

УДК 373:54  
ББК 24я721  
О-65

**Оржековский, П. А.**

О-65 Химия. 9 класс : учебник для общеобразовательных учреждений / П. А. Оржековский, Л. М. Мещерякова, М. М. Шалашова. — 2-е изд., стереотип. — М.: Дрофа : Астрель, 2017. — 255, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-358-18196-0 (ООО «ДРОФА»)

ISBN 978-5-271-47889-5 (ООО «Издательство Астрель»)

Новый учебник «Химия. 9 класс» создан на основе Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) основного общего образования. Учебник доступен для всех учащихся. Он написан живым, понятным школьникам языком и богато иллюстрирован фотографиями, схемами и рисунками.

Учебник одобрен Российской академией наук и Российской академией образования, рекомендован Министерством образования и науки Российской Федерации и включён в Федеральный перечень школьных учебников.

В состав учебно-методического комплекта по химии для 9 класса входят учебник, авторская программа, рабочая тетрадь для учащихся, сборник задач и упражнений и методическое пособие для педагогов.

УДК 373.54  
ББК 24я721

---

*Учебное издание*

**Оржековский Павел Александрович, Мещерякова Людмила Михайловна,  
Шалашова Марина Михайловна**

## **ХИМИЯ**

### **9 класс**

Учебник для общеобразовательных учреждений

*Редакция «Образовательные проекты»*

Ответственный редактор *М. В. Косолапова*. Научный редактор *В. Ю. Котов*  
Художественный редактор *Т. Н. Войткевич*. Технический редактор *А. Л. Шелудченко*  
Корректор *И. Н. Мокина*

Оригинал-макет подготовлен *ООО «БЕТА-Фрейм»*

Оформление обложки — *А. Д. Попов*

Подписано в печать 03.09.16. Формат 70×90<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 18,72. Гарнитура «Школьная». Тираж 4800 экз. Заказ №

Общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2; 953005 — литература учебная.

Сертификат соответствия № РОСС RU.МН08.Н28578 от 24.12.2015 г.

ООО «ДРОФА». 127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 2.

ООО «Издательство Астрель». 129085, Москва, проезд Ольминского, д. 3а.

Предложения и замечания по содержанию и оформлению книги  
можно оставить на сайте издательства «Дрофа» (<http://www.drofa.ru/expert/>)  
или на сайте Объединенной издательской группы «Дрофа» — «Вентана-Граф» ([drofa-ventana.ru](http://drofa-ventana.ru)).

По вопросам приобретения продукции издательства обращайтесь:

тел.: 8-800-700-64-83; e-mail: [sales@drofa.ru](mailto:sales@drofa.ru); <https://www.drofa-ventana.ru/buy/>

ISBN 978-5-358-18196-0 (ООО «ДРОФА»)

ISBN 978-5-271-47889-5 (ООО «Издательство Астрель»)

© П. А. Оржековский, Л. М. Мещерякова,  
М. М. Шалашова, 2013

© ООО «Издательство Астрель», 2013

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ОТ АВТОРОВ</b>	
<b>Как пользоваться учебником</b> .....	6
<b>Глава 1</b>	
<b>Строение вещества</b> .....	8
§ 1. Периодический закон и строение атома .....	8
§ 2. Удивительные свойства обычных растворов. Ионная связь .....	14
§ 3. Ковалентная связь .....	21
§ 4. Ковалентная полярная связь .....	26
§ 5. Закономерности изменения электроотрицательности химических элементов .....	32
§ 6. Общие свойства металлов. Металлическая связь .....	38
§ 7. Физические свойства веществ с различным типом связи .....	42
<b>Обобщение учебного материала главы 1</b> .....	49
<b>Глава 2</b>	
<b>Химические реакции</b> .....	53
§ 8. Электролитическая диссоциация .....	53
§ 9. Реакции ионного обмена .....	59
<i>Практическое занятие 1</i>	
Проведение реакций ионного обмена .....	68
§ 10. Развитие в науке представлений об окислении и восстановлении .....	69
§ 11. Сущность окисления и восстановления .....	74
§ 12. Степень окисления .....	82

	§ 13. Окислительно-восстановительные реакции	87
	§ 14. Скорость химических реакций	93
	§ 15. Типы химических реакций	100

*Практическое занятие 2*

	Типы химических реакций	106
--	-------------------------	-----

<b>1</b>	<b>Обобщение учебного материала главы 2</b>	107
----------	---	-----

**Глава 3**

	<b>Химия неметаллов</b>	110
--	-------------------------	-----

	§ 16. Строение атомов и свойства химических элементов-неметаллов	110
--	--	-----

	§ 17. Галогены	114
--	----------------	-----

	§ 18. Галогеноводороды и их соли	123
--	----------------------------------	-----

	§ 19. Кислородсодержащие соединения хлора	129
--	---	-----

	§ 20. Сера. Строение и свойства простого вещества	132
--	---	-----

	§ 21. Свойства сероводорода и сульфидов	137
--	---	-----

	§ 22. Кислородсодержащие соединения серы и их свойства	142
--	--	-----

	§ 23. Азот. Аммиак и соли аммония	148
--	-----------------------------------	-----

*Практическое занятие 3*

Получение аммиака и изучение его свойств.

	Свойства водного раствора аммиака	155
--	-----------------------------------	-----

	§ 24. Кислородсодержащие соединения азота и их свойства.	156
--	--	-----

	§ 25. Фосфор и его соединения	161
--	-------------------------------	-----

	§ 26. Углерод и его неорганические соединения	168
--	---	-----

	§ 27. Кремний и его соединения	178
--	--------------------------------	-----

*Практическое занятие 4*

	Экспериментальные задания по теме «Неметаллы»	184
--	---	-----

	<b>Обобщение учебного материала главы 3</b>	184
--	---	-----

**Глава 4**

	<b>Металлы</b>	189
--	----------------	-----

	§ 28. Расположение металлов в Периодической системе химических элементов и их свойства	189
--	--	-----

	§ 29. Щелочные металлы	196
--	------------------------	-----

§ 30. Элементы IIА-группы и образованные ими вещества	208
§ 31. Жёсткость воды	216
§ 32. Алюминий и его свойства	220
§ 33. Применение алюминия и его сплавов	226
§ 34. Железо и его свойства	230
<i>Практическое занятие 5</i>	
Экспериментальные задания по теме «Металлы»	236
§ 35. Применение железа и его сплавов	236
§ 36. Metallургия	240
<b>Обобщение учебного материала главы 4</b>	244
■ Ответы на задания самоконтроля	248
Предметно-именной указатель	253
Приложения	255
Таблица 1. Ряд напряжений (активности) металлов	255
Таблица 2. Относительная электроотрицательность (ЭО) химических элементов (по Л. Полингу)	255
Таблица 3. Растворимость некоторых веществ в воде	256

1

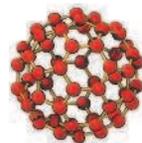
2

3

4

## ОТ АВТОРОВ

### Как пользоваться учебником



Наступил новый учебный год, и вы продолжите изучать химию. Внимательно ознакомьтесь с тем, как пользоваться настоящим учебником.

Каждый параграф учебника начинается с краткого изложения того, что вы узнаете из него. Это своеобразное введение выделено шрифтом и цветом, отличающим его от основного текста.

Наиболее важный материал, который необходимо не только понять, но и запомнить близко к тексту, напечатан на голубом фоне и заключён в рамку. Некоторые слова и фразы в тексте выделены курсивом. Обращайте на них особое внимание.

Во многих параграфах приводится описание опытов. Некоторые из этих опытов вам продемонстрирует учитель, многие вам предлагается выполнить самим. Изучая материал параграфа, вспомните, как выполнялись эти опыты, что вы наблюдали, и сделайте соответствующие выводы. Помните, от того, насколько правильно вы научитесь делать выводы по результатам опытов, зависят ваши успехи в изучении химии.

Во многих параграфах приведены исторические сведения и биографии выдающихся учёных (эти тексты заключены в рамку). Не считайте этот учебный материал второстепенным — он заслуживает пристального внимания.

Для освоения химии важны не только знания о различных веществах и реакциях, но и то, каким образом учёным удалось понять их сущность. Тексты такого рода обозначены условным знаком, изображающим сову. Надеемся, что эта мудрая птица настроит вас на соответствующий лад, и при работе с учебником вы будете ощущать себя не только школьниками, но и немало исследователями.

Каждый параграф завершается подведением кратких итогов. Внимательно прочтите этот текст, подумайте — всё ли вам понятно. А проверить и усовершенствовать свои знания вам помогут приведённые в конце каждого параграфа вопросы и задания, в том числе и тестовые. При выполнении некоторых упражнений вам потребуются дополнительные сведения. Они содержатся в приложении, помещённом в конце учебника. Задания повышенной сложности отмечены звёздочкой (\*).

Ответы на тестовые задания и расчётные задачи даны в конце учебника.

Если вы не сможете вспомнить какое-либо определение, формулу вещества или забыли сведения о том или ином учёном, обратитесь к предметно-именному указателю, помещённому в конце учебника.

*Задания в конце параграфов различаются по своему назначению.*



**Обучающие задания.** Предназначены для работы с учебником в классе. Как правило, при сотрудничестве с соседом или в группах по 4 ученика. Эти задания направлены на уяснение нового материала, изложенного в учебнике.



**Задания для закрепления знаний и умений.** Эти задания могут быть выполнены в классе или дома. Они направлены на совершенствование новых знаний, полученных на уроке.



**Задания для применения полученных знаний и умений.** Эти задания также могут выполняться в классе или дома. При работе над этими заданиями нужно научиться использовать имеющиеся знания, а также знания, полученные на уроке.



**Задания, требующие умения работать с дополнительными источниками информации.** Эти задания, как правило, выполняются дома с использованием дополнительной литературы, компьютера и сетевых ресурсов (<http://School-collection.edu.ru> → каталог → каталог для учителя → 9 класс → Неорганическая химия. Видеоопыты).

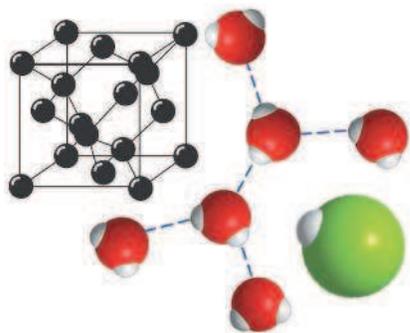


**Задания для самоконтроля.** Эти задания также можно выполнять в классе или дома. При работе над этими заданиями нужно научиться использовать знания, полученные на уроке.



**Дополнительная информация по изучаемой теме.** Тексты, посвящённые объяснению сущности процесса научного познания, а также интересные факты из истории химии, обозначены знаком совы.

## СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА



При изучении химии в восьмом классе часто возникали вопросы, на которые невозможно было дать ответ. Так, было непонятно, почему атомы соединяются в молекулы? Какие силы их удерживают между собой? При изучении Периодического закона мы также столкнулись с необъяснимыми явлениями. Чем вызвано совпадение высшей валентности элементов и числа электронов на внешнем электронном слое? Почему фтор и кислород не проявляют высшей валентности, соответствующей строению их атомов?

Эта глава посвящена ответу на эти и многие другие вопросы.

### § 1. Периодический закон и строение атома

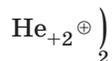
Вы, наверное, догадываетесь, что совпадение высшей валентности химических элементов и числа внешних электронов неслучайно. Связь атомов между собой имеет электронную природу. Прежде чем начнём обсуждение нового материала, вспомним электронное строение атомов.

*Почему первый период содержит только два химических элемента?*

Заряд ядра атома водорода +1. Так как атом электронейтрален, то атом водорода имеет только один электрон.



Заряд ядра атома гелия равен +2. Атом гелия имеет два электрона.

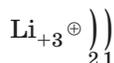


Максимальное число электронов, которое может находиться на электронном слое, можно определить по формуле  $2n^2$ . В этой формуле  $n$  — номер электронного слоя. Из этой формулы следует, что на первом электронном слое может находиться не более двух электронов. Таким образом, у атома гелия реализованы максимальные возможности нахождения электронов на электронном слое. Это и объясняет то, что первый период состоит только из двух атомов.

### *Как происходит заполнение электронами электронных слоёв у атомов элементов 2-го периода?*

В соответствии с вышеприведённой формулой на втором электронном слое может максимально находиться восемь электронов  $2 \cdot 2^2 = 8$ . Заполнение электронами второго электронного слоя происходит закономерно от одного электрона у лития до восьми у неона. Приведём схемы строения атомов элементов 2-го периода.

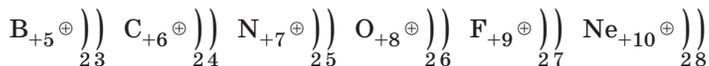
Заряд ядра атома щелочного металла лития +3. Этот атом имеет три электрона. Два электрона располагаются на внутреннем электронном слое, а один — на внешнем.



Заряд ядра атома бериллия +4. У атома бериллия на втором электронном слое содержится уже два электрона.



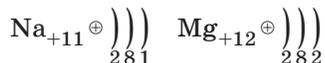
У атома каждого последующего химического элемента на единицу возрастает заряд ядра атома и число электронов, находящихся на внешнем электронном слое.



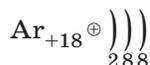
Обратите внимание, число электронов на внешнем электронном слое атомов химических элементов 2-го периода равно номеру группы. У атома благородного газа неона возможности заполнения электронного слоя полностью исчерпаны.

### Какое строение атомов у элементов 3-го периода?

У элементов 3-го периода на первом электронном слое содержатся два электрона, на втором — восемь. По мере возрастания заряда ядра последовательно заполняется третий электронный слой.



У атомов последующих химических элементов 3-го периода заполнение внешнего электронного слоя осуществляется также, как и у элементов 2-го периода, и завершается благородным элементом аргоном.

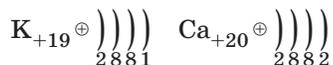


Обратите внимание, у элементов 2-го и 3-го периодов периодически повторяется число электронов на внешнем электронном слое. Этим объясняется повторение свойств веществ, образуемых соответствующими элементами.

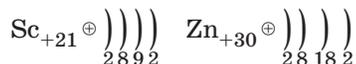
### Почему 4-й период содержит на 10 химических элементов больше, чем 3-й?

На третьем электронном слое может максимально находиться  $2 \cdot 3^2 = 18$  электронов. 3-й период завершился аргоном (Ar), однако на третьем электронном слое могут расположиться ещё десять электронов.

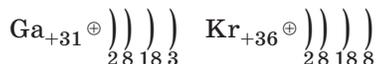
У щелочного металла калия и у щёлочноземельного металла кальция заполняется внешний электронный слой.



У последующих десяти элементов групп В — от скандия до цинка — происходит последовательное заполнение предвнешнего электронного слоя. Поэтому 4-й период содержит на 10 химических элементов больше, чем 3-й. Рассмотрим строение атомов скандия и цинка.



У остальных элементов периода, начиная от галлия (Ga) до благородного криптона (Kr), происходит последовательное заполнение внешнего электронного слоя



У атома криптона, как у всех благородных элементов, кроме гелия, на внешнем электронном слое находится восемь электронов. На этом период завершается, но возможности размещения электронов на четвёртом электронном слое не исчерпываются.

### Краткие итоги параграфа

- Периодическая повторяемость свойств веществ, образуемых соответствующими элементами, связана с тем, что в атомах при переходе от периода к периоду начинает заполняться новый электронный слой. Число электронных слоёв с электронами в атоме элемента в его основном состоянии равно номеру периода, в котором находится данный элемент.
- У элементов групп А номер группы, к которой относится элемент, равен числу внешних электронов атома.
- Высшая валентность элементов групп А, как правило, равна числу электронов на внешнем электронном слое атома. Исключение составляют азот, кислород, фтор и некоторые благородные газы.
- Все элементы групп В образуют простые вещества, обладающие металлическими свойствами, так как на внешнем электронном слое у них находятся один или два электрона.
- Существование больших периодов объясняется заполнением электронами предвнешних (внутренних) электронных слоёв.

1

### Обучающие задания



1. Для выполнения данного задания необходимо разделиться на группы по 3—4 человека. Каждая группа рассматривает по три химических элемента и результаты представляет классу.

А) Li, Na, K      В) B, Al, Ga      Д) N, P, As      Ж) F, Cl, Br  
Б) Be, Mg, Ca      Г) C, Si, Ge      Е) O, S, Se

На основании схем строения электронных оболочек атомов выполните следующее:

- 1) объясните принадлежность рассматриваемых химических элементов к определённой группе Периодической системы химических элементов;
- 2) определите способность образовывать рассматриваемыми элементами простые вещества металлы или неметаллы;

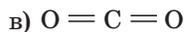
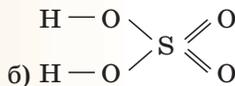
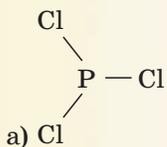
3) покажите для металлов взаимосвязь между строением атома и валентными возможностями, составьте в общем виде формулы высших оксидов и гидроксидов;

4) покажите для неметаллов взаимосвязь между строением атома и высшей и низшей валентностями, составьте в общем виде формулы высших оксидов, гидроксидов и летучих водородных соединений.

### Задания для закрепления знаний и умений



- Составьте формулы следующих бинарных соединений металлов и неметаллов, учитывая, что неметалл в них имеет низшую валентность: сульфида магния, хлорида алюминия, фторида кальция, нитрида магния, оксида калия. Как взаимосвязаны валентности, проявляемые элементами в данных соединениях, с положением элементов в Периодической системе и строением их электронных оболочек?
- Для отражения порядка соединения атомов в молекулах веществ используют структурные формулы. На основании структурных формул веществ определите валентности всех элементов, укажите, являются они высшими или низшими для элементов.



### Задания для применения полученных знаний и умений



- Для элементов групп А Периодической системы химических элементов, назовём их D, E, C, известно число электронов на внешнем электронном слое: у элемента D — 1 электрон, элемента E — 6 электронов, элемента C — 7 электронов. Приведите примеры конкретных соединений:
  - D и C (при растворении данного соединения в воде образуется кислота);
  - D и E — оксид;
  - E и C — высший оксид одного из двух элементов;
  - D, E и C — это высший гидроксид.

5. В каких группах Периодической системы химических элементов могут находиться металл и неметалл и сколько электронов содержит их внешний электронный слой, если формула бинарного соединения, образованного ими, соответствует записи:

- а)  $A_2B_3$
- б)  $A_2B$
- в)  $AB$

Приведите не менее двух примеров таких соединений для каждого случая.

### Задание, требующее работы с дополнительными источниками информации



6. Массовые доли каких четырёх элементов наибольшие в земной коре? Приведите примеры не менее десяти природных соединений этих элементов. Определите валентности элементов в приведённых соединениях и объясните проявляемые валентности строением электронных оболочек атомов.

### Задания для самоконтроля



А1. Натрий и калий проявляют одинаковую валентность в соединениях, так как

- 1) способны образовывать основные оксиды
- 2) имеют незавершённый внешний слой
- 3) имеют одинаковое число внешних электронов
- 4) способны образовывать щёлочь

А2. Валентность II в соединениях могут проявлять для

- а) P    б) Cl    в) S    г) Ca    д) Mg    е) Li
- 1) а, б, е
- 2) в, г, д
- 3) г, д
- 4) а, в

А3. Элементами, образующими вещество состава  $AB_2$ , могут быть

- 1) Na и Br
- 2) Al и S
- 3) Ca и F
- 4) Mg и O

## § 2. Удивительные свойства обычных растворов. Ионная связь

Рассмотрим факты, которым вы не сможете дать объяснение до тех пор, пока не познакомитесь с новыми теоретическими представлениями о строении вещества.

*При каких температурах кипит вода и тает лёд, а также тают и кипят растворы?*

Вы хорошо знаете, что при нормальном давлении вода закипает при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а замёрзшая вода (лёд) тает при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Замёрзшие водные растворы веществ тают при температуре ниже  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а кипят при температуре выше  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Это объясняется тем, что молекулы растворённого вещества взаимодействуют с молекулами растворителя и те становятся менее подвижными.

Установлен удивительный факт: если в 1 литре воды растворить 1 моль глюкозы или сахара, то температура плавления замёрзших растворов будет одинаковой  $-1,86\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 1 а). Если же в 1 литре воды растворить 1 моль хлорида натрия, то температура плавления замёрзшего раствора будет не  $-1,86\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а  $-3,36\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Возникает вопрос: чем вызвано такое понижение температуры плавления замёрзшего раствора хлорида натрия по сравнению с растворами сахара или глюкозы?

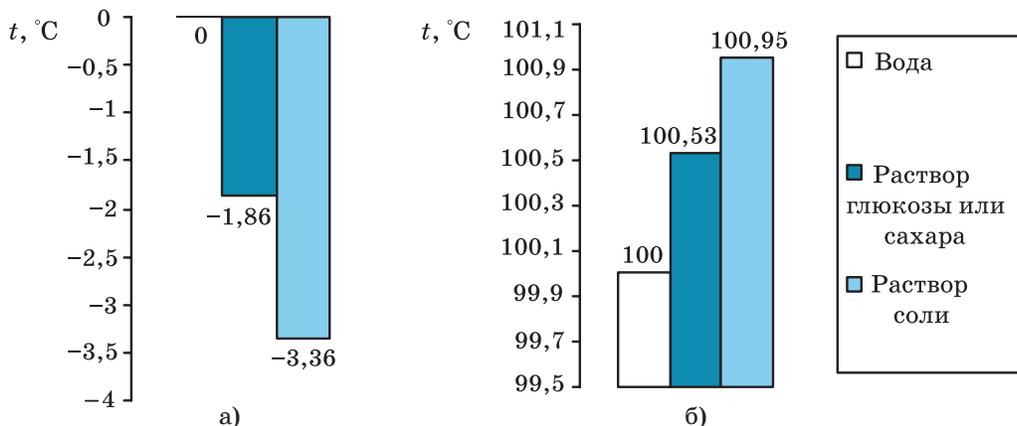


Рис. 1. Температуры таяния и кипения (нормальное давление) воды и растворов:

а — температуры плавления; б — температуры кипения

Упомянутые растворы сахара или глюкозы имеют одинаковую температуру кипения ( $t_{\text{кип}} = 100,53 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Раствор хлорида натрия (рис. 1 б) кипит при более высокой температуре ( $t_{\text{кип}} = 100,95 \text{ }^\circ\text{C}$ ). И что самое интересное, если понижение температуры таяния замёрзшего раствора хлорида натрия в 1,8 раза ниже, чем у замёрзших растворов глюкозы и сахара, то и повышенные температуры кипения раствора хлорида натрия так же в 1,8 раза выше, чем у растворов глюкозы или сахара:

$$\frac{3,36^\circ}{1,86^\circ} = \frac{0,95^\circ}{0,53^\circ} = 1,8$$

Результаты получаются аналогичными, если в 1 л воды растворить 1 моль любой соли или щёлочи. Температура таяния замёрзшего раствора будет ниже  $-1,86 \text{ }^\circ\text{C}$ , а температура кипения раствора — выше  $100,53 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Объяснить рассмотренные факты можно, предположив, что в растворах солей и щелочей находится больше пока непонятных нам химических частиц, воздействующих на молекулы воды, чем молекул растворённого вещества, взаимодействующих с молекулами воды, в растворах глюкозы или сахара.

### Что такое электролиты?

Растворы солей и щелочей имеют ещё одно отличие от растворов органических веществ, например спирта, сахара и глюкозы. Проведём опыт.

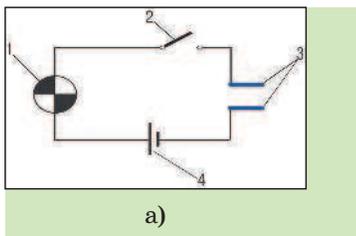
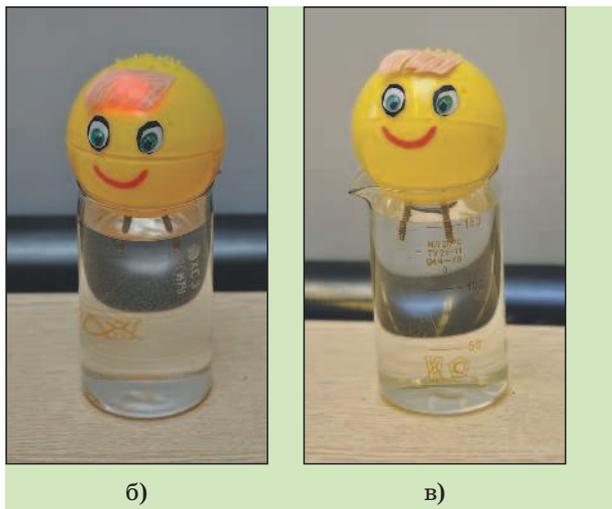


Рис. 2. Прибор для определения электропроводности растворов:

а — электрическая схема; 1 — лампочка; 2 — выключатель; 3 — электроды; 4 — источник тока; б — раствор проводит электрический ток; в — раствор не проводит электрический ток<sup>1</sup>.



<sup>1</sup> Прибор изготовлен учащимся 9 класса школы № 225 г. Москвы Т. Новиковым.

*Опыт 1.* Возьмём прибор для определения электропроводности растворов (рис. 2). Поместим электроды в растворы сахара, глюкозы, спирта. Лампочка не загорается (рис. 2 в). Если же электроды погрузить в растворы солей или щелочей, то во всех случаях лампочка загорается (рис. 2 б).

Данный опыт показывает, что растворы сахара, глюкозы и спирта электрический ток не проводят, а растворы солей и щелочей электрический ток проводят. Аналогичный результат получается, если испытать на электропроводность расплавы веществ. Расплавы солей и щелочей проводят электрический ток.

Щёлочи и соли относят к электролитам. Их водные растворы и расплавы проводят электрический ток. Сахар, глюкоза и спирт к электролитам не относят. Их водные растворы и расплавы электрический ток не проводят.

### *Почему растворы и расплавы электролитов проводят электрический ток?*

Из курса физики вам известно, что электрический ток — это упорядоченное движение заряженных частиц. Если растворы и расплавы электролитов проводят электрический ток, то из этого следует, что в них содержатся переносчики электричества — заряженные частицы. Эти заряженные химические частицы получили название **ионы**. Слово «ион» в переводе с греческого означает «идущий, странствующий». Благодаря наличию заряда ионы перемещаются к электродам и таким образом переносят электричество. Такое объяснение электропроводности растворов электролитов в 1884 г. дал выдающийся шведский химик Сванте Август Аррениус.

### *Откуда в растворах и расплавах электролитов появляются ионы, если атомы и молекулы электронейтральны?*



#### **Аррениус Сванте Август (1859–1927)**

Шведский химик. Основные научные труды посвящены учению о растворах и о скорости химических реакций. В 1884 г. сформулировал вывод о распаде солей на заряженные частицы — ионы при их растворении. Обосновал теорию электролитической диссоциации (1897). Провёл цикл работ по изучению химических свойств растворов. В 1903 г. удостоен Нобелевской премии.