מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשפ"ב, 2022
מספר השאלון: 036282
נספח: דפי נוסחאות ונתונים ל־5 יחידות לימוד

פיזיקה
קרינה וחומר
הוראות

א. <u>משך הבחינה</u>: שעתיים.

ב. <u>מבנה השאלון ומפתח ההערכה</u>:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן יש לענות על <u>שלוש</u> שאלות בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות

ג. <u>חומר עזר מותר בשימוש</u>: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

ד. הוראות מיוחדות:
(1) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברת. יש לציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרתם.
(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, יש להציג את השלבים האלה:
רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו מספר סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.
(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, יש לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלתם.
(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.
(5) כאשר אתם נדרשים להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצת הנפילה החופשית g.
(6) בחישובים יש להשתמש בערך $10\ \mathrm{m/s^2}$ לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
(7) יש לכתוב את התשובות בעט. אם תכתבו בעיפרון או תמחקו בטיפקס לא תוכלו לערער.
מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.

יש לכתוב <u>במחברת הבחינה בלבד</u>. יש לרשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

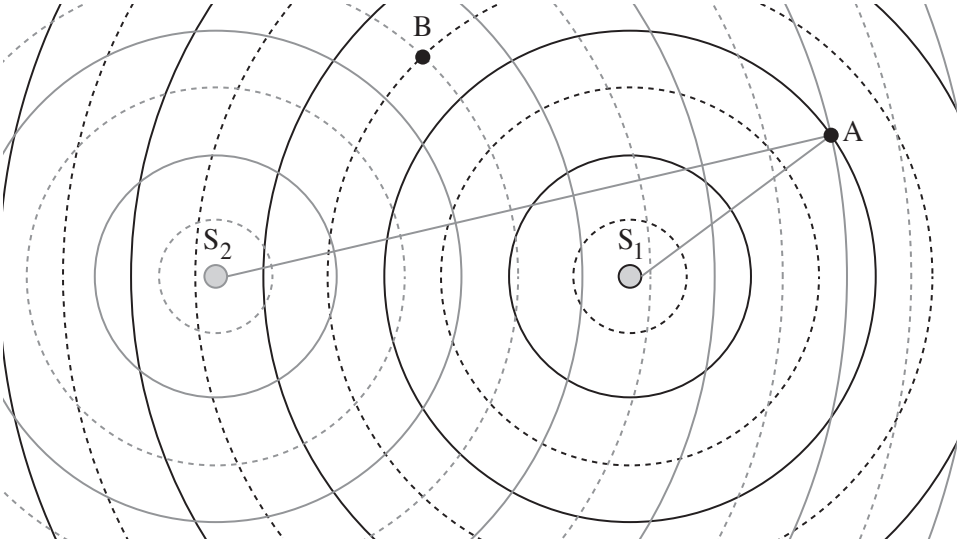
בהצלחה!

/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענו על שלוש מן השאלות 1–5.
(לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. תלמידות מגמת פיזיקה בבית ספר תיכון ערכו מדידות באמבט גלים שבו הן יצרו גלים באמצעות שני כדורים מתנודדים, S_1 ו־ S_2. הכדורים התנודדו בתדירות זהה f ופגעו במים בו־זמנית. התלמידות מדדו את המרחקים שבין הכדורים S_1 ו־ S_2 לבין נקודה A (ראו תרשים; התרשים אינו בקנה מידה מדויק).
שימו לב: בתרשים, קו מלא מייצג שיא של גל (מקסימום) וקו מקווקו מייצג שפל של גל (מינימום).

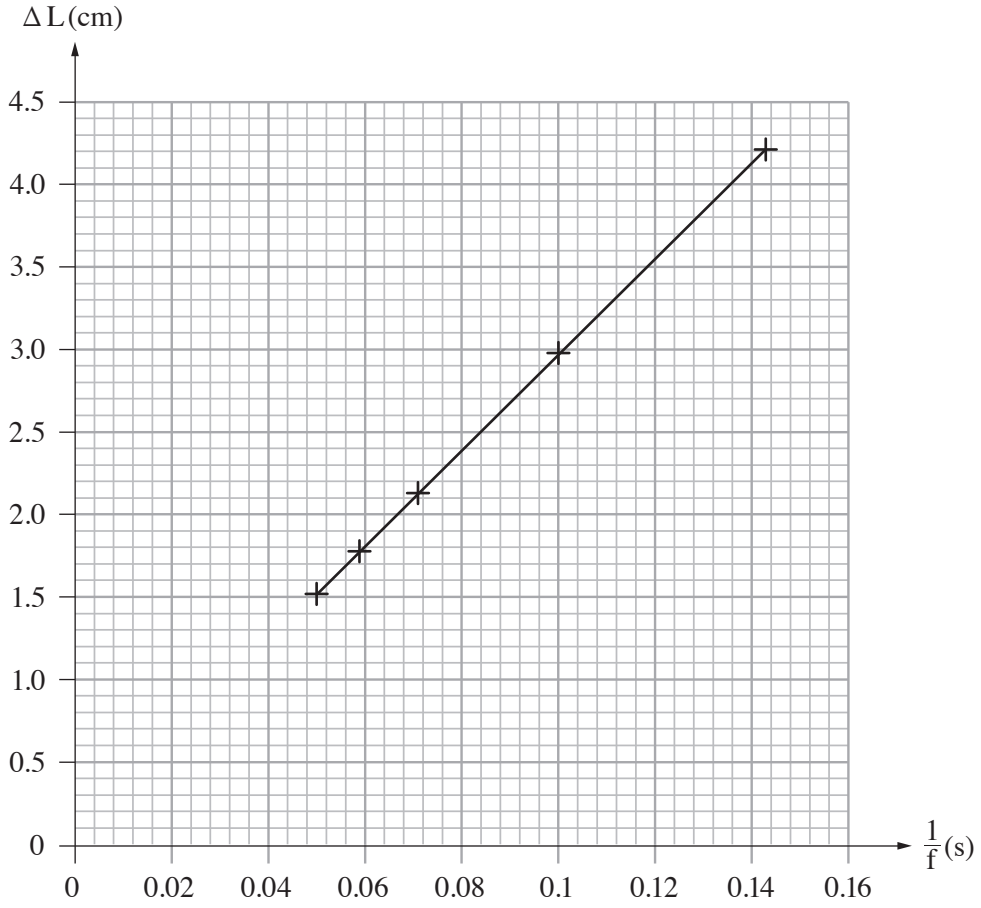


א. קבעו באמצעות התרשים מהו הסדר n של קו ההתאבכות שעליו נמצאת הנקודה A.
נמקו את תשובתכם. (6 נקודות)

ב. ΔL הוא הפרש המרחקים של הנקודה A מכל אחד משני הכדורים ($\Delta L = AS_2 - AS_1$).
רשמו ביטוי של ΔL כפונקצייה של התדירות f והמהירות v, עבור התאבכות בונה. (6 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

התלמידות שינו את תדירות התנודות של שני הכדורים S_1 ו־ S_2 . בכל תדירות הן מדדו את המרחקים בין הכדורים ובין נקודה שנמצאת על אותו קו התאבכות מסדר n , הסדר שמצאתם בסעיף א. התלמידות חישבו את הפרש המרחקים ΔL וסִרטטו את הגרף שלפניכם.



ג. על פי שיפוע הגרף, חשבו את v , מהירות ההתפשטות של הגלים באמבט הגלים. (6 נקודות)

ד. קבעו אם בנקודה B , המסומנת בתרשים, מתרחשת התאבכות בונה או התאבכות הורסת, או שנקודה B היא נקודת ביניים. (6 נקודות)

נתון: המשרעת של כל אחד משני הגלים בנקודה B היא 0.2 ס"מ.

ה. עבור התדירות $f = 12.5Hz$, סרטטו גרף של ההעתק האנכי של הגל בנקודה B כפונקצייה של הזמן במשך זמן מחזור אחד. ההעתק האנכי של הנקודה B ברגע $t = 0$ מוגדר בתרשים. (5 נקודות)

ו. קבעו אם וכיצד היה משתנה סוג ההתאבכות בנקודות A ו־ B הנתונות בתרשים במקרה שבו שני המקורות S_1 ו־ S_2 היו הפוכי מופע. נמקו את קביעתכם. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. תלמידים ערכו ניסוי במערכת המורכבת מלוחית שיש בה סדק יחיד שרוחבו w , מקור אור מונוכרומטי שאורך הגל שלו λ ומסך. הם הציבו את המסך במקביל ללוחית ובמרחק L ממנה, ומדדו את רוחב כתם האור המרכזי Δx שהתקבל על המסך.

התלמידים ביצעו את המדידות כמה פעמים, ובכל פעם הם השתמשו בלוחית אחרת שבה רוחב הסדק w היה שונה.

א. בטאו את רוחב הכתם המרכזי Δx בתבנית העקיפה כפונקצייה של רוחב הסדק w , מרחק הלוחית מהמסך L ואורך הגל λ . (6 נקודות)

תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם. בטבלה יש גם שורה של "המשתנה החדש" המיועדת למשתנה המבוסס על רוחב הסדק w , והתלות בינו לבין Δx היא לינארית.

w (mm)	0.016	0.020	0.030	0.040	0.080
Δx (m)	0.040	0.035	0.025	0.017	0.010
המשתנה החדש					

ב. **(1)** קבעו את המשתנה החדש ואת היחידות שלו.

(2) העתיקו למחברת את הטבלה והשלימו בה את הערכים של המשתנה החדש ואת היחידות שלו.

(4 נקודות)

ג. **(1)** סרטטו דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של רוחב כתם האור המרכזי Δx כפונקצייה של המשתנה החדש.

(2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה).

(9 נקודות)

נתון: $L = 0.75\text{m}$.

ד. היעזרו בשיפוע הגרף ומצאו את אורך הגל λ של האור. (9 נקודות)

התלמידים החליפו את הלוחית שבה סדק יחיד בלוחית אחרת, שבה שני סדקים צרים מאוד שהמרחק ביניהם הוא d . עבור שתי הלוחיות התקבל כתם האור המרכזי באמצע המסך.

נתון: $d = w$.

ה. קבעו איזה מן ההיגדים 1–3 שלפניכם נכון, ונמקו את קביעתכם. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

1. רוחב הכתם המרכזי שהתקבל על המסך בשתי הלוחיות שווה.
2. רוחב הכתמים המשניים שהתקבלו על המסך בשתי הלוחיות שווה.
3. מספר פסי המקסימום של האור שהתקבל על המסך הוא זוגי בשתי הלוחיות.

/המשך בעמוד 5

3. קבוצת תלמידים ערכה ניסוי כדי ללמוד על האפקט הפוטואלקטרי. לשם כך הם חיברו תא פוטואלקטרי למעגל חשמלי והאירו את הקתודה (הפולט).

הניסוי נערך בשלושה שלבים.

<u>בשלב הראשון</u> חיברו התלמידים את הקתודה להדק השלילי של מקור המתח ואת האנודה (הקולט) להדק החיובי, כדי לייצר מתח האצה. בכל פעם הם האירו את הקתודה באור באורכי גל שונים, וגילו שבהארה באורכי גל מסוימים לא נפלטים אלקטרונים.

א. קבעו באילו אורכי גל – ארוכים או קצרים – לא נפלטים אלקטרונים. הסבירו את קביעתכם. (6 נקודות)

התלמידים האירו את הקתודה באור באורך גל מסוים שבו נפלטים אלקטרונים, ואחר כך הרחיקו את מקור האור מן הקתודה.

ב. קבעו אם לאחר הרחקת מקור האור עוצמת הזרם החשמלי במעגל גדלה, קטנה או לא השתנתה. הסבירו את קביעתכם. (5 נקודות)

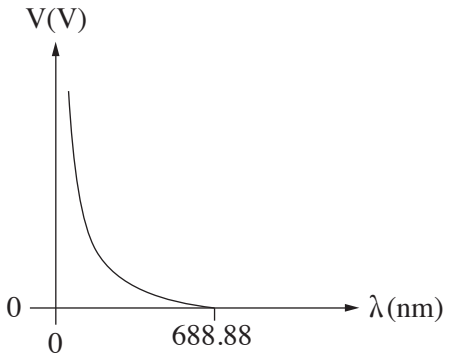
<u>בשלב השני</u> איפסו התלמידים את המתח בין האנודה לקתודה, והאירו את הקתודה באור באורך גל שבו נפלטים אלקטרונים.

ג. קבעו איזה מן ההיגדים 1–3 שלפניכם נכון. (6 נקודות)

1. כל האלקטרונים שנפלטים מהקתודה מגיעים לאנודה מפני שאין שום גורם שיעצור אותם.
2. חלק מהאלקטרונים לא מגיעים לאנודה, בגלל דחייה בין מטענים חשמליים.
3. שום אלקטרון לא מגיע לאנודה, מפני שהאנרגייה הקינטית של האלקטרונים נמוכה מדי.

<u>בשלב השלישי</u> חיברו התלמידים את הקתודה להדק החיובי של מקור המתח, ואת האנודה להדק השלילי. הם שינו את אורך הגל כמה פעמים ובכל פעם מדדו את המתח המינימלי שעבורו התאפס הזרם.

בתרשים 1 מוצג גרף המתאר את תוצאות המדידות.



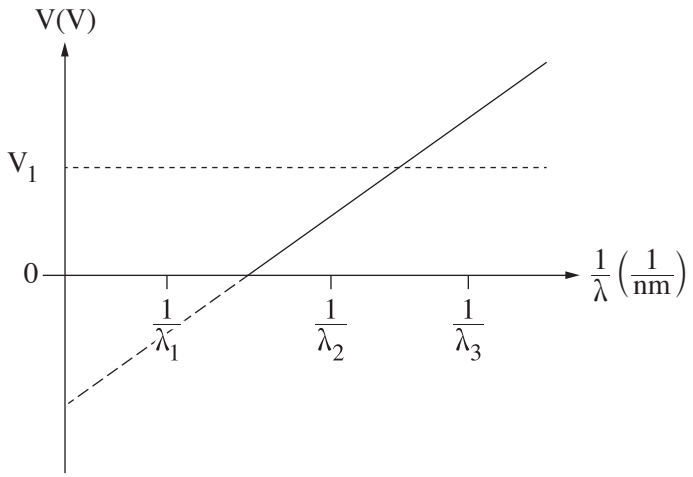
תרשים 1

ד. הסבירו את המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האופקי בתרשים 1. (5 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 6

בתרשים 2 שלפניכם מוצג גרף המתאר את מתח העצירה כפונקצייה של $\frac{1}{\lambda}$.



תרשים 2

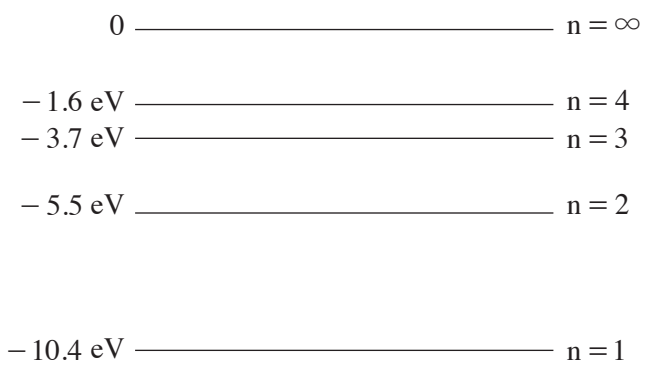
ה. קבעו מהי המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האנכי, וחשבו את הערך המספרי של נקודת החיתוך. (5 נקודות)

התלמידים קבעו את המתח לערך V_1 (ראו תרשים 2), והאירו את הקתודה בזה אחר זה בשלושת אורכי הגל λ_1 , λ_2 , λ_3 המסומנים בתרשים 2.

ו. קבעו בנוגע לכל אחד משלושת אורכי הגל אם זורם זרם במעגל. נמקו כל אחת מן הקביעות. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

4. מדענים חקרו את רמות האנרגייה של אטום כספית באמצעות שפופרת המכילה אדי כספית בלחץ נמוך ובטמפרטורה נמוכה. בתנאים אלה אפשר להניח כי מרבית האטומים נמצאים <u>ברמת היסוד</u>.

לפניכם תרשים של חלק מרמות האנרגייה של אטום הכספית.



המדענים העבירו דרך השפופרת קרינה אלקטרומגנטית בתחום מסוים ורציף של אורכי גל. באמצעות ספקטרומטר הם בחנו את הקרינה לאחר שעברה דרך השפופרת, וגילו קווים שחורים.

בשאלה זו יש להתייחס לעירור מרמת היסוד בלבד.

א. חשבו את אורך הגל המקסימלי של הקרינה שיכולה לגרום לעירור אטום הכספית. (6 נקודות)

המדענים בדקו את ספקטרום הפליטה והבחינו בשלושה קווים ספקטרליים בלבד.

ב. חשבו את אורכי הגל של הקרינה שנפלטה. (9 נקודות)

ג. קבעו את אורכי הגל שבהם התגלו הקווים השחורים לאחר שהקרינה עברה דרך השפופרת. (6 נקודות)

ד. קבעו אם הייתה מתרחשת תופעת יינון, אֵילו היו מקרינים את אטום הכספית בקרינה מונוכרומטית באורך גל $\lambda = 80\text{nm}$.

אם לא – נמקו את קביעתכם, אם כן – חשבו את האנרגייה הקינטית המקסימלית של האלקטרונים שהיו נפלטים. (7 נקודות)

בניסוי אחר העבירו דרך השפופרת אלומת אלקטרונים. האנרגייה של כל אלקטרון היא 8eV.

ה. קבעו אם הקרינה שנפלטה הפעם היא בדיוק באותם שלושה אורכי גל שחישבתם בסעיף ב. נמקו את קביעתכם. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8

5. א. ידוע שבגרעין האטום פועל "הכוח החזק".

כתבו בקצרה מהי פעילותו של הכוח החזק, והסבירו מדוע הוא נדרש. (5 נקודות)

האיזוטופ הרדיואקטיבי של יוֹד $^{131}_{53}I$ משמש לצורכי אבחון וטיפול רפואי בבלוטת התריס.

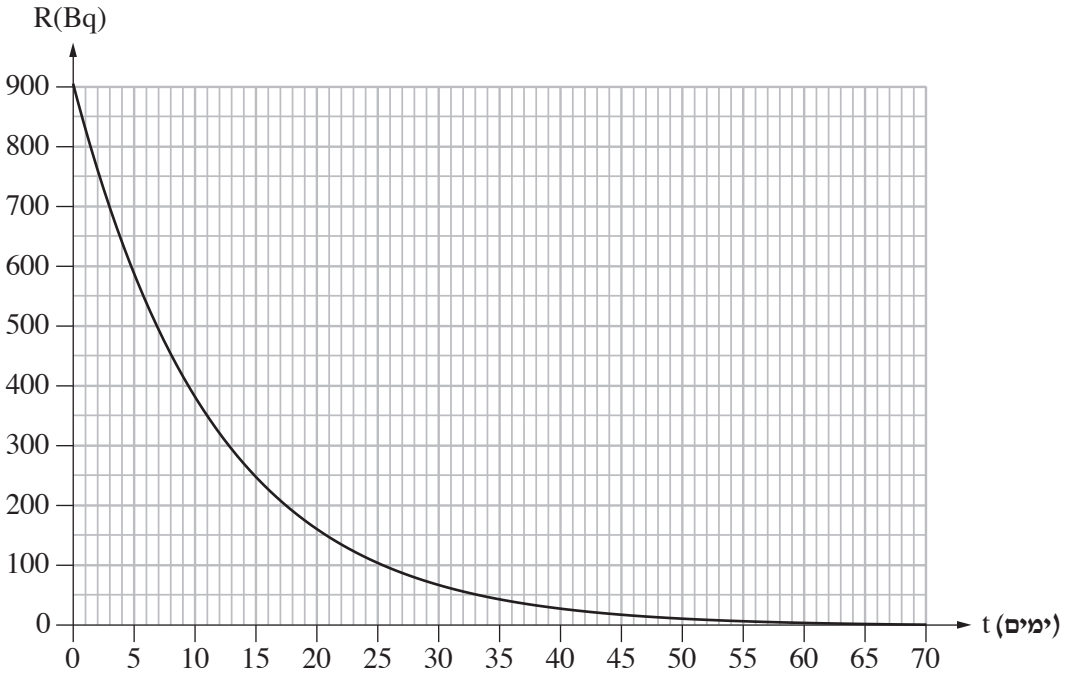
האיזוטופ $^{131}_{53}I$ עובר התפרקות β^- שהתוצר שלה הוא איזוטופ של קְסֶנוֹן, (Xe), ומייד לאחר מכן מתרחשת התפרקות γ. תבנית המשוואות שבסעיף ב מתארת את שתי ההתפרקויות האלה.

ב. העתיקו למחברת את התבנית והשלימו אותה. (5 נקודות)

$$^{131}_{53}I \rightarrow _____ \rightarrow _____$$

בטיפול רפואי בבלוטת התריס המטופל בולע כמוסת איזוטופ $^{131}_{53}I$ בתחילת הטיפול. רגע זה מוגדר $t = 0$.

הגרף שלפניכם מתאר את הפעילות הרדיואקטיבית R של האיזוטופ $^{131}_{53}I$ כתלות בזמן t שחלף מרגע תחילת הטיפול הרפואי. הזמן t נמדד בימים והפעילות R נמדדת ביחידות Bq.



ג. על פי הגרף, מִצאו את זמן מחצית החיים של האיזוטופ $^{131}_{53}I$. (5 נקודות)

ד. חשבו את מספר גרעיני $^{131}_{53}I$ שיש בכמוסה שהמטופל בולע, ברגע תחילת הטיפול. (7 נקודות)

ה. חשבו את משך הזמן מרגע $t = 0$ ועד שרמת הפעילות תהיה $R = 5Bq$. (7 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 9/

1. לפניכם חמישה היגדים. קבעו בנוגע לכל אחד מהם אם הוא נכון או שגוי. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

(1) חלקיק β^- נפלט מן האלקטרונים שסביב הגרעין.

(2) התפרקות רדיואקטיבית היא תופעה ספונטנית.

(3) אפשר לקבוע את הרגע המדויק שבו גרעין מסוים יתפרק התפרקות רדיואקטיבית.

(4) קרינת גמא משנה כיוון בהשפעת שדה מגנטי.

(5) ככל שמספר הנוקלאונים (פרוטונים ונויטרונים) בגרעין קטן יותר – היציבות שלו גדולה יותר.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך