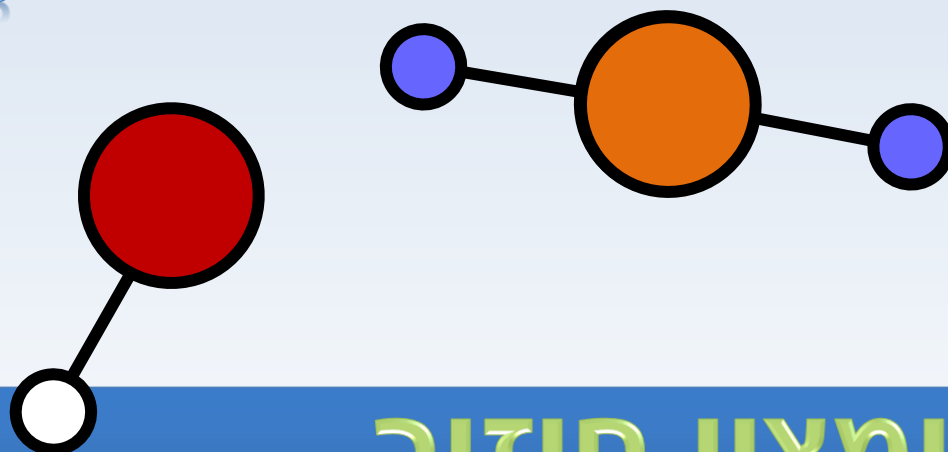
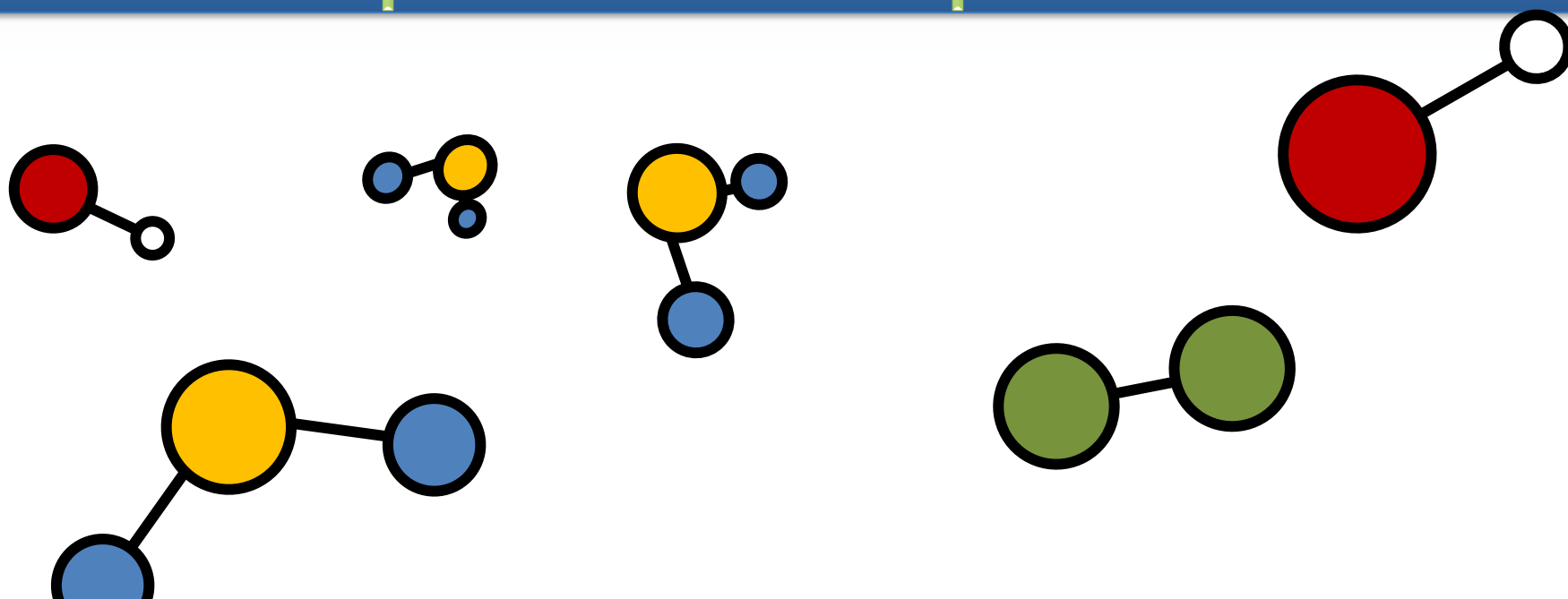




כימיה ברשת

דרגות חמצון וזיהוי תגובת חמצון-חיזור



מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

מתכות ואל-מתכות 

הערכות אלקטרוניים 

סוגי חומרים: מתכתי, יוני, מולקולרי 

אלקטרושליליות 

תגובות חמצון-חיזור בין מתכות ויוני מתכות 

מהן דרגות חמצון 

כיצד קובעים דרגות חמצון 

כיצד דרגות החמצון עוזרות בזיהוי תגובת חמצון-חיזור 

ומציאת החומר המחמצן והחומר המחזור

נצפה בסרטון



מבזק (פלאש) מגנזיום

https://youtu.be/gTY0_O6ExSY

התגובה במבזק מבוססת על בעירת מגנזיום



האם זוהי תגובת חמצון-חיזור?

התגובה במבזק מבוססת על בעירת מגנזיום



המגיבים הם יסודות נייטרלים (סריג מתכתי וחומר מולקולרי)
התוצר: חומר יוני (מתכת עם אל-מתכת)

מכיוון שחומרים נייטרליים הפכו בתגובה ליונים

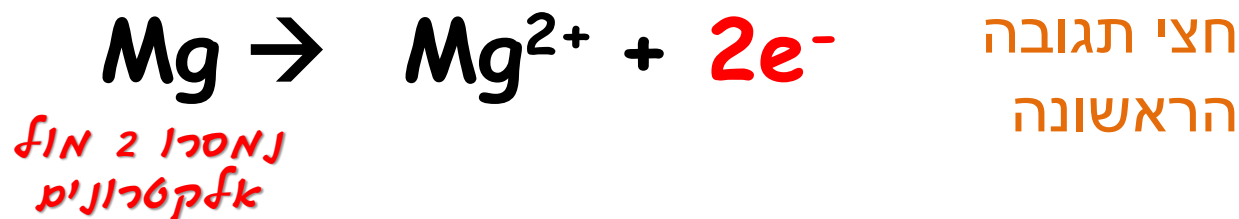
ברור כי יש כאן מעבר של אלקטרונים –

זוהי תגובת חמצון חיזור.

תגובות של מתכת עם חמצן

נבחן את מטעני האטומים והיונים ונעקוב אחר מעבר האלקטרונים

בתגובה על ידי כתיבת חצאי התגובה:



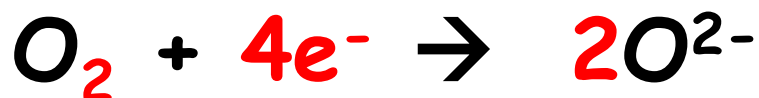
תגובות של מתכת עם חמצן

מכיוון שאטום חמצן אינו מופיע לבד בטבע אלא כמולקולת חמצן, O_2 , עלינו לקחת בחשבון שישנם שני אטומי חמצן במגיבים הקולטים אלקטרונים. ולכן:



נחסרו 4
אלקטרונים

נאזן את
חצי התגובה
הראשונה



נתקבלו 4
אלקטרונים

נאזן את
חצי התגובה
השנייה



נאזן את ניסוח
התגובה המלאה

תגובות של מתכת עם חמצן

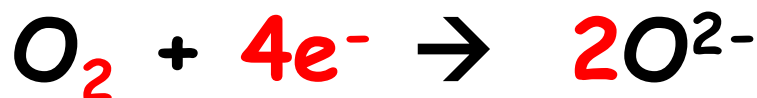
מכיוון שאטום חמצן אינו מופיע לבד בטבע אלא כמולקולת חמצן, O_2 , עלינו לקחת בחשבון שישנם שני אטומי חמצן במגיבים הקולטים אלקטרונים. ולכן:



נאסרו 4 מול
אלקטרונים
= חומר מחמצן

נאזן את
חצי התגובה

הראשונה = תגובת חמצון



נתקבלו 4 מול
אלקטרונים
= חומר מחמצן

נאזן את
חצי התגובה

השניה = תגובת חיזור



נאזן את ניסוח
התגובה המלאה
= תגובת חמצון-חיזור

דרגת חמצון היא המטען היחסי שיש לחלקיק

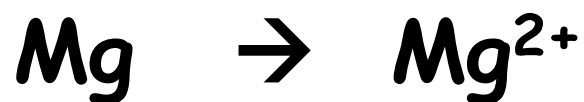
תגובת חמצון-חיזור היא תגובה בה קיים מעבר אלקטרונים.
דבר זה בא לידי ביטוי בשינויים בדרגות החמצון של החומרים
המעורבים בתגובה (המחמצן והמחזור).

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



ניעזר בדרגות חמצון כדי לבדוק איזה חומר מסר אלקטרונים (ושימש כמחזר) ואיזה חומר קיבל אלקטרונים (ושימש כמחמצן).

נבחן את תגובת המגנזיום עם החמצן:



(0)

(+2)

דרגות החמצון*:



(0)

(-2)

דרגות החמצון*:

*דרגות חמצון כותבים בסוגריים או מוקפים בעגול מתחת לנוסחת החומר.

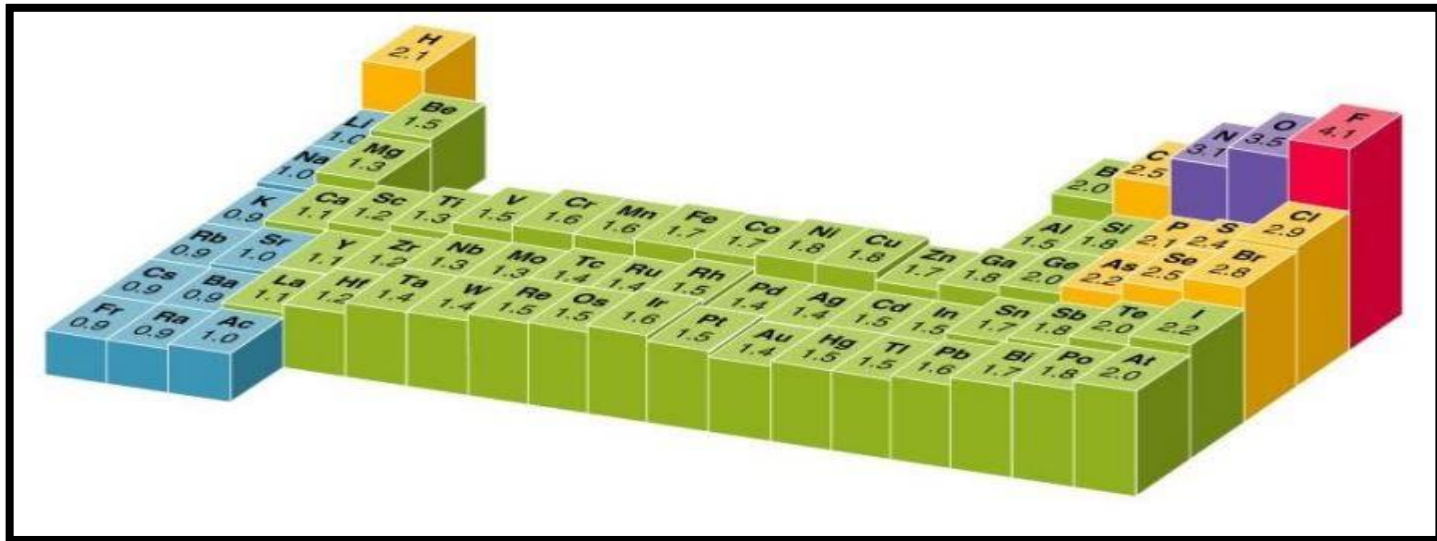
דרגת חמצון היא

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,

לעיתים, 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

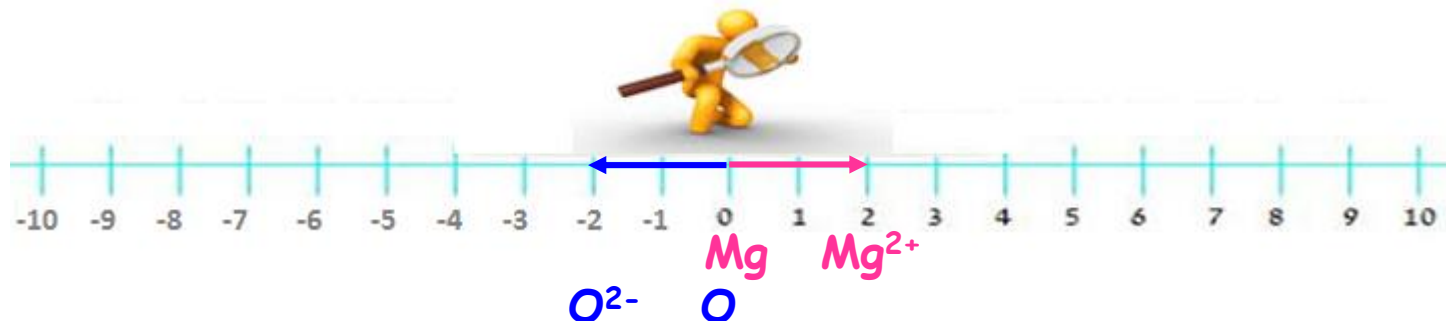
האטום הפחות אלקטרושלילי בקשר יהיה בעל מטען חלקי חיובי ונייחס לו דרגת חמצון חיובית 

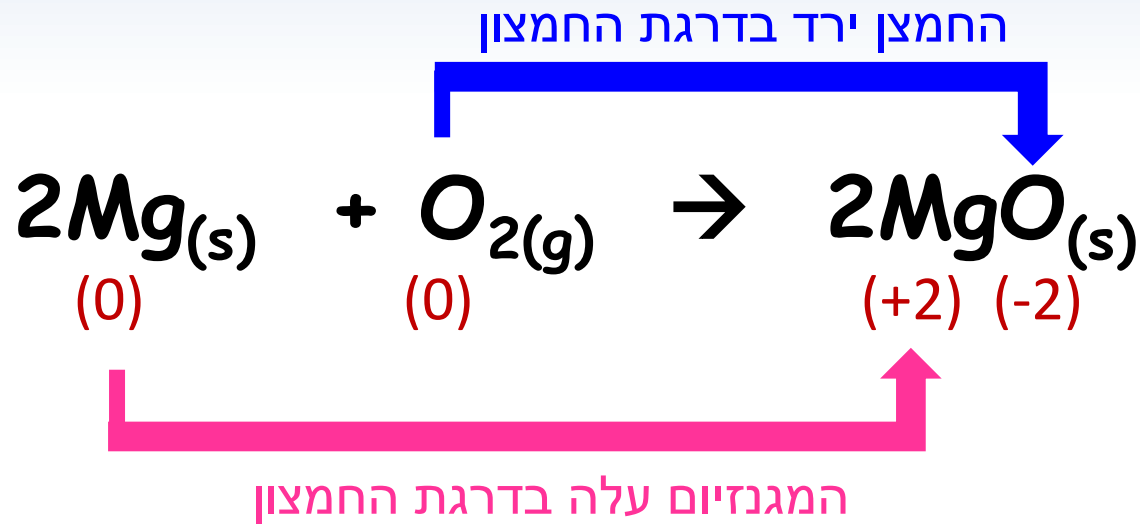
ערך דרגת החמצון של כל אטום נקבע על פי סידור האלקטרונים ותלוי במספר הקשרים בהם משתתף האטום 

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

דרגת חמצון היא המטען היחסי שיש לאטום בחלקיק בו הוא מצוי.

בתגובת חמצון-חיזור יש מעבר אלקטרונים הבא לידי
ביטוי בשינויים בדרגות החמצון של המחמצן והמחזר.





ליסוד ניטרלי

דרגת החמצון היא 0

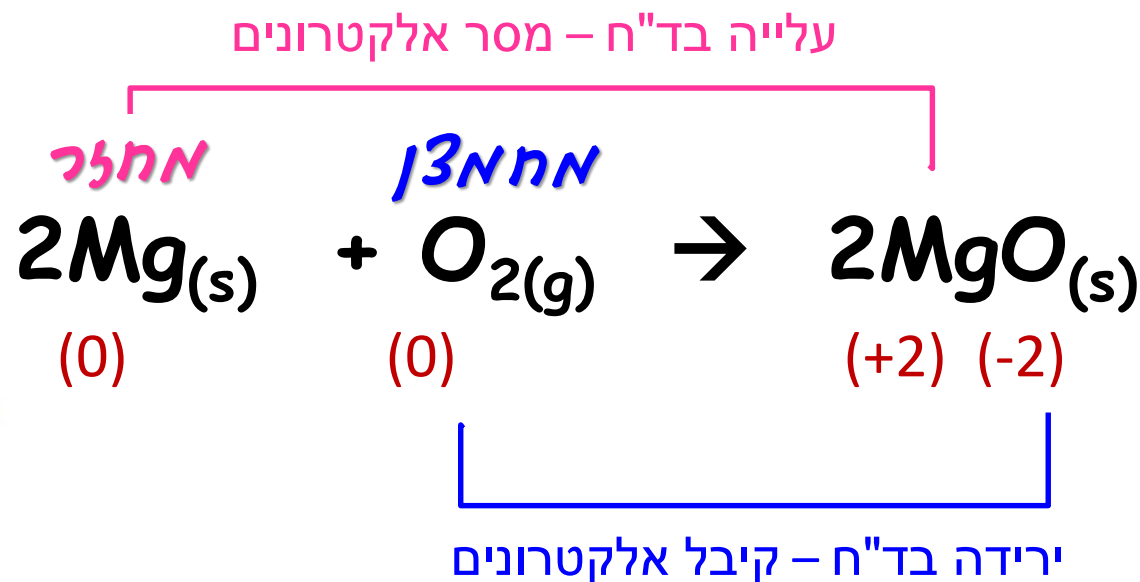
ליונים פשוטים (חד-אטומיים)

דרגת החמצון שווה למטען היום

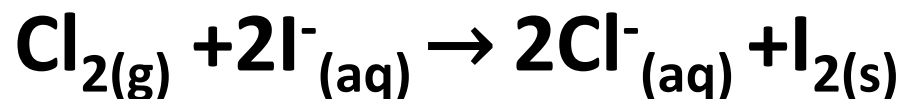
דרגות חמצון (ד"ח)

תגובת חמצון-חיזור היא תגובה בה קיים מעבר אלקטרונים, דבר הבא לידי ביטוי בשינוי דרגות החמצון של המחמצן והמחזר.

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



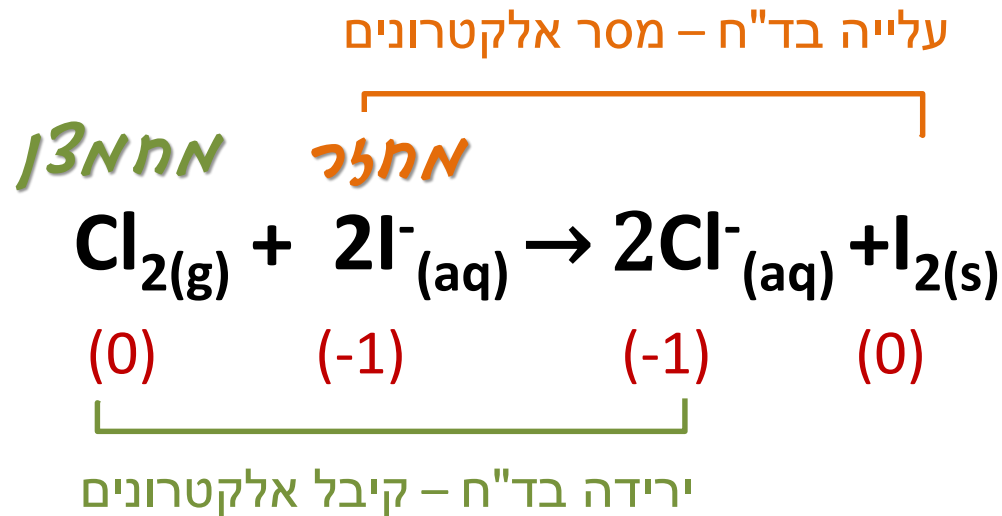
גז כלור מוזרם לתוך תמיסה מימית המכילה יוני יוד
מתרחשת התגובה:



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:



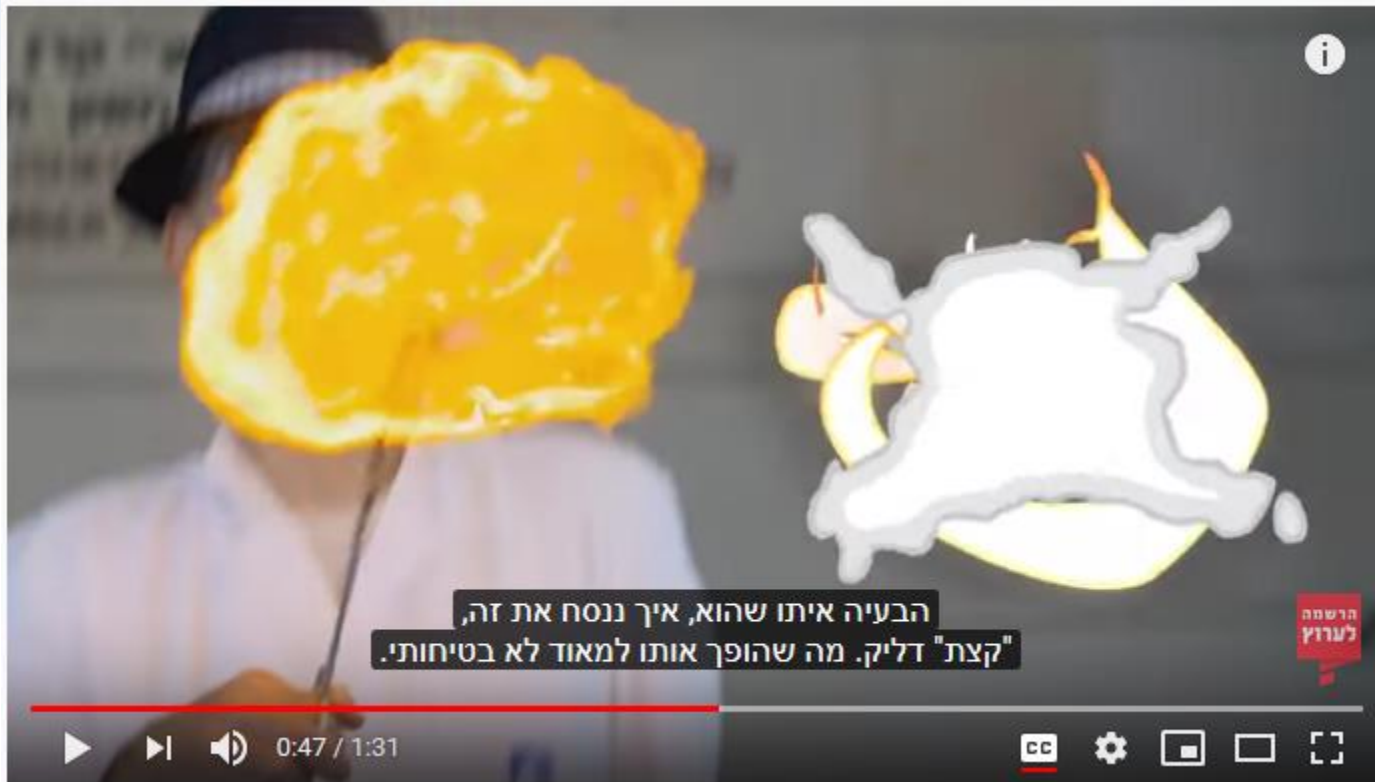
א- זוהי תגובת חמצון-חיזור: $\text{Cl}_{2(g)}$ מחזר ; $\text{I}^-_{(aq)}$ מחמצן

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

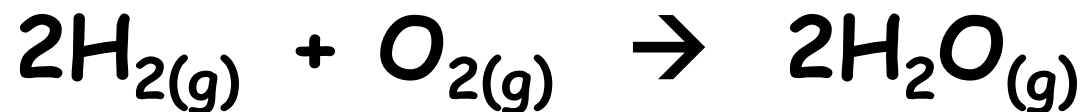
ד- זוהי אינה תגובת חמצון-חיזור

נצפה בסרטון



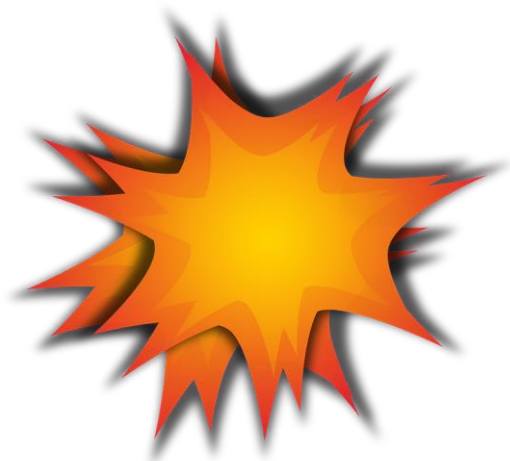
בועות סבון מרחפות ומתפוצצות

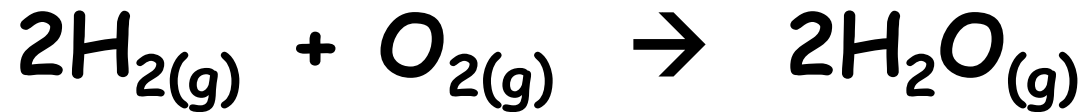
<https://youtu.be/zN9etjaABSk>



האם התגובה היא תגובת חמצון-חיזור?

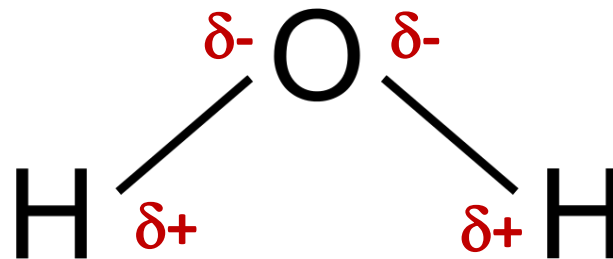
האם יש מעבר אלקטרונים בתגובה?

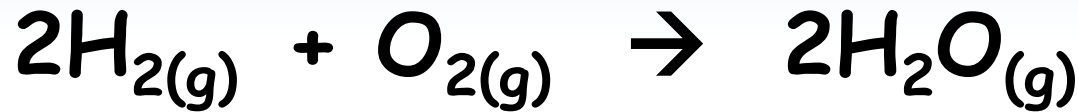




*במגיבים (מימן וחמצן) הקשרים הקוולנטים לא קוטביים
*בתוצר (מולקולת המים) קיימים קשרים קוטביים.

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



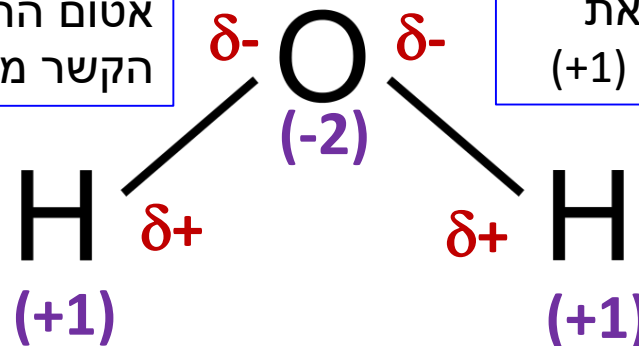


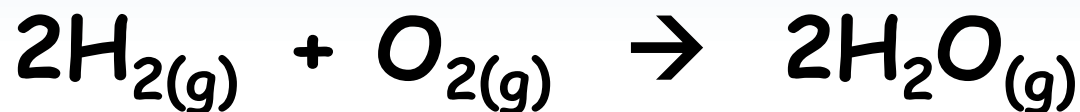
בתגובה יש מעבר "חלקי" של אלקטרונים מאטום המימן אל אטום החמצן. החמצן אלקטרושלילי יותר מן המימן ולכן בממוצע, כל מימן "מוותר" על אלקטרון אחד וכל חמצן "מקבל" שני אלקטרונים. נוצרת מולקולת מים.

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)



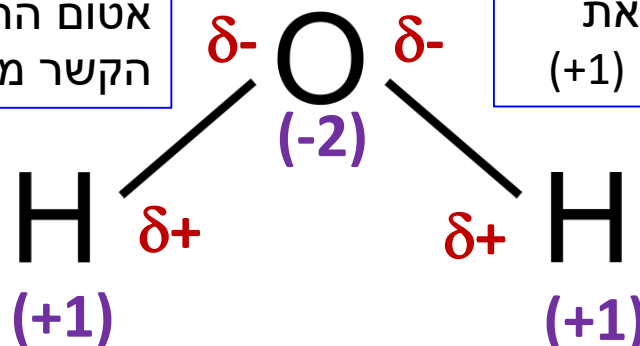


בתגובה יש מעבר "חלקי" של אלקטרונים מאטום המימן אל אטום החמצן. החמצן אלקטרושלילי יותר מן המימן ולכן בממוצע, כל מימן "מוותר" על אלקטרון אחד וכל חמצן "מקבל" שני אלקטרונים. נוצרת מולקולת מים.

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

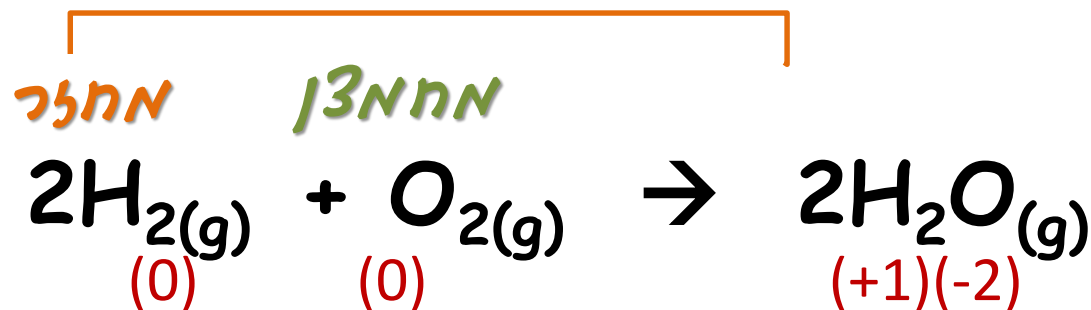
אטום החמצן מושך אליו את אלקטרוני הקשר משני הקשרים ולכן ד"ח (-2)

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

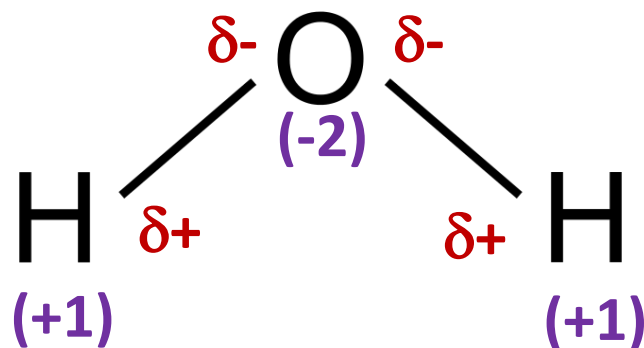


תגובה של מימן עם חמצן

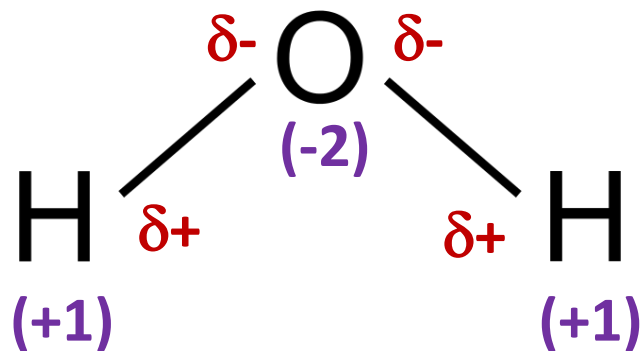
עלייה בד"ח – מסר אלקטרונים



ירידה בד"ח – קיבל אלקטרונים



מהו סכום דרגות החמצון של מולקולת המים?

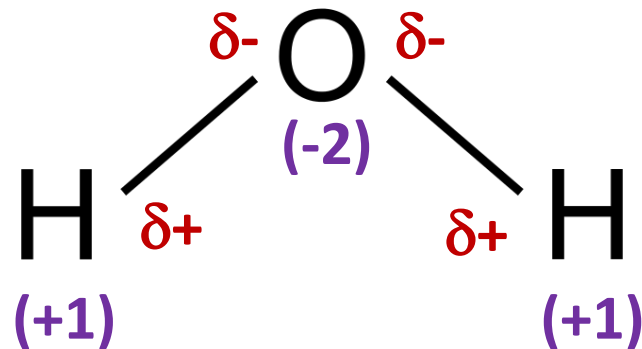


א. 0

ב. -2

ג. $+1$

מהו סכום דרגות החמצון של מולקולת המים?

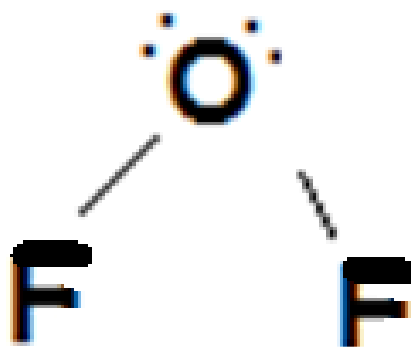


א. 0 (אפס)

ב. -2

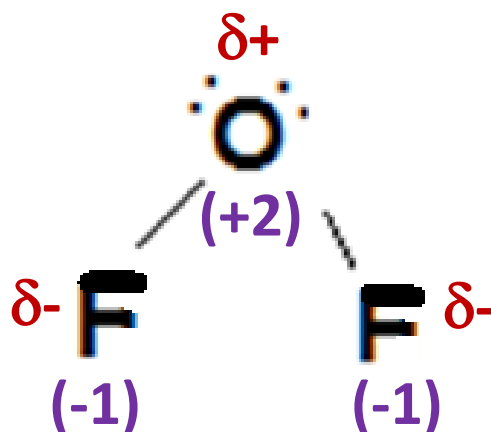
ג. $+1$

מולקולת חמצן פלואורי



מיהו האטום האלקטרושלילי יותר במולקולה?

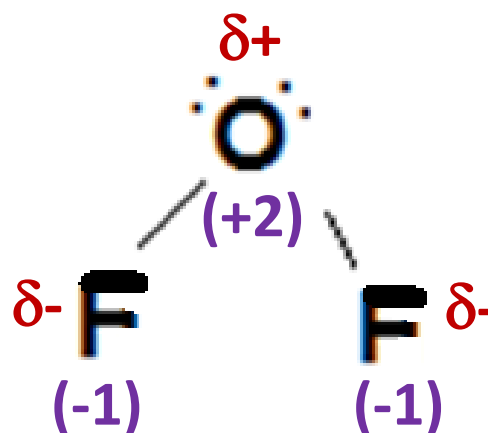
מולקולת חמצן פלואורי



החמצן פחות אלקטרושלילי מהפלואור ולכן זוג האלקטרונים הקושר מצוי קרוב יותר לכל פלואור מאשר לחמצן. בממוצע, החמצן "מוותר" על אלקטרון אחד לטובת כל פלואור ואילו הפלואור "מקבל" שני אלקטרונים מאטום החמצן.

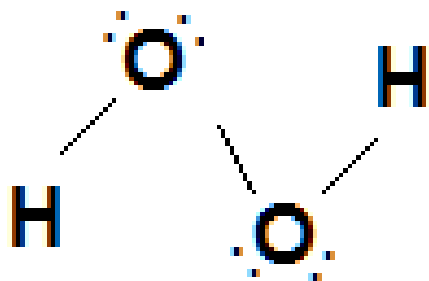
מולקולת חמצן פלואורי

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 "מאבד" אלקטרון אחד לטובת כל פלואור ואילו כל פלואור "מקבל" אלקטרון אחד מאטום החמצן (שני הפלואורים "מקבלים" בסך הכל שני אלקטרונים).
 סכום דרגות החמצון של כל המולקולה הוא 0

מהי דרגת החמצון של כל אטום במולקולת מי חמצן?



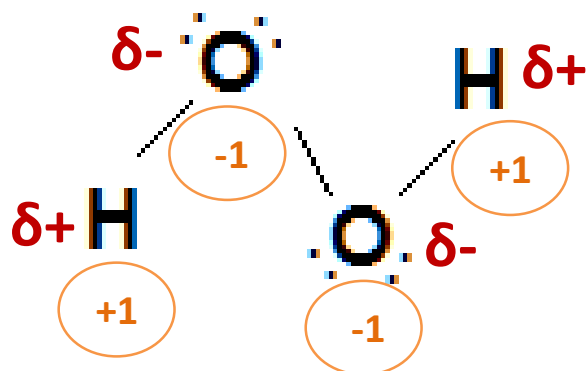
א. $(+1) \text{ H}$ $(-2) \text{ O}$

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?



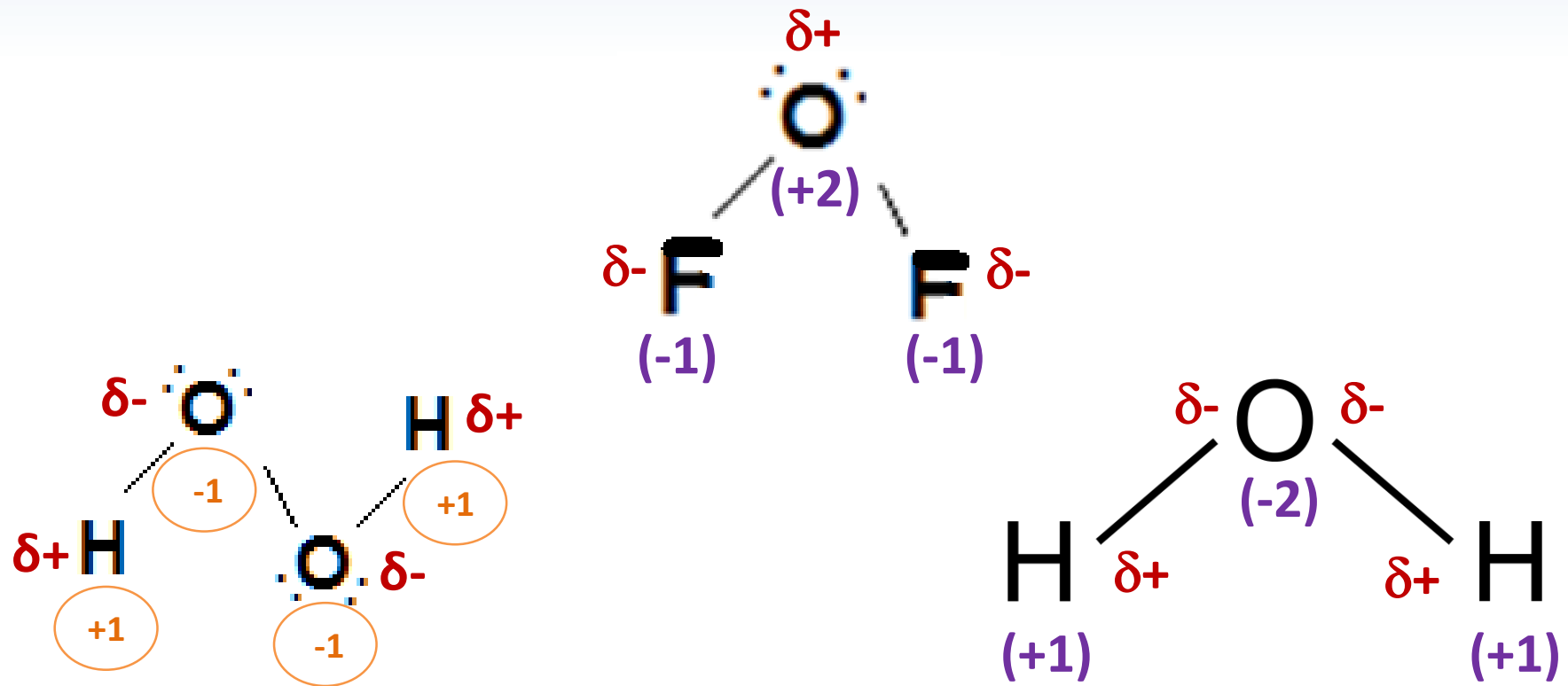
א. $(+1) \text{ H}$ $(-2) \text{ O}$

ב. $(+1) \text{ H}$ $(+2) \text{ O}$

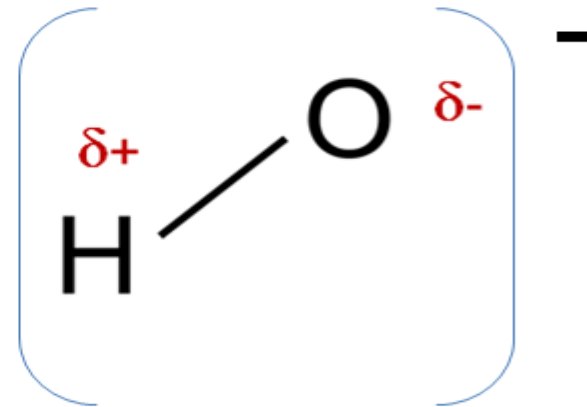
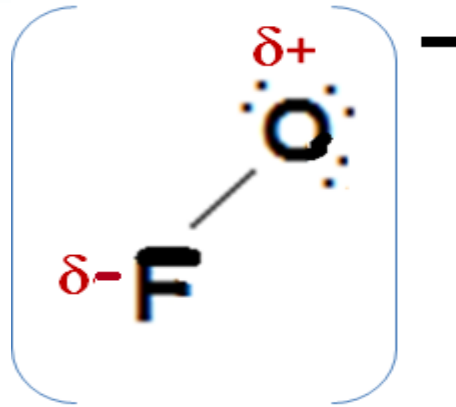
ג. $(+1) \text{ H}$ $(-1) \text{ O}$

ד. $(+2) \text{ H}$ $(-2) \text{ O}$

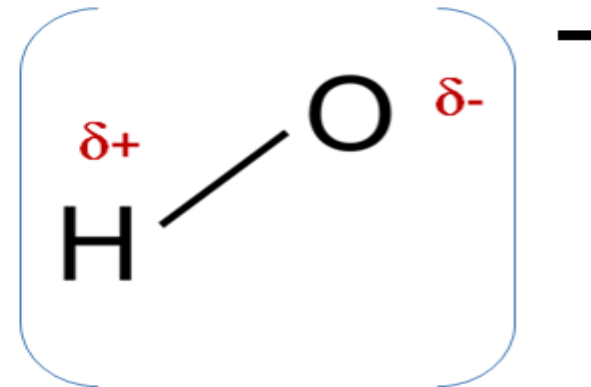
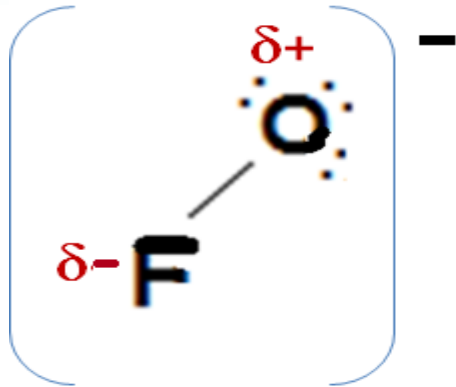
גם כאן, סכום דרגות החמצון של כל המולקולה הוא 0



סכום דרגות החמצון של מולקולה או תרכובת היא תמיד אפס



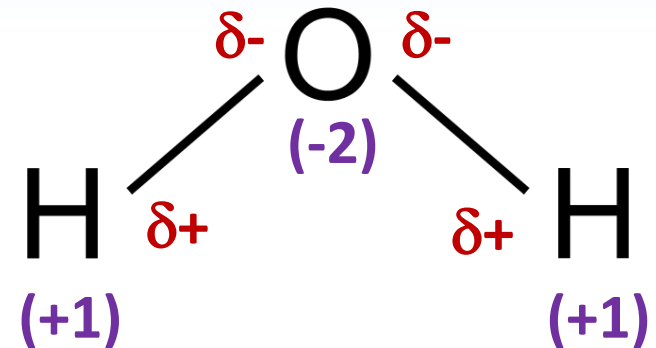
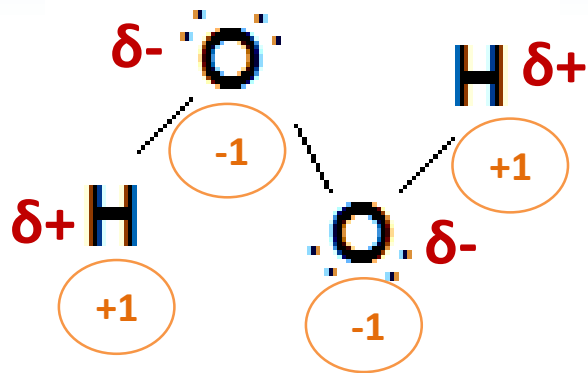
מה קורה אם ישנו יון מורכב (רב אטומי) ולא מולקולה?



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

בתרכובת CaH_2 - מה יהיו דרגות החמצון?

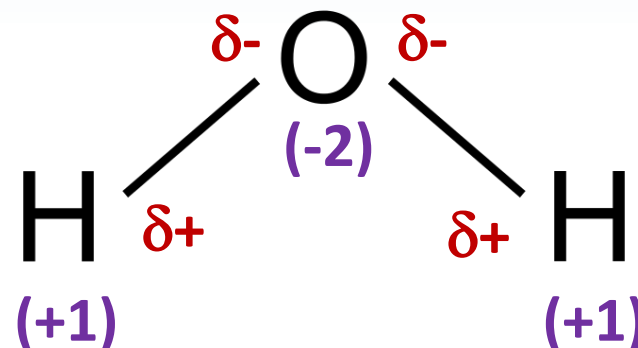
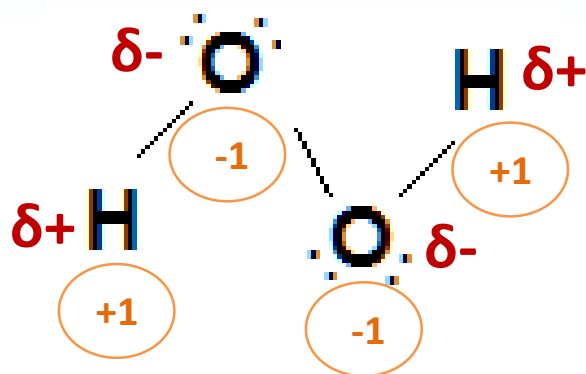
א. $\text{Ca}^{(2+)} \text{H}^{(1-)}$

ב. $\text{Ca}^{(2-)} \text{H}^{(1+)}$

בתרכובת CaH_2 - מה יהיו דרגות החמצון?

א. $\text{Ca}^{(2+)} \text{H}^{(1-)}$

ב. $\text{Ca}^{(2-)} \text{H}^{(1+)}$



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.

כללים לחישוב דרגות חימצון

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 בדרך כלל (+1) (ב) מתכות היא (-1)
5. דרגת החמצון של חמצן במרבית תרכובותיו היא (-2)
(למעט תרכובות בהם החמצן קשור לפלואור ותרכובות בהם קיים קשר O-O)
6. סכום דרגות החמצון במולקולה היא אפס (0)
7. סכום דרגות החמצון ביון רב-אטומי שווה למטען היון
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:

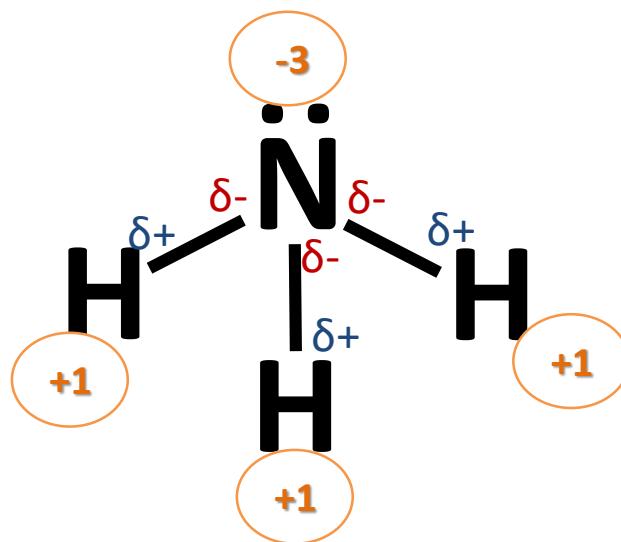


$$X + 3 = 0$$

$$X = (-3)$$



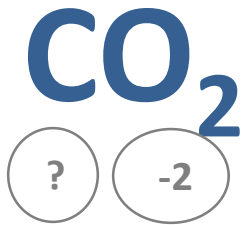
קביעת ד"ח על פי אלקטרושליליות:



בתרכובת CO_2 מה דרגות החמצון?

בתרכובת CO_2 מה דרגות החמצון?

קביעת ד"ח על פי הכללים:

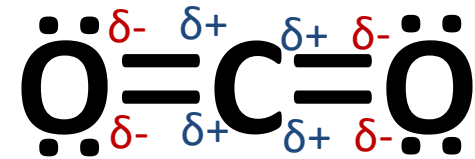


$$X + (-4) = 0$$

$$X = 4$$



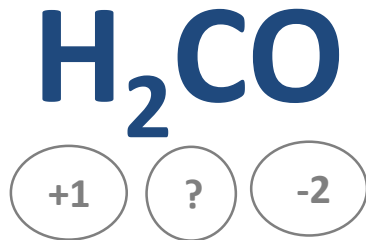
קביעת ד"ח על פי אלקטרושליליות:



בתרכובת H_2CO מה דרגות החמצון?

בתרכובת H_2CO מה דרגות החמצון?

קביעת ד"ח על פי הכללים:

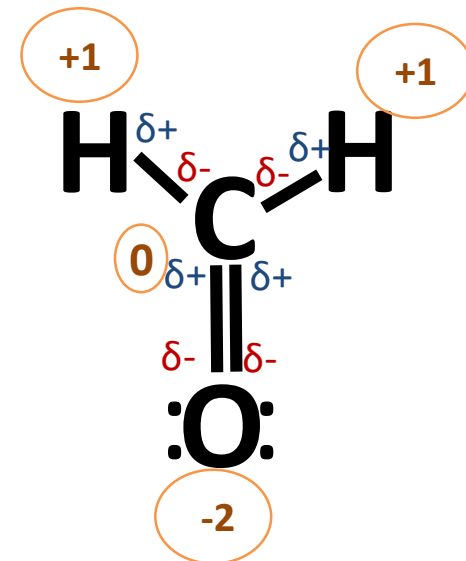


$$X + (-2) + (+2) = 0$$

$$X = 0$$

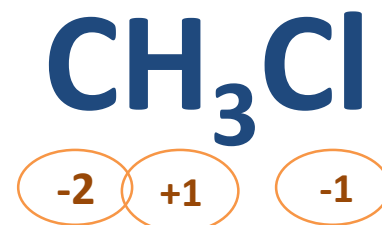
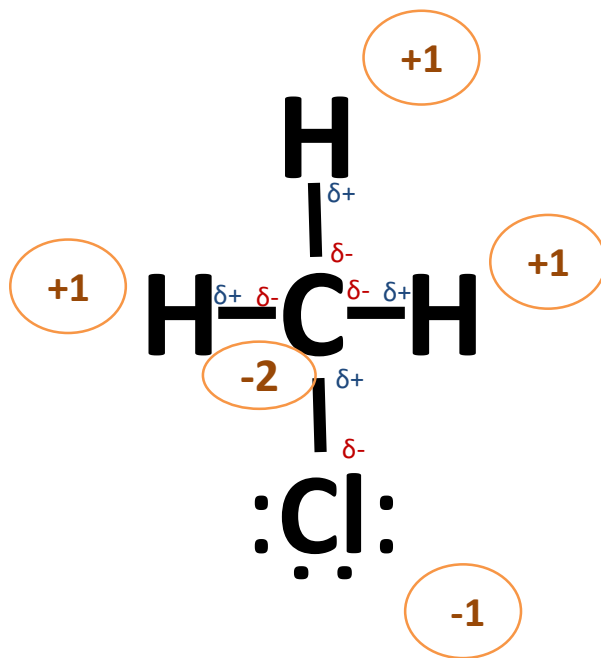


קביעת ד"ח על פי אלקטרושליליות:



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.