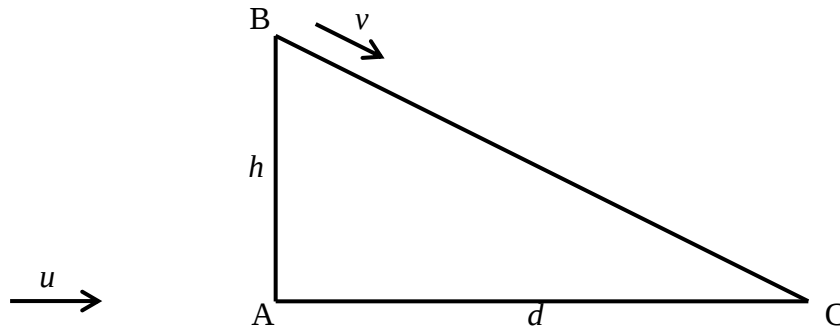


משך המבחן: שלוש שעות
חומר עזר: מחברות, דפי תרגיל ומחשבוני.

(32%) (1)

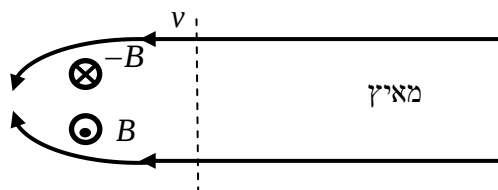
צופה העומד על המדרכה רואה שני ילדים גולשים בסקייטבורד במהירות גבוהה מאד: ילד א' נע במהירות קבועה u ימינה (במקביל לציר x), וילד ב' במהירות קבועה v לאורך שיפוע של רמפה בגובה h ואורך d (ראו ציור).



- ב- $t = t' = 0$ (כאשר x, t נמדדים ע"י הצופה הנייח על המדרכה, ו- x', t' ע"י ילד א'), ילד ב' מתחיל את תנועתו מנקודה B בראש הרמפה לכיוון נקודה C ($x_C = d, x_B = x_A = 0$). כאשר הוא מגיע לאמצע הדרך, ילד א' חולף על פני נקודה A.
- א. קבלו קשר בין יחס המהירויות v/u ליחס h/d כך ששני הילדים יתנגשו בנקודה C, ומצאו ביטוי לזמן ההתנגשות t_C .
- ב. מצאו ביטוי להפרש הזמנים $\Delta t'$ שימדוד ילד א' בין רגע הגעתו לנקודה A, לרגע הגעת ילד ב' למחצית הדרך (מאורעות סימולטניים מנקודת מבט של הצופה הנייח).
- ג. מצאו ביטוי לווקטור המהירויות של ילד ב' כפי שנצפה ע"י ילד א'.
- ד. מצאו ביטוי לזמן ההתנגשות (t'_C) ולמרחק האופקי הכולל שעבר ילד ב' כפי שנמדדו ע"י ילד א'. מכאן קבלו את הרכיב האופקי של מהירותו במערכת זו (v'_x), ובדקו שהתוצאה זהה לסעיף ג'.

(36%) (2)

שני גרעיני דאוטריום (זוג קשור פרוטון ניטרון) מואצים במעבדת פלסמה ע"י מתח חשמלי של 10^7 וולט. בצאתם מאזור המאיץ כאשר הם נעים במקביל במהירות v , הם מוסטים ממסלולם ע"י שדות מגנטיים מנוגדים כדי לאפשר התנגשות חזיתית (ראו ציור). מסת הדאוטריום $m_D = 3.3434 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$.



- א. חשבו את המהירות v (מבטאת כשבר של מהירות האור c).
- ב. כתוצאה מההתנגשות, גרעיני הדאוטריום מתמזגים בהיתוך גרעיני ליצירת גרעין של הליום (^4_2He) ונפלט פוטון כאשר גרעין ההליום נרתע לכיוון המנוגד במהירות u . חשבו את u .

ואת תדירות הפוטון, כאשר ידוע כי מסת גרעין ההליום $m_{He} = 6.6464 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$.

היעזרו בקרוב $u \square c$.

ג. חזרו על החישוב עבור המקרה שבו אחד מגרעיני הדאוטריום לפני ההתנגשות נמצא במנוחה.

היעזרו בנתונים הבאים: $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{sec}, h = 6.625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \times sec$$

(32%) (3)

שני פוטונים של קרינה קוסמית בתדירות $f = 5 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$ נעים זה לקראת זה בכיוונים

מנוגדים, ויוצרים זוג אלקטרון ופוזיטרון הנעים במהירות v גבוהה מאד בכיוונים מנוגדים.

א. מצאו את הפקטור היחסותי (γ) של החלקיקים שנוצרו, ומכאן את המהירות v מבוטאת

באמצעות γ, c .

ב. הפוזיטרון שנוצר בתהליך הנ"ל פוגע באטום מימן הנמצא במנוחה (ביחס למעבדה), ומתאיין

עם האלקטרון של האטום. כתוצאה מכך נפלט פוטון, והפרוטון הנותר מהאטום המקורי

נרתע לאחור. חשבו את תדירות הפוטון ואת מהירות הרתיעה של הפרוטון.

היעזרו בנתונים הנוספים: $m_e = 0.9 \cdot 10^{-30} \text{ Kg}$, $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$.

בהצלחה! ☺