**פעילות מתוקשבת בנושא חומצות שומן**

**1. תיאור כללי של המשימה**

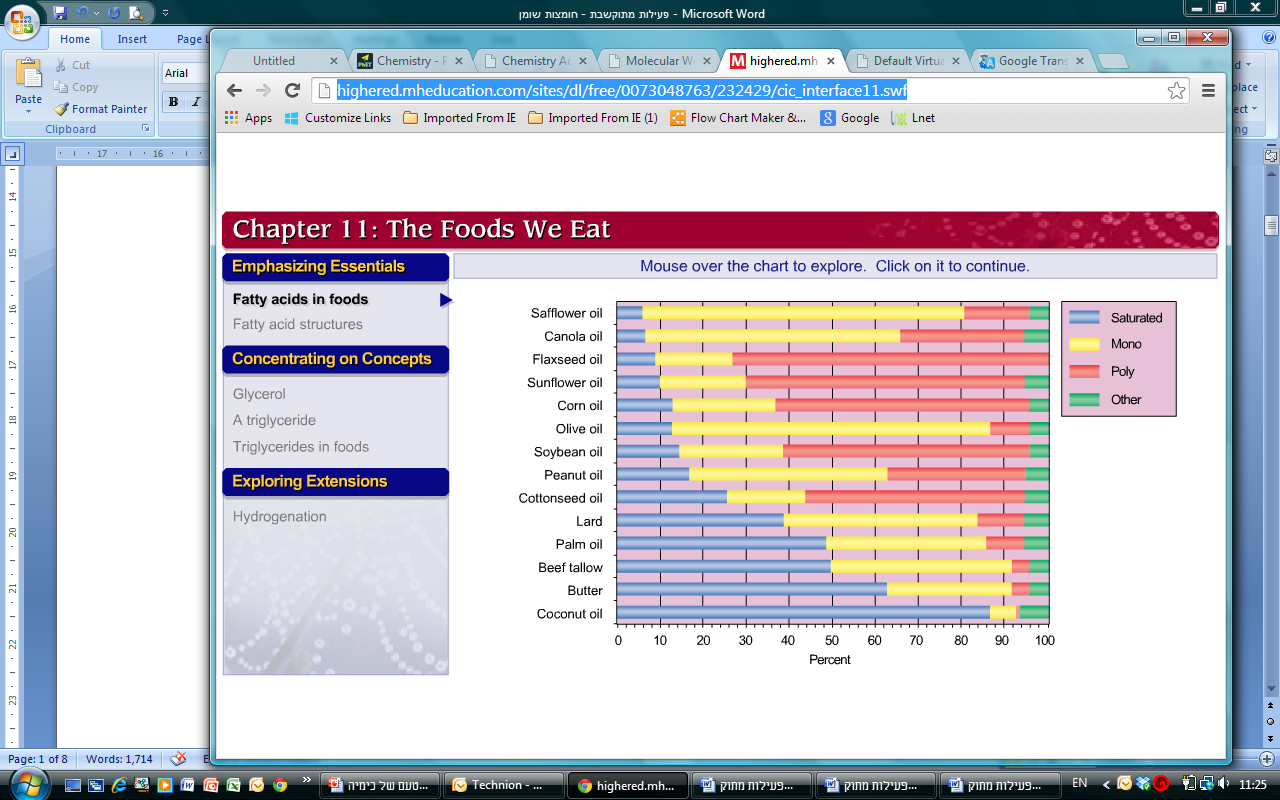
* **שם המשימה:** חומצות שומן - מבנה, מיון וצורות ייצוג
* **שם המפתחים:** ד"ר אורית הרשקוביץ
* **עריכה לפני העלאה לאתר**: ד"ר אורית הרשקוביץ, הטכניון
* **קישור לנושא הוראה**:
* מבנה וקישור
* חומצות שומן (טעם של כימיה)
* **ערך מוסף של שימוש בפעילות**

האתר מאפשר בצורה פשוטה וחזותית לבחון:

* מיון של חומצות שומן לחומצות רוויות, חד-לא רוויות ורב-לא רוויות
* מבנה של חומצות שומן בצורות ייצוג שונות (מקלות, כדור-מקל וממלא מרחב) בצורת רישום מקוצרת ורישום מלא
* מבנה טריגליצריד והידרוליזה שלו לחומצות השומן המרכיבות אותו
* חקר הרכב חומצות שומן במזון (שמן, ממרח בטעם חמאה)
* הדמייה של תהליך הידרוגנציה
* מעברים בין ארבע רמות ההבנה בכימיה: רמת המיקרו, הסמל, המאקרו והתהליך
* **קישור לפלטפורמה מתוקשבת**

<http://highered.mheducation.com/sites/dl/free/0073375667/232429/cic_interface11.swf>

* **סוג פעילות**: חקר באמצעות הדמיות ושאלות ידע ויישום קצרות.
* **אופן ביצוע פעילות**: עבודה עצמאית של התלמידים כיחידים או בזוגות
* **מיקום ביצוע הפעילות**: ניתן לבצע כפעילות תלמידים במהלך שיעור במעבדת מחשבים, פעילות תלמידים בבית או פעילות בכיתה בהנחיית המורה
* **זמן משוער:** שיעור כפול



**2. דפי עבודה לתלמידים המלווים את הפעילות**

**פעילות מתוקשבת בנושא חומצות שומן**

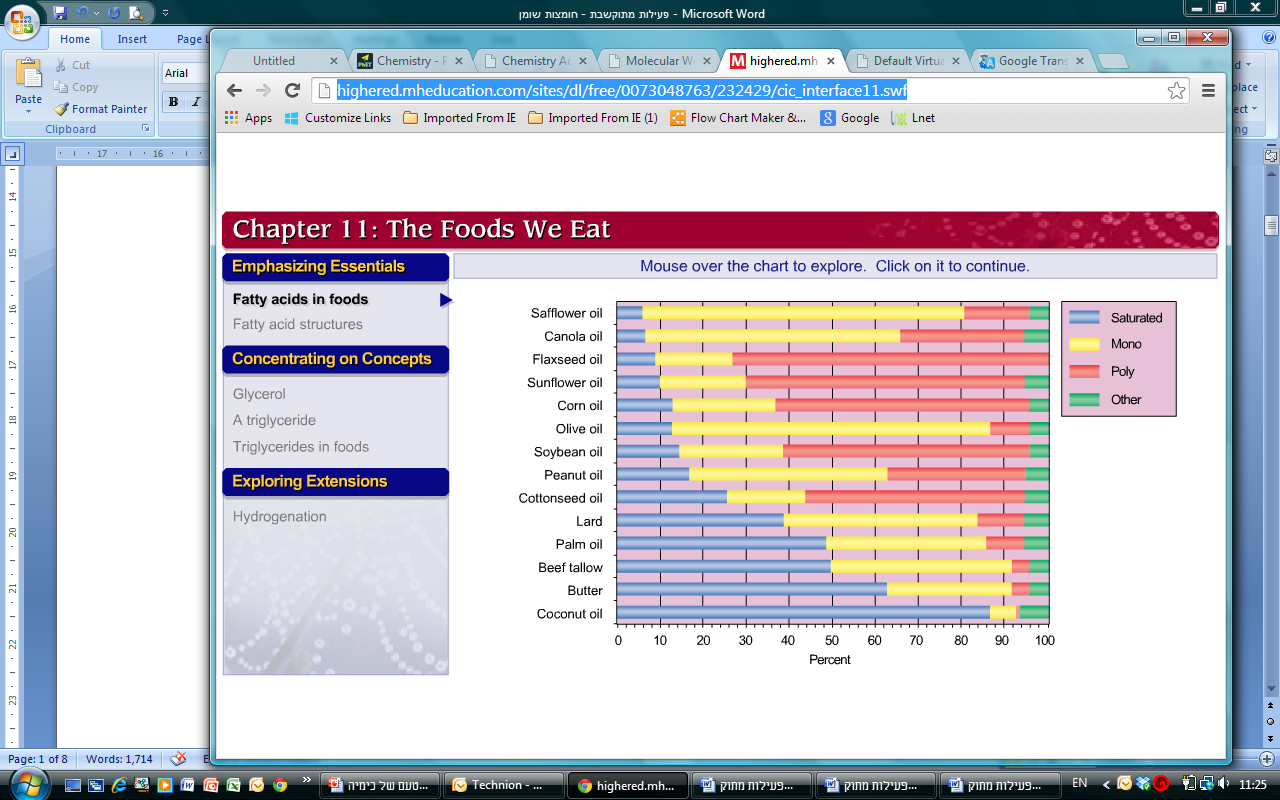
הפעילות הבאה תאפשר לכם לחקור באופן מונחה מבנה ומיון של חומצות שומן, מבנה טריגליצרידים והידרוליזה שלהם, תהליך הידרוגנציה (הרוויה של חומצות שומן לא רוויות) והרכב חומצות שומן במזון. החקר כולל את כל ששת הפעילויות שבאתר.

**משימה 1**

גלשו לקישור הבא:

<http://highered.mheducation.com/sites/dl/free/0073375667/232429/cic_interface11.swf>

התחילו עם מסך הפתיחה של האתר המתמקד בהרכב חומצות שומן במזונות שונים.



הגרף מציג הרכב חומצות שומן במזונות שונים.

1. העבירו את העכבר על הצבעים השונים בעמודות של הרכב מזונות שונים.

א. מה מייצג הצבע הכחול?

ב. מה מייצג הצבע הצהוב?

ג. מה מייצג הצבע האדום?

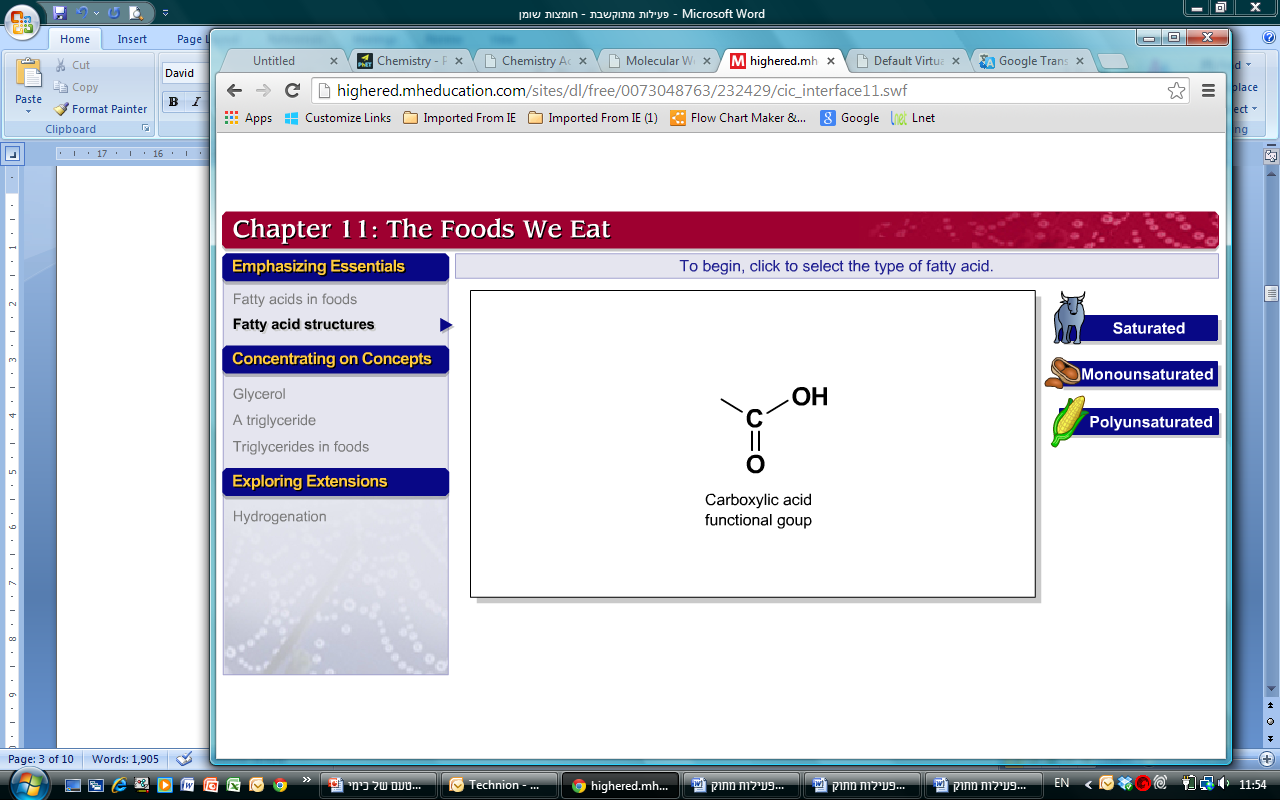
ד. מה מייצד הצבע הירוק?

2. א. מהו המזון שמכיל את האחוז הגבוה ביותר של חומצות שומן רוויות? הסבירו כיצד קבעתם זאת.

ב. מהם שני המזונות המכילים את האחוז הגבוה ביותר של חומצות שומן חד לא-רוויות? הסבירו כיצד קבעתם זאת.

ג. שמן קוקוס הוא מוצק בטמפרטורת החדר. הסבירו זאת בהתאם לנתונים בטבלה.

**משימה 2**

בחרו בפעילות מבנה חומצות שומן

מסך הפתיחה מציג את הקבוצה הפונקציונלית המאפיינת חומצות שומן: הקבוצה הקרבוקסילית.

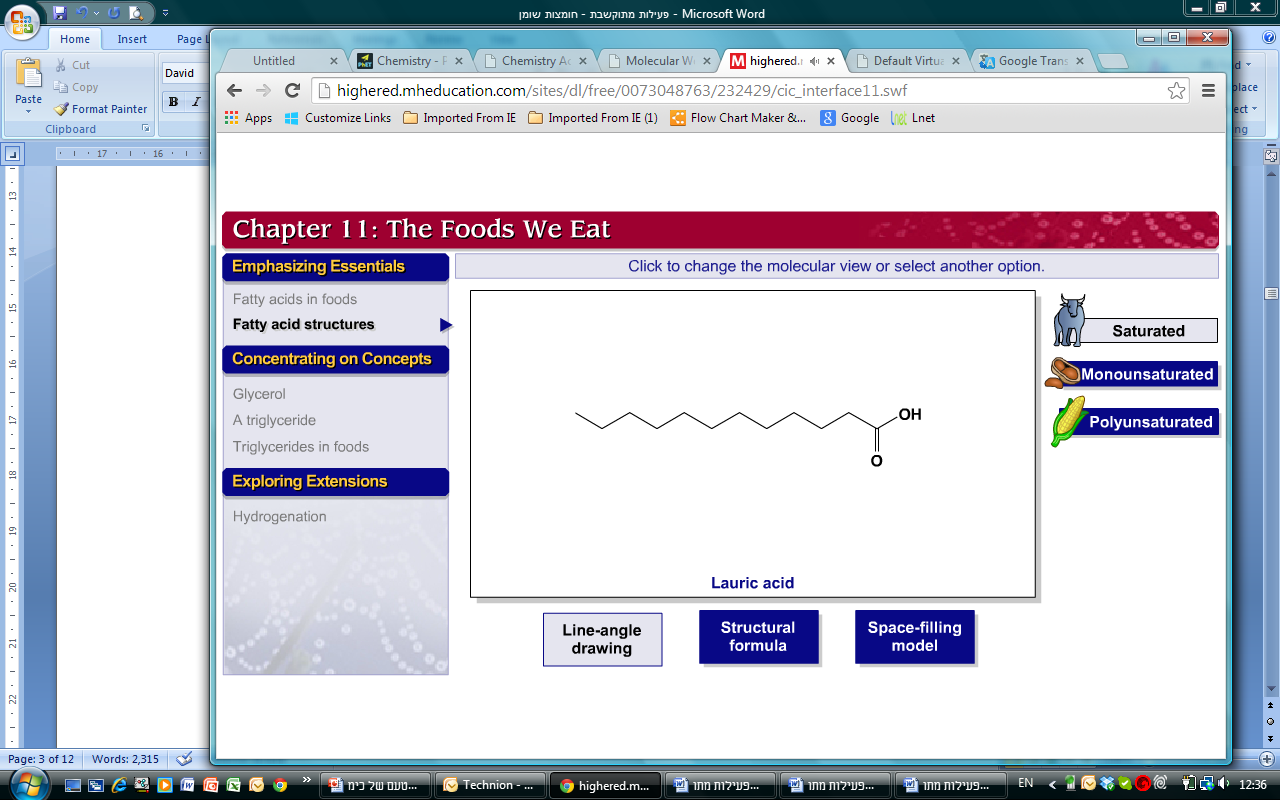
1. לחצו על חומצות שומן רוויות saturated בצד הימני של המסך. תקבלו 4 אפשרויות לבחור מבנה של חומצות שומן רוויות לפי מספר אטומי הפחמן שלהם: 12, 14, 16 או 18 אטומי פחמן.

א. בחרו באפשרות של 12 אטומי פחמן. תקבלו 3 אפשרויות של ייצוג:



ב. בחרו בצורת הייצוג השמאלית ה מייצגת רישום קווי של החומצה.

העתיקו את מבנה החומצה שקיבלתם למחברתכם.

I. הקיפו את הקבוצה הפונקציונלית במולקולה בעיגול

II. מספרו את 12 אטומי הפחמן במולקולה (תיזכורת: מיספור אטומי הפחמן מתחיל מהקצה המרוחק ממיקום הקבוצה הפונקציונלית).

III. מהו הרישום המקוצר למולקולה זו?

ג. בחרו בצורת ייצוג מלאה:

סיפרו את אטומי הפחמן המוצגים במבנה - האם יש 12 אטומי פחמן? האם מיקומם זהה למיספור שסימנתם בסעיף ב?

ד. עברו לצורת ייצוג של מודל ממלא מרחב:

במודל זה, מה מייצגים הכדורים הלבנים, האפורים והאדומים?

ה. כדי בחון את החומצות האחרות המכילות 14, 16 או 18 אטומי פחמן תיצטרכו להקליק על האפשרות השניה בצד הימני של המסך ואז לחזור ולבחור שוב באפשרות הראשונה של חומצות שומן רוויות saturated.

2. לחצו על חומצות שומן רוויות חד-לא רוויות monounsaturated בצד הימני של המסך. תקבלו 2 אפשרויות לבחור מבנה של חומצות שומן חד-לא רוויות לפי מספר אטומי הפחמן שלהם: 12 16 או 18 אטומי פחמן.

א. בחרו באפשרות של 16 אטומי פחמן. תקבלו 3 אפשרויות של ייצוג:





ב. בחרו בצורת הייצוג השמאלית המייצגת רישום קווי מקוצר של החומצה.

העתיקו את מבנה החומצה שקיבלתם למחברתכם.

I. הקיפו את הקבוצה הפונקציונלית במולקולה בעיגול

II. הקיפו בעיגול את מקום הקשר הכפול במולקולה

III. מספרו את 16 אטומי הפחמן במולקולה (תיזכורת: מיספור אטומי הפחמן מתחיל מהקצה המרוחק ממיקום הקבוצה הפונקציונלית).

IV. מהו הרישום המקוצר למולקולה זו?

V. מדוע למולקולה מבנה זויתי?



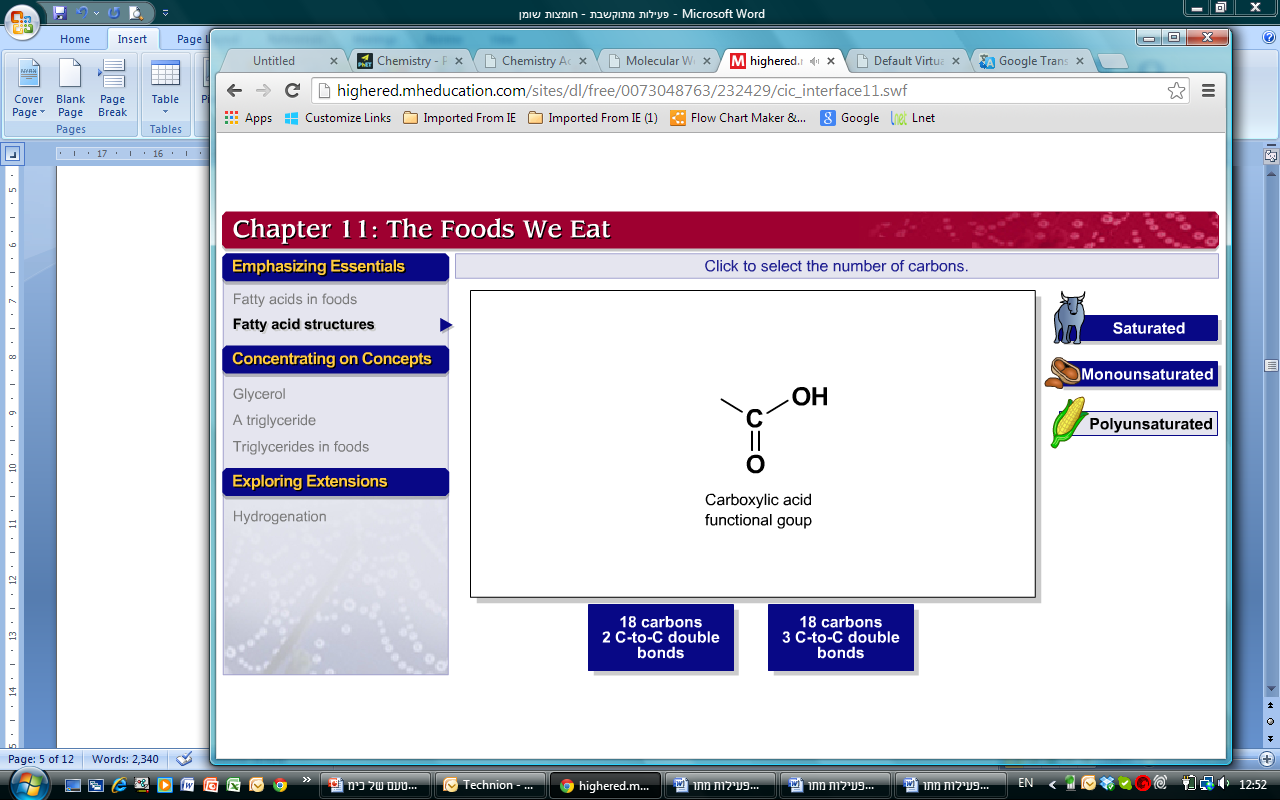
ג. בחרו בצורת ייצוג מלאה:

סיפרו את אטומי הפחמן המוצגים במבנה - האם יש 16 אטומי פחמן? האם מיקומם זהה למיספור שסימנתם בסעיף ב?

ד. עברו לצורת ייצוג של מודל ממלא מרחב:

וצפו במודל המוצג.

3. לחצו על חומצות שומן רוויות רב-לא רוויות polyunsaturated בצד הימני של המסך. תקבלו שתי אפשרויות לבחירת שני מבנים של חומצות שומן רב-לא רוויות בעלות 18 אטומי פחמן: האחד עם שני קשרים כפולים והשני עם 3 קשרים כפולים.



א. בחרו באפשרות השמאלית של שני קשרים כפולים

תקבלו 3 אפשרויות של ייצוג:



ב. בחרו בצורת הייצוג השמאלית המייצגת רישום קווי מקוצר של החומצה.

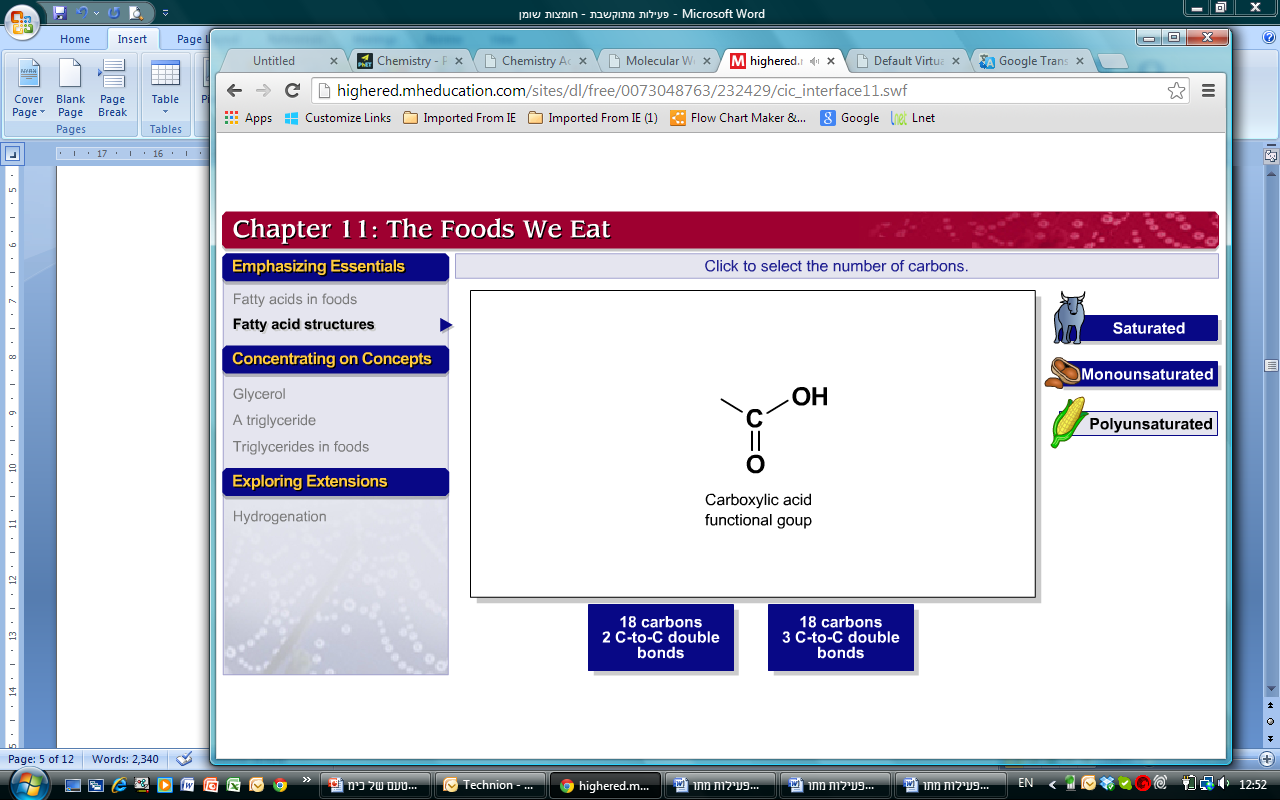
העתיקו את מבנה החומצה שקיבלתם למחברתכם.

I. הקיפו את הקבוצה הפונקציונלית במולקולה בעיגול

II. הקיפו בעיגול את שני מקומות הקשרים הכפולים במולקולה

IV. מהו הרישום המקוצר למולקולה זו?

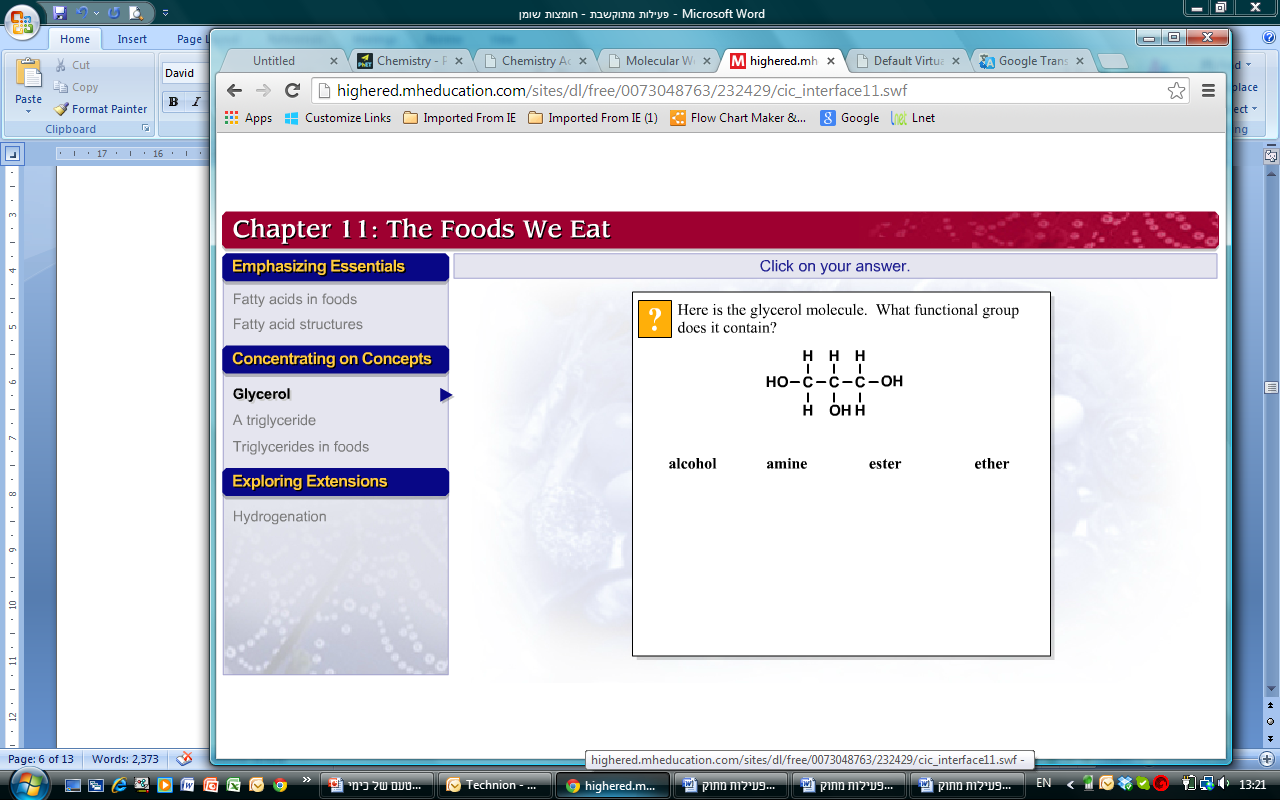
V. צפו במולקולה בשתי צורות הייצוג הנוספות

ג. בחרו באפשרות של 3 קשרים כפולים

וחיזרו על כל תת הסעיפים ב I-V עם מולקולה זו.

**משימה 3**

בחרו בפעילות של מבנה גליצרול



בפעילות זו תיתמקדו בזיהוי מבנה של גליצרול באמצעות מספר שאלות:

1. מהי הקבוצה הפונקציונלית בגליצרול? בחרו באחת מארבע האפשרויות: כוהל, אמין, אסטר או אתר.

2. העתיקו את מבנה הגליצרול למחברותיכם.

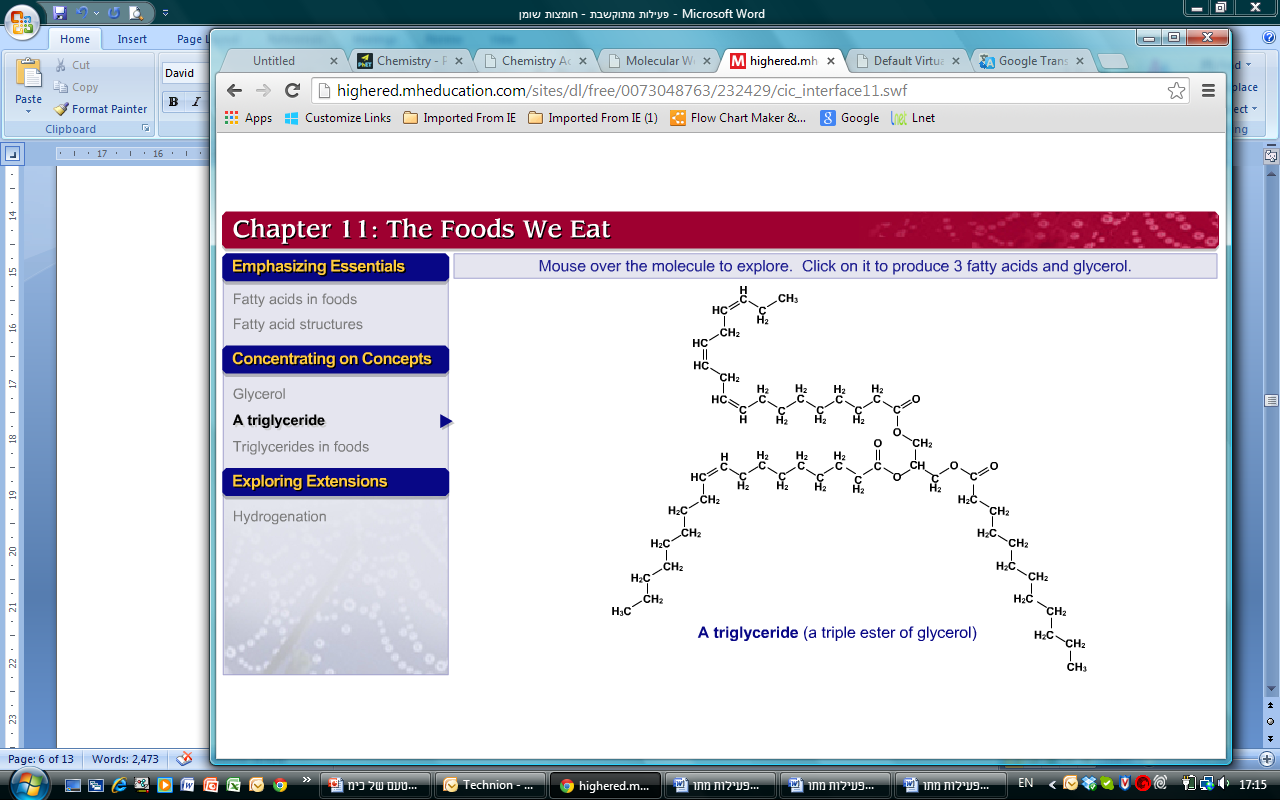
3. המשיכו למסך הבא. האם המבנה המוצג מייצג גליצרול? הסבירו את בחירתכם.

4. העתיקו מבנה זה למחברותכם.

5. המשיכו למסך הבא וצפו בצורות השונות של מבנה מולקולת גליצרול. מדוע קיימות צורות שונות אילו למולקולה?

**משימה 4**

בחרו בפעילות מבנה של טריגליצריד



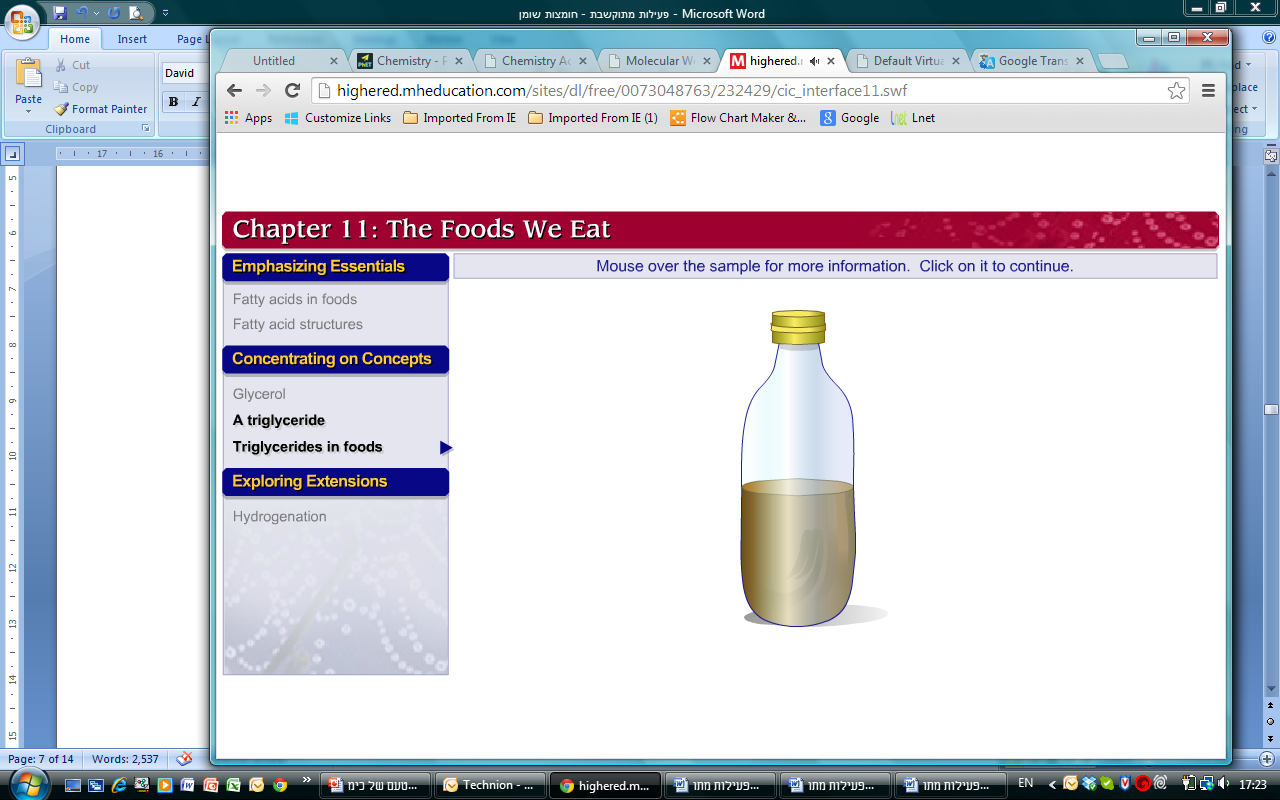
1. עיברו עם העכבר על פני איור המולקולה לגילוי שייר הגליצרול הקשור לשלושה שיירים של חומצות שוצן.

2. לחיצה על המולקולה מתחילה הדמיה של תהליך הידרוליזה. מהם מגיבי התהליך? מה התוצרים?

3. זהו את מולקולת הגליצרול וליחצו עליה. אם זיהיתם נכון, תקבלו אישור ותוכלו להתחיל את הפעילות מחדש אם תירצו.

**משימה 5**

בחרו בפעילות של טריגליצרידים במזון.



הבקבוק מכיל שמן לא ידוע. בפעילות תיקבעו את הרכב חומצות השומן בשמן ובהתאם תוכלו לקבוע מהו שמן זה.

1. לחצו על הבקבוק להתחלת הפעילות. במסך המתקבל מוצגות נוסחאות מבנה של שני טריגליצרידים. עיברו עם העכבר על כל אחד מהם להצגת שלשת שיירי חומצות השומן המרכיבות כל אחד מהטריגליצרידים.

2. לחצו עם העכבר על הטריגליצריד התחתון. לקבלת הרכב הטריליצריד, לחצו על שייר חומצת השומן הרוויה, החד-לא רוויה והרב-לא רוויה. אם בחרתם נכון, תקבלו את ההרכב בגרמים של כל אחד משיירים אלו.

3. לחצו על המשך וענו על השאלה המוצגת: מהו אחוז חומצות השומן החד-לא רוויות בטריגליצריד? (שימו לב כי באופן אקראי מתקבלין הרכבים שונים וגם השאלות יכולות להתייחס לאחוז כל אחד מסוגי חומצות השומן). לחצו על האחוז הנכון לדעתכם. כיצד חישבתם?

4. אם קיבלתם תשובה נכונה, לחצו על הכפתור המוצג כדי לקבל את ההרכב באחוזים של כל סוגי חומצות השומן בשמן.

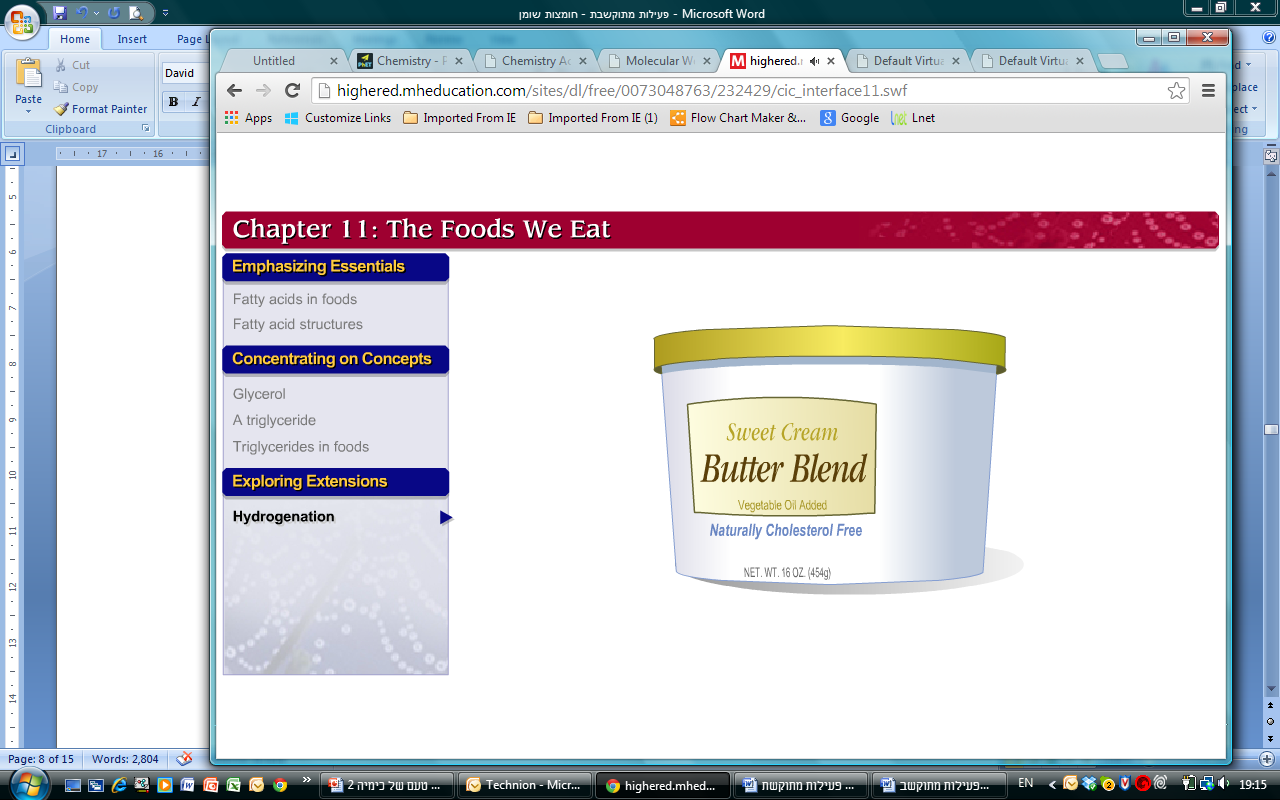
5. במסך הבא מוצג גרף של הרכב חומצות שומן בשישה מזונות. על-פי אחוזי חומצות השומן שחישבתם בשמן (והמוצגים מתחת לגרף) עליכם לזהות את השמן המתאים. לחצו על שם השמן. האם הצלחתם? כיצד בחרתם את השמן המתאים?

6. חזרו על 5 השלבים הנ"ל עבור מוצר מזון נוסף (ממרח חמאה או שמן אחר). כדי לקבל מזון חדש, יש ללחוץ במסך הראשי באחת הפעילויות האחרות ואז ללחוץ שוב בפעילות זו: טריגליצרידים במשון. בכל פעם תקבלו מזון בעל הרכב חומצות שןמן אחר.

**משימה 6**

בחרו בפעילות של תהליך הידרוגנציה.

תהליך הידרוגנציה הוא תהליך של הרווית הקשרים הכפולים בחומצות שומן לא רוויות על-ידי סיפוח מימן לקשרים הכפולים.



1. לחצו על כפתור ההמשך לקבלת המסך הבא. לפניכם נוסחת המבנה של חומצת שומן אולאית.

א. האם חומצת שומן זו היא חומצה רוויה/חד-לא רוויה או רב-לא רוויה? נמקו.

ב. מהי נוסחת הרישום המקוצרת של החומצה האולאית?

2. לחצו על מולקולת המימן להתחלת ההדמייה של תהליך ההידרוגנציה.

א. תארו מה התרחש? איזו חומצה התקבלה?

ב. מה ההבדל במבנה המרחבי של החומצה האולאית והחומצה הסטארית? מה הסיבה לכך?

ג. האם שתי החומצות הן איזומרים זו לזו? נמקו.

3. הסתכלו על שתי החומצות בצורות ייצוג שונות על-ידי בחירה בכל אחת מהאפשרויות המוצגות בצד ימין של המסך.

4. ניתן לחזור על התהליך כולו מחדש על ידי לחיצה על כפתור Replay.

**3. רקע למורה**הנחיות דידקטיות להפעלת הפעילות בכיתה

האתר מציג בצורה פשוטה וחזותית את חומצות השומן ומתאים מאוד כתירגול עצמי של התלמידים לאחר לימוד בכיתה של המושגים הבסיסיים הקשורים למבנה חומצות השומן והטריגליצרידים. הפעילויות מלוות בהדרכה המאפשרת לעבור על מגוון הפעילויות המתוקשבות וכן לענות על שאלות ידע ויישום.

הפעילויות מאפשרות תירגול של מעברים בין צורות ייצוג מולקולריות (נוסחת מבנה, רישום מקוצר, נוסחת מבנה מלאה, מודל ממלא מרחב) וכן קישור בין ראבע רמות ההבנה בכימיה: רמת המיקרו, הסמל, המאקרו והתהליך.

הנושאים המוצגים בפעילויות המתוקשבות:

* מיון של חומצות שומן לחומצות רוויות, חד-לא רוויות ורב-לא רוויות
* מבנה של חומצות שומן בצורות ייצוג שונות (מקלות, כדור-מקל וממלא מרחב) בצורת רישום מקוצרת ורישום מלא
* מבנה טריגליצריד והידרוליזה שלו לחומצות השומן המרכיבות אותו
* חישוב הרכב חומצות שומן במזון (ממרח בטעם חמאה)
* הדמייה של תהליך הידרוגנציה

מומלץ שהמורה יציג את המעברים בין צורות ייצוג מולקולריות בסימולציה גם במהלך ההוראה כדי שהתלמידים יכירו את הפלטפורמה לפני שהם מתרגלים בה במיוחד כי היא באנגלית.

אפשר לפצל את הפעילות לשניים, אחת שקשורה למעברים בין צורות ייצוג מולקולריות והשניה לטריגליצרידים וחקר.

**4. פתרון דף העבודה**

**משימה 1**

הגרף מציג הרכב חומצות שומן במזונות שונים.

1. העבירו את העכבר על הצבעים השונים בעמודות של הרכב מזונות שונים.

א. מה מייצג הצבע הכחול?

אחוז חומצות השומן הרוויות במזון

ב. מה מייצג הצבע הצהוב?

אחוז חומצות השומן החד-לא רוויות במזון

ג. מה מייצג הצבע האדום?

אחוז חומצות השומן הרב-לא רוויות

ד. מה מייצד הצבע הירוק?

אחוז חומצות שומן מסוג אחר כגון: חומצות שומן טרנס.

2. א. מהו המזון שמכיל את האחוז הגבוה ביותר של חומצות שומן רוויות? הסבירו כיצד קבעתם זאת.

שמן קוקוס מכיל את אחוזה חומות השומן הרוויות הגבוה ביותר. ניתן לראות זאת מאורך הצבע הכחול בהרכב שמן זה שהוא הארוך ביותר מבין כל המזונות בטבלה.

ב. מהם שני המזונות המכילים את האחוז הגבוה ביותר של חומצות שומן חד לא-רוויות? הסבירו כיצד קבעתם זאת.

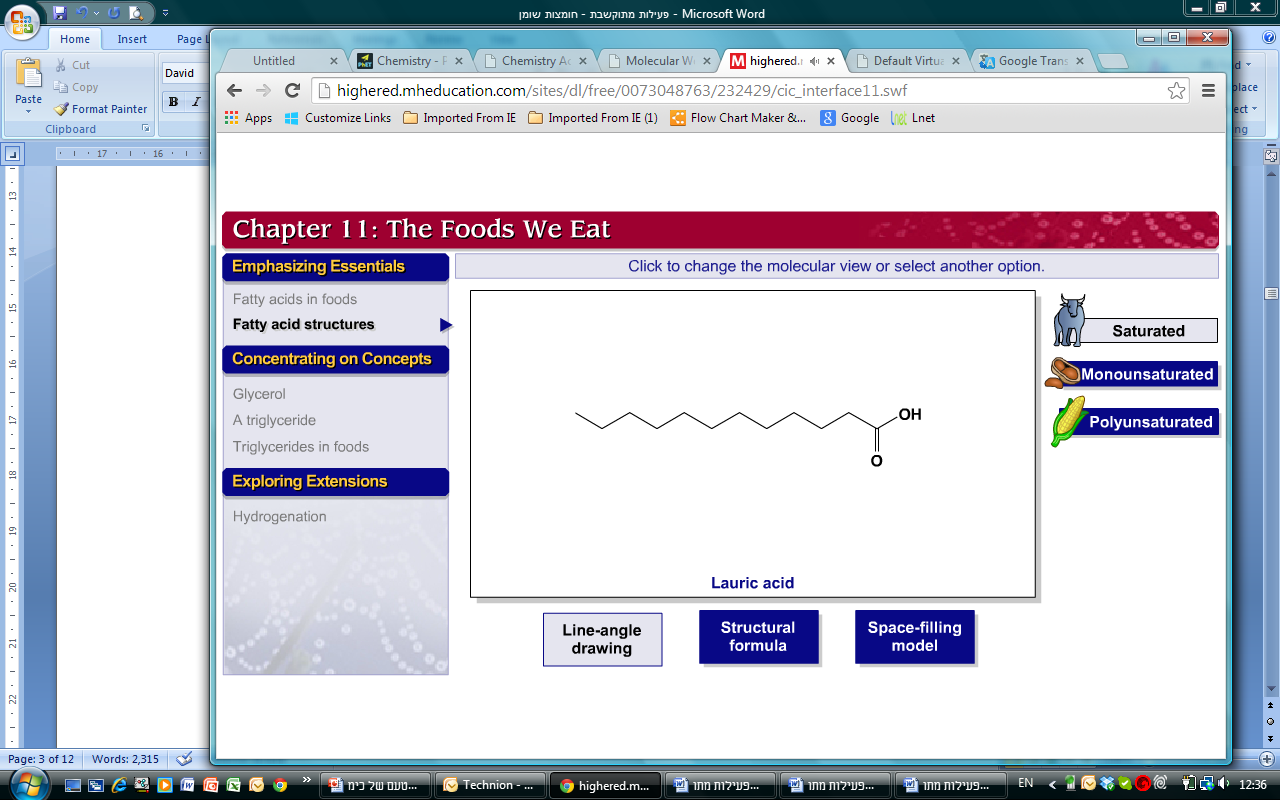
שני המזונות הם: שמן חריע (safflower) ושמן זית. בשני מזונות אלו, אורך הצבע הצהוב בעמות הרכב מזונות אילו הוא הארוך ביותר מבין כל המזונות בטבלה.

ג. שמן קוקוס הוא מוצק בטמפרטורת החדר. הסבירו זאת בהתאם לנתונים בטבלה.

לפי הרכב חומצות השומן של שמן קוקוס, יש לו אחוז גבוהה מאוד של חומצות שומן רוויות. משמעות הדבר היא שהמולקולות "ארוזות" בצפיפות יחסית ולכן כוחות ון דר ולס בין מולקולות אלו חזקות, דבר שמתבטא בטמפרטורת היתוך גבוהה יחסית (ומעל טמפרטורת החדר) ולכן בטמפרטורת החדר השמן במצב מוצק.

**משימה 2**

1. העתיקו את מבנה החומצה שקיבלתם למחברתכם.

I. הקיפו את הקבוצה הפונקציונלית במולקולה בעיגול

II. מספרו את 12 אטומי הפחמן במולקולה (תיזכורת: מיספור אטומי הפחמן מתחיל מהקצה המרוחק ממיקום הקבוצה הפונקציונלית).

III. מהו הרישום המקוצר למולקולה זו?

C12:0

ד. עברו לצורת ייצוג של מודל ממלא מרחב:

במודל זה, מה מייצגים הכדורים הלבנים, האפורים והאדומים?

הכדורים הלבנים: אטומי מימן, הכדורים השחורים: אטומי פחמן והכדורים האדומים" אטומי חמצן.

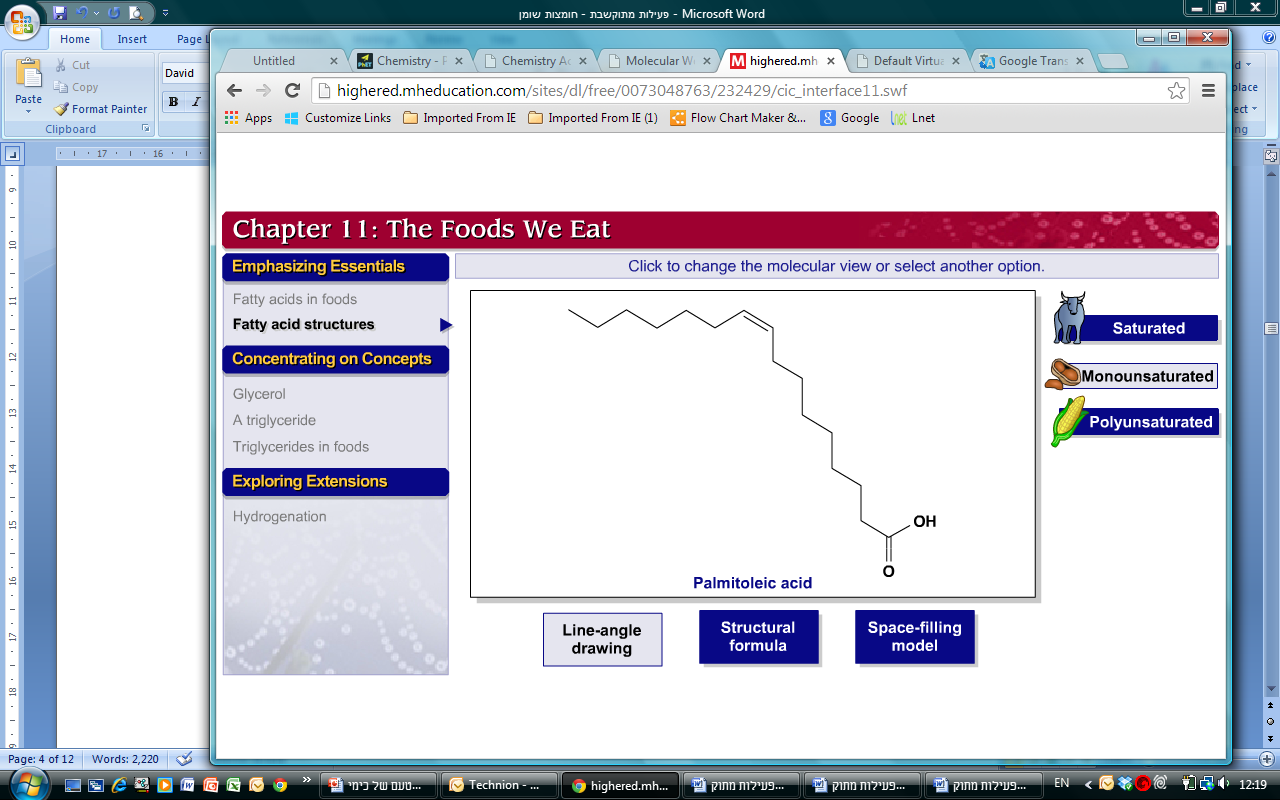
2.

ב. בחרו בצורת הייצוג השמאלית ה מייצגת רישום קווי מקוצר של החומצה.

העתיקו את מבנה החומצה שקיבלתם למחברתכם.

I. הקיפו את הקבוצה הפונקציונלית במולקולה בעיגול

II. הקיפו בעיגול את מקום הקשר הכפול במולקולה



IV. מהו הרישום המקוצר למולקולה זו?

C16:1ω7

V. מדוע למולקולה מבנה זויתי?

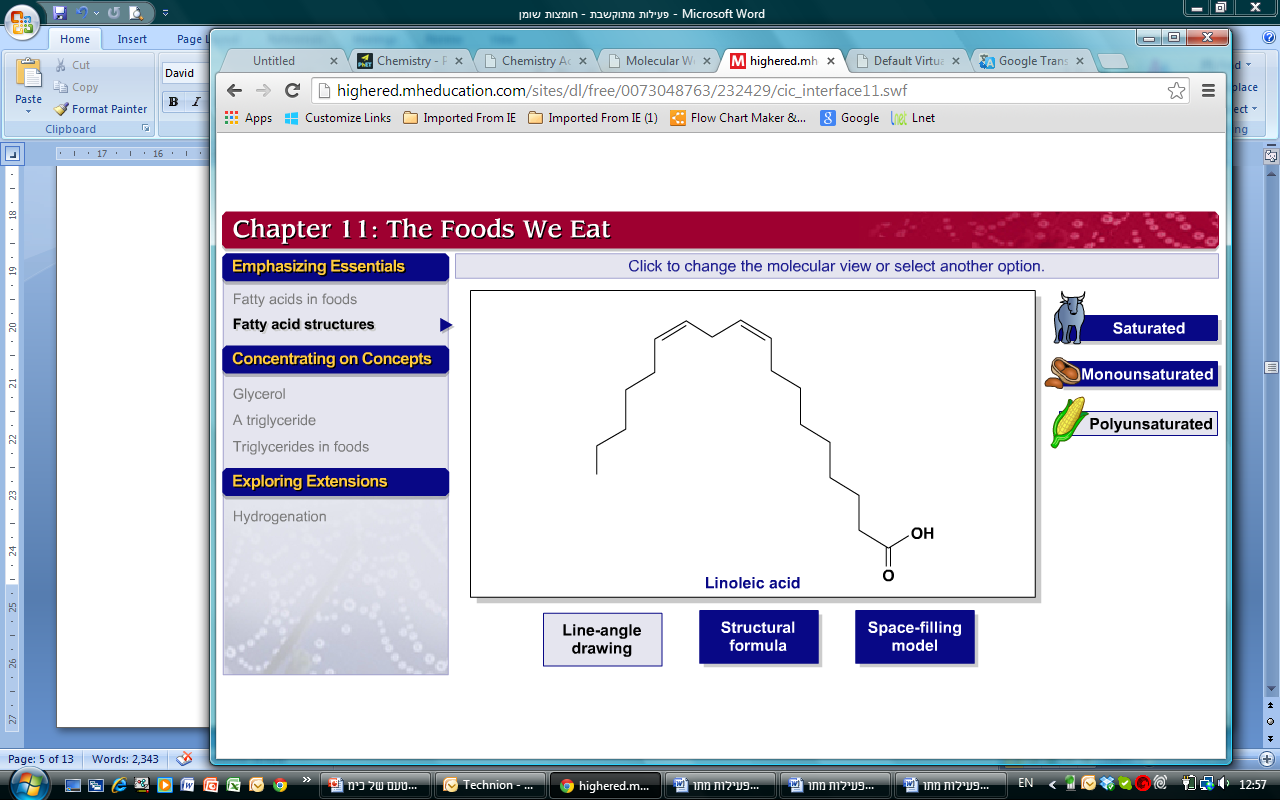
הערכות האטומים סביב הקשר הכפול היא במבנה ציס ולכן למולקולה מבנה זויתי ולא קווי.

3.

העתיקו את מבנה החומצה שקיבלתם למחברתכם.

I. הקיפו את הקבוצה הפונקציונלית במולקולה בעיגול

II. הקיפו בעיגול את שני מקומות הקשרים הכפולים במולקולה



IV. מהו הרישום המקוצר למולקולה זו?

C18:2ω6

**משימה 3**

1. מהי הקבוצה הפונקציונלית בגליצרול? בחרו באחת מארבע האפשרויות: כוהל, אמין, אסטר או אתר.

הקבוצה היא כוהל

2. העתיקו את מבנה הגליצרול למחברותיכם.

3. המשיכו למסך הבא. האם המבנה המוצג מייצג גליצרול? הסבירו את בחירתכם.

המבנה גם הוא גליצרול המכיל 3 אטומי פחמן ולכל אחד מהם קשורה קבוצת -OH.

4. העתיקו מבנה זה למחברותכם.

5. המשיכו למסך הבא וצפו בצורות השונות של מבנה מולקולת גליצרול. מדוע קיימות צורות שונות אילו למולקולה?

עקב הסיבוב החופשי בקשרי C-C מתקבלות צורות שונות המייצגות אותו מבנה בדיוק.

**משימה 4**

2. לחיצה על המולקולה מתחילה הדמיה של תהליך הידרוליזה. מהם מגיבי התהליך? מה התוצרים?

מגיבים: טריגליצריד ושלש מולקולות של מים. תוצרים: גליצרול ושלש מולקולות שומן.

**משימה 5**

3. לחצו על המשך וענו על השאלה המוצגת: מהו אחוז חומצות השומן החד-לא רוויות בטריגליצריד? (שימו לב כי באופן אקראי מתקבלין הרכבים שונים וגם השאלות יכולות להתייחס לאחוז כל אחד מסוגי חומצות השומן). לחצו על האחוז הנכון לדעתכם. כיצד חישבתם?

כדי לחשב את אחוז חומצות השומן מסוג מסוים יש לחלק את הכמות בגרמים של סוג חומצות השומן הנידרש בכמות בגרמים של השמן כולו ולהכפיל במאה).

5. במסך הבא מוצג גרף של הרכב חומצות שומן בשישה מזונות. על-פי אחוזי חומצות השומן שחישבתם בשמן (והמוצגים מתחת לגרף) עליכם לזהות את השמן המתאים. לחצו על שם השמן. האם הצלחתם? כיצד בחרתם את השמן המתאים?

לפי הצבעים בגרף המייצגים אחוזי חומצות שומן רוויות, חד-לא רוויות ורב-לא רוויות ניתן למצוא את השמן המתאים.

**משימה 6**

1. לחצו על כפתור ההמשך לקבלת המסך הבא. לפניכם נוסחת המבנה של חומצת שומן אולאית.

א. האם חומצת שומן זו היא חומצה רוויה/חד-לא רוויה או רב-לא רוויה? נמקו.

חומצת השומן היא חד-לא רוויה כי היא מכילה קשר כפול אחד במולקולה.

ב. מהי נוסחת הרישום המקוצרת של החומצה האולאית?

C18:1ω9

2. לחצו על מולקולת המימן להתחלת ההדמייה של תהליך ההידרוגנציה.

א. תארו מה התרחש? איזו חומצה התקבלה?

הקשר הכפול במולקולת החומצה ניפתח ושני אטומי המימן ממולקולת המימן התווספו למולקולה תוך יצירת שני קשרי C-H חדשים. נוצרה חומצה סטארית.

ב. מה ההבדל במבנה המרחבי של החומצה האולאית והחומצה הסטארית? מה הסיבה לכך?

לחומצה האולאית מבנה זויתי עקב סידור ההקבוצות במבנה ציס סביב הקשדר הכפול. בחומצה הסטארית אין קשרים כפולים והמבנה "התיישר".

ג. האם שתי החומצות הן איזומרים זו לזו? נמקו.

לא. לחומצה הסטארית יש שני אטומי מימן נוספים במולקולה ולכן נוסחתה המולקולרית שונה.