

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203
מרצים: פרופ' מיכאל גדלין
מועד ב' 28.10

- משך המבחן 3 שעות
 - חומר עזר: דף נוסחאות מצורף, מחשבון אסור
 - בשאלות פתוחות יש לרשום פתרון באמצעות אותיות בלבד, להגיע לנוסחה סופית ולהציב מספרים רק בה
 - בשאלות עם מספרים חובה להגיע למספר סופי (בקירוב)
 - בשאלות אמריקאיות רק תשובות סופיות (בטופס) נבדקות
 - שאלות פתוחות יש לפתור במחברת
 - אסור לכתוב בעפרון, אסור להשתמש בצבע אדום
- בהצלחה !

חלק א' - שאלות אמריקאיות (כל שאלה - 4 נק') - יש לסמן תשובה נכונה בטבלה בלבד

| No. | A | B | C | D | E |
|-----|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |

1) גוף נקודתי מחובר באמצעות חוט ללא מסה לתקרה. מחזיקים את הגוף כאשר החוט ישר ואופקי. משחררים את הגוף. מהי התאוצה שלו בנקודה התחתונה של מסלולו?

| A | B | C | D | E |
|--------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
| כלפי מטה g | כלפי מעלה g | כלפי מטה $2g$ | כלפי מעלה $2g$ | חסרים נתונים |

2) שני רכבים זהים מתחילים לנוע מראשית הקואורדינטות ממצב מנוחה בו זמנית. רכב אחד נע בתאוצה קבועה $\vec{a}_1 = 5\hat{x} \text{ m/s}^2$, רכב אחר נע בתאוצה קבועה $\vec{a}_2 = 4\hat{y} \text{ m/s}^2$. איפה יהיה מרכז המסה של שני הרכבים כעבור זמן $t = 4 \text{ s}$?

| A | B | C | D | E |
|--|--|---|------------------------------|--------------|
| $\vec{R}_{cm} = (20\hat{x} + 16\hat{y}) \text{ m}$ | $\vec{R}_{cm} = (40\hat{x} + 32\hat{y}) \text{ m}$ | $\vec{R}_{cm} = (10\hat{x} + 8\hat{y}) \text{ m}$ | $\vec{R}_{cm} = 0 \text{ m}$ | חסרים נתונים |

3) רכב נוסע בכביש ונכנס לקטע מכוסה קרח שבו מקדם החיכוך קטן פי-4 ממקדם החיכוך בקטע ללא קרח. פי כמה צריך להוריד את מהירות הרכב כדי שמרחק הבלימה לא ישתנה?

| A | B | C | D | E |
|---|----|---|------------|-----------------|
| 4 | 16 | 2 | $\sqrt{2}$ | אין צורך להוריד |

4) איזו מהטענות הבאות נכונה?

| A | B | C | D | E |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| אנרגיה קינטית תמיד חיובית | אנרגיה פוטנציאלית תמיד חיובית | עבודת מכנית תמיד חיובית | עבודת כוח משמר תמיד חיובית | אף אחת מהטענות $A - D$ אינה נכונה |

5) גוף סימטרי בעל מסה m ורדיוס R מונח על מישור אופקי חלק (ללא חיכוך). כאשר דוחפים את גוף קצרות ע"י כוח אופקי המופעל בגובה h מעל המישור, הגוף מתחיל להתגלגל ללא החלקה. מהו מומנט ההתמד של גוף ביחס למרכז המסה שלו?

| A | B | C | D | E |
|-----------------|-------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| $I_{cm} = mR^2$ | $I_{cm} = mR^2/2$ | $I_{cm} = m(R^2 + h^2)$ | $I_{cm} = mR(h - R)$ | $I_{cm} = mR(h + R)$ |

6) נהג משאית חייב להעביר שתי חביות מים במכולה. בהתחלה אחת מלאה והשנייה ריקה. הנהג מחליט להוריד את מרכז המסה של המשאית ומעביר מחצית מהמים מהחבית המלאה לחבית הריקה. האם הוא משיג את מטרתו?

| A | B | C | D | E |
|----|----|-------------------|----------------|------------------|
| כן | לא | תלוי בגודל החביות | תלוי במסת המים | תלוי במסת המשאית |

7) מערכת מורכבת משני גופים זהים בעלי מסה m כל אחד, אשר נעים כל אחד לאורך קו ישר במהירות שגודל שלה v קבוע. המסלולים מקבילים, המרחק בין המסלולים הישרים הוא l , והגופים נעים בכיוונים הפוכים. מהו התנע הזוויתי הפנימי של המערכת?

| A | B | C | D | E |
|------|-------|--------|---|-----------------------------------|
| mv | $2mv$ | $mv/2$ | 0 | לא ניתן לדעת כי הוא משתנה כל הזמן |

8) קליע שמסתו $m = 10 \text{ g}$ ומהירותו $v = 200 \text{ m/s}$ נכנס לבול עץ ונעצר בו תוך $t = 0.05 \text{ s}$. מהו הכוח הממוצע שהוא מפעיל על הבול במשך תנועתו?

| A | B | C | D | E |
|------|------|------|-------|--------------|
| 10 N | 20 N | 40 N | 100 N | חסרים נתונים |

9) גוף נקודתי מבצע תנועה הרמונית פשוטה עם זמן מחזור T . התנועה מתחילה כאשר אנרגיה קינטית של הגוף מקסימלית. תוך כמה זמן מתחילת התנועה אנרגיה קינטית תרד בחצי?

| A | B | C | D | E |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| T | $T/2$ | $T/3$ | $T/4$ | $T/8$ |

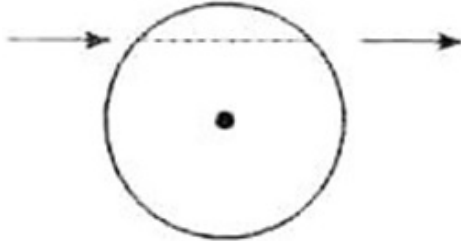
10) גוף נקודתי בעל מסה m נמצא בתנועה חד-מדמית באנרגיה פוטנציאלית $U = \frac{1}{4}ax^4 - \frac{1}{2}bx^2$, כאשר $a > 0$ ו- $b > 0$ הם קבועים. מהי האנרגיה המכנית המינימלית האפשרית של הגוף?

| A | B | C | D | E |
|---|-------------------|-------------------|--------------|------------------|
| 0 | $-\frac{b^2}{2a}$ | $-\frac{b^2}{4a}$ | חסרים נתונים | כל אנרגיה אפשרית |

חלק ב' - שאלות פתוחות, כל שאלה 20 נק', אין סעיפים

(1)

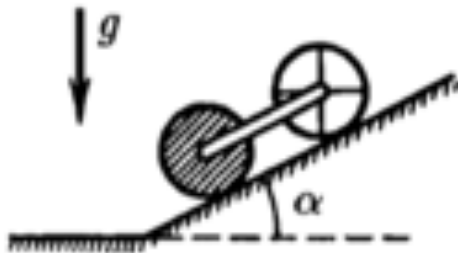
קליע שמסתו m וגודל מהירותו v_1 עובר דרך דיסקה מלאה אחידה שיכולה להסתובב סביב מרכזה, רדיוסה R ומסתה M . הקליע יוצא מצידה השני של הדיסקה במהירות שגודלה v_2 וכיוונה זה לכיוון של מהירות הקליע לפני הפגיעה. קו התנועה של הקליע עובר במרחק l ממרכז הדיסקה. כמה אנרגיה אבדה בהתנגשות? $I_{cm} = MR^2/2$.



(2) גוף קטן בעל מסה m נמשך לאט במדרון עד לגובה h . לצורך זה נדרשת עבודה W . לאחר מכן משחררים את הגוף ונותנים לו להחליק חזרה למקומו המקורי. מה תהיה מהירותו?

(3)

צירים של שני גלילים מקבילים ומחוברים באמצעות מוט ללא מסה. הגלילים מתגלגלים ללא החלקה למטה במדרון בעל זווית α . לשני הגלילים אותה מסה m ואותו רדיוס R . הגליל הקדמי הוא גליל אחיד, האחורי הוא גליל חלול. מהו כוח המתיחות במוט? מומנט התמד של גליל אחיד ביחס לצירו הוא $I_{cm} = mR^2/2$.



| No. | A | B | C | D | E |
|-----|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | X | |
| 2 | X | | | | |
| 3 | | | X | | |
| 4 | | | | | X |
| 5 | | | | X | |
| 6 | X | | | | |
| 7 | X | | | | |
| 8 | | | X | | |
| 9 | | | | | X |
| 10 | | | X | | |

(D) 1.

הגוף מבצע תנועה מעגלית ברדיוס R .

$$a = \frac{v^2}{R}, \quad \frac{mv^2}{2} = mgR \quad (1)$$

(A) 2.

$$\vec{R}_{cm} = \frac{m\vec{R}_1 + m\vec{R}_2}{m + m} = \frac{1}{2}(\vec{R}_1 + \vec{R}_2) \quad (2)$$

$$\vec{R}_1 = \frac{\vec{a}_1 t^2}{2} \quad (3)$$

$$\vec{R}_2 = \frac{\vec{a}_2 t^2}{2} \quad (4)$$

3. (C) הקשר בין מרחח הבליה, מקדם החיכוך ומהירות הוא

$$v^2 = 2\mu gl \quad (5)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\mu_2 l_2}{\mu_1 l_1}} \quad (6)$$

$$l_2 = l_1 \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}} = \frac{1}{2} \quad (7)$$

4. (E) אנרגיה קינטית יכולה להיות שווה לאפס.

מאחר וניתנו הוראות סותרות במבחן, גם התשובה A התקבלה

(D) 5.

$$F(h - R) = I_{cm}\alpha \quad (8)$$

$$F = ma_{cm} \quad (9)$$

$$a_{cm} = \alpha R \quad (10)$$

$$I_{cm} = mR(h - R) \quad (11)$$

6. (A) מכיוון שהוא מוריד חלק מהמים מרכז המסה ירד.

הכוונה הייתה לחביות זהות. מאחר ומילה זאת נשמטה בניסוח, תתקבלה גם

התשובה C

7. (A) התנע הכולל הוא אפס לכן תנע זוויתי של מרכז המסה מתאפס והתנע

הזוויתי הכולל הוא תנע זוויתי פנימי. אם נבחר ראשית הקואורדינטות על אחד

מהקווים אז $J = mvl$.

(C) 8.

$$F = \frac{mv}{t} \quad (12)$$

(E) 9.

$$v_x = v_{max} \cos \omega t \quad (13)$$

$$K = K_{max} \cos^2 \omega t \quad (14)$$

$$\cos^2 \omega t = \frac{1}{2} \quad (15)$$

$$\omega t = \frac{\pi}{4} \quad (16)$$

$$t = \frac{\pi}{4\omega} = \frac{1}{8} \frac{2\pi}{\omega} = \frac{T}{8} \quad (17)$$

10. (C) צריך למצוא את המינימום של U :

$$\frac{dU}{dx} = 0 \rightarrow x = 0, x^2 = b/a \quad (18)$$

הראשון הוא מקסימום, השני הוא מינימום. במינימום זה

$$U_{min} = -\frac{b^2}{4a} \quad (19)$$

אנרגיה קינטית לא יכולה להיות שלילית, לכן זה גם מינימום של אנרגיה מכנית.

1.

העיקר ההכרחי

שימור תנע זוויתי ביחס לציר הדיסקה

$$mv_1l = mv_2l + I\omega \quad (20)$$

אנרגיה בהתחלה

$$E_i = \frac{mv_1^2}{2} \quad (21)$$

אנרגיה בסוף

$$E_f = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} \quad (22)$$

איבוד האנרגיה

$$\Delta E = E_i - E_f \quad (23)$$

חישוב:

$$\omega = \frac{ml(v_1 - v_2)}{I} \quad (24)$$

$$\Delta E = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2} - \frac{m^2l^2(v_1 - v_2)^2}{2I} \quad (25)$$

2.

העיקר ההכרחי

משפט עבודה-אנרגיה בתנוע כלפי מעלה:

$$W + W_{friction} = E_f - E_i = mgh \quad (26)$$

משפט עבודה-אנרגיה בתנועה כלפי מטה:

$$E_f - E_i = \frac{mv^2}{2} - mgh = W_{friction} \quad (27)$$

חישוב:

$$W_{friction} = mgh - W \quad (28)$$

$$\frac{mv^2}{2} = 2mgh - W \quad (29)$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m}(2mgh - W)} \quad (30)$$

3.

העיקר ההכרחי

חוק 2 של ניטון לתנועה קווית של מרכז המסה של גוף 1

$$mg \sin \theta + T - f_1 = ma_1 \quad (31)$$

חוק 2 של ניטון לתנועה סיבובית של גוף 1 סביב מרכז המסה שלו

$$f_1 R = I_1 \alpha_1 \quad (32)$$

חוק 2 של ניטון לתנועה קווית של מרכז המסה של גוף 2

$$mg \sin \theta - T - f_2 = ma_2 \quad (33)$$

חוק 2 של ניטון לתנועה סיבובית של גוף 2 סביב מרכז המסה שלו

$$f_2 R = I_2 \alpha_2 \quad (34)$$

הגופים מחוברים

$$a_1 = a_2 \quad (35)$$

כל גוף מתגלגל ללא החלקה

$$a_1 = \alpha_1 R, \quad a_2 = \alpha_2 R \quad (36)$$

חישוב:

$$a_1 = \frac{mg \sin \theta - T}{m(1 + I_1/mR^2)} \quad (37)$$

$$a_2 = \frac{mg \sin \theta + T}{m(1 + I_2/mR^2)} \quad (38)$$

$$\frac{mg \sin \theta - T}{m(1 + I_1/mR^2)} = \frac{mg \sin \theta + T}{m(1 + I_2/mR^2)} \quad (39)$$

$$T \left(\frac{1}{mR^2 + I_1} + \frac{1}{mR^2 + I_2} \right) = mg \sin \theta \left(\frac{1}{mR^2 + I_1} - \frac{1}{mR^2 + I_2} \right) \quad (40)$$

$$T = \frac{mg \sin \theta (I_2 - I_1)}{2mR^2 + I_1 + I_2} \quad (41)$$

$$I_1 = mR^2/2, \quad I_2 = mR^2 \quad (42)$$

$$T = \frac{mg \sin \theta}{7} \quad (43)$$