**Контрольная работа по дисциплине: «Физическая и Коллоидная химия» для студентов заочной формы обучения по специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых»**

**Тема 1. Поверхностные явления и адсорбция.**

Изучая поверхностные явления, следует иметь в виду, что их значимость многократно возрастает, когда речь идет о дисперсных системах, чья удельная поверхность очень велика.

Следует уяснить природу сил, вызывающих поверхностное натяжение и адсорбцию.

Для случая адсорбции на границе «раствор - газ» необходимо усвоить, как и почему различные вещества в растворе могут воздействовать на поверхностное натяжение жидкости, какова связь между концентрацией растворенного вещества, его адсорбцией на границе «раствор - газ» и поверхностным натяжением раствора, что называется поверхностной активностью, как природа и растворимость вещества в данном растворителе влияют на поверхностное натяжение и адсорбцию.

Для случая адсорбции на границе «твердое тело - газ» нужно понять, как величина адсорбции зависит от давления газа и температуры, уяснить основные положения теорий адсорбции: Ленгмюра, БЭТ, установить границы применимости этих теорий.

Для адсорбции на границе «твердое тело - раствор» характерны два существенно различающихся случая: адсорбция молекул растворенного вещества (молекулярная адсорбция) и адсорбция ионов (ионная адсорбция). Необходимо установить черты сходства и отличия в закономерностях молекулярной адсорбции на границе «твердое телораствор» и «твердое тело - газ», выявить влияние на адсорбцию природы среды, адсорбтива и природы и свойств адсорбента.

При изучении ионной адсорбции следует уяснить влияние на адсорбцию величины заряда и радиуса иона. Особое внимание нужно уделить адсорбции ионов, способных достраивать решетку кристаллического адсорбента, и обратить внимание на то, что при ионной адсорбции на границе раздела фаз возникает двойной ионный слой.

Необходимо рассмотреть сущность ионообменной адсорбции, ее практическое применение, природные и синтетические иониты.

Отметить значение явлений адсорбции в природе и практической деятельности человека.

**Пример 1.** Найти удельную поверхность пылевидного топлива, если известно, что угольная пыль предварительно просеивается через сита с отверстиями в 7,5⋅10-5 м. Плотность угля 1,8 кг/м 3. Под величиной удельной поверхности (Sуд) понимают отношение общей поверхности раздробленного вещества к его массе.

РЕШЕНИЕ:

Sуд = S1,2 \* n / m\*n

где S1,2 - площадь поверхности одной частицы, м

n - число частиц в системе;

m - масса одной частицы, кг (m = ρ \* V);

ρ - плотность частицы, кг/м 3 ;

V - объем частицы, м 3 .

Для сферической частицы радиуса r:

V = 4/3\*π \*r3 ⋅

S1,2 = 4 π \* r2 n⋅/ (4/3 π r3⋅\*n \* ρ) = 3/(r\*ρ) = 6/d\*ρ

Диаметр частицы равен диаметру отверстий в сите - 7,5⋅10-5 м:

Sуд = 6 / (7,5\*10-5\*1,8) = 6\*105 / (7,5\*1,8) = 4,44\*104 м2/кг

**Задача 1.** Вычислить удельную поверхность в системе А, средний диаметр сферических частиц в которой равен d, а плотность - ρ (таблица 1).

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Система А** | **d 107, м** | **ρ 10-3, кг/м3** |
| **1.1** | Суспензия кварца | 5,0 | 2,5 |
| **1.2** | Суспензия непористой сажи | 4,4 | 1,7 |
| **1.3** | Пылевидное топливо | 7,5 | 1,8 |
| **1.4** | Суспензия силикагеля | 4,1 | 2,2 |

**Задача 1.5.** Вычислите поверхностное натяжение толуола при 50°С, если при медленном выпускании его 43 сталагмометра масса 38 капель составила 1,486г. При выпускании из того же сталагмометра воды при той же температуре масса 25 капель её оказалась равна 2,657г. Поверхностное натяжение воды при 50°С равно 76,81**\***10-3н/м.

**Задача 1.6.** Степень адсорбции пропионовой кислоты из водного раствора углем массой 2 г составила 60%. Определите массу пропионовой кислоты в 1 л водного раствора до адсорбции, если удельная адсорбция равна 2,32·10-3 моль/г.

**Тема 2. Дисперсные системы. Лиофобные коллоидные растворы.**

**Задача 2.1.** Каково строение мицеллы для золя йодида серебра, полученногодобавлением к 30 мл раствора йодида калия (С(KI)=0,006 моль/л) 40 млраствора с концентрацией AgNO3 равной 0,004 моль/л?

**Задача 2.2.** Пороги коагуляции некоторого золя электролитами KNO3 MgCl2 , NaBr равны соответственно 50,0; 0,8; 49,0 ммоль/л. Как относятся между собой величины коагулирующих способностей этих веществ? Укажите коагулирующие ионы. Каков знак заряда коллоидной частицы?

**Тема 3. Свойства растворов ВМС (Высокомолекулярные соединения).**

При изучении этого раздела следует отметить две особенности строения полимеров:

1) наличие в молекулах двух различных типов связи:

- химической связи, соединяющей атомы в полимерной цепи (энергия ее порядка сотен кДж/моль);

- межмолекулярной связи, соединяющей между собой полимерные цепи и звенья (энергия ее порядка единиц или десятков кДж/моль);

2) гибкость цепей, обусловленная внутренним вращение звеньев.

Надо понимать, что растворение высокомолекулярных соединений (ВМС) обязательно идет через самопроизвольный процесс набухания, знать, из каких стадий он состоит, какие факторы на него влияют, в каких случаях наблюдается ограниченное, а в каких - неограниченное набухание.

Следует обратить внимание на свойства растворов полиэлектролитов, особенно на свойства растворов белков. Необходимо знать, что называется изоэлектрической точкой белка и какие существуют методы ее определения.

Необходимо рассмотреть процесс образования студней, отметить факто- ры, влияющие на студнеобразование: форму, размеры и концентрацию макро- молекул, время, температуру, рН среды, присутствие индифферентных элек- тролитов. Изучить свойства студней. Сформулировать роль студней и студне- образования в пищевой промышленности.

**Пример**. Определить молекулярную массу (М) синтетического каучука, если известно, что характеристическая вязкость его раствора в хлорофор- ме [η] = 0,0215 м 3 /кг, константы уравнения Марка-Хаувинка К = 1,85⋅10-5 и α = 1,56.

РЕШЕНИЕ: Для нахождения М используем уравнение Марка-Хаувинка:

[ η] = К Мa⋅ ,

где [η] - характеристическая вязкость, которая отражает гидродинамическое сопротивление потоку молекул данного полимера. Она определяется предельным значением следующего выражения при бесконечном разбавлении.

[η] = lim(c→0) [(η – η0) / η0 \* (1/c)]= 0,0215 м 3 /кг,

где η - вязкость раствора;

η0 - вязкость чистого растворителя - хлороформа;

с - концетрация раствора, кг/м 3 .

Для расчета молекулярной массы полимера прологарифмируем уравне- ние Марка-Хаувинка

lg[η] = lgK + αlgM

и решим относительно

lgM = (lg[η] – lgK) / α = (lg 0,0215 - lg1,85\*10-5 ) / 0,56

Следовательно, М = 3 \* 105 = 300000.

***Набухание и растворение высокомолекулярных веществ***

Растворению высокополимера предшествует его набухание. Набухание заключается в следующем: прежде чем перейти в раствор, полимер поглощает значительное количество низкомолекулярной жидкости – растворителя, увеличиваясь в объеме и весе.

Молекулы растворителя проникают в погруженный полимер. Это возможно потому, что цепочечные молекулы полимеров гибкие: их звенья, изгибаясь, создают неплотную упаковку макромолекул. Молекулы растворителя проникают в полимер, заполняют свободное пространство между макромолекулами полимера. Когда макромолекулы набухшего полимера достаточно отодвинуты друг от друга, они начинают отрываться и переходить в раствор.

Набухание не всегда заканчивается растворением.

*Неограниченное набухание* – это набухание, заканчивающееся растворением.

В этом случае связь между макромолекулами полимера слабая, межмолекулярная. Она примерно в 100 раз более слабая, чем химическая. Энергии теплового движения молекул растворителя достаточно, чтобы отделить друг от друга молекулы полимера.

*Ограниченное набухание* – это набухание, которое не переходит в растворение. Такие полимеры называют «сшитыми» (например, резина; в ней макромолекулы каучука соединены между собой через молекулы серы). Химическая связь гораздо прочнее межмолекулярной и энергии теплового движения недостаточно для отделения макромолекул друг от друга.

Также ограниченно набухают полимеры, имеющие в своем составе большое количество полярных группировок; между макромолекулами образуется большое количество достаточно прочных водородных связей (водородная связь по прочности занимает промежуточное положение между химической и межмолекулярной связью). К таким природным полимерам относятся белки.

Ограниченно набухают полимеры, имеющие химические связи – «мостики», между макромолекулами.

Если обозначить массу полимера до набухания *m*0, а массу полимера после набухания *m*, то отношение

α = (m-m0)/m0

α = можно назвать *степенью набухания.*

Выраженная таким образом степень набухания численно равна количеству жидкости, поглощенной одним килограммом полимера. Можно также выразить степень набухания в процентах:

α = ((m-m0)/m0)\*100%

**Задача 3.** По данным вискозиметрических определений характеристической вязкости [η] растворов ВМС и значениям констант К и α уравнения Марка-Хаувинка рассчитать молекулярную массу полимера (таблиц 2).

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Полимер (ВМС)** | **Растворитель** | **[η]** | **K⋅104** | **α** |
| **3.1** | Полипропилен | Декалин | 0,45 | 1,0 | 0,80 |
| **3.2** | Полистирол | Циклогексан | 0,27 | 8,2 | 0,50 |
| **3.3** | Полиизобутилен | CCl4 | 1,8 | 3,6 | 0,64 |
| **3.4** | Полиизобутилен | Диизобутилен | 2,3 | 3,6 | 0,64 |

**Задача 3.5.** Будет ли происходить набухание желатина (ИЭТ=4,7) в ацетатном буфере приготовленном из 100 мл раствора ацетата натрия и 200 мл раствора уксусной кислоты (одинаковых концентраций) при 200С? Как можно ускорить процесс набухание? Как замедлить? Ответ объясните.

**Задача 3.6.** Полимер 2г поместили в склянку с бензолом. Через 20 мин полимер вынули из склянки и взвесили. Масса стала равна 2,5г. Рассчитайте степень набухания полимера в %.

**Тема 4. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений.**

Коллоидно-дисперсные и микрогетерогенные системы обычно характеризуются дисперсностью, в качестве меры которой принята удельная поверхность.

Удельная поверхность дисперсной фазы, содержащей одинаковые частицы, вычисляется по формуле

Sуд.=Sr /Vr,

где Sr — поверхность частицы, Vr, - ее объём.

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем характеризуются диффузией, осмосом, броуновским движением.

Для описания диффузии используйте первый закон Фика:, где i=dm/sdt – поток вещества, определяемый как количество вещества dm проходимого за время dt через поверхность S, D-коэффициент диффузии, grad C - градиент концентрации; для одномерной диффузии, т. е . диффузии только в одном направлении, grad C = dC/dx (x – координата в этом направлении).

Принципиально осмос в дисперсных системах и растворах ВМС не отличается от осмоса растворов НМС.

Совместное рассмотрение явлений осмоса и диффузии приводят к выводу уравнения Эйнштейна:

D=kT/B,

где k= R/NA - константа Больцмана, В — коэффициент вязкого сопротивления среды.

Для сферических частиц выполняется формула Стокса:

B = 6πηr,

где η — вязкость среды, r – радиус частицы. Поэтому для сферических частиц коэффициент диффузии может быть вычислен по формуле:

D= kT/ 6πηr.

Броуновское движение частиц описывается уравнением Эйнштейна- Смолуховского:

x= √rDt.

Кроме поступательного существует вращательное броуновское движение. В этом случае находится средний квадрат случайного поворота частицы вокруг оси φ2, который также зависит от выбранных промежутков времени:

φ2 = 2θt.

Для сферических частиц коэффициент вращательной диффузии определяют по формуле:

θ = KT/8πηr3

В случае достаточно крупных частиц броуновское движение незначительно, и им можно пренебречь при изучении оседания частиц под действием силы тяжести. Скорость оседания сферических частиц зависит от вязкости среды η, радиуса частицы и разности плотностей частиц и среды:

w = 2 \*(dr – dc)r2·q/9η.

Эта формула может быть преобразована для вычисления радиуса частицы по скорости ее оседания:

r =(9ηlnx2 / x1)/ 2 w2(dr – dc)t,

где x2 x1 — расстояния от оси вращения в начале центрифугирования ичерез время t, w - угловая скорость ротора центрифуги.

Масса частицы произвольной формы можно также определить по данным центрифугирования. Для этой цели используют уравнение:

mr = В· dr S/ dr – dc,

где В — коэффициент сопротивления среды движению частиц,.

Учитывая, что по уравнению Эйнштейна В=КТ/D, получим:

mr = КТ/D· dr ·S/ dr – dc

**Задача 4.1.** Определите коэффициент диффузии красителя конго красный в водномрастворе, если при градиенте концентрация 0, 5 кг/м3 за 2 ч. через 0,0025 м2проходит 4,9·10-7 г вещества.

**Тема №5. Ионная адсорбция**

*Ионная адсорбция –* адсорбция из растворов сильных электролитов. В этом случае растворенное вещество адсорбируется в виде ионов.

***Влияние химической природы ионов***

1. Особый интерес для коллоидной химии представляет адсорбция ионов поверхностью кристалла, в состав которого входят такие же или родственные ионы. В этом случае адсорбцию можно рассматривать как достройку кристаллической решетки способными адсорбироваться на ней ионами. Это позволило Пескову и Фаянсу сформулировать правило: *на* *твердой поверхности преимущественно адсорбируются ионы, входящие в* *состав поверхности или имеющие родственную группировку (или изоморфные) ионам, входящим в состав поверхности.*

2. Чем больше заряд иона, тем сильнее ион притягивается противоположно заряженной поверхностью твердого тела, тем сильнее адсорбция:

K+ << Ca2+ << Al3+ << Th4+

Усиление адсорбции

3. Чем больше кристаллический радиус иона при одинаковом заряде, тем лучше он адсорбируется. В соответствии с этим ионы можно расположить в ряды по возрастающей способности к адсорбции:

Li+ < Na+ < K+ < Rb+ < Cs+

Mg2+ < Ca2+ < Sr2+ < Ba2+

Cl- < Br - < NO3 − < J-

Адсорбционная способность возрастает

**Задача 5.1.** Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов:

а) 0,001Н Pb(NO3)2 и 0,0005H HJ;

б) 0,01H Pb(NO3)2 и 0,02H HJ.

Определить, какой из двух электролитов (K2SO4 или CaCl2) будет иметь меньший порог коагуляции.

**Литература:**

**Основная**

1. Гельфман, М.И. Химия: учебник для студ. вузов, обуч. по технол. спец. И напр. / М.И. Гельфман, В.П. Юстратов. - СПб.: Лань, 2000. - 480 с.

2. Стромберг, А.Г. Физическая химия: учебник для хим. спец. вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. - М.: Высш. шк., 2001. - 527 с.

3. Гельфман, М.И. Коллоидная химия: учебник для вузов / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. - СПб.: Лань, 2003. - 332 с.

4. Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии: учебник для вузов. - Л.: Химия, 1984. - 368 с.

5. Зимон, А.Д. Коллоидная химия: учебник для вузов / А.Д. Зимон, Н.Ф. Лещенко. - М.: АГАР, 2001. - 320 с.

***Дополнительная***

6. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. - СПб.: Иван Федоров, 2002. - 239 с.

7. Гельфман, М.И., Холохонова, Л.И., Ковалевич, О.В. Физическая химия: учебное пособие. Ч. I. - Кемерово, 1994. - 148 с.

8. Гельфман М.И., Холохонова Л.И., Ковалевич О.В. Физическая химия: учебное пособие. Ч. II. - Кемерово, 1994. - 148 с.

9. Ковалевич, О.В. Коллоидная химия: конспект лекций. - Кемерово, 1997. -143 с.

10. Холохонова, Л.И. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.- Кемерово, 1995.

11. Холохонова, Л.И., Кирсанова, Н.В. Адсорбция. - Кемерово, 1998. - 64 с.

12. Розаленок, Н.В. Лабораторный практикум и материалы для самостоятельной работы по курсу физической и коллоидной химии студентов заочной формы обучения. - Кемерово, 1999. - 56 с.\_\_