

**И. Нентвиг**

# **Химический тренажер**

## **Часть 2**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 54  
ББК 24  
И11

И11 **И. Нентвиг**  
Химический тренажер: Часть 2 / И. Нентвиг – М.: Книга по Требованию, 2024. – 534 с.

**ISBN 978-5-8853-6582-6**

Программированное пособие для средней школы: В 2-х ч. Ч. 2. Пер с англ./Нентвиг И., Кройдер М., Моргенштерн К. -М: Мир, 1986-470 с., ил.

Учебное пособие по химии, написанное авторами из ФРГ, предназначено для средней школы. По объему материала пособие соответствует полной школьной программе по химии, но форма подачи материала необычна-это программированный учебник, рассчитанный в основном на самостоятельную работу учащегося и снабженный системой постоянного самоконтроля.

В части I дан вводный теоретический курс и рассмотрены основные вопросы общей и неорганической химии.

Предназначено для преподавателей и учащихся средней школы, учебных заведений, входящих в систему профтехобразования, техникумов.

**ISBN 978-5-8853-6582-6**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2024

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



вы, действительно, чувствуете себя неуверенно. Тогда вы будете переадресованы к рубрике, где сможете получить дополнительную помощь.

4. Постоянная проверка усвоения материала и правильного выбора ответов на вопросы вносит в учебный процесс элемент развлечения. Тем самым он постепенно превращается в некое подобие игры. Этот эффект предусмотрен и является очень желательным, хотя таит в себе опасность слишком быстрой проработки программы и даже предпочтения догадки продуманным ответам. Будьте настороже и не допускайте ничего подобного! Работать следует не торопясь, оставаясь спокойным и предельно сосредоточенным.

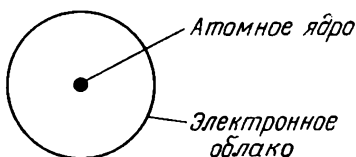
Успешное обучение требует активного участия со стороны учащегося, немедленной проверки всех ответов и прохождения материала в индивидуально приемлемом темпе. Программированное обучение удовлетворяет всем этим требованиям.

# Программа 1

## Строение атома

1. Эта, вторая, часть книги «Химический тренажер. Программированное пособие для средней школы» начинается с несколько более подробного обсуждения строения атома, поскольку без него нельзя достичь хорошего понимания химических свойств молекул.

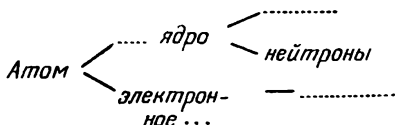
Каждый атом состоит из ядра и внешнего электронного облака.



Ядро состоит из протонов и нейтронов.

Электронное облако, как видно из его названия, состоит из электронов.

Завершите следующую схему и проверьте затем ответ в рубрике 11.



---

2. Атом, в ядре которого содержится 4 протона и 5 нейтронов, имеет атомный номер 4.

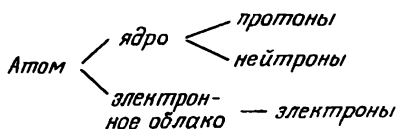
Число нейтронов не влияет на величину атомного номера.

Сколько электронов содержится в электронном облаке атома с атомным номером 7?

Проверьте ответ в рубрике 12.

---

3. N-Оболочка может принять максимум 32 электрона. Повторим теперь кратко все сказанное до сих пор о строении атома.



Электроны заполняют сначала внутренние оболочки электронного облака. Каждая  $n$ -я оболочка может принять максимум  $2n^2$  электронов.

После этого краткого повторения уже известных нам сведений об атоме перейдем к его более подробному обсуждению. Протоны и электроны обладают равными по величине, но противоположными по знаку зарядами.

Протоны заряжены положительно (+).

Электроны заряжены отрицательно (-).

Нейтроны являются электрически нейтральными частицами. Все атомы имеют нулевой результирующий заряд, т.е. электрически нейтральны.

Отсюда следует, что число электронов в атоме

- Больше, чем число протонов в его ядре → 43
  - Меньше, чем число протонов в его ядре → 15
  - Равно числу протонов в его ядре → 37
  - Равно сумме числа протонов и нейтронов в его ядре → 29
- 

4. Протоны, действительно, вносят вклад в массу атома. Однако электронами обычно пренебрегают при рассмотрении атомной массы, потому что электроны имеют очень малую массу. Их масса составляет лишь  $1/1850$  часть массы протона.

Переходите к рубрике 50.

---

5. Совершенно верно, атом, у которого заполнены  $K$ -,  $L$ - и  $M$ -оболочки, имеет 28 электронов.

Нет никакой необходимости запоминать число электронов, которые способна принять каждая оболочка, поскольку существует формула, позволяющая легко вычислить это число. Начнем с примеров:

Первая оболочка ( $K$ -оболочка) может принять максимум 2 электрона  
 $2 = 2 \cdot 1 \cdot 1$

Вторая оболочка ( $L$ -оболочка) может принять максимум 8 электронов  
 $8 = 2 \cdot 2 \cdot 2$

Третья оболочка ( $M$ -оболочка) может принять максимум 18 электронов  
 $18 = 2 \cdot 3 \cdot 3$

$n$ -я оболочка может принять максимум  $x$  электронов  
 $x = 2 \cdot n \cdot n$

Следовательно, нужно лишь запомнить формулу: максимальное число электронов равно  $2n^2$ , где  $n$  – порядковый номер оболочки.

Вычислите, сколько электронов требуется для того, чтобы заполнить  $M$ -оболочку.

- 2 электрона → 18
  - 8 электронов → 26
  - 18 электронов → 35
  - 32 электрона → 44
- 

6. Вы забыли, что нейтроны являются электрически нейтральными частицами, т.е. не несут на себе заряда.

Атомное ядро, содержащее 4 протона и 4 нейтрона, должно иметь суммарный заряд ....

Проверьте ответ в рубрике 34.

---

7. Рассмотрим следующую задачу.

Сколько атомов из исходных 20000 атомов определенного радиоактивного элемента останется неизменными по прошествии 25 суток, если период полураспада этого элемента равен 5 суткам?

|                                              |        |
|----------------------------------------------|--------|
| Число нераспавшихся атомов составляет:       |        |
| В начальный момент                           | 20 000 |
| Через 5 суток                                | 10 000 |
| Еще через 5 суток, т.е. всего через 10 суток | 5 000  |
| Еще через 5 суток, т.е. всего через 15 суток | 2 500  |
| Еще через 5 суток, т.е. всего через 20 суток | 1 250  |
| Еще через 5 суток, т.е. всего через 25 суток | 625    |
| Проверьте этот ответ в рубрике 105.          |        |

8. Ваш ответ правилен в том случае, если вы записали  
2·4·4

Вычислите теперь, сколько электронов необходимо для заполнения четвертой оболочки. Проверьте ответ в рубрике 3.

9. Вы невнимательно прочли вопрос.  
Требовалось определить только число электронов в самой внешней оболочке.

Последовательность оболочек объясняется в рубрике 22.

10. Вы правильно указали относительную массу протона, но ошиблись при указании относительной массы нейтрона.

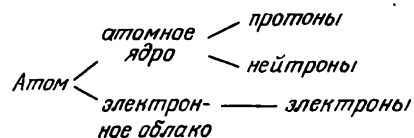
Приведем два примера, которые помогут вам: атомы водорода и гелия.

|         | Число протонов | Число нейтронов | Число электронов | Относительная атомная масса |
|---------|----------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| Водород | 1              | —               | 1                | 1                           |
| Гелий   | 2              | 2               | 2                | 4                           |

Какова относительная масса нейтрона?

- Относительная масса нейтрона равна 1 → 32
- Относительная масса нейтрона равна 2 → 63
- Нуждаюсь в разъяснениях → 57

11.



Протоны, нейтроны и электроны можно уподобить кирпичикам, из которых построены атомы каждого элемента.

Число и расположение этих строительных кирпичиков, или — как их принято называть — элементарных частиц, изменяются при переходе от одного элемента к другому.

Прежде чем мы начнем обсуждение конкретных элементов, нужно подробнее ознакомиться со свойствами электронного облака.

Даже на уровне современных знаний очень сложно и трудно дать наглядное представление о строении атомов. Однако для простоты можно предположить, что электроны движутся вокруг ядра по вполне определенным

орбитам. Эта простая модель способна объяснить многие наблюдения, касающиеся природы вещества. Однако более точное описание таких наблюдений нуждается в применении более сложных теорий.

Завершите теперь следующие предложения:

... движутся по вполне определенным ... вокруг атомного ядра, которое состоит из протонов и ....

Проверьте ответ в рубрике 22.

---

12. Если атом имеет атомный номер 7, то он должен иметь 7 электронов в своем электронном облаке.

Можно ли также предсказать число нейтронов в ядре атома, зная только его атомный номер?

- Да → 21
- Нет → 31

---

13. Ядро, состоящее из 4 протонов и 4 нейтронов, имеет 4 *положительных элементарных заряда* ( $4+$ ). Число положительных зарядов в ядре атома определяет его *атомный номер*.

Таким образом, атомный номер каждого атома указывает, сколько протонов содержится в его ядре.

Каким должен быть атомный номер атома, в ядре которого содержится 4 протона и 5 нейтронов?

- Атомный номер равен 4 → 2
- Атомный номер равен 5 → 39
- Атомный номер равен 9 → 28

---

14. *N-оболочка* является четвертой оболочкой (первые четыре оболочки обозначаются буквами *K*, *L*, *M* и *N*).

Подставляя в формулу  $2n^2$  значение  $n = 4$ , можно вычислить искомое число электронов.

Проверьте ответ в рубрике 8.

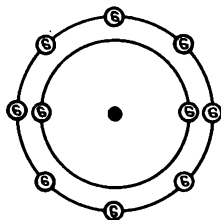
---

15. Напомним, что протоны и электроны имеют одинаковые по величине, но противоположные по знаку заряды. Следовательно, положительный заряд одного протона нейтрализует отрицательный заряд одного электрона.

Вернитесь к рубрике 3 и еще раз попытайтесь ответить на поставленный там вопрос.

---

16.



У этого атома первая оболочка (*K-оболочка*) имеет 2 электрона, а вторая оболочка (*L-оболочка*) содержит 8 электронов.

Атом не может иметь больше 10 электронов на двух первых внутренних оболочках. Однако по мере перемещения к внешним оболочкам обнаруживается, что они могут принять все больше и больше электронов. Так, третья оболочка (М-оболочка) оказывается полностью занятой, когда она содержит 18 электронов.

Сколько электронов содержится в электронном облаке атома, у которого заполнены К-, L- и М-оболочки?

- Атом имеет 10 электронов → 42
- Атом имеет 18 электронов → 25
- Атом имеет 24 электрона → 33
- Атом имеет 28 электронов → 5
- Атом имеет 30 электронов → 36

17. Относительная атомная масса бора равна  $\frac{11}{6}$   
 Относительная масса 5 протонов —  $\frac{5}{6}$   
 Число нейтронов

Следовательно, атом бора содержит 5 протонов и 6 нейтронов.

Поскольку число электронов в каждом атоме равно числу его протонов, зная относительную атомную массу и число электронов, можно вычислить состав атомного ядра.

Азот имеет 7 электронов и относительную атомную массу 14.

Сколько протонов и нейтронов содержится в ядре азота?

Проверьте ответ в рубрике 52.

18. Неправильно! Вы вычислили число электронов для какой-то другой оболочки.

Начните еще раз с рубрики 30.

19. Вы не поняли объяснение.  
 Прочтите теперь рубрику 57.

20. Вы не обратили внимания на то обстоятельство, что требовалось определить число электронов только в самой внешней оболочке.

Последовательность оболочек объясняется в рубрике 22.

21. Атомный номер *ничего* не говорит о числе нейтронов в ядре атома. После того как мы познакомились с зарядами элементарных частиц, перейдем к их массам.

Массы протона и нейтрона почти одинаковы; их массу принимают за единицу. Масса же электрона очень мала; она составляет лишь 1/1850 часть массы протона (нейтрона).

Какие элементарные частицы дают важнейший вклад в массу всего атома в целом?

- Протоны и электроны → 4
- Нейтроны и электроны → 41
- Протоны и нейтроны → 50

---

22. Электроны движутся по вполне определенным орбитам вокруг атомного ядра, которое состоит из протонов и нейтронов.

Эти орбиты можно также рассматривать как «оболочки», поскольку электроны в них свободно движутся по всем направлениям относительно ядра. Приблизительно можно представить их себе как сферические оболочки\*. Существует всего семь таких оболочек.

Ближайшая к ядру оболочка называется *первой оболочкой*. Затем следует вторая оболочка и т.д.; седьмая оболочка – самая далекая от ядра.

Для обозначения оболочек используются не только номера, но и буквы. Однако первая оболочка обозначается буквой *K*, а не *A*; дальнейшие оболочки обозначаются следующими за *K* буквами латинского алфавита. Таким образом, первая оболочка называется *K-оболочкой*, вторая – *L-оболочкой*, третья – *M-оболочкой* и последняя, седьмая, называется *Q-оболочкой*.

Какие буквы используются для обозначения четвертой, пятой и шестой оболочек? Проверьте ответ в рубрике 30.

---

23. *N-оболочка* является четвертой оболочкой (первые четыре оболочки обозначаются буквами *K, L, M, N*).

Подставьте теперь в формулу  $2n^2$  значение  $n = 4$  и проверьте ответ в рубрике 8.

---

24. Ядро атома всегда несет *положительный* заряд. Электронное облако всегда несет *отрицательный* заряд.

Заряд протона или электрона является мельчайшим экспериментально обнаруживаемым зарядом. По этой причине он называется *элементарный заряд*.

Допустим, что ядро некоторого атома содержит 4 нейтрона и 4 протона. Сколько элементарных зарядов имеет это ядро?

- 4 отрицательных элементарных заряда ( $4 -$ ) → 34
  - 4 положительных элементарных заряда ( $4 +$ ) → 13
  - 8 элементарных зарядов → 6
- 

25. Вы учли только электроны третьей оболочки, т.е. *M-оболочки*, но забыли об электронах других оболочек.

Еще раз внимательно прочтите рубрику 16.

---

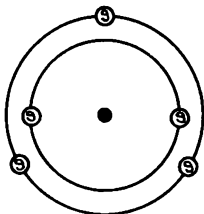
---

\* Приведенное здесь описание несколько упрощенно. Электрон следует рассматривать скорее не как точку, а как облако (*электронное облако*), заполняющее определенную область пространства вокруг ядра – *электронную орбиталь*. Формы орбиталей отнюдь не всегда сферические: это правильно только для *s-орбиталей*, в то время как *p-орбитали* имеют форму гантелей, а другие – еще более сложные формы. Только такое рассмотрение позволяет подвести к понятию *гибридизации*. Все эти понятия совершенно необходимы как фундамент для подлинного понимания строения и свойств органических соединений. Некоторые из них вводятся в гл. 25. – *Прим. ред.*

26. Неправильно! Вы вычислили число электронов для какой-то другой оболочки.

Начните еще раз с рубрики 30.

27.



В отличие от *K*-оболочки, которая полностью заполняется уже двумя электронами, *L*-оболочка может принять до 8 электронов.

Нарисуйте схематическое изображение атома, имеющего восемь электронов в этой электронной оболочке.

Проверьте правильность вашего рисунка в рубрике 16.

28. Вы не запомнили, что атомный номер определяется *только* числом протонов в ядре данного атома.

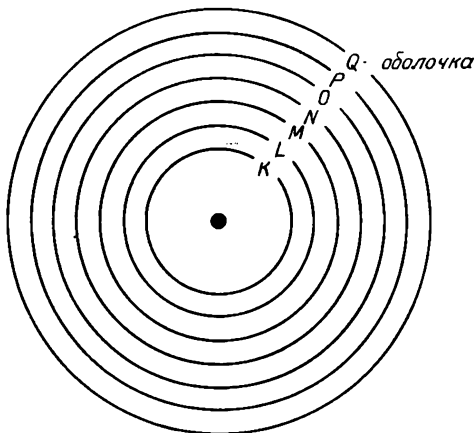
Вернитесь к рубрике 13.

29. Напомним, что нейтроны являются электрически нейтральными частицами. Атомы тоже не имеют результирующего заряда. Протоны и электроны имеют заряды одинаковые по величине, но противоположные по знаку. Другими словами, положительный заряд одного протона нейтрализует отрицательный заряд одного электрона.

Вернитесь к рубрике 3 и еще раз попытайтесь ответить на поставленный там вопрос.

30. Четвертая, пятая и шестая оболочки называются также *N*-, *O*- и *P*-оболочки соответственно.

На приведенном ниже схематическом рисунке представлена упрощенная картина ядра и электронных оболочек атома.



Нарисуйте аналогичную схему, пронумеровав на ней все оболочки.  
Переходите к чтению рубрики 38.

31. Правильно! Атомный номер *ничего* не говорит о числе нейтронов в ядре атома.

После того как мы познакомились с зарядами элементарных частиц, перейдем к их массам.

Массы протона и нейтрона почти одинаковы; их массу принимают за единицу. Масса же электрона очень мала; она составляет лишь  $1/1850$  часть массы протона (нейтрона).

Какие элементарные частицы дают важнейший вклад в массу всего атома в целом?

- Протоны и электроны → 4
- Нейтроны и электроны → 41
- Протоны и нейтроны → 50

32. Относительная масса и протона, и нейтрона равна 1.

Для того чтобы вычислить относительную массу любого элемента, нужно лишь знать число протонов и число нейтронов в ядре его атома и просуммировать эти числа.

Какова относительная масса атома, имеющего 6 протонов, 6 нейтронов и 6 электронов?

Проверьте ответ в рубрике 46.

33. Вы подсчитали неправильно.

Чтобы узнать, сколько электронов содержится в электронном облаке атома, имеющего полностью занятые *K*-, *L*- и *M*-оболочки, нужно просуммировать число электронов, находящихся на каждой из этих оболочек.

Начните еще раз с рубрики 22.

34. Атомное ядро, содержащее 4 протона и 4 нейтрона, имеет 4 элементарных заряда.

Хотя такой ответ правилен, в нем еще ничего не сказано о том, какого типа этот заряд – положительный или отрицательный. Протоны всегда заряжены положительно. Заряд ядра равен

- 4 + → 13
- 4 – → 45

35. *M*-Оболочка (третья оболочка) может принять максимум  $2 \cdot 3 \cdot 3 = 18$  электронов.

Вычислите теперь, сколько электронов может принять *N*-оболочка.

- 16 электронов → 47
- 20 электронов → 23
- 32 электрона → 3
- 50 электронов → 14

36. Вы подсчитали неправильно.

Чтобы узнать, сколько электронов содержится в электронном облаке атома, имеющего полностью занятые  $K$ -,  $L$ - и  $M$ -оболочки, нужно просуммировать число электронов, находящихся на каждой из этих оболочек.

Начните еще раз с рубрики 22.

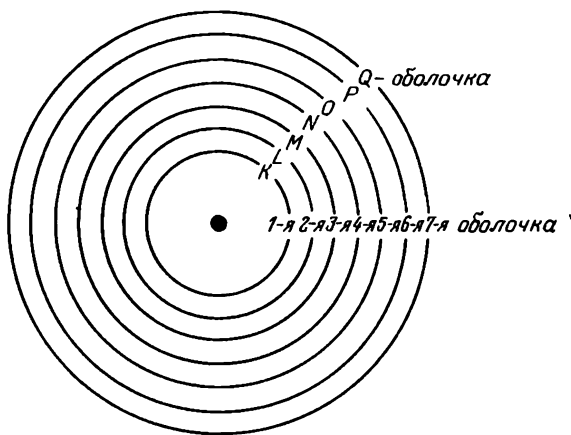
37. Правильно. Число протонов в ядре каждого атома совпадает с числом его электронов. Положительные заряды протонов компенсируют отрицательные заряды электронов.

Таким образом, атомное ядро всегда несет ... заряд.

Электронное облако всегда несет ... заряд.

Завершите эти предложения и переходите к чтению рубрики 24.

38.



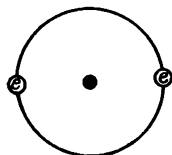
Исправьте ошибки, если вы их сделали.

Протоны, нейтроны и электроны распределены внутри атома не беспорядочно. Расположение этих элементарных частиц подчиняется четким правилам. Поведение электронов определяется следующими правилами:

1. Электроны заполняют сначала внутренние, а затем внешние оболочки.

2. На каждой оболочке может находиться не больше определенного числа электронов.

Рассмотрим в качестве примера атом, имеющий два электрона, которые движутся вокруг его ядра,



Электроны обозначены буквой  $e$ . Оба электрона в данном случае занимают самую внутреннюю оболочку, т.е.  $K$ -оболочку.

Эта оболочка уже полностью заполнена, если на ней находятся 2 электрона. Если у атома есть третий электрон, то ему приходится занимать следующую оболочку, т.е.  $L$ -оболочку.