb laiku, kad no sākotnējās vielas ir palikusi tikai puse, tad šo lielumu sauc par *pussabrukšanas periodu.*

Darba piederumi:

- 50 monētas
- trauciņš

Darba gaita:

1) Izmet uz galda dotās monētas. Atliec maliņā tās, kurām uzkritis cipars.
2) Atzīmē tabulā monētu skaitu, cik attiecīgajā metienā uzkrita ar ciparu uz augšu.
3) Izmet uz galda atlikušās monētas, atliec maliņā un izskaiti tās, kurām uzkritis cipars. Neaizmirsti rezultātus piefiksēt tabulā.
4) Atkārto, līdz esi veicis sešus metienus.

5) Atkārto soļus 1.-5. piecas reizes. Šādi mūsu statistiku veidos nevis tikai 50 monētas, bet kopējais izmesto monētu skaits, tātad $5 \cdot 50 = 250$.
6) Saskaiti kopējo monētu skaitu, kas visos pirmajos, otrajos, trešajos.. metienos nokrita ar ciparu uz augšu.
7) Uzzīmē grafiku, kurā uz x ass atliec metiena numuru, bet uz y ass **kopīgo** monētu skaitu, kas attiecīgajā metienā uzkrita ar ciparu uz augšu.

Tabula 2.

Mēģinājums	1. metiens	2. metiens	3. metiens	4. metiens	5. metiens	6. metiens
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
Kopā						

Vieta grafikam: