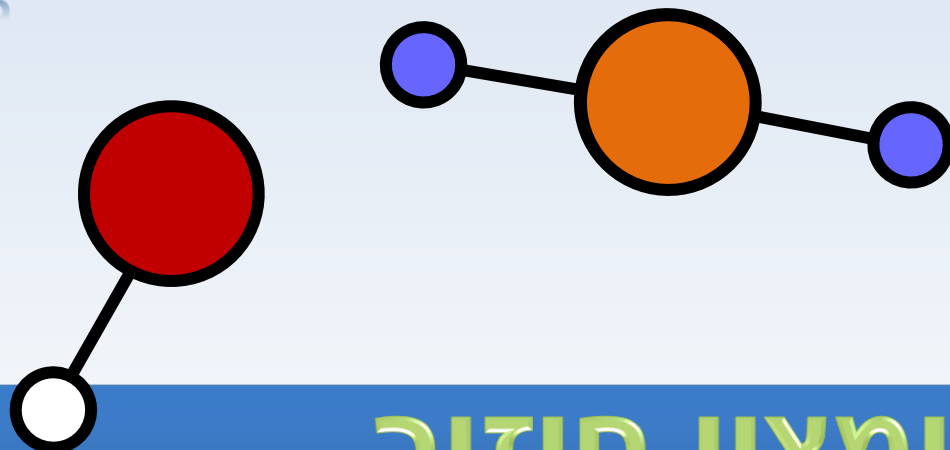
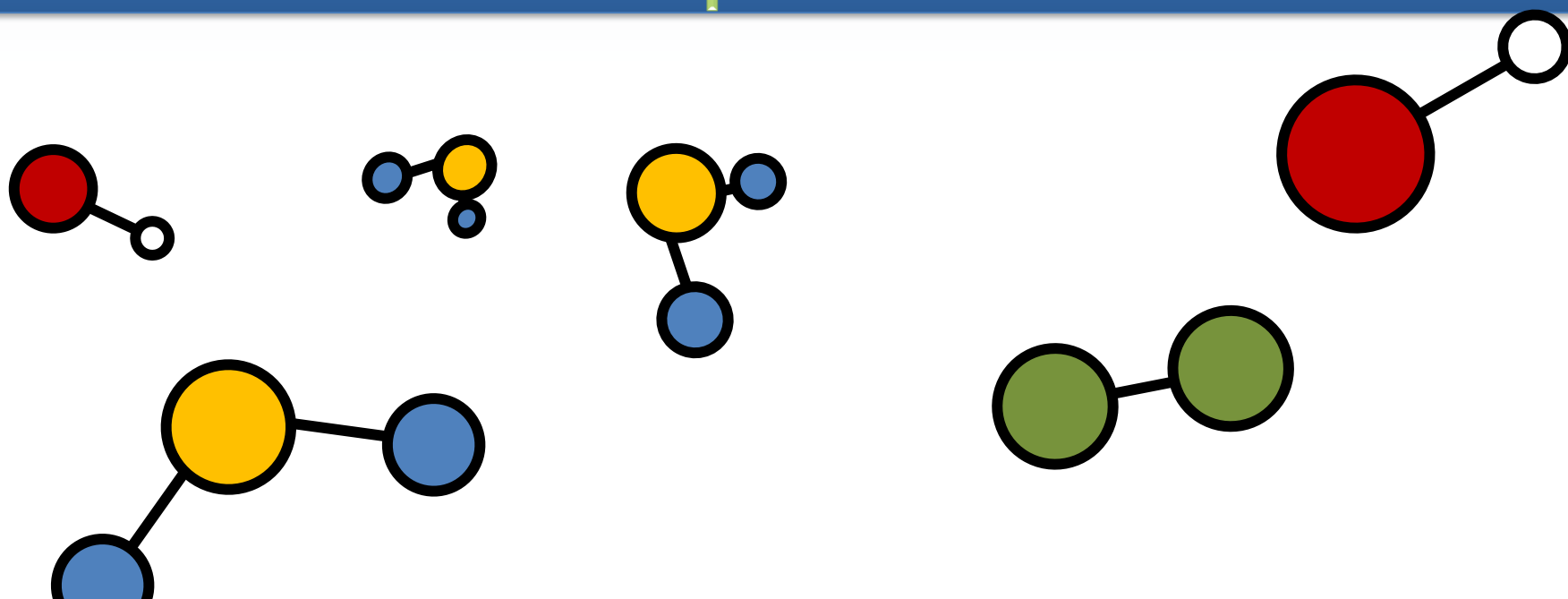




כימיון חיזור

השורה האלקטרוכימית



נלמד על תגובות חמצון-חיזור בין מתכות ויוני מתכות. 

נכיר את השורה האלקטרוכימית של המתכות 

נחזה מה קורה כאשר מכניסים יוני מתכות לכלי מתכתי 

נתרגל את החומר הנלמד 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

הטבלה המחזורית והטורים בטבלה המחזורית 

מתכות ואל-מתכות 

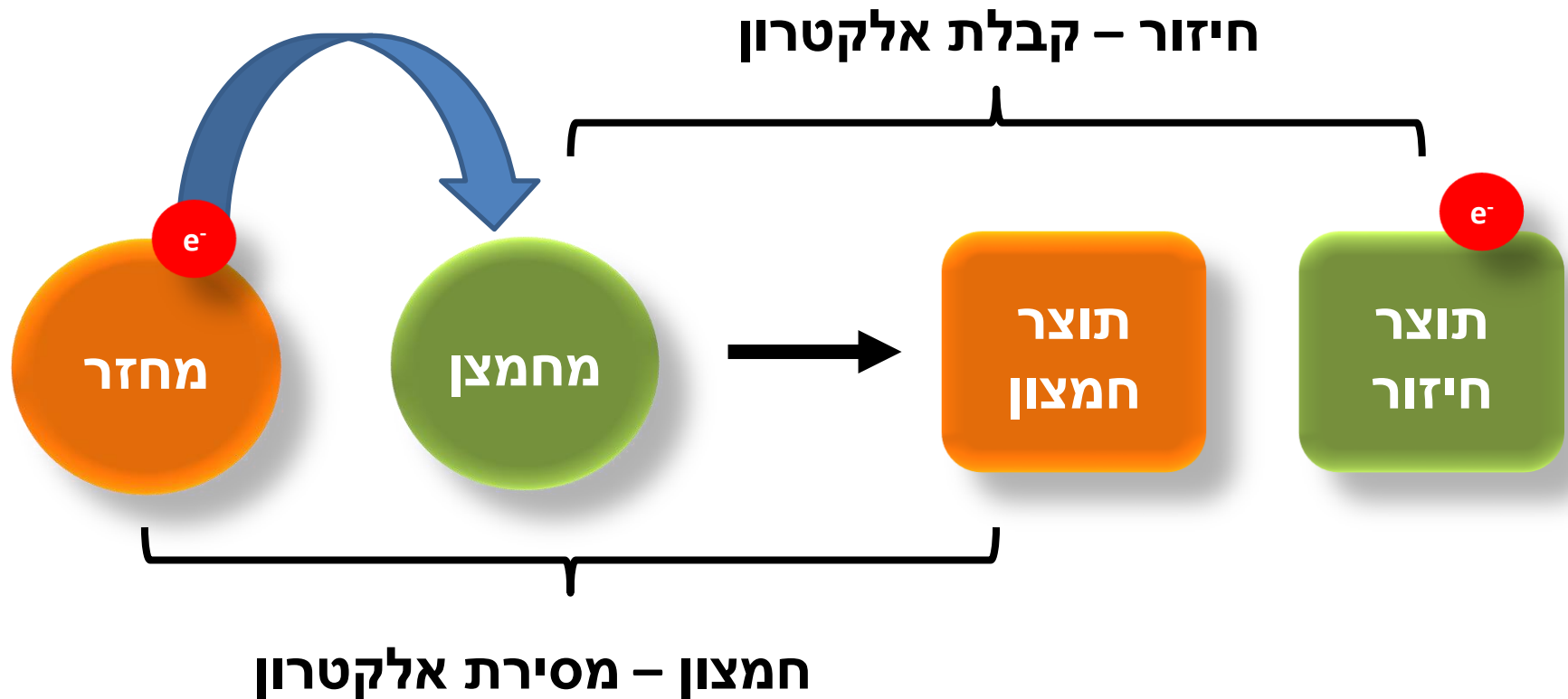
אלקטרושליליות 

תגובת חימצון-חיזור 

רישום חצאי תגובות: חמצון וחיזור 

תגובת חמצון חיזור (חימצור)

תגובה שבה יש מעבר של אלקטרונים



חומר מחזר

- חומר שמוסר אלקטרונים לחומר אחר
- החומר עצמו עובר חמצון



מחזר

חומר מחמצן

- חומר שמקבל אלקטרונים מחומר אחר
- החומר עצמו עובר חיזור



מחמצן

מחזר	מחמצן
עובר חמצון	עובר חיזור

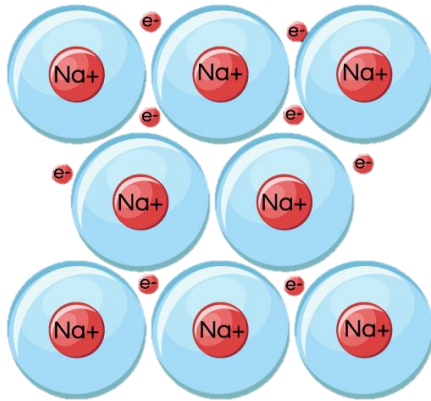
תגובה בין מתכות ליוני מתכות

- יוני המתכת החיוביים שבתמיסה מגיעים לפני המתכת, מושכים אלקטרונים מפני המתכת והופכים להיות חלק מצבר מתכתי. אטומי המתכת מהם נלקחו אלקטרונים הופכים ליונים ויוצאים לתמיסה.
- יוני המתכת בתמיסה הם מחמצנים והמתכת היא המחזרת בתגובה



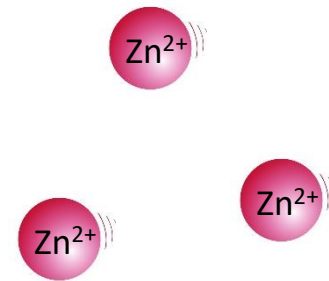
בתגובת חמצון-חיזור יש תחרות על אלקטרוני הערכיות. 
"המנצח" בתחרות הוא זה שיכולתו למשוך אלקטרונים 
יותר טובה והוא המחמצן.

יונים חיוביים (גלעינים) ב"ים
האלקטרונים" - מתכת



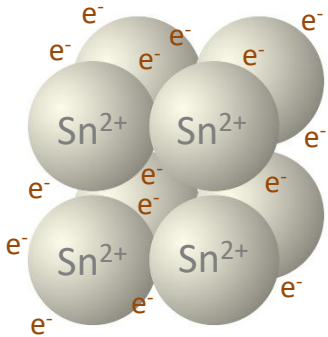
יונים מיוממים בתמיסה

VS.

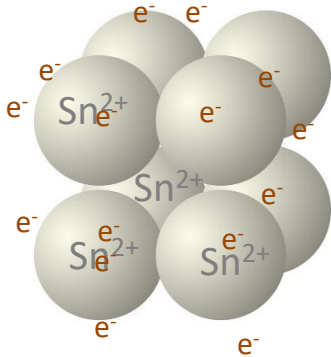


תגובת חמצון-חיזור בין מתכת ליוני מתכת תתרחש כאשר היונים
בתמיסה מושכים אלקטרונים חזק יותר מאשר היונים החיוביים שבסריג
המתכתי (גלעינים) של המתכת.

לדוגמה בדיל:

תיאור ברמה מיקרוסקופית	תיאור ברמה מאקרוסקופית	תיאור ברמת הסמל
		בדיל $\text{Sn}_{(s)}$ 

לדוגמה בדיל:

תיאור ברמה מיקרוסקופית	תיאור ברמה מאקרוסקופית	תיאור ברמת הסמל
סוג הסריג והחלקיקים וסידור החלקיקים בסריג : סוג הסריג הוא מתכתי והמודל המתכתי שלו הוא מבנה בו החלקיקים הם גלעיני (יוני) בדיל חיוביים, Sn^{2+}, קרובים וצפופים המאורגנים במבנה ענק תלת ממדי. אלקטרונים שליליים (אלקטרוני הערכיות) הבלתי מאותרים חופשיים לנוע ב"ים אלקטרוני" ונמשכים לגלעינים החיוביים. סוג הקשרים בתוך הסריג ובין החלקיקים: סוג הקשר הוא קשר מתכתי (משיכה חשמלית בין הגלעינים החיוביים לבין "ים אלקטרוני" השליליים. מכיוון שמדובר על סריג ולא על מולקולות- אין קשר בינמולקולרי. אופני תנועה של החלקיקים : היונים החיוביים (הגלעינים) נעים בתנודות (רטט, ויברציה). (אלקטרוני אינם מוגדרים כחומר אלא כחלקיק תת אטומי. תנועתם אקראית וחופשית).	גוש מוצק בעל צבע אפור מבריק 	בדיל $\text{Sn}_{(s)}$ 

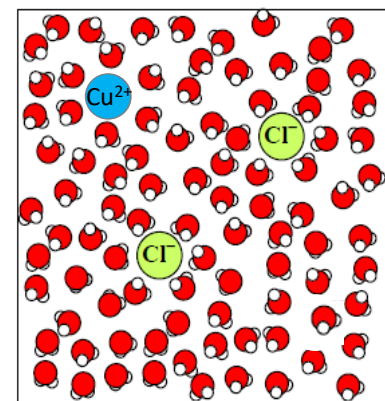
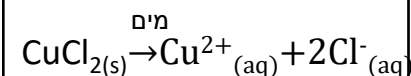
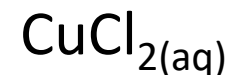
לדוגמה נחושת כלורית:

תיאור ברמה מיקרוסקופית

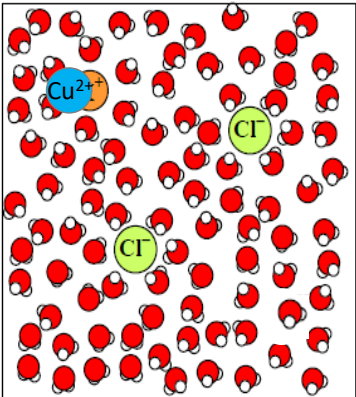
תיאור ברמה
מאקרוסקופית

תיאור ברמת
הסמל

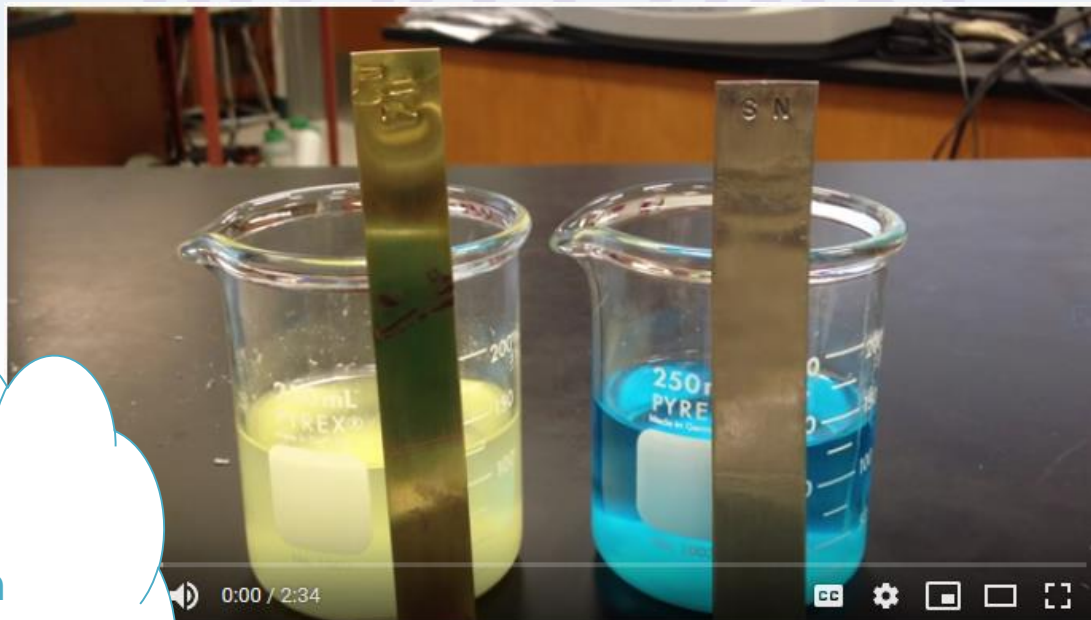
תמיסת



לדוגמה נחושת כלורית:

תיאור ברמה מיקרוסקופית	תיאור ברמה מאקרוסקופית	תיאור ברמת הסמל
סוג החומרים בתמיסה וסוג החלקיקים: בתמיסה יש יוני Cu^{2+} חיוביים, יוני Cl^- שליליים שמקורם בסריג יוני. כמו כן ישנן מולקולות חומר מולקולרי: מים H_2O. החלקיקים: היונים הממוימים (כל יון מוקף במולקולות מים) ומולקולות המים, קרובים יחסית ואינם מסודרים. סוג הקשרים בתמיסה: היונים החיוביים נמשכים במשיכה חשמלית לקטבים השליליים של מולקולות המים, היונים השליליים נמשכים במשיכה חשמלית לקטבים החיוביים של מולקולות המים. בין מולקולות המים לבין עצמן מתקיימים קשרי מימן. קשרי המימן נוצרים בין אטום מימן חשוף מאלקטרונים במולקולה אחת לזוג אלקטרונים לא קושר של אטום חמצן במולקולה סמוכה. אופני תנועה של החלקיקים: יונים ממוימים ומולקולות מים נעים בתנודות וסיבוב בעיקר	נוזל שקוף בצבע תכלת 	תמיסת $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ $\text{CuCl}_{2(s)} \xrightarrow{\text{מים}} \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$ 

נצפה בסרטון



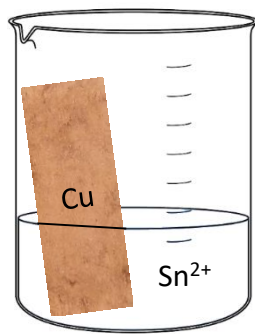
האם התגובה
תתרחש בשתי
הכוסות?

נחוש ובודיל

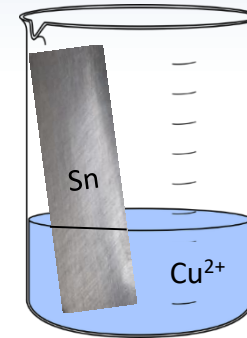
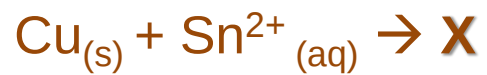
<https://youtu.be/jRBfHGFdy38>



תחרות על האלקטרונים



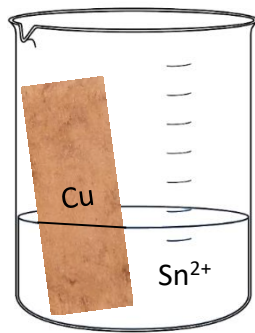
לא התרחשה תגובה



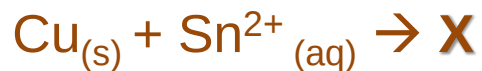
התרחשה תגובה



תחרות על האלקטרונים

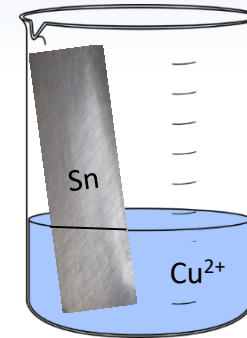


לא התרחשה תגובה



- יוני הבדיל שבתמיסה **לא משכו** אלקטרונים מהנחושת המתכתית.

- הנחושת המתכתית **לא איבדה** אלקטרונים



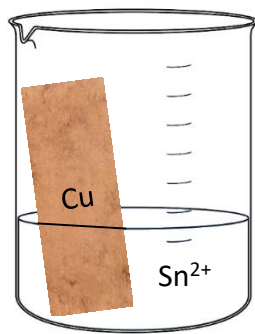
התרחשה תגובה



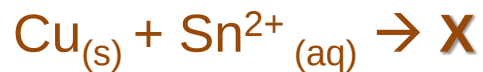
- יוני הנחושת שבתמיסה **משכו** אלקטרונים מהבדיל המתכתי.

- הבדיל המתכתי **איבד** אלקטרונים

תחרות על האלקטרונים



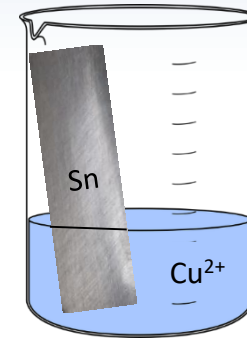
לא התרחשה תגובה



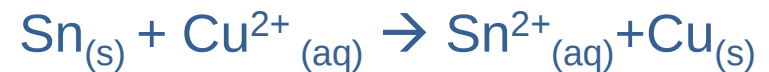
יוני הבדיל שבתמיסה לא משכו אלקטרונים מהנחושת המתכתית.

יוני הבדיל הם מחמצנים פחות טובים מיוני הנחושת שבסריג המתכתי

הנחושת המתכתית לא איבדה אלקטרונים הנחושת היא מחזרת פחות טובה מבדיל



התרחשה תגובה

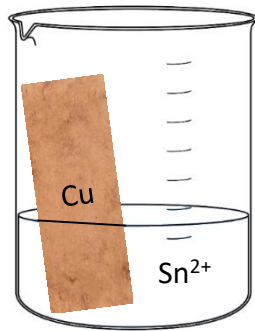


יוני הנחושת שבתמיסה משכו אלקטרונים מהבדיל המתכתי.

יוני הנחושת הם מחמצנים יותר טובים מיוני הבדיל שבסריג המתכתי

הבדיל המתכתי איבד אלקטרונים הבדיל הוא מחזר יותר טוב מנחושת

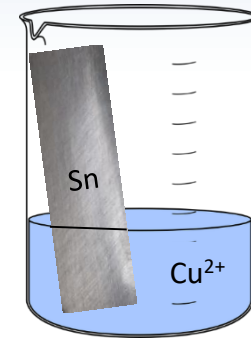
תחרות על האלקטרונים



לא התרחשה תגובה
 $\text{Cu}_{(s)} + \text{Sn}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{X}$

יוני הבדיל שבתמיסה לא משכו אלקטרונים מהנחושת המתכתית.

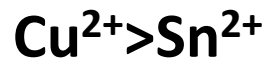
יוני הבדיל הם מחמצנים פחות טובים



התרחשה תגובה
 $\text{Sn}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Sn}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$

יוני הנחושת שבתמיסה משכו אלקטרונים מהבדיל המתכתי.

יוני הנחושת הם מחמצנים יותר טובים



כושר לחמצן

הנחושת המתכתית לא איבדה אלקטרונים
הנחושת היא מחזרת פחות טובה מבדיל

הבדיל המתכתי איבד אלקטרונים
הבדיל הוא מחזר טוב מנחושת



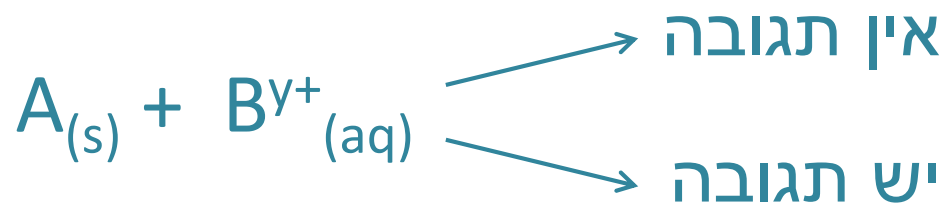
כושר לחזר

תחרות על האלקטרונים

בתגובת חמצון-חיזור יש תחרות על אלקטרונים הערכיות. 

"המנצח" בתחרות הוא זה שיכולתו למשוך אלקטרונים יותר טובה והוא המחמצן. 

בתגובה בין מתכת $A_{(s)}$ לבין יוני מתכת $B^{y+}_{(aq)}$, נוכל להתייחס למקרים הבאים:





אם מתרחשת תגובה

אם התרחשה תגובת חמצון-חיזור בין החומרים הנתונים, אז יוני $By^+_{(aq)}$ מושכים חזק יותר את האלקטרונים ולכן הם מחמצנים (מקבלים אלקטרונים) ואילו המתכת $A_{(s)}$ מחזרת (מוסרת אלקטרונים)

מסקנות:

$A^{x+} < B^{y+}$: יוני B מחמצנים טוב יותר לעומת יוני A

וגם

$A > B$: המתכת A מחזרת טובה יותר לעומת מתכת B



אם לא מתרחשת תגובה

אם לא התרחשה תגובת חמצון-חיזור בין החומרים הנתונים, נוכל לקבוע שיוני המתכת בתמיסה $B^{y+}_{(aq)}$ מושכים פחות חזק את האלקטרונים מאשר היונים (הגלעינים) שבמתכת $A_{(s)}$ ולכן אין מעבר של אלקטרונים ולא מתרחשת תגובה

מסקנות:

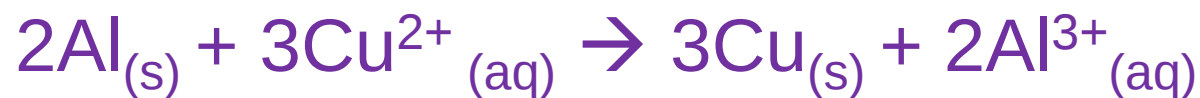
$B^{y+} < A^{x+}$: יוני A מחמצנים טוב יותר לעומת יוני B

וגם

$B > A$: המתכת B מחזרת טובה יותר לעומת מתכת A

צפו בסרטון.

קבעו מי מבין שתי המתכות בתגובה, אלומיניום, $\text{Al}_{(s)}$, או נחושת, $\text{Cu}_{(s)}$, היא מחזרת טובה יותר:



נחושת כלורית ואלומיניום

https://youtu.be/fJwkxD_wZvk

א. $\text{Cu} > \text{Al}$

ב. $\text{Cu} = \text{Al}$

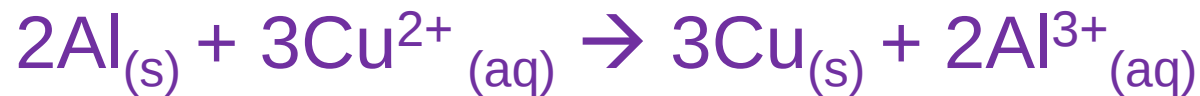
ג. $\text{Al} > \text{Cu}$

ד. לא ניתן לקבוע

שאלה 1 - פתרון

צפו בסרטון.

קבעו מי מבין שתי המתכות בתגובה, אלומיניום, $\text{Al}_{(s)}$, או נחושת, $\text{Cu}_{(s)}$, היא מחזרת טובה יותר:



נחושת כלורית ואלומיניום

https://youtu.be/fJwkxD_wZvk

א. $\text{Cu} > \text{Al}$

ב. $\text{Cu} = \text{Al}$

ג. $\text{Al} > \text{Cu}$

ד. לא ניתן לקבוע

קבעו מי מבין שתי המתכות בתגובה הבאה, מנגן, $Mn_{(s)}$, או ברזל, $Fe_{(s)}$, היא מחזרת טובה יותר:



א. $Mn > Fe$

ב. $Mn = Fe$

ג. $Mn < Fe$

ד. לא ניתן לקבוע

קבעו מי מבין שתי המתכות בתגובה הבאה, מנגן, $\text{Mn}_{(s)}$, או ברזל, $\text{Fe}_{(s)}$, היא מחזרת טובה יותר:



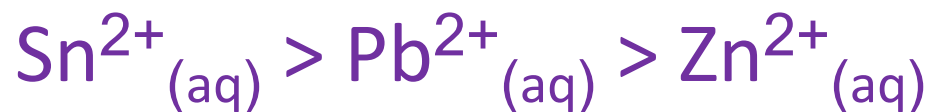
א. $\text{Mn} > \text{Fe}$

ב. $\text{Mn} = \text{Fe}$

ג. $\text{Mn} < \text{Fe}$

ד. לא ניתן לקבוע

נתונים יוני המתכות הבאים על פי כושרם של היונים לחמצן
(עופרת, Pb, בדיל, Sn, ואבץ, Zn):



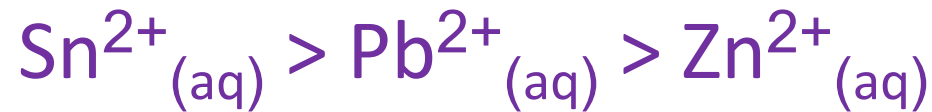
האם תתרחש תגובה כאשר נכניס מוט אבץ לכלי המכיל יוני
עופרת?

א. תתרחש תגובה

ב. לא תתרחש תגובה

ג. לא ניתן לקבוע

נתונים יוני המתכות הבאים על פי כושרם של היונים לחמצן
(עופרת, Pb, בדיל, Sn, ואבץ, Zn):



האם תתרחש תגובה כאשר נכניס מוט אבץ לכלי המכיל יוני
עופרת?



א. תתרחש תגובה

ב. לא תתרחש תגובה

ג. לא ניתן לקבוע

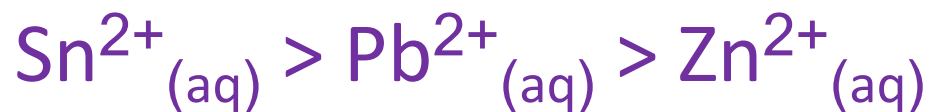
נתון: $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} > \text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} > \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$

נתייחס למתכות (הפוך לסדר היונים): $\text{Sn}_{(\text{s})} < \text{Pb}_{(\text{s})} < \text{Zn}_{(\text{s})}$

מתוך נתוני השאלה $\text{Zn}_{(\text{s})}$ מחזר טוב יותר מאשר $\text{Pb}_{(\text{s})}$ התגובה תתרחש.

התגובה היא: $\text{Zn}_{(\text{s})} + \text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Pb}_{(\text{s})}$

נתונים יוני המתכות הבאים על פי כושרם של היונים לחמצן
(עופרת, Pb, בדיל, Sn, ואבץ, Zn):



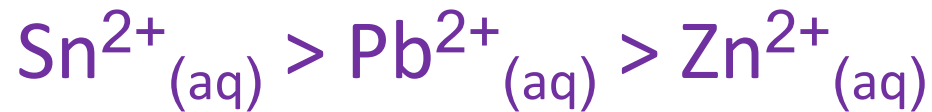
האם תתרחש תגובה כאשר נכניס מוט בדיל לכלי המכיל יוני
עופרת.

א. תתרחש תגובה

ב. לא תתרחש תגובה

ג. לא ניתן לקבוע

נתונים יוני המתכות הבאים על פי כושרם של היונים לחמצן
(עופרת, Pb, בדיל, Sn, ואבץ, Zn):



האם תתרחש תגובה כאשר נכניס מוט בדיל לכלי המכיל יוני
עופרת.

א. תתרחש תגובה



ב. לא תתרחש תגובה

ג. לא ניתן לקבוע

נתון: $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} > \text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} > \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$

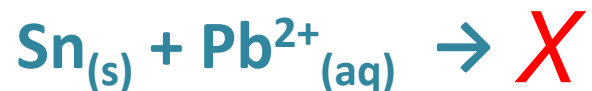
נתייחס למתכות (הפוך לסדר היונים): $\text{Sn}_{(\text{s})} < \text{Pb}_{(\text{s})} < \text{Zn}_{(\text{s})}$

דרגת החמצון של $\text{Sn}_{(\text{s})}$ היא 0 ולכן יכול רק לחזר.

מתוך נתוני השאלה $\text{Pb}_{(\text{s})}$ מחזר טוב יותר מאשר $\text{Sn}_{(\text{s})}$ התגובה לא

תתרחש.

התגובה:



לכן ניתן לשמור יוני עופרת בכלי עשוי בדיל

השורה האלקטרוכימית של המתכות

ניתן לדרג את המתכות על פי כושרם לחזר יוני מתכות:



*מתכות נייטרליות הם מחזרות בלבד. מתכת לא יכולה לקבל אלקטרונים

ניתן לדרג את המתכות על פי כושרם לחזר יוני מתכות:



ניתן לדרג יוני המתכות על פי כושרם לחמצן מתכות:



השורה האלקטרוכימית של המתכות

במילים אחרות:

מצאנו שניתן לדרג באופן איכותי את המתכות לפי הנטייה למסור אלקטרונים (לעבור חימצון, לחזר):



ואת יוני המתכות הממוימים ניתן לדרג לפי הנטייה לקבל אלקטרונים (לעבור חיזור, לחמצן):



מימן בשורה האלקטרוכימית

מימן איננו מתכת אבל נהוג להשוות את יכולתו לשמש כמחזר שלו למתכות.

למעשה, מימן משמש כנקודת ייחוס:

מצידו האחד נמצאות מתכות פעילות ומצידו השני מתכות יציבות ("מתכות אצילות")



מתכות פעילות שעוברות חמצון
בקלות. מופיעות כתרכובות
בטבע



"מתכות אצילות" שאינן עוברות
חמצון בקלות (מחזרות לא טובות)
ולכן משמשות ליצירת כלים,
תכשיטים ומטבעות

תתרחש, או לא תתרחש: זוהי השאלה!

האם תתרחש תגובה
או לא?



ניתן להשתמש בשורה
האלקטרוכימית לניבוי

התרחשות התגובה

או

אי-התרחשות התגובה

בתגובות חמצון-חיזור מתרחש מעבר אלקטרונים מהמחזר למחמצן. 

השורה האלקטרוכימית מדרגת את המתכות על פי כושרן היחסי לחזר. 

מתכת שהיא מחזר חזק, היונים שלה יהיו מחמצנים חלשים. 