



## Инженерная олимпиада «Кентавр»

3 этап. 20 апреля 2026 года.

### 8 класс

Максимальная оценка за каждую задачу — 10 баллов. Итоговый балл определяется по сумме баллов за все задачи (максимум — 50 баллов).

#### Задача 1. Двугрупповые даты (математика)

В России при написании даты указывают сперва день, а потом месяц. Например, 20 апреля записывается 20.04. В некоторых других странах порядок иной – сперва указывают месяц, а потом день. Например 20 апреля записывается 04.20. Назовем дату двусмысленной, если по ней нельзя понять, что указано первым числом, а что вторым. Группу подряд идущих двусмысленных дат назовем двугруппой.

1. Найдите количество двугрупп за один календарный год.
2. Найдите наибольшее возможное количество дней между двумя соседними двугруппами.

#### Задача 2. Кислородная станция для горной больницы: оптимизация системы (химия)

В горной местности (высота 2800 м над уровнем моря) строится многопрофильная больница на 12 коек интенсивной терапии. Из-за разреженного воздуха (давление 72 кПа, содержание кислорода 14,8%) необходимо создать систему получения медицинского кислорода. Инженеры рассматривают три варианта:

##### Вариант 1. Адсорбционный.

Пропускание воздуха через цеолитовые фильтры, поглощающие азот, выход = 93%  $O_2$ . Работает от сети, не требует химических реактивов.

Производительность: 15 м<sup>3</sup>/час.

##### Вариант 2. Химический.

Термическое разложение пероксида натрия:  $2Na_2O_2 + 2CO_2 \rightarrow 2Na_2CO_3 + O_2$

Требует расходный материал, но автономен, работает без электричества.

##### Вариант 3. Электролиз воды

$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

Производительность: 8 м<sup>3</sup>/час.

## Исходные данные:

- Медицинская норма: пациент в реанимации потребляет  $15 \text{ м}^3$  кислорода в сутки
- Резервный генератор дизельный, работает 6 часов, затем требует дозаправки
- Пероксид натрия хранится в герметичных контейнерах по 25 кг
- Для электролиза требуется дистиллированная вода.
- При н.у. 1 моль газа = 22,4 л; на высоте 2800 м объём 1 моля газа = 25,8 л (из-за пониженного давления)

## Задания:

1. Рассчитайте, сколько моль кислорода содержится в  $1 \text{ м}^3$  воздуха на высоте 2800 м. Сравните с количеством на уровне моря (н.у.). На сколько процентов меньше кислорода доступно для дыхания?
2. Для Варианта 2: рассчитайте теоретическую массу пероксида, необходимую для получения  $100 \text{ м}^3$  кислорода. Учтите выход реакции 88%.
3. Для Варианта 3: рассчитайте, какой объём воды (в литрах) теоретически необходим для получения суточной нормы кислорода для всех 12 пациентов. Плотность воды =  $1 \text{ г/мл}$ .
4. Аварийная ситуация: отключено электричество. Резервный генератор проработал 6 часов и заглох. В распоряжении осталось:
  - 150 кг пероксида натрия
  - 500 л дистиллированной воды

Какой Вариант обеспечит больницу кислородом дольше? Рассчитайте время автономной работы (в часах) для каждого варианта и выберите оптимальный.

5. Почему Вариант 3 (электролиз) требует дополнительной очистки кислорода перед медицинским применением? Какие примеси могут присутствовать и почему они опасны для пациентов?

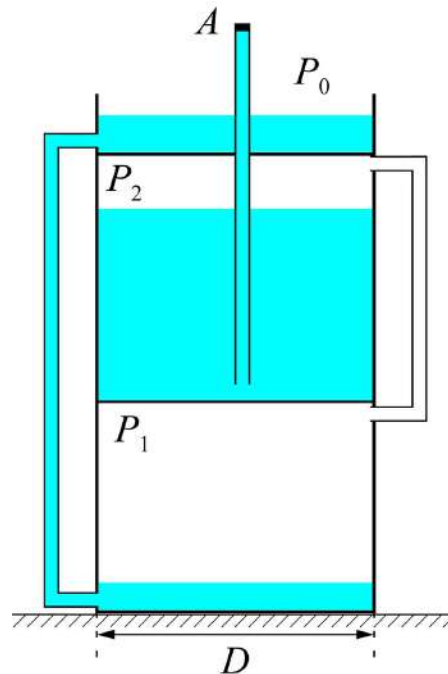
## Задача 3. Фонтан Герона (физика)

Одно из самых известных изобретений Герона Александрийского - так называемый фонтан Герона. Схема этого фонтана показана на рисунке. Он состоит из трёх цилиндрических сосудов с вертикальными стенками, диаметром  $D = 3 \text{ м}$ . Два нижних сосуда герметичны (за исключением подключенных трубок). Верхний сосуд открыт в атмосферу. Трубка в точке  $A$  закрыта легкой заглушкой, поэтому устройство пока не работает.

Используя линейку и справочные данные определите:

1. давление газа в нижнем баке  $P_1$ ;
2. давление газа в среднем баке  $P_2$ ;
3. массу воды в фонтане (без учёта труб);
4. силу трения, удерживающую заглушку в точке  $A$ .

Заглушку убирают. Вода из верхнего сосуда стекает в нижний, вытесняя из него воздух в средний сосуд. Новая порция воздуха в среднем сосуде вытесняет из него воду в трубу, из которой она бьёт фонтаном, но падает обратно в верхний резервуар системы. Объёмы воздуха и воды внутри устройства можно считать постоянными. Скорость воды в точке  $A$  определяется выражением  $v_A = \sqrt{\frac{2(P_A - P_0)}{\rho}}$ . Определите:



5. с какой скоростью и в каком направлении будет двигаться граница воды в среднем сосуде сразу после удаления заглушки.
6. с какой скоростью и в каком направлении будет двигаться граница воды в верхнем сосуде при работе фонтана;

### Справочные данные:

- Плотность воды:  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$
- Атмосферное давление:  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$
- Ускорение свободного падения:  $g = 10 \text{ Н/кг}$
- Площадь сечения труб  $s = 10 \text{ см}^2$  (изображены не в масштабе)

## Задача 4. Страж северной башни (информатика)

### Описание задания

В северной башне инженеров хранится древний автомат по имени Страж. Он получает на вход одну строку символов и выполняет программы, записанные на особом языке команд. Во всех заданиях необходимо написать для Стража программу, которая решает указанную задачу. Страж хранит входную строку в переменной  $S$ .

### Команды Стража

Команда	Назначение
ВВОД	Считать входную строку и сохранить её в переменной S.
ДЛ(S)	Получить длину строки S.
СИМВ(S, i)	Получить символ строки S, стоящий на месте i. Нумерация символов начинается с 1.
ВЫВОД(x)	Вывести значение x.
ЕСЛИ ... ТО ... ИНАЧЕ ... КОНЕЦ ЕСЛИ	Выполнить одну из двух ветвей в зависимости от истинности условия.
ДЛЯ i = a ДО b ... КОНЕЦ ДЛЯ	Выполнить цикл, в котором переменная i последовательно принимает все значения от a до b.

Также в программе можно использовать переменные, например  $k := 0$ , изменять их значения и сравнивать символы и числа с помощью знаков  $=, \neq, <, >$ .

### Пример работы операторов

```

ВВОД (считывается входная строка и сохраняется в переменной S)
k1 := 0
k2 := 0
k3 := 0

Цикл:
ДЛЯ i = a до b
    последовательность команд
КОНЕЦ ДЛЯ
выполняется, пока i находится в отрезке [a;b]

Условие
ЕСЛИ условие
    ТО команда1
    ИНАЧЕ команда2
КОНЕЦ ЕСЛИ
выполняется команда1 (если условие истинно) или команда2 (если условие ложно).

```

Этот пример приведён только для иллюстрации оформления записи решения.

### Задание 1. След механического садовника

Когда-то в саду северной башни работал механический садовник. Каждый свой шаг он записывал одной буквой: N — шаг на север, S — шаг на юг, E — шаг на восток, W — шаг на запад. Маршрут считается замкнутым, если после выполнения всех шагов садовник возвращается в ту точку, откуда начал движение. Страж получает на вход строку, состоящую только из букв N, S, E, W. Необходимо написать программу, которая выводит YES, если маршрут замкнут, и NO в противном случае.

## Примеры

Входная строка	Результат
NESW	YES
NNW	NO

## Задание 2. Ключ стеклянных ворот

Перед входом в верхнюю лабораторию северной башни находятся стеклянные ворота. Они открываются только правильным кодом. Код состоит из цифр 4, 5 и 6. Он считается правильным, если сначала идут все цифры 4, затем все цифры 5, а затем все цифры 6. При этом каждая из трёх цифр должна встретиться хотя бы один раз. Страж получает на вход строку, состоящую только из цифр 4, 5 и 6. Необходимо написать программу, которая выводит YES, если код правильный, и NO в противном случае.

## Примеры

Входная строка	Результат
44556	YES
45466	NO

### Примечание.

Во всех заданиях оценивается правильность алгоритма и умение записать его в виде понятной программы для Стража. Программа должна быть оформлена аккуратно и последовательно, с использованием указанных команд.

## Задача 5. Томат (биология)

Водный потенциал и его отдельные компоненты оказывают сильное воздействие на процессы фотосинтеза, дыхания и продуктивность сельскохозяйственных растений. Подобно температуре тела человека, он служит хорошим интегральным показателем «здорового» растения.

Существует 3 механизма поступления воды в растительную клетку: 1) осмотический; 2) коллоидно-химический; 3) электроосмос. Поглощение воды клетками осуществляется преимущественно осмотическим путём, а механизмом транспорта является диффузия.

Под осмосом понимают диффузию растворителя через избирательно проницаемую мембрану, каковую представляет собой биологическая мембрана. Молекулы воды диффундируют против градиента концентрации из менее концентрированного раствора в более концентрированный, в результате чего объём концентрированного раствора увеличивается.

Вода поступает в клетку за счёт осмоса до тех пор, пока разность потенциалов воды по обе стороны плазмалеммы не станет равной нулю:  $\Delta\Psi = 0$ . Следовательно, водный потенциал характеризует способность воды диффундировать, поглощаться или испаряться. Он имеет размерность давления и его величину выражают в атмосферах, барах или Паскалях ( $1 \text{ атм.} = 1,013 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$ ).

Понятие полевой влагоёмкости применяется для характеристики максимальных размеров запаса почвенной влаги. Выделяют несколько форм почвенной влаги, различающихся по степени доступности для растений.

Гравитационная вода, хорошо доступная для растений, заполняет крупные промежутки между частицами почвы. Капиллярная вода, заполняет тонкие капилляры в почве и

удерживается силами, легко преодолеваемыми корнями, водный потенциал почвы (-0,05 Мпа). Вода, удерживаемая на поверхности почвенных частиц силами адсорбции, делится на прочносвязанную (гигроскопическую) недоступную для растений, водный потенциал (-0,3 Мпа) и рыхлосвязанную (пленочную) частично доступную для растений, водный потенциал (-0,2 Мпа).

Количество доступной для растений воды во многом определяет скорость ее поступления в корневую систему растений. Одним из биохимических приспособлений к произрастанию в условиях дефицита или избытка влаги является поддержание определённого осмотического потенциала клетками корней.

Осмотический потенциал – одна из компонент водного потенциала клетки ( $\Psi$ ). Величина водного потенциала изменяется в течение суток в пределах одного растения (рисунок 1) и зависит от физических факторов и изменения осмотического давления в клетках, обусловленного процессами фотосинтеза и дыхания.

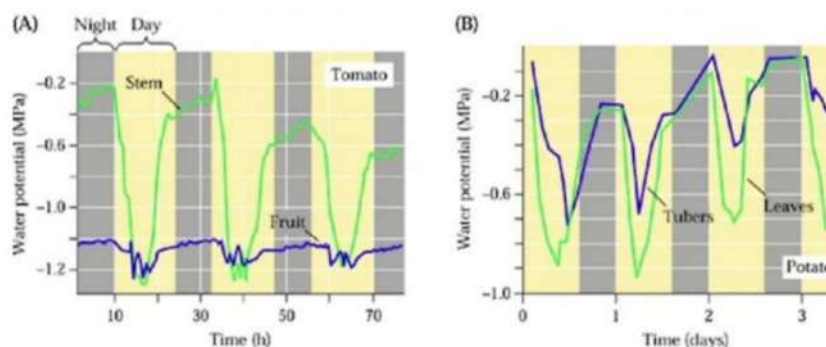


Рисунок 1. Суточные колебания водного потенциала в растительных тканях томата и картофеля (вегетативные органы – Steam, Leaves, клубни - Tubers и незрелые плоды – Fruit).

Количество воды, затрачиваемой на производство биомассы растения составляет от 18% до 25% от общего водопотребления в зависимости от фазы вегетации растения (рисунок 2), остальная вода испаряется во время транспирации.

При выращивании растений в теплице наиболее экономным способом считается капельный полив и малообъемная культура. При малообъемной культуре корни растения располагаются в субстрате, защищенном от испарения. Вода по пластиковым трубочкам подается непосредственно в зону корней. Тем не менее, потери воды составляют около 10% поливной нормы.

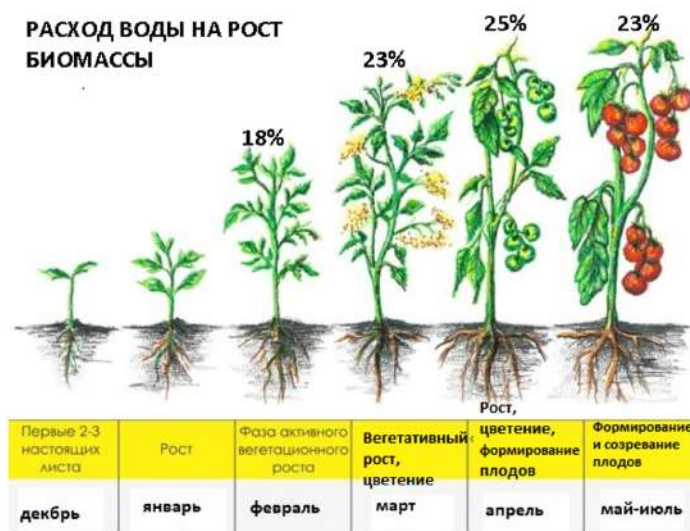


Рисунок 2. Фазы вегетации томата в весенне-летнем обороте. Расход воды на рост биомассы в % от общей поступившей в растение воды.

Весенне-летний оборот томата — это интенсивный тепличный цикл, начинающийся с посева в декабре и высадки рассады в январе. Он направлен на получение раннего урожая (апрель-июнь).

Рассчитать норму полива ( $л/м^2$  в сутки) томатов в теплице в фазу активного вегетационного роста, начала плодоношения (формирование плодов) и полного плодоношения (вызревание плодов), интенсивность транспирации листом томата показана на рисунке 3, в таблице 1. В теплице выращивался сорт с ПТ 12%.

Для расчета нормы полива принять, что интенсивность транспирации не различалась по месяцам.

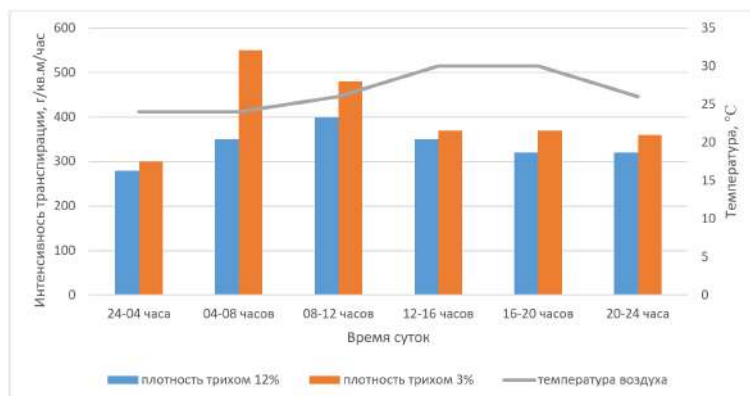


Рисунок 3. Интенсивность транспирации двух линий томатов с разной плотностью трихом (ПТ) в зависимости от времени суток.

Таблица 1. Связь интенсивности транспирации и температуры воздуха в теплице.

	24-04 часа	04-08 часов	08-12 часов	12-16 часов	16-20 часов	20-24 часа
Температура воздуха, °С	24	24	26	30	30	26
<b>Интенсивность транспирации, г/м<sup>2</sup>/час</b>						
Плотность трихом 12%	280	350	400	350	320	320
Плотность трихом 3%	300	550	480	370	370	360

### Ответьте на вопросы:

Изменится ли поливная норма, если в теплице будут высажены томаты с листом, имеющим площадь трихом 3%? Почему? Дайте развернутое объяснение, расчеты приводить не нужно.

Почему при одинаковой температуре интенсивность транспирации различается в разное время суток (рисунок 3, таблица 1)?

Какие факторы и как влияют на интенсивность транспирации?

В таблице 2 представлены значения водного потенциала для растения томата.

Таблица 2.

Водный потенциал	1. (-0,05 МПа)	2. (-0,1 МПа)	3. (-0,2 МПа)	4. (-1,2 МПа)	5. (-1,6 МПа)	6. (-1,8 МПа)	7. (-7 МПа)
Клетки растения							

Соотнесите значения водного потенциала с клетками в разных органах растения, почвенным раствором и воздухом, на рисунке 4. Поясните такое распределение.



Рисунок 4.

Наиболее эффективным способом регуляции интенсивности транспирации считается испарительное охлаждение - метод снижения температуры на 5–10°C путем испарения воды, которая поглощает тепло. Кратко опишите техническое решение для такого метода. Помните, что конденсат на растениях при застое воздуха вызывает развитие грибных болезней.

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ																						
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>		
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H		
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P		
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P		
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P		
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	P	H	H	H	M	?		
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H		
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?		
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?		
HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	?	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P		
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?	?	
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	?	P	P	?	-	?	?	
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	?	H	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	?	P	?	?	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	?	P	-	P	P	P	P	P	-	P	P	
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?	?	
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	?	?	?	?	?	H	H	M	?	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	P	?	P	
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
«H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается  
«?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

**РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ**  
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
активность металлов уменьшается

**Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева**

		Г р у п п ы																				
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						2							
п е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород																		2 He 4,00 Гелий		
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 B 10,81 Бор	6 C 12,01 Углерод	7 N 14,00 Азот	8 O 16,00 Кислород	9 F 19,00 Фтор													10 Ne 20,18 Неон	
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 Al 26,98 Алюминий	14 Si 28,09 Кремний	15 P 30,97 Фосфор	16 S 32,06 Сера	17 Cl 35,45 Хлор													18 Ar 39,95 Аргон	
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель										36 Kr 83,80 Криптон	
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc 98,91 Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,91 Родий	46 Pd 106,42 Палладий										54 Xe 131,29 Ксенон	
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 La 138,91 Лантан	58 Ce 140,12 Церий	59 Pr 140,91 Прометий	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150,36 Самарий	63 Eu 151,96 Европий	64 Gd 157,25 Гадолиний	65 Tb 158,93 Тербий	66 Dy 162,50 Диспрозий	67 Ho 164,93 Гольмий	68 Er 167,26 Эрбий	69 Tm 168,93 Тулий	70 Yb 173,05 Иттербий	71 Lu 174,97 Лютеций				
	7	79 Au 196,97 Золото	80 Hg 200,59 Ртуть	81 Tl 204,38 Таллий	82 Pb 207,2 Свинец	83 Bi 208,98 Висмут	84 Po [209] Полоний	85 At [210] Астат														86 Rn [222] Радон
	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac [227] Актиний	90 Th [232] Торий	91 Pa [231] Протактиний	92 U [238] Уран	93 Np [237] Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий					

\* Лантаноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Прозетдий	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
-----------------------	---------------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	-------------------------

\*\* Актиноиды

90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
-----------------------	-----------------------------	---------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	--------------------------------	----------------------------	------------------------------