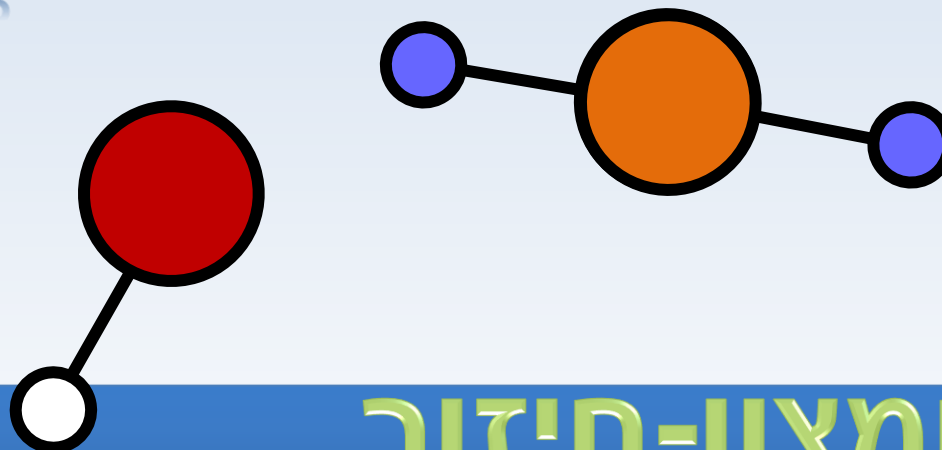
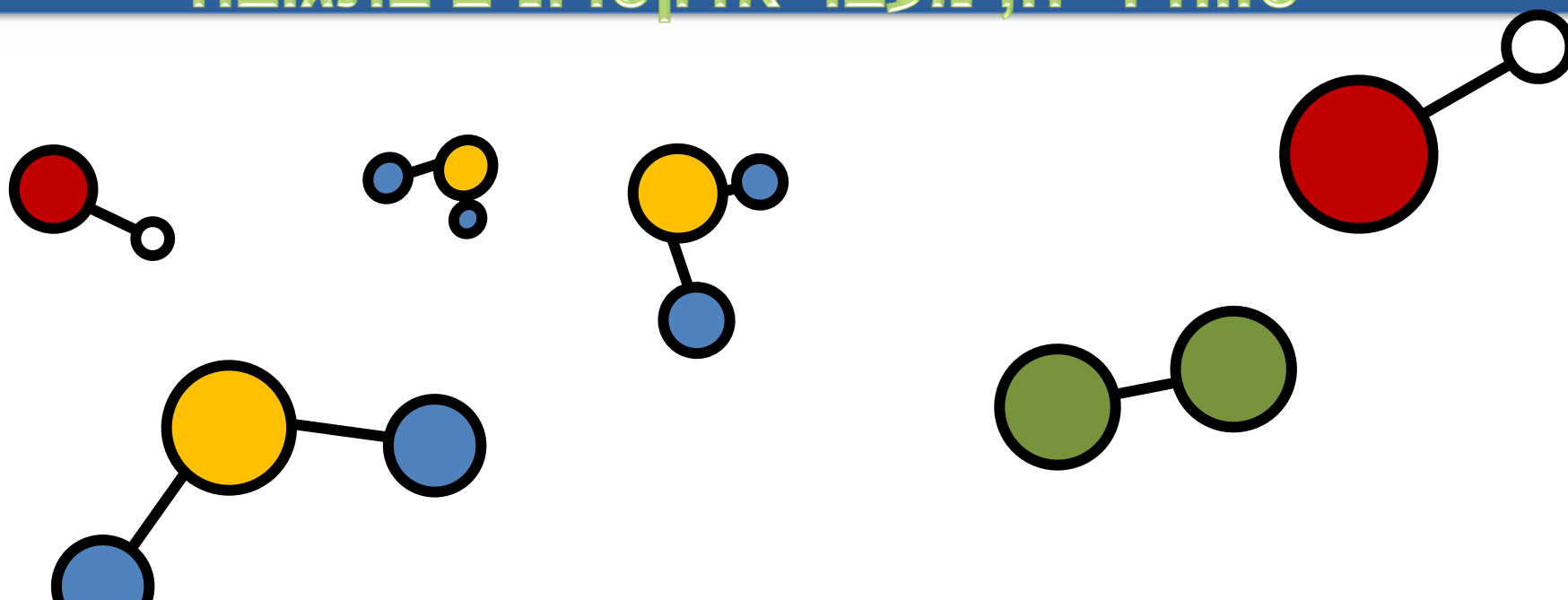




חמצון-חיזור

טווח ד"ח, מעבר אלקטרונים בתגובה



נמצא את טווח דרגות החמצון של חלקיקים 

נבין מהי דרגת חמצון מירבית ודרגת חמצון מזערית 

נחשב את מספר האלקטרונים העוברים בתגובה 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

המערכה המחזורית: מתכות ואל-מתכות 

הערכות אלקטרוניים, אלקטרושליליות 

מחמצן, מחזור, חמצון, חיזור 

קביעת דרגות חמצון (ד"ח) של חומרים
שונים ושל תרכובות הפחמן, ד"ח ממוצעת 

זיהוי תגובת חמצון-חיזור 

תגובת חמצון חיזור (חימצור)

תגובה שבה יש מעבר של אלקטרונים

חמצון – מסירת אלקטרונים

חיזור – קבלת אלקטרונים

- חמצון וחיזור תמיד מתרחשים יחד - אין חמצון ללא חיזור, אין חיזור ללא חמצון

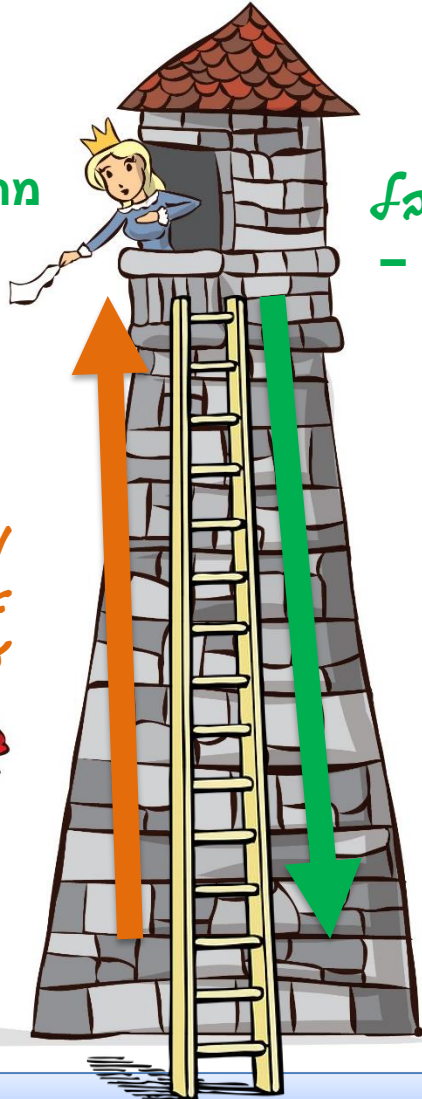
תזכורת: כללים לחישוב דרגת חמצון

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) תרכובות 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

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

נצפה בסרטון



דרגות חמצון של ונדיום

החלק הרלוונטי בסרטון 1:45-4:35

<https://youtu.be/MbCmaQzrZoc>

דרגת חמצון מירבית ומזערית

אטומי יסודות רבים יכולים להימצא בדרגות חמצון שונות בתרכובות שונות.

- האם טווח ד"ח של כל אטום מוגבל?
- מה ניתן ללמוד מד"ח של אטום בחומר מסוים?
- האם ניתן להשתמש בידע הזה כדי לנבא התרחשות תגובות?

דרגות חמצון שונות
של ונדיום



אל-מתכות:

דרגת החמצון המזערית (השלילית ביותר) - ערכה המוחלט
כמספר האלקטרונים שהיסוד קיבל (שיתף) כדי להשלים את
רמת האנרגיה האחרונה שלו, והיא תמיד שלילית.



יכול לקבל 2 אלקטרונים ולכן
ד"ח מזערית (מינימלית) היא -2



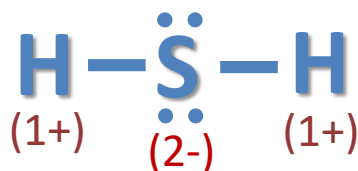
יכול לקבל אלקטרון 1 ולכן ד"ח
מזערית (מינימלית) היא -1

דרגת חמצון מירבית ומזערית – אל מתכות

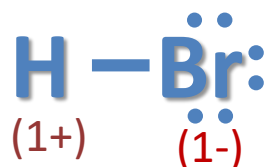
אל-מתכות:

דרגת החמצון המזערית (השלילית ביותר) - ערכה המוחלט כמספר האלקטרונים שהיסוד קיבל (שיתף) כדי להשלים את רמת האנרגיה האחרונה שלו, והיא תמיד שלילית.

לדוגמא:



אטום הגופרית ב H_2S :



אטום הברום ב HBr :

דרגת חמצון מירבית ומזערית – אל מתכות

אל-מתכות:

דרגת החמצון המרבית (החיובית ביותר) - נקבעת על פי כמות אלקטרונים שהיסוד מוסר (משתף) לשכניו במולקולה בעלי אלקטרושליליות גבוהה יותר ממנו – ערכה כמספר האלקטרונים ברמת האנרגיה האחרונה של היסוד, והיא תמיד חיובית. דרגת חמצון מרבית מתקבלת באיבוד כל אלקטרוני הערכיות של האטום.



יכול למסור 6 אלקטרונים ולכן ד"ח מירבית (מקסימלית) היא +6



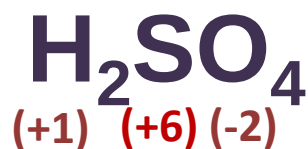
יכול למסור 7 אלקטרונים ולכן ד"ח מירבית (מקסימלית) היא +7

דרגת חמצון מירבית ומזערית – אל מתכות

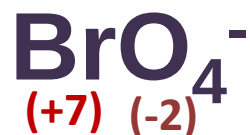
אל-מתכות:

דרגת החמצון המרבית (החיובית ביותר) - נקבעת על פי כמות אלקטרונים שהיסוד מוסר (משתף) לשכניו במולקולה בעלי אלקטרושליליות גבוהה יותר ממנו – ערכה כמספר האלקטרונים ברמת האנרגיה האחרונה של היסוד, והיא תמיד חיובית. דרגת חמצון מרבית מתקבלת באיבוד כל אלקטרוני הערכיות של האטום.

לדוגמא:



אטום הגופרית ב H_2SO_4 :



אטום הברום ב BrO_4^- :

דרגת חמצון מירבית ומזערית – אל מתכות

אל-מתכות:

דרגת החמצון המרבית (החיובית ביותר) - נקבעת על פי כמות אלקטרונים שהיסוד מוסר (משתף) לשכניו במולקולה בעלי אלקטרושליליות גבוהה יותר ממנו – ערכה כמספר האלקטרונים ברמת האנרגיה האחרונה של היסוד, והיא תמיד חיובית. דרגת חמצון מרבית מתקבלת באיבוד כל אלקטרוני הערכיות של האטום.

יוצאי דופן:

הפלואור - המקסימלית 0. הפלואור לא מוסר אלקטרונים לאטום אחר.

החמצן - המקסימלית +2 החמצן יכול לאבד אלקטרונים רק לפלואור.

מספר האלקטרונים המרבי שהיא יכול לאבד: 2 אלקטרונים ב- F_2O

דרגת חמצון מירבית ומזערית – אל מתכות

אל-מתכות:

I										VIII				
H		II								III	IV	V	VI	VII
+1		+2		?						+3	+4	+5	0	F
0		0		0						0	-4	-3	-2	-1

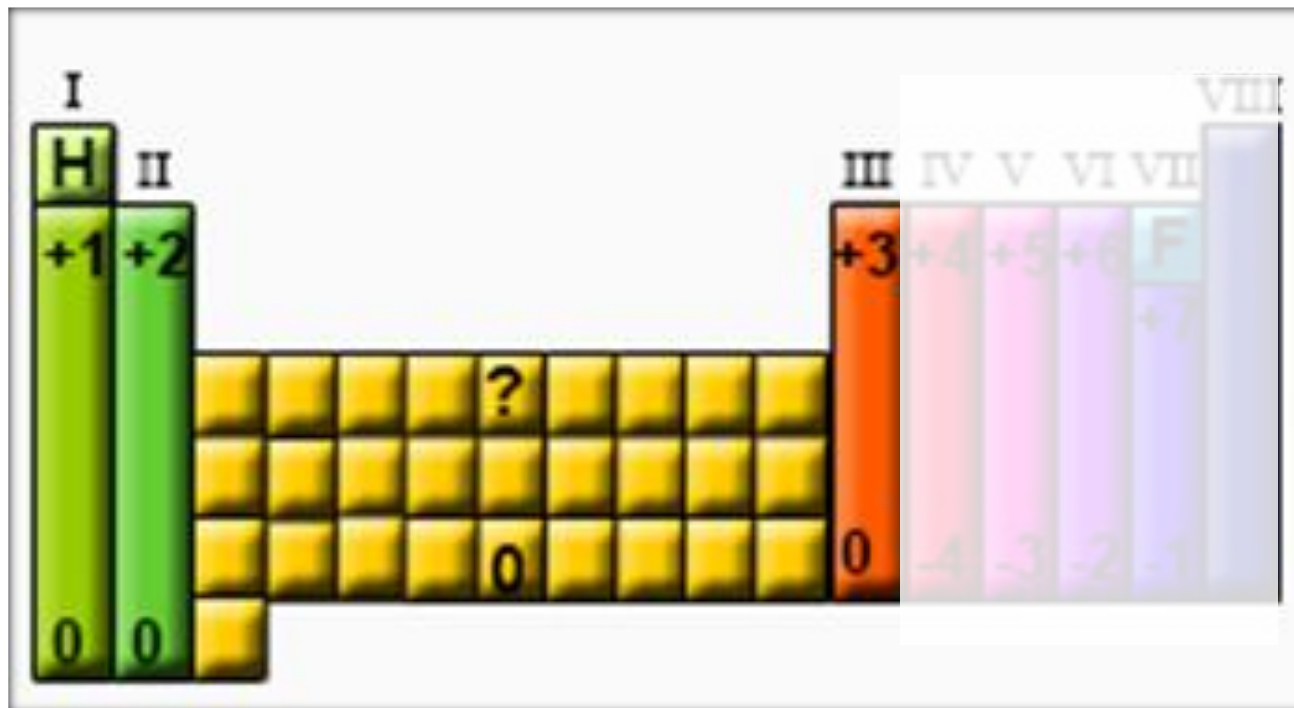
דרגת חמצון מירבית ומזערית- מתכות

מתכות

דרגת חמצון **מירבית**: ברוב המתכות, ערכה כמספר האלקטרונים

ברמת האנרגיה האחרונה שלו והיא תמיד חיובית.

דרגת חמצון **מיזערית**: תמיד 0 (אין מתכות בעלות מטען שלילי!)



**איך הידע על דרגת חמצון מינימלית ומקסימלית
עוזר בחיזוי של תהליך?**

איך הידע על דרגת חמצון מינימלית ומקסימלית עוזר בחיזוי של תהליך?

- אם היסוד בדרגת החמצון המקסימלית (הכי חיובית) - הוא רק יכול לחמצן (לקבל אלקטרונים)

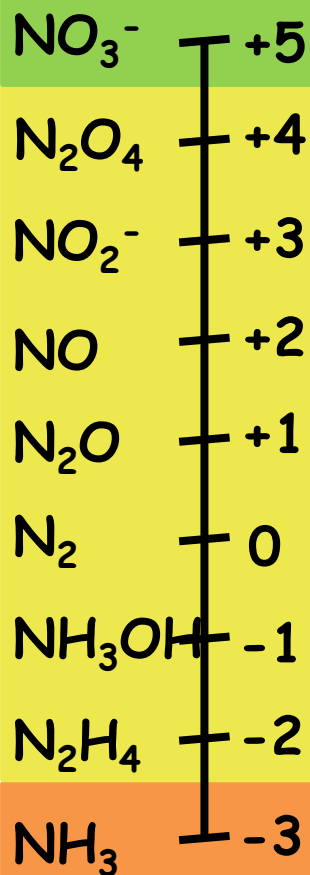
איך הידע על דרגת חמצון מינימלית ומקסימלית עוזר בחיזוי של תהליך?

- אם היסוד בדרגת החמצון המקסימלית (הכי חיובית) - הוא רק יכול לחמצן (לקבל אלקטרונים)
- אם היסוד בדרגת החמצון המינימלית - (הכי שלילית) - הוא רק יכול לחזר (למסור אלקטרונים)

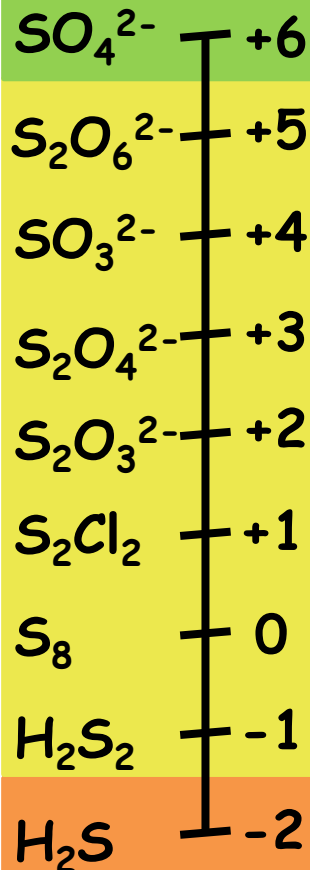
איך הידע על דרגת חמצון מינימלית ומקסימלית עוזר בחיזוי של תהליך?

- אם היסוד בדרגת החמצון המקסימלית (הכי חיובית) - הוא רק יכול לחמצן (לקבל אלקטרונים)
- אם היסוד בדרגת החמצון המינימלית - (הכי שלילית) - הוא רק יכול לחזר (למסור אלקטרונים)
- אם היסוד בדרגת חמצון שהיא בין המינימלית ובין המקסימלית – הוא יכול לחזר או לחמצן (גם לקבל וגם למסור).

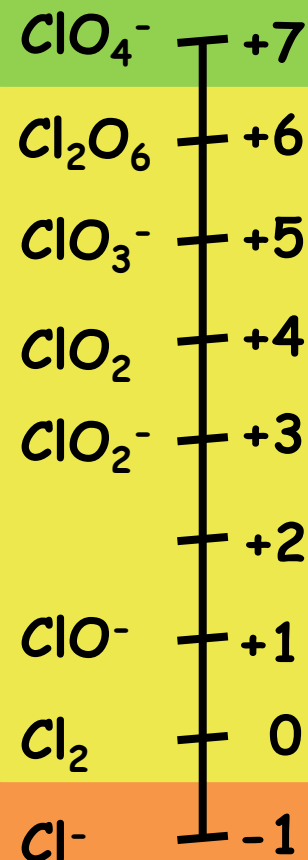
חנקן N



גופרית S



כלור Cl

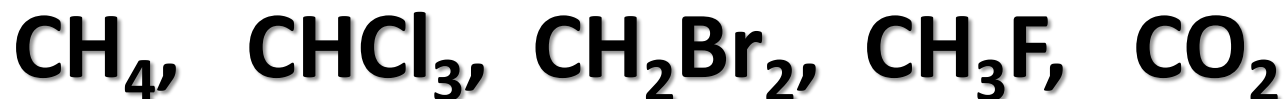


יכול להיות
רק מחמצן

יכול להיות
מחמצן או
מחזר

יכול להיות
רק מחזר

- א. מצאו את ד"ח של אטום הפחמן (C) בכל מולקולה.
- ב. קבעו איזה מבין החומרים הנתונים, יכולים לשמש רק כמחמצן ואילו יכולים לשמש רק כמחזר.



א. מצאו את ד"ח של אטום הפחמן (C) בכל מולקולה

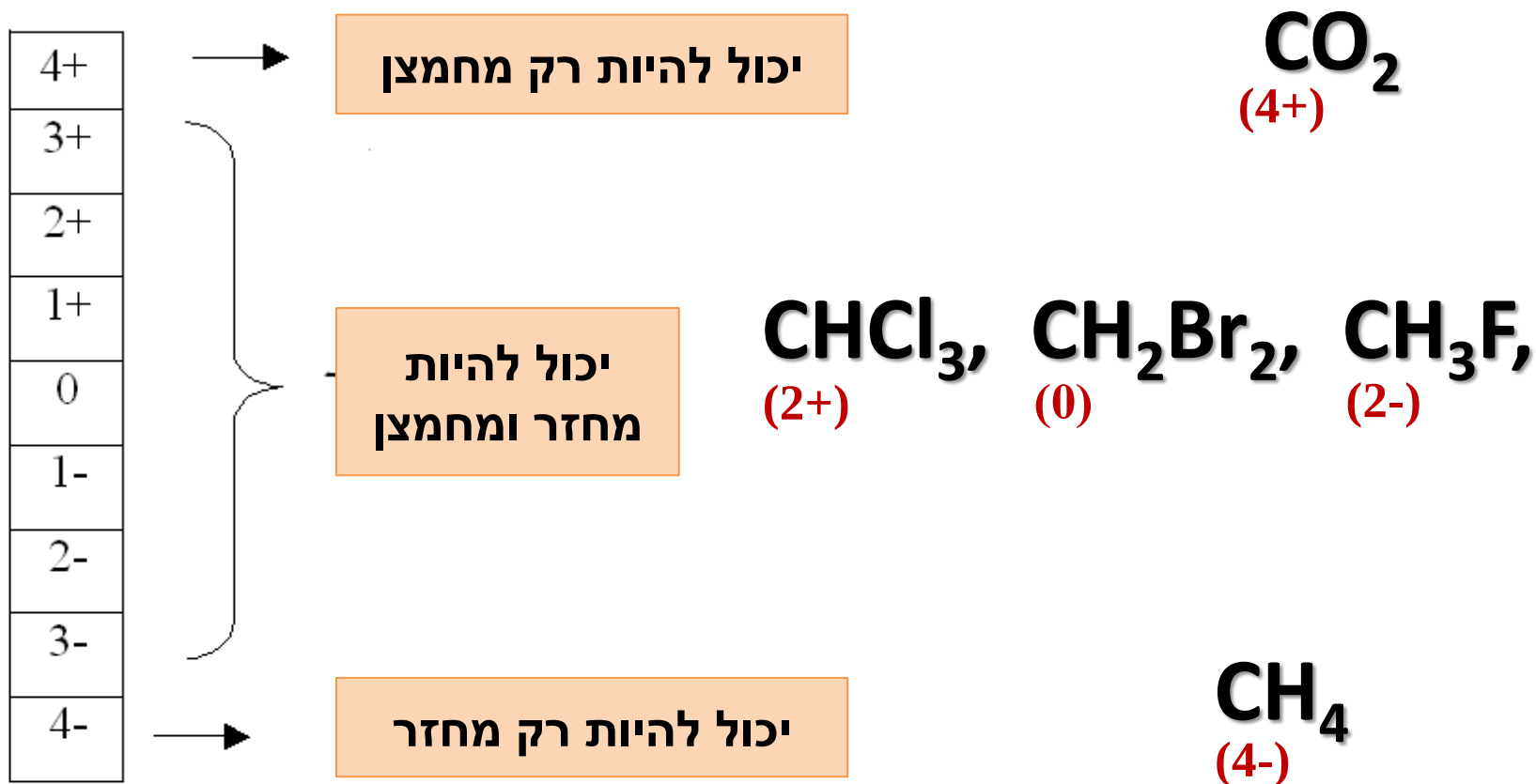


ב. קבעו איזה מבין החומרים הנתונים, יכולים לשמש רק

כמחמצן ואילו יכולים לשמש רק כמחזר.



4+	→ יכול רק לחמצן
3+	} יכול גם לחמצן וגם לחזר
2+	
1+	
0	
1-	
2-	}
3-	
4-	
	→ יכול רק לחזר



נתונים החומרים הבאים המכילים את היסוד ברום:



קבעו באיזה מבין החומרים הנתונים, אטומי הברום יכולים לשמש רק כמחמצן.

א. HBr בלבד.

ב. Br_2 , BrO_2^- בלבד.

ג. KBrO_4 בלבד.

ד. בכלם, חוץ מ- KBrO_4

שאלה 2- פתרון

החומר	דרגת החמצון של הברום
KBrO_4	+7 דרגת חמצון מקסימלית יכול רק לקבל - מחמצן
BrO_2^-	+3 יכול גם לקבל וגם למסור, גם לחמצן וגם לחזר
HBr	-1 דרגת חמצון מינימלית יכול רק למסור, מחזר
Br_2	0 יכול גם לקבל וגם למסור, גם לחמצן וגם לחזר

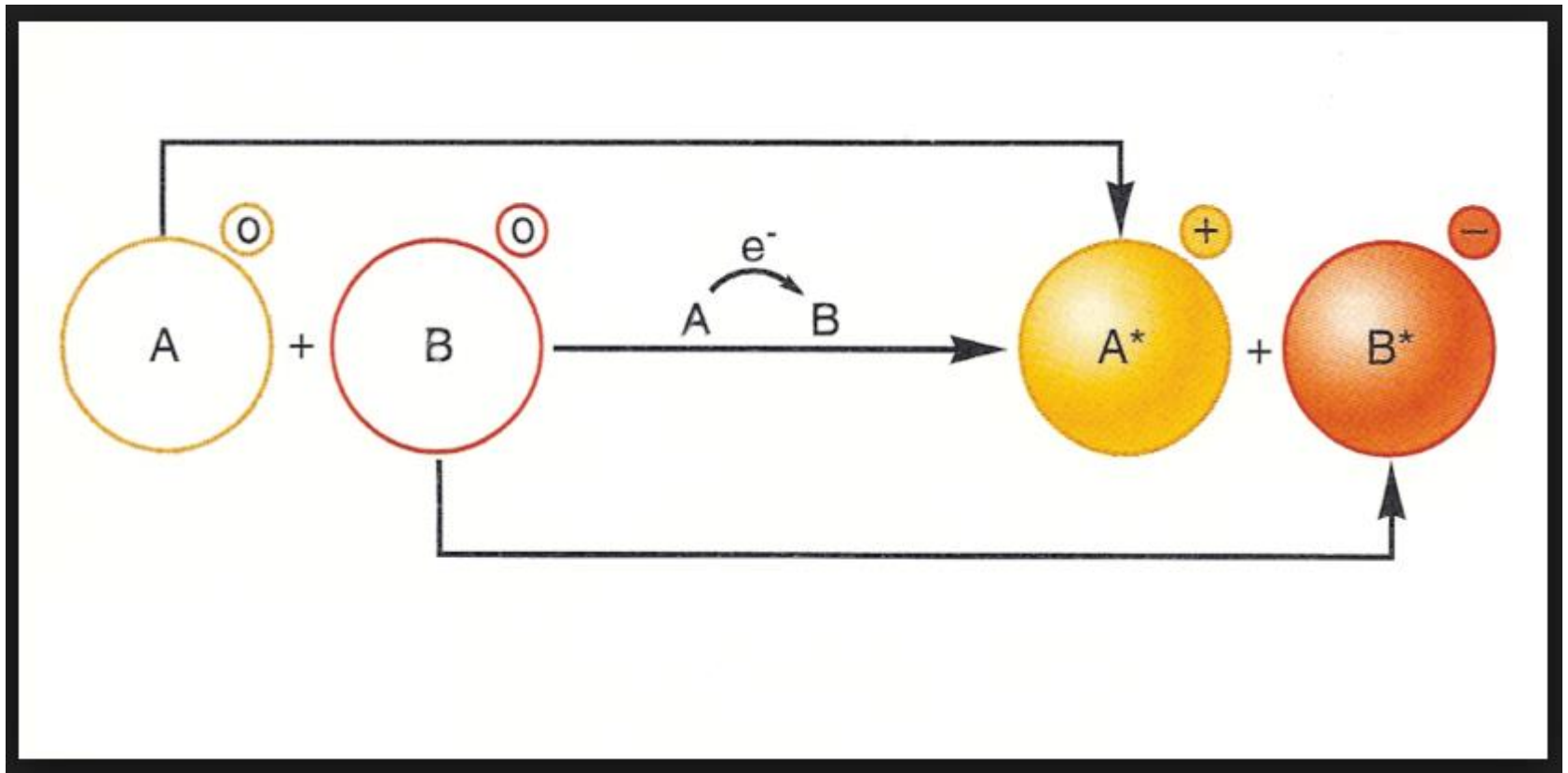
א. HBr בלבד.

ב. BrO_2^- , Br_2 בלבד.

ג. KBrO_4 בלבד.

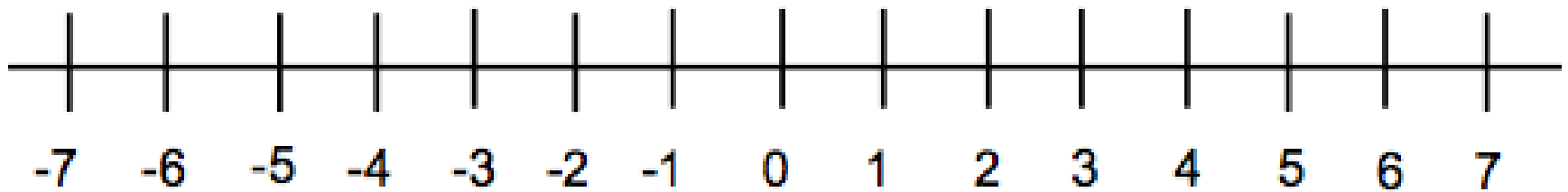
ד. בכולם, חוץ מ- KBrO_4 .

מעבר האלקטרונים הוא רק כלי עזר בידי הכימאי
לזיהוי תגובות חמצון-חיזור.



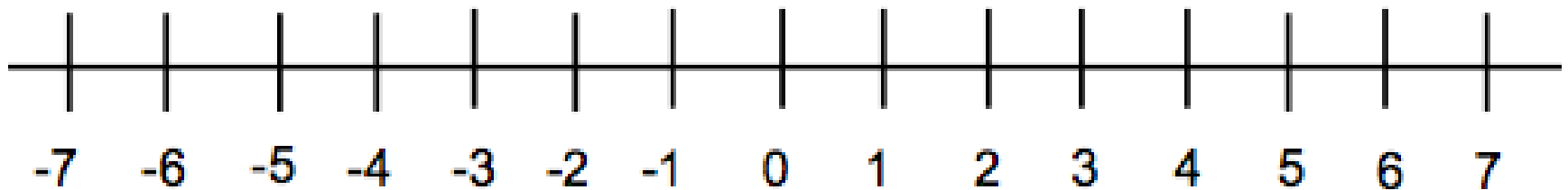
ננצל את ציר המספרים כדי לבדוק האם התרחשה

תגובת חמצון-חיזור. **כיצד?**



ננצל את ציר המספרים כדי לבדוק האם התרחשה

תגובת חמצון-חיזור. **כיצד?**



• עלייה בציר המספרים (פחות חיובי לחיובי יותר)

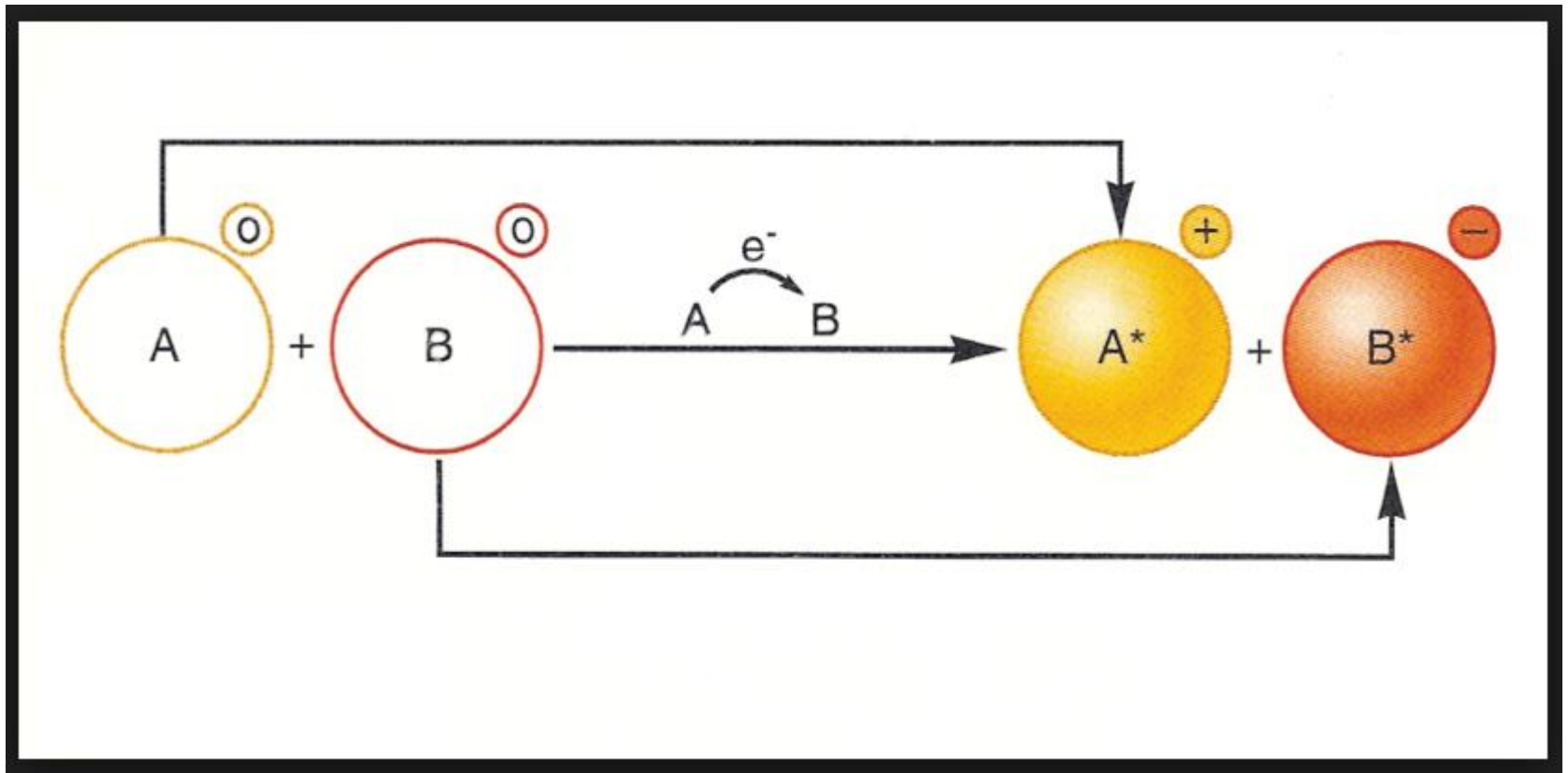
= **מסירת אלקטרונים**. החומר תיפקד כ_____

• ירידה בציר המספרים (חיובי יותר לחיובי פחות)

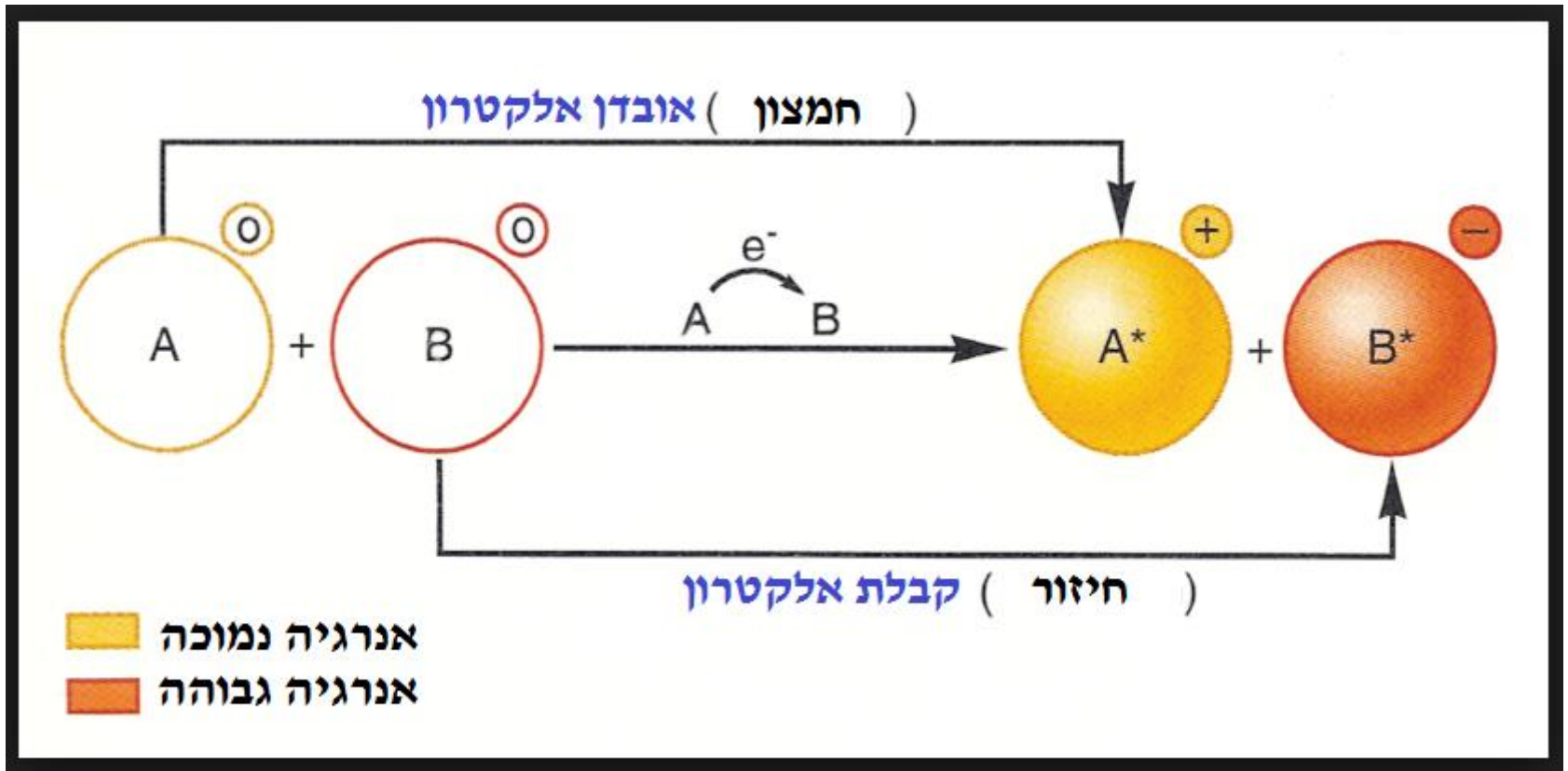
= **קבלת אלקטרונים**. החומר תיפקד כ_____

מיהם המחמצן והמחזור בתגובה?

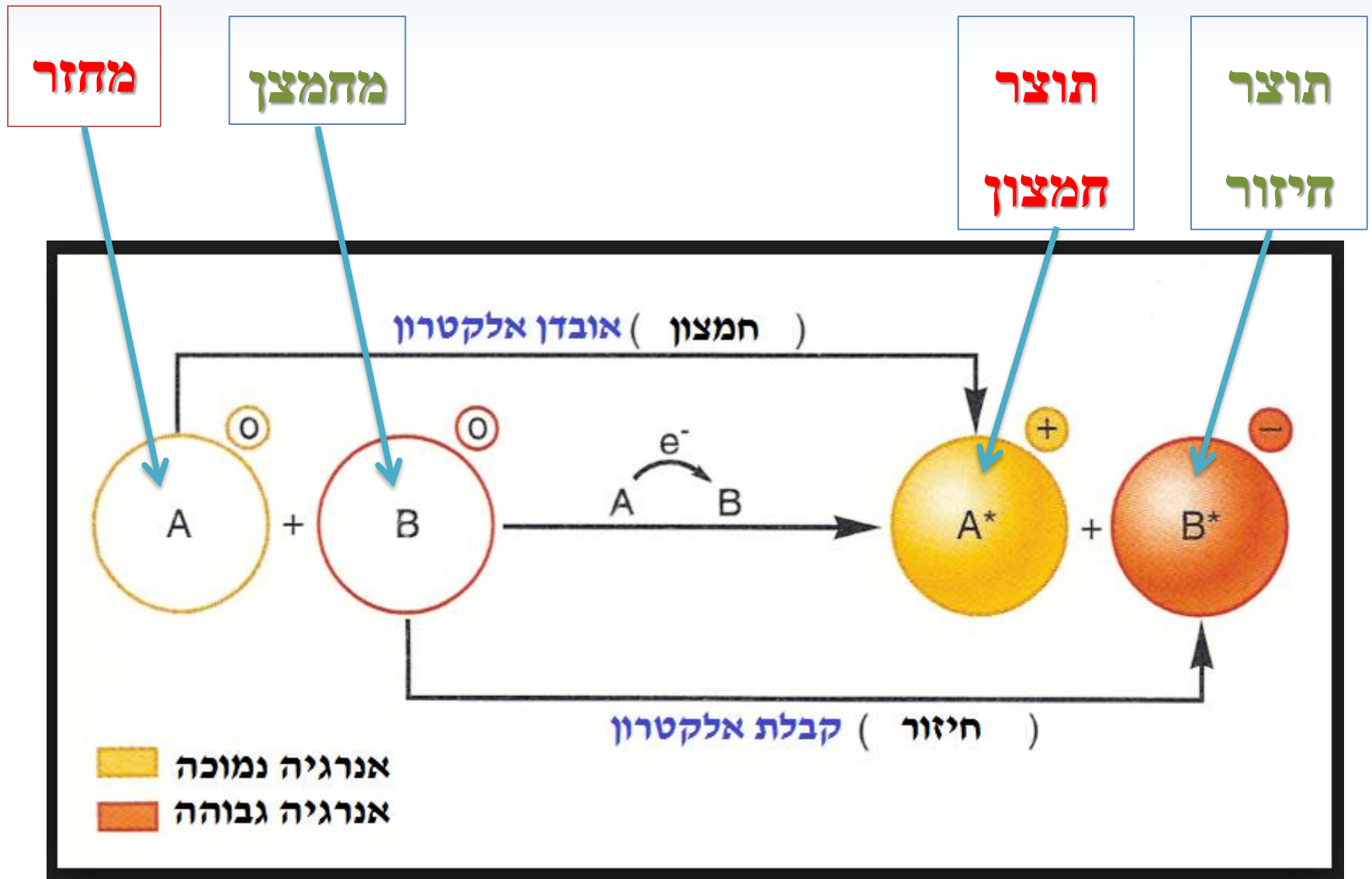
היכן תהליך החמצון והחיזור בתגובה?



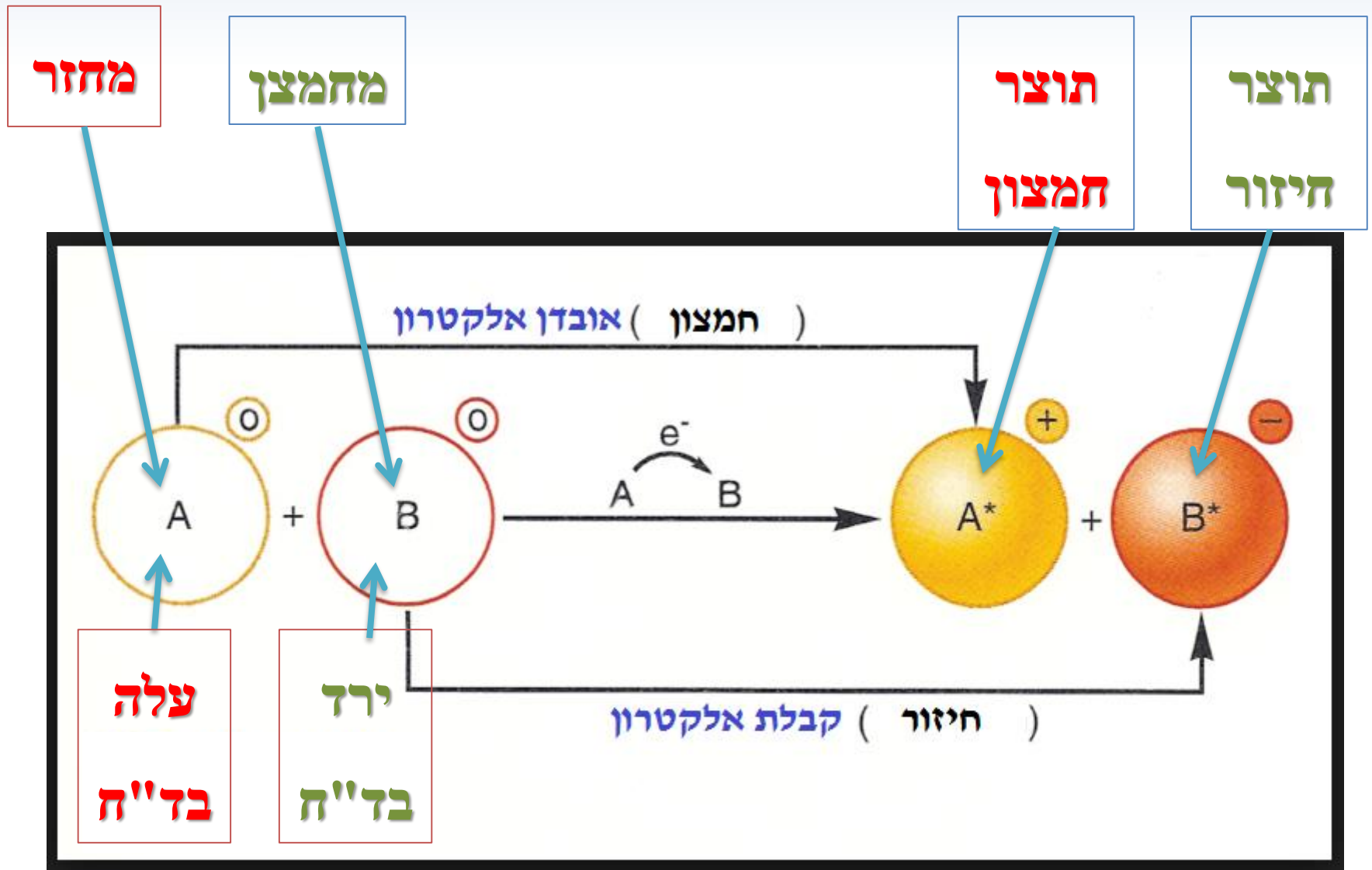
נזהה עלייה או ירידה בד"ח



מעבר אלקטרונים בתגובה



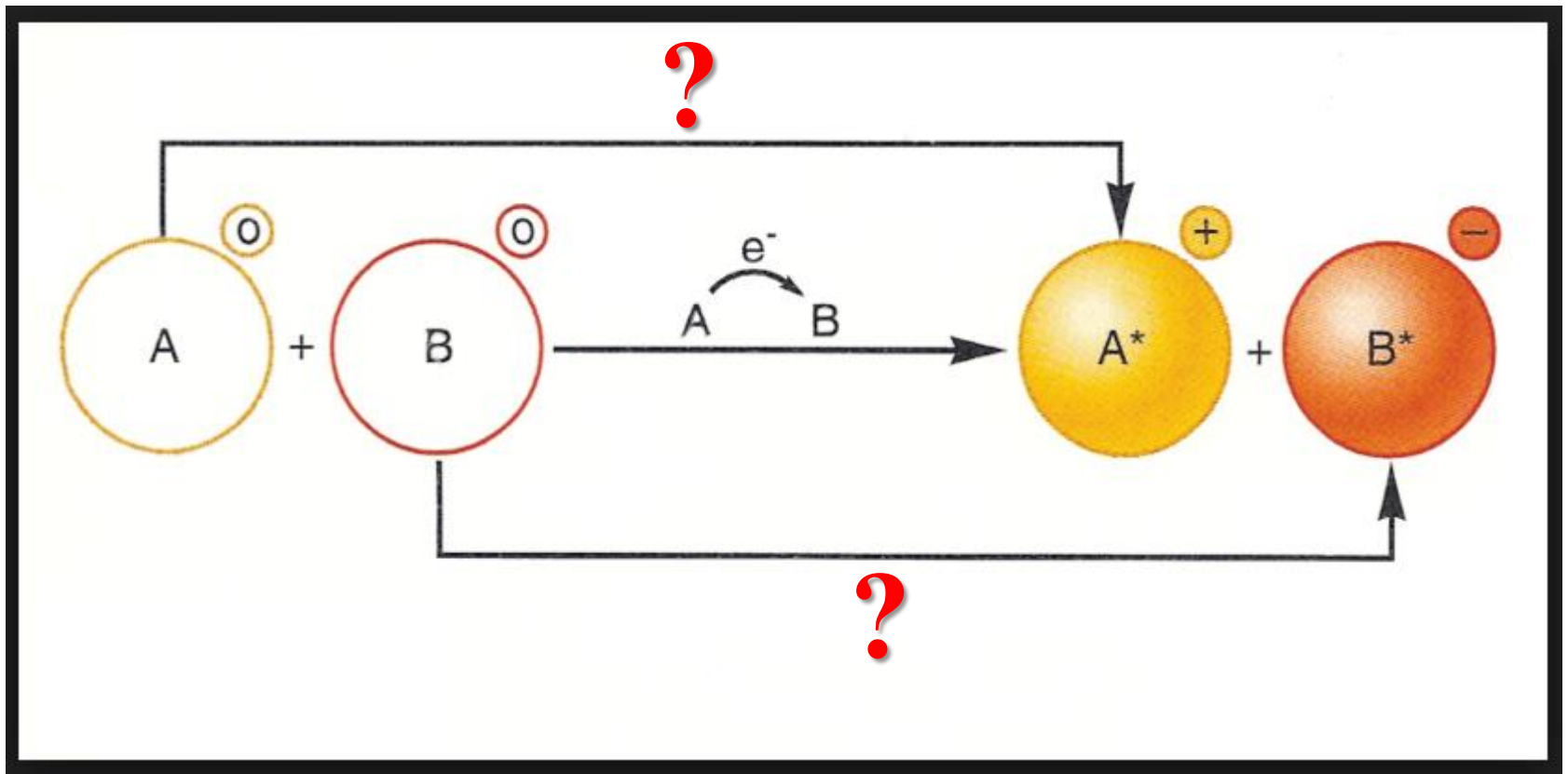
מעבר אלקטרונים בתגובה



מעבר אלקטרונים בתגובה

בהנחה שבתגובה היה מול אחד מכל מגיב,

כמה מול אלקטרונים עברו בתגובה?



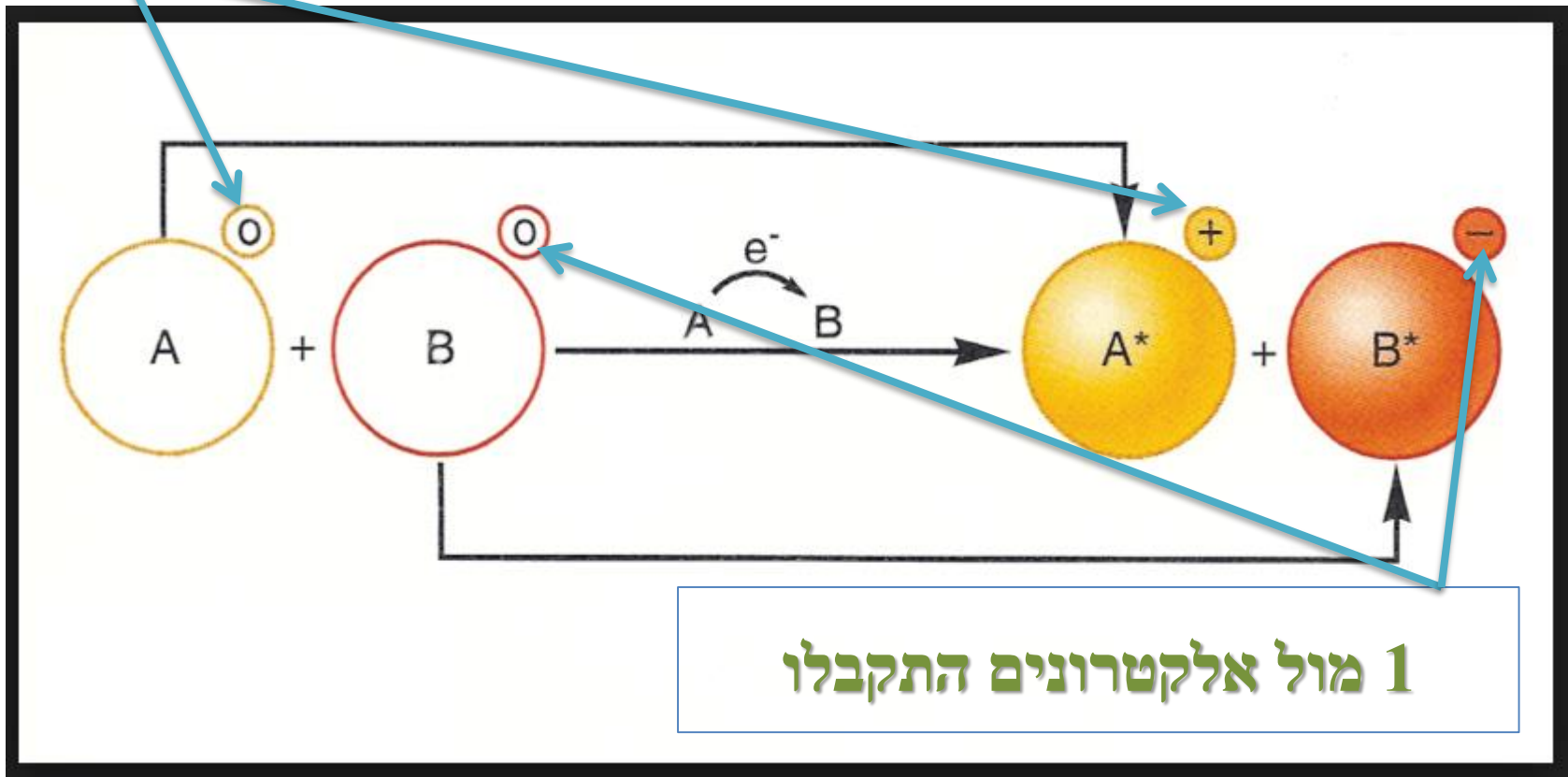
מעבר אלקטרונים בתגובה

1 מול אלקטרונים

נמסרו

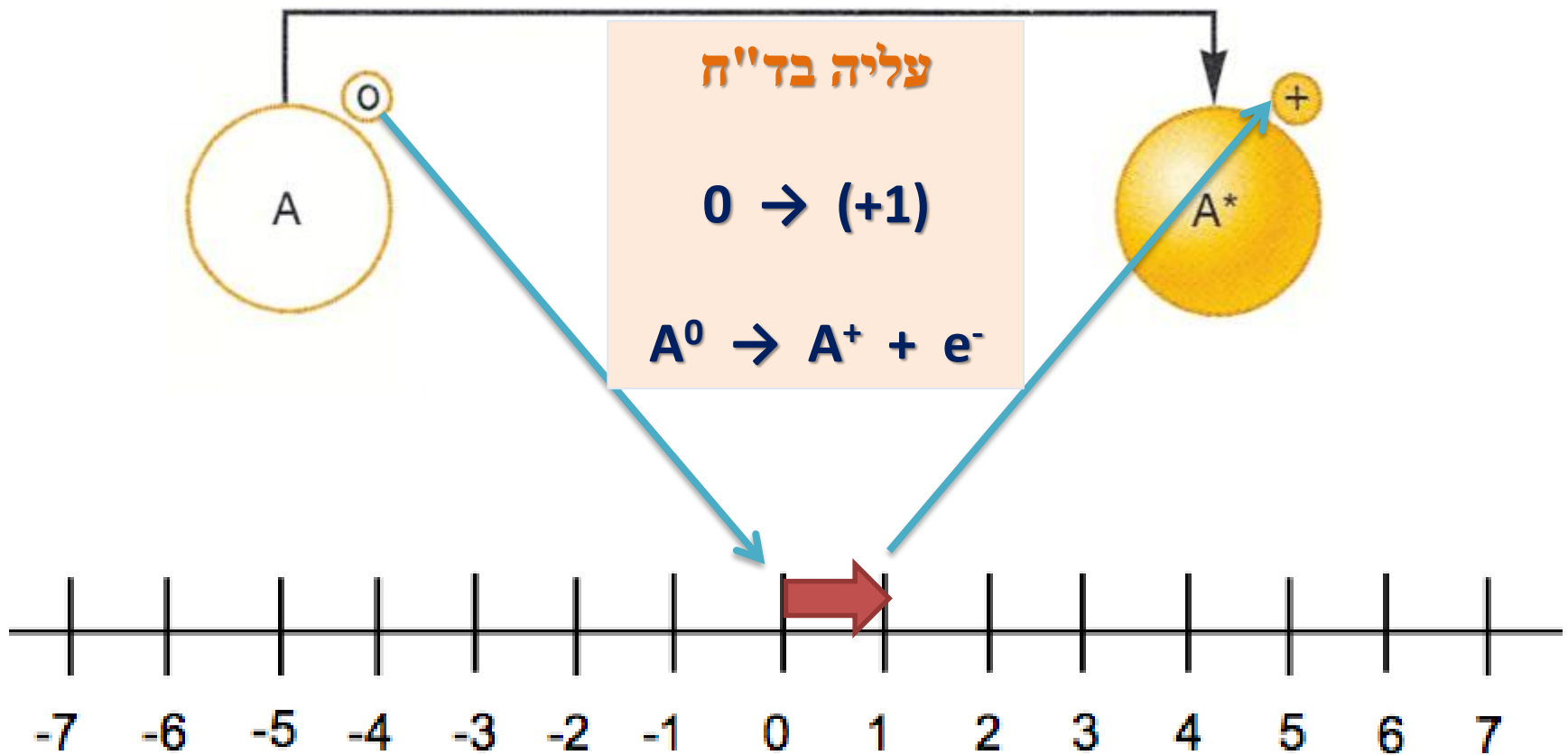
בהנחה שבתגובה היה מול אחד מכל מגיב,

כמה מול אלקטרונים עברו בתגובה?



1 מול אלקטרונים התקבלו

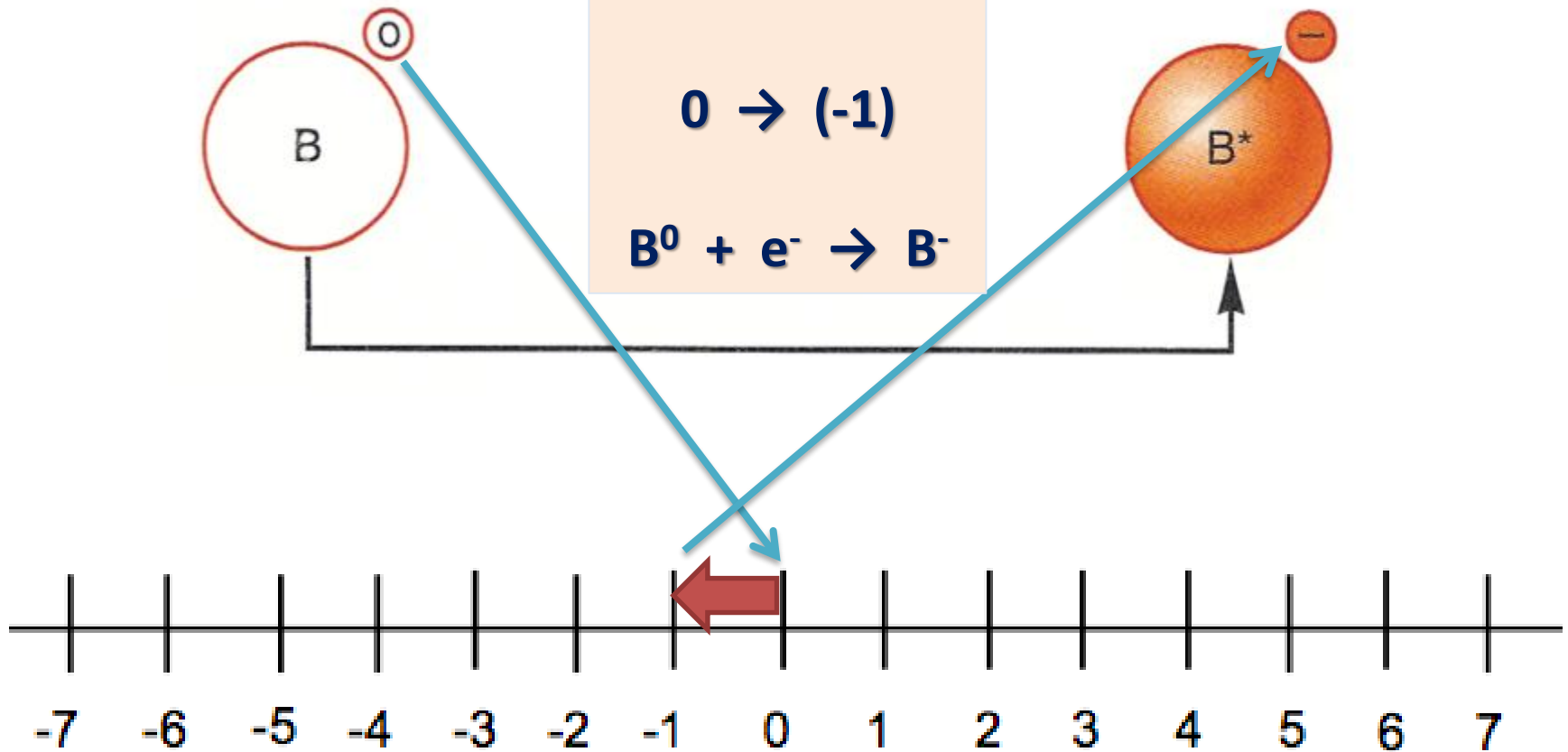
עבור המגיב A:



עבור המגיב B:

ירידה בד"ח

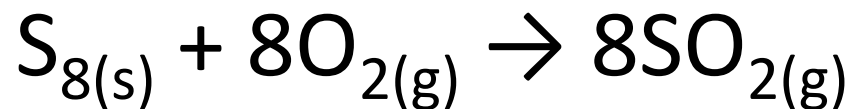
$$0 \rightarrow (-1)$$





הר הגעש קואה איג'ן באינדונזיה הוא כנראה אחד המקומות שקרובים ביותר לגיהינום על פני כדור הארץ. בהר זה יש מאגר גופרית. גופרית נוזלית פורצת מהאדמה ונשרפת בלהבות כחולות.

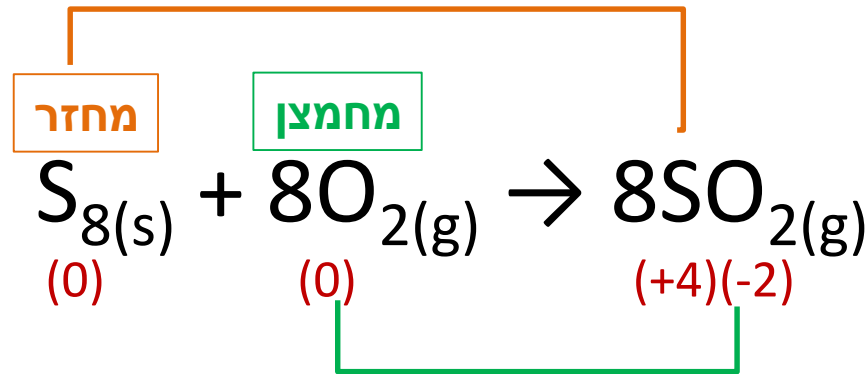
<https://youtu.be/qmkmStZc240>



מי המחמצן ומי המחזר?

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| המחמצן: O_2 | א. המחזר: S_8 |
| המחמצן: S_8 | ב. המחזר: O_2 |
| המחמצן: SO_2 | ג. המחזר: S_8 |
| ד. המחזר והמחמצן SO_2 | |

עלייה בד"ח – מסירת אלקטרונים - חמצון



ירידה בד"ח – קבלת אלקטרונים - חיזור

מי המחמצן ומי המחזר?

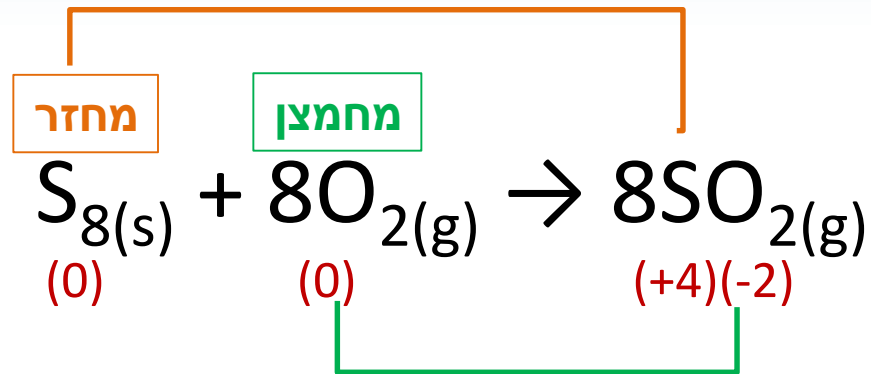
א. המחזר: S_8 המחמצן: O_2

ב. המחזר: O_2 המחמצן: S_8

ג. המחזר: S_8 המחמצן: SO_2

ד. המחזר והמחמצן SO_2

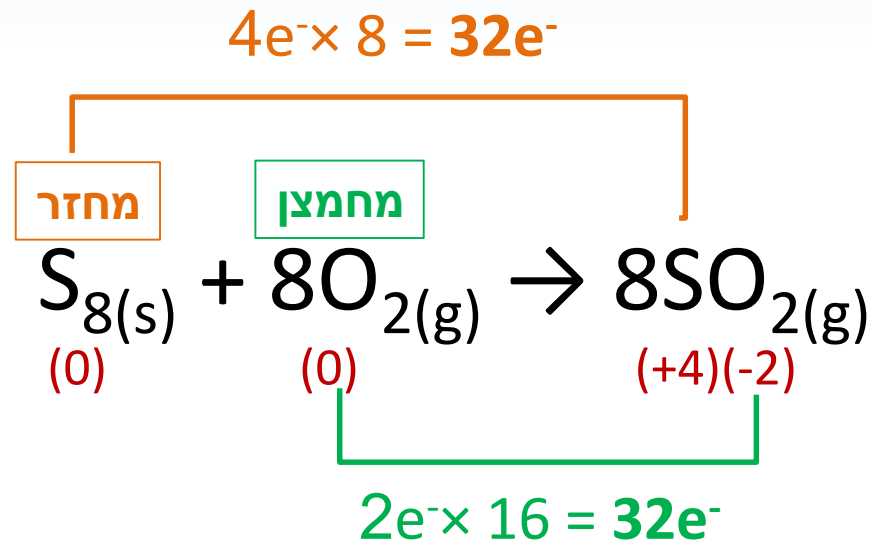




כמה אלקטרונים עוברים בתהליך?

- א. 2 אלקטרונים
- ב. 4 אלקטרונים
- ג. 8 אלקטרונים
- ד. 32 אלקטרונים





כמה אלקטרונים עוברים בתהליך?

א. 2

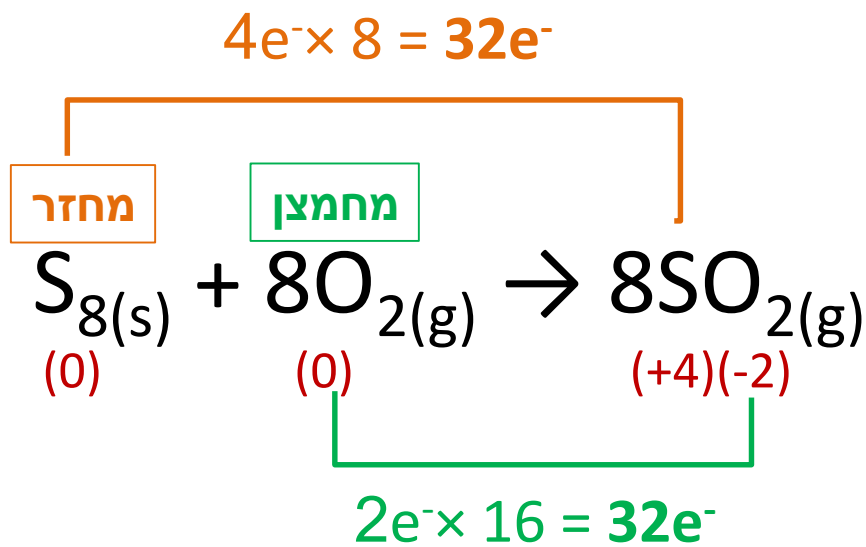
ב. 4

ג. 8

ד. 32



כמה מול אלקטרונים עוברים בתגובה כאשר 64 גרם גופרית מגיבים עם כמות מספקת של חמצן?

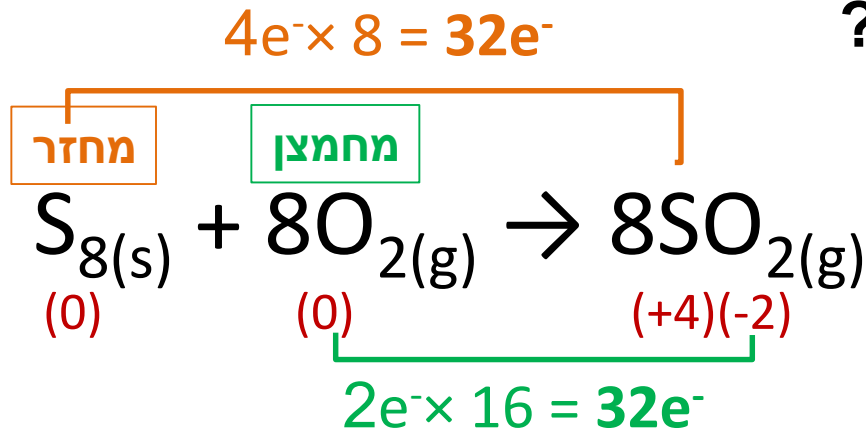


- א. 8 מול
- ב. 32 מול
- ג. 64 מול
- ד. 256 מול



שאלה 3 - פתרון

כמה מול אלקטרונים עוברים בתגובה כאשר 64 גרם גופרית מגיבים עם כמות מספקת של חמצן?



א. נחשב את מספר המולים של S_8 :

$$m = 64 \text{ gr} \quad \quad \text{Mw} = 256 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \quad \quad n = \frac{m}{\text{Mw}} = \frac{64}{256} = 0.25 \text{ mol S}_8$$

ב. נחשב את מספר מולי האלקטרונים בתגובה הנתונה על פי יחס

על פי התגובה המאוזנת	1 מול S_8	32 מול אלקטרונים
בתנאים הנתונים	0.25 מול S_8	$X=8$ מול אלקטרונים

בתגובה של 64 גרם גופרית עוברים 8 מול אלקטרונים

דרגות החמצון של אטומים בתרכובות ינועו מדרגת החמצון המזערית (השלמת רמה) לדרגת החמצון המרבית (וויתור על כל אלקטרוני הערכיות).

אטום לו ד"ח מזערית יכול רק למסור אלקטרונים ולכן יכול לשמש רק כמחזר ואילו אטום לו ד"ח מרבית יכול רק לקבל אלקטרונים ולכן יכול לשמש רק כמחמצן

דרגות החמצון מאפשרות לעקוב אחר מעבר האלקטרונים מספר האלקטרונים הנמסרים על ידי המחזר שווה למספר האלקטרונים המתקבלים על ידי המחמצן