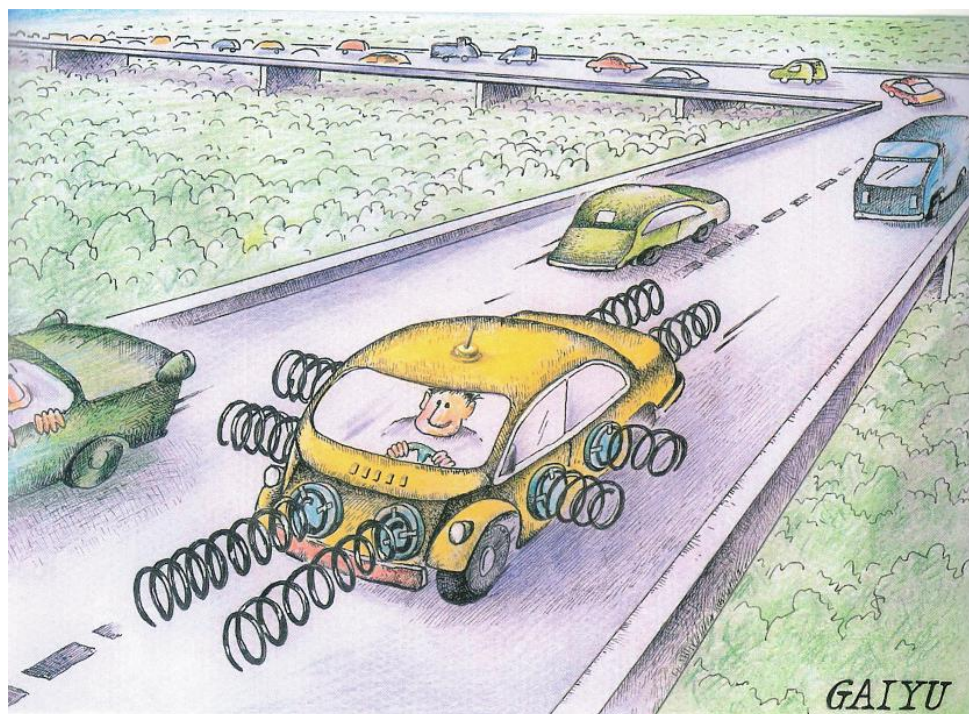


נושא מס' 10 זמן תגובה ומרחק עצירה



תוכן עניינים

1.....	זמן תגובה ומרחק עצירה
1.....	מערך השיעור
3.....	זמן תגובה ומרחק תגובה – הגדרה ומאפיינים
4.....	גורמים המשפיעים על זמן תגובה
6.....	הקשר בין זמן תגובה למרחק תגובה
7.....	זמן בלימה ומרחק בלימה – הגדרה ומאפיינים
8.....	מרחק עצירה
13.....	נספח מס' 1: שלבי תהליך התגובה – רקע עיוני
14.....	פעילויות בנושא תגובה, בלימה ועצירה
20.....	שאלות תרגול לקראת מבחן תיאוריה

זמן תגובה ומרחק עצירה

מערך השיעור

מטרות

התלמידים:

1. יכירו ויזהו את מאפייני התגובה ויבינו מהו זמן תגובה.
2. ידעו, שמשך זמן התגובה לגירויים חיצוניים ולנסיבות משתנה מאדם לאדם, בהתאם לניסיונו ולמיומנותו.
3. יבינו את הקשר בין: זמן תגובה למרחק תגובה, זמן בלימה למרחק בלימה וזמן עצירה למרחק עצירה, ואת השפעתם על מידת בטיחותם במרחב התעבורתי.
4. יבינו את הקשר שבין קשב, ריכוז ו**הסחת דעת** לבין זמן התגובה ומרחק העצירה.
5. יכירו את דיני התעבורה שבזיקה לזמן תגובה ולמרחק עצירה.

רעיון מרכזי

"זמן תגובה" מוגדר כזמן שחולף מרגע שאדם מבחין בגירוי המחייב תגובה מצידו ועד לרגע שבו החל להגיב. זמן התגובה האנושי, נאמד בין **3/4 שנייה ל-1 שנייה**, והוא תלוי ביכולותיו של הנהג, בגילו, בקשב ובריכוז שלו, במיומנות השליטה במכונית וביצוע פעולות באופן מידי במצבי דרך מפתיעים ועוד. במהלך **זמן התגובה** של הנהג מתמיד כלי הרכב בתנועתו ללא כל שינוי ונע במהירות קבועה. המרחק שעובר הרכב מרגע שעניי הנהג קולטות את המידע על אודות האירוע ועד שהוא לוחץ על הבלמים נקרא **"מרחק התגובה"**. אורכו של מרחק התגובה קשור למהירות הנסיעה של הרכב ולמהירות תגובתו של הנהג. ולכן, כל חלקיק שנייה בזמן התגובה הוא קריטי לבטיחותם של כלל משתמשי הדרך. עם התגובה – לחיצה על דוושת הבלם, עובר הרכב לתהליך של בלימה. **מרחק הבלימה** הוא המרחק שעובר הרכב החל מהרגע שהנהג לחץ על הבלמים ועד לעצירתו המוחלטת. **מרחק העצירה** של הרכב הוא המרחק הכולל את **מרחק התגובה** ואת **מרחק הבלימה**. מאחר שמרחק התגובה ומרחק הבלימה מושפעים מהמהירות, הרי שמרחק העצירה יגדל מאוד כתוצאה ממהירות הנסיעה. מבחינת הנהיגה והבטיחות בדרכים המשמעות היא, שאם הנהג יתעכב בתגובותיו שנייה אחת או שתיים נוספות, יספיק רכבו לעבור מטרים אחדים או כמה עשרות מטרים נוספים (כפועל יוצא מהמהירות שבה נסע באותו הזמן), ויסכן את עצמו ואת משתמשי הדרך האחרים. ככל שזמן התגובה של הנהג יהיה ארוך יותר, כן יתארך גם זמן העצירה של הרכב, וככל שמהירות הנסיעה תגבר, כן יגדל גם מרחק העצירה וישפיע על הסיכוי למעורבות בתאונה. קיצור זמני התגובה בכמה עשיריות השנייה בלבד עשוי להפחית בכ-90% תאונות שהתרחשו בשל אי-שמירת מרחק. מכאן נגזרות שתי

משמעויות להתמודדות עם מרחק העצירה: **האטה** – נהיגה במהירות סבירה בהתאם לתנאי הדרך שתאפשר לנהג להקטין את מרחק העצירה, ו**שמירת רווח** מהרכב שלפניו ומאחוריו ומכלי הרכב שבצידו, כדי לאפשר עצירה ולמנוע תאונה.

מהלך השיעור

התוכן: ראשי פרקים	פירוט התוכן	שיטת ההוראה	פעילות /אמצעים	זמן	הערות
תגובה + בלימה = עצירה	הבנת הקשר בין זמן תגובה למרחק תגובה.	הסבר המורה על זמן תגובה ועל מרחק תגובה.	דף תרגול ושאלות משימה – מרחק חוסר השליטה.	15 דקות	פעילות מס' 1 "שלבי תהליך התגובה" רקע מדעי (ראו נספח 1).
	הבנת הקשר בין מרחק תגובה למרחק עצירה.	הסבר המורה על: מרחק תגובה, מרחק בלימה ומרחק עצירה.	דף תרגול ושאלות משימה – מרחק עצירה.	15 דקות	פעילות מס' 2
	התנסות בסימולציית בלימה – התלמידים בוחנים את השפעת הגורמים (מהירות ותנאי הדרך) על זמן התגובה במרחב התעבורתי.	תרגול זמן תגובה באמצעות סימולציה .	סימולציית "בלימה זמן תגובה" (מתוך "חשיבה בתנועה", הקטלוג החינוכי) – פעילות אינטראקטיבית (לשימוש באקספלוורר בלבד).	45 דקות	פעילות מס' 3
	המשמעות של זמן תגובה בניתוח תאונות דרכים.	עיון בשני מקרים של תאונות, זדיון על המשמעות של זמן התגובה על התרחשות תאונה.	ניתוח שני מקרים של תאונות.	20 דקות	פעילות מס' 4
היסח הדעת	הקשר בין קשב, תשומת לב והסחת דעת לזמן תגובה.	ניתוח סרטונים בנושא הסחת דעת.	אפשרות א': "אם נוהגים לא מסמסים" . כאשר מסמסים לא נוהגים. סרטונים (מאת הרשות הלאומית) מלווה בדף פעילות.	30 דקות	פעילות מס' 5 אפשרות בחירה "הסחת" (ראו נספח 2).
		ניתוח אירועים בנושא הסחת דעת.	אפשרות ב': ניתוח אירועים	30 דקות	פעילות מס' 6 אפשרות בחירה

"הקשר בין קשב, הסחת דעת וזמן התגובה". (ראו נספח 2)		דף פעילות מלווה בשאלות פתוחות ורב-ברירה.			
		שאלות תיאוריה.	התנסות במבחני תיאוריה.	מתוך מאגר משרד התחבורה אגף הרישוי.	סיכום

זמן תגובה ומרחק תגובה - הגדרה ומאפיינים

אדם מגיב לגירויים שונים במרחב הסובב אותו. גירוי הוא כל דבר שאדם קולט באמצעות אחד מחושיו, והתגובה היא הפעולה שגופנו מבצע בעקבות קליטת הגירוי באמצעות החושים. המוח מקבל מידע מהחושים כל הזמן ומעביר לגוף פקודות כיצד לפעול ולהגיב בהתאם לגירוי. התגובה יכולה להיות גלויה – ניתנת לצפייה ולהבחנה, והיא יכולה להיות סמויה - מתרחשת בתוך האורגניזם ואינה ניתנת להבחנה חיצונית.

האדם מגיב בשני אופנים:

- ✓ תגובה לא רצונית, רפלקס – תגובה מיידית ובלתי מודעת של שרירים בגוף לגירוי חיצוני או פנימי, והוא תוצאה של עיבוד עצבי שמתרחש מחוץ למוח. למשל, תגובה מיידית של רתיעה כאשר היד נוגעת בעצם חם מאוד. תגובות מהירות ואוטומטיות כאלה במצבי סכנה, ללא שלב העיבוד במוח האורך זמן, משמשות מנגנון הישרדות. בלימה או הסטת ההגה למניעת פגיעת המכונית ברכב שיוצא מחנייה או בהולך הרגל אשר יורד לפתע ממדרכה אל נתיב הנסיעה, הן דוגמאות לתגובה לא רצונית במרחב התעבורתי.
- ✓ **תגובה רצונית-מודעת** – תגובה לגירוי מהסביבה לאחר שעברה תהליך עיבוד במוח, ולכן היא איטית יותר. ככל שעיבוד המידע שנקלט מורכב יותר, כן תהיה התגובה איטית יותר. תגובה רצונית לגירוי אינה מיידית ואוטומטית כמו תגובה בלתי רצונית. תהליך העיבוד במוח אורך זמן. התכונות לפנייה בעיקול הדרך כתגובה לשלט אזהרה מוקדם, או החלפת נתיב כתגובה לשלט המודיע על מרחק היציאה הבאה מן הדרך, הן תגובות רצוניות במרחב התעבורתי.

במהלך כל תנועה במרחב התעבורתי נוצרים מצבים שבהם נדרשים משתמשי הדרך השונים להגיב, לקבל החלטות ולבצע שינויים בתנועתם. השינויים יכולים להיות: האטה, עצירה, האצה, פנייה. לכל אחת מהפעולות נדרש זמן.

"זמן תגובה" מוגדר כזמן שחולף מרגע שאדם מבחין בגירוי המחייב תגובה מצידו ועד לרגע שבו החל להגיב. זמן התגובה האנושי במצב של ערנות ודריכות נאמד בין **3/4 שנייה ל-1 שנייה**, והוא תלוי בגיל

הנהג, בחושיו, בתגובות ובתנועות הגוף שלו, ביכולת הראייה והריכוז, במיומנות לביצוע פעולות שליטה במכונית באופן מהיר וספונטני ועוד.
(לפירוט ולהרחבה של **שלבי תהליך התגובה - רקע מדעי** ראו נספח 1).

גורמים המשפיעים על זמן תגובה

- **שעמום ומונוטוניות** – נסיעה ארוכה או נסיעה בדרך ארוכה, חד-גונית בעלת נוף ללא שינויים רבים, כמו הדרך לאילת.
- **תנאי מזג אוויר ותנאי ראות** – חמסין, גשם, סנוור, חשיכה, חימום-יתר ברכב.
- **רעש** – שמיעת מוזיקה בעוצמה גבוהה ברכב.
- **עייפות** - מאריכה את זמן התגובה.
- **הסחת דעת** – עיסוק בפעולות שאינן קשורות למשימת הנהיגה וגורמות להסטת תשומת הלב כמו למשל, דיבור בטלפון, כתיבת מסרונים, אכילה, איפור וכו'.
- שימוש **בסמים**, באלכוהול ובתרופות.
- **מידת ההכנה והניסיון** – נהג מנוסה מבצע את רוב פעולות הנהיגה בצורה אוטומטית לכאורה, כך שהוא פנוי יותר להביט סביבו ולקבל מידע על המתרחש בדרך. נהג בלתי מנוסה עסוק בניסיון לזכור דברים רבים הקשורים לפעולות הנהיגה, וקשה לו להתרכז בנהיגה ובשינויים בתעבורה המתרחשים בסביבה שמחוץ לרכב.

לשם מניעת הפתעות מנהגים ומעוברי דרך אחרים מותקנים בכלי הרכב, על-פי תקנות התעבורה, **פנסי איתות וסימון** שמסייעים לנהגים להבחין בכלי רכב אחרים ולהגיב בהקדם האפשרי.

פנסי בלימה – תקנה 342

- א. בכלי רכב, למעט אופניים, אופנוע שנפח מנועו עד 50 סמ"ק ששנת ייצורו עד 1993 ועגלה, יותקנו שני פנסי בלימה בשני צידי הרכב, שאורם אדום, והם יראו באור היום במזג אוויר נאה ממרחק של 30 מטרים לפחות, ובזמן תאורה במזג אוויר נאה ממרחק של 150 מטרים לפחות.
- ב. מותר שפנס אחורי ישמש גם כפנס בלימה, ובלבד שיהיו בו שני אורות נפרדים, ושהאור המורה על בלימה יהיה בעל עוצמה חזקה יותר וניתן להבחנה ברורה מן האור האחר.

- ג. ברכב נוסעים פרטי ובמונית, ששנת ייצורם 1994 או אחריה, יותקן בנוסף לפנסים האמורים בתקנת משנה (א), פנס בלימה נוסף במרכזו של החלון האחורי.
- ד. באופנוע יותקן פנס בלימה אחד שאורו יראה, כאמור בתקנת משנה (א).

מחויני כיוון – תקנה 344

(א) ברכב מנועי שיש בו תא נהג ובאופנוע יותקנו מחויני כיוון אשר אורם יראה לפני הרכב ומאחוריו לאור השמש ממרחק 30 מטר לפחות, ובזמן תאורה במזג אוויר נאה ממרחק של 150 מטר לפחות.

מחזירי אור – תקנה 345

(א) ברכב מנועי שרוחבו הכולל עולה על מטר אחד וכן בגרור ונתמך, יותקנו מאחור בגובה שווה מפני הקרקע, לפחות שני מחזירי אור בצבע אדום, מחזיר אור מכל צד. באופנוע יותקן מחזיר אור אחד מאחור.

על-פי תקנות התעבורה, **תקנה 26**, אדם שמתקיים בו אחד מאלה לא ינהג רכב:

1. הוא שרוי במצב העלול לסכן עוברי דרך.
2. הוא נתון להשפעת סמים או משקאות משכרים.
3. הוא אינו מסוגל לנהוג ברכב בביטחון סביר מחמת מצב נפשו או מחמת חולשה או ליקוי גופני.
4. הוא במצב השולל ממנו את השליטה ברכב או את ראיית הדרך והתנועה בה.

בכל אחד מהמצבים הנ"ל אוסר המחוקק לנהוג עקב ליקויים גופניים שונים **שעלולים לגרום, בין היתר, להתארכות זמן התגובה.**

הקשר בין זמן תגובה למרחק תגובה

לזמן תגובה במרחב התעבורתי משמעות קריטית. בעת הנהיגה מופיעים לפני הנהג עצמים ומתרחשים מצבים שהוא חייב להתייחס אליהם: שינויים במצב הדרך, תמרורים למיניהם, רמזורים, כלי רכב במצבי תנועה שונים, הולכי רגל וכו'. לכל אלה חייב הנהג להגיב בצורה מתאימה כדי שיוכל להגיע ליעדו בבטחה. אם הנהג יתעכב בתגובותיו שנייה אחת או שתיים נוספות, יספיק רכבו לעבור מטרים אחדים עד כמה עשרות מטרים נוספים (כפועל יוצא מהמהירות שבה נסע באותו זמן), ומרחק זה עלול להיות קריטי. זמן תגובה ארוך פירושו תגובה **מאוחרת** אשר עלולה להיות מסוכנת בעת ההתנהלות בדרך.¹

במהלך **זמן התגובה** של הנהג נמשכת תנועת כלי הרכב. המרחק שהוא עובר בפרק זמן זה נקרא **"מרחק התגובה"**.

מרחק התגובה בנהיגה הוא המרחק שעובר הרכב מהרגע שהנהג הבחין בגורם כלשהו המחייב אותו לעשות שינוי כלשהו בשגרת הנהיגה ועד לביצוע הפעולה הנדרשת. גורם זה עשוי להיות אירוע, דמות או חפץ המחייבים את הנהג להגיב ולפעול באורח שונה כמו לחיצה על דוושת הבלם, הפניית ההגה, צפירה או במקרים נדירים האצה.



איור: זמן תגובה ומרחק תגובה²

¹ **חשיבה בתנועה**, משרד החינוך, הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה לכל, 2016.
² **פיזיקה, אדם נהיגה ורכב**, מורן הוצאה לאור, 2016, עמ' 6, באדיבות דוד אברהם, מנכ"ל מורן.

למרחק התגובה מקובל לקרוא גם "תחום חוסר השליטה". תחום חוסר השליטה – הוא המרחק שהרכב עובר מבלי שתתבצע כל פעולה לבלימת המכונית או למניעת סיכון. בפרק הזמן הזה מעבד מוחו של הנהג את הנתונים ומקבל החלטה ביחס לפעולה המתבקשת. וכל זאת, בעוד הרכב ממשיך לנוע מבלי שניתנת תגובה כלשהי בפועל. אורכו של מרחק התגובה תלוי במהירות הנסיעה של הרכב ובמהירות תגובתו של הנהג. זמן התגובה הסביר הוא כ-1 שנייה. לדוגמה, בזמן תגובה כזה תעבור מכונית הנוסעת במהירות של 50 קמ"ש כ-13.9 מטרים, ובמהירות של 100 קמ"ש - כ-27.8 מטרים. את המרחק הזה עוברת המכונית ללא יכולת שינוי או השפעה כלשהי מצד הנהג על רכבו, ולכן כל חלקיק שנייה בזמן התגובה הוא קריטי לבטיחות משתמשי הדרך. מחקרים קובעים, כי קיצור זמני התגובה בכמה עשיריות השנייה בלבד, היה עשוי להפחית בכ-90% את מספר התאונות שהתרחשו בשל אי-שמירה על מרחק.

למורה: כדי להמחיש את ההשלכות של מרחק התגובה מומלץ לבצע את התרגיל "מרחק התגובה" (פעילות מס' 1) מיד לאחר ההסבר בכיתה.

זמן בלימה ומרחק בלימה - הגדרה ומאפיינים

זמן בלימה הוא פרק הזמן שעובר מרגע הלחיצה על דוושת הבלם ועד לעצירתו המוחלטת של הרכב. עם התגובה המתבטאת בלחיצה על דוושת הבלם, עובר הרכב לתהליך של בלימה. מרחק הבלימה הוא המרחק שעובר הרכב החל מהלחיצה על הבלמים ועד לעצירתו המוחלטת.

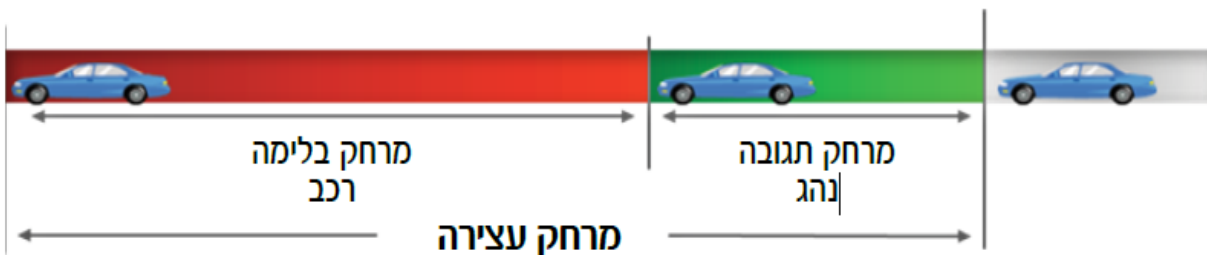
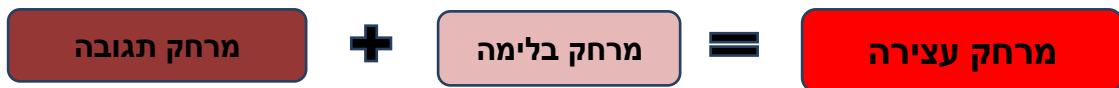
הגורמים המשפיעים על מרחק הבלימה:

- **תנאי הדרך:** כביש רטוב, כתם שמן, חול על פני הכביש, עלי שלכת, טיב פני הדרך ועוד.
- **תקינות הרכב:** לחץ האוויר בגלגלים, מצב הבלמים, תקינות הצמיגים, מערכת המתלים וכו'. כאשר מערכות אלה אינן תקינות נפגעת אחיזת הצמיג בכביש, דבר שמאריך את מרחק הבלימה.
- **מהירות הנסיעה:** מרחק הבלימה גדל באופן משמעותי. ככל שהמהירות גוברת כן מוכפל בריבוע מרחק הבלימה! לדוגמה, אם המהירות תגבר פי ארבעה, יגדל מרחק הבלימה פי שישה-עשר (ארבע בריבוע).

מרחק עצירה

מרחק העצירה של הרכב הוא הסכום של **מרחק התגובה ומרחק הבלימה**.

- **מרחק התגובה** – המרחק שעובר הרכב מרגע שעניי הנהג קלטו את המידע על האירוע ועד שהוא לחץ על הבלם (זמן התגובה, זמן קבלת ההחלטה לבלום, תלוי **באדם**, בכישורי הנהיגה שלו, במידת ערנותו, בגילו ועוד).
- **מרחק הבלימה** – המרחק שעובר הרכב מרגע הלחיצה על הבלם ועד לעצירתו המוחלטת (הבלימה היא **תהליך טכנולוגי** שמושפע מפעילותן של מערכות הרכב).



איור: מרחק עצירה³

מאחר שהן מרחק התגובה והן מרחק הבלימה מושפעים מהמהירות, הרי שמרחק העצירה יגדל מאוד כתוצאה ממהירות הנסיעה.

למורה: כדי להמחיש את השלכות של מרחק העצירה מומלץ לבצע את התרגיל "**מרחק עצירה**" (פעילות מס' 2) מיד לאחר ההסבר בכיתה.

³ [נוהגים אחרת נוהגים נכון](#), הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים, 2017.

התמודדות עם מרחק עצירה – האטה ושמירת רווח

1. האטה

ראינו, שמרחק העצירה גדל באופן משמעותי עם עליית המהירות. וכך, כדי לצמצם אותו יש להאט את מהירות הנסיעה.

כל עצירה בדרך מחייבת את הנהג להתחשב בתנועה שמאחוריו. מבטים לכל הכיוונים, ובמיוחד לאחור, יגדילו את מרחב התמרון והבטיחות של הנהג המבקש לעצור.

הוראות החוק והתעבורה הקשורות להאטה ולבלימת חירום:

תקנות התעבורה מטילות על הנהג חובה לנהוג במהירות שתאפשר לו לשלוט ברכב ולהגיב להתרחשויות בדרך בבטחה, ולא בבלימות פתע המסוכנות כשלעצמן:

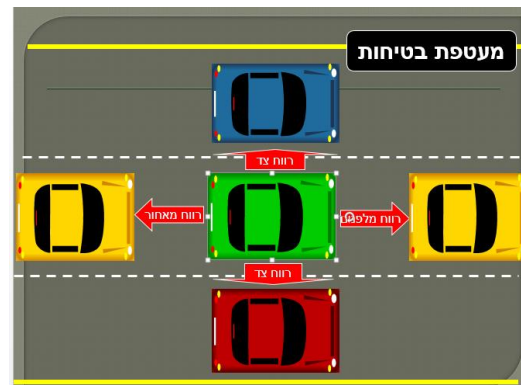
1. **מהירות סבירה - תקנה 51:** לא ינהג אדם רכב אלא במהירות סבירה בהתחשב בכל הנסיבות ובתנאי הדרך והתנועה בה, באופן שיקיים בידו את השליטה המוחלטת ברכב.
2. **חובת האטה – תקנה 52:** בכפוף לחובת המהירות הסבירה, חייב נוהג רכב להאט את מהירות הנסיעה, ובמידת הצורך אף לעצור את רכבו בכל מקרה שבו צפויה סכנה לעוברי דרך או לרכוש, לרבות לרכבו הוא.

2. שמירת רווח

תרגיל לתלמידים:

צפו בסרטון [למה רווח?](#) (רלב"ד, 0:31 דקות),
וענו: מהו הקשר בין מהירות הנסיעה, מרחקי העצירה ושמירת רווח?

ראינו, שבפרק הזמן שעובר בין התרחשות האירוע המחייב תגובה ועד שהרכב עוצר, עובר כלי הרכב מרחק מסוים. אם הרכב שנוסע לפנינו קרוב, הרווח שבין שני כלי הרכב אינו מספיק למניעת התנגשות. שמירת מרווח ביטחון גדול יותר (**עיקרון מעטפת הבטיחות – הפער**) נועדה לאפשר עצירה ללא תאונה. כדי להימנע מסיכון בפגיעת חזית-אחור יש לשמור על רווח מהרכב שמלפנים ומאחור, ולשמור גם על רווח מכלי הרכב שבצדדים. ככל שהרווח יהיה גדול יותר, כן ישתפר שדה הראייה של הנהג והוא יוכל להגיב במהירות רבה יותר. רווח שבין מכוניות גם מאפשר לרכב עוקף לחזור ולהשתלב בנתיב. בכבישים צרים ובעומס תנועה יש לשמור על רווח צד המאפשר פתיחת דלת, וכאשר יש מגבלות כביש – כביש חלק, הגבלה בשדה ראייה או תנאים מכבידים אחרים, על הנהג לשמור על רווח גדול יותר.



תרגיל לתלמידים:

צפו בסרטון: [עשרים ואחת עשרים ושתיים - מדידת שתי השניות](#) (0:51 דקות)
וענו: כיצד מודדים בפועל את שתי השניות?

תקנת התעבורה קובעת, שיש לשמור רווח של שנייה אחת מינימום. קביעה זו נעשתה כדי להתאים למכשיר מדידה שהופעל בעבר על-ידי המשטרה. במציאות, הנהג אינו נוהג במלוא הקשב בכל רגע ורגע, ומאחר שבתנועה חלים שינויים תמידיים העלולים להשפיע על מרחק הביטחון, **יש לשמור על רווח של שתי שניות⁴ לפחות.**

שיטת "שתי השניות לפחות" - הרווח הבטוח שצריך לשמור מן המכונית שלפנינו הוא רווח של שתי שניות לפחות, לעיתים שלוש שניות. כיצד נבצע זאת בפועל? במהלך הנסיעה נבחין בעצם דומם בצד

⁴ אריה משקין, **נהיגה לחיים**, הוצאת קידום, 2009.

הכביש - עמוד חשמל, שלט או עץ. ברגע שהמכונית שלפנינו, שאחריה אנו עוקבים באותה מהירות, חולפת על פני אותו עצם, נתחיל במדידה של שתי השניות בספירת "עשרים ואחת, עשרים ושתיים". אם טרם נגיע לעצם הדומם שבחרנו בפרק זמן זה, המרחק שאותו אנו שומרים תקין ובטוח.



שיטת שתי השניות לפחות



שמירת רווח מהמכונית שמלפנים מונעת פגיעה ומעניקה יתרונות נוספים לבטיחות:

- ✓ מניעת התנגשות עם הרכב מלפנים במקרה שהוא יבלום או יאט את מהירות הנסיעה.
- ✓ מניעת הצורך בבלימה פתאומית במקרה שהרכב שמלפנים יבלום או יאט את מהירות הנסיעה העלולה לגרום לפגיעה ברכב מאחור.
- ✓ שדה הראייה הקדמי של הנהג טוב יותר, בפרט אם הוא נוסע מאחורי כלי רכב גדול.
- ✓ היציאה לעקיפה קלה ובטוחה יותר ואפשר להתחרט.
- ✓ ניתנת אפשרות נוחה לרכב אחר, עוקף, לחזור ולהשתלב בנתיב הימני.

תקנת התעבורה הנוגעת לשמירת רווח:

חובת רווח בין רכב לרכב - תקנה 49

(א) אדם ינהג רכב בעקבות רכב אחר, תוך שמירה על רווח המאפשר לעצור בכל עת את הרכב ולמנוע תאונה, בהתחשב במהירות הנסיעה של שני כלי הרכב, במצב הדרך ובמצב הראות והתנועה הזורמת בה.

2. **מודעות וריכוז בנהיגה** – על הנהג להביא בחשבון, שההתרחשויות בכביש משתנות ללא הרף, ולהיות מודע להם. בתנאים מסוימים חשוב להתנתק מפעולות מסיחות דעת כמו דיבור בטלפון, שיחה עם נוסעים, האזנה לרדיו בקול רם ועוד.
3. **צפייה** – יש לצפות למרחק תוך התבוננות בכל הכיוונים. הנטייה להתרכז בפנסי הבלימה של המכונית שמלפנים אינה מספיקה, בשל מגבלת זמן התגובה ויכולת הבלימה.
4. **פעולות בלימה והיגוי** – תגובות הנהג/ת חייבות להיות החלטיות ולא הססניות. כל שנייה היא קריטית וקובעת את מרחק העצירה. בבלימת חירום יש ללחוץ על הדוושה בכל הכוח ולאחוז בהגה בשתי הידיים.
5. **נהיגה בעומסי תנועה** – בנסיעה איטית עלול הריכוז להיפגע בגלל הפחתת המהירות. חשוב להיות מרוכזים ולהביט למרחק לכל המתרחש בדרך. לא מעט תאונות נגרמות בנסיעה בעומסי תנועה בגלל אי-שמירת רווח. יש לשים לב למהירות המשתנה של כלי הרכב ולמכוניות הסוטות מנתיבים ללא סימן מוקדם.
6. **כביש רטוב** – בכביש רטוב מקדם החיכוך ויכולת האחיזה קטנים ומרחק הבלימה מתארך. במצב כזה יש צורך לנהוג ביתר-זהירות, להפחית מהירות ולשמור על מרחק.
7. **שיפור שדה ראייה** – יש לשפר עד כמה שניתן את הראות ואת שדה הראייה של המכונית וכן את הנראות שלה. ניקוי שמשות, הפשרת אדים והדלקת אורות יועילו לשיפור הראייה והנראות.
8. **השפעת אלכוהול** – אין לנהוג לאחר שתיית משקאות אלכוהוליים בשל מגבלות הנהג/ת לנהוג בבטחה. נהיגה לאחר שתיית אלכוהול מסוכנת, טווח הראייה מוגבל ומתקצר, וזמן התגובה מתארך.

כדי להבין את חשיבות השפעתו של זמן התגובה על התרחשות התאונה - מומלץ לבצע את המשימה: "**המשמעות של זמן תגובה בניתוח תאונות הדרכים**" (פעילות מס' 3) בסיום פרק זה.

נספח מס' 1: שלבי תהליך התגובה⁵ - רקע עיוני

תהליך התגובה מחולק לארבעה שלבים עיקריים: חישה, תפיסה, רגישה ורצייה.

חישה

חושי האדם קולטים גירוי חיצוני – אור אדום, תמרור, צפירת מכונית, מראה מכונית מתקרבת, הולך רגל על המדרכה המתכוון לחצות את הכביש וכדומה – ומעבירים אותו אל המוח באמצעות מערכת העצבים. כאשר התחושות הן עמוקות מספיק כדי שתיקלטנה, הן הופכות לחישות. הזמן הדרוש לתהליך זה נקרא "זמן חישה".

תפיסה

זמן התפיסה הוא הזמן הדרוש לסיווג, להשוואה ולמיון חישות חדשות על-ידי המוח. חישה הופכת לעיתים לתפיסה במובן של יצירת רעיונות חדשים ומחשבות חדשות במוח. למשל, ההכרה במשמעות האור האדום ברמזור מובילה אצל הנהג לזיכרונות של ניסיונות קודמים. התפיסה תלויה באינטליגנציה הטבעית של האדם ובלמידה. למשל, אנשים שלא ראו רמזורים מימיהם לא ידעו את פירושם. מכאן, שהלימוד מועיל מאוד לתפיסת פירושם של הגירויים החיצוניים המגיעים אל הנהגים או אל הולכי הרגל, והניסיון המעשי חיוני מאוד לקיצור זמן התפיסה.

רגישה

הסקת המסקנה בדבר התגובה הנכונה לגירוי החיצוני, לאחר תהליכי החישה והתפיסה, היא "הרגישה". הרגישה משפיעה על הפקודה הסופית הנשלחת לשרירים למימוש התגובה. גם תהליך הרגישה מושפע מאוד מהלימוד ועוד יותר מהניסיון המעשי של האדם. ככל שהנהג ברכב ותיק ומנוסה יותר, כן יהיה תהליך הרגישה יעיל ומדויק יותר. משך זמן הרגישה מתקצר במהלך צבירת הניסיון.

רצייה

ההחלטה להגיב וכיצד להגיב היא הרצייה. בעוד שתהליך התפיסה יכול להציע סוגים שונים של פתרונות לבעיה נתונה, ההחלטה הופכת את התוצאה של כל האותות המתקבלים להוראות ביצוע סופיות המתבטאות בפעילות מסוימת. לאחר השלמת התהליך על-ידי המוח מועברת ההחלטה אל השרירים לביצוע - אצל הולך הרגל אל הרגליים, ואצל הנהג אל הרגליים (בלימה) והידיים (היגוי).

5 א' בירן, מ' בקר ול' גוטמן. מבוסס על חומר מתוך: **זמן תגובה ומרכיביו במערכת התעבורה**, סקר ספרות, הטכניון, חיפה, 1972.

פעילויות בנושא תגובה, בלימה ועצירה

מרחק תגובה

זמן פעילות: 10 דקות

למורה

פעילות מס' 1: משימה - מרחק התגובה⁶

מטרת הפעילות: תרגול הקשר בין מהירות תנועה לבין מרחק התגובה, כאשר זמן התגובה הוא שנייה אחת.

טבלת מרחק חוסר השליטה בזמן תגובה של שנייה אחת

מרחק הבלימה (מטרים) (כשהרכב תקין והכביש יבש)	מהירות המכונית (קמ"ש)
2.2	20
5	30
9	40
14	50
20.2	60
27.6	70
36	80
45.6	90
56.2	100
66.6	110

בהסתמך על הנתונים המופיעים בטבלה, ענו על השאלות הבאות:

1. מהו הקשר בין מהירות התנועה לבין מרחק חוסר השליטה, כאשר זמן התגובה הוא שנייה אחת?
2. מכונית נוסעת במהירות של 80 קמ"ש. הנהג מבחין בהולך רגל היורד מהמדרכה ומתחיל לחצות את הכביש במרחק שלפי הערכתו הוא 60 מטר לפני המכונית. אם זמן התגובה של נהג המכונית הוא שנייה וחצי, האם יוכל הנהג למנוע את הפגיעה בהולך הרגל?
3. אם הנהג נתון להשפעת אלכוהול, זמן התגובה יתארך ויעמוד על שלוש שניות. האם אז יצליח למנוע את הפגיעה בהולך הרגל?

⁶ חשיבה בתנועה, עמ' 86-87, משרד החינוך.

מרחק עצירה

זמן פעילות: 15 דקות

למורה

פעילות מס' 2: משימה - מרחק עצירה⁷

מטרת הפעילות: תרגול הקשר בין מהירות התנועה למרחק העצירה, כאשר זמן התגובה הוא שנייה אחת.

טבלת מרחק העצירה כאשר זמן התגובה הוא שנייה אחת.

מרחק תגובה המרחק שנעבור בשנייה אחת (מטרים)	מרחק הבלימה (מטרים) (כשהרכב תקין והכביש יבש)	מהירות המכונית (קמ"ש)
5.5	2.2	20
8.3	5	30
11.1	9	40
13.8	14	50
16.6	20.2	60
19.4	27.6	70
22.2	36	80
25	45.6	90
27.7	56.2	100
30.5	66.6	110

בהסתמך על הנתונים המופיעים בטבלה, ענו על השאלות הבאות:

1. מהו הקשר בין מהירות התנועה לבין מרחק העצירה?
2. מה יהיה מרחק העצירה של מכונית הנוסעת במהירות של 40 קמ"ש? מה יהיה מרחק העצירה של מכונית הנוסעת במהירות של 80 קמ"ש?
3. האם הכפלת המהירות פי שניים גורמת למרחק העצירה לגדול באותו היחס? הסבירו.

⁷ שם, עמ' 87.

סימולציית בלימה

למורה

זמן פעילות: 45 דקות

פעילות מס' 3: **מרחקי עצירה – סימולציית בלימה⁸**

הערה: שימו לב: הסימולציה עובדת באקספלורר בלבד

מטרת הסימולציה:

לבחון את השפעתם של זמני התגובה והבלימה על מרחק העצירה במצבים שונים שבהם נדרשת בלימה – על-ידי כלי רכב שונים, בתנאים שונים, במהירויות שונות ובתוואי דרך מגוונים.

מהלך הסימולציה:

התלמיד נוסע במסלול. מזדמנת לו "היתקלות בדרך" והוא נדרש לבלום. המערכת מציגה לאחר כל "היתקלות" את הנתונים: מהירות נסיעה, זמן התגובה ומרחק העצירה.

הנחיות למשתמש:

אסור לדרוס או להתנגש בכלי רכב או באנשים. יש לבלום בזמן, ולהשלים את המסלול.



⁸מתוך: חשיבה בתנועה, משרד החינוך, הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה לכול, 2016

המשמעות של זמן תגובה בניתוח תאונות הדרכים – ניתוח שני מקרים

למורה

זמן פעילות: 20 דקות

פעילות מס' 4: "ההתנגשות" – התאונה של נועם (מקרה ראשון)

מטרת הפעילות: ניתוח שני מקרים שהתרחשו במציאות, להבנת המשמעות המורכבת של **זמן התגובה** וההשפעות על התרחשות תאונה.

משימה

1. קראו את הקטע "**ההתנגשות** – **התאונה של נועם**, שבו מתוארת התרחשות התאונה.
2. לאחר הקריאה דונו בשאלות המפורטות.
נועם, חייל בחופשה אחרי הטירונות, נהג במכונית של הוריו והתנגש ברכב שנכנס לצומת מדרך צדדית וחצה את נתיב נסיעתו. נהג הרכב השני נפגע בידו השמאלית ובצווארו. התאונה התרחשה באור יום מלא, בתנאי ראות טובים. לטענתו של נועם, הוא התקרב לצומת בזהירות רבה מאוד, כי שדה הראייה שלו לעבר הרחוב הצדדי היה מוגבל, ודבריו של המורה לנהיגה שלו עדיין מהדהדים באוזניו "אתה לא רואה? האט!" גם על-פי עדותו של חוקר תאונות הדרכים נועם נהג במהירות סבירה ועל-פי החוק בקטע כביש זה. נועם טען, שאחת הפעולות שנקט על מנת להגביר את זהירותו הייתה הנחת כף רגלו על דוושת הבלם, למקרה שייאלץ לבלום. כשנים-עשר מטרים לפני הצומת הוא הבחין ברכב האחר ופגע בו.

שאלות:

1. מהי אחריותו של נועם לתאונה?
2. האם התאונה הייתה יכולה להימנע לדעתכם? היעזרו בהסבר בטבלת "חוסר השליטה בזמן תגובה" (פעילות 1).
3. קראו את שלבי ניתוח האירוע ובדקו את תשובותיכם.

שלבי ניתוח האירוע

בהנחה שהנתונים שנמסרו נכונים, נעריך את זמן התגובה ומרחק התגובה המשוערים במקרה של נועם. **זמן התגובה** האופייני של נהג צעיר במצבים מסוג כזה הוא **1.5** שניות. אולם, הנסיבות המיוחדות של המקרה מחייבות שינוי בהגדרת "זמן התגובה האופייני". ראשית, לדריכות ולציפייה

להפתעה יש השפעה גדולה מאוד על זמן התגובה. ומאחר שנועם היה מודע לסכנה, **זמן התגובה שלו התקצר והיה צפוי להיות 1.0-1.1 שניות.**

שנית, נועם הניח כבר את **כף רגלו על דוושת הבלם** – פעולה הנמשכת כ-0.2 שניות, כאשר העיתוי בלתי צפוי. את פרק הזמן הזה **נחסיר**, ונקבל זמן תגובה שעומד על **0.8 - 0.9 שניות.** שלישית, נועם נהג חדש יחסית **שניסיונו בנהיגה מועט**, ואפשר שהשינויים המלווים בתקופה זו את חייו (זה עתה סיים פרק טירונות בצבא) **מאריכים את זמן התגובה** והוא עומד עתה על **1.3 שניות בקירוב.**

סיכום האירוע (לאחר דיון): אם מהירותו "הסבירה", לדבריהם של נועם ובוחן התנועה, הייתה **30 קמ"ש**, עבר רכבו בזמן תגובה זה יותר מ-10.50 מטר, והבלימה נמשכה לאורך **5 מטרים נוספים.** סה"כ כ-15.50 מטרים – **3.50 מטר יותר מהמרחק שממנו להערכתו של נועם הוא הבחין ברכב האחר.**

מסקנה: כששדה הראייה מצומצם כל כך, יש להאט למהירות נמוכה בהרבה. לו, למשל, היה נועם מאט ל-20 קמ"ש, בזמן תגובה של **1.3 שניות** היה עובר **7.20 מטר ועוד 2.20 מטר מרחק בלימה,** סה"כ **9.40 מטר, והתאונה הייתה נמנעת.** באירוע זה לא התייחסנו לשאלת זכות הקדימה, אלא לאפשרות למניעת התאונה ולהוכחה, שנסיעה על-פי החוק אינה מספיקה תמיד על מנת למנוע תאונה. יש להיות חכמים יותר ולזהות מצבי סכנה שמחייבים התייחסות קפדנית יותר מאשר קבע החוק.

פעילות מס' 4: "בלימת חירום ושמירת רווח" (מקרה שני)

למורה זמן פעילות: 20 דקות

משימה

1. קראו את הקטע "בלימת חירום ושמירת רווח" המתאר את התרחשות התאונה.
2. לאחר הקריאה דונו בשאלות המפורטות.

יובל, חייל בן 18 וחצי, נהג בשעות אחר הצהריים של יום שישי קיצי מרמת גן לרעננה כדי לפגוש חברים. בצומת מורשה היה עליו לעבור שני צמתים מרומזרים שהמרחק ביניהם 320 מטר.

הרמזור הראשון היה אדום, ויובל המתין רביעי בטור המכוניות הממתינות. כשנדלק האור הירוק זינקו כל המכוניות בטור והאיצו למהירות של כ-60 קמ"ש. כשיובל היה במרחק של 50 מטר (להערכתו) מהצומת השני נדלק האור הירוק. לפתע הבחין שהנהג שלפניו בולם. יובל בלם מיד אחריו אבל פגע באחריו.

בדיעבד התברר, שהנהג השני בטור המכוניות, שאף הוא הבחין באור הירוק המופיע והמשיך בתנועה המואצת גילה, שהנהג שלפניו מאט מסיבה לא ברורה, והגיב מיד בבלימה. הוא אמנם לא פגע במכונית שלפניו, שהמשיכה וחצתה את הצומת, אבל רכבו נפגע על-ידי הרכב שמאחריו (השלישי בטור), ומיד מאחריו פגעה המכונית של יובל (הרביעית) ברכב השלישי בעוצמה רבה, עד שהנהג בה רעייטו שישה לצידו ספגו פגיעה בצווארם מסוג "צליפת השוט" ונזקקו לסיוע רפואי.

בגלל הפגיעה בגוף, נשאו שלוש המכוניות במקומן והמתינו לחקירת המשטרה. חקירת המשטרה לא חשפה ולא ידעה להסביר מדוע האט הראשון (שהמשיך ולא ידע מה קרה מאחריו ולא נחשף לחקירה). הנהג ברכב השני בלם, אבל השלישי, שלא הכין את עצמו לבלימה כי בטח באור הירוק, הגיב כעבור כ-1.5 שניות, ובמהירות 60 קמ"ש החל לבלום רק כעבור 19 מטר, שעה שהרכב שלפניו היה בעיצומה של בלימה, ופגע בו. יובל הופתע, כמו הנהג שלפניו, ולכן גם זמן התגובה שלו התארך לכ-1.5 שניות, והוא פגע ברכב שלפניו. תאונת שרשרת.

שאלות

1. חשבו את מרחק העצירה שעבר הנהג ברכב השני. היעזרו בטבלת "חוסר השליטה בזמן תגובה" (פעילות 1).
2. האם היה ניתן למנוע את התאונה? אם כן כתבו כיצד?

המשטרה תבעה את נהג המכונית השלישית ואת יובל לדין על אי-שמירת מרחק מהמכונית שלפניהם, ואת יובל גם בגרימת חבלה של ממש ביושבי הרכב שלפניו. גם במקרה הזה כמו בקודם, זו הזדמנות לדון גם בהבדל בין ציות לחוק לבין הפעלת שיקול דעת בטיחותי, שהוא קפדני יותר מהחוק עצמו. כך, גם כשמופע הרמזור הופך ירוק, עדיין מחויב הנהג לבחון את סביבתו ולחזות בעיות בטיחותיות.

המערכת החושית של האדם והמערכת התפעולית המכנית של כלי הרכב אינן מאפשרות לכלל עוברי הדרך להגיב באופן מידי (על המקום). ומכאן, שנדרשות דרכי התנהגות בטיחותיות: אסור להפתיע את

הנהג, צריך להימנע מהתנהגות אימפולסיבית ופתאומית בדרך, חשוב שנהג ישמור על מרחק מכלי הרכב שלפניו ועוד.

שאלות תרגול לקראת מבחן תיאוריה

1. מרחק הבלימה הוא המרחק שהרכב עובר:
 - א. במשך זמן התגובה של הנהג.
 - ב. מרגע שהנהג מבחין בסכנה ועד לעצירתו הסופית של הרכב.
 - ג. מרגע הפעלת הבלמים ועד לעצירתו הסופית של הרכב.
 - ד. מרגע שהנהג מבחין בסכנה ועד התחלת הבלימה.
2. נבחר במשפט היחיד הנכון:
 - א. מרחק העצירה גדול תמיד ממרחק הבלימה.
 - ב. מרחק התגובה ארוך תמיד ממרחק הבלימה.
 - ג. מרחק הבלימה גדול תמיד ממרחק העצירה.
 - ד. מרחק הבלימה שווה תמיד למרחק התגובה.
3. מהי השפעתה של מהירות גבוהה בעת תאונת דרכים?
 - א. הדבר מאריך את זמן- התגובה ומשפר בכך את הבטיחות.
 - ב. הדבר מקצר מאוד את זמן התגובה של הנהג ומשפר את הבטיחות.
 - ג. היא גורמת לעוצמת התנגשות גבוהה יותר ולנזק ולפגיעה חמורים יותר.
 - ד. למהירות גבוהה אין השפעה על תוצאת התאונה.
4. מהו היתרון שיש לנהג בנסיעה במהירות נמוכה במצבים מסוכנים?
 - א. מרחק התגובה יהיה ארוך יותר ויספיק לעצירה.
 - ב. מרחק התגובה, הבלימה והעצירה ארוכים יותר, ולכן הבטיחות משתפרת.
 - ג. מרחקי התגובה, הבלימה והעצירה כולם קצרים יותר.
 - ד. זמן התגובה יהיה ארוך יותר והנהג יספיק להחליט נכון.
5. בפני איזו בעיה עומד נהג ברכב הנוהג במהירות גבוהה?
 - א. הזמן העומד לרשות הנהג להגיב נכון על אירועים בדרך מצומצם מאוד.
 - ב. אין בעיה כלל: מחקר הוכיח שמהירות גבוהה מאוד תורמת לנהיגה רגועה ושלווה.
 - ג. זמן התגובה שלו מתארך מאוד.
 - ד. זמן התגובה של הנהג מתקצר והדבר מסוכן לנסיעתו.

6. מהם מרכיבי מרחק העצירה?

- א. ממוצע מרחק הבלימה ומרחק התגובה של הנהג.
- ב. סכום מרחק התגובה ומרחק הבלימה.
- ג. סכום מרחק הבלימה והרווח עד לרכב שלפנים.
- ד. סכום מרחק ההחלטה ומרחק הביצוע של נהג סביר.

7. מרחק התגובה של הנהג הוא המרחק שעובר הרכב:

- א. מרגע שהנהג לוחץ על דוושת הבלם ועד לעצירתו הסופית של הרכב.
- ב. מרגע שהנהג מבחין בסכנה שלפניו ועד לעצירתו המוחלטת של הרכב.
- ג. מהתחלת התגובה ועד סיום הבלימה של הרכב.
- ד. מרגע שהנהג מבחין בסכנה שלפניו ועד לרגע שהוא מתחיל לפעול בתגובה לסכנה.

8. בלימת פתע מותרת כאשר:

- א. הנוסע ברכב או הנהג מבקשים לפתע לרדת מן הרכב.
- ב. מתברר לנהג הרכב כי טעה בדרכו.
- ג. נהג הרכב מבקש לפנות פניית פרסה.
- ד. אין דרך אחרת למנוע תאונת דרכים.

9. מרחק התגובה תלוי:

- א. בזמן תגובת הנהג ובמהירות הרכב.
- ב. בתקינות הבלמים ברכב.
- ג. במהירות הרכב בלבד.
- ד. בזמן תגובת הנהג בלבד.

10. מרחק התגובה הוא המרחק שהרכב עובר:

- א. מרגע שהנהג מבחין בסכנה ועד לעצירה מוחלטת.
- ב. מרגע שהנהג מבחין בסכנה ועד שהחל בפעולה שעליה החליט.
- ג. מרגע שהנהג מפעיל את הבלמים עד לעצירת הרכב.
- ד. מרגע שהנהג מרפה את לחיצתו על דוושת הדלק ועד עצירת הרכב.

11. מהו המשפט הנכון?

- א. מרחק התגובה תמיד גדול יותר ממרחק הבלימה.
- ב. מרחק העצירה תמיד גדול ממרחק הבלימה.
- ג. מרחק הבלימה תמיד גדול ממרחק התגובה.
- ד. מרחק הבלימה תמיד גדול יותר ממרחק העצירה.

תשובות:

ב-11 ; ב-10 ; א-9 ; ד-8 ; ד-7 ; ב-6 ; א-5 ; ג-4 ; ג-3 ; א-2 ; ג-1