



Самарский региональный центр
для одаренных детей



КуйбышевАзот
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Межрегиональная олимпиада по физике и химии им. Н.Н. Семёнова (2023-2024 учебный год)

ЗАДАНИЯ 2-го теоретического тура по ХИМИИ

7-8 КЛАСС

(продолжительность – 3 часа; общее количество баллов 100)

(во всех расчётах атомные массы элементов округлены до целых чисел
(кроме $A(\text{Cl})=35.5$ г/моль))

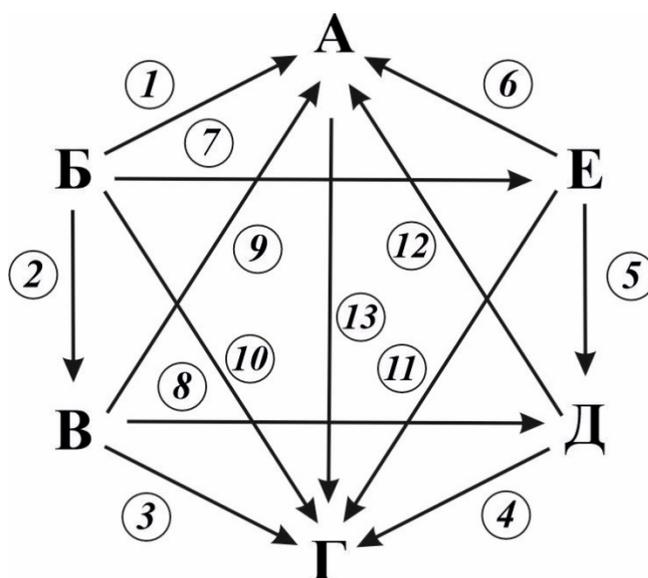
Задача 1

Смесь массой 10 г, состоящую из железных и деревянных опилок, куска серы и фторида натрия сожгли в избытке кислорода. В результате выделилось 4.48 л (н.у.) газа, массой 10.8 г. Твёрдый остаток поместили в воду, при этом не растворилось 3.944 г. твёрдого остатка, содержащего в своём составе 27.585% кислорода. Определите состав исходной смеси, если принять, что древесные опилки содержали 63.16% углерода, 31.17% кислорода и 5.67% водорода. Предложите "неразрушающий" (основанный только на физических явлениях) способ разделения исходной смеси.

(15 баллов)

Задача 2

Химический элемент X образует ряд бинарных соединений с различными неметаллами (А, Б, В, Г, Д и Е), между которыми возможны различные химические превращения, изображённые на схеме. Известно, что разница молекулярных масс А и Г равна 16.5 г/моль, а отношение молекулярных масс А и Г равно 1.6346. Соединение В содержит всего 4 нейтрона. Соединение Г плохо растворяется в воде, при этом



взаимодействует с негашёной известью с образованием вещества **Е** и другого бинарного вещества, известного как *флюорит*. В таблице также перечислены данные по составу некоторых приведённых на схеме соединений:

Соединение	Б	В	Д	Е
$\omega_X, \%$	60.00	87.50	30.43	46.67

Реакции, зашифрованные на схеме, приведены ниже:

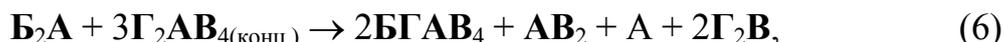
- | | |
|---|---|
| 1) $\mathbf{Б} + \text{HCl}_{(p-p)} \rightarrow \mathbf{А} + \dots;$ | 8) $\mathbf{В} + \text{S} \xrightarrow{300-350^\circ\text{C}} \mathbf{Д} + \dots;$ |
| 2) $\mathbf{Б} + \text{H}_2 \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \mathbf{В} + \dots;$ | 9) $\mathbf{В} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{400-450^\circ\text{C}} \mathbf{А} + \dots;$ |
| 3) $\mathbf{В} + \text{HF}_{(p-p)} \rightarrow \mathbf{Г} + \dots;$ | 10) $\mathbf{Б} + \text{HF}_{(p-p)} \rightarrow \mathbf{Г} + \dots;$ |
| 4) $\mathbf{Д} + \text{F}_2 \rightarrow \mathbf{Г} + \dots;$ | 11) $\mathbf{Е} + \text{ZnF}_2 \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \mathbf{Г} + \dots;$ |
| 5) $\mathbf{Е} + \text{H}_2\text{S} \xrightarrow{1000^\circ\text{C}} \mathbf{Д} + \dots;$ | 12) $\mathbf{Д} + \text{HCl}_{(p-p)} \rightarrow \mathbf{А} + \dots;$ |
| 6) $\mathbf{Е} + \text{HCl}_{(p-p)} \rightarrow \mathbf{А} + \dots;$ | 13) $\mathbf{А} + \text{F}_2 \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \mathbf{Г} + \dots;$ |
| 7) $\mathbf{Б} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \mathbf{Е} + \dots;$ | |

Определите элемент **Х**, вещества **А-Е** и напишите уравнения *реакций 1-13*.

(20 баллов)

Задача 3

Имеется набор уравнений реакций, в которых элементы зашифрованы буквами **А**, **Б**, **В** и **Г**. На схеме, соответствующей этим реакциям, указаны стехиометрические коэффициенты и количественный состав веществ, в которые входят элементы **А**, **Б**, **В** и **Г**.



Известно, что молекулярные массы веществ $\mathbf{Б}_2\mathbf{А}_x\mathbf{В}_3$ и $\mathbf{Б}_2\mathbf{АВ}_4$ соответственно равны 158 г/моль и 142 г/моль, а отношение атомных масс элементов **А** и **В** равно 2. Разница молекулярных масс веществ $\mathbf{Г}_2\mathbf{АВ}_4$ и $\mathbf{БВГ}$ равна 58 г/моль. Определите элементы **А**, **Б**, **В** и **Г**, а также неизвестные индексы x , y , n и m и коэффициент z .

(17 баллов)

Задача 4

В 1995 году в честь известного учёного, Виктора Альбертовича Франк-Каменецкого (1915-1994), был назван новый минерал, найденный в чароитах, *франкаменит*. Минерал характеризуется кристаллическими выделениями преимущественно серого цвета с фиолетовым и зеленоватым оттенками. *Франкаменит* встречается только в массиве *Мурун* на плато *Олекма-Чара* в Якутии.

При обработке 12.92 г минерала избытком раствора плавиковой кислотой выделился бинарный газ (плотность по дициану равна 2), объёмом 2.688 л (н.у.) и образовался осадок фторида кальция массой 3.9 г. Элементный анализ исходного минерала показал, что в его состав входит 2.9412 % (масс.) фтора, 40.8669% кислорода. Нагревание 12.92 г исходного минерала до 150°C приводит к потере 0.36 г. Число атомов натрия и калия, входящих в состав одинаково, при этом содержание калия составляет 9.0557%. Выведите формулу *франкаменита*, запишите её в виде произведения оксидов (или солей).



(15 баллов)

Задача 5

Смесь кристаллогидратов нитратов магния и кальция (отношение молекулярных масс $Mg(NO_3)_2 \cdot nH_2O$ и $Ca(NO_3)_2 \cdot mH_2O$ равно 1.085), массой 12.3 г, растворили в 111.7 г воды. Массовая доля нитрат-ионов в полученном растворе составила 5%. Затем полученный раствор нитратов выпарили и прокалили. Масса остатка после прокаливания составила 2.4 г. Определите состав исходной смеси и формулу каждого из исходных кристаллогидратов.

(15 баллов)

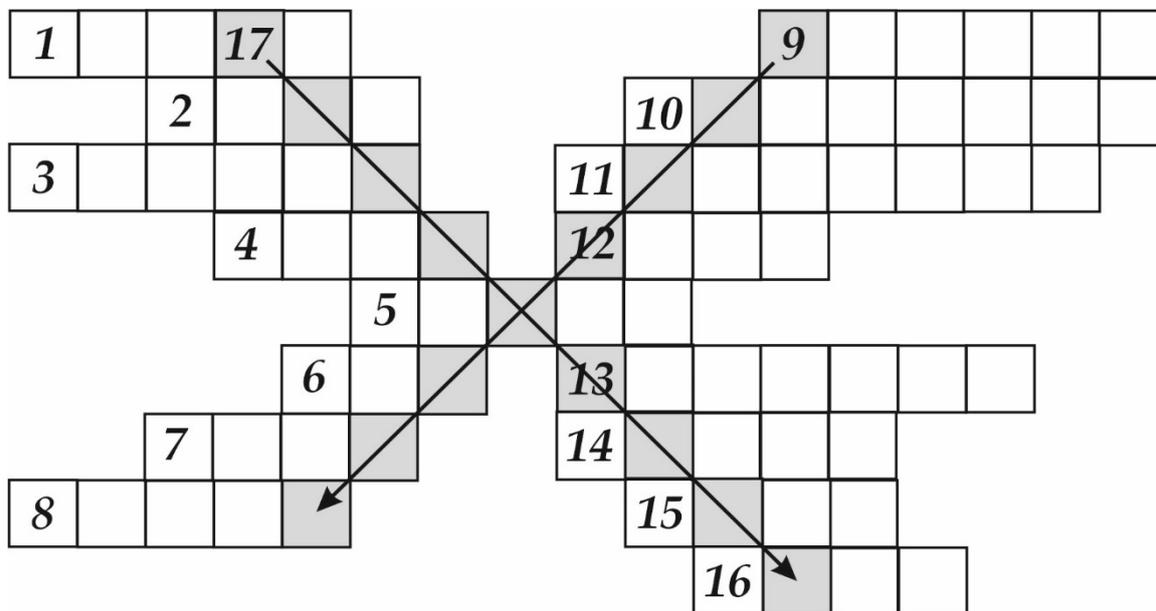
Задача 6

Разгадайте кроссворд.

По горизонтали. 1. Металл, который легче воды. 2. Прибор, с помощью которого определяют массу. 3. Атом одного химического элемента, отличающийся от другого атома этого же химического элемента только числом нейтронов. 4. Тривиальное название гидратов натриевой соли тетраборной кислоты; бывает *аптекарская* и *ювелирная*. 5. Соль борной кислоты. 6. Атом, потерявший или принявший электрон. 7. Неметалл, из которого получают купоросное масло. 8. Наука, изучающая превращение веществ друг в друга. 9. Стабильная элементарная частица, входящая в состав всех атомных ядер, ядро протия, ион H^+ . 10. Элементарная частица, аналогичная электрону, но имеющая положительный заряд, обозначается β^+ . 11. Стабильная элементарная частица с массой покоя $9.11 \cdot 10^{-31}$ кг и отрицательным зарядом $1.602 \cdot 10^{-19}$ Кл. 12. Центральная часть атома, в которой сосредоточена основная его масса (более 99.9%). 13. Химический элемент семейства лантаноидов Периодической системы элементов Д.И. Менделеева с электронной формула $[Xe]6s^2 4f^{12}$. 14. Ковкий, легкоплавкий, очень мягкий металл серебристо-белого цвета; сходен по химическим свойствам с алюминием и галлием, по внешнему виду с элементом из п.15. 15. Химический элемент побочной подгруппы второй группы четвёртого периода Периодической системы элементов Д.И. Менделеева; при нормальных условиях - хрупкий металл голубовато-белого цвета (тускнеет на воздухе, покрываясь тонким слоем оксида); по свойствам - амфотерный металл. 16. Химический элемент, который в виде простого вещества - пластичный

металл золотисто-розового цвета, на воздухе быстро покрывается оксидной плёнкой, придающей ему характерный интенсивный желтовато-красный оттенок; обладает высокой тепло- и электропроводностью (занимает второе место по электропроводности среди металлов).

По диагонали (выделено серым). 17. Переход вещества из жидкого состояния в газообразное. 9. Ковалентная химическая связь бывает



(18 баллов)

ТАБЛИЦА РАСТВОРИМОСТИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Rb ⁺	Cs ⁺	NH ₄ ⁺	Be ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Al ³⁺	Sc ³⁺	Y ³⁺	La ³⁺	Lu ³⁺	Ga ³⁺	In ³⁺	Tl ³⁺	Cu ²⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cd ²⁺	Th ⁴⁺	U ⁴⁺	UO ₂ ²⁺	Ag ⁺	Cu ⁺	Tl ⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Sn ⁴⁺	Sb ³⁺	Bi ³⁺	Hg ₂ ²⁺	Hg ²⁺	Rh ³⁺	Pd ²⁺	Au ³⁺					
OH ⁻	P	P	P	P	P	P	P*	H	H	M	M	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H				
F ⁻	P	M	P	P	P	P	P	P	M	H	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	H	P	P	M	M	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ		
SCN ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P				
CN ⁻	P	P	P	P	P	P	P	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г			
BO ₂ ⁻	P*	M	P	P	P	P	P	H	M	M	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	P	H	M	Г																									
CO ₃ ²⁻	M*	M	P	P	P	P	P	M	MГ	H	H	H	Г	HГ	MГ	M	Г	Г	Г	Г	Г	H	H	Г	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ	HГ			
HCO ₃ ⁻	M*	P*	P	P	P	P	P	—	P*	P	P	P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
SiO ₃ ²⁻	H	P	P	P	P	P	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	M	Г																									
N ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P			P	P	P	Г	H	H	H	H	Г																																
NO ₂ ⁻	P*	P	P	P	P	P	P	Г	P	P	P	P	Г																																					
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P				
C ₂ O ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	M	H	H	M	H	M	M	H	H	H	H	H	H	M	M	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H			
C ₁₇ H ₃₅ COO ⁻	H		P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H			
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	MГ	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
HCOO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
PO ₃ ⁻	P		P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H			
PO ₄ ³⁻	P	M	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	M			
AsO ₃ ³⁻	P*	P	P	P	P	P	P		P	H	H	H	H																																					
AsO ₄ ³⁻	P	H	P	P	P	P	P	H	H	M	M	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H			
S ²⁻	P	P	P	P	P	P	P	Г	MГ	M	P	P	Г	Г	H	M	H	Г	H	Δ	Г	H	H	Δ	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	M	H	H	M	H	H	M	H	H	H	H	H	H			
S ₂ O ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P																																			
SO ₃ ²⁻	P*	P	P	P	P	P	P	M	M	H	H	M	Г																																					
S ₂ O ₆ ²⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	H	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P		
SeO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	P	P		M	M	M		Г																																					
SeO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P		H	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
ClO ₃ ⁻	P*	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
BrO ₃ ⁻	P*	P	P	P	P	P	P		P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P		
IO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	H	H	M	M	M	M	M	P	M	M	M																															
ClO ₄ ⁻	P	P	P	M	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	M	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P		
CrO ₄ ²⁻	P*	P	P	P	P	P	P	P	P	M	H					M																																		
WO ₄ ²⁻	M	P	P	P	P	P	P		P	M	M	H				M	M																																	
[Fe(CN) ₆] ³⁻	P	P	P	P	P	P	P		M	P	P	P	Г																																					
[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	P	P	P	P	P	P	P		P	P	P	M	Г																																					

P — вещество растворимо в воде (более 1г на 100г раствора)

M — вещество малорастворимо в воде (0,01 - 1г на 100г раствора)

H — вещество нерастворимо в воде (менее 0,01г на 100г раствора)

HГ, MГ — вещество образует осадок основных солей вследствие гидролиза

M*, P* — при выделении из раствора вещество разлагается

Г — вещество необратимо гидролизуеться

Δ — вещество диспропорционирует при контакте с водой

? — существование вещества сомнительно

— — вещество не существует

□ — данные отсутствуют

Для солей, гидролизующихся сильно, но не полностью, приведены данные, соответствующие условиям, при которых гидролиз подавляется.



ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1.008																		2 He 4.0026
2	3 Li 6.941	4 Be 9.0122												5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
3	11 Na 22.990	12 Mg 24.305												13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.066	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
4	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956		22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906		40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc 98.906	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	*	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.20	83 Bi 208.98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	**	104 Rf [265]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]	113 Uut [284]	114 Fl [289]	115 UUp [288]	116 Lv [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]

*	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm [145]	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
*	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.029	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]