כימיה ברשת

מכון ויצמן למדע
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

מכון דוידסון לחינוך מדעי
DAVIDSON INSTITUTE OF SCIENCE EDUCATION

תכונות מחזוריות ב'

שיעור סינכרוני

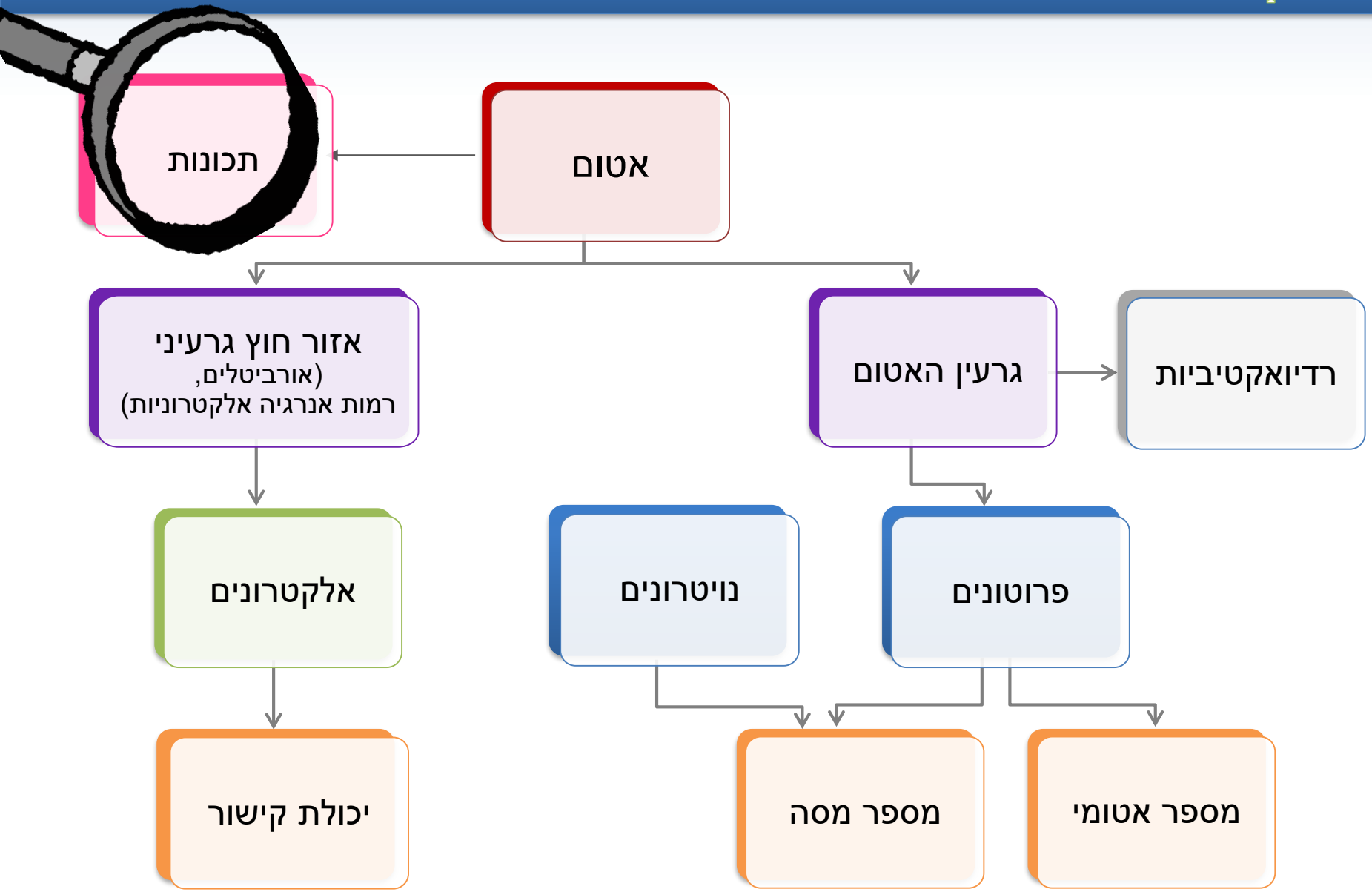
מה נלמד בשיעור זה?

- נכיר תכונות מחזוריות:

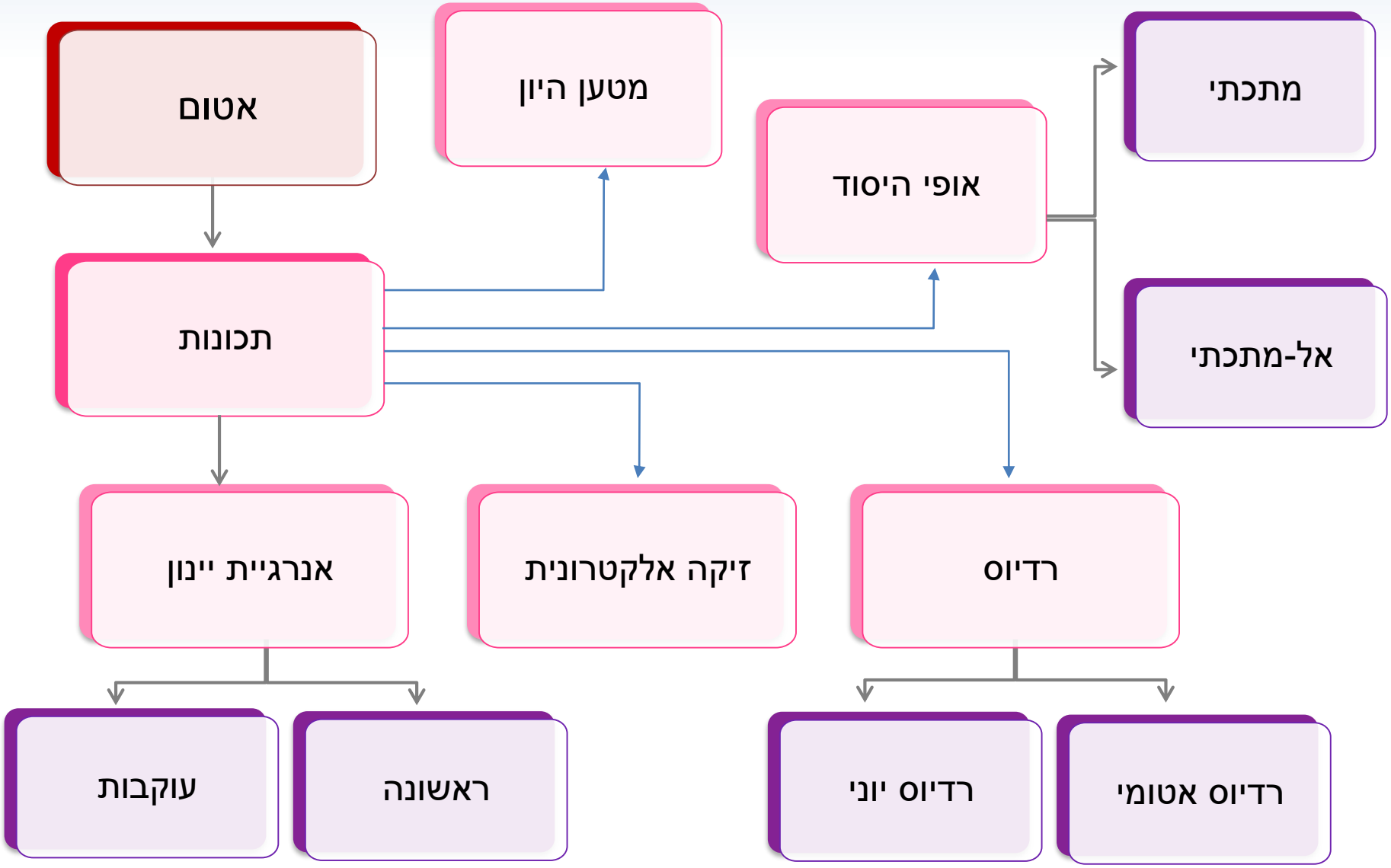
רדיוס אטומי

רדיוס יוני

ארגון הידע


תכונות
אטום
אזור חוץ גרעיני
(אורביטלים,
רמות אנרגיה אלקטרוניות)
גרעין האטום
רדיואקטיביות
אלקטרונים
נויטרונים
פרוטונים
יכולת קישור
מספר מסה
מספר אטומי

ארגון הידע


אטום
מטען היון
אופי היסוד
מתכתי
אל-מתכתי
תכונות
אנרגיית יינון
זיקה אלקטרונית
רדיוס
עוקבות
ראשונה
רדיוס יוני
רדיוס אטומי

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

- הכרת המערכה המחזורית
- הכרת גרעין האטום: פרוטונים, נויטרונים, מספר מסה, מספר אטומי, איזוטופים
- לדעת כיצד רושמים הערכות אלקטרונית לאטומים וליונים פשוטים
- לדעת לזהות גלעין, אלקטרוני ערכיות, ולאתר את מיקום האטום על פי מספר הרמה ומספר הטור במערכה המחזורית
- חוק קולון ומשמעותו
- תכונות מחזוריות: אופי היסוד, מטען היון

לאטומים שונים תכונות שונות.

האטום מוגדר כחלקיק הקטן ביותר השומר על תכונות החומר.

מהן תכונות אלה?

לאטומים שונים תכונות שונות.

האטום מוגדר כחלקיק הקטן ביותר השומר על תכונות החומר.

תכונות אלה תכונות בסיסיות הניתנות

לייצוג באמצעות המערכה המחזורית

תרגיל 1

ציירו במחברת את הנוסחאות הכימיות הבאות:

- Ne (הגז האציל ניאון)
- H_2 (מולקולת מימן)
- H_2O (מולקולת מים)

גודלם של אטומים

איך ציירנו את האטומים?

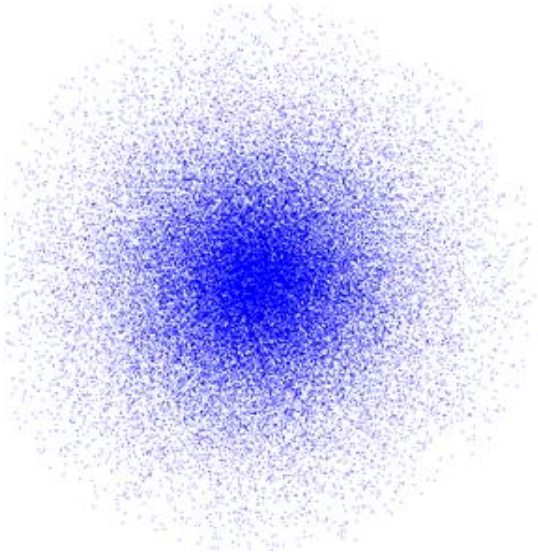
ניעזר במודל האטום: **העיגול**.

האם ציירת את החלקיקים במחברת באמצעות עיגולים

שווים או **שונים**

בגודלם?

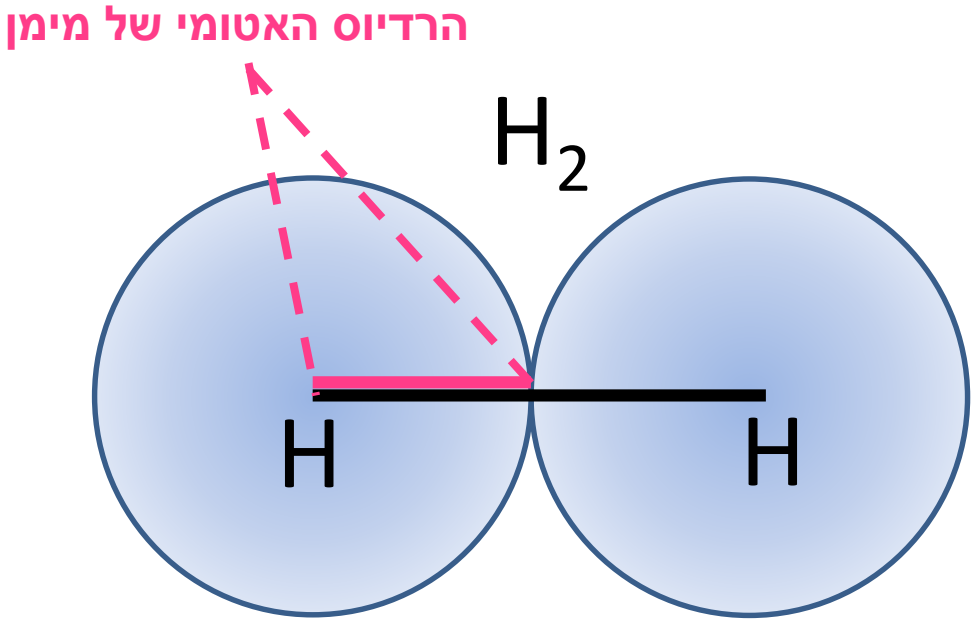
אנו מדמים את האטומים לכדורים תלת-מימדיים, אך סביב הגרעין קיים "ענן" אלקטרונים שאין לו רדיוס מוגדר או קבוע.



כיצד ניתן לקבוע מהו רדיוס האטום?

רדיוס אטומי הינו המרחק
ממרכז גרעין האטום לקצה הרמה האחרונה.

מרחק זה נמדד במצב מוצק (המרחק בין שני גרעינים של אטומים צמודים- מחולק בשניים).



יחידות המידה הקטנות מכונות:
אנגסטרם:

$$1\text{Å} = 10^{-10}\text{meters}$$

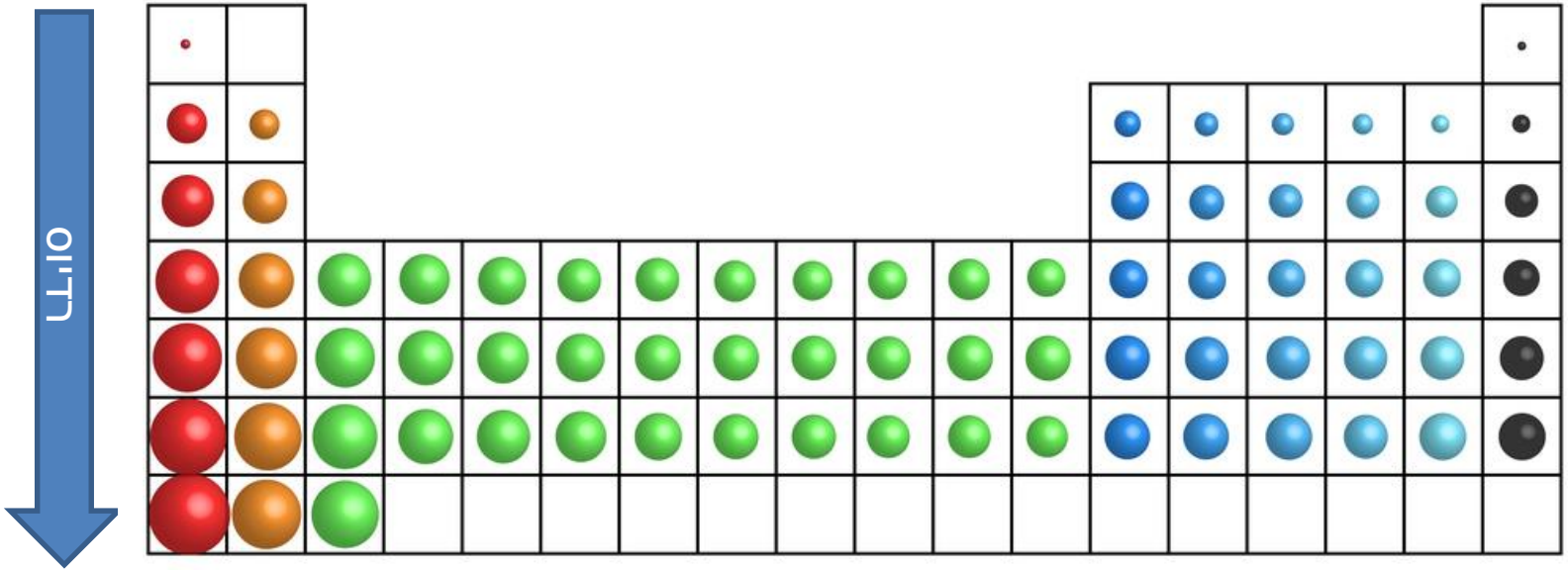
$$10^{-10} = 0.0000000001$$

הגורמים המשפיעים על הרדיוס האטומי הם:

1. מספר הרמות האלקטרוניות אשר מאוכלסות באלקטרונים
2. כמות הפרוטונים בגרעין (גודל המטען הגרעיני)

1. מספר הרמות האלקטרוניות אשר מאוכלסות באלקטרונים

ככל שיש יותר רמות אנרגיה מאוכלסות כך גדל רדיוס האטום

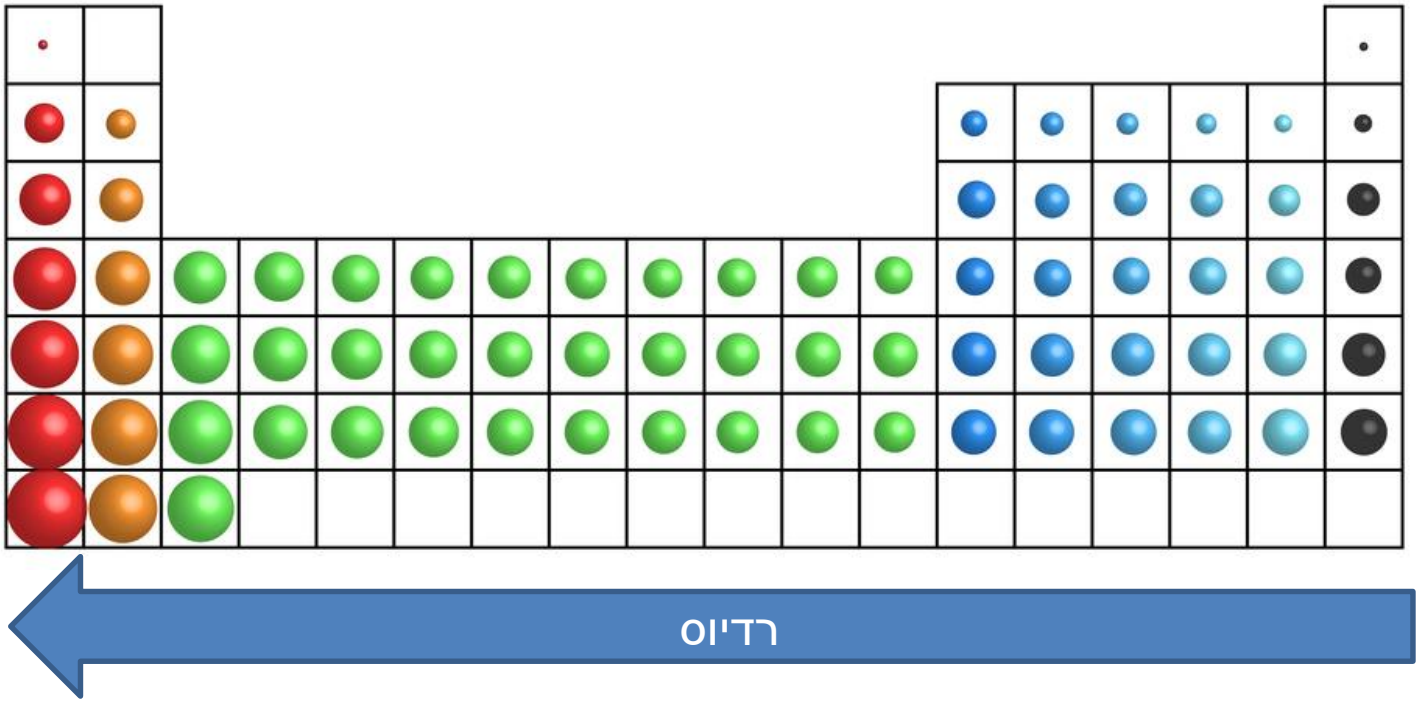


ככל שיש יותר רמות אנרגיה המאוכלסת באלקטרונים
המרחק הממוצע של הרמה האחרונה מהגרעין גדול יותר

2. כמות הפרוטונים בגרעין (גודל המטען הגרעיני)

ככל שיש מטען גרעיני גדול יותר (יותר פרוטונים)

רדיוס האטום קטן.



ככל שיש יותר פרוטונים בגרעין משיכת האלקטרונים לגרעין חזקה יותר וכתוצאה-
הענן האלקטרוני "מתכווץ"

תזכורת: חוק קולון

הכוח הפועל בין שני מטענים:

$$f = c\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

גדל ככל שהמטענים **גדלים**
(יחס ישר)

קטן ככל המטענים **רחוקים** יותר אחד מהשני (יחס הפוך)

מושפע יותר (בריבוע) משינוי המרחק בין המטענים

ביטוי חוק קולון בתכונת רדיוס החלקיק

הרדיוס האטומי מושפע מכוח המשיכה בין הגרעין לאלקטרון שברמת הערכיות.

ככל שכוח המשיכה הפועל ביניהם גדול

כך קטן הרדיוס האטומי

הגורמים המשפיעים על גודל כוח המשיכה בין האלקטרון לגרעין, המרחק וגודל המטענים, משפיעים בהתאם גם על הרדיוס האטומי.

תרגיל 2

למי רדיוס אטומי גדול יותר חמצן O או סלניום Se ? הסבירו.

הנחייה לפתרון לתרגיל 2 - אסטרטגיה

למי רדיוס אטומי גדול יותר חמצן O או סלניום Se ? הסבירו.

אסטרטגיה לפתרון וכתיבת הסבר:

1. בחנו את המיקום בטבלה המחזורית וחישבו מהו הגורם המשפיע:
   - א- השוואה בין האטומים השונים מבחינת רמות האנרגיה (שורות)
   - ב- אם אין הבדל בין רמות האנרגיה, משווים את המטען הגרעיני
2. ציינו את הנתונים
3. קשרו בין הנתונים לגודל הרדיוס

פתרון לתרגיל 2

למי רדיוס אטומי גדול יותר חמצן O או סלניום Se ? הסבירו.

חמצן O < סלניום Se

לחמצן 2 רמות אנרגיה מאוכלסות באלקטרונים ולסלניום 4 רמות אנרגיה מאוכלסות באלקטרונים: המרחק הממוצע של האלקטרונים מגרעין הסלניום גדול יותר מאשר באטום החמצן.

מכאן שרדיוס אטום הסלניום גדול יותר מאשר רדיוס אטום החמצן

תרגיל 3

למי רדיוס אטומי גדול יותר חמצן O או בור B ? הסבירו.

פתרון לתרגיל 3

למי רדיוס אטומי גדול יותר חמצן O או סלניום Se ? הסבירו.

חמצן O < בור B

אותה שורה ← מספר פרוטונים שונה

לחמצן ולבור 2 רמות אנרגיה מאוכלסות באלקטרונים.

לחמצן 8 פרוטונים ולבור 5 פרוטונים בגרעין:
גרעין החמצן מושך את האלקטרונים חזק יותר ורדיוס האטום קטן יותר.

תרגיל 4

מהו הסדר הנכון של הרדיוס האטומי ביסודות הבאים: H, K, Br.
נמקו.

1. H < Br < K
2. K < Br < H
3. H < K < Br
4. Br < H < K

א. השוואת מספר רמות האנרגיה
ב. אם מספר רמות האנרגיה שווה-
משווים את המטען הגרעיני

פתרון לתרגיל 4

מהו הסדר הנכון של הרדיוס האטומי ביסודות הבאים: H, K, Br.
נמקו.

1. H < Br < K
2. K < Br < H
3. H < K < Br
4. Br < H < K

א. השוואת מספר רמות האנרגיה
ב. אם מספר רמות האנרגיה שווה- משווים את המטען הגרעיני

הסבר לפתרון תרגיל 4

מימן נמצא בשורה הראשונה בטבלה, (בעל רמה אחת מאוכלסת באלקטרונים).
אשלגן וברום נמצאים בשורה הרביעית בטבלה, בעלי ארבע רמות מאוכלסות באלקטרונים.

לכן למימן הרדיוס הקטן ביותר מבין השלושה

לברום מטען גרעיני גדול יותר מאשר לאשלגן. ככל שמספר הפרוטונים בגרעין גדול יותר, האלקטרונים נמשכים יותר לגרעין והרדיוס קטן.

לברום רדיוס קטן יותר מלאשלגן

H<Br<K

1 H מימן 1.008																	2 He הליום 4.003
3 Li ליתיום 6.941	4 Be בריליום 9.012											5 B בור 10.811	6 C פחמן 12.011	7 N חנקן 14.007	8 O חמצן 15.999	9 F פלואור 18.998	10 Ne ניאון 20.180
11 Na נתרן 22.990	12 Mg מגנזיום 24.305											13 Al אלומיניום 26.982	14 Si צורן 28.086	15 P זרחן 30.974	16 S גופרית 32.065	17 Cl כלור 35.453	18 Ar ארגון 39.948
19 K אשלגן 39.098	20 Ca סידן 40.078	21 Sc סקנדיום 44.956	22 Ti טיטניום 47.867	23 V וונדיום 50.942	24 Cr כרום 51.996	25 Mn מנגן 54.938	26 Fe ברזל 55.845	27 Co קובלט 58.933	28 Ni ניקל 58.693	29 Cu נחושת 63.546	30 Zn אבץ 65.390	31 Ga גליום 69.723	32 Ge גרמניום 72.640	33 As ארסן 74.922	34 Se סלניום 78.960	35 Br ברום 79.904	36 Kr קריפטון 83.798
37 Rb רובידיום 85.468	38 Sr סטרונציום 87.620	39 Y איטריום	40 Zr זירקוניום 91.224	41 Nb ניוביום 92.9064	42 Mo מוליבדן 95.94	43 Tc טכנציום 98	44 Ru רותניום 101.07	45 Rh רודיום 102.906	46 Pd פלדיום 106.42	47 Ag כסף 107.868	48 Cd קדמיום 112.411	49 In אינדיום 114.818	50 Sn בדיל 118.71	51 Sb אנטימון 121.76	52 Te טלוריום 127.6	53 I יוד 126.905	54 Xe קסנון 131.293
55 Cs צסיום 132.905	56 Ba בריום 137.327	57-71	72 Hf הפניום 178.49	73 Ta טנטלום 180.948	74 W טונגסטן 183.84	75 Re רניום 186.207	76 Os אוסמיום 190.23	77 Ir אירידיום 192.217	78 Pt פלטינה 195.078	79 Au זהב 196.967	80 Hg כספית 200.59	81 Tl תליום 204.383	82 Pb עופרת 207.2	83 Bi ביסמות 208.980	84 Po פולוניום 209	85 At אסטט 210	86 Rn רדון 222
87 Fr פרנסיום 223	88 Ra רדיום 226	89-103	104 Rf רותרפורדיום 267	105 Db דובניום 268	106 Sg סיבורגיום 269	107 Bh בוהריום 270	108 Hs הסיום 277	109 Mt מייטנריום 278	110 Ds דרמשטטיום 281	111 Rg רנטגניום 282	112 Cn קופרניקיום 285	113 Nh ניהוניום 286	114 Fl פלרוביום 289	115 Mc מוסקוביום 290	116 Lv ליברמוריום 293	117 Ts טנסין 294	118 Og אוגנסון 294

תרגיל 5

מהו הסדר הנכון של הרדיוס האטומי של היסודות הבאים? נמקו.

א. Cl < Ca < Mg

ב. Ca > Mg > Cl

ג. Ca > Cl > Mg

ד. Cl > Mg > Ca

פתרון לתרגיל 5

מהו הסדר הנכון של הרדיוס האטומי של היסודות הבאים? נמקו.

א. Cl < Ca < Mg

ב. Ca > Mg > Cl

ג. Ca > Cl > Mg

ד. Cl > Mg > Ca

הסבר לפתרון תרגיל 5

לסידן (Ca) ארבע רמות המאוכלסות באלקטרונים, ולמגנזיום וכלור שלוש רמות מאוכלסות באלקטרונים: **לסידן הרדיוס הגדול ביותר**.

לכלור מטען גרעיני גדול מזה של מגנזיום (מספר פרוטונים גדול יותר): האלקטרונים נמשכים חזק יותר לגרעין והרדיוס קטן.

Ca>Mg>Cl

1 H מימן 1.008																	2 He הליום 4.003
3 Li ליתיום 6.941	4 Be בריליום 9.012											5 B בור 10.811	6 C פחמן 12.011	7 N חנקן 14.007	8 O חמצן 15.999	9 F פלואור 18.998	10 Ne ניאון 20.180
11 Na נתרן 22.990	12 Mg מגנזיום 24.305											13 Al אלומיניום 26.982	14 Si צורן 28.086	15 P זרחן 30.974	16 S גופרית 32.065	17 Cl כלור 35.453	18 Ar ארגון 39.948
19 K אשלגן 39.098	20 Ca סידן 40.078	21 Sc סקנדיום 44.956	22 Ti טיטניום 47.867	23 V ונדיום 50.942	24 Cr כרום 51.996	25 Mn מנגן 54.938	26 Fe ברזל 55.845	27 Co קובלט 58.933	28 Ni ניקל 58.693	29 Cu נחושת 63.546	30 Zn אבץ 65.390	31 Ga גליום 69.723	32 Ge גרמניום 72.640	33 As ארסן 74.922	34 Se סלניום 78.960	35 Br ברום 79.904	36 Kr קריפטון 83.798
37 Rb רובידיום 85.468	38 Sr סטרונציום 87.620	39 Y איטריום	40 Zr זירקוניום 91.224	41 Nb ניוביום 92.9064	42 Mo מוליבדן 95.94	43 Tc טכנציום 98	44 Ru רותניום 101.07	45 Rh רודיום 102.906	46 Pd פלדיום 106.42	47 Ag כסף 107.868	48 Cd קדמיום 112.411	49 In אינדיום 114.818	50 Sn בדיל 118.71	51 Sb אנטימון 121.76	52 Te טלוריום 127.6	53 I יוד 126.905	54 Xe קסנון 131.293
55 Cs צזיום 132.906	56 Ba בריום 137.327	57-71	72 Hf הפניום 178.49	73 Ta טנטלום 180.948	74 W טונגסטן 183.84	75 Re רניום 186.207	76 Os אוסמיום 190.23	77 Ir איридיום 192.217	78 Pt פלטינה 195.078	79 Au זהב 196.967	80 Hg כספית 200.59	81 Tl תליום 204.383	82 Pb עופרת 207.2	83 Bi ביסמות 208.980	84 Po פולוניום 209	85 At אסטטין 210	86 Rn רדון 222
87 Fr פרנסיום 223	88 Ra רדיום 226	89-103	104 Rf רותרפורדיום 267	105 Db דובניום 268	106 Sg סיבורגיום 269	107 Bh בוהריום 270	108 Hs הסיום 277	109 Mt מייטנריום 278	110 Ds דרמשטטיום 281	111 Rg רנטגניום 282	112 Cn קופרניקיום 285	113 Nh ניהוניום 286	114 Fl פלרוביום 289	115 Mc מוסקוביום 290	116 Lv ליברמוריום 293	117 Ts טנסין 294	118 Og אוגנסון 294

מספר האלקטרונים ≠ מספר הפרוטונים

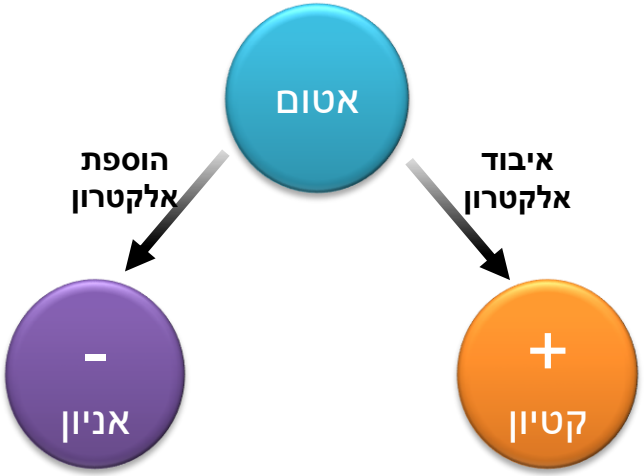
יון

- כיצד משתנה הרדיוס כשאטום מאבד אלקטרון? מדוע?
- כיצד משתנה הרדיוס כשאטום מוסיף אלקטרון? מדוע?

יון חיובי (קטיון):

מספר אלקטרונים < מספר פרוטונים

רוב המתכות יוצרות קטיונים
על ידי ויתור על אלקטרונים על מנת להשלים רמת אנרגיה

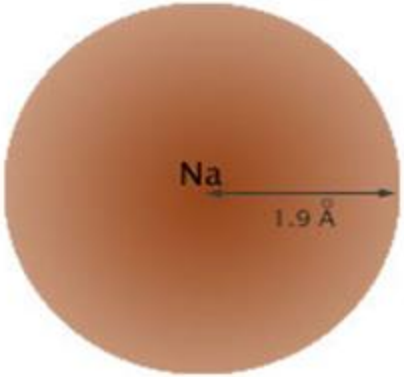


יון שלילי (אניון):

מספר אלקטרונים > מספר פרוטונים

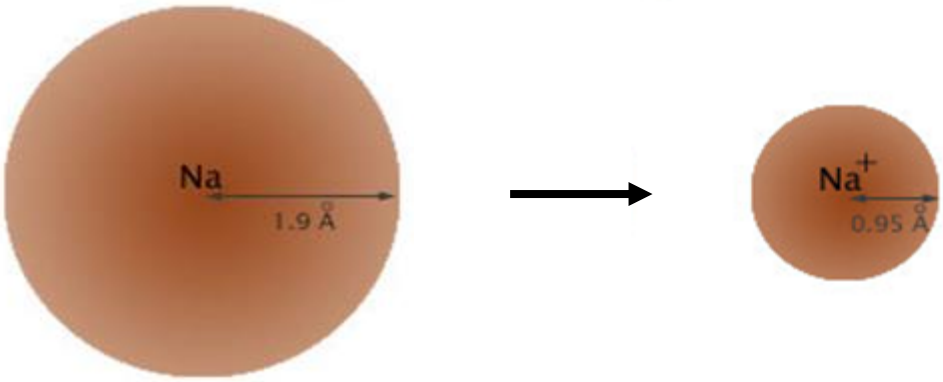
רוב האל-מתכות יוצרות אניונים
על ידי השגת אלקטרונים על מנת להשלים רמת אנרגיה

כיצד משתנה הרדיוס כשאטום מאבד אלקטרון?



אטום נתרן

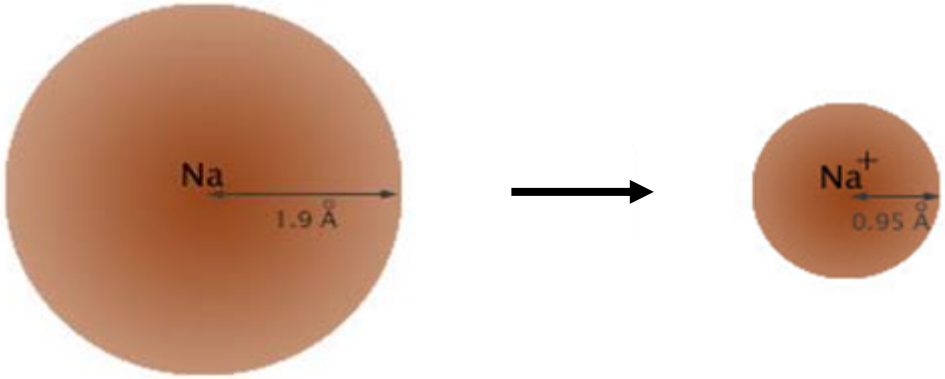
רדיוס הקטיון > מרדיוס האטום



אטום נתרן

קטיון נתרן

רדיוס הקטיון > מרדיוס האטום



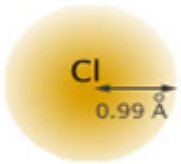
אטום נתרן קטיון נתרן

כשאטום הופך לקטיון הוא **מאבד** אלקטרונים.

אם כתוצאה, יש פחות רמות המאוכלסות באלקטרונים, אזי הרדיוס קטן.

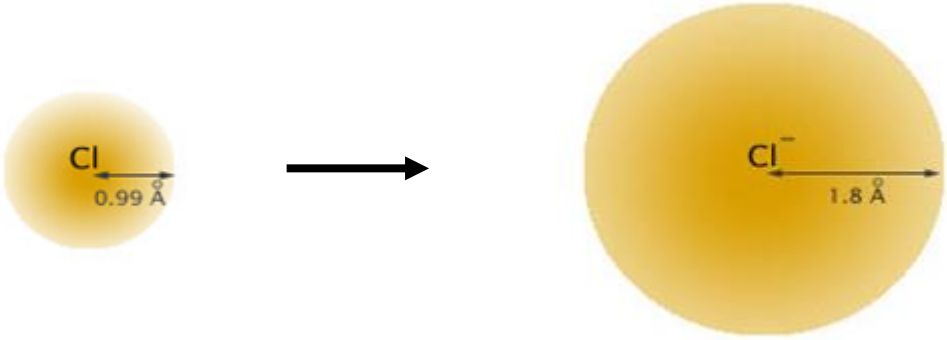
אם מספר הרמות המאוכלסות נותר ללא שינוי, בכל אופן מספר האלקטרונים ברמה האחרונה קטן.
כתוצאה, הדחייה בין האלקטרונים קטנה, הם מתקרבים והרדיוס קטן.

כיצד משתנה הרדיוס כשאטום מקבל אלקטרון?



אטום כלור

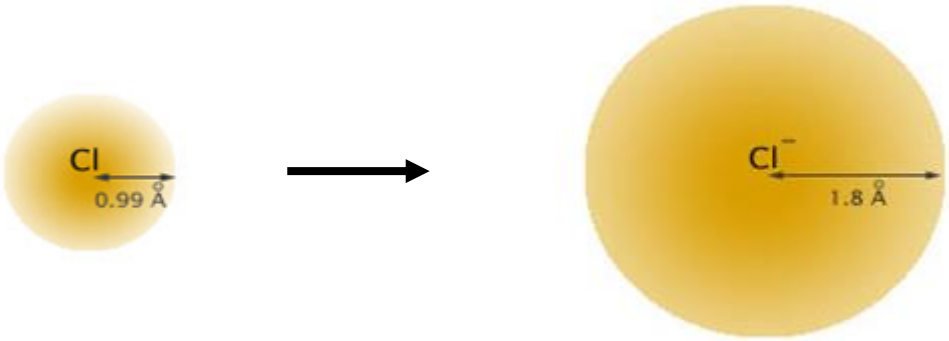
רדיוס האניון > מרדיוס האטום



אטום כלור

אניון כלור

רדיוס האניון > מרדיוס האטום



אטום כלור אניון כלור

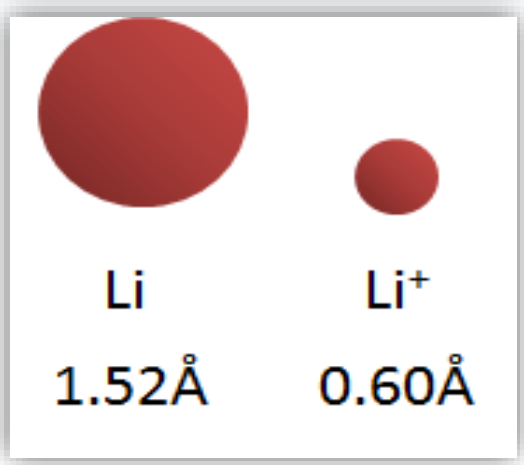
כשאטום הופך לאניון הוא **קולט** אלקטרונים נוספים

אם נוספת עוד רמה אלקטרונית, אזי הרדיוס גדל.

אם מספר הרמות המאוכלסות נותר ללא שינוי, בכל אופן מספר האלקטרונים ברמה האחרונה גדל.

כתוצאה, הדחייה בין האלקטרונים גדלה, הם מתרחקים והרדיוס גדל.

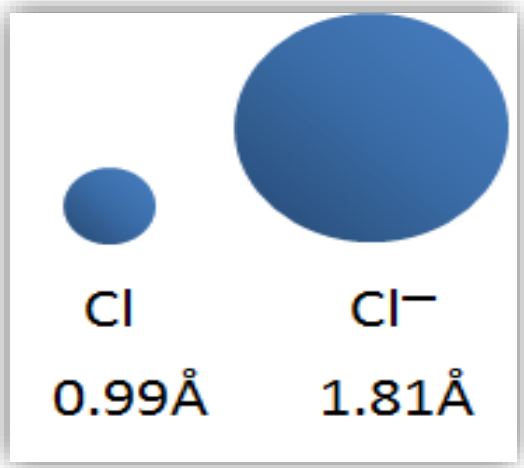
רדיוס אטומי מול רדיוס יוני



לקטיון רדיוס קטן מרדיוס האטום

כאשר אטום מתכת הופך ליון, הוא הופך לקטיון (יון חיובי). האטום "ויתר" על אלקטרונים.

כאשר אטום מהטור הראשון (X), הופך ליון הוא הופך להיות יון בעל ערכיות +1 (X^+).

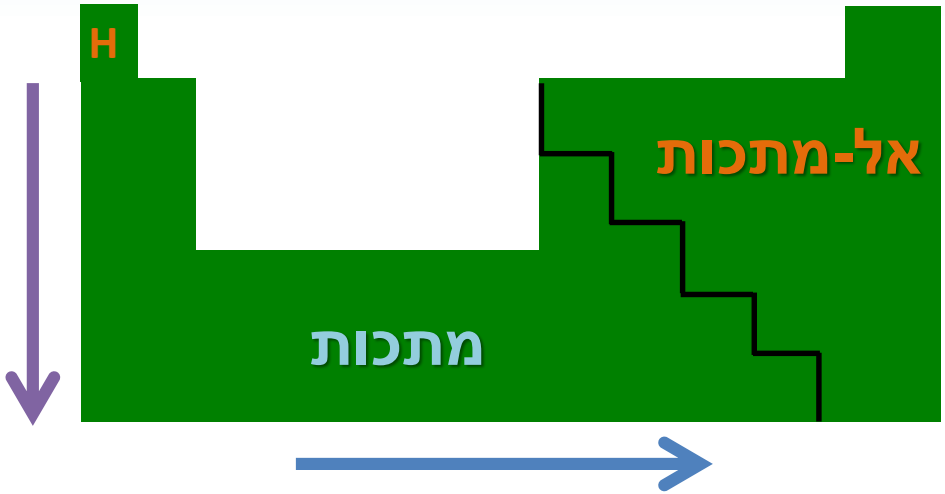


לאניון רדיוס גדול מרדיוס האטום

כאשר אטום אל-מתכת הופך ליון, הוא הופך לאניון (יון שלילי). האטום "השיג" אלקטרונים.

כאשר אטום מהטור השביעי (Y), הופך ליון הוא הופך להיות יון בעל ערכיות -1 (Y^-).

תכונות מחזוריות



לאורך הטור:

מספר טור זהה

מספר שורה גדל

מספר אטומי עולה

מספר מסה עולה

מספר רמות אנרגיה עולה

הרדיוס האטומי גדל

לאורך השורה:

מספר טור גדל

מספר שורה זהה

מספר אטומי עולה

מספר מסה עולה

מספר רמות אנרגיה קבוע

הרדיוס האטומי קטן

תרגיל 6

קבעו למי רדיוס גדול יותר, לאטום חמצן או ליון חמצן?
הסבירו את קביעתכם

תרגיל 6:

קבעו למי רדיוס גדול יותר: לאטום חמצן או ליון חמצן?

אסטרטגיית חשיבה לפתרון:

א. כתיבת היערכות אלקטרונית של האטום

ב. החלטה – מהו היון היציב של אותו אטום (לפי הכללים שלמדנו בשיעור הקודם)

ג. כתיבת היערכות אלקטרונים של היון היציב

ד. השוואה בין היערכות האלקטרונים של האטום לבין היערכות האלקטרונים של היון מבחינת הפרמטרים הבאים:

1. מספר רמות האנרגיה
2. מספר האלקטרונים הכולל ובייחוד ברמה האחרונה

תרגיל 6 - פתרון:

קבעו למי רדיוס גדול יותר: לאטום חמצן או ליון חמצן?

אטום חמצן: O: 2,6

יון חמצן: O^{2-}: 2,8

לאטום וליון חמצן מספר זהה של רמות אנרגיה. ליון חמצן מספר גדול יותר של אלקטרונים ברמה האחרונה.
אלקטרונים אלו דוחים זה את זה ונפח ענן האלקטרונים מתרחב.

על כן, **רדיוס יון החמצן גדול מרדיוס אטום החמצן**

תרגיל 7:

קבעו למי רדיוס גדול יותר, לאטום סידן או ליון סידן?
הסבירו את קביעתכם

תרגיל 7 - פתרון

קבעו למי רדיוס גדול יותר: לאטום סידן או ליון סידן?

אטום סידן: Ca: 2,8,8,2

יון סידן : Ca^{2+}: 2,8,8

לאטום סידן ארבע רמות אנרגיה מאוכלסות, ליון סידן שלוש רמות אנרגיה מאוכלסות. לכן ענן האלקטרונים של יון הסידן קטן מזה של אטום הסידן.

על כן, **רדיוס יון הסידן קטן מרדיוס אטום הסידן**

תרגיל 8:

לאיזה מן החלקיקים הבאים יש הרדיוס הקטן ביותר?

א. Ne

ב. Na^{+}

ג. Mg^{2+}

ד. Al^{3+}

פתרון לתרגיל 8

לאיזה מן החלקיקים הבאים יש הרדיוס הקטן ביותר?

א. Ne

ב. Na^{+}

ג. Mg^{2+}

ד. Al^{3+}

תרגיל 9:

סדרו את היסודות הבאים: **Li , C, N, K**

לפי רדיוס אטומי עולה. נמקו את קביעתכם.

תשובה לתרגיל 9:

סדרו את היסודות הבאים: **K ,N ,C , Li**

לפי רדיוס אטומי עולה. נמקו את קביעתכם.

לפי רדיוס אטומי עולה

N< C < Li < K

לאורך שורה – ככל שנעים ימינה גדל מספר הפרוטונים ולכן המשיכה בין האלקטרונים לפרוטונים גדלה – לכן הרדיוס האטומי קטן במעט
לאורך טור – ככל שנעים למטה – גדל מספר רמות האנרגיה ולכן הרדיוס האטומי גדל

תרגיל 10:

לאיזה אטום בטבלה המחזורית הרדיוס הגדול ביותר ולאיזה אטום הרדיוס הקטן ביותר? נמקו את תשובתכם.

פתרון לתרגיל 10

לאיזה אטום בטבלה המחזורית הרדיוס הגדול ביותר ולאיזה אטום הרדיוס הקטן ביותר? נמקו את תשובתכם.

הרדיוס הגדול ביותר – **פרנציום** (Fr): בעל מספר רמות האנרגיה הגדול ביותר בטבלה המחזורית (7) וברמת אנרגיה זו הוא בעל מספר הפרוטונים הקטן ביותר

הרדיוס הקטן ביותר -**הליום** (He): בעל מספר רמות האנרגיה הנמוך ביותר בטבלה המחזורית (1) וברמת אנרגיה זו הוא בעל מספר הפרוטונים הגדול ביותר

מה למדנו בשיעור ?

- הכרנו את הרדיוס האטומי והרדיוס היוני
- ראינו איך הרדיוס של האטום משתנה לאורך השורות והטורים של הטבלה
- ראינו איך חוק קולון מתבטא בתכונת הרדיוס האטומי