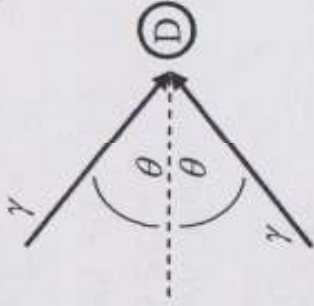


(3) (32%)

שני פוטונים זהים פוגעים בגרעין ניח של דאוטריום (איזוטופ של מימן המורכב מפרוטון וניטרון) בזווית  $\theta$  ו- $-\theta$  כמתואר בציור:



כתוצאה מכליעת הפוטונים, הגרעין מתפרק לניטרון ופרוטון הנעים במהירות  $v_n = 0.9c$  ו- $v_p = 0.8c$

בהתאמה:



א. מצאו את הזווית  $\theta$  עבורה מתקיימים חוקי שימור התנע והאנרגיה בתהליך.  
ב. חשבו את אורך הגל של הפוטונים.

היעזרו בנתונים הבאים:  $m_p = 1.6724 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ ,  $m_n = 1.6747 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ ,  $h = 6.625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \times \text{sec}$ ,  $m_D = 3.3434 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

בהצלחה!

מבחן בפיסיקה מודרנית (86-170-01), מועד א' 2012

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

(1) (32%)

צופה על פני כדור-הארץ רואה חללית מכוכב זר מופיעה באטמוספירה בזמן  $t = 0$ , בנוכה  $h$  מעל הנקודה  $x = 0$ , כאשר היא נעה ימינה במהירות  $u$  ( $u < c$ ) במקביל לציר  $x$ . שיעון החללית מסונכרן עם שיעון כדור-הארץ ( $t = t' = 0$ ). ב-  $t > 0$  שיעון כדור-הארץ, נשלח טיל בכיוון אנכי כלפי מעלה מכן שיגור הנמצא ב-  $x = d$  ביחס לכדור-הארץ.

א. מנקודת מבט של צופה בכדור-הארץ, מה צריכה להיות מהירות הטיל  $v$  כך שהוא יפגע בחללית? (הניחו שניתן להזניח את גודל הטיל והחללית ביחס למרחקים).

ב. מצאו ביטויים לזמן השיגור של הטיל ( $t'_0$ ) ולזמן הפגיעה שלו בחללית ( $t'$ ) כפי שנמדדו ע"י נוסעי החללית (באמצעות  $u, d, t_0, c$ ).

ג. מצאו ביטוי לווקטור המהירות של הטיל ( $\vec{v}'$ ) כפי שנמדד ע"י נוסעי החללית. העזרו בתוצאה לרכיב האנכי  $v'_y$  כדי לחשב את זמן הנסיעה של הטיל במערכת החללית, והראו שהוא זהה ל-

$$\Delta t' = t' - t'_0.$$

ד. מצאו קשר בין  $t_0$ ,  $u$  ו-  $d$  כך שמאורעות שיגור הטיל והופעת החללית כאטמוספירה נראים סימולטניים לנוסעי החללית.

(2) (36%)

במאיץ חלקיקים, פרוטון מואץ מנוכב למהירות גבוהה ע"י מתח חשמלי של  $10^9$  GV (ולט).

א. חשבו את מהירות הפרוטון  $v$  (מבוטאת כשבר של מהירות האור).

ב. הפרוטון מתנגש חזיתת באנטי-פרוטון הנע במהירות  $-v$ . כתוצאה מהתנגשות, הפרוטון והאנטי-פרוטון מתאיינים, ונוצר זוג מזון ואנטי-מזון  $K^+, K^-$  שמסות המנוחה שלהם

$$m_{K^+} = m_{K^-} = 1.5m_p$$

→ מצאו את המנוחה של הפרוטון. מצאו את המהירות של שני החלקיקים ברגע היווצרותם.

ג. חזור על חישוב המהירות של  $K^+, K^-$  עבור המקרה שבו האנטי-פרוטון נמצא במנוחה (ביחס למעבדה) לפני ההתנגשות. – רמז: עברו למערכת ייחוס שבה מהירות הפרוטון  $v'$  ומהירות האנטי-פרוטון  $-v'$ , כך שניתן לחזור על החישוב מסעיף ב'.

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} C, m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} Kg$$