📋 מרחק עצירה: מהירות וכביש רטוב – חקר בסימולטור (זה"ב ב־STEM, כיתה ג')

כיתה · זה"ב – זהירות בדרכים · 45 דק' · מערך שיעור למורה · לפי מעגל הלמידה

מטרה מרכזית: התלמידים/ות ישוו את מרחק העצירה של מכונית במהירויות שונות ובכביש יבש מול כביש רטוב, על סמך שלושה ניסויים לפחות בסימולטור העצירה, וינמקו בעזרת מספר מטבלת הניסויים (ראיה) מסקנה על התנהגות בטוחה של הולך/ת רגל.

מטרות אופרטיביות:

- התלמידים/ות יבצעו לפחות שלושה ניסויים בסימולטור, וישנו בכל פעם משתנה אחד בלבד (מהירות, מצב כביש או מצב הנהג/ת). כל ניסוי יירשם בטבלת הניסויים.
- התלמידים/ות יתאימו כל אחד מהמושגים מרחק תגובה, מרחק בלימה ומרחק עצירה להגדרה הנכונה. הם/ן יחשבו מרחק עצירה כסכום של מרחק תגובה ומרחק בלימה.
- התלמידים/ות יקראו את גרף מרחק העצירה, ויזהו שכאשר המהירות גדלה פי 2, מרחק הבלימה גדל בערך פי 4.
- התלמידים/ות יבחינו בין ראיה (מספר בטבלה או בגרף) לבין מסקנה (משפט כללי), וינסחו כלל אחד במילים שלהם/ן שכולל את המילה "חיכוך".

עיגון בתוכנית הלימודים: זהירות בדרכים ליסודי – הולך/ת רגל בטוח/ה ושיקולי חציית כביש. השיעור מוגדר בעמוד כהעשרה בין־שכבתית לכיתות ג'. אין לו פרק חובה מוגדר בתוכנית: התוכנית "ללמוד תנועה" מיועדת לכיתות א'–ב', ו"עצמאיים בשטח" מיועדת לכיתות ה'–ו'. בקטעי המקור שהתקבלו מופיעים רק רכיבי ניווט של אתר המרחב הפדגוגי, ואין בהם ניסוח של הישג או של תקן תוכן. לכן לא מובא ציטוט מילולי. על המורה לעגן את השיעור בפרק "חציית כביש" בתוכנית הלימודים בחינוך תעבורתי, בקישור הרשמי.

מקור: משרד החינוך – זהירות בדרכים ליסודי: נושאים נלמדים – https://pop.education.gov.il/tchumey_daat/zehirot-drahim/yesodi/noseem_nilmadim/

ידע קודם: כללי חציית כביש של הולך/ת רגל: עוצרים, מסתכלים לשני הצדדים וחוצים רק כשהכביש פנוי. · לוח הכפל עד 10 × 10, והמושגים "פי 2" ו"פי 3". · יחידת המטר, והערכה של אורך מוכר (לדוגמה, אורך הכיתה). · קריאת טבלה פשוטה עם שורות ועמודות.

מושגים: מרחק תגובה · מרחק בלימה · מרחק עצירה · זמן תגובה · חיכוך · השערה · ראיה · מסקנה · אשליית הביטחון

חומרים: העמוד "מרחק עצירה: מהירות וכביש רטוב", שבו: שלב פתיחה עם השערה וכפתור "שמרו ניחוש", סימולטור העצירה, טבלת הניסויים, משימת התאמת מושגים, גרף מרחק עצירה לפי מהירות, משימת הכדור שהתגלגל לכביש, תרגול מדורג, נכון/לא נכון, כרטיס יציאה, חידות ורפלקציה. · דף ההדפסה של העמוד (תלמיד/ה ומורה). מפנים אליו כמות שהוא, בלי שינוי. · מחשב ומקרן. מכשיר אחד לכל שלישייה או לכל זוג. · כרטיסי תפקידים לשלישייה: נהג/ת, מהנדס/ת, רשם/ת. · לתמיכה: רצועת נייר באורך 40 משבצות, שבה כל משבצת מייצגת 1 מטר וכל 10 משבצות מסומנות בצבע. בנק מילים מודפס (מהירות, כביש יבש, כביש רטוב, חיכוך, מרחק, יותר, פחות). · סרט מדידה של 10 מטר, להמחשת אורך במסדרון בלבד.

בטיחות: המספרים בסימולטור הם מודל לימודי משוער (זמן תגובה של 1 או 2 שניות; μ=0.7 בכביש יבש ו־0.4 בכביש רטוב), ולא הבטחה לבטיחות. במציאות המרחק משתנה לפי מצב הצמיגים, סוג הכביש, ירידה, משקל הרכב ועייפות הנהג/ת. אין לבדוק זאת בכביש, ליד מכוניות או על אופניים. בטוחים רק כשהרכב עצר לגמרי. ההמחשה בסרט המדידה נעשית במסדרון בלבד.

הלימה: מטרה – פעילות – עדות

מטרה	פעילות	עדות להשגה
ביצוע שלושה ניסויים בשינוי משתנה אחד ורישום בטבלה	שלב ההתנסות: חקר מודרך בשלישיות בסימולטור העצירה, כולל שני ניסויים שבהם משנים רק את מצב הכביש	בטבלת הניסויים יש שלוש שורות לפחות. בשתי שורות המהירות והנהג/ת זהים, ורק הכביש שונה. המורה בודק/ת בסבב בין הקבוצות.
התאמת שלושת המושגים והבנת מרחק עצירה כסכום	שלב ההמשגה: משימת התאמת המושג להגדרה, והנוסחה מרחק תגובה + מרחק בלימה = מרחק עצירה. בשלב היישום: התרגיל הבינוני	התאמה נכונה של שלוש ההגדרות בעמוד. תשובה 39 בתרגיל הבינוני (14 + 25).
קריאת הגרף וזיהוי "פי 2 במהירות ← בערך פי 4 בבלימה"	שלב ההמשגה: שאלת הגרף (30 ← 60 קמ"ש). בשלב היישום: תרגיל האתגר	בחירה בתשובה "גדל בערך פי 4". תשובה 9 בתרגיל האתגר.
הבחנה בין ראיה למסקנה וניסוח כלל עם המילה "חיכוך"	שלב ההמשגה: "הכלל במילים שלי". שלב הסגירה: כרטיס היציאה הכתוב	כרטיס היציאה כולל מספר מהטבלה (ראיה) וגם משפט כללי על חציית כביש (מסקנה).

מהלך השיעור

1. פתיחת המעגל – איתור ידע קודם **5 דק'**	*להציג את בעיית החקר ולאסוף השערות אישיות לפני הניסוי* 1. המורה מקריא/ה את הסיפור מהעמוד: "מכונית נוסעת. פתאום ילד רץ לכביש. הנהג צריך לראות, להחליט ולבלום. כל זה לוקח זמן ומקום." 2. המורה שואל/ת: "מי זוכר/ת מה עושים לפני שחוצים כביש? למה מחכים שהמכונית תעצור לגמרי?" 3. המורה מציג/ה את שאלת החקר שעל הלוח: "איך המהירות וכביש רטוב משנים את המרחק שמכונית צריכה כדי לעצור?" 4. המורה אומר/ת: "מדענים מתחילים בהשערה. נשער עכשיו, ואחר כך נבדוק." התלמידים/ות בוחרים/ות תשובה לשאלה על 30 מול 60 קמ"ש, ומזיזים/ות את המחוון של 50 קמ"ש. 5. המורה נותן/ת עוגן לגודל: "אוטובוס עירוני ארוך בערך 12 מטר. כמה אוטובוסים, לדעתכם/ן?" ואז: "לחצו על 'שמרו ניחוש' – זו ההשערה שלכם/ן." **התלמידים:** עונים/ות בעל פה על כללי החצייה · בוחרים/ות תשובה לשאלה על 60 קמ"ש · שומרים/ות השערה של מספר מטרים ל־50 קמ"ש בכביש יבש **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "במהירות כפולה – מרחק כפול". ← המורה לא מתקן/ת עכשיו: "רשמנו השערה. הסימולטור יראה לנו." (לפי המודל: בערך 13 מטר ב־30 קמ"ש ובערך 37 מטר ב־60 קמ"ש, כלומר יותר מפי 2.) • תפיסה שגויה: "מכונית עוצרת מיד כשלוחצים על הבלם". ← המורה: "נבדוק כמה מטרים היא עוברת אחרי שהנהג ראה את הסכנה." • השערות ל־50 קמ"ש יהיו בדרך כלל בין 5 ל־15 מטר. לפי המודל, בכביש יבש התשובה היא בערך 28 מטר.
2. התנסות **12 דק'**	*לאסוף ראיות בניסוי מבוקר שבו משנים משתנה אחד בכל פעם* 1. המורה מחלק/ת תפקידים בשלישייה: "הנהג/ת בוחר/ת ולוחץ/ת 'בלמו!', המהנדס/ת בודק/ת שמשנים רק דבר אחד, והרשם/ת כותב/ת בטבלה." 2. המורה מדגים/ה ניסוי אחד במקרן: 50 קמ"ש, כביש יבש, נהג ערני. "הפס הכתום הוא הנסיעה בזמן התגובה. הפס הכחול הוא הבלימה. כל קו הוא 10 מטר." 3. המורה מנחה: "ניסוי 2: אותה מהירות ואותו נהג – רק כביש רטוב. ניסוי 3: אתם/ן בוחרים/ות מה לשנות, אבל רק דבר אחד." 4. בזמן הסבב בין הקבוצות המורה שואל/ת: "מה שיניתם/ן בין ניסוי 1 לניסוי 2? מה נשאר אותו דבר?" 5. המורה מזכיר/ה את כללי הבטיחות: "את זה בודקים רק בסימולטור. אף פעם לא בכביש, לא ליד מכוניות ולא על אופניים." **התלמידים:** מבצעים/ות 3 ניסויים לפחות בשלישיות לפי תפקידים · רושמים/ות בכל ניסוי מהירות, כביש, נהג/ת, מרחק תגובה, מרחק בלימה ומרחק עצירה · משווים/ות את ההשערה מהפתיחה לתוצאה **תשובות צפויות:** • תוצאה צפויה: ב־50 קמ"ש עם נהג ערני, כביש יבש ≈ 28 מ', כביש רטוב ≈ 39 מ'. מרחק התגובה זהה (≈ 14 מ'), ורק מרחק הבלימה גדל. • תפיסה שגויה: קבוצה משנה גם את המהירות וגם את הכביש באותו ניסוי. ← המורה: "אם שיניתם/ן שני דברים, איך תדעו מה גרם לשינוי? בחרו דבר אחד." • תפיסה שגויה: "בכביש רטוב הנהג מגיב לאט יותר". ← המורה מפנה/ה את הקבוצה לטבלה: "הסתכלו על עמודת התגובה. היא השתנתה?" **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • למה חשוב לשנות רק דבר אחד בכל ניסוי? (נימוק)

3. המשגה **10 דק׳**	*להגדיר את שלושת המרחקים ולהמשיג את הכלל: מהירות פי 2 ← בלימה בערך פי 4* 1. אני מדגים/ה: המורה מצביע/ה על הפסים בסימולטור: "הכתום הוא מרחק התגובה – מהרגע שהנהג ראה את הסכנה ועד שלחץ על הבלם. הכחול הוא מרחק הבלימה – מהלחיצה על הבלם ועד שהמכונית עומדת. שניהם יחד הם מרחק העצירה." המורה כותב/ת על הלוח: מרחק תגובה + מרחק בלימה = מרחק עצירה, ומדגים/ה מהטבלה: 14 + 14 = 28. 2. נעשה יחד: משימת ההתאמה בעמוד. המורה שואל/ת: "איזו הגדרה מתחילה בלחיצה על הבלם?" (מרחק בלימה). אחר כך קוראים יחד את הגרף: "מצאו 30 קמ"ש ו־60 קמ"ש על הקו הירוק. מה קרה למרחק הבלימה?" 3. המורה מסביר/ה בשפה של כיתה ג׳: "הצמיגים נאחזים בכביש בעזרת חיכוך. מים על הכביש מקטינים את החיכוך, ולכן הבלימה ארוכה יותר." 4. המורה מבחין/ה בין ראיה למסקנה: "'39 מטר ברטוב ו־28 ביבש' – זו ראיה, מספר שמדדנו. 'בכביש רטוב צריך יותר מקום לעצור' – זו מסקנה, משפט כללי." 5. עכשיו לבד (חשבו־התייעצו־שתפו): כל תלמיד/ה כותב/ת "הכלל שלי" בעזרת פתיח המשפט שבעמוד ובמילה "חיכוך", ואחר כך משתף/ת את בן/בת הזוג. **התלמידים:** מתאימים/ות מושג להגדרה · עונים/ות על שאלת הגרף · כותבים/ות כלל במילים שלהם/ן ובודקים/ות אותו בכפתור "בדקו את הכלל" **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה בגרף: "גדל בערך פי 4" (במודל: ≈ 5 מ׳ ב־30 קמ"ש, ≈ 20 מ׳ ב־60 קמ"ש). • תפיסה שגויה: "גדל פי 2, כמו המהירות". ← המורה: "זה נכון למרחק התגובה. במרחק הבלימה זה 2 × 2. בדקו בעמודת הבלימה בטבלה." • תפיסה שגויה: בלבול בין מרחק בלימה למרחק עצירה. ← המורה חוזר/ת לפסים: "עצירה היא כל הדרך – כתום וגם כחול." **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • מה דומה ומה שונה בין מה שקורה למרחק התגובה ובין מה שקורה למרחק הבלימה כשהמהירות גדלה? (השוואה) • למה מים על הכביש מאריכים את הבלימה ולא את התגובה? (הסקה)
4. יישום – ביצועי הבנה **11 דק׳**	*להשתמש בכלל ובחישוב כדי לפתור בעיה חדשה מהסביבה של בית הספר* 1. המורה מציג/ה את הבעיה: "כדור התגלגל לכביש 30 מטר לפני מכונית. הנהג ערני. מה המהירות הגבוהה ביותר שבה המכונית עוד מספיקה לעצור?" 2. המורה מבקש/ת שהזוגות יכתבו השערה לפני הבדיקה, ואז יבדקו מהירויות בכפתור "בדיקה" – גם ביבש וגם ברטוב. 3. אחר כך התלמידים/ות פותרים/ות לבד את שלושת תרגילי התרגול המדורג (קל, בינוני, אתגר). 4. המורה מקריא/ה את החיבור ל־STEM על הנדסת תנועה, ושואל/ת: "ליד בית הספר שלנו יש פס האטה. למה, לפי מה שגילינו היום?" **התלמידים:** בודקים/ות בזוגות מהירויות 30–60 קמ"ש ובוחרים/ות תשובה ליבש ולרטוב · פותרים/ות את התרגול המדורג · מנמקים/ות בעל פה למה צריך אמצעי האטה ליד בית ספר **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה במודל: ביבש – 50 קמ"ש (≈ 28 מ׳, ב־60 קמ"ש ≈ 37 מ׳). ברטוב – 40 קמ"ש (≈ 27 מ׳, ב־50 קמ"ש ≈ 39 מ׳). • תשובות התרגול: קל – 20 מטר. בינוני – 39 מטר. אתגר – פי 9. • תפיסה שגויה באתגר: "פי 6" (2 × 3). ← המורה: "בפי 2 עשינו 2 × 2. בפי 3 נעשה...?" (3 × 3 = 9). **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • למה ברטוב צריך לנסוע לאט יותר כדי לעצור לפני הכדור? נמקו במספר מהבדיקה. (נימוק מראיה) • אם הנהג מוסח (2 שניות), האם 50 קמ"ש עדיין יספיק ביבש? איך תבדקו? (העברה להקשר חדש)

5. סגירת המעגל – הערכה וסיכום **7 דק'**	*לסכם, להעביר את הלמידה להתנהגות כהולך/ת רגל ולבדוק את המטרה המרכזית* 1. המורה מנחה את משימת נכון/לא נכון, ודן/ה במשפט "אם אני במעבר חצייה, אני מוגן ולא צריך להסתכל": "זו אשליית הביטחון. למה זו טעות, לפי המספרים שמדדנו?" 2. המורה מבקש/ת למלא את כרטיס היציאה בעמוד, ואת השאלה הכתובה (ראו exit_ticket). 3. המורה מזמין/ה את התלמידים/ות לענות על שאלה אחת לבחירה מתוך שאלות הרפלקציה: "מה הפתיע אותי לעומת ההשערה שלי?" 4. החידות מיועדות למי שמסיים/ת מוקדם. **התלמידים:** מסמנים/ות נכון/לא נכון · ממלאים/ות כרטיס יציאה: בוחרים/ות השלמה וכותבים/ות ראיה ומסקנה · עונים/ות על שאלת רפלקציה אחת **תשובות צפויות:** • תשובות נכון/לא נכון: לא נכון, נכון, נכון, לא נכון, נכון. • השלמה נכונה בכרטיס היציאה: "מחכה שהרכב יעצור לגמרי ורק אז חוצה". • תפיסה שגויה: "הנהג יבלום בשבילי". ← המורה: "גם נהג טוב צריך זמן ומקום. ב־50 קמ"ש בכביש רטוב – כמה מטרים מדדנו?" **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • האם נכון לומר 'במעבר חצייה אני תמיד מוגן'? הסבירו בעזרת מה שגיליתם היום. (הערכה) **כרטיס יציאה:** בכביש רטוב מכונית צריכה יותר מקום כדי לעצור. כתבו מספר אחד מהטבלה שלכם שמראה את זה, ומה זה אומר לכם כשאתם חוצים כביש. • כתוב מספר נכון מטבלת הניסויים, שמשווה יבש לרטוב באותה מהירות (ראיה). • כתוב משפט כללי על התנהגות בטוחה, לדוגמה: מחכים שהרכב יעצור לגמרי (מסקנה). • יש הבחנה בין המספר למשפט, ולא רק העתקה של מספר. בשיעור הבא המורה ממיין/ת את הכרטיסים לשלוש קבוצות: (1) ראיה ומסקנה, (2) רק מסקנה בלי מספר, (3) רק מספר או תשובה שגויה. קבוצה 2 תתרגל במיון קלפים "ראיה או מסקנה". קבוצה 3 תעבוד שוב בסימולטור עם רצועת המטרים ועם המורה. קבוצה 1 תשמש מנחי/ות עמיתים/ות, ותנסח שאלת חקר חדשה (למשל: נהג מוסח).

התאמה לשונות

תמיכה	• רצועת מטרים מודפסת (כל משבצת היא מטר אחד, וכל 10 משבצות מסומנות בצבע). התלמידים/ות צובעים/ות עליה בכתום ובכחול את תוצאות הסימולטור. • טבלת ניסויים שבה עמודות המהירות והנהג/ת ממולאות מראש. התלמיד/ה משנה רק את הכביש. • בנק מילים ופתיח משפט מוכן לכלל: "ככל שהמהירות… ובכביש רטוב… כי החיכוך…" • משימה מפורקת בבעיית הכדור: בודקים קודם רק ביבש, ורק אחר כך ברטוב.
ליבה	• שלושה ניסויים בסימולטור בשינוי משתנה אחד, משימות ההמשגה, בעיית הכדור והתרגילים הקל והבינוני.
העשרה	• לחקור מה משפיע יותר על מרחק העצירה ב־50 קמ"ש: נהג מוסח או כביש רטוב? להשוות את שתי התוצאות ולנמק בעזרת הפסים הכתום והכחול. • לנסח הצעה מנומקת במספרים לאמצעי האטה ליד שער בית הספר (פס האטה או מעבר חצייה מוגבה), ולהציג אותה לכיתה. • תרגיל האתגר (פי 9), ולהסביר למה מרחק התגובה במקרה הזה גדל רק פי 3.

מחוון

- ניסוי מבוקר: נעשו שלושה ניסויים לפחות, ובכל השוואה שונה משתנה אחד בלבד. כל הניסויים רשומים בטבלה.
- מושגים: התאמה נכונה של מרחק תגובה, מרחק בלימה ומרחק עצירה, וחישוב נכון של הסכום.
- קריאת גרף וכלל: זיהוי "מהירות פי 2 ← בלימה בערך פי 4", וכלל במילים שלי שכולל את המילה "חיכוך".
- ראיה ומסקנה: כרטיס היציאה כולל מספר מהטבלה וגם מסקנה על חצייה בטוחה.

רב-תחומיות

- מתמטיקה: התלמידים/ות מפעילים/ות כפל (2 × 20, 2 × 2, 3 × 3), חיבור של שני מרחקים וקריאת ערכים מגרף ומטבלה, כדי להגיע למסקנה. המתמטיקה משמשת כלי לחקר עצמו.
- מדע וטכנולוגיה: מושג החיכוך בין הצמיג לכביש, וניסוי מבוקר שבו משנים משתנה אחד בכל פעם. התלמידים/ות מפעילים/ות שלבי חקר: השערה, ניסוי, תוצאות ומסקנה.