

131535

С. С. ПЕРОВ

СОВЕТСКОГО МОЛОЧНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА

ВВЕДЕНИЕ В ДИСПЕРСОИДНУЮ ХИМИЮ

(ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА)

ИЗДАНИЕ АВТОРА

ВОЛОГДА

1 9 2 4

С. С. ПЕРОВ

ПРОФ. ВОЛОГОДСКОГО МОЛОЧНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА

ВВЕДЕНИЕ

В ДИСПЕРСОИДНУЮ ХИМИЮ

(ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА)

ИЗДАНИЕ АВТОРА

ВОЛОГДА

1 9 2 4

ПРЕДИСЛОВИЕ

Все больший и больший удельный вес в химических дисциплинах завоевывает себе химия коллоидов или дисперсоидная химия. Она имеет многочисленных adeptов по всему миру, ее приложения преобразовывают технику, ее теория, резко материалистическая, перестраивает мировоззрение.

Естественно, что она и замалчивается присяжными мудрецами. Имеется безчисленное количество руководств по всем отделам химии, а коллоидная представлена лишь двумя — тремя, правда, классическими работами основателей.

По нашему мнению, уже пора с ее основами знакомить широкий круг интересующихся наукой.

Настоящее руководство, построенное на практической и эвристической базе, есть скромный и, конечно, с массой промахов опыт пропагандирования дисперсоидной химии.

Если он поможет сотне — другой „пытующих натуру“ заинтересоваться этой „наукой будущего“ и разобраться в ней, автор считает свою задачу выполненной.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие понятия о дисперсных системах	1
Определения, законы, правила и схемы в дисперсионной химии	21
Приборы для работы с дисперсными системами	35
Практикум	43
Таблицы и рисунки	67

Общие понятия о дисперсных системах

Общие понятия о дисперсных системах.

ПОНЯТИЕ О КОЛЛОИДНОЙ И ДИСПЕРСОИДНОЙ ХИМИИ.

Впервые Грэмом в 1861-м году был введен твердый термин в химии—«колloid» (подобный клею), которым он характеризовал всякое вещество, не могущее проникать сквозь перепонку из растительного пергамена, иначе сказать—не диализующееся. Этим термином была закреплена необходимость (по мнению Грэма) пребывания ряда веществ в состоянии особом, прямо противоположном кристаллическому состоянию. Материя была разбита на два, казалось, непереходимых мира—кристаллический и коллоидный; эти признаки лежали в основе систематики веществ.

Работами П. П. Веймарна в начале 20-го столетия была доказана на 200 веществах, обычно считающихся кристаллическими, возможность получения их в коллоидном состоянии, и, наоборот, у ряда обычно аморфно-коллоидных тел найдены были кристаллические образования. Веймарн отнес термин «коллоидный», «колloid» не к отдельным веществам, а ко всей материи, и принял коллоидное состояние за одно из состояний материи; отсюда вытекло понятие «коллоидная химия»—химия коллоидного состояния материи. Рядом работ коллоид-химиков было утверждено, что коллоидный раствор есть гетерогенная система, но гетерогенная микроскопически, крайне размельченная, диспергированная, откуда и возник новый термин—«дисперсоидная химия», химия материи в состоянии крайнего расцеления.

ПОНЯТИЕ ОБ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЕЩЕСТВА. В дисперсных системах изучающий встретит—дисперсионную среду (растворитель), дисперсную фазу (взвешенное вещество). Между этими двумя частями системы пролегает раздел поверхности; дисперсная фаза отделена от дисперсионной среды опре-

деленной поверхностью. Чем более развита эта поверхность, тем устойчивее состояние системы. Измеренная и отнесенная к объему, она явится удельной поверхностью, и форм ее различают обычно две:

1. Абсолютная поверхность дисперсной фазы.
Общий объем дисперсной фазы.
2. Абсолютная поверхность дисперсионной среды.
Общий объем дисперсионной среды.

Первая форма характеризует с энергетической стороны дисперсную фазу, вторая—дисперсионную среду.

ПОНЯТИЕ О ФИЗИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА. В химии последнего времени прочно утвердилась атомная теория вещества. Согласно этой теории отсутствует непрерывность в строении материи, сложенной из частиц атомов мельчайших размеров до $0,01\text{ \mu}$ и меньше. Своим внутренним электрическим строением атомы создают качественное различие между собой, и, как говорят схемы электронной теории, в основе различия качественного лежат количественные соотношения электронов, как элементов атомов. Типов атомов насчитывается до 80.

Эти атомы, под влиянием контрактивной, сжимающей энергии (силы), могут соединяться в молекулы или однородно, как напр., H_2 , Cl_2 , O_3 , P_4 , S_8 и т. д., или разнородно, как, напр., H_2O , HCl , SO_2 , PCl_3 , N_2O_5 и т. д.

В виду того, что 80 элементов химических могут соединяться друг с другом сравнительно легко, число возможных молекул будет равно числу сочетаний по 2, 3, 4, 5 и т. д. до нескольких тысяч из 2, 3, 4, 5 и т. д. до 80. Это определяется общим количеством, превосходящим миллионы. Частицы, связанные с C и Si , могут иметь в себе до нескольких сотен и даже тысяч атомов. Химически скомбинированные молекулы продолжают соединяться, в силу векториальных свойств материи и соотношений масс, в кристаллические группы разной величины. Назовем их веймаридами. Так как они могут состоять от 2 до бесконечности (числа) молекул, то в природе их следует считать количеством бесконечно большим.

ПОНЯТИЕ О СТЕПЕНИ ДИСПЕРСНОСТИ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИИ. Общее у всех этих веймарид будет степень их рассеяния в пространстве, величина появляющейся при этом поверхности,

а также явления, опирающиеся на эту поверхность. Пусть веймаридой будет названа частица материи вне зависимости от ее химического состава и электрических свойств, следовательно, и ионы, и атомы, и молекулы, и мельчайшие и крупные кристаллы подойдут под это понятие. Величина их будет, особенно в области физических сочетаний (коллоидное состояние), зависеть от параметров состояния: веса, давления, концентрации, температуры и т. д. Существенной же частью, определяющей веймариду, будет поверхность раздела ее от внешней среды. Сумма всех поверхностей, отнесенная к объему, определит дисперсное состояние материи, укажет т. н. степень дисперсности, исчисляемую по формуле:

$$D = \frac{S}{V},$$

т. е. отношение полной поверхности рассеянных в системе веймарид к их общему объему и составляет степень дисперсности фазы. Эта величина в системе меняется в зависимости от размера веймарид, закон изменения можно проследить на примере дробления 1 к. с. материи, как единицы измерения системы С. Г. С, на частички.

Длина стороны куба.	Число куб. при дробл.	Общая по- верхность.	Степень дис- персности.
1 см.	1	6 к. с.	6
1 м. м. = 1×10^{-1} см.	10^3	60 к. с.	$6 \cdot 10^1$
0,1 м. м. = 1×10^{-2} см.	10^6	600 к. с.	$6 \cdot 10^2$
0,01 м. м. = 1×10^{-3} см.	10^9	6000 к. с.	$6 \cdot 10^3$
1 = 1×10^{-4} см.	10^{12}	6 к. м.	$6 \cdot 10^4$
0,1 = 1×10^{-5} см.	10^{15}	60 к. м.	$6 \cdot 10^5$
0,01 = 1×10^{-6} см.	10^{18}	600 к. м.	$6 \cdot 10^6$
1 = 1×10^{-7} см.	10^{21}	6000 к. м.	$6 \cdot 10^7$
0,1 = 1×10^{-8} см.	10^{24}	6 к. к.	$6 \cdot 10^8$

СИСТЕМАТИКА ФОРМ ДИСПЕРСНОГО СОСТОЯНИЯ. Коллоидное состояние материи лежит в пределах размеров частиц от $1 \mu\mu$ до $100 \mu\mu$, т. е. в пределах ультрамикроскопической ви-

димости. В зависимости от степени дисперсности, тем самым от величины веймарид, входящих в определенную массу материи, можно различить ряд дисперсных состояний; по Веймарну они умещаются в такую схему.

Дисперсоиды

Собственно дисперсии (супензии и эмульсии).

Величина частичек $> 0,1\mu$
 $D < 5 \cdot 10^4$.

Кристаллоидные состояния
Молекулярдисперсоиды, иондисперсоиды.

Величина частичек $< 1\mu$
 $D > 5 \cdot 10^6$.

Коллоидные состояния.

Величина частиц между
 $0,1\mu$ и 1μ . D между $5 \cdot 10^4$ и $5 \cdot 10^6$.

СИСТЕМАТИКА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ ПО ТИПУ ФАЗ.
Веймариды в силу различия своей величины могут создавать качественные различия в состоянии, которые в химии обычно обозначаются терминами — твердое, жидкое и газообразное. Вернее будет отвлечься от этой триадной схемы к понятию о фазах, т. е. частях системы, могущих быть отделенными какими-либо агентами — механическим, физическим, электрическим и т. д.—от других частей. При этом понятии количество частей систем и типов состояния для вещества будет больше трех. Фазы при существовании называются системой, а пре-валирующая фаза — дисперсионной средой. Но в виду того, что твердое, жидкое и газообразное привилось в химии, оставляем это понятие в основе классификации дисперсных систем. Твердую фазу обозначим буквой — Т, жидкую — Ж и газообразную — Г.

Тогда в двухфазных системах могут быть такие комбинации:

$\Gamma + \Gamma$	$\text{Ж} + \Gamma$	$T + \Gamma$
$\Gamma + \text{Ж}$	$\text{Ж} + \text{Ж}$	$T + \text{Ж}$
$\Gamma + T$	$\text{Ж} + T$	$T + T$

Раскроем физическое значение этих комбинаций: $\Gamma + \Gamma$ — смеси газов; $\text{Ж} + \text{Ж}$ — туманы; $\Gamma + T$ — дымы; $\text{Ж} + \Gamma$ — пены, растворы газов; $\text{Ж} + \text{Ж}$ — эмульсии, растворы жидкостей в жидкостях; $\text{Ж} + T$ — истинные и коллоидные растворы, супензии, гели; $T + \Gamma$ — растворы газов в твердых телах, газовые включения, пенки, туфы; $T + \text{Ж}$ — гели, жидкые вкрапления, окклю-

дированная и кристаллизационная вода; $T + T$ — микролиты, углерод в железе, окраска драгоценных камней, смеси, твердые растворы, сплавы.

НОМЕНКЛАТУРА ДИСПЕРСОИДНОГО СОСТОЯНИЯ. Наиболее интересными для колloidной химии и биохимии являются классы дисперсOIDов с жидкой дисперсионной средой, т. к. все в жизненной практике встречается в виде этих систем. Для лучшей ориентировки отдельные фазы этих систем получили особые названия, как-то — супензии, золи, эмульсии, гели, осадки и т. д. Эти оттенки, фазы систем вводятся в обозначение системы в форме первоначальных букв слова у знака общей фазы вещества, наприм., $\text{Ж} + _z T$, $\text{Ж} + _z \text{Ж}$, $\text{Ж} + _o T$ — читаются так: золь какого-нибудь вещества, эмульсия вещества, осадок вещества с жидкой дисперсионной средой. А справа у фазных букв ставится обозначение химического состава фазы — $\text{Ж} + T_{\text{CaCl}_2}$; $\text{Ж} + T_{\text{CuH}}$ читается так: раствор хлористого кальция, раствор казеиновой кислоты и т. д. Следующую систему:

$\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}} + _z \text{Ж}_{\text{жир}} + _z T_{\text{альб}} + _i T_{\text{NaCl}}$ — следует прочесть так: золь альбумина и жировая эмульсия в растворе хлористого натрия и с водой, как дисперсионной средой.

$\text{Ж}_{\text{эфир}} + _z T_{\text{s}} + _z T_{\text{NaCl}} + _m \text{Ж}_{\text{жир}}$ прочесть так: золи серы и хлористого натрия в растворе жира при дисперсионной среде — эфире.

Анализ и синтез дисперсных систем.

Главной задачей дисперсной химии является анализ и синтез фаз, систем и режимов, т. е. умение распознать системы, разделить ее на фазы, выделить каждую, а также умение приготовить вещество в определенных режимах, создать ту или иную систему из данных веществ.

Для разделения фаз в системах пользуются рядом химических манипуляций, помогающих изменениям промежуточных, разделяющих перегородок или изменением влияющих на состояние параметров добиться разделения или отъединения фаз.

В системах, где дисперсионной средой является Γ фаза, пользуются пористыми сосудами. Систему $\Gamma + \Gamma$ (смесь H_2 и O_2) можно отделить, в силу разной величины частиц и различных

скоростей этих частиц, путем естественной фильтрации через сосуд из обожженной глины. Системы $\Gamma + \text{Ж}$, $\Gamma - \text{T}$ отделяются продуванием сквозь пористые стенки — твердые и мягкие. Разделение систем, где дисперсионной средой является T фаза, мало изучено. Системы поддаются разделению механическими способами и с большим трудом. Более изучено разделение систем, где дисперсионной средой является Ж — фаза, при чем системы $\text{Ж} + \text{Ж}$ и $\text{Ж} - \text{T}$, наиболее встречаемые в природе и практике, являются обычными объектами химических работ. Для системы $\text{Ж} + \text{Ж}$ обычными методами считаются: перегонка простая и фракционированная, перегонка с водяным паром, отсаливание — отслаивание, извлечение другой дисперсионной средой, не смешивающейся с первой.

Для системы $\text{Ж} + \text{T}$ — служат: декантация, коагуляция, фильтрация простая, под давлением и при повышенной температуре, диализ, ультрафильтрация и кристаллизация.

Разделение фаз в системе $\text{Ж} + \text{Ж}$.

ПЕРЕГОНКА. Перегонкой называется переведение фазы Ж в фазу Γ и обратное сгущение фазы Γ в фазу Ж , путем изменения параметра состояния T — температуры.

Дисперсионологическое уравнение простой перегонки таково: ${}_{\text{m}}\text{Ж} \xrightarrow{+ \text{T}} {}_{\text{m}}\Gamma \xrightarrow{- \text{T}} {}_{\text{m}}\text{Ж}$; m — молекулярная фаза.

Фракционированной перегонкой называют перегонку с сортированием отгонов разной температуры. Эта перегонка предполагает сложные системы; отгоны являются также сложными системами, при чем, чем ближе точка кипения отгона к точке кипения чистой фазы, тем чище отгон от посторонних фаз.

Уравнение фракционированной перегонки таково:

$$\text{a.} {}_{\text{m}}\text{Ж} + \text{b.} {}_{\text{m}}\text{Ж}' \longrightarrow \text{c.} {}_{\text{m}}\Gamma + \text{d.} {}_{\text{m}}\text{Г}' \longrightarrow \text{c.} {}_{\text{m}}\text{Ж} + \text{d.} {}_{\text{m}}\text{Ж}', \text{при чем}$$
$$\text{a} > \text{c}, \quad \text{a} \cdot \text{d} < \text{b} \quad \text{и} \quad \frac{\text{d}}{\text{c}} > \frac{\text{b}}{\text{a}}$$

Ряд химических веществ не выдерживает перегонки без разложения под обычным давлением, тогда применяют способ перегонки под уменьшенным давлением. Уравнение ее аналогично двум предыдущим.

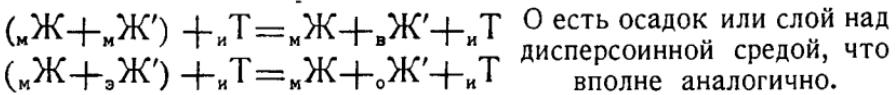
При всех перегонках пористой перегородкой, отделяющей фазы, является толща воздуха. Веймариды вещества под влиянием нагревания уменьшаются до размеров молекулы, приобрета-

тают скорость, достаточную для проникания между частицами воздуха, и перегонка завершается выпадением вновь в крупных веймаридах.

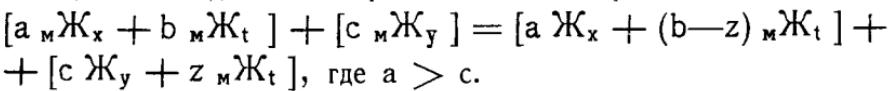
ПЕРЕГОНКА С ВОДЯНЫМ ПАРОМ. Весьма многие вещества кипят значительно выше 100° или вовсе не перегоняются без разложения. В виду того, что перегонка покоится на упругости, создаваемой парами кипящей жидкости, упругости, превышающей атмосферное давление, то, очевидно, можно создать такую упругость паров сложной системы при 100°, которая, являясь суммой упругостей пара воды и пара фаз при 100°, сильно превысит атмосферное давление. Это дает возможность перегоняться фазе вместе с парами воды. Явление сходно с фракционированной перегонкой, и уравнение его аналогично описанным.

ОТСАЛИВАНИЕ—ОТСЛАИВАНИЕ. Ряд веществ, входя в систему в виде фазы $_{\text{м}}\text{Ж}$ или $_{\text{в}}\text{Ж}$, при условии прибавления в дисперсионную среду электролитов вроде KCl , NaCl , K_2CO_3 , CaCl_2 , NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Na_2SO_4 , выходит из системы в виде особого слоя. На этом свойстве основан способ отсаливания. К системе прибавляется один из электролитов в количестве, заранее рассчитанном и проверенном на части системы.

Уравнение отсаливания таково:



ИЗВЛЕЧЕНИЕ. Вещества, находящиеся в системе в виде фазы $_{\text{м}}\text{Ж}$ или $_{\text{в}}\text{Ж}$ могут, быть отделены от дисперсионной среды методом извлечения. Над дисперсионной средой первоначальной системы приливается вторая дисперсионная среда, не смешивающаяся с первой и с большей растворимостью для дисперсной фазы. В силу закона распределения вещества между несмешивающимися жидкостями происходит такая реакция:



Дисперсная фаза стремится перейти во вторую дисперсионную среду.

В виду большей растворимости во второй среде дисперсной фазы, количество дисперсионной среды можно подобрать такое, что дисперсное вещество будет нацело извлечено в мень-

шем количестве по объему новой среды; тем самым увеличивается сконцентрированность фазы, и если температура кипения второй среды будет ниже первой, то выделение фазы в чистом виде вполне облегчено.

Теория извлечения поконится на следующей формуле:

$$X = \frac{K a V_2}{V_1 + KV_2},$$

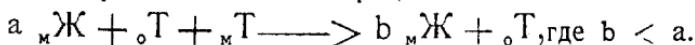
где X — количество извлеченной дисперсной фазы во вторую дисперсионную среду; a — количество фазы, бывшее в 1 среде; V_2 — объем второй дисперсионной среды; V_1 — объем первой дисперсионной среды и K — коэффициент распределения фазы между средами или $K = \frac{K_1}{K_2}$, где K_1 — количество фазы, насыщающее первую среду, и K_2 — вторую среду.

При извлечении роль перегородки играет слой между средами. Заменяя собой воздух, вторая среда, являясь более пористым веществом, с большими промежутками между частичками, с меньшим давлением, позволяет дисперсной фазе переходить к себе.

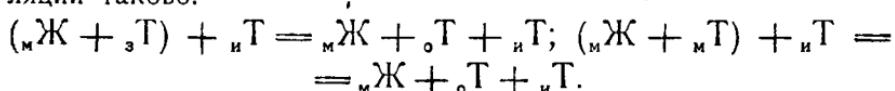
Разделение фаз в системе $\text{Ж} + \text{T}$.

ДЕКАНТАЦИЯ. Крайне грубая суспензия — хлопчатые взвеси, оседающие муты могут быть легко разделены методом декантации. Система после стояния ясно разделяется на два слоя: в нижнем — осадок с дисперсионной средой, в верхнем — дисперсионная среда. Осторожно приложив стеклянную палочку к краю сосуда, можно слить верхний слой дисперсионной среды. Повторяя декантацию с приливанием свежей дисперсионной среды, возможно получить осевшую фазу, вполне отмытую от других фаз в состоянии $_{\text{и}}\text{T}$, $_{\text{м}}\text{T}$ или $_{\text{з}}\text{T}$.

Уравнение этой операции таково:



КОАГУЛЯЦИЯ. Ряд веществ, особенно в форме $_{\text{з}}\text{T}$, при приливании концентрированных растворов NaCl , Na_2SO_4 , MgSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, XH , $\text{X} \cdot \text{OH}$ могут выпасть в виде осадка, отделяясь тем самым от макромоногенной системы. Выделение этим методом и носит название коагуляции. Уравнение коагуляции таково:



ФИЛЬТРАЦИЯ. Фильтрацией именуется процесс отделения дисперсной фазы от дисперсионной среды через пористые перегородки, главным образом, через бумагу. Решающую роль в фильтрации играют: присасывающее действие пространства под фильтром, действие силы тяжести фильтрующейся системы, величина фильтрующих пор и температура, при которой совершается фильтрование. В зависимости от величины пор бумаги могут фильтроваться фазы разной степени дисперсности. Обычная фильтровальная бумага пропускает фазы со степенью дисперсности выше 5.10^4 .

Присасывающее действие пространства под фильтром, основанное на разности давлений, можно усилить, введя разрежение в приемнике; тогда фильтрация именуется фильтрацией под давлением. Скорость движения дисперсионной среды можно усилить повышением температуры, что отзовется и на скорости фильтрования, и тогда мы имеем фильтрацию при повышенной температуре. Уравнение скорости фильтрации таково:

$V = (h - h_1) \cdot G \cdot S \cdot T$, где $h - h_1$ —разность давлений над и под фильтром, G —масса фильтрующегося вещества, S —величина пор и T —температура. Дисперсионологическое уравнение фильтрации таково:

$$_m \dot{J} + _o T + _m T - _o T.$$

УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ. Идя по пути уменьшения фильтрующих пор, можно добиться таких перегородок, которые задержат фазы со степенью дисперсности, лежащей в области коллоидных растворов. Эти методы именуются методами ультрафильтрации. Достигается уменьшение пор или искусственным механическим уплотнением фильтрующего материала—обожженная глина, прессованная фильтровальная бумага, или осаждением на поверхности фильтрующего материала веществ, понижающих проницаемость, величину пор (коллоидные вещества), или подбором такого фильтрующего материала, который уже в силу своего дисперсионного состояния имеет незначительные поры. При ультрафильтрации приходится прибегать к увеличению давления. Уравнение ультрафильтрации таково:

$$_m \dot{J} + _s T + _m T + _s T - _s T > _s T$$

ДИАЛИЗ. Под этим способом разумеется отделение дисперсных фаз T в состоянии коллоидном от фаз в состоянии ион-и молекулярдисперсном. Фильтрующим материалом является

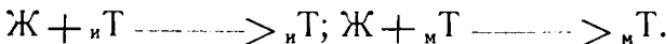
растительный пергамен. Поры его пропускают частицы со степенью дисперсности $6 \cdot 10^7$.

Уравнение диализа таково:



МОЛЕКУЛЯРФИЛЬТРАЦИЯ. Этот способ может быть основан на принципе полупроницаемых перегородок и служить должен для отделения фазы $_zT$ или $_mT$ от дисперсионной среды. Для этого необходимо взять осмотическую ячейку с полупроницаемой в ней перегородкой. В нее наливается раствор какого-нибудь электролита или нейтролита. Верх ячейки через отводную трубку прессуют воздухом. Тогда через поры сосуда должна проходить дисперсионная среда, а дисперсионная фаза должна задерживаться полупроницаемой стенкой.

Уравнение молекулярфильтрации таково:



Синтез дисперсионных систем.

Синтез дисперсионных систем заключается в умении подобрать дисперсионную среду и дисперсное тело в таком соотношении: дисперсионная среда должна минимально, практически неизмеримо, растворять дисперсное тело, а последнее должно находиться в такой степени дисперсности, которая соответствует определенному требуемому дисперсионному режиму. Два метода ведут к этой цели—1) метод повышения степени дисперсности, в котором исходной системой является низко дисперсная, или метод дисперсии; и 2) метод понижения степени дисперсности, при чем исходной системой является высоко дисперсная, или метод конденсации.

Метод дисперсии проводится: а) механическим, б) химическим и с) электрическим воздействием на дисперсное тело. Метод конденсации проводится: а) химическим восстановлением, б) двойным обменом и с) заменой дисперсионной среды.

Метод дисперсии.

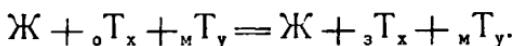
СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОГО ДРОБЛЕНИЯ. Дисперсное тело дано в виде грубых агрегатов или кристаллов T . Для измельчения его растирают в агатовой или фарфоровой ступке с легко растворяемым веществом, переводя в систему $T' + T$, где T' является своего рода дисперсионной средой, веществом в порошке

совершенно индифферентном по отношению к фазе Т. Количество Т' берется в несколько раз больше по объему Т, с прогрессивным увеличением по мере растирания—по схеме: 10 Т' + Т— первое растирание, 1/10 (10 Т' + Т) + 10 Т'—второе растирание и т. д. Фаза Т' должна быть подобрана так, чтобы при внесении в дисперсионную среду Ж (новую) она легко переходила в фазу _м Т', т. е. растворялась в среде Ж. Фаза Т должна быть в дисперсионной среде Ж практически нерастворимой.

Дисперсоидологическое уравнение этого процесса таково:

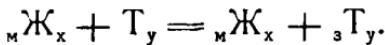


СПОСОБ ХИМИЧЕСКОГО ДРОБЛЕНИЯ. Способ основан на свойстве некоторых веществ: растворяя какое-нибудь тело, задерживать растворение на стадии ультрачастиц, не переходящих в молекулы, т. е. на 'стадии золя. Дисперсное тело берется в грубодисперсном состоянии, на него воздействуют в жидкой дисперсионной среде растворяющим веществом или, как его именуют, пептизатором. Дисперсоидологически реакция течет так:



СПОСОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДРОБЛЕНИЯ. Способ основан на свойстве отрыва от металлического катода из любого металла, при пропускании электрического тока в форме вольтовой дуги, вещества катода в дисперсионную среду, в виде высокодисперсных частиц. Высокодисперсное состояние остается и при равномерном распределении оторвавшихся частиц по дисперсионной среде. Так получают золи высокой дисперсности.

Дисперсоидологически реакция протекает так:

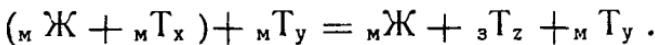


Метод конденсации.

СПОСОБ ХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ. Способ этот основан на свойстве некоторых веществ (формальдегид, гидроксиламин и т. д.) восстанавливать до металла соли тяжелых металлов:



Дисперсоидологически реакция течет так:



СПОСОБ ДВОЙНОГО ОБМЕНА. Способ основывается на реакции двойного обмена, при чем исходные растворы содержат

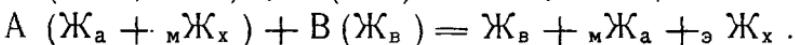
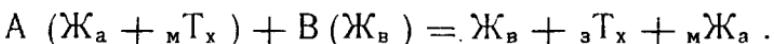
вещество в виде иондисперсных систем, а концентрации их подбираются так, чтобы при слиянии получились золевые суспензионные и эмульсионные системы.

Дисперсоидологически реакция протекает так:



СПОСОБ ЗАМЕНЫ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ. Способ этот основан на различии дисперсионных сред по отношению к дисперсной фазе. Первая среда обладает большей способностью растворять дисперсную фазу, вторая—меньшей — $c > c'$. Приготавляется дисперсная система в форме $\text{Ж} + \text{мТ}_x$ и в известных отношениях вливается во вторую дисперсионную среду.

Дисперсоидологически реакция протекает так:



Оптические явления в коллоидных системах.

Весьма характерным для распознавания коллоидных систем является ряд оптических явлений. Обычно коллоидные системы отличаются от кристаллоидных систем мутностью. В силу того что коллоидные системы микроскопически гетерогенны, в них равномерно распределены частицы, достаточно крупные, чтобы препятствовать прямому пути луча, но достаточно мелкие, чтобы быть видными в микроскоп. Луч света, встречая эти частицы, отражается, преломляется, поляризуется, и создается явление, называемое мутностью.

ФЕНОМЕН ТИНДАЛЯ. Известно, что свет, проходя через воздух боковым освещением, создает видение пылевых частиц, обычно при другом освещении невидимых. Особенно ярко это явление замечается при темном поле общего зрения, когда в темную комнату бросается через узкое отверстие пучек лучей солнечного света. Тогда ясно видна золотая полоска пути луча в атмосфере, пересыщенной взвесью, суспензией пыли.

Нечто подобное можно наблюдать в коллоидных растворах. Если при темном общем пространстве бросить узкую (через щель) полосу света на кюветку с коллоидным раствором, то в ней

виден путь луча в виде расходящегося конуса. Эта реакция, весьма чувствительная для коллоидных растворов, именуется явлением Тиндаля. Истинные, иондисперсные растворы этого явления не дают. На основе феномена Тиндаля сконструированы приборы для ультрамикроскопии.

БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ. Весьма характерным для коллоидных систем является, т. н. Броуновское движение.

Если рассматривать их в микроскоп или ультрамикроскоп, то прежде всего бросается в глаза постоянное, неправильное движение их частиц; последние двигаются по всем направлениям, вращаются вокруг себя и дают впечатление, что какие-то невидимые силы неправильными толчками заставляют их проделывать сложные траектории в пространстве. Это явление впервые наблюдалось Броуном.

Позднейшие исследования показали, что это движение не зависит ни от одного из внешних условий. Единственное объяснение движения заключается в том, что оно является результатом ударов частиц дисперсионной среды о частицы дисперсной фазы. На почве этого допущения основаны и математические теории Броуновского движения, вполне подтверждаемые экспериментально.

Электрические явления в коллоидных системах.

В коллоидных системах крайне характерны электрические явления.

В силу того, что эти системы обладают весьма развитой внутренней поверхностью, что они микрогетерогенны, веймариды их могут обладать весьма постоянными электрическими зарядами обоих знаков. Знак этот зависит обычно от соотношения между дисперсионной средой и дисперсной фазой; жидкость и перегородка заряжены противоположными знаками; повидимому, то же относится к среде и фазе—частицы и среда обладают обратными друг к другу зарядами. Могут быть коллоидные системы без заряда своих частиц, как это наблюдал Паули с альбумином. Определение знака заряда совершается наблюдением движения коллоидных частиц в электрическом токе. Движение к катоду или аноду при пропускании электрического тока в сосуде с кол-

лоидным раствором дает указание на знак заряда. Передвижение частиц под действием тока носит название электрофореза и изучается в особых приборах. Обычно гидрозоли металлов стремятся к катоду, металлы и сернистые соединения—к аноду.

В случае смешения разно заряженных частиц происходит исчезновение, нейтрализация заряда, сопровождаемые, обычно, осаждением.

Одноименные с имеющимися в системе заряды, присутствующие на коллоидных или кристаллоидных частицах и, внесенные в систему, усиливают ее электрическое состояние.

Явления коагуляции в дисперсных системах.

Изменения состояния в дисперсных системах совершаются в направлении: 1) изменения степени дисперсности в сторону уменьшения или увеличения ее; 2) изменения гомогенности микроскопического режима, при чем распределение веймарид по объему дисперсионной среды резко изменяется. Обычно оба изменения сопровождают друг друга.

Чаще всего наблюдается вначале изменение степени дисперсности. Уменьшение ее влечет появление настолько грубодисперсных частиц, что они уже не в состоянии оставаться в золевой или молекулярдисперсной стадии и выпадают в форме осадка, коагулируют. Коагуляция сопряжена с изменением микрогетерогенного состояния и переходом его в макрогетерогенное.

Коллоидные осадки, коагуляты во многом сохраняют специфичность широко-развитой поверхности коллоидного золя, имеют губчатый вид с массой пор, удерживающих в себе дисперсионную среду, чем подчеркивается непосредственность связи между фазными состояниями.

Коагуляция совершается от целого ряда факторов, помогающих уменьшению степени дисперсности.

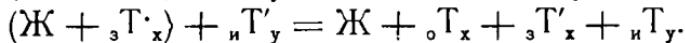
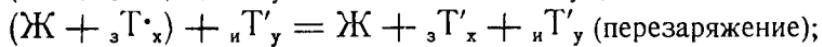
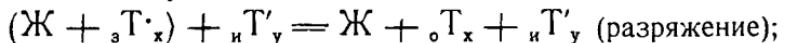
Наиболее важными агентами, вызывающими коагуляцию, являются: 1) прибавление электролитов и неэлектролитов, 2) увеличение концентрации, 3) нагревание.

КОАГУЛЯЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ ПРИБАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТОВ. Суспензии, эмульсии, золи, и естественные и искусственные, коагулируют при прибавлении некоторых электролитов.

Наиболее яркой коагуляции бывает от воздействия кислот и щелочей.

Коагуляция эта может быть объяснена подходом через электрические явления. В коллоидные системы, заряженные определенным электричеством, вносятся ионы противоположного знака, и, естественно, могут произойти два случая — разряжения или перезарядения. В первом случае и происходит коагуляция, сложение веймарида в крупные агрегаты, не могущие оставаться взвешенными в растворе. В случае перезарядения коагуляции может и не быть, особенно если процесс даст возможность веймарида быстро получить противоположный знак заряда. Если процесс перезарядения идет медленно, может наступить частичная коагуляция и перезарядение только части системы, оставшейся в растворе.

Схемы коагуляции от кислот и щелочей таковы:



При условии прибавления ряда нейтральных солей NaCl , Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Na_3SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, и т. д. происходит тоже коагуляция. Объяснить ее вполне возможно теми же электрическими явлениями на веймаридах, как и выше, ибо количество прибавляемой соли для коагуляции находится в обратном отношении к валентности этих солей, а, следовательно, и к величине электрического заряда (закон валентности).

Действие этих электролитов гораздо слабее действия кислот и щелочей, и механизм коагуляции может быть построен на том, что количество заряженных частиц при дисперсионной системе крайне мало по сравнению с иондисперсной, почему для количественного выравнивания зарядов требуется весьма малые количества электролитов.

Коагуляция от действия кислот, щелочей и солей поконится на создании внутри системы разрешающих центров для поверхностной энергии, на переводе этой энергии в энергию массы. Это понятие согласуется связью законов электризации и деэлектризации с законами изменения поверхностной энергии в телах.

Коагуляция, от изменения дисперсионной среды вызывается новым соотношением растворимости, т. е. новым соотношением

между частицами дисперсной фазы и дисперсионной среды с изменением и электрических свойств.

КОАГУЛЯЦИЯ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ. Изменение концентрации в дисперсной системе в сторону увеличения ее в большинстве влечет за собой коагуляцию. Объясняется это следующим. Веймариды микрогетерогенной системы при увеличении концентраций сближаются своими траекториями. Число столкновений увеличивается. Число слипаний, в силу вторичных признаков, увеличивается. Решающим фактором начинает служить закон масс. Происходит конденсационный процесс, увеличивающий рост веймарида.

Это все влечет за собой уменьшение степени дисперсности, а затем и коагуляцию.

КОАГУЛЯЦИЯ ОТ НАГРЕВАНИЯ. Увеличение температуры для дисперсной системы в большинстве случаев влечет за собой коагуляцию. Объясняется это усилением движения веймарида, частотой их столкновения, увеличением возможности слипания. Пересыщенные системы, являясь неустойчивыми, крайне чувствительны к факторам, уничтожающим пересыщение.

Необходимо помнить, что коагуляция наступает при увеличении температуры только в том случае, если превзойден предел окрупнения частиц фактом уменьшения степени дисперсности. В первых стадиях окрупнения рост частиц совершается без видимого нарушения гомогенности системы.

Защитное действие в дисперсных системах.

В дисперсных системах может не происходить коагуляция, несмотря на то, что предел уменьшения степени дисперсности превзойден. Это явление наступает при прибавлении ряда веществ, называемых защитными. К таким веществам принадлежат обычно весьма высокодисперсные золи веществ, имеющих слизевую сущность (лиофильные), — клей, желатина, крахмал и т. д. Объясняется их действие чисто механически. Частицы высокодисперсных золей обволакивают более грубые золи, эмульсии, суспензии и создают на поверхности их веймарида предохранительный слой с высокоразвитой удельной поверхностью. Они как бы делают веймариды защищаемого вещества более легкими, при том же весе повышают объем.

Это защитное действие выражено Зигмонди в понятии золотого числа, т. е. навески желатины, способной предохранить 10 к. с. золя золота от коагуляции 1 к. с. 10% NaCl . Без предохранения здесь резко наступает коагулирование.

Для белковых золей защитными веществами являются некоторые электролиты, напр., казеиновую кислоту защищают от коагуляции в пересыщенных системах NaCl и $\text{C}_6\text{H}_5(\text{OH})\text{COONa}$ в известных концентрациях. Для объяснения защитного действия применяется оболочная теория, при которой допускается, что защитные тела не дают возможности образоваться крупным веймариадам.

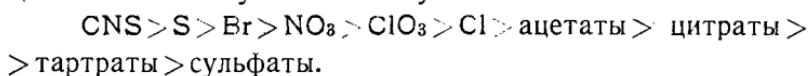
Бегхольд проверял это при фильтровании коллоидного раствора прусской сини; раствор ее проходил через пористый фильтр в том случае, если вначале он был защищен альбумином, и защита эта была настолько сильна, что последующее прибавление щавелевой кислоты не в состоянии было вызвать крупных веймариад. Если же приливание щавелевой кислоты предшествовало прибавлению альбумина, то раствор прусской сини не фильтровался. Веймариады ее были слишком крупными, вследствие действия щавелевой кислоты, и оставались на фильтре.

Явления набухания в дисперсных системах.

Давно уже было замечено, что при помещении некоторых не кристаллизующихся, т. е. коллоидных веществ, сухих или полусухих, в подходящую дисперсионную среду, наступает значительное увеличение объема этих веществ без изменения самой формы системы. Это явление носит название «набухания». До Ван-Беммельна были лишь отдельные отрывочные наблюдения за количественной стороной и качественным ходом этих явлений. Его наблюдения положили начало открытию ряда законосообразностей в явлении набухания.

Оказалось, что набухание и обратный процесс потери растворителя связаны переходными ступенями. При набухании скорость гидратации и плотность пара непрерывно увеличиваются, при высыхании уменьшаются, но количество поглощенной или, наоборот, выделенной воды связано с формами превращения самого коллоида. Оказывается, что высыхание вначале

протекает обратимо, с некоторой точки полуобратимо, т. е возвращается к тому же исходному состоянию, но другим путем, и, наконец, с некоторой второй точки процесс высыхания становится необратимым. В необратимых частях процесс идет так, что одной и той же плотности пара отвечают различные содержания воды. На явления набухания влияют примеси электролитов в теле, при чем некоторые из анионов, входящих в них, помогают набуханию, а другие задерживают его, подавляют. Ряд этих анионов напоминает ряд Гофмейстера в солях, способствующих осаждению эмульсий. Он таков, по убывающей активности усиления набухания:



При чем последние три уже задерживают набухание. При набухании происходят изменения объема системы — обычно объем набухшего тела меньше суммы порознь взятых элементов системы; при набухании всегда происходит выделение тепла, доходящее у некоторых веществ до 6°. Вид системы при набухании и обратно при высыхании иногда резко меняется. Система из прозрачной делается мутной и даже фарфоровидно непрозрачной. Это все указывает на изменение степени дисперсности.

Явления желатинирования в дисперсных системах.

Дисперсные системы (некоторые), приведенные в жидкое состояние, при понижении температуры могут принимать вид полужидких масс, студнеобразных масс, гелевых масс. Этот процесс носит название желатинизации. Заствание растворов желатины и агар-агара совершается по этому типу. В системе происходит внутренний процесс изменения степени дисперсности, и процесс этот идет совершенно постепенно, как говорят опыты, проделанные Левитесом, — вязкость перед застванием в системе равномерно повышается.

На желатинизацию, на скорость ее влияют посторонние примеси, совершенно параллельно тому, как они влияют на набухание. Повышение концентрации эмульсии повышает скорость желатинизации. Понижение температуры создает благоприятные условия для желатинизации.

При желатинизации совершенно изменяется структура системы: как показал Бючли, она (структура) принимает вначале сетчатую, а затем ячеистую форму. При сетчатой структуре дисперсная часть состоит из капелек с большей концентрацией, чем дисперсная фаза, оставшаяся в дисперсионной среде; при ячеистой структуре капельки дисперсной части менее концентрированы, чем часть, оставшаяся в дисперсионной среде. Отсюда ясно, что дисперсность студня повышается с концентрацией, так как величина капелек уменьшается с повышением концентрации геля.

Явления абсорбции в дисперсных системах.

Явлениями абсорбции называют способность какого-либо тела захватывать вещество сильно развитой поверхностью. Наблюдается это явление во всех коллоидных средах, начиная от пылевых, вбирающих в себя пахучие вещества, кончая твердыми пористыми телами, вроде угля, поглощающими своей поверхностью золевые системы красящих веществ.

Абсорбера, т. е. вещества захватывающие, могут быть в твердом, жидком и газообразном состояниях. Из твердых испытаны—порошок кварца, мрамор, глина, каолин, окись алюминия.

Из жидких—бензол, хлороформ, которые при взбалтывании с эмульсиями или золями каких-либо веществ поглощают оттуда дисперсную фазу.

Из газообразных—обыкновенный воздух, при соприкосновении с которым золей, на них образуются пленки из взвешенного вещества.

Абсорберами могут быть и коллоидные системы—гели, на чем основано поглощение почвами солей, окраска всевозможных веществ, органических тканей. Абсорбционная способность гелей вызвана широко развитой их поверхностью, о чем свидетельствует микроструктура студней.

Встречаются случаи абсорбции узкой, избирательной абсорбции. Вещество абсорбирует только некоторое тело—кремнекислота сильно абсорбирует щелочи. Знак заряда частицы золя также влияет на абсорбцию. Замечено, что отрицательно заря-

женные вещества абсорбируют только положительные частицы: напр., каолин—только щелочные краски.

Есть данные, что при абсорбции получаются особые соединения, выходящие из обычных рамок стехиометрических отношений, не химические в полном смысле слова, а представляющие своеобразную смесь, довольно прочную, но колеблющуюся в составе. Эти соединения получили название «абсорбционных».

Они известны в процессах дубления, крашения; комплексы токсинов и антитоксинов принадлежат также к абсорбционным соединениям.

Основные законы в пересыщенных системах.

ЗАКОН П. П. ВЕЙМАРНА. Скорость кристаллизации дисперсионных систем зависит от относительного пересыщения в системе

$$W = K \frac{Q - L}{L} = K \cdot \frac{P}{L} = K \cdot U.$$

Q—здесь количество дисперсной фазы в растворе; L—растворимость дисперсной фазы; Q—L—абсолютное пересыщение дисперсной фазы иначе P; U—относительное пересыщение дисперсной фазы. Это уравнение было проверено на массе случаев. Оно создало теорию осадков. При слишком малом или слишком W получаются или полногранные кристаллы, или твердая кристаллическая система в форме геля; при средних W образуются золи.

ЗАКОН ПЕРЕСЫЩЕННЫХ СОСТОЯНИЙ. Степень дисперсности в пересыщенных системах обратно пропорциональна концентрации дисперсной фазы и абсолютной температуре, или произведение степени дисперсности, концентрации дисперсной фазы и температуры есть величина постоянная.

$$D = R_1 \frac{1}{CT} \text{ или } DCT = R_1 \text{ (const).}$$

D—здесь степень дисперсности; C—концентрация фазы; T—температура; R₁ по предварительным вычислениям равно 4,65 · 10⁵. На этих законах поконится дисперсионная химия, а через нее и биохимия, ибо нет живого организма без пересыщенной системы.

Определения, законы, правила и схемы в дисперсионной химии

Главнейшие определения в дисперсной химии.

ДИСПЕРСИОННАЯ СРЕДА. Дисперсионной средой называется какое-либо химическое вещество, входящее в физическую систему тел, присутствующее в количестве, превалирующем над всеми остальными веществами, в обычной терминологии—растворитель.

ДИСПЕРГИРОВАННОЕ ВЕЩЕСТВО. Диспергированным веществом называется вещество, взвешенное, эмульгированное, растворенное в дисперсионной среде, находящееся в значительно меньшем количестве в системе по отношению к количеству дисперсионной среды.

ДИСПЕРСНАЯ ФАЗА. Дисперсной фазой называется вещество, входящее в систему и имеющее раздел поверхности от других веществ в системе и могущее быть отделено механическими, физическими, химическими, электрическими и т. д. способами от других частей системы.

СУСПЕНЗИЯ. Суспензией называется взвесь твердого вещества в жидкой дисперсионной среде.

ЭМУЛЬСИЯ. Эмульсией называется взвесь жидкого вещества в жидкой дисперсионной среде.

ЗОЛЬ. Золем называется состояние коллоидного раствора вещества, состояние микрогетерогенной системы.

ГЕЛЬ. Гелем называется полутвердое состояние тела, напоминающее желе или кисель.

ОСАДОК. Осадком называется вещество, выделившееся из жидкого раствора в виде общей массы; по типу оно может быть: по форме кристаллическим, зернистым, волокнистым, порошкообразным, массивным, слоистым, хлопьевидным; по размерам — мелким, средним, крупным; по консистенции — рыхлым плотным, твердым; по отношению к свету — прозрачным, мутным, полупрозрачным, окрашенным.

МИКРОНЫ. Микронами называются частицы вещества, возможные к видению только в микроскопе; субмикронами или

ультрамикронами — видимые только с помощью ультрамикроскопа; невидимые даже в нем именуются амикронами.

ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ. Дисперсные системы разделяются на 1) дисперсии, 2) дисперсоиды, 3) дисперсиды.

ДИСПЕРСИИ. Дисперсиями называются системы с величиной частиц больше $0,1\mu$ или $100\text{ }\mu\mu$ (сuspензии, эмульсии).

ДИСПЕРСОИДЫ. Дисперсоидами называются дисперсные системы с величиною частиц от $0,1\mu$ до $0,005\text{ }\mu$ или от $100\text{ }\mu\mu$ до $5\text{ }\mu\mu$ (коллоидные растворы, золи).

ДИСПЕРСИДЫ. Дисперсидами называются дисперсные системы с величиною частиц меньше $5\text{ }\mu\mu$.

МОЛЕКУЛЯРДИСПЕРСИДЫ. Молекулярдисперсидами называются системы частиц, которые раздроблены до размера молекул данного вещества.

ИОНДИСПЕРСИДЫ. Иондисперсидами называются дисперсные системы, состоящие из ионов вещества.

СТЕПЕНЬ ДИСПЕРСНОСТИ. Степенью дисперсности называется степень измельчения вещества, отношение между общей поверхностью взятого вещества и его общим объемом; степень дисперсности тем выше, больше, чем мельче частицы вещества, и тем ниже, меньше, чем частицы крупнее. Степень дисперсности у дисперсий—меньше $6 \cdot 10^5$, у дисперсоидов—от $6 \cdot 10^5$ до $6 \cdot 10^7$, у дисперсидов—больше 10^7 .

СТЕПЕНЬ КОЛЛОИДНОСТИ. Степень коллоидности, степень мутности, непрозрачности—понятие обратное степени дисперсности.

ПОЛИДИСПЕРСОИДЫ. Полидисперсоидной системой называется такая, где встречаются вместе частицы весьма различной степени дисперсности.

КОНЦЕНТРАЦИОННО-ПЕРЕМЕННЫЕ ДИСПЕРСОИДЫ. Концентрационно-переменными дисперсоидами называются системы, изменяющие свою степень дисперсности под влиянием изменения концентрации дисперсного тела.

ТЕМПЕРАТУРО-ПЕРЕМЕННЫЕ ДИСПЕРСОИДЫ. Температуро-переменными дисперсными системами называются системы, меняющие степень дисперсности при изменении температуры системы.

КОМПЛЕКСНЫЕ ДИСПЕРСОИДЫ. Комплексными дисперсоидами называются системы, где одновременно присутствуют,

в качестве равноправных по степени дисперсности, и дисперсионная среда и дисперсная фаза.

АЛЛОКОЛЛОИДЫ. Аллоколлоидами называются дисперсные системы, составленные из одного только химического элемента.

ИЗОКОЛЛОИДЫ. Изоколлоидами называются дисперсные системы, взаимно-изомерные, т. е. имеющие тождественный химический состав и дисперсионной среды и дисперсной фазы.

ДИСПЕРСНАЯ СИСТЕМА. Дисперсной системой называется одновременное существование, существование нескольких дисперсных фаз.

ГЕТЕРОГЕННАЯ СИСТЕМА. Гетерогенной системой, в отличие от гомогенной, называется система, физическое состояние которой или химический состав которой не однородны.

ОБРАТИМЫЙ ПРОЦЕСС. Обратимым процессом называется такой процесс, который при обратном изменении факторов, влияющих на него, даст те же формы состояния, которые оно занимало при прямом действии этих факторов, или такой процесс, который может возвратиться теми же путями к первоначальному состоянию при обратном изменении факторов, влияющих на это состояние.

НЕОБРАТИМЫЙ ПРОЦЕСС. Необратимым процессом называется процесс, не могущий вернуться к исходному состоянию никакими путями и никаким изменением факторов.

ПОЛУОБРАТИМЫЙ ПРОЦЕСС. Полуобратимым процессом называется такой процесс, который может вернуться к исходному состоянию, но другими путями, чем при прямом ходе процесса, или такой, который при обратном изменении факторов занимает близкое, но не тождественное с исходным положение.

КОАГУЛЯЦИЯ. Коагуляцией называется выпадение осадка из раствора. Коагуляция есть явление, сопряженное с изменением степени дисперсности в сторону понижения ее. Коагуляция есть процесс неравномерного распределения в пространстве какой-либо дисперсной фазы. Коагуляция знаменует собой разделение фаз при помощи физико-и химико-механических процессов, где разделяющей перепонкой является сама дисперсионная среда.

ЗАЩИТНОЕ ТЕЛО. Защитным телом называется вещество, препятствующее коагуляции, вещество, предохраняющее от выпадения какую-либо дисперсную фазу, фактом облекания частиц ее особым слоем. Границы защиты тела—это есть количе-

ство защитного вещества, которое необходимо прибавить к дисперсной фазе, чтобы вызвать начало и конец защитного действия, или минимум и максимум защитного действия.

ПЕПТИЗАЦИЯ. Пептизацией называют процесс обратный коагуляции, процесс приведения неоднородных систем в равномерное распределение дисперсных фаз. Пептизация в большинстве сопряжена с увеличением степени дисперсности фазы и знаменует собой появление физически гомогенной системы.

НАБУХАНИЕ. Набуханием называется процесс, при котором твердая дисперсная система поглощает жидкую фазу без изменения химического состава системы, но с изменением степени дисперсности фаз. Поглощение жидкости может быть трех родов: капиллярное всасывание, когда вещество всасывает жидкость своими порами (туфы); осмотическое всасывание, когда поры входят в часть самой системы вещества (органические ткани); молекулярное всасывание, когда всасывание идет без пор с увеличением объема.

ЖЕЛАТИНИРОВАНИЕ. Желатинированием называется процесс перехода жидкой системы в полутвердую или твердую систему, сопровождающийся изменением степени дисперсности системы. Желатинирование не приводит систему к неравномерному распределению частиц дисперсных фаз. Желатинирование обычно связано с температурными изменениями в системе.

АДСОРБЦИЯ. Адсорбцией называется процесс, при котором происходит нарушение равномерного распределения частиц дисперсной фазы путем частичного изменения концентрации в системе.

Адсорбентами называются вещества, вызывающие изменения концентрации в сторону уменьшения ее через частичную коагуляцию. Поверхность тела, на котором оседают частицы вещества дисперсной фазы, называется адсорбирующей, частицы фазы—адсорбируемыми, дисперсионная среда, где идет адсорбция,—адсорбционной средой.

ПОДДЕРЖИВАТЕЛЬНЫЙ НАПОР. Превышение скорости частиц дисперсионной среды над скоростью частиц дисперсной фазы, не дающее коагулироваться фазе, называется поддерживательным напором дисперсной среды.

КРИСТАЛЛООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ НАПОР. Превышение массы дисперсного тела над массой частиц дисперсионной среды, вызывающее коагуляцию фазы, называется кристаллообразовательным напором дисперсной фазы.

АГГРЕГИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ. Стремление молекул дисперсного тела соединиться физико-химически друг с другом называется агрегирующей способностью дисперсного тела, вызывающей кристаллизацию.

ДЕЗАГГРЕГИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ. Молекулярная бомбардировка частиц дисперсной фазы на частицы другой дисперсной фазы называется дезагрегирующей способностью фазы, помогающей растворению.

ДИСПЕРСОИДНЫЙ ПАРАЗИТИЗМ. Дисперсоидным паразитизмом называется способность некоторых дисперсных фаз уменьшать кристаллизационный напор другой дисперсной фазы.

ГИСТЕРЕЗИСНОЕ ЯВЛЕНИЕ. Гистерезисным явлением называется замедление какого-либо действия при условии присутствия даже в избытке факторов, вызывающих это действие.

СТАБИЛИЗАТОР. Вещество, придающее системе большую устойчивость, называется стабилизатором.

ДИСПЕРСОИДНЫЙ РЕЖИМ. Дисперсоидным или коллоидным режимом называется состояние, характеризующееся принадлежностью к одному из типов дисперсных систем и имеющее определенные величины параметров состояния.

ПАРАМЕТР СОСТОЯНИЯ. Параметром состояния называется физико-химическая величина, определяющая состояние дисперсной системы, — как-то: объем, давление, температура, степень дисперсности, концентрация и т. д.

Законы и правила в дисперсных системах.

Закон Стокса.

Скорость осаждения равномерных частиц в определенной среде прямо пропорциональна коэффициенту вязкости среды и радиусу частиц.

$$K = 6 \pi \eta r.$$

Закон диффузии Фика.

Количество соли, которое проходит через данное попечное сечение, пропорционально разности концентрации двух бесконечно близких слоев раствора или пропорционально разности концентраций:

$$q = k (c - c').$$

Правило фаз Джисса.

Степень независимости системы (F) равна числу компонентов (B) системы плюс два минус число фаз системы (P):

$$F = B + 2 - P,$$

или

Число фаз равно (меньше) числу компонентов плюс два
 $\beta < \alpha + 2$.

Закон Перрена.

Число молекул одного моля газа и эквивалентного количества эмульсона или супензона N (постоянная Авогадро) прямо пропорционально абсолютной температуре состояния и обратно пропорционально кинетической энергии молекулы (W):

$$N = \frac{3}{2} \frac{RT}{W}$$

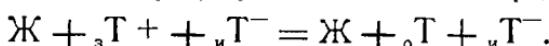
Закон электрофореза.

Скорость передвижения суспендированных частиц прямо пропорциональна падению потенциала двойного электрического слоя (Σ), разности потенциалов внешней цепи (H) и диэлектрической постоянной (D) и обратно пропорциональна внутреннему трению дисперсионной среды (η):

$$V = \frac{\Sigma \cdot H \cdot D}{4 \pi \eta}$$

Правило Гарди.

Осаждающая способность солей определяется валентностью одного из ее ионов. Таким ионом может быть как отрицательный, так и положительный, в зависимости от того, движется ли осаждаемый коллоид при электрофорезе к отрицательному или же к положительному электроду. Коагулирующий ион всегда имеет электрический заряд, противоположный заряду частицы:



Закон валентности.

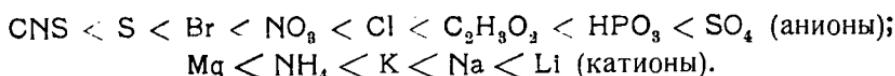
Коагулирующая способность солей прямо пропорциональна их значности. Количество солей, необходимые для коагуляции

какой-либо дисперсной фазы, обратно пропорциональны их валентности:

$$a_1 : a_2 : a_3 = C_3 : C_2 : C_1.$$

Ряд Гофмейстера.

Коагулирующая способность ионов располагается в следующем порядке:



В кислотном растворе порядок становится обратным.

Правило о поверхностном натяжении.

Поверхностное натяжение пропорционально ускорению силы тяжести, радиусу и высоте подъема жидкости в капиллярной трубке и разности между плотностью жидкости и газа, в котором ведется наблюдение:

$$p = \frac{1}{2} \rho g r h (D - d).$$

Закон набухания.

Скорость набухания вещества прямо пропорциональна разности между максимальной степенью набухания и наблюданной в опыте:

$$\frac{dQ}{dt} = (M - Q) \cdot K.$$

Правило Левитеса.

1. Коллоидные растворы желатинируют тем медленнее, чем легче колloid растворим в данном растворителе, и наоборот.

2. Те кристаллоиды, которые уменьшают растворимость коллоида, ускоряют процесс желатинизации и наоборот.

Закон адсорбции.

Отношение между концентрацией адсорбируемого вещества в адсорбирующем (K_1), взятой в некоторой степени «п» к концентрации в растворе адсорбируемого вещества, есть величина постоянная:

$$\frac{K_1^n}{K_2} = \text{const.}$$

Отношение адсорбированного вещества к адсорбирующему пропорционально концентрации не адсорбированной, оставшейся в растворе, части, взятой в некоторой дробной степени:

$$\frac{x}{m} = \alpha \cdot C^{\frac{1}{n}}$$

x — количество адсорбированного вещества; m — количество адсорбирующего вещества; C — концентрация неадсорбированной части; α и n — константы, зависящие от природы адсорбируемого вещества и температуры.

Закон Веймарна.

Скорость конденсации молекул прямо пропорциональна абсолютному пересыщению в растворе и обратно пропорциональна растворимости вещества:

$$w = K \frac{Q - L}{L}$$

или

скорость конденсации пропорциональна удельному пересыщению в начале конденсации:

$$w = K \frac{Q - L}{L} = K \frac{P}{L} = KU.$$

Закон Нойеса—Нернста.

Скорость роста кристаллов (V) прямо пропорциональна коэффициенту диффузии раствора (D), поверхности частиц (O), разности между концентрацией окружающего кристалл раствора (Q') и растворимостью частичек (I) дисперсной фазы при определенной степени дисперсности и обратно пропорционально длине диффузионного пути (δ).

$$V = \frac{D}{\delta} \cdot O \cdot (Q' - I).$$

Закон Веймарна о коэффициенте степени дисперсности системы.

Коэффициент степени дисперсности (U) прямо пропорционален абсолютному пересыщению (P), степени вязкости диспер-

сионной среды (Z), степени ассоциации дисперсной фазы (K) и обратно пропорционален растворимости дисперсной фазы (L):

$$U = \frac{P}{L} \cdot Z \cdot K.$$

Закон состояния пересыщенных систем.

Степень дисперсности системы (D) обратно пропорциональна концентрации дисперсной фазы (C) и абсолютной температуре (T):

$$D = R_1 \frac{1}{C \cdot T}$$

Произведение степени дисперсности, концентрации дисперсной фазы и абсолютной температуры есть величина постоянная:

$$D \cdot C \cdot T = R_1 \text{ (const.)}.$$

Схема форм состояния материи.

Схема Форлендера.

ТВЕРДОЕ.	ЖИДКОЕ.	ГАЗООБРАЗНОЕ.
1. Кристаллическое а) изотропное, б) анизотропное. 2. Аморфное изотропное. —	1. Кристаллическое а) изотропное, б) анизотропное. 2. Аморфное изотропное. —	— — — — Аморфное. изотропное.

Схема систематики состояний материи.

Атомно или молекулярно свободное
(газообразное).

Фазы ненасыщенного состояния.	Фаза насыщенного состояния.	Фазы пересыщенного состояния.
$\text{v}\Gamma, \text{a}\Gamma, \text{m}\Gamma$		$\text{o}\Gamma$
$\Gamma + \text{v}\Gamma,$		$\Gamma + \text{o}\text{Ж}$
$\Gamma + \text{m}\Gamma$		$\Gamma + \text{s}\Gamma$
$\text{Ж} + \text{v}\Gamma,$		$\text{Ж} + \text{o}\Gamma$
$\text{T} + \text{v}\Gamma$		$\text{T} + \text{o}\Gamma$

Молекулярно связанное, агрегированное (капельно-жидкое).

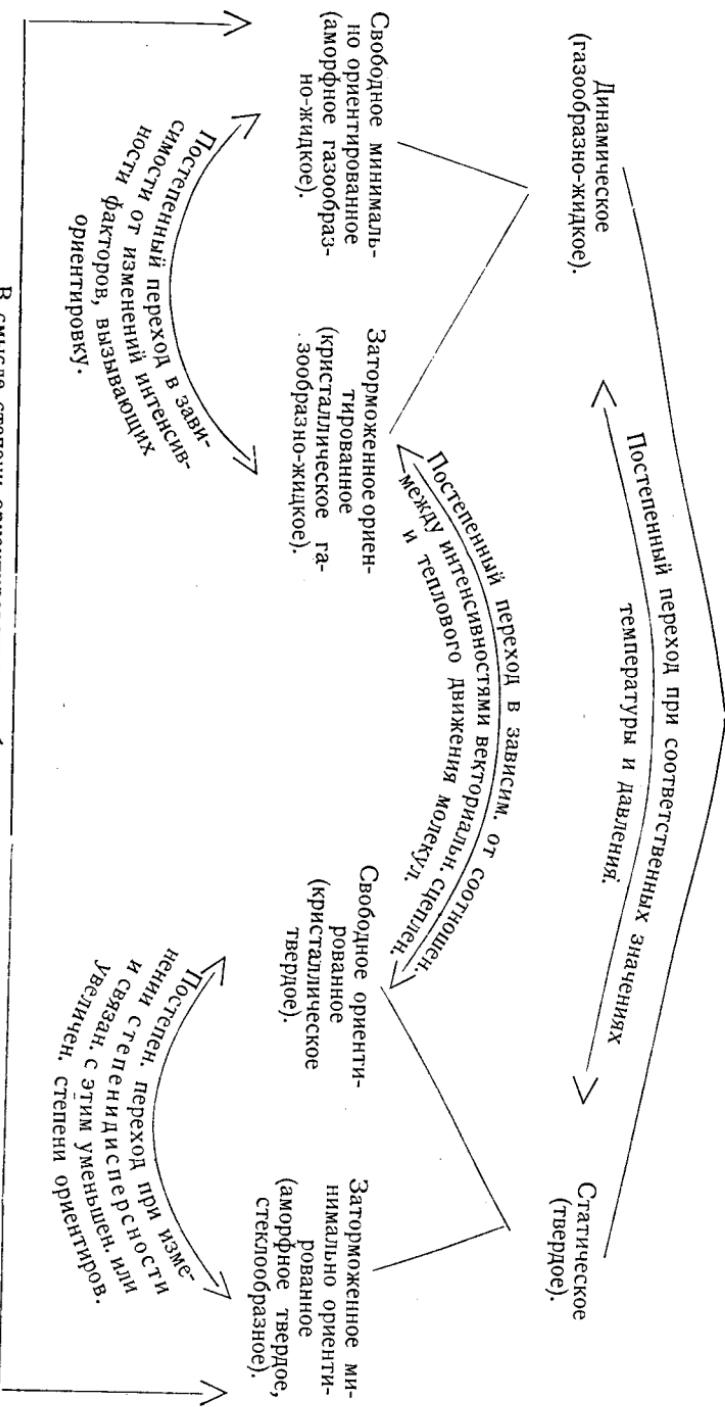
Фазы ненасыщенного состояния.	Фаза насыщенного состояния.	Фазы пересыщенного состояния.
$\text{v}\text{Ж}, \text{a}\text{Ж}$		$\text{o}\text{Ж}$
$\text{Ж} + \text{v}\text{Ж},$		$\text{Ж} + \text{o}\text{Ж}$
$\text{Ж} + \text{a}\text{Ж}$		$\text{Ж} + \text{s}\text{Т}$
$\Gamma + \text{v}\text{Ж}$		$\text{T} + \text{o}\text{Ж}$
$\text{T} + \text{v}\text{Ж}$		$\text{T} + \text{o}\text{Ж}$

Векториально кристаллическое состояние (твердое).

Фазы ненасыщенного состояния.	Фаза насыщенного состояния.	Фазы пересыщенного состояния.
$\text{a}\text{T}, \text{v}\text{T}$		$\text{o}\text{T}, \text{r}\text{T}$
$\text{Ж} + \text{r}\text{T}$		$\text{T} + \text{o}\text{T}$
$\text{Ж} + \text{r}\text{Ж}$		$\text{T} + \text{s}\text{T}$
$\text{T} + \text{v}\text{T}$		$\text{T} + \text{r}\text{T}$
$\Gamma + \text{v}\text{T}$		
$\text{Ж} + \text{v}\text{T}$		

Схема систематики форм состояния материи П. П. ВЕЙМАРНА.

ВЕКТОРИАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МАТЕРИИ.



В смысле степени ориентированности оба состояния в пределе сближаются.

Элементарный дисперсоидный анализ систем с дисперсионной средой Ж.

ХИМИЧЕСКИ ГОМОГЕННЫЕ ЖИДКОСТИ.

Точки кипения и замерзания резко установлены, физико-химические свойства постоянны.

Простые жидкости в иондисперсном состоянии.

Колеблющиеся физико-химические константы, температурные значения переходов состояний не резки.

Изодисперсоиды.

ХИМИЧЕСКИ ГЕТЕРОГЕННЫЕ ЖИДКОСТИ.

Фазы легко отделяются фильтрами, отстаиваются, центрофугируются. После отстаивания взмучиваются.

Дисперсии (сuspensionи и эмульсии).

Мутные жидкости; явление Тиндаля ярко; не диффундируют; не дализируются.

Дисперсоиды (коллоидные растворы, золи).

Не дают явления Тиндаля, оптически гомогенны, диффундируют, дализируются.

Дисперсиды (молекулярно-дисперс. растворы).

Элементарный специальный дисперсоидный анализ тех же систем.

Внутреннее трение не отличается от трения дисперсионной среды; легко коагулируют от электролитов.

Суспензионные (лиофобные) дисперсоиды.

Внутреннее трение значительно выше трения дисперсионной среды; с трудом коагулируют от электролитов.

Эмульсионные (лиофильные) дисперсоиды.

Электрофорез к катоду; выпадают от прибавления золя сернистого мышьяка или серы; плохо поднимаются на полосках фильтровальной бумаги.

Положительно заряженные дисперсоиды.

Электрофорез к аноду; выпадают от прибавления золя гидрата окиси железа; легко поднимаются по фильтровальной бумаге за дисперсионной средой.

Отрицательно заряженные дисперсоиды.

Приборы для работы с дисперсными системами

Посуда для работ и уход за ней.

Посуду для работ по дисперсоидной химии необходимо употреблять из иенского стекла, ибо в посуде другого вида может появиться коагуляция от переходящих в раствор частиц солей стекла.

Вся посуда для хранения не должна иметь притертые пробки, а закрываться корковыми, а еще лучше обернутыми в станиоль.

Пипетки употребляются тоже из иенского стекла; помещаются они на особых стеклянных штативах, где можно было бы расположить пипетки горизонтально.

Чистота посуды при этих работах должна быть идеальна. Для этого вся посуда выдерживается вначале в хромовой смеси, загрязненные сильно моются в специальных жидкостях, смотря по роду загрязнения. После хромовой смеси и промывки дистиллированной водой посуда пропаривается. Для этого употребляют колбу с отводной вверху трубкой, из которой при нагревании воды в колбе до кипения может выбиваться пар. Под струю этого пара на особой подставке и помещают посуду на несколько минут.

Приборы для ультрафильтрации.

Самыми простыми приборами для ультрафильтрации являются глиняные фильтры в форме цилиндров, пробирок и колб.

Аппарат Мальфитано.

Аппарат этот состоит из длинной до 1 метра стеклянной трубки любого диаметра с приделанной вверху воронкой, куда наливается фильтруемая жидкость. Фильтрующей частью является коллоидный мешочек, надеваемый на пробку, прикрепленную к низу трубки. Фильтрование происходит давлением самой фильтруемой жидкостью (см. рисунок 1).

Аппарат Зигмонди.

Аппарат этот состоит из воронки, в которую вложено фарфоровое или эбонитовое или стеклянное сито. На это сито наложен фильтр, а на него коллоидная мембрана. Мембрана придавливается к ситу стеклянным кольцом, и все это свинчивается тремя винтами по краям воронки. Воронку вставляют в колбу с отводной трубкой и фильтруют жидкость, соединяя отводную трубку с водяным насосом (см. рисунок 2).

Приборы для диализа.

Кроме обычных (рис. 3) диализаторов, представляющих два сосуда, вкладываемых друг в друга, при чем меньший снабжен перепонкой растительной или животной, и в него налита диализируемая жидкость, а в больший сосуд налита дистиллированная вода или иная дисперсионная среда (чистая), употребляют диализаторы усовершенствованные.

Диализатор со сменяющейся жидкостью.

Эти приборы, как видно из рисунков № 3а и 4, характерны тем, что диализирующая среда может все время меняться, входя в одно А из отверстий объемлющего сосуда и вытесняя через другое В использованную жидкость.

Диализатор Зигмонди.

Прибор этот состоит из воронки большого диаметра А, в которую помещают на известном расстоянии от краев плоскую эбонитовую или фарфоровую или стеклянную круглую тарелку В, диаметром чуть больше диализаторного сосуда С, с краями, выступающими из-под него. В середине тарелки имеется отверстие для притока воды, и на диске тарелки радиально расположены восемь выступов в форме пластинок а, дающих направление току воды; высота выступов равна глубине тарелки.

Отработанная жидкость переливается через края тарелки в воронку. Над тарелкой на выступы помещается диализаторный сосуд. Прибор работает так: пускают ток жидкости на тарелку; когда она наполнится, ставят диализаторный сосуд и наливают в него жидкость, подвергаемую диализу. Диализирующая жидкость поступает самотеком, с быстротой, которую возможно регулировать краном (см. рис. 5 и 6).

Диализ в гильзах и мешках.

Для диализования небольших количеств жидкости могут быть употреблены пергаментные или колloidийные гильзы и мешки, имеющие вид маленьких пробирок. Приготовление их, обычно фабричное, можно ввести в обиход лаборатории.

Надеваются эти гильзы или мешки на резиновую пробку с трубкой и помещаются в сосуд, где имеется приток диализирующей жидкости, или же гильзы и мешки прямо опускаются в диализирующую жидкость (см. рис. 7 и 8).

Прибор для измерения осмотического давления.

Этот прибор состоит из широкой пробирки А, к которой припаяна отводная трубка В. Широкая пробирка закрывается пробкой С, в которую вставлена тонкая стеклянная трубка D, диаметром не более 4 мм. и до 25 см. длины; узкая трубка D заканчивается надетой на низ резиновой пробкой Е, свободно входящей в широкую пробирку А; на резиновую пробку F надевается колloidийный мешочек F.

Колloidийный мешочек F наполняется дисперсионным раствором так, чтобы раствор едва поднимался над широкой пробкой; воздух должен быть из колloidийного мешочка совершенно удален. В широкую пробирку наливается соответственная испытуемому раствору дисперсионная среда.

Колloidийный мешочек вносят в широкую пробирку и плотно вгоняют широкую пробку. При этом жидкость из широкой пробирки переливается в отводную трубку В. Необходимо удалить весь воздух из-под пробки и уровень в трубке D держать не больше 1 см. выше трубки. К узкой трубке D приделывают шкалу и наблюдают осмотическое давление по разности уровней в трубках — узкой D и широкой (отводной) В (см. рис. № 9).

Прибор для определения прозрачности раствора.

Прибор этот состоит из двух квадратных или круглых в основании кюветок, высотой до 25 — 30 см., укрепленных на деревянном или железном штативе. На кюветках нанесены деления или наклеена шкала. Под дно кюветок подкладываются особые значки, по исчезновению которых, при известной высоте слоя мутной или окрашенной жидкости, налитой в кюветки, судят о степени прозрачности растворов и соотношении прозрачности между двумя растворами (см. рис. 10).

Прибор для наблюдения явления Тиндаля.

Прибор состоит из плотного деревянного ящика, имеющего впереди выдвижную стенку А, сзади—вторую, закрывающуюся на петлях В. В середине ящика двигается на салазках электрическая лампочка С с конусом и линзой. Против них в выдвижной стенке проделано отверстие не больше 1 мм. в диаметре.

В темной комнате при зажженной лампочке и закрытых наглухо стенках прибор дает узкий сноп лучей, который может быть направлен на сосуд с любой жидкостью. В случае коллоидности жидкости в ней ясно вырисовывается путь луча в виде конуса. Это и есть явление Тиндаля (см. рис. 11).

Прибор для определения интенсивности явления Тиндаля.

Прибор этот состоит из двух кюветок А, укрепленных на штативе и могущих передвигаться вертикально. Кюветки соединены с аппаратом Тиндаля.

Над кюветками расположен прибор аналогичный зрительной и измерительной части колориметра. Растворы доводятся до одинаковости тона освещения конуса Тиндаля путем разбавления или передвигания кюветок вертикально.

Прибор для наблюдения электрофореза.

Прибор этот состоит из трех сосудов А, В, С, соединенных между собой U-образными трубками Д с оттянутыми держателями Е. В крайние сосуды вставляются электроды и наливается дистиллированная вода; в средний сосуд В наливается коллоидный раствор. Трубки U-образные заполняются также дистиллированной водой. Через электроды пропускается ток 60—70 вольт и наблюдают за движением коллоидного раствора в «U» трубках. При снабжении трубок скалой можно определить скорость электрофореза (см. рис. 12).

Прибор для ультрамикроскопии.

Прибор этот состоит из обыкновенного микроскопа А, параболоид- или кардиоид-конденсора В и осветительного аппарата С. Микроскоп А устанавливается на прочной доске, удобнее всего на оптической скамье. Кардиоид или параболоид-конденсоры вставляются под столиком микроскопа. Источник света в виде Вольтовой дуги помещается на прямой линии

к зеркалу микроскопа, если отсутствует осветительная линза с диафрагмой. В присутствии ее положение источника света может быть и не на прямой.

Параболоид-или кардиоид-конденсоры состоят из двух оптических стекол А и В, соединенных друг с другом и вставленных в оправу С. Поверхность одного из них (нижнего) А сферическая, другого (верхнего) В—параболическая или кардиоидная. Для задержания центральных лучей, идущих от источника света, в оправе в части, обращенной к источникам света, прикреплена кольцевая пластинка Д. Световой луч О, поступая через кольцевое отверстие, претерпевает ряд полных внутренних отражений и в результате создает боковое освещение для препарата Е, лежащего на столике микроскопа (см. рис. 13, 14).

КЮВЕТА ДЛЯ УЛЬТРАМИКРОСКОПИИ. Кювета А подготовлена из кварца и состоит из двух частей. Предметное стекло В представляет из себя круглую пластинку в 20 мм. диаметром и в 1 мм. толщины. На ней сделано углубление в форме кольца С. Покровная пластинка Д тоже круглая, диаметром одинаковая с предметной. Она плоская сверху и сошлифована на конус в нижней поверхности; эта поверхность должна прилежать предметному стеклу.

Кювета помещается в держатель Е, являющийся металлическим кольцом, внутри сошлифованным на конус и снабженным флянцами; снаружи кольцо имеет винтовую нарезку г и тоже флянцы Н. В держатель вложено коническое кольцо й, придерживающее кювету, и все это зажимается кольцом К с винтовой нарезкой (см. рис. 15, 16).

Практикум

Практикум по дисперсоидной химии.

Работы с диализом.

ДИАЛИЗОВАНИЕ ОСАДКА $\text{Al}(\text{OH})_3$. В 150 к. с. воды приготавляется 0,1% раствор $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2$, к этому раствору прибавляется NaOH в таком количестве, чтобы весь Al перешел в гидрат окиси по формуле $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 + 3\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3$. Расчет должен быть точным, чтобы не получился алюминат. Осадок переливается во внутренний сосуд диализатора и диализируется до исчезновения реакции на $\text{SO}_4^{''}$.

ДИАЛИЗОВАНИЕ ЗОЛЯ SiO_2 . В 150 к. с. воды приготавляется 1% Na_2SiO_3 . Прибавляется к этому раствору HCl , в количестве несколько большем для разложения Na_2SiO_3 по формуле $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$.

Золь переливается во внутренний сосуд диализатора и диализируется до отсутствия реакции на Cl' .

ДИАЛИЗОВАНИЕ ЗОЛЯ КАЗЕИНА. В 75 к. с. воды приготавляется $\frac{\Sigma}{1000}$ каз. Na . К этому золю приливается 75 к. с.

$\frac{n}{1000}$ HCl . Полученный золь казеиновой кислоты диализуется до исчезновения реакции на Cl' . Для предотвращения работы микроорганизмов прибавляется несколько кристаллов тимола или этиловый спирт в количестве 10%, как во внутренний, так и во внешний сосуды диализатора (0,09 казеина и 0,72 к. с.

$\frac{N}{10}$ NaOH).

ДИАЛИЗОВАНИЕ ЗОЛЯ КРАХМАЛА. В 150 к. с. воды приготавляется растворением в 1%-м растворе Na_2HPO_4 1% крахмальный золь, путем постепенного нагревания порошка крахмала с раствором при сильном растирании. Золь диализируется до отсутствия реакции на $\text{PO}_4^{''}$.

Синтез систем Ж + Т.

Системы Ж + Т.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СУСПЕНЗИИ УГЛЯ. Берется навеска в 2 грамма хорошо отожженного, лучше всего какого-либо мягкого дерева (липа) угля. Растирается тщательно в фарфоровой или стеклянной ступке. 0,5 гр. растертого угольного порошка смешивают с 3 гр. тростникового или молочного сахара и растирают в течение получаса, смесь просеивают сквозь сито в 0,25 мм. Остающееся на сите снова растирается, вплоть до того, пока вся масса пройдет сквозь сито. 1,1 грамма просеянного порошка смешивается снова с 3 гр. сахара, растирается в течение 15 минут и просеивается без остатка; 2,2 гр. из просеянного снова смешивается с 3 гр. сахара, растирается в ступке и просеивается.

Все три полученные фракции собираются отдельно. Для приготовления супензии берется дисперсионной средой — дистиллированная вода. В 100 к. с. воды быстро вбрасывается порошок одной из полученных фракций при соответствующем расчете — для получения 0,1% супензии необходимо взять 0,7 гр. порошка I фракции, или 2,2 гр. II фракции, или 5,2 гр. III фракции и т. д. Энергичным встряхиванием порошок равномерно распределяется по всей жидкости, и получаются супензии угля.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СУСПЕНЗИИ КАРМИНА. Берется навеска в 0,5 гр. кармина и растирается в фарфоровой ступке в порошок. Порошок смешивается с 5 гр. NaCl , растирается в течение получаса, просеивается сквозь сито в 0,25 мм. Берется 2,2 гр. смеси и смешивается снова с 5 гр. NaCl , растирается в течение четверти часа, просеивается сквозь сито. Из просеянного порошка берется 3,6 гр. и смешивается с 7 гр. NaCl , растирается и просеивается. Полученные три фракции сохраняются отдельно. Расчет для получения супензии подобен расчету при угольном порошке. Дисперсионной средой берется вода.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СУСПЕНЗИИ СЕРЫ. Операция аналогичная описанным выше, но может быть взята в качестве помогающего раздроблению вещества мочевина. Сера берется в виде серного цвета.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СУСПЕНЗИИ ГИДРАТА ОКИСИ ХРОМА. Гидрат окиси хрома приготавляется эквивалентным осаждением CrCl_3 или $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$, при помощи NaOH ; осадок отфильтровы-

вается, промывается, высушивается при обыкновенной температуре. Полученный порошок и является исходным материалом для супензии, получаемой по типу прежде описанных.

ЗАДАЧИ. Приготовить супензии трех концентраций (любых) каждого типа и каждой фракции.

Наблюдения над супензиями.

ХОД БРОУНОВСКОГО ДВИЖЕНИЯ. Приготавляются капилляры из стеклянной трубы, приготавляются они равномерного диаметра длиною и несколько сантиметров.

Исходным объектом для наблюдений служат все типы супензий и всех концентраций. Капилляр осторожно опускают в супензию, но наполнении оплавляют осторожно с обоих концов. Препарат, приготовленный в капилляре, помещают на предметное стекло, закрепляя легко каплей воска, наносят на капилляр каплю воды или глицерина, накрывают покровным стеклом. Приготовив окончательно, переносят на столик микроскопа и наблюдают, пользуясь средними увеличениями от 300 до 500.

ЗАДАЧА. Подробно описать весь ход Броуновского движения, проследить за отдельными частицами, составить траекторию одной из них, проследить за сопровождающими явлениями (коагуляция супензии, слипание и прилипание частиц и т. д.).

ПОДСЧЕТ ЧАСТИЦ В СУПЕНЗИИ И ИЗМЕРЕНИЕ ИХ ВЕЛИЧИНЫ. Подсчет ведется в камере Тома-Цейсса. Она наполняется одной из супензий при помощи тонко оттянутой пипетки. Камера берется глубиною 0,015 мм. Осторожно надвигают покровное стекло до полного соприкосновения, крепко прижимающим к камере, что явится радужные кольца на поверхности стекол (Ньютоны). Подсчет и измерение ведут при объективе DD и окуляре № 3 или 5.

ЗАДАЧА. Подсчитать количество частичек и величину их в каждой из супензий, выразив концентрацию супензии в этих единицах.

ВЛИЯНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ. Приготавляются 0,3% супензии угля, серы, кармина и окиси хрома разных фракций и подвергаются фильтрованию через стеклянную вату, хлопчатую вату и фильтровальную бумагу. Фильтрация совершается в обычных воронках.

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫВКИ СПИРТОМ И ЭФИРОМ. При приготовлении супензий растертые порошки, полученные после первого смешивания, подвергаются трехкратной промывке на бумажном фильтре в воронке спиртом или эфиром. Промытые порошки растираются далее в ступке, как обычно, и из них приготавляются супензии.

ЗАДАЧА. Проследить в микроскопе за ходом Броуновского движения промытых и фильтрованных супензий и определить количество и размеры частиц. Сделать выводы о величине фильтрующих пор.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ АГЕНТОВ. Приготавляются супензии в 0,5% угля, серы, окиси хрома, кармина.

ВЛИЯНИЕ t . Берется в 5 пробирок по 10 к. с. супензии. Отмечается степень прозрачности в прозрачномере. Нагреваются супензии в пробирках до 50°, 80°, 100° и отмечаются все изменения, при этом происходящие, наблюдением в прозрачномере.

ВЛИЯНИЕ T . В пробирки наливается по 40 к. с. супензий и оставляется в спокойном месте стоять. Делаются наблюдения через четверть часа, полчаса, час, два и потом через каждые два часа последующих, с точным описанием происходящих изменений.

ВЛИЯНИЕ t и T . После нагревания до разных температур пробирки оставляются для наблюдения через каждые два часа в течение суток.

Наблюдения подробно записываются.

ЗАДАЧА. Подробно описать все явления зависимости состояния супензии от изменения t и T .

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ. Приготавляются супензии в 0,5% угля, серы, окиси хрома, кармина. Одновременно приготавляются n и $\frac{n}{10}$ растворы H_2SO_4 , $NaOH$ и 10% и 1% растворы $NaCl$, $MgSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ H^+ и OH^- . 1) В пробирках одинакового размера разливается по 10 к. с. супензий. В каждую приливается по 1 к. с. растворов H_2SO_4 и $NaOH$. 2) В пробирки разливается по 10 к. с. супензий. Берутся $\frac{n}{10}$ растворы H_2SO_4 и $NaOH$ и вливаются к супензии по 0,1, 0,2, 0,5, 0,7, 1 к. с., 2 к. с., 3 к. с. этих растворов.

ЗАДАЧА. Точно описать явление, происходящее при действии H_2SO_4 и $NaOH$. Найти оптимум этого явления.

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ $NaCl$, $MgSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$. В пробирки разливаются по 10 к. с. суспензий всех видов фракций и концентраций от 0,01 до 0,1%. В них вливается раствор 10% и 1% солей $NaCl$, $MgSO_4$ и $Al_2(SO_4)_3$ от 1 к. с. до 5 к. с.

ЗАДАЧА. Точно описать явление, происходящее при действии растворов $NaCl$, $MgSO_4$ и $Al_2(SO_4)_3$. Найти оптимум происходящих явлений.

Системы Ж + Ж.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЭМУЛЬСИИ ШЕЛЛАКА. Берутся навески шеллака в 0,4, 0,8, 2 гр. и растворяются в 10 к. с. чистого спирта. По окончании растворения берется 90 к. с. дистиллированной воды, и в нее вбрызгивается спиртовой раствор шеллака. Для вбрызгивания поступают так: раствор шеллака набирается в пипетку с узким отверстием, а вода помещается в цилиндр среднего диаметра; сильным вдуванием раствор перекачивается в воду и при этом энергично смешивается. Получаются 0,4, 0,8 и 2% эмульсии шеллака.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЭМУЛЬСИИ ОЛЕИНОВОЙ И СТЕАРИНОВОЙ КИСЛОТ. Берутся навески в 0,4, 0,8, 2 гр. кислот. В фарфоровой или стеклянной ступке смешиваются с 10 к. с. глицерина и тщательно растираются: олеиновая кислота — при обыкновенной температуре, стеариновая — при повышенной. Берутся 90 к. с. дистиллированной воды при 60° и ею в колбе быстро заливают глицериновую смесь, эмульгируют в течение 15 минут во встряхивателе. Получаются эмульсии в 0,4, 0,8, 2%. При желании получить эмульсии других концентраций берутся соответственные навески.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЭМУЛЬСИИ УГЛЕВОДОРОДА. Берутся навески в 0,4, 0,8, 2 гр. керосина или бензина, растворяются в 10 к. с. спирта. Раствор вбрызгивается в 90 к. с. дистиллированной воды через пульверизатор. Берется колонка для захвата углекислоты при титрованных растворах. В нижнее отверстие вдвигают через пробку выводную трубку пульверизатора, через верхнее отверстие наливают воду. Сильным нажатием груши пульверизатора разбрызгивают раствор в воду. Получается тонкая эмульсия в 0,4, 0,8 и 2%.

ЗАДАЧА. Приготовить эмульсии в 0,4, 0,8, 2% всех перечисленных типов.

НАБЛЮДЕНИЕ НАД БРОУНОВСКИМ ДВИЖЕНИЕМ. В микроскоп вставляется параболоид-конденсор. Любая из перечисленных эмульсий вбирается в капилляр. Последний заделывается на предметном стекле, как это описано при супензиях, и наблюдается на столике микроскопа.

ЗАДАЧА. Описать ход явления и составить траекторию одной частицы.

ПОДСЧЕТ ЧАСТИЦ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ, ВЫЧИСЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И ОБЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЭМУЛЬСИИ. Наблюдения производятся в камере Тома-Цейсса. В окуляр вставляется микрометр. Наблюдения ведутся при объективе D и окуляре 3, что дает увеличение 325. Обычный микрометр—окулярная линейка при этом увеличении дает соотношение с делениями камеры как 1 : 3,33. Берется эмульсия шеллака любой концентрации и тонкой пипеткой вносится в камеру. Покровное стекло надвигается легким нажимом до плотного смыкания, на что указывают Ньютоновские цветные кольца. Камеру переносят на столик микроскопа и устанавливают так, чтобы в поле зрения была отчетливо видна сетка с квадратиками. Делают подсчет частиц в 5—6 квадратиках и переводят на 16, найдя среднее из наблюдений. Получают число в 0,0006 куб. мм-ре.

Величина частиц определяется путем промера частиц окулярным микрометром, частицы разбиваются на классы, и подсчитывается среднее в каждом классе.

Концентрацию и общую поверхность вычисляют арифметически.

ЗАДАЧА. Определить для эмульсии шеллака и углеводорода в 0,4 и 1%, количество частиц в 1 к. мм., среднюю их величину, по этим данным рассчитать концентрацию и внутреннюю поверхность 1 куб. мм-ра.

ВЛИЯНИЕ t и T . Наблюдения с эмульсиями производятся подобно наблюдениям с супензиями. Растворы эмульсий берутся в 2%.

ВЛИЯНИЕ H^- , OH^- , $NaCl$, $MgSO_4$ и $Al_2(SO_4)_3$. Наблюдения ведутся подобно наблюдениям с супензиями. Берутся 0,4 и 2% растворы эмульсий.

ЗАДАЧИ. Дать подробное описание влияния t и T на эмульсии шеллака и углеводорода. Дать такое же описание влияния H_2SO_4 , $NaOH$, $NaCl$, $MgSO_4$ и $Al_2(SO_4)_3$. Найти оптимум явления.

Системы Ж + зт.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЗОЛЯ ЗОЛОТА. Приготавляются растворы — 1) хлорного золота 0,5% (0,5 гр. AuCl_3 на 100 к. с. дист. воды), 2) углекислого калия 20 (6,9 гр. K_2CO_3 на 1 литр дист. воды), 3) раствор формальдегида — 3 к. с. 40% формальдегида в 1 литре воды.

К 100 к. с. воды в Эрленмейеровской колбочке вливается 1,5 к. с. раствора хлорного золота и 4 к. с. раствора K_2CO_3 . Смесь нагревается до кипения, в нее вливают при помешивании по порциям 5 к. с. раствора формальдегида.

Получается интенсивный красный раствор золя золота, обычно через несколько минут после прилиивания раствора формальдегида.

При увеличении концентрации хлорного золота золь будет получаться меньшей степени дисперсности, о чем можно заключить по изменению цвета: розовый, красный, фиолетовый, синий — вот гамма цветов золя золота в зависимости от состояния дисперсности. Наивысшая степень дисперсности дает только буро-ватую опалесценцию в отраженном свете. Чистота воды и реактивов сильно влияет на степень дисперсности золя.

II СПОСОБ. Приготавляются первые два реактива, третьим берется насыщенный эфирный раствор фосфора. В смесь 100 к. с. воды, 1,5 к. с. хлорного золота и 4 к. с. K_2CO_3 прибавляют на холоду 1 к. с. разбавленного в 5 раз насыщенного эфирного раствора фосфора при энергичном помешивании. Раствор слегка буреет и медленно переходит в красный золь золота. Раствор кипятят для удаления эфира и фосфора.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЗОЛЯ ОКИСИ ЖЕЛЕЗА. Приготавляют $\frac{n}{10}$ раствор FeCl_3 . 1 к. с. этого раствора вливают в 1 литр дистиллированной воды и нагревают колбу с раствором до кипения на пламени через сетку. По мере нагревания раствор приобретает оттенок желтого цвета, переходящий постепенно в красно-бурый. Переход в ярко-красно-бурый знаменует собой получение золя окиси железа. Золь можно очистить диализом.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЯ СЕРНИСТОГО МЫШЬЯКА. Приготавляется раствор 1,5% мышьяковистой кислоты, получаемой кипячением с водою As_2O_3 в течение 2 часов с прибавлением испаряющейся воды. Раствор фильтруется и сохраняется в желтой

стеклянке с притертой пробкой. Этот раствор берется исходным для приготовления золя сернистого мышьяка, для чего основной раствор доводится до желаемой концентрации, и в полученный таким способом разведенный раствор пропускается в течение 15 минут ток сероводорода. Раствор окрашивается в золотисто-желтый цвет, который и знаменует собой появление золя сернистого мышьяка.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЯ КРАХМАЛА. 0,5 грамма крахмала тщательно растирается в фарфоровой или стеклянной ступке. Переносится в фарфоровую чашечку и смешивается с 10 к. с. дистиллированной воды, тщательно растирается, заливается 90 к. с. воды и при постоянном помешивании доводится до кипения. После нескольких вскипаний получается чуть-чуть тягучий опалесцирующий золь крахмала.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЯ АЛЬБУМИНА. Берется навеска в 0,15 гр. яичного альбумина, полученного простым высушиванием яичного белка на холоду, на воздухе. Навеска растворяется нацело в 100 к. с. дистиллированной воды. К раствору прибавляется по каплям такое количество 1% уксусной кислоты, чтобы была ясно кислая реакция на лакмусовую бумажку. Раствор отдиализовывается в переменной воде с толуолом или тимолом.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЯ КАЗЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ. Берется навеска совершенно чистого препарата казеиновой кислоты в 0,082 гр.; она растворяется в NaOH таким способом: навеска помещается в 100 к. с. колбочку, смачивается двумя каплями чистого спирта, к ней приливается 20 к. с. воды, все это взвалтывается и к нему прибавляется 0,67 к. с. — $\frac{\text{n}}{10}$ NaOH . По растворении казеиновой кислоты доливают до 100 к. с. дистиллированной водой. Получается $\frac{\Sigma}{1500}$ раствор казеинового натрия. Затем приготавляется $\frac{\text{n}}{1500}$ раствор HCl , берется его 100 к. с. Раствор казеинового натрия и HCl сливаются при быстром и энергичном помешивании в Эрленмейеровской колбе, при чем HCl вливается в казеиновый натрий, а не наоборот. Получается $\frac{\Sigma}{3000}$ золь казеиновой кислоты. Возможно для чистоты отдиализировать.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЯ ГИДРАТА ОКИСИ АЛЮМИНИЯ. Приготавливают $\frac{n}{10}$ раствор $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и $\frac{n}{10}$ раствор NH_4OH .

Равные объемы сливаются. Выпадает хлопьевидный осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$. Осторожным увеличением концентрации аммиака, можно добиться перехода осадка в раствор в виде золя. Крепкий аммиак следует приливать по каплям и следить за дисперсионным режимом, ибо имеется концентрация максимальной пептизации, выше которой золь исчезает, и появляется раствор комплексной соли.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЯ ПЛАТИНЫ. В сосуд, содержащий чистую дисперсионную среду (H_2O), погружают два электрода из платины, толщиной в 1 мм. Электроды предохранены стеклянными трубками. Пропускание тока в 110 вольт, силою до 5 ампер, дает электрическую дугу между концами электродов и от катода отделяется облачко высокодисперсной платины, которое, расходясь в воде, дает бурый золь платины.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЯ СЕРЫ. Приготавливают насыщенный раствор серы в метиловом алкоголе при обыкновенной температуре, настаиванием и энергичным встряхиванием. Берут 10 к. с. этого раствора и при сильном помешивании вливают в 1 литр холодной дистиллированной воды. Получается опалесцирующий раствор золя серы.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЯ NaCl . Приготавляется насыщенный раствор NaCl в метиловом алкоголе; 4 к. с. этого раствора быстро вбрасываются в 40 к. с. серного эфира. Получается опалесцирующая жидкость золя NaCl .

ЗАДАЧИ. Приготовить золи всех перечисленных выше веществ.

НАБЛЮДЕНИЯ НАД ОПТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ. Устанавливается аппарат для явления Тиндаля. Берутся кюветки с пришлифованными прямоугольными краями. В них наливаются золи. При прохождении света виден конус по всему пути луча в среде.

ЗАДАЧА. Проследить все золи в приборе, описать явление и сделать сравнительные характеристики разных золей и разных концентраций их.

НАБЛЮДЕНИЯ НАД ЗОЛЯМИ В УЛЬТРАМИКРОСКОПЕ. К микроскопу устанавливается кардиоид-конденсор. В кюветку

приливаются золь какого-либо из перечисленных веществ. Препарата наблюдалась при объективе D^x и окуляре 4.

ЗАДАЧА. Описать явление в ультрамикроскопе с каждым золем отдельно.

СЧЕТ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЧЕК И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ВЕЛИЧИНЫ В УЛЬТРАМИКРОСКОПЕ. Для определения количества и величины дисперсных веймарид в ультрамикроскопе предварительно определяют некоторые постоянные. Дело в том, что для удобства вычислений в видимом конусе выделяют только определенную часть, в которой и производят расчеты. Берут объем прямоугольного параллелопипеда, основанием которого являются квадраты сетчатого микрометр-окуляра, перенесенные на деления камеры объекта, высотой берется «глубина поля зрения», т. е. расстояние между двумя ясными видимостями в микроскопе. Сторона квадрата определяется сравнением объектив-микрометра с сеткой окуляра - микрометра; следят, какому числу делений первого соответствуют деления второго. В переводе на μ эти величины равны от 8 до 9 (окуляр 4 и объектив D^x). Глубину поля зрения определяют так: золь золота получают в растворе желатины, желатинируют его, вырезывают препарат и, положив его на столик микроскопа, измеряют микрометрическим винтом микроскопа. Расстояние от ясной видимости одного разреза до исчезновения его и является «глубиной поля зрения».

Для счета частиц поступают так. Жидкость разводится настолько, чтобы на один квадрат не могло приходиться более 5 частиц.

Счет ведется двумя лицами. Один наблюдает в микроскопе, оценивая разом на глаз количество частиц в квадрате, второй записывает. Через десять измерений сменяется жидкость в кювете. Делается до 100 наблюдений, потом выводится среднее на параллелопипед (см. рис. 14). Это среднее переносится на кубический сантиметр.

Сторона дисперсной веймарида рассчитывается по формуле, в предположении кубической формы частицы.

Формула такова:

$$l = \sqrt[3]{\frac{A}{dn}}.$$

А — вес золота в граммах в измеряемом объеме, d — плотность золота (удельный вес его), n — число частиц в измеряемом объеме.

Объем вычисляется по формуле:

$$V = - \frac{A}{dn},$$

где величины те же, что и в предыдущей.

Вес веймариды находится по формуле:

$$P = vd, \text{ где}$$

P есть вес тела, d есть его плотность, v — его объем.

ДЕЙСТВИЕ НА ЗОЛИ t и T . Наблюдение над влиянием на золи времени производятся так. Берется в узких и длинных цилиндрах по 25 к. с. раствора различных золей. Наблюдаются в приборе Тиндаля, замечаются оптические особенности. Оставляют золи стоять в спокойном месте 1, 3, 5, 14, 30 суток и после каждого раза осторожно наблюдают изменение их вида и оптических свойств. Наблюдения над действием температуры на золи ставятся таким образом. Берется по 50 к. с. различных золей. Первые 50 к. с. наливаются в качестве штандартного раствора в 1 из стаканов ирозачномера, другие нагреваются до 50, 75 и 100° и после каждого нагревания (охлажденные и неохлажденные) помещаются во второй сосуд прибора. Прозрачность уравнивается приливанием в первый сосуд штандартного раствора.

ЗАДАЧА. Подробно и точно описать явления при изменении t и T и измерить в прозрачномере.

ДЕЙСТВИЕ НА ЗОЛИ ХИМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ. Влияние $H \cdot OH'$. Берется по 10 к. с. каждого золя и прибавляются по каплям $\frac{n}{10}$ и $\frac{n}{1}$ растворы $NaOH$ и HCl . Замечаются изменения состояния после прибавления.

ЗАДАЧА. Описать явления, происходящие при прибавлении к золям $NaOH$ и HCl , и найти максимум, минимум и оптимум явлений для всех золей из описанных.

Влияние $NaCl$, $MgSO_4$ и $Al_2(SO_4)_3$. Берется по 10 к. с. каждого золя в пробирках. К ним прибавляется на 1, 2, 3 к. с. 1% и 10% раствора $NaCl$, $MgSO_4$ и $Al_2(SO_4)_3$.

ЗАДАЧА. Описать явления, происходящие при прибавлении $NaCl$, $MgSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$ к четырем из золевых (водных) растворов, описанных выше.

НАБЛЮДЕНИЯ НАД ЗАКОНОМ ВАЛЕНТНОСТИ ПРИ КОАГУЛЯЦИИ. I. Берется золь золота или золь сернистого мышьяка и вливается в три цилиндра по 50 к. с. Приготавляются

растворы 10% NaCl , 0,5% MgSO_4 и 0,01% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. В каждый из цилиндров с золями вливается по 5 к. с. одного из растворов соли. И. Берется по 25 к. с. одного из золей, вливается в цилиндры, прибавляется по 1 к. с. 1% растворов перечисленных золей.

ЗАДАЧА. Подробно описать явления, при этом происходящие, и сделать предварительный подсчет силы осаждения каждой соли, найдя оптимум осаждения ее.

Наблюдения над защитной ролью некоторых коллоидов.

ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЖЕЛАТИНЫ, АЛЬБУМИНА, КРАХМАЛА. Берется золь золота красного цвета с оттенком фиолетовым. Разливается в стаканчики по 10 к. с. Приготавляется 10% раствор NaCl ; 1 к. с. этого раствора должен вызвать сильное изменение окраски золя в синий цвет или вызвать даже коагуляцию.

Стаканчиков берется несколько серий по четыре. Приготавляются 1% растворы желатины, альбумина, крахмала. Делаются разведения этих растворов в 0,5, 0,2, 0,1, 0,05, 0,02, 0,01%. В три стаканчика из каждой серии вносится по одному к. с. этих растворов, таким образом, чтобы в серии присутствовали все три защитные вещества. Затем к каждой серии прибавляют по 1 к. с. 10% NaCl .

ЗАДАЧА. Описать подробно происходящее явление и найти оптимальные границы защиты. То же проделать с золем сернистого мышьяка.

ЗОЛОТОЕ ЧИСЛО. Берется золь золота чисто - красный. В ряд стаканчиков наливается по 10 к. с. золя. В каждый из стаканчиков прибавляют растворы желатины по 1 к. с. разной концентрации от 0,0001% до 0,1%, тщательно смешивают. Прибавляют после этого в каждый стаканчик по 1 к. с. 10% NaCl . Следят за происходящим явлением весьма тщательно.

ЗАДАЧА. Найти точно золотое число, т. е. то количество мг-ов защитного коллоида, которое уже может защитить 10 к. с. золотого золя от действия 1 к. с. 10% раствора NaCl .

Изучение слияния растворов солей разной концентрации.

Приготавляются растворы CaCl_2 и Na_3PO_4 следующих концентраций: $\frac{5n}{1}$, $\frac{3n}{1}$, $\frac{n}{1}$, $\frac{n}{5}$, $\frac{n}{10}$, $\frac{n}{100}$, $\frac{n}{500}$, $\frac{n}{1000}$; $\frac{n}{5000}$, $\frac{n}{10000}$, $\frac{n}{25000}$, $\frac{n}{50000}$, $\frac{n}{100000}$, по 100 к. с. каждого.

Берется по 10 к. с. каждого раствора и сливаются эквивалентно при энергичном встряхивании друг с другом.

То же самое делается с растворами: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и Na_2SO_4 , $\text{Ba}(\text{CNS})_2$, $3\text{H}_2\text{O}$ и MnSO_4 .

ЗАДАЧА. Описать подробно явления, происходящие при этих слияниях, и найти границы устойчивости золей.

Наблюдение над слиянием казеинового натрия и соляной кислоты.

Приготавляется $\frac{\Sigma}{100}$ раствор казеинового натрия, для чего 1,2 гр. казеиновой кислоты всыпают в 100 к. с. колбу, смачивают спиртом, приливают 20 к. с. дистиллированной воды, встряхивают, приливают $9,84 \frac{n}{10}$ NaOH и, по растворении нацело, доливают до 100 к. с. водою.

Из этого раствора приготавляют постепенно $\frac{\Sigma}{125}$, $\frac{\Sigma}{250}$, $\frac{\Sigma}{500}$, $\frac{\Sigma}{1000}$, $\frac{\Sigma}{5000}$, $\frac{\Sigma}{10000}$ казеинового натрия по 50 к. с.

Параллельно готовят растворы HCl тех же концентраций.

Каждого эквивалентного раствора берут попарно по 25 к. с. и сливают, напр., $\frac{\Sigma}{1000}$ каз. натрия и $\frac{\Sigma}{1000}$ HCl , при чем HCl приливается к казеиновому натрию, а не наоборот. Получаются золи казеиновой кислоты.

ЗАДАЧА. Подробно описать коллоидный режим, появляющийся при этом слиянии. Найти концентрацию с оптимальным коллоидным режимом.

Проследить действие NaOH , HCl , NaCl , MgSO_4 , Al_2 , $(\text{SO}_4)_3$ на получаемые золи и подробно описать действие этих солей.

Установление границ высаливания.

Высаливание белковых растворов производится $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Границы этого высаливания носят название нижней, когда получается впервые помутнение раствора, и верхней, когда над осадком образуется совершенно прозрачная жидкость, и фильтрат от этой жидкости после прибавления $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ остается прозрачным.

Границы высаливания устанавливаются так.

Белковый раствор разливают в пробирки в количестве 1 и 2 к. с. Затем прибавляют воды в каждую из пробирок с таким расчетом, чтобы общий объем при приливании в дальнейшем растворе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ был 10 к. с., т. е., если сернокислого аммония будет прибавлено 3 к. с., то воды на 1 к. с. белкового раствора следует прибавить 6 к. с. После воды вносят насыщенный раствор $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, постепенно переходя от пробирки к пробирке, увеличивая его количество, т. е. 1, 2, 3 и т. д. к. сантиметров. На основании оптических наблюдений над белковым раствором и его фильтратом судят о границах. Для нахождения более точных границ высаливания $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ совершают дробными количествами куб. сантиметра. Выражают границы числом, обозначающим количество насыщенного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, необходимое для реакции, т. е. граница высаливания такого-то белка лежит между 1,8 — 2,4; это значит, что нижняя граница (помутнение) совершается при 1,8 к. с. насыщенного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ при 1 к. с. раствора белка и общем объеме в 10 к. сантиметров.

Синтез гелевых систем.

ПОЛУЧЕНИЕ ГЕЛЯ ЖЕЛАТИНЫ. Обычную продажную желатину вымачивают в дистиллированной воде в течение часа. Растворяют в дистиллированной же воде, рассчитывая концентрацию в %, при нагревании до 40—50° на водяной бане. При остывании получается стойкий гель желатины. Обычно работают с 1, 3, 5% растворами желатины.

ПОЛУЧЕНИЕ ГЕЛЯ КРЕМНЕВОЙ КИСЛОТЫ. Из продажного обыкновенно 25% растворимого стекла приготовляют 5% раствор при помощи разбавления водой. Устанавливают предварительной пробой — какое количество HCl необходимо прилить, чтобы реакция стала ясно кислой; для чего берут 5 к. с.

5% раствора стекла, прибавляют фенолфталеина и приливают из мерного цилиндра раствора HCl вплоть до исчезновения окраски. Прибавление кислоты не должно превышать концентрации больше, чем вдвое.

Берется 100 к. с. 5% раствора стекла; к нему, при тщательном помешивании, прибавляется вычисленное количество кислоты. Прибавляют еще небольшой избыток кислоты и оставляют до полной желатинизации.

ПОЛУЧЕНИЕ ГЕЛЯ МАЛОНОВОКИСЛОГО БАРИЯ. Приготавляется нормальный раствор гидрата окиси бария и двухнормальный раствор малоновой кислоты в метиловом спирте. Берут 5 к. с. раствора малоновой кислоты и 20 к. с. раствора окиси бария и прибавляют по 7 к. с. глицерина. Растворы смешиваются друг с другом. Образуется гель малоновокислого бария.

ПОЛУЧЕНИЕ ГЕЛЯ КАЗЕИНА. Приготавляется 10% раствор казеинового натрия, в него вносится некоторое количество фосфорнокислых солей натрия и хлористого кальция и 3 гр. молочного сахара. Заражается молочнокислыми бактериями; после образования сгустка (гель) диализируется.

Или приготавляется 7% раствор казеинового натрия, приливается уксусная кислота быстро для образования возможно равномерного сгустка (на 10 к. с. раствора идет 1,5 к. с. 10% CH_3COOH). Сгусток промывается на фильтре, заливается $\frac{n}{1}$ NaOH в количестве, едва покрывающем осадок, и нагревается на пламени. По охлаждении образуется гель.

ПОЛУЧЕНИЕ ГЕЛЯ КРАХМАЛА. Берется картофельный или рисовый крахмал в количестве не меньшем 10 гр. на 100 к. с. окончательного раствора. Смешивается с 20 к. с. холодной воды и тщательно растирается. Приливается 80 к. с. воды. Постепенным нагреванием почти до кипения приводится в состояние вязкой жидкости при условии постоянного и тщательного смешивания. Подвергается охлаждению; получается гель крахмала.

ЗАДАЧА. Приготовить гель всех видов и тщательно описать течение реакции застудневания.

Изучение свойств геля.

ВЫСУШИВАНИЕ ГЕЛЯ. Приготавляется любой из перечисленных выше гелей и желатинируется в чашке Петри.

Из застывшего геля вырезываются пластины в 4 см. длины, 2 см. ширины и 0,5 см. высоты. Вырезанные пластинки помещаются в эксикатор над серной кислотой на крышке чашки Петри, и производятся наблюдения над ним через 1, 3, 6, 9, 12, 16, 24, 36, 48 часов. Оставляется после вплоть до полного высыпания.

ЗАДАЧА. Провести наблюдения над высыпанием двух из перечисленных гелей и записать весь ход его. Провести взвешивания для наблюдения за количественной стороной высыпания.

ЗАМЕНА В ГЕЛЕ ОДНОГО РАСТВОРИТЕЛЯ ДРУГИМ. Приготавляются из гелей, подобно предыдущему, пластинки, но другой формы $2 \times 2 \times 1$ кб. см., заливаются растворителем иным, чем взят в геле; вместо воды — спиртом, эфиром, бензолом; вместо спирта — водой, эфиром и т. д. Заливание повторяется раз до 50 в закрытых стаканчиках с притертymi крышечками, с предварительным взвешиванием уже использованного раствора.

ВЛИЯНИЕ НА ЖЕЛАТИНИЗАЦИЮ ПРИМЕСЕЙ. Приготавляются несколько пар пробирок с 5 к. с. 5% раствора желатины или агар-агара. В одну из пары пробирок прибавляется по 0,25 гр. Na_2SO_4 , $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, NaCl , KNO_3 ; вторая из пары остается без примеси. Обе пробирки нагреваются до совершенно жидкого состояния одинаковой температуры. Ставятся на штатив в спокойном месте, и замечается время — моменты постановки их. Оставляются стоять до полной желатинизации. Замечается время ее. Находится время между началом и концом опыта.

ЗАДАЧА. Подробно описать ход явления и установить влияние примесей на желатинизацию, выразить его количественно.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В СТУДНЯХ. Подготавляются в нескольких чашках Петри слои 5% желатины. Желатина в одной из чашек смешивается с $\frac{n}{5}$ раствором NaCl , в другой — с таким же раствором $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, при чем прибавляется до 0,5 к. с. раствора на 10 к. с. желатины. После застывания в каждом

квадранте делаются комбинации вырезок: в первом — круглая вырезка посередине; во втором — две круглых вырезки; в третьем — круглая вырезка и неподалеку узкий прямоугольник; в четвертом — ряд кружков в разных, но неподалеку лежащих местах, или ряд прямоугольных вырезок. В эти вырезки наливается по 0,5 и 1 к. с. $\frac{n}{50}$ AgNO_3 (в первую чашку с NaCl) и 0,5 — 1 к. с. $\frac{n}{50}$ CuSO_4 (во вторую — $\text{K}_4\text{Fe(Cy)}_6$).

Оставляются чашечки закрытыми, с легким увлажнением при помощи куска смоченной ваты внутри чашки сбоку ее.

ЗАДАЧА. Описать подробно явление в этих чашках. В третьей чашке скомбинировать какую-либо иную пару реагирующих солей и проследить общность явлений.

НАБУХАНИЕ ГЕЛЯ КРЕМНЕВОЙ КИСЛОТЫ ИЛИ АГАР-АГАРА. Приготавляется гель кремневой кислоты, но берется раствор жидкого стекла вдвое крепче, сообразно чему увеличивается и количество других реагентов. Из застывшего геля вырезываются параллелопипеды в $4 \times 2 \times 1$ к. с., точно измеряются миллиметровой линейкой стороны их. Приготовленные параллелопипеды взвешиваются и опускаются в банки с притертоей пробкой достаточных размеров. В банки наливаются: дистиллированная вода, $\frac{n}{10}$ раствор уксусной кислоты, $\frac{n}{20}$ раствор щелочи, 1 и 10% раствор двух — трех любых солей. Через 1, 2, 5, 12, 24, 36, 60 часов делаются измерения сторон и взвешивания.

Таким же способом проделывают и с гелем агар-агара, приготовленным наподобие геля желатины.

ЗАДАЧА. Приготовить опыт с гелями кремневой кислоты; желатины и агар-агара и описать подробно явление набухания, взвешивая вырезанные параллелопипеды и измеряя стороны, начертить кривую набухания.

НАБУХАНИЕ ГЕЛЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ. Приготавляется 75 к. с. 10% геля желатины. 25 к. с. смешивается с 25 к. с. дистиллированной воды, выливается в 1 чашку Петри и желатинируется. Вторые 25 к. с. сливаются с 25 к. с. 3% раствора альбумина, выливаются в чашку Петри и желатинируются. Третьи 25 к. с. смешиваются с 25 к. с. 2% раствора казеиновой

кислоты в 1% раствора Na_2HPO_4 или казеинового натрия (0,5 гр. казеиновой кислоты в 25 к. с. воды с 4,1 к. с. $\frac{n}{10}$ NaOH), выливают в чашку Петри и оставляют желатинировать.

По окончании желатинизации во всех трех чашках вырезывают пластинки в 0,5 см. шириной и 4 см. длиной.

Приготовляют растворы: $\frac{n}{10}$ HCl , $\frac{n}{1}$ CH_3COOH ,

$\frac{n}{10}$ NaOH , 1% Na_2CO_3 , 1% Na_2HPO_4 , 10% NaCl , 3% MgSO_4 и 1% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Пластинки гелей из трех чашек помещаются в пробирки и заливаются по сериям — водой и всеми перечисленными выше растворами; всего в серии, таким образом, будет 9 пробирок для каждого гелевого комплекса. Все это оставляется стоять в спокойной мере и наблюдается через известные промежутки времени — 1, 3, 6, 12, 24, 48, 60 часов.

ЗАДАЧА. Описать подробно все явления в геле желатины и гелевых комплексах в разных растворах; с одним из гелей провести количественное наблюдение через 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48 часов и начертить кривую набухания.

Наблюдения над абсорбционными явлениями.

АБСОРБЦИЯ ЖИВОТНЫМ УГЛЕМ. Приготовляются растворы фуксина (0,1 гр. в 100 к. с. воды). Половина раствора фильтруется через животный уголь. Сравнивается в колориметре фильтрованный раствор с первоначальным. Таким же способом проделывается опыт с водой, окрашенной карамелизованным сахаром.

АБСОРБЦИЯ ЗОЛЯ ПЛАТИНЫ ГИДРАТОМ ОКИСИ АЛЮМИНИЯ. Осаждается гидрат окиси алюминия из $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ аммиаком, отфильтровывается и промывается горячей водой до отсутствия аммиака. Переносится в колбу, куда вливается некоторое количество золя платины, приготовляемой по примеру золя золота. Энергично размешивается. Гидрат окиси алюминия отфильтровывается, золь платины сравнивается с исходным раствором.

АБСОРБЦИЯ ЛАКМУСА КАЗЕИНОВОЙ КИСЛОТОЙ. Приготавляется 50 к. см. 1% раствора казеинового натрия и к нему несколько к. с. насыщенной лакмусовой настойки. Приливается уксусная кислота до коагуляции. Осадок отфильтровывается, и

фильтрат сравнивается с начальным раствором при подкислении его,

АБСОРБЦИЯ ГЕМОГЛОБИНА ИЛИ ХЛОРОФИЛЛА БЕЛКОМ. Приготавляется достаточно сильно окрашенный раствор гемоглобина или хлорофилла. Вливается некоторое количество его в раствор 1% казеинового натрия. Осаждается уксусной кислотой казеиновая кислота. Осадок отфильтровывается, и фильтрат сравнивается с исходным раствором.

ПОЛУЧЕНИЕ КАССИЕВОГО ПУРПУРА. Приготавляется золь оловянной кислоты таким способом: 1 гр. четыреххлористого олова растворяется в 100 к. с. воды и кипятится до окончания выпадения осадка. Осадок отфильтровывается, промывается водой и растворяется в аммиаке при помешивании. Раствор разбавляют водой и кипятят до удаления реакции на аммиак.

Приготавляется красный гидрозоль золота.

25 к. с. золя золота смешивают с 3—5 к. с. золя оловянной кислоты. Образуется золь кассиевого пурпурра. Для коагуляции его прибавляют 1—2 капли HCl.

ЗАДАЧА. Проделать все виды абсорбции и точно описать явления ее.

Наблюдения над катализитическими явлениями.

ДЕЙСТВИЕ НЕОРГАНИЧЕСКОГО КАТАЛИЗАТОРА. Приготавливают гидрозоль платины, подобно золю золота, 25 к. с. 0,05% раствора K_2PtCl_6 , смешивают с 2 к. с. $\frac{n}{10} NaOH$, нагревают до кипения, прибавляют 2 к. с. раствора формальдегида в 0,4%. Получается темный золь платины.

Приготавливают 3% раствор перекиси водорода, к нему приливают несколько к. с. золя платины, происходит выделение кислорода. В отдельных пробирках прибавляют к H_2O_2 — $HgCl_2$ и $AgNO_3$, после прибавления вливают золь. Действие катализатора ослабляется.

ЗАДАЧА. Описать подробно явление катализа и отравление катализатора солями тяжелых металлов.

ДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО КАТАЛИЗАТОРА. Приготавливают $\frac{n}{50}$ золь казеинового натрия, растворяя соответствующую навеску казеиновой кислоты (экв. в. = 1220) в $NaOH$ (экв. в. = 40). Навеска вбрасывается в колбу, смачивается спиртом,

заливается до трети водой, прибавляется необходимое количество $\frac{n}{10}$ NaOH; по растворении доливается дистиллированной водой до метки.

В раствор казеинового натрия, перелитый в Эрленмейеровскую колбу, вносят NaCl, с таким расчетом, чтобы его было 10% к окончательному объему жидкости.

Приготовляют $\frac{n}{50}$ HCl и вливают его при помешивании в раствор казеинового натрия (количество растворов должно быть равно). Получают $\frac{\Sigma}{100}$ золь казеиновой кислоты.

Берут 10 к. с. золя, прибавляют 2—3 капли 25% CaCl₂ и нагревают до 40°. Получается осадок. Пробирку с осадком оставляют до комнатной температуры. Приготовляют раствор сырчужного фермента, растворением 0,1 гр. его в 25 к. с. воды.

В пробирку с осадком казеинового соединения вливают 1 к. с. раствора фермента. Осадок пептизируется и переходит в золь.

ЗАДАЧА. Подробно описать явление органического катализа. Проследить действие температуры на него и прибавки солей и тяжелых металлов.

Самостоятельные задачи по дисперсионной химии.

Темами для этих задач являются:

1. Очищение мутных суспендированных жидкостей.

2. Очищение и разделение фаз в белкоидных золевых жидкостях.

3. Абсорбция красящих веществ и солей.

4. Получение многофазных дисперсионных пищевых систем (или технических).

5. Переведение одной дисперсной системы в другую.

6. Коллоидно-химический анализ какой-либо системы с жидкой дисперсионной средой.

Выбор материала для задачи и методы ее решения должны быть найдены занимающимся самостоятельно, на основе проработанного ранее материала, в отношении методов решения.

Руководствоваться необходимо лишь следующими указаниями.

I-я тема. Занимающийся должен найти в природе или технике или лабораторно приготовить жидкость в состоянии суспензии, подобрать коагуляторы и получить в конце концов совершенно прозрачную жидкость.

Пример. Вода из грязной лужи. Фильтрование и осаждение солями.

II-я тема. Занимающийся должен подыскать золевую систему и разделить ее на фазы. Основная дисперсионная среда должна быть получена прозрачной.

Пример. Щелочная вытяжка из зерен миндаля или сои. Выделить жировую фазу, белковую и получить прозрачный раствор. Молоко. Выделить жировую фазу, белковую и получить прозрачный раствор.

III-я тема. Занимающийся должен найти окрашенную дисперсионную систему или засоленную и подобрать методы отделения красящего вещества или солей при помощи абсорбирующих веществ. Абсорбция может быть при этом соединена с коагуляцией.

Пример. Сок красной свеклы. Очищение его при помощи абсорбиров. Сильно разведенная кровь. Очищение от гемоглобина при помощи абсорбции.

IV-я тема. Занимающийся должен, взяв за образец естественную или техническую жидкость, приготовить дисперсионную систему из двух или нескольких фаз, переведя вещества в дисперсионное состояние.

Примеры. Белок из гороха, масло из олив, сахар и соли. Приготовить жидкость в роде молока.

Приготовить из ртути и вазелина ртутную мазь.

Приготовить из яичного белка с кислотой и охры краску.

V-я тема. Занимающийся должен приготовить одну из дисперсных систем, перевести ее, путем изменения параметров, в систему с другим соотношением фаз или с другими фазами.

Пример. Молоко и переведение его в гель при помощи прибавления CaCl_2 и нагревания.

VI-я тема. Занимающийся должен, взяв какую-либо дисперсионную систему, точно определить ее дисперсионный режим, степень дисперсности и знак заряда.

Пример. Сок растения и определение в нем режима.

Раствор краски конгорт и определение в нем режима.

Таблицы и рисунки

Величина веймарид различных веществ.

Название вещества.	Величина частиц в μ .
Кровяной шарик человека . . .	7500
Зерно рисового крахмала . . .	7000
Бацилла <i>anthrax</i>	6000
Веймарид каолина	3000—1000
Суспензия мастики	1000—500
Суспензия золота (отсевшее) .	75
Веймариды золя золота . . .	15—2
Молекула крахмала	5
« хлороформа	0,8
« водорода	0,1

Величина веймарид золей золота.

Название раствора	Цвет дисперсоида.	Средняя величина частиц в μ .
Au 37	Розовый	Около 6
Au 92	Ярко-красный . .	Около 10
Au 97	«	« 15,3
Au 92	«	« 17,0
Au 91	Фиолетово-красный	Около 23
Au 83	«	« 32
Au 2	Пурпурно-красный.	« 38
Суспенз. золота		
a	Фиолетово-красный	« 45
b	Светло-фиолетовый	« 95
c	Синеватый . . .	« 130

Постоянные для коллоидных растворов.

$$N = 70, 5 \cdot 10^{22}$$

$$W = 0,48 \cdot 10^{-13}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{R}{N} = 1,77$$

$$N e = 29 \cdot 10^{13}$$

$$e = 4,11 \cdot 10^{-10}$$

Таблица дисперсионных растворов по возрастающей степени дисперсности.

Название вещества.	Особые отметки.
Берлинская лазурь	—
Золь платины	Bredig
Золь окиси железа	
Казеин	
Сернистый мышьяк	
Золь золота	Zsigmondi № 4 40 μ .
Бисмон (окись висмут)	Paal.
Лизаргин (серебро)	Paal.
Калларгол (серебро)	Heyden 20 μ .
Золь золота	Zsigmondi № 0 20 μ .
Желатина	1 ⁰ /0.
Гемоглобин	1 ⁰ /0 М. в.—16000.
Альбумин	М. в. от 5000—15000.
Дифтерийный токсин	
Протальбумоза	
Кремневая кислота	
Лизальбиновая кислота	
Дейтероальбумоза А	
« B	М. в. 2400.
« C	
Декстрин	М. в. 965.
Кристаллоиды	

Таблица знаков зарядов различных гидроэл. золей.

Передвигаются к катоду:	Передвигаются к аноду:
Гидрат окиси алюминия.	Все металлы.
« « кадмия.	Сера,
« « железа.	Сернистые металлы.
« « церия.	Хлористое серебро.
« « хрома.	Иодистое серебро.
« « циркона.	Анилиновая синь.
« « тория.	Индиго.
Титановая кислота.	Эозин,
Метилвиолет.	Фуксин.
Метиловая синь.	Мастика,
Красная магдала.	Гуммигут.

Скорость диффузии по Грэму.

Название вещества.	Относительная медленность диффузии.
Соляная кислота . . .	1,00
Хлористый натрий . .	2,33
Сахар	7,00
Сернокислый магний	7,00
Яичный белок . . .	49,00
Карамель	98,00

Скорость электрофореза по Буртону.

Дисперсионная среда.	Дисперсионная фаза.	Удельная электропроводность.	Заряд частиц.	Скорость в $\frac{\text{см.}}{\text{сек.}}$ при падении потенциала $\frac{1 \text{ вольт}}{1 \text{ см.}}$
Вода	Платина	$21,3 \cdot 10^{-6}$	—	$20,3 \cdot 10^{-5}$
	Золото .	$10,5 \cdot 10^{-6}$	—	$21,6 \cdot 10^{-5}$
	Серебро .	$19,0 \cdot 10^{-6}$	—	$23,6 \cdot 10^{-5}$
	Висмут .	$7,0 \cdot 10^{-6}$	+	$11,0 \cdot 10^{-5}$
	Свинец .	$15,0 \cdot 10^{-6}$	+	$12,0 \cdot 10^{-5}$
	Железо .	$9,4 \cdot 10^{-6}$	++	$19,0 \cdot 10^{-5}$

Осаждающая способность солей.

Название вещества.	Сила осаждения.
KJ	1,00
KCl	2,5
Zn ₂ SO ₄	2,5
Na ₂ SO ₄	60,0
CaCl ₂	80,0
MgCl ₂	182,0
Al ₂ (SO ₄) ₃	957,0
Al ₂ Cl ₆	1518,0

Внутреннее трение жидкостей.

Название жидкостей.	Внутреннее трение.
Желатиновый раствор при 25° .	2,19 и выше.

Сила защиты (золотое число).

Название вещества.	Золотое число.
Желатина	0,005—0,01
Русский клей	0,005—0,01
Яичный белок	0,1—0,25
Гуммиарабик	0,1—0,25
Декстрин	10,0—20,0
Крахмал картофельный	25,0
Стеариновокислый натрий	10,0 при 60° 0,001 при t° кипения.
Олеиновокислый натрий	0,4—1,0
Мочевина	∞ при обык. < 500 при 100°
Тростниковый сахар	∞

Схема характеристики коллоидного режима и главных параметров у белых золей.

Качественная кора коллоидного режима.	Концентрац. казеин. кисл. в золе.	Степень дисперс- ности.	Приблизительная величина частиц в μ
Ясно-прозрачный .	Σ 100.000	$1,55 \cdot 10^8$	0,4
Прозр. в отраж. свете	Σ 20.000	$3,1 \cdot 10^7$	2
Легкая опалесценция	Σ 10.000	$1,55 \cdot 10^7$	4
Ясная опалесценция	Σ 5.000	$7,75 \cdot 10^6$	8
Коллоидность . . .	Σ 4.000	$6,2 \cdot 10^6$	10
Ясная коллоидность	Σ 2.500	$3,8 \cdot 10^6$	18
Легкая молочность.	Σ 2.000	$3,1 \cdot 10^6$	20
Ясная молочность .	Σ 1.000	$1,55 \cdot 10^6$	40
Интенсивн. молочн.	Σ 500	$7,75 \cdot 10^5$	80
Мутный раствор . . .	Σ 450	$6,9 \cdot 10^5$	90
Мелкая мурь	Σ 400	$6,2 \cdot 10^5$	100
Мелкий осадок . . .	Σ 332	$5,1 \cdot 10^5$	115
Крупный осадок . . .	Σ 300	$4,65 \cdot 10^5$	120
Хлопья	Σ 250	$3,8 \cdot 10^5$	130

Поддерживательная сила NaCl к золю казеиновой кислоты.

Концентрация золя казеиновой кисл.	Содержание NaCl .	Коллоидный режим после слияния с HCl .
$\frac{\Sigma}{250}$	0,0%	Крупные хлопья.
Образовалось из	0,5	Мелкие хлопья.
	0,8	Молочность.
$\frac{\Sigma}{125}$ KasNa и	1,0	Молочность.
	3,0	Коллоидн. раствор.
$\frac{\Sigma}{125}$ HCl	5	Коллоидн. раствор.
	8	Тоже.
	10	Тоже.
	25	Тоже.

