נושא 1 מתוך 8 • מכניקה

קינמטיקה: 15 תרגילים

תנועה בקו ישר ובמישור • מהבסיס ועד שאלות אתגר

כיתה י״א | 5 יח״ל | מכינה קדם־אקדמית

אינסוף
פיזיקה • מכניקה

איך עובדים עם הקובץ?

השאלות מסודרות לפי תתי־נושאים, ובכל תת־נושא מהקל לקשה: תנועה בקו ישר (שאלות 1 עד 7), נפילה חופשית וזריקה אנכית (8 עד 10), תאוצה משתנה (11) וזריקות במישור (12 עד 15). התשובות הסופיות נמצאות בסוף הקובץ. נסו לפתור לבד לפני שאתם מציצים!

אתגר קשה יותר מהרגיל בבגרות מכינה ברמה של המכינה הקדם־אקדמית חשיבה סעיף שעיקרו הסבר במילים

בכל השאלות $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$ והתנגדות האוויר זניחה, אלא אם נאמר אחרת. **מהירות ממוצעת** היא העתק חלקי זמן, ו**מהירות נסיעה ממוצעת** היא דרך חלקי זמן.

שאלה 1

רוכבת אופניים יוצאת מעיר A אל עיר B, המרוחקת $18\,\mathrm{km}$ מעיר A לאורך כביש ישר. היא רוכבת במהירות קבועה של $24\,\mathrm{km/h}$, נחה בעיר B רבע שעה, ואחר כך חוזרת באותו כביש לעיר A במהירות קבועה של $18\,\mathrm{km/h}$.

א. חשבו את משך הרכיבה מ־A ל־B ואת משך הרכיבה בחזרה.

ב. בחרו ציר מקום, וסרטטו גרף מקום–זמן של כל התנועה.

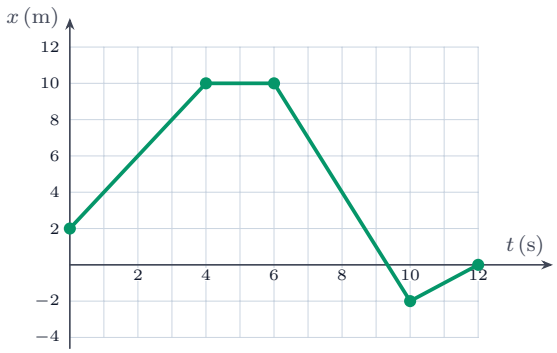
ג. חשבו את המהירות הממוצעת של הרוכבת במשך כל התנועה, ואת מהירות הנסיעה הממוצעת שלה (כולל זמן המנוחה).

ד. חשבו את מהירות הנסיעה הממוצעת בזמן הרכיבה בלבד, בלי זמן המנוחה. האם היא שווה לממוצע של $24\,\mathrm{km/h}$ ושל $18\,\mathrm{km/h}$? הסבירו.

ה. חשבו את המהירות הממוצעת של הרוכבת בשעה וחצי הראשונות של התנועה.

שאלה 2

רובוט נע לאורך מסילה ישרה. הגרף מתאר את מקומו x כפונקציה של הזמן t.



א. חשבו את מהירות הרובוט בכל אחד מארבעת קטעי התנועה.

ב. תארו במילים את תנועת הרובוט בכל קטע.

ג. באיזה רגע הרובוט עובר בראשית הציר ($x = 0$) בפעם הראשונה?

ד. חשבו את ההעתק של הרובוט ואת הדרך שעבר, בין $t = 0$ ל־$t = 12\,\mathrm{s}$.

ה. חשבו את המהירות הממוצעת ואת מהירות הנסיעה הממוצעת של הרובוט בין $t = 0$ ל־$t = 12\,\mathrm{s}$.

ו. סרטטו גרף מהירות–זמן של תנועת הרובוט.

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 3

נהגת נוסעת במהירות $72\,\mathrm{km/h}$ בכביש ישר, ומבחינה במכשול שנמצא $60\,\mathrm{m}$ לפני המכונית. זמן התגובה שלה, מהרגע שהבחינה במכשול ועד שהתחילה לבלום, הוא $0.8\,\mathrm{s}$. בזמן הבלימה המכונית נעה בתאוצה קבועה שגודלה $5\,\mathrm{m/s^2}$.

א. איזה מרחק עוברת המכונית בזמן התגובה?

ב. האם המכונית נעצרת לפני המכשול? אם כן, באיזה מרחק ממנו?

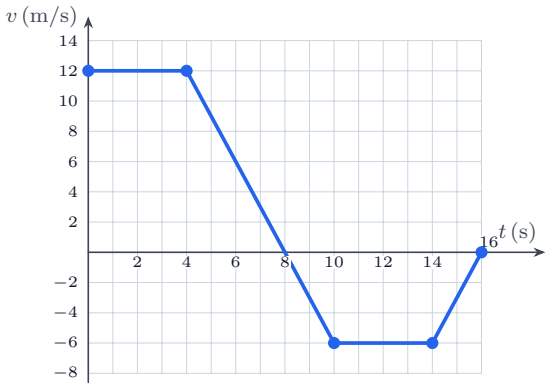
ג. כמה זמן עובר מהרגע שהנהגת הבחינה במכשול ועד שהמכונית נעצרת?

ד. סרטטו גרף מהירות–זמן של המכונית מהרגע שהנהגת הבחינה במכשול ועד העצירה. הראו על הגרף את מרחק העצירה הכולל.

ה. מהי המהירות ההתחלתית הגדולה ביותר (ב־$\mathrm{km/h}$) שבה המכונית עדיין נעצרת לפני המכשול, אם זמן התגובה ותאוצת הבלימה לא משתנים?

ו. נהג אחר נוסע באותו כביש במהירות $72\,\mathrm{km/h}$, ומבחין באותו מכשול כשהוא נמצא $60\,\mathrm{m}$ ממנו. הוא מסתכל בטלפון, וזמן התגובה שלו הוא $1.5\,\mathrm{s}$. תאוצת הבלימה שלו זהה לזו של הנהגת. האם הוא פוגע במכשול? אם כן, באיזו מהירות?

שאלה 4



גוף נע לאורך ציר x. ברגע $t=0$ הוא נמצא בראשית הציר. הגרף מתאר את מהירותו v כפונקציה של הזמן t.

א. חשבו את תאוצת הגוף בכל קטע של התנועה, וסרטטו גרף תאוצה–זמן.

ב. באיזה רגע הגוף משנה את כיוון תנועתו?

ג. מה המרחק הגדול ביותר בין הגוף לראשית, בכיוון החיובי של הציר?

ד. מה מקום הגוף ברגע $t=16\,\mathrm{s}$?

ה. חשבו את המהירות הממוצעת ואת מהירות הנסיעה הממוצעת של הגוף בין $t=0$ ל־$t=16\,\mathrm{s}$.

ו. באילו רגעים הגוף נמצא במקום $x=54\,\mathrm{m}$?

שאלה 5

עגלה משוחררת ממנוחה על מסילה משופעת. חיישן תנועה מתחיל למדוד את מקומה רק זמן מה אחרי השחרור, ורושם את מקומה x בכל $0.1\,\mathrm{s}$. את הרגע שבו החיישן מתחיל למדוד נסמן ב־$t=0$. התוצאות מוצגות בטבלה:

$t\,(\mathrm{s})$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$x\,(\mathrm{cm})$	2.00	5.75	11.00	17.75	26.00	35.75	47.00

א. חשבו את ההפרשים בין כל שני מקומות סמוכים בטבלה. הסבירו מדוע תנועת העגלה אינה תנועה קצובה.

ב. הראו שההפרש בין כל שני הפרשים סמוכים קבוע. מה מלמדת התוצאה על תאוצת העגלה?

ג. חשבו בקירוב את המהירות הרגעית של העגלה ברגע $t=0.3\,\mathrm{s}$, בעזרת המהירות הממוצעת בין $t=0.2\,\mathrm{s}$ ל־$t=0.4\,\mathrm{s}$.

ד. חשבו באותה דרך את מהירות העגלה ברגעים 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ו־$0.5\,\mathrm{s}$. סרטטו דיאגרמת פיזור של המהירות כפונקציה של הזמן, הוסיפו קו מגמה, וחשבו בעזרתו את תאוצת העגלה.

ה. מה הייתה מהירות העגלה ברגע $t=0$? כמה זמן לפני תחילת המדידה שוחררה העגלה, ובאיזה מקום היא הייתה אז (לפי הציר של החיישן)?

ו. מה יהיה מקום העגלה ברגע $t=0.7\,\mathrm{s}$?

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 6



מכונית נוסעת במהירות קבועה של $108\,\mathrm{km/h}$ וחולפת על פני שוטר שעומד עם אופנועו בצד הכביש. כעבור $2\,\mathrm{s}$ מהרגע שהמכונית חולפת על פניו, השוטר יוצא אחריה ממנוחה בתאוצה קבועה של $4\,\mathrm{m/s^2}$. כשמהירות האופנוע מגיעה ל־$40\,\mathrm{m/s}$, הוא ממשיך לנסוע במהירות הזו.

א. כמה זמן אחרי יציאתו מגיע האופנוע למהירותו הגדולה ביותר, ואיזה מרחק הוא עובר עד אז?

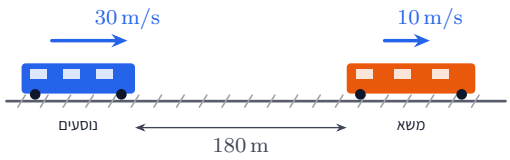
ב. האם השוטר משיג את המכונית עד הרגע הזה? נמקו בחישוב.

ג. כעבור כמה זמן מהרגע שהמכונית חלפה על פני השוטר הוא משיג אותה? באיזה מרחק מהמקום שבו עמד השוטר זה קורה?

ד. מה המרחק הגדול ביותר בין השוטר למכונית במהלך המרדף, וכעבור כמה זמן מהרגע שהמכונית חלפה על פני השוטר הוא מתקבל?

ה. סרטטו באותה מערכת צירים את גרפי המהירות–זמן של המכונית ושל האופנוע, וסמנו את הרגע שמצאתם בסעיף ד.

שאלה 7 אתגר



רכבת נוסעים נעה במהירות $30\,\mathrm{m/s}$. הנהג מבחין ברכבת משא שנמצאת $180\,\mathrm{m}$ לפניו על אותה מסילה, ונוסעת באותו כיוון במהירות קבועה של $10\,\mathrm{m/s}$. הנהג מתחיל לבלום מיד, ומעתה רכבת הנוסעים נעה בתאוצה קבועה שגודלה a.

א. נניח ש־$a = 1\,\mathrm{m/s^2}$. הראו שהרכבות מתנגשות, ומצאו כמה זמן אחרי תחילת הבלימה זה קורה.

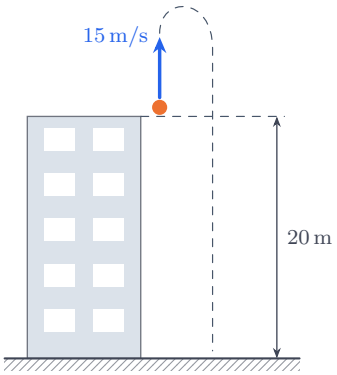
ב. מה הגודל הקטן ביותר של a שבעבורו ההתנגשות נמנעת?

ג. כשהתאוצה שווה לערך שמצאתם בסעיף ב, איזה מרחק עוברת רכבת הנוסעים עד שמהירותה משתווה למהירות רכבת המשא?

ד. סרטטו את גרפי המהירות–זמן של שתי הרכבות במקרה של סעיף ב. הסבירו בעזרת שטח מדוע המרחק ההתחלתי, $180\,\mathrm{m}$, הוא בדיוק המרחק שמספיק כדי להימנע מהתנגשות. חשיבה

ה. באותו רגע שבו נהג רכבת הנוסעים מתחיל לבלום, גם נהג רכבת המשא מבחין בסכנה, ומאיץ קדימה בתאוצה קבועה של $0.5\,\mathrm{m/s^2}$. מה עכשיו הגודל הקטן ביותר של תאוצת הבלימה של רכבת הנוסעים שבעבורו ההתנגשות נמנעת?

שאלה 8



מקצה הגג של בניין שגובהו $20\,\mathrm{m}$ זורקים כדור אנכית כלפי מעלה במהירות $15\,\mathrm{m/s}$. בדרך למטה הכדור לא פוגע בגג, אלא ממשיך ליפול עד הקרקע.

א. כמה זמן עובר מרגע הזריקה עד שהכדור מגיע לשיא הגובה? מה גובה השיא מעל הקרקע?

ב. כעבור כמה זמן מרגע הזריקה הכדור פוגע בקרקע?

ג. באיזו מהירות הכדור פוגע בקרקע?

ד. באילו רגעים הכדור נמצא $10\,\mathrm{m}$ מעל הגג? הסבירו מדוע יש שני פתרונות.

ה. סרטטו גרף מקום–זמן וגרף מהירות–זמן של הכדור, מרגע הזריקה ועד הפגיעה בקרקע.

ו. מה המהירות הממוצעת של הכדור מרגע הזריקה ועד הפגיעה בקרקע?

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 9

דגם של טיל משוגר ממנוחה אנכית כלפי מעלה. המנוע מקנה לטיל תאוצה קבועה של $15\,\mathrm{m/s^2}$ כלפי מעלה במשך $4\,\mathrm{s}$, ואז הדלק אוזל. מהרגע הזה הטיל נע בנפילה חופשית.

א. מה מהירות הטיל ומה גובהו ברגע שבו הדלק אוזל?

ב. כעבור כמה זמן מרגע השיגור הטיל מגיע לשיא הגובה, ומה גובה השיא?

ג. כעבור כמה זמן מרגע השיגור הטיל פוגע בקרקע, ובאיזו מהירות?

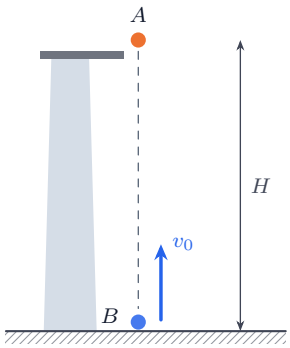
ד. סרטטו גרף מהירות–זמן של הטיל מהשיגור ועד הפגיעה בקרקע. סמנו על הגרף את השטח שמתאים לגובה שמצאתם בסעיף א, ואת השטח שמתאים לגובה השיא.

ה. באילו רגעים הטיל נמצא בגובה $200\,\mathrm{m}$?

ו. מה מהירות הנסיעה הממוצעת של הטיל לאורך כל הטיסה?

שאלה 10 אתגר

מראש מגדל שגובהו $H = 45\,\mathrm{m}$ משחררים ממנוחה כדור A. באותו רגע זורקים מהקרקע, בדיוק מתחת לכדור A, כדור B אנכית כלפי מעלה במהירות v_0.



א. נתון $v_0 = 30\,\mathrm{m/s}$. מתי הכדורים נפגשים, ובאיזה גובה מעל הקרקע?

ב. מה המהירות (גודל וכיוון) של כל אחד מהכדורים ברגע המפגש?

ג. מצאו ביטוי כללי לזמן המפגש באמצעות H ו־v_0, והסבירו בעזרת תנועה יחסית מדוע הוא אינו תלוי ב־g (כל עוד הכדורים נפגשים באוויר). חשיבה

ד. מה התנאי על v_0 כדי שהכדורים ייפגשו באוויר, לפני שאחד מהם מגיע לקרקע?

ה. מצאו את v_0 שבעבורו המפגש מתרחש בדיוק כשכדור B נמצא בשיא הגובה שלו. הוכיחו שבמקרה הזה הכדורים נפגשים בגובה $\frac{H}{2}$, לכל גובה מגדל H.

שאלה 11 מכינה

מקומו של גוף שנע לאורך ציר x נתון על ידי

$$x(t) = t^3 - 9t^2 + 24t$$

(x במטרים, t בשניות), בתחום $0 \le t \le 6\,\mathrm{s}$.

א. מצאו את הביטויים למהירות $v(t)$ ולתאוצה $a(t)$ של הגוף.

ב. באילו רגעים הגוף נעצר רגעית? מה מקומו ברגעים האלה?

ג. חשבו את ההעתק של הגוף ואת הדרך שעבר, בין $t = 0$ ל־$t = 6\,\mathrm{s}$.

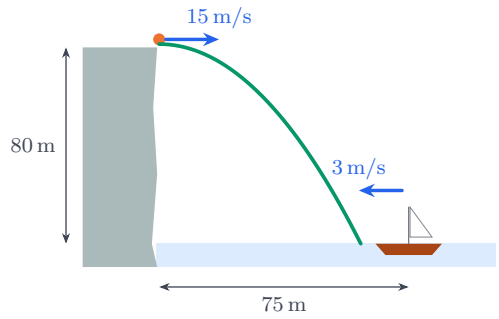
ד. באילו פרקי זמן הגוף מאיץ, ובאילו הוא מאט? נמקו.

ה. חשבו את התאוצה הממוצעת של הגוף בין $t = 0$ ל־$t = 6\,\mathrm{s}$. האם מהתוצאה אפשר להסיק משהו על התאוצה בכל רגע? הסבירו.

ו. סרטטו גרף מקום–זמן וגרף מהירות–זמן של הגוף בתחום הנתון.

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 12



מראש צוק שגובהו $80\,\mathrm{m}$ מעל פני הים זורקים אבן אופקית במהירות $15\,\mathrm{m/s}$, לכיוון הים. באותו רגע משחררים מאותה נקודה אבן שנייה ממנוחה.

א. כמה זמן נמשכת הנפילה של כל אחת מהאבנים?

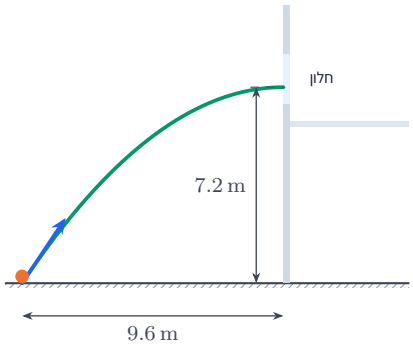
ב. באיזה מרחק אופקי מבסיס הצוק פוגעת האבן הראשונה במים?

ג. מה המהירות (גודל וכיוון) של האבן הראשונה רגע לפני שהיא פוגעת במים?

ד. מה המרחק בין שתי האבנים $2\,\mathrm{s}$ אחרי הזריקה? האם שתי האבנים נמצאות בכל רגע באותו גובה? נמקו.

ה. סירה מתקרבת לבסיס הצוק במהירות קבועה של $3\,\mathrm{m/s}$. ברגע הזריקה היא נמצאת $75\,\mathrm{m}$ מבסיס הצוק. האם האבן הראשונה פוגעת בסירה? אם לא, באיזו מהירות אופקית היה צריך לזרוק אותה כדי לפגוע בה? (התייחסו לסירה כאל נקודה.)

שאלה 13



שחקן בועט בכדור שמונח על הקרקע. הכדור נכנס דרך חלון פתוח בבניין כשהוא נע אופקית בדיוק. החלון נמצא בגובה $7.2\,\mathrm{m}$ מעל הקרקע, והמרחק האופקי בין נקודת הבעיטה לקיר הבניין הוא $9.6\,\mathrm{m}$.

א. מה הרכיב האנכי של המהירות ההתחלתית של הכדור? כמה זמן עובר עד שהכדור מגיע לחלון?

ב. מה הרכיב האופקי של המהירות ההתחלתית? מצאו את גודל המהירות ההתחלתית ואת זווית הבעיטה מעל האופק.

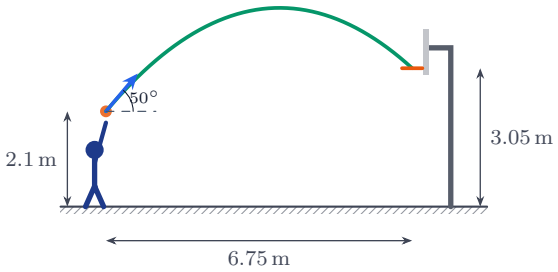
ג. רצפת החדר נמצאת $1.25\,\mathrm{m}$ מתחת לגובה שבו הכדור נכנס. באיזה מרחק אופקי מהחלון הכדור פוגע ברצפת החדר? (הזניחו את עובי הקיר; החדר עמוק מספיק.)

ד. שחקן אחר בועט בכדור מאותה נקודה, באותו גודל מהירות, אבל בזווית המשלימה לזווית שמצאתם בסעיף ב (כלומר 90° פחות הזווית). באיזה גובה פוגע הכדור שלו בקיר הבניין?

ה. הראו שעל קרקע מישורית ללא בניין, לשתי הבעיטות היה אותו טווח. האם גם הכדור של סעיף ד נמצא בשיא המסלול שלו כשהוא מגיע לקיר? נמקו. חשיבה

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 14



שחקנית כדורסל זורקת את הכדור מגובה $2.1\,\mathrm{m}$ מעל הרצפה, בזווית $50°$ מעל האופק. מרכז הטבעת נמצא בגובה $3.05\,\mathrm{m}$ מעל הרצפה, במרחק אופקי של $6.75\,\mathrm{m}$ מנקודת הזריקה. התייחסו לכדור כאל גוף נקודתי שעובר בדיוק דרך מרכז הטבעת.

א. באיזו מהירות התחלתית צריכה השחקנית לזרוק את הכדור?

ב. כמה זמן הכדור באוויר עד שהוא מגיע לטבעת?

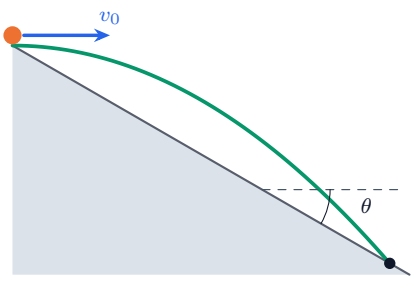
ג. מה הגובה המרבי של הכדור מעל הרצפה?

ד. מה גודל המהירות של הכדור כשהוא נכנס לטבעת, ומה הזווית שהיא יוצרת עם האופק?

ה. שחקנית הגנה עומדת $1.0\,\mathrm{m}$ לפני הזורקת, וכשהיא קופצת, ידה המורמת מגיעה לגובה $3.0\,\mathrm{m}$. האם היא חוסמת את הזריקה? נמקו בחישוב.

שאלה 15

אתגר מכינה



מראש מדרון שיורד בזווית $\theta = 30°$ מתחת לאופק זורקים כדור אופקית במהירות $v_0 = 12\,\mathrm{m/s}$. הכדור נוחת על המדרון.

א. כמה זמן הכדור נמצא באוויר?

ב. מה המרחק לאורך המדרון בין נקודת הזריקה לנקודת הנחיתה?

ג. הוכיחו שהזווית φ בין מהירות הנחיתה לבין האופק מקיימת $\tan\varphi = 2\tan\theta$. האם φ תלויה במהירות הזריקה? חשבו את φ.

ד. באיזה רגע הכדור נמצא במרחק הגדול ביותר מהמדרון, ומה המרחק הזה (בכיוון הניצב למדרון)?

ה. אם מכפילים את מהירות הזריקה, פי כמה גדל המרחק שהכדור עובר לאורך המדרון?

© אור בן שטרית · אינסוף

תשובות סופיות

התשובות מעוגלות לשתיים או שלוש ספרות משמעותיות. בסעיפי סרטוט והסבר מופיע תיאור קצר של מה שצריך לקבל.

שאלה 1

א. $0.75\,\text{h}$ (45 דקות) ושעה אחת.

ב. שלושה קטעים: עלייה ישרה מ־0 ל־$18\,\text{km}$ עד $0.75\,\text{h}$, קו אופקי עד $1\,\text{h}$, וירידה ישרה ל־0 ב־$2\,\text{h}$.

ג. המהירות הממוצעת 0. מהירות הנסיעה הממוצעת $18\,\text{km/h}$.

ד. $20.6\,\text{km/h} \approx$, לא $21\,\text{km/h}$: הרוכבת רכבה יותר זמן במהירות הנמוכה.

ה. $6\,\text{km/h}$ (בכיוון מ־A אל B).

שאלה 2

א. $2\,\text{m/s}$, 0, $-3\,\text{m/s}$, $+1\,\text{m/s}$.

ב. קדימה, מנוחה, אחורה במהירות גדולה יותר, וקדימה לאט.

ג. $t = \frac{28}{3} \approx 9.33\,\text{s}$.

ד. העתק $-2\,\text{m}$, דרך $22\,\text{m}$.

ה. $\approx -0.17\,\text{m/s}$, ו־$\approx 1.83\,\text{m/s}$.

ו. "מדרגות": $2\,\text{m/s}$ עד $t = 4\,\text{s}$, אפס עד $t = 6\,\text{s}$, עד $-3\,\text{m/s}$, ו־$1\,\text{m/s}$ עד $t = 10\,\text{s}$, ו־$t = 12\,\text{s}$.

שאלה 3

א. $16\,\text{m}$.

ב. כן. מרחק הבלימה $40\,\text{m}$, והמכונית נעצרת $4\,\text{m}$ לפני המכשול.

ג. $4.8\,\text{s}$.

ד. קו אופקי ב־$20\,\text{m/s}$ עד $0.8\,\text{s}$, ואחריו קו יורד עד 0 ב־$4.8\,\text{s}$. השטח מתחת לגרף הוא $56\,\text{m}$.

ה. $20.8\,\text{m/s} \approx$, כלומר $75\,\text{km/h} \approx$.

ו. כן, במהירות $10\,\text{m/s}$ ($36\,\text{km/h}$).

שאלה 4

א. 0, $-3\,\text{m/s}^2$, 0, $+3\,\text{m/s}^2$.

ב. $t = 8\,\text{s}$.

ג. $72\,\text{m}$.

ד. $x = 36\,\text{m}$.

ה. $2.25\,\text{m/s}$, ו־$6.75\,\text{m/s}$.

ו. $t = 8 - 2\sqrt{3} \approx 4.54\,\text{s}$ ו־$t = 12\,\text{s}$.

שאלה 5

א. 3.75, 5.25, 6.75, 8.25, 9.75 ו־$11.25\,\text{cm}$. ההפרשים גדלים, ולכן התנועה אינה קצובה.

ב. כל הפרש גדול מקודמו ב־$1.5\,\text{cm}$, ולכן התאוצה קבועה.

ג. $0.75\,\text{m/s}$.

ד. 0.45, 0.60, 0.75, 0.90 ו־$1.05\,\text{m/s}$. שיפוע קו המגמה: $a = 1.5\,\text{m/s}^2$.

ה. $0.30\,\text{m/s}$. העגלה שוחררה $0.2\,\text{s}$ לפני תחילת המדידה, במקום $x = -1.0\,\text{cm}$.

ו. $59.75\,\text{cm}$.

שאלה 6

א. $10\,\text{s}$ ו־$200\,\text{m}$.

ב. לא. ברגע הזה ($12\,\text{s}$ אחרי שהמכונית חלפה) המכונית נמצאת $360\,\text{m}$ מהמקום שבו עמד השוטר, והאופנוע רק $200\,\text{m}$ ממנו.

ג. $28\,\text{s}$, במרחק $840\,\text{m}$.

ד. $172.5\,\text{m}$, כעבור $9.5\,\text{s}$ מהרגע שהמכונית חלפה ($7.5\,\text{s}$ אחרי יציאת השוטר), כשהמהירויות שוות ($30\,\text{m/s}$).

ה. המכונית: קו אופקי ב־$30\,\text{m/s}$. האופנוע: 0 עד $2\,\text{s}$, עלייה ישרה עד $40\,\text{m/s}$ ב־$12\,\text{s}$, ואחר כך קו אופקי.

שאלה 7

א. $t = 20 - 2\sqrt{10} \approx 13.7\,\text{s}$ (רכבת הנוסעים עדיין נעה אז).

ב. $a = \frac{10}{9} \approx 1.11\,\text{m/s}^2$.

ג. $360\,\text{m}$ (בתוך $18\,\text{s}$).

ד. השטח בין שני הגרפים עד שהמהירויות משתוות הוא $\frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 20 = 180\,\text{m}$: זה בדיוק הפער ש"נסגר".

ה. $a = \frac{11}{18} \approx 0.61\,\text{m/s}^2$.

שאלה 8

א. $1.5\,\text{s}$, ו־$31.25\,\text{m}$ מעל הקרקע.

ב. $4\,\text{s}$.

ג. $25\,\text{m/s}$ כלפי מטה.

ד. $t = 1\,\text{s}$ (בעלייה) ו־$t = 2\,\text{s}$ (בירידה).

ה. מקום–זמן: פרבולה עצובה מ־$20\,\text{m}$, שיא ב־$31.25\,\text{m}$, קרקע ב־$4\,\text{s}$. מהירות–זמן: קו ישר מ־15 עד $-25\,\text{m/s}$.

ו. $5\,\text{m/s}$ כלפי מטה ($-5\,\text{m/s}$).

שאלה 9

א. $60\,\text{m/s}$ ו־$120\,\text{m}$.

ב. $10\,\text{s}$ ו־$300\,\text{m}$.

ג. $t = 10 + \sqrt{60} \approx 17.7\,\text{s}$, ו־$\approx 77.5\,\text{m/s}$.

ד. עלייה ישרה עד $60\,\text{m/s}$ ב־$4\,\text{s}$, ואחר כך ירידה ישרה בשיפוע $-10\,\text{m/s}^2$. השטח עד $4\,\text{s}$ הוא $120\,\text{m}$, והשטח עד $10\,\text{s}$ הוא $300\,\text{m}$.

ה. $t = 10 - 2\sqrt{5} \approx 5.53\,\text{s}$ ו־$t = 10 + 2\sqrt{5} \approx 14.5\,\text{s}$.

ו. $\approx 33.8\,\text{m/s}$.

שאלה 10

א. $t = 1.5\,\text{s}$, בגובה $33.75\,\text{m}$.

ב. A: $15\,\text{m/s}$ כלפי מטה. B: $15\,\text{m/s}$ כלפי מעלה.

ג. $t = \frac{H}{v_0}$. לשני הכדורים אותה תאוצה, ולכן התאוצה היחסית אפס: B מתקרב ל־A במהירות יחסית קבועה v_0, ועליו לסגור פער H.

ד. $v_0 > 15\,\text{m/s}$ (ב־$v_0 = 15\,\text{m/s}$ הם "נפגשים" בדיוק על הקרקע).

ה. $v_0 = \sqrt{gH} \approx 21.2\,\text{m/s}$, וגובה המפגש $\frac{H}{2} = 22.5\,\text{m}$.

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 11

א. $v = 3t^2 - 18t + 24$, ו־$a = 6t - 18$.

ב. $t = 2\,\text{s}$ ($x = 20\,\text{m}$) ו־$t = 4\,\text{s}$ ($x = 16\,\text{m}$).

ג. העתק $36\,\text{m}$, דרך $44\,\text{m}$.

ד. מאיץ ב־$2 < t < 6$ ו־$4 < t < 3$. מאט ב־$0 < t < 2$ וב־$3 < t < 4$.

ה. 0. אי אפשר להסיק ממנה על התאוצה בכל רגע: התאוצה משתנה מ־-18 עד $+18\,\text{m/s}^2$, ורק השינוי הכולל במהירות הוא אפס.

ו. מקום–זמן: מקסימום מקומי ב־$(2, 20)$, מינימום מקומי ב־$(4, 16)$, ו־$x(6) = 36\,\text{m}$. מהירות–זמן: פרבולה מחייכת עם אפסים ב־2 וב־$4\,\text{s}$.

שאלה 12

א. $4\,\text{s}$, לשתי האבנים.

ב. $60\,\text{m}$.

ג. $42.7\,\text{m/s} \approx$, בזווית $69° \approx$ מתחת לאופק.

ד. $30\,\text{m}$. כן: התנועה האנכית של שתיהן זהה, ולכן הן תמיד באותו גובה.

ה. לא. האבן פוגעת במים $60\,\text{m}$ מהצוק, והסירה נמצאת אז $63\,\text{m}$ ממנו. היה צריך לזרוק ב־$15.75\,\text{m/s}$.

שאלה 13

א. $12\,\text{m/s}$ ו־$1.2\,\text{s}$.

ב. $8\,\text{m/s}$. גודל המהירות $\sqrt{208} \approx 14.4\,\text{m/s}$, בזווית $\approx 56.3°$.

ג. $4\,\text{m}$ מהחלון.

ד. $3.2\,\text{m}$.

ה. הטווח של שתי הבעיטות הוא $19.2\,\text{m}$, כי $\sin 2\alpha$ שווה בזוויות משלימות. כן: הקיר נמצא במרחק חצי טווח, ושם נמצא השיא של כל אחד מהמסלולים.

שאלה 14

א. $8.82\,\text{m/s} \approx$.

ב. $1.19\,\text{s} \approx$.

ג. $4.38\,\text{m} \approx$.

ד. $7.66\,\text{m/s} \approx$, בזווית $42° \approx$ מתחת לאופק.

ה. לא. במרחק $1.0\,\text{m}$ הכדור נמצא בגובה $3.14\,\text{m} \approx$, כ־$14\,\text{cm}$ מעל היד.

שאלה 15

א. $t = \dfrac{2v_0 \tan\theta}{g} \approx 1.39\,\text{s}$.

ב. $19.2\,\text{m}$.

ג. $\tan\varphi = \dfrac{gt}{v_0} = 2\tan\theta$. הזווית לא תלויה ב־$v_0$: $\varphi \approx 49.1°$.

ד. אחרי $0.69\,\text{s} \approx$ (חצי מזמן המעוף), במרחק $2.08\,\text{m} \approx$.

ה. פי 4.

© 2026 אור בן שטרית · אינסוף. כל הזכויות שמורות.
מותר להדפיס ולהפיץ את הקובץ בשלמותו ובחינם לצורכי לימוד. אסור להעתיק ממנו תרגילים או איורים לחומרים אחרים, לשנות אותו או להשתמש בו למטרות מסחריות בלי אישור בכתב.
הקובץ נכתב בידי אינסוף ואינו פרסום רשמי של משרד החינוך או של גוף אחר.