

Определение показателя преломления жидкостей с помощью рефрактометра

Цель работы: определение показателя преломления жидкостей методом полного внутреннего отражения с помощью рефрактометра ИРФ-454Б; исследование зависимости показателя преломления раствора от его концентрации.

Описание установки

При преломлении некогерентного света происходит его разложение на составные цвета в спектр. Это явление обусловлено зависимостью показателя преломления вещества от частоты (длины волны) света и называется дисперсией света.

Принято характеризовать преломляющую способность среды показателем преломления на длине волны $\lambda = 589,3$ нм (среднее значение длин волн двух близких желтых линий в спектре паров натрия). Этот показатель преломления обозначается n_D .

Мерой дисперсии служит средняя дисперсия, определяемая как разность $(n_F - n_C)$, где n_F - показатель преломления вещества на длине волны $\lambda = 486,1$ нм (голубая линия в спектре водорода), n_C - показатель преломления вещества на $\lambda = 656,3$ нм (красная линия в спектре водорода).

Преломление вещества характеризуют величиной относительной дисперсии: $\frac{1}{\nu} = \frac{n_F - n_C}{n_D - 1}$ В

справочниках обычно приводится величина, обратная относительной дисперсии, т. е. $\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$

, где ν - коэффициент дисперсии, или число Аббе.

Установка для определения показателя преломления жидкостей состоит из рефрактометра ИРФ-454Б с пределами измерения показателя преломления n_D в диапазоне от 1,2 до 1,7; исследуемой жидкости, салфетки для протирания поверхностей призм.

Рефрактометр ИРФ-454Б является контрольно-измерительным прибором, предназначенным для непосредственного измерения показателя преломления жидкостей, а также для определения средней дисперсии жидкостей в лабораторных условиях.

Принцип действия прибора ИРФ-454Б основан на явлении полного внутреннего отражения света. Принципиальная схема прибора показана на рис. 1.

Исследуемая жидкость помещается между двумя гранями призмы 1 и 2. Призма 2 с хорошо отполированной гранью AB является измерительной, а призма 1 с матовой гранью A_1B_1 - осветительной. Лучи от источника света падают на грань A_1C_1 , преломляются, падают на матовую поверхность A_1B_1 и рассеиваются этой поверхностью. Затем они проходят слой исследуемой жидкости и попадают на поверхность AB призмы 2.

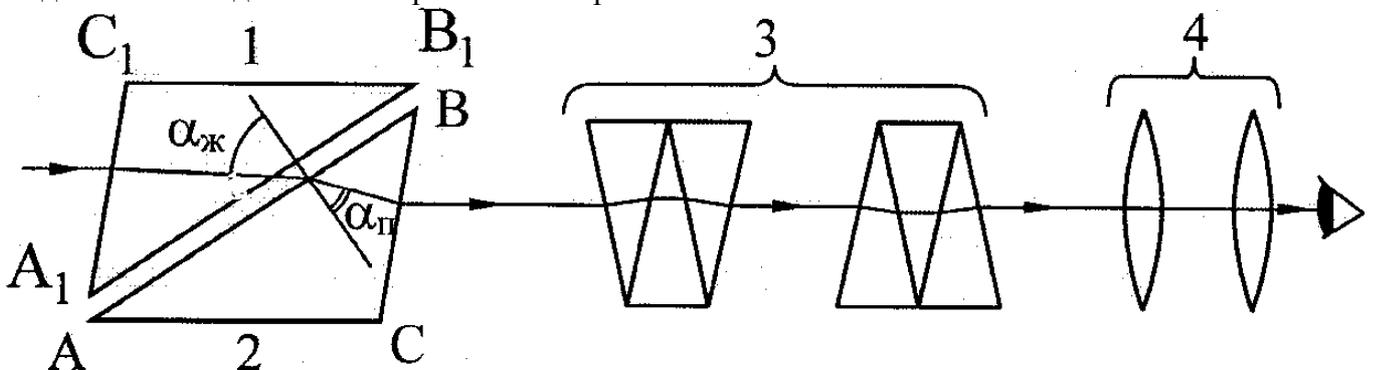


Рис. 1.

По закону преломления $\frac{\sin \alpha_{жс}}{\sin \alpha_n} = \frac{n_n}{n_{жс}}$, где $\alpha_{жс}$ и α_n - углы преломления лучей в жидкости и призме соответственно. При увеличении угла падения $\alpha_{жс}$ угол преломления α_n также

увеличивается и достигает максимального значения $\alpha_{пред}$, когда $\alpha_{жс} = 90^\circ$, т. е. когда луч в жидкости скользит по поверхности AB . Следовательно, $\sin \alpha_{пред} = \frac{n_n}{n_{жс}}$. Таким образом, выходящие из призмы 2 лучи ограничены определенным углом $\alpha_n = \alpha_{пред}$. Лучи, идущие из жидкости в призму 2 под большими углами претерпевают полное внутреннее отражение на границе раздела AB и не проходят через призму.

На рассматриваемом приборе исследуются жидкости, показатель преломления $n_{жс}$ которых меньше показателя преломления n_n призмы 2, следовательно, лучи всех направлений, преломившиеся на границе жидкости и стекла, войдут в призму. Очевидно, часть призмы, соответствующая не прошедшим лучам будет затемненной. В зрительную трубу 4, расположенную на пути выходящих из призмы лучей, можно наблюдать разделение поля зрения на светлую и темную части. Поворачивая систему призм 1-2, совмещают границу раздела светлого и темного поля с крестом нитей окуляра зрительной трубы. Система призм 1-2 связана со шкалой, которая отградуирована в значениях показателя преломления. Шкала расположена в нижней части поля зрения трубы и при совмещении раздела поля зрения с крестом нитей даёт соответствующее значение показателя преломления жидкости $n_{жс}$.

Из-за дисперсии граница раздела поля зрения в белом свете будет окрашена. Для устранения окрашенности, а также для определения средней дисперсии исследуемого вещества служит компенсатор 3, состоящий из двух систем склеенных призм прямого зрения (призм Амичи). Призмы можно вращать одновременно в разные стороны с помощью точного поворотного механического устройства, меняя тем самым собственную дисперсию компенсатора и устраняя окрашенность границы поля зрения, наблюдаемую через оптическую систему 4. С компенсатором связан барабан со шкалой, по которой определяют параметр дисперсии, позволяющий рассчитать среднюю дисперсию вещества.

Порядок выполнения работы

1. Произвести настройку прибора так, чтобы свет от источника (лампы накаливания) поступал в осветительную призму и освещал равномерно поле зрения.
2. Открыть измерительную призму. Стеклопалочкой нанести на её поверхность несколько капель воды и осторожно закрыть призму. Зазор между призмами должен быть равномерно заполнен тонким слоем воды (обратить на это особое внимание).
3. Пользуясь винтом прибора со шкалой, устранить окрашенность поля зрения и получить резкую границу света и тени. Совместить ее, с помощью другого винта, с отсчётным крестом окуляра прибора. Определить показатель преломления воды по шкале окуляра с точностью до тысячных долей.
4. Сравнить полученные результаты со справочными данными для воды. Если отличие измеренного от табличного показателя преломления не превышает $\pm 0,001$, то измерение выполнено правильно.

Задание 1

1. Приготовить раствор поваренной соли ($NaCl$) с концентрацией, близкой к пределу растворимости (например, $C = 200$ г/литр).
2. Измерить показатель преломления полученного раствора.
3. Разбавляя раствор в целое число раз получить зависимость показателя; преломления от концентрации раствора и заполнить табл. 1.

Таблица 1

i	1	2	3	4	5	6	7
$x=C, \text{ г/л}$							
$y=n$							

Упражнение. Как получить только разбавлением концентрацию раствора, равную 3/4 максимальной (начальной)?

4. Построить график зависимости $n=n(C)$. Дальнейшую обработку экспериментальных данных провести по указанию преподавателя.

Обработка экспериментальных данных

а) Графический метод

1. Из графика определить угловой коэффициент B , который при условиях эксперимента будет характеризовать растворенное вещество и растворитель.
2. Определить с помощью графика концентрацию раствора $NaCl$, данного лаборантом.

б) Аналитический метод

Методом наименьших квадратов вычислить A , B и S_B .

По найденным значениям A и B определить среднее значение $\langle C \rangle$ концентрации раствора $NaCl$, данного лаборантом

$$\langle C \rangle = \frac{\langle n \rangle = A}{B}$$

Контрольные вопросы

1. Дисперсия света. Чем отличается нормальная дисперсия от аномальной?
2. Что такое явление полного внутреннего отражения?
3. Почему на данной установке нельзя измерить показатель преломления жидкости больший, чем показатель преломления призмы?
4. Зачем грань призмы A_1B_1 делают матовой?