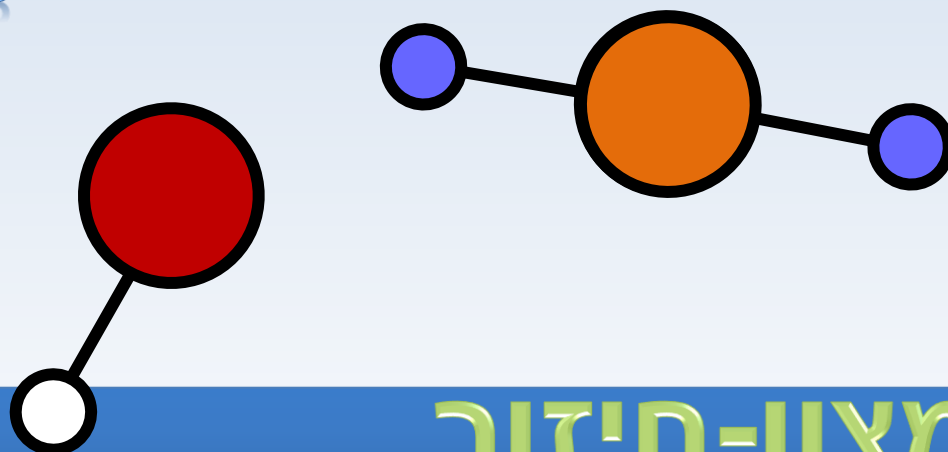
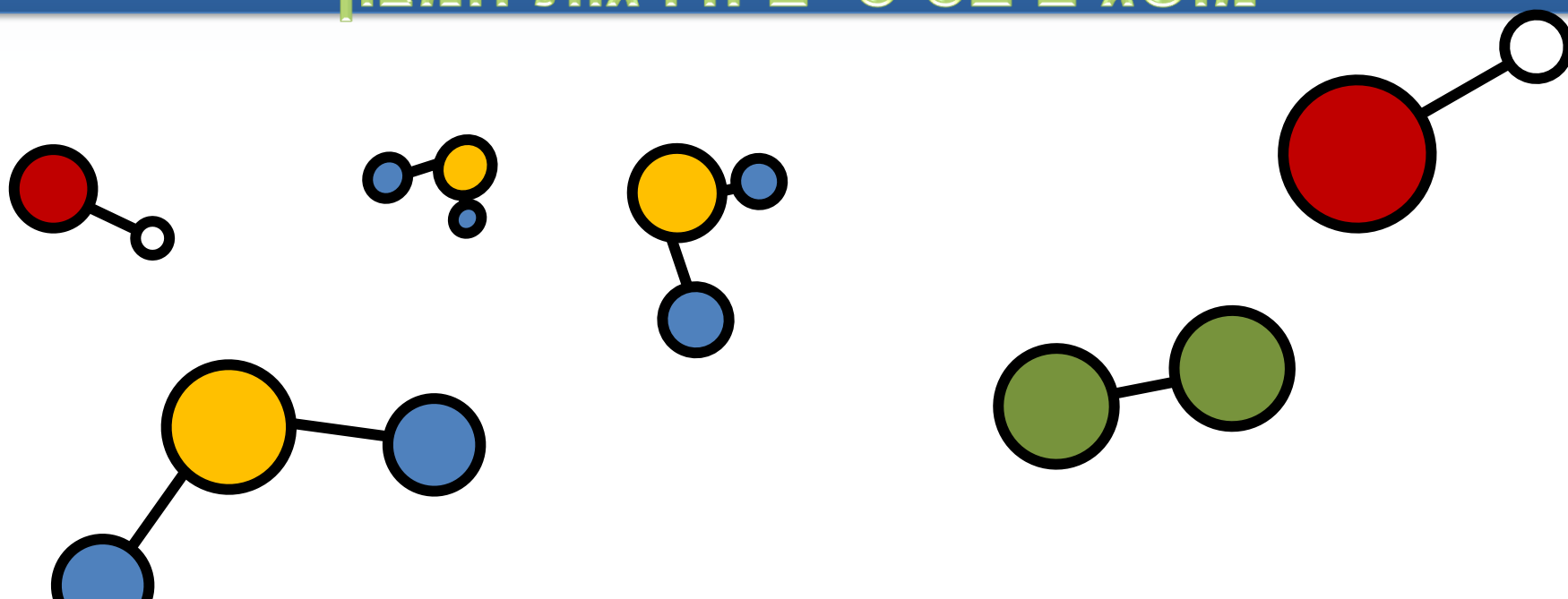




חמצון-חיזור

מושגים בסיסיים ודרגות חמצון



מהו תהליך חמצון חיזור 

חומר מחמצן, חומר מחזר 

מהן דרגות חמצון? 

כללים לקביעת דרגות חמצון 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

המערכה המחזורית: מתכות ואל-מתכות 

הערכות אלקטרוניים 

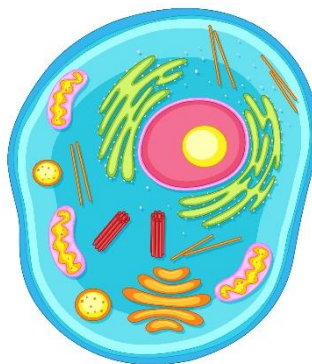
סוגי חומרים: מתכתי, יוני, מולקולרי 

אלקטרושליליות 

תגובות חמצון-חיזור הם תגובות מאוד נפוצות



הלבנה באמצעות תמיסת NaOCl מהולה (אקונומיקה)



נשימה תאית,
פוטוסינטזה,
תהליכים
מטבוליים בתא



החלדה



סוללות – במכונית, בפנס,
בטלפון הנייד, במחשב...

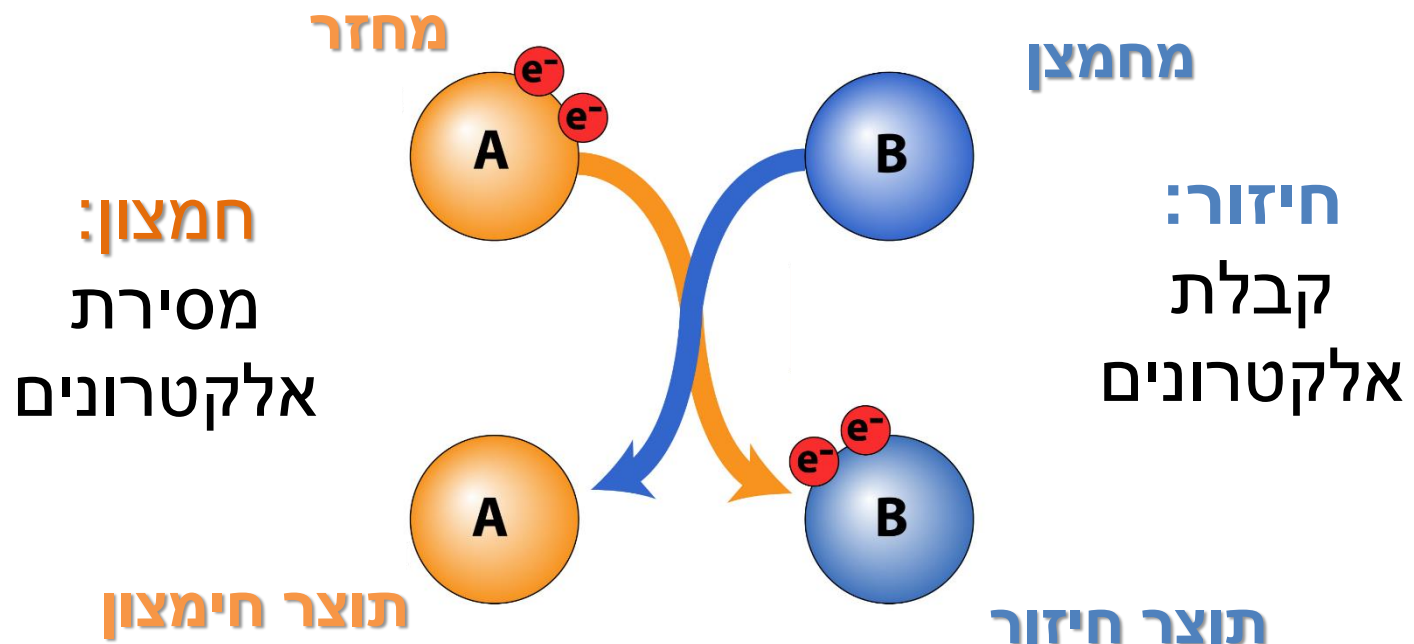


שריפה

מהו המשותף לתגובות אלה?

(על כך נלמד בשיעורים הקרובים)

תגובת חמצון חיזור (חימצור) - תגובה שבה יש מעבר של אלקטרונים



תהליך חמצון אינו יכול להתרחש ללא תהליך חיזור

חומר מחזר

- חומר שמוסר אלקטרונים לחומר אחר
- החומר עצמו עובר חמצון



חומר מחמצן

- חומר שמקבל אלקטרונים מחומר אחר
- החומר עצמו עובר חיזור



מחזר	מחמצן
עובר חמצון	עובר חיזור

תגובת חמצון = מסירת אלקטרונים



תגובת חיזור = קבלת אלקטרונים



המשוואה הכוללת:

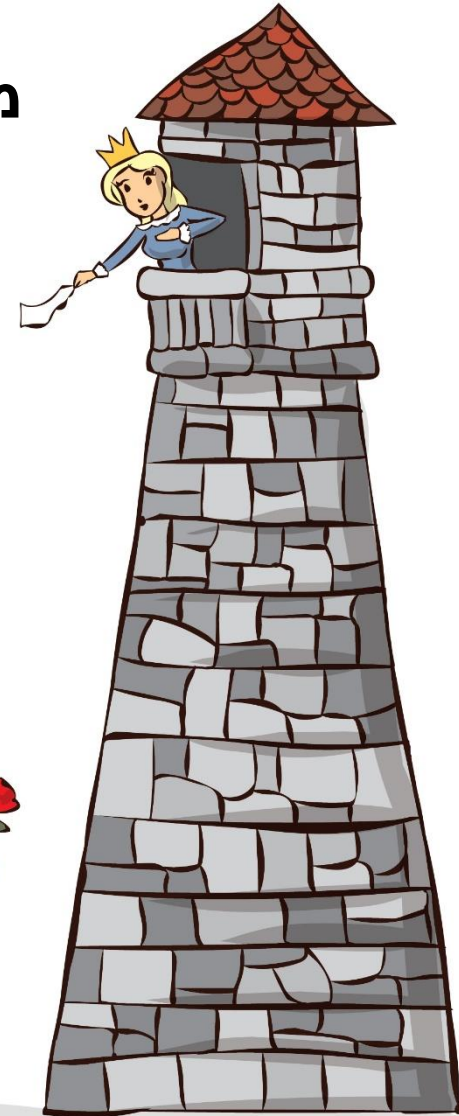


האחמץ
והאחלץ –
תמיד
במציבים!!

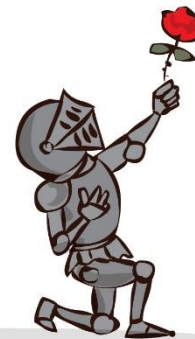
- תהליכי חמצון וחיזור **תמיד** מתרחשים יחד
- אין תהליך חמצון ללא תהליך חיזור

מחזר-מחמצן - איך זוכרים את זה?

מחמצן(....ת) מקבלת את ה(פרא)אלקטרונים



מחזר מוסר את ה(פרא)אלקטרונים



בתגובת חמצון-חיזור יש תחרות על אלקטרוני הערכיות. 
"המנצח" בתחרות הוא זה שיכולתו למשוך אלקטרונים 
יותר טובה והוא המחמצן.



תחרות על האלקטרונים

- **חמצון וחיזור** (חמצור) מתרחשים תמיד בו זמנית
- מספר האלקטרונים שנמסרו על ידי חומר אחד בתגובה **שווה** למספר האלקטרונים שהתקבלו על ידי החומר האחר
- כדי שתתרחש תגובת חמצור חלקיק צריך **לקבל** אלקטרונים וחלקיק אחר צריך **למסור** אלקטרונים



איזה מחומרי המשוואה הוא מחזר?



א. Pt(s)

ב. $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$

ג. $\text{Pt}^{2+}(\text{aq})$

ד. Zn(s)

איזה מחומרים במשוואה הוא מחזר?



א. Pt(s)

ב. $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$

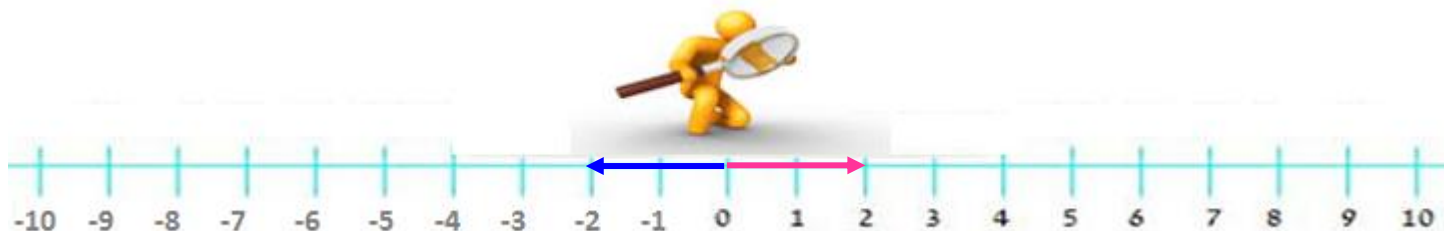
ג. $\text{Pt}^{2+}(\text{aq})$

ד. Zn(s)

דרגת חמצון היא המטען היחסי שיש לחלקיק

תגובת חמצון-חיזור היא תגובה בה קיים מעבר אלקטרונים.
דבר זה בא לידי ביטוי בשינויים בדרגות החמצון של החומרים
המעורבים בתגובה (המחמצן והמחזור).

המחזור עולה בדרגת החמצון (הופך חיובי יותר)
המחמצן יורד בדרגת החמצון (הופך שלילי יותר)



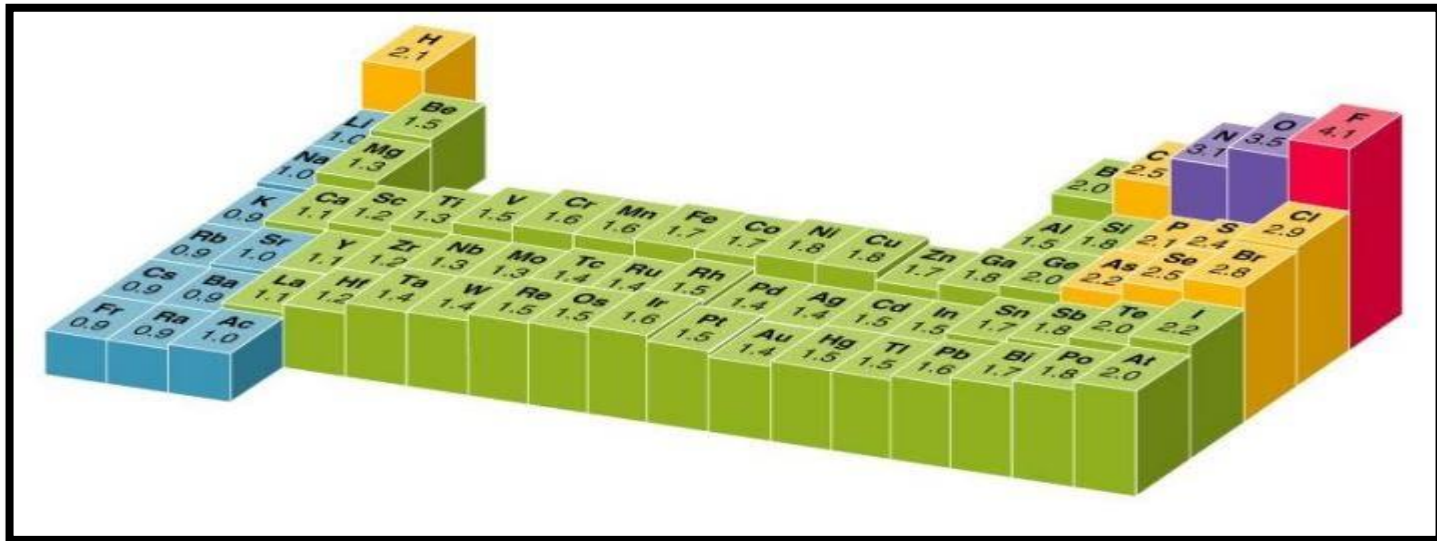
דרגת חמצון היא

המטען היחסי שיש לאטום בחלקיק בו הוא מצוי.

דרגת החמצון של אטום מחושבת על פי דרגת האלקטרשלילות שלו,

יחסית לכל אחד משכניו והיא מחושבות בעזרת מספר כללים. לכן,

לעתים, דרגת החמצון של אותו יסוד משתנה מחלקיק לחלקיק.



דרגת חמצון ואלקטרושליליות

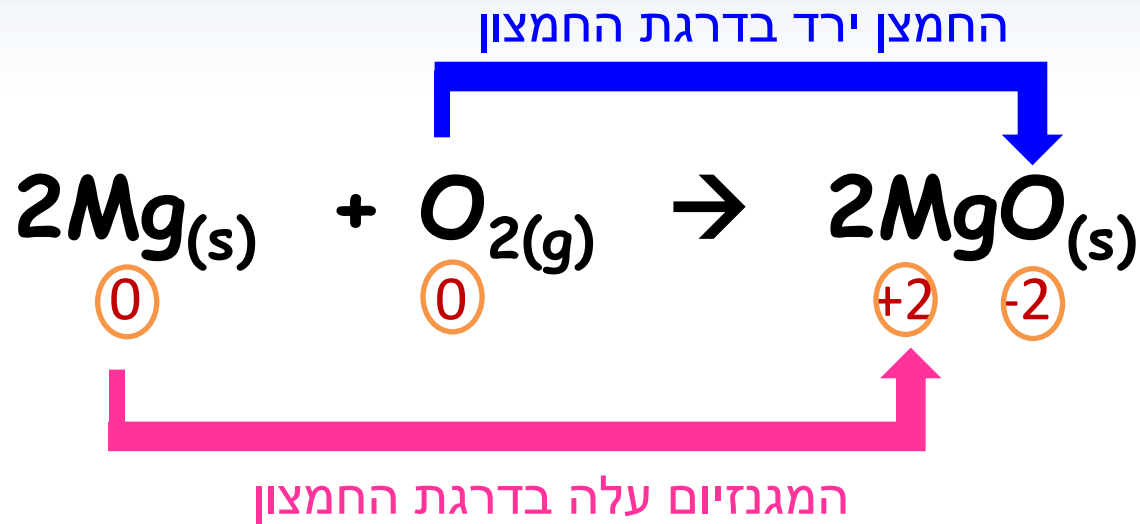
דרגת חמצון היא המטען היחסי שיש לאטום.

האטום היותר אלקטרושלילי בקשר מושך אליו את אלקטרוני הקשר ולכן הוא יהיה בעל מטען חלקי שלילי ונייחס לו דרגת חמצון שלילית

האטום הפחות אלקטרושלילי בקשר יהיה בעל מטען חלקי חיובי ונייחס לו דרגת חמצון חיובית

ערך דרגת החמצון של כל אטום נקבע על פי סידור האלקטרונים ותלוי במספר הקשרים בהם משתתף האטום

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



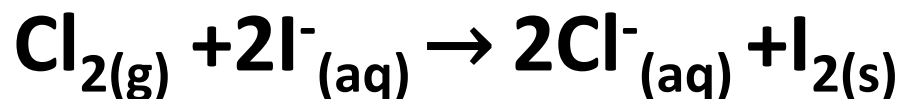
ליסוד ניטרלי

דרגת החמצון היא 0

ליונים פשוטים (חד-אטומיים)

דרגת החמצון שווה למטען היון

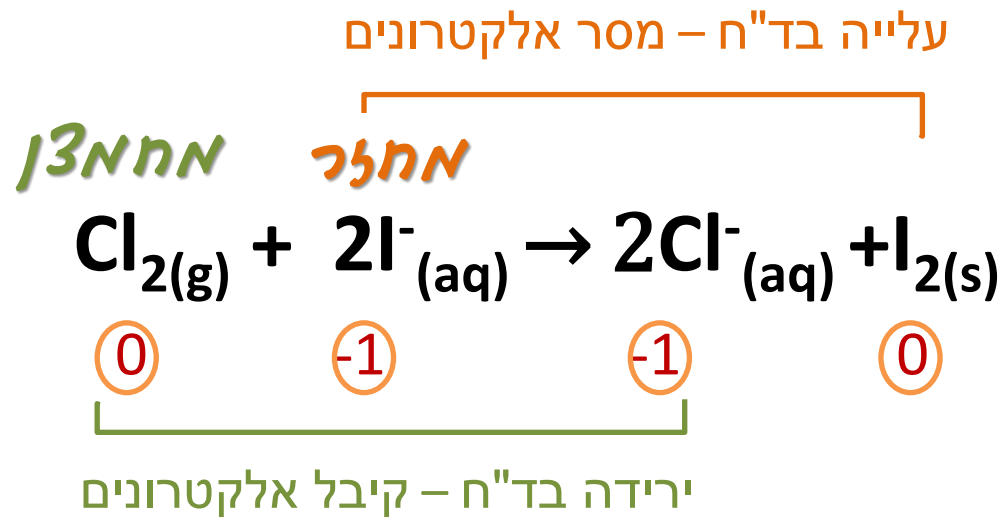
גז כלור מוזרם לתוך תמיסה מימית המכילה יוני יוד
מתרחשת התגובה:



מהו ההיגד הנכון?

- א- זוהי תגובת חמצון-חיזור: $\text{Cl}_{2(g)}$ מחזר ; $\text{I}^-_{(aq)}$ מחמצן
- ב- זוהי תגובת חמצון-חיזור: $\text{Cl}_{2(g)}$ מחמצן ; $\text{I}^-_{(aq)}$ מחזר
- ג- זוהי תגובת חמצון-חיזור: $\text{Cl}_{2(g)}$ מחמצן ; $\text{I}_{2(s)}$ מחזר
- ד- זוהי אינה תגובת חמצון-חיזור

גז כלור מוזרם לתוך תמיסה מימית המכילה יוני יוד מתרחשת התגובה:



א- זוהי תגובת חמצון-חיזור: $\text{Cl}_{2(g)}$ מחזר ; $\text{I}^-_{(aq)}$ מחמצן

ב- זוהי תגובת חמצון-חיזור: $\text{Cl}_{2(g)}$ מחמצן ; $\text{I}^-_{(aq)}$ מחזר

ג- זוהי תגובת חמצון-חיזור: $\text{Cl}_{2(g)}$ מחמצן ; $\text{I}_{2(s)}$ מחזר

ד- זוהי אינה תגובת חמצון-חיזור

מהן דרגות החמצון בתרכובת NaCl?

א. 0 (אפס)

ב. כמטעני היונים

ג. כמספרי הטורים

מהן דרגות החמצון בתרכובת NaCl ?

א. 0 (אפס)

ב. כמטעני היונים

ג. כמספרי הטורים

מהן דרגות החמצון בתרכובת CaCl_2 ?

- | | |
|---------------------|------------------|
| א. Ca^{2-} | Cl^{1-} |
| ב. Ca^{2+} | Cl^{2-} |
| ג. Ca^{2-} | Cl^{2+} |
| ד. Ca^{2+} | Cl^{1-} |

מהן דרגות החמצון בתרכובת CaCl_2 ?

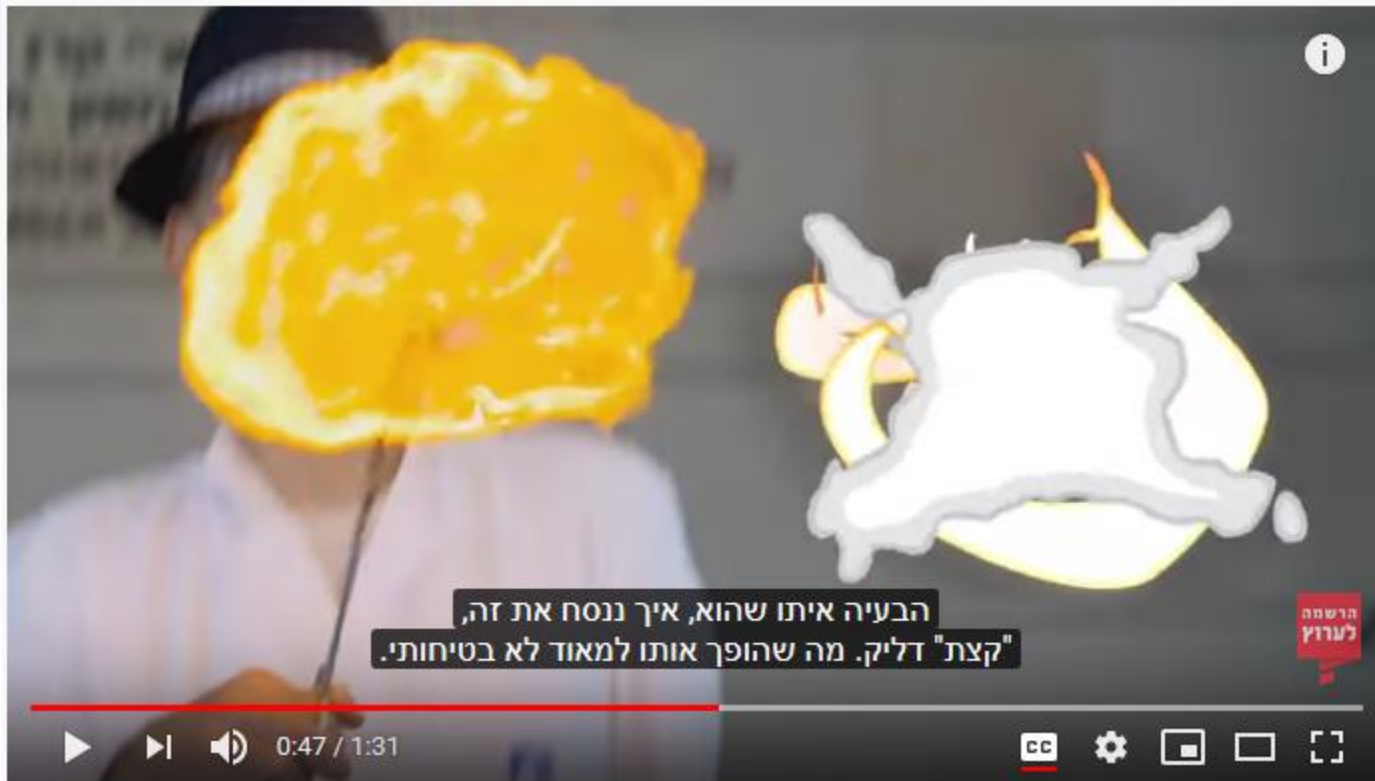
א. Ca^{2-} Cl^{1-}

ב. Ca^{2+} Cl^{2-}

ג. Ca^{2-} Cl^{2+}

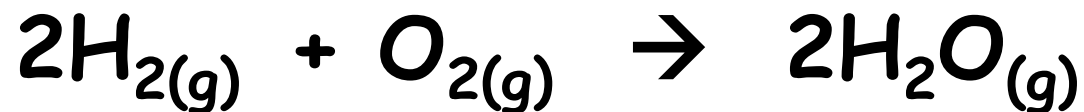
ד. Ca^{2+} Cl^{1-}

נצפה בסרטון



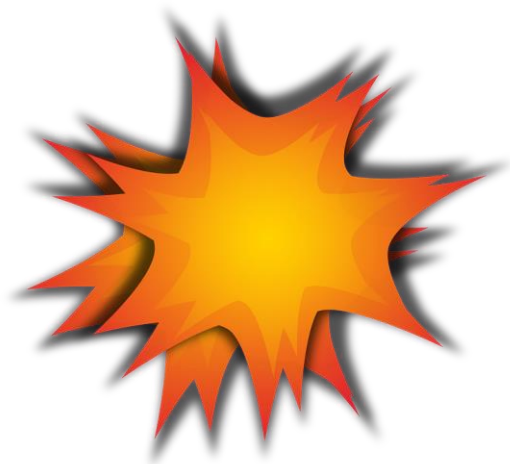
בועות סבון מרחפות ומתפוצצות

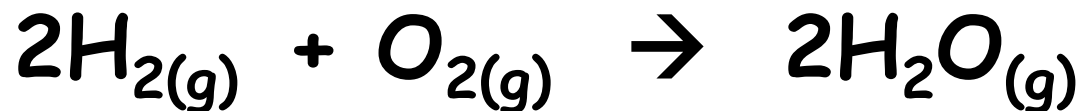
<https://youtu.be/zN9etjaABSk>



האם התגובה היא תגובת חמצון-חיזור?

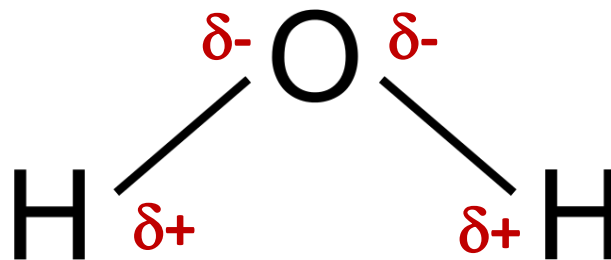
האם יש מעבר אלקטרונים בתגובה?

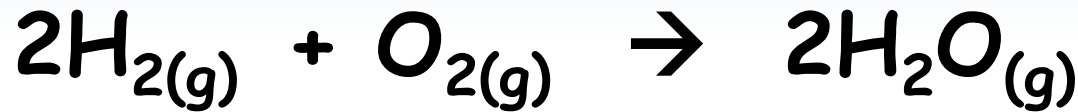




*במגיבים (מימן וחמצן) הקשרים הקוולנטים לא קוטביים
*בתוצר (מולקולת המים) קיימים קשרים קוטביים.

החמצן יותר אלקטרושלילי ומושך אליו את אלקטרוני הקשר ולכן
הוא בעל מטען חלקי שלילי δ^- ואילו אטומי המימן בעלי מטען
חלקי חיובי δ^+ .



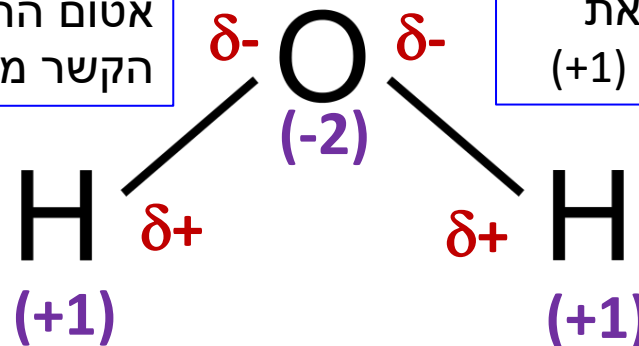


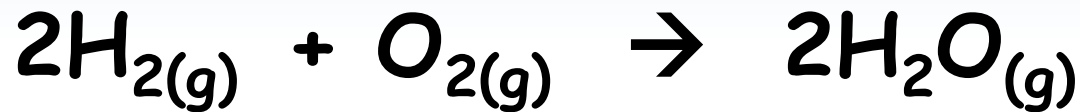
בתגובה יש מעבר "חלקי" של אלקטרונים מאטום המימן אל אטום החמצן. החמצן אלקטרושלילי יותר מן המימן ולכן בממוצע, כל מימן "מוותר" על אלקטרון אחד וכל חמצן "מקבל" שני אלקטרונים. נוצרת מולקולת מים.

דרגת החמצון היא ערך מחושב על פי המטען החלקי היחסי שיש לאטום בחלקיק (שבמקרה זה היא מולקולה).

אטום החמצן מושך אליו את אלקטרוני הקשר משני הקשרים ולכן ד"ח (-2)

כל אחד מאטומי המימן "איבד" את האלקטרון שלו בקשר ולכן ד"ח (+1)



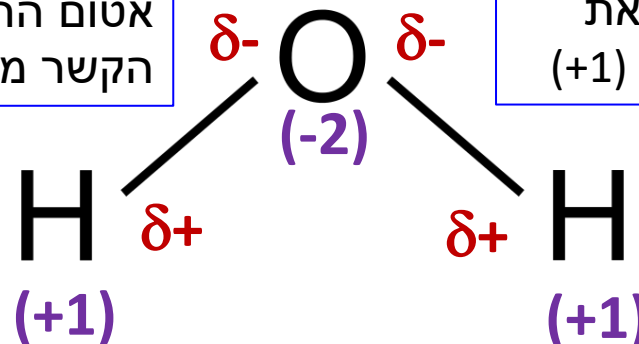


בתגובה יש מעבר "חלקי" של אלקטרונים מאטום המימן אל אטום החמצן. החמצן אלקטרושלילי יותר מן המימן ולכן בממוצע, כל מימן "מוותר" על אלקטרון אחד וכל חמצן "מקבל" שני אלקטרונים. נוצרת מולקולת מים.

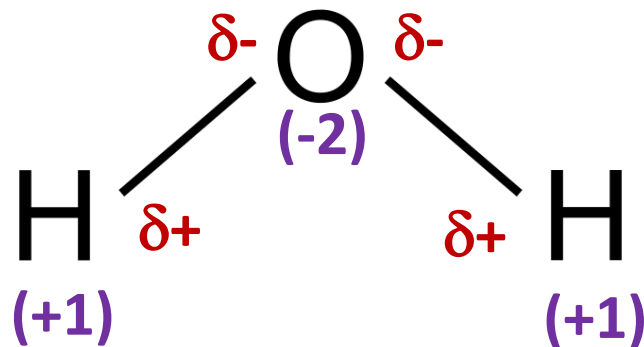
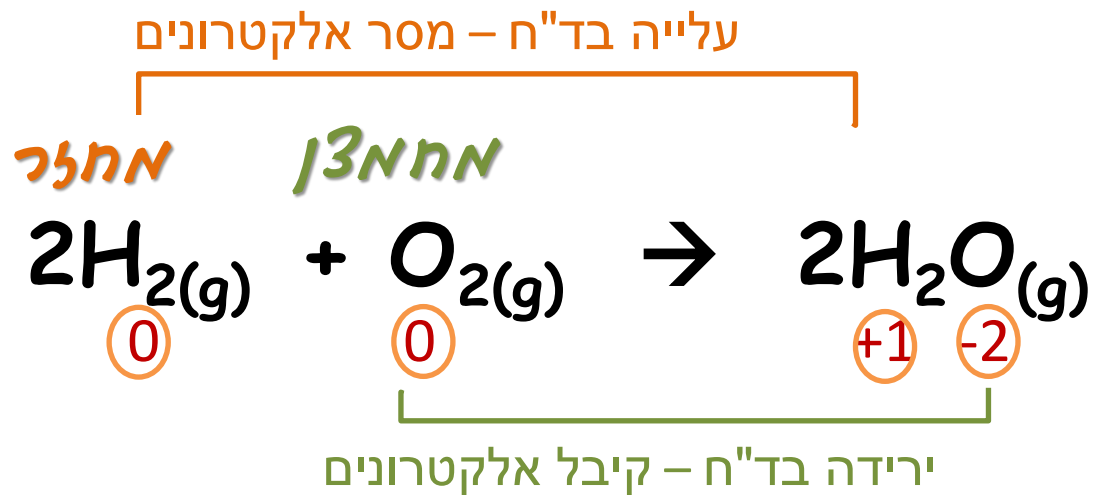
בדרך כלל חמצן אלקטרושלילי יותר בקשר
דרגת החמצון היא בדרך כלל (-2)

אטום החמצן מושך אליו את אלקטרוני הקשר משני הקשרים ולכן ד"ח (-2)

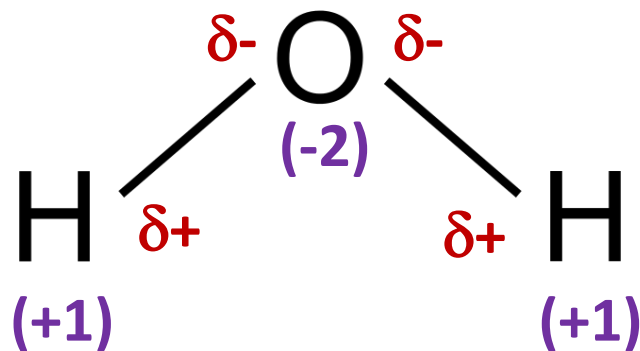
כל אחד מאטומי המימן "איבד" את האלקטרון שלו בקשר ולכן ד"ח (+1)



תגובה של מימן עם חמצן



מהו סכום דרגות החמצון של מולקולת המים?

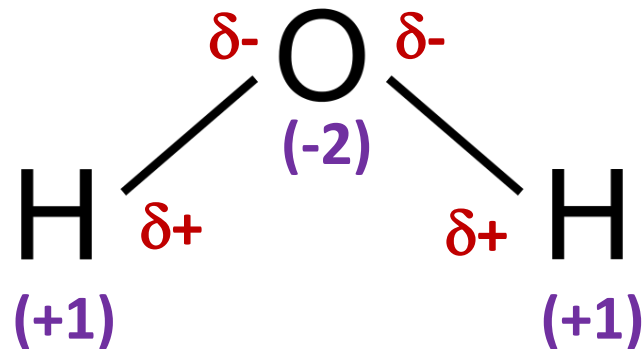


א. 0

ב. -2

ג. $+1$

מהו סכום דרגות החמצון של מולקולת המים?

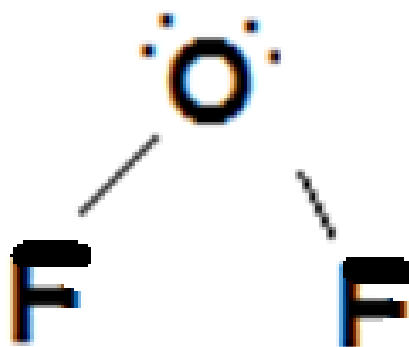


א. 0 (אפס)

ב. 2^-

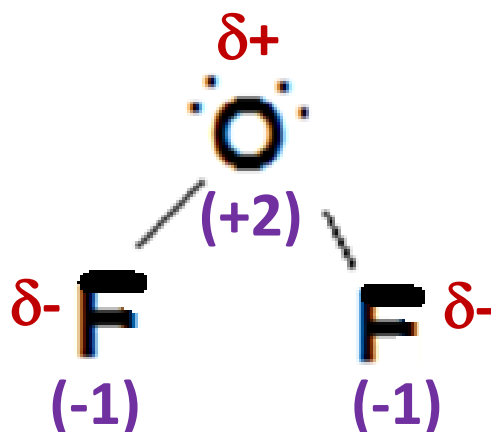
ג. 1^+

מולקולת חמצן פלואורי



מיהו האטום האלקטרושלילי יותר במולקולה?

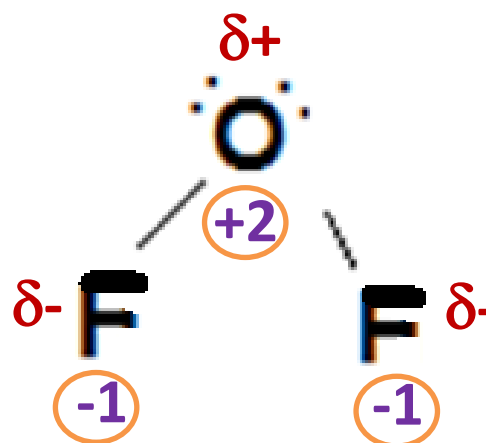
מולקולת חמצן פלואורי



החמצן פחות אלקטרושלילי מהפלואור ולכן זוג האלקטרונים הקושר מצוי קרוב יותר לכל פלואור מאשר לחמצן. בממוצע, החמצן "מוותר" על אלקטרון אחד לטובת כל אחד מן הפלואורים ואילו כל פלואור "מקבל" אלקטרון אחד מאטום החמצן (בסך הכל שניים).

מולקולת חמצן פלואורי

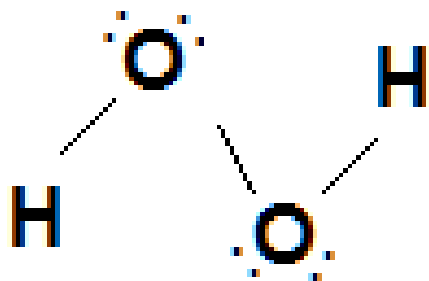
תמיד פלואור אלקטרושלילי יותר בקשר
דרגת החמצון היא תמיד (-1)



החמצן פחות אלקטרושלילי מהפלואור ולכן זוג האלקטרונים הקושר מצוי קרוב יותר לכל פלואור מאשר לחמצן.
 בממוצע, החמצן "מוותר" על אלקטרון אחד לטובת כל אחד מן הפלואורים ואילו כל פלואור "מקבל" אלקטרון אחד מאטום החמצן (בסך הכל שניים).

סכום דרגות החמצון של כל המולקולה הוא 0

מהי דרגת החמצון של כל אטום במולקולת מי חמצן?



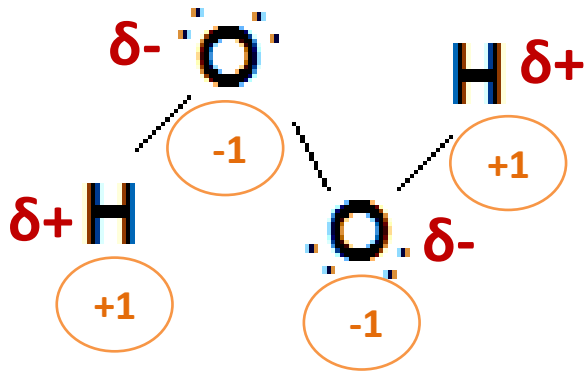
א. $(+1) \text{ H}$ $(-2) \text{ O}$

ב. $(+1) \text{ H}$ $(+2) \text{ O}$

ג. $(+1) \text{ H}$ $(-1) \text{ O}$

ד. $(+2) \text{ H}$ $(-2) \text{ O}$

מהי דרגת החמצון של כל אטום במולקולת מי חמצן?



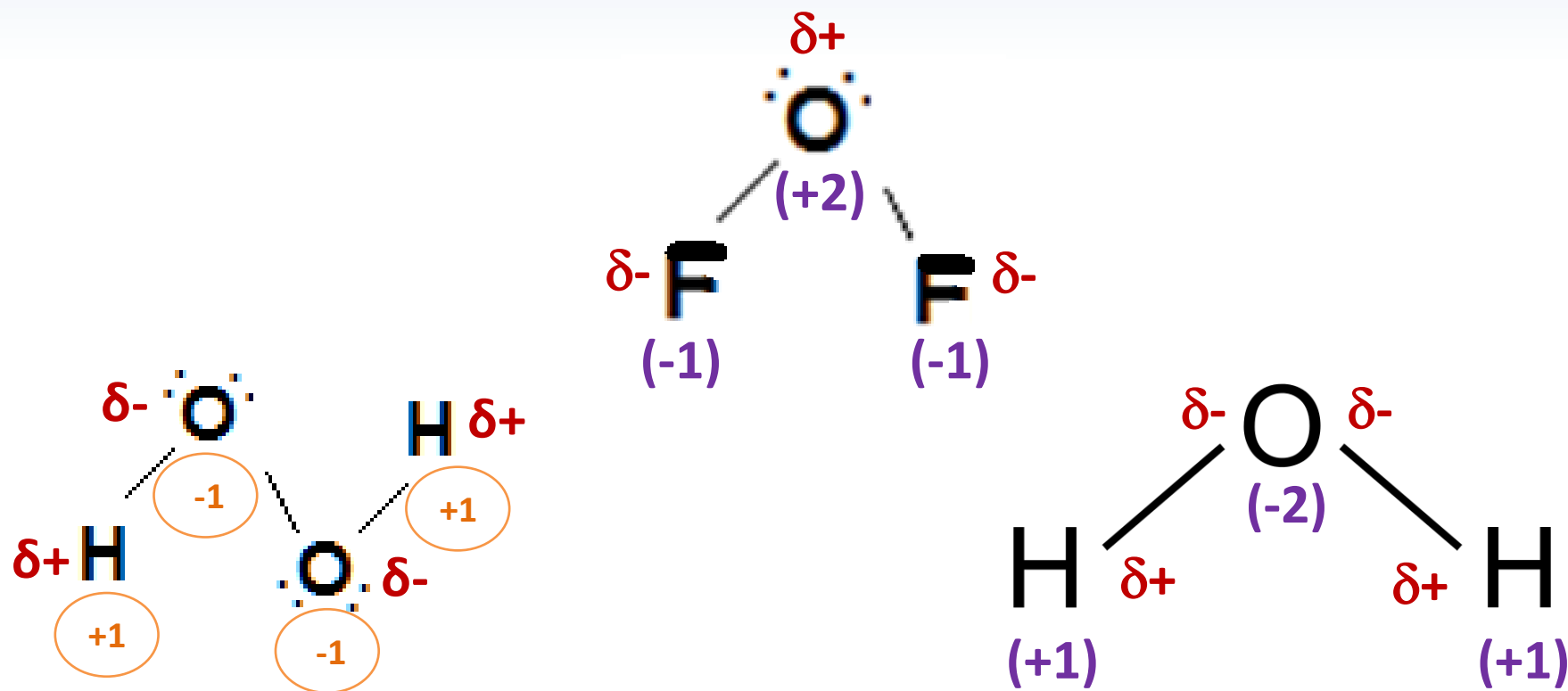
א. $(-2) \text{ O}$ $(+1) \text{ H}$

ב. $(+2) \text{ O}$ $(+1) \text{ H}$

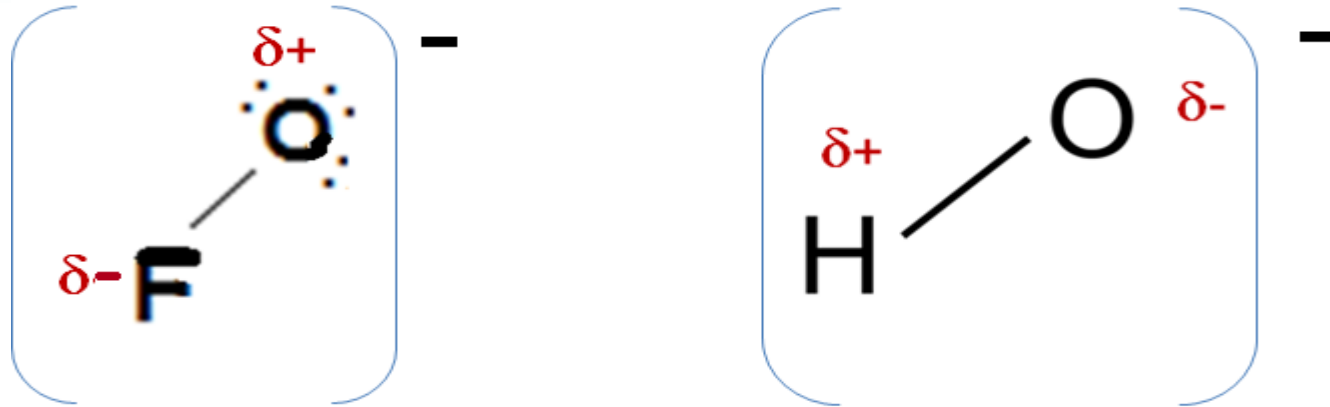
ג. $(-1) \text{ O}$ $(+1) \text{ H}$

ד. $(-2) \text{ O}$ $(+2) \text{ H}$

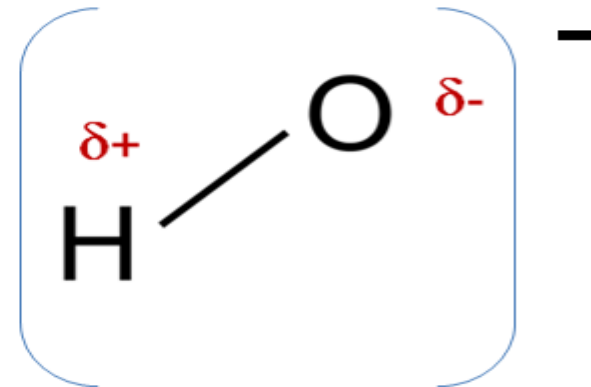
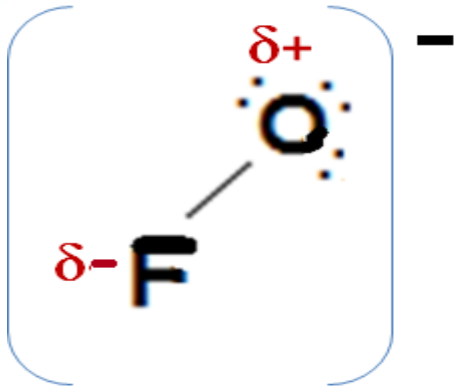
- גם כאן, סכום דרגות החמצון של כל המולקולה הוא 0
- יש לשים לב שד"ח של החמצן במי-החמצן אינה -2 כי אם -1!



סכום דרגות החמצון של מולקולה או תרכובת היא תמיד אפס



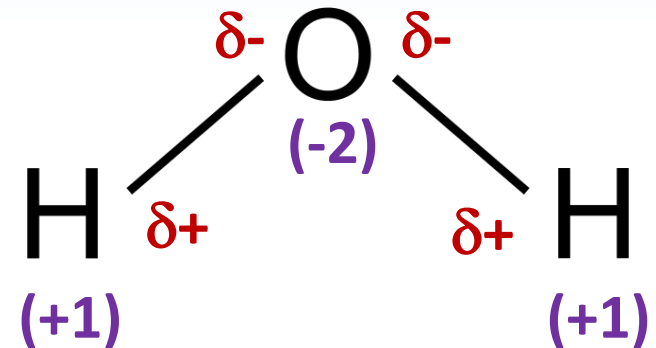
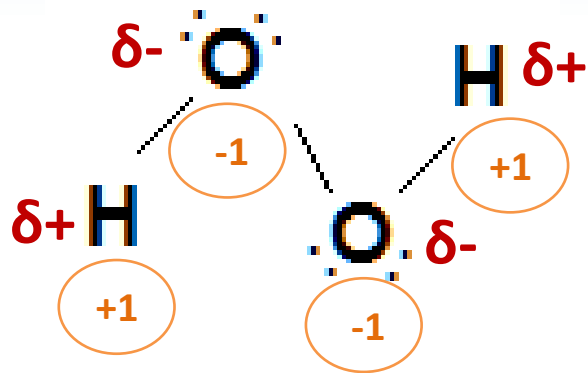
מה קורה אם ישנו יון מורכב (רב אטומי)
ולא מולקולה?



ליון יש מטען.

בניגוד למולקולות שמהן נגזרו היונים, יש להם זוגות לא קושרים במקום בו במולקולה היה זוג קושר.

סכום דרגות החמצון ביון המורכב = למטען היון



רוב האלמנטות בעלות אלקטרושליליות גבוהה משל המימן

בתרכובת NaH- מה יהיו דרגות החמצון?

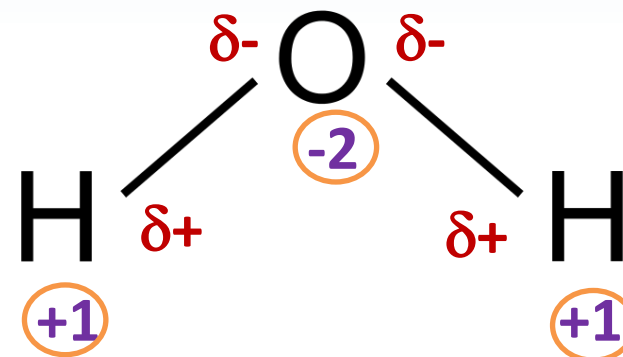
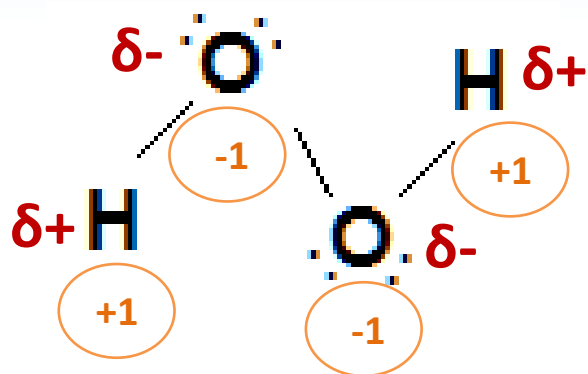
א. $\text{Na}^{(1+)} \text{H}^{(1-)}$

ב. $\text{Na}^{(1-)} \text{H}^{(1+)}$

בתרכובת NaH- מה יהיו דרגות החמצון?

א. $\text{Na}^{(1+)} \text{H}^{(1-)}$

ב. $\text{Na}^{(1-)} \text{H}^{(1+)}$



רוב האלמנטים בעלות אלקטרושליליות גבוהה משל המימן.
 לכן **דרגת החמצון של המימן בתרכובותיו עם אלמנטים תהיה (+1).**



דרגת החמצון של המימן בתרכובותיו עם מתכות, תהיה (-1).
 במקרה זה, החומר הוא חומר יוני (הידריד) והמטען אינו יחסי אלא ממשי.

1. דרגת החמצון של יסוד היא אפס (0)
2. דרגת החמצון של יון חד אטומי שווה למטען היון
3. דרגת החמצון של פלואור בכל תרכובותיו היא (-1)
4. דרגת החמצון של מימן בתרכובותיו עם:
(א) אל-מתכות היא לרוב (+1) (ב) מתכות היא (-1)
5. דרגת החמצון של חמצן במרבית תרכובותיו היא (-2)
(למעט תרכובות בהם החמצן קשור לפלואור ותרכובות בהם קיים קשר 0-0)
6. סכום דרגות החמצון במולקולה היא אפס (0)
7. סכום דרגות החמצון ביון רב-אטומי שווה למטען היון (נלמד בשיעור הבא)
8. בחומרים מולקולריים – ניתן לקבוע ד"ח לפי המטען החלקי על כל אטום – לפי אלקטרושליליות

בתרכובת NH_3 מה דרגות החמצון?

בתרכובת NH_3 מה דרגות החמצון?

קביעת ד"ח על פי הכללים:

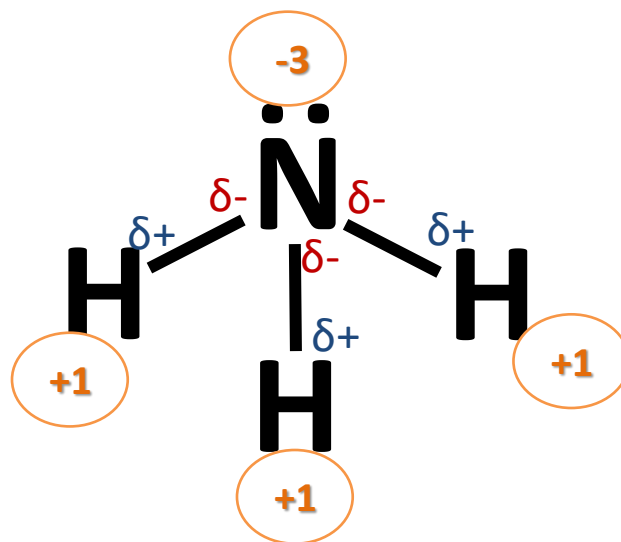


$$X + 3 = 0$$

$$X = (-3)$$

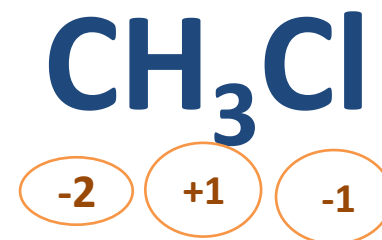
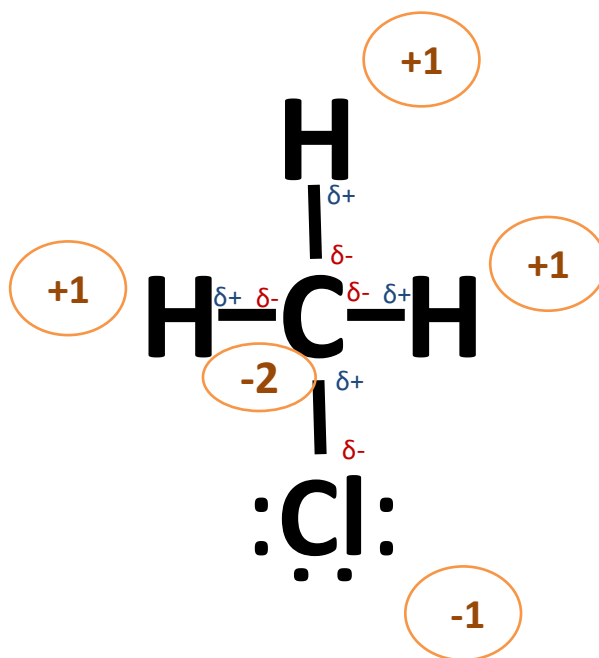


קביעת ד"ח על פי אלקטרושליליות:



בתרכובת CH_3Cl מה דרגות החמצון?

בתרכובת CH_3Cl מה דרגות החמצון?



בתגובות חמצון-חיזור מתרחש מעבר אלקטרונים מהמחזר למחמצן. ניתן לעקוב אחר מעבר האלקטרונים בעזרת דרגות החמצון (ד"ח) של האטומים בחומר.

דרגות החמצון מאפשרות לזהות מעבר אלקטרונים גם במקרים של מעברים חלקיים של מטען חשמלי.

חישוב דרגות החמצון נעשה על פי כמה כללים המבוססים על כללי הקישור ואלקטרושליליות.