

פיסיקה למתמטיקאים 88-320

תרגיל 2: תנע קווי, עבודה ואנרגיה

1. חלקיק בעל מסה m_1 מתנגש אלסטית בחלקיק בעל מסה m_2 . החלקיק m_2 נמצא תחילה במצב מנוחה במערכת היחוס של המעבדה. לאחר ההתנגשות מוסט המסלול של m_1 בזווית θ_1 מן הכוון ההתחלתי שלו.

(א) הראו כי $\tan \theta_1 = \frac{\sin \theta}{\cos \theta + m_1/m_2}$ כאשר θ זווית ההסט במערכת מרכז המסה.

(ב) הראו כי הערך המקסימלי של זווית הפיזור θ_1 במערכת המעבדה נתון ע"י $\tan \theta_1 = A/\sqrt{1-A^2}$ כאשר $A = m_2/m_1$.

(ג) בניסוי נמצא, שלחיקי α (אטומי הליום ללא אלקטרונים) העוברים דרך גז של אטומי מימן יש סטיה מקסימלית של 15° (במערכת המעבדה). העריכו את המסה של חלקיק α יחסית לאטום המימן

2. רכב חלל פולט גז לאחור במהירות v_0 (יחסית לרכב). קצב השנוי של מסת הרכב בגין שריפת הדלק קבוע $\dot{M} = -\alpha$. בהזנחת הגרביטציה:

(א) מצאו את מהירות רכב החלל ומיקומו כפונקציה של הזמן (הניחו כי ב $t = 0$ מהירות החללית u_0 ומסתה M_0).

(ב) חזרו על סעיף (א) כאשר ידוע גם כי פועל על החללית כח חיכוך הפרופורציוני למהירות ונתון ע"י $f(v) = -bv$. הניחו בנוסף כי $b = 2\alpha$. (רמז: קבלו עבור המהירות את המשוואה הדיפרנציאלית $\dot{v} + \frac{b}{M_0 - \alpha t} v = \frac{v_0 \alpha}{M_0 - \alpha t}$)

3. מרכז המסה של התפלגות $\rho(\vec{r})$ נתון ע"י $\vec{r}_{cm} = \frac{\int d^d r \vec{r} \rho(\vec{r})}{\int d^d r \rho(\vec{r})}$. מצאו את מרכז המסה עבור ההתפלגות $\rho(x, y) = \frac{1}{(2-x)^2}$ במשולש המוגבל ע"י הקוים $x = 0, y = 0, y = 1 - x$.

4. גוף נע בשדה $\mathbf{F} = (x^3 + xy^2, y^3 + yx^2)$ במישור $x - y$.

(א) הוכיחו כי השדה משמר

(ב) מצאו את הפוטנציאל $U(x, y)$

(ג) חשבו בצורה מפורשת את העבודה הדרושה להעביר את הגוף מהראשית לנקודה $(2, 1)$ לאורך מסלול המחבר תחילה את הראשית עם הנקודה $(2, 0)$ לאורך ציר x ולאחר מכן את הנקודה $(2, 0)$ עם הנקודה $(2, 1)$ לאורך ציר y

(ד) חזרו על החישוב מסעיף 4ג ע"י שמוש בפוטנציאל

(ה) כתבו את הכח במערכת צירים פולרית. האם הכח מרכזי ?

5. חרוז מחליק על מסילה חסרת חיכוך אשר גובהה y נתון ע"י הפונקציה $y = f(x)$. ידוע כי בנקודה $(x, y) = (0, 0)$ המסילה אנכית והחרוז עובר בנקודה זו עם מהירות אנכית $-V$ (מטה). הראו כי על מנת שהמהירות בכוון האנכי תהיה קבועה ושווה ל $-V$, צורת המסילה נתונה ע"י $y = f(x) = -\frac{(3gVx)^{2/3}}{2g}$