

אוגדן שאלות ומשימות הערכה לחיזוק הידע והמיומנויות ולשיפור הלמידה בתחום הפיזיקה בכיתה ז'

תכנית עתודה מדעית-טכנולוגית

פיתוח: זאב קרקובר, המכון למצוינות בהוראה, המרכז הישראלי למצוינות בחינוך

שותפים לפיתוח, קראו והעירו:

ד"ר רחל קנול, מדריכה ארצית במדע וטכנולוגיה, המינהל למדע וטכנולוגיה

אתי טל, מדריכה ארצית במדע וטכנולוגיה, המינהל למדע וטכנולוגיה

גניה חייקין, מדריכה ארצית במדע וטכנולוגיה, המינהל למדע וטכנולוגיה

מיכאל סבין, הפיקוח על הוראת הפיזיקה

ד"ר אבי פולג, ראש המכון למצוינות בהוראה, המרכז הישראלי למצוינות בחינוך

מדידת מרחקים

1. רחל פותחת חבילת נייר למדפסת. על המעטפה רשום כי החבילה מכילה 500 דפים. רחל מודדת את העובי של החבילה ומוצאת שהוא 5 ס"מ.

א. חשבו מהו עוביו של כל דף. בטאו תשובתכם ביחידות ס"מ ומ"מ.

ב. האם לא פשוט יותר למדוד בסרגל את עוביו של דף בודד? בין שכן ובין שלא, הסבירו מדוע.

רחל מכניסה למדפסת קבוצת דפים מן החבילה הזאת ומדפיסה מסמך גדול. מתקבלת חוברת שעובייה 7 מ"מ.

ג. חשבו כמה דפים יש בחוברת.

השאלה מתייחסת לפעילות שנעשתה בכיתה. במובן זה היא בודקת אם התלמיד עשה את הפעילות, אם התייחס אליה ברצינות, אם הוא מסוגל לחזור עליה ומה שרד בתודעתו מכל זה. באופן עקרוני, גם מי שלא עשה פעילות כזאת בכיתה יכול לענות על השאלה, אך בשבילו זוהי שאלה בדרגת קושי גבוהה יותר.

א. יש לחלק 5 ס"מ ב-500. התוצאה היא מאית הס"מ או עשירית המ"מ.

שאלה זו אינה מחייבת מחשבון, ורצוי שהתלמידים ישמרו את יכולת החילוק במקרים פשוטים. ככלל, למקרים פחות פשוטים, אפשר להשתמש במחשבון. זהו כלי תקני. בעת התרגול בכיתה יש להפנות את תשומת לב התלמידים שהתוצאה אמורה להיות רשומה עם יחידות אורך, וכי יש לבחון היטב שלא נעשתה טעות ביחידת האורך. די בחישוב, ללא הסבר מילולי נוסף.

ב. תשובה אפשרית: הסרגל הוא כלי מגושם מדי בשביל דף נייר כה דק.

תשובה אפשרית אחרת: העין מתקשה להבחין בגבולות העובי של דף בודד.

זו ההזדמנות לחזור ולהסביר לתלמיד כי השימוש בשיטת מדידה זו בא להתגבר על היכולת המוגבלת שלנו להבחין בעובי של גופים דקים, שהרי הסרגל אינו מגושם מדי למדוד קבוצת דפים גדולה, והעין אינה מתקשה להבחין בקבוצה כזאת.

ג. יש לחלק 7 מ"מ (או 0.7 ס"מ) בעובי של דף בודד, שחושב בסעיף א. התוצאה היא 70 דפים.

אפשר להשתמש במחשבון, אך ראו הערה בסעיף א למעלה. שגיאה נגררת (בגלל שגיאה שנעשתה בסעיף א) אינה גורעת מן הניקוד בסעיף זה.

2. איציק מעוניין לדעת את אורכו של גרגר אורז. הוא מתקשה לדייק במדידה עם סרגל. נעמה מציעה לו לצלם בטלפון הסלולרי את הגרגר כאשר הסרגל מונח לצדו, להעביר את התמונה למחשב, להדפיס ולערוך מדידה באמצעות סרגל.

יעל מציעה לו להניח סדרה של 20 גרגרים לאורך קו ישר, למדוד את האורך הכולל ולחלק לעשרים.

א. באיזו שיטת מדידה (של נעמה או של יעל) כדאי לאיציק להשתמש, אם הוא מעוניין לדעת מהו האורך הממוצע של גרגר אורז? הסבירו מדוע?

ב. באיזו שיטת מדידה כדאי לאיציק להשתמש, אם הוא מעוניין למדוד את האורך של גרגר מסוים? הסבירו מדוע.

זוהי שאלה שמבררת עניינים נוספים שקשורים בפעילות מן השאלה הקודמת. היא מעלה את התהייה אם שימוש בהגדלה עשוי לפתור במקרה זה את בעיית הרזולוציה, וגם מבררת איזו דרך מדידה ננקוט אם נרצה לבדוק אורך ממוצע או אורך של גוף ספציפי.

א. השיטה המתאימה היא זו של יעל.

זוהי תשובה מלאה לשאלה שנשאלה, שהרי לא התבקש הסבר. גם אם לא התבקש הסבר, יש מקום לדון בכיתה בהסבר, לתת לתלמידים להציע ניסוחים ולהגיע להסכמה על ניסוח טוב. אפשר, כמובן, גם להוסיף לשאלה את הדרישה "הסבירו". תשובה אפשרית במקרה כזה תהיה: **השיטה של יעל אינה מתייחסת לגרגר בודד, והיא נותנת אורך ממוצע של סדרת הגרגרים שאנו מניחים.**

ב. השיטה המתאימה היא זו של נעמה.

יש מקום לדון בכיתה בהסבר, לתת לתלמידים להציע ניסוחים ולהגיע להסכמה על ניסוח טוב. אפשר, כמובן, גם להוסיף לשאלה את הדרישה "הסבירו". תשובה אפשרית במקרה כזה תהיה: **השיטה של נעמה מתייחסת לגרגר בודד. הוספה של גרגרים אחרים, בעלי אורך שונה, תשנה את התוצאות. בגלל הקושי במדידה יש צורך בהגדלה. אין צורך להחמיר בניקוד. אפשר לתת ניקוד מלא גם למי שרשם רק את המשפט הראשון של התשובה.**

ייתכן שיעלה דיון בשאלה מהו **אורך** של גרגר. רוב גרגרי האורז הם מוארכים, ואפשר למדוד אורך או עובי. בשאלה זו שאלנו על אורך. ההתלבטות אינה קיימת בגרגרים עגלגלים, דוגמת כאלה שמשמשים לבישול ריזוטו. אפשר להביא לכיתה דוגמאות של גרגרים שונים. אפשר גם לערוך אירוע טעימות. הכול אמור להיעשות בגבולות הטעם הטוב.

3. אלי מעוניין למדוד את האורך הממוצע של גרגרי אורז מחבילה מסוימת. מניסיונו, איציק מציע לו לסדר בשורה 20 גרגרי אורז. אלי מתעצל ושם רק 4 גרגרים בשורה.

א. הסבירו מדוע הדבר מפחית את הדיוק במדידה.

למוד ניסיון, איציק חוזר על הניסוי. הפעם הוא מבקש לדייק מאוד. הוא מתכוון לשים 500 גרגרים בשורה.

ב. מה דעתכם - האם יש חסרונות בשיטה זו?

זוהי שאלה נוספת שמבקשת לחדד את מטרת השימוש בסדרת גרגרים (או דפים...), את יתרונות השיטה ואת מגבלותיה. דיון בכיתה בשאלות כאלה ישפר מאוד את כושרו של התלמיד להתמודד עם שאלות דומות שיופיעו במבחן.

א. **במדידה בסרגל אפשר לדייק עד כמילימטר. כאשר מניחים סדרת גרגרים, חוסר הדיוק הזה מתחלק על גרגרים רבים, כך שחוסר הדיוק במדידת הממוצע קטן בהרבה.**

האם תלמיד מתחיל בכיתה ז' מסוגל לנסח היטב תשובות כאלה, גם כאשר יש לו הבנה אינטואיטיבית? אין ספק שזה קשה בתחילת הדרך, אך אפשר לשפר את היכולת. הדיון הכיתתי על כך בעת פתרון השאלה משרת את המטרה. בעת בדיקת המבחן אין להחמיר מדי, שהרי התלמידים רק בתחילת הדרך. איננו רוצים לתסכל אותם. מטרתנו היא לשפר את יכולותיהם. אפשר לתת ניקוד גבוה (ולעתים אפילו מלא – תלוי בהקשר) גם על ניסוח מסורבל ואפילו חסר מעט, אם ברור לנו שהתלמיד מבין די טוב, וכי הוא עשה מאמץ כן להשיב היטב.

ב. 1) הגדלה ניכרת במספר הגרגרים תביא להארכה ניכרת בזמן המדידה.

2) הדבר עלול לגרום לשגיאה בספירת הגרגרים שתתבטא בשגיאה בתוצאה המחושבת.

גם תשובה חלקית תתקבל כמלאה.

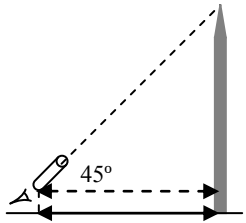
השאלה מזמינה דיון בכיתה. האם הארכה בזמן המדידה, כדי להשיג תוצאה מדויקת יותר, היא מגרעת? אכן יש מקרים שבהם הדבר ייחשב למסירות מדעית למען הדיוק. לעומת זה, יש מקרים שבהם מדובר בחלק אחד ממשימה מורכבת במציאות, שאם נאריך בו, לא נוכל לעמוד במשימה כולה (או חלילה יקרה בינתיים אסון). השאלה הזאת לוקחת אותנו מן הסטריליות של המעבדה האידיאלית אל היישום במציאות האנושית.

4. אביגיל, המורה לפיזיקה, מתכננת ניסוי למדידת גובה של בניין. קבוצת תלמידים אחת אמורה למדוד את הבניין כאשר היא נמצאת בתוכו (יכולה לעלות עד הגג). קבוצת תלמידים שנייה אמורה למדוד את גובה הבניין מבלי להיכנס לתוכו ומבלי להשתמש בבניין אחר או בסולם.

אביגיל נותנת לכל אחת משתי הקבוצות סרט מידה ארוך, משקולת, חוט ומד זווית. הסבירו כיצד תמדוד כל קבוצה את גובה הבניין.

שתי המדידות הן חלק מפעילות שכלולה ביחידת הלימוד על מדידת מרחקים. הן מותירות רושם במי שעושה אותן. השאלה בודקת מה התלמיד למד, מה הוא הבין ומה הוא זוכר.

א. עולים לגג. משלשלים ממנו חוט (חבל) שבקצהו משקולת עד שהמשקולת נוגעת בפני הקרקע. מודדים את אורך החוט התלוי.



ב. במקרה זה, שחזור של הציור מדף העבודה יכול להקל את ההסבר המילולי, שיכול להיות כזה: צופים אל גג הבניין דרך גליל צר שמכוון בזווית של 45° . המרחק אל הבניין, שאותו אנו מודדים, שווה לגובה הבניין מעל לגובה העין.

עד כמה יש לפרט בתשובה? מן הסתם יש תלמידים שירצו לספר על החוויה בצורה מדויקת על פני שלושה עמודים. חשוב להגדיר להם את גבולות המשימה. אם אנו מעוניינים בפירוט כזה, עלינו לומר להם זאת. אם אנו מעוניינים במבחן דמוי מבחן מפמ"ר, דגם התשובה שלמעלה מספיק. כדאי לדון עמם בסוד הצמצום, שכולל הפרדה בין עיקר לטפל (על פי ניסוח השאלה).

5. יחידת האורך מיל (מייל) מקובלת היום בחלק מן המדינות. הרומאים השתמשו בה מפני שהיא אפשרה לכל אדם למדוד מרחקים גדולים באמצעות ספירת צעדים. המיל היה אלף צעדים כפולים (צעד כפול מורכב ממהלך מצורף של רגל ימין ובעקבותיה רגל שמאל).

- יוליוס הלך מביתו אל השדה שלו וספר 1440 צעדים (כפולים). חשבו מהו המרחק במיל?
- מרקוס ויוליוס הלכו מבית המרחץ אל הסנאט. האם קיבלו תוצאה זהה?
- יוליוס חזר על המדידה פעמיים. האם קיבל בהכרח תוצאה זהה?
- נסחו מסקנה שעולה משני הסעיפים האחרונים.

עיקר השאלה, לאחר סעיף פתיחה פשוט, עוסק בצורך בתקינה.

- המרחק הוא 1.44 מיל.
- כל אחד מהם סופר את צעדיו. רק אם אורך הצעד שלהם זהה ממש, התוצאה תהיה זהה.
- רק אם יחזור על צעדים באורך זהה לחלוטין, תתקבל תוצאה זהה.
- הסתמכות על ספירת צעדים אינה מסוגלת לתת תוצאה מוסכמת וגם עלולה להביא לתוצאות שונות במדידות שונות.

6. נוח בונה את תיבת נוח. על פי המפרט הטכני, אורך התיבה הוא 300 אמה. בגלל החשש מן המבול המתקרב נוח מתחלק בעבודה עם בנו יָפֶת. נוח בונה את הצד הימני של התיבה, ויפת בונה את הצד השמאלי. כל אחד מהם משתמש ביד שלו כאמת מידה. שני הבנים האחרים של נוח, שָׁם וְחָם, שמים לב כי אין התאמה בין שני החלקים.

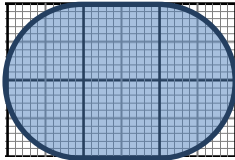
- הסבירו מדוע אין התאמה בין המדידה של נוח למדידה של יפת.
- הציעו שיטה שבה אפשר לקבל תוצאה זהה בשתי המדידות.

זוהי שאלה נוספת לחיזוק הצורך בתקינה.

- חוסר ההתאמה נובע מכך שהאמה של נוח שונה מן האמה של יפת.
- עליהם להסכים על אורך אמה משותף, להכין מקלות (סרגלים) באורך הזה ולהשתמש בהם כאמת מידה.

מדידת שטחים

7. לפנינו צורה בעלת פינות מעוגלות. לנוחותכם הצבנו אותה על נייר מילימטרי שבו האורך של כל משבצת ריבועית גדולה הוא 1 ס"מ. איזו מארבע התשובות הבאות היא הנכונה?



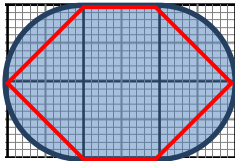
א. שטח הצורה הוא 6 סמ"ר.

ב. שטח הצורה הוא 4 סמ"ר.

ג. שטח הצורה הוא 2 סמ"ר.

ד. אף אחת מן התשובות הקודמות אינה נכונה.

התשובה הנכונה היא ד' (האחרונה).



אין עומדת לרשות התלמיד נוסחה לחישוב השטח. הוא יכול לספור מילימטרים רבועים או להפעיל שיקולים אחרים, דוגמת אלה שלהלן: הצורה מוכלת בתוך מלבן ששטחו 6 סמ"ר ומכילה מלבן ששטחו 2 סמ"ר, ולכן תשובות א' וג' אינן באות בחשבון. זה מצמצם את הבחירה ומעלה את סכויי ההצלחה. מכאן אפשר להמשיך בספירת משבצות, או להבחין בכך שהמשושה האדום שהוספנו לצויר הוא בעל שטח של 4 סמ"ר, והוא מוכל בתוך הצורה שלנו. מכאן שגם תשובה ב' אינה באה בחשבון.

שאלה זו מאפשרת לתלמיד לבחור בין ספירת משבצות (שעלולה להיות ממושכת) לבין חישובים באמצעות נוסחאות, שמצריכים יותר דמיון באיתור האזורים שכדאי לחשב את שטחם.

8. בחנות לממכר יריעות בד נמכרים הבדים ב-100 שקלים למטר רבוע. יריעת בד שרוחבה 80 ס"מ נמכרה ב-200 שקלים. חשבו את אורך היריעה.

כיוון שכל מ"ר עולה 100 שקלים, ב-200 שקלים קונים 2 מ"ר. מכאן שהכפלת האורך (במטרים) ברוחב (במטרים) אמורה לתת תוצאה שהיא 2 (במ"ר). מכאן ש- $0.8x = 2$, ולכן $x = 2/0.8$, כלומר: אורך היריעה הוא 2.5 מטרים.

אם התלמיד ירשום נכון את החישוב, ללא הסבר מילולי, אפשר לתת לו את מלוא הניקוד, במקרה זה החישוב הנכון מעיד על ההבנה שאנו מחפשים.

לכאורה זוהי שאלה מתמטית, אך יש בה מעבר לכך. אפשר לטעות כאן ביחידות (בין מטרים לסנטימטרים). טעות כזאת גורעת מן הניקוד (רק חלקית). יתר על כן, זוהי דוגמה שבה ממירים את מדידת השטח במדידה באמצעות שקלים. זה מזכיר לנו את מדידת השטח באמצעות מאזניים שהופיעה בפעילות ביחידת השטחים.

זמן ומדידתו

9. תארו שתי שיטות למדידת זמן. מה הם יתרונותיהן וחסרונותיהן?

ביחידת הזמן התלמידים למדו על כמה שיטות. עליהם לציין שתיים. הנה דוגמאות:

שעון השמש: הצל של המוט מעיד על השעה. היתרון: מכשיר פשוט. דוגמאות לחסרונות: אינו עובד בעננות ובליילה.

שעון חול: אפשר לבנות שעון חול שבו החול עובר מכלי עליון לכלי תחתון בזמן קבוע (לדוגמה: 3 דקות). יתרון: נוח להפעלה. חיסרון: אינו מתאים למדידת פרקי זמן שונים מזה שתוכנן מראש.

שעון מטוטלת: שעון שוויסות הזמן שלו נעשה על ידי מטוטלת. יתרון: רמת דיוק גבוהה לשעון מכני. דוגמאות לחסרונות: אינו נייד, אינו מתאים לנסיעה באנייה.

לפי הגדרת השאלה, די בשתי שיטות. מידת הפירוט בתשובה תלויה באופי המבחן שאמור להיות מוגדר היטב. הדוגמאות שלמעלה מתאימות למבחן דמוי מבחן מפמ"ר.

זמן בעירה (דקות)	אורך הנר (ס"מ)
0	9.0
20	7.5
40	6.0
60	4.5
80	3.0
100	1.5
120	0.0

10. חוקר טבע עורך את מחקריו במעבה היער. הגילויים המסעירים גורמים לו להישאר ביער זמן רב מדי. בשלב מסוים הוא מגלה שהסוללות במכשירים השונים עומדות לסיים את פעולתן. ברגע האחרון הוא מזעיק עזרה ומחכה למחלצים, שאמורים להגיע בתוך ימים אחדים. בזמן הזה הוא זקוק לשעון כדי להמשיך את מחקריו. גם סוללת השעון עומדת לסיים את פעולתה. החוקר מאלתר שעון. הוא מתכוון להשתמש בנרות מתוך קופסת הנרות שיש לו. בקופסה יש נרות רבים וכולם זהים זה לזה. החוקר מכייל את אחד הנרות. הוא מדליק את הנר ומוודד את אורכו בזמנים שונים. התוצאות רשומות בטבלה.

א. מתוצאות המדידה החוקר מסיק כי סביר מאוד שהנר מתקצר בקצב קבוע (בכל דקה הנר מתקצר במידה זהה). כיצד הוא מסיק זאת?

ב. על פי הממצאים שבטבלה חשבו בכמה (ס"מ / מ"מ) מתקצר הנר בכל דקה (הקיפו את התשובה הנכונה בעיגול):

(1) 0.15 ס"מ.

(2) 0.15 מ"מ.

(3) 0.75 ס"מ.

(4) 0.75 מ"מ.

תארו באמצעות חישוב כיצד הגעתם לתשובה הנכונה.

ג. על פי הממצאים שבטבלה אורך הנר אחרי 50 דקות יהיה:

(1) 5.25 ס"מ.

(2) 3.75 ס"מ.

(3) 4.5 ס"מ.

(4) 5 ס"מ.

א. **תשובה מלאה:** מן הטבלה אנו למדים כי בכל 20 דקות הנר מתקצר באותה מידה. זה אינו מבטיח שכך מתרחש גם בכל דקה, אך הדבר סביר, מפני שאין לנו סיבה להניח שמשוהו בהתנהגות הנר משתנה כאשר עוברים למרווחי זמן קצרים.

תשובה חלקית שתתקבל כמלאה: מן הטבלה רואים כי בכל 20 דקות הנר מתקצר במידה שווה.

תשובה חלקית יותר שתתקבל כמלאה: בכל 20 דקות הנר מתקצר באותה מידה.

- ב. הנר מתקצר בכל דקה ב-0.75 מ"מ. יש לגרוע ניקוד אם לא נרשמו יחידות.
- ג. תשובה 1) (5.25 ס"מ). בשאלה זו לא נדרש הסבר. בכיתה אפשר לדון ולהבין מדוע זהו ממוצע שבין שני ערכים מן הטבלה. אם נדרש הסבר, אפשר לרשום: התוצאה שתתקבל אמורה להיות בדיוק באמצע בין 4.5 ס"מ לבין 6 ס"מ.
11. באילו מצבים שעון שמש אינו נותן לנו מידע על הזמן?
- ב. יובל טוען כי הוא מעדיף לכנות את שעון השמש בשם "שעון צל". האם יש היגיון בהצעתו? הסבירו.
- ג. איילה בונה שעון שמש. היא מציבה מוט. היא נעזרת בשעון היד שלה (המדויק מאוד) כדי לסמן בכל שעה את כיוון הצל. כדי לדייק, איילה משכימה בבוקר במטרה לסמן את כיוון הצל ברגע הזריחה, כאשר השמש עולה ממזרח, והצל מתקבל בכיוון מערב. איילה מסמנת את כיוון הצל ורושמת לידו את השעה המדויקת. כעבור חודש איילה שוב משכימה קום כדי לבדוק את דיוק השעון בזריחה. האם תהיה התאמה בין שעון השמש לשעון היד שלה?
- א. כאשר יש עננות ובשעות הלילה, שעון שמש אינו נותן מידע על הזמן.
- תשובה שכוללת רק את אחד המקרים תזכה ברוב הניקוד.
- ב. יש היגיון בהצעתו של יובל, מפני שכיוון הצל של המוט מעיד על השעה, ולכן אפשר לכנות את השעון בשם "שעון צל".
- הדיון הכיתתי אמור להוביל לכך שאנו מבקשים לקבוע את השעה על פי מיקום השמש בשמים, אך זה מחייב מבט אל השמש (מסוכן) ומדידת זוויות. המוט מאפשר לנו לתרגם את המדידה המקורית לקריאת השעה מתוך כיוון הצל, שהיא פשוטה יותר.
- ג. לא תהיה התאמה. בתקופות שונות של השנה הזריחה מתרחשת בשעה שונה.
- הדיון הכיתתי אמור להוביל לשאלה אם די בסימון השעות ביממה מסוימת כדי לקבל שעון שמש אמין לאורך השנה, ומה אפשר לעשות כדי להתגבר על הבעיה (זוהי הרחבה).
12. בפס הייצור של מוצר מסוים יש שלב מסוים שמכתיב את קצב הייצור, שנמשך קרוב לשנייה אחת. שרה, מהנדסת הייעול במפעל, מבקשת למדוד כמה זמן בדיוק נמשך השלב הזה. היא מודדת את משך הזמן של מחזור אחד של השלב הזה באמצעות שעון עצר. אף על פי ששעון העצר מדויק מאוד, שרה מתקשה לדייק במדידת הזמן.
- א. הסבירו מדוע.
- ב. הציעו לשרה שיטת מדידה מדויקת יותר (מבלי שתשתמש בציוד מדויק יותר).
- א. קשה לדייק במדידת זמנים קצרים באמצעות שעון עצר בגלל הגורם האנושי שמעורב במדידה.
- ב. כדאי לשרה למדוד את משך הזמן של סדרה של עשרה מחזורים ולחלק בעשר.
- אפשר לדרוש הסבר שיהיה ברוח ההסבר שניתן על מדידת מרחקים קצרים (שאלה 3). הדיון הכיתתי אמור לעמוד על כך שמדובר ברעיון משותף, שמתאים הן למדידת מרחקים קצרים והן למדידת זמנים קצרים. שימוש בכך נעשה גם במדידת זמן המחזור של המטוטלת, שנמצאת ביחידת הלימוד "זמן ומדידתו".

מהירות

13. השיא העולמי בריצת 800 מטר נקבע באוגוסט 2011 על ידי דייוויד רודישה מקניה. הוא חלף על פני 800 מטרים בזמן של 101.01 שניות.

א. חשבו את מהירותו של רודישה בריצה זו.

רודישה עבר 400 מטרים כעבור 48.9 שניות מרגע ההזנקה.

ב. באיזו מחצית של המסלול רודישה היה מהיר יותר? ענו והסבירו ללא חישוב.

ג. חשבו את מהירותו של רודישה במחצית הראשונה של המסלול.

ד. חשבו את מהירותו של רודישה במחצית השנייה של המסלול.

ה. האם המהירות של רודישה במהלך המרוץ הייתה קבועה? אם לא, מה משמעות המהירות שחישבתם בסעיף א?

א. על פי הגדרת המהירות יש לחלק 800 ב-101.01. המחשבון מראה כי המהירות היא: 7.92 מטרים לשנייה.

יש לתת ניקוד מלא אם נעשה חישוב נכון ללא ליווי מילולי. אין לגרוע מן הניקוד גם אם התלמיד העתיק את כל הספרות מן המחשבון (בעניין זה נדון בשנים הבאות). יש לגרוע מן הניקוד אם לא נרשמו יחידות. יש לתת את מלוא הניקוד על חישוב שאינו מלווה במלל.

ב. מן הזמנים הנתונים מתברר כי המחצית הראשונה של המסלול נמשכה פחות מ-50 שניות בעוד המחצית השנייה נמשכה יותר מ-50 שניות. מכאן שהמהירות במחצית הראשונה הייתה גדולה יותר.

ג. מחלוקת מרחק בזמן מתקבל 8.18 מטרים לשנייה. ראו הערה בסעיף א.

ד. מחלוקת מרחק בזמן מתקבל 7.68 מטרים לשנייה. ראו הערה בסעיף א.

ה. כבר בסעיף ב ראינו כי המהירות לא הייתה קבועה. המהירות שחושבה בסעיף א היא מהירות ממוצעת.

14. השיא העולמי בריצת 5000 מטרים הושג על ידי הרץ האתיופי קנניסה בקלה ב-2004. בקלה עבר את המרחק ב-12 דקות ו-37.35 שניות.

א. כמה שניות נמשכה ריצתו של בקלה?

ב. חשבו את מהירותו של בקלה בריצה זו.

בטבלה מוצג הזמן שנדרש לבקלה לעבור את כל אחד מחמשת הקילומטרים.

מספר הקילומטר	זמן התנועה בשניות
1	153.24
2	152.23
3	151.87
4	150.59
5	149.42

ג. תארו על פי הטבלה כיצד השתנתה מהירותו של בקלה במהלך הריצה: (הקיפו את התשובה הנכונה בעיגול)

(1) עלתה כל הזמן.

(2) ירדה כל הזמן.

(3) לעתים עלתה ולעתים ירדה.

(4) אין די נתונים לענות על השאלה.

ד. באיזה קילומטר הייתה מהירותו של בקלה הגבוהה ביותר?

ה. חשבו את מהירותו בקילומטר הזה.

א. 757.35 שניות ($12 \times 60 + 37.35 = 757.35$).

ב. מחלוקת מרחק בזמן מתקבל 6.60 מטרים לשנייה. ראו הערה בשאלה 13 א.

ג. התשובה היא 1. זמן הריצה קטן מקילומטר לקילומטר, ולכן המהירות גדלה מקילומטר לקילומטר.

ד. בקילומטר האחרון המהירות הייתה הגדולה ביותר.

ה. מחלוקת מרחק בזמן מתקבל 6.69 מטרים לשנייה. ראו הערה בשאלה 13 א.

15. במגדל טייפִי 101 שבטייוואן יש מעלית שחולפת על פני 84 קומות (364 מטרים) במשך 36 שניות (בלבד!).

א. חשבו את הגובה הממוצע של כל קומה.

ב. חשבו את המהירות הממוצעת (במטרים לשנייה).

בתחילת הדרך מהירות המעלית הולכת וגדלה. בסוף הדרך מהירותה הולכת וקטנה. באמצע הדרך מורה מד המהירות במעלית כי המעלית נוסעת במהירות קבועה במשך כ-7 שניות, וכי מהירותה היא 1010 מטרים לדקה (יותר מקילומטר לדקה!).

ג. חשבו את מהירות המעלית במטר לשנייה בשלב זה.

ד. כיצד אפשר לומר כי מהירות המעלית היא 1010 מטרים לדקה, אם הזמן קצר מדקה אחת?

ה. מהי מהירות המעלית בשלב זה ביחידות של ק"מ לשעה?



א. יש לחלק את הגובה הכולל במספר הקומות. המחשבון מורה כי הגובה הממוצע לקומה הוא: 4.33 מטרים (41/3 מטרים). ראו הערה בשאלה 13 א.

ב. מחלוקת מרחק בזמן מתקבל 10.11 מטרים לשנייה. ראו הערה בשאלה 13 א.

ג. בכל דקה יש 60 שניות, ולכן מי שעובר 1010 מטרים בדקה אמור לעבור 1010/60 מטרים בשנייה, שהם 16.83 מטרים לשנייה. ראו הערה בשאלה 13 א.

ד. תשובה אפשרית: אם המעלית הייתה שומרת על מהירותה במשך דקה שלמה, היא הייתה חולפת על פני 1010 מטרים.

יש מקום לדיון כיתתי בעניין זה. לפעמים אנו קובעים כי מכונית נוסעת במהירות 100 קילומטרים בשעה על סמך תנועה שנמשכת שניות בודדות. ברור שאנו מתכוונים למהירות רק באותו פרק זמן קצר. זה מחייב ניסוח מן הסוג שהוצע למעלה.

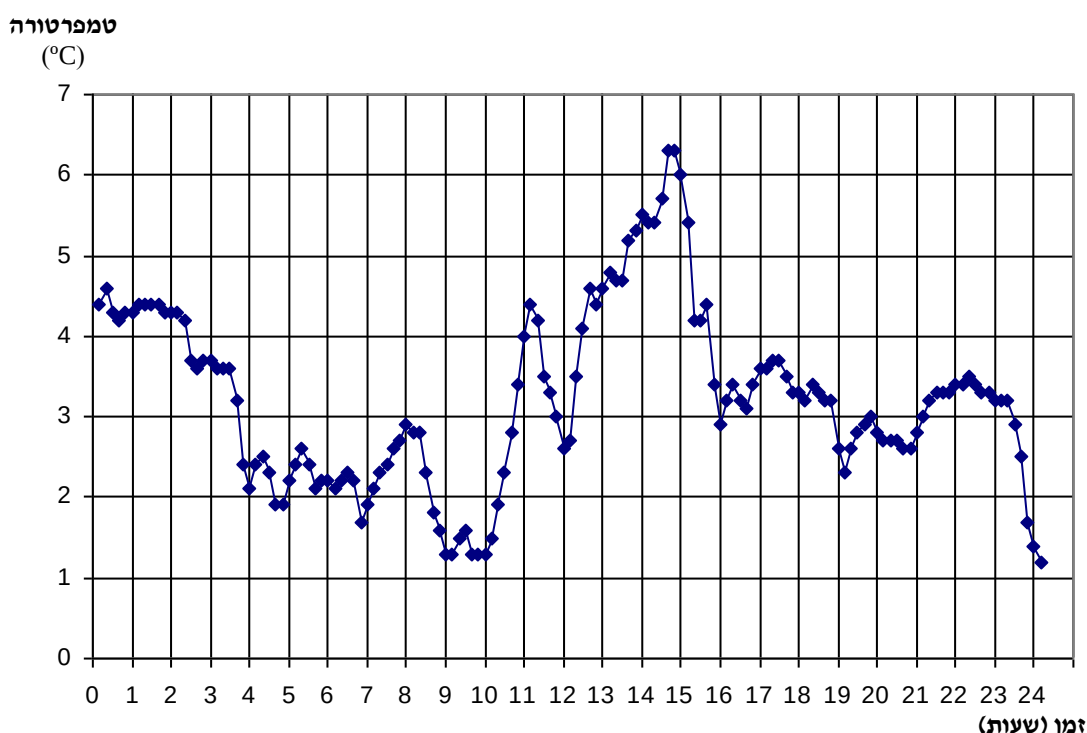
ה. מי שעובר 1.01 ק"מ בדקה, עובר מרחק גדול פי שישים בשעה. המהירות היא 60.6 ק"מ לשעה.

את הדיון הכיתתי בשאלה אפשר ללוות בסרטון YouTube :

<http://www.youtube.com/watch?v=RViajMuEsKU&feature=related>

גרפים

16. הגרף שלפנינו מתאר את הטמפרטורה שנמדדה במשך יממה בשכונת ניות שבירושלים.



א. העריכו מהי הטמפרטורה המרבית באותה יממה ומתי היא נמדדה.

ב. רשמו את הזמנים שבהם הטמפרטורה שנמדדה הייתה 5°C .

ביום זה ירד שלג בירושלים, שלא הפשיר עד הגעתו לקרקע, במשך כשעתיים (עם הפסקה קלה באמצע). לאחר מכן חלה עלייה מהירה בטמפרטורה והשלג הפשיר.

ג. זהו את השעתיים שבהן השלג לא הפשיר עם הגעתו לקרקע.

ד. מה הייתה הטמפרטורה באוויר באותו פרק זמן?

ה. זהו את פרק הזמן שבו חלה העלייה המהירה בטמפרטורה שהביאה להפשרת השלג.

קריאת נתונים מספריים מתוך תיאור גרפי היא משימה קלה יחסית, אם מדובר בנתונים שנמצאים בנקודות צומת של רשת הקואורדינטות. בכל מקרה אחר הדבר מחייב הערכה. שאלה כזאת היא הזדמנות למורה להסביר לתמידים כיצד אפשר לעשות זאת בצורה מיטבית.

א. הטמפרטורה המרבית אינה מתקבלת בנקודה שיושבת על רשת הקואורדינטות. התלמיד אמור לעשות הערכה סבירה. דוגמה אפשרית: **הטמפרטורה המרבית הייתה כ- 6.3°C , והיא התקבלה בסביבות 14:45.**

ב. גם כאן יש צורך במידה מסוימת של הערכה. תשובה אפשרית: **הטמפרטורה הייתה 5°C מעט אחרי 13:30 ואחר כך שוב בסביבות 15:15.**

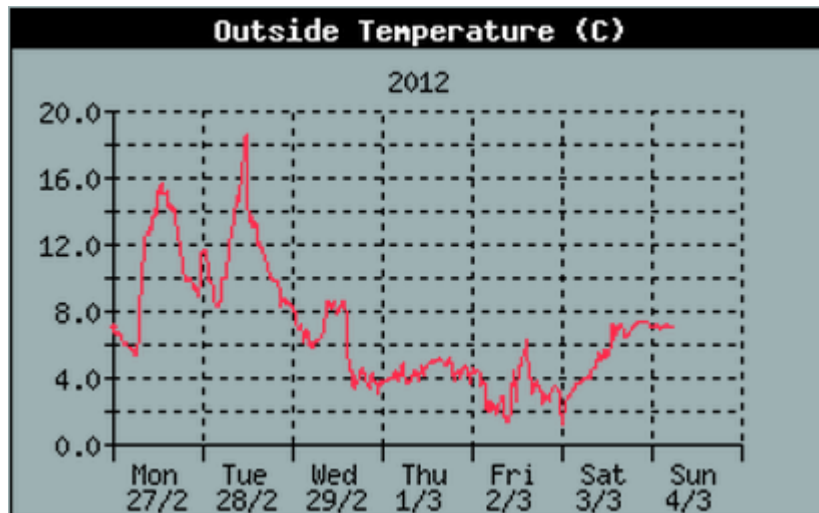
ג. בין 08:30 ל-10:30 היה פרק זמן של כשעתיים שבו הטמפרטורות היו נמוכות ביותר, ולאחר מכן הייתה עלייה מהירה בטמפרטורות. די בתשובה מקוצרת: **בין 08:30 ל-10:30.**

בסעיף זה יש מורכבות מסוימות. במהלך השעתיים האלה היו גם טמפרטורות שכמותן היו בזמנים אחרים באותו שבוע, אך כיוון שהשלג ירד במשך כשעתיים, זהו פרק הזמן המתאים.

ד. הערכה: **הטמפרטורה באוויר הייתה בתחום שבין 1.3°C לבין 2°C .**

ה. העלייה בטמפרטורות החלה בשעה 10:00 (בשלב שבו השלג עדיין ירד) ונמשכה עד מעט אחרי 11:00.

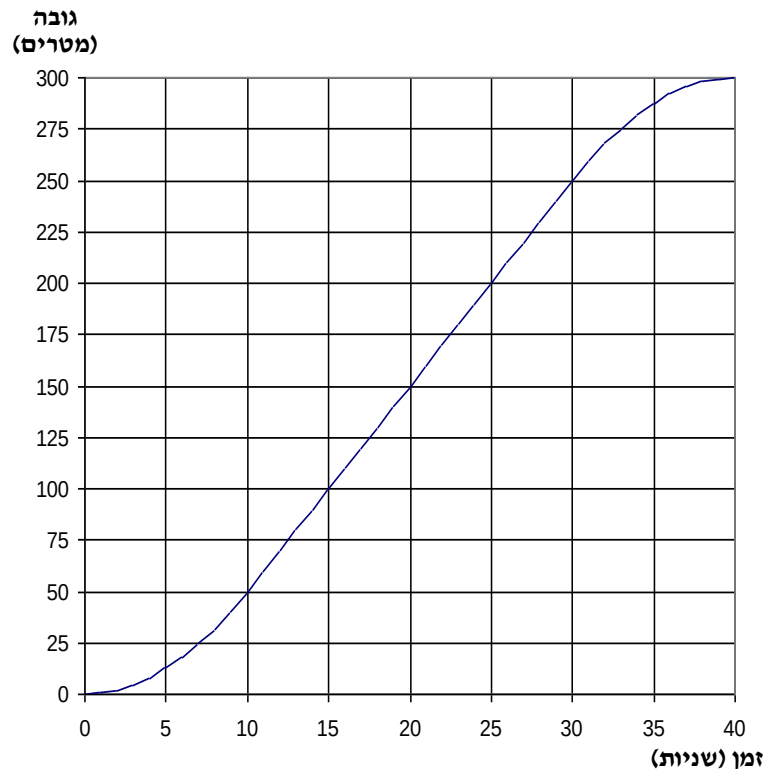
17. לפניכם גרף המתאר את הטמפרטורה במשך כשבוע כפי שהיא נמדדה בתחנה המטאורולוגית מן השאלה הקודמת (בשכונת ניות שבירושלים):



- א. זהו את היממה מן השאלה הקודמת בתוך הגרף הזה.
- ב. העריכו את ההפרש בין הטמפרטורה הגבוהה ביותר לטמפרטורה הנמוכה ביותר באותו שבוע.
- ג. זהו בגרף את היממה (בין חצות לילה לחצות הלילה הבא) שבה טווח הטמפרטורות היה הקטן ביותר.
- ד. העריכו את טווח הטמפרטורות באותו יום (ההפרש בין הטמפרטורה הגבוהה ביותר לנמוכה ביותר).

- א. יום שישי 2.3 מאחר שרק ביום זה נרשמה טמפרטורה מרבית של 6°C .
- ב. הטמפרטורה הגבוהה ביותר היא מעט פחות מ- 19°C . הטמפרטורה הנמוכה ביותר היא מעט יותר מ- 1°C . ההפרש הוא כ- 17.5°C . אם נרשמה תשובה סופית סבירה, ללא חישוב, יש לקבלה.
- ג. יום חמישי 1.3
- ד. כ- 1.5°C

18. הגרף שלפניכם מתאר את מקומה של מעלית מהירה בבניין גבוה מאוד :



הגרף מתאר את תנועת המעלית מרגע יציאתה לדרך ועד לרגע עצירתה בקומת היעד.

- א. האם המעלית עולה או יורדת?
- ב. כמה דרך עברה המעלית?
- ג. כמה זמן נמשכה הנסיעה?
- ד. האם מהירות הנסיעה הייתה קבועה?
- ה. חשבו את המהירות הממוצעת של הנסיעה.
- ו. חשבו את המהירות הממוצעת של המעלית ב-10 השניות הראשונות.
- ז. חשבו את המהירות הממוצעת של המעלית ב-10 השניות האחרונות.
- ח. חשבו את המהירות של המעלית בעשרים השניות האמצעיות (בין 10 שניות ל-30 שניות).
- ט. זהו במהלך התנועה פרקי זמן שבהם המעלית נמצאת בהאצה, בהאטה או במהירות קבועה.
- י. רשמו מילולית כיצד נעה המעלית לאורך כל המסלול.

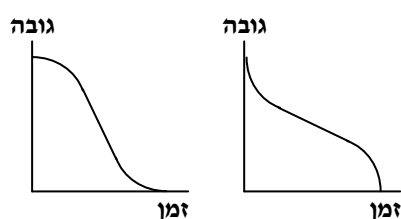
השאלה זו היא רבת סעיפים ואינה מיועדת במלואה למבחן, אך אפשר ליצור שאלה מחלק מן הסעיפים. ריבוי הסעיפים כאן הוא רק למטרות תרגול. כל סעיף לעצמו אינו קשה במיוחד, אך המהלך כולו מתרגל היטב היבטים שונים של קריאת גרפים של תנועה.

א. **המעלית עולה.** זוהי תשובה מלאה לשאלה שנשאלה. אם היינו מוסיפים את דרישה להסבר, היה עלינו להוסיף לתשובה משהו בנוסח זה: **אנו רואים כי ערכי הגובה גדלים כאשר ערכי הזמן גדלים.**

ב. **300 מטרים.**

ג. **40 שניות.**

- ד. לא. זוהי תשובה מלאה לשאלה כפי שנשאלה. אם נדרוש הסבר, יהיה עלינו להוסיף לתשובה משהו מעין זה: אפשר לראות כי השיפוע של הגרף אינו קבוע.
- ה. המהירות מתקבלת מחלוקת הדרך (300 מטרים) בזמן (40 שניות). המהירות הממוצעת היא 7.5 מטרים לשנייה. יש כאן חישוב מהירות על סמך נתונים שנקראים מן הגרף. במובן זה זוהי משימה מורכבת. יש לתת ניקוד חלקי לתשובה חלקית (לדוגמה: קריאה נכונה של נתונים, אך שימוש לא נכון בהם). כלל זה יהיה נכון למשימות דומות בהמשך. די בחישוב ללא מלל.
- ו. הדרך היא 50 מטרים. המהירות המתקבלת היא 5 מטרים לשנייה. גם כאן יש מהלך דו שלבי: חילוף נתונים כדי להשתמש בהם לחישוב של גודל פיזיקלי אחר. די בחישוב ללא מלל.
- ז. הדרך, הזמן והמהירות זהים לאלה שבסעיף הקודם.
- ח. הדרך היא 200 מטרים (תחילתה 50 מטרים מנקודת ההתחלה, וסיומה 250 מטרים מנקודת ההתחלה). הזמן הוא 20 שניות (מעשר שניות לאחר תחילת התנועה ועד 30 שניות מתחילת התנועה). המהירות היא 10 מטרים לשנייה. כמו בשני הסעיפים הקודמים, אלא שהפעם חילוף המרחק והזמן מן הגרף הוא מורכב יותר, ומצריך פעולות חיסור. די בחישובים ללא מלל.
- ט. בעשר השניות הראשונות שיפוע הגרף הולך וגדל. זוהי האצה. בעשרים השניות הבאות הגרף ישר – המהירות קבועה. בעשר השניות האחרונות השיפוע הולך וקטן. זוהי האטה. כאן תורגל הקשר בין שיפוע לבין האצה או האטה.
- י. המעלית יוצאת ממנוחה. היא נמצאת בהאצה במשך 10 שניות ועוברת בהן 50 מטרים. בסיום השלב הזה המהירות היא 10 מטרים לשנייה. המעלית ממשיכה במהירות זו במשך 20 שניות ועוברת בהן 200 מטרים. לאחר מכן המעלית נמצאת בהאטה עד לעצירה מלאה כעבור 10 שניות נוספות וכעבור 50 מטרים נוספים. כאן התלמיד נדרש לתאר מילולית את התנועה שאותה חקר לאורך הסעיפים הקודמים.

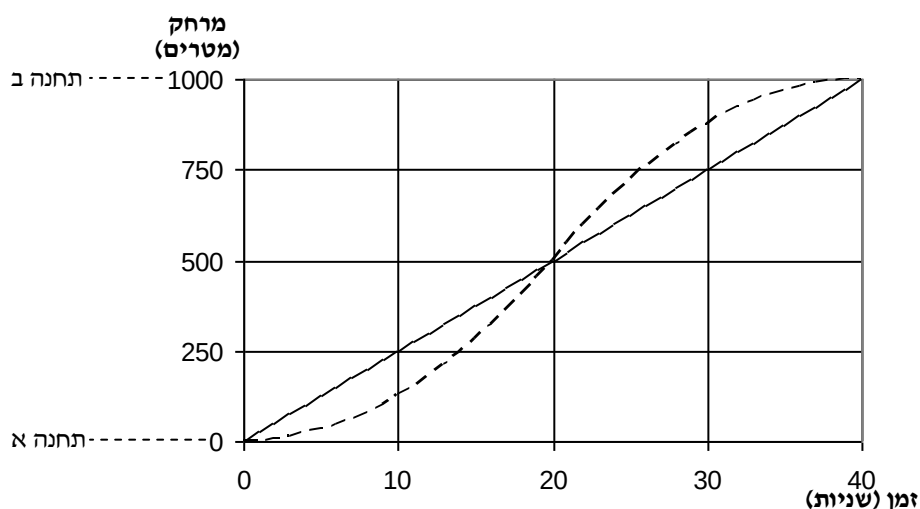


19. מוטי ואסתי (מרדכי ואסתר) מנסים לתאר גרפית את תנועתה של מעלית יורדת. המעלית נמצאת במנוחה בתחילת הדרך ובסופה כדי לאפשר לנוסעים להיכנס ולצאת. מוטי מצייר את הגרף הימני. אסתי מציירת את הגרף השמאלי. הכריעו בין מוטי לבין אסתי. נמקו.

שאלה זו מתמקדת בקשר בין שיפוע לבין מהירות.

נתון כי המהירות היא אפס בתחילת הדרך ובסיומה, ולכן הגרף חייב להתחיל ולהסתיים בצורה אופקית. אסתי צודקת.

20. רכבת I יוצאת מתחנה א ועוצרת בתחנה ב. תנועתה מתוארת גרפית על ידי קו מקוטע.



רכבת II חולפת בתחנה א ברגע שרכבת I יוצאת ממנה. היא חולפת על פני תחנה ב ברגע שרכבת I נכנסת אליה. תנועתה מתוארת בקו מלא.

- א. חשבו את המהירות הממוצעת של כל אחת מרכבות. בסעיפים הבאים ענו על השאלה ונמקו את תשובתכם :
- ב. באיזה שלב של התנועה נמצאה רכבת I יותר קדימה? נמקו.
- ג. באיזה שלב של התנועה נמצאה רכבת II יותר קדימה? נמקו.
- ד. איזו רכבת הייתה מהירה יותר בעשר השניות הראשונות.
- ה. איזו רכבת הייתה מהירה יותר בעשר השניות הבאות (בין 10 ל-20 שניות)?
- ו. איזו רכבת הייתה מהירה יותר בעשר השניות הבאות (בין 20 ל-30 שניות)?
- ז. איזו רכבת הייתה מהירה יותר בעשר השניות הבאות (בין 30 ל-40 שניות)?
- ח. מתי התרחשו עקיפות? איזו רכבת עקפה בכל מקרה?

שאלה זו היא היחידה באוגדן שבה מוצגים שני גרפים באותה תצוגה גרפית. במובן זה זוהי שאלת קצה עבור תלמידי כיתה ז'. היא נמצאת כאן בעיקר משום שהתרגול שלה מעלה עניינים מרכזיים בקריאת גרפים. זהו גם ההסבר לריבוי הסעיפים.

- א. את המרחק והזמן שנדרשים לחישוב המהירות הממוצעת מחלצים מן הגרף. שתי הרכבות חולפות על פני 1000 מטרים ב-40 שניות. המהירות הממוצעת של שניהם היא 25 מטרים לשנייה. די בתשובה: המהירות הממוצעת היא 25 מטרים לשנייה.
- ב. כאשר רכבת I נמצאת יותר קדימה, המרחק שלה מתחנת המוצא גדול יותר, והגרף שלה נמצא מעל לגרף של רכבת II. זה קורה ב-500 המטרים האחרונים. זהו תרגיל בקריאה השוואתית של גרפים. די בתשובה: ב-500 המטרים האחרונים או: ב-20 השניות האחרונות או: בחצי השני של התנועה.
- ג. מאותם שיקולים רכבת II מקדימה את רכבת I ב-500 המטרים הראשונים.
- ד. לרכבת המהירה יותר יש שיפוע גדול יותר. בעשר השניות הראשונות זוהי רכבת II. זהו תרגיל בקריאה השוואתית של מהירויות מתוך צפייה בשיפועים.
- ה. מאותם שיקולים, בקטע זה רכבת I מהירה יותר.

ו. מאותם שיקולים, בקטע זה רכבת II מהירה יותר.

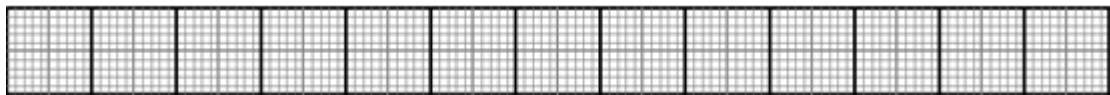
ז. מאותם שיקולים, בקטע זה רכבת I מהירה יותר.

ח. כאן נכנסת לראשונה ההבחנה שנקודת חיתוך בין גרפים קובעת כי הרכבות נמצאות ברגע מסוים באותו מקום. רגעי עקיפה הם כאלה. עקיפה מתרחשת ברגעים שמיוצגים על ידי נקודות חיתוך של שני הגרפים. העוקף הוא הגוף המהיר ביותר. ברגע היציאה לדרך של רכבת I היא נעקפת על ידי רכבת II. כעבור 20 שניות רכבת I עוקפת את רכבת II. כעבור עוד 20 שניות רכבת II עוקפת שוב את רכבת I. זהו סעיף בקצה העליון של הלמידה בכיתה ז'.

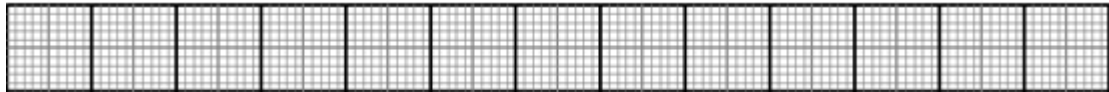
ניתוח עקבות

21. גיתית, תלמידת כיתה ז', קיבלה במתנה מכונית צעצוע שבה מותקן בקבוקון קטן עם ברז. ממלאים את הבקבוקון בדיו נוזלי וכשפותחים את הבקבוקון, הדיו מטפטף בקצב קבוע. גיתית מזיזה את מכונית הצעצוע על פני שולחן שמכוסה בנייר מילימטרי.

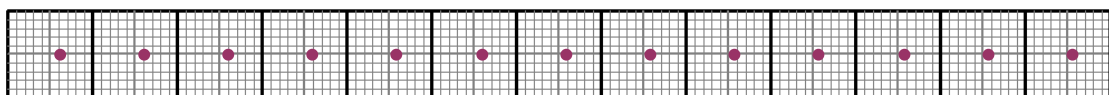
א. סרטטו כיצד ייראו טיפות הדיו על פני השולחן כשתזיז גיתית את הצעצוע במהירות קבועה.



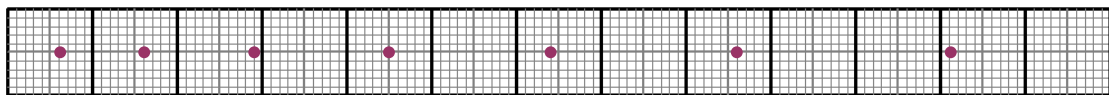
ב. סרטטו כיצד ייראו טיפות הדיו על פני השולחן כשתזיז גיתית את הצעצוע במהירות שגדלה באופן קבוע בזמן שהוא נע בכיוון משמאל לימין.



א. יש כמובן יותר מפתרון אחד. כל פתרון שבו מרווחי המרחק בין נקודות עוקבות יישארו קבועים, הוא פתרון טוב. הנה פתרון לדוגמה:



ב. גם במקרה זה יש יותר מפתרון אחד. הנה פתרון לדוגמה (כזכור, התנועה היא משמאל לימין):



כדאי לשים לב כי הדרישה להגדלת המהירות בקצב קבוע היא דרישה ברמה גבוהה יחסית לרמת העתודה בכיתה ז'. אפשר להתחיל בשאלה שבה התלמידים מתבקשים להציג סדרת נקודות שמתארות מצב שבו המהירות גדלה (לאו דווקא בקצב קבוע).

22. לפנינו שני סרטי נייר עם תרשים עקבות עליהם. בשני הסרטים קצב הסימון זהה. אחד מהם התקבל בנפילה אנכית של גוף. השני התקבל כאשר הגוף נע במורד מישור משופע.



איזה סרט התקבל בנפילה האנכית? נמקו.

התנועה לאורך המישור המשופע היא "נפילה מוחלשת", והיא איטית מנפילה אנכית. כתוצאה מכך המרחקים בין נקודות עוקבות על גבי הסרט על המישור המשופע הולכים ומתרחקים בקצב איטי יותר מזה שמתקבל בנפילה האנכית. סרט 1 מתאר, אפוא, נפילה חופשית.

שאלה זו מתמקדת בקריאה השוואתית של סרטים שהנקודות עליהם מתרווחות והולכות. במובן זה היא נמצאת בדרגת קושי יחסית גבוהה. די בניסוח הבא כדי לזכות במלוא הנקודות: **בסרט 1 הנקודות מרווחות יותר, ולכן הוא מתאים לנפילה חופשית.**

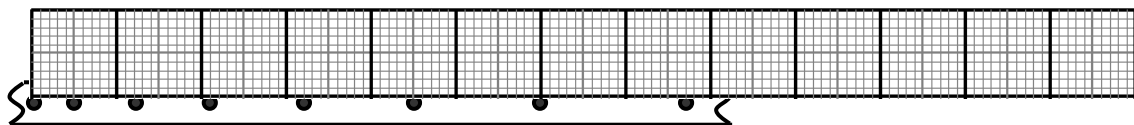
23. לפנינו סימון של קו הפרדה מקוטע על הכביש, שנעשה בפורים על ידי מסמנים מבוסמים. המסמנים עבדו משמאל לימין. תחילה הם נעו במהירות קבועה, כנדרש. אחר כך השתנו הדברים. תארו מילולית מה התרחש בהמשך.



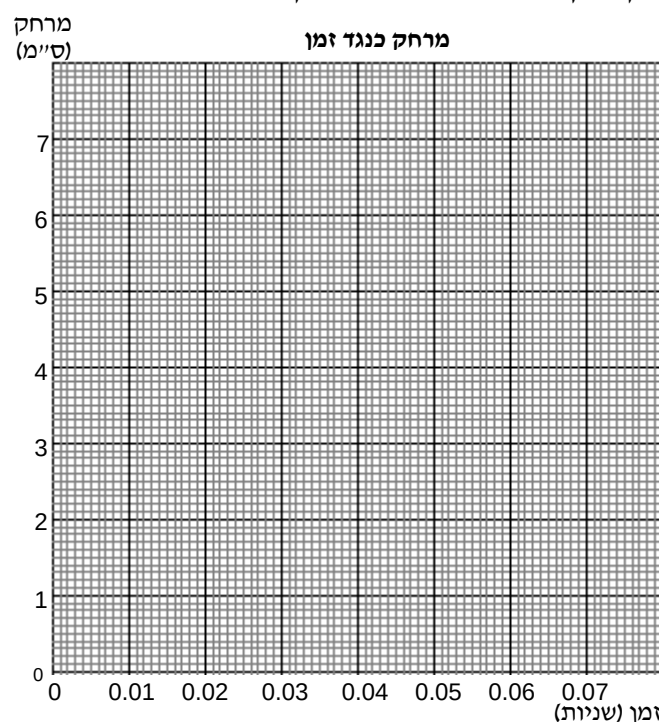
השאלה עוסקת במעבר מייצוג עקבות לתיאור מילולי.

אנו רואים כי בתחילת הדרך המרחקים בין הפסים קבועים. בהמשך הם מתרחקים, לאחר מכן מצטופפים והולכים ואחר כך שוב מתרחקים והולכים. הסמנים החלו במהירות קבועה. אחר כך הייתה האצה, האטה ושוב האצה.

24. לפנינו תרשים עקבות שמציג עקבות תנועה בקצב של 50 נקודות בשנייה. הסרט הונח ליד נייר מילימטרי (המרחק בין שנתות סמוכות הוא מילימטר).



- מדדו וחשבו את המהירות בקטע שבו היא הגדולה ביותר.
- מדדו וחשבו את המהירות בקטע שבו היא הקטנה ביותר.
- בנו טבלה של המרחק מן הנקודה הראשונה כנגד הזמן לכל הנקודות שבסרט הקודם.
- בנו גרף של המרחק מן הנקודה הראשונה כנגד הזמן.



א. בקטע האחרון המרחק הוא גדול ביותר – 1.7 ס"מ. לאחר חלוקה בזמן (0.02 שנייה) מתקבל: 85 ס"מ לשנייה.

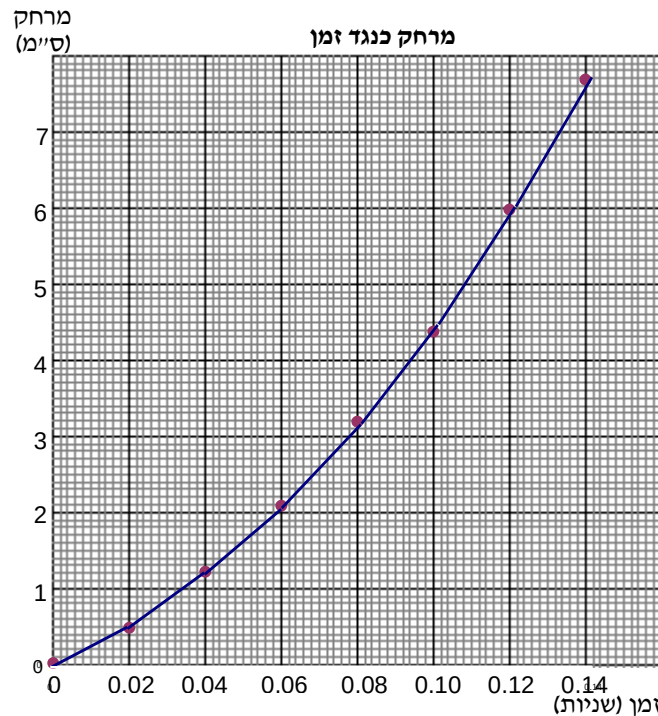
תשובה ללא מלל תתקבל אם תהיה ברורה. טעות בקציבת המרחק תגרור הפחתה חלקית בניקוד. טעות ביחידות – כנ"ל.

ב. בקטע הראשון המרחק הוא הקטן ביותר – 0.5 ס"מ. לאחר חלוקה בזמן (0.02 שנייה) מתקבל: 25 ס"מ לשנייה.

תשובה ללא מלל תתקבל אם תהיה ברורה. טעות בקציבת המרחק תגרור הפחתה חלקית בניקוד. טעות ביחידות – כנ"ל.

ג. זהו תרגיל במעבר בין ייצוגים – מן העקבות אל הטבלה ומן הטבלה אל הגרף.

זמן (שניות)	מרחק (ס"מ)
0	0
0.02	0.5
0.04	1.2
0.06	2.1
0.08	3.2
0.1	4.5
0.12	6
0.14	7.7



25. גוף תלוי על קפיץ ומתנווד מעלה-מטה. האם אפשר להשתמש ברישום עקבות על סרט נייר כדי לעקוב אחרי תנועתו? הסבירו.

סרט נייר אינו מכשיר נוח למדידת תנועה שיש בה תנועת הלוך ושוב, מפני שקשה להבחין בין הנקודות של התנועה בכיוון האחד לנקודות של התנועה בכיוון ההפוך.

שאלה זו מכוונת אל הצד הניסויי של הפעילות. היא מאפשרת לתלמיד להראות כי הוא מבין את מערכת המדידה ואת שיטת המדידה. הערה זו נכונה גם לשאלה הבאה.

26. חוקר עורך מדידת עקבות על סרט נייר שסומן 50 פעם בשנייה. החוקר מסוגל לשנות את קצב הסימון. הוא חוזר על הניסוי כאשר קצב הסימון הוא 25 פעם בשנייה.

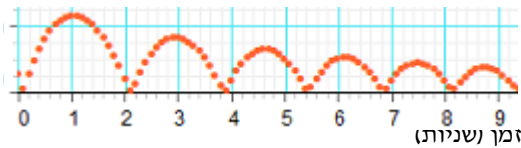
א. באיזה ניסוי יש יותר מידע?

ב. באלה תנאים עדיף לעבוד דווקא עם סרט שסומן פחות פעמים בשנייה?

א. אם כמות הנקודות המסומנות כפולה, הרי שיש כפליים מידע. בניסוי שבו מסומנות 50 נקודות בשנייה יש יותר מידע.

ב. אם הנקודות צפופות מאוד, בגלל אטיות התנועה, קשה מאוד להבחין ביניהן. במקרה כזה כדאי להפחית את מספר הנקודות המסומנות. מקור אחר לבעיה הוא החיכוך שתהליך הסימון מכניס למערכת. כדי לצמצם אותו כדאי לצמצם את מספר הסימונים. די בציון קושי אחד כדי לקבל את מלוא הניקוד.

מדידה ממוחשבת



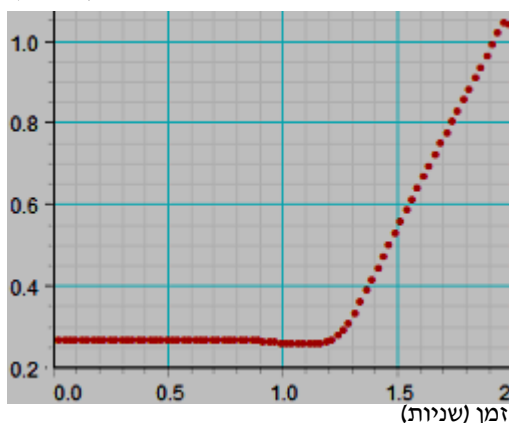
27. בגרף שלפנינו מתואר גובהו של כדור שמקפץ במהלך הזמן, כפי שנמדד במדידה ממוחשבת. הכדור עולה ויורד כמה פעמים. בדקו בכל מחזור של עלייה-ירידה וקבעו מה ממושך יותר – זמן העלייה או זמן הירידה.

עד כמה שאפשר להבחין מן הגרף, זמני הירידה שווים לזמני העלייה בכל קפיצה. השאלה דורשת את התלמיד לזהות תחומי ירידה ותחומי עלייה ולחלץ זמנים מן הגרף.

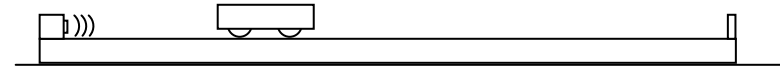
28. תארו תנועה שאי אפשר לתעד אותה באמצעות סימון עקבות על סרט נייר, אך אפשר לתעד אותה באמצעות מדידה סונרית (המבוססת על החזרת גלי קול).

כאשר משקולת תלויה על קפיץ ומתנוודת עמו, שיטת הסימון על סרט הנייר אינה יעילה (קשה להבחין בנקודות שמסומנות שוב ושוב על אותו תחום בסרט). למדידה הסונרית אין בעיה להתמודד עם תנועה כזאת. שאלה זו "מתכתבת" עם שאלה 25 למעלה. כדאי לדון בכיתה על השוואה בין שיטות מדידה.

מרחק
(מטרים)



29. במערכת שלפנינו יש עגלה שמונחת על מסילה אופקית חלקה. מד מרחק שנמצא משמאל מודד את מרחק העגלה ממנו.



תמי מפעילה את מכשיר המדידה ולאחר מכן מעניקה לעגלה דחיפה קלה. בעקבות הדחיפה, העגלה נעה עד שהיא מגיעה לקצה המסילה.

- באיזה רגע התחילה תמי לדחוף את העגלה?
- באיזה רגע פסקה הדחיפה?
- תארו כיצד נעה העגלה בעקבות הדחיפה.
- איזה עיקרון פיזיקלי חשוב מומחש באופן שבו העגלה נעה בעקבות הדחיפה?
- העריכו את מהירות העגלה בעקבות הדחיפה.

א. בתחילת המדידה העגלה עמדה. תמי החלה לגעת בה בערך 0.8 שנייה אחרי התחלת המדידה. מעניין לציין כי ברגע המגע העגלה התקרבה קצת למכשיר המדידה ואז הואצה בכיוון ההפוך.

ב. בערך 1.3 שניות אחרי תחילת המדידה נפסקת הדחיפה. מן הרגע הזה שיפוע הגרף קבוע, והמרחק בין הנקודות שמתארות מדידות עקבות גם קבוע. די במשפט הראשון כדי לזכות בניקוד מלא.

ג. כאמור, מדובר בתנועה במהירות קבועה.

ד. זוהי המחשה של עקרון ההתמדה. בגלל אופקיות המסילה ובגלל שהחיכוך זניח, הגוף נע כגוף חופשי. ניתן לראות כי שיפוע הגרף כאן קבוע, מכאן המסקנה כי העגלה מתמידה בתנועתה.

ה. כאן התלמיד נדרש לחלץ מן הגרף פרק זמן מסוים ומרחק שמתאים לו. בפרק הזמן שבין 1.3 שניות אחרי תחילת המדידה ל-1.9 שניות אחרי תחילת המדידה (0.6 שנייה) העגלה מתרחקת ממכשיר המדידה בשיעור 0.65 מטר. המהירות המתקבלת היא 1.8 מטר לשנייה.

התמדה

30. הירח נמשך אל הארץ ונע סביבה במסלול מעגלי. אם היה קיים מפסק שבאמצעותו אפשר היה להפסיק באופן פתאומי את משיכת הארץ, שהיא הגורם לתנועה המעגלית, כיצד היה הירח ממשיך בתנועתו?

- א. נעצר במקום.
- ב. נעצר ונופל על הארץ.
- ג. ממשיך בתנועתו המעגלית.
- ד. נע בקו ישר.

תשובה ד'. אם אפשר לכבות את הכוח היחיד שפועל על הירח, הרי שהוא יהיה חופשי וינוע בקו ישר (בכיוון שהיה לו ברגע ה"כיבוי").



© 2010 MIT. Courtesy of MIT Museum.

31. לפנינו תמונת הבזק של תנועת כדור טניס (ומחבט). התמונה מאפשרת לזהות מאפיינים של התנועה. דרך אחרת לעקוב אחרי תנועה היא לצלם סרט וידאו ולעקוב אחריה, כאשר צופים בה בהעברה איטית של מסך אחרי מסך, מדידה ורישום נתונים. הסבירו איזה יתרון יש לתמונת ההבזק על פני סרט הווידאו בהקשר של ניתוח תנועה.

בתמונת ההבזק רואים סדרת "עקבות" של הכדור בתמונה אחת, ואין צורך לקבץ את הנתונים מסדרת מסכים.

32. בתמונה מן השאלה הקודמת, היכן אפשר לזהות תנועה שמקיימת התמדה (על שני ההיבטים שלה)? ציינו מה הם ההיבטים ואיזה מכשיר מדידה עשוי לסייע כאן.

בחלק העליון של התמונה יש סדרה של חמש עקבות של הכדור (מיד לאחר שהמחבט פגע בו). כל העקבות נמצאות על קו ישר, והמרווחים ביניהן קבועים. סרגל עשוי לוודא שהקו ישר ושהמרווחים קבועים.

בשאלה זו התלמיד אמור לזהות את שני מאפייני ההתמדה, להציג את מכשיר המדידה הרלוונטי ולהתייחס לכך שהוא מסייע בזיהוי שתי התכונות. אזכור של מרבית הפריטים האלה יזכה את התלמיד בניקוד מלא.

33. במכוניות חדשות מותקנות כריות אוויר שאמורות להתנפח במקרה של בלימה פתאומית כדי למנוע חבטות בגופם של הנוסעים. מתברר כי הדברים קשורים להתמדה. מה הקשר בין כרית אוויר לבין התמדה?

בעת הבלימה הפתאומית, גופו של הנוסע ממשיך לנוע בתוקף ההתמדה, והוא עלול להיחבט בחלקים של המכונית שכבר נבלמו. כרית האוויר מונעת את החבטה.

בעת הדיון בכיתה כדאי להציג סרטונים דוגמת הסרטון הבא:

<http://www.youtube.com/watch?v=d7iYZPp2zYY>

כאן אפשר למצוא התמדה בסרטון של שלוש שניות:

<http://www.youtube.com/watch?v=WDINhN4LISs>

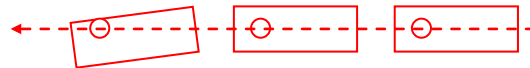
ברוח מחויכת אפשר להציג גם את הסרטון הבא:

<http://www.youtube.com/watch?v=D-ogrMr4lWc>

כדאי לקשור את השאלה לתפקידן של חגורות הבטיחות ומשענות הראש. כדאי גם לדבר על מה שקורה לנוסע שעומד בתוך אוטובוס בעת בלימה (ובעת האצה).

34. אתי נכנסה לקרון בגן שעשועים (לונה פארק). הקרון הוסע במהירות על מסלול אופקי מפותל. בקטעים מסוימים של הנסיעה אתי חשה כי היא נלחצת ימינה לדופן הקרון. הסבירו כיצד זה קשור להתמדה.

בעוד השאלה הקודמת עסקה בהתמדה בגודל המהירות. השאלה הזו עוסקת בהתמדה בכיוון התנועה. לעתים זה פחות ברור לתלמידים. אפשר לדבר על מה שקורה לנוסע שעומד בתוך אוטובוס שפונה שמאלה. ציור מעין זה שלפנינו, שמתאר את הנוסעת בתוך קרונית שנעה מימין לשמאל ופונה שמאלה, עשוי להועיל בעת הדיון בכיתה.



אנו רואים כי בעת שהקרונית פונה שמאלה, אתי ממשיכה בקו ישר כמצוות ההתמדה. כתוצאה מכך, הקיר הימני של המכונית, שסטה שמאלה, לוחץ על אתי, שמרגישה כאילו היא זו שסטתה ימינה אל הקיר. תשובה אפשרית לשאלה היא:

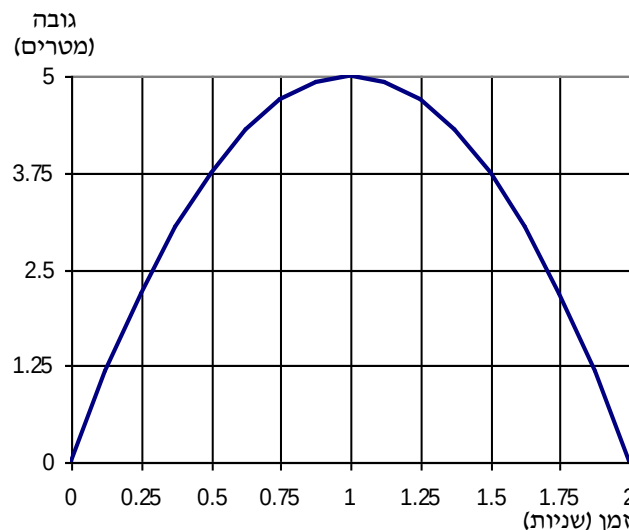
אם הקרון פונה שמאלה, אתי, שגופה ממשיך בקו ישר, בתוקף ההתמדה, מוצאת עצמה נלחצת מימין על ידי דופן הקרון שמתקרבת אליה.

זה איננו ניסוח פשוט לתלמיד כיתה ז'. אפשר לקבל ציור מוצלח, עם מעט מלל, או אפילו ללא מלל, כתשובה מלאה.

אנרגיה

שתי השאלות שלפנינו כוללות סעיפים "אנרגטיים" שאפשר לשלב בשאלות שעוסקות בייצוגים של תנועה, שנלמדו לעומק ביחידת הגרפים וביחידות שבעקבותיה.

35. כדור נזרק מן הרצפה כלפי מעלה. תנועתו במהלך 2 שניות מתוארת בגרף שלפניכם.



א. באיזה רגע יש לכדור אנרגיית כובד (אנרגיית גובה) מרבית?

ב. באיזה רגע יש לכדור אנרגיית תנועה מרבית? האם יש רק רגע אחד כזה במהלך הזמן המתואר בגרף?

א. אנרגיית הכובד מרבית בנקודה הגבוהה ביותר במסלול. מן הגרף רואים כי זה מתרחש שנייה אחת אחרי זריקת הכדור.

השאלה עוסקת בקשר בין הכובד לאנרגיית הכובד (אנרגיית הכובד גדלה כאשר הגובה גדל) ובקריאת גרפים. במובן זה היא מורכבת. בכל זאת זוהי שאלה פשוטה שייתכן מאוד כי גם תלמיד שלא היה בשיעור יהיה מסוגל לענות עליה כמעט אינטואיטיבית.

ב. אפשר לענות על השאלה מכיוונים שונים. אפשרות אחת היא כזאת :

אנרגיית התנועה מרבית כאשר המהירות מרבית. זה קורה כאשר השיפוע מרבי. זה קורה הן ברגע הזריקה והן ברגע החזרה לקרקע.

אפשרות חלופית :

כאשר הגוף נמצא בנקודת השיגור, הגובה שלו מזערי, ולכן גם האנרגיה הכובדית (אנרגיית הגובה) מזערית. בנקודה זו אנרגיית התנועה מרבית, מפני שהסכום של שני סוגי האנרגיה האלה הוא קבוע. זה קורה פעמיים במהלך התנועה – ברגע השיגור וברגע החזרה לקרקע.



36. הכדור שלפנינו נופל, פוגע ברצפה ונע שוב כלפי מעלה. הכדור צולם באמצעות צילום הבזק, שבו המרווח בין שני הבזקים עוקבים הוא קבוע.

התרכזו בתנועת הכדור סמוך לפגיעתו לרצפה, תוך כדי שאתם משווים את התנועה שמשמאל לנקודת הפגיעה לתנועה שממין לנקודת הפגיעה.

א. האם המהירות מימין לנקודת הפגיעה ברצפה גדולה מן המהירות שמשמאל לנקודת הפגיעה או להפך?

ב. האם, לדעתכם, הילד שבתמונה **זרק** את הכדור או **תופס** אותו? נמקו. (כדי לענות, תוכלו להיעזר בדיון על מעברי האנרגיה ברגע הפגיעה.)

א. המרחקים בין מיקומים עוקבים של הכדור מימין לנקודת הפגיעה ברצפה גדולים מן המרחקים שמשמאל לה. מכאן שהמהירות מימין לנקודת הפגיעה גדולה מן המהירות שמשמאל לה. בסעיף זה אין היבט אנרגטי.

ב. הילד **תופס** את הכדור. השינוי במהירות בזמן ההתנגשות מלמד אותנו שחלק מאנרגיית התנועה הומר לאנרגיה פנימית, ולכן הכדור היה קודם בצד ימין ואחר כך בצד שמאל בדרכו אל הילד.

יש משהו מטעה בתמונה, מפני שהמתבונן עלול לחשוב שהכדור הושלך משמאל, במקום שבו נמצא הגורם האנושי. כאשר הדיון נעשה ברמה קבוצתית, יש לשאלה אופי של חידה שפענוחה נושא עמו הפתעה. יש לדבר חן. זהו משהו שעשוי להלהיב תלמידים חזקים.

בשאלה זו מדובר בהסקת מסקנות מורכבת שנמצאת ברמה הגבוהה של תכנית הלימודים. אין מקום לכלול סעיפים רבים כאלה במבחן, אך נכון לכלול דוגמה כזאת (ללא אשליות והטעיות) כסעיף באחת השאלות.

חום וטמפרטורה

37. שלומית עורכת ניסוי. היא לוקחת שתי קוביות מתכת בטמפרטורות שונות ומצמידה אותן זו לזו. סמנו בעיגול את המשפט הנכון:

- א. יש מעבר של טמפרטורה בין הקוביות.
- ב. יש מעבר של אנרגיה בין הקוביות.
- ג. יש מעבר של מעלות טמפרטורה בין הקוביות.
- ד. יש מעבר של מעלות חום בין הקוביות.

התשובה הנכונה היא ב.

השאלה הזו עוסקת בהבחנה העקרונית בין חום לבין טמפרטורה. מה שעובר הוא אנרגיה ולא טמפרטורה. אין לדבר על "מעלות חום". חום הוא מעבר אנרגיה ואינו נמדד במעלות (אפילו לא "מעלות חום" – אין מושג כזה) אלא ביחידות אנרגיה.

38. אודי התעורר ביום המבחן בפיזיקה והודיע לאמו כי הוא חולה. האם לקחה "מדחום", ערכה מדידה ואמרה לאודי: "החום שלך הוא 36.8 מעלות. אתה יכול ללכת למבחן".

אודי ענה לה: "חום זה לא טמפרטורה".

האם השיבה: "אני רואה שאתה דווקא מוכן למבחן".

האם האמירה של אודי ("חום זה לא טמפרטורה") הייתה נכונה מבחינה פיזיקלית? הסבירו.

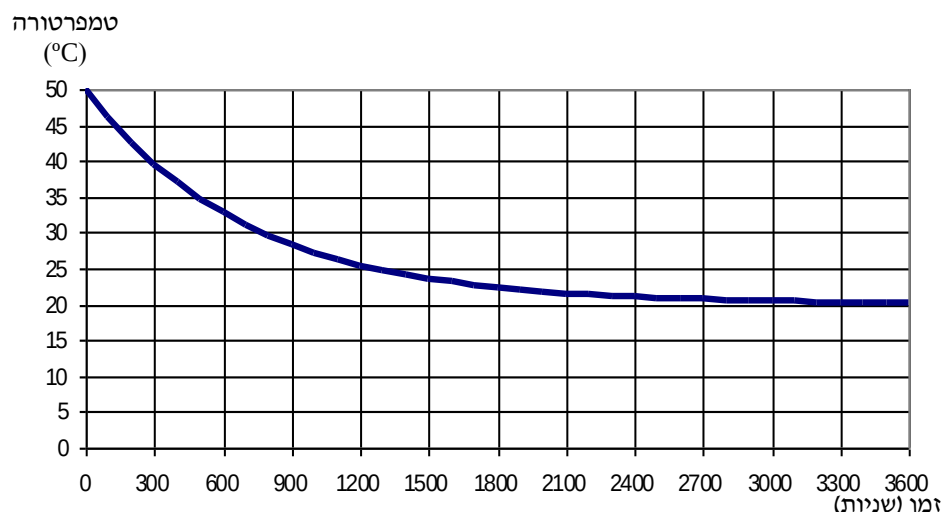
זוהי שאלה נוספת שעוסקת בהבחנה שבין חום לבין טמפרטורה. התלמיד נדרש להשיב ב"כן" או ב"לא", ואחר כך להסביר. אם השיב נכון ("כן"), אך לא הסביר, יקבל ניקוד חלקי. פתיחת התשובה היא, אפוא:

האמירה של אודי נכונה.

אין צורך בחיבור ארוך כדי לזכות במלוא הניקוד. כל מה שיציג הבחנה כלשהי, אפילו חלקית, בין חום לבין טמפרטורה יזכה במלוא הניקוד. הנה דוגמה:

חום הוא מעבר של אנרגיה. כמות האנרגיה המועברת אינה תלויה רק בשינוי בטמפרטורה, אלא גם בכמות החומר ובסוג החומר.

39. עמוס, המורה לפיזיקה, נאלץ להותיר את כוס התה שלו בחדר המורים בעקבות הצלצול הרם שנשמע. כחוקר ותיק הוא מיהר להכניס מד טמפרטורה ממוחשב לכוס התה. בתום השיעור הוא חזר לחדר המורים ומצא על המחשב את הגרף הבא:



- א. בכמה פחתה הטמפרטורה של התה ב-1200 השניות הראשונות?
- ב. האם גם ב-1200 השניות הבאות הטמפרטורה של התה ירדה באותו שיעור? הסבירו מדוע.
- ג. מה הייתה הטמפרטורה בחדר המורים במהלך השיעור (בהנחה שהייתה קבועה במהלך השיעור)? הסבירו כיצד אתם יודעים זאת.

א. הטמפרטורה פחתה ב- 25°C .

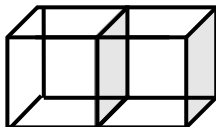
בסעיף זה יש צורך בהערכה של פחיתת האנרגיה, מתוך קריאת גרף.

ב. לא. הפעם הטמפרטורה ירדה בכ- 4°C . ככל שטמפרטורת המים קרובה יותר לטמפרטורת הסביבה, קצב השינוי בטמפרטורה הולך וקטן.

כנ"ל. בדיון הכיתתי יש מקום להתעכב על כך שהירידה בטמפרטורה מתמתנת והולכת, וכי הדבר מתבטא בירידה המתמשכת בשיפוע (במובנו האיכותי).

ג. 20°C . מן הגרף אנו רואים כי הטמפרטורה הולכת ומתקרבת ל- 20°C .

בדיון הכיתתי יש מקום להתעכב על הדרך שבה נקבעת "טמפרטורת החדר".



40. שירה בנתה מתקן שבו יש שני תאים שווים בנפחם, מלאים במים. המתקן מבודד מן הסביבה כך שאין דליפת חום החוצה. בין שני התאים יש יריעה דקה שמאפשרת מעבר חום. הטמפרטורה של המים בתא האחד היא 80°C , ובתא השני היא 20°C . כעבור זמן הטמפרטורה מגיעה לשוויון.

א. מהי הטמפרטורה הסופית המשותפת?

ב. כאשר הטמפרטורה באחד התאים היא 60°C , מהי הטמפרטורה בתא השני?

א. הטמפרטורה הסופית המשותפת היא 50°C .

זוהי תשובה מלאה אם ניסוח השאלה אינו דורש הסבר (או חישוב). אם יהיה צורך בהסבר, אפשר לכתוב במסלול המילולי או במסלול החישובי. גם מי שאינו מכיר נוסחאות יכול להשיב כך:

כיוון שכמויות המים זהות והחומרים זהים, הטמפרטורה הסופית תהיה "באמצע הדרך" בין הטמפרטורות ההתחלתיות.

זוהי תשובה מספקת לתלמיד כיתה ז'. הנה תשובה טובה יותר (לא הכרחית למבחן):

בגלל הכמות הזוהי של המים, כל קלוריה שעוברת מן התא החם אל התא הקר מעלה את הטמפרטורה של המכל הקר בדיוק באותה מידה שהיא מורידה את הטמפרטורה של המכל החם.

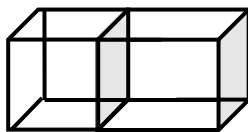
יש לשים לב כי השאלה הזאת עלולה לטשטש את ההבדל בין חום לבין טמפרטורה, מכיוון שההנחה הייתה כי כמויות המים זהות. יש מקום לעורר דיון בשאלה מה יהיה אם כמויות המים לא יהיו זהות. ראו התייחסות לכך בשאלה 42.

ב. הטמפרטורה היא 40°C .

אם נדרוש מן התלמיד להסביר כיצד הגיע לתוצאה, הוא יוכל להשיב כך:

מדובר בנוזלים זהים ובכמויות זהות, לכן ירידה של 20°C בטמפרטורה של תא אחד כרוכה בעלייה זהה בטמפרטורה של התא השני.

תלמידים שמכירים נוסחה ומנוסים באלגברה יוכלו להשתמש בה.

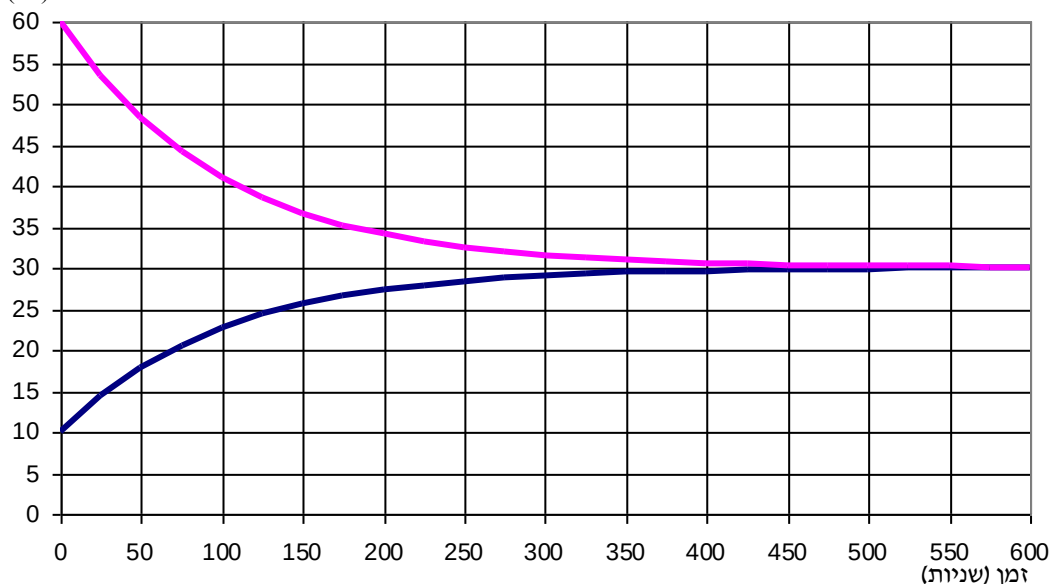


41. בניסוי נוסף בונה שירה שני תאים בעלי נפח שונה וממלאת אותם במים. היא מודדת בו-זמנית את הטמפרטורה בשני התאים.

התוצאות ניתנות בגרף:

טמפרטורה

(°C)



א. מהי הטמפרטורה ההתחלתית בתא החם? ובתא הקר?

ב. מהי הטמפרטורה הסופית המשותפת של מערכת שני התאים?

ג. באיזה תא היו יותר מים בתחילת התהליך – בתא החם או בתא הקר?

א. מן הגרף אנו רואים כי הטמפרטורה ההתחלתית בתא החם היא 60°C , וכי זו שבתא הקר היא 10°C .

ב. מן הגרף אנו רואים כי הטמפרטורה הסופית היא 30°C .

השאלה בודקת אם התלמיד מבין מהי "טמפרטורה סופית" וכן קריאת גרפים.

ג. בתא שבו המים היו קרים יותר היו יותר מים.

זוהי תשובה מלאה לשאלה, כיוון שלא נדרש הסבר. תלמיד יכול להשיב נכון באופן אינטואיטיבי. אם יידרש הסבר, הדבר יחייב מאמץ נוסף. אין להכביד על התלמיד. גם התשובה הבאה תיחשב לתשובה מלאה בכיתה זו:

הטמפרטורה הסופית תושפע יותר מן התא שמכיל יותר מים. כיוון שהיא קרובה יותר לזו של התא הקר, זהו התא שבו יש יותר מים.

יש תלמידים שירגישו בנוח יותר עם הצבה בנוסחה, אך הדבר ממש אינו הכרחי.

42. לתוך כוס מים, שהטמפרטורה שלהם היא 70°C , מזוג כמות זהה של מים שהטמפרטורה שלהם היא 10°C .

א. מהי הטמפרטורה של המים בעקבות המזיגה (בהנחה שהחום שעובר בין המים לבין הכוס והסביבה הוא זניח)?

ב. האם הטמפרטורה שהתקבלה בסוף המדידה תהיה זהה לזו שהתקבלה בסעיף הקודם גם אם בכוס הקרה יהיו יותר מים מאשר בכוס החמה? הסבירו.

בשאלה זו אין מדובר במעבר חום בין גופים מובחנים שנוגעים זה בזה, אלא במים שמתערבבים זה בזה. גם כאן יש מעבר חום, אף שה"גופים" מתערבבים. עקרונית הפתרון הם, אפוא, זהים.

א. הטמפרטורה הסופית היא 40°C .

אם יידרש הסבר הוא עשוי להיות כזה:

כיוון שכמויות מים זהות, העלייה בטמפרטורה של המים הקרים תהיה שווה לירידה בטמפרטורה של המים החמים.

בסוף התהליך הטמפרטורה היא הממוצע שבין הטמפרטורות בתחילת התהליך.

בכיתה ז' אפשר להסתפק גם בתשובה הבאה:

מדובר בחומרים זהים ובכמויות זהות, לכן הטמפרטורה הסופית תהיה "באמצע הדרך" בין שתי הטמפרטורות ההתחלתיות.

יש לשים לב, כי השאלה הזאת עלולה לטשטש את ההבדל בין חום לבין טמפרטורה, מכיוון שההנחה הייתה כי כמויות המים זהות. יש מקום לעורר דיון בשאלה מה יהיה אם כמויות המים לא יהיו זהות. בכך עוסק סעיף ב.

ב. גם ללא שימוש בנוסחאות אפשר להשיב מילולית:

כאשר המים החמים מתקררים במעלה אחת, עוברת אנרגיה מהם אל המים הקרים.

האנרגיה הזאת לא תספיק כדי להעלות את הטמפרטורה של המים הקרים במעלה אחת, מפני שכמותם גדולה יותר. לכן הטמפרטורה הסופית תהיה שונה (נמוכה יותר) מאשר זו שהתקבלה בסעיף א.

בכיתה ז' אפשר להסתפק גם בתשובה הבאה:

כיוון שיש יותר מים קרים, השפעתם על הטמפרטורה הסופית תהיה גדולה יותר, ולכן היא תהיה נמוכה מזו שהתקבלה בסעיף הקודם.

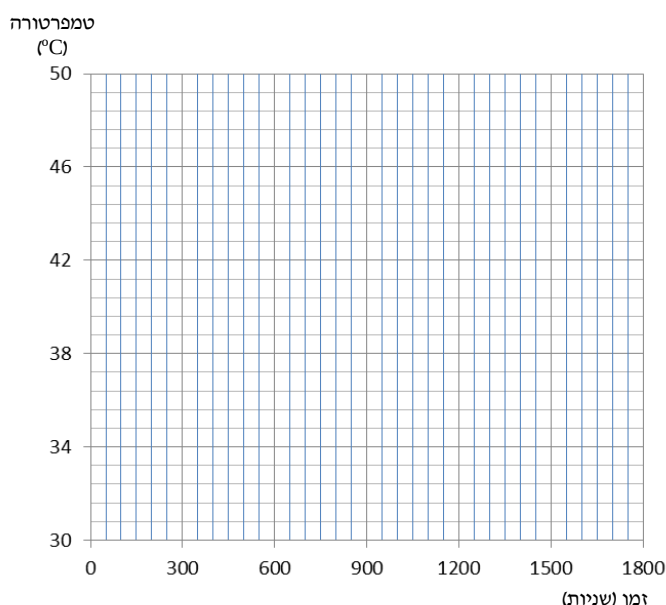
43. בטבלה שלפניכם רשומות התוצאות של ניסוי התקררות של מים.

א. הציגו את תוצאות המדידה כנקודות בגרף.

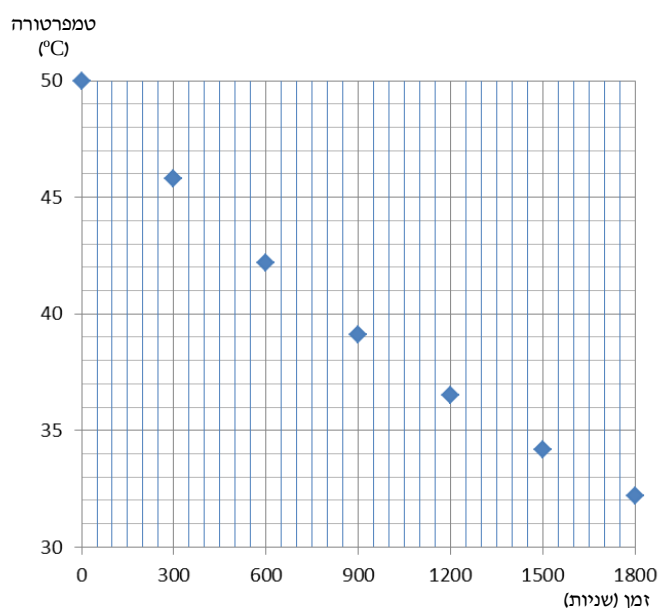
ב. ציירו גרף קווי.

ג. העריכו את הטמפרטורה של המים 800 שניות לאחר תחילת המדידה. לרשותכם רשת קואורדינטות לסרטוט בגרף.

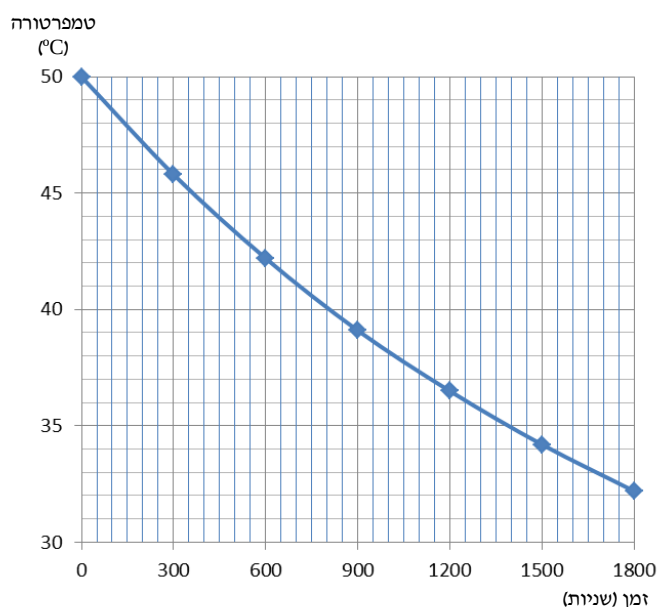
זמן (שניות)	טמפרטורה ($^{\circ}\text{C}$)
0	50.0
300	45.8
600	42.2
900	39.1
1200	36.5
1500	34.2
1800	32.2



א.



ב.



ג. על פי הגרף הטמפרטורה היא 40°C .