

~~БИБЛИОТЕКА
КРАСНОЯРСКОГО
ПОЛИТЕХНИКУМА
№ 10542~~

КРАТКІЙ КУРСЪ

Х И М І И

ПО ПРОГРАММѢ КАДЕТСКИХЪ КОРПУСОВЪ.

БИБЛИОТЕКА
ЦЕНТРАЛЬНОГО
ИНСТИТУТА
№ 20552

546

4.75.ккх

СОСТАВИЛИ

В. Ипатьевъ и А. Сапожниковъ,

профессоры Михайловской Артиллерійской Академіи.

ПРОВЕРЕНО 1948 г.

Съ рисунками въ текстѣ.

Второе пересмотрѣнное и переработанное изданіе.

46

ПРОВЕРЕНО
1949 г.
56

1-25к

ПРОВЕРЕНО
1937-38. 193

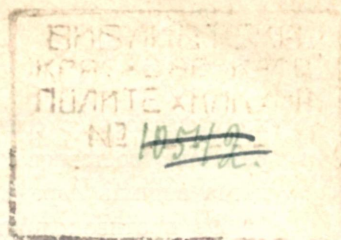
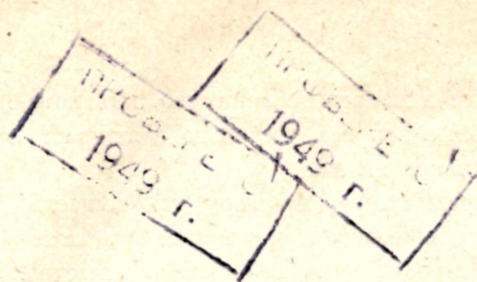
ПРОВЕРЕНО
2016 г.

Пр 2011 г.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типо-литографія М. П. Фроловой. Галерная, 6.

1909.



В В Е Д Е Н И Е.

Въ окружающей насъ природѣ мы видимъ цѣлый рядъ разнообразныхъ измѣненій, которыя совершаются съ тѣлами. Эти измѣненія, происходящія во времени, называются явленіями. Зная законы механики, мы можемъ не только понять, но и изслѣдовать многія явленія, какъ, напр.; паденіе камня, полетъ артиллерійскаго снаряда, движеніе небесныхъ свѣтилъ и т. п.

Зная законы физики, мы можемъ отдать себѣ отчетъ въ цѣломъ рядѣ другихъ, такъ называемыхъ физическихъ явленій. Послѣдними, какъ учить насъ физика, называются такія явленія, при которыхъ природа тѣлъ не измѣняется. Это значить, что природа тѣлъ, при физическихъ явленіяхъ, не претерпѣваетъ никакихъ коренныхъ измѣненій. Если мы произведемъ съ какимъ-нибудь тѣломъ опытъ, который вызоветъ физическое явленіе, напримѣръ, нагрѣемъ это тѣло до извѣстной температуры, или пропустимъ черезъ него электрической токъ, то хотя это тѣло пріобрѣтетъ или потеряетъ, при нашемъ опытѣ, нѣкоторыя свойства, но тѣмъ не менѣе, удаливъ причину вызваннаго явленія, мы получимъ снова прежнее тѣло со всѣми принадлежащими ему свойствами.

Но въ природѣ замѣчается много такихъ явленій, при которыхъ происходитъ коренное измѣненіе вещества тѣлъ, и которыя, рѣзко отличаясь отъ механическихъ и физическихъ явленій, подчиняются законамъ, излагаемымъ въ особой наукѣ, извѣстной подъ названіемъ *химіи*. При этихъ явленіяхъ, называемыхъ химическими, иногда происходитъ даже исчезновеніе тѣла, и человекъ, не знакомый съ химіей, можетъ думать, что тѣло это совершенно пропадаетъ, какъ бы уничтожается.

Такъ, напримѣръ, когда горитъ свѣча или дерево и при этомъ происходитъ образованіе теплоты и свѣта, то свѣча эта или дерево убываютъ мало-по-малу до полного исчезновенія. Что

же сдѣлалось со свѣчой? куда дѣвалось то вещество, изъ котораго она составлена? Подобные вопросы невольно возникаютъ, когда видишь передъ собой такое явленіе.

Въ противоположность предыдущему примѣру, гдѣ вещество какъ бы уничтожается, можно привести и такой примѣръ, который невольно вызываетъ вопросъ: откуда берется вещество? Зерно, попавшее въ землю, прорастаетъ и съ теченіемъ времени даетъ цѣлое растеніе, имѣющее иногда громадныя корни и стволъ съ многочисленными вѣтвями и листвою. Откуда же берется такое большое количество вещества, образующее дерево, тогда какъ всѣ зерна незначительны?

Но прежде чѣмъ отвѣтимъ на вопросы, откуда берется и куда пропадаетъ вещество, постараемся охарактеризовать химическія явленія, для чего обратимся къ примѣрамъ.

1. Если возьмемъ въ опредѣленной пропорціи два тѣла: мелкіе опилки желѣза и порошокъ сѣры и тщательно перемѣшаемъ ихъ въ ступкѣ, то, какъ бы долго мы ни производили это смѣшиваніе, мы всегда будемъ имѣть въ результатѣ простую механическую смѣсь взятыхъ веществъ; если бы нашъ глазъ и не въ состояніи былъ различать отдѣльныя крупинки желѣза и сѣры, то, вооруженный микроскопомъ, онъ легко замѣтилъ бы неоднородность приготовленнаго порошка. Этотъ порошокъ образовался чисто механическимъ путемъ, и потому мы можемъ механически же раздѣлить его на составныя части. Всѣмъ извѣстно, что желѣзо притягивается магнитомъ, и потому изъ тщательно приготовленной смѣси нашей мы можемъ посредствомъ магнита vybrать всѣ желѣзные опилки, а въ остаткѣ получить сѣрный порошокъ.

Но если такую смѣсь сѣры и желѣзныхъ опилокъ помѣстимъ въ стеклянный пробирный цилиндръ и нагрѣемъ надъ пламенемъ газовой или спиртовой горѣлки, то мы замѣтимъ слѣдующее явленіе. Конецъ пробирки, будучи нагрѣтъ до краснаго накаливанія, продолжаетъ, послѣ снятія съ огня, самъ собой накаливаться на протяженіи всей смѣси сѣры и желѣза, и при этомъ развивается такое количество тепла, что стекло плавится. По окончаніи явленія, мы имѣемъ черный кусокъ какого-то новаго вещества, которое не походитъ, по своимъ свойствамъ, на первоначально взятая вещества. Ни микроскопъ ни магнитъ не позволяютъ намъ доказать присутствіе крупинокъ сѣры и опилокъ желѣза, и никакой механической силой нельзя раздѣлить полу-

ченное тѣло на составныя его части. Совершилось коренное измѣненіе взятыхъ веществъ, и въ результатѣ получилось новое тѣло, совершенно непохожее, по своимъ свойствамъ, на первоначальныя вещества. Оно явилось отъ взаимодѣйствія желѣза и сѣры, которыя соединились между собою особымъ образомъ — химически; такимъ образомъ, мы имѣемъ передъ собою химическое явленіе, которому можемъ дать названіе *химическаго соединенія*, такъ какъ изъ двухъ тѣлъ получили одно, болѣе сложное — сѣрнистое желѣзо. Это химическое соединеніе выразимъ равенствомъ:

Желѣзо + сѣра = сѣрнистое желѣзо.

Замѣтимъ, что взаимодѣйствіе частичекъ сѣры и желѣза происходитъ при тѣснѣйшемъ соприкосновеніи веществъ, и что силы, которыя побуждаютъ ихъ вступать въ соединеніе, дѣйствуютъ на неизмѣримо малыхъ разстояніяхъ.

Полученное тѣло — сѣрнистое желѣзо — можетъ быть разложено на его составныя части, но это можетъ быть совершенно только химическимъ путемъ.

Кромѣ того, слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что если для образованія соединенія было взято излишнее количество какого-нибудь вещества, то этотъ избытокъ останется послѣ взаимодѣйствія свободнымъ и можетъ быть легко отдѣленъ отъ полученнаго новаго тѣла.

Вещество вступаетъ въ соединеніе только въ *строга опредѣленныхъ пропорціяхъ*, и этимъ химическое соединеніе рѣзко отличается отъ физическихъ смѣсей, въ которыхъ пропорція смѣшиваемыхъ веществъ можетъ быть совершенно произвольной.

2. Если возьмемъ бѣлый порошокъ мѣла или мрамора и сильно накалимъ его, то онъ разложится на газъ, который мы можемъ собрать отдѣльно, и на твердое тѣло бѣлаго цвѣта, называемое известью. Газъ, который выдѣлится при разложеніи взятаго порошка, называется углекислымъ, и онъ же образуется при горѣннн угля или топлива. Въ этомъ опытѣ изъ одного тѣла образуется два новыхъ тѣла: углекислый газъ и известь, которыя, по своимъ свойствамъ, совершенно непохожи на первоначально взятое тѣло. Поэтому происходящее здѣсь явленіе мы можемъ назвать, въ противоположность первому, *химическимъ разложеніемъ* и выразить его слѣдующимъ уравненіемъ:

Мѣлъ (известь углекислая) = известь + углекислый газъ.

3. Если мы возьмемъ синій растворъ мѣднаго купороса и опу-

стимъ въ него желѣзный ножъ, то, послѣ нѣкотораго времени, замѣтимъ, что ножъ покрывается слоемъ мѣди, а растворъ мало-по-малу теряетъ свой синій цвѣтъ, и, вмѣсто мѣднаго купороса, въ растворѣ образуется желѣзный купоросъ. Здѣсь также происходитъ коренное измѣненіе свойствъ, такъ какъ изъ двухъ тѣлъ получаютъ два новыя, отличныя, по своимъ свойствамъ, отъ первоначально взятыхъ.

Обозначимъ это измѣненіе такъ:

Мѣдный купоросъ + желѣзо = желѣзный купоросъ + мѣдь.

Такое химическое явленіе можно называть *химическимъ замѣщеніемъ*, такъ какъ два металла, желѣзо и мѣдь, помѣнялись своими мѣстами.

Теперь охарактеризуемъ химическое явленіе и дадимъ опредѣленіе науки *химіи*.

Химическимъ явленіемъ мы называемъ такую переменну въ тѣлахъ, при которой происходитъ глубокое измѣненіе природы ихъ вещества, при чемъ получаютъ новыя тѣла, свойства которыхъ кореннымъ образомъ отличаются отъ первоначально взятыхъ. Химическія явленія, называемыя также химическими реакціями, совершаются при тѣснѣйшемъ соприкосновеніи веществъ. Они могутъ быть раздѣлены на три класса: химическія соединенія, разложенія и реакціи замѣщенія.

Химія занимается изученіемъ однородныхъ веществъ, изъ которыхъ составлены все тѣла нашего міра, превращеніемъ этихъ веществъ другъ въ друга и явленіями, сопровождающими эти превращенія.

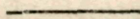
Законъ сохраненія матеріи. Простыя и сложныя тѣла.

Химія опредѣляется какъ наука, занимающаяся изученіемъ только однородныхъ тѣлъ, т.е. такихъ, которыя имѣютъ по всѣмъ направленіямъ одинаковый составъ. Такъ, напримѣръ, поваренная соль, металлы, стекло, сахаръ могутъ служить предметомъ изученія въ химіи; неоднородныя тѣла, которыхъ число громадно, какъ, напримѣръ, гранитъ, молоко, кровь, листь, изучаются другими естественными науками; но понятно, что вещества, изъ которыхъ они состоятъ, также могутъ изучаться въ химіи.

Оглавленіе.

	СТР.
Введеніе	3
Законъ сохраненія матеріи. Простыя и сложныя тѣла.	6
Ученіе объ энергіи. Химическая энергія	13
О строеніи вещества	15
Вода.	18
Растворы	20
Составъ воды и ея разложеніе. Законъ постоянства состава	25
X [Водородъ	28
X [Кислородъ	32
Количественное опредѣленіе состава воды	37
Химическая номенклатура. Схемы кислородныхъ соединеній	41
[Озонъ. Перекись водорода. Законъ кратныхъ отношеній.	47
Группа галоидовъ:	
X [Хлоръ.	51
Ученіе о валентности.	55
[Полученіе хлора.	59
Синтезъ хлористаго водорода	61
Объемный законъ Гей-Люссака. Законъ Авогадро-Жерара	63
X [Фторъ. Бромъ. Іодъ.	69
Группа кислорода:	
X [Сѣра	71
[Кислородныя соединенія сѣры	75
[Сѣрный ангидридъ и сѣрная кислота	76
Группа азота:	
X [Азотъ	79
[Водородистое соединеніе азота. Амміакъ.	85
[Кислородныя соединенія азота.	88
[Азотная кислота.	89
X [Фосфоръ	92
Періодическая система элементовъ Д. И. Менделѣева.	93
IV группа періодической системы элементовъ:	
[Углеродъ.	99
[Соединенія углерода съ водородомъ.	103
[" " " " кислородомъ	105

	СТР.
Кремній	109
Олово и свинець	112
III группа періодической системы элементовъ:	
Боръ	112
Алюминій	113
Щелочные металлы	116
Натрій	117
Калій	119
Щелочно-земельные металлы	120
Кальцій	—
Мѣдь	123
Серебро	124
Золото	126
Платина	128
Желѣзо	—



Аморфный уголь входитъ въ составъ цѣлаго ряда *углей*, которые представляютъ собою продуктъ обугливанія или разложенія посредствомъ нагреванія различныхъ углеродистыхъ, органическихъ веществъ. Название углей зависитъ отъ ихъ происхожденія, при чемъ извѣстны—уголь древесный, костяной, животный и затѣмъ цѣлый рядъ ископаемыхъ углей, куда относятся бурый уголь, каменный уголь и антрацитъ. Всѣ эти угли, кромѣ аморфнаго угля, содержатъ постороннія примѣси, количество и характеръ которыхъ находятся въ зависимости отъ степени обугливанія или разложенія исходнаго вещества.

Однимъ изъ наиболѣе чистыхъ представителей аморфнаго угля является *сажа*, получаемая сжиганіемъ, при маломъ доступѣ воздуха, богатыхъ углеродомъ веществъ — смолы, скипидара и т. п.

Аморфный уголь въ чистомъ видѣ представляетъ собою черное, некристаллическое тѣло, уд. вѣсъ 1,5; онъ ни въ чемъ нерастворимъ и при накаливаніи до очень высокой температуры совершенно не плавится, едва размягчаясь при температурѣ вольтовой дуги.

Древесный уголь, при достаточной степени обжиганія дерева, представляетъ собою тоже вещество очень близкое къ чистому аморфному углероду. Для полученія его древесина, состоящая въ главной массѣ изъ клѣтчатки $C_6H_{10}O_5$, подвергается такъ называемой *сухой перегонкѣ*, т. е. накаливанію безъ доступа воздуха. Болѣе простые сорта угля получаютъ прямо обжиганіемъ дровъ въ кучахъ, покрытыхъ, для уменьшенія доступа воздуха, землей и дерномъ; болѣе же чистые сорта, примѣняемые, напримѣръ, для пороха, получаютъ накаливаніемъ дровъ въ закрытыхъ желѣзныхъ ретортахъ. При этомъ благодаря отсутствію кислорода, древесина горѣть не можетъ и подъ вліяніемъ жара разлагается, съ образованіемъ изъ элементовъ ея цѣлаго ряда разнообразныхъ продуктовъ въ видѣ горючаго газа, смолы и водянистой жидкости, содержащей въ себѣ уксусную кислоту и древесный спиртъ, и наконецъ угля. Въ большихъ заводскихъ размѣрахъ сухая перегонка примѣняется для добыванія изъ каменнаго угля свѣтлага газа.

Древесный уголь получается обыкновенно въ видѣ черной, блестящей массы, напоминающей по строенію обжигавшейся продуктъ; благодаря своему пористому строенію онъ обладаетъ способностью сильно поглощать газы.

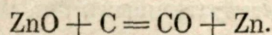
511
КРАСНОДАРСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТЪ
№ 101

Костяной уголь, получаемый обжиганіемъ костей, обладаетъ въ значительной степени способностью поглощать красящія вещества, почему онъ и находитъ себѣ обширное примѣненіе въ техникахъ (на сахарныхъ заводахъ) и химическихъ лабораторіяхъ, для обезцвѣчиванія окрашенныхъ растворовъ.

Образованіе обширныхъ залежей ископаемыхъ углей объясняется медленнымъ разложеніемъ остатковъ растительности отдаленныхъ, геологическихъ эпохъ, совершавшимся подъ землей при маломъ доступѣ воздуха. Оставаясь на поверхности земли, всѣ вещества растительнаго и животнаго происхожденія подвергаются гніенію, которое совершается при участіи кислорода воздуха и приводитъ къ образованію углекислаго газа, воды и нѣкоторыхъ другихъ продуктовъ разложенія. Если же вещества эти скрыты подъ землей, предохраняющей ихъ отъ соприкосновенія съ воздухомъ, разложеніе ихъ идетъ очень медленно и напоминаетъ отчасти сухую перегонку; часть элементовъ выдѣляется при этомъ въ видѣ нѣкоторыхъ жидкихъ и газообразныхъ продуктовъ, остающееся же вещество постепенно обогащается углеродомъ, относительное содержаніе котораго съ теченіемъ времени дѣлается при этомъ все больше и больше. Однимъ изъ представителей такихъ ископаемыхъ продуктовъ, сравнительно недавняго образованія, является *торфъ*, образующій большіе пласты, залегающіе въ болотистыхъ мѣстахъ на небольшой глубинѣ; онъ имѣетъ еще всѣ признаки строенія травянистыхъ растений, изъ которыхъ образовался, и наиболѣе бѣденъ углеродомъ (45⁰/₀); въ *буромъ угли* нѣрѣдко встрѣчается строеніе, напоминающее древесину, и углерода въ немъ содержится всего около 70⁰/₀; въ *каменномъ угли* нѣтъ уже ничего напоминающаго растенія, и содержаніе углерода доходитъ до 90⁰/₀ и, наконецъ, такъ называемый *антрацитъ*, продуктъ наиболѣе древняго происхожденія — представляетъ собою уже крайнюю степень превращенія древесины и заключаетъ въ себѣ 96 — 98⁰/₀ углерода.

Каменный уголь представляетъ собою важнѣйшій видъ топлива нашего времени и добывается во всѣхъ странахъ въ громадныхъ количествахъ; во всемъ мірѣ ежегодно сжигается его около 500 милліоновъ тоннъ. Примѣняя каменный уголь для металлургическихъ операций, его обыкновенно превращаютъ предварительно въ *коксъ*: съ этой цѣлью каменный уголь обжигается при маломъ доступѣ воздуха или прокаливается совсѣмъ безъ доступа воздуха, при чемъ онъ замѣтно обогащается углеродомъ.

При обыкновенной температурѣ углеродъ представляетъ собою крайне недѣятельный элементъ, совершенно неспособный къ взаимодействию съ другими элементами; при высокой температурѣ, напротивъ, онъ очень легко соединяется съ нѣкоторыми изъ нихъ, именно съ кислородомъ, сѣрой и др. Интересно замѣтить, что съ кислородомъ углеродъ соединяется не только тогда, когда онъ находится въ свободномъ состояннн, но можетъ отнимать его и отъ другихъ соединеннй. На этомъ свойствѣ углерода основывается, между прочимъ, возстановленнє многихъ металловъ изъ окисловъ ихъ, посредствомъ прокаливання ихъ съ углемъ, на примѣръ:



По своимъ химическимъ соединеннямъ углеродъ является типичнымъ элементомъ IV-ой группы. Съ водородомъ онъ образуетъ высшее соединеннє формулы CH_4 , извѣстное подъ названнємъ метанъ или болотный газъ и еще цѣлый рядъ такъ называемыхъ углеводородовъ. Высшимъ кислороднымъ соединеннємъ его является углекислый газъ CO_2 .

Соединення углерода съ водородомъ.

Углеродъ обладаетъ необыкновенно развитой способностью къ образованню химическихъ соединеннй съ водородомъ, которыя носятъ общее названнє *углеводородовъ*. Большое число и разнообразнє углеводородовъ зависитъ отъ того, что самъ углеродъ обладаетъ способностью къ образованню изъ своихъ атомовъ очень сложныхъ группъ, въ которыхъ оставшееся свободнымъ, химическое средство насыщается соответственнымъ числомъ атомовъ водорода. Въ зависимости отъ состава всѣ углеводороды дѣлятся на нѣсколько классовъ, при чемъ наиболѣе богатымъ по числу представителей и по своему разнообразню является классъ *предѣльныхъ углеводородовъ*.

Химическй составъ всѣхъ предѣльныхъ углеводородовъ выражается одной общей формулой вида $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ и достаточно въ ней замѣнять n разными цѣлыми числами начиная съ единицы, для того чтобы получить весь рядъ этихъ соединеннй, на примѣръ:

- CH_4 — метанъ или болотный газъ.
- C_2H_6 — этанъ.
- C_3H_8 — пропанъ.
- C_4H_{10} — бутанъ и т. д.