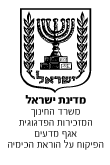
**שאלון 37381 תשע"ו 2016**

שאלה 11 - כימיה של מזון



## מדינת ישראל

## משרד החינוך

## המזכירות הפדגוגית

## אגף מדעים

## הפיקוח על הוראת הכימיה



# מינהלת מל"מ

המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי

ע"ש עמוס דה-שליט



**המרכז הארצי למורי הכימיה**

**פתיח לשאלה**

השאלה עוסקת בשמן דקל, המופק מפֵרות של עצי דקל (palm tree) שגדלים באזורים טרופיים.

שמן דקל משמש בין השאר בייצור מזון ומוצרי קוסמטיקה.

בטבלה שלפניך מוצגות חומצות השומן העיקריות המרכיבות טריגליצרידים המצויים בשמן דקל.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| חומצות השומן | סמל | **ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה** | **אחוז** |
| חומצה פלמיטית | P | CH3(CH2)14COOH | 44% |
| חומצה אולאית | O |  | 37% |

**סעיף א' תת-סעיף i**

CH3(CH2)7

⎯

⎯

C C

H

H

(CH2)7COOH

כתוב רישום מקוצר של חומצה פלמיטית ושל חומצה אולאית.

**התשובה:**

חומצה פלמיטית - C16:0

חומצה אולאית - C18:1ω9,cis

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון בינוני. רוב הטעויות נבעו מספירה שגויה של אטומי הפחמן ומאי ציון של סוג איזומר גיאומטרי - ציס או טרנס.

**המלצות**

מומלץ לתרגל מעבר בין נוסחאות שונות: רישום מקוצר, ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה, ייצוג מלא לנוסחת מבנה.

מומלץ להדגיש לתלמידים שבמספור אטומי פחמן במולקולה של חומצת שומן יש לכלול גם את אטום הפחמן שבקבוצה הקרבוקסילית.

מומלץ להיעזר בטבלה המופיעה בניתוח שאלה 8 , בחוברת של ניתוח בגרות תשע"ה, שאלון 37303:

<http://chemcenter.weizmann.ac.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/nituach3-15.pdf>

ניתן להשתמש בטבלה זו כאשר חלק מהמידע לא כתוב ולבקש מהתלמידים להשלים את החסר.

**תת-סעיף ii**

בשמן דקל יש אחוז קטן של חומצה מיריסטית: C14:0 .

טמפרטורת ההיתוך של חומצה מיריסטית היא 54oC .

קבע אם טמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית גבוהה מ- 54oC או נמוכה ממנה. נמק.

**התשובה:**

גבוהה מ- 54oC .

המספר הכולל של האלקטרונים במולקולות של חומצה פלמיטית גדול מהמספר הכולל של האלקטרונים במולקולות של חומצה מיריסטית (או: ענן האלקטרונים; או: מספר אטומי הפחמן בשרשרת; או: אורך השרשרת). לכן יש סיכוי גדול יותר להיווצרות דו-קוטב זמני בכל מולקולה, ולכן אינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות של חומצה פלמיטית חזקות מאינטראקציות

ון-דר-ואלס שבין המולקולות של חומצה מיריסטית.

נדרשת יותר אנרגיה להחלשת הקשרים שבין המולקולות של חומצה פלמיטית, ולכן טמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית גבוהה מ- 54oC , שהיא טמפרטורת ההיתוך של חומצה מיריסטית.

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון בינוני. ניתן למיין את הטעויות האופייניות שאותרו בתת-סעיף זה לשני סוגים עיקריים:

1. קביעה שגויה וניסיון לנמקה:
   * חוסר הבנה כיצד משפיע גודל של ענני האלקטרונים במולקולות החומר על טמפרטורת ההיתוך שלו:

* "טמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית נמוכה יותר, כי מולקולות שלה גדולות יותר, ולכן קשה להן להיארז בצפיפות."
  + חוסר הבנה מהו הסימון של חומצה רוויה ומהו הסימון של חומצה לא רוויה:
* "טמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית נמוכה כי היא לא רוויה."

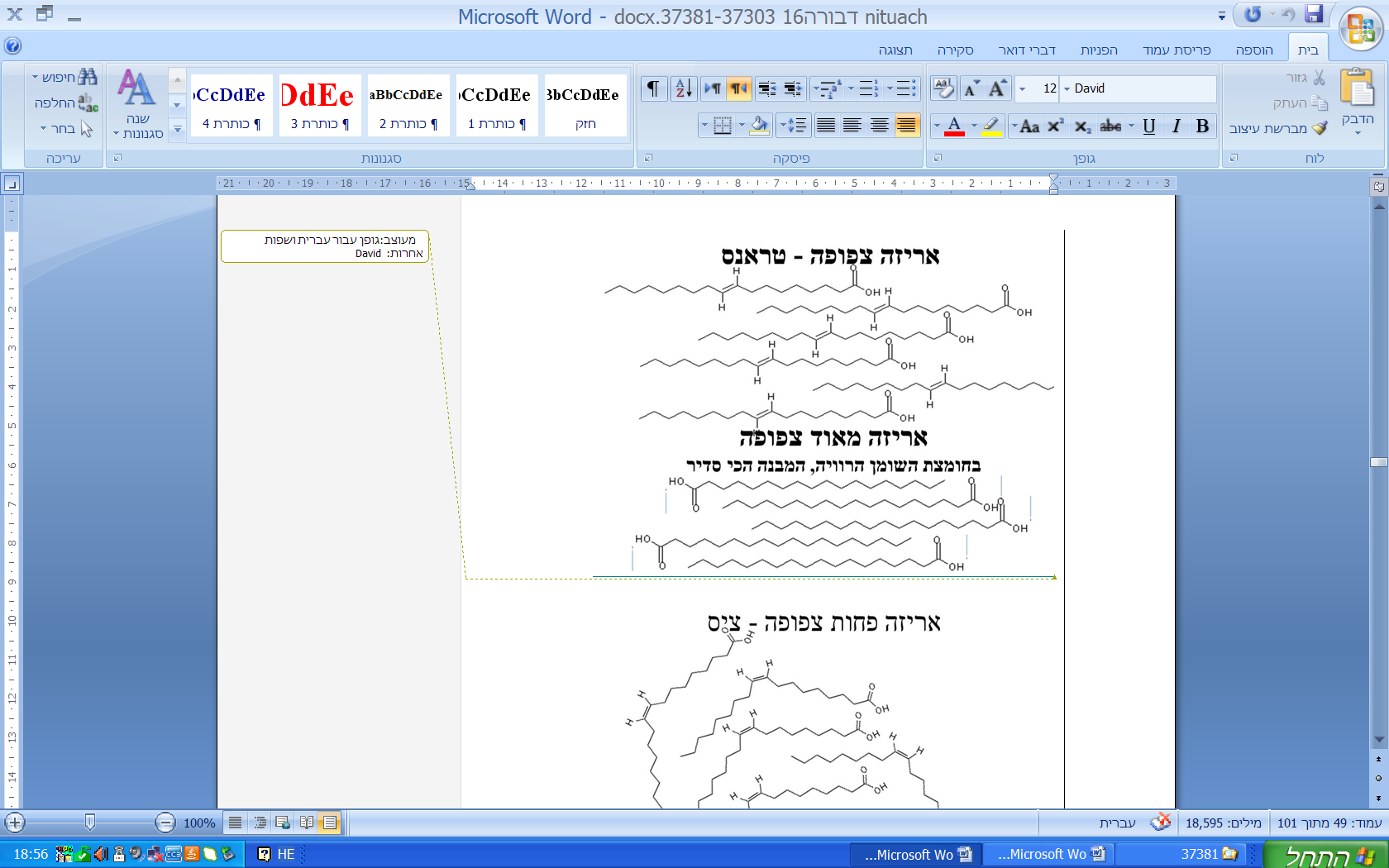
1. קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי:
   * התייחסות לפירוק מולקולות במקום החלשת קשרים בין מולקולות בתהליך ההיתוך. אי ציון של סוג החלקיקים, חוסר הבחנה בין חומר למולקולה:

* "לחומצה יש 16 פחמנים לעומת 14 פחמנים בחומצה המיריסטית. זה הופך את החומצה לארוכה יותר, גדולה יותר וכך קשה יותר לפרק אותה. מכאן טמפרטורת היתוך גבוהה יותר."
  + חוסר הבחנה בין מבנה המולקולות של חומצת שומן רוויה למבנה המולקולות של חומצה בלתי רוויה במצב טראנס. חוסר הבנה מהי איזומריה גיאומטרית:
* "טמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית תהיה גבוהה יותר, מכיוון ששתי חומצות השומן רוויות במצב טראנס."

**המלצות**

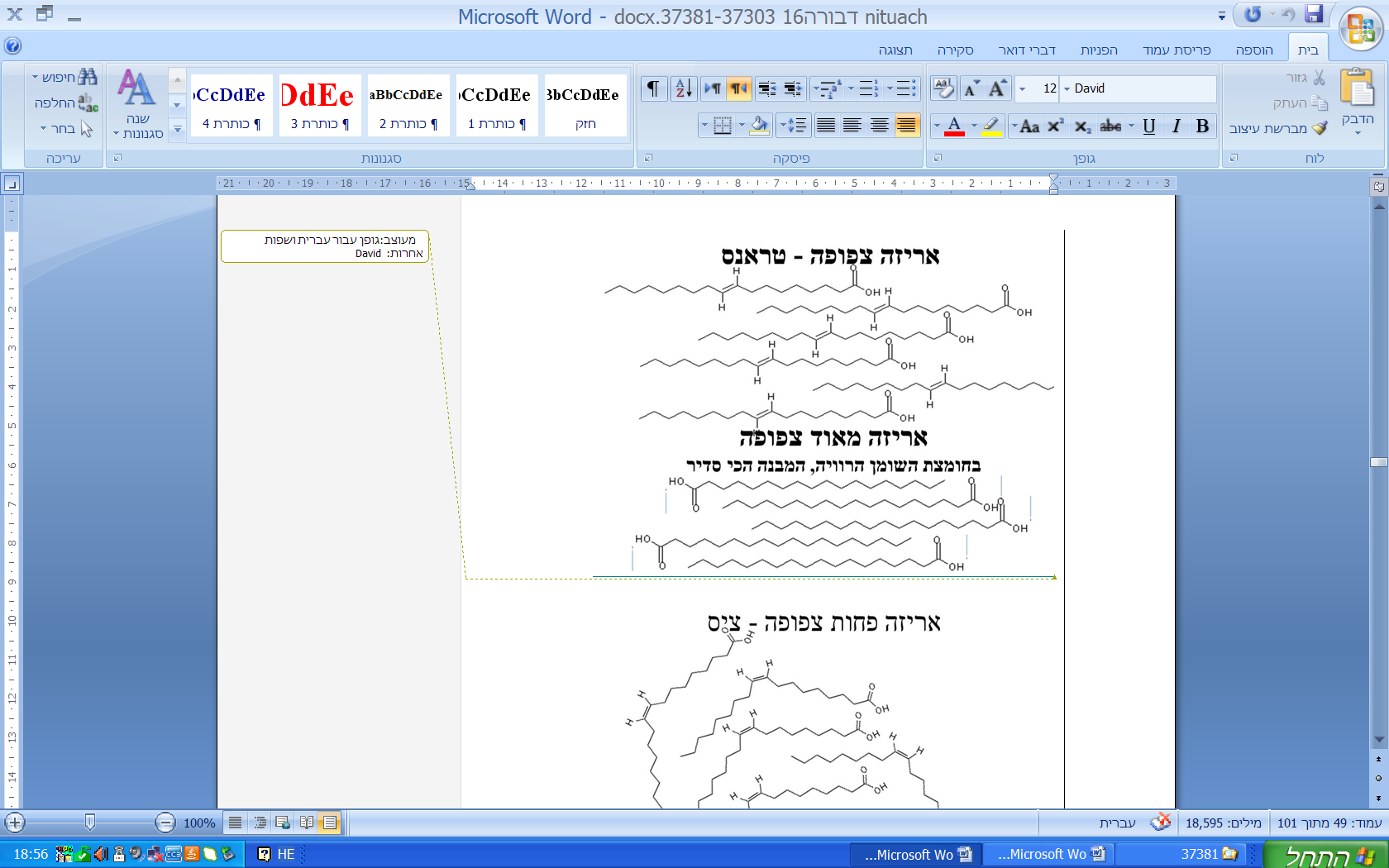
מומלץ לתת לתלמידים לעבוד עם מודלים - לבקש לבנות מודלים של חומצות שומן רוויות ובלתי רוויות, איזומרים ציס וטרנס. כך יוכלו התלמידים להבין טוב יותר את ההבדלים בין חומצות השומן השונות. חשוב מאוד שבדוגמאות של המורה יוצגו מספר חומצות שומן כדי שתלמידים יוכלו להבין את המשמעות של האריזה של מולקולות.

אנו מביאים דוגמאות לאריזה של מולקולות חומצות שומן שהכינה ד"ר מלכה יאיון.

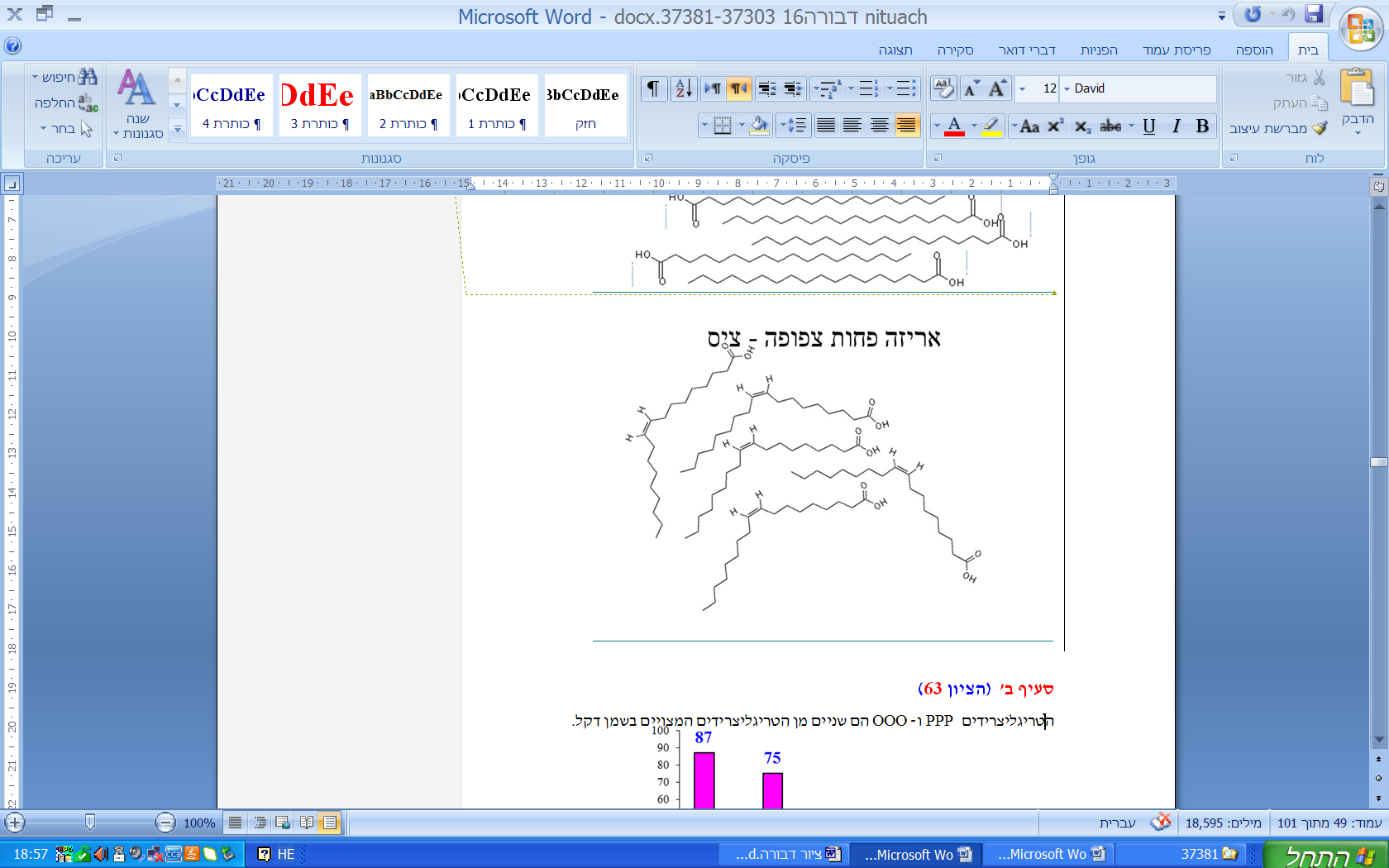


אריזה צפופה בחומצת השומן הלא רוויה טרנס

אריזה מאוד צפופה בחומצת השומן הרוויה, המבנה הכי סדיר



אריזה פחות צפופה בחומצת השומן הלא רוויה ציס



דוגמאות לאריזה של מולקולות חומצות שומן

**סעיף ב'**

הטריגליצרידים PPP ו- OOO הם שניים מן הטריגליצרידים המצויים בשמן דקל.

**תת-סעיף i**

לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת גליצרול.

OH

OH

OH

רשום ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של הטריגליצריד PPP .

**התשובה:**

O

O

O

O

O

O

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך. חלק ניכר מהתלמידים לא הצליחו לרשום נכון את ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של הטריגליצריד הנתון. הסיבה לרוב הטעויות היא חוסר ידע והבנה כיצד נוצרות קבוצות אסטר.

הטעויות האופייניות הן:

* + רישום נוסחאות ללא קבוצות אסטר:

O

O

O

* + רישום נוסחאות ללא אטומי חמצן:
  + רישום נוסחאות עם אטומי מימן בתוך קבוצות אסטר:

O

OH

O

OH

O

OH

* + רישום נוסחאות "המשלבות" ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה ורישום מקוצר:

O16:0

⎯

O

O

O

⎯

O16:0

O16:0

* + רישום ייצוג מלא לנוסחת מבנה במקום ייצוג מקוצר.
  + שילוב של ייצוג מלא לנוסחת מבנה (החלק של גליצרול) וייצוג מקוצר לנוסחת מבנה (שרשרת פחמימנית).

**המלצות**

מומלץ לתת לתלמידים לעבוד עם מודלים - לבקש לבנות מודלים של טריגליצרידים שונים כדי להמחיש את יצירת הקשרים האסטריים מקבוצות כוהל של הגליצרול ומקבוצות קרבוקסיליות של חומצות השומן. לאחר מכן לבקש מהתלמידים לרשום נוסחאות של טריגליצרידים: ייצוג מקוצר לנוסחות מבנה וייצוג מלא לנוסחות מבנה. כמו כן מומלץ לחזור על קבוצות פונקציונליות במולקולות שונות.

מומלץ לתרגל גם יצירת טריגליצריד וגם פירוקו: מולקולת טריגליצריד מתפרקת לשלוש מולקולות של חומצות שומן ומולקולת גליצרול.

**תת-סעיף ii**

האינטראקציות שבין המולקולות של הטריגליצריד PPP חזקות מן האינטראקציות שבין המולקולות של הטריגליצריד OOO . הסבר מדוע.

**התשובה:**

במולקולה של חומצה פלמיטית יש רק קשרי C − C יחידים (או: חומצה פלמיטית היא חומצת שומן רוויה). שרשרת אטומי הפחמן במולקולה של חומצה פלמיטית "ישרה" (או: אין בה כיפוף).

לפי כך, המולקולות של הטריגליצריד PPP יכולות להתארגן באריזה צפופה.

במולקולה של חומצה אולאית יש קשר כפול (במבנה ציס), הגורם לכיפוף במולקולה (או: בשרשרת אטומי הפחמן). כיפוף זה מקשה על המולקולות של הטריגליצריד OOO להיארז בצפיפות.

האריזה של מולקולות הטריגליצריד PPP יותר צפופה מהאריזה של מולקולות הטריגליצריד OOO , ולכן אינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות של הטריגליצריד PPP חזקות יותר.

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך יחסית. חלק ניכר מהתלמידים התקשו להסביר מדוע האינטראקציות בין המולקולות של הטריגליצריד PPP חזקות יותר. הטעויות האופייניות שאותרו:

* + חוסר התייחסות לכיפוף המולקולות המקשה על המולקולות של הטריגליצריד OOO להיארז בצפיפות:
* "כי ל- Cis יש פחות אינטראקציות ון-דר-ואלס. הוא יוצר צורה עם פחות אינטראקציות."
  + הסברים חלקיים תוך חזרה על הקביעה הנתונה בשאלה:
* "OOO מורכב מחומצות שומן לא רוויות לכן יש להן יכולת קישור נמוכה מאשר ברוויות.

PPP מקיים אינטראקציה חזקות יותר, כי לרוויות קשר חזק בין המולקולות."

* + ציון ההבדל בין שטח פנים של מולקולות, אך ללא הסבר מהי המשמעות של שטח פנים של מולקולה, וההבדל בין מונח זה לבין יכולת ההתקרבות של המולקולות זו לזו הנובעת הן משוני משמעותי בשטח הפנים והן מצורת המולקולות:
* "האינטראקציות בין מולקולות PPP חזקות יותר משל OOO מכיוון ששטח הפנים שלהן גדול יותר, ולכן יש עוצמת כוחות ון-דר-ואלס גדולה יותר. ויש קשרים כפולים שמחזקים את האינטראקציות."
  + טענה שבין המולקולות של טריגליצריד יש קשרי מימן. הסיבה לכך היא חוסר ידע והבנה מהם התנאים להיווצרות קשרי מימן בין מולקולות החומר:
* "בטריגליצריד PPP יש יותר קשרי מימן. ככל שיש יותר קשרי מימן האינטראקציות חזקות יותר".
  + התייחסות ל"חוזק של מולקולה" במקום לחוזק הכוחות הבין מולקולריים:
* "ככל שאינטראקציות חזקות יותר מולקולה חזקה יותר."

**המלצות**

לפני הוראת הנושא מומלץ לחזור עם התלמידים על נושא "מבנה וקישור": מבנה מולקולות, קוטביות מולקולות, צורות של מולקולות, כוחות בין מולקולריים, אריזה של מולקולות ועוד.

בכל שלב של הוראת הנושא מומלץ להשתמש במודלים לבניית מולקולות.

בעבודה על שאלות מסוג זה מומלץ לעבוד על כתיבת תשובות הכוללות קביעה ולאחר מכן נימוק מלא, הכולל את כל הגורמים המשפיעים.

**סעיף ג'**

שמן דקל עשיר בבֶּטָא-קָרוטֵן.

לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת בטא-קרוטן.

במולקולה של בטא-קרוטן יש קשרי C − H , קשרי C − C וקשרי C = C .

**תת-סעיף i**

הקשר C − H קצר מהקשר C − C . ציין את הגורמים המשפיעים על כך.

**התשובה:**

הגורמים המשפיעים:

- הרדיוס של האטומים היוצרים את הקשר.

- קוטביות הקשר.

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הטעויות האופייניות שנתגלו בתת-סעיף זה נובעות מחוסר ידע והבנה מהם הגורמים המשפיעים על אורך הקשר הקוולנטי. צוינו גורמים לא רלוונטיים:

* + אלקטרושליליות המיוחסת לקשר. הדבר נובע מחוסר הבנה של המושג אלקטרושליליות:
* "הקשר C−H יותר אלקטרושלילי."
  + חוסר הבחנה בין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים לבין כוחות בין מולקולריים:
* "C−H הוא קשר ון-דר-ואלס וקשר C−C הוא קשר קוולנטי."
  + חוסר הבנה מהי המשמעות של ענן אלקטרונים, המתייחס לגודל המולקולה ולא לקשר קוולנטי שבתוך המולקולה:
* "הקשר C−H קצר יותר בגלל ענן אלקטרונים - בקשר זה 7 אלקטרונים ובקשר C−C יש 12 אלקטרונים, ולכן המרחק בין האטומים יהיה יותר גדול."

**המלצות**

מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד הרדיוס של האטומים היוצרים את הקשר וקוטביות הקשר

משפיעים על אורך הקשר הקוולנטי - על פי נספח 2 הנמצא באתר המפמ"ר:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/ThochniyotLimudimChadasha/Meyda3Yachal.htm>

הסבר זה לא יידרש בבחינת הבגרות, אך נדרש להבנה - מהם הגורמים המשפיעים וכיצד הגורמים משפיעים על אורך הקשר הקוולנטי. ההסבר יעזור לתלמידים לקבוע מה הם הגורמים על פי הבנה ולא על פי שינון.

**תת-סעיף ii**

קבע איזה קשר חזק יותר: C − C או C = C . ציין את הגורם המשפיע.

**התשובה:**

קשר C = C חזק מקשר C − C .

הגורם המשפיע: סדר הקשר.

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון גבוה מאוד. התלמידים קבעו נכון שקשר C = C חזק מקשר C − C , וציינו את הגורם המשפיע: סדר הקשר. תלמידים מעטים טעו בגורם המשפיע וציינו "ענן אלקטרונים", "משיכה בין גרעינים" או לא ציינו את הגורם.

**המלצות**

מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד סדר קשר משפיע על אנרגיית הקשר הקוולנטי - על פי נספח

"הגורמים המשפיעים על אורך הקשר הקוולנטי" הנמצא באתר המפמ"ר. הסבר זה יתרום להבנת הנושא ויעזור לתלמידים לענות לשאלות מסוג זה.

**סעיף ד'**

שמן דקל מכיל גם ויטמין E .

הצריכה היומית של ויטמין E המומלצת לנוער היא 15 מ"ג (0.015 גרם).

בליטר אחד של שמן דקל במצב נוזל יש 0.00267 מול של ויטמין E .

המסה המולרית של ויטמין E היא 431 .

גרם

מול

קבע אם 1 מ"ל שמן דקל יכול לספק את הצריכה היומית של ויטמין E המומלצת לנוער.

פרט את חישוביך.

**התשובה:**

1 מ"ל של שמן דקל אינו מספק את הצריכה היומית המומלצת.

= 1.15·10−3 gr = 1.15 mg

1.15 gr × 1 ml

1000 ml

= 2.67·10−6 mol

0.00267 mol × 1 ml

1000 ml

= 3.48·10−5 mol

0.015 gr

431

gr

mol

= 2.67·10−6 mol

0.00267 mol × 1 ml

1000 ml

2.67·10−6 mol × 431 = 1.15·10−3 gr =1.15 mg

gr

mol

2.67·10−3 mol × 431 = 1.15 gr

gr

mol

המסה של ויטמין E ב- 1 ליטר שמן:

המסה של ויטמין E ב- 1 מ"ל שמן:

או:

מספר המולים של ויטמין E ב- 1 מ"ל שמן דקל:

המסה של ויטמין E ב- 1 מ"ל שמן דקל:

או:

מספר המולים של ויטמין E המומלצים:

מספר המולים של ויטמין E ב- 1 מ"ל שמן דקל:

1 מ"ל של שמן דקל אינו מספק את הצריכה היומית של ויטמין E המומלצת לנוער,

כי המסה של ויטמין E ב- 1 מ"ל שמן דקל קטנה מהצריכה היומית המומלצת לנוער.

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

רוב התלמידים חישבו נכון את כמות שמן דקל שתספק את הצריכה היומית של ויטמין E המומלצת לנוער, על פי הנתונים של הצריכה היומית של ויטמין E המומלצת לנוער ומספר המולים של ויטמין E בליטר אחד של שמן דקל. הטעויות הופיעו בחישובים: טעויות ביחידות ובלבול במספר אפסים אחרי הנקודה העשרונית.