יחסות פרטית

מהירות האור:

*פקטור לורנץ:*

תנע יחסותי:

*: מסת החלקיק, : מהירותו*

*אנרגיה כללית:*

* *אנרגיית מנוחה:*
* *אנרגיה קינטית:*

*קשר בין תנע לאנרגיה:*

*עבור פוטון: (חסר מסה)*

*הערות:*

1. *החישוב היחסותי תמיד נכון.*
2. *אם* מותר לערוך קירוב קלאסי.
3. *אם* חובה לערוך חישוב יחסותי.
4. *במידה ויש ספק, נבצע חישוב יחסותי.*

***חבורת גלים***

*פונ' גל הרמונית:*

*: משרעת, : מס' הגל, : אורך הגל*

*: התדירות הזוויתית,* : מהירות הגל

: תדירות זמנית של הגל, : הפרש פאזה

*חבורת גלים:*

מהירות החבורה: (מהירות מעטפת)

מהירות הפאזה: (מהירות כל גל)

יחס הנפיצה: (הדיספרסיה)

*הערות:*

* *הרכיב בעל התדירות הזמנית () ו/או התדירות המרחבית () הקטנה ביותר יתאר את המעטפת של החבורה.*
* *אם , אזי נקבל שיחס הנפיצה:*

*ונמצא את בעזרת כלל השרשרת:*

***קרינת גוף שחור***

גוף שחור אידיאלי: בולע את כל הקרינה שפוגעת בו, ובמקביל פולט קרינה כך ש-.

קבוע פלנק:

*קבוע פלאנק מצומצם:*

*קבוע בולצמן:*

חוק סטפן-בולצמן: שטף הקרינה הנפלטת מהגוף.

*:**שטח הפנים, : הספק/בהירות, : טמפ'*

קבוע סטפן-בולצמן:

*אנרגיה ליחידת נפח:*

חוק ווין: תדירות/אורך גל שבהם מתקבל מקס' של צפיפות קרינה כפונ' של הטמפ':

תדירות מקס': אורך גל מקס':

קשר קבוע בין הטמפ' לאורכי הגל והתדירויות:

*נוסחאות פלאנק:*

1. *אנרגיה ליחידת נפח ליחידת אורך גל:*
2. *אנרגיה ליחידת נפח ליחידת תדירות:*

*חישוב שטף שמגיע לגוף: (כוכב ופלנטה)*

* *פלנטה מקיפה במרחק כוכב .*
* *נחשב שטף שיוצא מהכוכב (סטפן-בולצמן)*
* *השטף במרחק מהכוכב:*
* *נבצע קירוב – השטף פוגע בעיגול ברדיוס הפלנטה, ולכן: .*
* *בנוסף:*
* *ולכן:*

***האפקט הפוטואלקטרי***

*הקרנת פוטונים על מתכת גורמת לשחרור אלקט'*

פונ' העבודה: תכונה של המתכת, האנרגיה המינ' שיש להשקיע כדי לעקור אלקט'.

*התנאי לפליטת אלקטרונים:*

גודל שימושי: תדירות ואורך גל סף: הם התדירות המינימלית ואורך הגל המקסימלי שגורמים לפליטה של אלקטרונים בעלי אנרגיה קינטית ששווה ל-0.

**זרם זליגה: רק חלק מהפוטונים גורמים לעקירת אלקטרונים המסוגלים להגיע לאנודה.**

**זרם רוויה: כל האלקטרונים הנפלטים מהקתודה מגיעים לאנודה. אם מעלים את עוצמת הקרינה, מס' האלקט' הנפלטים יעלה וזרם הרוויה יעלה גם.**

**מתח עצירה: המתח הדרוש על מנת לעצור את כל האלקטרונים הנפלטים מהמתכת.**

מס' הפוטונים לשנייה:

*זרם לשנייה:*

**A diagram of a line with a curve and a line with a black arrow

Description automatically generatedפיזור קומפטון**

אורך הגל לפני

אורך הגל אחרי

מסת החלקיק

זוית סטיית הפוטון

*זוית סטיית האלקט'*

פיזור קומפטון:

אורך גל קומפטון:

עבור אלקטרון:

* התנע הקווי הכללי והאנרגיה הכוללת נשמרים.

מקרי קיצון לאורך גל:

* *מינימלי:*
* *מקסימלי:*

זווית הפיזור של האלקט':

האנרגיה הקינטית של החלקיק אחרי:

* מקסימלית מקסימלי מינימלית
* גדל הפוטון איבד יותר אנרגיה והאלקט' קיבל יותר אנרגיה.

***גלי דה-ברולי***

*לכל חומר יש אופי גלי וחלקיקי כאחד. לכן ניתן להגדיר אורך גל ותדירות לחלקיקים בעלי מסה:*

*אורך גל דה-ברולי:*

*תדירות גל דה-ברולי:*

*משוואות שימושיות: (****עבור חישוב קלאסי!)***

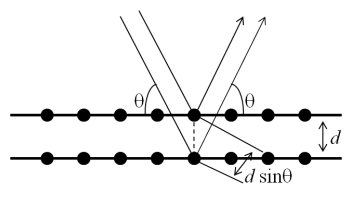
* *אורך גל:*
* *אנרגיה קינטית:*

**פיזור בראג**

*בפיזור מגביש תהיה התאבכות בונה (מקסימום קרינה) כאשר הפרש הדרכים בין 2 הגלים יהיה כפולה שלמה של אורך הגל.*

חוק בראג:

*סדר הפיזור, אורך הגל של החלקיקים המפזרים, המרחק בין המישורים המפזרים בגביש, הזוית בין הקרן למישורים המפזרים.*

**

*הערות:*

* *אם לחלקיקים שונים יש פיזורים זהים אז אורכי הגל שלהם שווים.*
* *אם בין הקרן לאנך למישור נשתמש ב-*
* *קיימת גם האפשרות ש-.*
* *יש התאבכות בונה כאשר הפרש הפאזה הוא כפולה שלמה של .*

*סדר הפיזור המקסימלי:*

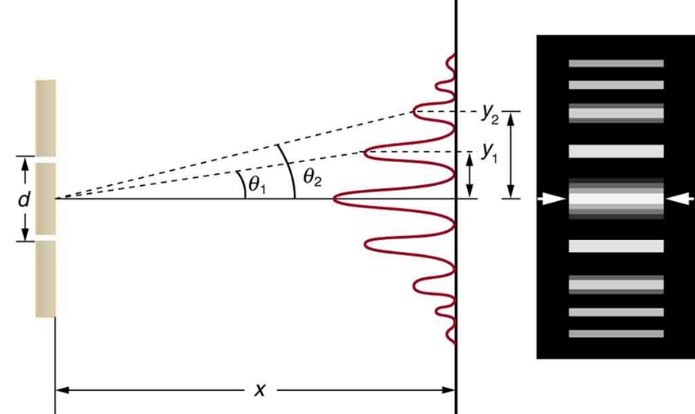
* *יש לעגל את כלפי מטה.*
* *מכך נובע הקשר:*

***ניסוי יאנג:***

*נוסחה:*

*סדר פיזור מקסימלי:*

*מס' פיזורים:*



***ספקטרום אטומי***

נוסחת רידברג:

*מתארת את קווי ספקטרום הבליעה () והפליטה () של קרינה ממקור כלשהו.*

*: אורך הגל של הפוטון המתאים למעבר.*

*: מספרי הרמות, כאשר .*

* *בירידת רמה נפלט פוטון ואנר' האלקט' יורדת.*
* *בעליית רמה נבלע פוטון ואנר' האלקט' עולה.*

קבוע רידברג:

*: מסת האלקטרון, : מטען האלקטרון*

*: קבוע כוח קולון,* ***:*** *קבוע פלנק מצומצם*

*: מס' אטומי (מס' הפרוטונים בגרעין)*

*קבוע רידברג למימן:*

הפרשי האנרגיה בין הרמות:

*גודל שימושי:*

*התנגשות עם פוטונים:*

* *מעבר רמות יכול לקרות רק אם אנרגיית הפוטון שווה בדיוק להפרש האנרגיה בין הרמות.*
* *אם אז האלקטרון ישוחרר עם אנרגיה קינטית מהאטום והפוטון ייבלע.*

*התנגשות עם אלקטרונים חופשיים:*

* *האלקטרון החופשי יכול לעורר אלקטרון באטום אם יש לו אנרגיה גבוהה יותר מהפרש האנרגיות בין הרמות .*
* *האלקט' יכול למסור את כל האנרגיה, חלק ממנה, או לא למסור אנרגיה כלל.*

*דגשים:*

* *תמיד יש אפשרות להתנגשות אלסטית לחלוטין (בה לא נמסרת אנרגיה).*
* *הפרשי האנרגיה בבליעה ובפליטה זהים.*
* *אורך הגל הקצר ביותר:*
* *אורך הגל הארוך ביותר:*

*ספקטרום הקרינה:*

* *אינפרה-אדום* **IR***:*
* *אור נראה* **VIS***:*
* *אולטרה-סגול* **UV***:*

*A picture containing timeline

Description automatically generated*

ספקטרום הפליטה לאטום מימן:

כל תא מכיל את אורך הגל ב-.

הצבע בתא מתאים לסוג הגל (נראה/UV/IR).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***ברקט*** | ***פאשן*** | ***בלמר*** | ***לימן*** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

***פיזור רתרפורד***

Diagram

Description automatically generated

*פרמטר הפגיעה:*

*מטען החלקיק הפוגע*

* *עבור חלקיק :*

*מטען המטרה*

*זווית הפיזור, קבוע כוח קולון*

*האנרגיה הקינטית ההתחלתית של החלקיק הפוגע.*

*המרחק המינימלי של החלקיק מהגרעין.*

*גודל שימושי:*

*מהירות סיבוב:*

*המקרה הפשוט: התנגשות חזיתית*

*חלקיק ה- יתקדם לכיוון הגרעין המפזר. ככל שיתקרב כוח הדחייה יתחזק עד לנק' עצירה במרחק , ואז החלקיק יחזור לאחור.*

*כלומר – האנר' הקינ' תהפוך כולה לפוט' חשמלי*

*עבור גרעין מפזר גדול בהרבה מהמטען הפוגע:*

***מודל רתרפורד לאטום מימן***

*האלקטרונים סובבים את הגרעין, ותוך כדי האצה במסלול הם פולטים קרינה.*

*מהירות הסיבוב:*

*תדירות האור הנפלט:*

***מודל בוהר לאטום מימן ודמוי-מימן***

*אטום דמוי מימן: אטום של יסוד כלשהו שיונן כך שנותר עם אלקט' אחד בלבד.*

*הנחות:*

1. *כוחות קלאסיים.*
2. *התנע הזוויתי מקוונטט:*
3. *מסת הגרעין אינסופית – לכן מרכז המסה המשותף נמצא במרכז הגרעין.*

*אנרגיית פוטון:*

*תנע קווי פוטון:*

הכוח הצנטריפטלי על האלקט':

*רדיוס המסלול של האלקטרון:*

*רדיוס בוהר:*

*אנרגיית האלקט' במסלול ה-:*

*קבוע אנרגיה:*

* *כאשר אז והאלקט' חופשי.*

תדירות הפוטון הנפלט:

הפרש אנרגיות:

תיקון מסה מצומצמת: משתמשים כאשר מסת הגרעין סופית ו/או הגרעין אינו במנוחה.

נחליף במשוואות את במסה המצומצמת :

* נשתדל ש- יהיה ביטוי של לשם נוחות.

שאלות של שינוי כוחות במודל בוהר:

נשתמש ב-2 הנוסחאות של המודל ונחלץ מה שצריך בעזרת הנתונים:

בנוסף, הכוח הוא הנגזרת של הפוט':

לשים לב .

*אנרגיה בכל רמה:*

**עקרון אי-הוודאות**

אי-וודאות במקום ובתנע:

אי-וודאות באנרגיה ובזמן:

*רוחב הרמה: מינ' אי-הודאות באנרגיית הפוטון.*

זמן מחצית חיים/זמן חיים מינ' של הרמה, הזמן שלוקח לאטום לפלוט פוטון לאחר העירור.

אלגוריתם פתרון:

1. *מה ידוע על חוסר הוודאות במשתנים?*
2. *מה ידוע על הממוצע של המשתנים?*

***משהו*** *תרגיל מסוג .*

*3. העזרו בשונות.*

*4. מצאו קשר פיזיקלי בין המשתנים ופתרו.*

***כלום*** *תרגיל מסוג .*

*3. מצאו קשר פיזיקלי בין המשתנים הנתונים.*

*4. גזרו כדי לקבל את חוסר הוודאות.*

*הערות:*

* *התשובה לשאלה (1) יכולה להיות* ***כלום****, אבל אז התשובה ל-(2) חייבת לא להיות* ***כלום****.*
* *במידע על הממוצעים, נחפש ממוצע שווה ל-0*
* *בסוג , השונות מוגדרת: .*
* *קשר פיזיקלי = נוסחה/פיתוח/העקרון עצמו.*
* *חוסר הודאות מתנהג כמו דיפרנציאל בגזירה.*
* *אין משמעות למינוס לאחר הגזירה.*

*קשרים נפוצים:*

* *תנע-אנרגיה:*
* *מקום-אורך גל:*
* *תנע-אורך גל:*
* *אורך גל-אנרגיה:*
* *אנרגיה-אורך גל:*
* *בתנועה הרמונית:*
* *בבור פוטנציאל* 1D*:*
* *אנרגיה ותדר פוטון:*

**משוואת שרדינגר**

משוואת שרדינגר (חד-ממדית לא תלויה בזמן):

: אנרגיה כוללת, : אנרגיה פוטנציאלית

תכונות פונקציית הגל:

* רציפה וחלקה.
* צפיפות הסתברות:
* נירמול:
* שואפת ל-0 באינסוף:

*פונקציית גל תלת מימדית קומפלקסית:*

*שאלות מסוג מציאת שרטוט מתאים:*

* *אם לגל יש מספיק אנרגיה, , אז הוא יעבור ויאבד חלק ממנה ולכן אורך הגל שלו ייתקצר.*
* *אם לגל אין מספיק אנרגיה, , אז תהיה דעיכה אקספוננציאלית בפונקציית הגל.*
* *אם חלק מהחלקיקים מוחזרים, אז אמפליטודת תהיה קטנה מזו של*
* *קטן גדול.*

*שאלות מסוג מציאת מקדמים בעזרת שרדינגר:*

*נחשב נגזרת שנייה, נציב במשוואת שרדינגר, ואם יש צורך נבודד מקדמים ונדרוש .*

***בור פוטנציאל אינסופי חד-ממדי***

*פתרון משוואת שרדינגר:*

*האנרגיה ברמה :*

*מהירות החלקיק ברמה :*

*תדירות החלקיק ברמה :*

*מס' גל ברמה : ,תנע:*

*הסתברות למציאת חלקיק:* ***(לחשב ברדיאנים!)***

*טריק: בבור פוט', עבור שהוא כפולה שלמה של*

*כלשהו, יתקיים:*

***מתנד הרמוני חד-מימדי***

*תדירות זוויתית:*

*פתרון כללי:*

*פולינומי הרמיט:*

קבוע הקפיץ: הנגזרת השנייה של ב- *שווה לקבוע הקפיץ*

ממוצעים: במתנד הרמוני, ממוצעי האנרגיה הקינטית והפוטנציאל שווים

***מחסום פוטנציאל סופי חד-ממדי***

*פתרון משוואת שרדינגר:*

*נחליף את סינוס וקוסינוס באקספוננטים מדומים*

*גל מתקדם: מכיוון ל-.*

*גל נסוג: מכיוון ל-.*

*מס' הגל:*

*אמפליטודות.*

* *האמפליטודות בריבוע פרופורציונליות למס' החלקיקים בגל.*

*מקדם ההחזרה:*

*מקדם ההעברה:*

* *הכפלת מס' החלקיקים באחד המקדמים ייתן את מס' החלקיקים שחזרו/הועברו בהתאמה.*
* *בחישוב של נדרוש רציפות וחלקות של בנקודות התפר:*

*חוק שימור מס' החלקיקים: מס' החלקיקים שנכנס שווה למס' החלקיקים שיוצא.*

*עבור איזורים בהם ממשי:*

*חלוקה למקרים:*

1. ***:***

1. ***:***

1. ***:***

***מדרגת פוטנציאל***

**אם *:*** *(חישוב לא יחסותי)*

**פוטנציאל רב-מימדי**

ניוון: מס' המצבים/הסטים הקוונטים השונים המתארים את אותה רמת אנרגיה.

* הניוון המינימלי הוא 1.
* רמת אנרגיה מנוונת: רמת אנרגיה שהניוון שלה הוא 2 ומעלה.
* הרמה המעוררת ה--ית: הרמה ה- אחרי רמת היסוד (כלומר, ).

כאשר מדובר במערכת קוונטית ולא בחלקיק בודד:

* רמת יסוד: סכום האנרגיות של החלקיקים עבור האיכלוס הכי בסיסי שלהם (לפי האלגוריתם).
* רמת מעוררת -ית: הרמה ה- אחרי רמת היסוד של המע'. נמצא אותה ע"י בדיקת כל האפשרויות של עירור חלקיקים במע', מסודרים לפי הפרשי האנרגיה שהם מוסיפים.
* הניוון של רמה מעוררת: כמה מעברים אפשריים לוקחים אותנו לרמה המעוררת הזו (מס' מעברים מתא אחד לתא מתחתיו).
* דרגת ניוון של רמה: כמה קונפ' של מס' קוונטים מביאים אותנו לרמת האנרגיה הזו.

אלגוריתם לפתרון:

1. נוודא שהפוט' פריק:
2. נזהה כל פוט' וניתן לו מס' קוונטי ייחודי .
3. מכיוון והפוטנציאל פריק:
4. נקבל ביטוי מצומצם לאנרגיה
5. נכין טבלת אנרגיות ונמלא אותה.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

1. נכין טבלה אנרגיות הממוינת לפי האנרגיות בסדר עולה ונמצא רמת ניוון מתאימה.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |

1. נחשב לכל אחד מהספינים הנתונים (עבור בוזונים זה יהיה לכל רמה) ונאכלס את המע' בחלקיקים הנתונים לפי הכמויות שלהם.  
   מומלץ לרשום בכל תא של כמה חלקיקים אוכלסו ברמה הזו.
2. אם צריך לחשב רמה מעוררת, לכל תא מאוכלס נבדוק את הפרש האנרגיות במעבר של חלקיק ממנו לתא מתחתיו ( גבוה יותר), ולפי זה נדע איזה מעברים הם "הזולים ביותר".

**בור פוטנציאל אינסופי דו-ממדי**

פתרון משוואת שרדינגר:

**אטום המימן לפי שרדינגר**

*: קבוע נרמול, : פונ' רדיאלית,: פונ' זוויתית.*

*Table

Description automatically generated*

*Table

Description automatically generated*

*המספרים הקוונטיים:*

: מס' קוונטי ראשי

: מס' קוונטי מסלולי

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

*: מס' קוונטי מגנטי מסלולי*

* *עבור מסוים יהיו ערכים שונים ל-*
* *עבור מסוים יהיו ערכים שונים ל-*

*מציאת הרדיוס הסביר ביותר למציאת האלקט':*

*נגזור את פונ' ההסתברות (או את שפרופ' לה) ונחפש מקס' גלובלי (נשווה ל-0 או באחד הקצוות).*

*מציאת זוית סבירה ביותר: אותו דבר רק עם והחלקים שמתאימים ל- בחישוב.*

* *קורד' קרטזיות:*
* *קורד' כדוריות:*
* *בדיקת שפיות: יוצא , אחרת לא עשינו ערך מוחלט לפני העלאה בריבוע ל-.*
* *אם הרדיוס הסביר הוא רדיוס בוהר.*

*גודל תנע זוויתי מסלולי:*

*היטל התנ"ז על ציר :*

*קשר בין :*

*ספין: תנ"ז פנימי של החלקיק מתואר ע"י .*

*גודל הספין:*

*היטל הספין על ציר :*

* *עבור אלקטרונים:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ***פרמיונים*** | ***בוזונים*** |
| ***גודל ספין*** | *חצי שלם:* | *שלם:* |
| ***ערכי*** | *לא מקבלים ערך 0* | *מקבלים ערך 0* |
| ***כלל האיסור*** | *חל עליהם* | *לא חל עליהם* |
| ***דוגמאות*** | *אלקטרונים, פרוטונים וכו'* | *פוטונים, בוזון-היגס* |

*אפקט זימן הנורמלי: פיצול של קו ספקט' אחד ל-3 בנוכחות שדה מגנטי אחיד. הפיצול יהיה לקו בתדירות גבוהה יותר, נמוכה יותר והמקורית. מרווח הפיצול יחסי לגודל השדה המגנטי. האפקט יקרה רק כאשר הספין הכולל של האטום הוא 0.*

*כמות פיצולים של רמה :*

*כללי ברירה:*

*אפקט זימן הנורמלי (נוסחה):  
הסרת ניוון:*

*המגנטרון של בוהר:*

*ניסוי שטרן-גרלך:*

*כאשר חלקיק עם וספין כלשהו עובר בשדה מגנטי לא אחיד עם גרדיאנט אחיד מתקבל כוח נוסף על החלקיק והוא מוסט.*

*כוח ההטיה המגנטי:*

*אינטואיציה לשאלות עם מכונות שטרן-גרלך:*

* *עבור 2 מכונות עוקבות שמפרידות לפי צירים שונים, החלקיקים שנכנסים למכונה ב' יהיו מפולגים 50-50 לפי הספין המתאים.*
* *אם 2 מכונות עוקבות מפרידות לפי אותו ציר, אז כלל החלקיקים שייכנסו למכונה ב' ייצאו ממנה.*
* *נכתוב על הקרניים היוצאות מהמכונות את אחוזי החלקיקים שיצאו בהתאמה ונחשב את האחוז הסופי לפי מכפלת האחוזים במסלול.*
* *נשים לב גם לאחוזים ההתחלתיים הנתונים לנו.*

*כלל האיסור של פאולי: לא ניתן למצוא במערכת 2 פרמיונים מאותו סוג באותו מצב קוונטי.*

* *אלקטרונים: 2 אלקט' באטום לא יכולים להיות בעלי סט זהה של מס' קוונטים .*
* *בוזונים: יעדיפו להיות ברמת היסוד (כלל האיסור לא חל עליהם).*

*מס' פרמיונים עם ספין ברמה ה-:*

* *בהיעדר שדה מגנטי, הניוון=.*

*קליפה: (רמה) מתוארת ע"י .*

*ניתן לאכלס אלקט' בקליפה (כולל ספין).*

*תת-קליפה: מתוארת ע"י .*

*ניתן לאכלס אלקטרונים לתת קליפה .*

*האלקט' הבא ייכנס לתת-קליפה הפנויה בעלת האנרגיה הנמוכה ביותר (לא בהכרח העוקב!).*

*אורביטל: מתואר ע"י .*

*ניתן להכניס 2 אלקטרונים לכל אורביטל.*

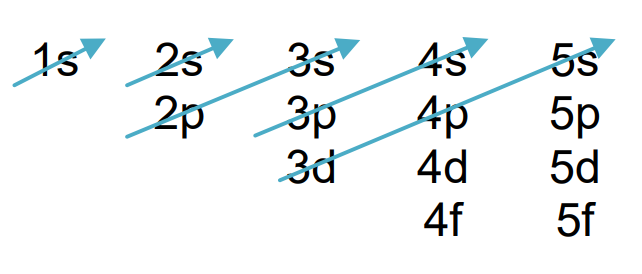
*קונפיגורציה קוונטית:*

*ייצוג מקוצר לסט המתאר אלקט'.*

*: מס' הרמה, : תת הקליפה בכתיב אותיות,*

*: מס' האלקטרונים בתת הקליפה.*

*סדר מילוי תתי הקליפות: רושמים את כל תתי הקליפות וממלאים לפי האלכסונים משמאל לימין.*

**

*כאשר כמות האלקט' סה"כ עד כה*

***מצב מוצק***

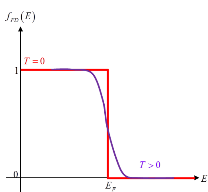
*אנרגיית פרמי: בטמפ' , רמת האנרגיה שכל המצבים בעלי אנרגיה נמוכה ממנה מלאים באלקט' וכל המצבים בעלי אנרגיה הגבוהה ממנה ריקים - רמת האנרגיה של האלקטרון הכי אנרגטי.*

* *עבור טמפ' שאינה 0, המצבים הכי נמוכים אנרגטית לא בהכרח יהיו מאוכלסים כל הזמן.*
* מהירות פרמי:
* טמפרטורת פרמי:

מס' האלקט' החופשיים ליח' נפח:

* מס' אלקט' כולל (ליח' נפח):
* אם , אז:

אנרגייה ממוצעת של האלקטרונים החופשיים:

* *התפלגות פרמי-דירק: ההסתברות שלמצב קוונטי מסוים תהיה אנרגיה :*

מתנד הרמוני 1D: (עם אלקטרונים)

* אנרגיית פרמי:
* ממוצע אנר' אלקט':

*מודל 3 ממדי של מתכת:*

* *צפיפות המצבים: (מחושב ליח' נפח בבור פוט'* 3D *קובייתי)*
* *אנרגיית פרמי:*
* *צפיפות המצבים המאוכלסים ליח' נפח:*
* מס' האלקט' החופשיים הכולל ליח' נפח:

(כאשר )

* ממוצע אנר' האלקט' החופשיים:

*פס הערכיות: הפס האחרון עם אלקט' ב-.*

* *עבור מתכת, פס הערכיות לא מלא לגמרי*

*פס ההולכה: הפס הראשון מעל פס הערכיות.*

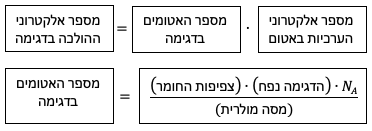
*מוליך: פס הערככיות לא מלא או שחופף עם פס ההולכה. עבור מוליך:*

*: האנרגיה המקס' של פס הערכיות.*

*מבודד: פס הערכיות מלא לחלוטין ופער האנרגיה בין פס הערכיות לפס ההולכה גדול מ-.*

*מל"מ: (מוליך למחצה טהור) פס הערכיות מלא ופער האנרגיה בין ל-.*

הצפיפות המספרים של אלקטרוני ההולכה בדגימה:



**קבועים מספריים:**

קבוע פלנק:

*גדלים שימושיים:*

*מהירות האור:*

מסת אלקטרון:

מסת פרוטון:

מסת ניוטרון:

*מטען פרוטון/אלקט':*

*חלקיק :*

*קבוע קולון:*

*קבוע בולצמן:*

*קבוע סטפן-בולצמן:*

*רדיוס בוהר:*

*המגנטרון של בוהר:*

*קבוע רידברג למימן:*

**פיזיקה +21**

**אנרגיה קינטית:**

תנע:

כוח הוא נגזרת הפוט':

**משוואות תנועה:**

תנועה מעגלית:

חוק קולון:

אנרגיה חשמלית:

***יחידות מידה***

*אורך:*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| תחילית | סימן | גודל | תחילית | סימן | *גודל* |
| דקה |  |  | **דצי** |  |  |
| הקטו |  |  | **סנטי** |  |  |
| קילו |  |  | **מילי** |  |  |
| מגה |  |  | **מיקרו** |  |  |
| גיגה |  |  | **ננו** |  |  |
| טרה |  |  | **פיקו** |  |  |
| פטה |  |  | **פמטו** |  |  |

*אנרגיה והספק:*

*= האנרגיה שאלקטרון אחד שמואץ תחת הפרש פוטנציאלים של יקבל.*

מתח וזרם:

*שטף מגנטי:*

**הסתברות**

כאשר מבצעים ניסוי מסוים פעמים ומקבלים מצב מסוים פעמים, ההסתברות לקבל מצב נתונה ע"י:

ממוצע: עבור משתנים ו- שבמצב מקבלים ערכים ו- בהתאמה. אז ממוצע המשתנים:

*לכל קבועים :*

*שונות:*

*סטיית תקן:*

*פונקציית צפיפות הסתברות:*

* *חיוביות:*
* *נורמליזציה:*
* *ממוצע:*

***שטחים ונפחים***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **היקף/אורך** | **שטח** |
| **מעגל** |  |  |
| **טבעת דקה** |  |  |
| **גזרה במעגל** |  |  |
| **משולש שווה-צלעות** |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **שטח פנים** | **נפח** |
| **כדור** |  |  |
| **גליל**  **(עם בסיסים)** |  |  |
| **קליפה כדורית** |  |  |
| **צינור דק** |  |  |

***מרוכבים***

*אם מדומה טהור, אז אקספוננט ממשי.*

***טריגונומטריה***

*חשובים לקורס:*

*כלליים:*

***אינטגרלים***

*פונקציה אי-זוגית :*

*פונקציה זוגית :*

*חשובים לקורס:*

*כלליים:*

*לפלסיאן בקואורדינטות כדוריות:*

***סיכום ניסויים***

*ניסוי קומפטון: התנגשות בין פוטון לחלקיק, הראה שלאור (לפוטון) יש התנהגות של חלקיק.*

*ניסוי בראג ודה-ברולי: חלקיק עם מסה יכול להתנהג כמו גל.*

*ניסוי רתרפורד: המטען החיובי מרוכז במרכז, רוב האטום הוא חלל ריק.*

*מודל בוהר: מודל פלנטרי של האטום, גרעין טעון במטען חשמלי אשר סביבו מסתובבים אלקט' במסלולים סגורים, הרדיוסים בדידים וקבועים לכל רמה.*

*מודל שרדינגר: האלקטרונים נעים בצורה חופשית ובעלי פונ' הסתברות התלויה באנרגיה שלהם והמיקום הסביר ביותר שלהם הוא הרדיוס המתאים ממשוואות שרדינגר.*

*שטרן-גרלך: גילוי הספין, מקור התנע הזוויתי המקוונטט של האלקטרונים.*

*מודל מתכת: מניחים שהאלקטרונים לא מקיימים ביניהם אינטרקציות אבל לא יכולים לצאת מהקוביה ולכן משתמשים במודל של בור פוט'* 3D*.*

***בהצלחה!!***