

544

Ив. Кукулеско.

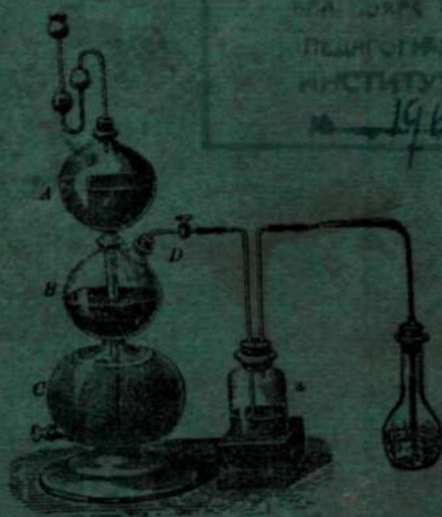
Преподаватель Киевскаго Политехническаго Института.

Элементарный курсъ

Качественнаго анализа

для среднихъ учебныхъ заведеній.

Съ 42 рисунками.



БИБЛИОТЕКА
ИВ. КУКУЛЕСКО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА
19636

Изданіе „СОТРУДНИКА“ Киевъ.
1908.

Ив. Кукулеско.

Преподаватель Киевского Политехнического Института.



Элементарный курс

Качественного анализа

для средних учебных заведений.

Съ 42 рисунками.

10552
1949 г.
1949 г.
1948 г.

544
46
ж-89 а.э.к.х.б

БИБЛИОТЕКА
КРАСНОЯРСКОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА
18686.



ПРОВЕРЕНО
20 16 г.

Издание „СОТРУДНИКА“ Киевъ.
1908.

Предисловіе.

Поводомъ къ составленію даннаго руководства послужило введеніе въ реальныхъ училищахъ практическихъ занятій по качественному анализу. Въ министерскихъ разъясненіяхъ къ программѣ химіи указывается, что помимо занятій качественнымъ анализомъ въ реальныхъ училищахъ должны быть введены еще занятія параллельно курсу химіи. Но въ то время, какъ на занятія качественнымъ анализомъ отводится одинъ часъ въ недѣлю, на занятія параллельно курсу времени совсѣмъ не отводится; очевидно, что послѣднія занятія въ большинствѣ случаевъ не состоятся и дѣло ограничится наблюденіемъ учащимися опытовъ, демонстрируемыхъ на урокахъ химіи.

Было бы крайне не педагогично приступать къ практическому изученію прикладнаго отдѣла химіи, какимъ является качественный анализъ, минуя изученіе на опытѣ простѣйшихъ реакцій и свойствъ болѣе распространенныхъ элементовъ, а также основныхъ понятій и законовъ химіи. Въ виду сказаннаго въ предлагаемый элементарный курсъ качественного анализа введены не только спеціально качественные реакціи, но и реакціи, вообще характеризующія химическія свойства элементовъ и ихъ соединеній.

Названіе даннаго руководства, слѣдовательно, не вполнѣ соответствуетъ его содержанію, которое преслѣдуетъ слѣдующія цѣли:

1. Охарактеризовать элементы такими немногими, но существенными реакціями, чтобы учащимся, продѣлавшимъ эти реакціи, на опытѣ выяснилась химическая фізіономія того или другого элемента.

2. Описать спеціальныя и групповыя реакціи элементовъ и кислотъ, указать на систематическій ходъ открытія ихъ и такимъ

образомъ познакомить учащихся на опытѣ съ идеей химическаго анализа.

3. Ознакомить учащихся на опытѣ съ нѣкоторыми родами и типами реакцій: соединенія, разложенія, простого и двойного обмѣна, окисленія, возстановленія и гидролиза.

4. Приучить учащихся изображать простѣйшія химическія реакціи въ видѣ химическихъ уравненій и такимъ образомъ довести ихъ до яснаго пониманія химизма явленія и функціи того или другого вещества, введеннаго въ реакцію.

5. Ознакомить, наконецъ, учащихся съ нѣкоторыми простѣйшими манипуляціями и приемами, примѣняемыми въ химіи каковы: раствореніе и кристаллизація веществъ, фильтрованіе, выпариваніе, окрашиваніе пламени, полученіе перловъ и т. п.

Ходъ практическихъ занятій по данному руководству можно представить въ слѣдующемъ видѣ:

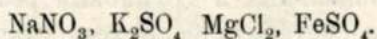
1) Преподаватель указываетъ учащимся, какіе опыты они должны будутъ продѣлать въ слѣдующій очередной часъ практическихъ занятій; описаніе этихъ опытовъ ученики должны прочитать дома ко дню занятій.

2) Во время занятій учащіеся продѣлываютъ опыты и сейчасъ же вписываютъ соотвѣтствующія реакціи въ видѣ химическихъ уравненій въ особую тетрадь (журналъ занятій). Преподаватель при этомъ наблюдаетъ, чтобы опыты удавались.

3) Послѣ прохожденія той или другой группы преподаватель даетъ учащимся задачи, состоящія изъ отдѣльныхъ солей, въ которыхъ учащіеся должны открыть металлъ или кислоту или и то и другое.

Эти задачи могутъ быть выдаваемы примѣрно въ такомъ числѣ и порядкѣ:

- a) На 1-ую группу металловъ 2 задачи (NaCl , KCl , NH_4Cl , MgCl_2).
- b) На 2-ую группу 1 задача (CaCl_2 , BaCl_2).
- c) На 3-ью группу 2 задачи (AlCl_3 , FeCl_3 , FeSO_4 , ZnSO_4 и т. д.).
- d) На 4-ую и 5-ую группу 2 задачи (AgNO_3 , $\text{Pb(NO}_3)_2$, CuSO_4 , SnCl_2 и т. д.).
- e) На кислоты 3 задачи (NaCl , NaBr , NaJ , Na_2SO_4 и т. д.).
- f) На полное опредѣленіе соли 5 задачъ, напр.:



Послѣ этого болѣе успѣшнымъ ученикамъ могутъ быть даны легкія задачи на смѣси солей и на соли, растворимыя только въ кислотахъ.

4) Сдавая задачи, учащіеся должны представить преподавателю журналъ занятій съ описаніемъ хода анализа, чтобы видно было, что рѣшеніе задачи не случайное.

По предложенію Кіевскаго учебнаго округа весной с. г. проф. С. Н. Реформатскимъ была собрана коммиссія для разсмотрѣнія вопросовъ, касающихся постановки химіи въ реальныхъ училищахъ. Коммиссіей между прочимъ была выработана минимальная программа занятій по качественному анализу. Эта программа исчерпывается вышеуказаннымъ числомъ задачъ и слѣдующими изъ описанныхъ въ данномъ руководствѣ опытовъ: 1, 2*, 4, 5, 6, 7*, 8, 9, 10b, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 25a, 25c, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 33, 35, 37*, 59, 40*, 42, 43, 44, 45, 46, 47*, 48, 56*, 57*, 58, 59, 60*, 61, 62, 63, 64*, 69, 70, 71*, 72, 73, 74, 75, 76, 82, 84, 86, 87, 95*, 96a*, 97, 98*, 99, 102*, 103*, 112, 113, 115, 116, 118, 119, 122, 126 и 128.

Въ томъ объемѣ, въ которомъ составлено данное руководство, оно едва ли можетъ быть пройдено въ реальныхъ училищахъ при одномъ часѣ въ недѣлю. Не смотря на это размѣры руководства не были уменьшены по тому, что оно можетъ пригодиться для учебныхъ заведеній съ болѣе широкой программой химіи, а съ другой стороны и потому, что среди учениковъ реальныхъ училищъ несомнѣнно найдутся лица, которыя пожелаютъ познакомиться съ химіей и качественнымъ анализомъ въ болѣе полномъ видѣ.

Въ качествѣ справочныхъ пособій для преподавателей по качественному анализу могутъ быть указаны слѣдующія:

Аналитическая химія Меншуткина (ц. 2 р.).

Качественный анализъ Treadwell'я переводъ подъ редакціей проф. Писаржевскаго (ц. 2 р.).

Введеніе въ качественный анализъ и таблицы качественного анализа проф. С. Н. Реформатскаго и Я. И. Михайленко (ц. 1 р. 25 к.).

Изъ руководствъ для занятій параллельно курсу химіи укажемъ:

*) Опыты, отмѣченные звѣздочкой, коммиссія отнесла къ необязательнымъ.

Руководство къ практическимъ занятіямъ по элементарному курсу химіи проф. Я. И. Михайленко (ц. 90 к.).

Первыя работы по химіи Сазонова и Верховскаго (80 к.).

Практическія занятія по общей химіи проф. Коновалова (ц. 50 к.).

Руководство, составленное на основаніи соображеній и опыта одного лица, не можетъ не быть болѣе или менѣе одностороннимъ и несовершеннымъ. Поэтому авторъ предлагаемаго руководства былъ бы чрезвычайно благодаренъ, если бы тѣ изъ преподавателей, которымъ пришлось бы при занятіяхъ пользоваться этой книгой, сообщили ему о найденныхъ ими недочетахъ, желательныхъ измѣненіяхъ и добавленіяхъ и такимъ образомъ коллективнымъ опытомъ пополнили пробѣлы опыта единоличнаго.

Ив. Кукулеско.

Политехнический институтъ.

Кіевъ. Май 1908 г.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	Стр.
Введеніе	
Задача качественного анализа, Мокрый и сухой анализъ . . .	1
О растворахъ	2
Типы химическихъ реакцій	3
О кислотахъ, основаніяхъ и соляхъ	5
Составленіе химическихъ уравненій	7
Общая основанія опредѣленія элементовъ или ихъ соединеній	8
Раздѣленіе элементовъ и ихъ соединеній на группы	9
Приборы, посуда и манипуляціи	10
Реакціи на металлы 1-ой группы	17
Калій	17
Натрій	19
Аммоній	21
Магній	22
Анализъ металловъ 1-ой группы	23
Реакціи на металлы 2-ой группы	24
Кальцій	25
Барій	27
Стронцій	28
Анализъ металловъ 2-ой группы	29
Реакціи на металлы 3-ей группы	29
Желѣзо	30
Алюминій	34
Хромъ	35
Цинкъ	37
Марганецъ	38
Никкель	39
Кобальтъ	40
Анализъ металловъ 3-ей группы	41
Реакціи на металлы 4-ой группы	42
Серебро	42
Свинецъ	45
Ртуть	46
Мѣдь	46

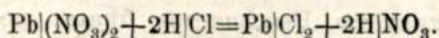
	Стр.
Висмутъ	48
Кадмій	49
Анализъ металловъ 4-ой группы	51
Реакціи на металлы 5-ой группы	51
Олово	51
Сурьма	53
Мышьякъ	55
Анализъ металловъ 5-ой группы	56
Ходъ анализа металловъ пяти группъ	57
Реакціи на кислоты:	
1-ая группа кислотъ	58
Сѣрнистая кислота	58
Сѣрная кислота	59
Угольная кислота	59
Фосфорная кислота	60
Хромовая кислота	61
Кремневая кислота	62
Борная кислота	63
Фтористоводородная кислота	64
2-ая группа кислотъ	65
Соляная кислота	65
Бромистоводородная кислота	66
Иодистоводородная кислота	67
Азотная кислота	68
Сѣроводородъ	68
Синильная кислота	69
3-ья группа кислотъ	69
Азотная кислота	69
Хлорноватая кислота	71
Уксусная кислота	71
Ходъ анализа кислотъ	72
Ходъ полного анализа вещества	74
Приборы, посуда и вещества	86

язычекъ, богатый кислородомъ, способнымъ окислять, и такое пламя называется окислительнымъ, если же кончикъ только соприкасается съ пламенемъ, то получается свѣтящій язычекъ, богатый еще не сгорѣвшими частями угля; такое пламя называется восстановительнымъ (отнимающимъ кислородъ).

С в и н е ц ь .

Опытъ 60.—Немного свинца, наръзаннаго стружками, облить азотной кислотой и при подогрѣваніи растворить. Въ растворѣ будетъ азотнокислый свинецъ $Pb(NO_3)_2$.

Опытъ 61.—а) Къ раствору азотнокислаго свинца прилить соляной кислоты. Появляется бѣлый осадокъ хлористаго свинца:



хлорист.

свинецъ

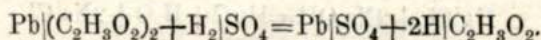
Осажденіе свинца неполное, такъ какъ $PbCl_2$ немного растворяется въ водѣ и кислотахъ.

б) Затѣмъ растворъ съ осадкомъ прокипятить. Осадокъ растворится, потому что $PbCl_2$ въ горячей водѣ хорошо растворяется (хлористое серебро и при этомъ условіи не растворяется).

в) Послѣ полного растворенія осадка пробирку съ растворомъ опустить въ холодную воду; при охлажденіи довольно быстро начинаютъ выпадать игольчатые кристаллы хлористаго свинца, мало растворимаго въ холодной водѣ.

Опытъ 62.—Весь предыдущій опытъ повторить, взявъ вмѣсто соляной кислоты іодистый калий (KI).

Опытъ 63.—Къ соли свинца прилить сѣрной кислоты. Появляется бѣлый осадокъ сѣрнокислаго свинца, растворимый въ уксуснокисломъ аммоніи:



уксуснокисл.

свинецъ

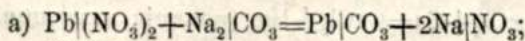
сѣрнокисл.

свинецъ

уксусн.

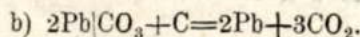
кислота

Опытъ 64.—Соль свинца смѣшать съ содой, помѣстить въ углубленіе на углѣ и прокалить при помощи паяльной трубки въ восстановительномъ пламени; образуется шарикъ свинца (королекъ), который пшеть и легко плющится при ударѣ:



азотнокисл.

свинецъ

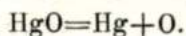


металл.

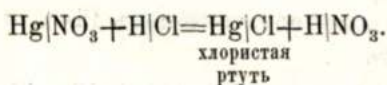
свинецъ

Р т у т ь.

Ртуть—жидкій металл; растворяясь въ азотной кислотѣ на холоду, даетъ соль закиси ртути (одновалентной— HgNO_3), при нагрѣваніи же соль окиси ртути (двувалентной— $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$). Съ кислородомъ ртуть образуетъ красную окись ртути, которая при накаиваніи разлагается по уравненію:

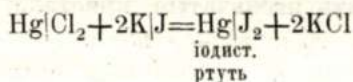


Опытъ 65.—Къ азотнокислой соли закиси ртути (HgNO_3) прилить соляной кислоты. Выдѣляется бѣлый осадокъ хлористой ртути (каломель), нерастворимый въ кислотахъ:

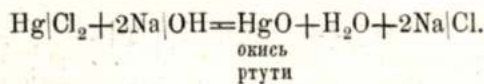


Этотъ осадокъ облить амміакомъ. Осадокъ чернѣетъ.

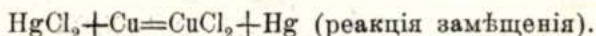
Опытъ 66.—Къ раствору соли окисной ртути— HgCl_2 (сулема) прилить немного іодистаго калия; появившійся красный осадокъ іодистой ртути растворить въ избыткѣ реактива:



Опытъ 67.—Къ раствору сулемы прилить ѣдкаго натра. Появляющійся желтый осадокъ окиси ртути не растворяется въ избыткѣ реактива:



Опытъ 68.—Каплю раствора соли ртути помѣстить на мѣдную пластинку или монету, черезъ минуту каплю тщательно стереть. Остается серебристо-бѣлое пятно выдѣлившейся ртути (собственно амальгамы мѣди):



М ѣ д ь.

Мѣдь—краснаго цвѣта металлъ при нагрѣваніи на воздухѣ даетъ окись мѣди: $\text{Cu}+\text{O}=\text{CuO}$.

Приборы, посуда и вещества,

требующіяся для практическихъ занятій по качественному анализу

Приборы и посуда рассчитаны на группу въ 15 лицъ, а матеріалъ на 40 лицъ. Цѣны приблизительныя ¹⁾.

	Количество.	Общая стоим.			Количество.	Общая стоим.	
		Р.	К.			Р.	К.
Пробирокъ	500	10	—	Ножей для пробокъ . . .	2	—	80
Деревян. штативъ для пробирокъ	15	7	50	Фарфор. ступки 8 сантим. въ діам.	3	1	50
Спиртовыхъ лампъ или Бунзеновскихъ горѣлокъ	15	6	—	Ножницъ	2	1	—
Промывалокъ въ 1/2 лит.	15	10	50	Щетокъ для чистки пробирокъ	6	1	50
Стакановъ въ 150 и 200 куб. с.	15	7	50	Газовая горѣлка съ плоскимъ плам. или . . .	1	1	—
Воронко въ 5 и 10 сант. въ діам.	30	6	60	Спиртовая лампа съ плоскимъ фитилемъ	1	—	50
Мѣдной сѣтки	1 кв. ар.	3	—	Склянокъ реактивныхъ въ 5 литр.	30	15	—
Колбъ въ 100 и 150 к. с. Фарфоровыхъ тигельковъ (10 кус. с.)	30	2	40	Щипцовъ желѣзныхъ загнутыхъ	5	5	—
Фарфоровыхъ чашекъ (8 сант. въ діам.)	15	4	50	Точило для сверлъ	1	1	—
Платиновой проволоки	15	3	25	Треугольникъ для тиглей	15	2	25
Стеклянныхъ палочекъ (20 сант. дл.)	1 гр.	3	75	Паяльныхъ труб. (прост.)	5	1	25
Склянокъ реактивныхъ 9 наборовъ по 25 куб. с. а) съ притертыми стекл. пробками	15	—	75	Индиговая кризма или	1	3	—
б) съ корков. пробками	18	4	50	Пластинокъ синяго (кобальтов.) стекла	10	1	—
Желѣзныхъ треножн.	90	6	—	Роговыхъ ложекъ	5	—	75
Склянки съ губ. внизу для получения сѣводорода по 5 литр.	15	7	50	Склянк. трубокъ въ 0,5 и 0,6 сант. въ діам.	3 ф.	1	80
Промывалокъ къ H ₂ S аппарату	2	2	40	Пробки бархатныя:			
Напильники (2 кругл. и 2 плоск.)	1	—	25	а) въ 1 1/2 сант. въ діам.	100	}	3
Наборовъ пробочныхъ сверлъ по 3 св.)	4	1	—	б) въ 2 сант.	100		
				в) въ 2 1/2 с.	100		
				г) въ 3 сант.	100		
				Склянокъ въ 250—400 к. с. съ стеклян. пробками для кислотъ	5	1	75
				Этикетокъ (3×5 сант.)	300	—	60
				Зажимъ для пробокъ	1	1	25
				Роговые шпатели	15	1	50

¹⁾ Цѣны посуды и приборовъ указаны по преискуранту Ритинга (С.-Петербургъ. Вознесен. пр. № 26); цѣны на химич. вещества по преискуранту Южно-Русскаго общества торговли аптекарскими товарами въ Кіевѣ.

	Количество.	Общая стоимость.			Количество.	Общая стоимость.	
		Р.	К.			Р.	К.
Фильтров. бумага	1 стопа	—	—	Амміакъ	4 к.	—	52
Лампа Бартелея или	1	6	—	Негашеная известь	1 к.	—	30
Паяльная лампа газовая	1	7	50	Хлористый кальцій (кристаллич.)	$\frac{1}{2}$ к.	—	50
Лакмусов. бумаги:				Мраморъ	2 к.	—	16
а) красн. и	12 л.	—	60	Сѣрникоислый кальцій	$\frac{1}{2}$ к.	—	12
б) синей	12 л.	—	60	Хлористый барій	$\frac{1}{2}$ к.	—	1
Балонъ для дистилл. воды	—	5	—	Магній металлич.	50 гр.	—	135
Азотной кисл. уд. в. 1,4	3 к.	2	48	Хлористый магній	1 к.	—	68
Сѣрной кисл. уд. в. 1,84	10 к.	3	20	Сѣрникоислый магній	$\frac{1}{4}$ к.	—	14
Соляной к. уд. в. 1,19.	5 к.	2	25	Цинкъ металл. зернен.	2 к.	—	460
Уксусная к.	1 к.	—	92	Сѣрникоислый цинкъ	$\frac{1}{2}$ к.	—	23
Ворная к.	$\frac{1}{2}$ к.	—	28	Хлористый цинкъ	$\frac{1}{4}$ к.	—	56
Винокам. к.	1 к.	2	10	Хлорная ртуть	100 гр.	—	45
Бромъ	$\frac{1}{2}$ к.	3	75	Азотнокисл. ртуть (закис).	100 гр.	—	50
Сѣра (въ палочк.)	1 к.	—	18	Алюминій металлич. (про-волока)	100 гр.	—	55
Хлористая сурьма	50 гр.	—	50	Алюмин. ивасцы	1 к.	—	17
Хлористый калий	1 к.	—	62	Хлористый алюминій	100 гр.	—	40
Берголетова соль	$\frac{1}{2}$ к.	—	48	Олово листовое (станніоль)	$\frac{1}{2}$ к.	—	168
Азотнокисл. калий	1 к.	—	52	Двухлористое олово	$\frac{1}{2}$ к.	—	115
Сѣрникоисл. калий	$\frac{1}{2}$ к.	—	30	Свинець металлич.	$\frac{1}{4}$ к.	—	38
Углекислый калий	$\frac{1}{2}$ к.	—	45	Уксуснокисл. свинець	1 к.	—	92
Бромметый калий	100 гр.	—	22	Желѣзная проволока	100 гр.	—	40
Иодистый калий	50 гр.	—	70	Хлорное желѣзо	$\frac{1}{2}$ к.	—	124
Духромовокисл. калий	1 к.	1	40	Сѣрникоисл. желѣзо (закис.)	$\frac{1}{2}$ к.	—	16
Марганцовок. калий	$\frac{1}{2}$ к.	—	51	Желтая кров. соль	200 гр.	—	52
Роданистый калий	200 гр.	—	64	Красная кров. соль	2-0 гр.	—	60
Ѣдкое кали	1 к.	1	70	Сѣрнистое желѣзо	4 к.	—	240
Кремнекисл. калий (сухой).	100 гр.	—	70	Азотнокислосе серебро	50 к.	—	240
Пиросурьмянокисл. калий	50 гр.	—	50	Мѣдь (листовая)	200 гр.	—	130
Хлористый натрій	1 к.	—	42	Азотнокислая мѣдь	100 гр.	—	30
Сѣрникоисл. натрій	1 к.	—	26	Сѣрникоислая мѣдь	1 к.	—	85
Сѣрнистый натрій	$\frac{1}{2}$ к.	—	68	Хлористая мѣдь	250 гр.	—	68
Сѣрнистоокислый натрій	$\frac{1}{2}$ к.	—	23	Хромовые квасцы	$\frac{1}{2}$ к.	—	38
Фтористый натрій	100 гр.	—	38	Перекись марганца (куски)	1 к.	—	15
Азотнокислый натрій	2 к.	—	80	Хлористый марганецъ	300 гр.	—	66
Фосфорнокисл. натрій	$\frac{1}{2}$ к.	—	70	Никкель сѣрникоислый	200 гр.	—	26
Иодистый натрій	50 гр.	—	80	Хлористый стронцій	100 гр.	—	23
Бромистый натрій	100 г.	—	23	Сѣроуглеродъ	$\frac{1}{2}$ к.	—	28
Углекислый натрій	4 к.	—	52	Бура	$\frac{1}{2}$ к.	—	23
Уксуснокислый натрій	$\frac{1}{2}$ к.	—	55	Индіго	100 гр.	—	92
Ѣдкій натръ	3 к.	4	75	Азотнокислый свинець	$\frac{1}{4}$ к.	—	32
Мышьяковокисл. натрій	50 гр.	—	18	Металлическій кальцій	100 гр.	—	50
Мышьяковистоокисл. натр.	50 гр.	—	18	Лакмусъ (въ тверд. видѣ)	100 гр.	—	50
Хлористый аммоній	$\frac{1}{2}$ к.	—	1	Рвотный камень	100 гр.	—	21
Сѣрникоисл. аммоній	$\frac{1}{2}$ к.	—	40				
Щавелевокислый аммоній	$\frac{1}{2}$ к.	—	83				
Углекислый аммоній	2 к.	1	80				