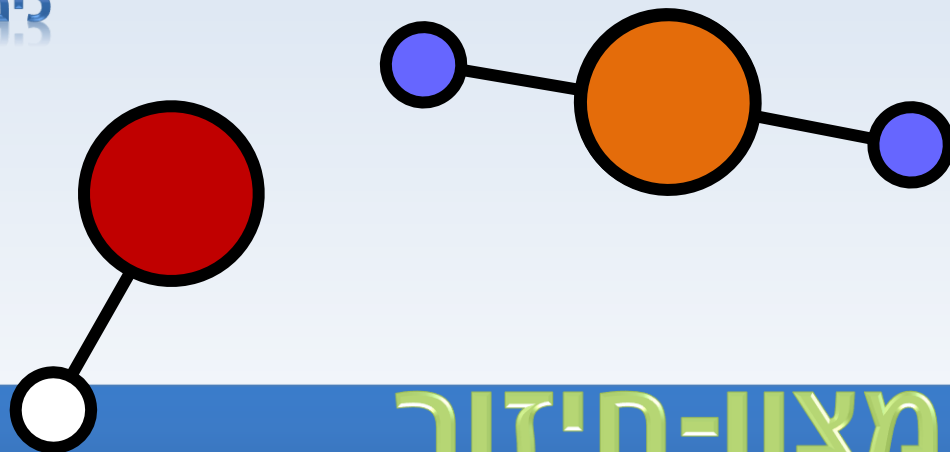
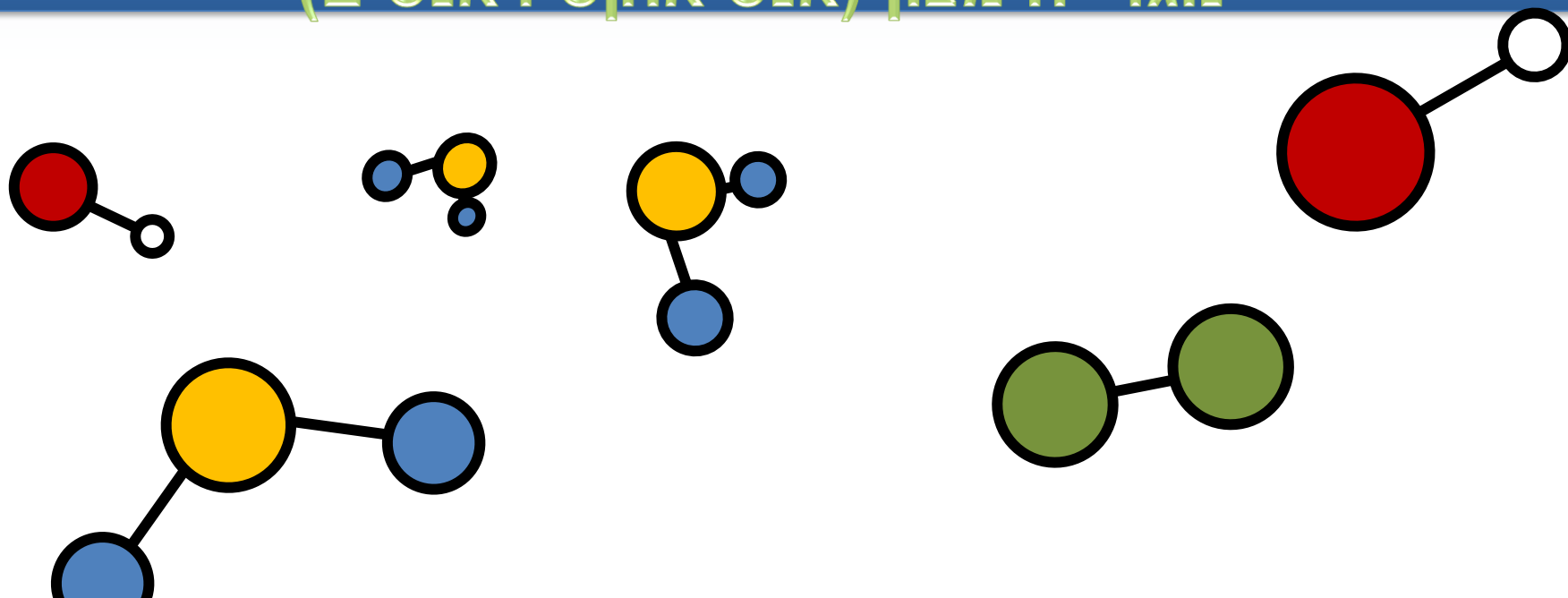




חמצון-חיזור

נוגדי חימצון (אנטיאוקסידנטים)





המזונות הכי עשירים בנוגדי חמצון

יתרונות של הזדקנות איטית, עור בריא,
ניקוי רעלים, סיכון מופחת לסרטן ותוחלת
חיים ארוכה יותר

מתוך פרסומת לתוסף תזונה



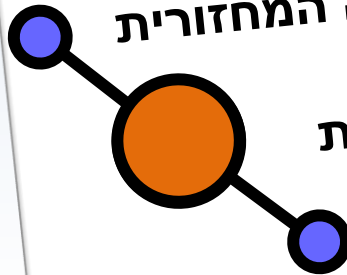
נכיר תגובות חימצון-חיזור בביולוגיה שלנו 

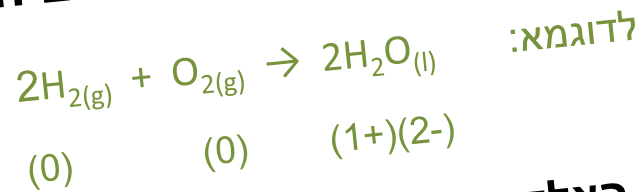
ניזכר בדרגות חימצון בתרכובות פחמן 

נכיר מהם רדיקלים חופשיים 

נוגדי חימצון – על שום מה ולמה? 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

 הטבלה המחזורית והטורים בטבלה המחזורית
מתכות ואל-מתכות, אלקטרושליליות
נוסחאות ייצוג אלקטרוניות
ד"ח של אטומים בתרכובות, טווח ד"ח,
זיהוי תגובות חמצון-חיזור ורישום חצאי תגובות



השורה האלקטרוכימית של המתכות 

לדוגמא: מתכות לא פעילות / מתכות פעילות

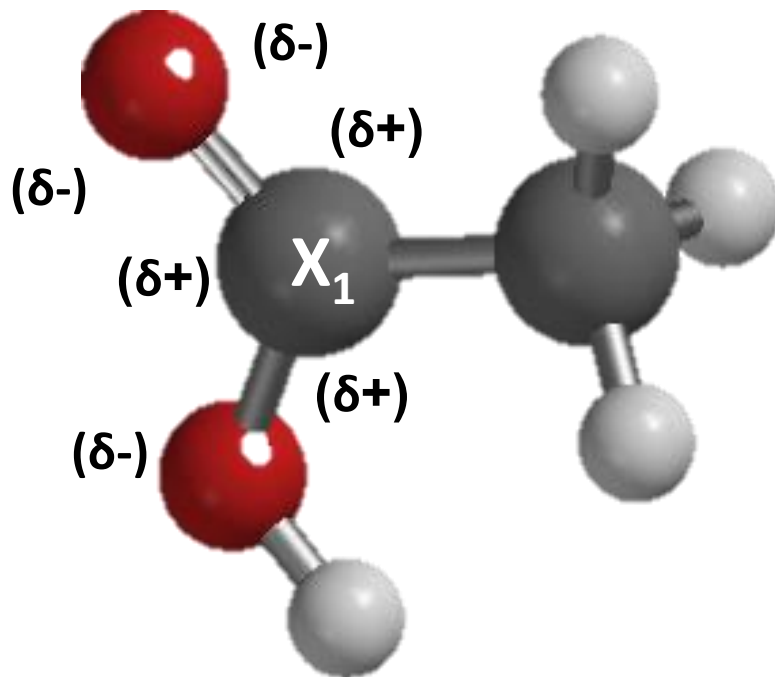
קביעת דרגות חמצון של תרכובות הפחמן

בתרכובות פחמן במקרים רבים, לכל פחמן דרגת חמצון שונה ולכן כדי לקבוע את ד"ח לכל אטום בתרכובת נבחן את מבנה המולקולה אלקטרושלליות בכל קשר במולקולה:

- **מסתכלים** בנפרד על כל אטום פחמן והאטומים הקשורים לו.
 - **מניחים** שסכום דרגות חמצון של הפחמן והאטומים הקשורים אליו הוא אפס.
 - **מבינים** שהקשר C-C נתפס כחסר קוטביות (טהור), ולכן תרומתו אפס.
 - **קובעים** שרירותית שכל אטום בעל אלקטרושלליות גבוהה מהפחמן והקשור אליו מושך ממנו חלקיות מטען שלילית כמספר הקשרים שהוא קשור אליו.
- שרירותית נקבע ש: $\delta- = -1$ וגם $\delta+ = +1$

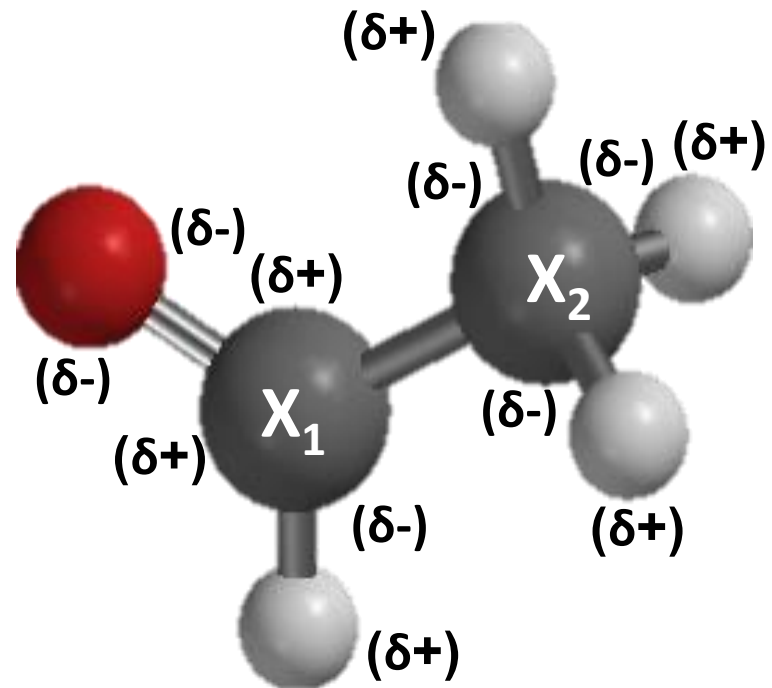
דוגמאות:

חומצה אצטית



$$X_1 = (3+)$$

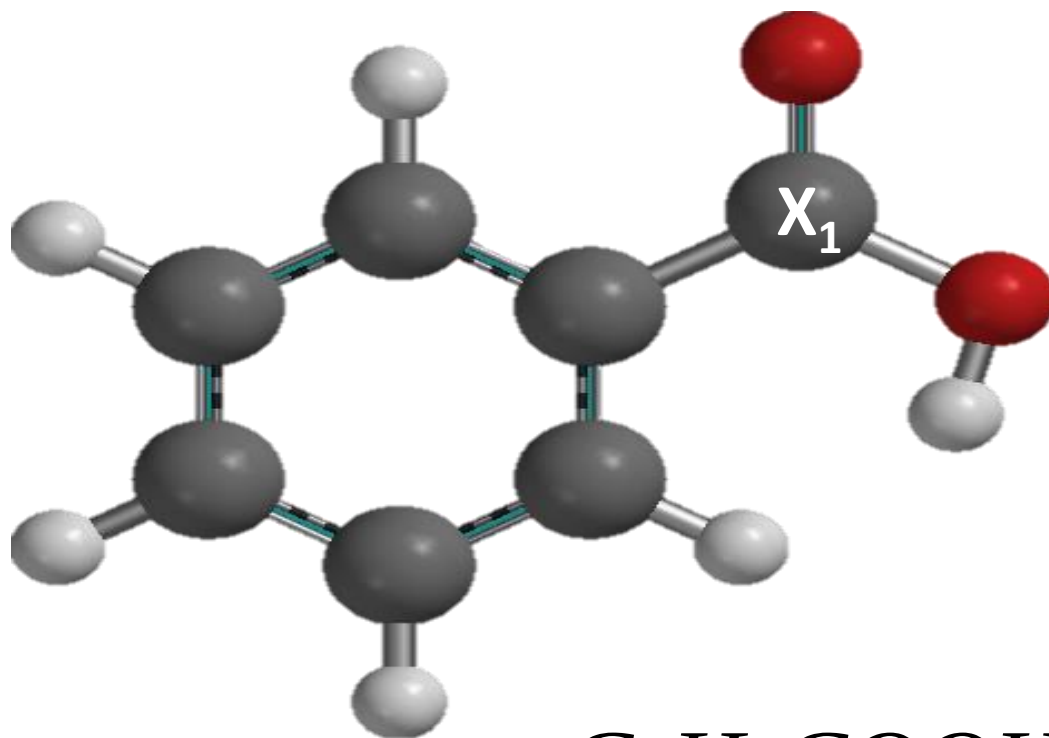
אתנאל



$$X_1 = (2+) + (1-) = (1+)$$

$$X_2 = (3-)$$

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן
ב- X_1 בחומצה הבנזואית היא:



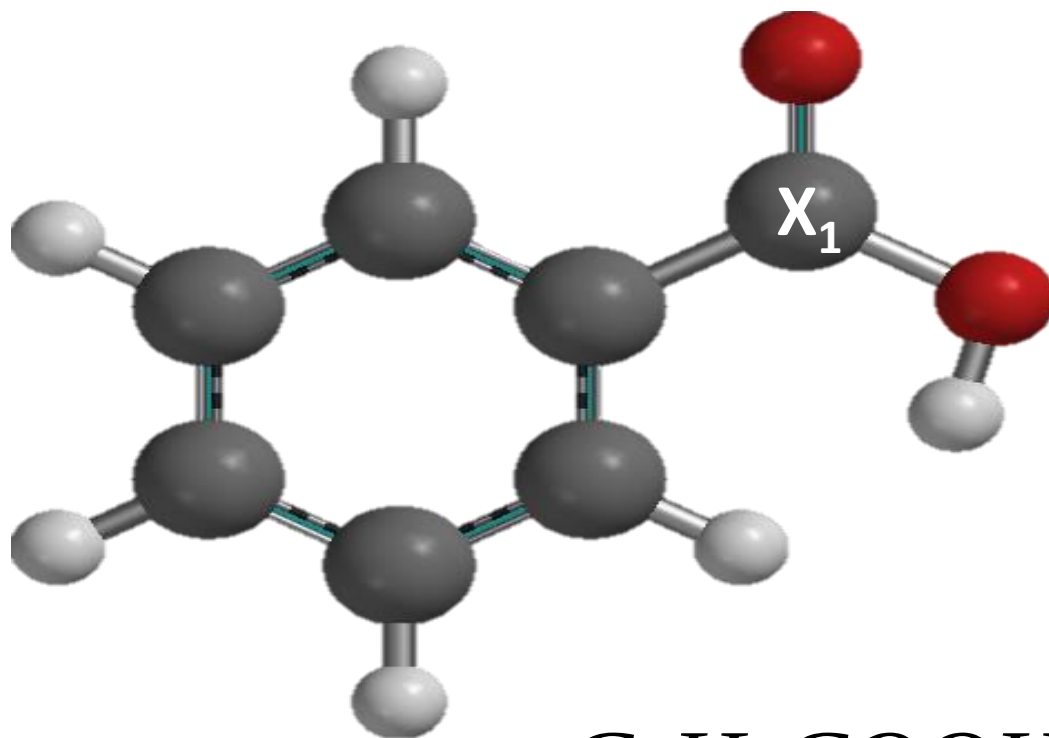
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +3

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן
ב- X_1 בחומצה הבנזואית היא:



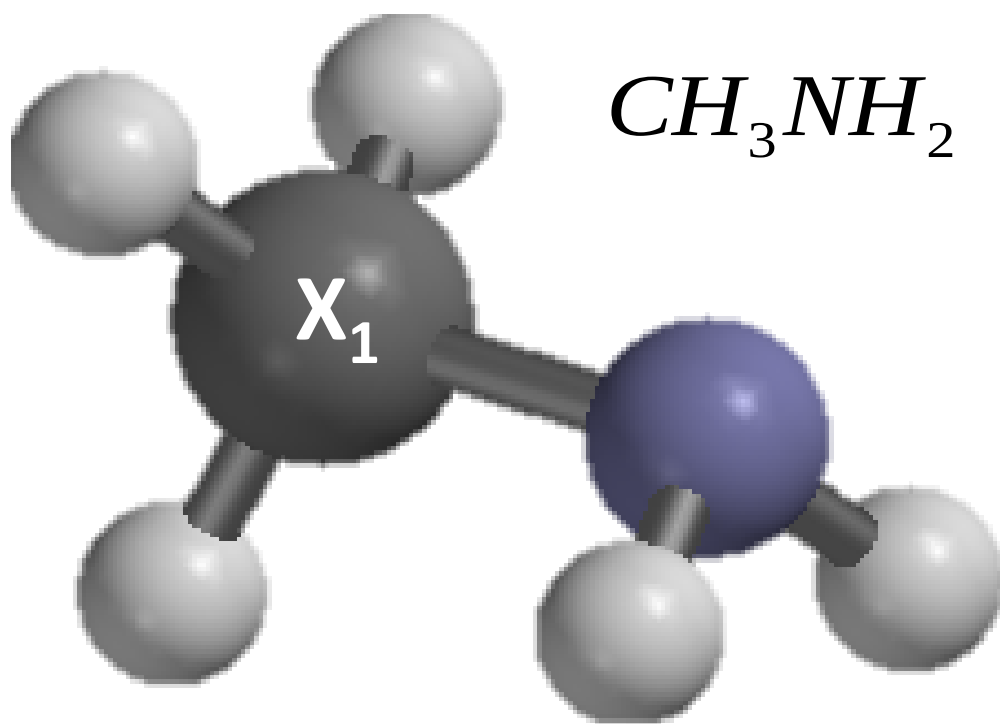
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +3

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן
ב- X_1 במתיל אמין היא:



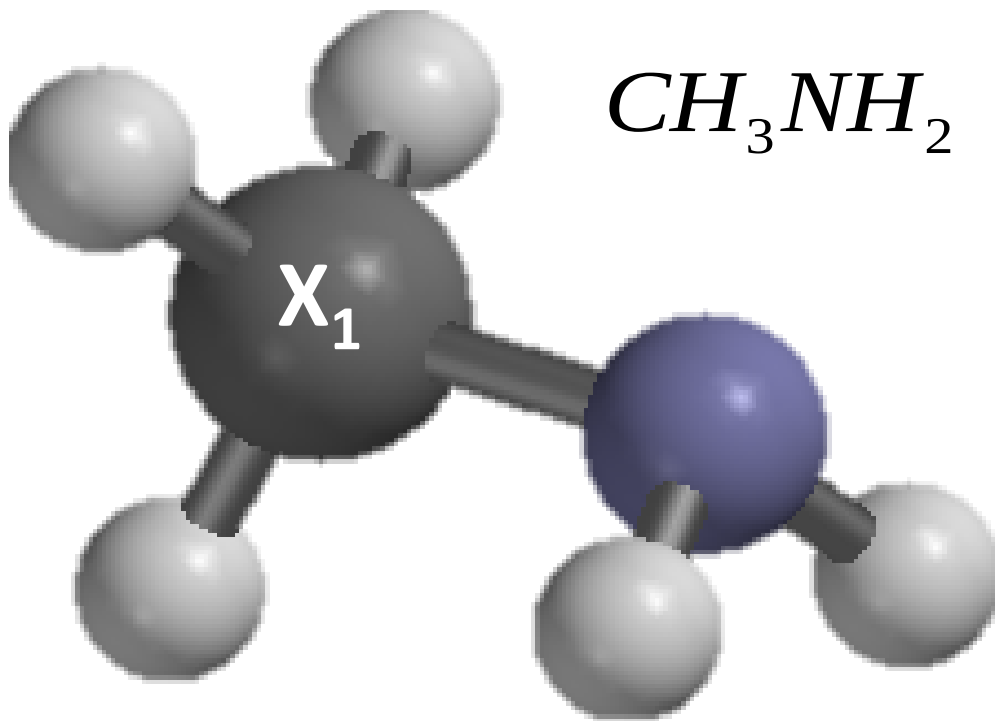
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +1

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן
ב- X_1 במתיל אמין היא:



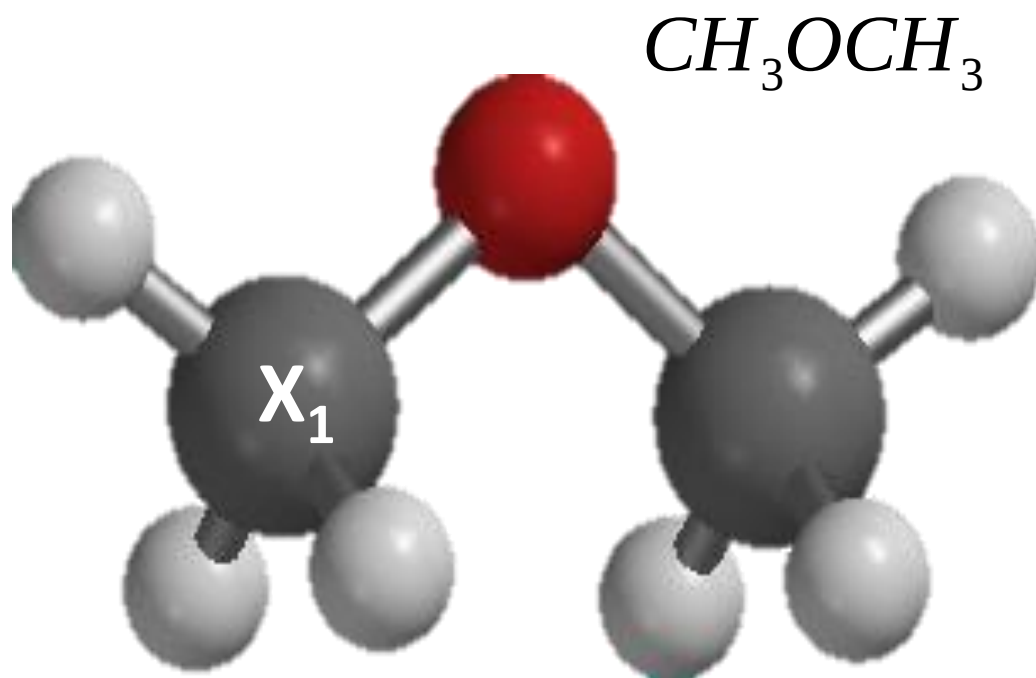
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +1

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן
ב- X_1 בדו מתיל אתר היא:



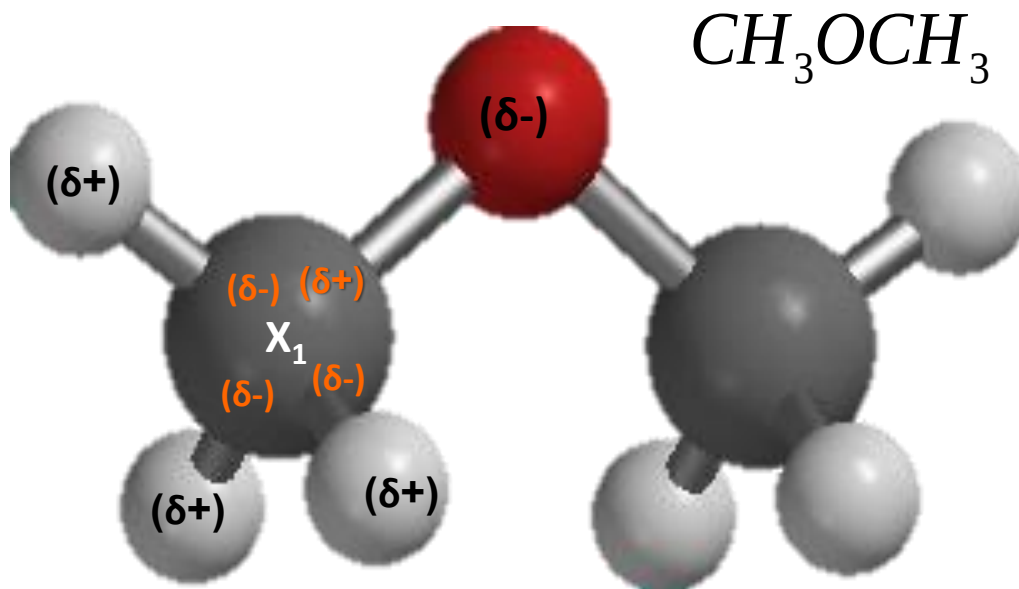
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +3

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן ב- X_1 בדו מתיל אתר היא:



א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +3

$$X_1 = (3-) + (1+) = (2-)$$

רדיקלים חופשיים הם אטומים או קבוצת אטומים המכילים אלקטרונים בלתי מזווגים.

חלקיקים אלו הם **מחמצנים** חזקים. (רדיקל חופשי "ייקח" אלקטרון ממולקולה סמוכה אשר תהפוך לרדיקל חופשי שייקח אלקטרון ממולקולה סמוכה...)

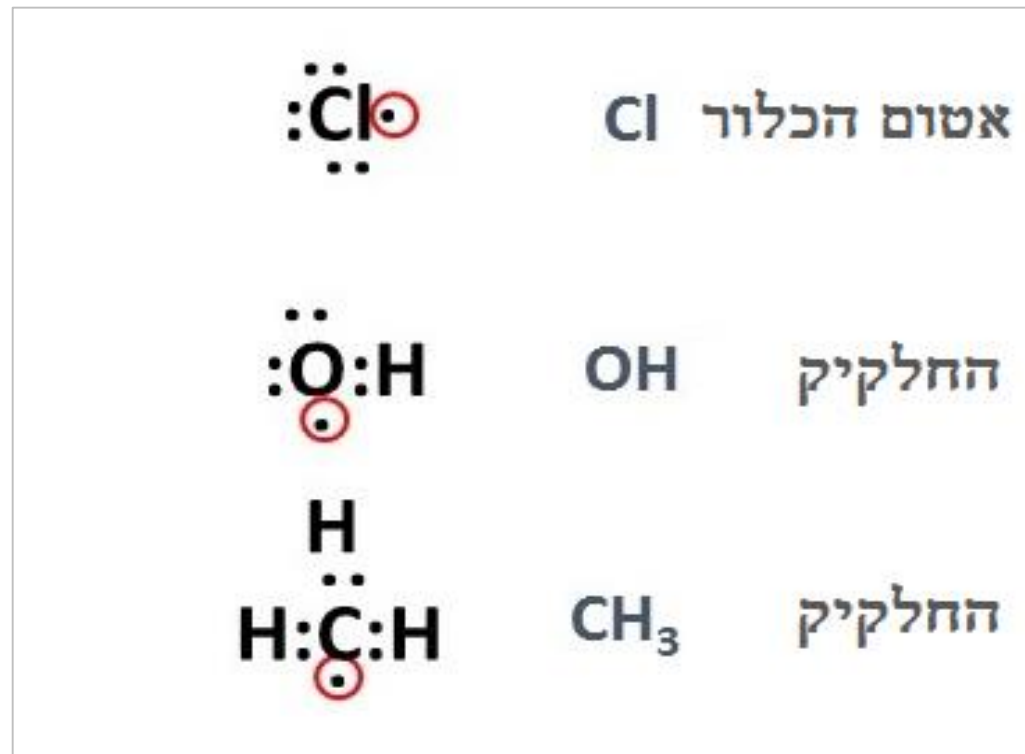
רדיקלים חופשיים הם אטומים או קבוצת אטומים המכילים אלקטרונים בלתי מזווגים.

חלקיקים אלו הם **מחמצנים** חזקים. (רדיקל חופשי "ייקח" אלקטרון ממולקולה סמוכה אשר תהפוך לרדיקל חופשי שייקח אלקטרון ממולקולה סמוכה...)

רדיקלים חופשיים נוצרים בגוף באופן טבעי, כתוצר לוואי של תהליכי חימצון חיצור חיונים (נשימה, תהליכי חילוף חומרים ובפעילות גופנית אינטנסיבית). בנוסף, מערכת החיסון מייצרת במידת הצורך רדיקלים חופשיים להשמדת וירוסים וחידקים.

רדיקלים חופשיים מגיעים אלינו גם ממקורות חיצוניים כמו: עישון, תרופות וכימיקלים שונים, מזון מתועש, מזון מטוגן, קרינה אלקטרומגנטית, חומרי ריסוס והדברה ועוד.

דוגמאות לרדיקלים חופשיים:
(האלקטרונים הלא-מזווגים מסומנים בעיגול אדום)



רדיקלים חופשיים המכילים חמצן נקראים גם צורוני חמצן פעיל
Reactive Oxygen Species (ROS)

איזה מהחלקיקים שלפניך אינו רדיקל חופשי?

א. O

ב. NO

ג. O_2^-

ד. Cl^-

איזה מהחלקיקים שלפניך אינו רדיקל חופשי?



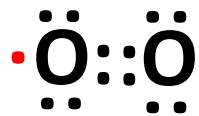
מספר אלקטרוני ערכיות 6

א. O



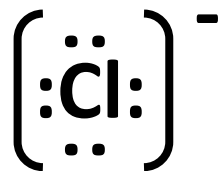
מספר אלקטרוני ערכיות $11=5+6$

ב. NO



מספר אלקטרוני ערכיות $13=6+6+1$

ג. O_2^-



מספר אלקטרוני ערכיות 8

ד. Cl⁻

הגדרה כימית: חומר שמעכב או מונע תהליך חמצון או שמונע תגובות בהן מעורב חמצן או רדיקלים חופשיים

הגדרה ביולוגית: חומרים ביולוגים או מלאכותיים שמונעים או מעכבים הדרדרות של חומר, או מסוגלים לנטרל את הנזקים שנגרמים לרקמות של בעלי חיים

הגדרה רפואית: חומר שמוריד במידה משמעותית את ההשפעות השליליות של צורונים פעילים כדוגמאת צורנים מכילי חמצן פעיל (ROS) ודומיהם על פעילות פיסיולוגית בבני אדם

- נוגדי חמצון מגיבים עם צורנים מכילי חמצן פעיל (ROS כוללים רדיקלים חופשיים ומולקולות מחמצנות נוספות)

- הגוף מייצר נוגדי חמצון בעצמו אך נוגדי חמצון המגיעים דרך המזון יכולים לתת הגנה נוספת.

- פלוונואידים ופוליפנולים אחרים, ויטמין C, E, קרטנואידים הם נוגדי החמצון הנפוצים המצויים במזון.

- צמחים רבים מכילים נוגדי חמצון (אנטיאוקסידנטים)



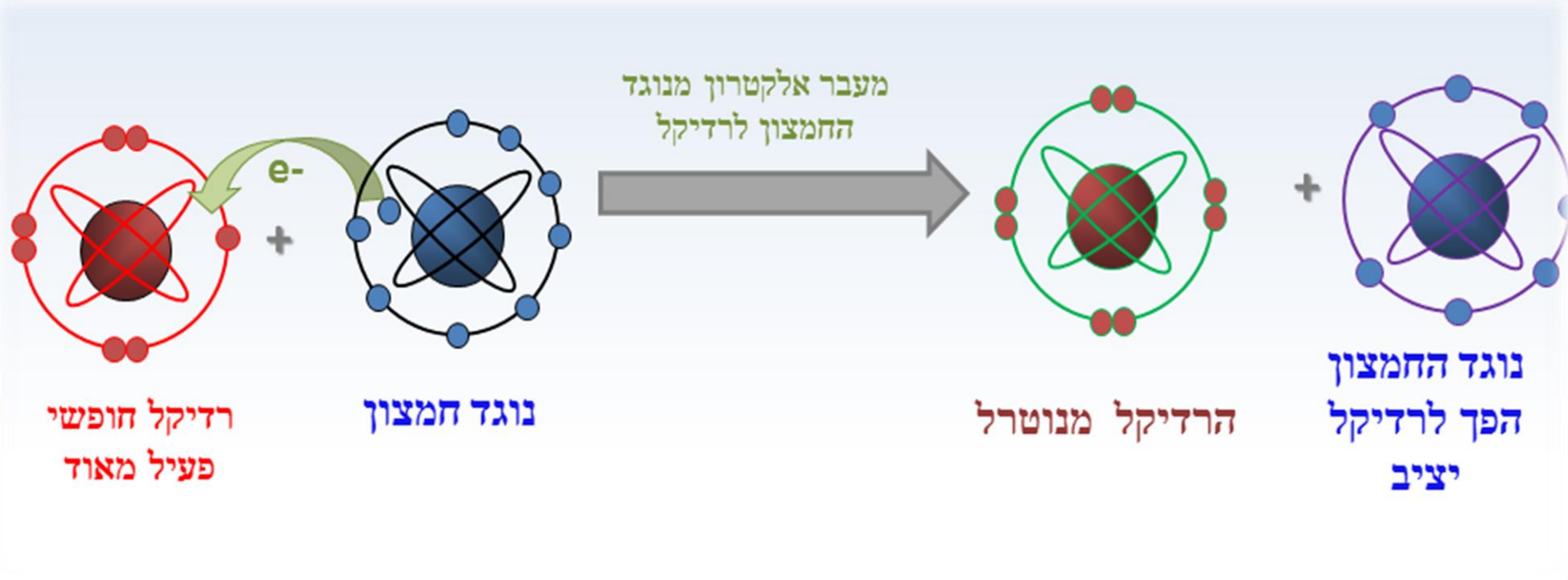
כמה מהחומרים האנטי-אוקסידנטים הם חומרים בעלי קשרים כפולים מצומדים – קשרים כפולים המופיעים לסירוגין בתוך מולקולות אורגניות. אלו הם חומרים צבעוניים הנמצאים במזון, דוגמת פירות וירקות צבעוניים.



לכן (בין היתר) מומלץ לאכול פירות וירקות במגוון **צבעים!**



כיצד פועלים נוגדי חימצון?



נוגדי חימצון הם **מחזרים** טובים

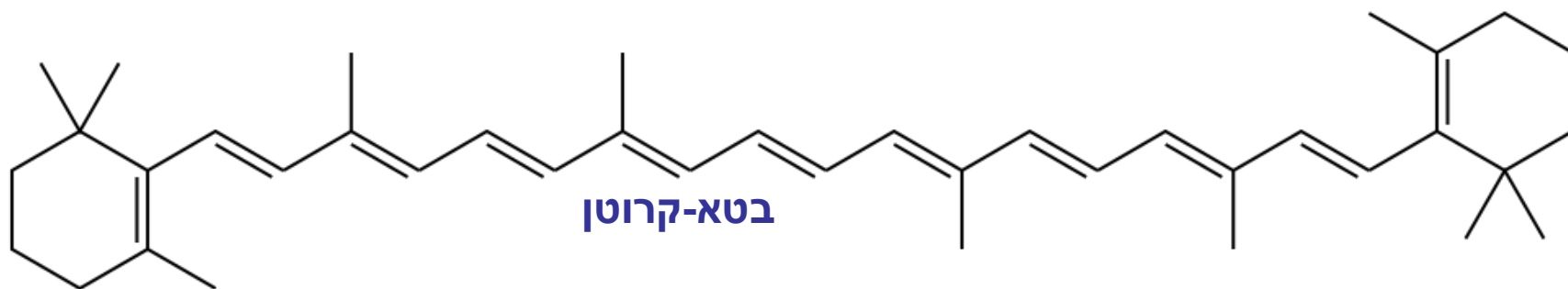
ולכן הם מגיבים במהירות עם רדיקלים חופשיים ומנטרלים אותם לפני שהם פוגעים במולקולות חיוניות אחרות.

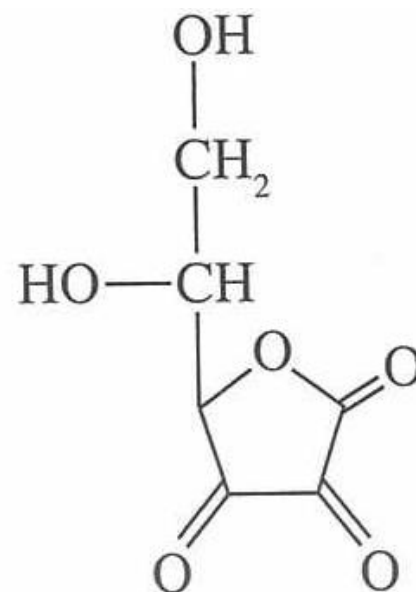
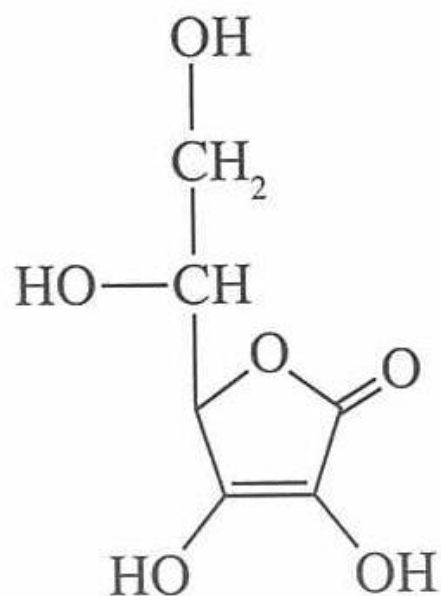


שמנים בלתי רוויים (הכוללים קשרים כפולים) נוטים לעבור חימצון בעת חימום וליצור רדיקלים חופשיים.

מומלץ להכניס לשמן חתיכת גזר טרי בתחילת הטיגון ולהחליפה מדי פעם.

הסיבה לכך היא שהגזר עשיר בבטא-קרוטן ובקרוטנואידים נוספים, המונעים את חמצונו של השמן ושומרים על איכותו.

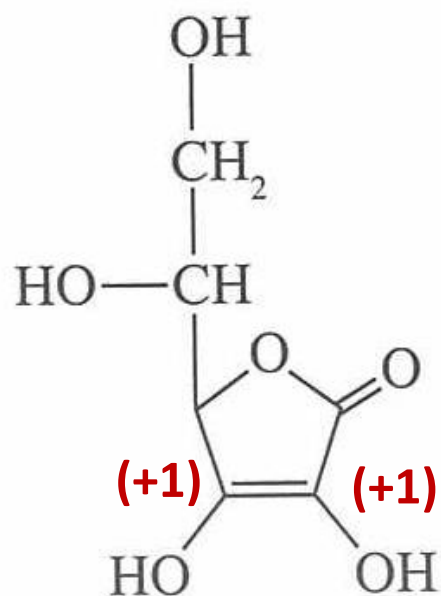




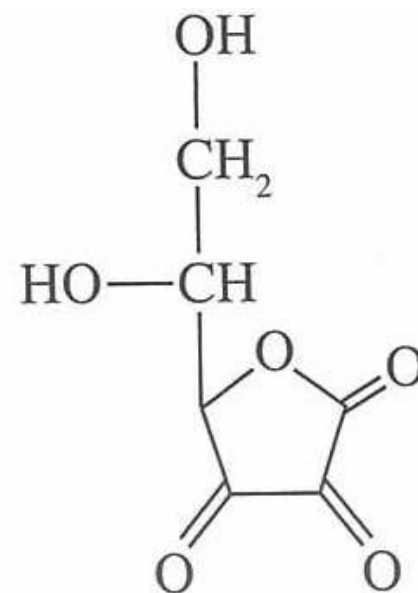
חומצה אסקורבית - ויטמין C

חומצה דה-הידרו אסקורבית



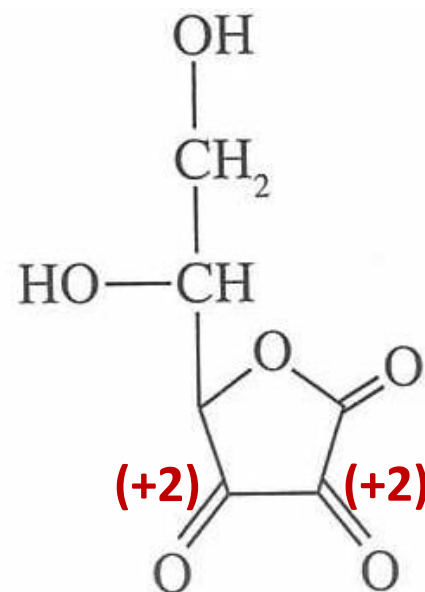
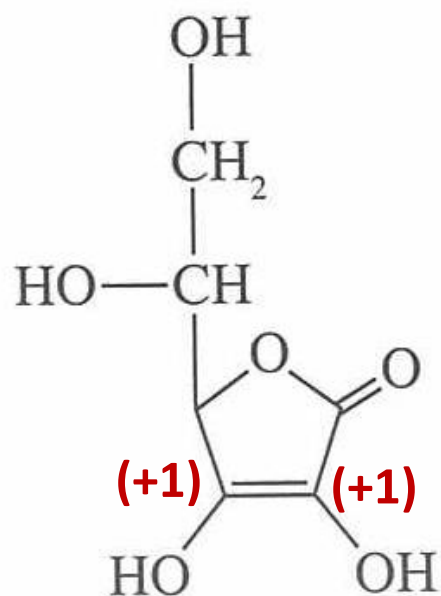


חומצה אסקורבית - ויטמין C



חומצה דה-הידרו אסקורבית





חומצה אסקורבית - ויטמין C

חומצה דה-הידרו אסקורבית

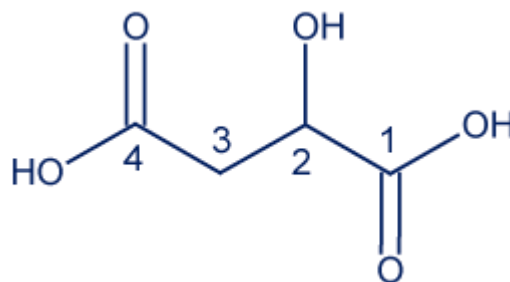


הכל עניין של איזון!



- זה עשרות שנים הניחו החוקרים שרדיקלים חופשיים, גורמות להזדקנות ומחלות שונות באמצעות פגיעה בתאים המביאה לידי פגיעה בפעילות הרקמות והאיברים.
- מחקרים אפידמיולוגיים מראים שאנשים שאוכלים הרבה פירות וירקות עשירים בוויטמינים ובנוגדי חמצון נוטים לחיות יותר מאלה שאינם עושים זאת ולחלות פחות בסרטן. מכאן נראה מובן מאליו שתוספי מזון המכילים נוגדי חמצון אמורים לשפר את הבריאות.
- התוצאות ברוב המחקרים שתוכננו בקפידה אינן תומכות בהנחה זו. ואמנם הראיות מלמדות שכמה מן האנשים הנוטלים תוספים מסוימים דווקא מועדים יותר לפתח מחלות קטלניות, כמו סרטן ריאות ומחלות לב.
- ניסויים שנעשו לאחרונה מראים שיש מתאם בין העלייה בכמות של רדיקלים חופשיים מסוימים ובין עלייה בתוחלת החיים (בתולעים ובעכברים). ואמנם, בתנאים מסוימים רדיקלים חופשיים מעוררים פעילות של מנגנוני תיקון תאיים.

חומצה מאלית היא חומצה המעניקה לפירות טעם חמצמץ.
לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולה של חומצה מאלית:

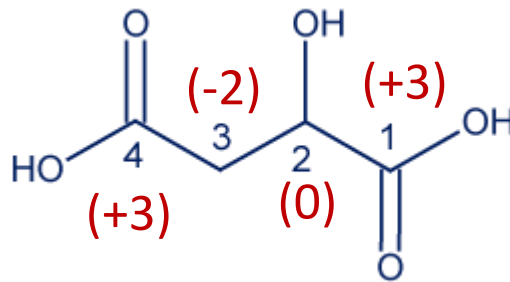


לפניך ארבעה היגדים א-ד הנוגעים לדרגות החמצון של אטומי הפחמן במולקולה של חומצה מאלית. מהו ההיגד הנכון?

1. דרגת החמצון של אטום פחמן 1 שונה מדרגת החמצון של אטום פחמן 4.
2. דרגת החמצון של אטום פחמן 2 שווה לדרגת החמצון של אטום פחמן 3.
3. דרגת החמצון של אטום פחמן 3 היא **-2**
4. דרגת החמצון של אטום פחמן 2 היא **-2**

שאלה 5 - פתרון

חומצה מאלית היא חומצה המעניקה לפירות טעם חמצמץ.
לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולה של חומצה מאלית:



לפניך ארבעה היגדים א-ד הנוגעים לדרגות החמצון של אטומי הפחמן במולקולה של חומצה מאלית. מהו ההיגד הנכון?

1. דרגת החמצון של אטום פחמן 1 שונה מדרגת החמצון של אטום פחמן 4.
2. דרגת החמצון של אטום פחמן 2 שווה לדרגת החמצון של אטום פחמן 3.
3. דרגת החמצון של אטום פחמן 3 היא -2
4. דרגת החמצון של אטום פחמן 2 היא -2

ויטמין C פועל בגופינו כאנטאוקסידנט חזק. איזה מההיגדים הבאים המתייחסים לויטמין C אינו נכון

א. ויטמין C הוא מחזר טוב

ב. ויטמין C מגיב עם רדיקלים חופשיים בגופנו ומנטרל אותם

ג. בתגובה בין ויטמין C לבין רדיקלים חופשיים, הוא "לוקח" מהם אלקטרונים

ד. ויטמין C מחזר יותר טוב מהמחזרים שבגופנו. הוא מגן עליהם על ידי כך שהוא מגיב במקומם עם מחמצנים חזקים.

ויטמין C פועל בגופינו כאנטאוקסידנט חזק. איזה מההיגדים הבאים המתייחסים לויטמין C אינו נכון

מחלך מוסר אלקטרונים

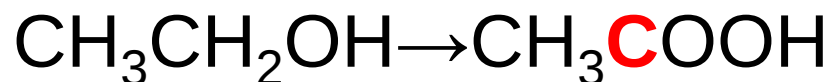
א. ויטמין C הוא מחזר טוב

ב. ויטמין C מגיב עם רדיקלים חופשיים בגופנו ומנטרל אותם

ג. בתגובה בין ויטמין C לבין רדיקלים חופשיים, הוא "לוקח" מהם אלקטרונים

ד. ויטמין C מחזר יותר טוב מהמחזרים שבגופנו. הוא מגן עליהם על ידי כך שהוא מגיב במקומם עם מחמצנים חזקים.

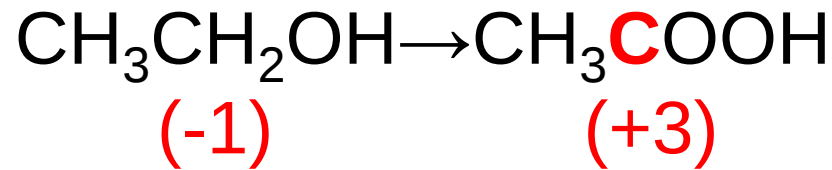
לפניך חלק מהמגיבים ומהתוצרים בתגובה מסויימת



מהי דרגת החימצון של אטום הפחמן המסומן באדום ומהי התגובה שעבר?

1. הפחמן עבר חימצון ודרגת החימצון שלו +3
2. הפחמן עבר חימצון ודרגת החימצון שלו +2
3. הפחמן עבר חיזור ודרגת החימצון שלו +3
4. הפחמן עבר חיזור ודרגת החימצון שלו +2

לפניך חלק מהמגיבים ומהתוצרים בתגובה מסויימת



מהי דרגת החימצון של אטום הפחמן המסומן באדום ומהי התגובה שעבר?

1. הפחמן עבר חמצון ודרגת החמצון שלו +3

2. הפחמן עבר חמצון ודרגת החימצון שלו +2

3. הפחמן עבר חיזור ודרגת החמצון שלו +3

4. הפחמן עבר חיזור ודרגת החמצון שלו +2