

פתרון הבחינה

בפיזיקה – מכניקה

קיץ תשפ"ד, 2024, שאלון: 36361

מוגש ע"י צוות מורי הפיזיקה של "יואל גבע"

הערות:

1. התשובות המוצגות כאן הן בגדר הצעה לפתרון השאלון.
2. תיתכנה תשובות נוספות, שאינן מוזכרות כאן, לחלק מהשאלות.

הנבחנים נדרשו לענות על שלוש מהשאלות 1-6

שאלה מספר 1:

סעיף א'

תאוצתה של מכונית א': $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8-12}{10}$. תאוצה שגודלה $0.4 \frac{m}{s^2}$ וכיוונה שמאלה.

תאוצתה של מכונית ב': $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8-0}{10}$. תאוצה שגודלה $0.8 \frac{m}{s^2}$ וכיוונה ימינה.

סעיף ב'(1)

שתי המכוניות נעו באותו כיוון. המהירויות של שתיהן הן חיוביות, כלומר שתיהן נעות ימינה (בשאלה נתון כי הכיוון החיובי מוגדר ימינה)

סעיף ב'(2)

מרחק מכונית א' מהנקודה $x = 0$ היה גדול יותר. ניתן להסיק זאת מהגרף, כיוון שהשטח בגרף מהירות זמן מבטא העתק ונתון כי ברגע $t = 0$ שתי המכוניות היו בראשית.

סעיף ג'(1)

לפי $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta x$. מתקבל $\Delta x = 180 \text{ m}$.

סעיף ג'(2)

נחשב בעזרת $v = v_0 + at$ ונקבל $t = 30 \text{ sec}$

למידע על פסיכומטרי
ביואל גבע ←

הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.
אל תתפשר עליה.



סעיף ד'

עברו 15 שניות מהרגע שנעצרה מכונית א' בתחנה ועד שנעצרה מכונית ב'. ההעתק של מכונית ב' גם הוא 180m, נשווה זאת לביטוי עבור שטח משולש בגרף מהירות-זמן המתאר את תנועתה של מכונית ב' ונמצא כי זמן הנסיעה שלה הוא 45 שניות.

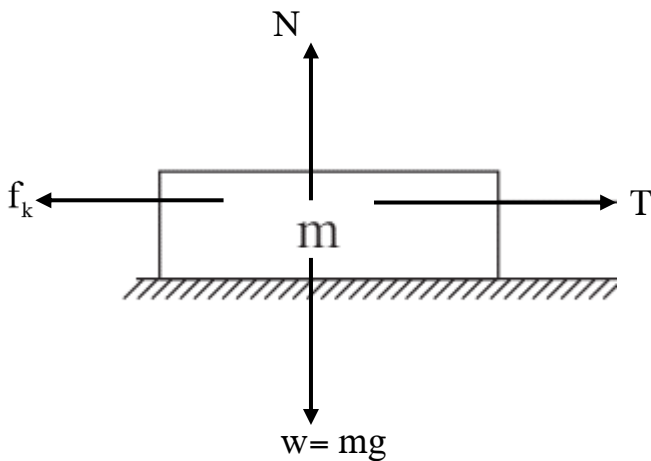
סעיף ה'

איור 4 מתאר באופן הטוב ביותר את תרשימים העקבות. איור 4 הוא היחיד המתאים להגדלת המהירות בתחילת התנועה ולהקטנת המהירות בסיום התנועה.

למידע על פסיכומטרי
ביזאל גבע ←

הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.
אל תתפשר עליה.





שאלה מספר 2:

סעיף א'

- T המתוחות שהחוט מפעיל.
- N נורמל שהמשטח מפעיל.
- w כוח הכובד שמפעיל כדור הארץ.
- f_k חיכוך קינטי שהמשטח מפעיל.

סעיף ב'

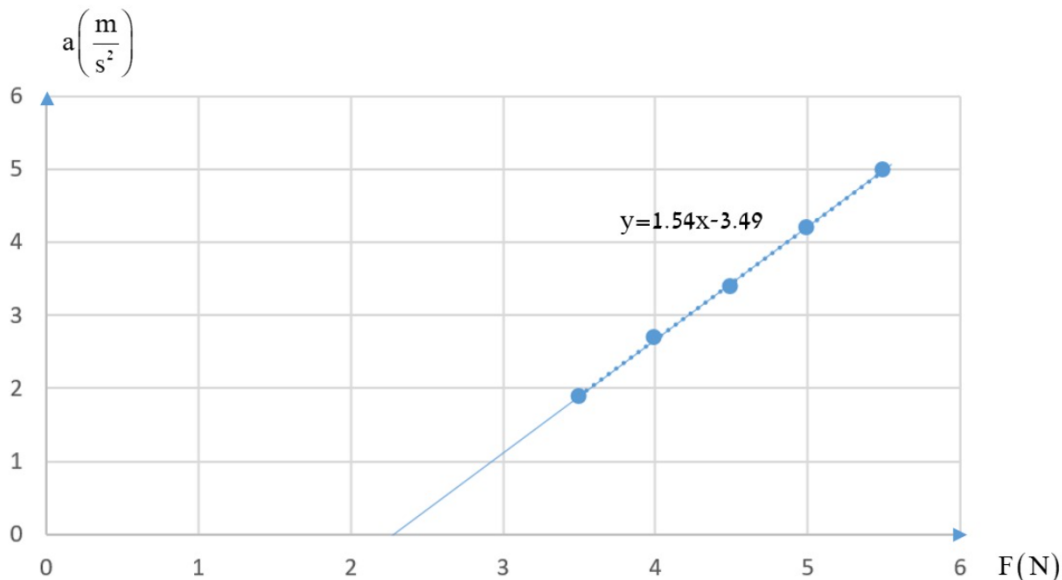
לפי חוקי ניוטון, בציר האופקי מתקיים $T - f_k = ma$ ובציר האנכי $N = mg$.

המתוחות T שווה לכוח F בחוט שמסתו זניחה וכן $f_k = \mu N$. מכאן ש- $F - \mu mg = ma$

$$a = \frac{1}{m} F - \mu g \quad \text{ולכן}$$

סעיף ג'

גרף של תאוצת התיבה כפונקציה של הכוח F



למידע על פסיכומטרי
ביואל גבע ←

**הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.
אל תתפשר עליה.**



סעיף ד' (1)

לפי הביטוי שפיתחנו בסעיף הקודם שיפוע הגרף הוא $S = \frac{1}{m}$, נשווה זאת לשיפוע קו המגמה

$$m = 0.65 \text{ kg}$$

ונקבל את התוצאה

סעיף ד' (2)

לפי הביטוי שפיתחנו ולפי ערך נקודת החיתוך עם הציר האנכי $(-\mu g)$ נקבל $\mu = 0.35$

סעיף ה'

התאוצה תהיה אפס מכיוון שכוח זה קטן מכוח החיכוך הסטטי המקסימאלי. ניתן לחשב את כוח החיכוך הסטטי המקסימאלי לפי $f_{s,max} = \mu N$ או לפי נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האופקי (מכיוון שמקדמי החיכוך הסטטי והמקסימאלי זהים, כוח החיכוך הסטטי המקסימאלי שווה לכוח החיכוך הקינטי וכאשר התאוצה היא אפס כוח החיכוך הקינטי שווה לכוח F החיצוני).



שאלה מספר 3:**סעיף א'**

תרשים 2. על הגוף פועלים רק שני כוחות, כוח הכובד וכוח המתיחות והרכיב האנכי של כוח המתיחות שווה בגודלו לגודל כוח הכובד.

סעיף ב'

בציר האנכי מתקיים החוק הראשון של ניוטון ולכן $T \cos \alpha = mg$.

נתונים: $\alpha = 30^\circ$, $m = 2\text{kg}$. מתיחות החוט היא $T = 23.09\text{ N}$.

סעיף ג'

כאשר הגוף אינו מסתובב המתיחות בחוט קטנה יותר. בשני המקרים הרכיב האנכי של המתיחות שווה בגודלו לכוח הכובד, כאשר הגוף מסתובב יש גם רכיב אופקי למתיחות וכאשר הגוף אינו מסתובב אין רכיב אופקי למתיחות. גודל וקטור כוח המתיחות, במקרה שבו יש רכיב אופקי הוא גדול יותר מאשר גודל הרכיב האנכי בלבד.

סעיף ד'

עבור הנתונים $\ell = 1\text{m}$, $a = 3\text{m}$ רדיוס המסלול המעגלי הוא $R = a + \ell \cdot \sin \alpha = 3.5\text{m}$. לפי החוק השני של ניוטון בציר הרדיאלי והנוסחה לתאוצה רדיאלית $a_r = \omega^2 R$ מתקיים

$$T \sin \alpha = m \omega^2 R \quad \text{נשתמש בקשר } \omega = 2\pi f \text{ ונקבל } f^2 = \frac{T \sin \alpha}{4\pi^2 m R}$$

מהצבת הנתונים מתקבלת התדירות $f = 0.204\text{ Hz}$

סעיף ה'

נחשב את זווית הנטייה של החוט לפי $\cos \alpha = \frac{mg}{T}$ ונקבל כי $\alpha = 63.6^\circ$ במקרה שבו

המתיחות היא המקסימאלית $T = 45\text{ N}$. נשתמש בקשרים שכתבנו בסעיף הקודם

ונקבל כי $R = 3.896\text{ m}$ ו- $f = 0.362\text{ Hz}$

שאלה מספר 4

למידע על פסיכומטרי
 ביזאל גבע ←

**הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.
 אל תתפשר עליה.**



סעיף א'

גרף 2 מייצג את מהירותה של תיבה B כיוון שהיא נעה בכיוון השלילי לפני ההתנגשות.

סעיף ב'

לפי הגרף, מהירויותיהן של התיבות לפני ההתנגשות הן $v_B = -1.5 \text{ m/s}$, $v_A = 3 \text{ m/s}$

מהירויותיהן אחרי ההתנגשות הן $u_B = 5.5 \text{ m/s}$, $u_A = 1 \text{ m/s}$

מתוך משוואת שימור התנע $m_A v_A + m_B v_B = m_A u_A + m_B u_B$

מתקבלת התוצאה $m_B = 0.04 \text{ kg}$

סעיף ג'

המתקף על תיבה A הוא שינוי התנע של תיבה A ולכן $J = m_A u_A - m_A v_A = 0.14(1 - 3)$

מתקף שגודלו 0.28 Ns וכיוונו שמאלה.

סעיף ד'

לפי הגרף משך זמן ההתנגשות הוא $\Delta t = 10 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ sec}$ ולפי הגדרת

הכוח הממוצע $J = \Delta t \cdot \bar{F}$ מתקבל כי הכוח הממוצע גודלו 56 ניוטון וכיוונו שמאלה.

סעיף ה'

התלמיד השני הוא זה שצודק. עקב החוק השלישי של ניוטון הכוח שהם מפעילים זה על זה שווה

בגודלו ומנוגד בכיוונו ולפי הגדרת המתקף כמכפלת הכוח בזמן נסיק שעל כל אחת משתי התיבות

פעל מתקף בגודל שווה.



שאלה מספר 5

סעיף א'

השטח הכלוא מבטא את עבודת הכוח F . לפי שטח של מלבן וטרפז נקבל $W_F = 35J$.

סעיף ב'

בציר האנכי מתקיים $N = mg$, כוח החיכוך הקינטי $f_k = \mu N = \mu mg$ ולפי נוסחת העבודה

$$W_{f_k} = -20J \quad \text{לכוח קבוע} \quad W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha \quad \text{מתקבל}$$

סעיף ג'

לפי משפט עבודה-אנרגיה $W_F + W_{f_k} = \Delta E_k$ ולכן $35 - 20 = \frac{1}{2} m v_A^2$. נציב את המסה

$$v_A = 3.87 \text{ m/s} \quad \text{הנתונה ומתקבלת המהירות}$$

סעיף ד'

כוח החיכוך הקינטי קבוע $f_k = 4N$ והוא הכוח השקול הפועל על הגוף. אם נפתור לפי החוק

השני של ניוטון מתקבלת התאוצה הקבועה $a = 2 \text{ m/s}^2$. לפי המשוואות לתנועה שוות תאוצה

ההעתק AB שווה ל- 3.75 m . נציב את המהירות בנקודה A ומהירות סופית אפס (עצירה), נקבל כי

$$x_B = 8.75 \text{ m} \quad \text{ההעתק} \quad x_A = 5 \text{ m} \quad \text{נוסיף את} \quad \text{ונקבל}$$

סעיף ה'

הביטוי הנכון הוא ביטוי 3.

הרכיב האנכי של הכוח החיצוני F_1 שנוסף למערכת מביא להקטנה בגודלו של כוח הנורמל בקטע

OA ובכך להקטנה של כוח החיכוך בקטע זה. העבודה הכוללת של כוח החיכוך נשארה זהה (כי

היא שווה בערכה המוחלט לעבודה של הכוח החיצוני, שלא השתנתה לפי הנתון) ולכן נסיק

שההעתק הכולל שלאורכו כוח החיכוך ביצע עבודה הוא גדול יותר.

* הערת הפותרים: ניתן לפתור סעיף זה גם באמצעות שיקולים קינמטיים.



שאלה מספר 6:

סעיף א'

לפי חוק הכבידה האוניברסלי והחוק השני של ניוטון מתקיימת המשוואה: $\frac{GMm}{r^2} = ma$

נציב את הנתונים: $r = 26.1 \cdot 10^6 \text{ m}$, $M = 86.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

מתקבלת התאוצה $a = 8.52 \text{ m/s}^2$

סעיף ב'

לפי אותה משוואה שפיתחנו בסעיף הקודם $\frac{GMm}{r^2} = ma$

נציב את רדיוס המסלול הנתון עבור מירנדה ומתקבלת התוצאה $a = 0.3433 \text{ m/s}^2$

סעיף ג'

לפי הנוסחה לתאוצה רדיאלית $a_r = \omega^2 r$ ולפי הביטוי $\omega = \frac{2\pi}{T}$ נקבל

ומתקבלת התוצאה $T_M = 2\pi \sqrt{\frac{r_M}{a_r}}$ $T_M = 33.96 \text{ hr}$

סעיף ד'

נשתמש בחוק השלישי של קפלר $\left(\frac{T_A}{T_M}\right)^2 = \left(\frac{r_A}{r_M}\right)^3$ נציב את הערכים הנתונים ונקבל

$$\frac{T_A}{T_M} = 1.77$$

סעיף ה'

היחסים שווים.

לשני זוגות הלוינים יש את אותו היחס של רדיוסי המסלול לפי נתוני השאלה. לפי החוק השלישי של קפלר יש להם גם את אותו היחס של זמני המחזור.

למידע על פסיכומטרי
ביזאל גבע ←

הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.
אל תתפשר עליה.

