

חוקרים את מבנה האטום

שלום לכולם,

בשיעורים האחרונים למדנו על מבנה האטום. בניסיון להבין מהו האטום למדנו שמדובר בחלקיק קטן מאד שבמרכזו גרעין. בתוך הגרעין נמצאים פרוטונים הטעונים במטען חשמלי חיובי ונויטרונים חסרי מטען חשמלי. מחוץ לגרעין נמצאים האלקטרונים. אחת השאלות שננסה לענות עליה בשיעור הקרוב היא, כיצד גילו שבמרכז האטום מסתתר גרעין עגול ודחוס כאשר לא הייתה אפשרות לראות אל תוך האטום. במילים אחרות, איך יודעים? לשם כך נעזר בגולה, ריבוע עץ בגודל 30X30 ס"מ בעל 4 רגליים, בתחתית הריבוע מסתתר חפץ כלשהו, נייר משבצות, סרגל ועפרון וכן הרבה מצב רוח טוב. אז בואו נתחיל.

חלק ראשון – מרכיבים את המודל

1. לפניכם ריבוע עץ, 4 רגלי עץ וחתיכה של צינור PVC.
2. בעזרת דבק הנגרים הדביקו כל אחת מהרגליים לפינות הריבוע.
3. בעזרת הדבק החם הדביקו את הגליל בתחתית הריבוע, במרכזו.

חלק ראשון

1. באמצעות הפלס (או אפליקציית פלס בטלפון הנייד) וודאו כי השולחן ישר. מצאו דרך ליישרו, במידה ואינו ישר.
2. פרסו על השולחן את נייר המשבצות והדביקו אותו לשולחן באמצעות סרט דביק.
3. נסו לגלגל את הגולה מצד אחד של הנייר לצד שני בקו ישר. היעזרו לשם כך בהטיית החפץ המוליך שנמצא ברשותכם (תמונה 1).



תמונה 1: חפץ מוליך, גזור מקרטון של קופסה. ישמש "כמסילה" בעזרתה ניתן לגלגל את הגולה בקו ישר.

חלק שני

4. לאחר שהצלחתם לגלגל את הגולה בקו ישיר, הניחו את משטח העץ שלפניכם במרכז הנייר וסמנו בעפרון את מיקום הרגליים של הריבוע. למקרה שהוא יזוז ממקומו (תמונה 2).



תמונה 2: א) ריבוע העץ מבט עליון. ב) ריבוע העץ מבט מהצד בו רואים את הרגליים ואת סימוני הפאות A ו B.

5. מדדו את אורך צלע הריבוע בסרגל, חשבו את שטחו ורשמו אותו.
6. סמנו באותיות A ו B שתי צלעות הנצבות אחת לשנייה.
7. עבור כל אחת מן הצלעות (B,A), סמנו על הנייר קווי שנתות כל שתי משבצות ומספרו את השנתות בדומה לסרגל מצד שמאל לימין.

שתי שאלות לפני שנתחיל

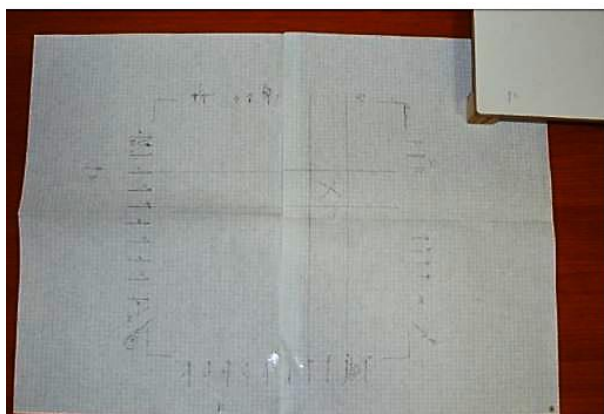
בתחתית הריבוע מסתתר חפץ, על ידי גלגול הגולה, בעזרת החפץ המוליך, אנחנו רוצים למצוא את מיקום החפץ (בלי להציץ כמובן ☺). שער:

1. מה יקרה לגולה הנעה אם לא יעמוד דבר בדרכה?
2. מה יקרה לגולה אם בדרכה תפגע הגולה בחפץ כלשהו?

חלק שלישי – מבצעים את הניסוי

8. גלגלו את הגולה משנת מספר 1 בצלע פאה A לכיוון הצלע שמולה. התלמיד שעומד בצד השני ליד הצלע הנגדית, מסמן חץ יציאה בטוש עם מספר השְׁנָת ממנה גולגלה הגולה.
9. אם הגולה יצאה מכיוון בלתי צפוי סמנו את מספר השְׁנָת ממנה גולגלה הגולה **בעיגול ולא בחץ**. אם הגולה נתקעה באחת הרגליים חזרו שוב על הזריקה. **חשבו: מדוע שהגולה תצא מכיוון בלתי צפוי?**
10. המשיכו וגלגלו את הגולה מכל שְׁנָת ליד צלע A וחזרו על הסימונים בהתאם להנחיות בשלבים 8,9.
11. חזרו על כל הפעולות של גלגול הגולה הפעם מצלע B אל זו שמולה והסימונים הנדרשים, בכל השנות מצד שמאל לימין. הקפידו לא להזיז את הריבוע ממקומו, וסמנו עם **טוש בצבע אחר**.

חלק רביעי - מסכמים תוצאות



1. הרימו את ריבוע העץ מהנייר ושימו אותו בצד. קבלתם מפה המייצגת את המיקום של החפץ בו פגעה הגולה.
 2. באֵלו שנתות, מקום יציאת הגולה איננו מול המקום שממנה נכנסה? מה המשמעות של ממצא זה?
 3. התחילו בצלע A ועקבו לפי סדר המספרים אחר נקודות הכניסה והיציאה של הגולה, (אותן סימנתם בסעיף 9). העבירו אנך בעזרת סרגל, משני המספרים הקיצוניים ביותר בקבוצת השנות שסימנתם בעיגול, אל הצלע שמולה.
- נניח שהמספרים 3, 4 ו-5 מייצגים את מספרי השנות מהם יצאה הגולה אך לא יצאה בקו ישר אלא סתה. העבירו אנך משְׁנָת מספר 3 ו-5 לצלע הנגדית.
 - 4. לאחר שסיימתם, חזרו על הפעולה שוב מצלע B.

חלק חמישי - מנתחים תוצאות

1. מה קבלתם על גיליון הנייר?
 2. על סמך התוצאות שקבלתם האם אתם יכולים לחשב מה גודל החפץ בו נתקלה הגולה ואת מיקומו מתחת לריבוע? סמנו זאת על הנייר.
 3. עכשיו, הפכו את ריבוע העץ וראו אם צדקתם.
- כל הכבוד! בזה הרגע "שקזרתם" את ניסוי של ארנסט רתרפורד משנת 1910.

קראו את הטקסט הבא וענו על השאלות

עד שנת 1909 היה ידוע מעט מאוד על מבנה האטומים. אחרי שהתגלה קיומו של האלקטרון על ידי J.J. Thomson בשנת 1897, התברר שגם את האטום אפשר לפרק למרכיבים קטנים יותר. אז פותח מודל "עוגת הצימוקים" שטען שהמטען החיובי של האטום מפוזר על כל הנפח שלו, ושהאלקטרונים משובצים בתוכו כמו צימוקים בעוגה. בשנת 1909 נערך ניסוי בהנחייתו של הפיסיקאי ארנסט רתרפורד, במטרה לבדוק את המודל הזה.

במהלך הניסוי הופצץ עלה דק מאוד של זהב בחלקיקי אלפא – חלקיקים שלמיטב ידיעתו של רתרפורד היו בעלי מטען חשמלי חיובי. ההנחה הייתה שהמטען החיובי של אטומי הזהב מפוזר בצורה אחידה עד כדי כך שהוא לא יוכל לגרום לסטייה של יותר מכמה מעלות במסלולם של החלקיקים החיוביים המפציצים אותו.

בפועל גילו המדענים להפתעתם שחלק מהחלקיקים שפגעו בעלה הזהב הוסטו בצורה משמעותית, ואף ב-90 מעלות ויותר. הדרך היחידה להסביר את התוצאה הייתה להניח כי צפיפות המטען החיובי באטומי הזהב אינה אחידה – המטען החיובי צפוף מאוד בנקודות מסוימות ודליל מאד עד לא קיים כלל בנקודות אחרות. "היה זה המאורע הבלתי-יאומן ביותר שקרה לי אי פעם. היתה לזה כמעט אותה סבירות בעיני כמו החזרתו של פגז תותח על ידי דף נייר דק" (רתרפורד).

הסבר הממצאים הוביל להשערה כי המטען החיובי באטומי הזהב היה מרוכז מאוד בנקודה מסוימת ולכן גרם לכך שחלקיקי אלפא שפגעו בו הוסטו באופן משמעותי. הניסוי הוביל לזניחת מודל עוגת הצימוקים והניב לראשונה מודל של האטום לפיו המטען החיובי של האטום מרוכז בנקודה קטנה במרכז האטום (הגרעין) והאלקטרונים מקיפים אותו.

שאלות סיכום- השוואת מערכת המשחק למרכיבי ניסוי רתרפורד

1. ביחס לניסוי רתרפורד, רשמו בטבלה הבאה מה מייצגת הגולה, ריבוע העץ והחפץ שהיה בתחתית הריבוע בו נתקלה הגולה?
2. תנו כותרת לטבלה: _____

ניסוי רתרפורד	משחק הגולה
	ריבוע העץ
	גולה
	החפץ בו נתקלה הגולה

3. מה גרם לסטיית הגולה במשחק שלכם?
4. מה גרם לסטיית חלקיקי האלפא החיוביים בניסוי של רתרפורד?
5. בזכרונותיו כותב רתרפורד "חלקיקי האלפא עברו כמו "נחיל של יתושים החודר דרך רשת בעלת חורים גדולים". על פי חישוביו 80% מחלקיקי האלפא שנורו על עלה הזהב עברו אותו כאילו לא נמצא כלל דבר בדרכם.
- לאיזו מסקנה הגיע רתרפורד בעקבות תצפית זו?
 - היכן בניסוי שלכם באה לידי ביטוי תצפית זו?
6. צרפו למסמך ההגשה שירטוט או צילום של מפת הניסוי שלכם ללא ריבוע העץ. חשבו את:
 - א. שטח החפץ בו נתקלה הגולה
 - ב. היחס בין שטח החפץ לשטח הריבוע הכולל.
7. האם התוצאה שקבלתם, עולה בקנה אחד עם מה שאתם יודעים על היחס שבין גרעין האטום לאטום כולו? הסבירו.
8. סכמו במילים שלכם את הניסוי שבצעתם ואת ההקבלה שלו לניסוי של רתרפורד. אל תשכחו לציין את המסקנה מהניסוי.
9. קראו על התפתחות מודל האטום בספר הלימוד, ציירו ציר זמן והכניסו לתוכו פרטים מעניינים על האנשים שהציעו מודלים שונים לתיאור מבנה האטום.
10. הציעו מודל יצירתי משלכם לתיאור מבנה האטום בעוד כ-100 שנים.