

פיזיקה 1 מכניתה 2015

פרק 4 - תנועה יחסית

תוכן העניינים

- | | |
|---------|--|
| 1 | הסבר על טרנספורמציה גליליי |
| 6 | שיטה שנייה-פתרון באמצעות תרשימי וקטוריים |

טרנספורמציה גלילי:

רקע:

$$\begin{aligned}\vec{r}_{1,2} &= \vec{r}_1 - \vec{r}_2 \\ \vec{v}_{1,2} &= \vec{v}_1 - \vec{v}_2 \\ \vec{a}_{1,2} &= \vec{a}_1 - \vec{a}_2\end{aligned}$$

שאלות:

1) כלב קופץ בתוך רכבת

כלב נמצא ברכבת הנעה במהירות $\frac{m}{sec}$ 8 ביחס לקרקע. הכלב קופץ בכיוון התקדמות הקרון מרחק של 7 מטרים ביחס לקרון. במהלך הקפיצה מהירות הכלב קבועה ביחס לקרון ושויה ל- $\frac{m}{sec}$ 3. מהו המרחק שעבר הכלב ביחס לקרקע?

2) מדרגות נעות

כאשר אדם עומד על מדרגות נעות בchnerות, הוא מגיע לקומת הרצiosa תוך 50 שניות. יום אחד, המדרגות הנעות מתקללות והאדם צריך לעלות אותו ברגל בכוחות עצמו, כאשר הוא נע במלוא היכולת שלו, הוא מצליח להגיע לקומת הרצiosa תוך 80 שניות. לעומת זאת, המדרגות הנעות עובדות כרגע, אך האדם מצליח לrox ב�� במלוא יכולתו בכל זאת.

א. תוך כמה זמן מגיע לקומת הרצiosa?

ב. האדם מנסה עתה לרדת חזרה לקומת המקורית במדרגות העולות (אליה הוא עלה עלה קודם).

אם הוא יכול להצליח בכך?

אם כן תוך כמה זמן מגיע לקומת המקורית?

(3) כדור נזרק במעלה *

מרצתת מעלה הנמצאת במנוחה נזרק כדור כלפי מעלה במהירות התחלתית לא ידועה. הכדור עובר ליד שעון עץ, המחבר למעלית, ונמצא בגובה 2 מטרים מרצתת המעלית. שעון העץ מופעל ברגע שהכדור חולף לידו בפעם הראשונה ופסיק ברגע שהכדור חולף לידו בפעם השנייה (בדרכו למיטה). השעון מדד זמן של 0.5 שניות.

א. מהו הזמן התנועה של הכדור מרגע הזירקה עד לפגיעה ברצפת המעלית?

ב. מהי הדרך אותה עשה הכדור ביחס למעלית וביחס לכדה"א עד אשר הגיע לשעון בפעם השנייה?

ג. חוזרים על הניסוי, אבל בעת המעלית נעה (מלפנים זריקת הכדור) במהירות קבועה כלפי מעלה של $\frac{m}{sec}$. הזמן שמודד השעון הוא שוב 0.5 שניות.

מהו הזמן התנועה של הכדור מרגע הזירקה ועד לפגיעה ברצפת המעלית?

ד. מהי הדרך אותה עשה הכדור ביחס למעלית וביחס לכדה"א עד אשר הגיע לשעון בפעם השנייה?

ה. מהי מהירות הכדור ביחס לכדה"א ברגע הפגיעה ברצפת המעלית?

(4) כדור נזרק במעלה מאייה**

מעלית נעה בתאוצה קבועה כלפי מעלה של $\frac{m}{sec^2}$.

ברגע שמהירות המעלית היא $\frac{m}{sec}$ נזרק מרצתת המעלית כדור כלפי מעלה

במהירות ההתחלתית לא ידועה.

הכדור עובר ליד שעון עץ המחבר למעלית ונמצא בגובה 1 מטר מרצתת המעלית. שעון העץ מופעל ברגע שהכדור חולף לידו בפעם הראשונה ופסיק ברגע שהכדור חולף לידו בפעם השנייה (בדרכו למיטה). השעון מדד זמן של 0.5 שניות.

א. מהו הזמן עד לפגיעת הכדור ברצפת המעלית?

ב. מהי הדרך הכוללת שעבר הכדור ביחס למעלית עד אשר עבר ליד השעון בפעם השנייה?

ג. מהי הדרך הכוללת שעבר הכדור ביחס לכדה"א עד אשר עבר ליד השעון בפעם השנייה?

ד. מהי מהירות הכדור יחסית לכדה"א ברגע הפגיעה ברצפת המעלית?

(5) דוגמה - מכונית ביחס לאוטובוס

מכונית נוסעת במהירות של 30 מטר לשנייה בכיוון ציר ה- x .

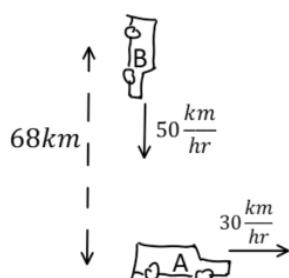
אוטובוס נוסע במהירות של 50 מטר לשנייה בכיוון ציר ה- x .

א. מצא את המהירות היחסית בין האוטובוס למכונית.

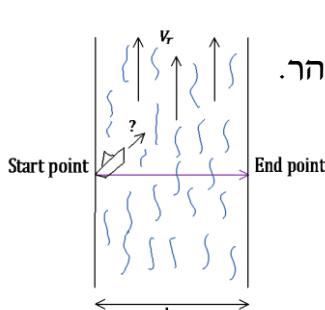
ב. מצא את הזווית בה האוטובוס יראה את המכונית נוסעת.

6) אבן נזרקת מצדור פורה – תעשייה טכניון

סטודנטית נמצאת על משטח שעולה אנכית ב מהירות קבועה $v_0 = 6 \frac{m}{sec}$ נסמן ב- $t = 0$ את הרגע בו התחיל לעלות המשטח מהקרע. ברגע $t_1 = 3 \text{ sec}$ הסטודנטית נזרקה אבן ב מהירות $v_1 = 8 \frac{m}{sec}$, אופקית ביחס אליה. מהו הזמן בו האבן פוגעת בקרע (ביחס לזמן אפס של השאלה)?

7) מרחק מינימלי בין מכוניות

צופה הנמצא ברכב A יוציא מנוקודה מסוימת בכיוון מזרח ב מהירות 30 קמ"ש. באותו הזמןרכב B יוציא מרחק 68 ק"מ צפונית לנוקודה יציאתו של רכב A ונוסע דרומה ב מהירות של 50 קמ"ש, כמתואר באירור. א. רשמו את פונקציית המרחק בין שני כלי הרכב כתלות בזמן.
 ב. מצאו תוקן כמה שעות המרחק בין כלי הרכב יהיה מינימלי.
 ג. מצאו את גודלו של מרחק זה.
 ד. הראו כי ברגע בו המרחק בין המכוניות מינימלי וקטור המיקום היחסי מאונך לוקטור המהירות היחסית.

8) סירה בנהר

נהר זורם צפונה ב מהירות V_r .
 יוסי נמצא בגדה המערבית ורוצה להשיט סירה לרוחב הנהר. מהירות הסירה היא V_{br} יחסית לנهر.
 יוסי מעוניין להגיע אל הגדה הנגדית לבדוק מזרחת לנוקודת מוצאו.
 נתון כי רוחב הנהר d .
 א. באיזה כיוון הוא יהיה חייב להשיט את הסירה?
 ב. מה מהירות הסירה יחסית לאדמה?
 ג. כמה זמן תארך דרכו?

9) אונייה שטה מערבה וצופה באונייה נוספת

אוניה A השטה מערבה ב מהירות 30 קמ"ש נראית אונייה B כאילו היא שטה בדיק צפונה. כאשר אונייה A מאטה ומורידה את מהירותה ל-10 קמ"ש (באותנו הכיוון) נראית ממנה אונייה B כאילו היא שטה בכיוון היוצר זווית של 42 מעלות מערבית לצפון.
 מהו גודלה וכיוונה של מהירות אונייה B ביחס לקרע?

10) זווית פגיעה של גשם במכונית

נаг הנושא במהירות 100 קמ"ש רואה טיפות גשם נמרחות על השימוש הצדדי של המכונית בכיוון הפוך לכיוון הנסיעה ובזווית של 45 מעלות עם הציר האנד לכיוון הנסיעה.

נаг אחר הנושא במהירות 70 קמ"ש רואה את טיפות הגשם בזווית 30 מעלות עם אותו הציר.
מצא את מהירות הטיפות ביחס לקרקע (גודל וכיוון).

11) זווית בין מהירותים

שני קליעים נורים ברגע $t = 0$. מיקומם ומהירותם ההתחלתית הם :

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_1(0) &= -\$ + 4\$, \quad \mathbf{v}_2(0) = \$ + 5(J) , \\ \text{על שניהם פועל כוח משיכה הגורם לתאוצה של } &\quad a = -\$ + \$. \end{aligned}$$

היחידות הן MKS.

- מצא את $r_1(t)$, $r_2(t)$.
- מצא את המרחק בין הקליעים כפונקציה של הזמן.
- מצא את הזווית בין \mathbf{v}_1 ל- \mathbf{v}_2 ברגע $t = 3$.

12) מציאת מהירותות בין מערכות

ביחס למערכת ייחוס A, מיקומו של גוף מסוים נתונה על ידי :

$$\mathbf{r}_A(t) = (6t^2 - 4t, -3t^3, 3)$$

מערכת ייחוס B נעה ביחס למערכת הייחוס הראשונה במהירות קבועה, צופה הנמצא במערכת B רואה את הגוף נע כך שמיומו בכל רגע הוא :

$$\mathbf{r}_B(t) = (6t^2 - 3t, 2t - 3t^3, 5)$$

- חשבו את המהירות של המערכת B ביחס למערכת A, \mathbf{V}_{AB} .
- הראו שתאוצת הגוף זהה בשתי מערכות הייחוס, וחשבו אותה.

תשובות סופיות:

$$25.7 \text{ m} \quad \text{(1)}$$

$$\text{ב. לא} \quad t = 30.8 \text{ sec} \quad \text{. נ} \quad \text{(2)}$$

$$S=5.72\text{m} \quad \text{. ת} \quad t = 1.36 \text{ sec} \quad \text{ג. ג} \quad S = 2.62\text{m} \quad \text{ב. ב} \quad t = 1.36 \text{ sec} \quad \text{. נ} \quad \text{(3)}$$

$$v_1 = -2.8 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ה. ה}$$

$$v_1 = 0.16 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{. ת} \quad S=4.46\text{m} \quad \text{. ג} \quad S=1.76\text{m} \quad \text{ב. ב} \quad t = 0.96 \text{ sec} \quad \text{. נ} \quad \text{(4)}$$

$$\theta_2' = 148^\circ \quad \text{ב. ב} \quad v_2' = \left(-24.01 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, 15 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \right) \quad \text{. נ} \quad \text{(5)}$$

$$2.6 \text{ sec} \quad \text{(6)}$$

$$t = 1\text{hr}, \quad \left| \vec{r}_{B,A} \right| = 35\text{km} \quad \text{ב. ב} \quad \left| \vec{r}_{B,A} \right| = \sqrt{(30t)^2 + (68-50t)^2} \quad \text{. נ} \quad \text{(7)}$$

$$t = \frac{d}{\sqrt{V_{br}^2 - V_r^2}} \quad \text{ג. הוכחה.} \quad V_{bx} = \sqrt{V_{br}^2 - V_r^2} \quad \text{ב. ב} \quad \sin \theta = -\frac{V_r}{V_{br}} \quad \text{. נ} \quad \text{(8)}$$

$$V_B \approx 37.3 \text{ km/hr}, \alpha \approx 36.5^\circ \quad \text{צפונה מהמערב} \quad \text{(9)}$$

$$(10) \text{ מהירות: } V_x = 29.21 \frac{\text{km}}{\text{hr}}, \quad V_y = -70.79 \frac{\text{km}}{\text{hr}}, \quad \text{גודל וכיוון: ראה סרטון.}$$

$$\vec{r}_1(t) = \left(-\frac{3}{2}t^2 + 2t \right) \hat{i} + \left(\frac{t^2}{2} + 5t \right) \hat{j}, \quad \vec{r}_2(t) = \left(-\frac{3}{2}t^2 - t + 1 \right) \hat{i} + \left(\frac{t^2}{2} + 4t \right) \hat{j} \quad \text{. נ} \quad \text{(11)}$$

$$\alpha = 13.82^\circ \quad \text{ג. הוכחה.} \quad \left| \vec{r}_{1,2} \right| = \sqrt{10t^2 - 6t + 1} \quad \text{ב. הוכחה.} \quad (1, -2, 0) \quad \text{. נ} \quad \text{(12)}$$

שיטת שנייה-פתרון באמצעות תרשימי וקטורים:

שאלות:

1) שיטה שנייה-פתרון באמצעות תרשימי וקטורים ודוגמה

צופה הנמצא באונייה A השטה מזרחית 15 קמ''ש רואה את אונייה B שטה ב מהירות 20 קמ''ש ובכיוון 60 מעלות צפוןית למזרח. מהי המהירות של אונייה B ביחס לקרקע, גודל וכיוון?

2) סירה בנהר פתרון בשיטה השנייה

נהר זורם צפונה ב מהירות v_r .

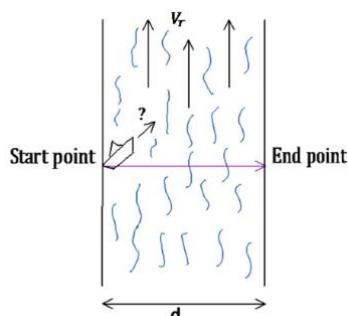
יוסי נמצא בגדה המערבית ורוצה להשיט סירה לרוחב הנהר. מהירות הסירה היא v_{br} יחסית לנهر.

יוסי מעוניין להגיע אל הגדה הנגדית בדיקת מזרחית لنקודת מוצאו.

א. סרטטו תרשימים וקטוריים ובו :

מהירות הסירה ביחס לקרקע, מהירות הנהר ביחס לקרקע ו מהירות הסירה ביחס לנهر.

ב. מצאו את כיוון מהירות הסירה ביחס לנهر.



3) מטוס נראה משתי רכבות

צופה הנמצא ברכבת הינה מזרחית ב מהירות של 50 קמ''ש רואה מטוס חוצה את המסילה בזווית של 30 מעלות מערבית לצפון.

צופה אחר הנוסע ברכבת הינה מערב ב מהירות של 100 קמ''ש רואה את אותו המטוס חוצה את המסילה בזווית 50 מעלות מזרחית לצפון.

א. סרטטו תרשימים וקטוריים ובו :

מהירות הצלפים ביחס לקרקע, מהירות המטוס ביחס לכל צופה ומהירות המטוס ביחס לקרקע (אין צורך לדעת את כל הנתונים בתרשימים).

ב. מצאו את מהירות המטוס ביחס לקרקע (גודל וכיוון).

4) רכב רואה רכב רואה רכב

צופה היושב ברכב A רואה את רכב B כאילו הוא נע צפונה ב מהירות v_{BA} .

צופה היושב ברכב B רואה את רכב C, כאילו הוא נע בכיוון צפון מערב בזווית α מהצפון וב מהירות v_{CB} .

רכב A נע ביחס לקרקע בכיוון צפון מזרחי בזווית β מן הצפון וב מהירות v_A .

מהי המהירות של רכב C ביחס לקרקע, גודל וכיוון?

5) שני דאונים

שני דאונים טסים באותוגובה.

באזור טיסתם קיים זרם אוויר ב מהירות 40 קמ"ש ובכוון של 30 מעלות מזרח מהצפון.

דאון 1 טס ביחס לזרם ב מהירות 30 קמ"ש ובכוון צפון.

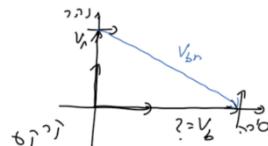
דאון 2 טס ביחס לקרקע ב מהירות לא ידועה אך בכוון צפון.

בנוסף הטיס שבדאון 1 רואה את דאון 2 כאילו הוא טס מערבה. מצאו את גודל וכיוון מהירות הדאונים ביחס לקרקע.

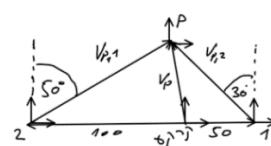
תשובות סופיות:

1) 30.4 קמ"ש ובזווית 34.7 מעלות צפונית למזרח.

$$\text{ב. } \theta = \text{shift} \sin\left(\frac{V_r}{V_{br}}\right) \quad \text{א. } (2)$$



ב. 84.98 קמ"ש ובכוון 2 מעלות מערבית מהצפון.



$$v_c = \sqrt{(v_A \sin \beta - v_{CB} \sin \alpha)^2 + (v_A \cos \beta + v_{BA} + v_{CB} \cos \alpha)^2} \quad (4)$$

$$\tan \theta_C = \frac{v_A \cos \beta + v_{BA} + v_{CB} \cos \alpha}{v_A \sin \beta - v_{CB} \sin \alpha}$$

5) דאון 1 : 67.7 קמ"ש ובזווית 17.2 מעלות מזרח מהצפון.

דאון 2 : 64.6 קמ"ש צפונה.