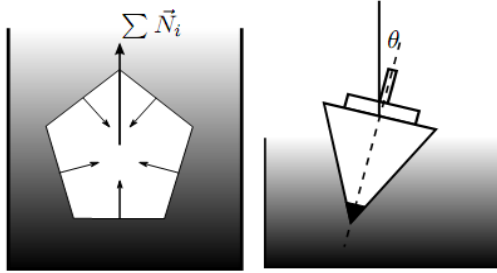
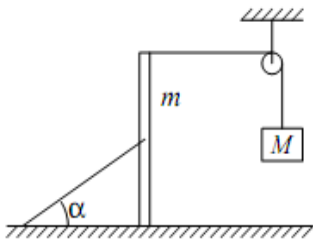


מכניקה ויחסות פרטית – תרגיל 8

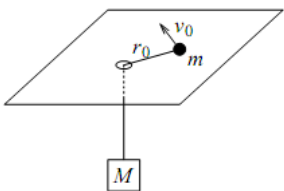


1. **חוק ארכימדס (ציפה):**
 כאשר גוף בנפח V משוקע כולו בתוך נוזל, פועלים על הגוף כוחות נורמליים לאורך שטחי המגע שלו עם הנוזל. הכוח השקול אוזן במרכז הגיאומטרי של הגוף (שימו לב: לא מרכז המסה של הגוף). מיקום זה נקרא מרכז הציפה (או מרכז העילוי). גודלו של הכוח השקול הוא $\sum N_i = \rho V g$ כאשר ρ הוא צפיפות הנוזל.
 כלומר לפי חוק ארכימדס על גוף ששוקע בתוך נוזל פועל כוח שקול ממרכז הציפה שלו שגודלו $\rho V g$ וכיוונו מעלה.
 א. הוכיחו את חוק ארכימדס. רמז: מה היה קורה אילו כל נפחו של הגוף היה מוחלף בנוזל עצמו (דמיינו גוף דמיוני של נוזל בתוך הנוזל). האם הנוזל בכלל יודע שמה שיש בתוכו זה גוף עם צפיפות שונה?
 ב. הראו שאם מרכז המסה של אונייה גבוה ממרכז הציפה תהיה האונייה בלתי יציבה (כל סטייה קלה תביא להתהפכות).
 ג. אונייה שצורתה משולש שווה צלעות (אורך כל צלע 4 מטר) ואורכה 10 מטר שוקלת 20 טון. מרכז המסה של האונייה מרוכז בקודקוד התחתון של המשולש. מהו גודלו של המומנט המחזיר הפועל על האונייה ביחס למרכז המסה, כאשר היא נוטה בזווית θ ? הניחו כי מיקום מרכז הציפה בגוף לא השתנה כתוצאה מההטיה.



2. מוט אחיד בעל מסה m מונח אנכית על משטח אופקי כמוראה בשרטוט (הניחו שעובי נקודת המגע עם המשטח האופקי זניח). המוט מחובר ממרכזו לחוט שקצהו השני קשור לרצפה, כך שהחוט יוצר זווית α עם הריצפה. הקצה העליון של המוט מחובר אף הוא לחוט. חוט זה הוא אופקי וקשור דרך גלגלת למסה M . נתון כי המערכת במנוחה.
 א. מהו כוח החיכוך שמפעילה הרצפה על המוט, ומהו הכוח הנורמלי שמפעילה הרצפה על המוט?
 ב. מהי המתחיות בחוט הקשור לרצפה?
 ג. מהו מקדם החיכוך (הסטטי) המינימלי הדרוש בין הרצפה למוט, על מנת שהמערכת תוכל להימצא במנוחה?
3. הוכיחו את משפט העתקת המומנטים: שקול המומנטים ביחס לראשית \vec{r}_0 שווה לשקול המומנטים ביחס לראשית \vec{r}_1 ועוד המומנט של הכוח השקול שנלקח כאוזן ב- \vec{r}_1 ביחס לראשית \vec{r}_0 . כלומר:

$$\sum \vec{r}_i (\vec{r}_0) = \sum \vec{r}_i (\vec{r}_1) + (\vec{r}_1 - \vec{r}_0) \times \sum \vec{F}_i$$
 הסיקו מכך שכאשר שקול הכוחות הוא אפס, שקול המומנטים אינו תלוי בבחירת הראשית.
4. שני כדורים זהים ונייחים בעלי מסה M מחוברים ע"י מוט קל שאורכו l . כדור נוסף בעל מסה m מגיע בניצב למוט במהירות u ומתנגש התנגשות אלסטית (כלומר מתקיים חוק שימור אנרגיה) וחזיתית עם אחד הכדורים הנייחים.
 א. מהו התנע הזוויתי ההתחלתי (לפני ההתנגשות) ביחס למרכז המסה של המוט ושני הכדורים?
 ב. מהי מהירות הכדור m אחרי ההתנגשות?
 ג. מהי מהירות מרכז המסה של המוט ושני הכדורים?
 ד. מהי המהירות הזוויתית של המוט (סביב מרכז המסה שלו)?



5. מסה m מונחת על שולחן חסר חיכוך, ומחוברת למסה M באמצעות חבל העובר דרך חור במרכז השולחן (ראו שרטוט). בזמן $t=0$ המסה m נמצאת במרחק r_0 ממרכז השולחן ונעה במהירות v_0 בניצב לכיוון הרדיאלי.
 א. ממשוואת התנועה בכיוון המשיק (בכיוון $\hat{\theta}$) הראו כי מתקיים חוק שימור תנע זוויתי בבעיה. (רמז: אילו כוחות פועלים בכיוון הזה? רכיב התאוצה בכיוון הזה הוא $2\dot{r}\dot{\omega} + r\ddot{\omega}$).
 ב. מצאו את משוואת התנועה עבור $r(t)$ מתוך חוק שימור אנרגיה וחוק שימור תנע זוויתי. (אין צורך לפתור את המשוואות).
 ג. עבור איזה r_0 תמשיך המסה m לנוע ברדיוס קבוע?

6. * קוביות זהות ואחידות בעלות אורך L וגובה h מונחות זו על גבי זו בהפרשים של $\Delta L = 0.05L$.
 א. כמה קוביות ניתן לייצב בצורה זו, בטרם יקרוס המגדל?
 ב. לכשיקרוס המגדל – כמה קוביות ייפלו?

