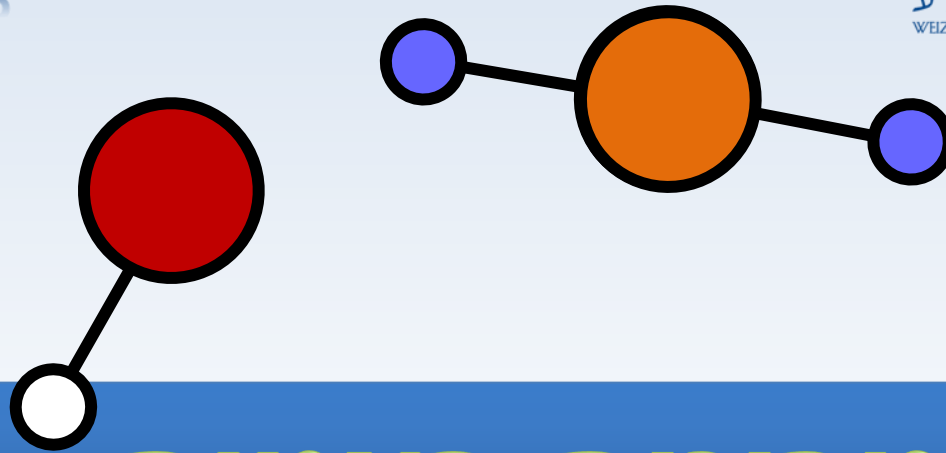
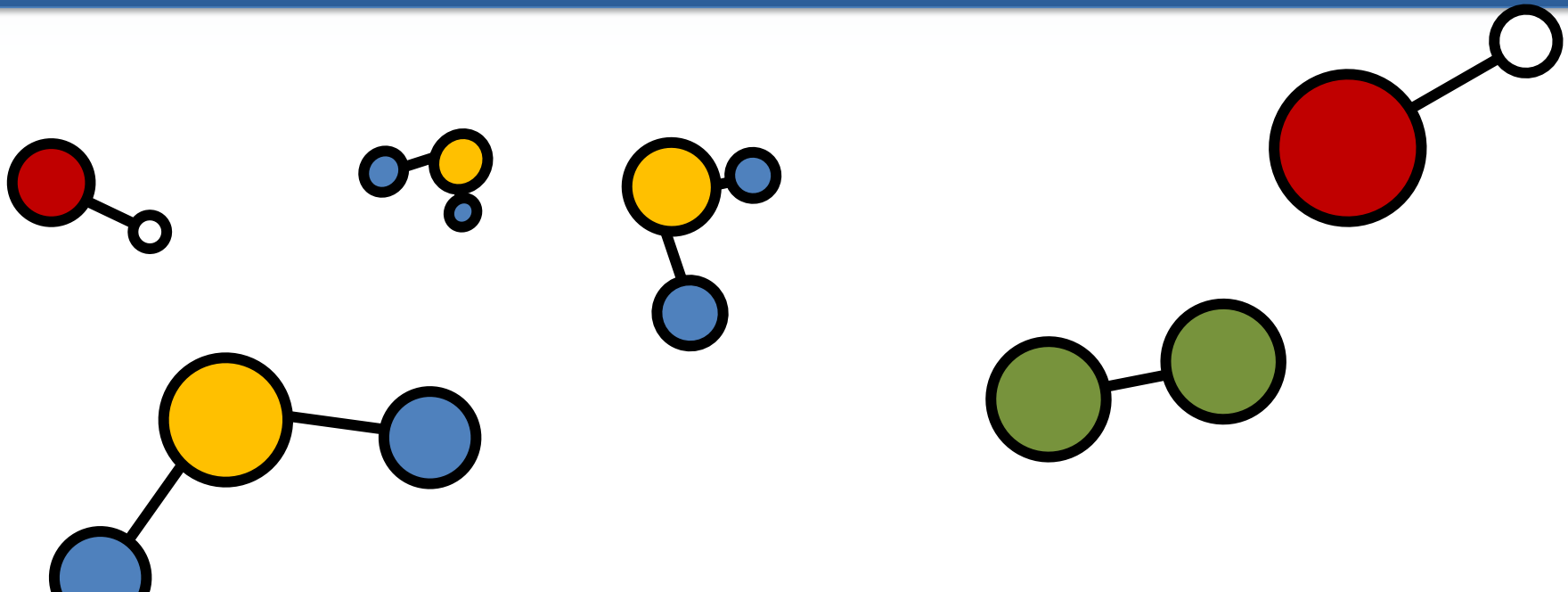




האלקטרונים באטום



היערכות אלקטרונית (אטומים קטנים וגדולים) 

יונים יציבים: "מי אני ומה היערכותי?" 

איזואלקטרוניות של חלקיקים 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

מבנה האטום: 

פרוטונים, נויטרונים, אלקטרונים

איזוטופים 

מספר אטומי ומספר מסה 

הטבלה המחזורית 

המערכה המחזורית ניתנת לחלוקה ל:

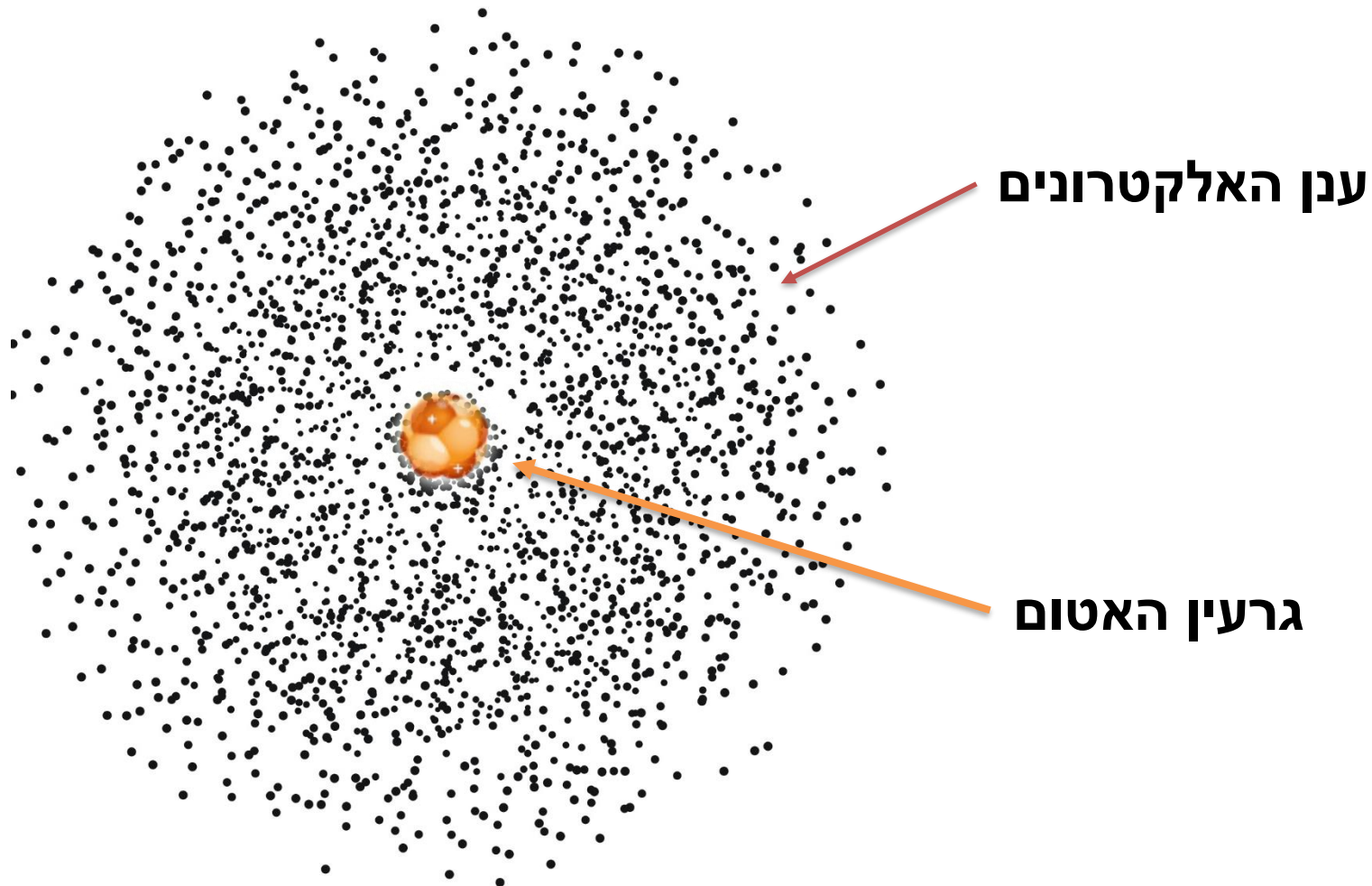
- א. טורים: משפחות כימיות
- ב. שורות: רמות אנרגיה אלקטרוניות / מחזורים
- ג. איזורים: מתכות / אל-מתכות

נקודות חשובות:

1. הפרדת האיזורים נעשית על ידי האלכסון האמפוטרי
2. המימן הוא אל-מתכת אך ממוקם בצד של המתכות
3. שתי משפחות מופרדות מן היתר וממוקמות בתחתית הטבלה על מנת לפשט את המערכה המחזורית.

האלקטרוניק נעים סביב הגרעין במהירות ולא ניתן לקבוע את מיקומם המדויק.

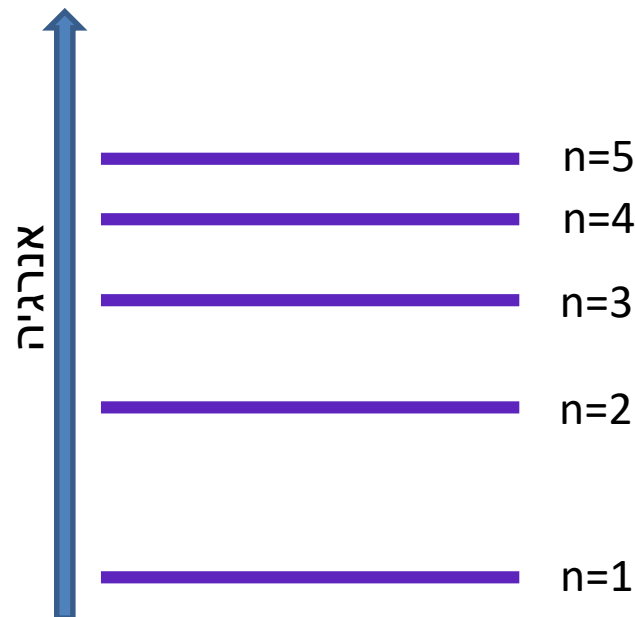
האיזור בו הם נעים נקרא לעיתים: "ענן אלקטרוני".
באיזור זה, ניתן למצוא את האלקטרוניק בהסתברות הגבוהה ביותר.



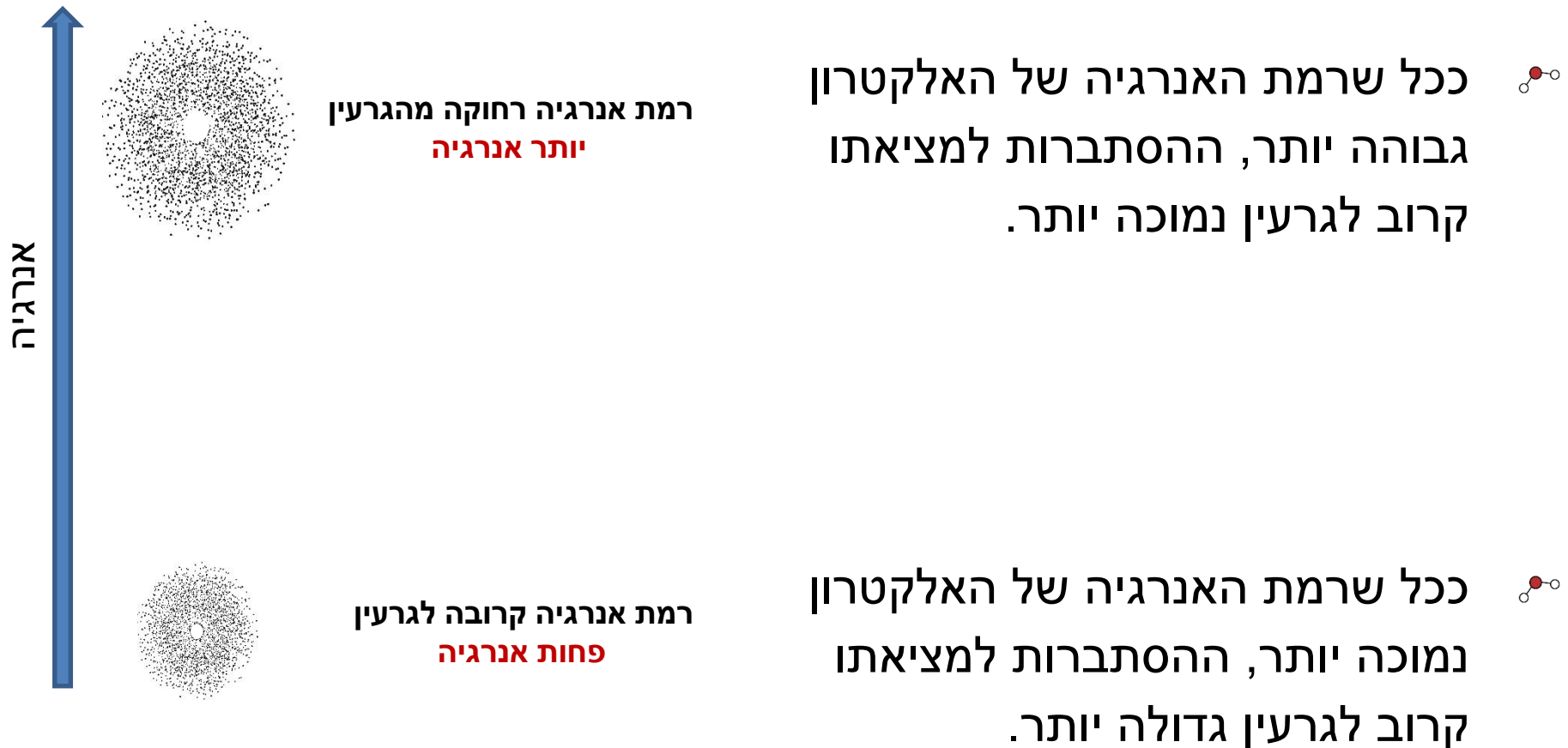
*קנה המידה אינו נכון באיור זה, הגרעין הרבה יותר קטן ביחס לנפח ענן האלקטרונים

רמות אנרגיה נקראות לעיתים "רמות אנרגיה אלקטרוניות" או "מחזורים". לכל אלקטרון באטום יש אנרגיה בעלת ערך מסוים.

ישנם ערכי אנרגיה מסוימים ה"מותרים" בכל אטום (על פי מכניקת הקוואנטים. תורת הקוואנטים אינה בתכנית הלימודים בכימיה ל-5 יח"ל)



יש קשר בין רמת האנרגיה שבה נמצא האלקטרון לבין מיקומו במרחב האטום.

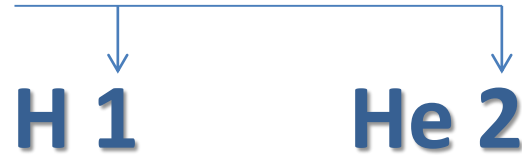


לכל היסודות הנמצאים באותה שורה
יש מספר רמות אנרגיה שווה.
האלקטרונים של יסודות אלה מאוכלסים ברמות אלה.

n=1	H	He						
n=2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
n=3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

לדוגמא:

מספר האלקטרונים
של האטום



האלקטרונים מאוכלסים ברמת אנרגיה אחת

n=1	H	He						
n=2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
n=3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

כמה רמות אלקטרוניות יש לאטום הליתיום, Li?

n=1	H	He						
n=2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
n=3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

פתרון תרגיל 1:

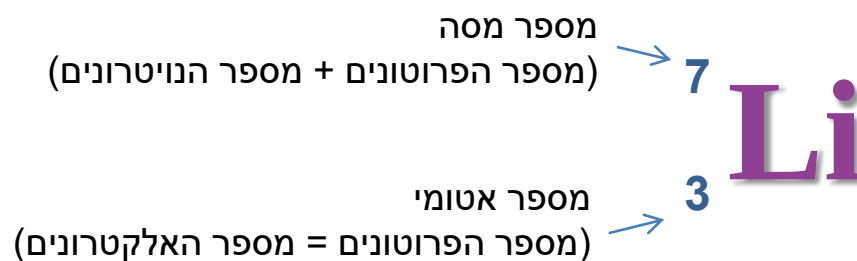
כמה רמות אלקטרוניות יש לאטום הליתיום, Li?

ליתיום נמצא בשורה השניה (המחזור השני) ולכן לליתיום ישנן 2 רמות אנרגיה אלקטרוניות.

n=1	H	He						
n=2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
n=3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

תרגיל 2:

רשמו את ההרכב החלקיקי (פרוטונים, נויטרונים, אלקטרונים) של אטום ליתיום.



אטום נייטרלי מבחינה חשמלית

מספר הפרוטונים = מספר האלקטרונים

פתרון תרגיל 2:

רשמו את ההרכב החלקיקי (פרוטונים, נויטרונים, אלקטרונים) של אטום ליתיום.



הרכב חלקיקים תת אטומיים:

פרוטונים (p) 3

נויטרונים (n) 4

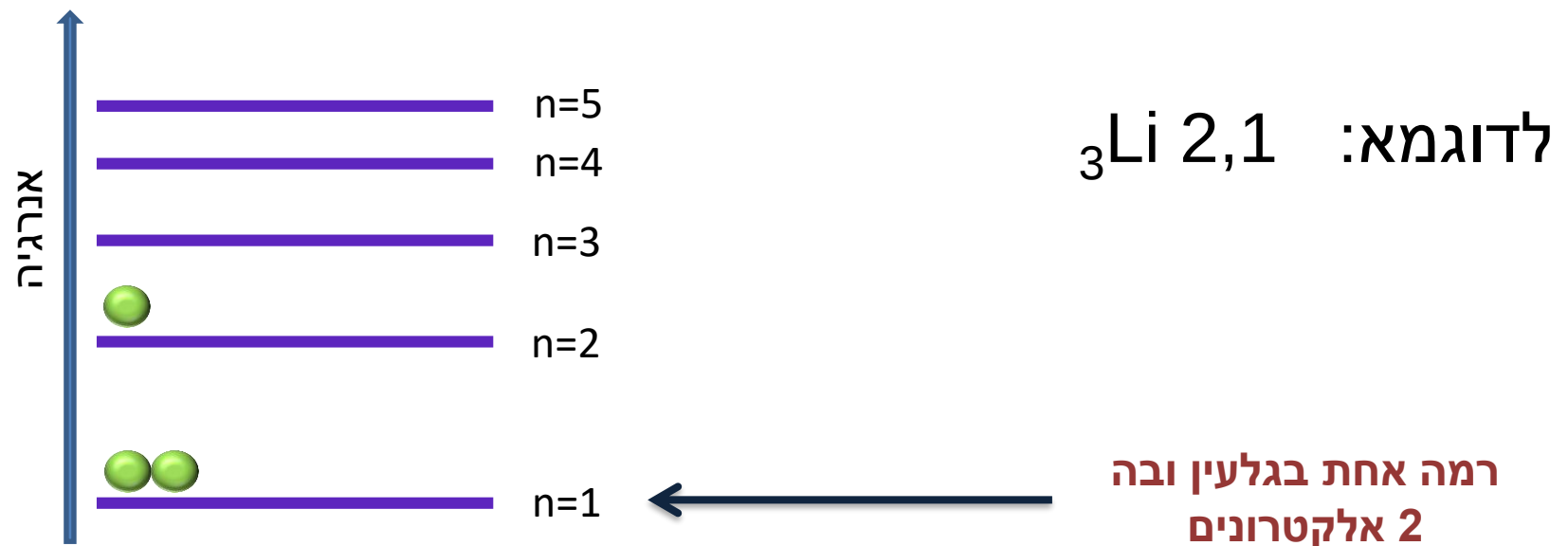
אלקטרונים (e) 3

הערכות אלקטרונית

הערכות אלקטרונית = צורת רישום סידור האלקטרונים של האטום על פי רמות האנרגיה שבהן מאוכלסים (נמצאים) האלקטרונים.

סמל האטום ומספרו האטומי נרשמים ולאחריהם האלקטרונים של האטום בכל רמת אנרגיה אלקטרונית.

הגרעין וכל הרמות האלקטרוניות המלאות נקראים "**גלעין**".



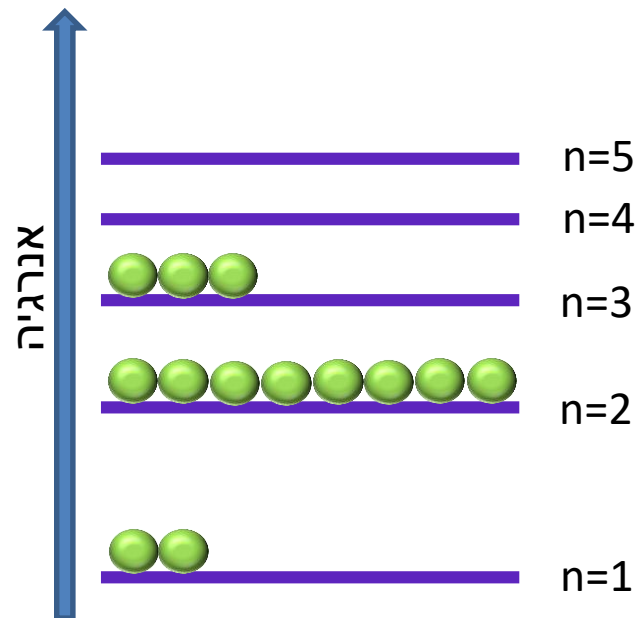
לדוגמא:

Li 2,1 Be 2,2 B 2,3 ... F 2,7 Ne 2,8

האלקטרונים מאוכלסים בשתי רמות אנרגיה

n=1	H	He						
n=2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
n=3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

דוגמא נוספת: ^{13}Al 2,8,3



היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
כמה רמות אנרגיה אלקטרוניות יש לאטום אבץ ${}_{30}\text{Zn}$?

- א. 3
- ב. 4
- ג. 12
- ד. 30
- ה. 65

פתרון תרגיל 3

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
כמה רמות אנרגיה אלקטרוניות יש לאטום אבץ ${}_{30}\text{Zn}$?

- | | |
|----|----|
| א. | 3 |
| ב. | 4 |
| ג. | 12 |
| ד. | 30 |
| ה. | 65 |

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
כמה רמות אנרגיה אלקטרוניות יש לאטום אבץ ${}_{30}\text{Zn}$?

כימיה ברשת

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
כמה רמות אנרגיה אלקטרוניות יש לאטום באריום ${}_{56}\text{Ba}$?

- א. 2
- ב. 5
- ג. 6
- ד. 56
- ה. 137

פתרון תרגיל 4:

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
כמה רמות אנרגיה אלקטרוניות יש לאטום באריום ${}_{56}\text{Ba}$?

- א. 2
- ב. 5
- ג. 6
- ד. 56
- ה. 137

פתרון תרגיל 4:

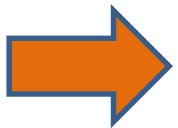
היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
כמה רמות אנרגיה אלקטרוניות יש לאטום באריום ${}_{56}\text{Ba}$?

n=1	1 H 1.01																	2 He 4.00
n=2	3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
n=3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
n=4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.9	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
n=5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30
n=6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	57-71 ראה למטה	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.20	76 Os 190.20	77 Ir 192.20	78 Pt 195.05	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
n=7	87 Fr (223)	88 Ra 226.03	89 ראה למטה															

כל היסודות הנמצאים באותו טור (משפחה) הינם בעלי מספר אלקטרוני ערכיות שווה.

אלקטרוני ערכיות = האלקטרונים של הרמה האחרונה.

מתכות אלקליות	מתכות אלקליות עפרוריות	הלוגנים	גזים אצילים
Li	Be	F	He
Na	Mg	Cl	Ne
K	Ca	Br	Ar
1	2	7	8



לדוגמא:

H 1

Li 2,1

Na 2,8,1

מספר אלקטרוני הערכיות של אטומי הטור- זהה

מתכות אלקליות	מתכות אלקליות עפרוריות	הלוגנים	גזים אצילים
Li	Be	F	He
Na	Mg	Cl	Ne

לדוגמא:

Be 2,2

Mg 2,8,2

Ca 2,8,8,2

מספר אלקטרוני הערכיות של אטומי הטור- זהה

מתכות אלקליות	מתכות אלקליות עפרוריות	הלוגנים	גזים אצילים
Li	Be	F	He
Na	Mg	Cl	Ne

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
מהו המספר האטומי של אטום הצורן, Si (סיליקון)?

- א. 3
- ב. 6
- ג. 14
- ד. 28
- ה. 28.09

פתרון תרגיל 5:

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
מהו המספר האטומי של אטום הצורן, Si (סיליקון)?

- א. 3
- ב. 6
- ג. 14
- ד. 28
- ה. 28.09

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
מהי ההיערכות האלקטרונית של אטום הצורן, Si (סיליקון)?

א. Si 2,8,4

ב. Si 2,12

ג. Si 14

ד. Si 2,8,8

פתרון תרגיל 6:

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:
מהי ההיערכות האלקטרונית של אטום הצורן, Si (סיליקון)?

- א. Si 2,8,4
- ב. Si 2,12
- ג. Si 14
- ד. Si 2,8,8

היערכות אלקטרונית: פיזור האלקטרונים לפי רמות

האנרגיה השונות. סימון: סמל האטום (או היון)

והאלקטרונים המאוכלסים בכל רמה. ההפרדה בין הרמות

השונות נעשית על ידי "פסיק".

גלעין: גרעין האטום ואלקטרוני כל הרמות המלאות. ברוב

המקרים, הגלעין מהווה היערכות אלקטרונית של היון

הפשוט והיציב של האטום.

אלקטרוני ערכיות: אלקטרוני הרמה האחרונה.

בכל רמת אנרגיה יכולים להתאכלס עד $2n^2$ אלקטרונים 

ברמה הראשונה $(n=1)$: עד 2 אלקטרונים 

ברמה השניה $(n=2)$: עד 8 אלקטרונים 

ברמה השלישית $(n=3)$: עד 18 אלקטרונים 

רמות האנרגיה הנמוכות יותר מתאכלסות קודם (על פי הקירבה לגרעין החיובי, המושך את האלקטרונים השליליים). 

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:

כמה אלקטרוני ערכיות יש לאטום היוד I_{53} ?

א. 53

ב. 5

ג. 7

פתרון תרגיל 7

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:

כמה אלקטרוני ערכיות יש לאטום היוד I_{53} ?

א. 53

ב. 5

ג. 7

תרגיל 8

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:

כמה רמות אלקטרוניות וכמה אלקטרוני ערכיות יש לאטום

הבדיל ${}_{50}\text{Sn}$?

- א. 5 רמות אנרגיה מאוכלסות, 4 אלקטרוני ערכיות
- ב. 4 רמות אנרגיה מאוכלסות, 14 אלקטרוני ערכיות
- ג. 5 רמות אנרגיה מאוכלסות, 50 אלקטרוני ערכיות

פתרון תרגיל 8

היעזרו במערכה המחזורית וקבעו:

כמה רמות אלקטרוניות וכמה אלקטרוני ערכיות יש לאטום

הבדיל ${}_{50}\text{Sn}$?

א. 5 רמות אנרגיה מאוכלסות, 4 אלקטרוני ערכיות

ב. 4 רמות אנרגיה מאוכלסות, 14 אלקטרוני ערכיות

ג. 5 רמות אנרגיה מאוכלסות, 50 אלקטרוני ערכיות

$n=1$

n=2

$n=3$

$n=4$

$n=5$

$n=6$

n=7

n=5

4 טור $\rightarrow e=4$

כימיה ברשת

איתור אטום המערכה המחזורית:

ניתן לגלות היכן אטום ממוקם במערכה המחזורית על ידי ידיעת מספר הרמה (השורה) שלו ומספר אלקטרוני הערכיות שלו (מספר הטור)

תכונות יסודות:

נקבעות במידה רבה על ידי אלקטרוני הערכיות. אלה, קובעים את ערכיות האטום ואת מספר הקשרים הכימיים אותם יכול ליצור אטום זה (יורחב בהמשך לימודנו)

לרמות מלאות יש יציבות מיוחדת.

כאשר אטומים מוותרים או משיגים אלקטרונים על מנת להשלים רמה אלקטרונית, הם משיגים היערכות אלקטרונית כשל הגז האציל הקרוב ביותר (לפני או אחרי האטום המדובר).

היערכותם האלקטרונית היא **איזואלקטרונית** לגז אציל זה.

איזו = "שווה"

אלקטרוניות = "אלקטרונים"

חלקיקים איזואלקטרוניים זה לזה
הם בעלי מספר זהה של אלקטרונים.

דוגמא:

אטום מימן, H, משיג עוד אלקטרון ומשלים את הרמה הראשונה. הוא משיג היערכות אלקטרונית כשל הגז האציל הליום He.

כמובן שבמקרה כזה, אין המימן נייטרלי שכן מספר האלקטרונים שלו < ממספר הפרוטונים.

מטען הון

$H^- 2$

He 2

יון המימן השלילי (הידריד) - איזואלקטרוני לאטום ההליום

אילו חלקיקים הם איזואלקטרוניים זה לזה?

א. H^- ; He ; Li^+

ב. Li ; Na ; K

ג. Li ; Be ; B

אילו חלקיקים הם איזואלקטרוניים זה לזה?

א. H^- ; He ; Li^+

ב. Li ; Na ; K

ג. Li ; Be ; B

יונים יציבים ואיזואלקטרוניות

כאשר מדובר על יונים פשוטים (אטום אחד עם מטען)
היון היציב נושא בדרך כלל מטען הקשור למספר
האלקטרונים שעליו לוותר עליהם או להשיג:

1+

2+

3+ = 3- 2- 1- =

1 H 1.01																	2 He 4.00						
3 Li 6.94	4 Be 9.01																	5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31																	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.9	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80						
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30						
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	57-71 ראה למטה	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.20	76 Os 190.20	77 Ir 192.20	78 Pt 195.05	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)						
87 Fr (223)	88 Ra 226.03	89 ראה למטה																					

יונים יציבים ואיזואלקטרוניות

אטומי משפחת המתכות האלקליות, יוצרים יונים בעלי ערכיות (+1)

אטומי משפחת המתכות האלקליות העפרוריות, יוצרים יונים בעלי ערכיות (+2)

אטומי משפחת ההלוגנים, יוצרים יונים בעלי ערכיות (-1)

1+

2+

3+

=

3-

2-

1-

=

1 H 1.01																	2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.9	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	57-71 ראה למטה	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.20	76 Os 190.20	77 Ir 192.20	78 Pt 195.05	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.03	89 ראה למטה															

יונים יציבים ואיזואלקטרוניות

אפשר לרשום ליונים היערכות אלקטרונית:



1+

=

1 H 1.01													3+ = 3- 2- 1-					2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18	
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95	
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.9	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80	
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30	
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	57-71 ראה למטה	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.20	76 Os 190.20	77 Ir 192.20	78 Pt 195.05	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)	
87 Fr (223)	88 Ra 226.03	89 ראה למטה																

2+

3+

=

3-

2-

1-

מהו הion היציב של אטום החמצן, O_8 ?

א. O^{2+}

ב. O^{2-}

ג. O^{6+}

ד. O^{6-}

פתרון תרגיל 10

מהו היום היציב של אטום החמצן, ${}_8\text{O}$?

א. O^{2+}

ב. O^{2-}

ג. O^{6+}

ד. O^{6-}

מהי ההיערכות האלקטרונית של יון החמצן, O^{2-} ?

א. O^{2-} 2,6

ב. O^{2-} 2,8

ג. O^{2-} 2,8,6

פתרון תרגיל 11

מהי ההיערכות האלקטרונית של יון החמצן, O^{2-} ?

א. O^{2-} 2,6

ב. O^{2-} 2,8

ג. O^{2-} 2,8,6

היערכות אלקטרונית של אטומים קטנים (וגדולים) 

גלעין, אלקטרוני ערכיות והקשר בין המיקום בטבלה המחזורית לבין הערכות האלקטרוניות

מהו יון יציב ומה הקשר של מטענו למספר הטור 

היערכות אלקטרונית של יונים 

איזואלקטרוניות של חלקיקים 

