

# קורס הכנה מלא לבגרות בפיזיקה 5 יחידות

**פרק 40**

## **האטום - התפתחות ההיסטורית ומודל האטום של בוהר**

- 1 ..... התפתחות ההיסטורית ומודל האטום של בוהר  
5 ..... מודלים של האטום - בגרויות

## התפתחות היסטורית ומודל האטום של בוהר:

שאלות:

### 1) תרגיל 1 – אטום מיימן

אייזו אינטראקציה תתרחש בין גז מיימן ברמת היסוד ובין :

- א. אלקטرونים בעלי אנרגיה קינטית של 12 אלקטרון וולט?
  - ב. פוטונים בעלי אנרגיה של 12 אלקטרון וולט?
  - ג. פוטונים בעלי אנרגיה של 15 אלקטרון וולט?
  - ד. אלקטرونים בעלי אנרגיה קינטית של 15 אלקטרון וולט?
- היעזרו בדיאגרמה לرمות אנרגיה של אטום מיימן.

### 2) תרגיל 2 – אטום מיימן

בניסוי מסוים העבירו דרך גז מיימן חד אטומי ברמת היסוד אלектرونים שהוואצו לאנרגיה קינטית של 13 אלקטרון וולט.

- א. כיצד ייראה ספקטרום הפליטה של הגז זה?
- ב. מה הערכיים האפשריים של האנרגיה הקינטית לאלקtronים שהוואצו לאחר מעברים בגז?
- ג. מה השינוי ברדיוס של האלקטרונים הקשורים שעוררו לרמה הגבוהה ביותר?

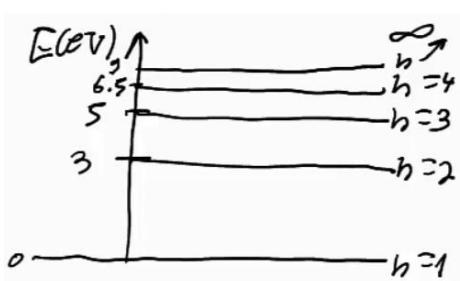
### 3) תרגיל 3 – אטום מיימן

בניסוי נוסף הקרינו גז מיימן ברמת היסוד בפוטונים בעלי אורך גל גדול ושווה מ-100 ננומטר, וקטן או שווה מ-400 ננומטר.

- א. כיצד ייראה ספקטרום הפליטה של הגז?
- ב. כיצד ייראה ספקטרום הפליטה של הגז?
- ג. מהי האנרגיה הקינטית של האלקטרון האנרגטי ביותר?

### 4) גזים אחרים – תרגיל 1

נתונה דיאגרמת רמות האנרגיה של גז מסוים :



- א. אייזו אינטראקציה תתרחש אם נקרין את הגז בפוטונים בעלי אנרגיה של 6

אלקטרון וולט?

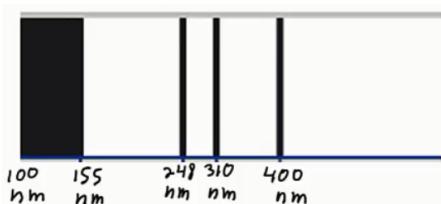
- ב. אייזו אינטראקציה תתרחש אם נאייז אל הגז אלקטرونים בעלי אנרגיה קינטית של 6 אלקטרון וולט?

- ג. במידה ותתרחש אינטראקציה עם הגז, תאר מה יקרה לאחר מכן.

**5) גזים אחרים – תרגיל 2**

מעבירים דרך גז לא ידוע אור בטווח אורך גל של  $180\text{nm} \leq \lambda \leq 700\text{nm}$ .  
מקבלים ספקטרום בליעה בו חסרים 3 אורך גל:  $\lambda_1 = 400\text{nm}$ ,  $\lambda_2 = 620\text{nm}$ ,  $\lambda_3 = 248\text{nm}$ .

- א. חשבו ושרטו את דיאגרמת רמות האנרגיה של גז זה.
- ב. כמה קווים ספקטרליים יהיו בספקטרום הפליטה במצב המתוור מעלה?
- ג. מאייצים אלקטרוניים במתח של 5.5 וולט ולאחר מכן מכונים אותן לתוך גז זה שנמצא מחדש ברמת היסוד.  
עם איזה אנרגיה קינטית יכולם האלקטרוניים החופשיים להמשיך לאחר מעברים בגז?



**6) גזים אחרים – תרגיל 3**

בניסוי מסוים הוקרנו גז לא ידוע באור בספקטרום רציף בתוחם אורך גל של  $100\text{nm} \leq \lambda \leq 500\text{nm}$ .  
ספקטרום הבליעה של הגז כולל 3 קווים

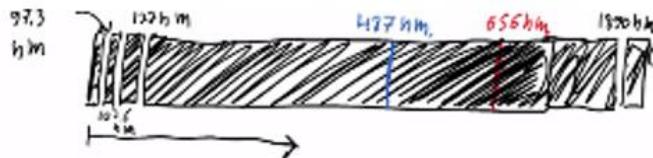
דקים חשובים, ותחום רציף חזק כמתואר בתרשימים.

- א. חשבו את הפרשי האנרגיה של 3 הרמות המעוורגות האפשרות לחישוב ביחס לרמת היסוד.
- ב. ענו על השעיפים הבאים:
  - ו. הסבירו מדוע קיימת בליעה רציפה -  $\lambda \leq 155\text{nm}$ .
  - וּו. חשבו את האנרגיה הדורשאה ליינון אותם זה.
  - ג. שרטטו דיאגרמת רמות אנרגיה לאותם. בחרו את אנרגיית רמת היסוד כרצונכם.
  - ד. חשבו את אורך הגל הנפלטים לאותום זה.
  - ה. מה מהירות המקסימלית של אלקטرون שייפלט מאותום זה?

**7) אטומים דמווי מימן – תרגיל**

- א. שרטטו את 5 רמות האנרגיה הראשונות של הלויום דמווי מימן + רמת היינון.
- ב. מאייצים אלקטרוניים חופשיים במתח של 50 וולט ואז יורים אותם לתוך גז זה.
- ו. עד איזה רמה יעוררו האלקטרונים הקשורים?
- וּו. עם איזה אנרגיה קינטית יכולם לצאת האלקטרונים החופשיים?
- ג. כמה קווי פליטה יהיו בספקטרום הפליטה של הלויום זה, ומה אורך הגל שלהם?
- ד. מאיירים על גז זה בפוטונים בעלי אורך גל 62 ננומטר. תארו מה יקרה.

### תשובות סופיות:



(1) ראה סרטון.

(2) א. 6 קווים בספקטרום הפליטה.

ב. 1 - לא תהיה מסירה.  $E_k = 13\text{eV}$ .

. מסירה של  $E_k = 2.8\text{eV} \leftarrow 10.2\text{eV} : 2 \leftarrow 1 .2$

. מסירה של  $E_k = 0.91\text{eV} \leftarrow 12.09\text{eV} : 3 \leftarrow 1 .3$

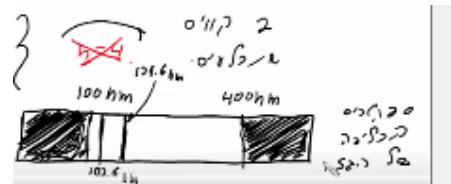
. מסירה של  $E_k = 0.25\text{eV} \leftarrow 12.75\text{eV} : 4 \leftarrow 1 .4$

$$7.93 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$2.42 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

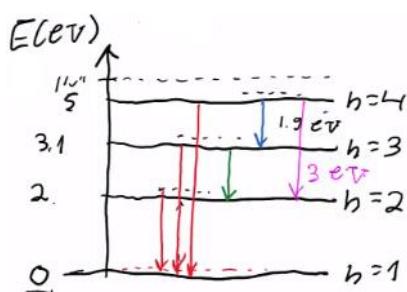
ג. ראה סרטון.

א. (3)



ראה סרטון.

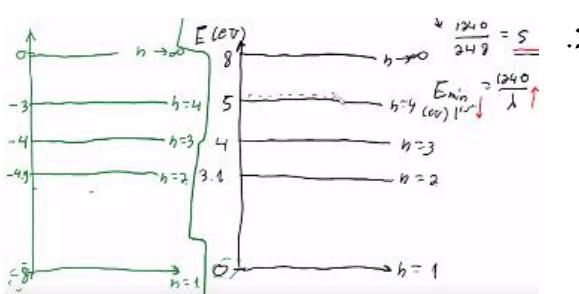
א.  $E_3 = 5\text{eV}$ ,  $E_2 = 3.1\text{eV}$ ,  $E_1 = 2\text{eV}$ . (5)



ג. ראה סרטון.

ב. ה. ראה סרטון.

א.  $\Delta E_{1 \rightarrow 2} = 3.1\text{eV}$ ,  $\Delta E_{1 \rightarrow 3} = 4\text{eV}$ ,  $\Delta E_{1 \rightarrow 4} = 5\text{eV}$ . (6)



$$.8\text{eV}$$

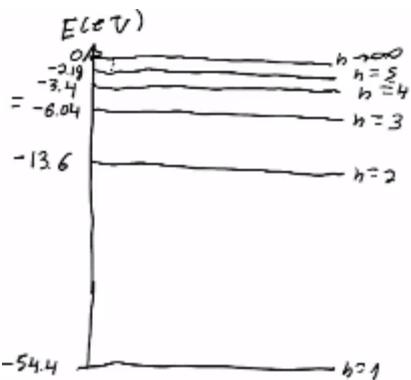
ii.

$$\lambda_{4_{3 \rightarrow 2}} = 1378\text{nm}, \lambda_{3_{4 \rightarrow 1}} = 248\text{nm}, \lambda_{2_{4 \rightarrow 2}} = 653\text{nm}, \lambda_{1_{4 \rightarrow 3}} = 1240\text{nm} . \tau$$

$$. \lambda_{6_{2 \rightarrow 1}} = 400\text{nm}, \lambda_{5_{3 \rightarrow 1}} = 310\text{nm}$$

$$. 1.24 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

. נ. א (7) ב.ז. עירור עד רמה  $n = 4$



$$. E_k = 52\text{eV}, E_{k_{1 \rightarrow 2}} = 11.2\text{eV}, E_{k_{1 \rightarrow 3}} = 3.64\text{eV}, E_{k_{1 \rightarrow 4}} = 1\text{eV} . \text{ii}$$

ג. 6 קווים ספקטרליים :

$$. \lambda_1 = 470\text{nm}, \lambda_2 = 122\text{nm}, \lambda_3 = 24.3\text{nm}, \lambda_4 = 164\text{nm}, \lambda_5 = 25.6\text{nm}, \lambda_6 = 30.4\text{nm}$$

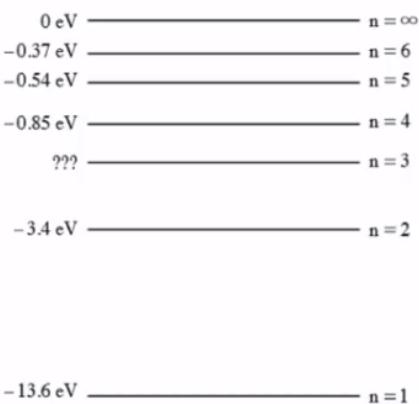
ד. ראה סרטון.

## מודלים של האטום – בגריות:

**שאלות:**

### 1) בגרות 2020

בתרשים שלפניך מתוארות כמה מرمות האנרגיה של אטום המימן :



א. חשב את האנרגיה המתאימה לרמה  $3 = n$ .

פוטון שהאנרגיה שלו :  $12.5\text{eV}$  פוגע באטום המימן שנמצא ברמת היסוד.

ב. קבע אם הפוטון יכול לעודד את האלקטרון באטום המימן לרמה  $3 = n$ .  
הסביר את קביעתך.

סדרת בלמר היא סדרה של קוויים ספקטרליים הנפלטים מאטום מימן בעקבות ירידה של אלקטרון לרמה  $2 = n$ .

ג. ענה על הטעיפים הבאים :

ה. חשב את אורך הגל הארוך ביותר בסדרה זו.

ו. חשב את אורך הגל הקצר ביותר בתחום :  $400\text{nm} < \lambda < 700\text{nm}$   
בסדרה זו.

אלומת אלקטרוניים שהואצו ממנוחה במתח  $12.5\text{V}$  חוזרת לאזור שבו נמצאים אטומי מימן במצב היסוד שלהם.

ד. במצב זה, חשב את אורכי הגל שיופיעו בספקטרום הקרינה שתיפלט מאטומי המימן.

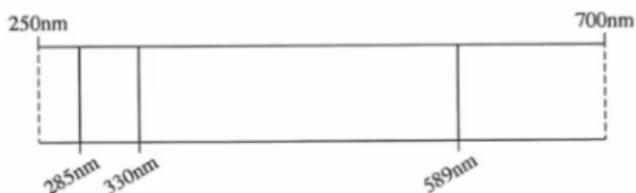
באטמוספירה של המשמש יש אטומי מימן. ב�ל הטמפרטורה הגבוהה של המשמש קיימים בה אטומי מימן מעוררים.

ה. קבע את אנרגיית היינון של אטום מימן לאלקטרון הנמצא ברמה  $2 = n$ .  
הסביר את תשובתך.

### 2) בגרות 2019

בכמה מן הבעיות בישראל משתמשים לצורך תאורה בנוורות נתרן שפולטות אוור בצבעי צהוב-כתום. דרך שפופרת, המכילה גז דليل של נתרן, Na, העבירו קרינה מונוכרומטית באורך גל של: nm 200. קרינה זו מייננת את אטום הנתרן, ונפלט אלקטرون שהאנרגיה הקינטית שלו היא: V 1.06eV.  
 א. הגדר את המושג אנרגיית היינון.  
 ב. חשב את אנרגיית היינון של הנתרן.

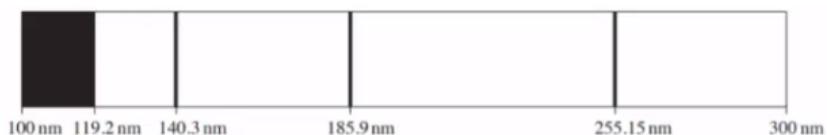
במקרה אחר, העבירו דרך השפופרת קרינה אלקטרומגנטית בתחום: nm  $\lambda < 250$ nm וקיבלו את ספקטרום הבליעה של גז נתרן בתחום זה (ראה תרשים).



- ג. סרטט דיאגרמה של רמות האנרגיה של נתרן (כולל רמת היינון) על פי הנתונים בשאלת. פרט את חישוביך.
- ד. קבע אם הקו nm 589 שנראה בספקטרום הבליעה הוא שחור (בקירוב טוב) או בצד. נמק את קביעתך.
- ה. הוסף לדיאגרמה שרטוט בסעיף ג' חיצים המיצגים את הקווים הספקטרליים של ספקטרום הפוליטה.
- ו. על פי הנתונים בשאלת, חשב את אורך הגל של הקרינה הנפלטה מ השפופרת בתחום האור הנראה (nm  $\lambda < 700$ ) .

### 3) בגרות 2018

חוקרים ערכו ניסוי למדידת רמות אנרגיה של אטום כספית. לשם כך הם הקיינו קרינה על-סגולת דרך שפופרת המכילה גז דليل של אטומי כספית. כל אטומי הכספית היו ברמת הייסוד. אורך הגל של הקרן על-סגולת שהחוקרים היו בתחום: nm 100–300. באמצעות ספקטרומטר קיבלו החוקרים את ספקטרום הבליעה של אטומי הכספית המוצג בתרשים שלפניך :



ספקטרום הבליעה כולל רצף כהה בתחום: nm 100–119.2nm וכן שלושה קווים ספקטרליים בדים, המתאימים לאורך הגל: nm 140.3, 185.9, 255.15. א. הסבר מדוע בספקטרום הבליעה תמיד מתקבלים קווים כהים.

- ב. חשב את אנרגיית היינון של אטומי הכspinית.
- ג. סרטט במחברתך דיאגרמה של ארבע רמות האנרגיה של אטום הכspinית שהתקבלו בניסוי, וחשב את האנרגיה של כל אחת מן הרמות.
- פרט את חשוביך.
- ד. חשב את המהירות המרבית של האלקטרונים שהשתחררו מאטומי הכspinית בניסוי זה.

חוקריהם חישבו גם את ספקטרום הפליטה של אטומי הכspinית עבור רמות האנרגיה שהתקבלו בניסוי.

ה. ענה על השעיפים הבאים:

- ו. הוסף לדיאגרמה שסרטטה בסעיף ג' חיצים שמייצגים את כל הקווים של ספקטרום הפליטה.
- וii. חשב את האנרגיה של הפוטונים שנפלטו, שאורכי הגל שלהם בתחום האור הנראה ( $700\text{nm} - 400\text{nm}$ ).

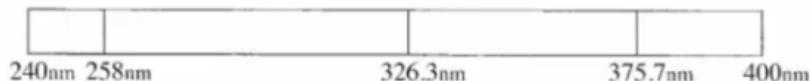
#### 4) בגרות 2017

- בשנת 1913 פרסם הפיזיקאי נילס בוהר מאמר, שבו הציע מודל של אטום מימן. מודל זה הוא המשך של המודל הפלנטרי שהציג ארנסט רתרפורד. המודל שהציג בוחר הוא המודל הראשון שנעשה בו שימוש בעקרונות קוונטיים.
- א. הסבר את המושג "רמת אנרגיה" לפי המודל של בוהר.
- ב. סרטט את דיאגרמת רמות האנרגיה של אטום מימן, ובה 4 הרמות הראשונות ורמת היינון.

- אלקטרון באטום המימן ירד מרמת אנרגיה  $4 = \text{n} = 2$  לרמה  $2 = \text{n}$ .  
בתוך כדי ירידתו של האלקטרון נפלט פוטון אחד.
- ג. חשב את תדריות הפוטון שנפלט.
- ד. חשב את מהירות האלקטרון ברמת האנרגיה  $2 = \text{n}$ .
- ה. על פי מודל רתרפורד אי אפשר להסביר את ספקטרום הבליעה של המימן. הסבר מדוע.

#### 5) בגרות 2016

- תלמידי פיזיקה רצו לבדוק את רמות האנרגיה של אטומים מיסוד מסוימים. לשם כך הכניסו דגימה מהיסוד לתוך מכל, וערכו שני ניסויים זה אחר זה. הנח שככל האטומים נמצאים ברמת הייסוד.
- בניסוי הראשון העבירו דרך המיכל קרינה אלקטромגנטית על-סגולה (UV) בתחום:  $400\text{nm} \leq \lambda \leq 240\text{nm}$ . התלמידים בדקו באמצעות ספקטרומטר את הקרינה אחרי שעברה דרך המכל.
- בספקטרום שהתקבל לא הופיעו: כל אורכי הגל בתחום:  $240\text{nm} \leq \lambda \leq 258\text{nm}$ , וכן שני אורכי הגל:  $326.3\text{nm}$  ו-  $375.7\text{nm}$  (ראה תרשימים).



א. ענה על הסעיפים הבאים :

- .i. מהו סוג הספקטרום שנבדק (בליעה או פליטה)? נמק את תשובה.
- .ii. הסבר מדוע החלק הרציף של הקירינה העל-סגוליה בתחום :  $240\text{nm} \leq \lambda \leq 258\text{nm}$  לא הופיע בספקטרום שהתקבל.

ב. ענה על הסעיפים הבאים :

- .i. חשב את אנרגיית היינון של אטום מהדגימה.
- .ii. חשב את האנרגיה של שתיים מן הרמות המעוררות של אטום זה.

בניסוי השני העבירו דרך המכל אלומת אלקטرونים שהואצו (מחוץ למיכל) במתוך  $7\text{V}$ . באלומה שיצאה מן המיכל התגלו אלקטرونים באנרגיות :  $0.1\text{eV}$ ,  $1\text{eV}$  ו-  $3.1\text{eV}$ .

- ג. חשב את האנרגיה של שתי הרמות המעוררות שהתגלו בניסוי השני.
- ד. על פי התוצאות של שני הניסויים, סרטט את דיאגרמת רמות האנרגיה של האטום הנבדק, ובה חמש רמות האנרגיה שמצאת.

במקביל בדקו התלמידים באמצעות ספקטרומטר את הקירינה האלקטרומוגנטית שנפלטה מהמכל בניסוי השני. הם גילו שהתקבלו שני אורכי גל בתחום הנראה ( $700\text{nm} \leq \lambda \leq 400\text{nm}$ ).

- ה. חשב את שני אורכי הגל שהתקבלו בניסוי.

#### 6) בגרות 2015

- א. ספקטרום הפליטה של אטום המימן הוא בדיד. כיצד אפשר להסביר עובדה זו באמצעות "מודל האטום של בוהר"?
- ב. בעזרת "מודל האטום של בוהר" אפשר לחשב את אנרגיית האלקטרון בرمות האנרגיה השונות של אטום המימן. כאשר רמת הייחוס לאנרגיה פוטנציאלית חשמלית נבחרה באין-סוף ( $U_{\infty} = 0$ ), האנרגיה של המערכת גרעין-אלקטרון היא שלילית. הסבר מהי המשמעות הפיזיקלית של היות האנרגיה שלילית.
- ג. קבע איזו מן האפשרויות ??? היא האפשרות הנכונה להשלמת המשפט שלפניך. על פי מודל בוהר, כאשר אלקטרון עובר מרמה מעוררת לרמת היסוד :
  - .i. האנרגיה של האטום גדלה.
  - .ii. כוח המשיכה החשמלי הפועל על האלקטרון גדול.
  - .iii. אין שינוי באנרגיית האטום. נמק את קביעתך.

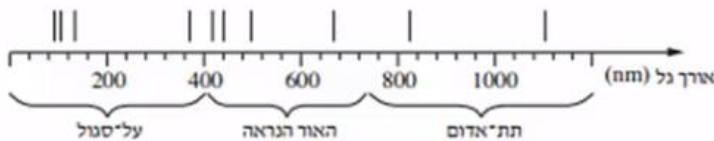
ד. אלומת פוטונים פוגעת באטום מימן. מצא מהי התוצאה של אינטראקציה בין פוטון מן האלומה וביןALKTRON הממצא ברמת היסוד  $E=0$ , בכל אחת משתי התדיירויות:

- i. תדיירות הפוטון:  $f = 4 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ .
- ii. תדיירות הפוטון:  $f = 2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ .
- ה. שני פוטונים A ו-B נפלטים בעקבות מעבר אלקטرونים בין שתי רמות אנרגיה באטום מימן. פוטון A נפלט במעבר בין הרמות 2 ו-1, ופוטון B נפלט במעבר בין הרמות 3 ו-2.
- ו. האם האנרגיה של פוטון A גדולה מזו האנרגיה של פוטון B, קטנה ממנה או שווה לה? הסבר מדוע.
- וו. על פי תשובה על תת-סעיף ה(i), קבע אם אורך הגל של פוטון A גדול מאורך הגל של פוטון B, קטן ממנו או שווה לו.

#### 7) בגרות 2014

א. חשב את האנרגיה של ארבע רמות האנרגיה הראשונות של אטום המימן, ואת אנרגיית היינון שלו. פרט את חישוביך, והציג את תוצאות החישוב בדיאגרמת רמות אנרגיה.

כוכב הוא גוף שמיים לוהט, המפיק בליבה שלו קרינה אלקטرومגנטית בתחום רחב ורציף של אורכי גל, ופולט אותה. כאשר הקרינה עוברת דרך אטמוספרת הכוכב נבלעים בה כמלה אורכי גל. ניתוח של ספקטרה (לשונו רבים של ספקטרום) הקרןנות המגיעות מכוכבים לארכז מספק מיידע על ההרכב הכימי של אטמוספרות הכוכבים. מתרברר שיש אטומי מימן באטמוספירה של רוב הכוכבים. בתרשימים שלפניך מוצג ציר אורכי הגל, ועליו חלק מספקטרום הבלייה של הגז מימן חד-אטומי.



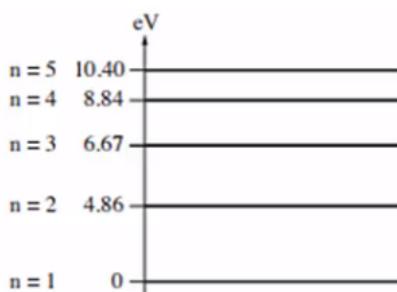
- ב. הסבר מדוע בספקטרה של קרינת הכוכבים יש קווי בליעה באורכי גל מסוימים, כפי שМОצג בתרשימים.
- ג. ענה על השעיפים הבאים:
- i. חשב את אורך הגל שיכול להעביר אטום מימן מרמת היסוד לרמה המעוררת הראשונה.
- וו. העזר בתרשימים וקבע לאיזה תחום של ספקטרום שייך אורך גל זה – אור נראה, קרינה על-סגולת או קרינה תת-אדומה.

ידוע כי ככל שהטמפרטורה של פני הכוכב גבוהה יותר, כך גדל הסיכוי שאטומי הגז של האטמוספירה שלו יהיו ברמות מעוררות גבוהות יותר.

- ד. קו הבלייה הספקטרלי בעל אורך הגל גדול ביותר בתחום האור הנראה, מתקבל כאשר האלקטרונים יוצאים מהרמה  $n = 2$ .  
 לאייזו רמה עברו האלקטרונים כשהתקבל קו בליה זה? נמק.  
 ה. מדענים מצאו שבספקטרום של כוכב אי אפשר לראות בובת אחת את כל קווי הבליה המתאימים לאטום המימן.  
 יש כוכבים שבספקטרה שלהם נראים קווי הבליה של מימן בתחום התת-אדום בלבד. האם הכוכבים האלה חמים יותר או קרירים יותר מכוכבים אחרים, שבספקטרום שלהם מופיעים קווי בליה בתחום האור הנראה והעל-סגול? נמק את תשובتك.

#### 8) בגרות 2013

אדי כספית בלחץ נמוך נתונים בתחום שפופרת. הנח שאטומי הכספית נמצאים ברמת היסוד. דרך השפופרת עוברת אלומה של קרינה אלקטרומגנטית, שאורכי הגל שלה,  $\lambda$ , נמצאים בתחום הרציף:  $260\text{nm} \leq \lambda \leq 170\text{nm}$ .  
 לפניך דיאגרמה של רמות האנרגיה הראשונות של אטום כספית:



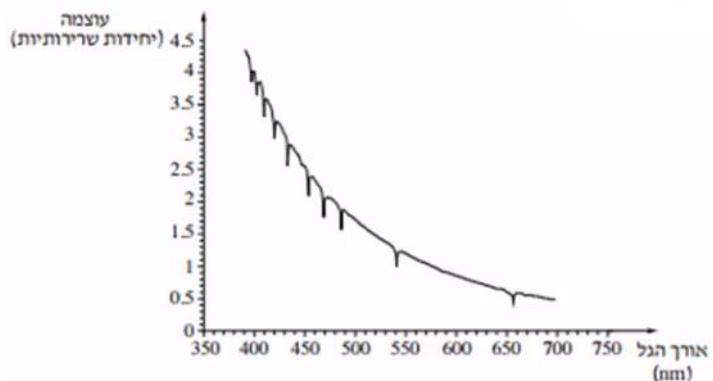
- א. חשב את אורכי הגל מהאלומה שנבלעים על ידי אטומי הכספית. ציין לאייזו רמת אנרגיה עוררה הקרן אלומה את אטומי הכספית, עברו כל אחד מאורכי הגל שמצוות. הזנה את הסיכון שאטום כספי מעורר יבלע פוטון.
- ב. חשב את אורכי הגל של ספקטרום הפליטה המתקבל מאטומי הכספית שבסופרת, ועבור כל אורך גל ציין בין אילו רמות אנרגיה עבר האטום.
- ג. במעבר הקרן דרך השפופרת, אטומי הכספית פולטים תוך זמן קצר את אורכי הגל שנבלעו. הקרן שנבלעת נפלטה לכל הכיוונים.
- על סמך תיאור זה, הסבר מדוע מופיעים בספקטרום הבליה קווים כהים.
- ד. בדיאגרמה של רמות האנרגיה, כל רמת אנרגיה מאופיינת על ידי ערך מספרי מסוים. (לדוגמה, הרמה המעוררת הראשונה מאופיינת על ידי הערך:  $V = 4.86\text{eV}$ ).  
 ציין מה הם סוגי האנרגיה שהערך המספרי מתקבל מהם.

**9) בגרות 2012**

בספקטרום הפליטה של מימן יש רק ארבעה קוויים:  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$  ו-  $H_{\delta}$ , בתחום האור הנראה ( $\lambda < 700\text{nm}$ ). קוויים אלה מתקבלים כשאטומי המימן המעוררים חוזרים לרמת האנרגיה  $n = 2$  של האטום. אורך הגל של הקוויים:  $H_{\gamma} = 435\text{nm}$ ,  $H_{\beta} = 487\text{nm}$ ,  $H_{\delta} = 656\text{nm}$  והוא:  $H_{\alpha} = 411\text{nm}$ .

- A. הקו  $H_{\alpha}$  מתקובל במעבר של האלקטרון מרמת האנרגיה השלישית לרמת האנרגיה השנייה.  
 מבין ארבעת הקוויים בתחום האור הנראה, קו זה הוא הקו שאורך הגל שלו מרבי.  
 הסבר עובדה זו בלי לחשב.  
 B. חשב את אורך הגל של הקו  $H_{\alpha}$ .

באטמוספירה של רוב הכוכבים, שהטמפרטורה שלהם גבוהה מאוד, נמצאים אטומי מימן רבים במצב מעורר. מודדים את עוצמת הקרינה האלקטרומגנטית הנפלטה מכוכב מסוים לאחר שעברה דרך האטמוספירה שלו. בגרף שלפניך מתוארת עוצמת הקרינה בתחום האור הנראה (ביחידות שריירויות), כתלות באורך הגל שלו:



- C. הסבר מדוע מופיעות בגרף ירידות חדות בעוצמת האור באורכי גל מסוימים.  
 משערים שבאטמוספירה של הכוכב יש מימן.  
 D. הייעזר בגרף והסביר אם יש הצדקה להשערה זו.  
 E. האם ניתן שבאטמוספירה של הכוכב יש גזים נוספים? הסבר את תשובתך.

## 10) בגרות 2011

כדי ללמוד על תהליכי העירור ועל ספקטרום הפליטה של אטום מימן אפשר להיעזר בסימולציה מחשב הבנויה על פי המודל של בוהר. בסימולציה נתון מכל ובו גז מימן חד-אטומי במצב היסוד.

א. הסימולציה מדמה עירור של אטומי המימן בשתי שיטות: האחת על ידי אלומה של קרינה אלקטרומגנטית, והשנייה על ידי התנגשות של אטומי הגז בחלקיקים שהואצנו עוד קודם כניסתם למכל. אטומי המימן עוררו מרמת היסוד לרמה 3 =  $n$ .

איזה ערך או אילו ערכיהם של אנרגיה יכול/יכולים להיות:

i. לפוטו נאותה קרינה אלקטרומגנטית? נמק.

ii. לחליק שהתנגש באטום מימן? נמק.

ב. האטומים שעוררו לרמה 3 =  $n$  חוזרים במצב היסוד, והסימולציה מציגה ספקטרום פליטה.

i. סרטט דיאגרמה של רמות האנרגיה של אטום המימן, שתכלול את רמת היסוד, את שתי הרמות המעוורנות הראשונות ואת רמת היינון (סה"כ – ארבע רמות). רשום ליד כל רמה את ערך האנרגיה.

ii. סמן בדיאגרמה חיצים המיצגים את המעברים בין הרמות, שיתאימו לאורכי הגל בספקטרום הפליטה המתkeletal.

ג. חשב את אורכי הגל בספקטרום פליטה זה.

ד. לפני השימוש בסימולציה התבקשו התלמידים לשער מהו אורך הגל של פוטו נו שיגרום ליינון של אטומי המימן שבמכל. לפני החשערות שהעלו שלושה תלמידים.

תלמיד A : ליינון אטומי המימן שבמכל יגרום רק פוטו שאורך הגל שלו :  $\lambda = 91.18 \text{ nm}$ .

תלמיד B : ליינון אטומי המימן שבמכל יגרום כל פוטו שאורך הגל שלו :  $\lambda \leq 91.18 \text{ nm}$ .

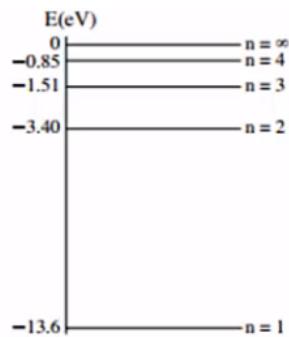
תלמיד C : ליינון אטומי המימן שבמכל יגרום כל פוטו שאורך הגל שלו :  $\lambda \geq 91.18 \text{ nm}$ .

קבע אייזו מהחשורות של התלמידים היא הנכונה, ונמק את קביעותך.

ה. חשב את האנרגיה הקינטית של האלקטרון באטום המימן כאשר הוא נמצא ברמה 3 =  $n$

11) בגרות 2010

מבצעים שני ניסויים עם גז מימן חד-אטומי. בניסוי הראשון אלומת קירינה אלקטرومגנטית שאורכי הגל שלה בתוחם : 200nm–100nm עוברת דרך מכל עם גז מימן לא מעורר. חלק מהקירינה האלקטרומגנטית נבלע. לפניך דיאגרמה חלקית של רמות האנרגיה של אטום מימן.



א. הקריאה האלקטרומגנטית בתחום הנטו אין מיננת אוטומי מימן  
הנמצאים ברמת היוזד. הסבר מדוע.

בתשובה תידך לסעיפים ב-ה יש להזניח את בליעת האנרגיה על ידי אטום מימנו מעורר.

ב. ענה:

חשב את אורך הגל של הקריינה שבלעה.

ii. העתק את הדיאגרמה למחברתך, ויסמן בה חצים שמייצגים מעברים בין הרמות המתאימים לבליית אורך הגל שהיחסת.

ג. בניסויי השני אלקטרוניים מואצים עוברים דרך אותו מכל עם גז מימן לא מעורר.

i. חשב את המתח המינימלי הדרוש להאצת האלקטרונים ממנוחה, כדי שיווכלו לגורם ליינן של אוטומי המימן.

ii. אם יתכן שאלקטרוון שהואץ במתח שחישבת בתת-סעיף ג (ג),  
יגרום לעিורו האטום (ולא ליינון) ? נמק.

ד. כאשר אוטם מימן בולע קרינה אלקטرومגנטית, האם רדיוס המסלול של האלקטרון גדול, קטן או אינו משתנה? נמק.

ה. אחת ההנחות שעליון מבודסס מודל בוהר לאטום מימן היא

הקשר: הראה כי הנחה זו של בוחר שколה להנחה שהיקף  $m_e vr = n \frac{h}{2\pi}$

המסלול המעגלי של האלקטרון באותו מימן הוא כפולה של שולמה של אורך גל דה-ברויי של האלקטרון.

### 12) בגרות 2009

- על פי מודל האטום של בוהר, אנרגיה של אלקטרון באטום היא גודל קוונטי.
- א. הסבר את משמעות המשפט: "האנרגיה של אלקטרון באטום היא גודל קוונטי".
- ב. הסבר בעזרת מודל בוהר את העובדה שספקטרום הפליטה של מימן הוא בדיד (קווי).
- ג. סדרת בלמר כוללת קוויים ספקטרליים שמתקבלים עבור אוטומי מימן כשלקטרון עובר מרמה  $m > 2$  לרמה  $n = 2$ .
- מהו אורך הגל המרבי של קו ספקטרלי מסדרה זו? פרט את חישוביך.
- ד. אנרגיית היינון של אטום מימן שווה  $-13.6\text{ eV}$ .
- ה. הסבר את המשמעות של קביעה זו.
- ו. חשב את האנרגיה הדרישה ליינון אטום מימן מרמה  $n = 2$  ל  $n = 1$ .
- ח. אלקטרון באטום המימן עובר מרמה  $n = 2$  לרמה  $n = 1$ . בטבלה ש לפניה מוצגות ארבע אפשרויות לשינויו הגדול של האנרגיה הכוללת ושל האנרגיה הקינטית של האלקטרון.
- אייזו מבין האפשרויות 1-4 נכונה? הסבר את בחירתך.

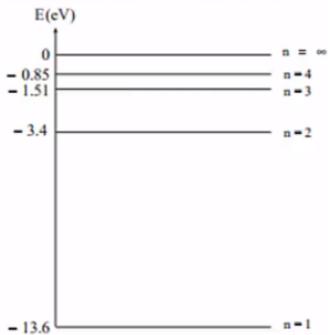
אפשרות / אנרגיה	1	2	3	4
כוללת	קטנה	גדלה	קטנה	לא משתנה
קינטית	גדלה	קטנה	קטנה	גדלה

### 13) בגרות 2007

- א. הסבר כיצד ספקטרום הפליטה של מימן תומך במודל האטום של בוהר וAINO תומך במודל האטום של רתרפורד.
- ב. חשב את האנרגיה הכוללת של אטום המימן כאשר האלקטרון נמצא במסלול שרדיוסו גדול פי 25 מרדיוס המסלול המתאים לרמת הייסוד.
- ג. בעקבות בליעת פוטון, עבר אלקטרון של אטום מימן מרמת הייסוד לרמה שחישבת בסעיף ב'.
- חשב מהי האנרגיה שהייתה לפוטון.
- ד. כמה אורכי גל שונים (איןך נדרש לחשב את אורכי הגל) עשויים להיפלט מאוטומי גז המימן המעוררים לרמה שחישבת בסעיף ב'?
- נקט את תשובה ב' בעזרת סרטוט.
- ה. בשופורת נמצאים אוטומי מימן ברמת הייסוד מה עשוי לקרות לאוטומי המימן, אם דרך השופורת תעבור אלומה פוטונית, שלכל פוטון בה יש אנרגיה כפולה מהאנרגיה שחישבת בסעיף ג'?

**14) בגרות 2006**

ג' של אטומי מימן ברמת היסוד ( $n=1$ ) נתון בתחום כל'. ארבע רמות האנרגיה הראשונות של אטומי המימן מתוארות בדיאגרמה ש לפניה.



תלמיד מעביר בזו אחר זו אלומות שונות של אלקטרונים דרך הגז, כמפורט בסעיפים א'-ג'.

א. לכל אלקטרוני באלומה אנרגיה של  $V = 11\text{eV}$ .

האם אלקטרוניים אלה יכולים לעורר את אטומי המימן שבכל? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – מצא את האנרגיה של אלקטרוני מהאלומה לאחר שהוא גורם לעירור.

ב. ערכי האנרגיה של האלקטרונים באלומה נמצאים בין  $V = 10\text{eV}$  ל- $V = 12.5\text{eV}$ . כמה קווים ספקטרליים יהיו בספקטרום של האור הנפלט מאטומי המימן? הסבר את תשובתך בעזרת דיאגרמת רמות האנרגיה: העתק למחברתך את הדיאגרמה, וסמן בה חצים להציג המעברים.

ג. לכל אלקטרוני באלומה אנרגיה של  $V = 15\text{eV}$ .

האם אלקטרוניים אלה יכולים ליין את אטומי המימן שבכל? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – מצא איזה ערך או אילו ערכים של אנרגיה יכולים להיות, לאחר היינון, לאלקטרונים שגרמו ליינון.

תלמיד אחר מעביר בזו אחר זו אלומות שונות של פוטונים דרך הגז, כמפורט בסעיפים ד-ה.

ד. לכל פוטון באלומה אנרגיה של  $V = 11\text{eV}$ .

האם פוטונים אלה יכולים לעורר את אטומי המימן שבכל? הסבר.

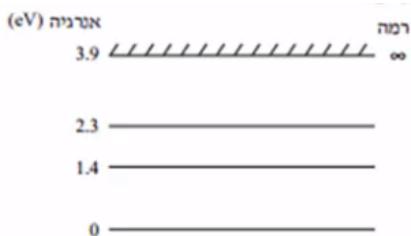
ה. ערכי האנרגיה של הפוטונים באלומה נמצאים בין  $V = 10\text{eV}$  ל- $V = 12.5\text{eV}$ .

כמה קווים ספקטרליים מופיעים בספקטרום הבליעה?

הסבר את תשובתך בעזרת דיאגרמת רמות האנרגיה: העתק למחברתך את הדיאגרמה, וסמן בה חצים להציג המעברים.

**15) בגרות 2005**

נתונה שפופרת של אדי צזום בטמפרטורה גבוהה.  
התרשימים שלפניך מציגים חלק מרמות האנרגיה של אטום צזום.  
הנח כי כל מעברי האנרגיה בין רמות אלה מותרים.



א. חלק מאטומי הצזום בשפופרת נמצאים ברמת היסוד, והשאר ברמה המעווררת הראשונה, ולכן נפליטת מהשפופרת קרינה אלקטרומגנטית מונוכרומטית. חשב את אורך הגל של קרינה זו.

- אלומה של אלקטרוניים שהאנרגיה שלהם היא:  $J^{19} - 10 \cdot 2.4$  עוביית דרכן השפופרת, וחלק מהאלكترونيים מתנגשים באטומי הצזום.
- ב. חשב את אורך הגל של כל קווי ספקטרום הפליטה היכולים להתקבל מאטומי הצזום בשפופרת.
- ג. במקום אלומת האלקتروנים מעבירים בשפופרת אלומת פוטוניים שהאנרגיה שלהם היא:  $V \cdot 0.9eV$ .  
מה הם אורך הגל של כל קווי הספקטרום שיתקבלו בעת מאטומי הצזום בשפופרת?

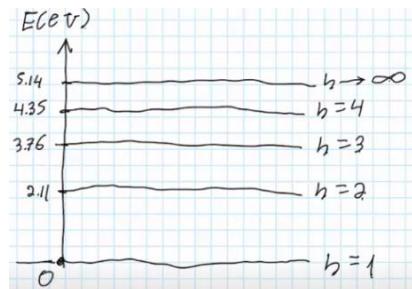
### תשובות סופיות:

.  $\lambda_{6 \rightarrow 2} = 409.2\text{nm}$  .ii .  $\lambda = 656.1\text{nm}$  .i.g .  $E_{n=3} = -1.51\text{eV}$  .1 . ב. לא .

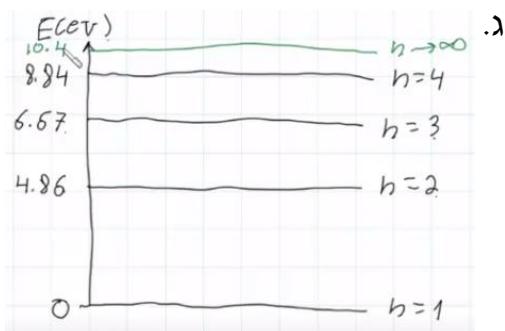
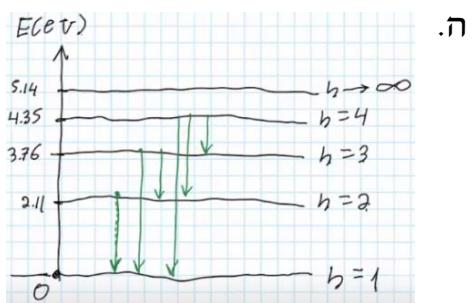
.  $\Delta E = 3.4\text{eV}$  .ח .  $\lambda_{3 \rightarrow 2} = 656.1\text{nm}$  ,  $\lambda_{3 \rightarrow 1} = 102.6\text{nm}$  ,  $\lambda_{2 \rightarrow 1} = 121.6\text{nm}$  .ד .

(2) א. האנרגיה שיש להשקיع כדי לעקור אלקטרון מהאטום של החומר.

ד. שחרור בקירוב. ב.  $E = 5.14\text{eV}$  .ג .

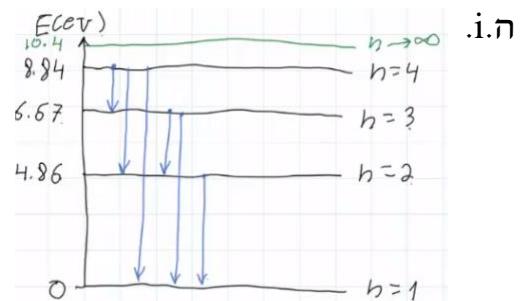


.  $\lambda_1 = 588\text{nm}$  ,  $\lambda_2 = 554\text{nm}$  .1



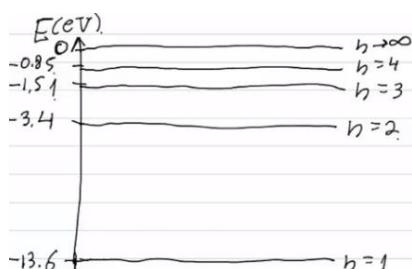
(3) א. ראה סרטון. ב.  $E = 10.4\text{eV}$

.  $V = 8.39 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$  .ד .



.  $E_{4 \rightarrow 3} = 2.17\text{eV}$  ,  $E_{3 \rightarrow 2} = 1.81\text{eV}$  .ii

.  $f = 6.15 \cdot 10^{14}\text{Hz}$  .ג .



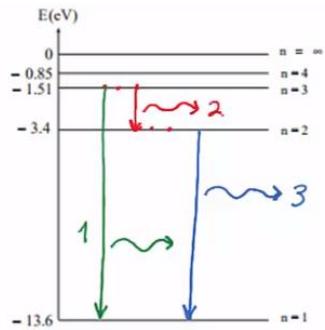
(4) א. ראה סרטון. ב. .ה. ראה סרטון.

.  $V = 1.095 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$  .ד .

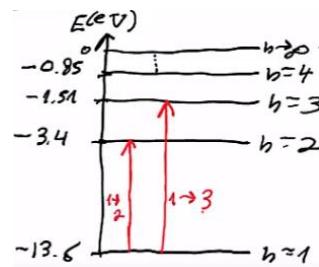


- . ד.י. ראה סרטוון.      .  $\lambda_{3 \rightarrow 2} = 656\text{nm}$  . ג.      ב. ראה סרטוון.  
 . א.  $E_{ph} = 13.06\text{eV}$  . ג.      ה. אפשרות 1.

- . ד. 10 קווים.      .  $E_g = -0.544\text{eV}$  . ב.  $V = ?$  . ג. ראה סרטוון.  
 . ה. ראה סרטוון.



- . (14) א. כנ, ב. 3 קווים פליטה שונות, ג. כנ, ד. לא.  
 . א.  $E = 0.8\text{eV}$ , ב.  $0 \leq E_k \leq 1.4\text{eV}$ , ג. 2 קווים ספקטרליים,



- . .  $\lambda_{2 \rightarrow 1} = 886\text{nm}$ ,  $\lambda_{3 \rightarrow 1} = 539\text{nm}$ ,  $\lambda_{3 \rightarrow 2} = 1378\text{nm}$ . ב.  $\lambda = ?$  . ג. כמו סעיף ב'.