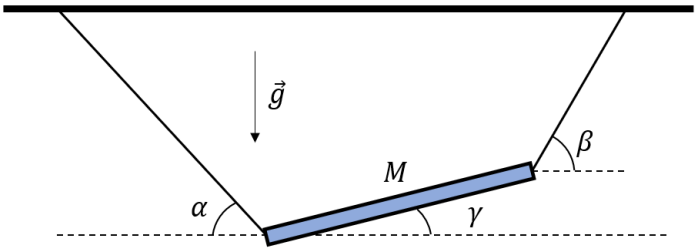
פיזיקה קלאסית 1
תרגיל 9

1. מוט בעל התפלגות מסה אחידה ומסה כוללת M תלוי באמצעות שני חוטים כמתואר באיור. נתונות הזוויות α ו-β.

(א) בטאו את המתיחויות בחוט באמצעות הנתונים.

(ב) מצאו משוואה עבור γ כתלות ב-α ו-β. אין צורך לפתור את המשוואה.



2. שני כדורים זהים ונייחים בעלי מסה M מחוברים ע"י מוט אידאלי שאורכו l. כדור נוסף בעל מסה m מגיע בניצב למוט במהירות u ומתנגש חזיתית עם אחד הכדורים הנייחים. ניתן להניח שהמהירויות לפני ואחרי ההתנגשות נמצאות באותו המישור, ושאין כוח משיכה בבעיה. ענו על סעיפים א'-ג' פעם אחת עבור התנגשות שבה הכדור הפוגע נדבק לכדור העליון מבין שני הכדורים (התנגשות פלסטית, כמו בתרגול), ופעם נוספת עבור התנגשות שבה הכדור הפוגע <u>לא</u> נדבק לכדור העליון, <u>וגם האנרגיה נשמרת</u> (התנגשות אלסטית):

(א) מהי מהירות הכדור m לאחר ההתנגשות?

(ב) מהי מהירות מרכז המסה של המוט ושני הכדורים?

(ג) מהי המהירות הזוויתית של המוט? (סביב מרכז המסה שלו)

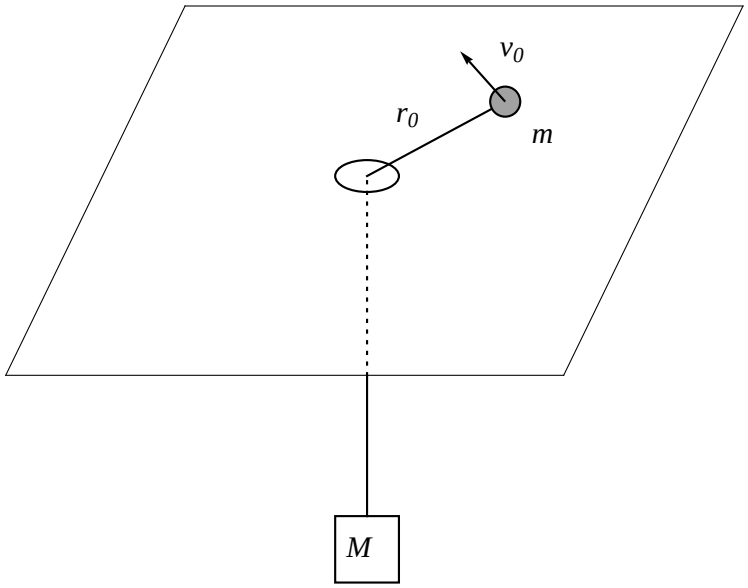
(ד) (* סעיף עזר, רשות): הראו כי האנרגיה הקינטית במערכת המעבדה קשורה לאנרגיה הקינטית במערכת מרכז המסה באמצעות הביטוי:

$$E^k_{lab} = E^k_{CM} + \frac{1}{2}M_{tot}V^2_{cm}$$

3. מסה m מונחת על שולחן חסר חיכוך ומחוברת למסה M באמצעות חבל העובר דרך חור במרכז השולחן. ב-$t=0$ המסה m נמצאת במרחק r_0 ממרכז השולחן ונעה במהירות v_0 בניצב לכיוון הרדיאלי.

(א) מצאו את משוואות התנועה עבור $r(t)$ מתוך חוק שימור אנרגיה ושימור התנע הזוויתי (אין צורך לפתור את המשוואות).

(ב) עבור איזה r_0 תמשיך המסה m לנוע ברדיוס קבוע?



4. שאלה ממבחן: לווין בעל מסה m נע בחלל תחת השפעת כוח כובד של כוכב לכת:

$$\vec{F}_g = -\frac{k}{r^2}\hat{r}$$

כאשר k קבוע ידוע, r הוא המרחק ממרכז כוכב הלכת ו-$\hat{r}$ הוא וקטור יחידה המכוון ממרכז כוכב הלכת ללווין. בנוסף על כך, פועל על הלווין כוח מעכב בניגוד לכיוון תנועתו:

$$\vec{F}_d = -\beta\vec{v}$$

כאשר β קבוע ידוע.

(א) רשמו את משוואות התנועה של הלווין. שימו לב:

i. התנועה אינה בהכרח מעגלית.

ii. מכיוון שהתנועה היא תנועה במישור יש צורך בשתי משוואות עבור שתי קואורדינטות.

iii. ניתן לעבוד בכל מערכת קואורידנטות שהיא (למשל: קוטבית או קרטזית).

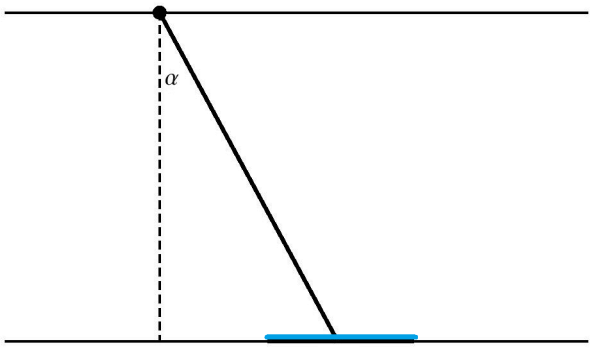
iv. אין צורך לפתור את המשוואות.

(ב) בהנחה שבזמן $t = 0$ מרחק הלווין ממרכז כוכב הלכת היה R_0 ומהירותו הזוויתי היתה ω_0, מצאו את התנע הזוויתי של הלווין ביחס למרכז הכוכב כפונקציה של הזמן.

5. מוט אחיד שמסתו m מחובר בציר לתקרה ונשען על רצפה חלקה כשהוא יוצר זווית α עם האנך. מכניסים גליון נייר דק בין הרצפה והמוט. מקדם החיכוך בין הנייר והמוט הוא $\mu = \mu_s = \mu_k$.

(א) מהו הכוח המינימלי הדרוש בכדי למשוך את הנייר ימינה?

(ב) מהו הכוח המינימלי הדרוש בכדי למשוך את הנייר שמאלה?



6. **(* רשות)** תיבה דו-מימדית אחידה שאורך בסיסה B, גובהה H ומסתה m מונחת על מישור אופקי מחוספס עם מקדם חיכוך $\mu = \mu_s = \mu_k$. כוח אופקי F מופעל מהקצה העליון הימני של התיבה (לכיוון ימין אל מחוץ לתיבה). בהנחה שהתיבה נשארת בשיווי משקל:

(א) חשב את גודלם של כוח החיכוך והכוח הנורמלי.

(ב) מהו המרחק האפקטיבי מהפינה הימנית התחתונה של התיבה ממנה פועל הכוח הנורמלי? הבהרה - מכיוון שגודל הנורמל נקבע לנו ממשוואת הכוחות, מיקומו האפקטיבי יקבע לנו בעזרת משוואת המומנטים כך שעבור מיקום אפקטיבי זה המשוואה תתאפס (התיבה בשיווי משקל).

(ג) מהו הכוח האופקי המינימלי הדרוש בכדי להפוך את התיבה?

(ד) מהו גודלו, כיוונו ונקודת אחיזתו של הכוח המינימלי הדרוש בכדי להפוך את התיבה? כוח זה אינו בהכרח אופקי.

(ה) מהו מקדם החיכוך המינימלי בסעיפים ג' ו-ד' שימנע את החלקת הגוף?