

Номер места _____

Фамилия _____

56-ая Международная химическая Олимпиада



56th IChO International
Chemistry Olympiad
Saudi Arabia 2024

Отборочный экспериментальный тур

Москва, 15 июня 2024 года

Общие указания

1. В течение всего практического тура Вы должны носить лабораторный халат и защитные (или свои корректирующие) очки.
2. Осторожно обращайтесь с растворами кислот и щелочей!
3. Набирайте растворы в пипетки только с помощью трёхходовой груши или пипетатора. Запрещается набирать жидкость в пипетки ртом.
4. Выданное Вам количество растворов ограничено. Пролитый или полностью израсходованный раствор будет заменен с наложением штрафа.
5. Работа с бюреткой:
 - а) если кран бюретки открыт, закройте его перед использованием;
 - б) если при заполнении бюретки в носике остается пузырёк воздуха, аккуратно встряхните бюретку в вертикальном положении; если не помогает, обратитесь к ассистенту;
 - в) кран бюретки может подтекать; пользуйтесь стаканом под бюретку.
6. Выполняя задачу, не создавайте помех другим участникам. Содержите своё рабочее место в порядке.
7. Если вы что-то разбили, обратитесь к ассистентам, которые помогут вам убрать все осколки и выдадут замену.
8. Подпишите все листы комплекта.
9. Записывайте ответы только в специально отведенных ячейках. Вы можете использовать обратную сторону листов в качестве черновика.
10. Вы можете выполнять задачи в любой последовательности.
11. Все вещества для синтеза находятся в стаканах и взвешены в необходимом количестве – нужно использовать всё выданное Вам количество веществ.
12. Вы можете использовать посуду многократно. Тщательно мойте ее перед повторным использованием.
13. Комплект состоит из **23** страниц, включая титульный лист и Периодическую таблицу элементов.
14. Перед началом работы Вам предоставлено 15 минут для ознакомления с текстом и составления плана работы. В это время запрещается делать пометки и экспериментальную работу.
15. Общая продолжительность экспериментального тура составляет 5 ч. После того, как прозвучит команда СТОП, Вы должны немедленно прекратить работу и сдать все листы.

Оборудование и посуда

Наименование	Количество
На каждого участника	
Мешалка магнитная с нагревом	1 шт.
Шпатель металлический	1 шт.
Штатив лабораторный	2 шт.
Листы фильтровальной бумаги	2 шт.
Флакон пенициллиновый для раствора образца (ТСХ)	1 шт.
Стакан на 250 мл (камера для ТСХ)	1 шт.
Пластинки для ТСХ (разного размера)	2 шт.
Чашка Петри, в которой лежат пластинки для ТСХ	1 шт.
Пробирки в штативе	10 пустых и 10 с растворами
Держатель для пробирки для нагревания	1 шт.
Емкость для слива отработанных реагентов	1 шт.
Резиновая груша или пипетатор	1 шт.
Стакан, 250 мл	1 шт.
Стакан, 100 мл	1 шт.
Стакан, 50 мл	2 шт.
Резиновые трубки (обрезки)	5 шт.
Термометр	1 шт.
Пробирка типа «Eppendorf»	9 шт.
Провода	2 шт.
Зажимы	4 шт.
Батарейка	1 шт.
Подставка под Eppendorf	1 шт.
Наждачная бумага	1 кусочек
Универсальная индикаторная бумага	3 полоски
Промывалка с дистиллированной водой	1 шт.
Бюретка, 25 мл	1 шт.
Воронка для заполнения бюретки	1 шт.
Штатив для бюретки и пипетки	1 шт.
Лапка для бюретки	1 шт.
Коническая колба 200-250 мл	2 шт.
Пипетка Мора, 10 мл	1 шт.
Градуйрованная пипетка, 10мл	1 шт.
Мерная колба с анализируемыми веществами, 100 мл	2 шт.
Мерный цилиндр, 25 мл	2 шт.
Мерный цилиндр, 10 мл	1 шт.
Пинцет	1 шт.
Оборудование на нескольких участников	
Весы	1 шт.
Бумага для взвешивания	много
Бюретка для CuSO ₄	1 шт.
Стакан под бюретку	1 шт.

Номер места _____

Фамилия _____

Воронка для бюретки	1 шт.
Стакан 100 мл	1 шт.
УФ лампа	1 шт.
Капилляры для ТСХ	много
Листы фильтровальной бумаги	много
Линейка	1 шт. на 2-х участников

Реактивы (на одного участника)

Вещество	Состояние	Кол-во	Комментарий
Задача 1			
соль Мора	0.1 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
дихромат калия	0.1 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
тиосульфат натрия	0.1 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
медный купорос	0.1 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
нитрит натрия	0.1 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
пероксид водорода	0.1 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
аскорбиновая кислота	0.1 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
нитрат серебра	0.1 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
серная кислота	0.5 М раствор	15 мл	В банке
перманганат калия	0.05 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
гептамолибдат аммония (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0.05 М раствор	15 мл	В пробирке в штативе
Задача 2			
2,4-ДНФГ	Твердое	Несколько кристалликов	В бюксе на рабочем столе
Циклогексанон	Раствор в этаноле	~0,5 мл	В колбочке на рабочем столе
<i>На столе общего пользования, рабочем столе или под тягой</i>			
1-циклогексилиден-2-(2,4-динитрофенил)гидразин	Твёрдое	1,4 г	В чашке Петри на столе общего пользования
Этанол	Жидкое		В колбе на полке над рабочим столом для 3 человек
Диэтиловый эфир	Жидкое		В колбе на полке

			над рабочим столом для 3 человек
Элюент 1 (петролейный эфир-ацетон, 4:1)	Жидкое	50 мл	В колбе на полке над рабочим столом для 3 человек
Элюент 2 (петролейный эфир-хлороформ-ацетон, 19:3:3)	Жидкое	50 мл	В колбе на полке над рабочим столом для 3 человек
Раствор 2,4-динитрофенилгидразона циклогексанона	Жидкое	25 мл	В колбочке на столе у окна
Раствор 2,4-динитрофенилгидразона бензальдегида	Жидкое	25 мл	В колбочке на столе у окна
Раствор 2,4-динитрофенилгидразона бутанона	Жидкое	25 мл	В колбочке на столе у окна
Раствор 2,4-динитрофенилгидразона ацетофенона	Жидкое	25 мл	В колбочке на столе у окна
Задача 3			
NaOH, 1M	Жидкое	100 мл	Мерная колба 250 мл на 2-х участников
HCl, 1M	Жидкое	100 мл	Мерная колба 250 мл на 2-х участников
Борная кислота, 1M	Жидкое	2 мл	Пробирка типа «Eppendorf»
Нитрат калия, 1M	Жидкое	2 мл	Пробирка типа «Eppendorf»
Бромид натрия, 1M	Жидкое	2 мл	Пробирка типа «Eppendorf»
Хлорид кальция, 1M	Жидкое	2 мл	Пробирка типа «Eppendorf»
Нитрат серебра, 0.02M	Жидкое	2 мл	Пробирка типа «Eppendorf»
Нитрат свинца, 0.02M	Жидкое	2 мл	Пробирка типа «Eppendorf»
Сульфат титанила, 1M	Жидкое	2 мл	Пробирка типа «Eppendorf»
Иодид калия, 1M	Жидкое	2 мл	Пробирка типа «Eppendorf»
Тиосульфат натрия, 0.02M	Жидкое	200 мл	Коническая колба

Номер места _____

Фамилия _____

			500 мл на 2-х участников
Раствор иода, 0.02М	Жидкое	120 мл	Коническая колба 100 мл
Крахмал	Жидкое	40 мл	Стаканчик с пипеткой
Навеска аскорбиновой кислоты	Твердое	Анализируемый образец	Мерная колба №№ 100 мл
Навеска фруктозы	Твердое	Анализируемый образец	Мерная колба №№ 100 мл
Серная кислота, 1М	Жидкое	160 мл	Коническая колба 200 мл
Сульфат меди, 0.04М	Жидкое	80 мл	Коническая колба 250 мл на 2-х участников
Тартрат калия, натрия	Жидкое	30 мл	Коническая колба 100 мл на 2-х участников
Иодид калия, 5%	Жидкое	200 мл	Коническая колба 200 мл

Номер места _____

Фамилия _____

Задача 1. Сравнение окислительно-восстановительных свойств соединений (10 баллов)

Вопрос	1.1	1.2	1.3	1.4	Итого
Очки	2.0	2.7	4.5	0.8	10
Результат					

Вам предоставлены 0.1 М растворы соли Мора, дихромата калия, тиосульфата натрия, медного купороса, нитрита натрия, пероксида водорода, аскорбиновой кислоты, нитрата серебра, 0.5 М раствор серной кислоты, 0.05 М растворы перманганата калия, гептамолибдата аммония $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$.

1.1. Сгруппируйте соединения на окислители, восстановители и те, которые могут проявлять, как окислительные, так и восстановительные свойства. Запишите соответствующие полуреакции для каждого соединения.

Номер места _____

Фамилия _____

1.2. Изучите взаимодействие предоставленных вам веществ и наблюдения заполните в таблицу 1.

Таблица 1. (это образец, используйте таблицу ниже)

	A	B	C	...					
A		-	газ	...					
B	-		обесцв						
C									
...									

1.3. Сформируйте отчет о работе, используя шаблон, представленный ниже (табл.2). Укажите, какие растворы вы смешивали и опишите свои наблюдения. Для каждого эксперимента обязательно напишите уравнение рассматриваемой реакции и потенциалы, которые характеризуют протекание данного процесса.

Таблица 2. (это образец, используйте таблицу ниже)

Уравнение реакции	Соотношение потенциалов $E(\dots/\dots) > E(\dots/\dots)$
-------------------	--

1.4. Расположите окислительно-восстановительные пары в порядке возрастания их стандартного электродного потенциала.

- 1) _____ 2) _____ 3) _____ 4) _____ 5) _____
 6) _____ 7) _____ 8) _____ 9) _____ 10) _____
 11) _____ 12) _____ ...) _____ ...) _____ ...) _____

Номер места _____

Фамилия _____

Номер места _____

Фамилия _____

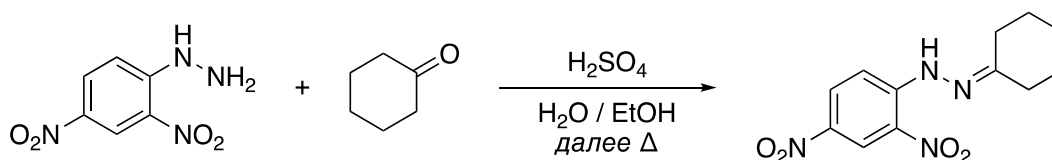
Уравнение реакции	Соотношение потенциалов $E(\dots/\dots) > E(\dots/\dots)$
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
20.	
21.	
22.	
23.	
24.	
25.	
26.	
27.	
28.	
29.	
30.	

Задача 2. Органическая химия (8 баллов)

Вопрос	2.1	2.2	2.3	Итого
Очки	1.0	3.0	4.0	8
Результат				

**Анализ чистоты продукта синтеза
с помощью тонкослойной хроматографии (ТСХ)**

Ранее физхимиком был осуществлён синтез 1-циклогексилиден-2-(2,4-динитрофенил)гидразона. Выход синтеза оказался количественным, что вызвало сомнения относительно чистоты полученного продукта. Схема синтеза приведена ниже.



Вам необходимо осуществить анализ чистоты полученного продукта с помощью ТСХ. В Вашем распоряжении на столе общего пользования имеется образец полученного гидразона в виде порошка цвета охры, а также исходные для синтеза реагенты. Используйте буквально крошку полученного ранее вещества для осуществления анализа.

Для проведения ТСХ в данном случае используйте пластинку, что поуже, и элюент 1 (петролейный эфир-ацетон, 4:1)! Для проявления пятен на пластинке используйте УФ лампу.

2.1. Какие примеси могут содержаться в образце полученного ранее продукта? Возможно ли при данном варианте проявления пятен обнаружить указанные Вами примеси в образце продукта? Обоснуйте Ваш ответ.

Номер места _____

Фамилия _____

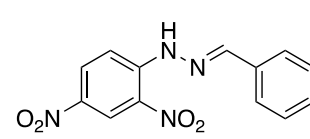
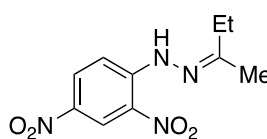
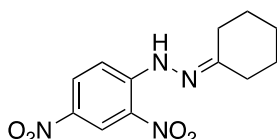
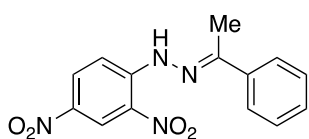
2.2. Зарисуйте пластинку, как она выглядит под УФ лампой после проведения ТСХ. По итогу приложите пластинку к Вашей работе.

Определите значения R_f продукта и веществ, которые Вы использовали при осуществлении ТСХ, приведите расчёты.

Какой вывод о чистоте синтезированного ранее продукта можно сделать исходя из полученных результатов? Обоснуйте.

Рисунок пластинки с пятнами	Значения R_f
	Продукт: _____ Исходные вещества (укажите, какие): _____ _____
	Вывод о чистоте продукта:

Идентификация гидразонов в смеси с помощью ТСХ



Для проведения ТСХ в данном случае используйте пластинку, что пошире, и элюент 2 (петролейный эфир-хлороформ-ацетон, 19:3:3)! Проведите на пластинке стартовую линию. Отметьте точку для анализируемого образца. Обратитесь к преподавателю для того, чтобы он нанёс на пластинку пятно раствора смеси двух гидразонов из четырёх, формулы которых представлены выше. Вам предстоит определить, какие гидразоны находятся в смеси с помощью тонкослойной хроматографии. В Вашем распоряжении имеются растворы гидразонов в индивидуальном виде.

Номер места _____

Фамилия _____

2.3. Запишите в поле для ответов номер анализируемой смеси гидразонов. Изобразите структурные формулы гидразонов, присутствующих в анализируемой смеси.

Долю какого компонента, используемого в данном случае элюента, необходимо увеличить, чтобы увеличить значение R_f анализируемых веществ? Почему?

По итогу приложите пластинку к Вашей работе.

Номер анализируемой смеси гидразонов _____

Структурные формулы:

Компонент, долю которого надо увеличить: _____

Задача 3. Аналитическая химия (22 балла)

Вопрос	3.1.1	3.1.2	Итого
Очки	4	2	6
Результат			

Часть А. Идентификация веществ с использованием батарейки

Проводимость растворов возникает в результате движения ионов в электрическом поле. В процессах электролиза может участвовать не только электролит, но и материал электродов.

Соберите схему для электролиза растворов, подключив к батарейке электролизер. В качестве электродов используйте кусочки медной проволоки. Сначала соберите всю схему, только после этого АККУРАТНО опускайте электроды в анализируемые растворы. Помните, что для установления равновесий некоторых реакций может потребоваться время.

Используя прибор для электролиза и индикаторную бумагу, идентифицируйте вещества (дистиллированная вода, борная кислота, нитрат калия, бромид натрия, хлорид кальция, нитрат серебра, нитрат свинца, сульфат титанила, иодид калия) в выданных вам пробирках “Eppendorf”, пронумерованных от 1 до 9.

Внимание! Избегайте короткого замыкания!!!! Не замыкайте электроды друг на друге! Избегайте их касания!!! Ни в коем случае не трогайте оголённый металл руками при опускании электродов в раствор!!!

3.1.1. Расшифруйте вещества в пробирках “Eppendorf”.

1	2	3	4	5	6	7	8	9

3.1.2. Напишите электродные процессы (полуреакции), происходящие при электролизе каждого раствора. Реакции должны соответствовать вашим наблюдениям!

Формула вещества	Реакции
AgNO_3	Катод: Анод:
NaBr	Катод:

	Анод:
КІ	Катод: Анод:
KNO ₃	Катод: Анод:
H ₃ BO ₃	Катод: Анод:
CaCl ₂	Катод: Анод:
H ₂ O	Катод: Анод:
Pb(NO ₃) ₂	Катод: Анод:
TiOSO ₄	Катод: Анод:

Часть В. Определение энтальпии реакции нейтрализации

Вопрос	3.2.1	3.2.2	3.2.3	3.2.4	Итого
Очки	4.5	0.75	0.5	0.25	6
Результат					

Соберите простейший калориметр (рис.1), состоящий из двух вставленных один в другой тонкостенных химических стаканов емкостью 100 и 250 мл. Для разделения стаканов используйте отрезки резиновых трубок. Внутренний стакан 2 предварительно взвесьте. Для измерения температуры раствора используйте термометр с ценой деления 0.1°C.

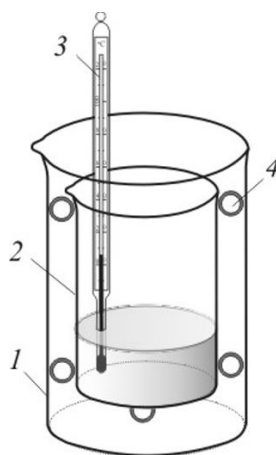


Рис. 1. Простейший калориметр. 1, 2 – наружный и внутренний стаканы; 3 – термометр; 4 – резиновые трубки.

Проведите два опыта, отличающиеся порядком смешения реагентов.

Опыт 1. В сухой взвешенный стакан налейте из мерного цилиндра 30 мл 1 М раствора гидроксида натрия и взвесьте. В другой также взвешенный стакан налейте 20 мл 1 М раствора соляной кислоты и взвесьте. Результаты взвешивания исходных растворов внесите в таблицу. Перелейте раствор гидроксида натрия во внутренний стакан 2 калориметра (рис. 1), поместите в раствор термометр и запишите температуру. Прилейте 20 мл 1 М раствора соляной кислоты и определите величину максимального подъема температуры раствора (Δt) после сливания реагентов.

Опыт 2. Повторите эксперимент, изменив количества реагентов и порядок их смешения: к 30 мл 1 М раствора соляной кислоты в калориметре добавьте 20 мл 1 М раствора гидроксида натрия. Исходные растворы предварительно взвесьте.

№ опыта	NaOH			HCl		
	m(стакана), г	m(стакана + раствор), г	Δt , г	m(стакана), г	m(стакана + раствор), г	Δt , г
1						

Номер места _____

Фамилия _____

2						
---	--	--	--	--	--	--

3.2.1. Запишите величину максимального подъема температуры раствора (Δt) после сливания реагентов.

Δt_1	
Δt_2	

Плотность стекла 2.5 г/см^3 , толщина стенок и дна стакана 1 мм.
 $m(\text{стекло})$ – масса участвующей в теплообмене части стакана, которую можно оценить расчетным геометрическим путем, геометрических размеров и уровня жидкости в стакане, предполагая, что стенки и дно стакана имеют одинаковую толщину.

3.2.2. Расчет массы стекла внутреннего стакана, участвующего в теплообмене.

Опыт 1. Уровень жидкости –

$m(\text{стакана})$ в контакте с раствором = _____ г.

Опыт 2. Уровень жидкости –

Номер места _____

Фамилия _____

$m(\text{стакана})$ в контакте с раствором = _____ г.

3.2.3. Рассчитайте тепловые эффекты (Q , Дж) реакций нейтрализации. Для этого используйте следующие данные: $c_p(\text{р-р})$ – теплоемкость раствора, которую можно принять равной теплоемкости воды 4.18 Дж/(г×К); $c_p(\text{стекло})$ – теплоемкость стекла, 0.75 Дж/(г×К).

3.2.4. Рассчитайте энтальпию реакции нейтрализации $\Delta_r H$ (кДж/моль).

**Часть С. Определение содержания аскорбиновой кислоты и фруктозы
титриметрическим методом**

Вопрос	3.3.1	3.3.2	3.3.3	3.3.4	3.3.5.	3.3.6	3.3.7	3.3.8	3.3.9	3.3.10	Итого
Очки	2.8	0.1	0.2	0.2	2.8	0.2	0.4	2.8	0.2	0.3	10
Результат											

В различные лекарственные препараты зачастую добавляют аскорбиновую кислоту и/или фруктозу. Эти вещества участвуют в различных биохимических процессах.

I. Стандартизация раствора иода.

Запишите концентрацию тиосульфата натрия (указана на банке):

$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ _____ М.

Заполните бюретку раствором иода. В коническую колбу перенесите аликвоту стандартного раствора тиосульфата натрия 10.00 мл, добавьте 1-2 мл крахмала и титруйте раствором иода до появления синей окраски.

3.3.1. Запишите в таблицу объем иода, затраченного на титрование тиосульфата (V_1):

Титрование №№	1	2	3	4	5
Начальный объем, см ³					
Конечный объем, см ³					
Объем, израсходованный на титрование, см ³					

Объем, принятый Вами в качестве ответа, V_1 : _____ см³

3.3.2. Запишите молекулярное уравнение протекающей реакции между иодом и тиосульфатом натрия.

Номер места _____

Фамилия _____

3.3.3. Рассчитайте точную концентрацию раствора иода, запишите ее.

Расчеты:

$$c(I_2) = \text{_____ М.}$$

II. Определение аскорбиновой кислоты.

3.3.4. Запишите молекулярные уравнения реакций, используя структурные формулы для органических соединений, при взаимодействии аскорбиновой кислоты с водным раствором иода.

Номер колбы _____

В мерной колбе («Аскорбиновая кислота») вам выдана навеска аскорбиновой кислоты. Добавьте в колбу дистиллированную воду, доведите до метки.

С помощью чистой пипетки отберите аликвоту раствора аскорбиновой кислоты объемом 10.00 мл и перенесите ее в колбу для титрования, добавьте мерным цилиндром 20 мл 1М раствора серной кислоты и 1–2 мл раствора крахмала. Титруйте пробу раствором иода до появления синей окраски, не исчезающей в течение 30 с.

3.3.5. Запишите в таблицу объем иода, затраченного на титрование аскорбиновой кислоты (V_2):

Титрование №№	1	2	3	4	5
Начальный объем, см ³					
Конечный объем, см ³					
Объем, израсходованный на титрование, см ³					

Объем, принятый Вами в качестве ответа, V_2 : _____ см³

Номер места _____

Фамилия _____

3.3.6. Рассчитайте массу аскорбиновой кислоты в выданной Вам колбе.

Расчеты:

$m(\text{аскорбиновая кислота}) = \underline{\hspace{10em}} \text{ г}$

III. Определение фруктозы.

3.3.7. Напишите химическое равновесие, устанавливающееся в растворе фруктозы в щелочной среде.

Заполните бюретку стандартным раствором тиосульфата.

В мерной колбе («Фруктоза») ёмкостью 100.0 мл вам выдана навеска фруктозы, растворите навеску в дистиллированной воде и доведите до метки. Пипеткой отберите 10.00 мл раствора в колбу для титрования ёмкостью 200 мл, из другой бюретки добавьте 10.00 мл раствора сульфата меди, мерным цилиндром – 3 мл раствора тартрата калия и перемешайте. Образовавшийся раствор нагрейте на плитке и кипятите 2–3 мин. Раствор хорошо охладите под струей водопроводной воды, добавьте мерным цилиндром 20 мл раствора иодида калия и 10 мл серной кислоты. Немедленно титруйте образовавшуюся желтоватую суспензию раствором тиосульфата натрия до бледно-желтой окраски. Введите 3–5 капель раствора крахмала и продолжайте титровать при взбалтывании до исчезновения синей окраски (V_3).

Номер места _____

Фамилия _____

3.3.8. Запишите в таблицу объем тиосульфата, затраченного на титрование фруктозы (V_3):

Титрование №№	1	2	3	4	5
Начальный объем, см ³					
Конечный объем, см ³					
Объем, израсходованный на титрование, см ³					

Объем, принятый Вами в качестве ответа, V_3 : _____ см³

3.3.9. Напишите уравнения протекающих реакций в данном титровании.

3.3.10. Рассчитайте массу фруктозы в выданной Вам колбе, запишите ее.

Расчеты:

$m(\text{фруктозы}) =$ _____ г.

Периодическая таблица с относительными атомными массами элементов

1										18							
1 H 1.008											2 He 4.003						
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 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	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 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -