

יסודות הפיזיקה 20125

פרק 38 - יחידה 6 (ב) - גרעין האטום, אנרגיית הגרעין ורדיואקטיביות

תוכן העניינים

1. הגרעין-הסבר (ללא ספר)
2. רדיואקטיביות 1

רדיואקטיביות:

רקע:

דעיכה של מקור רדיואקטיבי:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{או} \quad \frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

N – מספר גרעיני האב בזמן t .

N_0 – מספר גרעיני האב בזמן $t = 0$

$\frac{dN}{dt}$ – קצב ההתפרקות של החומר הרדיואקטיבי.

λ – קבוע דעיכה

פעילות (מינוס קצב ההתפרקות) של מקור רדיואקטיבי: $R = \lambda N$

זמן מחצית החיים: $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

שאלות:

1) רדיואקטיביות - תרגיל 1

תוריום 228 מתפרק התפרקות אלפא ונוצר גרעין בת של רדיום 224.

א. השלם את משוואת התהליך: ${}_{90}^{228}\text{Th} \rightarrow ? \text{Ra} + ?$.

ב. מצא את האנרגיה הקינטית המקסימלית האפשרית שתהיה לתוצר החסר.

נתון שמסתו האטומית של תוריום 228 היא: $228.0287411u$, ומסתו

האטומית של רדיום 224 היא: $224.020186u$.

ג. הסבר מדוע כמעט בכל המקרים האנרגיה הקינטית של התוצר השני

תהיה קטנה מהערך שחישבת בסעיף ב'?

2) רדיואקטיביות - תרגיל 2

עורכים ניסוי עם חומר רדיואקטיבי בשם ביסמוט (${}_{83}^{210}\text{Bi}$).

נמצא, שחומר זה מתפרק התפרקות בטא מינוס לחומר לא-ידוע בשם פולוניום (Po).

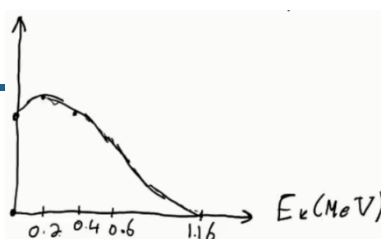
א. כתוב את משוואת ההתפרקות.

ב. בניסוי המשך עם חומר זה מודדים את מהירות החלקיקים הנפלטים

מהגרעין, ומשרטטים גרף של מספר החלקיקים הנפלטים בעלי אנרגיה

קינטית מסוימת, כתלות באנרגיה קינטית זו.

התקבל הגרף הבא:



- נתון שמסתו האטומית של ביסמוט זה היא: $209.98412u$, ושמסתו האטומית של פולוניום זה היא: $209.98287u$.
- הסבר כיצד נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האופקי תומכת בחוק שימור מסה-אנרגיה.
 - הסבר מדוע שאר הנקודות בגרף לא סותרות חוק שימור זה, ואיזה תגלית היסטורית הוסקה בעזרת גרף זה.

(3) רדיואקטיביות - תרגיל 3

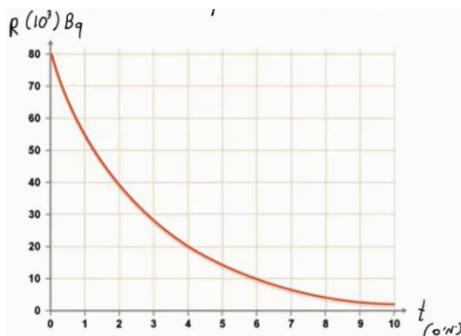
- נתון מדגם של חומר רדיואקטיבי בעל 10^{10} גרעינים וזמן מחצית חיים של יומיים וחצי.
- כמה גרעינים רדיואקטיביים יישארו במדגם לאחר יומיים וחצי?
 - כמה גרעיני בת ייווצרו לאחר 7 וחצי ימים?
 - כמה גרעיני אב יישארו לאחר 9 ימים?
 - מה תהיה הפעילות לאחר 9 ימים?

(4) רדיואקטיביות - תרגיל 4

- נתון מדגם של נתרן $^{24}_{11}\text{Na}$ (שמתפרק התפרקות בטא מינוס למגנזיום $^{24}_{12}\text{Mg}$). מסת המדגם – 2 גרם. המסה האטומית של נתרן 24 היא: $23.990962u$.
- זמן מחצית החיים של נתרן היא 15 שעות.
- כתוב את משוואת תהליך ההתפרקות.
 - מה פעילות מדגם זה ברגע $t = 0$?
 - מה תהיה פעילותו (בבקרל) לאחר 30 שעות?
 - כמה גרעיני בת יוצרו לאחר 42 שעות?

(5) רדיואקטיביות - תרגיל 5

חומר רדיואקטיבי מסוים מתפרק, כמופיע בתרשים הבא:



- מהו זמן מחצית החיים של החומר?
- מתי תהיה פעילותו 10^4 בקרל?
- מה תהיה פעילותו ברגע $t = 17\text{days}$?
- הוסף לתרשים עקומה המתארת את כמות גרעיני הבת שנוצרו בתהליך,

כתלות בזמן.

6 רדיואקטיביות - תרגיל 6

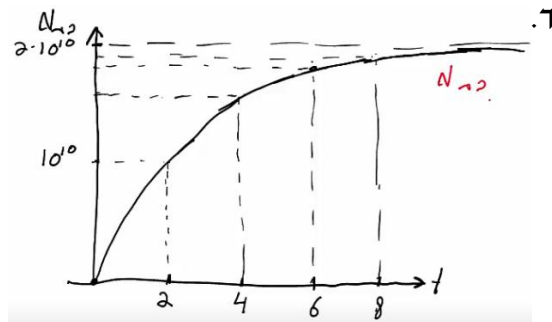
- אורניום $^{235}_{92}\text{U}$ מתפרק בשרשרת התפרקויות שכוללת 3 התפרקויות אלפא ו-2 התפרקויות בטא מינוס.
- א. מצא את המספר האטומי ומספר המסה של הגרעין החדש שנוצר.
- אותו $^{235}_{92}\text{U}$ ממשיך בשרשרת ההתפרקות שלו, ומסיים כאיזוטופ יציב של עופרת ($^{207}_{82}\text{Pb}$).
- ב. מצא כמה התפרקויות אלפא וכמה התפרקויות בטא מינוס עבר בתהליך.

7 רדיואקטיביות - תרגיל 7

- פעילותו של 1 ק"ג חומר אורגני (חי) נמדדה ושווה ל-231 בקרל.
- א. ענה על הסעיפים הבאים:
- מה תהיה פעילותו של חומר אורגני שמת לפני 5,736 שנה?
 - לפני 11,472 שנה?
- ב. פעילותה של ערימת חומר (1 ק"ג) שנחפרה באפריקה נמדדה, ונמצא כי היא שווה ל-160 בקרל.
- מתי הפסיק לתפקד חומר זה?
- ג. מה תהיה פעילותו של 1 ק"ג חומר אורגני שהפסיק לתפקד לפני שבוע?
- ד. מה תהיה פעילותו של 1 ק"ג חומר אורגני שהפסיק לתפקד לפני 65 מיליון שנה?

תשובות סופיות:

- (1) א. ${}_{90}^{228}\text{Th} \rightarrow {}_{88}^{224}\text{Ra} + {}_2^4\text{He}$ ב. $\text{EvMeV}_{\max}$ ג. $\text{EvMeV}_{\max}$
- (2) א. ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{84}^{210}\text{Po} + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}$ ב. הסברים בסרטון.
- (3) א. $5 \cdot 10^9$ ב. $8.75 \cdot 10^9$ ג. $8.25 \cdot 10^8$
- ד. 2645Bq
- (4) א. ${}_{11}^{24}\text{Na} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}$ ב. $6.43 \cdot 10^{17}\text{Bq}$ ג. $1.61 \cdot$
- ד. 10^{17}Bq
- ד. $4.3 \cdot 10^{22}$
- (5) א. יומיים. ב. אחרי שישה ימים. ג. 221Bq



- (6) א. ${}_{88}^{223}\text{Ra}$ ב. 7 התפרקויות אלפא ו-4 בטא.
- (7) א.i. 115.5Bq א.ii. 57.75Bq ב. לפני 3,031 שנה
- בערך.
- ג. אי אפשר לדעת. ד. $R \rightarrow 0$