פיזיקה קלאסית 1
תרגיל בית 5

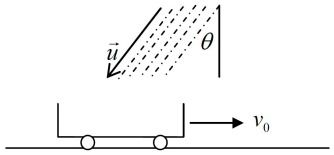
שאלות הרשות מסומנות ב־(*).

1. לפיזור הפגנות משתמשים בסילוני מים בעלי שטח חתך A, כאשר למים צפיפות מסה ρ ומהירות יציאה מהסילון v_0. נשים לב כי ניתן לתאר את כמות המסה הרגעית שיוצאת מהסילון באמצעות: $dm = \rho dV = \rho A v_0 dt$.

   (א) מצאו את הכוח הפועל על אדם הנמצא במנוחה, בהנחה שכל המים נספגים בבגדיו.

   (ב) מצאו את הכוח הפועל על אדם הבורח במהירות $v < v_0$.

2. עגלה בעלת מסה M נעה במהירות התחלתית V_0 על גבי משטח חלק. טיפות גשם יורדות במהירות u ובזווית θ ביחס לאנך לקרקע. טיפות הגשם נופלות על העגלה בקצב של $\alpha = \frac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}t}$. מתי תיעצר העגלה?

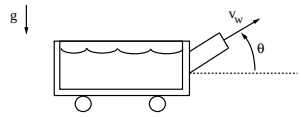


איור 1:

3. כבאית בעלת מסה m נעה על משטח חסר חיכוך. הכבאית נושאת מיכל מים, שמסתם m (כלומר, המסה הכוללת היא $2m$). זרנוק מפזר מים מתוך הכבאית, במהירות פליטה v_W , בקצב γ ובזווית θ ביחס לאופק[1].

[1] שאלה זו לקוחה מבחינה מ־MIT.

איור 2:



(א) איזה כח חיצוני צריך להפעיל כדי לשמור על הכבאית במנוחה בזמן שהזרנוק מפזר את המים?

(ב) כעת הניחו שלא פועל כוח חיצוני על הכבאית בכיוון האופקי. מצאו את משוואת התנועה של הכבאית בזמן שהיא מפזרת מים (מצאו ביטוי ל־$\frac{dv}{dt}$).

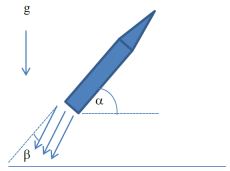
(ג) מהי מסת הכבאית (כולל המים שמיכל) כפונקציה של הזמן? הניחו שהכבאית מתחילה לפזר מים בזמן $t = 0$.

(ד) פתרו את משוואת התנועה כדי למצוא את מהירות הכבאית כפונקציה של הזמן. הניחו כי ב־$t = 0$ הכבאית נמצאת במנוחה.

(ה) איזה מרחק עוברת הכבאית מתחילת פיזור המים ועד לריקון המיכל?

4. טיל זיקוקים יוצא מפני כדור הארץ ונע בזוית α קבועה, כבאיור. מהטיל נפלט גז, כך שמסת הטיל הינה $m(t) = m_0 e^{-\gamma t}$. הגז נפלט במהירות $u > 0$ ביחס לטיל. למנוע הבעירה יכולת לכוון את סילון הגז, כך שהגז נפלט בזוית β ביחס לתנועת הטיל, כמתואר באיור.
בשל מימדיו הקטנים של הטיל, ניתן להניח כי הוא לא מסתובב. כמו כן, הטיל נמצא במערכת אינרציאלית, בה g נותר קבוע.

איור 3:



(א) מהו β כדי שהטיל יוכל לנוע בזוית α?

(ב) מהי המהירות של הטיל כפונקציה של הזמן, במערכת כדור הארץ, כל עוד לא נגמר הגז? הניחו כי בזמן $t = 0$, המהירות של הטיל היא אפס.

5. מרכז מסה של שני גופים רציפים:

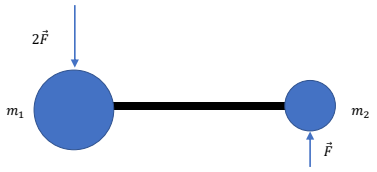
(א) בהינתן שתי מערכות גופים, כך ש:

$$\vec{r}_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^{N} m_i \vec{r}_i}{\sum_{i=1}^{N} m_i}, \quad \vec{r}'_{cm} = \frac{\sum_{j=1}^{N'} m_j \vec{r}'_j}{\sum_{j=1}^{N'} m_j}$$

הראו כי מרכז המסה של שתי המערכות יחד (מערכת־על עם $N+N'$ גופים) שווה למרכז המסה של שני גופים בעלי מסות $M=\sum_{i=1}^{N} m_i$ ו־ $M'=\sum_{j=1}^{N'} m_j$ הממוקמים ב־$\vec{r}_{cm}$ ו־$\vec{r}'_{cm}$ בהתאמה.

(ב) מצאו את מרכז המסה של כדור אחיד ברדיוס R ומסה M, שבו חור בצורת קובייה בעלת צלע a, במרחק d בין מרכז הכדור למרכז הקוביה.

6. שתי מסות m_1, m_2 מחוברות במוט קשיח חסר מסה באורך L. ברגע $t=0$ מפעילים על המסה m_1 כוח $-2\vec{F}$ ועל המסה m_2 כוח $\vec{F}$ כמתואר באיור, למשך זמן קצר Δt (ניתן להניח $\Delta t \to 0$, וש: $\vec{F}\Delta t \to \Delta\vec{P}$). מה יהיה מיקום מרכז המסה לאחר זמן t?



7. **(* רשות)** אסטרונאוטית במסה m מצויה בחללית במסה M. במרחק L מהחללית מצוי לווין במסה $5m$. האסטרונאוטית יוצאת לאסוף את הלווין לתיקון בתוך החללית (היא מחוברת בתיל חסר מסה לחללית).

(א) מה מיקום החללית כשהאסטרונאוטית מגיעה ללווין, ביחס למיקומה ההתחלתי של החללית?

(ב) כשהלווין והאסטרונאוטית חזרו לחללית, כמה זזה החללית ביחס למיקומה ההתחלתי?