

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 4
מספר השאלון: 036282
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

קרינה וחומר - 5 יחידות לימוד

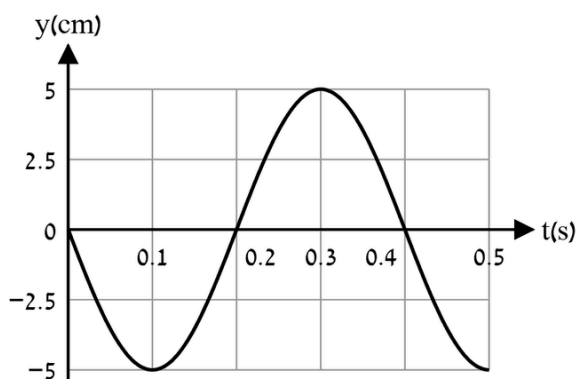
הוראות

- א. משך הבחינה: שתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה - $\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times \frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות. (2) נוסחאות ונתונים בפיזיקה (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות: יש לענות על שלוש שאלות בלבד; אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתכם, ויש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף. בשאלות חישוב יש להציג את הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות, פיתוח מתמטי, הצבת הנתונים, ותוצאה כשבר עשרוני עם מספר מתאים של ספרות משמעותיות ויחידות; את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g - תאוצת הנפילה החופשית.
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

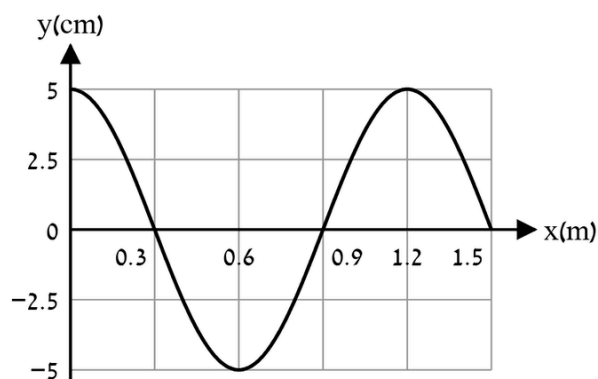
בהצלחה!

השאלות

1. בשיעור על "גלי רוחב" מותחים על רצפה חלקה קפיץ ארוך ורך שהצפיפות שלו אחידה (קפיץ 1). הקצה השמאלי של הקפיץ קשור לקיר רחוק, וקצהו הימני מחובר למחולל תנודות. בעזרת המחולל יוצרים בקפיץ גל רוחב מחזורי שמתקדם שמאלה, לעבר הקיר. מסמנים ב- Q נקודה מסוימת על הקפיץ.
- תרשים 1 מתאר את צורתו של קטע מן הקפיץ ברגע מסוים, $t = 0$, לפני שהגל הגיע אל הקיר. המקום x נמדד מסימן שעל הקפיץ, וכיוונו החיובי ימינה (לעבר המחולל). ההעתק y (בניצב לקפיץ) נמדד מקו שיווי המשקל של הקפיץ.
- תרשים 2 מתאר את ההעתק y של הנקודה Q כפונקציה של הזמן, החל מרגע $t = 0$.



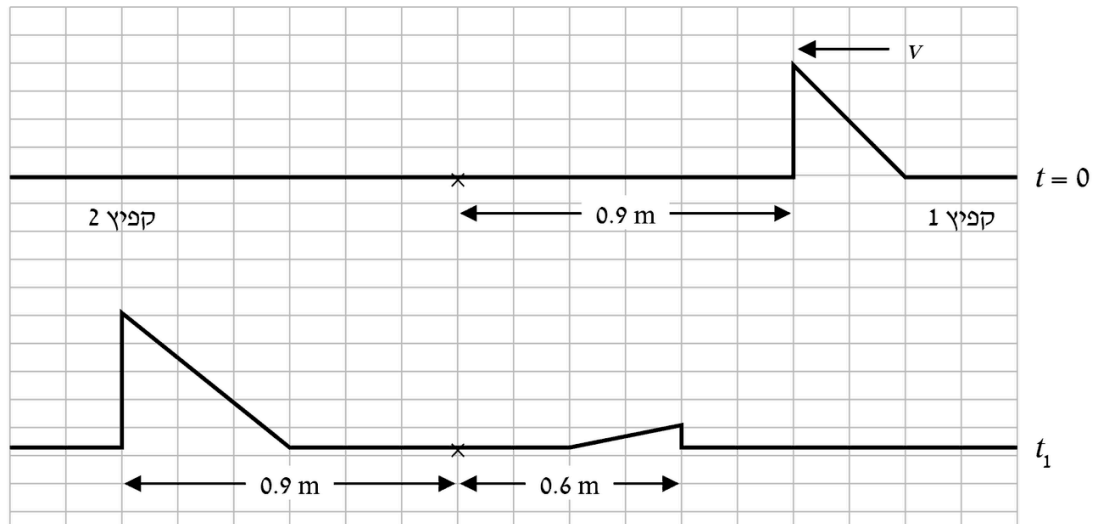
תרשים 2



תרשים 1

- א. קבעו את ערך המשרעת (האמפליטודה) של הגל בקפיץ 1.
(5 נקודות)
- ב. חשבו את גודל מהירות ההתפשטות של הגל בקפיץ 1.
(7 נקודות)
- ג. קבעו אם הנקודה Q נמצאת במקום $x = 0.3 \text{ m}$ או במקום $x = 0.9 \text{ m}$. נמקו את קביעתכם.
(6 נקודות)

מנתקים את הקצה השמאלי של קפיץ 1 מן הקיר ומחברים אליו קפיץ אחר, שיש לו צפיפות אחידה אחרת (קפיץ 2). את הקצה השמאלי של קפיץ 2 קושרים לקיר. בעזרת המחולל יוצרים פולס בודד שמתקדם שמאלה. כשהפולס מגיע לנקודת החיבור בין הקפיצים (מסומנת ב- $\times$) הוא מתפצל לשני פולסים: האחד עובר לקפיץ 2 וממשיך שמאלה, והאחר מוחזר ונע ימינה. תרשים 2 מתאר את מצב הקפיצים בשני רגעים: הסרטוט העליון ברגע $t = 0$, והסרטוט התחתון ברגע מסוים $t_1 > 0$.

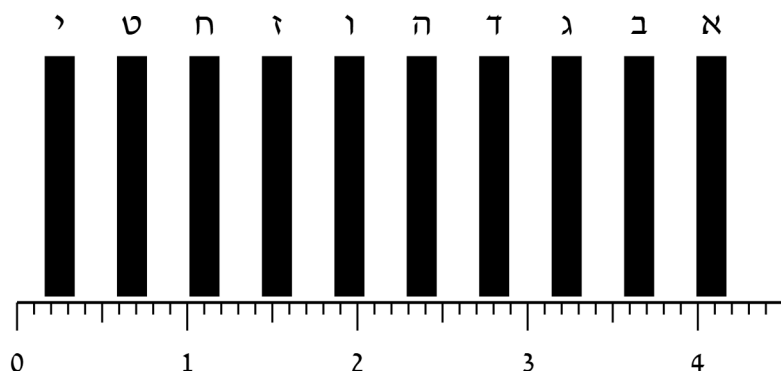


תרשים 2

- ד. חשבו את הרגע t_1 (התבססו על תשובתכם בסעיף ב.).
(5 נקודות)
- ה. קבעו איזה משני הקפיצים "כבד" יותר (כלומר באיזה מהם המסה ליחידת אורך גדולה יותר) - קפיץ 1 או קפיץ 2. נמקו את קביעתכם.
($4\frac{1}{3}$ נקודות)
- ו. חשבו את גודל מהירות ההתפשטות של הפולס בקפיץ 2.
(6 נקודות)

2. בתרשים שלפניכם מוצג סרטוט של חלק מתבנית התאבכות. התבנית נוצרה על ידי אלומת לייזר מונוכרומטית שעברה דרך זוג חריצים צרים ומקבילים בלוחית אטומה. אורך הגל של האלומה הוא λ .

האלומה פגעה בלוחית בכיוון ניצב למישור החריצים, והתבנית התקבלה על מסך המקביל למישור החריצים. בסרטוט מוצגים רק עשרה פסי אור, והם מסומנים באותיות א-י. פס האור ד הוא הפס המרכזי.



א. קבעו לאיזה פס אור (או לאילו פסי אור) מבין הפסים א-י הגיע אור מאחד החריצים, במסלול שהוא ארוך בארבעה אורכי גל מן המסלול שעבר האור שהגיע מן החריץ האחר. **נמקו את תשובתכם.**

(7 נקודות)

ב. קבעו לאיזה מקום (או לאילו מקומות) בסרטוט הגיע אור מאחד החריצים, במסלול שהוא ארוך בשניים וחצי אורכי גל מן המסלול שעבר האור שהגיע מן החריץ האחר. **בתשובתכם השתמשו באותיות המציינות את פסי האור.**

(7 נקודות)

אורך הגל של הלייזר הוא $\lambda = 532 \text{ nm}$, ומרחק המסך ממישור החריצים הוא 2.0 m . בתחתית הסרטוט של תבנית ההתאבכות הוסיפו סרגל. הערכים של הסרגל נתונים ביחידה סנטימטר.

ג. חשבו את רוחב פס האור בדרך שבה השגיאה היחסית במדידה תהיה קטנה ככל האפשר. **פרטו את תשובתכם.**

(6 נקודות)

ד. חשבו את המרחק בין שני החריצים.

(7 נקודות)

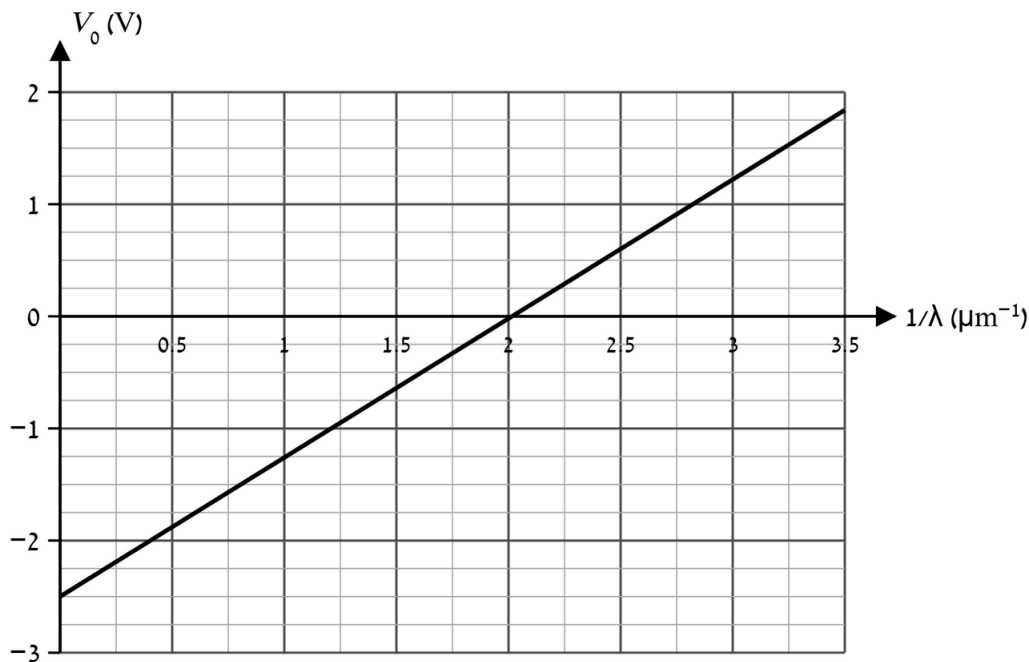
ה. תלמיד הציע להחליף את זוג החריצים בסריג עקיפה. הסבירו מדוע מדידה באמצעות סריג עקיפה מדויקת יותר מאשר מדידה באמצעות זוג חריצים.

(3 נקודות)

נתון סריג עקיפה שבו 5 חריצים בכל מילימטר. מאירים את הסריג באותו לייזר, והמסך נמצא באותו מרחק.

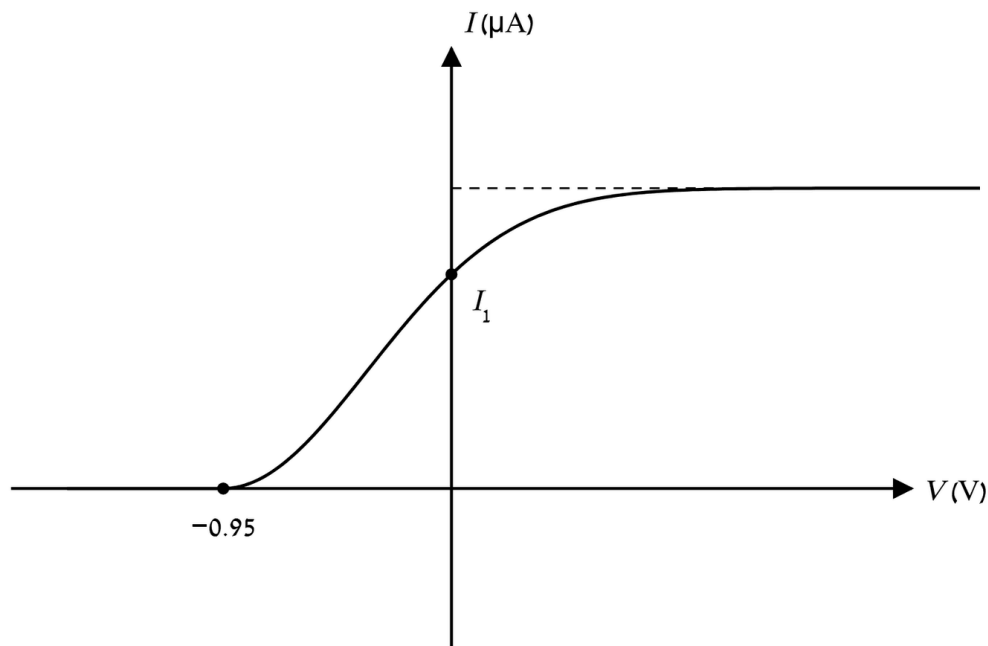
- ו. קבעו אם המרחק בין מרכזי פסי אור סמוכים בתבנית שהתקבלה מזוג החריצים גדול מן המרחק בין מקסימומים ראשיים סמוכים בתבנית המתקבלת מן הסריג, קטן ממנו או שווה לו. **נמקו את קביעתכם.**
(3^{1/3} נקודות)

3. תלמידים ערכו שני ניסויים בעזרת תא פוטואלקטרי שהקתודה שלו עשויה ממתכת לא ידועה. **בניסוי הראשון** הם האירו את הקתודה, בזו אחר זו, באלומות של אור מונוכרומטי שאורכי הגל שלהן ידועים, ומדדו לכל אלומה את מתח העצירה V_0 (המתח המינימלי שעבורו הזרם בתא מתאפס).
התלמידים סרטטו גרף של V_0 כפונקציה של $\frac{1}{\lambda}$, והמשיכו את הקו גם לתחום שבו לא נערכו מדידות. הגרף מוצג בתרשים 1.



- א. הגדירו את המושג "פונקציית עבודה" של מתכת.
(5 נקודות)
- ב. מצאו באמצעות הגרף את פונקציית העבודה B של הקתודה. **פרטו את שיקולכם.**
(5 נקודות)
- ג. חשבו את תדירות הסף f_0 של הקתודה.
(5 נקודות)

בניסוי השני האירו התלמידים את הקתודה באלומת אור מונוכרומטי שאורך הגל שלה λ_1 , ומדדו את הזרם I בתא עבור ערכים שונים של המתח V בין האנודה לקתודה. תוצאות הניסוי השני מוצגות בתרשים 2.



ד. חשבו את אורך הגל λ_1 .

(7 נקודות)

ה. חשבו את המהירות של האלקטרונים המהירים ביותר ברגע שהם נעקרים מן הקתודה המוארת באלומה שאורך הגל שלה λ_1 .

(7 נקודות)

ממשיכים להאיר את הקתודה באלומה שאורך הגל שלה λ_1 , ובו זמנית מאירים אותה באלומה נוספת, שאורך הגל שלה $\lambda_2 = 450 \text{ nm}$.

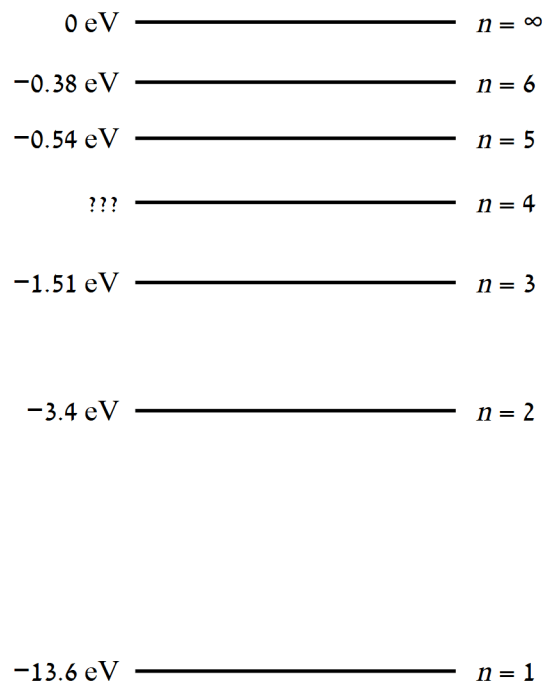
מודדים את הזרם הכולל I בתא עבור ערכים שונים של המתח V בין האנודה לקתודה.

ו. (1) קבעו אם הערך המוחלט של המתח שעברו יתאפס הזרם I גדול מ- 0.95 V , קטן ממנו או שווה לו.

(2) קבעו אם הזרם I עבור המתח $V = 0$ יגדל, יקטן, או לא ישתנה לעומת הזרם I_1 המסומן בתרשים 2.

(4^{1/3} נקודות)

4. בתרשים שלפניכם מתוארות כמה מרמות האנרגיה של אטום המימן.



א. חשבו את האנרגיה המתאימה לרמה $n = 4$.

(7 נקודות)

פוטון שהאנרגיה שלו 12.9 eV פוגע באטום מימן שנמצא ברמת היסוד.

ב. קבעו אם הפוטון יכול לעורר את האלקטרון באטום המימן לרמה $n = 4$. הסבירו את קביעתכם.

(7 נקודות)

סדרת פשן היא סדרה של קווים ספקטרליים הנפלטים מאטום מימן בעקבות ירידה של אלקטרון לרמה $n = 3$. הקווים של סדרה זו נמצאים בתחום האינפרא-אדום.

ג. (1) חשבו את אורך הגל הארוך ביותר בסדרה זו.

(2) מצלמה תרמית רגישה לקרינה בתחום $1050 \text{ nm} < \lambda < 2000 \text{ nm}$. חשבו את אורך

הגל הקצר ביותר בסדרת פשן שהמצלמה יכולה לקלוט.

(8 נקודות)

אלומת אלקטרונים שהוצו ממנוחה במתח 12.9 V חודרת לשפופרת שבה נמצאים אטומי מימן במצב היסוד שלהם.

ד. קבעו כמה קווים שונים יופיעו בספקטרום הקרינה שתיפלט מאטומי המימן, וחשבו את אורך הגל הקצר ביותר מביניהם.

(6 נקודות)

בענני גז בין-כוכביים הנמצאים סמוך לכוכבים חמים יש אטומי מימן מעוררים.

ה. קבעו את אנרגיית היינון של אטום מימן שהאלקטרון שלו נמצא ברמה $n = 3$. הסבירו את תשובתכם.

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

5. א. בגרעין של לוטטיום-177 יש 71 פרוטונים, הצפופים בנפח קטן מאוד.

הסבירו מדוע הגרעין אינו מתפרק בגלל הדחייה החשמלית בין הפרוטונים, ותארו שתי תכונות של הכוח שאחראי לכך.

(5 נקודות)

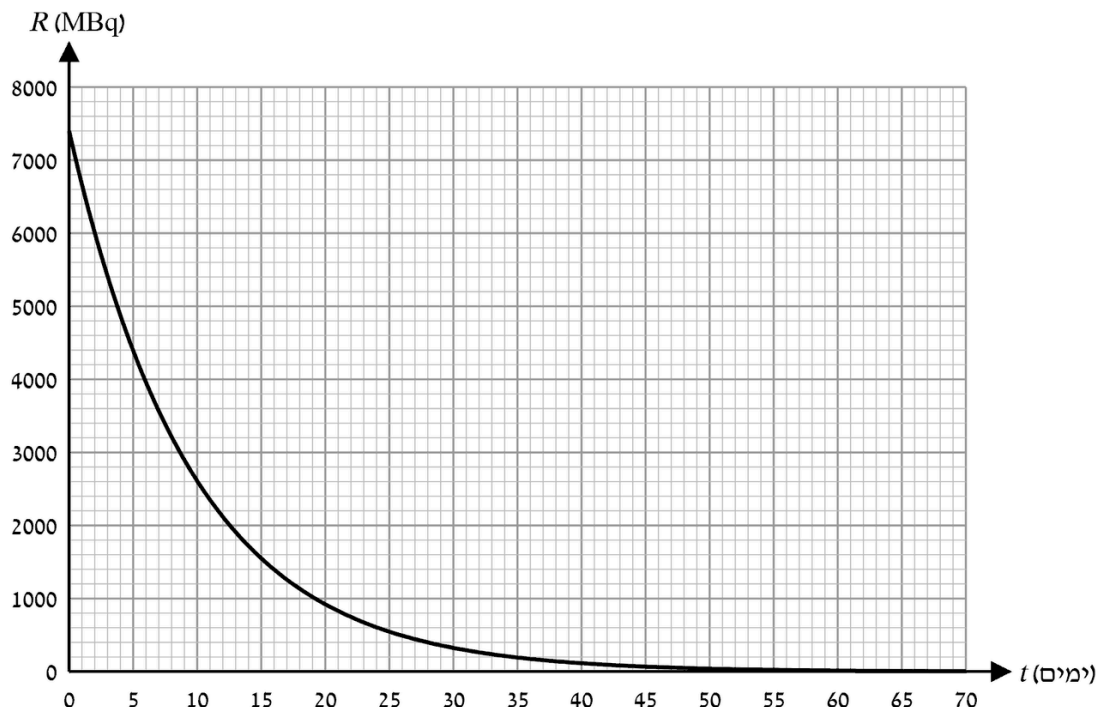
האיזוטופ הרדיואקטיבי לוטטיום-177, $^{177}_{71}\text{Lu}$, משמש לטיפול רפואי בגידולים סרטניים.

האיזוטופ עובר התפרקות β^- שהתוצר שלה הוא איזוטופ של הפניום (Hf) במצב מעורר, ומייד לאחר מכן מתרחשת התפרקות γ . תבנית המשוואות שבסעיף ב מתארת את שתי ההתפרקויות האלה.

ב. העתיקו למחברת את התבנית והשלימו אותה.

(5 נקודות)

- ג. בבית המרקחת של בית החולים הכינו מנת $^{177}_{71}\text{Lu}$ בבקבוקון סגור. הגרף שלפניכם מתאר את הפעילות הרדיואקטיבית R של המנה כתלות בזמן t שחלף מרגע הכנתה ($t = 0$). הזמן t נמדד בימים והפעילות R ביחידות MBq ($1 \text{ MBq} = 10^6 \text{ Bq}$).



- על פי הגרף, מצאו את זמן מחצית החיים של האיזוטופ $^{177}_{71}\text{Lu}$. (5 נקודות)
- נתון: כל הפעילות של המנה נובעת מהתפרקויות של גרעיני $^{177}_{71}\text{Lu}$.
 ד. חשבו את מספר גרעיני $^{177}_{71}\text{Lu}$ שהיו במנה ברגע הכנתה. (7 נקודות)
- ה. לפי נוהלי הבטיחות, מותר להעביר את הבקבוקון לאחסון רגיל רק לאחר שהפעילות שלו יורדת ל- $R = 37 \text{ MBq}$.
 חשבו את משך הזמן מרגע $t = 0$ ועד שהפעילות תרד לערך זה. (7 נקודות)
- ו. לפניכם חמישה היגדים. קבעו בנוגע לכל אחד מהם אם הוא נכון או שגוי.
 (1) בהתפרקות β^- פרוטון בגרעין הופך לנויטרון.
 (2) אם מחממים את הבקבוקון, זמן מחצית החיים של $^{177}_{71}\text{Lu}$ קטן.
 (3) לאחר שני זמני מחצית חיים נשאר במנה רבע ממספר גרעיני $^{177}_{71}\text{Lu}$ ההתחלתי.
 (4) קרינת גמא מוסטת כשהיא עוברת בין שני לוחות טעונים במטענים מנוגדים.
 (5) הכוח החזק פועל רק בין פרוטונים. (4 1/3 נקודות)

כל הבגרויות בפיזיקה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/physics