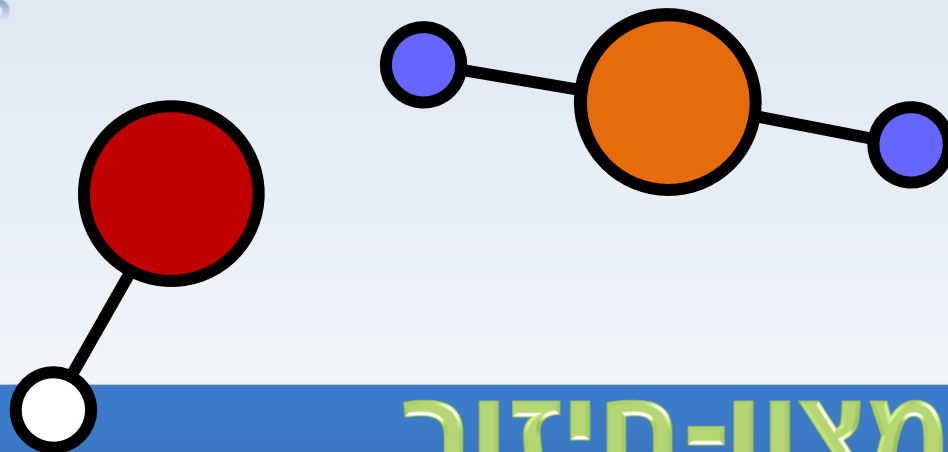
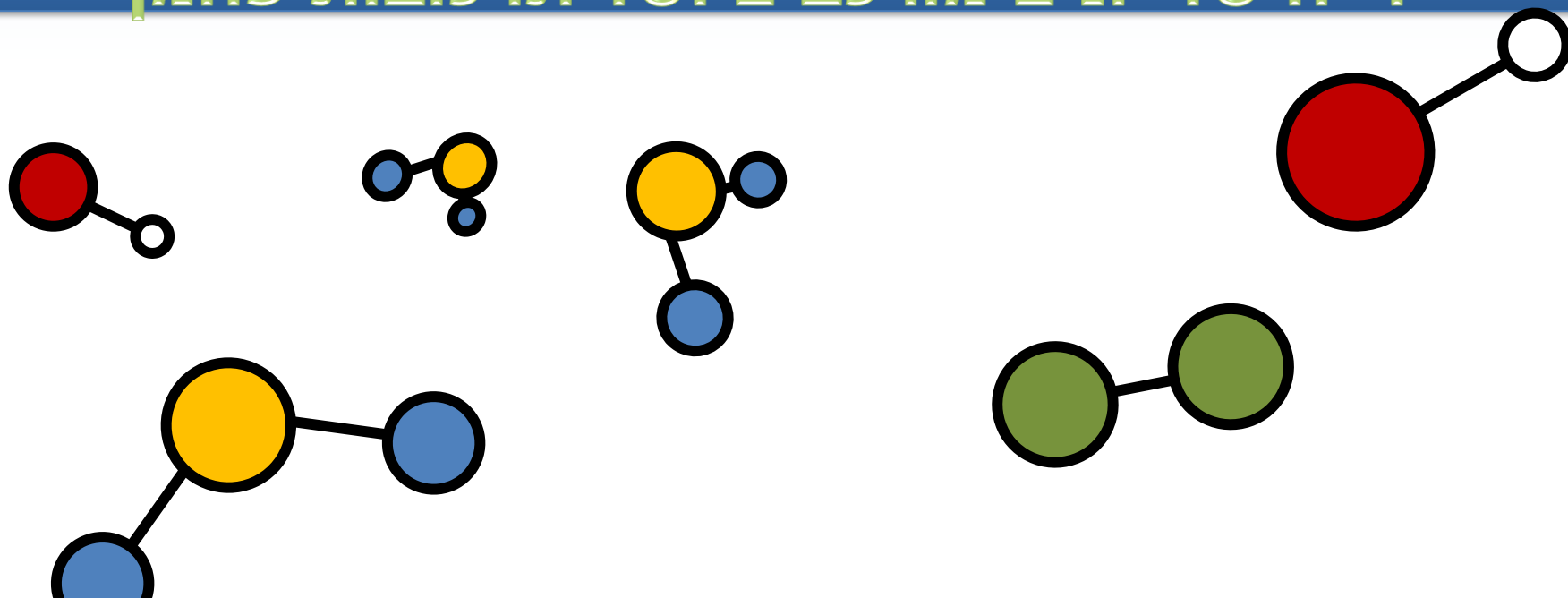




חמצון-חיזור

ד"ח של יונים מורכבים ושל תרכובות פחמן



נמשיך בקביעת דרגות חמצון על פי הכללים שלמדנו 

נלמד כיצד קובעים ד"ח בתרכובות פחמן 

נלמד מהי ד"ח ממוצעת 

נזהה תגובת חמצון-חיזור באמצעות ד"ח 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

המערכה המחזורית: מתכות ואל-מתכות 

הערכות אלקטרוניים 

סוגי חומרים: מתכתי, יוני, מולקולרי 

אלקטרושליליות 

מחמצן, מחזור, חמצון, חיזור 

כללים לקביעת דרגות חמצון (ד"ח) 

תזכורת: תגובות חמצון חיזור - הגדרות

תגובת חמצון חיזור (חימצור)

תגובה שבה יש מעבר של אלקטרונים

חמצון – תגובת מסירת אלקטרונים

חיזור – תגובת קבלת אלקטרונים

התגובות תמיד מתקיימות יחד - אין חמצון ללא חיזור, אין חיזור ללא חמצון

במהלך תגובת חמצון-חיזור דרגות החמצון של החומרים
המשתתפים משתנות

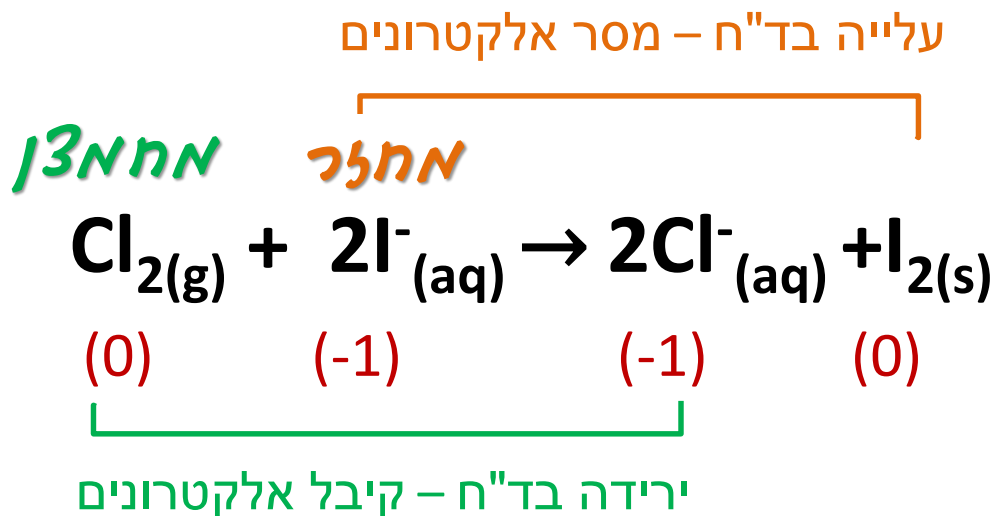
תזכורת: תגובות חמצון חיזור

חומר מחזר

- מוסר אלקטרונים
- עולה בדרגת החמצון
- עובר חמצון

חומר מחמצן

- מקבל אלקטרונים
- יורד בדרגת החמצון
- עובר חיזור



תזכורת: טבלת אלקטרושליליות

אלקטרושליליות - מדד ליכולת הגרעין למשוך אליו את אלקטרוני הקשר

ערכי האלקטרושליליות נעים בין 0-4 

לפלוואור, F, הערך הגדול ביותר (= 4) 

לאל-מתכות אלקטרושליליות גדולה יותר מאשר למתכות 

H 2.1							He
Li 1.0	Be 1.5	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
Na 0.9	Mg 1.2	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar
K 0.8	Ca 1.0	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr
Rb 0.8	Sr 1.0	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe

הטבלה נמצאת בין דפי הנוסחאות

תזכורת: כללים לחישוב דרגת חמצון

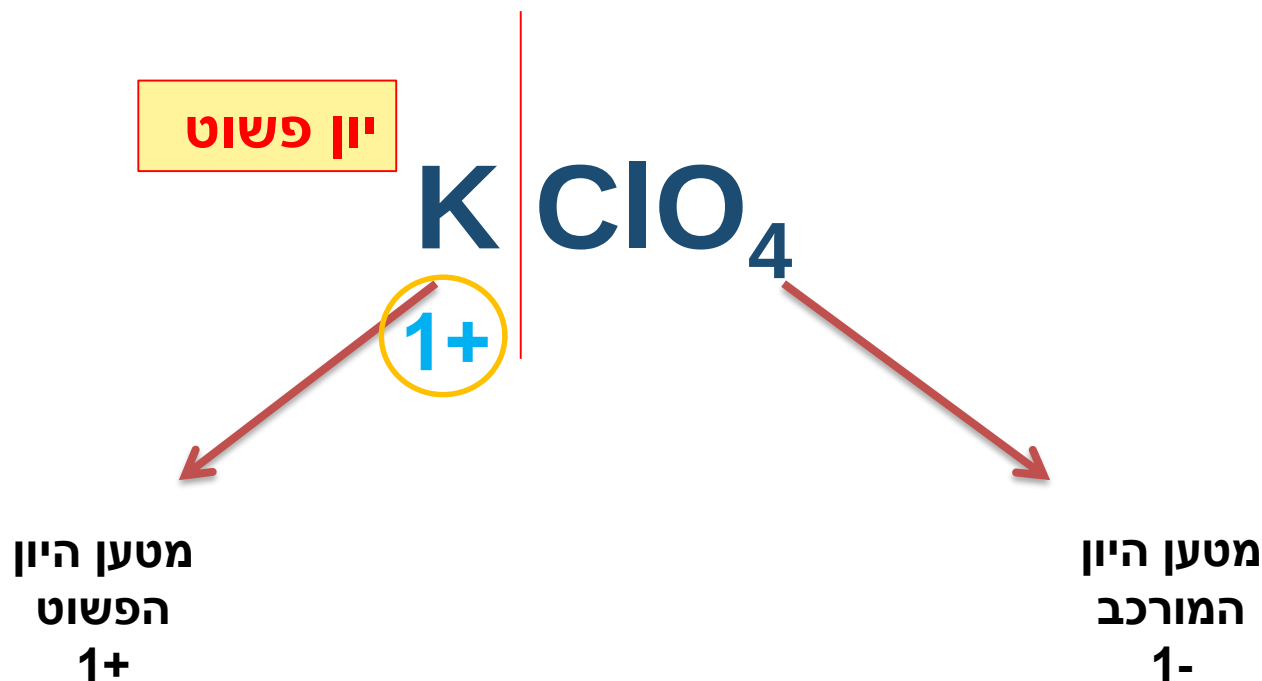
הכלל	יוצא מן הכלל
1	דרגת החמצון של יסוד = 0
2	דרגת החמצון של יון חד אטומי = מטען היום
3	דרגת החמצון של פלואור בכל תרכובותיו = (-1)
4	דרגת החמצון של מימן בתרכובות עם אל מתכות לרוב = (+1) דרגת החמצון של מימן בתרכובות עם מתכות = (-1)
5	דרגת החמצון של חמצן במרבית תרכובותיו = (-2) קשר O-O בתרכובות בהם החמצן קשור לפלואור ותרכובות בהם קיים קשר O-O
6	סכום דרגות החמצון של האטומים בתרכובת ללא מטען = 0
7	סכום דרגות החמצון ביון רב אטומי = מטען היום
8	בחומרים מולקולריים – ניתן לקבוע דרגת חמצון לפי המטען החלקי על כל אטום – לפי אלקטרושליליות

יש להקפיד על יישום הכללים לפי הסדר

מהן דרגות החמצון של האטומים בתרכובת היונית KClO_4 ?

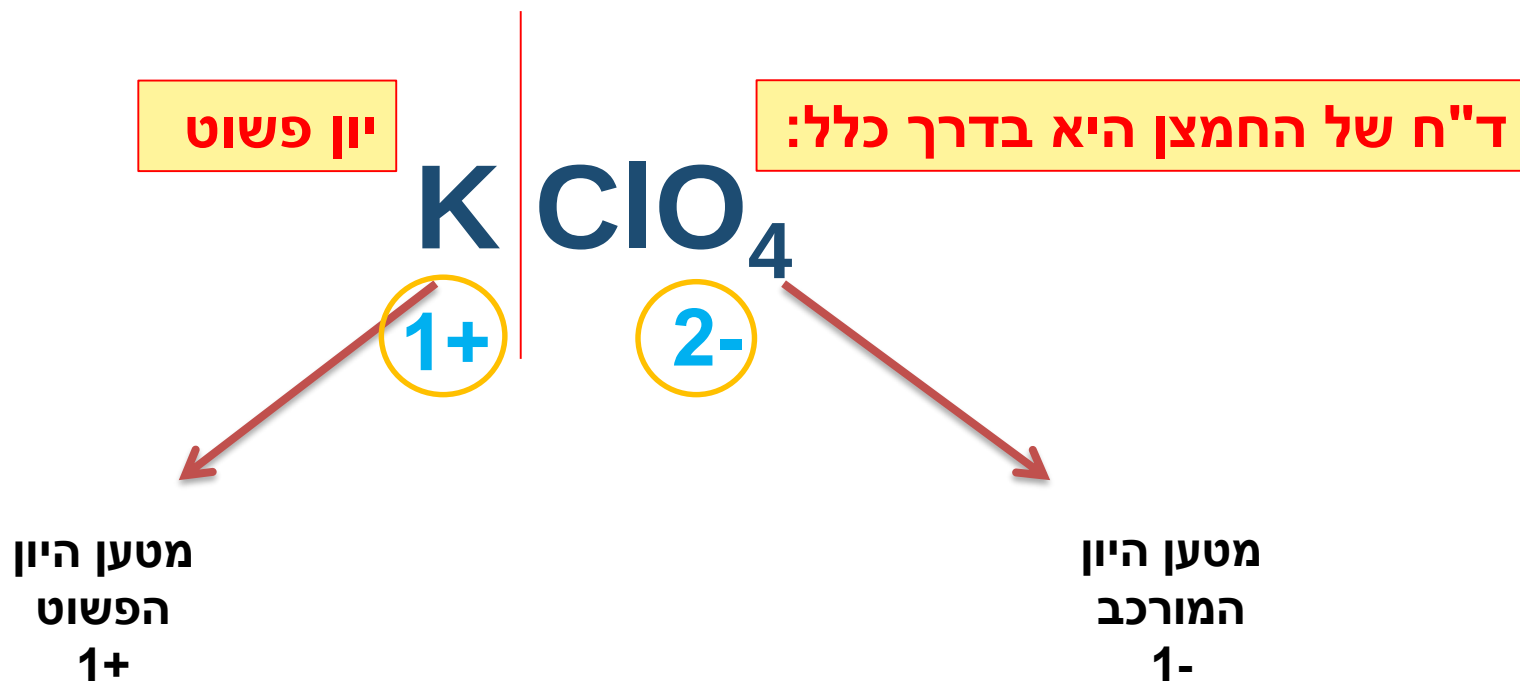
קביעת דרגות חמצון ליונים מורכבים: אסטרטגיית חישוב

מהי דרגת החמצון של אטום האשלגן בתרכובת KClO_4 ?



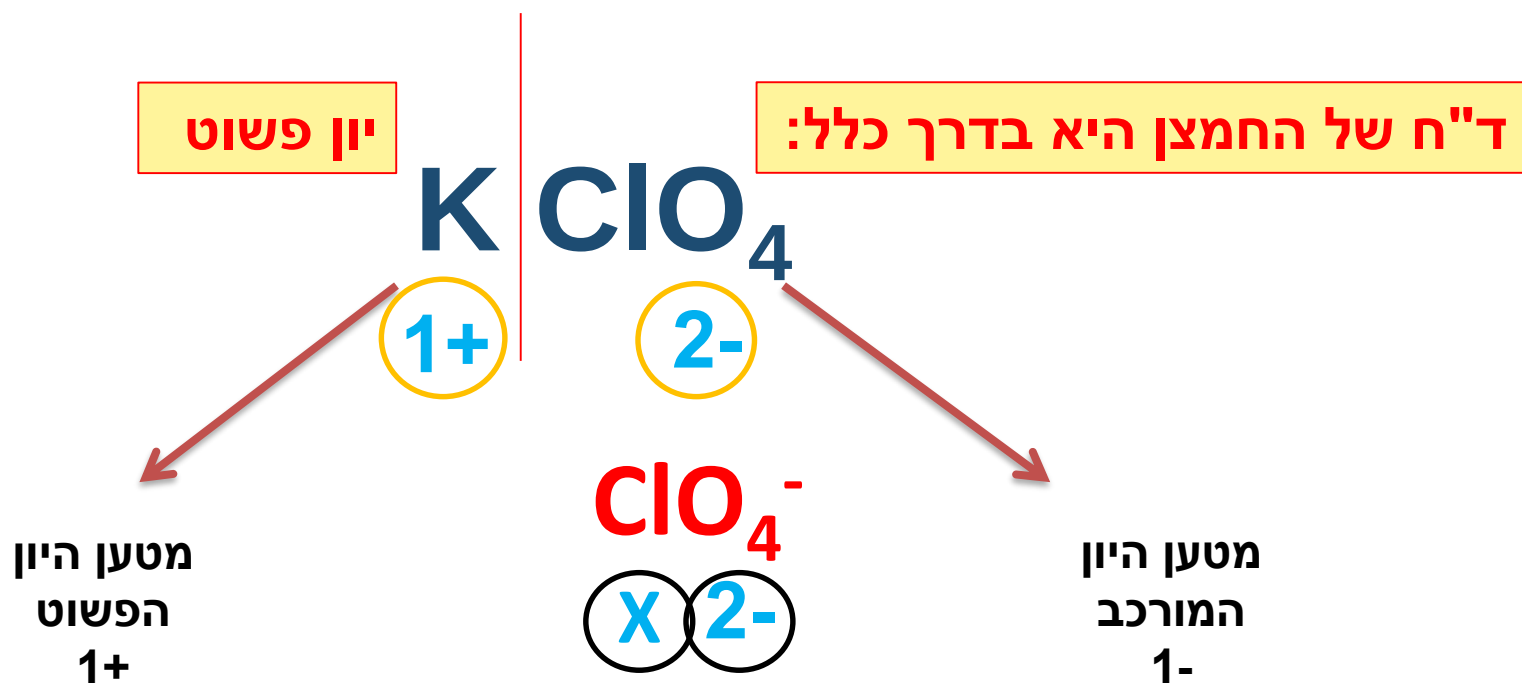
קביעת דרגות חמצון ליונים מורכבים: אסטרטגיית חישוב

מהי דרגת החמצון של אטום האשלגן בתרכובת KClO_4 ?



קביעת דרגות חמצון ליונים מורכבים: אסטרטגיית חישוב

מהי דרגת החמצון של אטום האשלגן בתרכובת KClO_4 ?



$$x + 4 \cdot (-2) = -1$$

$$x = +7$$

קביעת דרגות חמצון ליונים מורכבים: סיכום

מהי דרגת החמצון של האטומים בתרכובת KClO_4 ?

נגדיר את ד"ח
של כלור X



סכום ד"ח במולקולה הוא 0

ולכן:

$$(+1) + X + 4 \times (-2) = 0$$

$$X = +7$$

מהי דרגת החמצון של אטום הפחמן בחומר CaCO_3 ?

א. -1

ב. $2+$

ג. $4+$

ד. $6+$

ה. 0

מהי דרגת החמצון של אטום הפחמן בחומר CaCO_3 ?

א. -1

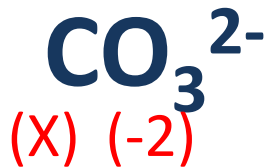
ב. 2+

ג. 4+

ד. 6+

ה. 0

סכום דרגות החמצון של יון מורכב הוא כמטען היון.



$$X + 3 \times (-2) = -2$$

$$X - 6 = -2$$

$$X = (+4)$$

מהי דרגת החמצון של אטום הגפרית S ביון המורכב SO_4^{2-} ?

א. 1-

ב. 2+

ג. 6+

ד. 8+

מהי דרגת החמצון של אטום הגפרית S ביון המורכב SO_4^{2-} ?



כל אטום חמצן: (-2)

נגדיר ד"ח של הגפרית: X

סכום ד"ח ביון מורכב שווה למטען היון!

לכן:

$$4 \times (-2) + X = (-2)$$

$$X = +6$$

דרגת החמצון של הגפרית היא +6

א. 1-

ב. 2+

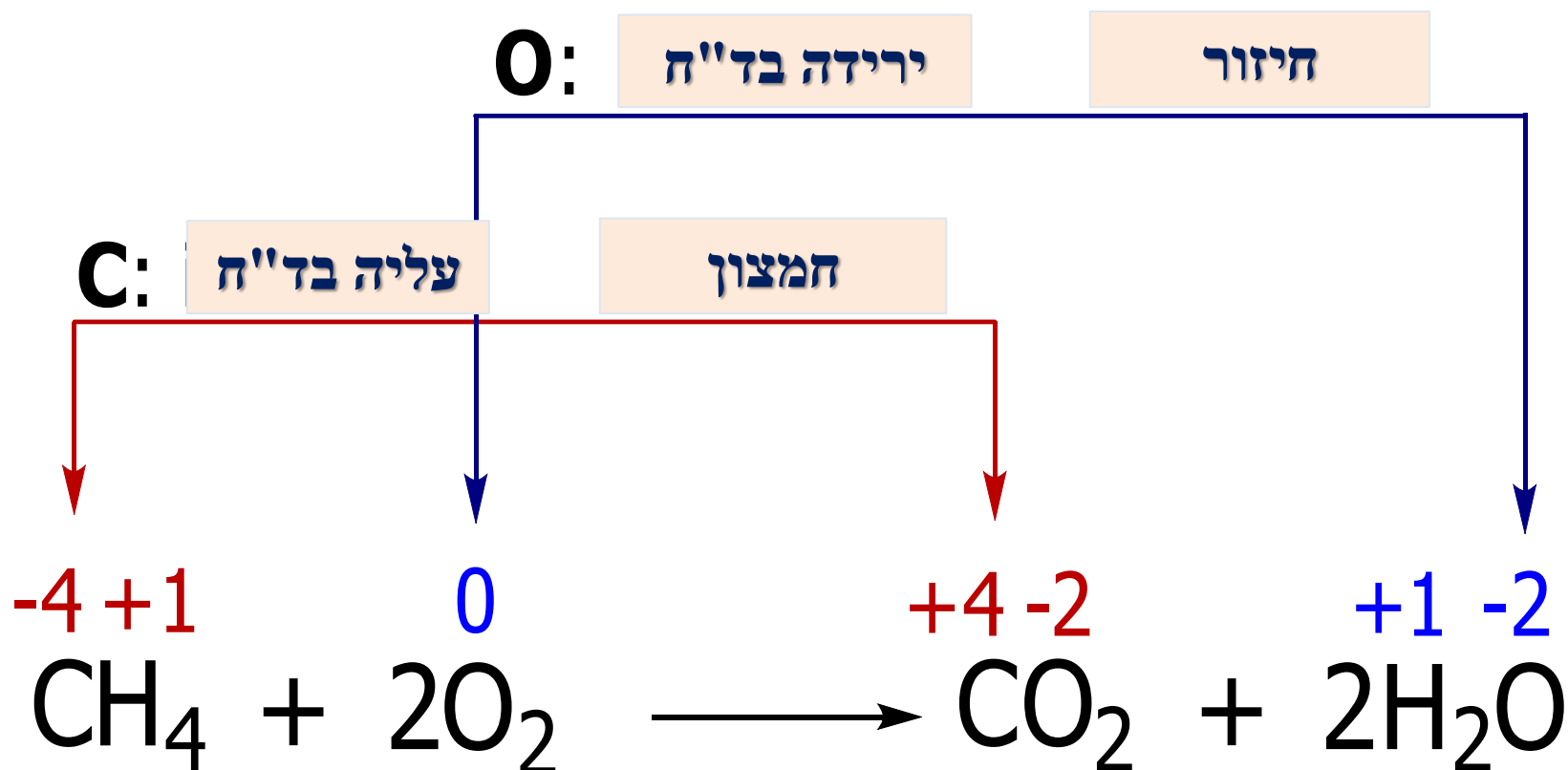
ג. 6+

ד. 8+

מעבר אלקטרונים בתגובות של תרכובות הפחמן

מעבר האלקטרונים יכול לשמש כאמצעי עזר זיהוי

בתגובות בהן מעורבות תרכובות פחמן.



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:

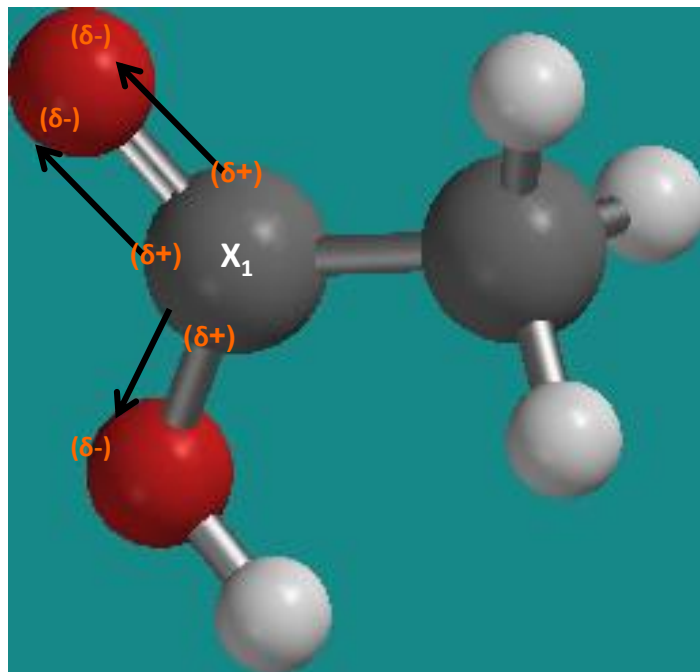
- **מסתכלים** בנפרד על כל אטום פחמן והאטומים הקשורים לו.
- **מניחים** שסכום דרגות חמצון של הפחמן והאטומים הקשורים אליו הוא אפס.
- **מבינים** שהקשר C-C נתפס כחסר קוטביות (טהור), ולכן תרומתו אפס.
- **קובעים** שרירותית שכל אטום בעל אלקטרושלליות גבוהה מהפחמן והקשור אליו מושך ממנו חלקיות מטען שלילית כמספר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

שרירותית נקבע ש: $\delta- = -1$ וגם $\delta+ = +1$

קביעת דרגות חמצון של תרכובות הפחמן

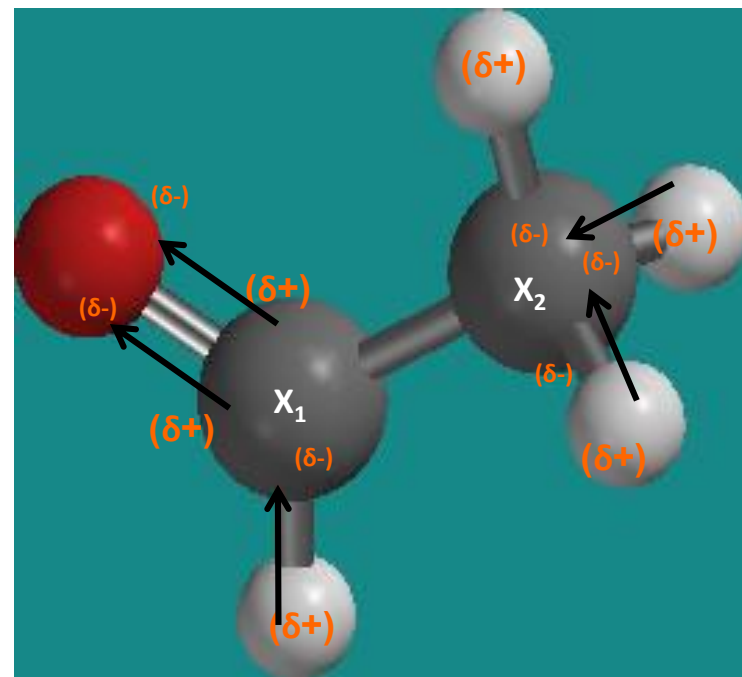
דוגמאות:

חומצה אצטית



$$X_1 = (3+)$$

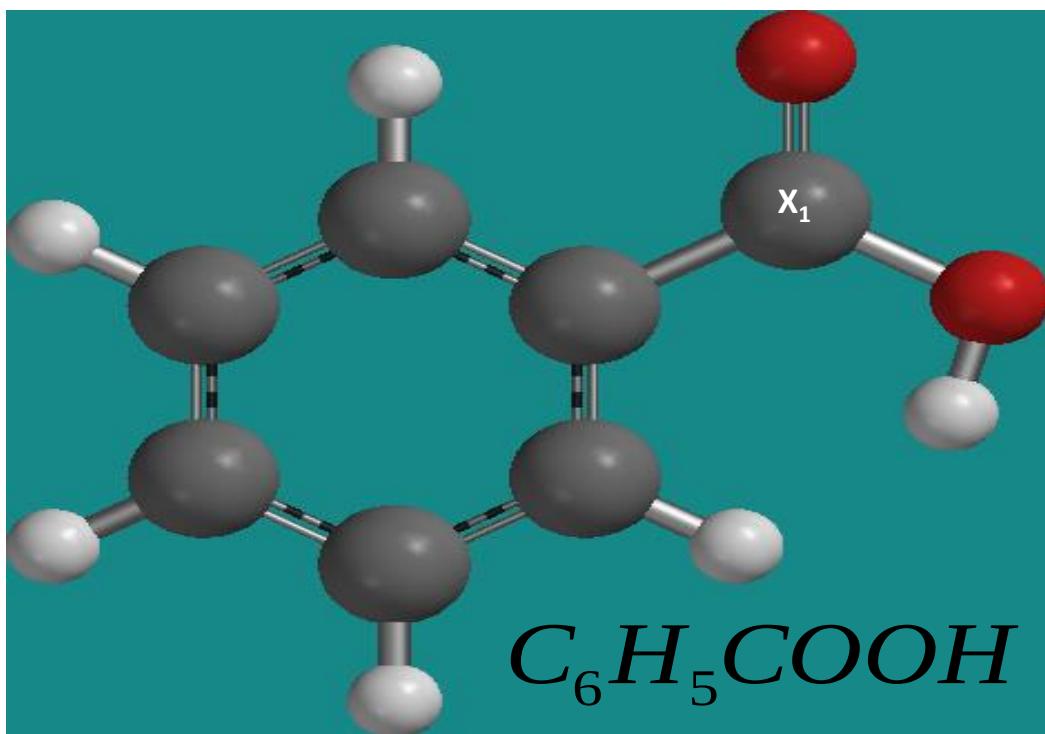
אתנאל



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

$$X_2 = (3-)$$

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



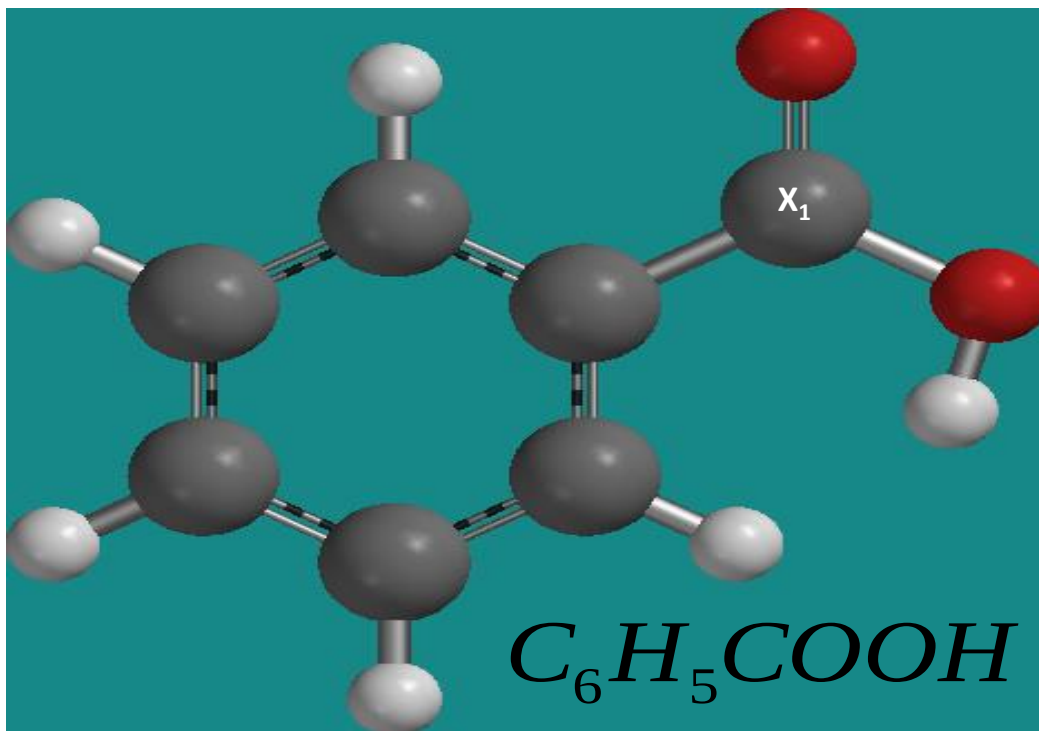
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +3

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



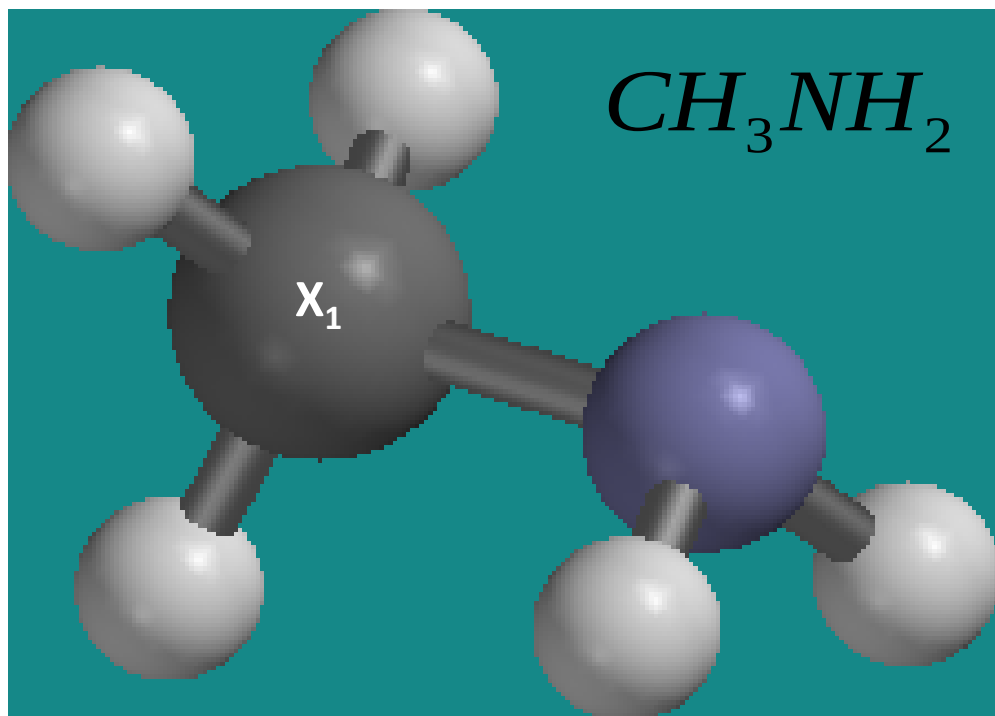
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +3

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



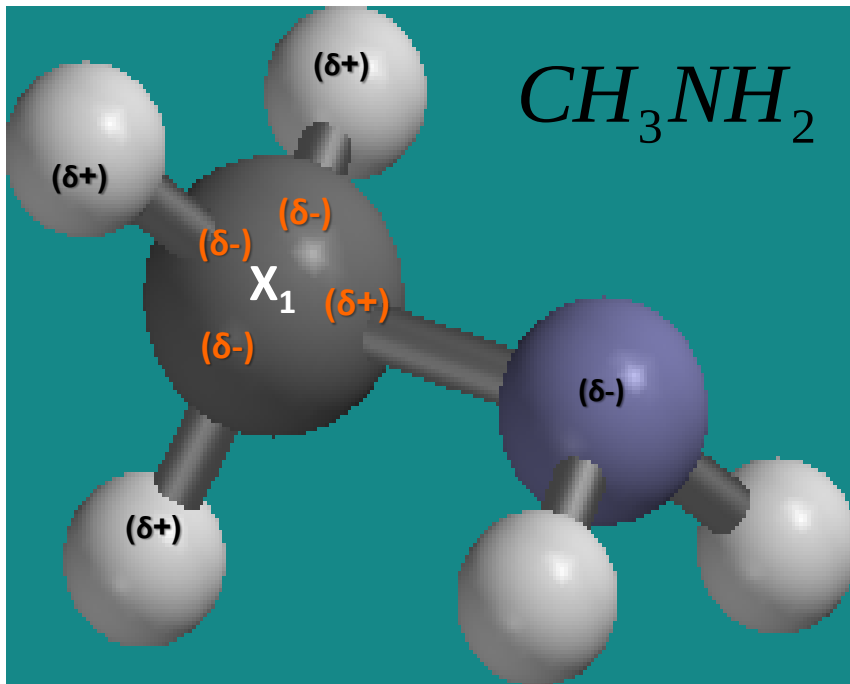
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +1

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



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

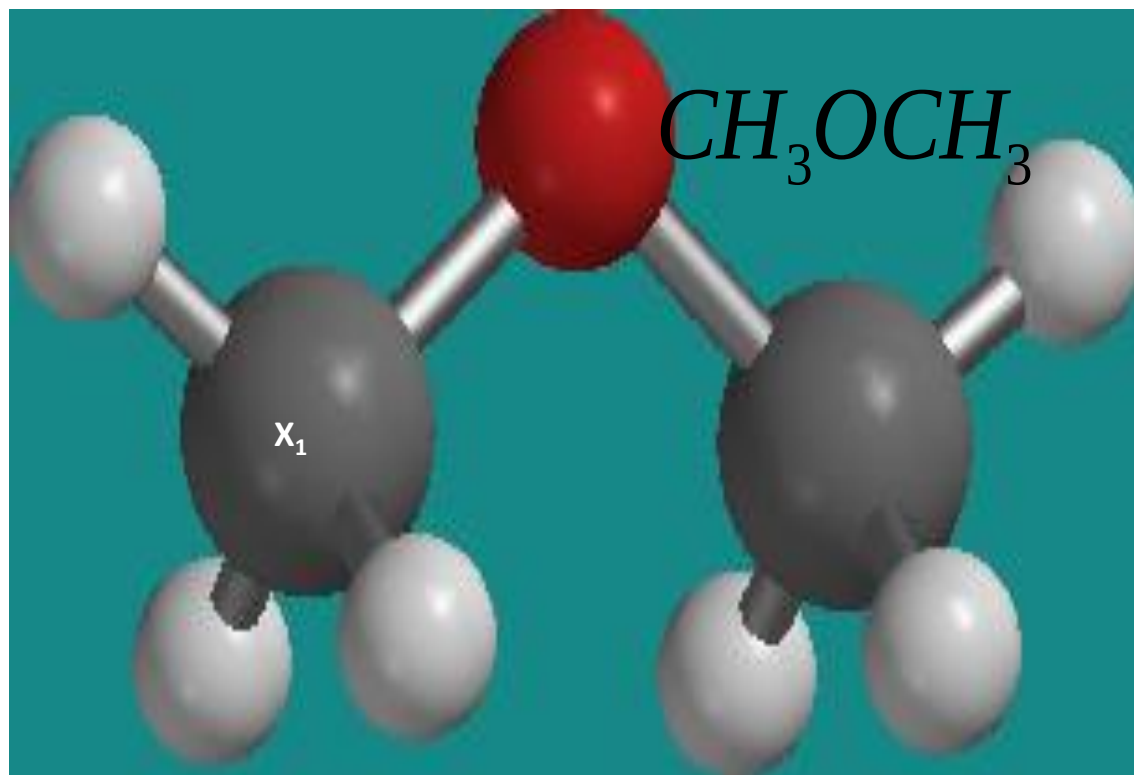
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +1

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



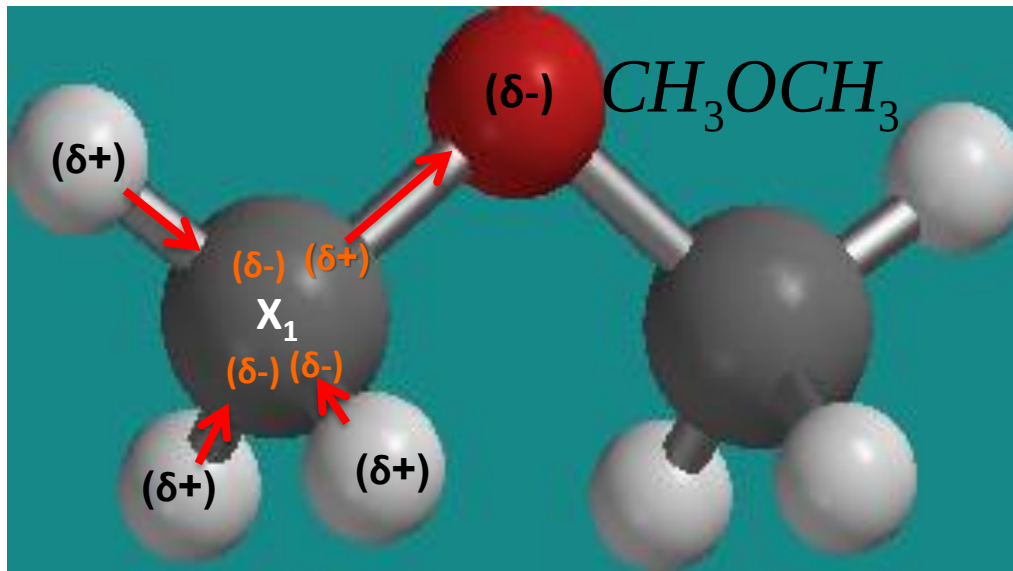
א. +2

ב. 0

ג. -2

ד. +3

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



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

א. +2

ב. 0

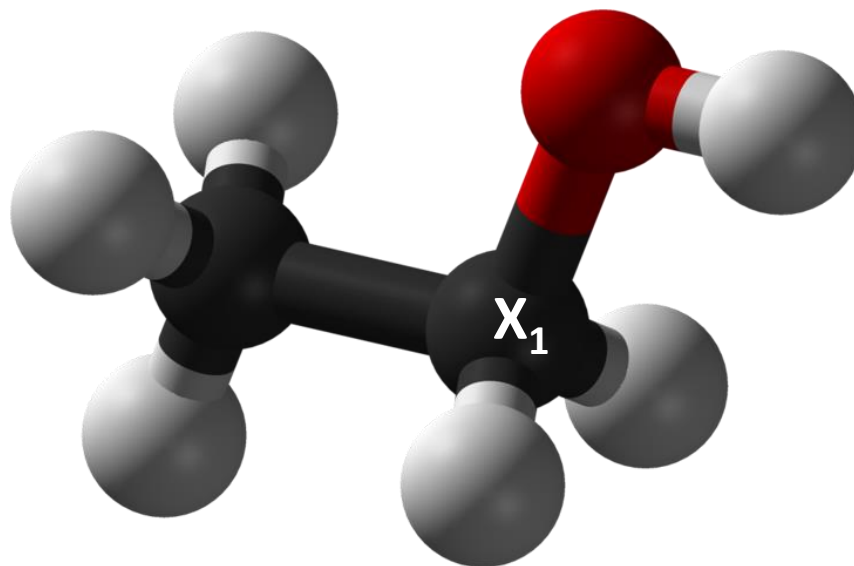
ג. -2

ד. +3



מה קורה כששותים אלכוהול?

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן ב- X_1
באתנול היא:

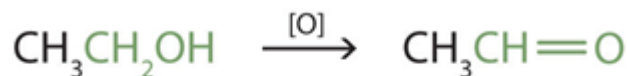


א. +1

ב. -1

ג. 0

ד. +2



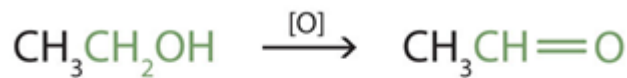
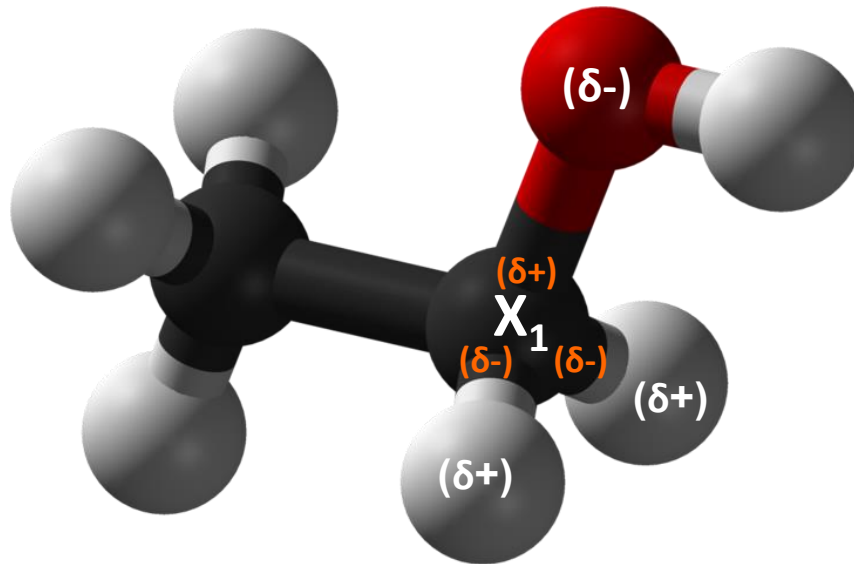
Ethanol
(a primary alcohol)

Acetaldehyde
(an aldehyde)



מה קורה כששותים אלכוהול?

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן ב- X_1
באתנול היא:



Ethanol
(a primary alcohol)

Acetaldehyde
(an aldehyde)

א. +1

ב. -1

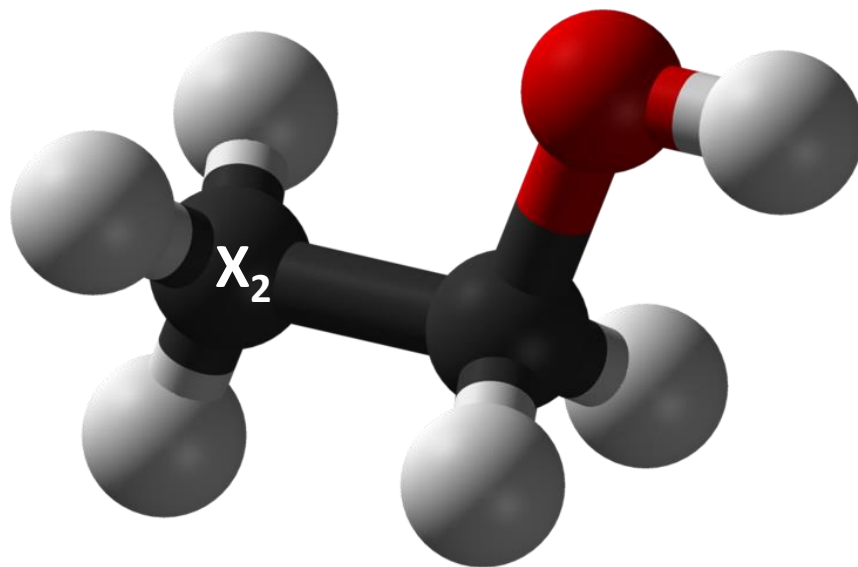
ג. 0

ד. +2



מה קורה כששותים אלכוהול?

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן ב- X_2
באתנול היא:

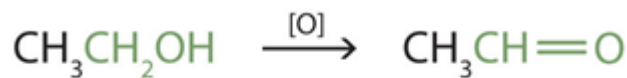


א. -3

ב. -2

ג. +1

ד. +2



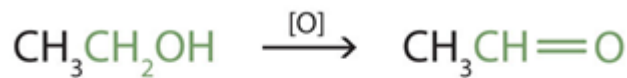
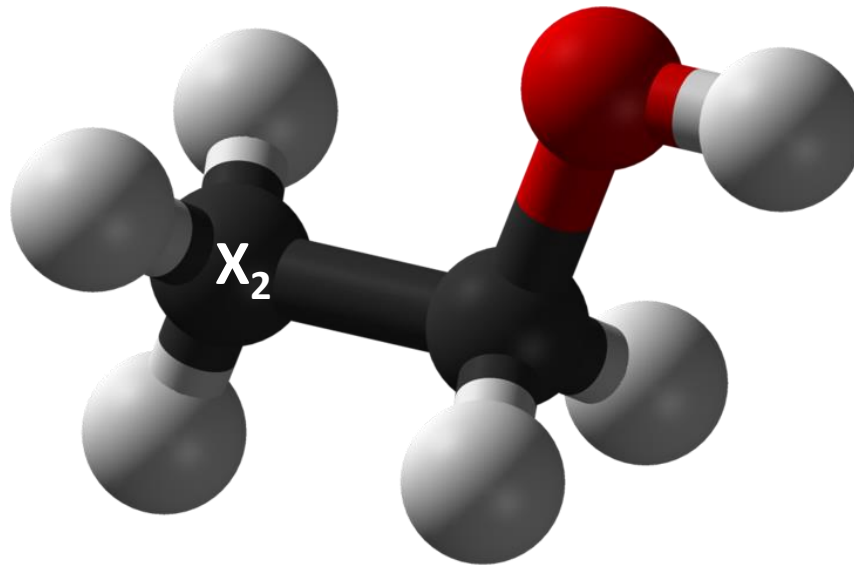
Ethanol
(a primary alcohol)

Acetaldehyde
(an aldehyde)



מה קורה כששותים אלכוהול?

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן ב- X_2
באתנול היא:



Ethanol
(a primary alcohol)

Acetaldehyde
(an aldehyde)

א. -3

ב. -2

ג. +1

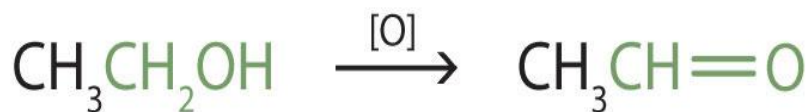
ד. +2



מה התהליך שעבר האתנול?

א. חימצון

ב. חיזור



Ethanol
(a primary alcohol)

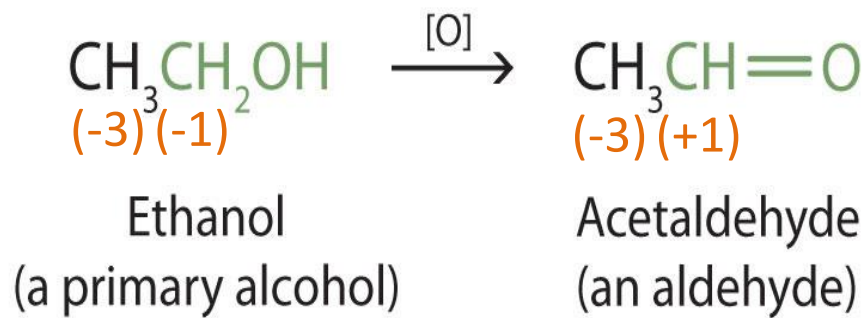
Acetaldehyde
(an aldehyde)



מה התהליך שעבר האתנול?

א. חימצון

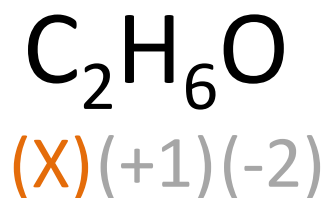
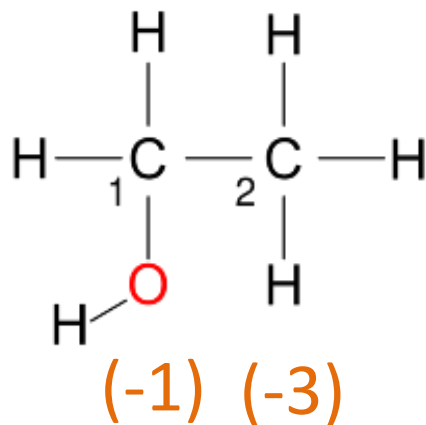
ב. חיזור



ד"ח ממוצעת של אטומים

מיצוע דרגות החמצון של אטומי הפחמן במולקולות מאפשר לבחון האם התרחשה תגובת חמצון-חיזור בקלות, בעיקר כאשר מדובר במולקולות גדולות ומורכבות.

ניתן לקבוע ד"ח ממוצעת מתוך הנוסחה המולקולרית (ללא נוסחת מבנה) על פי הכללים לקביעת דרגות חמצון



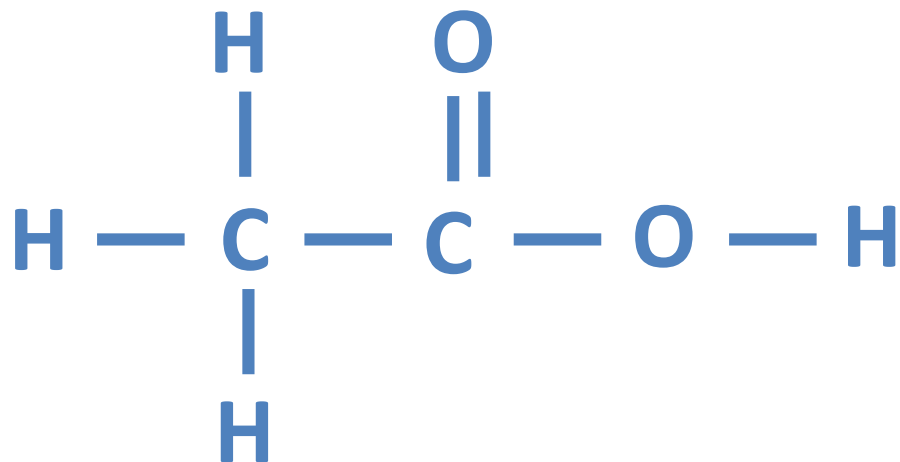
$$2X + 6(+1) + (-2) = 0$$

$$X = -2$$

$$((-3) + (-1))/2 = -2 \text{ ד"ח ממוצעת}$$

$$-2 \text{ ד"ח ממוצעת}$$

לפניכם נוסחת מבנה של חומצת חומץ. קבעו את דרגות החמצון של כל אטום במולקולה CH_3COOH



לפניכם נוסחת מבנה של חומצת חומץ. קבעו את דרגות החמצון של כל אטום במולקולה CH_3COOH

הקשר C-C איננו קוטבי ולכן קשר זה לא ישפיע המטען החלקי של הפחמן

פירוט קשרים קוטביים -

בכל קשר C-H :

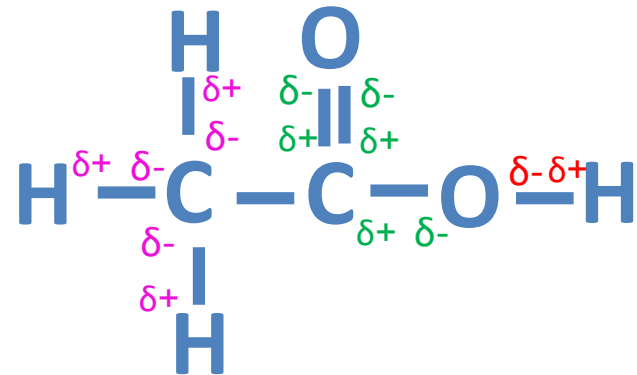
מטען חיובי חלקי על כל מימן
מטען שלילי חלקי על כל פחמן

בקשר C-O ו- O=C :

מטען חיובי חלקי על הפחמן
מטען שלילי חלקי על החמצן

בקשר O-H :

מטען חיובי חלקי על המימן
מטען שלילי חלקי על החמצן



שאלה 7 – המשך פתרון

לפניכם נוסחת מבנה של חומצת חומץ. קבעו את דרגות החמצון של כל אטום במולקולה CH_3COOH

הקשר C-C איננו קוטבי ולכן קשר זה לא ישפיע המטען החלקי של הפחמן

פירוט קשרים קוטביים -

בכל קשר C-H :

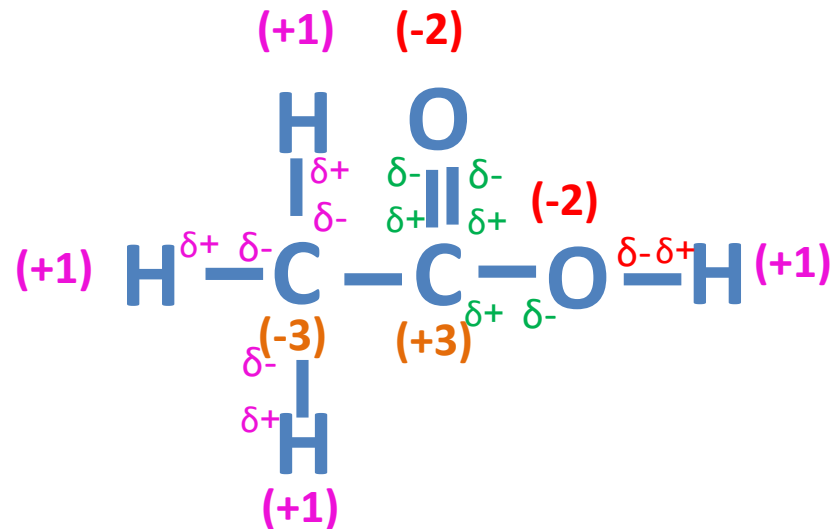
מטען חיובי חלקי על כל מימן
מטען שלילי חלקי על כל פחמן

בקשר C-O ו- O=C :

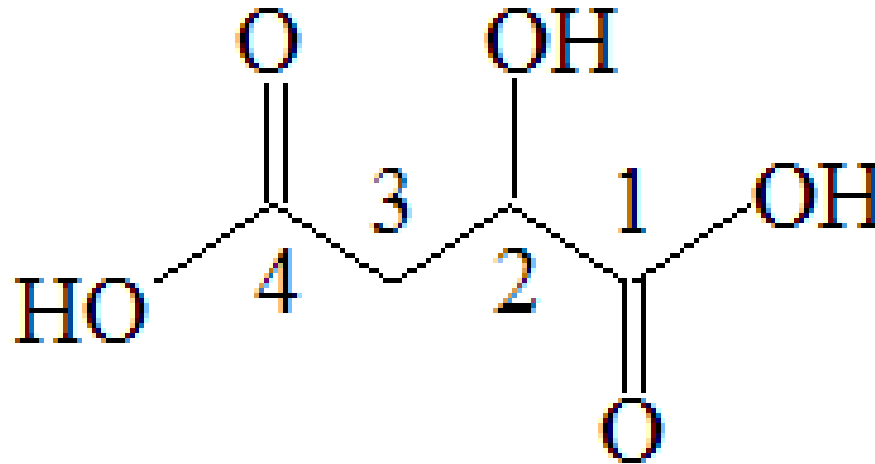
מטען חיובי חלקי על הפחמן
מטען שלילי חלקי על החמצן

בקשר O-H :

מטען חיובי חלקי על המימן
מטען שלילי חלקי על החמצן



לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולה של חומצה מאלית:



למי מבין אטומי הפחמן דרגת חמצון -2

א- אטום פחמן 1

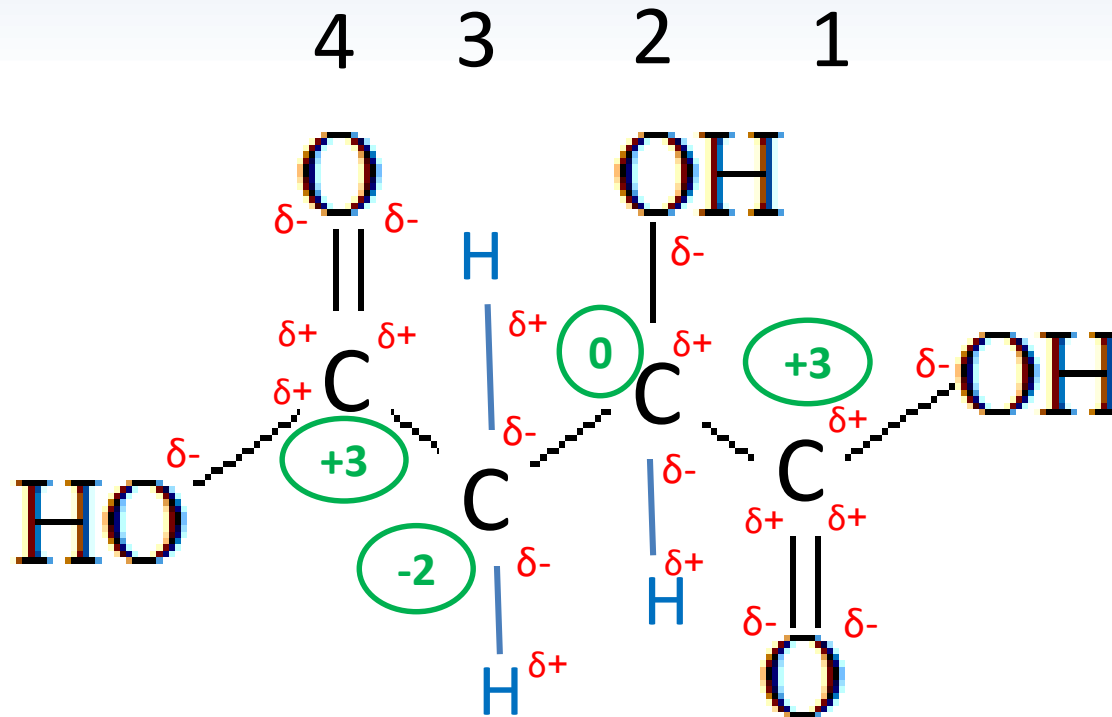
ב- אטום פחמן 2

ג- אטום פחמן 3

ד- אטום פחמן 4

רמז – זכרו להוסיף את המימנים לנוסחת המבנה המקוצרת

שאלה 8 - פתרון



למי מבין אטומי הפחמן דרגת חמצון -2

א- אטום פחמן 1

ב- אטום פחמן 2

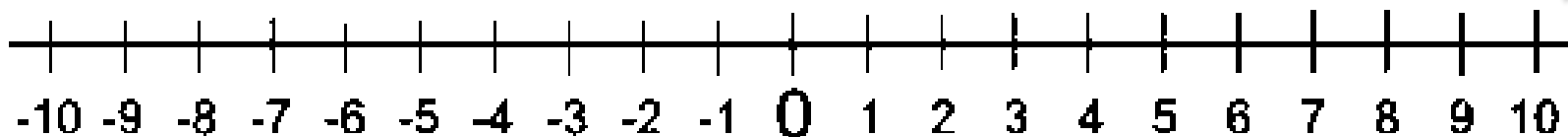
ג- אטום פחמן 3

ד- אטום פחמן 4

איך נזהה תגובת חמצון חיזור?

בתגובת חימצון חיזור יש שינוי בד"ח בין המגיבים לתוצרים

חימצון – מסירת אלקטרונים – עלייה בד"ח



חיזור – קבלת אלקטרונים – ירידה בד"ח

כאשר מתרחשת תגובת חמצון חיצור יש שינוי בדרגות החמצון.

מחמצנת

מחמצן מקבל
אלקטרונים -
יורד בד"ח

מחזר מוסר
אלקטרונים -
עולה בד"ח

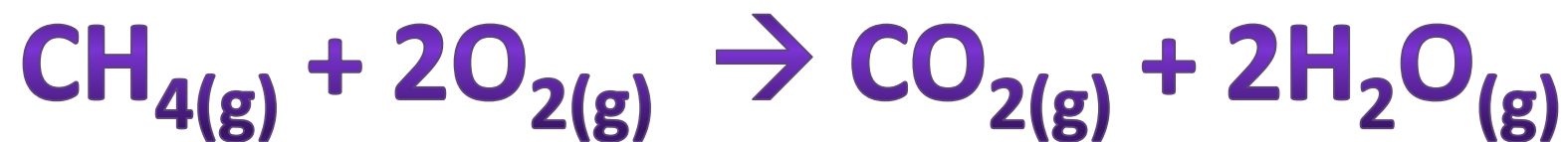
מחזר

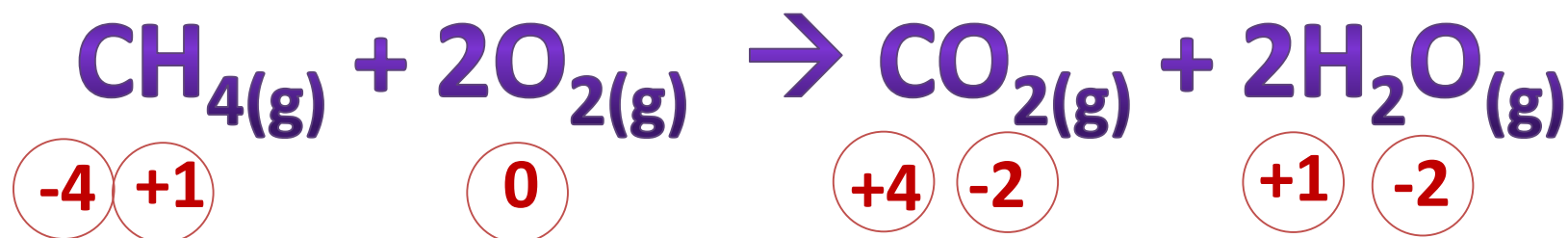
חמצון (מחזר)

- מסירה של אלקטרונים
- עליה בדרגת החמצון

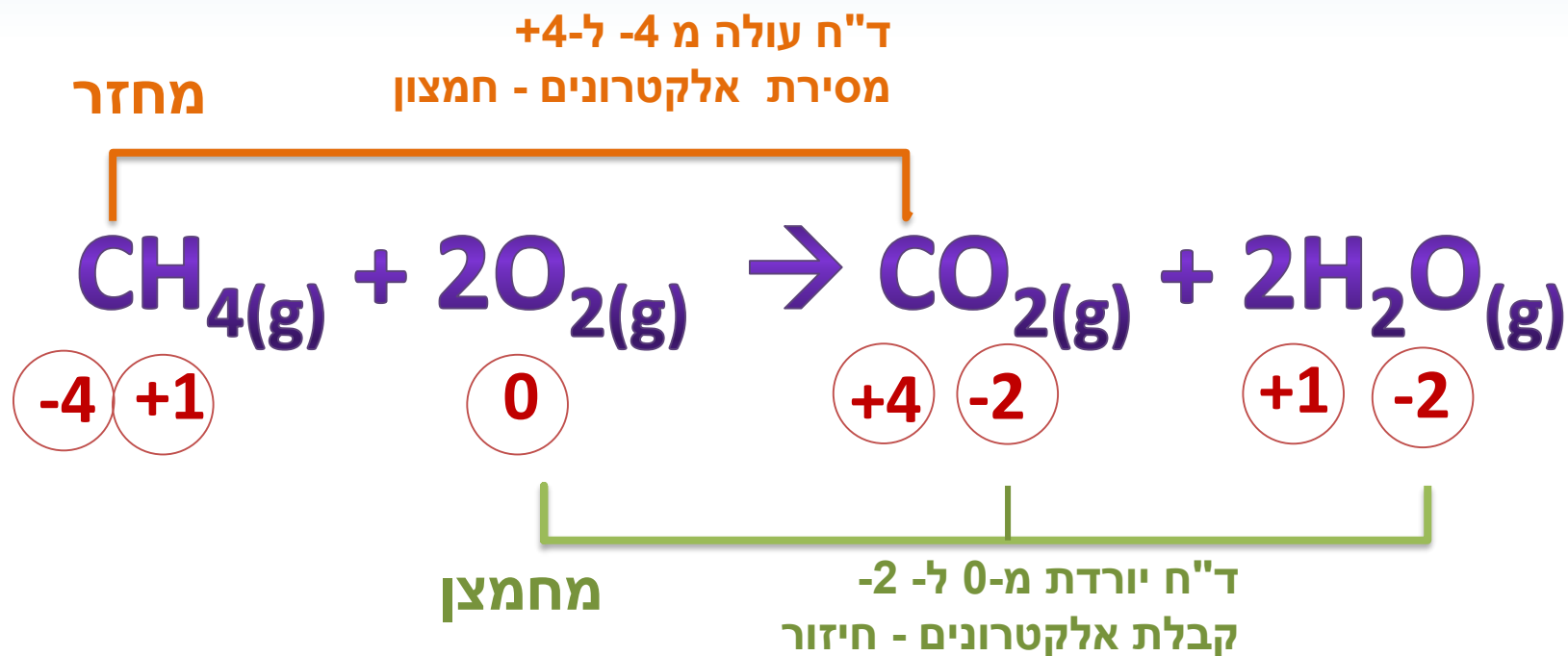
חיזור (מחמצן)

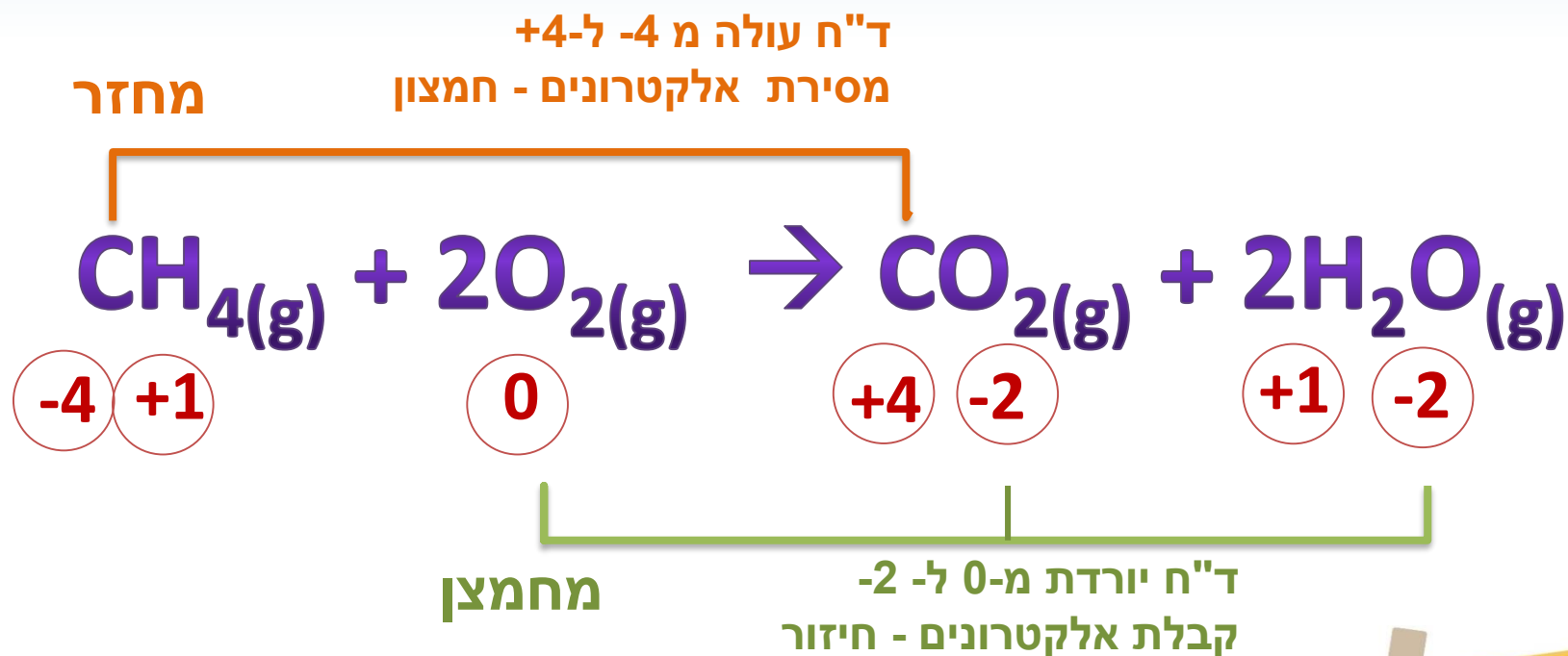
- קבלה של אלקטרונים
- ירידה בדרגת החמצון





ד"ח נרשמת
צבוק אטום
יחיד





המחזר: מתאן CH_4

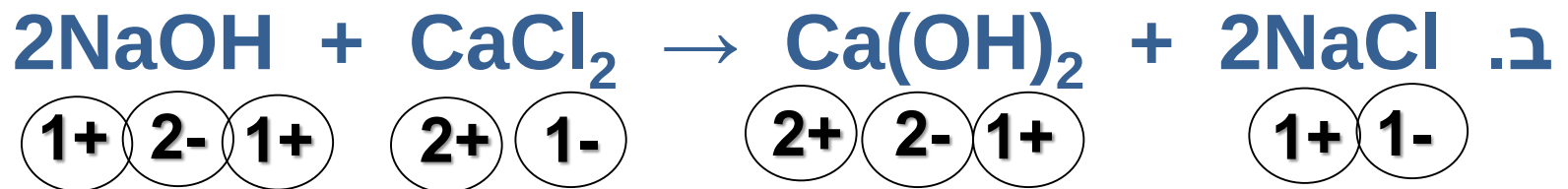
המחמצן: חמצן O_2

כרישום
מחמצן/מחזר:
כושמים את
כל
המולקולה!

איזו מהתגובות הבאות היא תגובת חמצון-חיזור?



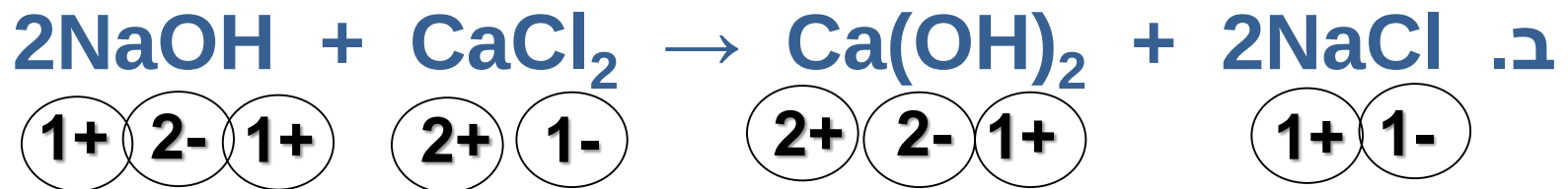
איזו מהתגובות הבאות היא תגובת חמצון-חיזור?



איזו מהתגובות הבאות היא תגובת חמצון-חיזור?

תגובת חמצון-חיזור

יש שינוי בדרגות
החמצון במהלך
התגובה



אין שינוי בדרגות
החמצון במהלך
התגובה

מי המחמצן ומי המחזר בתגובה?

תגובת חמצון-חיזור

יש שינוי בדרגות
החמצון במהלך
התגובה

מחמצן
קיבל אלקטרונים
- יורד בד"ח



מחזר
מסר אלקטרונים
- עולה בד"ח

KClO_3 גם המחמצן וגם המחזר (חמצון-חיזור עצמי)

- בתגובות חמצון-חיזור מתרחש מעבר אלקטרונים מהמחזר למחמצן.
ניתן לעקוב אחר מעבר האלקטרונים בעזרת דרגות החמצון של האטומים בחומר, גם במקרים של מעברים חלקיים של מטען חשמלי.
- חישוב דרגות החמצון נעשה על פי כמה כללים המבוססים על כללי הקישור ואלקטרושליליות.
- חישוב דרגות חמצון בתרכובות הפחמן מראה שלפחמנים שונים בתרכובת ייתכן ויהיו ד"ח שונות
- אפשר לחשב ד"ח ממוצעת לפחמנים בתרכובות פחמן