מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תש"ף, 2020
מספר השאלון: 036282
נספח: דפי נוסחאות ונתונים ל־5 יחידות לימוד

פיזיקה
קרינה וחומר
הוראות לנבחן

א. <u>משך הבחינה</u>: שעתיים.

ב. <u>מבנה השאלון ומפתח ההערכה</u>:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך 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. <u>הוראות מיוחדות</u>:
(1) ענה על שלוש שאלות בלבד. אם תענה על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתך. ציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרת.
(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, הצג 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, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.
(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.
(5) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום 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) בחישוביך השתמש בערך $10\ \mathrm{m/s^2}$ לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
(7) כתוב את תשובותיך בעט. אם תכתוב בעיפרון או תמחק בטיפקס לא תוכל לערער.
מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.

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

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

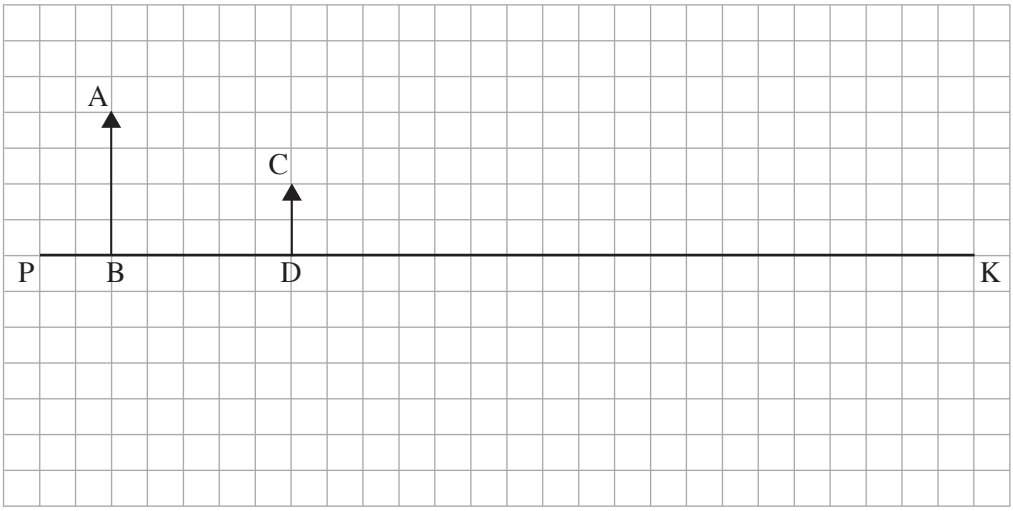
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

(לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. בתרשים 1 שלפניך מסורטט ציר אופטי ראשי, PK , של עדשה דקה שקוטרה 12 ס"מ. העדשה אינה מסומנת בתרשים. העמידו עצם מול העדשה — החץ AB מסמן את גודלו ואת מיקומו. החץ CD מסמן את גודלה ומיקומה של דמות העצם שנוצרה באמצעות עדשה זו. האורך של כל צלע של משבצת בתרשים הוא 1 ס"מ.



תרשים 1

א. הסבר מדוע הדמות CD יכולה להיווצר אך ורק באמצעות עדשה מפזרת. (5 נקודות)

ב. **(1)** העתק את תרשים 1 למחברתך. כל משבצת בתרשים תיוצג על ידי משבצת במחברתך.
קבע את מיקום העדשה באמצעות סרטוט של מהלך קרני האור בתרשים שבמחברתך.

(2) הוסף לתרשים שבמחברתך סרטוט של העדשה.
(6 נקודות)

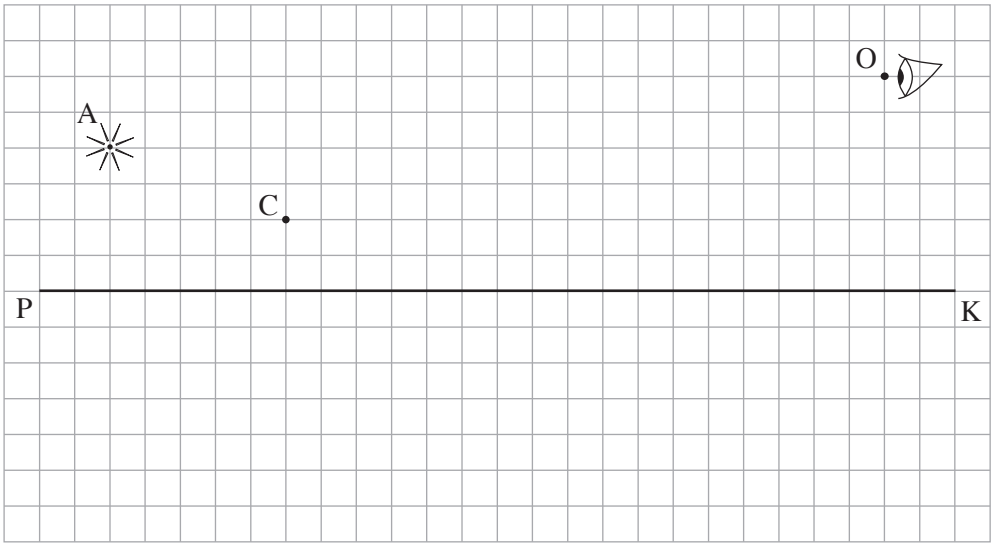
ג. קבע את רוחק המוקד של העדשה באמצעות הוספת סרטוט של מהלך קרני האור לתרשים שבמחברתך.
(6 נקודות)

ד. השתמש בנוסחה וחשב את רוחק המוקד. (6 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא)

/המשך בעמוד 3

הִציבו בנקודה A מקור אור נקודתי במקום העצם AB , בלי לשנות את מיקום העדשה. עין של צופה הנמצאת בנקודה O רואה דרך העדשה את דמותו של מקור האור בנקודה C (ראה תרשים 2).



תרשים 2

ה. **(1)** העתק את תרשים 2 למחברתך. כל משבצת בתרשים תיוצג על ידי משבצת במחברתך.

הוסף לתרשים שבמחברתך סרטוט של העדשה.

(2) סרטט בתרשים שבמחברתך מהלך של קרן היוצאת ממקור האור הנמצא בנקודה A , עוברת דרך העדשה שסרטטת ופוגעת בעין הנמצאת בנקודה O .

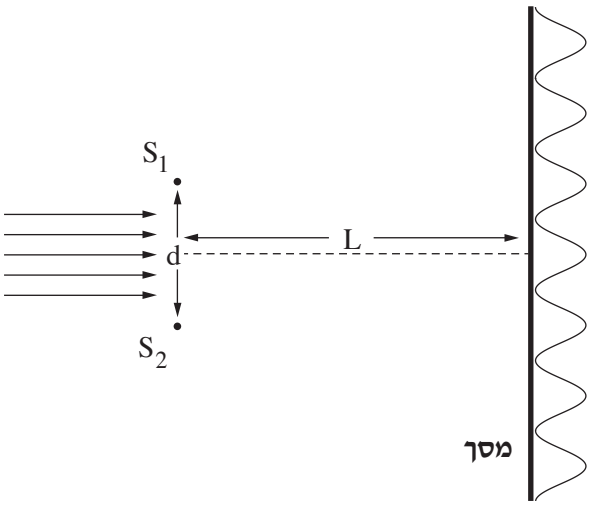
(6 נקודות)

ו. באותו מקום שהייתה העדשה הציבו עדשה מפזרת אחרת שיש לה אותו רוחק מוקד, אך הקוטר שלה 4 ס"מ.

קבע אם העין רואה את הדמות של מקור האור. נמק את קביעתך. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. תלמידים ערכו ניסוי במעבדה באמצעות מערכת המתוארת בתרשים שלפניך. אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי פוגעת בלוחית שבה זוג סדקים צרים במרחק d זה מזה. כיוון האור הפוגע ניצב למישור הסדקים. במרחק L מן הסדקים מוצב מסך במקביל ללוחית. על המסך מתקבלת תבנית התאבכות.



באמצעות החלפת לוחיות שינו התלמידים את המרחק d בין הסדקים, ובעקבות זאת השתנה רוחב פס האור, Δx. בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות הניסוי.

d [cm]	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
Δx [cm]	0.61	0.29	0.20	0.17	0.12	0.10
המשתנה החדש						

א. **(1)** רשום ביטוי של רוחב פס האור, Δx, כפונקציה של המרחק בין הסדקים, d.

(2) החליפו את המשתנה d במשתנה חדש, שהקשר בינו לבין Δx הוא קשר לינארי. מהו המשתנה החדש?
(4 נקודות)

ב. העתק את הטבלה למחברתך, והוסף בה את הערכים של המשתנה החדש ואת היחידות המתאימות. (4 נקודות)

ג. סרטט גרף (דיאגרמת פיזור) של Δx כפונקציה של המשתנה החדש, והוסף בו קו מגמה לינארי. ($10\frac{1}{3}$ נקודות)

נתון: $L = 120\text{cm}$.

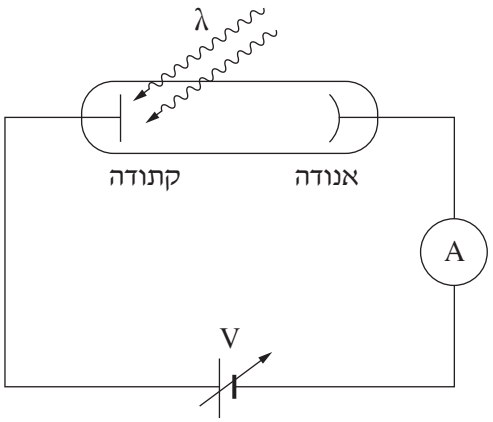
ד. חשב את אורך הגל באמצעות השיפוע של קו המגמה. (7 נקודות)

ה. **(1)** העתק למחברתך (בקירוב) את התרשים שבפתיח, וסמן בו את המרחק בין המקסימום המרכזי $(n = 0)$ לבין המקסימום מִסדר 2 $(n = 2)$.

(2) חשב את המרחק הזה עבור $d = 0.015\text{cm}$, באמצעות נקודה מקו המגמה.
(8 נקודות)

/המשך בעמוד 5/

3. מקרינים אלומה של אור מונוכרומטי על קתודה של תא פוטואלקטרי, כמתואר בתרשים 1. האנרגייה של כל פוטון היא 2.75eV. אורך גל הסף (המקסימלי) שמאפשר לאלקטרונים להיפלט מקתודה זו הוא $\lambda_0 = 551\text{nm}$.



תרשים 1

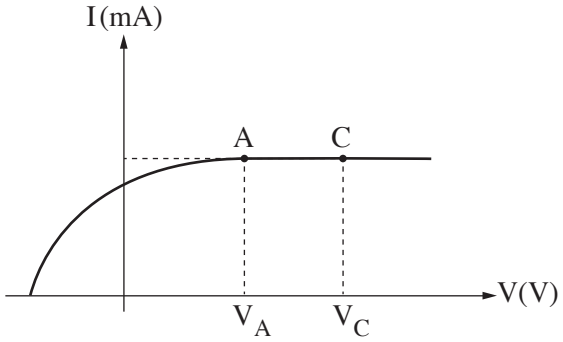
א. חשב את התדירות של האור המוקרן. (5 נקודות)

בעקבות פגיעת האור בקתודה, נפלטים ממנה אלקטרונים.

ב. חשב את האנרגייה הקינטית המקסימלית של האלקטרונים שנפלטים. (6 נקודות)

ג. <u>הסבר</u> את משמעותו של "מתח העצירה", ו<u>קבע</u> את ערכו. (4 נקודות)

בתרשים 2 שלפניך מתואר גרף של עוצמת הזרם בתא הפוטואלקטרי כפונקציה של המתח על התא.



תרשים 2

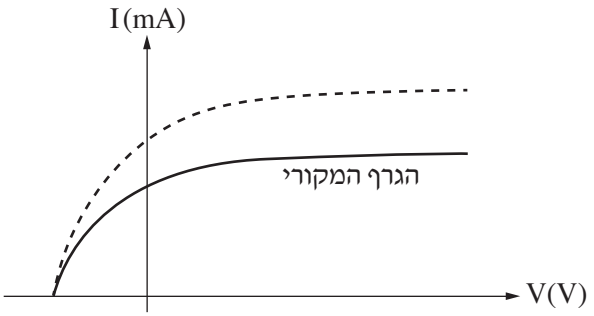
ד. בגרף שבתרשים 2 עוצמות הזרמים בנקודות A ו־C שוות זו לזו (זרם רוויה), אך שהמתח בנקודה C גדול מן המתח בנקודה A. הסבר תופעה זו. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

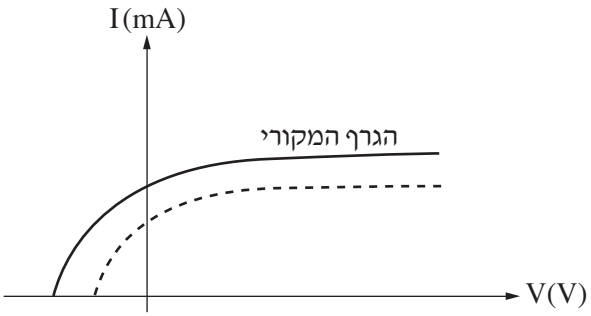
מקרינים על הקתודה הנתונה שתי אלומות אור מונוכרומטיות אחרות בזו אחר זו. השוני בין האלומות יכול להיות באורך הגל או בעוצמת האור של האלומה או בשניהם.

הגרפים א-ב שלפניך מתארים את עוצמת הזרם כפונקציה של המתח בתא הפוטואלקטרי.

בכל גרף על אותה מערכת צירים מוצגות שתי עקומות, אחת בקו רציף — על פי הנתונים של האלומה המקורית שבפתיח של השאלה, ואחת בקו מקווקו — של האלומה האחרת.



גרף א



גרף ב

ה. בנוגע ל<u>כל אחד</u> משני הגרפים א-ב:

(1) קבע אם <u>אורך הגל</u> של האלומה האחרת גדול מאורך הגל המקורי, קטן ממנו או שווה לו. נמק את קביעותיך.

(2) קבע אם <u>עוצמת האור</u> של האלומה האחרת גדולה מעוצמת האור של האלומה המקורית, קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעותיך.

(8 נקודות)

ו. לפניך ארבעה היגדים 1-4. קבע מהו ההיגד הנכון. נמק את קביעתך.

1. אלקטרונים שנפלטו מן הקתודה יגיעו אל האנודה <u>רק</u> אם קיים מתח הֶאצה בין האנודה לקתודה.

2. מספר גדול של פוטונים מוסרים את האנרגייה שלהם כדי לעקור אלקטרון בודד מן הקתודה.

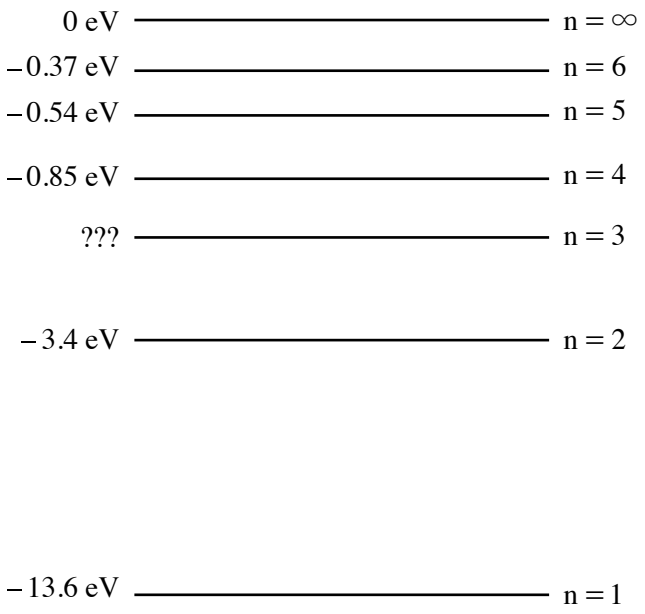
3. בתדירות מסוימת, האנרגייה הקינטית של אלקטרונים שנפלטים מן הקתודה תלויה בעוצמת האור.

4. הרחקת מקור האור (המנורה) מן הקתודה גורמת להקטנת זרם הרוויה.

(6 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

4. בתרשים שלפניך מתוארות כמה מרמות האנרגייה של אטום המימן.



א. חשב את האנרגייה המתאימה לרמה $n = 3$. (7 נקודות)

פוטון שהאנרגייה שלו 12.5eV פוגע באטום המימן שנמצא ברמת היסוד.

ב. קבע אם הפוטון יכול לעורר את האלקטרון באטום המימן לרמה $n = 3$. הסבר את קביעתך. (7 נקודות)

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

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

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

(8 נקודות)

אלומת אלקטרונים שהואצו ממנוחה במתח 12.5V חודרת לאזור שבו נמצאים אטומי מימן במצב היסוד שלהם.

ד. במצב זה, חשב את אורכי הגל שיופיעו בספקטרום הקרינה שתיפלט מאטומי המימן. (6 נקודות)

באטמוספרה של השמש יש אטומי מימן. בגלל הטמפרטורה הגבוהה של השמש קיימים בה אטומי מימן מעוררים.

ה. קבע את אנרגיית היינון של אטום מימן לאלקטרון הנמצא ברמה $n = 2$. הסבר את תשובתך. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

5. בבקעת תמנע ליד אילת, סמוך למכרות נחושת עתיקים, נמצאו לאחרונה עֵרמות פסולת מימי הפקתה של הנחושת. מדידות הפעילות של פחמן רדיואקטיבי, ^{14}C, בפיסת עץ שנמצאה בערמות הפסולת אִפשרו לקבוע באיזו תקופה היסטורית המכרות היו פעילים. כך הוכח, מעל לכול ספק, שמכרות הנחושת האלה פעלו בימיו של שלמה המלך.

שאלה זו עוסקת בקביעת גיל של פיסת עץ בעזרת האיזוטופ הרדיואקטיבי של פחמן ^{14}C.

האיזוטופ ^{14}C נוצר באטמוספרה. משוואת ההיווצרות היא:

$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{14}C + ^{1}_{1}p$$

א. הסתמך על משוואת היווצרותו של ^{14}C באטמוספרה, וקבע מהו מספר הפרוטונים ומהו מספר הנייטרונים בגרעין של ^{14}C. הסבר את קביעותיך. (5 נקודות)

^{14}C מתפרק התפרקות רדיואקטיבית ל- ^{14}N.

ב. **(1)** רשום את משוואת ההתפרקות הרדיואקטיבית של ^{14}C, וציין את סוג הקרינה הנפלטת.

(2) מהו חוק השימור שהסתמכת עליו כדי לקבוע את סוג הקרינה הנפלטת בהתפרקות רדיואקטיבית זו?

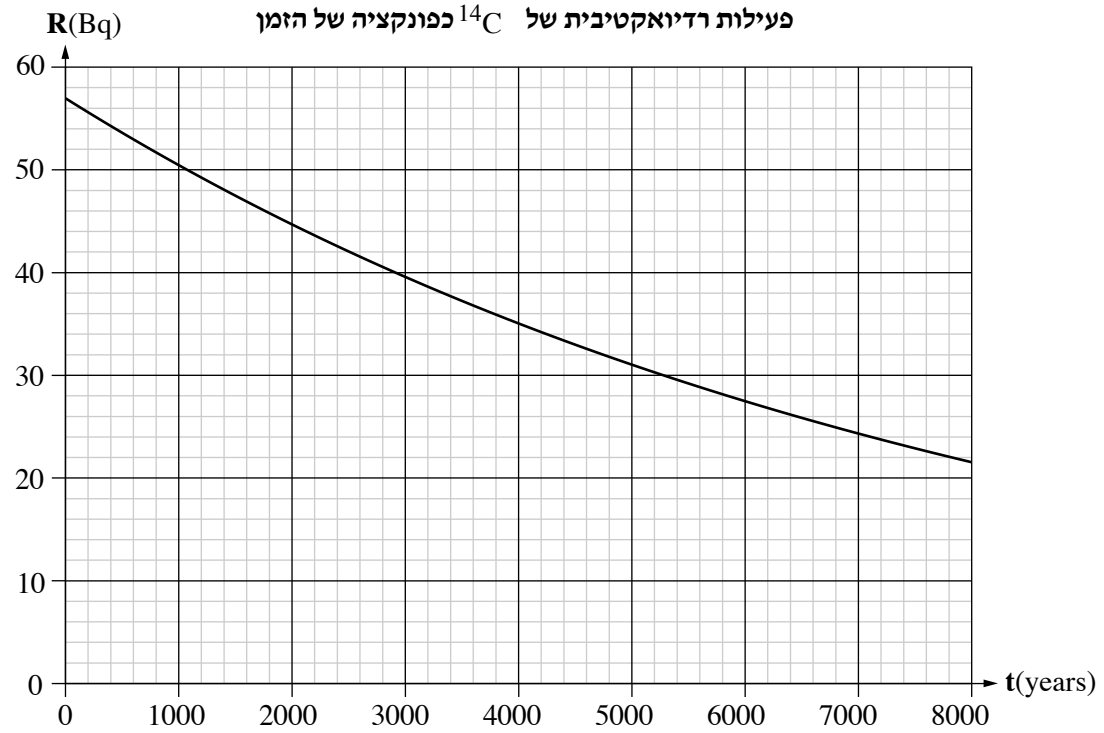
(8 נקודות)

אחוז הפחמן הרדיואקטיבי, ^{14}C, בכל יְצוּר נשאר קבוע כל עוד הוא חי. כאשר היצור מת, ^{14}C מתחיל להתפרק התפרקות רדיואקטיבית. מדענים מדדו את הפעילות של ^{14}C בזמן $t = 0$ בפיסת עץ שנלקחה מעץ חי, באותה מסה ומאותו סוג עץ כמו פיסת העץ שנמצאה בערמת הפסולת, ומצאו כי $R(0) = 57Bq$.

נתון: זמן מחצית החיים של ^{14}C הוא $T_{1/2} = 5730$ years.

לפניך גרף הפעילות הרדיואקטיבית, R, של ^{14}C כפונקציה של הזמן, t.

פעילות רדיואקטיבית של ^{14}C כפונקציה של הזמן



(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 9/

המדענים מדדו את הגיל של פיסת העץ שנמצאה בערמת הפסולת בבקעת תמנע בשתי שיטות שרמת הדיוק שלהן שונה.

בשיטה הראשונה הם מדדו בזמן t_1 את הפעילות של פיסת עץ שנמצאה בערמת הפסולת בבקעת תמנע ומצאו כי $R(t_1) = 40Bq$.

ג. קבע באמצעות הגרף את הגיל של פיסת העץ על פי השיטה הראשונה. נמק את קביעתך. (5 נקודות)

בשיטה השנייה, המדויקת יותר, הם מדדו את $N(t_1)$ — מספר גרעיני ^{14}C שנשארו בזמן t_1 בפיסת העץ שנמצאה בערמת הפסולת, וחישבו את ΔN — מספר הגרעינים שהתפרקו מתחילת ההתפרקות עד הזמן t_1 .

המדענים מצאו כי $\Delta N_{^{14}C} = N(0) - N(t_1) = 4.63 \cdot 10^{12}$.

ד. חשב את קבוע הדעיכה λ ביחידות של $\frac{1}{s}$. (7 נקודות)

ה. **(1)** חשב את הפעילות $R(t_1)$ המתקבלת על פי השיטה השנייה.

(2) קבע את הגיל של פיסת העץ באמצעות הגרף ובאמצעות $R(t_1)$ שחישבת בתת־סעיף (1).

($8\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

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