

**"כימיאדה" - האולימפיאדה הארצית בכימיה לתלמידי כיתות י"א ו- י"ב**

**בבתי ספר תיכוניים, שלב ב', 4.12.19**

**ענו על כל השאלות בגוף הבחינה, השתמשו במחברות בחינה לטיוטה בלבד,**

**המחברות לא יבדקו!**

**חומר עזר: מחשבון בלבד, שימוש בחומר עזר נוסף יביא לפסילת הבחינה**

**שאלה 1. חישובי מולים, תגובת שריפה. 14 נקודות**

נלקחה דוגמה המכילה  $(CH_3)_4NBr_x$  במשקל של 0.0962 גרם.

בשלב הראשון, הדוגמה הנתונה, הומסה ועברה תגובת חיזור כשלהי (שאינה חשובה) במטרה להבטיח שכל יוני הברום בתמיסה הפכו למצב חמצון של ברומיד:  $Br^-$ .

בשלב השני, הוסיפו לתמיסת הדוגמה תמיסת כסף ניטרט ( $AgNO_3$ ), והתקבל המשקע כסף ברומיד ( $AgBr$ ) במשקל 0.1730 גרם.

א. חשבו את x וכתבו את הנוסחה המלאה של הדוגמה  $(CH_3)_4NBr_x$ .

ב. דוגמה במסה לא ידועה של החומר  $(CH_3)_4NBr_x$  (כאשר את ה x גיליתם בסעיף הקודם) עברה שריפה מלאה בנוכחות חמצן.

כל הפחמן הפך ל- $CO_2$ . הפחמן דו-חמצני נאסף במלכודת מיוחדת בה מתרחשת התגובה הבאה:



מסת המים שנאספה בסיום התגובה הייתה 0.300 גרם. חשבו את מסת הדוגמה המקורית?

**שאלה 2. טיטרציות 14 נקודות**

נתונה תמיסת אמוניה ( $\text{NH}_3$ ) בריכוז : 0.150 מולר.

א. כמה גרם  $\text{NH}_4\text{Cl}$  יש להוסיף ל- 4 ליטר תמיסת אמוניה נתונה כדי ליצור תמיסת בופר בעל  $\text{pH} = 8.40$  ב-  $25^\circ\text{C}$  ?

נתון כי:  $K_b(\text{NH}_3) = 1.76 \cdot 10^{-5}$

ב. ל-200 מ"ל תמיסה מסעיף א' הוסיפו 4 מ"ל תמיסת HCl בריכוז 0.2 מולר. חשבו את ערך ה-  $\text{pH}$  החדש של התמיסה.

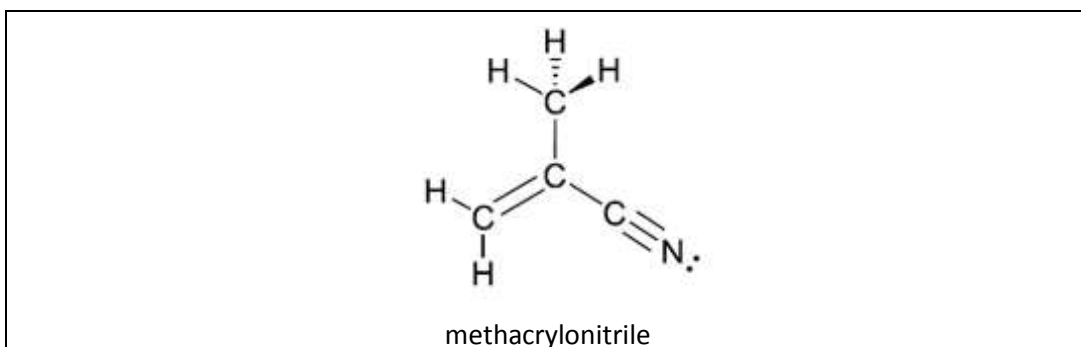
ג. האם התמיסה לאחר הוספת החומצה עדיין מתפקדת כבופר? נמקו תשובתכם.

**שאלה 3. כימיה אי אורגנית, 16 נקודות**

א. מתאקרילוניטריל (methacrylonitrile) היא תרכובת אורגנית, המשמשת כחומר גלם בתעשיית הפלסטיק.

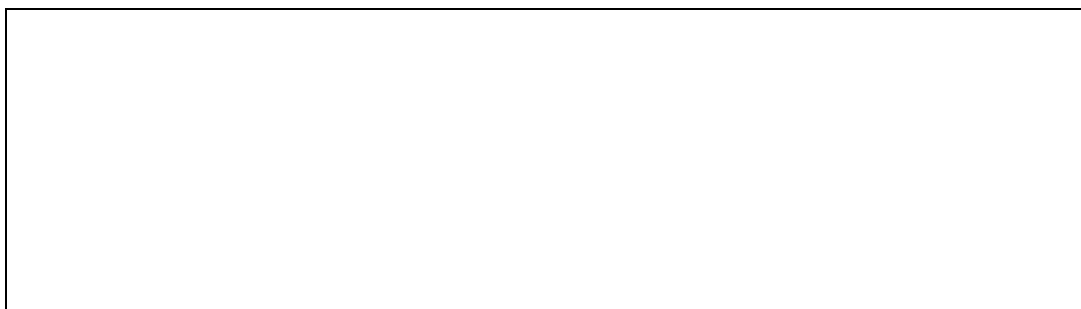
בהתבסס על תיאוריית הקשר הערכי:

i. מהי ההיברידיזציה של כל אחד מאטומי הפחמן והחנקן במולקולה הנתונה (ציירו על גבי המולקולה).

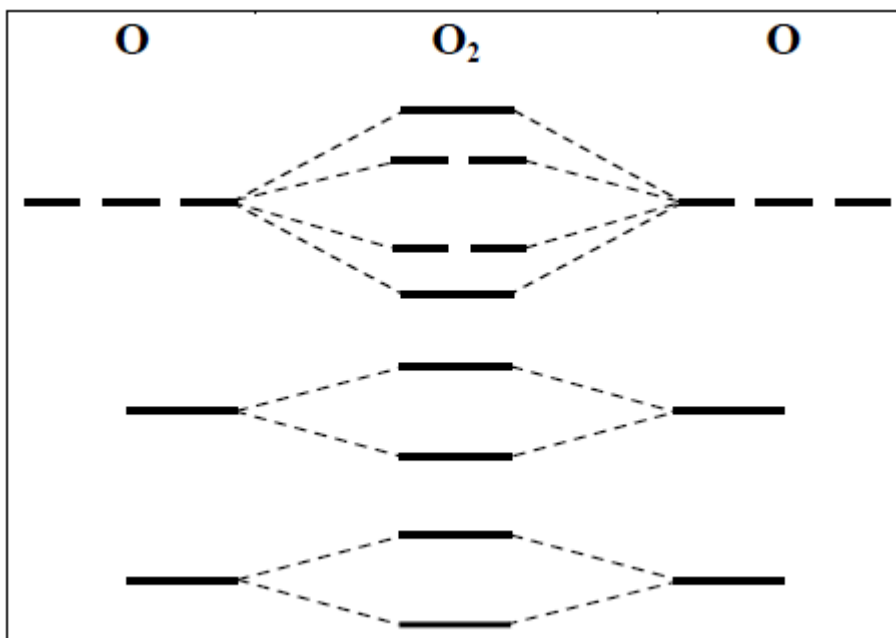


ii. אילו אורביטלים משתתפים בקישור בין כל שני אטומים במולקולה, ומהם סוגי הקשרים שמתקבלים?

iii. באיזה אורביטל נמצא זוג האלקטרונים הבלתי קושרים של החנקן?



ב. נתונה דיאגרמת אורביטלים מולקולריים של  $O_2$ . כתבו על גבי הדיאגרמה הבאה ליד כל הקווים האופקיים המתאימים, את שמות האורביטלים השונים, האטומיים והמולקולריים.

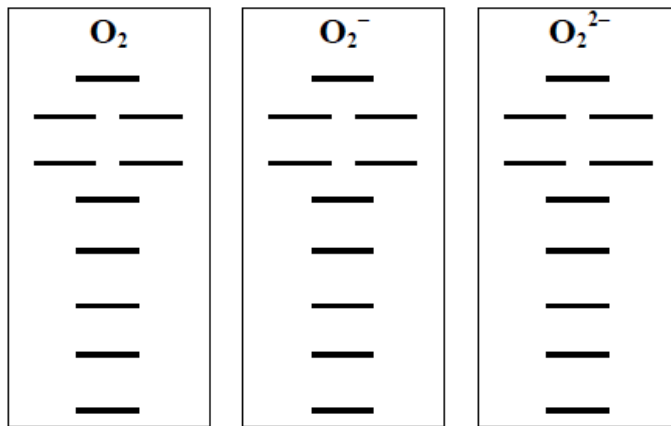


ג. הסעיפים הבאים מתייחסים למולקולה  $O_2$ , ולתרכובות סופראוקסיד ( $O_2^-$ ) ופראוקסיד ( $O_2^{2-}$ ) השתמשו בדיאגרמות המולקולריות המצוירות בהמשך השאלה ובנתונים הבאים כדי ללמוד על השוני של שלושת המולקולות.

i. בטבלה הבאה מוצגים אורכי הקשר חמצן-חמצן בצורונים השונים. ממה נובעים ההבדלים באורכי הקשר של אותם הצורונים?

צורון	שם הצורון	אורך הקשר חמצן-חמצן (Å)
$O_2$	חמצן	1.21
$O_2^-$	סופראוקסיד	1.28
$O_2^{2-}$	פראוקסיד	1.49

כדי לענות על סעיף זה היעזרו בדיאגרמות האורביטלים המולקולריים של שלושת המולקולות באיור הבא (ואכלסו אותן באלקטרונים, נמקו והסבירו את תשובתכם בקפידה).



הסבירו תשובתכם :

ii. איזה מצורוני החמצן הוא דיאמגנטי ומיהו פארמגנטי? הסבירו.

iii. כמה אלקטרונים בלתי מזווגים יש בכל אחת מהמולקולות הנתונות ובאילו אורביטלים הם נמצאים?

שאלה 4. מבנה וקישור 14 נקודות

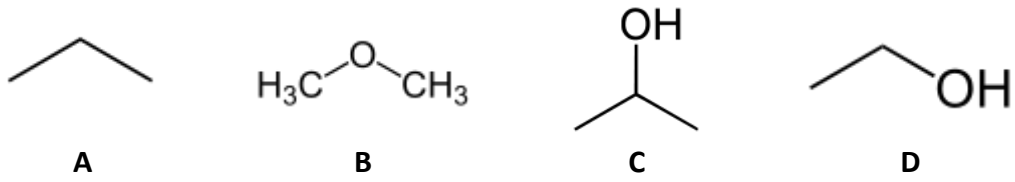
א. נתונים הצורונים הבאים:  $SiBr_4$ ,  $NO_2F$ ,  $IF_4^-$

- i. ציירו את מבנה לואיס עבור על אחד מהצורונים, כולל זוגות אלקטרוניים לא קושרים ומטענים פורמליים.
- ii. אם קיים רזוננס באחד או יותר מהצורונים, ציינו זאת במפורש וציירו את כל הצורות הרזונטיביות.
- iii. עבור הצורונים הניטרליים בלבד: האם הם קוטביים? הסבירו תשובתכם.

קוטביות	גיאומטריה מולקולרית	גיאומטריה של קבוצות אלקטרוניים	מבנה לואיס	צורון
				$IF_4^-$
				$NO_2F$
				$SiBr_4$

ב. ציירו את נוסחאות המבנה של כל האיזומרים האפשריים של  $C_2H_2Cl_2$

ג. סדרו את המולקולות הבאות לפי טמפ' הרתיחה שלהן (כתבו את האותיות במשבצות המתאימות)



□	>	□	>	□	>	□
---	---	---	---	---	---	---

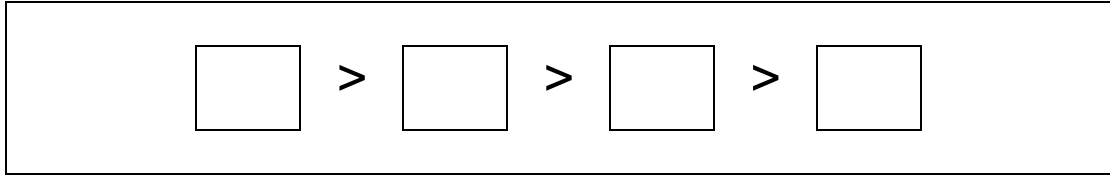
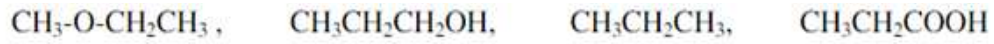
**שאלה 5. כימיה אורגנית, 14 נקודות**

א. כתבו את השם של הקבוצות הפונקציונליות בתרכובות הבאות (חומצה קרבוקסילית/ כוהל/ אתר/ אסטר/ קטון ועוד..)

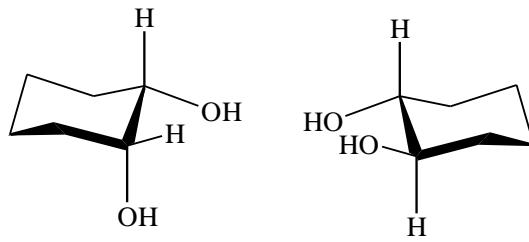
<p>.iii</p> <p><math>\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3</math></p> <p>_____</p>	<p>.ii</p> <p><math>\text{CH}_3\text{COOH}</math></p> <p>_____</p>	<p>.i</p> <p><math>\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}</math></p> <p>_____</p>
<p>.vi</p> <p><math>\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}-\text{OCH}_2\text{CH}_3</math></p> <p>_____</p>	<p>.v</p> <p><math>\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CH}</math></p> <p>_____</p>	<p>.iv</p> <p><math>\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_3</math></p> <p>_____</p>

ב. ציירו את כל האיזומרים המתאימים לנוסחה  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ .

ג. דרגו את החומרים הבאים לפי מידת המסיסות במים:

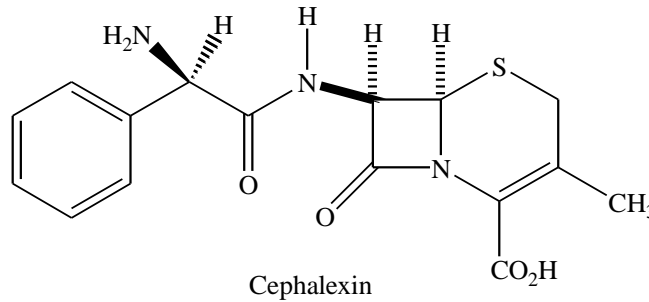


ד. מה היחס בין התרכובות הבאות (הקיפו את התשובה הנכונה):

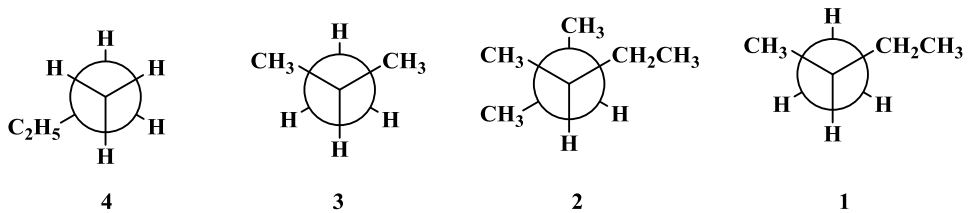
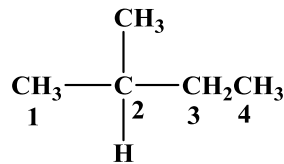


1. זהות      2. איזומרים מבניים      3. אננטיומרים      4. איזומרים גיאומטריים

ה. כמה מרכזים כיראליים יש בתרכובת הבאה, (סמנו אותם בכוכבית):



ו. מי מבין הבאים הוא קונפורמציה staggered סביב הקשר C1—C2 עבור המבנה הבא:



4. ד

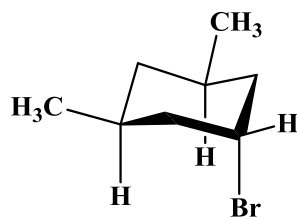
3. ג

2. ב

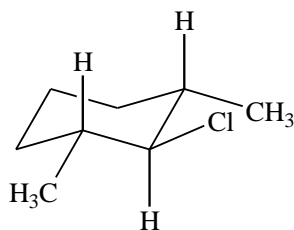
1. א



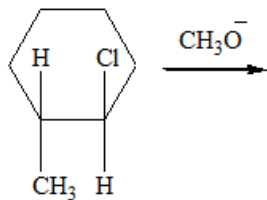
ז. מה השינוי שיעבור הכיסא הבא לאחר היפוך:



- א. הברום הופך לאקסיאלי והמתילים הופכים לאקוויטוריאלי.  
 ב. כל המתמירים הופכים לאקוויטוריאלי.  
 ג. הברום הופך לאקוויטוריאלי והמתילים הופכים לאקסיאלי.  
 ד. מתיל אחד הופך לאקסיאלי, המתיל השני לאקוויטוריאלי, והברום הופך לאקוויטוריאלי.  
 ח. הסבר מדוע התרכובת הבאה, נותנת תוצר יחיד בתנאי  $S_N2/E2$ , כאשר מגיבה עם  $CH_3O^-$ .

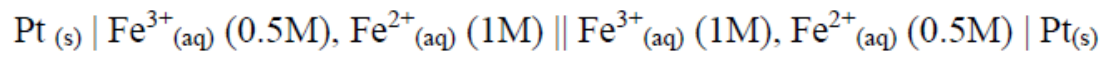


י. רשום את תוצרי ההתמרה של התגובות הבאות. התייחס לסטריוכימיה.



**שאלה 6. אלקטרוכימיה, 14 נקודות**

נתון התא הבא:

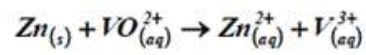


א. מהו מתח התא המתואר לעיל?

ב. האם התגובה מתרחשת באופן ספונטני?

ג. מה קורה לריכוזי המגיבים? (אין צורך לחשב, ענו על התשובה מילולית בלבד).

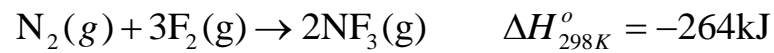
ד. התגובה הבאה מתרחשת בסביבה חומצית:



כתבו את משוואת התגובה המאוזנת.

**שאלה 7. תרמודינמיקה**

נתונה תגובה:

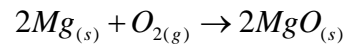


א. מהי כמות האנרגיה המשתחררת כאשר 0.256 מול  $\text{NF}_3(g)$  נוצרים מהיסודות בלחץ של 1 bar בטמפרטורה של 298 K?

ב. היעזרו בנתונים שבטבלה ובערכים הנתונים כדי למצוא את הערך עבור אנתלפיית הקשר עבור F-F.

אנתלפיית הקשר (kJ/mol)	הקשר
946	$\text{N}\equiv\text{N}$
272	N-F
?	F-F

ג. לפניכם תגובת בערה של מגנזיום, אשר בעקבותיה נוצרים מוצקים מתערובת של מוצק וגז:  
התגובה מתרחשת בטמפרטורת החדר,  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



$$\Delta S^{\circ} = -218\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\Delta H^{\circ} = -1202\text{ k}\cdot\text{J}$$

i. חשבו את שינוי האנטרופיה הכולל

ii. קבעו האם התגובה ספונטנית או לא בטמפרטורת החדר.

## בהצלחה

### נוסחאות וטבלה מחזורית

$$pH + pOH = pK_w$$

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$E_{cell} = E^0 - \frac{0.0592}{n} \log(Q)$$

$$E_{cell}^0 = E_{cathode}^0 - E_{anode}^0$$

$$R = 8.314 \frac{J}{K \cdot mol} = 1.985 \frac{cal}{K \cdot mol} = 62.363 \frac{L \cdot mmHg}{K \cdot mol} = 0.082 \frac{L \cdot atm}{K \cdot mol}$$

$$F = 96500 \frac{C}{mol}$$

# PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<b>1</b>																	<b>18</b>
<b>1A</b>																	<b>8A</b>
<b>1</b> <b>H</b> 1.008	<b>2</b> <b>2A</b>											<b>13</b> <b>3A</b>	<b>14</b> <b>4A</b>	<b>15</b> <b>5A</b>	<b>16</b> <b>6A</b>	<b>17</b> <b>7A</b>	<b>2</b> <b>He</b> 4.003
<b>3</b> <b>Li</b> 6.941	<b>4</b> <b>Be</b> 9.012											<b>5</b> <b>B</b> 10.81	<b>6</b> <b>C</b> 12.01	<b>7</b> <b>N</b> 14.01	<b>8</b> <b>O</b> 16.00	<b>9</b> <b>F</b> 19.00	<b>10</b> <b>Ne</b> 20.18
<b>11</b> <b>Na</b> 22.99	<b>12</b> <b>Mg</b> 24.31	<b>3</b> <b>3B</b>	<b>4</b> <b>4B</b>	<b>5</b> <b>5B</b>	<b>6</b> <b>6B</b>	<b>7</b> <b>7B</b>	<b>8</b> <b>8B</b>	<b>9</b> <b>8B</b>	<b>10</b> <b>8B</b>	<b>11</b> <b>1B</b>	<b>12</b> <b>2B</b>	<b>13</b> <b>Al</b> 26.98	<b>14</b> <b>Si</b> 28.09	<b>15</b> <b>P</b> 30.97	<b>16</b> <b>S</b> 32.07	<b>17</b> <b>Cl</b> 35.45	<b>18</b> <b>Ar</b> 39.95
<b>19</b> <b>K</b> 39.10	<b>20</b> <b>Ca</b> 40.08	<b>21</b> <b>Sc</b> 44.96	<b>22</b> <b>Ti</b> 47.88	<b>23</b> <b>V</b> 50.94	<b>24</b> <b>Cr</b> 52.00	<b>25</b> <b>Mn</b> 54.94	<b>26</b> <b>Fe</b> 55.85	<b>27</b> <b>Co</b> 58.93	<b>28</b> <b>Ni</b> 58.69	<b>29</b> <b>Cu</b> 63.55	<b>30</b> <b>Zn</b> 65.39	<b>31</b> <b>Ga</b> 69.72	<b>32</b> <b>Ge</b> 72.61	<b>33</b> <b>As</b> 74.92	<b>34</b> <b>Se</b> 78.96	<b>35</b> <b>Br</b> 79.90	<b>36</b> <b>Kr</b> 83.80
<b>37</b> <b>Rb</b> 85.47	<b>38</b> <b>Sr</b> 87.62	<b>39</b> <b>Y</b> 88.91	<b>40</b> <b>Zr</b> 91.22	<b>41</b> <b>Nb</b> 92.91	<b>42</b> <b>Mo</b> 95.94	<b>43</b> <b>Tc</b> (98)	<b>44</b> <b>Ru</b> 101.1	<b>45</b> <b>Rh</b> 102.9	<b>46</b> <b>Pd</b> 106.4	<b>47</b> <b>Ag</b> 107.9	<b>48</b> <b>Cd</b> 112.4	<b>49</b> <b>In</b> 114.8	<b>50</b> <b>Sn</b> 118.7	<b>51</b> <b>Sb</b> 121.8	<b>52</b> <b>Te</b> 127.6	<b>53</b> <b>I</b> 126.9	<b>54</b> <b>Xe</b> 131.3
<b>55</b> <b>Cs</b> 132.9	<b>56</b> <b>Ba</b> 137.3	<b>57</b> <b>La</b> 138.9	<b>72</b> <b>Hf</b> 178.5	<b>73</b> <b>Ta</b> 180.9	<b>74</b> <b>W</b> 183.8	<b>75</b> <b>Re</b> 186.2	<b>76</b> <b>Os</b> 190.2	<b>77</b> <b>Ir</b> 192.2	<b>78</b> <b>Pt</b> 195.1	<b>79</b> <b>Au</b> 197.0	<b>80</b> <b>Hg</b> 200.6	<b>81</b> <b>Tl</b> 204.4	<b>82</b> <b>Pb</b> 207.2	<b>83</b> <b>Bi</b> 209.0	<b>84</b> <b>Po</b> (209)	<b>85</b> <b>At</b> (210)	<b>86</b> <b>Rn</b> (222)
<b>87</b> <b>Fr</b> (223)	<b>88</b> <b>Ra</b> (226)	<b>89</b> <b>Ac</b> (227)	<b>104</b> <b>Rf</b> (261)	<b>105</b> <b>Db</b> (262)	<b>106</b> <b>Sg</b> (263)	<b>107</b> <b>Bh</b> (262)	<b>108</b> <b>Hs</b> (265)	<b>109</b> <b>Mt</b> (266)	<b>110</b> <b>Ds</b> (281)	<b>111</b> <b>Rg</b> (272)	<b>112</b> <b>Cn</b> (285)	<b>113</b> <b>(Uut)</b> (284)	<b>114</b> <b>Fl</b> (289)	<b>115</b> <b>(Uup)</b> (288)	<b>116</b> <b>Lv</b> (293)	<b>117</b> <b>(Uus)</b> (294)	<b>118</b> <b>(Uuo)</b> (294)

<b>58</b> <b>Ce</b> 140.1	<b>59</b> <b>Pr</b> 140.9	<b>60</b> <b>Nd</b> 144.2	<b>61</b> <b>Pm</b> (145)	<b>62</b> <b>Sm</b> 150.4	<b>63</b> <b>Eu</b> 152.0	<b>64</b> <b>Gd</b> 157.3	<b>65</b> <b>Tb</b> 158.9	<b>66</b> <b>Dy</b> 162.5	<b>67</b> <b>Ho</b> 164.9	<b>68</b> <b>Er</b> 167.3	<b>69</b> <b>Tm</b> 168.9	<b>70</b> <b>Yb</b> 173.0	<b>71</b> <b>Lu</b> 175.0
<b>90</b> <b>Th</b> 232.0	<b>91</b> <b>Pa</b> 231.0	<b>92</b> <b>U</b> 238.0	<b>93</b> <b>Np</b> (237)	<b>94</b> <b>Pu</b> (244)	<b>95</b> <b>Am</b> (243)	<b>96</b> <b>Cm</b> (247)	<b>97</b> <b>Bk</b> (247)	<b>98</b> <b>Cf</b> (251)	<b>99</b> <b>Es</b> (252)	<b>100</b> <b>Fm</b> (257)	<b>101</b> <b>Md</b> (258)	<b>102</b> <b>No</b> (259)	<b>103</b> <b>Lr</b> (262)