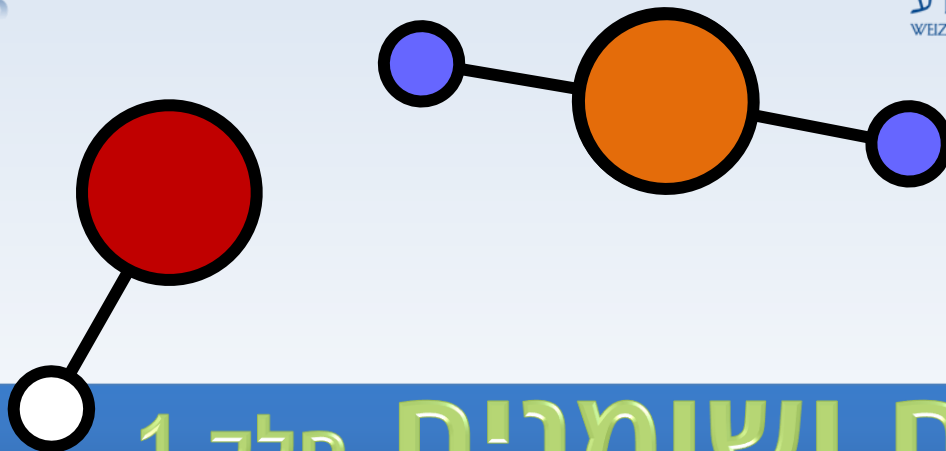
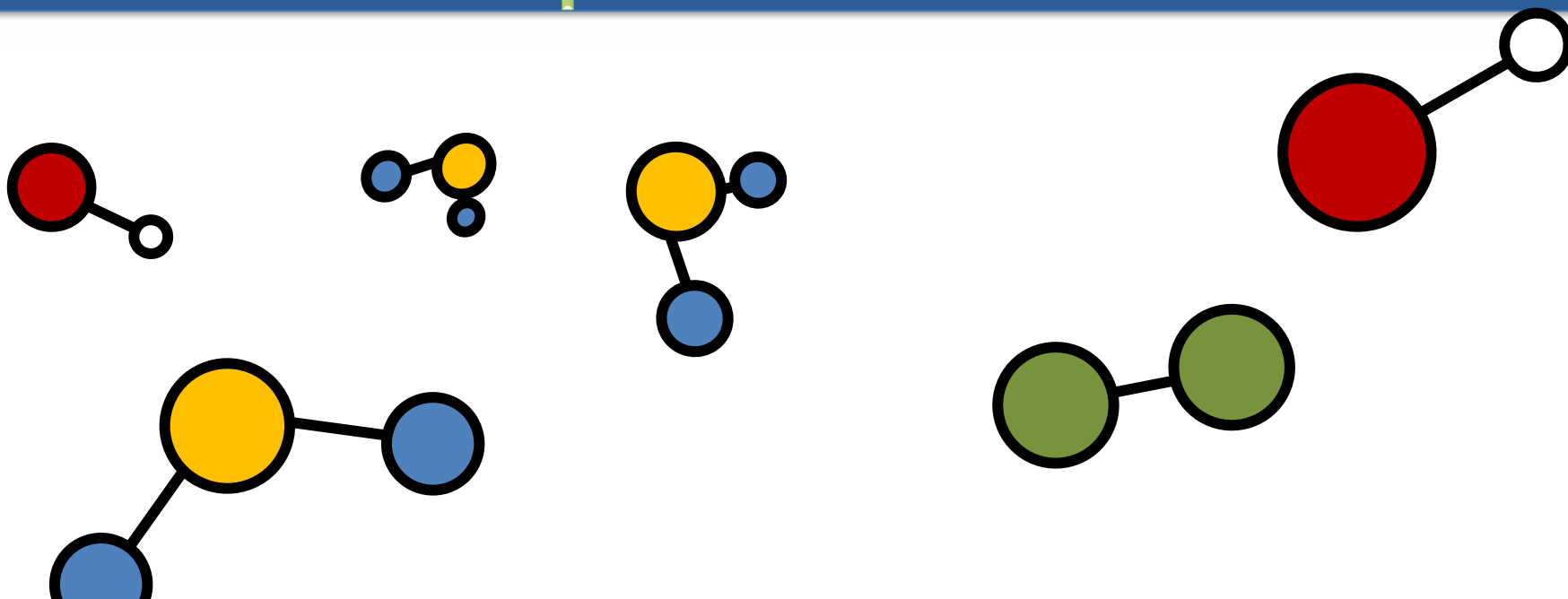




שמנים ושומנים חלק 1

חומצות שומן



שיעור סינכרוני

מיון שומנים ושמינים 

מהן חומצות שומן? 

מהי דרגת ריווין? 

מהו הרישום המקובל לחומצות השומן? 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

הקשר הכימי (לסוגיו) 

לדוגמה: * סריגים / חומרים

קשר קוולנטי 

לדוגמה: * יחיד / כפול

קישור בינמולקולרי 

לדוגמה: * כוחות ו.ד.ו / קשרי מימן

צורות ייצוג של מולקולות 

לדוגמה: * רישום מקוצר ומלא

נצפה בסרטון



נצפה בסרטון



<https://www.youtube.com/watch?v=bn4qPuAFLVU>

ליפידים

לא מסתבנים

מסתבנים

סטרולים
(סטרואידים)

ויטמינים
הנמסים
בשומנים:
K,E,D,A

חומצות
שומניות
והאסטרים
שלהם

שעוות

גליצרידים

גליצרידים מורכבים

מונו-דו-
גליצרידים

טריגליצרידים

גליקוליפידים

פוספוליפידים

שמנים

שומנים

נצפה בסרטון



מהו שומן? TED-ED

<https://www.youtube.com/watch?v=QhUrc4BnPgg>

(fat- trans fat)

שומנים ושמינים שייכים למשפחת הליפידים, מולקולות אורגניות, הידרופוביות, המשמשות במספר שימושים ביולוגיים.

המשותף לכולם: הם אינם מסיסים במים.

האבחנה בין שומן לשמן היא לפי מצב הצבירה של החומר בטמפרטורת החדר:

שומן הוא מוצק ואילו שמן הוא נוזלי.

תפקיד תזונתי – שומנים הינם בעלי ערך קלורי גבוה. 

מאגר האנרגיה העיקרי של הגוף: 

שומנים מורכבים מטריגליצרידים ובהם חומצות שומן. מבנה זה מאפשר אריזה צפופה יותר, לעומת פחמימות המכילות חמצנים רבים, לשומנים יש ריבוי מימנים והתוצאה היא קבלת אנרגיה רבה יותר.

ריכוז נמוך של מים בשכבות שומניות: 95% טריגליצרידים ורק 5% מים. הדבר מקל על האריזה של המולקולות. חלבונים נארזים תוך קשירה מרובה של מים.

הגנה מפני נזקים מכאניים (נפילות ושברים) **ומניעת אובדן חום.** 
שומנים מצויים מתחת לעור ומרפדים את סביבות האיברים.

חומצות שומן הן שרשראות פחמימניות שבקצה

ישנה קבוצה קרבוקסילית.

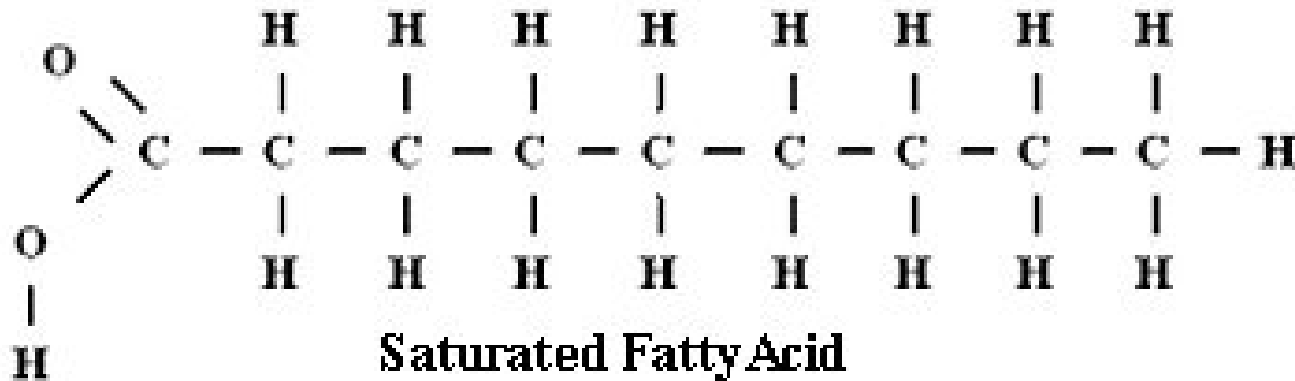
השייר הפחמימני מורכב ממספר זוגי של אטומי פחמן (רובן).
מספר אטומי הפחמן השכיח הוא בין 16-18, אך יש גם כאלה
בעלות 14-22 אטומי פחמן.

בטבע מוכרות כ-100 חומצות שומן שונות. הגוף החי מייצר
באופן מתמיד חומצות שומן רוויות והדבר מתבטא בהשמנה.

$\text{R} =$ שרשרת אטומי הפחמן והמימן
הקשורה לקבוצה הקרבוקסילית COOH .

חומצת שומן רוויה אינה מכילה קשרים כפולים
בין אטומי הפחמן (מלבד בקבוצה הקרבוקסילית).

לדוגמא -



הנוסחה הכללית של חומצות השומן הרוויות היא:



שאלה 1

נתונה נוסחת מבנה של חומצה סטארית:



היעזר בנוסחה הכללית עבור חומצות שומן רוויות,
 $C_nH_{2n+1}COOH$ וקבע מהי הנוסחה המולקולרית של החומצה.



פתרון לשאלה 1

נתונה נוסחת מבנה של חומצה סטארית:



היעזר בנוסחה הכללית עבור חומצות שומן רוויות,
 $C_nH_{2n+1}COOH$ וקבע מהי הנוסחה המולקולרית של החומצה.



חומצות שומן: רישום מקוצר

חומצות שומן

חומצות שומן רוויות

חומצה סטארית



...ועוד שיטת רישום:

רישום מקוצר

שיטה זו נועדה להדגיש את דרגת הרוויון של חומצת השומן.

חומצה סטארית:

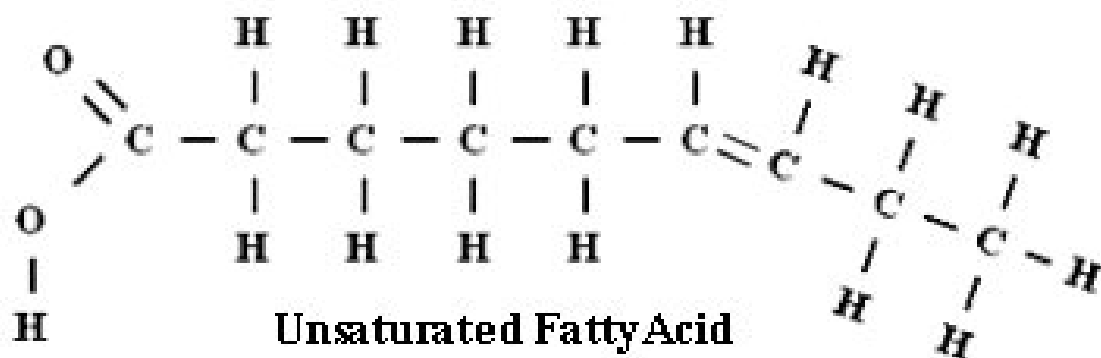
מספר אטומי הפחמן הכולל = 18

מספר קשרים כפולים: 0

רישום מקוצר: **C18:0**

חומצת שומן בלתי רוויה מכילה עד שלושה קשרים כפולים בין פחמנים (מלבד בקבוצה הקרבוקסילית).
קשרים אלה מופעים לרוב במבנה "ציס" (יפורט בהמשך).

לדוגמא -



הנוסחה הכללית של חומצות שומן בלתי רוויות היא:



$x = \text{מס' הקשרים הכפולים}$

שאלה 2

נתונה נוסחת מבנה של חומצה אוליאית:



היעזרו בנוסחה הכללית עבור חומצות שומן בלתי רוויות,
 $C_nH_{2n+1-2x}COOH$ וקבעו מהי הנוסחה המולקולרית של החומצה.



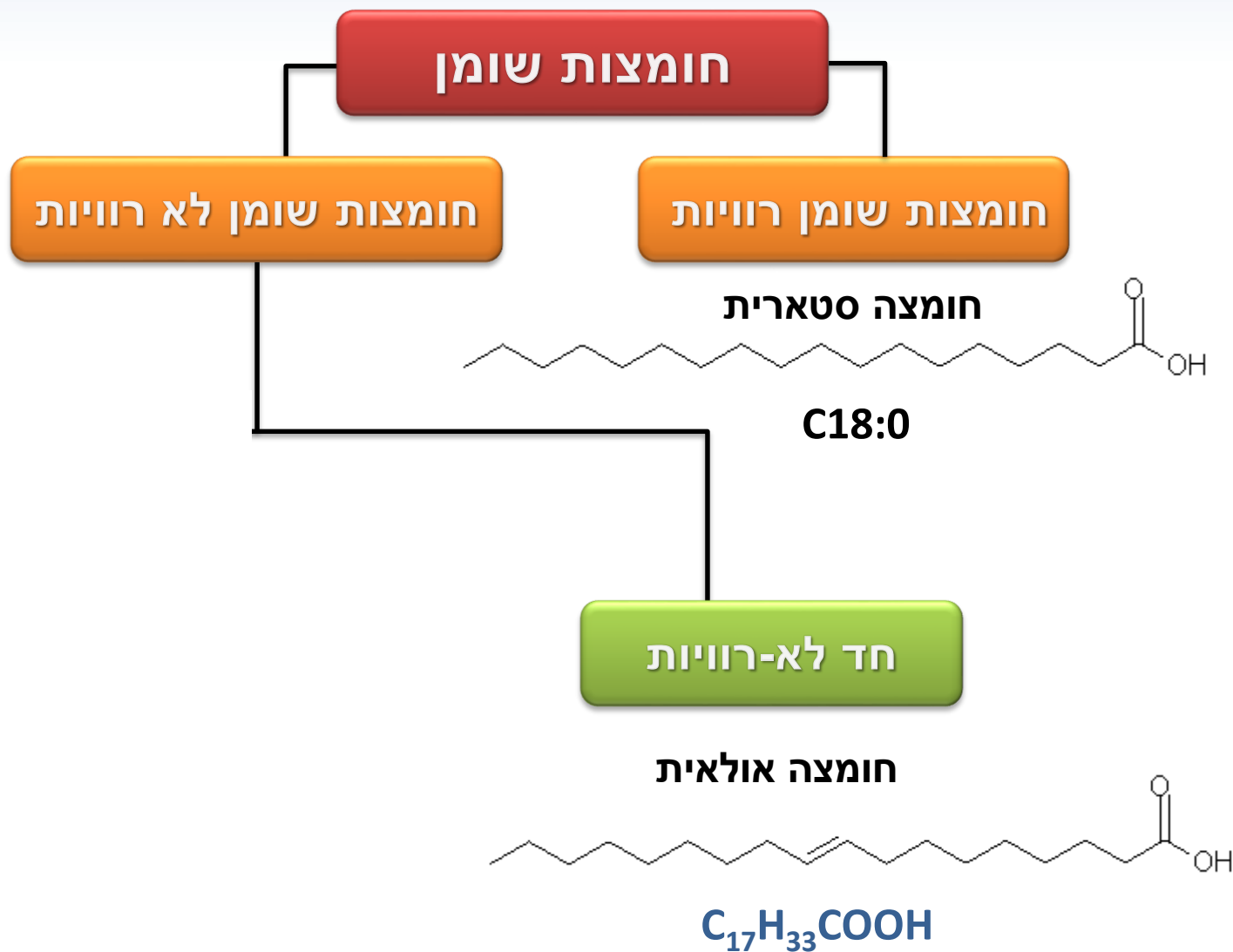
פתרון לשאלה 2

נתונה נוסחת מבנה של חומצה אוליאית:



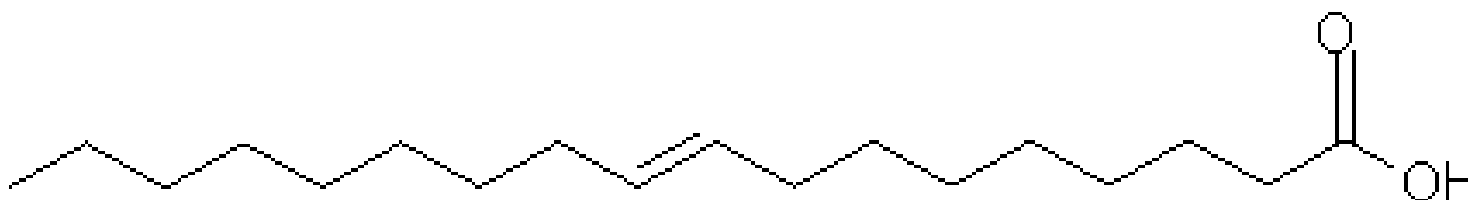
היעזרו בנוסחה הכללית עבור חומצות שומן בלתי רוויות,
 $C_nH_{2n+1-2x}COOH$ וקבעו מהי הנוסחה המולקולרית של החומצה.





שאלה 3

נתונה נוסחת מבנה של חומצה אוליאית:



מהו הרישום המקוצר עבור החומצה?

ג. C18:2

ב. C18:1

א. C18:0

ה. C17:2

ד. C17:1

פתרון לשאלה 3

נתונה נוסחת מבנה של חומצה אוליאית:



מהו הרישום המקוצר עבור החומצה?

- א. C18:0 ב. C18:1 ג. C18:2
 ד. C17:1 ה. C17:2

שאלה 4

נתונה נוסחת מבנה של חומצה לינולאית:

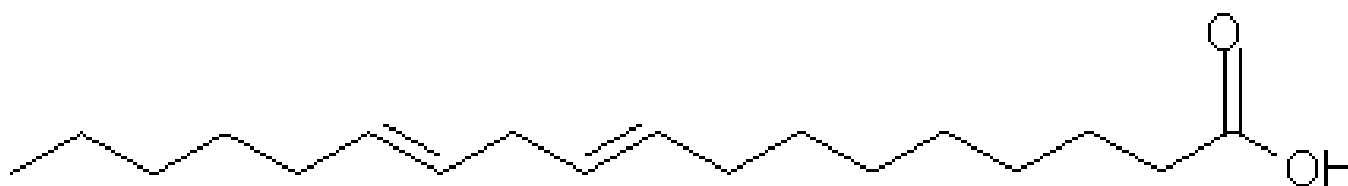


היעזר בנוסחה הכללית עבור חומצות שומן בלתי רוויות,
 $C_nH_{2n+1-2x}COOH$ וקבע מהי הנוסחה המולקולרית של החומצה.



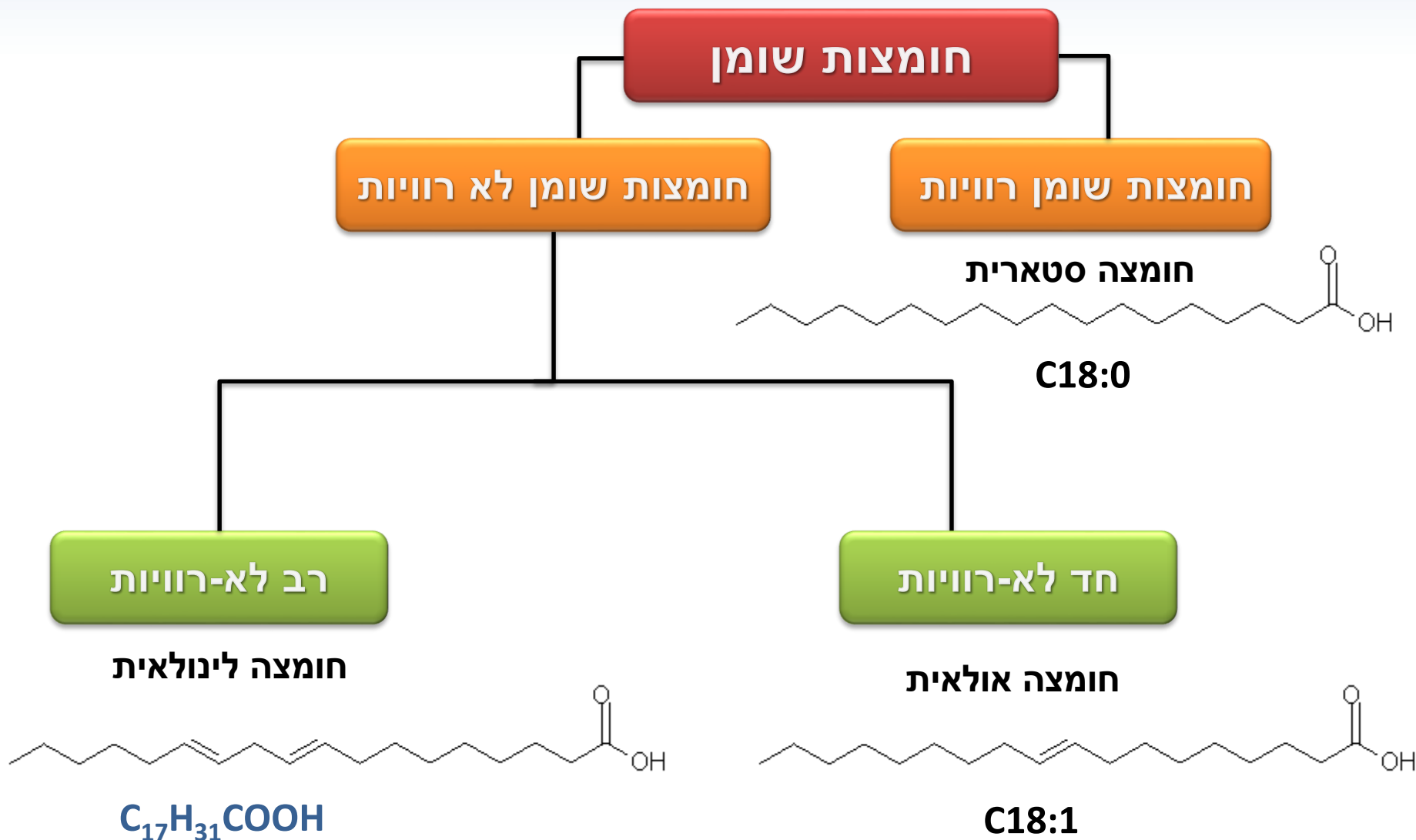
פתרון לשאלה 4

נתונה נוסחת מבנה של חומצה לינולאית:



היעזר בנוסחה הכללית עבור חומצות שומן בלתי רוויות,
 $C_nH_{2n+1-2x}COOH$ וקבע מהי הנוסחה המולקולרית של החומצה.





שאלה 5

נתונה נוסחת מבנה של חומצה לינולאית:



מהו הרישום המקוצר עבור החומצה?

ג. C18:2

ב. C18:1

א. C18:0

ה. C17:2

ד. C17:1

פתרון לשאלה 5

נתונה נוסחת מבנה של חומצה לינולאית:



מהו הרישום המקוצר עבור החומצה?

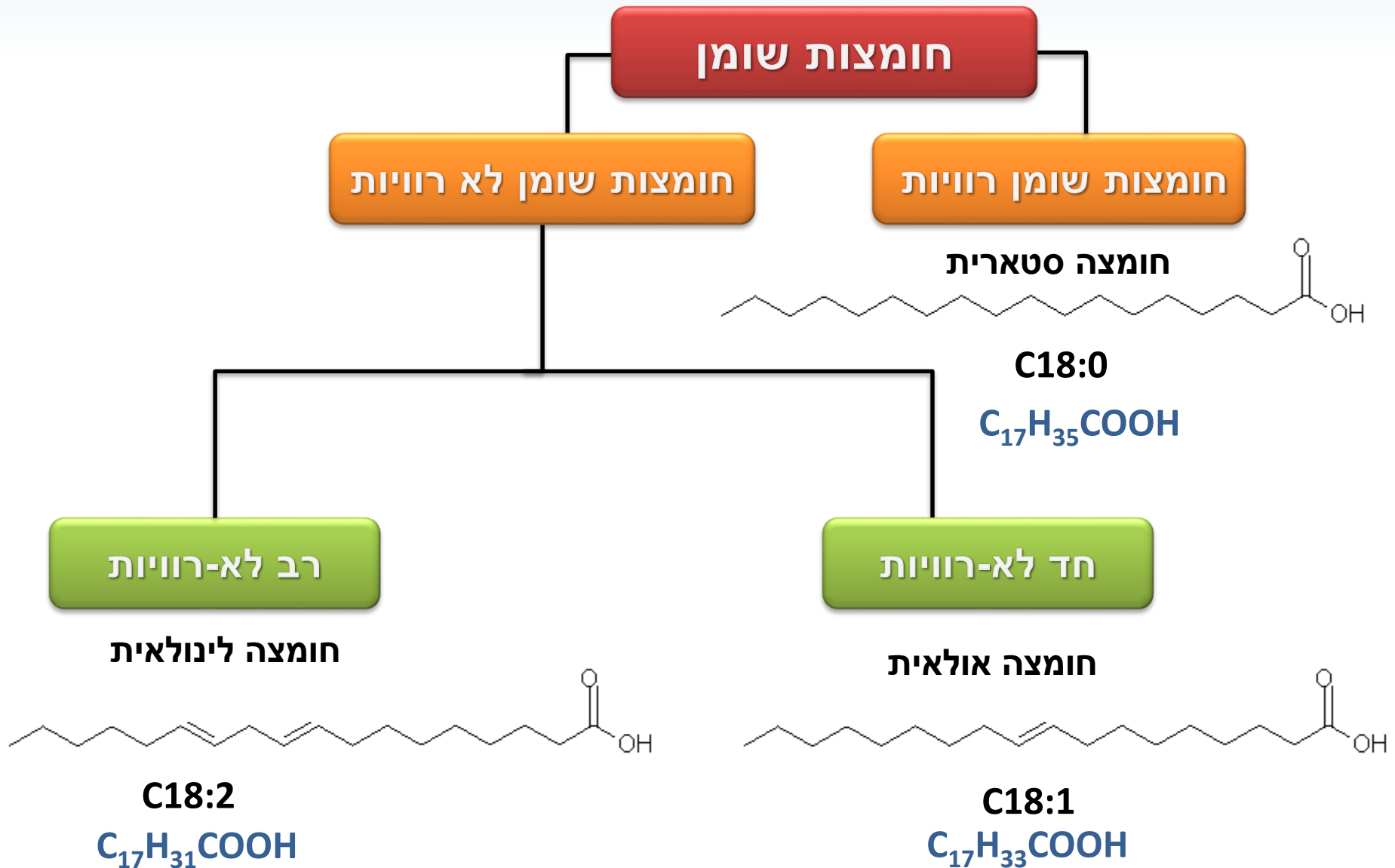
C18:2 **ג.**

C18:1 **ב.**

C18:0 **א.**

C17:2 **ה.**

C17:1 **ד.**



לכבד האנושי יש תפקידי רבים בתהליכי חילוף חומרים
(פירוק והרכבה של חומרים בגוף). בין תפקידי הכבד ניתן לציין:

- אחסון גליקוגן (פחמימות) 
- יצירת מולקולות של חלבונים 
- ייצור נוזל מרה (המסייע לפירוק ליפידים) 
- ייצור הורמונים (סטרואידים ולא סטרואידים) 
- ניטרול רעלנים 
- ייצור חומצות שומן 

חומצות שומן שהגוף יודע לייצר בעצמו, נקראות
חומצות שומן לא חיוניות מפני שאין הכרח לקבלן מהמזון.

חומצות שומן חיוניות הן חומצות שיש לקבל מהמזון, כיוון שאינן מיוצרות ממרכיבי תזונה אחרים.

ישנן שתי קבוצות של חומצות שומן שהן חיוניות לגוף האנושי. חומצות אלו הן חומצות שומן בלתי רוויות מקבוצות:

אומגה-3 

אומגה-6 

מסמלים את חומצות השומן מקבוצות אומגה באות היוונית מסמלים את חומצות השומן מקבוצות אומגה באות היוונית
אומגה קטנה: ω (האות הגדולה היא: Ω)

אומגה-3 (ω-3) הוא שם כללי לאחת מתת הקבוצות של חומצות שומן רב בלתי רוויות. מחקרים הראו כי מינון מתאים של אומגה-3 בתזונה קשור להשפעות בריאותיות חיוביות, ובשל כך הוא משמש כתוסף תזונה נפוץ.

גוף האדם אינו יודע לייצר חומצות שמן מסוג אומגה-3 ולכן עליו לקבל חומצות אלה מן המזון. מקורות טובים לכך הם למשל: דגי מים קרים, אצות, זרעי פשתן, אגוזי מלך, תרד, שמן קנולה

מהי המשמעות הכימית של השם: "אומגה"?



מהי משמעות השם: "אומגה"?

כאשר מדובר בחומצות שומניות לא רוויות, מקובלת חלוקה נוספת לפי מיקום הקשר הכפול הראשון מסוף השרשרת. קשר כפול זה, הוא המרוחק ביותר מן הקבוצה הקרבוקסילית. לדוגמא: חומצה איקוסאפנטאנואית



שאלה 6:

נתונה נוסחת מבנה של חומצה איקוסאפנטאנואית:



מהו הרישום המקוצר עבור החומצה?

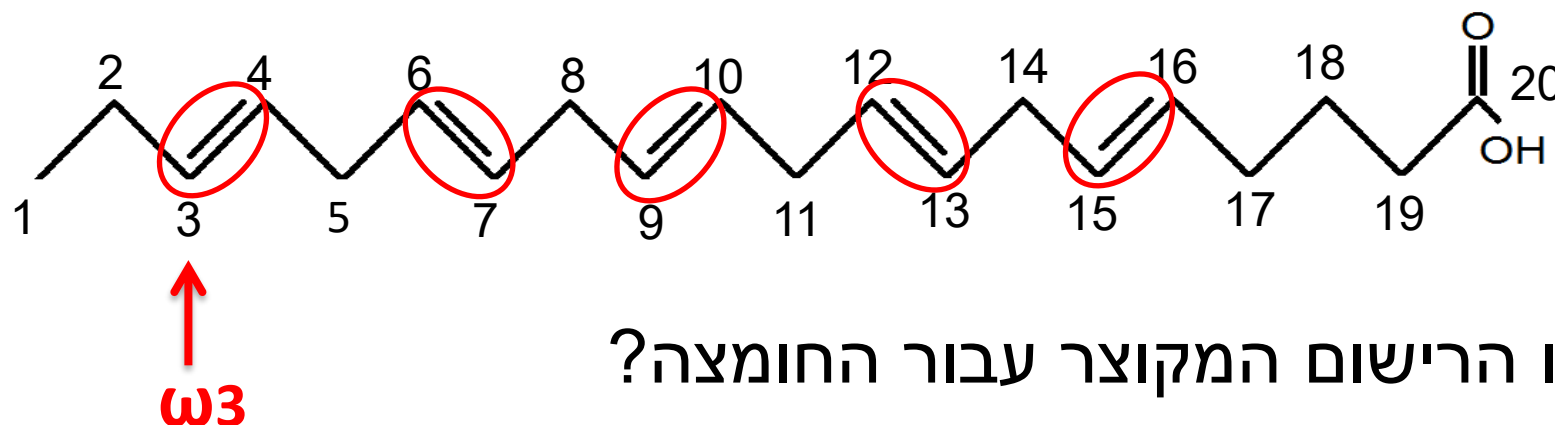
ג. C20:6ω3

ב. C20:5ω3

א. C19:5ω3

פתרון לשאלה 6:

נתונה נוסחת מבנה של חומצה איקוסאפנטאנואית:



ג. C20:6 ω 3

ב. C20:5 ω 3

א. C19:5 ω 3

הערה: רישום מקוצר זה חלקי וישנו עוד מרכיב אחד חסר לרישום תקין. בהמשך לימודנו נלמד כיצד רושמים רישום מקוצר הכולל את כל המרכיבים הנחוצים.

שאלה 7:

נתונה נוסחת מבנה של חומצה אוליאית:



מהו הרישום המקוצר עבור החומצה?

ג. C18:1 ω 9

ב. C18:2 ω 9

א. C18:0 ω 3

פתרון לשאלה 7:

נתונה נוסחת מבנה של חומצה אוליאית:



מהו הרישום המקוצר עבור החומצה?

C18:1 ω 9 **ג.**

C18:2 ω 9 **ב.**

C18:0 ω 3 **א.**

שאלה 8:

נתונה נוסחת מבנה של חומצה לינולאית:



מהו הרישום המקוצר עבור החומצה?

ג. C18:2 ω 9

ב. C18:2 ω 6

א. C18:3 ω 6

תשובה לשאלה 8:

נתונה נוסחת מבנה של חומצה לינולאית:



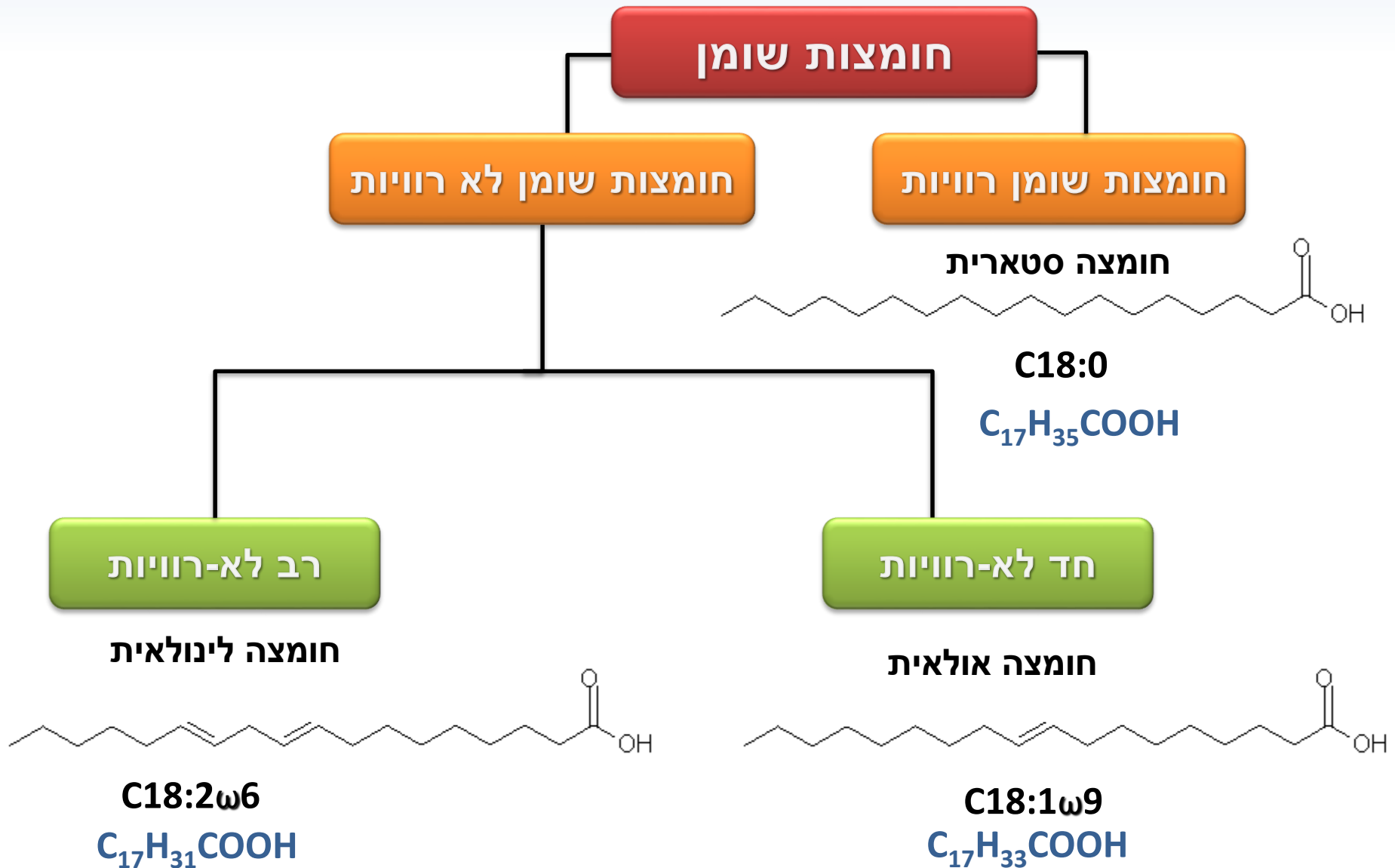
מהו הרישום המקוצר עבור החומצה?

ג. C18:2 ω 9

ב. C18:2 ω 6

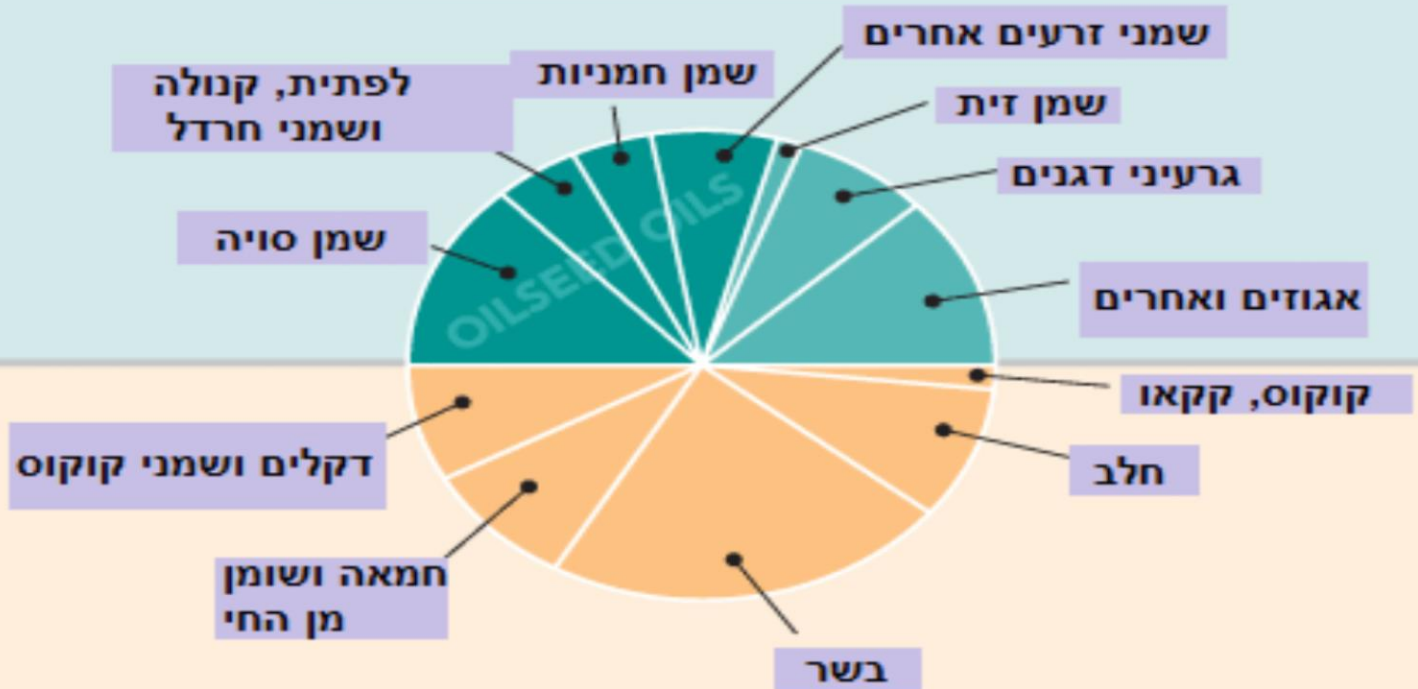
א. C18:3 ω 6

הרחבת רישום חומצות שומן



מהיכן השומן בעולם כיום?

מאכלים עשירים בשומנים לא רוויים



מאכלים עשירים בשומנים רוויים

קשר קוולנטי כפול, בניגוד לקשר יחיד, הינו קשיח, ואינו מאפשר תנועה סיבובית של האטומים המשתתפים בו.

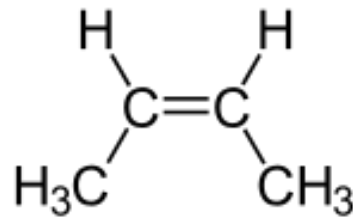
כאשר ישנם אטומים **שונים** הקשורים לפחמני הקשר הכפול, ייתכן סידור מסוים של האטומים השונים סביב לפחמן זה:

1. שני האטומים המסוימים נמצאים מאותו הצד של הקשר הכפול: **איזומר "ציס"**.

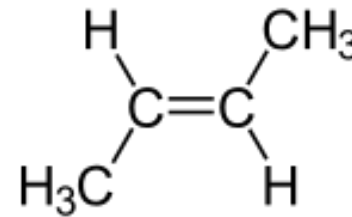
2. שני האטומים נמצאים בצדדים מנוגדים של הקשר הכפול: **איזומר "טרנס"**.

1. איזומר ציס - שני האטומים המסוימים נמצאים מאותו הצד של הקשר הכפול.

2. איזומר טרנס - שני האטומים נמצאים בצדדים מנוגדים של הקשר הכפול.



cis-2-Buten



trans-2-Buten

לא ניתן לעבור באופן ספונטני ממצב אחד לשני, בשל קשיחות הקשר הכפול.
האיזומרים מהווים שני חומרים נפרדים, בעלי תכונות שונות.

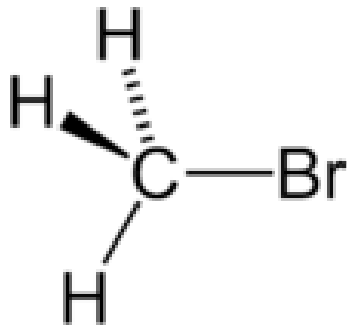
ציס וטאנס הם איזומרים מרחביים כי השינוי בהם הוא בסידור האטומים במרחב. איזומריה זו מתייחסת **לכיוון המתמירים** על גבי השרשרת הפחמנית המרכזית.

מתמיר: אטום או קבוצת אטומים, הקשור /ים לאטום המרכזי.

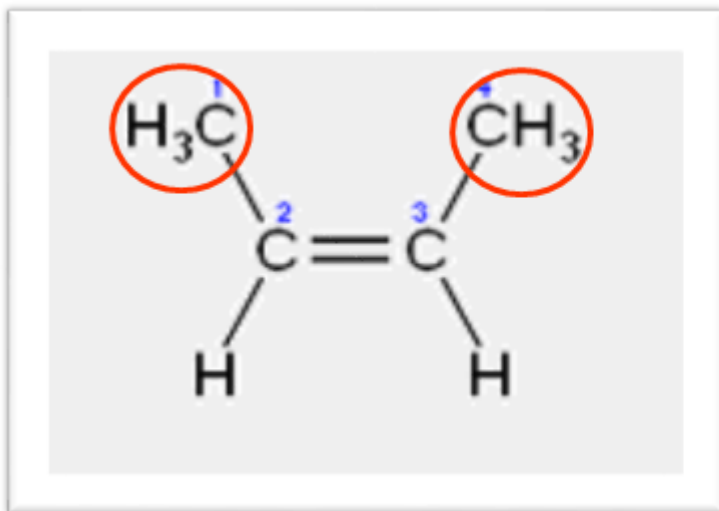
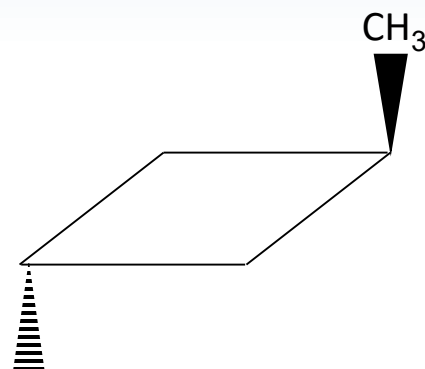
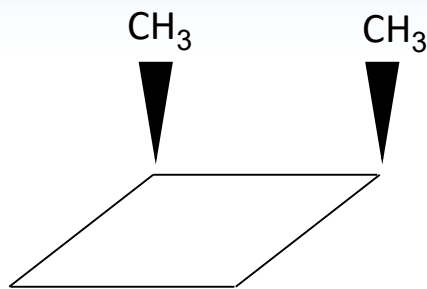
לדוגמא:

במולקולת המתיל ברומיד CH_3Br , ישם ארבעה מתמירים:

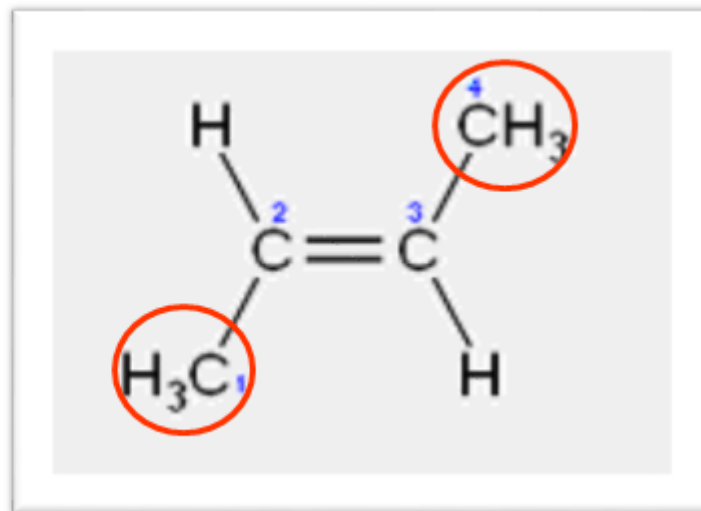
שלושה מימנים וברום אחד



איזומריה מרחבית – ציס / טרנס



ציס



טרנס

במולקולות חומצות השומן יכולים להופיע עד שישה קשרים כפולים. מיקום ומצב הקשרים הכפולים יכול להשתנות:

1. קשרים כפולים מצומדים:
בין הקשרים הכפולים יש קשר C-C יחיד

2. הפרעת מתילן:
בין הקשרים הכפולים קיימת קבוצת מתילן: $\text{-CH}_2\text{-}$

3. קשרים כפולים מבודדים:
בין הקשרים הכפולים קיימים שתיים או יותר קבוצות מתילן

שאלה 9

נתונה מולקולת חומצה לינולאית:



הקשרים הכפולים בחומצה במצב של:

א. קשרים כפולים מצומדים

ב. הפרעת מתילן

ג. קשרים כפולים מבודדים

פתרון לשאלה 9

נתונה מולקולת חומצה לינולאית:



הקשרים הכפולים בחומצה במצב של:

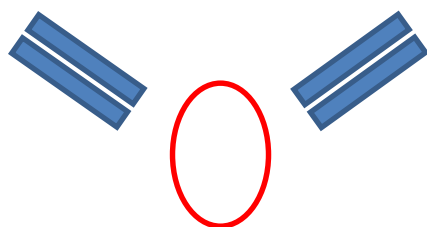
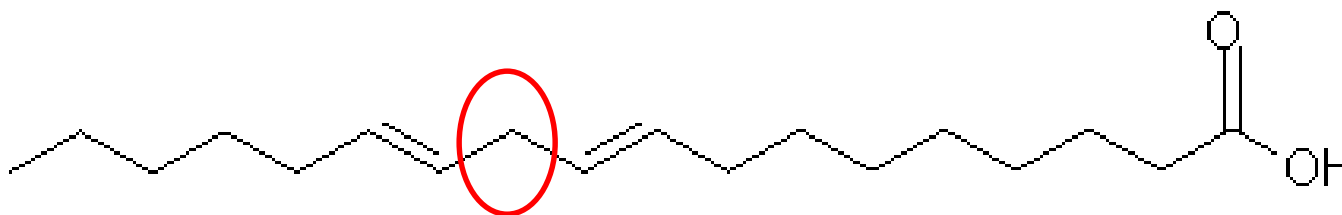
א. קשרים כפולים מצומדים

ב. הפרעת מתילן

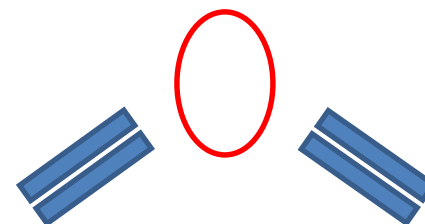
ג. קשרים כפולים מבודדים

זיהוי הפרעת מתילן בנוסחת מבנה מקוצרת:

חומצה לינולאית:



או



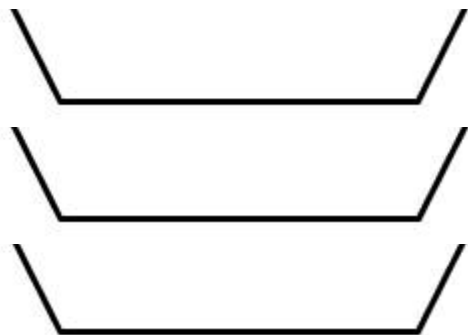
למדנו כעת:

- קשר כפול **אינו** מאפשר סיבוב חופשי סביב הקשר
- קיימת איזומריה גיאומטרית "**ציס**" ו-"**טרנס**"
- המבנה המרחבי של איזומרים גיאומטריים הוא שונה

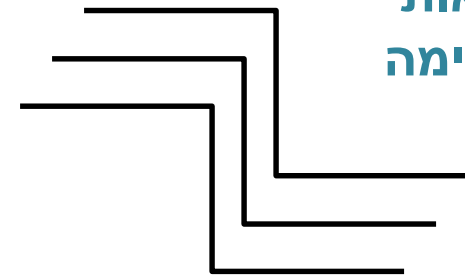
**כיצד יושפעו תכונות חומצות השומן כתוצאה
מקיום קשרים כפולים במבנה החומר?**

השפעת הקשרים הכפולים על תכונות חומצות השומן

קשר כפול מסוג **ציס** גורר עיוות של מבנה המולקולה ומונע ממנה "להיארז" בצורה צפופה יותר עם שכנותיה. ניתן לראות זאת כאילו "עורמים" סירות זו על פני זו, לעומת "ערימת" כיסאות אחד על השני. בין הכסאות יהיו רווחים קטנים יותר- משמע: הקשר חזק יותר.



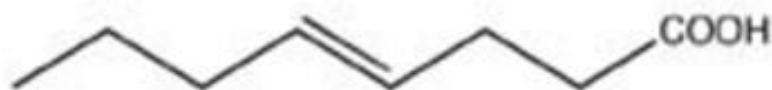
'סירות'
בערימה



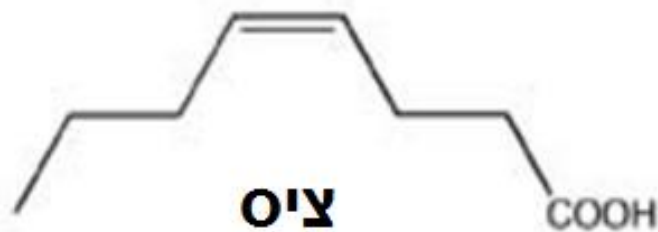
'כסאות'
בערימה

השפעת הקשרים הכפולים על תכונות חומצות השומן

מולקולות בעלות איזומריה גיאומטרית של **טרנס** מזכירות את מבנה הכסא. מולקולות אלה נארזות יותר בקלות ובצפיפות מאשר מולקולות בעלות איזומריה גיאומטרית מסוג **ציס**.



טרנס



ציס

כתוצאה מכך איזומרים מסוג **טרנס** הם בעלי נקודות היתוך גבוהות יותר מאשר איזומרים מסוג **ציס**!

$$mp_{\text{trans}} > mp_{\text{cis}}$$

1. מספר אטומי הפחמן בשרשרת החומצה (אורך השרשרת):

ככל שיש יותר אטומי פחמן, קשרי ו.ד.ו. חזקים ורבים יותר- נקודת ההיתוך עולה.

גורמים המשפיעים על נקודות ההיתוך של חומצות השומן

1. מספר אטומי הפחמן בשרשרת החומצה (אורך השרשרת):

ככל שיש יותר אטומי פחמן, קשרי ו.ד.ו. חזקים ורבים יותר- נקודת ההיתוך עולה.

2. מספר הקשרים הכפולים במולקולה:

ביצירת קשרים כפולים, נוצרים איזומרים ציס וטרנס. השרשרות מתרחקות זו מזו וקשרי ו.ד.ו. נחלשים. נקודת ההיתוך יורדת.

גורמים המשפיעים על נקודות ההיתוך של חומצות השומן

1. מספר אטומי הפחמן בשרשרת החומצה (אורך השרשרת):

ככל שיש יותר אטומי פחמן, קשרי ו.ד.ו. חזקים ורבים יותר- נקודת ההיתוך עולה.

2. מספר הקשרים הכפולים במולקולה:

ביצירת קשרים כפולים, נוצרים איזומרים ציס וטרנס. השרשרות מתרחקות זו מזו וקשרי ו.ד.ו. נחלשים. נקודת ההיתוך יורדת.

3. (הרחבה של סעיף 2): סוג האריזה:

קשרים כפולים 'ציס'-מורידים את נקודת ההיתוך

קשרים כפולים 'טרנס'- מעלים את נקודת ההיתוך

גורמים המשפיעים על נקודות ההיתוך של חומצות השומן

ניתן לומר בהכללה ש:

שרשרת קצרה ואי-ריווין מגבירים את "נזילות" חומצות השומן. חומצות שומן רוויות מופיעות כמוצקים שמנוניים בטמפרטורת הגוף חומצות שומן בלתי רוויות מופיעות כנוזלים שמנוניים בטמפרטורת הגוף.

- **שומן** = טריגליצרידים (יילמד בהמשך) המכילים שלוש חומצות שומן רוויות (מוצקים לבנים בטמפרטורת החדר). השומנים הטבעיים הם בדרך כלל תערובות המורכבות מטריגליצרידים פשוטים ומעורבים.
- **שמן** = טריגליצרידים (יילמד בהמשך) המכילים שלוש חומצות שומן בלתי רוויות (נוזלים בטמפרטורת החדר).

מהם שומנים ושמינים ומהם תפקידיהם.

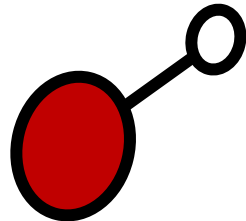


מהן חומצות שומן רוויות ובלתי רוויות.

צורות רישום של חומצות שומן:
נוסחת מבנה מקוצרת, נוסחה מולקולרית ורישום מקוצר

חומצות שומן חיוניות: מסוג אומגה

איזומריה גיאומטרית: ציס וטרנס



נקודת היתוך של חומצות שומן