



Сојуз на хемичарите и технолозите на Македонија  
Натпревари по хемија за ученици од основно и средно образование

## ДРЖАВЕН НАТПРЕВАР ПО ХЕМИЈА 10 јуни 2024

- (1) Тестовите се захефтани заедно со коверти. Во секој коверт има ливче во кое треба да ги пополниш своите податоци: име и презиме, училиште, ментор, и **да го залепиш ковертот!**
- (2) Не ставај никаква ознака на тестот, ковертот или просторот за внесување на шифра (шифрата ја внесува комисијата). Доколку се забележи некаков знак на тестот или ковертот, следува дисквалификување.
- (3) Решавај го тестот користејќи **сино хемиско пенкало**, одговорите напишани со молив нема да бидат признаени.
- (4) Забранета е употреба на учебници, книги, тетратки, ливчиња, празни листови, периоден систем, мобилен телефон и сл. Мобилните телефони треба да бидат оставени на катедрата или надвор од просторијата.
- (5) **Забранет е било каков разговор** меѓу натпреварувачите. Ако имаш некое прашање, тогаш тестаторот треба да го повика одговорниот наставник.
- (6) Внимателно прочитај го тестот и одговори според барањата со внесување на **решението во предвидениот простор од задачата. Комисијата ќе ги оценува само одговорите напишани во предвидениот простор за тоа.** Празната опачина на секој лист може да се користи за слободно решавање, но тоа нема да се оценува!
- (7) Максималниот број поени што може да се освојат е 50, т.е. 40 поени од теориски проблеми и 10 поени од замислен експеримент.
- (8) **Натпреварот трае 150 минути.** Тестовите предадени по предвиденото време нема да се земат предвид за прегледување.

**Ви посакуваме успех!**

---

### Пополнувакомисијата

Теориски проблеми: \_\_\_\_\_

Замислен експеримент: \_\_\_\_\_

Вкупно поени: \_\_\_\_\_

Прегледал (Име и Презиме)

\_\_\_\_\_

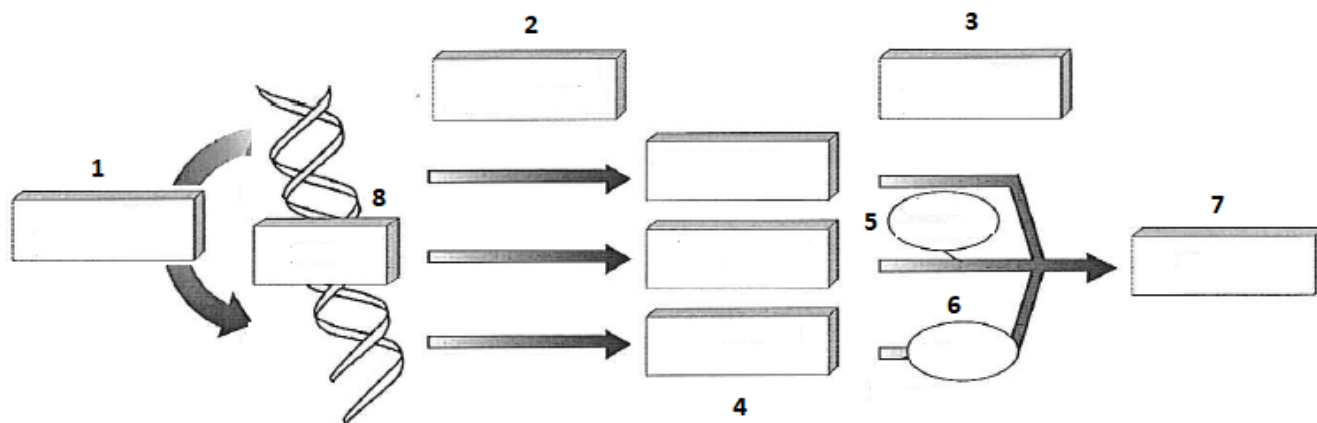
## ТЕОРИСКИ ПРОБЛЕМИ

Запишете го начинот на решавање и одговорот на предвиденото место за тоа!

Решавањето надвор од предвиденото место нема да се прегледува!

**Таблица на периодниот систем на елементите има на последната страница од тестот!**

1. На сликата подолу претставена е шема на пренос на генетските информации во клетката. На празните места напиши ги соодветните поими. (10 п)

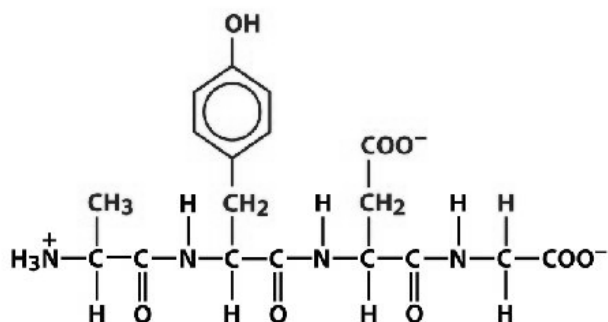


Насоки за пополнување на шемата:

- Поимите 1, 2 и 3 претставуваат својства на нуклеинските киселини.
- На трите полиња означени со број 4 треба да се наведат трите видови на рибонуклеинска киселина.
- На полињата означени со број 5 и 6 треба да се напише кои органели и кои градбени единици учествуваат во синтезата на биомолекулите кои треба да ги напишеш на полето со број 7.

Решение: 1. Репликација, 2. Транскрипција, 3. Транслација, 4. Информација RNA, транспортна RNA и рибозомална RNA, 5. Аминокиселини, 6. Рибозоми, 7. Протеини (пептиди), 8. DNA. (секое поле носи по 1 поен)

2. На сликата претставена е структурата на еден пептид. (10 п)



А) Пептидот во својата структура содржи 4 аминокиселински остатоци и 3 пептидни врски. (2 п)

В) При целосна хидролиза се добиваат аминокиселините: аланин, тирозин, аспарагинска киселина и глицин. (4 п)



- C) При pH 12 вкупниот полнеж на пептидот ќе биде 3–(или 2–), додека пак при pH 2 тој ќе биде 1+. (2 п)
- D) Пептидот дава позитивна/негативна (заокружи) ксантопротеинска реакција поради: присуството на тирозин. (1 п)
- E) Пептидот може/не може (заокружи) да гради дисулфидни мостови поради тоа што не содржи цистеин. (1 п)

3. После пропуштање на електрична искра низ 10 g смеса од црн прав (некој оксид  $A_xO_y$  со  $w(O) = 20,1\%$ ) и сив прав (метал) измешани во стехиометриски однос започнала бурна реакција со загревање до  $2500\text{ }^\circ\text{C}$ , а масата на смесата после реакцијата останала непроменета. Притоа биле добиени два продукти. Било забележано дека еден од продуктите на реакцијата бил растворлив во HCl и раствори на бази, а после неговото растворање останало нерастворено парче со црвенкаста боја и метален сјај со маса од 6,50 g и волумен од  $725\text{ mm}^3$ . Продуктот кој се растворил бил оксид на некој од следните метали: алуминиум, цинк, литиум, натриум, калциум или магнезиум. Да се одредат компонентите во почетната смеса и нивните масени удели. (10 п)

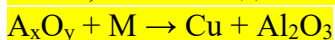
Елемент	Z	$A_r$	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
Li	3	6,94	0,53
Na	11	22,99	0,97
Al	13	26,98	2,70
Zn	30	65,38	7,13
Ca	20	40,08	1,55
Mg	12	24,31	1,74
Cu	29	63,55	8,96
Fe	26	55,85	7,87
Ag	47	107,87	10,49
Sn	50	118,71	7,31

Единствен метал со црвенкаста боја меѓу дадените е бакар, кој се добил како еден од продуктите на реакцијата. Потврда за ова е и густината на парчето со црвенкаста боја:

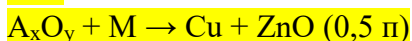
$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{6,50\text{ g}}{0,725\text{ cm}^3} = 8,97\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ (одговара на вредноста во табелата)} (1\text{ п})$$

Другиот продукт на реакцијата е амфотерен оксид. Од наведените шест оксиди во задачата, амфотерни оксиди (се раствораат и во киселини и во бази) се:  $Al_2O_3$  и  $ZnO$ . (0,5 п)

Значи, познато е дека има 2 реактанти и 2 продукти, па реакцијата би имала облик:



Или



Според тоа, еден од учесниците на реакцијата мора да биде оксид на бакар и тоа мора да биде бакар(II) оксид (кој е црн), бидејќи бакар(I) оксид е црвен. Ова може да се потврди и ако се најде емпирииската формула на оксидот на бакар:

$$x : y = \frac{w(Cu)}{A_r(Cu)} : \frac{w(O)}{A_r(O)} \text{ (0,5 п)}$$

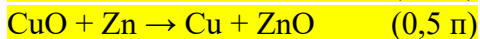
$$x: y = \frac{79,9}{63,55} : \frac{20,1}{16,00} \quad (0,5 \text{ п})$$

$$x: y = 1,26: 1,26$$

$$x: y = 1: 1 \quad (0,5 \text{ п})$$

Формулата на оксидот е CuO. (0,5 п)

Другиот учесник е прашкаст елементарен метал, па мора да биде или Al или Zn бидејќи двата метали градат амфотерни оксиди и и двата се силни редукциони средства од бакар:



Ако се образувале 6,50 g Cu, масата на почетниот CuO изнесува:

$$A_r(\text{Cu}) = 63,55; A_r(\text{O}) = 16,00$$

$$M_r(\text{CuO}) = 79,55$$

$$\frac{n(\text{Cu})}{n(\text{CuO})} = \frac{1}{1} \quad (0,5 \text{ п})$$

$$n(\text{CuO}) = \frac{m(\text{Cu})}{M_r(\text{Cu})} = \frac{6,50 \text{ g}}{63,55 \text{ g/mol}} = 0,102 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ п})$$

$$m(\text{CuO}) = n(\text{CuO}) \cdot M_r(\text{CuO}) = 0,102 \text{ mol} \cdot 79,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 8,11 \text{ g} \quad (0,5 \text{ п})$$

Масата на прашкастиот метал во почетната смеша би била:

$$10 \text{ g} - 8,11 \text{ g} = 1,89 \text{ g} \quad (0,5 \text{ п})$$

Ако металот е Zn, неговото количество би било:

$$n(\text{Zn}) = \frac{1,89 \text{ g}}{65,38 \text{ g/mol}} = 0,0289 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ п})$$

Ова количество е недоволно за да изреагира со 0,102 mol CuO. (0,5 п)

Ако металот е Al, неговото количество би било:

$$n(\text{Al}) = \frac{1,89 \text{ g}}{26,98 \text{ g/mol}} = 0,0701 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ п})$$

Количеството од Al потребно за да изреагира со CuO според горната равенка изнесува:

$$n(\text{Al}) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{CuO}) = \frac{2}{3} \cdot 0,102 \text{ mol} = 0,0680 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ п})$$

Што одговара на стехиометриското количество на Al неопходно за оваа реакција.

Значи, масените удели на компонентите во почетната смеша се:

$$w(\text{CuO}) = \frac{8,11 \text{ g}}{10 \text{ g}} \cdot 100 \% = 81,1 \% \quad (0,5 \text{ п})$$

$$w(\text{Al}) = \frac{1,89 \text{ g}}{10 \text{ g}} \cdot 100 \% = 18,9 \% \quad (0,5 \text{ п})$$

4. Со пржење на руда која содржи само железо и сулфур се добива оксид на железо во кој количествениот однос на железо и кислород е 2:3 и оксид на сулфур во кој количествениот однос на S и O е 1 : 2. Масениот удел на железо во рудата е 46,55 %. Колкава маса на руда е потребна за да се добијат 44,8 L од оксидот на сулфур (при стандардни услови)?(10 поени)

$$A_r(\text{Fe}) = 55,845; A_r(\text{S}) = 32,065$$

Општа формула: Fe<sub>x</sub>S<sub>y</sub>

$$x: y = \frac{w(\text{Fe})}{A_r(\text{Fe})} : \frac{w(\text{S})}{A_r(\text{S})} \quad (0,5 \text{ п})$$

$$x:y = \frac{0,4655}{55,845} : \frac{0,5345}{32,065} \quad (0,5 \text{ п})$$

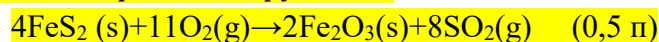
$$x:y = 0,008336 : 0,01667$$

$$x:y = \frac{0,008336}{0,008336} : \frac{0,01667}{0,008336}$$

$$x:y = 1 : 2 \quad (0,5 \text{ п})$$

Емпириската формула на рудата е:  $\text{FeS}_2$

Равенката на реакцијата на пржење на рудата е:



$$\frac{n(\text{FeS}_2)}{n(\text{SO}_2)} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2} \quad (0,5 \text{ п})$$

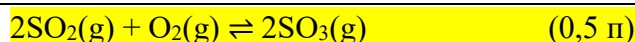
$$n(\text{FeS}_2) = \frac{1}{2} n(\text{SO}_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{V(\text{SO}_2)}{V_m} \quad (0,5 \text{ п})$$

$$n(\text{FeS}_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{44,8 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 1 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ п})$$

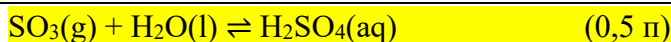
$$M_r(\text{FeS}_2) = 1 \cdot A_r(\text{Fe}) + 2 \cdot A_r(\text{S}) = 119,975$$

$$m(\text{FeS}_2) = n(\text{FeS}_2) \cdot M(\text{FeS}_2) = 1 \text{ mol} \cdot 119,975 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 119,975 \text{ g} \quad (0,5 \text{ п})$$

А) Со каталитичка оксидација на оксидот на сулфур од претходниот чекор (во присуство на ванадиум(V) оксид како катализатор) се добива оксид на сулфур во кој сулфурот е шеставалентен. Да се напише и израмни равенката на реакцијата!

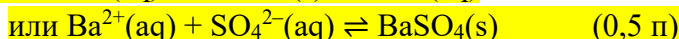
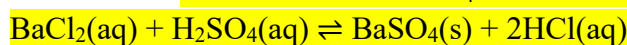


В) Добиениот оксид на сулфур од чекорот под А) бил спроведен во вода при што се добила некоја киселина. Да се запише равенката на реакцијата!



С) За проверка, дел од добиениот раствор во чекорот под В) бил префрлен во епрувета и во епруветата бил додаден раствор од  $\text{BaCl}_2$ . Притоа се образувал бел талог. Што претставува белиот талог? Да се поткрепи со хемиска равенка!

Белиот талог е  $\text{BaSO}_4$ . (0,5 п)



Д) Дел од растворот добиен во чекорот под В) бил префрлен во чаша и со рН-метар била измерена рН на растворот. рН вредноста изнесувала 0,26. Колку изнесува концентрацијата на  $\text{H}_3\text{O}^+$  во растворот? (Да се смета дека дисоцијацијата во сите чекори е целосна.)

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/dm}^3 \quad (0,5 \text{ п})$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-0,26} \text{ mol/dm}^3 = 0,55 \text{ mol/dm}^3 \quad (0,5 \text{ п})$$

Е) Потоа 10 mL од растворот добиен под В) биле префрлени во одмерна колба од 100 mL која била дополнета со дејонизирана вода до ознаката. Концентрацијата на



киселината во добиениот раствор била определена со титрација. За таа цел 20 mL од растворот во одмерната колба биле префрлени во ерленмаер и биле додадени 2 капки од индикатор метил црвено (растворот во ерленмаерот се обоил црвено). Пробата во ерленмаерот била титрирана со стандарден раствор од NaOH со концентрација 0,1050 mol/L до промена на бојата на растворот од црвена во жолта. Титрацијата била повторена 3 пати, а волуменот на растворот од NaOH потрошен за титрацијата изнесувал: 10,5 mL, 10,5 mL и 10,6 mL. Врз основа на овие податоци да се пресмета концентрацијата на киселината во растворот во одмерната колба!



$$V_{\text{cp.}}(\text{NaOH}) = \frac{10,5 \text{ mL} + 10,5 \text{ mL} + 10,6 \text{ mL}}{3} = 10,533 \text{ mL} \quad (0,5 \text{ п})$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{2} \quad (0,5 \text{ п})$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{NaOH}) = \frac{1}{2} \cdot c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \quad (0,5 \text{ п})$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 0,1050 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 10,533 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 0,0005530 \text{ mol} \quad (0,5 \text{ п})$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,0005530 \text{ mol}}{0,020 \text{ L}} = 0,02765 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad (0,5 \text{ п})$$



## ЗАМИСЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ (10 поени)

Лаборантот приготвил 5 раствори и тоа 2 од нив биле водени раствори потребни за лабораторијата по биохемија, а останатите биле водни раствори од неоргански соединенија. Растворите ги ставил во 5 стаклени шишиња, но заборавил да им стави етикети додека ги приготвувал па шишињата се измешале. Бидејќи лаборантот ги имал сите хемикалии потребни за изведување на тестовите со кои би можел да докаже што има во шишињата, решил да направи неколу експерименти. За таа цел, најпрво шишињата ги означил со броевите **1, 2, 3, 4 и 5**.

1. За првиот експеримент од секое шише претурил во епрувета по 1 mL од секој од растворите и во секој раствор внимателно по сидовите на епруветата додал по 1 mL концентрирана азотна киселина, а потоа додал и 1 mL 10 % раствор од NaOH и притоа забележал дека само во епруветата во која што претурил од шишето број **2** има појава на жолто-портокалов талог:

- Во шишето број **2** имало раствор од некој протеин. (1 п)
- Реакција која била изведена за неговото докажување се вика ксантопротеинска. (1 п)
- Оваа реакција се случува поради присуството на тирозин и триптофан (присуството на ароматични амнокиселински остатоци во протеинот). (2 п)

2. Потоа истражувањето го продолжил врз останатите раствори. Повторно од шишињата претурил во четири чисти епрувети по 1 mL од секој од растворите и во секој раствор додал по 1 mL од реагенс кој што имал жолта боја. При тоа забележал дека во трите епрувети растворот се обоил жолтеникаво, додека растворот од шишето број **4** добил темно сина боја.

- Реагенсот со жолта боја е Луголов раствор ( $I_2/KI$ ). (1 п)
- Во шишето со број **4** имало скроб. (0,5 п)

3. Во едно од шишињата имало воден раствор на соединение кое во комбинација со  $AgNO_3$  служи за подготовка на Толенсов реагенс. За да се испита во кое од преостанатите 3 шишиња е водниот раствор на ова соединение лаборантот префрлил во три чисти епрувети по 1 mL од растворите од трите шишиња и додал алкален раствор на калиум тетрајодомеркурат(II). Притоа, во епруветата со раствор од шишето број **1** се образувал талог.

- Растворот во шишето број **1** е  $NH_4OH$  (амониум хидроксид) (0,5 п)
- Хемиската формула на калиум тетрајодомеркурат(II) е  $K_2[HgI_4]$ , а формираниот талог има црвено-кафена боја. (1 п)

4. Во преостанатите 2 шишиња имало раствори на соли на некој катјон од шеста аналитичка група кој го бои оксидациониот дел од пламенот со жолта боја. Лаборантот префрлил по 1 mL од секој од двата раствори во 2 чисти епрувети и во секоја епрувета додал неколку капки воден раствор на  $AgNO_3$ . Во епруветата со раствор од шишето број **5** се образувал бел талог кој со стоење почнал да добива сивовиолетова боја, а во другата епрувета немало видлива реакција. За да е сигурен, во епруветата со талог лаборантот додал од растворот од шишето број **1**, при што талогот се растворил.

- Во шишето број **5** имало раствор на NaCl. (0,5 п)



---

б) Хемиската формула на образуваниот талог е:  $\text{AgCl}$ . (0,5 п)

в) Да се запише равенката на хемиската реакција на образување на талогот:



5. За да провери дали растворот во шишето број 3 е во ред, лаборантот префрлил 1 mL од растворот во епрувета и додал воден раствор од  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . При тоа се образувал бел талог кој се растворил во разреден  $\text{NaOH}$ .

а) Во шишето број 3 има раствор на  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . (0,5 п)

б) Хемиската формула на образуваниот талог е:  $\text{PbSO}_4$ . (0,5 п)





## ПЕРИОДЕН СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

1 <b>H</b> 1.008																	2 <b>He</b> 4.003
3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.012											5 <b>B</b> 10.81	6 <b>C</b> 12.01	7 <b>N</b> 14.01	8 <b>O</b> 16.00	9 <b>F</b> 19.00	10 <b>Ne</b> 20.18
11 <b>Na</b> 22.99	12 <b>Mg</b> 24.31											13 <b>Al</b> 26.98	14 <b>Si</b> 28.09	15 <b>P</b> 30.97	16 <b>S</b> 32.07	17 <b>Cl</b> 35.45	18 <b>Ar</b> 39.95
19 <b>K</b> 39.10	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.96	22 <b>Ti</b> 47.88	23 <b>V</b> 50.94	24 <b>Cr</b> 52.00	25 <b>Mn</b> 54.94	26 <b>Fe</b> 55.85	27 <b>Co</b> 58.93	28 <b>Ni</b> 58.69	29 <b>Cu</b> 63.55	30 <b>Zn</b> 65.39	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.61	33 <b>As</b> 74.92	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.90	36 <b>Kr</b> 83.80
37 <b>Rb</b> 85.47	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.91	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.91	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101.1	45 <b>Rh</b> 102.9	46 <b>Pd</b> 106.4	47 <b>Ag</b> 107.9	48 <b>Cd</b> 112.4	49 <b>In</b> 114.8	50 <b>Sn</b> 118.7	51 <b>Sb</b> 121.8	52 <b>Te</b> 127.6	53 <b>I</b> 126.9	54 <b>Xe</b> 131.3
55 <b>Cs</b> 132.9	56 <b>Ba</b> 137.3	57 <b>La</b> 138.9	72 <b>Hf</b> 178.5	73 <b>Ta</b> 181.0	74 <b>W</b> 183.8	75 <b>Re</b> 186.2	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.2	78 <b>Pt</b> 195.1	79 <b>Au</b> 197.0	80 <b>Hg</b> 200.6	81 <b>Tl</b> 204.4	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 209.0	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> 226.0	89 <b>Ac</b> 227.0	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (263)	107 <b>Bh</b> (262)	108 <b>Hs</b> (265)	109 <b>Mt</b> (266)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Uuu</b> (272)	112 <b>Uub</b> (285)	113 <b>Uut</b> (284)	114 <b>Uuq</b> (289)	115 <b>Uup</b> (288)			
58 <b>Ce</b> 140.1	59 <b>Pr</b> 140.9	60 <b>Nd</b> 144.2	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.4	63 <b>Eu</b> 152.0	64 <b>Gd</b> 157.3	65 <b>Tb</b> 158.9	66 <b>Dy</b> 162.5	67 <b>Ho</b> 164.9	68 <b>Er</b> 167.3	69 <b>Tm</b> 168.9	70 <b>Yb</b> 173.0	71 <b>Lu</b> 175.0				
90 <b>Th</b> 232.0	91 <b>Pa</b> 231.0	92 <b>U</b> 238.0	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (262)				