

СОВЕТСКИЕ  УЧЕБНИКИ

ВАДИМ  
ВЕРХОВСКИЙ

7

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ  
**ХИМИЯ**  
ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

КЛАССИКА НАУЧПОПА



МОСКВА

УДК 546(075)  
ББК 24.1я721  
В36

В оформлении обложки использована иллюстрация:  
GFX Omar / Shutterstock / FOTODOM  
Используется по лицензии от Shutterstock / FOTODOM

Полный курс включает в себя две части:  
Неорганическая химия. Часть I. Учебник для 7 класса средней школы.  
Печатается по двенадцатому изданию, 1946 года.  
Неорганическая химия. Часть II. Учебник для 8–10 классов средней школы.  
Печатается по одиннадцатому изданию, 1946 года.

**Верховский, Вадим Никандрович.**  
В36 Неорганическая химия для средней школы. 7 класс /  
Вадим Верховский. — Москва : Эксмо, 2026. — 224 с. —  
(Советские учебники. Классика научпопа).

ISBN 978-5-04-234016-1

Книга «Неорганическая химия для средней школы» Вадима Верховского предлагает последовательный разбор химической науки от базовых понятий до углубленных тем. Автор уделяет большое внимание не только теоретическим положениям, но и практическому применению науки. Логичная структура и доступные объяснения помогают научиться решать даже самые сложные задачи. Книга будет полезна школьникам для закрепления знаний, учителям в качестве методического пособия и всем, кто любит разбираться в химических процессах, которые происходят вокруг нас.

УДК 546(075)  
ББК 24.1я721

# Оглавление



|   |     |
|---|-----|
| Предисловие .....   | 4   |
| I. Вещества и их превращения .....  | 5   |
| II. Вода .....  | 26  |
| III. Кислород и водород .....   | 49  |
| IV. Элементы .....  | 73  |
| V. Закон сохранения веса веществ .....                                      | 78  |
| VI. Воздух .....  | 87  |
| VII. Весовые соотношения между элементами<br>в химических соединениях ..... | 98  |
| VIII. Строение вещества .....   | 118 |
| IX. Окисление. Восстановление .....   | 163 |
| X. Окислы. Основания. Кислоты. Соли .....                                   | 194 |



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Издание учебника, выходящее в 1946 г., в общем повторяет издание 1944–1945 гг., в которое, особенно во 2-ю часть, автором был внесен ряд существенных изменений по сравнению с изданиями до 1941 г.

В данном издании сделаны лишь незначительные изменения в тексте и, кроме того, исправлены опечатки издания 1944–1945 гг., которое печаталось без авторских корректур.

Издание 1946 г. в 1-й части соответствует программе 7-го класса. Материал по разделу солей, который, согласно программе, проходят в 8-м классе, перенесен во 2-ю часть.

*Ленинград\**, 24.01.1946 г.

*В. Верховский*

---

\* Город Санкт-Петербург носил название Ленинград в 1924–1991 годах (*прим. ред.*).



## I. ВЕЩЕСТВА И ИХ ПРЕВРАЩЕНИЯ

**1. Вещества.** Все предметы окружающего нас мира состоят из различных *веществ*. Железо, стекло, дерево, вода, сахар и так далее — примеры веществ. *Химия* — наука о *веществах* и об их *превращениях*. Поэтому первый вопрос, на котором мы остановимся, приступая к изучению химии, — это как различают и узнают вещества.

Вещества различают по их *свойствам* — цвету, запаху, вкусу, удельному весу, большей или меньшей твердости, плавкости, летучести и т. д. Например, описывая свойства сахара, мы можем сказать, что это твердое, хрупкое вещество белого цвета, сладкого вкуса, не имеющее запаха, хорошо растворимое в воде, тяжелее воды, с удельным весом 1,6; буряющее при нагревании и т. д.

Для того чтобы познакомиться со свойствами какого-нибудь вещества, необходимо взять его в *чистом виде*: даже небольшая примесь постороннего вещества может изменить его свойства. Например, чистая вода прозрачна, бесцветна и безвкусна, но, если в стакан с водой добавить каплю молока, вода делается

---

Предупреждение редакции: любые описанные или упомянутые в книге эксперименты могут быть опасны. Проводите их только под присмотром взрослых и соблюдайте правила техники безопасности.

мутной, каплю чернил — вода окрасится; от одной крупинки хинина вода примет горький вкус. Все это будут свойства не чистой воды, а воды, содержащей примеси.

В некоторых случаях мы сразу видим, что перед нами не чистое вещество, а *смесь* различных веществ. Возьмем, например, гранит. Мы замечаем в нем розоватые частички полевого шпата, полупрозрачные кристаллики кварца и темные блестящие чешуйки слюды. Гранит **неоднороден**.

В других случаях неоднородность какого-нибудь вещества сразу незаметна, но может быть обнаружена различными способами. Так, неоднородность молока можно обнаружить, дав ему постоять: в молоке отстаивается более густой слой сливок. Значит, молоко неоднородно. Можно также воспользоваться микроскопом. Под микроскопом хорошо видно, что молоко состоит из жидкости, в которой плавают шарики масла (рис. 1).

Неоднородность какого-нибудь порошка можно иногда обнаружить, разболтав порошок в воде. Если в порошке были вещества легче и тяжелее воды, то после отстаивания легкие вещества всплывут, а тяжелые осядут на дно. Например, после взбалтывания в воде смеси мелких древесных опилок с песком опилки всплывут, песок же осядет на дно сосуда. Если в порошке есть вещества нерастворимые и растворимые, то нерастворимые дадут после взбалтывания с водой муть,

растворимые — прозрачный раствор. Например, при взбалтывании в воде смеси порошков мела и медного купороса мел дает муть, медный же купорос образует синий прозрачный раствор. Для отделения мути воду после взбалтывания с порошком процеживают через пористую непроклеенную\*, так называемую *фильтровальную бумагу* — *фильтруют* (рис. 2). Для того чтобы узнать, не является ли полученная прозрачная жидкость (*фильтрат*) раствором твердого вещества, ее кипятят в фарфоровой чашке, пока вся вода не испарится, — *выпаривают*.

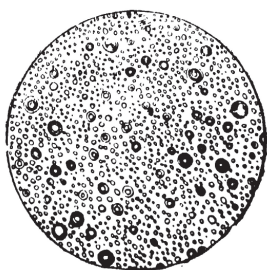


Рис. 1. Молоко под микроскопом

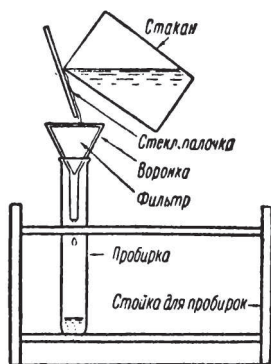


Рис. 2. Фильтрация жидкости: жидкость наливается по палочке

Если при этом остается твердое вещество, значит, оно было растворено в воде. Таким

\* Обыкновенная писчая и печатная бумага проклеивается смолистыми и другими клеящими веществами, делающими бумагу более плотной, не пропускающей чернила и краску.

образом можно убедиться, что взятый порошок *неоднороден*: часть его нерастворима в воде (муть), часть — растворима.

Вообще **неоднородными** веществами называются такие, в которых можно обнаружить *отдельные участки с неодинаковыми свойствами*.

Вещества, в которых мы не можем обнаружить неоднородности даже в самый сильный микроскоп, мы считаем веществами **однородными**.

Если вещество однородно, то это, однако, еще не значит, что оно чистое. Вода, в которой растворены сахар или соль, совершенно прозрачна и однородна, но это не чистая вода, а смесь. *Чистым* веществом будет только такое вещество, которое не содержит никаких посторонних примесей. Чистое вещество имеет свои характерные *постоянные свойства*, по которым его можно узнать и отличить от других веществ.

К числу *важнейших свойств*, характеризующих вещество, относятся свойства, которые можно *измерить*: удельный вес, температура кипения и температура плавления.

## **2. Некоторые способы очистки веществ, применяемые в технике.**

1. **Фильтрация**. В лаборатории мутные жидкости фильтруют, как уже сказано, через пористую бумагу. На производстве же пользуются более прочными материалами — различного рода тканями. Заводской фильтр показан на рис. 3.

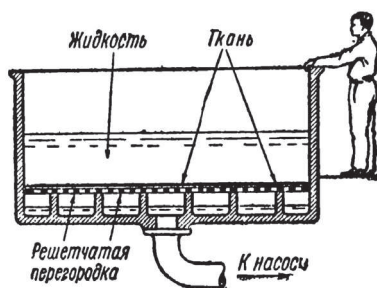


Рис. 3 (в разрезе). Фильтрация в заводском масштабе через ткань, помещенную на решетчатой перегородке: проходящую через фильтр жидкость обычно откачивают насосом, тогда под давлением атмосферы жидкость проходит через фильтр гораздо быстрее

2. Отстаивание. Если мутную жидкость оставить надолго стоять спокойно, муть постепенно оседает на дно и сверху жидкость делается совершенно прозрачной. Ее можно слить. Этим часто пользуются на производстве и в обыденной жизни.

3. Перегонка. Для отделения жидкостей от растворенных веществ жидкости *перегоняют*, или *дистиллируют*, т. е. обращают в пары, которые затем охлаждают.

■ **Опыт.** Профильтруйте немного заготовленной преподавателем мутной и окрашенной воды. Фильтр удерживает муть, но растворенную краску не удерживает.

Налейте немного профильтрованной окрашенной воды в колбу прибора, изображенного на рис. 4.

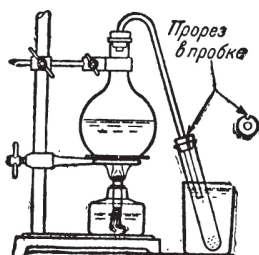


Рис. 4. Перегонка воды

Укрепите колбу на штативе; пробирку, присоединенную к колбе, погрузите в стакан с холодной водой. Пробка у пробирки должна быть с прорезом сбоку для выхода воздуха. Кипятите воду, пока в пробирке не соберется немного чистой, совершенно бесцветной *дистиллированной* воды. Краска остается в колбе. ■

На рис. 5 изображен прибор для перегонки жидкостей, применяемый обычно в химических лабораториях. Прибор состоит из колбы А, в которой кипятится жидкость, из холодильника В, в котором охлаждаются пары, и из приемника Е, в котором собирается перегнанная жидкость.

Холодильник состоит из внутренней трубки С, по которой идут пары, и из наружной трубки В, по которой пропускается ток воды, охлаждающей внутреннюю трубку. На конец внутренней трубки надевается надставка Д, направляющая жидкость в приемник Е.

Для перегонки больших количеств жидкости пользуются большим медным котлом, или так называемым *перегонным кубом*, нагреваемым

в печи (рис. 6). В качестве холодильника служит согнутая спиралью оловянная или покрытая внутри оловом (луженая) трубка, так называемый змеевик, охлаждаемая водой.

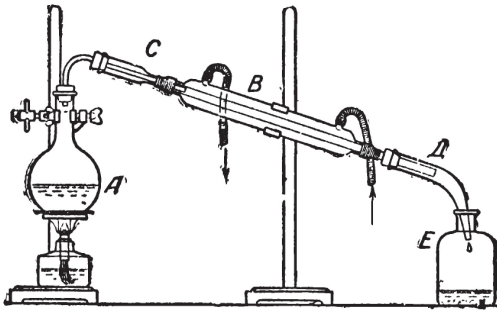


Рис. 5. Перегонка воды с холодильником Либиха

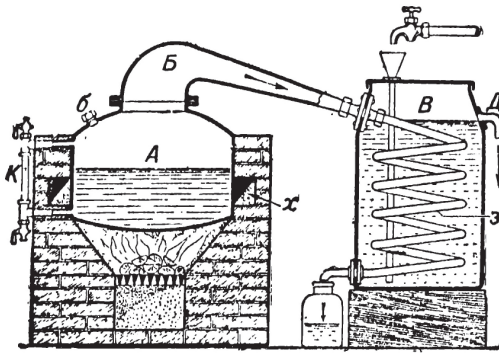


Рис. 6. Перегонный куб (в разрезе):

А — котел, вделанный в топку, *x* — дымоходы, К — водомерная трубка, *б* — пробка, закрывающая отверстие для приливания воды, Б — крышка котла («шлем»), прикрепляемая болтами, *з* — змеевик. Змеевик погружен в сосуд В, через который протекает холодная вода, вытекающая через трубку Д

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Как различают вещества?
2. Какого цвета стекло в окне?
3. Однородна ли почва?
4. Как очищают вещества?
5. Как получается вполне чистая вода?
6. Как называется вполне чистая вода?

**3. Превращения веществ.** С веществами могут происходить различные *изменения*. Эти изменения можно наблюдать на следующих опытах.

■ **Опыты.** Прodelайте те из нижеследующих опытов, для которых в школе имеются материалы.

1. Сильно нагрейте в пламени лампочки стеклянную трубочку или палочку, кусочек фарфора, извести и затем дайте остыть. Наблюдайте происходящие явления и обратите внимание на то, что по остывании *вещества оказались неизменившимися*.

2. Накалите медную пластинку, держа ее щипцами или пинцетом. Счистите получившийся на меди темный налет (окалину) на бумагу лущинкой или ножом, снова накалите и опять счистите. Повторите это 2–3 раза. Если повторять это еще много раз, то можно было бы всю пластинку превратить в темный порошок. Этот порошок, или окалина, явно не похож на медь. Это *новое вещество*. Медь *превратилась* в окалину.

3. Нагрейте кусочек ленты магния, держа щипцами или зажав в расщепленную лучинку, несколько крупинок сахара, муки, насыпав их на жестяную пластинку (рис. 7). Во всех случаях вы замечаете образование *новых веществ*.

4. Налейте в пробирку немного (рис. 8) прозрачной *известковой воды* и продувайте через нее выдыхаемый воздух. Вы знаете из курса естествознания, что в выдыхаемом воздухе содержится углекислый газ. Известковая вода мутнеет. Это помутнение происходит потому, что из растворенной в воде извести и углекислого газа образуется *новое вещество*. Это нерастворимый в воде белый порошок, похожий на мел, который и делает воду мутной.

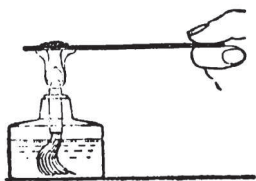


Рис. 7. Нагревание сахара на жестяной пластинке

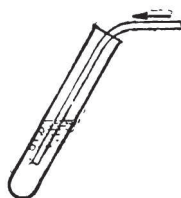


Рис. 8. Пропускание выдыхаемого воздуха через известковую воду

5. Слейте в пробирку два заготовленных преподавателем раствора и наблюдайте образование *нового вещества*. ■

В опытах 2–5 вместо взятых веществ получились новые вещества с новыми свойствами, непохожие на взятые вещества. Такие явления

называют химическими явлениями, химическими превращениями веществ или **химическими реакциями**.

При химических явлениях вещества теряют свои прежние свойства, прежнее «качество» исчезает, появляется новое качество — новые вещества с совершенно иными свойствами.

В других случаях явления не сопровождаются образованием новых веществ. Например, при нагревании стеклянной трубочки она начинает краснеть, размягчаться, сгибаться, но стекло остается стеклом. По остыванию трубки оно приобретает свои прежние свойства. Также не изменились от нагревания фарфор, известь. Такие явления, при которых не образуются новые вещества, относят к **явлениям физическим**.

Приведите примеры известных вам химических явлений в обыденной жизни и на производстве.

Будут ли химическими явлениями: 1) ржавление железа; 2) перегонка воды; 3) превращение куска сахара в порошок при растирании в ступке; 4) образование угля и золы при горении дерева; 5) превращение свинца в дробь?

Остановимся более подробно на некоторых *химических реакциях*.

**4. Реакция разложения.** Познакомиться с реакцией разложения можно на следующих опытах.

■ **Опыт 1.** Нагрейте в пробирке очень немного (рис. 9) зеленого порошка — *углемедной*

соли (встречается в природе в виде минерала малахита). Держите пробирку горизонтально и наблюдайте происходящие явления. ■

При нагревании углемедной соли получается новое черное вещество, которое по его свойствам есть не что иное, как медная окалина, или окись меди, получающаяся при накаливании меди (стр. 12). На холодных стенках пробирки оседают капельки воды.

Откуда взялись эти два вещества? Они образовались из углемедной соли, которая как бы исчезла.

При химических реакциях могут выделяться вещества в газообразном состоянии. Мы можем видеть газы только в том случае, если они имеют цвет. Бесцветные газы, выделяющиеся при реакции, легко могут ускользнуть от нашего внимания. Благодаря этому газы начали различать и изучать лишь в конце XVIII века, когда научились их собирать над водой.

Продельвая опыт нагревания углемедной соли, мы не замечаем, что, кроме окиси меди и воды, образуется еще бесцветный газ. Его можно собрать.

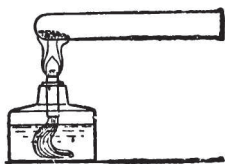


Рис. 9

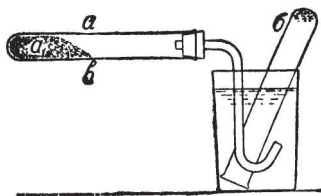


Рис. 10

■ **Опыт 2.** Составьте прибор, как на рис. 10. Насыпьте в пробирку *a* углемедной соли ( $a_1$ ) примерно столько, сколько показано на рисунке. Закройте пробирку пробкой с трубкой и укрепите в зажиме штатива. Вторую пробирку *b* наполните до краев водой, заткните пальцем, переверните, погрузите в воду и отнимите палец под водой. Таким же образом погрузите в стакан еще одну пробирку. Когда все готово, начните нагревать углемедную соль.

Нагревайте сначала в месте, обозначенном на рис. 10 буквой *b*, а затем постепенно подвигайте пламя к доньшку пробирки. После того как из газоотводной трубки начнут выделяться пузырьки газа, выждите некоторое время, чтобы газ вытеснил из пробирки *a* находящийся там воздух, и затем соберите газ в пробирки над водой.

Что же это за газ? Из курса естествознания вам известны свойства некоторых газов. Мы знаем, что в кислороде тлеющая лучинка вспыхивает, в углекислом газе и азоте горящая лучинка гаснет. Отличить углекислый газ от азота можно при помощи известковой воды. Собранный нами газ гасит лучинку и мутит влитую в пробирку известковую воду. Значит, это *углекислый газ*. ■

■ **Опыт 3.** В пробирке нагрейте немного (рис. 11) *окси ртути*, держа пробирку наклонно, как на рис. 11. Нагревать нужно *сильно и долго* в самой жаркой части (в верхней

трети) пламени. Опустите в пробирку тлеющую лучинку. Лучинка вспыхивает. Вы убеждаетесь, что в пробирке *кислород*. На холодных стенках пробирки вы видите капельки *ртути*. ■

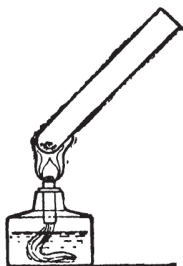
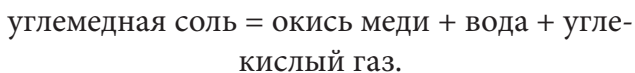


Рис. 11. Нагревание окиси ртути

При наблюдаемых явлениях из одного вещества у нас получилось два или несколько веществ с новыми свойствами. *Химическая реакция, при которой из одного вещества образуется два или несколько новых веществ, называется **реакцией разложения**.*

Реакцию разложения углемедной соли можно для краткости изобразить условно в виде схемы-**равенства**:



**Задача.** Напишите такое же равенство для реакции разложения окиси ртути.

Реакция разложения нередко применяется в технике. Так, например, при обжиге

*известняка* происходит реакция разложения. Получаются два новых вещества — известь (жженая), которая применяется как материал при постройках, и углекислый газ:

известняк = известь + углекислый газ.

На рис. 12 изображена в разрезе простейшая печь для обжига известняка.

**5. Реакция соединения.** Химическая реакция может происходить не только с одним веществом, как в предшествующих примерах, но и в тех случаях, когда мы берем два вещества или несколько веществ.

Пример химического взаимодействия двух веществ легко наблюдать на реакции между железом и серой. Железо и серу мы возьмем в виде мелких порошков.

Железо в порошке серовато-черного цвета и, как и многие другие металлы, в измельченном виде не имеет характерного металлического блеска, но обладает всеми другими свойствами железа: притягивается магнитом, тонет в воде и т. д.

Серу — порошок желтого цвета, горит синим пламенем, при взбалтывании в воде всплывает на поверхность (так как не смачивается водой), не притягивается магнитом.

■ **Опыт 1.** Возьмите ложечкой или деревянной лопаточкой примерно равные объемы порошков серы и железа и хорошо смешайте их в ступке или пальцем на четвертушке писчей

бумаги, тщательно растирая все комочки. Полученный порошок по его виду можно принять за новое вещество. Отдельных крупинок мы не видим. Порошок *кажется однородным*. Чтобы убедиться, однородно ли полученное вещество, всыпьте часть порошка в воду и взболтайте лучинкой. Вы убеждаетесь, что вещество *неоднородно*, так как часть порошка всплывает, часть тонет. ■

Ясно, что свойства смеси порошков серы и железа будут меняться в зависимости от количества взятых порошков. Больше серы — порошок будет желтее, меньше — темнее.

Между порошками серы и железа при их смешивании не происходит никакой химической реакции и не получается новых веществ. Однако реакцию можно вызвать, если смесь порошков нагреть. При этом порошки лучше взять в определенных количествах, а именно: на 7 весовых частей железа — 4 весовые части серы.

■ **Опыт 2.** Отвесьте 3,5 г железа и 2 г серы. Очень тщательно смешайте порошки в ступке или на бумаге; всыпав немного смеси в воду и взболтав, убедитесь, что и в этом случае у вас получилось неоднородное вещество — смесь, а не новое вещество.

Всыпьте смесь в пробирку, оставив немного на бумаге. Укрепите пробирку на штативе (как на рис. 13) так, чтобы она находилась над железной доской штатива (если штатив деревянный, подложите под пробирку кусок

жести и т. п.). Осторожно прогрейте всю пробирку, а затем нагревайте сильнее снизу до тех пор, пока не начнется реакция, что вы сразу же заметите. Как только начнется реакция, отставьте лампочку и наблюдайте. Вы замечаете, что порошок сам собой *раскаляется* — происходит выделение тепла.

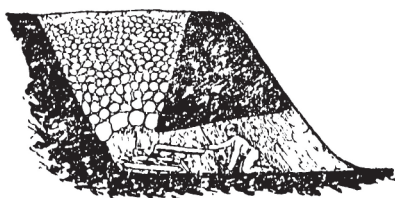


Рис. 12. Простейшая печь для обжига известняка (в разрезе): известняк загружается в яму, устроенную в склоне горы, снизу разводится огонь

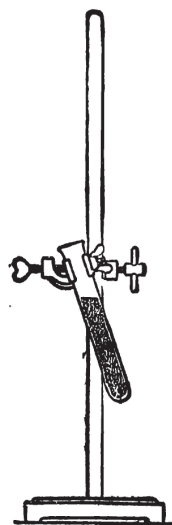


Рис. 13. Пробирка со смесью серы и железа

Дайте полученному веществу остыть. Разбейте пробирку и отделите куски стекла. Полученное вещество не похоже ни на взятый порошок, ни на железо, ни на серу.