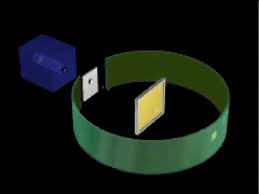
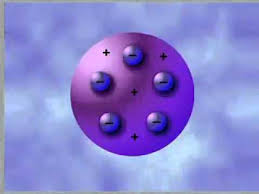
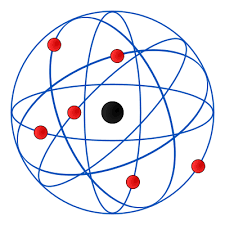
**ניסוי רתרפורד והמודל של האטום**







**מגישה: ענת לקוס**

**מורה: מרינה זיו**

**פרק ראשון**

לדעתי אחת השאלות המעניינות ביותר בפיזיקה ,היא השאלה ממה עשוי החומר ? לכן כאשר קיבלנו רשימת נושאים לבחירה בעבודת הגשה ישר בחרתי נושא "מודל האטום". מהתחלה רציתי לחקור מודל האטום של בוהר כי מודל שלו שייך לפיזיקה קוונטית מודרנית , אבל הבנתי שכמות החומר שכולל הנחות בוהר עבור מודל שלו, הסברים איך מגעים לנוסחאות של רדיוסים המסלולים המותרים ומהם הערכים האפשריים של אנרגיה המכנית הכוללת של אטום המימן המתאמים למסלולים המותרים השונים פשוט לא יכנס לשני הדפים המותרים בפרק השני. אבל כאשר חיפשתי חומר עבור מודל האטום של בוהר הבנתי שהיא מבוססת על מודל  של רתרפורד . כך התחלתי ללמוד על המודל הפלנטרי של רתרפורד וכך הכרתי ניסוי שלו עם עלה זהב ומודל קלאסי ראשונה של תומסון. מאוד אהבתי את הניסוי עם עלה הזהב כך נולד הרעיון לכתוב עבודה על ניסוי רתרפורד והמודל הפלנטרי שלו

קישור לסרטון שבחרתי: <https://www.youtube.com/watch?v=5pZj0u_XMbc>

**מבוא**

עוד במאה ה4 לפני ספירה פילוסוף יווני דמוקרטס הציע שכל החומרים בטבע בנויים מאטומים(א- טום פירושו ביוונית שאינו ניתן לחלוקה). כלומר, החומר בנוי חלקיקים שאינם ניתנים לחלוקה אך אין אפשרות לראותם בשל מימדיהם הזעירים . בהסבר הוא נתן שאם חוצים גוש גדול של זהב לשניים, שני החצאים הינם עדיין זהב. אם מחלקים שוב ושוב את החצאים הללו נגיע בסופו של דבר לחלקיק הקטן ביותר שלא ניתן לחלק אותו .יחידת זהב זו היא אטום זהב. אבל אמפידוקלס ואריסטו הציעו מודל של ארבעה יסודות -מים ,אש ,אוויר ואדמה -אותם לא ניתן לפרק לחומרים פשוטים יותר. המודל היווני של ארבעת יסודות שלט במשך אלפיים שנים עד לקראת סוף המאה ה18 .רק אז התגלה שהאוויר מורכב לפחות משני חומרים. כמו כן, התגלה כי ניתן לפרק את המים למימן וחמצן ואז התעוררו סימני שאלה רבים לגבי המודל של ארבעת היסודות . בתחילת המאה ה19 חוקר אנגלי בשם ג'והן דלטון היה האדם הראשון שביסס את דעותיו על קיומם של אטומים ביסוד בעזרת מחקרים וניסויים . עיקרי ההנחות של תיאוריית דלטון היו:

- החומר בנוי מאטומים בלתי ניתנים לחלוקה

- כל יסוד בנוי מאטומים זהים במשקלם ובצורתם. כך זהה מגוון האטומים השונים למגוון היסודות.

- אטומים אינם ניתנים לשינוי

- בתגובות כימיות אין נוצרים אטומים ואין הם נהרסים- הם רק מסתדרים באופנים אחרים .

במאה ה19 כבר הכירו הפיסיקאים את תופעת המוליכות החשמלית במתכות. התופעה הזו מפריכה את מודל האטום של דלטון(האטומים הם כדורים שלא ניתן לחלקם יותר).

**פרק שני**

במקום המודל על פי דלטון שלפיו האטום הוא כדור שלא ניתן יותר לחלקו, מניח תומסון מודל האטום משופר.

בשנת 1897 חוקר ג . ' ג . ' תומסון גילה בעזרת ניסוי קרני הקתודה (קרני קתודה- זו קרינה שזהרה באור ירקרק בתנאים של יצירת מתח חשמלי בין אלקטרודות בשפופרת המכילה גז בלחץ נמוך במיוחד ) את האלקטרון בעל המטען החשמלי שלילי וחלקיק הזה - הוא חלק מהאטום. זאת הייתה ההוכחה הראשונה לכך שהאטום בנוי מחלקיקים זעירים יותר. כך האטום איבד את התואר" החלקיק הקטן ביותר שאינו ניתן לחלוקה" . לפי אלקטרוסטטיקה אטומים לא נמשכים ולא דוחים זה לזה לכן האטום נטרלי מבחינה חשמלית. מכאן שלכל אטום חייב להיות מטען חשמלי חיובי, שינטרל את המטען השלילי של האלקטרונים. יתר על כן, היה ידוע כי האלקטרונים קלים באלפי מונים מאטום שלם. מכאן עולה כי רוב מסת האטום טעונה במטען חשמלי חיובי . לכן **תומסון תיאר את האטום** ככדור שבו מפוזר מטען חשמלי חיובי בצורה אחידה, ואלקטרונים שמטענם החשמלי הוא שלילי, שתולים בתוכו . **האטום לפי תומסון דומה לעוגת צימוקים שבה העוגה היא הגוף החיובי והצימוקים הם האלקטרונים.** תומסון קבע את מיקום האלקטרונים בתוך המטען החיובי משיקולי יציבות חשמלית; כל אלקטרון נמצא בנקודת שיווי-משקל, בה הכוח השקול הפועל עליו שווה לאפס. כוח שקול זה מתקבל מהכוחות המופעלים על ידי האלקטרונים האחרים והכוח המופעל על ידי המטען החיובי המפוזר. זה נותן הסבר ליציבות האטום. גם את העובדה ששפופרת ריק המכילה גז מימן פולטת קרינה זוהרת בפריקת זרם חשמלי דרכה ידע המודל להסביר בכך שאלקטרונים מהזרם החשמלי מתנגשים באלקטרונים של האטום וגורמים להם להתנדנד תוך כדי פליטת הקרינה. יחד עם זאת, באמצעות מודל האטום של תומסון אי אפשר היה להסביר את ספקטרום הפליטה של אטום המימן לכן מודל האטום של תומסון הוחלף במודל אחר מתקדם יותר, מדויק יותר ונכון יותר.

ארנסט רתרפורד, תלמיד של תומסון בדק את הקרינה הרדיואקטיבית(רדיואקטיביות היא תופעה שבה חומר פולט מאליו קרינה בלתי נראית אבל אפשר לראות קרינה זו כאשר סרט צילום משחיר במקום שהקרינה פוגעת בו) וגילה כי היא מורכבת משלושה מרכיבים הנבדלים זה מזה במטענם החשמלי ובתכונות נוספות: חלקיקי אלפא, חלקיקי ביתא וגמא.

במשך שנים רתרפורד ערך מספר ניסויים עם חלקיקי אלפא. אחד מהם ניסוי עלה הזהב שעליו מדובר בסרטון הוא הכניס מדגם של רדיום (יסוד רדיואקטיבי) לתוך מכל עופרת שבצידו הקדמי יש סדק קטן. דרך סדק זה יכולים חלקיקי ה-a לצאת. מול הסדק הוצב גלאי – מסך מצופה בחומר פלוארוצנטי. חומר זה רגיש לפגיעות של חלקיקי a כך שכתוצאה מכל פגיעה מופיע נצנוץ.  העמיד רתרפורד בדרכה של האלומה רדיד (עלה) זהב דק במיוחד שעוביו היה רק 0.0004 מ"מ והכיל שכבות ובהן אטומים ארוזים בצפיפות רבה. השערות בגין תוצאות הניסוי היו שקרני האלפא יעברו דרך רדיד הזהב ללא הפרעות ובצורה טבעית או שהמטען החיובי של אטומי הזהב מרוח בצורה אחידה עד כדי כך שהוא לא יוכל לגרום לסטייה של יותר מכמה מעלות במסלולם של היונים המפציצים אותו .אולם, תוצאות ניסוייו של רתרפורד היו שונות ממה שציפה.אמנם מרביתם של חלקיקי האלפא עברו דרך הרדיד כאילו הוא לא נמצא כלל בדרכם , אך נתגלו גם חלקיקי אלפא בודדים שהוסטו ממסלולם במידה קטנה או גדולה וחלקיקי אלפא בודדים אך חזרו לאחור כמו גולה הנזרקת אל הקיר ומוחזרת ממנו(בומרנג). רתרפורד חזר על הניסוי מאות פעמים וספר את מספר הפגיעות של חלקיקי האלפא במקומות שונים במסך. מבין 172,671 פגיעות שספר, רובן, כלומר- 172,523 פגעו באזור שציפה שיפגעו בו, לעומת זאת, באזור שלא ציפה שיפגעו נספרו 148 פגיעות בלבד. הדרך היחידה להסביר את התוצאה הייתה אם המטען החיובי היה מרוכז מאוד בנקודה מסוימת, ורק יוני אלפא שפוגעים בו מוסטים באופן משמעותי. או במילים אחרות פגיעה של חלקיק אלפא הטעון מטען חיובי בגרעין האטום, הטעון גם הוא באותו מטען, גורמת לסטייה של החלקיק ואף להדיפתו לאחור. זאת מאחר ומסת חלקיקי אלפא הרבה יותר קטנה ממסת גרעין אטום הזהב. ומסקנה נוספת : מאחר שרוב האטום ריק ,רוב חלקיקי האלפא עוברים כאילו אין בדרכם כל מכשול. האלקטרונים הנעים במרחב זה, אינם מסיטים את חלקיקי האלפא, מכיוון שמסת חלקיק אלפא גדולה פי 8000 ממסת האלקטרון.

הניסוי הוביל לזניחת מודל עוגת הצימוקים והניב לראשונה מודל "פלנטרי" של האטום  **:**

א. האטום בנוי מגרעין קטן לעומת ממדי האטום, ובו מרוכז כל המטען החשמלי החיובי של   
האטום, ורובה של מסת האטום, ומהאלקטרונים שנעים סביב הגרעין , כפי שכוכבי הלכת נעים סביב השמש   
ב. המטען החשמלי השלילי של האלקטרונים שווה בגודלו למטען החשמלי החיובי של הגרעין.

ג. רוב נפח האטום הוא ריק

מודל זה הצליח להסביר את תוצאות הניסוי שביצע רתרפורד שבו חלקיקי אלפא (גרעיני הליום) נורים אל מטרה, לוח דק של זהב. אך מודל זה נתקל בכמה קשיים **:**

1. על פי המודל, האלקטרונים באטום נעים סביב הגרעין. אבל במכניקה למדנו שחלקיק הנע לאורך מסלול עקום הוא מואץ .מצד שני, על-פי התאוריה האלקטרומגנטית, ידוע שחלקיק טעון מואץ פולט קרינה אלקטרומגנטית. מכאן שהאלקטרונים באטום צריכים לפלוט ברציפות קרינה אלקטרומגנטית, ולאבד בדרך זו אנרגיה. איבוד האנרגיה מחייב שמסלול האלקטרון יהיה ספירלי ,ולבסוף האלקטרון ייצמד לגרעין. אולם במציאות האטומים יציבים ואינם קורסים.
2. לפי המודל הפלנטרי אין הגבלה על רדיוס מסלול האלקטרון, אולם הניסוי מראה כי לכל האטומים של יסוד יש אותו רדיוס**.**
3. המודל לא היה מסוגל להסביר את הקשר בין הספקטרום הקווי האופייני לכל יסוד לבין מבנה האטום

**פרק שלישי**

1. למה רתרפורד לא התעלם מתוצאה בלתי צפויה מתוך הנחה שזו טעות ? למה רתרפורד לא ניסה חומר אחר ,במקום זהב ?הרי לזהב זה יסוד יוצא דופן שגורם לסטייה של החלקיק ואף להדיפתו לאחור. ובנוסף ,במחקר לפי כללים, חוזרים על הניסוי פעמים נוספות בתנאים שונים.
2. המודל עמד בסתירה עם עקרון מתורת מקסוול, לפיו האלקטרונים אמורים לאבד אנרגיה בגלל תנועתם המואצת ובסוף לקרוס על הגרעין – במציאות הם יציבים. בתקופה של רתרפורד חוקי מקסוול כבר היו ידועים למה הוא לא לקח אותם בחשבון?