

מקוונים לכימיה

ללמוד מהיסוד

פרק הפתח ורכובותיו - הפתח יסוד אחד ומיוחד

מדריך למורה

פיתוח: ד"ר אורית הרשקוביץ
ראש הפרויקט: פרופ' יהודית דורי
צוות יישום בשטח:
חגית רפאלי-משקין
גבי שוורץ

הטכניון, המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה קבוצת הכימיה

ב
5
D

פחמן
6
C

זנקו
7
N

עריכת לשון ומגדר: שלומית ברנע

עיצוב וגרפיקה: נועם שושן

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע,
לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני,
אופטי או מכני אחר כל חלק שהוא מהחומר בספר זה.
שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה
אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

©

כל הזכויות שמורות להוצאת ספרים יסוד
רחוב החופר 34 חולון טל' 03-5587990
נדפס בישראל תשע"ה 2015

מיפוי הפרק כולו

<ul style="list-style-type: none"> • הכרת מקומו של הפחמן במחזור הפחמן בטבע • הכרת ייחודיות אטום הפחמן מבחינה כימית - צורות אלטרופיות של פחמן (גרפיט, יהלום, גרפן, פולרנים) • הכרת מיקומו של הפחמן במערכה המחזורית וההיערכות המרחבית סביב אטום הפחמן • היכרות עם המגוון הרחב של תרכובות הפחמן, תופעת האיזומריה ועקרונות צורות הייצוג של תרכובות אלו • הבנת מסיסות אתאנול במים • הכרת תגובות שריפה של פחמימנים • היכרות עם תרכובות הפחמן במזון - שומנים, פחמימות וחלבונים - מבנה כימי והיבטים תזונתיים 	<p>מטרות</p>	
<p>מחזוריות בטבע תהליכים פולטי פחמן לאוויר ותהליכים קולטי פחמן</p>	<p>מחזור הפחמן בטבע</p>	<p>נושאים ומושגים מרכזיים</p>
<p>צורות אלטרופיות של פחמן - יהלום, גרפיט, גרפן ופולרנים - הבדלים וייצוג במודלים שונים, היערכות אלקטרוני הערכיות סביב אטום הפחמן, היערכות מרחבית סביב אטום הפחמן - טטראדר</p>	<p>הפחמן - יסוד אחד וכל כך מיוחד</p>	
<p>קבוצות פונקציונליות בתרכובות פחמן, איזומריה, תהליך מסיסות אתנול במים, מגוון פחמימנים בנפט גולמי, ניסוח תגובות שריפה של פחמימנים</p>	<p>תרכובות הפחמן</p>	
<p>מבנה טריגליצריד וחומצות שומן, סוגי שומנים, מבנה כימי של גלוקוז ופרוקטוז, סוגי מבנה שונים של רב-סוכרים (תאית ועמילן), מבנה חומצות אמיניות</p>	<p>תרכובות פחמן במזון</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • ניתוח מידע מסרטונים ואנימציות • ניתוח מקומו של אטום הפחמן במערכה המחזורית • מעברים בין צורות ייצוג מולקולרי: נוסחה כימית, נוסחת מבנה ומודל • הבחנה בין איזומרים • זיהוי קבוצות פונקציונליות בשומנים, פחמימות וחומצות אמיניות 	<p>מיומנויות מרכזיות</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • ניתוח מידע מהאינטרנט של חברת LifeGem בנושא שימוש ביהלומים להנצחת מתים • ניתוח סרטונים ואנימציות של גרפן, פולרן וצורות אלטרופיות נוספות של פחמן • פעילות עם בלונים - הדמיה של מבנה מרחבי: טטראדר סביב אטום פחמן • פעילות עם מודלים - בניית מולקולות פשוטות באמצעות מודלים מסוג כדור-מקל • ניסויי חקר: מסיסות אתנול במים, נר לי דקיק • פעילות מתוקשבת: חוקרים נפט ברשת • חקר אירוע: כתמי נפט בים • חקר רשת: פירמידת המזון, כולסטרול - טוב או רע?, ממתקים מלאכותיים, סוכר במזון 	<p>פעילויות ייחודיות</p>	

מבוא – יהלום וגרפיט

בפעילות הפתיחה בשיעור המקוון יש לקבל הצעות שונות מהתלמידים בלי לאשרן או לפסול אותן, להציג את הרמז ולאחר מכן את טקסט המידע. במילוי הטבלה: יש לגרור את המילים למקומות המתאימים בטבלה על פי הצעות התלמידים.

פסק למן לחשיבה ולתראות – יהלום לצוות גרפיט

איך ייתכן ששני חומרים הבנויים מאטומים של פחמן יהיו כה שונים זה מזה בתכונותיהם הפיזיקליות? איך ייתכן שהיהלום נוצץ, שקוף, היקר והקשה מכל החומרים ואינו מוליך חשמל, וזהה בהרכבו לגרפיט שחור, רך ומוליך חשמל?

מטרת שאלות אלו הן לעורר חשיבה אצל התלמידים, מומלץ לקבל הצעות שונות ולבסוף להגיע לכך שהתשובה טמונה בסידור האטומים של הפחמן ובקשרים ביניהם.

חושבים כימיה – רמות הבנה בכימיה

טבעת היהלום והעיפרון הם מוצרים המוכרים לנו מחיי היומיום ומכילים את החומרים יהלום וגרפיט בהתאמה. התכונות הפיזיקליות של היהלום והגרפיט, כמוצג בטבלה במסך הקודם, הן תכונות השייכות לרמה המקרוסקופית של החומרים, ואפשר לקלוט אותן באמצעות החושים (לראות, להריח למשש וכדומה). תכונות אלה הן ביטוי של "העולם הפנימי" של החומרים, הקרוי הרמה המיקרוסקופית, ואליו שייכים החלקיקים שמהם בנויים החומרים, הסידור המרחבי שלהם והקשרים ביניהם. תיאור החומרים והחלקיקים המרכיבים אותם מוצג ברמת הסמל, שבה מוצגים הנוסחאות והמודלים.

לחיצה על המילים המסומנות בקו תחתון מביאה לקישור ובו הגדרת המושג. מומלץ מאוד להביא לשיעור גם מודלים קשיחים של יהלום וגרפיט ולהעבירם בין התלמידים.

צורות אלטרופיות נפוצות של פחמן

שאלות לדיון – סריג יהלום וסריג גרפיט

צפו בסרטון המציג את סריג הגרפיט.

שאלה לדיון: מה הם מאפייניו של סריג זה?

הסריג בנוי מאטומי פחמן בלבד הנמצאים בתנועה מתמדת (ויברציה), בנוי משכבות של אטומים – מבנה דו-ממדי של שכבות. כל אטום פחמן קשור לשלושה אטומי פחמן נוספים.

צפו **בסרטון ובסרטון נוסף** המציגים את סריג אטומי הפחמן ביהלום.
הסרטונים קצרים מאוד. בסרטון השני רואים צורות ייצוג שונות למודל סריג של יהלום. חשוב להדגיש כי בסרטונים אלה אין רואים את הדינמיות של האטומים (כמו שרואים בסרטון על הגרפיט).
מה הם מאפייניו של סריג זה?
כל אטום פחמן קשור לארבעה אטומי פחמן נוספים, מבנה תלת-ממדי של אטומים, מבנה משושה מרחבי.
מסקנה: הרכב החומר (ברמה המיקרוסקופית) משפיע בצורה משמעותית על תכונות החומר ברמה המאקרוסקופית.

פסק למן לחשיבה ולתראות - יהלום וגרפיט - מטלה א' ו- ב'



המטלות הן לעבודת בית, אך אפשר ורצוי להתחיל את המטלות בכיתה.

מטלה א': יהלום וגרפיט

צפיתם בסריג אטומי הפחמן ביהלום ובגרפיט. הכינו טבלת השוואה בין היהלום לגרפיט ברמה המיקרוסקופית. חשבו על שלושה קריטריונים להשוואה זו. **קריטריונים אפשריים הם: סוגי הקשרים, מספר אטומי הפחמן הקשורים לכל אטום פחמן בסריג, מבנה מרחבי.**

מטלה ב': יהלום וגרפיט

1. בתחילת שנות האלפיים יצאה חברת LifeGem בפרסום דרך חדשה להנצחת אנשים שהלכו לעולמם: הפיכת שרידיהם ליהלום. בבסיס הרעיון עומדת ההנחה כי אם גם בני אדם וגם יהלומים עשויים מפחמן, אפשר לייצר יהלומים מבני אדם.

א. מהו העיקרון הכימי הטמון בהנחה זו? העיקרון הכימי הוא שאטומים אינם משתנים במהלך תגובה כימית. ההבדל בין המגיבים לתוצרים הוא בצירופי האטומים ובסוג הקשרים בין האטומים.

התהליכים המעורבים בתהליך יצירת היהלומים על פי חברת LifeGem הם:

- שריפת הגופה בסביבה דלת חמצן כדי להפיק אפר עשיר בפחמן;
- חימום האפר עד לטמפרטורה של 5,400 מעלות צלזיוס, ההופכת את הפחמן באפר לגרפיט;
- חימום הגרפיט עד לטמפרטורה גבוהה מאוד והפעלת לחץ עצום (פי 50,000 מלחץ אטמוספרי) במשך שבעה עד עשרה ימים;
- הפיכת הגרפיט ליהלום באמצעות גיבוש סביב גרעין גיבוש של יהלום זעיר (פעולה המסייעת להתחיל את תהליך הגיבוש);
- קבלת יהלום כחול, ורוד, צהוב או ירוק.

ב. נסחו שתי שאלות שהייתם שואלים את החוקרים בחברה על התהליכים שפירטה. מומלץ לרשום על הלוח את שאלות התלמידים ולכוונם להעלות שאלות המנוסחות בצורה ברורה וממוקדת אשר עשויה לתרום להבנת התהליך מעבר למידע הנתון. לדוגמה: איך משיגים סביבה דלה בחמצן? האם מדובר באחוזי חמצן נמוכים מאלה הנמצאים באוויר?

ג. הביעו דעתכם: האם אתם בעד פעילות חברה זו או נגדה? הביאו טיעונים בעד ונגד ונמקו אותם. גם כאן מומלץ לרשום את הטענות על הלוח בשתי עמודות. לכל טיעון יש להוסיף נימוק/ים המחזקים אותו ונימוק/ים המציגים חסרונות שלו. חשוב להדגיש כי תהליך קבלת החלטה מתבצע כאשר קיימות חלופות מספר, והבחירה בהחלטה מסתמכת על מודעות ליתרונות ולחסרונות של ההחלטה תוך קבלת אחריות עליה.

ד. הרחבה: היכנסו [לאתר חברת LifeGem](#) באנגליה והביעו דעה באשר לדרך שבה החברה מפרסמת את מוצריה, להבטחתיה ולעלויות.

צורות אלטרופיות נוספות של פחמן – משימה



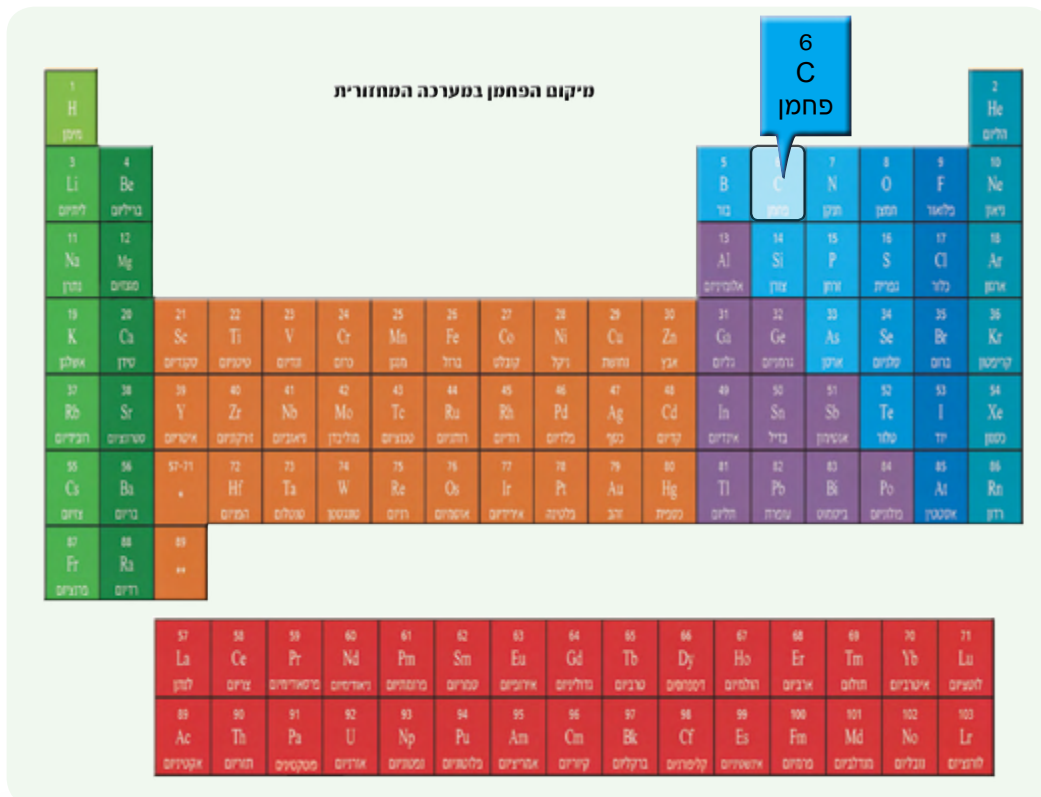
משימה זו מתאימה לעבודת בית ולאחריה יערך דיון קצר בכיתה. אפשרות אחרת היא לתת את המשימה לפעילות בכיתה ולהקרין את הסרטונים במהלך השיעור.

ייחודו של אטום הפחמן



פסק למן לחשיבה ולתראות – מיקום הפחמן בטבלת המחזורית

באיור הבא מוצג מיקומו של אטום הפחמן במערכת המחזורית.



הערה כללית: בשאלות מסוג רב-ברירה חשוב להתעכב על התשובה הנכונה ולתת דוגמה לתרכובת מתאימה.

1. באיזו שורה ובאיזה טור נמצא הפחמן במערכה המחזורית? מה אפשר ללמוד עליו ממיקום זה? שורה שניה, טור 4. המשמעות היא שאטום פחמן יכול לשתף 4 אלקטרונים ברמת האנרגיה הגבוהה שלו עם אטומים אחרים.

2. הפחמן מסוגל ליצור ארבעה קשרים קוולנטיים עם אטומי פחמן נוספים או עם אטומים אחרים. הקשרים הקוולנטיים האלה יכולים להיות בודדים, כפולים או משולשים.

א. מדוע יוצר הפחמן ארבעה קשרים?

I. כי הוא יסוד אל-מתכתי

II. כי הוא יסוד מתכתי

III. כי הוא נמצא בשורה השנייה במערכה המחזורית

IV. כי יש לו ארבעה אלקטרונים ברמת הערכיות

ב. כמה אטומים יהיו סביב אטום פחמן היוצר ארבעה קשרים קוולנטיים בודדים?
I. אחד II. שניים III. ארבעה IV. אי אפשר לקבוע ללא הסתכלות על המולקולה.
הסבירו את בחירתכם. כל קשר בודד משמעו זוג אלקטרונים משותף בין אטום הפחמן ואטום נוסף, ולכן 4 קשרים בודדים ייווצרו עם 4 אטומים (זהים או שונים).

ג. כמה אטומים יהיו סביב אטום פחמן היוצר שני קשרים קוולנטיים כפולים?
I. אחד II. שניים III. ארבעה IV. אי אפשר לקבוע ללא הסתכלות על המולקולה.
הסבירו את בחירתכם. כל קשר כפול משמעו שני זוגות אלקטרונים משותפים בין אטום הפחמן ואטום נוסף, ולכן 2 קשרים כפולים ייווצרו עם 2 אטומים (זהים או שונים).

ד. כמה אטומים יהיו סביב אטום פחמן היוצר קשר משולש אחד וקשר קוולנטי בודד אחד?
אחד II. שניים III. ארבעה IV. אי אפשר לקבוע ללא הסתכלות על המולקולה.
הסבירו את בחירתכם. קשר משולש משמעו שלושה זוגות אלקטרונים משותפים בין אטום הפחמן ואטום נוסף. קשר בודד משמעו זוג אלקטרונים משותף בין אטום הפחמן לבין אטום נוסף. לכן יהיו שני אטומים סביב אטום הפחמן היוצר קשר כפול וקשר משולש.

ה. לא קיימת מולקולה המכילה שני אטומי פחמן בלבד. מדוע, לדעתכם?

I. מולקולה בעלת שני אטומים אינה יציבה.

II. קשר קוולנטי מרובע בין שני אטומי פחמן אינו יציב.

III. מיקומו של אטום הפחמן במערכה המחזורית אינו מאפשר זאת.

IV. תכונות הפחמן אינן מתאימות למבנה כזה.

הסבירו את בחירתכם.

משימה כיתתית – פעילות עם בלונים

חשוב להביא בלונים לשיעור, לאפשר לתלמידים לקשור את הבלונים (בקבוצות או כהדגמה), ולקבל את המבנה המרחבי – טטראדר, המייצג את הקשרים סביב אטום הפחמן.

מקוונים לכימיה

ללמוד מהיסוד

פרק הפתח ותרכובותיו - מחזור הפתח בטבע

מדריך למורה

פיתוח: ד"ר אורית הרשקוביץ
ראש הפרויקט: פרופ' יהודית דורי
צוות יישום בשטח:
חגית רפאלי-משקין
גבי שוורץ

הטכניון, המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה קבוצת הכימיה

ב
5
D

פחמן
6
C

זנקו
7
N

עריכת לשון ומגדר: שלומית ברנע

עיצוב וגרפיקה: נועם שושן

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני אחר כל חלק שהוא מהחומר בספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

©

כל הזכויות שמורות להוצאת ספרים יסוד
רחוב החופר 34 חולון טל' 03-5587990
נדפס בישראל תשע"ה 2015

מיפוי הפרק כולו

<ul style="list-style-type: none"> • הכרת מקומו של הפחמן במחזור הפחמן בטבע • הכרת ייחודיות אטום הפחמן מבחינה כימית – צורות אלטרופיות של פחמן (גרפיט, יהלום, גרפן, פולרנים) • הכרת מיקומו של הפחמן במערכה המחזורית והיערכות המרחבית סביב אטום הפחמן • היכרות עם המגוון הרחב של תרכובות הפחמן, תופעת האיזומריה ועקרונות צורות הייצוג של תרכובות אלו • הבנת מסיסות אתאנול במים • הכרת תגובות שריפה של פחמימנים • היכרות עם תרכובות הפחמן במזון – שומנים, פחמימות וחלבונים – מבנה כימי והיבטים תזונתיים 	<p>מטרות</p>		
<p>מחזוריות בטבע תהליכים פולטי פחמן לאוויר ותהליכים קולטי פחמן</p>	<p>מחזור הפחמן בטבע</p>	<p>נושאים ומושגים מרכזיים</p>	
<p>צורות אלטרופיות של פחמן – יהלום, גרפיט, גרפן ופולרנים – הבדלים וייצוג במודלים שונים, היערכות אלקטרוני הערכיות סביב אטום הפחמן, היערכות מרחבית סביב אטום הפחמן – טטראדר</p>	<p>הפחמן – יסוד אחד וכל כך מיוחד</p>		
<p>קבוצות פונקציונליות בתרכובות פחמן, איזומריה, תהליך מסיסות אתנול במים, מגוון פחמימנים בנפט גולמי, ניסוח תגובות שריפה של פחמימנים</p>	<p>תרכובות הפחמן</p>		
<p>מבנה טריגליצריד וחומצות שומן, סוגי שומנים, מבנה כימי של גלוקוז ופרוקטוז, סוגי מבנה שונים של רב-סוכרים (תאית ועמילן), מבנה חומצות אמיניות</p>	<p>תרכובות פחמן במזון</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • ניתוח מידע מסרטונים ואנימציות • ניתוח מקומו של אטום הפחמן במערכה המחזורית • מעברים בין צורות ייצוג מולקולרי: נוסחה כימית, נוסחת מבנה ומודל • הבחנה בין איזומרים • זיהוי קבוצות פונקציונליות בשומנים, פחמימות וחומצות אמיניות 			<p>מיומנויות מרכזיות</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ניתוח מידע מהאינטרנט של חברת LifeGem בנושא שימוש ביהלומים להנצחת מתים • ניתוח סרטונים ואנימציות של גרפן, פולרן וצורות אלטרופיות נוספות של פחמן • פעילות עם בלונים – הדמיה של מבנה מרחבי: טטראדר סביב אטום פחמן • פעילות עם מודלים – בניית מולקולות פשוטות באמצעות מודלים מסוג כדור-מקל • ניסויי חקר: מסיסות אתנול במים, נר לי דקי • פעילות מתוקשבת: חוקרים נפט ברשת • חקר אירוע: כתמי נפט בים • חקר רשת: פירמידת המזון, כולסטרול – טוב או רע?, ממתקים מלאכותיים, סוכר במזון 			<p>פעילויות ייחודיות</p>



פסק למן לחשיבה ולתראול – מחזור הפחמן בטבע – משימה



צפייה בסרטון "לעקוב אחרי מחזור הפחמן"

הפעילות נמצאת במערכת, אך מומלץ לצפות בסרטון בכיתה עם התלמידים. אורכו של הסרטון כחמש וחצי דקות והוא מלווה בכתוביות בעברית. הוא מכיל מידע רב – ייתכן שכדאי להקרינו פעמיים כדי שהתלמידים יספיקו לענות על השאלות בהמשך. צפו בסרטון "לעקוב אחרי מחזור הפחמן" המופיע [בקיזור](#) וענו על השאלות הבאות (מומלץ לענות כבר במהלך הצפייה בסרטון):

1. א. אילו תהליכים השייכים למחזור הפחמן בטבע מוזכרים בסרטון?
ב. איזה שינוי חל בכל תהליך – כימי או פיזיקלי? הסבירו כיצד קבעתם זאת.
2. כיצד מתקשר מחזור הפחמן ביבשה למחזור הפחמן בים?
3. מהי הסכנה במסיסות גבוהה של CO₂ במים?
4. בסרטון מוצג קשר בין מחזור הפחמן לשינויים אקלימיים בכדור הארץ. מהו קשר זה?
5. מדוע השינויים שעוברות תרכובות הפחמן בטבע נקראים "מחזור הפחמן"?

פסק למן לחשיבה ולתראול – «סיפור» של אטום הפחמן – משימה חלק א' ו-ב'

המשימה מומלצת לביצוע בזוגות.

בקטע הבא מוצג "סיפור" של אטום פחמן. קראו עד סוף חלק א' או את כל הקטע, וענו על השאלות בהמשך.

פחמן

מעובד מתוך פרק בספר "הטבלה המחזורית" מאת פרימו לוי, הוצאת הקיבוץ המאוחד, 2002

חלק א'

מאות מיליוני שנים שוכב לו גיבורנו, אטום פחמן, קשור לשלושה אטומי חמצן ולאטום סידן, בצורת סלע גיר. הסלע, שהאטום אָצור (שמור) בו, מונח קרוב לפני השטח, בהישג ידו של האדם. ברגע כלשהו, למשל ב-1840, עקרה את הסלע מכת מעדר ושילחה אותו לדרכו אל משרפת הסייד. הוא נצלה עד שנפרד מהסידן ויצא דרך הארובה, נאחז עדיין בשניים מחבריו החמצנים, ופנה אל האוויר.

הוא נתפס ברוח, הופל לקרקע, ננשם לקרבו של בז, נסחף אל ריאותיו ונפלט. שלוש פעמים נמס במי ים, פעם אחד במי מפל שוטף, ושוב גורש. שמונה שנים נדד עם הרוח: פעם גבוה, פעם נמוך, מעל הים

ובין עננים, מעל יערות, מדבריות ומרחבי קרח; עד אשר נפל טרף להרפתקה האורגנית.

האטום שלנו, מלואה בשני חבריו המשמרים אותו במצב גזי, נישא ברוח בשנת 1848 לאורך שורת גפנים. התמזל מזלו והוא התחכך בעלָה, חדר אליו וקובע שם על ידי קרן שמש: אטום הפחמן שלנו חודר לעלה, נצמד למולקולה גדולה שמפעילה אותו, ובו בזמן קולט נצנוץ של אלומת אור שמש. בן רגע הוא נפרד מהחמצן שלו, ולבסוף משתבץ בשרשרת, ארוכה או קצרה - שרשרת החיים. כל זה מתרחש חיש מהר, בדממה, בלחץ ובטמפרטורה של האטמוספירה, ובחינם.

כעת האטום שלנו מקושר לחמישה בני לווייה, אטומים זהים שרק הסיפור מאפשר להבחין ביניהם. כעת הוא חלק במולקולה של גלוקוזה (סוכר ענבים). הוא נודד מן העלה אל אשכול ענבים כמעט בשל. ההמשך הוא עניין לַיִנְנִים (אנשים שמקצועם הוא ייצור יינות): אותנו מעניין שבזמן ייצור היין חמק האטום שלנו מן התסיסה הכהלית (ייצור אלכוהול מסוכר), וכך הגיע ליין בלי לשנות את טבעו.

היין נועד לשתייה, והגלוקוזה נועדה להתחמצן. אך היא לא התחמצנה מיד. השותה אצר אותה בכבדו למשך שבוע, כעתודה לצורך מאמץ פתאומי. מאמץ כזה הוא נאלץ לעשות ביום א' הבא, עת רדף אחרי סוס בורח. תוך שניות ספורות נסחפה הגלוקוזה בזרם הדם עד לשריר הירך, ושם נקטעה לשתי מולקולות של חומצת חלב (שהצטברותה גורמת לכאבים של "כיווצי שרירים"). רק כעבור דקות אחדות יכלו הריאות המתנשמות לספק את החמצן הדרוש כדי לחמצן אותה. מולקולה חדשה של פחמן דו-חמצני חזרה אל האטמוספירה. וכך חלקיק אנרגיה שהשמש העניקה לגפן עובר ממצב של אנרגייה כימית לאנרגייה מכנית, וממנו למצב של חום עצל המחמם את דמו של הרץ ואת האוויר המתנועע סביבו.

חלק ב' (לא חובה)

האטום שלנו חזר להיות פחמן דו-חמצני ברוח הנוודדת למרחקים: מעל ההרים, מעל יוון, הים האגאי וקפריסין.

אנו מעל לבנון, ושוב חוזר המחול. האטום שאנו עוסקים בו לכוד בתוך מבנה שצפוי להחזיק זמן רב - גזעו של ארז עתיק, אחד האחרונים. הוא שב ועבר את השלבים שכבר תיארנו, והגלוקוזה שייכת, כמו חרוז במחרוזת, לשרשרת ארוכה של תאית. נוכל לדבר על מאות שנים, משום שהארז הוא עץ מאריך ימים, אך נאמר כי כעבור עשרים שנה (אנחנו ב-1868) מתעניינת בו תולעת עצים. היא קדחה את מחילתה בין הגזע לקליפה, בגרגרנות העיקשת והעיוורת של בני מינה, ושם היא בלעה ושיבצה בתוכה את גיבור סיפורנו. אחר-כך הייתה לגולם, ובבוא האביב הפך הגולם לפרפר אפור ומכוער המתייבש עתה בשמש. באחת מאלף עיני החרק נמצא האטום שלנו, תורם את חלקו לראייה המוגבלת שבזכותה החרק מתמצא בחלל. החרק מופרה, מטיל את ביציו ומת. הגווייה הקטנה נחה לה בסבך החורש, מרוקנת מנוזליה, אך מות האטומים, בניגוד למותנו שלנו, לעולם אינו בלתי הפיך. זוהי שעתם של קברני החורש, המיקרואורגניזמים של הרקבובית. השריון מתפורר לאָטו, והשתיין לשעבר, ארז לשעבר, תולעת לשעבר, מצמיח כנפיים מחדש.

נניח לו לעוף מסביב לעולם שלוש פעמים, עד 1960 (כדי להצדיק פרק זמן כזה אומרים שכל אטום פחמן שלא התקבע בחומרים יציבים כמו אבן, פחם או פלסטיק חוזר ומשתלב אחת למאתיים שנה לערך במחזור החיים דרך פתחה הצר של הפוטוסינתזה). עכשיו הוא שוב בינינו, בתוך כוס חלב. הוא משובץ בתוך שרשרת ארוכה ומורכבת. הוא נבלע. והנה, האחד שבו אנו עוסקים עובר את סף המעיים ונכנס למחזור הדם. הוא נודד, מתדפק על דלתו של תא עצבי. תא זה שייך למוח, וזה מוחי, והתא הזה, ובו האטום הזה, מופקד על כתיבתי. וברגע זה ממש הוא גורם לידי שתרוץ על הנייר, תסמן אותו בסלסולים שהם סימנים, ועכשיו הוא מוליך יד זו שלי להטביע בנייר נקודה. הנה זו.

שאלות

1. בקטע מופיעים המשפטים: "...נאחז עדיין בשניים מחבריו החמצנים" (בסוף הפסקה הראשונה). ו"האטום שלנו, מלאה בשני חבריו המשמרים אותו במצב גזי..." על איזה חומר מדובר? **פחמן דו-חמצני CO₂**
2. בקטע מתואר תהליך שבו פחמן דו-חמצני מהאטמוספירה הופך לסוכר (גלוקוזה) בעלים של צמח.
 - א. מהו שם התהליך? **פוטוסינתזה**
 - ב. כיצד מתואר התהליך בקטע? העתיקו את המשפטים המתאימים. **האטום שלנו, מלאה בשני חבריו המשמרים אותו במצב גזי, נישא ברוח בשנת 1848 לאורך שורת גפנים. התמזל מזלו והוא התחכך בעלה, חדר אליו וקובע שם על ידי קרן שמש: אטום הפחמן שלנו חודר לעלה, נצמד למולקולה גדולה שמפעילה אותו, ובו בזמן קולט נצנוץ של אלומת אור שמש. בן רגע הוא נפרד מהחמצן שלו, ולבסוף משתבץ בשרשרת, ארוכה או קצרה - שרשרת החיים.**
 - ג. מה הם המגיבים ומה הם התוצרים של התהליך? **מגיבים: פחמן דו-חמצני ומים. תוצרים: סוכר וחמצן. התהליך מתרחש בנוכחות אור.**
3. בקטע מתואר תהליך שבו גלוקוזה משמשת להפקת אנרגיה בשרירים.
 - א. כיצד נקרא התהליך? **גליקוליזה**
 - ב. התיאור שהופיע בקטע מסביר את הכאבים בשרירים אחרי פעילות גופנית חריגה. כיצד? **במצב של חוסר חמצן בדם (בזמן פעילות גופנית נמרצת) מתפרקות מולקולות גלוקוז למולקולות של חומצה לקטית (חומצת חלב), והצטברות של חומצה זו בתאי השריר גורמת לכאבי שרירים ולהתכווציות.**
4. קראו שוב את הקטע וסמנו בו תחנות שונות שעובר אטום הפחמן. אתרו לפחות חמש תחנות, כולל אלה שהוזכרו בשאלות הקודמות, והשלימו את הטבלה (בשני חלקי המידע יש יותר מעשר תחנות).

התחנה	התהליך שעבר האטום (שם/ ניסוח כימי/תיאור קצר)	סוג התהליך (כימי / פיזיקלי)	הערות

5. צרו תצוגה גרפית (איור, תרשים, מצגת, סרטון) והציגו בה חמש תחנות ממסלול הפחמן שהופיעו בפרק. התצוגה צריכה לכלול את שמות התחנות, תיאור שלהן (מילולי או גרפי), שם התהליך ותיאור קצר שלו (מילולי או כימי).



מקוונים לכימיה

ללמוד מהיסוד

פרק הפחמן ותרכובותיו - תרכובות הפחמן
מדריך למורה

פיתוח: ד"ר אורית הרשקוביץ
ראש הפרויקט: פרופ' יהודית דורי
צוות יישום בשטח:
חגית רפאלי-משקין
גבי שוורץ

הטכניון, המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה קבוצת הכימיה

בוח
5
D

פחמן
6
C

זנקו
7
N

עריכת לשון ומגדר: שלומית ברנע

עיצוב וגרפיקה: נועם שושן

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע,
לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני,
אופטי או מכני אחר כל חלק שהוא מהחומר בספר זה.
שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה
אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמו"ל.

©

כל הזכויות שמורות להוצאת ספרים יסוד
רחוב החופר 34 חולון טל' 03-5587990
נדפס בישראל תשע"ה 2015

מיפוי הפרק כולו

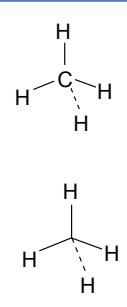
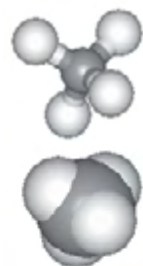
<ul style="list-style-type: none"> • הכרת מקומו של הפחמן במחזור הפחמן בטבע • הכרת ייחודיות אטום הפחמן מבחינה כימית - צורות אלטרופיות של פחמן (גרפיט, יהלום, גרפן, פולרנים) • הכרת מיקומו של הפחמן במערכה המחזורית וההיערכות המרחבית סביב אטום הפחמן • היכרות עם המגוון הרחב של תרכובות הפחמן, תופעת האיזומריה ועקרונות צורות הייצוג של תרכובות אלו • הבנת מסיסות אתאנול במים • הכרת תגובות שריפה של פחמימנים • היכרות עם תרכובות הפחמן במזון - שומנים, פחמימות וחלבונים - מבנה כימי והיבטים תזונתיים 	<p>מטרות</p>	
<p>מחזוריות בטבע תהליכים פולטי פחמן לאוויר ותהליכים קולטי פחמן</p>	<p>מחזור הפחמן בטבע</p>	
<p>צורות אלטרופיות של פחמן - יהלום, גרפיט, גרפן ופולרנים - הבדלים וייצוג במודלים שונים, היערכות אלקטרוני הערכיות סביב אטום הפחמן, היערכות מרחבית סביב אטום הפחמן - טטראדר</p>	<p>הפחמן - יסוד אחד וכל כך מיוחד</p>	
<p>קבוצות פונקציונליות בתרכובות פחמן, איזומריה, תהליך מסיסות אתנול במים, מגוון פחמימנים בנפט גולמי, ניסוח תגובות שריפה של פחמימנים</p>	<p>תרכובות הפחמן</p>	
<p>מבנה טריגליצריד וחומצות שומן, סוגי שומנים, מבנה כימי של גלוקוז ופרוקטוז, סוגי מבנה שונים של רב-סוכרים (תאית ועמילן), מבנה חומצות אמיניות</p>	<p>תרכובות פחמן במזון</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • ניתוח מידע מסרטונים ואנימציות • ניתוח מקומו של אטום הפחמן במערכה המחזורית • מעברים בין צורות ייצוג מולקולרי: נוסחה כימית, נוסחת מבנה ומודל • הבחנה בין איזומרים • זיהוי קבוצות פונקציונליות בשומנים, פחמימות וחומצות אמיניות 		<p>מיומנויות מרכזיות</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ניתוח מידע מהאינטרנט של חברת LifeGem בנושא שימוש ביהלומים להנצחת מתים • ניתוח סרטונים ואנימציות של גרפן, פולרן וצורות אלטרופיות נוספות של פחמן • פעילות עם בלונים - הדמיה של מבנה מרחבי: טטראדר סביב אטום פחמן • פעילות עם מודלים - בניית מולקולות פשוטות באמצעות מודלים מסוג כדור-מקל • ניסויי חקר: מסיסות אתנול במים, נר לי דקיק • פעילות מתוקשבת: חוקרים נפט ברשת • חקר אירוע: כתמי נפט בים • חקר רשת: פירמידת המזון, כולסטרול - טוב או רע?, ממתקים מלאכותיים, סוכר במזון 		<p>פעילויות ייחודיות</p>

צורות ייצוג של תרכובות הפחמן

ספק למן לחשיכה ולתראול - צורות ייצוג של מולקולות מתאן

יש לאפשר לתלמידים להגיע ללוח ולסמן בתבנית הלבנה את תשובתם, ואז ללחוץ על התשובה שתופיע בצד ולאחר מכן על ההרחבה. הטבלה הבאה מסכמת את הפעילות הכיתתית.

צורות ייצוג של מולקולת מתאן

שם צורת הייצוג	ייצוג	מידע שניתן לקבל מהייצוג	הערות
שם החומר	פחמן מימני	שמות האטומים המשתתפים במולקולה: פחמן ומימן	מולקולה זו שייכת לסדרה של תרכובות פחממניות, והשם מתאן הוא שם היסטורי שניתן לה. עדיין נהוג להשתמש בשם זה אף על פי שהונהג רישום שמות שיטתי לפי IUPAC.
נוסחה כימית	CH ₄	שמות האטומים במולקולה ומספרם (אטום פחמן אחד וארבעה אטומי מימן)	קרויה גם נוסחה מולקולרית
נוסחת מבנה		שמות האטומים במולקולה, מספרם והסידור המרחבי שלהם	<p>נוסחת מבנה מלאה המכילה את סמלי כל היסודות במולקולה</p> <p>נוסחת מבנה שמוציגים בה אטומי המימן, אך אטומי הפחמן (במקרה זה אטום אחד מרכזי) אינם מוצגים. מוסכם כי מפגש של קווים, המייצגים קשרים קוולנטיים, משמעו אטום פחמן.</p>
<p>מודל כדור-מקל</p> <p>מודל ממלא מרחב</p>		מבנה מרחבי של המולקולה ויחס בין גודלי האטומים*	<p>כדורים בצבעים שונים ובגדלים שונים מייצגים את האטומים השונים.</p> <p>כדור שחור: אטום פחמן כדור לבן: אטום מימן</p>

מומלץ להתעכב על הייצוגים של המודלים ומגבלותיהם:

חשוב לציין כי הכדורים המייצגים את האטומים השונים במודל הם בעלי צבע וגודל שונה, אך מדובר במודל כללי בלבד. הצבעים נועדו רק כדי לייצג אטומים שונים; לאטומים אין צבעים.

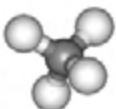
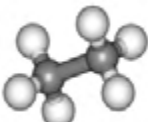
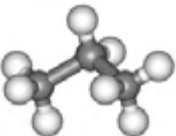
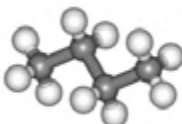
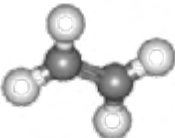
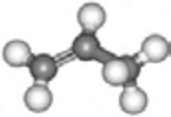
כמו כן, גודלי הכדורים השונים מייצגים באופן כללי הבדל בין גודלי אטומים, אך אינם מייצגים כלל את היחס האמיתי בין גודלי האטומים. גם המרחקים בין האטומים אינם מייצגים את יחסי המרחקים האמיתיים בין האטומים (ארכי הקשרים הקוולנטיים).

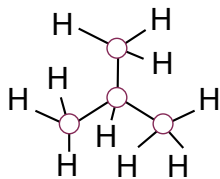
פחמימנים

פסק לאן לחשיבה ולתראות

פעילות כיתתית עם מודלים מפלסטיק מומלץ לבנות את המודלים עם התלמידים, למלא את הטבלה על הלוח בעזרת התלמידים, ורק אז לחשוף את התשובה.

1. לרשותכם ערכה לבניית מודלים מסוג "כדור-מקל". בנו את המולקולות המתוארות בטבלה והשלימו בה את החסר.

סוג הקשרים במולקולה ומספרם	ציור מודל המולקולה	מספר אטומי מימן	מספר אטומי פחמן	שם החומר	נוסחה כימית
ארבעה קשרי C-H		4	1	מתאן	CH ₄
קשר אחד C-C 6 קשרי C-H		6	2	אתאן	C ₂ H ₆
שני קשרי C-C 8 קשרי C-H		8	3	פרופאן	C ₃ H ₈
שלושה קשרי C-C 10 קשרי C-H		10	4	בוטאן	C ₄ H ₁₀
קשר אחד C=C 4 קשרי C-H		4	2	אתן	C ₂ H ₄
קשר אחד C-C, קשר אחד C=C 6 קשרי C-H		6	3	פרופן	C ₃ H ₆



2. המולקולה C_4H_{10} שבניתם היא בעלת שרשרת "ישרה". נסו לבנות את המולקולה במבנה המסועף המוצג להלן.
 א. זהו את אטומי הפחמן בנוסחת המבנה המסועפת וסמנו אותם.

ב. כמה קשרי C-C וכמה קשרי C-H קיימים במבנה זה? סמנו בצבע שונה כל אחד מסוגי קשרים אלה.

3 קשרי C-C ו- 10 קשרי C-H

חשוב להסביר כי צומת הקווים בציור מייצג אטום פחמן.

ג. במה שונה המבנה של מולקולה מסועפת זו ממבנה המולקולה הישרה שבניתם?
 דומה: 4 אטומי פחמן ועשרה אטומי מימן. שונה: סידור האטומים במרחב.

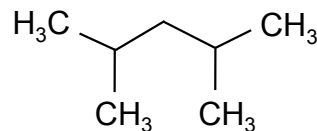
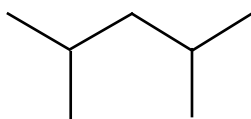
ד. תארו מה עליכם לעשות כדי לעבור ממבנה מסועף זה למבנה הישר שבניתם לפני כן.
 יש לנתק קשר C-C וליצור קשר חדש.

יש לנתק את הקשר בין אטום הפחמן המרכזי בשרשרת ובין אטום פחמן סמוך לו וליצור קשר חדש בין אטום הפחמן שנותק לאחד מאטומי הפחמן שבקצה השרשרת.

תופעת האיזומריה

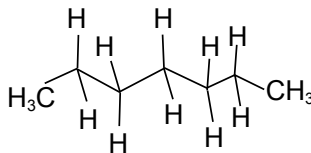
פסק למן לחשיבה ולתראות - מכינים בין אילומרים

1. לפניכם נוסחת מבנה של מולקולת אלקאן בעלת מבנה מסועף המוצגת בשתי צורות ייצוג:

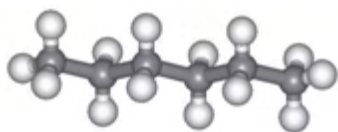


ציירו נוסחת מבנה של איזומר בעל שרשרת ישרה המתאים למולקולה זו.

תשובה:



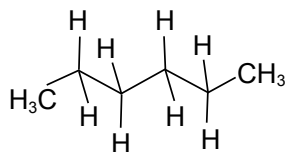
הנוסחה המולקולרית: C_7H_{16}



2. לפניכם מודל של אלקאן בעל שרשרת ישרה.

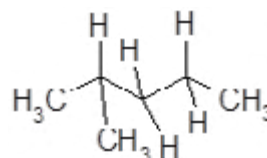
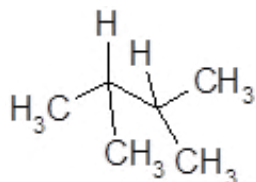
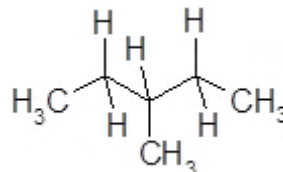
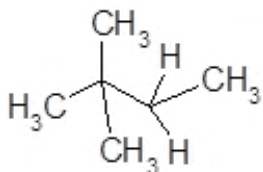
א. ציירו נוסחת מבנה לאלקאן זה.

תשובה:



ב. ציירו אפשרות אחת לאיזומר מסועף לאלקאן זה.

תשובה: למולקולה זו 4 איזומרים מסועפים אפשריים.



ג. הסבירו כיצד קבעתם כי נוסחת המבנה שציירתם בסעיף ב' היא איזומר של האלקאן שציירתם בסעיף א'. מומלץ למספר את אטומי הפחמן בשלד הפחמני כדי להסביר לתלמידים מדוע לא ייתכנו איזומרים נוספים, וכן כדי להסביר את השונות בין האיזומרים.

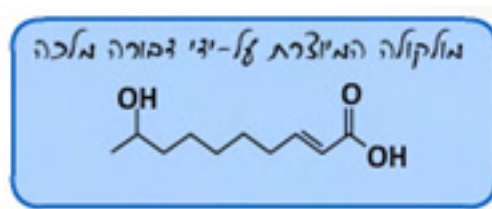
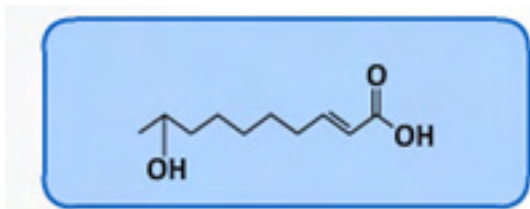
3. לפניכם שתי נוסחאות מבנה המייצגות חומרים המיוצרים על-ידי דבורים: האחת על-ידי דבורה מלכה, והאחרת על-ידי דבורה פועלת.

מולקולה המיוצרת על ידי דבורה פועלת	מולקולה המיוצרת על ידי דבורה מלכה

א. האם מולקולות אלה הן איזומרים? נמקו.

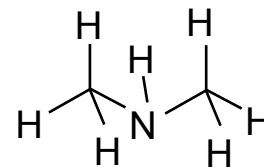
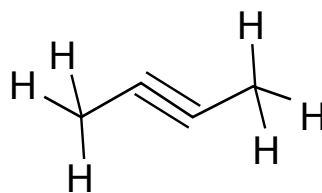
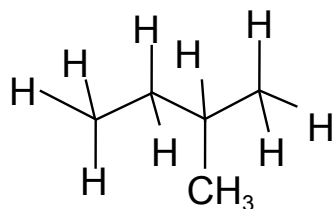
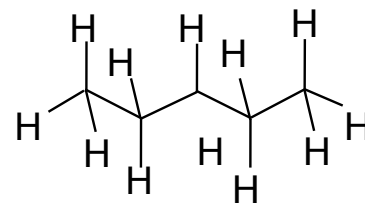
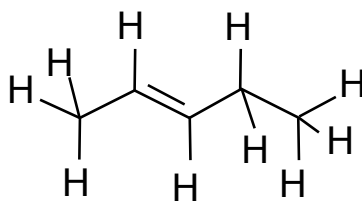
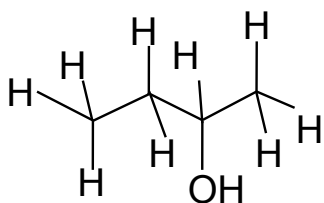
תשובה: שתי המולקולות הן איזומרים. הן מכילות אותו סוג ומספר אטומים, אך בעלות מבנה מרחבי שונה. כדי לעבור מהמולקולה הימנית למולקולה השמאלית צריך לנתק את הקשר בין אטום הפחמן בשרשרת לבין קבוצת ה-OH, וליצור קשר חדש בקצה השרשרת לקבוצת ה-OH.

ב. האם המולקולות הבאות הן איזומרים?



תשובה: מולקולות אלו אינן איזומרים. הן מכילות אותו סוג ומספר אטומים ובעלות מבנה מרחבי זהה. מכיוון שקיים סיבוב חופשי בין אטומי הפחמן בשרשרת, ניתן לסובב את אטום הפחמן שאליו קשורה קבוצת ה-OH, מהמצב המוצג במולקולה אחת למצב המוצג במולקולה השנייה. אין צורך בניתוק או ביצירה של קשרים.

4. לפניכם נוסחאות מבנה של שש תרכובות פחמן. מי מהן מייצגות פחמימנים?



ד. נוסחאות I, II, V, VI

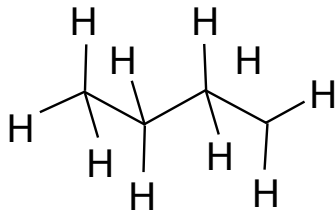
ה. נוסחאות I, V

ו. הסבירו את בחירתכם.

א. כולן

ב. נוסחאות I, III

ג. נוסחאות I, III, VI



5. לפניכם נוסחת המבנה של מולקולה של האלקאן בוטאן:

סמנו את האפשרות המתאימה.

א. מספר האטומים של הפחמן בתרכובת הוא:

- א. 4 ב. 6 ג. 8

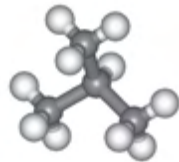
ב. נוסחת התרכובת היא:

- א. CH_{10} ב. C_4H_{10} ג. C_6H_{10}

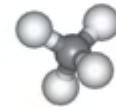
ג. מספר הקשרים הקוֹוֹלֵנטיים מסוג C-C הוא:

- א. 3 ב. 5 ג. 10

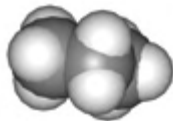
6. התאימו כל אחד מהמודלים הבאים לנוסחה הכימית המתאימה לו.



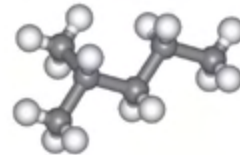
II



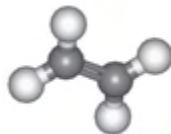
I



VI



III



IV

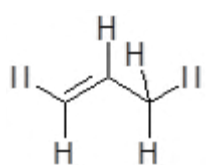
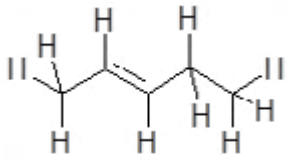

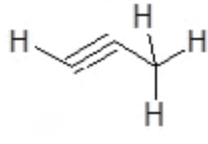
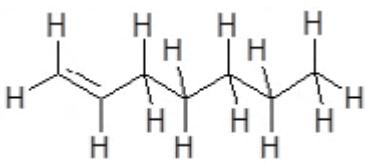
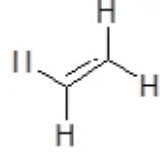
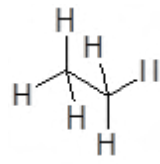


V

הנוסחאות הכימיות: C_2H_4 , C_2H_6 , CH_4 , C_6H_{14} , C_3H_8 , C_4H_{10}

התשובות: C_2H_4 - IV, C_2H_6 - V, CH_4 - I, C_6H_{14} - III, C_4H_{10} - II, C_3H_8 - IV

7. ציירו את נוסחאות המבנה של המולקולות הבאות וציינו את סוג הקשרים הקוולנטיים בין אטומי הפחמן (בודדים, כפולים, משולשים) ואת מספרם.
 חשוב לתת לתלמידים למלא את הטבלה בעצמם, להציגה על הלוח ורק אז לחשוף את התשובות.

סוג הקשרים הקוולנטיים בין אטומי הפחמן ומספרם	נוסחת המבנה	נוסחת המולקולה
1 קשר C-C 1 קשר C=C		C ₃ H ₆
3 קשרים C-C 1 קשר C=C	 אחד מהאיזומרים האפשריים	C ₅ H ₁₀
1 קשר C≡C		C ₂ H ₂
1 קשר C=C 1 קשר C-C		C ₃ H ₄
5 קשרים C-C 1 קשר C=C	 אחד מהאיזומרים האפשריים	C ₇ H ₁₄
1 קשר C=C		C ₂ H ₄
1 קשר C-C		C ₂ H ₆

מסיסות תרכובות פחמן במים

פעילות זו הנה ניסוי חקר המתבצע בשני שלבים: בשלב א' חוקרים התלמידים מסיסות במים של ארבע תרכובות פחמן המוכרות להם מחיי היומיום: אתנול, אצטון, פרפין ונפט. בשלב ב' הם מתמקדים במסיסות במים של אתנול. מומלץ להתייחס לרקע של חומרי הניסוי בחיי היומיום:

רקע קצר לשימוש של חומרי הניסוי בחיי היומיום



האתנול שייך למשפחה של תרכובות פחמן הנקראת **פְּהָלִים** ונוסחתו היא C_2H_5OH . האתנול מצוי בכל סוגי היינות והמשקאות החריפים. ההשפעה הרבה של המשקאות החריפים על התרבות האנושית הביאה לכך שבשפת היומיום מכונה האתנול כוהל או אלכוהול, כמייצג הראשי של משפחת הכהלים כולה (הכוללת אלפי תרכובות אחרות). האתנול משמש גם כחומר חיטוי ברפואה, ובארצות שונות מסודרים - כתחליף דלק למכוניות.



האצטון שייך למשפחה של תרכובות פחמן הנקראת **קטונים** ונוסחתו C_3H_6O . השימוש הנפוץ והמוכר באצטון בחיי היומיום הוא כרכיב הפעיל במסיר לק לציפורניים. עם זאת, משתמשים בו גם בייצור פלסטיק, סיבים, תרופות וחומרי נפץ.



פְּרָפִין הוא תערובת של אלקאנים בעלי שרשרות של 20 אטומי פחמן ויותר. הפרפין משמש ברפואה ובקוסמטיקה כחומר מרכך בצורת שמן או קרם לחות להרגעת העור. כמו כן משמש הפרפין לייצור נרות.



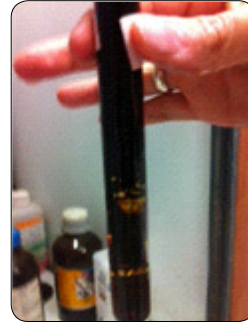
נֶפֶט הוא נוזל שחור בעל ריח אופייני וצמיגות גבוהה, המורכב מתערובת של תרכובות פחמן רבות, בעיקר של פחמימנים. לאחר זיקוק הנפט מתקבלים מוצרים רבים המשמשים חומרי דלק, אך גם חומרי גלם בתעשיית הפלסטיק, הצבעים וחומרי הטעם והריח.



מסיסות במים

הניסוי פשוט ומתמקד בעיקר בתצפיות וברישומן בטבלה. מומלץ להסביר לתלמידים את החשיבות של קריאה מקדימה של הוראות הניסוי.

ממצאים



שם החומר במבחנה	תצפית לפני תחילת הניסוי	תצפית לאחר הוספת המים	תצפית לאחר הערבוב
אתנול	נוזל שקוף	נוזל שקוף	אין שינוי
אצטון	נוזל שקוף	נוזל שקוף	אין שינוי
פרפין	נוזל שקוף צמיג	שתי שכבות. המים בשכבה העליונה.	נשארות שתי שכבות.
נפט	נוזל שחור צמיג	הפרדה לשתי שכבות. המים בתחתית.	הפרדה אטית לשתי שכבות - המים בתחתית.

סיכום: חלק א' - מסיסות במים

- א. מהי מסקנתכם באשר לארבעת החומרים במים?
- ב. מה תוכלו להסיק מכך באשר למסיסות של כל תרכובות הפחמן במים?
- האם ערבוב כל אחת מהתמיסות תרם להגברת המסיסות במים/ להקטנת המסיסות במים/ לא חל שינוי? הסבירו בהסתמך על ממצאיכם.
- לממצאיכם באשר למסיסות נפט במים יש השלכות בחיי היומיום בהקשר לכתמי נפט על בגדים. הסבירו.
- אחד הכיוונים להמשך החקר בנושא המסיסות קשור לטמפרטורה.
 - הציעו שאלת חקר מתאימה.
 - הסבירו איזה ניסוי הייתם עורכים לבדיקת שאלה זו.



מסיסות אתנול במים

במחשבה תחילה

בניסוי זה תחקרו את מסיסות האתנול במים מבחינה כמותית. כלומר, תיקחו נפחים מדודים של אתנול ומים ותבדקו את הנפח המתקבל.

א. האם צריך לדייק במדידת הנפחים בניסוי? נמקו. **צריך לדייק ככל האפשר כי הניסוי הוא כמותי ומבוסס על מדידת נפחים.**

ב. הציעו השערות אפשריות לממצאי הניסוי. **יש לקבל השערות שונות (הנפח הסופי יהיה סכום נפחי המים והאתנול, הנפח הסופי יהיה גדול מסכום הנפחים, הנפח הסופי יהיה נמוך מסכום הנפחים) אך לבקש גם נימוקים להשערות אלו.**

ממצאים

1. בשלב הראשון של הניסוי ביצעתם ערבוב של שני נפחים של מים. מה הייתה מטרתו של שלב זה, לדעתכם? **לבדוק את דיוק כלי המדידה. ברור שצריך להתקבל נפח השווה לסכום שני הנפחים ההתחלתיים של המים.**

2. מה היה נפח המים והאתנול לפני ערבובם?

3. מה היה נפח תערובת המים והאתנול אחרי ערבובם?

סיכום: חלק ב'

1. מהי מסקנתכם לגבי ערבוב אתנול ומים? **התקבל נפח סופי הקטן מסכום הנפחים התחלתיים של המים והאתנול.**

2. תוצאות התצפיות בנפחים בניסוי הן ביטוי לרמה המיקרוסקופית של תהליך המסיסות של אתנול במים. תהליך המסיסות התרחש בין חלקיקי החומרים ברמה המיקרוסקופית שאותה איננו יכולים לראות.

א. נסו להציע הסבר ברמה המיקרוסקופית (בהתייחס לחלקיקים המעורבים בניסוי) לתופעה שראיתם. רמז: נפח הוא ביטוי של המרחק בין החלקיקים. **מולקולות המים חדרו בין מולקולות האתנול ויצרו קשרים בין-מולקולריים (קשרי מימן) בינם ובין מולקולות האתנול (באמצעות קבוצות ההידרוכסיל) וכך נוצר מבנה מסודר וצפוף אשר התבטא ברמה המיקרוסקופית בהקטנת הנפח.**

ב. כדי להבין טוב יותר את אשר התרחש בין מולקולות האתנול לבין מולקולות המים, ציירו את נוסחאות המבנה של אתנול (C_2H_5OH) ומים. האם יש דמיון במבנה שתי המולקולות? **יש לכוון את התלמידים לקבוצת $OH-$ המשותפת למים ולאתנול.**

ג. האם אתם יכולים להכליל את התופעה שראיתם בניסוי לכל תרכובות הפחמן המסיסות במים? הסבירו. לא ניתן להכליל כי המסיסות תלויה גם בגודל המולקולה ובמבנה המרחבי שלה. מולקולות גדולות לא יתמוססו במים אפילו אם יכילו קבוצות OH- בגלל הפרעה מרחבית: מולקולות המים לא יוכלו להתקרב מספיק ליצירת קשרי המימן עם קבוצות ההידרוכסיל OH-.

ד. בתהליך המסיסות של אתנול במים מתרחש שינוי גם באנרגיה. כיצד תוכלו לבדוק זאת בניסוי? ניתן לשים מדחום ולראות שהטמפרטורה עולה. משמע – בתגובת ההמסה ניפלט חום לסביבה (תגובה אקזותרמית).

ה. אילו השתמשתם בנפחים אחרים של מים ואתנול, האם הייתם מקבלים תוצאות אחרות? הציעו שאלת חקר לבדוק זאת. ניתן לבדוק זאת באמצעות מספר ניסויים נוספים בהם לוקחים כמויות גדולות יותר של מים ואתנול או כמויות קטנות יותר. עקרונית, ככל שניקח כמויות גדולות יותר, נבחין טוב יותר בירידת הנפח הסופי (נקבל הקטנת נפח גדולה יותר).

שאלת חקר: כיצד מושפע הנפח הסופי של תערובת מים ואתנול מהנפחים ההתחלתיים של המים והאתנול?

מסיסות של אתנול במים



חושבים כימיה

ההסבר מורכב יחסית – השימוש באנימציה שבמערכת מקל, ומומלץ לצפות בה כמה פעמים עם התלמידים. להלן תיאור ההסבר כפי שמופיע במצגת שבמערכת:

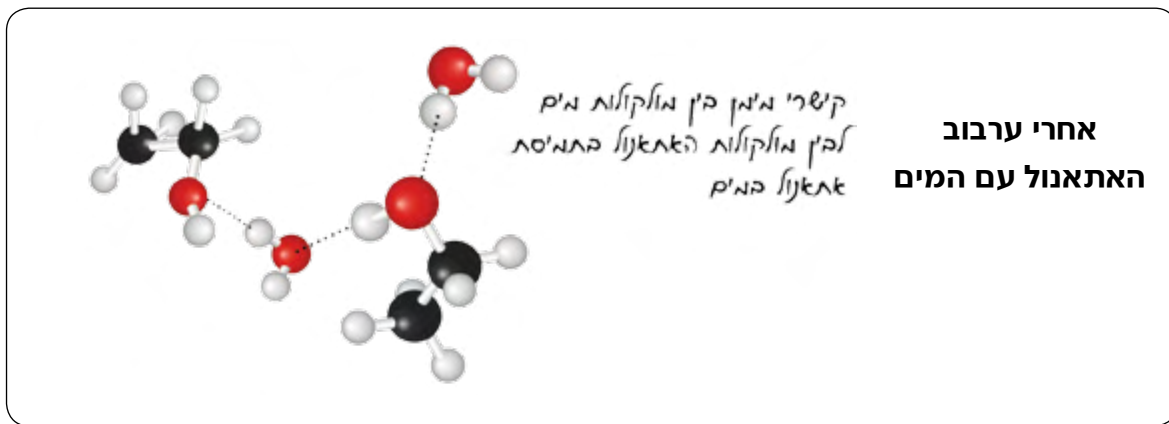
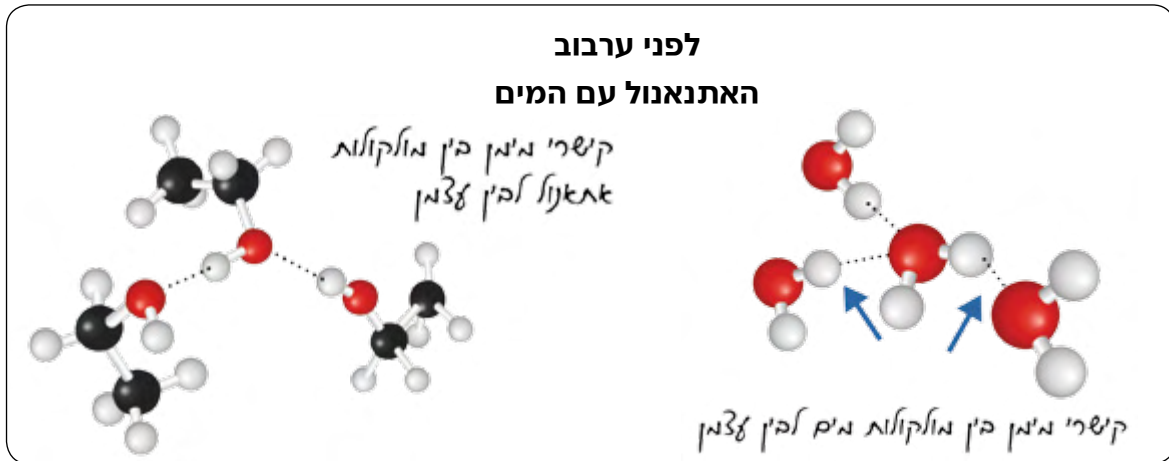
התצפיות שערכתם בניסוי ומדידת הנפחים שייכים **לרמה המאקרוסקופית** של מסיסות האתנול במים. ברמה זו ראיתם כיצד בשלב הראשון של הוספת האתנול למים, הוא "צף" על המים (עקב צפיפות נמוכה יותר מזו של המים), ולאחר הערבוב נוצרה תמיסה אחידה של אתנול מומס במים.

ברמה המיקרוסקופית אנו מנסים להבין מה התרחש בין החלקיקים המרכיבים את החומרים בתהליך: המים והאתנול במקרה זה. מולקולות האתנול ומולקולות המים מכילות כל אחת את קבוצת האטומים OH-. המימן (בעל המטען החיובי יחסית לחמצן) בקבוצת אטומים זו "נמשך" לאטום חמצן (בעל המטען השלילי יחסית למימן) בקבוצת OH- של מולקולה שכנה ויוצר אתה קשרים הנקראים: קשרי מימן. בצורה כזו נוצר מארג של **קשרי מימן** בין מולקולות המים לבין עצמן ובין מולקולות הכוהל לבין עצמן. מצב זה קיים לפני ערבוב האתנול עם המים.

לאחר ערבובם נוצרים קשרי מימן בין קבוצות OH- של מולקולות המים לבין קבוצות OH- של מולקולות האתנול.

ברמת הסמל אפשר לתאר את מולקולות המים ומולקולות האתנול המופרדות לפני הערבוב ואת פיזורן בתמיסה הנוצרת לאחר הערבוב וההמסה – כמוצג באיור הבא.

תהליך המסת אתאנול במים



ברמת התהליך – נסכם את התהליך שהתרחש. כשמערבבים מולקולות מים עם מולקולות אתאנול מתרחשת "התקרבות" של שני סוגי המולקולות. זה לזה עקב תנועת המולקולות. עקב זאת "נשברים" חלק מקשרי המימן שבין מולקולות המים לבין עצמן וכן קשרי המימן בין מולקולות האתאנול לבין עצמן. נוצרים קשרי מימן חדשים בין מולקולות האתאנול לבין מולקולות המים ונוצרת התארגנות מרחבית חדשה ו"צפופה" יותר. התארגנות מרחבית זו מתבטאת ברמה המאקרוסקופית בהקטנת הנפח הסופי של התמיסה. התהליך כולו מלווה גם בשינויי אנרגיה. בהמסת אתאנול במים משתחררת אנרגיה המתבטאת בעליית הטמפרטורה של התמיסה הנוצרת.

גם במולקולות גדולות יותר של פְּהֵלִים, המכילות אף הן את קבוצת האטומים $-OH$, ייווצרו קשרי מימן עם מולקולות מים, אך הם יהיו חלשים יותר בשל גודלה של מולקולת הכוהל, ולא יתאפשר להבחין בתופעה של הקטנת הנפח הסופי של התמיסה. כהלים בעלי שישה אטומי פחמן ויותר במולקולה אינם מסיסים במים.



המשימה "חוקרים נפט ברשת" מתאימה לעבודת בית. את הסיכום מומלץ לערוך בכיתה או באמצעות פורום.

חקר אירוע – כתמי נפט בים

מומלץ לפעילות בכיתה הכוללת התמודדות עם קריאה של קטע מידע מדעי. רצוי לקרוא יחד עם התלמידים את האירוע עצמו ואז לחלק את הכיתה לקבוצות עבודה. אם הפעילות ניתנת כעבודת בית מומלץ לתת אותה בזוגות.
להלן קטע המידע למשימה:

כתמי נפט בים – זיהום בלתי נמנע?

גסיסתו ומותו של עוף הים, הקורמורן, הרעידו את הלבבות בכל פינה בעולם. הכול עקבו בחרדה אחר ניסיונותיו לשרוד בתוך כתם נפט ענקי במימי המפרץ הפרסי בעת מלחמת המפרץ הראשונה (1991). תמונות הקורמורן הגוסס הפכו לסמל המלחמה ההיא, אשר במהלכה לא בחלה עיראק בשימוש בנפט כנשק – נשק אקולוגי. העיראקים הזרימו לים מיליוני טונות של נפט גולמי. הנפט הציף שטחים נרחבים במימי המפרץ הפרסי וגרם לפגיעה בחי ובצומח ולנזק אקולוגי ארוך טווח.

בעקבות מלחמת המפרץ עלתה סוגיית זיהום מי הים בכתמי נפט גדולים לסדר היום הציבורי בעולם. אך אין מדובר באירוע יחיד.

במארס 1989 התרחש אחד האסונות האקולוגיים הגדולים בהיסטוריה בעקבות תאונה במכלית הנפט הענקית אקסון ואלדז (Exxon Valdez) בסמוך לחופי אלסקה, נשפכו לים מיליוני טונות של נפט. כתם הנפט הגדול פגע מיד בדגי הסלמון, בשרימפס, בסרטנים ובכל החי והצומח הרב באזור. יותר מ-5,000 לוטרות, כ-300,000 ציפורים, 23 לווייתנים, 30 כלבי ים ומספר רב של דגים ויצורים ימיים קטנים מתו. פרנסתם של מאות דיגי האזור נפגעה כיוון שגם לאחר היעלמות הכתם לא חזר האיזון האקולוגי לקדמותו. כמו כן נפגעו קשות ענף התיירות באזור.

אסון האקסון ואלדז טבוע בתודעת הציבור, אך לא הכול יודעים שהתרחשו מאז אסונות דומים, חלקם בהיקפים קטנים יותר, בעקבות טביעת מכליות נפט בים. בשנת 2010 התרחש אסון כבד נוסף – הכבד ביותר בתולדות ארצות הברית. האסון אירע בעקבות דליפת נפט אשר החלה בפיצוץ קטלני בשדה נפט תת-ימי במפרץ מקסיקו. דליפת הנפט נמשכה כשלושה חודשים עד שהצליחו לעוצרה. מעריכים כי דלפו כ-300 מיליון ליטר נפט לים. כתם הנפט שנוצר גדול משטחה של מדינת ישראל. זכרו כי באסון הנפט של אקסון ואלדז נשפכו לים כמאה מיליון ליטר נפט.

מעובד על פי: Environmental Issues, Eddison-Wesley Publishing Company, USA, 1995.
"ביליון דולרים אמריקאיים לא הצליחו למחוק את כתם הנפט מעל אלסקה", ביוספרה, י"ט 1, 1989.
"ידעות אחרונות", מוסף מזכרת למלחמת המפרץ, מארס 1991.

נקודות להעמקה ולדין

1. נפט צף על פני המים.

א. הסבירו זאת ברמה המיקרוסקופית. הנפט הוא תערובת של תרכובות פחמן אשר אינן מסיסיות במים, כלומר אינן יוצרות קשרים (קשרי מימן) עם מולקולות המים. מכיוון שציפיפות נמוכה מזו של המים, הנפט צף על פני המים.

ב. ציפתו של הנפט על פני המים פוגעת בשתי תכונות חשובות של המים: כמות החמצן המומס במים קטנה, ושקיפות המים נחסמת. הסבירו מדוע נפגעות תכונות אלה של המים ומה הן התוצאות מפגיעות אלה. עקב שכבת הנפט הצפה על פני המים אין מגע ישיר בין מולקולות החמצן מהאוויר לבין המים, ולכן החמצן אינו מתמוסס במים. מכיוון שהנפט שחור, לא חודר אור למים שנמצאים מתחתיו. ההשלכה היא פגיעה חמורה ביצורים החיים בתוך המים, אשר זקוקים לחמצן ולאור לצורך פעילות החיים שלהם. כמו כן יצורים ימיים או עופות המנסים להגיע למים שותים את הנפט המהווה רעל עבורם, ומתים.

2. לפניכם שתי נקודות מבט על בעיית כתמי הנפט בים. קראו אותן והתייחסו לשאלות שבהמשך.

נקודת מבט א': כתמי נפט מזיקים לסיביבה	נקודת מבט ב': לאנשים הזכות להשיג נפט במחיר סביר
<p>במי ים, בנהרות ובאגמים שוכנים מינים רבים של יצורים ימיים. המים לחופי היבשות רדודים יחסית, ועשירים במיוחד במיני דגים שונים וביצורים חיים. למרבה הצער, רוב כתמי הנפט נוצרים דווקא באזורים אלה, בקרבת ערי חוף. כתמי הנפט מכסים צמחים ויצורים ימיים במעטה סמיך, דביק ורעיל. מעטה זה פוגע ביכולת הצמחים לבצע את תהליך הפוטוסינתזה, וחוסם את דרכי הנשימה של הדגים, הציפורים ושאר היצורים הימיים. יצורים שמנסים לאכול או לשתות מהמים המזוהמים או לנקות עצמם – מורעלים מהנפט ומתים.</p> <p>תקנות ממשלתיות יכולות לעזור בהקטנת הסיכון לתאונות של מכליות הגורמות לשפיכת נפט לים. זאת באמצעות דרישות מחמירות יותר הנוגעות למבנה המכליות ולתחזוקתן. דרישה למכליות בעלות תחתית כפולה או דופן כפולה מקטינה בהרבה את הסכנה שיווצר במכלית שבר ויישפך נפט לים. שני תאי אחסון נפט במקום תא אחד גדול, יקטינו במידה רבה את כמות הנפט הנשפכת לים במקרה של תאונה במכלית מסוג זה.</p>	<p>בשנת 1979 חוקק הממשל בארה"ב תקנות חדשות בעניין מכליות הנפט. התקנות חיבו התקנת מערכות רדאר ובקרת היגוי משופרות במכליות, וכן הורחבו הסטנדרטים לפיקוח שוטף על תחזוק המכליות. בעקבות אסון מכלית הנפט Exxon Valdez, שגרמה לכתם נפט עצום ליד חופי אלסקה, חויבו חברות הנפט לשפר את יציבותן של המכליות ואת בטיחותן באמצעות התקנת תחתית או דופן כפולה, וכן לשאת בכל ההוצאות של ניקוי כתם נפט הנגרם מהמכליות שלהם. תקנות אילו חייבו את חברות הנפט להשקעה כספית גדולה הקשורה בתחזוק, ברכישת ציוד חדש ובגיוס עובדים נוספים. שיפור מבנה מכליות הנפט דורש השקעה כספית גדולה במיוחד. לדוגמה, מחירו של מכל בעל דופן כפולה במכלית גדולה כמו ה-Exxon Valdez הוא מעל 22 מיליון דולר. ההוצאה הכספית הגדולה מאלצת את חברות הנפט להעלות את מחיר הנפט. כך נאלצים האזרחים לשלם הרבה יותר עבור נפט ומוצרים, שבהם הם משתמשים במידה הולכת וגדלה.</p> <p>מכלית הנפט אקסון ואלדז</p>



מכלית הנפט אקסון ואלדז

- א. קיומה של מערכת אקולוגית מושתת על העיקרון של שיווי משקל בין המרכיבים הביולוגיים לבין המרכיבים הכימיים והפיזיקליים של המערכת. התהליכים המתרחשים במערכת מאזנים אותה ושומרים על יחסי גומלין מאוזנים וקבועים בין בעלי חיים-צומח-סביבה. נסו להסביר בפירוט את השפעתו של כתם נפט על מערכת אקולוגית ימית. **כתמי הנפט גורמים לתמותה של בעלי חיים ויצורים ימיים אשר לא מקבלים את אספקת החמצן הנדרשת לפעילות החיים שלהם. נפגע גם תהליך הפוטוסינתזה אצל הצמחים הימיים, עקב חסימת אור השמש למעמקי הים, וכך קטנה עוד יותר אספקת החמצן לבעלי החיים הימיים וגוברת הפרת האיזון האקולוגי בים.**
- ב. כתם הנפט באלסקה הביא לתיקון תקנות מחמירות של הממשל האמריקני, שמטרתן למנוע הישנות מקרים כאלה. עם זאת, התקנות הביאו להעלאת מחירו של הנפט ולהכבדה על האזרחים. האם התקנות מוצדקות (בהתחשב במחויבות הממשל כלפי האזרחים)? הסבירו את הדילמה. **מצד אחד תקנות מחמירות מצריכות את חברות הנפט להשקיע כספים במכליות חסינות יותר. מצד שני השקעה זו גורמת לעלייה במחיר הנפט וכתוצאה מכך לעליית מחירים של מוצרים רבים.**
- ג. מהי דעתכם האישית בעניין הדילמה המוצגת?
- ד. נסו להציע פתרון ארוך טווח לבעיית כתמי הנפט בים.

פסק למן לחשיבה ולתראול - כיצד לנקות כתם נפט?

הפעילות כוללת התנסות בשלוש דרכים שונות לניקוי כתם נפט. הפעילות פשוטה ומהירה ומומלצת מאוד.

חומרים וציוד נדרש

- מכל זכוכית גדול או מגש מתכת בעל דפנות גבוהות
- כף
- גזירי נייר עיתון
- נסורת עץ (אפשר להשיג בנגריות)
- מים
- נפט גולמי (אפשר להשיג בבתי זיקוק)
- כפפות ומשקפי מגן

ביצוע הפעילות ואיסוף ממצאים

1. מלאו את המכל במים עד מחציתו.
2. שפכו למרכז מכל המים מעט נפט גולמי וצרו כתם נפט.
3. צפו במתרחש במשך דקות מספר.
4. נסו לנקות את כתם הנפט באמצעים הבאים – עשו זאת בסדר המוצע להלן ופרטו את ממצאיכם:

השיטה	מידת ההצלחה של הניקוי
הוצאת הנפט מהמים בעזרת כף	טובה אך אטית מאוד, כמעט אין-סופית.
ספיגת הנפט באמצעות הוספת פיסות של נייר עיתון	סבירה אך גורמת לפסולת רבה שדורשת פתרונות להרחקתה.
ספיגת הנפט באמצעות פיזור נסורת עץ ואיסופה	זו השיטה הנוחה ביותר אך גם היא גורמת לפסולת רבה שדורשת פתרונות להרחקתה.

סיכום

1. ציינו יתרון וחיסרון לכל אחת משיטות הניקוי שנקטתם.
2. הסבירו: מדוע קשה לנקות כתם נפט ממים ועוד יותר קשה לנקות כתם נפט בים? לחומרים אורגניים שאינם מתמוססים במים יש תכונה להתפשט על פני המים. אפשר לראות תופעה זו כאשר נשפך שמן או דלק על כביש רטוב – מיד נוצר כתם רחב הממשיך להתפשט (בניגוד לטיפת מים הנשפכת על נייר שעווה שומני ומתכדרת תוך מגע מינימלי עם נייר זה). בגלל התפשטותו הרבה והמהירה תוך זמן קצר קשה לנקות כתם נפט ממים. וכשמדובר על כתם נפט בים, הרי שמדובר על מרחבים עצומים של מים שבהם הכתם הולך ומתפשט ואף נסחף עם זרם המים לאזורים רחבים מאוד.

פסק למן לחשיבה ולתראול – כיצד לנקות כתם נפט בים?

אם לא נשאר זמן במהלך השיעור לפעילות זו, מומלץ לתת אותה כעבודת בית. להלן קטע המידע במשימה:

לפניכם מידע על פעולות ניקוי כתם הנפט באלסקה אחרי אסון מכלית הנפט Exxon Valdez. קראו אותו וענו על השאלות בסיומו.

פעולות הניקוי לאחר אסון מכלית הנפט היו הגדולות והיקרות ביותר בתולדות ארצות הברית עד אז.



פעולות הניקוי ארכו שישה חודשים, ובמהלכן היו מעורבים כ-10,000 אנשים. עלות מבצע הניקיון הייתה ביליון דולר. את ההוצאות פעולות הניקוי לא נגמרו בכך. מדינת אלסקה תוקצבה בסכום של 21 מיליון דולר נוספים להמשכן של פעולות ניקוי החופים.

פעולות הניקוי החלו בפיזור חומר כימי להרחקת כתמים (שנמצא במכליות באופן קבוע). פעולה זו לא הייתה יעילה, כיוון שהיו בנמצא רק 900 ליטרים מהחומר והיה צורך ב-10,000 ליטרים לפחות. פעולות ניקיון נרחבות נערכו

לאורך החופים, תחילה בניקוי ידני של הסלעים משאריות נפט, ובהמשך בהתזת מים חמים מצינורות בלחץ גבוה. שתי הפעולות נועדו להסיר את כתמי הנפט אשר פגעו באורגניזמים רבים בחוף. פעולת הניקוי היעילה ביותר הייתה ניקוי ביולוגי באמצעות חיידקים "זוללי נפט" המזרזים את תהליך חמצון הפחמימנים בנפט ומביאים לפירוקו. חיידקים אלה מתרבים במהירות עצומה – במונחי הזמן שלנו שעה שווה לדור. לאחר יום נוצרים כ-4,000 חיידקים, וכעבור יומיים – למעלה ממיליון. אולם בתנאי הקור של מימי אלסקה גדלים החיידקים באטיות רבה, ולכן ריססה חברת אקסון את החופים בחומר בשם "איניפול", המאיץ את התרבות החיידקים "זוללי הנפט". בסך הכול נאספה כרבע מכמות הנפט שנשפך, רבע נוסף התאדה מיד עם היווצרות הכתם, והשאר נמהל במימי הים והתפרק באטיות.

1. מה הן שלוש הדרכים לניקוי כתמי נפט בים המוזכרות בקטע? ציינו לפחות יתרון אחד וחסרון אחד לכל שיטה.

השיטה	יתרון	חסרון
בפיזור חומר כימי להרחקת כתמים	החומר הכימי יעיל ומפרק מידית את כתם הנפט ובכך מונע את התפשטותו למרחקים	חומרים כימיים עלולים לפגוע בסביבה ובבני אדם. החומרים עלולים להתפשט לשטחים נרחבים ואף להתפרק לחומרים מסוכנים אחרים.
ניקוי ידני של הסלעים משאריות נפט, ובהמשך התזת מים חמים מצינורות בלחץ גבוה.	לא פוגעת בסביבה	מצריכה עובדים רבים, אורכת זמן רב, בעייתית מאוד לניקוי שטחים נרחבים – עלות כספית גבוהה של כוח אדם.
ניקוי ביולוגי באמצעות חיידקים "זוללי נפט"	החיידקים מזרזים את תהליך חמצון הפחמימנים בנפט ומביאים לפירוקו ללא פגיעה בסביבה.	קצב התרבות החיידקים איטית בתנאי קור ולכן צריך להוסיף חומר נוסף כדי לזרז את התרבותם. התהליך יקר.

2. מוזכר כי בסך הכול נאספה כרבע מכמות הנפט שנשפך. האם ההשקעה הגדולה באיסוף כמות זו הייתה מוצדקת לדעתכם? הביאו טיעונים בעד ונגד השקעה זו, ונמקו את דעתכם בעניין.

תגובות שריפה של פחמימנים

פסק לאן לחשיבה ולתרגול - לאן חקר: נר לי? קייק...



ניסוי החקר המתמקד בבעירת נר מדגים תגובת שריפה של פרפין (תערובת של פחמימנים).
הניסוי פשוט ביותר ומשלב דיון רחב בנושא.

בפעילות זו תעקבו אחר תהליך בעירה של נר.

ציוד וחומרים

נר שבת

גפרור או מצת

צלחת פטרי

2 כוסות כימיות בנפח של 250 מ"ל ו-500 מ"ל

שלב א'

- הצמידו את נר השבת למרכז צלחת הפטרי
- הדליקו את הנר וצפו במתרחש במשך 10 דקות. התמקדו בצבע הלהבה, בפתיל ובשעוות הנר.
- מלאו את טבלת התצפיות הבאה:

תצפית	זמן (דקות)
	0
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10

במהלך עריכת התצפיות, ענו על השאלות הבאות:

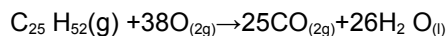
1. היווצרות אש מצריכה את קיומם של שלושה תנאים: חומר בעירה, חמצן, טמפרטורה גבוהה מספיק להתחלת הבעירה. הסבירו מהו חומר הבעירה של נר, מהיכן החמצן לבעירה, וכיצד סיפקתם את הטמפרטורה להתחלת הבעירה. **חומר הבעירה הוא שעווה, החמצן מצוי באוויר, ולהתחלת הבעירה יש צורך בהצתת גפרור כדי להגיע לטמפרטורה המתאימה להתחלת התהליך.**

2. הפתיל, העשוי מסיבי כותנה, מאפשר בעירה יציבה של הנר.

א. האם אפשר להדליק נר ללא פתיל? העלו השערה מדוע. **אי אפשר, לא יהיה די מגע של שעוות הנר עם החמצן שבאוויר.**

ב. החום של להבת הפתיל הנוצר מתוך חלק משעוות הנר. השעווה הנוזלית חודרת לפתיל ונספגת לתוכו בעלייה נימית. השעווה העולה בפתיל ממשיכה לקלוט חום, מתאדה והופכת לגז. אדי השעווה הגזית הם אלו המגיבים עם החמצן ויוצרים את תהליך השריפה המלווה בלהבה הפולטת חום ואור. מהו חומר הדלק בנר? הפתיל או השעווה? התייחסו בתשובתכם גם לתצפיותיכם עד שלב זה. **חומר הדלק הוא השעווה.**

3. תצפיותיכם מתארות ברמה המקרוסקופית את תהליך שריפת השעווה בנר. ברמת הסמל, הנוסחה המולקולרית המייצגת את שעוות הנר היא: $C_{25}H_{52}$, ותגובת השריפה המתאימה היא:



הציעו הסבר ברמה המיקרוסקופית לתהליך השריפה. רמז: התייחסו לקשרים הכימיים בתגובה. **בתהליך השריפה ניתקים קשרים במולקולות השעווה ובמולקולות החמצן, ונוצרים מחדש קשרים בחומרים המתקבלים: CO_2 ומים.**

4. סכמו את תצפיותיכם בהתייחס ללהבה, לפתיל ולשעוות הנר.

שלב ב'

- הדליקו את הנר, כסו את הנר הדולק בכוס זכוכית בנפח 250 מ"ל, ומדדו את הזמן העובר עד השינוי המתרחש.
- הדליקו את הנר, כסו את הנר הדולק בכוס זכוכית בנפח 500 מ"ל, ומדדו את הזמן העובר עד השינוי המתרחש.

ענו על השאלות הבאות:

1. מה התרחש בכל אחד מהניסויים? תארו את תצפיותיכם ברמה המקרוסקופית. **כאשר מכסים את הנר בכוס זכוכית בנפח גדול יותר, זמן הבעירה של הנר עד כיבויו ארוך יותר.**
2. תנו לממצאים שקיבלתם הסבר ברמה המיקרוסקופית. רמז: חשבו על שלושת התנאים לבעירה.

כיסוי הנר בכוס גדולה משאיר לנר כמות חמצן גדולה יותר מאשר בכוס קטנה, ולכן הנר בוער יותר זמן עד שהוא כבה.

3. הציעו שאלת חקר המתאימה לשני הניסויים שביצעתם. כיצד גודל הכוס (או כמות החמצן) משפיעים על זמן בעירת הנר?

4. כאשר שופכים מים על נר או נושפים חזק על הלהבה, הנר כבה. הסבירו ברמה המיקרוסקופית מהי הסיבה לכל אחת מתופעות אלו. המים צפים על השעווה ומונעים מגע של השעווה עם החמצן, וכן מקררים את האזור כך שאין טמפרטורה מספקת להיתוך השעווה וליצירת אדים. הנשיפה גורמת לפליטת CO_2 המונע את המגע עם החמצן ומכבה את הנר, וכן מרחיק את אדי השעווה מהלהבה ובכך מפסיק את הבעירה.

5. הציעו שאלות מעוררות עניין נוספות שכדאי לחקור אותן. השפעת עובי הנר על עוצמת הלהבה, זמן הבעירה, השפעת צבע הנר על צבע הלהבה ועוד.

מקוונים לכימיה

ללמוד מהיסוד

פרק הפתמן ותרבותיו - תרבות פתמן במזון

מדריך למורה

פיתוח: ד"ר אורית הרשקוביץ
ראש הפרויקט: פרופ' יהודית דורי
צוות יישום בשטח:
חגית רפאלי-משקין
גבי שוורץ

הטכניון, המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה קבוצת הכימיה

ב
5
D

פחמן
6
C

זנקו
7
N

עריכת לשון ומגדר: שלומית ברנע

עיצוב וגרפיקה: נועם שושן

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני אחר כל חלק שהוא מהחומר בספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

©

כל הזכויות שמורות להוצאת ספרים יסוד
רחוב החופר 34 חולון טל' 03-5587990
נדפס בישראל תשע"ה 2015

מיפוי הפרק כולו

<ul style="list-style-type: none"> • הכרת מקומו של הפחמן במחזור הפחמן בטבע • הכרת ייחודיות אטום הפחמן מבחינה כימית – צורות אלטרופיות של פחמן (גרפיט, יהלום, גרפן, פולרנים) • הכרת מיקומו של הפחמן במערכה המחזורית והיערכות המרחבית סביב אטום הפחמן • היכרות עם המגוון הרחב של תרכובות הפחמן, תופעת האיזומריה ועקרונות צורות הייצוג של תרכובות אלו • הבנת מסיסות אתאנול במים • הכרת תגובות שריפה של פחמימנים • היכרות עם תרכובות הפחמן במזון – שומנים, פחמימות וחלבונים – מבנה כימי והיבטים תזונתיים 	<p style="text-align: center;">מטרות</p>	
<p style="text-align: center;">מחזוריות בטבע תהליכים פולטי פחמן לאוויר ותהליכים קולטי פחמן</p>	<p style="text-align: center;">מחזור הפחמן בטבע</p>	<p style="text-align: center;">נושאים ומושגים מרכזיים</p>
<p>צורות אלטרופיות של פחמן – יהלום, גרפיט, גרפן ופולרנים – הבדלים וייצוג במודלים שונים, היערכות אלקטרוני הערכיות סביב אטום הפחמן, היערכות מרחבית סביב אטום הפחמן – טטראדר</p>	<p>הפחמן – יסוד אחד וכל כך מיוחד</p>	
<p>קבוצות פונקציונליות בתרכובות פחמן, איזומריה, תהליך מסיסות אתנול במים, מגוון פחמימנים בנפט גולמי, ניסוח תגובות שריפה של פחמימנים</p>	<p style="text-align: center;">תרכובות הפחמן</p>	
<p>מבנה טריגליצריד וחומצות שומן, סוגי שומנים, מבנה כימי של גלוקוז ופרוקטוז, סוגי מבנה שונים של רב- סוכרים (תאית ועמילן), מבנה חומצות אמיניות</p>	<p style="text-align: center;">תרכובות פחמן במזון</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • ניתוח מידע מסרטונים ואנימציות • ניתוח מקומו של אטום הפחמן במערכה המחזורית • מעברים בין צורות ייצוג מולקולרי: נוסחה כימית, נוסחת מבנה ומודל • הבחנה בין איזומרים • זיהוי קבוצות פונקציונליות בשומנים, פחמימות וחומצות אמיניות 		<p style="text-align: center;">מיומנויות מרכזיות</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ניתוח מידע מהאינטרנט של חברת LifeGem בנושא שימוש ביהלומים להנצחת מתים • ניתוח סרטונים ואנימציות של גרפן, פולרן וצורות אלטרופיות נוספות של פחמן • פעילות עם בלונים – הדמיה של מבנה מרחבי: טטראדר סביב אטום פחמן • פעילות עם מודלים – בניית מולקולות פשוטות באמצעות מודלים מסוג כדור-מקל • ניסויי חקר: מסיסות אתנול במים, נר לי דקי • פעילות מתוקשבת: חוקרים נפט ברשת • חקר אירוע: כתמי נפט בים • חקר רשת: פירמידת המזון, כולסטרול – טוב או רע?, ממתקים מלאכותיים, סוכר במזון 		<p style="text-align: center;">פעילויות ייחודיות</p>

פסק למן לחשיבה ולתראול ככיתה – תרכובות פחמן בפיצה

השלימו את הטבלה הבאה בהתייחס לדוגמאות של תרכובות הפחמן בפיצה.

5	מספר אטומי הפחמן במולקולה	גלוטמין
34	מספר אטומי המימן במולקולה	חומצה אולאית
$C_4H_8O_2$	נוסחה מולקולרית	חומצה בוטירית
13	מספר הקשרים הקוולנטיים הכפולים במולקולה	ליקופן

פסק למן לחשיבה ולתראול – פירמידת המלון

מומלץ לתת את המשימה כבסיס לדיון בכיתה בנושא הרגלי תזונה נכונים.

שומנים

מידע תמציתי על ויטמינים:

ויטמין A

חינוי לראיית לילה תקינה, תורם לתפקוד תקין של מערכות החיסון, הרבייה והגדילה, ומגן מפני תהליכי חמצון (מתפקד כאנטיאוקסידנט בגוף).
 מקורות מזון מהחי: כבד, שמנת, חמאה, חלמון של ביצה.
 מקורות מזון מהצומח: גזר, בטטה, דלעת, תרד, ברוקולי ועוד – מזונות שצבעם כתום או ירוק כהה.

ויטמין D

חומר המוצא להורמון קלציטריול המופרש מהכליה וחיבותו במטבוליזם של יוני הסידן והזרחן.
 מקורות מזון מהחי: כבד, דגים, שומן חלב וביצים.
 נוהגים להוסיף ויטמין D לחלב ולמוצרים.

ויטמין K

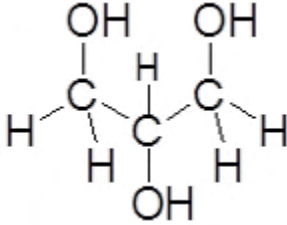
תורם לפעילות תקינה של מערכת קרישת הדם.
 מקורות מזון הצומח: כרוב, תרד, ברוקולי.

ויטמין E

משמש כבולם תהליכי חמצון (אנטיאוקסידנט) וחינוי לתפקוד תקין של מערכת החיסון.
 מקורות מזון מהצומח: שמנים צמחיים (חמניות, תירס, כותנה), בוטנים, שקדים, ירקות עליים, נבטי חיטה וקמח מלא.

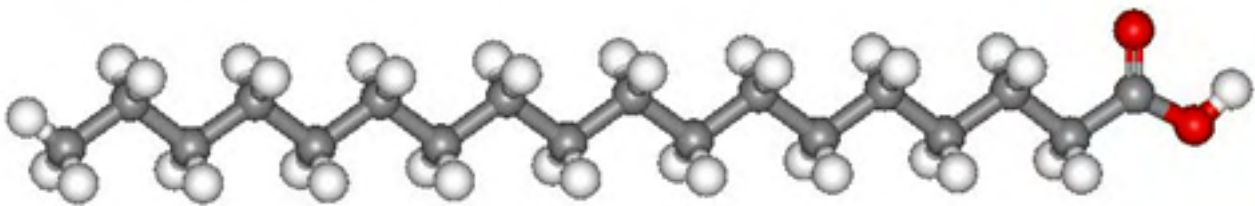
פסק למן לחשיבה ולתראות - חמנה שומנים

השלימו את המידע על מבנה מולקולת גליצרול בטבלה הבאה.

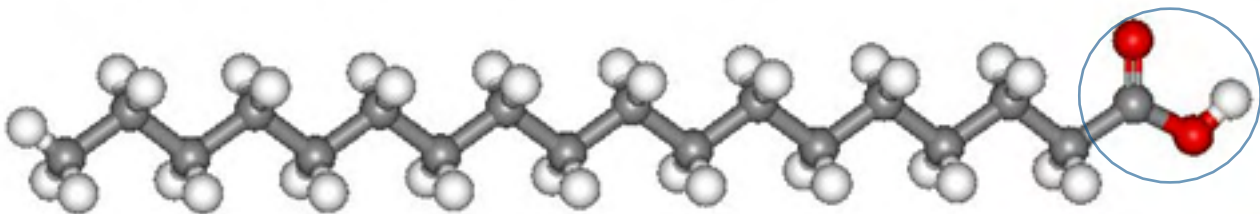
3	מספר אטומי הפחמן במולקולה:
8	מספר אטומי המימן במולקולה:
3	מספר אטומי החמצן במולקולה:
$C_3H_8O_3$	נוסחה מולקולרית של גליצרול:
	נוסחת מבנה של גליצרול:

פסק למן לחשיבה ולתראות - חומצות שומן

1. לפניכם מודל של חומצת שומן הקרויה חומצה סטארית.

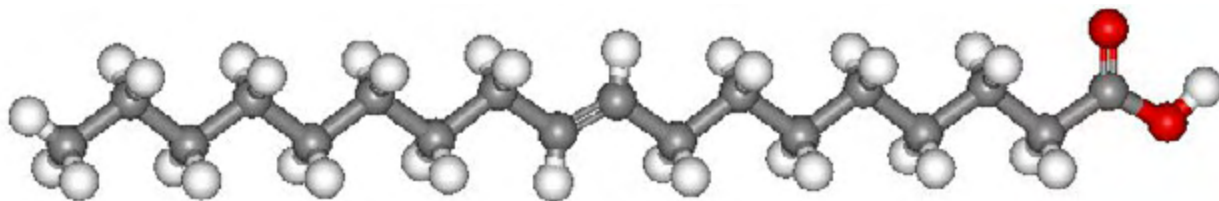


א. האם זו חומצת שומן רוויה או בלתי רוויה? נמקו. תשובה: זו חומצת שומן רוויה, כי
בשרשרת אטומי הפחמן אין קשרים כפולים (בין אטומי הפחמן).



ג. כמה אטומי פחמן בשרשרת החומצה? תשובה: 18
ד. מהי הנוסחה המולקולרית של החומצה? תשובה: $C_{18}H_{36}O_2$. נהוג לרשום את הנוסחה המולקולרית באופן המדגיש את הקבוצה הפונקציונלית במולקולה. במולקולה זו הקבוצה הפונקציונלית היא הקבוצה הקרבוקסילית: $-COOH$. לכן הרישום הנפוץ לנוסחה המולקולרית למולקולה זו הוא: $C_{17}H_{35}COOH$.

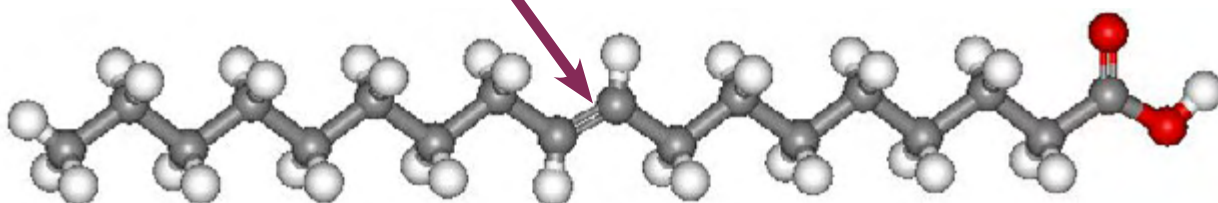
2. לפניכם מודל של חומצת שומן הקרויה חומצה אולאית.



(כדור אפור מייצג אטום פחמן; כדור לבן מייצג אטום מימן; כדור אדום מייצג אטום חמצן.)

א. האם זו חומצת שומן רוויה או בלתי רוויה? נמקו. תשובה: זו חומצת שומן בלתי רוויה, כי בשרשרת אטומי הפחמן יש קשר כפול בין אטומי הפחמן.

קשר כפול בין אטומי פחמן בשרשרת



ב. כמה אטומי פחמן בשרשרת החומצה? תשובה: 18
ג. במה דומה חומצה זו לחומצה סטארית ובמה היא שונה ממנה?

תשובה:

הדומה – שתי החומצות הן חומצות שומן המכילות את הקבוצה הקרבוקסילית: -COOH .
בשתי החומצות יש 18 אטומי פחמן בשרשרת.
השונה – בחומצה סטארית אין קשר כפול בין אטומי הפחמן בשרשרת, ובחומצה אולאית יש קשר כפול אחד בין אטומי הפחמן בשרשרת. כתוצאה מכך בחומצה הסטארית יש 36 אטומי מימן, ובחומצה האולאית יש 34 אטומי מימן.

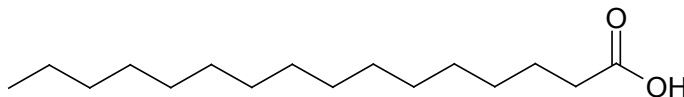
איזומרים הם תרכובות בעלות אותה נוסחה מולקולרית – כלומר אותו מספר וסוג אטומים, אך בעלות סידור מרחבי שונה של האטומים בתרכובות.

ד. האם חומצה אולאית וחומצה סטארית הן איזומרים? נמקו.

תשובה: החומצות אינן איזומרים מכיוון שמספר אטומי המימן שונה בשתי המולקולות.

3. חומצה פלמיטית מכילה 16 אטומי פחמן בשרשרת ואינה מכילה קשרים כפולים. ציירו נוסחת מבנה לחומצה זו.

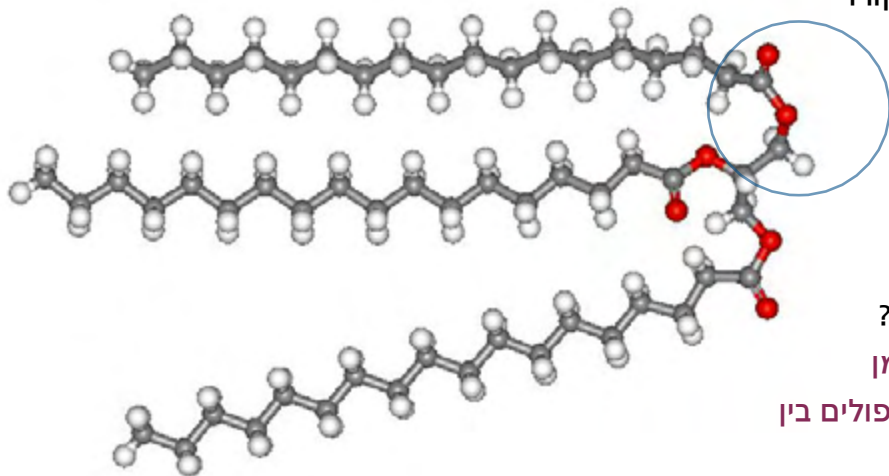
תשובה:



מומלץ להתייחס גם לרישום המלא של כל אטומי הפחמן והמימנים במולקולה (ראו גם במצגת שבמערכת).

4. לפניכם מודל של טריגליצריד הקרוי טריסטארין.

(כדור אפור מייצג אטום פחמן; כדור לבן מייצג אטום מימן; כדור אדום מייצג אטום חמצן.)



א. סמנו את החלק במולקולה שמקורו בגליצרול.

מסומן במולקולה בעיגול שחור.

ב. האם חומצות השומן

בטריגליצריד הן רוויות או לא רוויות?

נמקו. תשובה: כל חומצות השומן

הן רוויות, כי אינן מכילות קשרים כפולים בין

אטומי הפחמן בשרשרות

ג. מה מספר אטומי הפחמן בכל אחת משלוש השרשרות של חומצות השומן בטריגליצריד

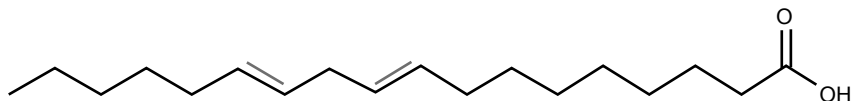
זה? תשובה: 18

פסק למן לחשיבה ולתראות - חומצות שומן חיוניות

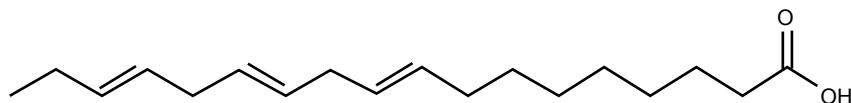
לפניכם נוסחאות המבנה של שתי חומצות שומן:

- חומצה לינולאית, שהיא מסוג אומגה 6

- חומצה לינולנית שהיא מסוג אומגה 3.



חומצה לינולאית



חומצה לינולנית

א. האם חומצות שומן אלה רוויות או בלתי רוויות? נמקו. תשובה: שתי החומצות הן בלתי רוויות, כי בין אטומי הפחמן בשרשרת יש כמה קשרים כפולים.

ב. מה דומה ומה שונה במבנה שתי חומצות השומן האלה?

תשובה:

הדומה – שתי החומצות הן חומצות שומן המכילות את הקבוצה הקרבוקסילית -COOH . בשתי החומצות יש 18 אטומי פחמן בשרשרת.

השונה – בחומצה הלינולאית יש שני קשרים כפולים בשרשרת אטומי הפחמן ובחומצה הלינולנית יש שלושה קשרים כפולים בשרשרת אטומי הפחמן. כתוצאה מכך גם מספר אטומי המימן בשתי המולקולות שונה.

פסק למן לחשיבה ולתראות – שואנים



1. מהי חומצת שומן רוויה?

א. חומצת שומן בעלת קשרים כפולים

ב. חומצת שומן שאיננה מכילה קשרים כפולים

ג. חומצת שומן חיונית

ד. חומצת שומן לא חיונית

2. מהן חומצות שומן חיוניות?

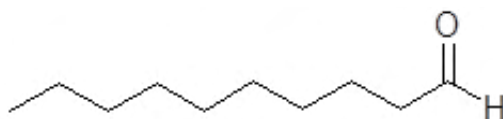
א. חומצות שומן בעלות חשיבות לגופנו שהגוף מייצר אותן לפיכך באופן קבוע.

ב. חומצות שומן בעלות חשיבות לגופנו שעלינו לצרוך אותן לפיכך מהמזון.

ג. חומצות שומן בלתי רוויות אשר ניתן לקבל מהחי.

ד. חומצות שומן רוויות בעלות 18 פחמנים ויותר.

3. נתונה נוסחת המבנה הבאה:



תרכובת זו איננה חומצת שומן כי:

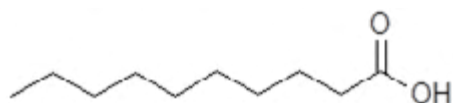
א. מספר אטומי הפחמן בה נמוך מדי.

ב. אין בה קשרים כפולים.

ג. יש בה קשר כפול אחד לחמצן.

ד. אין בה קבוצה קרבוקסילית -COOH

4. נתונה נוסחת המבנה של חומצת שומן קפריית הנמצאת בקוקוס, בגרעיני תמר ובחמאה.

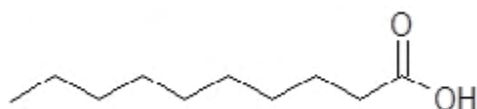


סמנו את ההיגדים הנכונים שאותם ניתן לקבוע מתוך נוסחת המבנה של חומצה זו.

- א. חומצת שומן קפריית היא חומצת שומן רוויה.
- ב. לחומצת שומן קפריית יש 10 אטומי פחמן בשרשרת.
- ג. לחומצת שומן קפריית יש 9 אטומי פחמן בשרשרת.
- ד. חומצת שומן קפריית היא חומצת שומן חיונית.

5. מספר קשרי C-C (קשרים קוולנטיים בודדים בין שני אטומי פחמן) במולקולה של חומצה

קפריית הם:



- א. 7
- ב. 8
- ג. 9
- ד. 10

פסק למן לחשיפה ולתראול מאערכת - כולסטרול - טוב או רע?



להלן מידע מורחב על כולסטרול (מתוך: הרשקוביץ וקברמן (2008). טעם של כימיה, הוצאת יסוד. עמ' 46).

הכולסטרול נמנה עם השומנים המרכיבים את קרומי התא, ועיקר חשיבותו בוויסות צמיגותם. לכולסטרול חשיבות רבה בפעילות תקינה של תהליכים ביוכימיים בגוף, בין היתר לייצור ויטמין D, הורמונים סטרואידיים ומלחי מרה בכבד המסייעים בעיכול שומנים.

מבחינה כימית, הכולסטרול שייך למשפחה גדולה של חומרים - סטרואידים, שאליהם שייכים גם הורמוני המין, קורטיזון וויטמין D. הכולסטרול מיוצר בכל תאי הגוף, אך בעיקר בכבד. הכולסטרול מצוי אך ורק במזונות מן החי, בעיקר בחלמון ביצה ובאיברים פנימיים של בעלי חיים. אצל מרבית בני האדם הכולסטרול שבמזון משפיע אך במעט על רמת הכולסטרול בדם. כשני שלישים מכמות הכולסטרול בדם מיוצרים בגוף עצמו, ורמתו קבועה יחסית עקב פעילות של מנגנון ויסות עצמי בגוף. עם זאת, אכילת כמות רבה של מאכלים עתירי שומן וכולסטרול מעלה גם את רמתו בדם. מצב כזה עלול לגרום להיצרות כלי דם, לבעיות במערכת הלב וליתר לחץ דם.

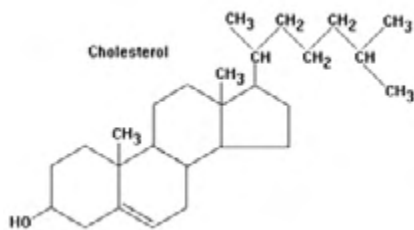
כ-93% מכמות הכולסטרול בגוף מצויים בתאים. 7% נמצאים במערכת הדם. הכולסטרול, כמו שאר השומנים, איננו מסיס במים, ולכן גם איננו מסיס בדם. בדם, מולקולות הכולסטרול והטריגליצרידים מצויים בתוך חלקיקים הקרויים "ליפופרוטאינים" (lipoprotein). חלקיקים אלו בנויים מחלבונים

ומשומנים, וכך הם מסוגלים גם להתקשר למולקולות השומניות ולכולסטרול וגם להתמוסס בדם. הליפופרוטאינים יכולים להיות בעלי גדלים שונים, לפי יחס החלבון והשומן בהם. אלו שהם בעלי מעט שומן ויותר חלבון, דחוסים יותר ומכונים: HDL (High Density Lipoprotein). החלקיקים שהם בעלי יחס גבוה של שומן לעומת חלבון, דחוסים פחות וצפופים פחות ומכונים: LDL (Low Density Lipoprotein). בתאי הגוף קיימים קולטנים (receptors) מיוחדים המזהים חלקיקי LDL ו"מאפשרים" את כניסתם לתאים. כמות קולטנים אלו בתאים נקבעת באופן תורשתי. לכן, אצל אנשים שלהם כמות קטנה יחסית של קולטנים, פחות חלקיקי LDL ייכנסו לתאים, וכמותם בדם תהיה גבוהה יותר. אנשים אלו יהיו בעלי רמת כולסטרול (המבוטאת ביחידות LDL) גבוהה בדם, מצב שמהווה גורם סיכון למחלות כלי דם ומעלה את הסיכון להתקפי לב.

חלקיקי HDL, לעומת זאת, נספגים בתאים ובכך מקטינים את כמות הכולסטרול בדם. עודף HDL מגיע לכבד ושם מתפרק, מולקולות הכולסטרול "משתחררות" והתהליך מתחיל מחדש. צפו בדיון המוצג [בקישור](#) והעוסק בנושא: כולסטרול – הטוב, הרע והמכוער. מומלץ להתמקד ב- 4.33 הדקות הראשונות של הדיון.

1. בהתייחס למידע המוסבר בדיון, ענו על השאלות הבאות:

- א. מה חשיבות הכולסטרול לגופנו? לכולסטרול חשיבות רבה לפעילות תקינה של תהליכים ביוכימיים בגוף, בין היתר לייצור ויטמין D, הורמונים סטרואידיים ומלחי מרה בכבד המסייעים בעיכול שומנים.
- ב. מהו כולסטרול "רע" ומהו כולסטרול "טוב"? הכולסטרול יכול להגיע לכל האיברים בגוף רק דרך הדם. הוא אינו מסיס במים, ולכן אינו יכול לנוע בדם בצורה של מולקולות בודדות אלא רק כחלק מקומפלקס שומני גדול. קומפלקסים אלה מכונים ליפופרוטאינים. קיימים מספר סוגים של ליפופרוטאינים, הנבדלים זה מזה בגודלם, בהרכבם הכימי ובצפיפותם. ליפופרוטאינים בעלי צפיפות נמוכה מאד, LDL, מובילים כולסטרול שהגיע מהכבד אל רקמות הגוף, ולעתים עודף שלו גורם ליצירת משקעים של כולסטרול מאחורי דופנות כלי הדם. כך מתפתחת בהדרגה טרשת עורקים ועמה מחלות לב שונות. לכן ה-LDL נקרא כולסטרול "רע". ליפופרוטאינים בעלי צפיפות גבוהה, HDL, מובילים את הכולסטרול בחזרה אל הכבד ושם הוא מתפרק, ובכך מורידים את כמותו בגוף. לכן ה-HDL נקרא כולסטרול "טוב".
- ג. האם אפשר לשלוט על כמות הכולסטרול בגוף בעזרת תזונה נכונה? הסבירו. כ- 70% מהכולסטרול נוצר בגוף, ורק כ- 30% מקורו במזונות מהחי. לכן אפשר לשלוט על כמות הכולסטרול בעזרת תזונה נכונה, אך רק במידה מעטה.
- ד. מהי הסכנה שבכולסטרול גבוה? טרשת עורקים ומחלות לב.
- ה. איך עישון משפיע על הכולסטרול בגוף? העישון גורם להורדת רמת הכולסטרול "הטוב", ובכך מסכן את הבריאות.



2. לפניכם נוסחת המבנה של כולסטרול:

מבחינה כימית הכולסטרול שייך למשפחה גדולה של חומרים - סטרואידים, שאליהם שייכים גם הורמוני המין, קורטיזון וויטמין D. עם זאת הוא דומה למשפחת השומנים מכיוון שאיננו מסיס במים.

א. מה השוני העיקרי במבנה בין חומרים השייכים למשפחת השומנים לבין הכולסטרול? בחומרים השייכים למשפחת השומנים יש קבוצות -COOH כמו בחומצות שומן, או קבוצות אֶסְטֵרִיּוֹת כמו בטריגליצרידים ומבנה של שרשרות פחמניות. לכולסטרול מבנה של טבעות וקבוצת -OH אחת.

ב. מדוע הכולסטרול איננו מסיס במים? הכולסטרול אמנם מכיל קבוצת -OH - שיכולה ליצור קשרי מימן עם המים, אך המבנה המסועף של השלד הפחמימני שלו יוצר הפרעה מרחבית והוא איננו מתמוסס במים (למעשה, רק כוהלים קצרים כמו אתנול, לדוגמה, המצוי בין, מתמוססים היטב במים).

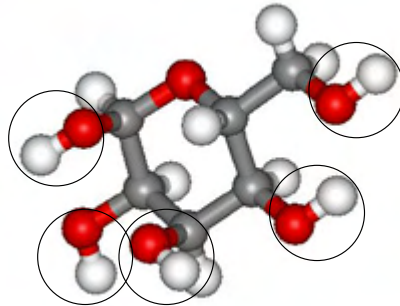
3. יש הטוענים כי "כולסטרול - אי אפשר איתו ואי אפשר בלעדיו".

א. האם משפט זה מוצדק? הסבירו.

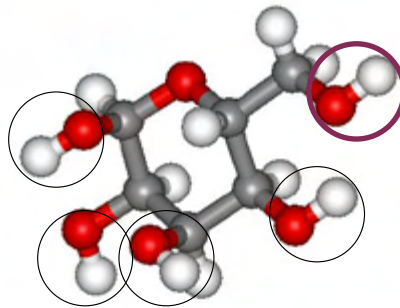
ב. הציעו משפט נוסף שבאמצעותו אפשר לתאר את חשיבות הכולסטרול לגופנו ואת הסכנות הגלומות בו, משפט שאפשר לשלב במסע פרסום להגברת מודעות הציבור לכולסטרול.

פסק למן לחשיבה ולתרגול – מכנה כימי של סוכרים פשוטים

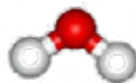
1. במולקולת הגלוקוז נמצא אטום חמצן אחד בתוך הטבעת, וחמשת אטומי החמצן האחרים נמצאים כחלק מקבוצות הידרוקסיליות: -OH.
א. סמנו את את חמש הקבוצות ההידרוקסיליות במודל מולקולת הגלוקוז.



ב. ארבע קבוצות הידרוקסיליות קשורות לאטומי הפחמן שבטבעת. הקבוצה החמישית קשורה לאטום פחמן שאיננו שייך לאטומי הפחמן המרכיבים את הטבעת. סמנו קבוצה זו במודל מולקולת הגלוקוז.

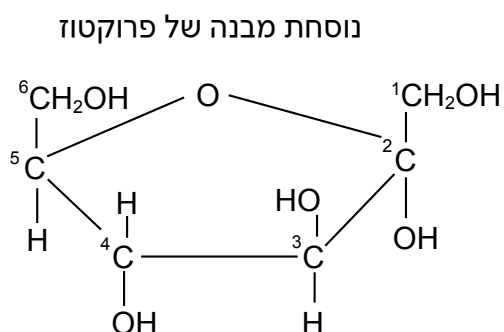


ג. הקבוצות ההידרוקסיליות במולקולת הגלוקוז אחראיות למסיסות הגלוקוז במים. ציירו מודל של מולקולת מים. האם יש דמיון בין מבנה המים לבין מבנה הגלוקוז? מהו? מודל של מולקולת מים:



הדמיון – לשניהם יש קבוצות הידרוקסיליות: -OH. למולקולת המים יש שתי קבוצות הידרוקסיליות, ולגלוקוז יש חמש קבוצות הידרוקסיליות.

2. הפרוקטוז הינו חד-סוכר שנוסחתו המולקולרית אף היא: $C_6H_{12}O_6$, כמו של הגלוקוז. לפניהם מודל ונוסחת מבנה של מולקולת פרוקטוז:



כדור אפור מייצג אטום פחמן;
כדור לבן מייצג אטום מימן;
כדור אדום מייצג אטום חמצן.

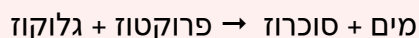
א. מהו ההבדל הבולט בין מבנה הגלוקוז למבנה הפרוקטוז? תשובה: טבעת הגלוקוז מכילה 6 אטומים (5 אטומי פחמן ואטום חמצן), וטבעת הפרוקטוז מכילה 5 אטומים (4 אטומי פחמן ואטום חמצן).

ב. האם גלוקוז ופרוקטוז הם איזומרים? נמקו. תשובה: כן, לשניהם אותו מספר וסוג אטומים, אך בסידור שונה.

ג. השלימו את הטבלה הבאה בהתייחס למבנה הגלוקוז והפרוקטוז:

פרוקטוז	גלוקוז	מאפיין
$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{12}O_6$	נוסחה מולקולרית
4	5	מספר אטומי הפחמן בטבעת
5	5	מספר קשרי C-C במולקולה
2	1	מספר קבוצות הידרוקסיליות -OH אשר אינן קשורות לאטומי הפחמן בטבעת

3. הדו-סוכר סוכרוז מורכב ממולקולת גלוקוז וממולקולת פרוקטוז שהגיבו ביניהן תוך יצירת מולקולת מים בתהליך הבא:



כתבו בתגובה את הנוסחאות המולקולריות של גלוקוז, פרוקטוז ומים. על פי ניסוח המגיבים בתגובה, מהי הנוסחה המולקולרית של סוכרוז?

מים + סוכרוז → פרוקטוז + גלוקוז



פסק למן לחשיבה ולתרגול במערכת – ממתקים מלאכותיים



היכנסו [לקישור](#) בו מוצגת כתבה בנושא ממתקים מלאכותיים. קיראו את הכתבה וענו על השאלות הבאות:

1. א. מהן הסכנות הכרוכות בצריכת מזונות מתוקים? **מחלות לב, סכרת, השמנת יתר, עששת.**
 ב. סכנה נוספת קשורה במחקרים עדכניים אשר הוכיחו כי סוכר גם גורם להתמכרות ולאכילת יתר. מה לדעתכם ניתן לעשות בהקשר זה?

2. א. האם הממתקים המלאכותיים מהווים סכנה בריאותית עבורנו? הסבירו. **אם צורכים אותם בצורה מושכלת הם לא מהווים סכנה בריאותית: הם לא מתפרקים בגוף ועל כן לא תורמים לערך תזונתי-קלורי והם אינם גורמים לעששת.**

ב. הינכם חברים ב-FDA – מנהל המזון והתרופות האמריקאי, שצריך להחליט האם ממתיק מלאכותי חדש ייכנס לשוק. אילו שיקולים תיקחו במסגרת החלטתכם? הציעו שלושה שיקולים ונמקו את בחירתכם. **שיקולים חשובים: האם הממתיק מתפרק בגוף, במידה והוא מתפרק לאילו חומרים כימיים? האם חומרים אילו מסוכנים לגוף? אילו תגובות הם עוברים בגוף? האם יש לו ערך קלורי? כמה עולה להפיק ממתיק זה? האם יש רווח כלכלי לייצור?**

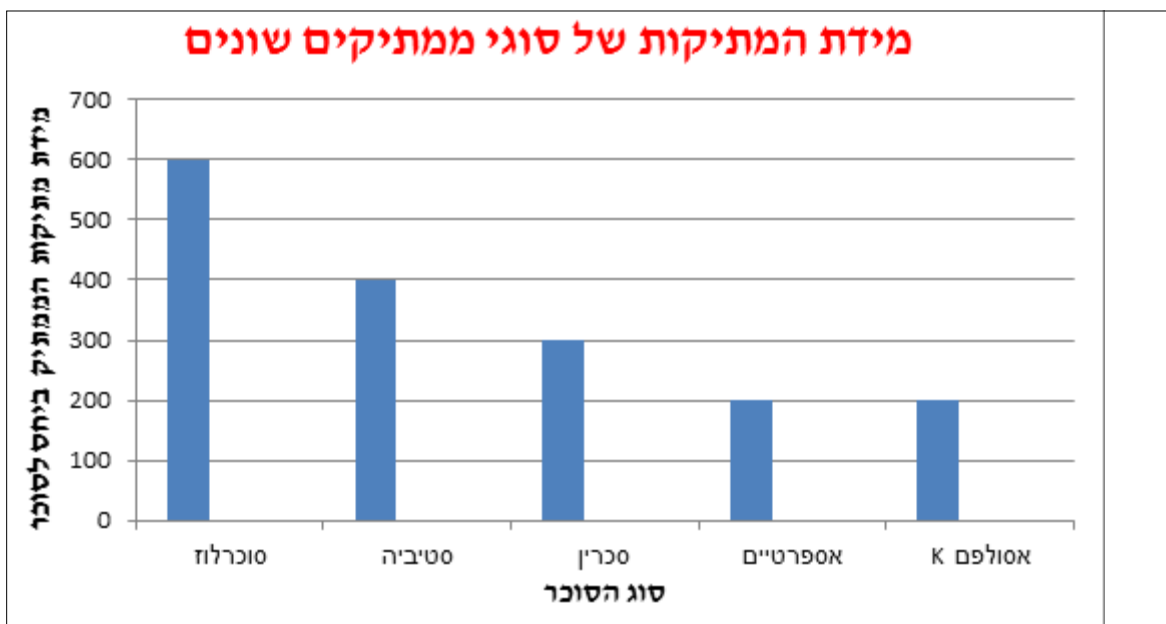
3. האם לאחר קריאת הכתבה תבחרו לצרוך ממתקים מלאכותיים? נמקו את תשובתך והתייחסו למידת האמינות של המידע בכתבה. יש להתייחס באופן ביקורתי לנתונים בכתבה ולכותבים אותה – לאורך הכתבה אין דעות של מומחים אשר חווים את דעתם בנושא הממתקים. כמו כן לא נאמר מאיפה המידע והנתונים לקוחים. מצוין כי כותבת הכתבה היא מנהלת תחום תזונה נבונה אך לא כתוב אפילו את שמה ואת דרגתה בתחום הדעת (דוקטור/פרופ' וכדומה). הייתי נעזרת במקור מידע נוסף על מנת לאמת את המידע ולוודא אותו.

4. א. הכינו טבלה בה רישמו את כל שמות הממתיקים המלאכותיים המוזכרים בכתבה ומידת מתיקותם לעומת סוכר. דרגו אותם מהממתיק המתוק ביותר ועד הכי פחות מתוק.

מידת מתיקותו	סוג סוכר
פי 600 מסוכר	סוכרלוז
פי 300 מסוכר	סכרין
פי 30-400 מסוכר	סטיביה
פי 200 מסוכר	אספרטיים
פי 200 מסוכר	אסולפם K

ב. הציגו את הנתונים שבטבלה שהכנתם בגרף. באיזה גרף תיבחרו? גרף עמודות או גרף רציף? נמקו את בחירתכם ובנו את הגרף המתאים. שימו לב לציין כותרות לכל ציר בגרף ולתת לו כותרת.

יש לבחור בגרף עמודות כי המשתנה הבלתי תלוי (המשתנה אותו אנו משנים) הוא בדיד - סוג הסוכר.





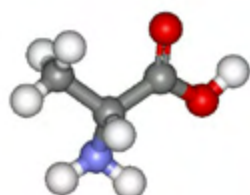
באלו מוצרי המזון יש סוכר?

1. רישמו עשרה מוצרי מזון שאתם צורכים ואתם יודעים שיש בהם סוכר. תלמיד יכול למנות כל 10 מזונות שהוא יודע שיש בהם סוכר. לדוגמא: שוקולד, משקאות מתוקים, גלידה, לחם, פירות, מילקי, קורנפלקס, ביסקוויטים, דבש, קטשופ ועוד.
2. א. קראו את הכתבה [בקישור זה](#) והכינו טבלה של המזונות המוזכרים בכתבה וכמות הסוכר בהם.
ב. באילו מהמזונות המוזכרים לא ידעתם כי יש בהם סוכר?
3. בכתבה רשום כי " הסוכר מתחבא במאכלים תמימים". למה מתכוון הכותב באמרה זו? מה הסכנה בכך? הכוונה היא שיש סוכר במזונות שלא חשבנו שבהם הוא נמצא, בעיקר במזונות מלוחים דווקא: רטבים למיניהם, נקניקיות, תבלינים וכדומה. הסכנה היא צריכה לא מבוקרת של סוכר ועקב כך השמנת יתר ומחלות אחרות כתוצאה מאכילה כמות גדולה של סוכר במזונות שלא ידענו שמכילים סוכר. במידה ומדובר בחולי סכרת, הסכנה גדולה אף יותר.
4. על-פי המידע בכתבה, הצריכה היומית המומלצת של סוכר היא שש כפיות לנשים ותשע לגברים. בארץ אין חובה לסמן את כמות הסוכר במוצרי המזון. מה דעתכם על תקנה זו? נמקו. אי ידיעת כמויות סוכר במזונות שונים הינה בבחינת הסתרת מידע מהציבור ויכולה לגרום לצריכה לא מבוקרת של סוכר ולהשמנה ואף ולבעיות בריאותיות, בעיקר לחולי סכרת שאצלם כמויות צריכת הסוכר דורשת בקרה מיוחדת.

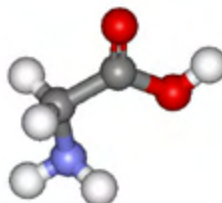
חלבונים

פסק למן לחשיבה ולתראול - חומצות אמיניות

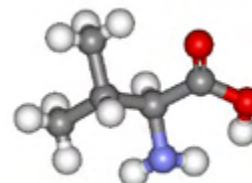
1. לפניכם מודלים של שלוש חומצות אמיניות:



גליצין



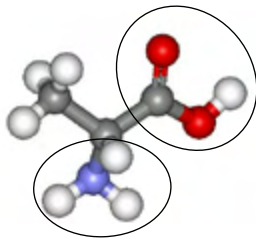
אלאנין



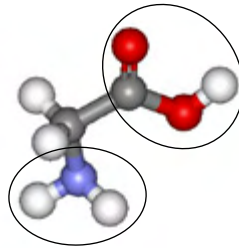
ואלין

כדור אפור מייצג אטום פחמן; כדור לבן מייצג אטום מימן; כדור אדום מייצג אטום חמצן; כדור כחול מייצג אטום חנקן.

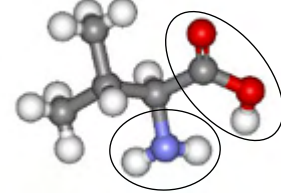
א. זהו בכל אחת מהמולקולות את הקבוצה הקרבוקסילית ואת הקבוצה האמינית. מצאו בהתאם את אטום הפחמן המרכזי, וסמנו אותו.



גליצין



אלאנין



ואלין

ב. מהי קבוצת הצד בכל אחת משלש החומצות?

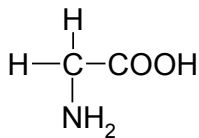
גליצין: -H

אלאנין: -CH₃

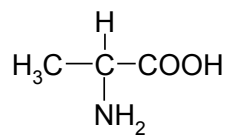
ואלין: -CH(CH₃)₂

ג. ציירו נוסחת מבנה של שלוש החומצות האמיניות האלו.

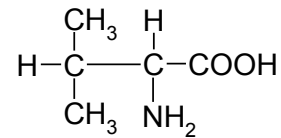
תשובה:



גליצין



אלאנין

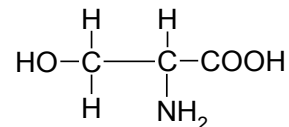


ואלין

2. קבוצת הצד של החומצה האמינית סרין היא: -CH₂OH.

ציירו נוסחת מבנה מלאה לחומצה אמינית זו.

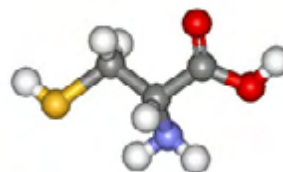
תשובה:



3. שתי חומצות אמיניות מכילות בקבוצה הצדדית שלהן גם אטום גופרית. קבוצת הצד של

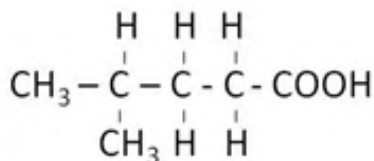
החומצה האמינית ציסטאין היא: -CH₂SH. ציירו מודל של חומצה אמינית זו.

תשובה:

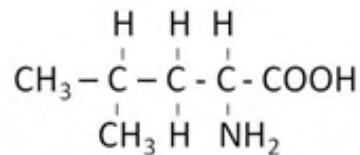




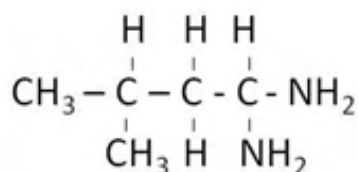
1. נתונות ארבע נוסחאות מבנה של תרכובות:



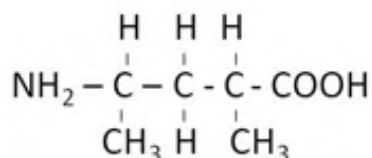
II



I



IV



III

איזו נוסחה מייצגת חומצה אמינית?

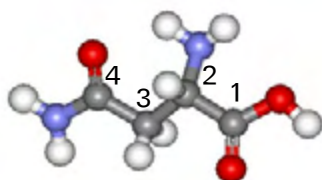
I. א

II. ב

III. ג

IV. ד

נמקו את בחירתכם וכן מדוע לא בחרתם בכל אחת מהאפשרויות האחרות.



2. נתון מודל של החומצה האמינית אַספָּרְגִין.

כדור אפור מייצג אטום פחמן; כדור לבן מייצג אטום מימן;
כדור אדום מייצג אטום חמצן; כדור כחול מייצג אטום חנקן.

ארבעת אטומי הפחמן במולקולה מסומנים במספרים: 1, 2, 3, 4.

אטום הפחמן המרכזי שאליו קשורות הקבוצות השונות בחומצה אמינית זו הוא:

1. א

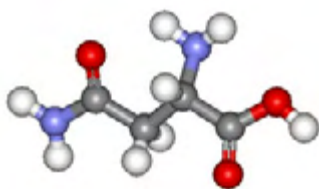
2. ב

3. ג

4. ד

נמקו את בחירתכם.

3. מהו הרכב האטומים בקבוצת הצד של החומצה האמינית אספרגין שהמודל שלה נתון כאן?



כדור אפור מייצג אטום פחמן; כדור לבן מייצג אטום מימן; כדור אדום מייצג אטום חמצן; כדור כחול מייצג אטום חנקן.

א. - NH_2COCH

ב. - $\text{HCOOCH}_2\text{CNH}_2$

ג. - NH_2COCH_2

ד. - $\text{NH}_2\text{COCH}_2\text{C}$