

Определение показателя преломления и дисперсии жидкости

Приборы и принадлежности: рефрактометр АБВЕ 2WA-J, набор пробирок с исследуемыми жидкостями.

Рефрактометр предназначен для непосредственного измерения показателя преломления жидкостей и твердых тел, а также средней дисперсии. Промышленные рефрактометры применяются для экспресс-анализа концентраций водных, спиртовых, эфирных и других растворов по показателю преломления n .

Устройство рефрактометра основано на явлении полного внутреннего отражения при прохождении светом границы раздела двух сред с разными показателями преломления. Прибор позволяет исследовать вещества, показатель преломления которых меньше показателя преломления измерительной призмы. Все измерения проводятся в белом свете.

Несколько капель исследуемой жидкости помещают между двумя гипотенузными гранями призм I и II (рис. 1.). Призма I с хорошо отполированной плоской гранью AB является измерительной, а призма II с матовой гранью A_1B_1 – осветительной.

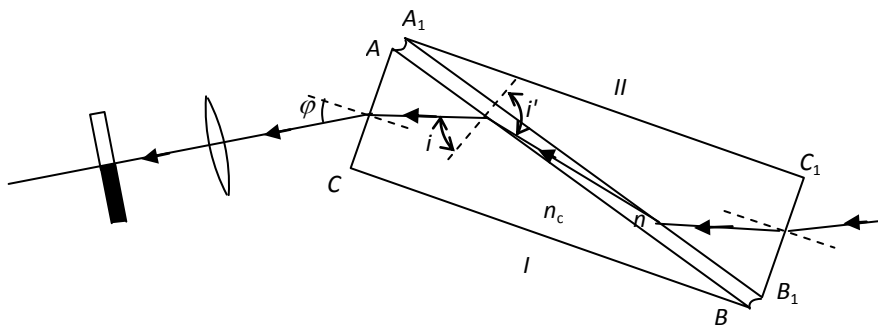


Рис.1

От источника света лучи падают на грань C_1B_1 , преломляются и попадают на матовую поверхность A_1B_1 , рассеиваются этой поверхностью, проходят слой исследуемой жидкости и падают на поверхность AB призмы I . Показатель преломления исследуемой жидкости меньше показателя преломления измерительной призмы I , лучи всех направлений, преломившись на границе жидкости и стекла, войдут в призму I .

$$\text{По закону преломления имеем} \quad n \sin i' = n_c \sin i, \quad (1)$$

где n – показатель преломления исследуемой жидкости; i' – угол падения луча; n_c – показатель преломления измерительной призмы; i – угол преломления луча.

С увеличением угла i' угол i также увеличивается, достигая максимального значения при угле падения $i' = 90^\circ$, т. е. когда падающий луч скользит по поверхности AB .

$$\text{Из уравнения (1) следует} \quad \sin i = \frac{n \sin i'}{n_c}. \quad (2)$$

Максимальное значение угла преломления луча, соответствующее углу падения 90° , называется **предельным углом преломления**. Так как зазор между призмами I и II мал, то можно приблизительно считать, что лучи с наибольшим углом падения являются скользящими. Тогда, подставляя значение $i'=90^\circ$ в формулу (1), получим

$$\sin i = \frac{n}{n_c}, \quad \text{откуда} \quad n = n_c \sin i.$$

В действительности формула для определения показателя преломления несколько сложнее, так как выходящие из призмы I лучи преломляются на грани AC .

Если на пути лучей, выходящих из призмы, поставить зрительную трубу, то часть поля зрения будет освещена, а часть останется темной. Получающаяся граница света и тени определяется лучом, выходящим из призмы под минимальным углом φ . Наблюдая в зрительную трубу, совмещают границу раздела с перекрестием зрительной трубы и непосредственно по шкале прибора снимают отсчеты величины показателя преломления.

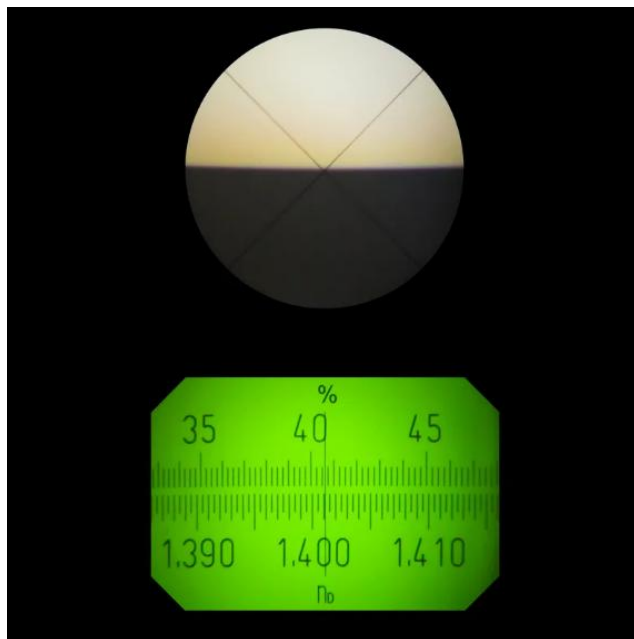


Рис.2

Вследствие явления дисперсии в белом свете граница раздела будет окрашенной. Для устранения окрашенности наблюдаемой границы раздела, и определения средней дисперсии вещества служит компенсатор, состоящий из двух призм прямого зрения (призм Амичи). Маховичком **3** можно поворачивать призмы одновременно в разные стороны, меняя при этом дисперсию компенсатора и устраняя цветную кайму границы раздела (при повороте барабана на 180° дисперсия компенсатора пройдет все значения от нуля до двойного значения дисперсии одной призмы). С компенсатором связан барабан со шкалой, по которой определяют параметр дисперсии Z , позволяющий рассчитать среднюю дисперсию вещества. Шкала дисперсионного лимба барабана разделена на 120 частей, 60 делений – 180° .

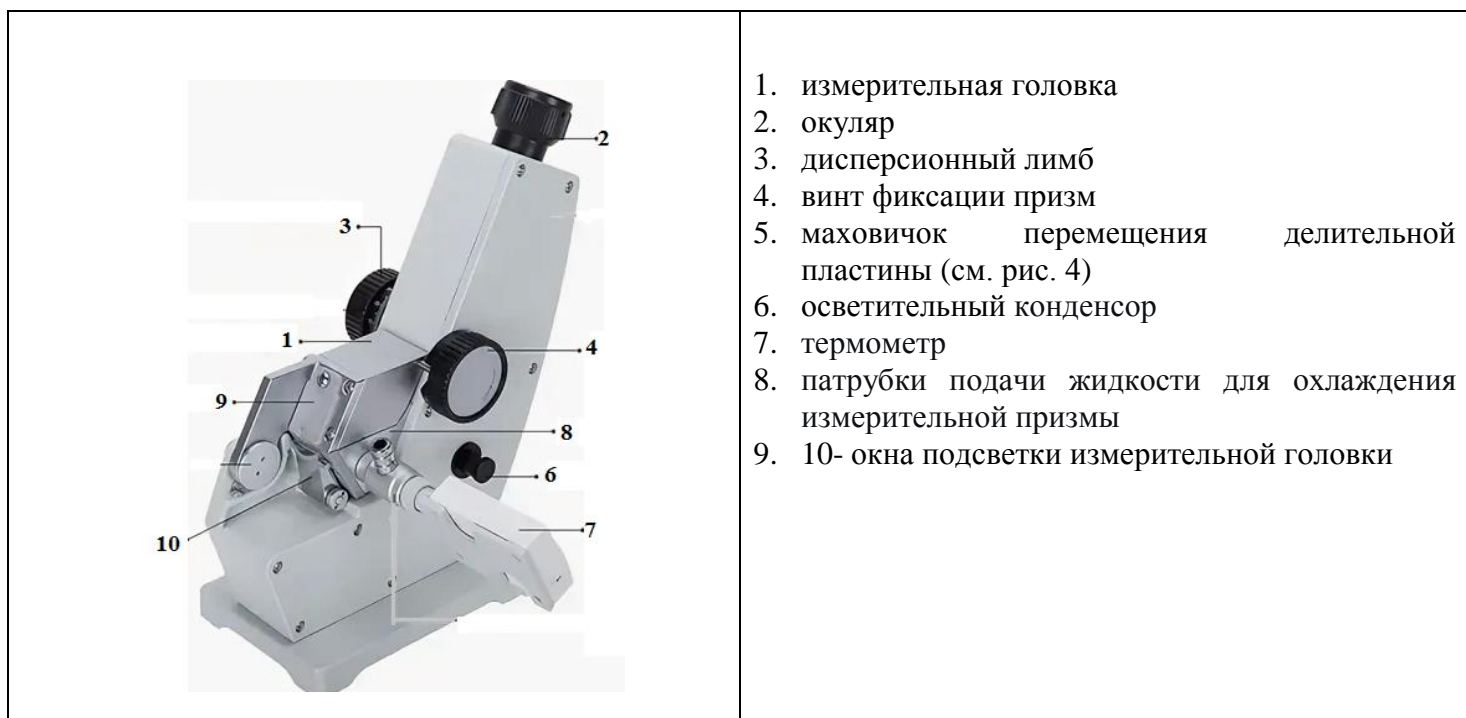


Рис.3

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Упражнение 1. Измерение показателя преломления жидких сред.

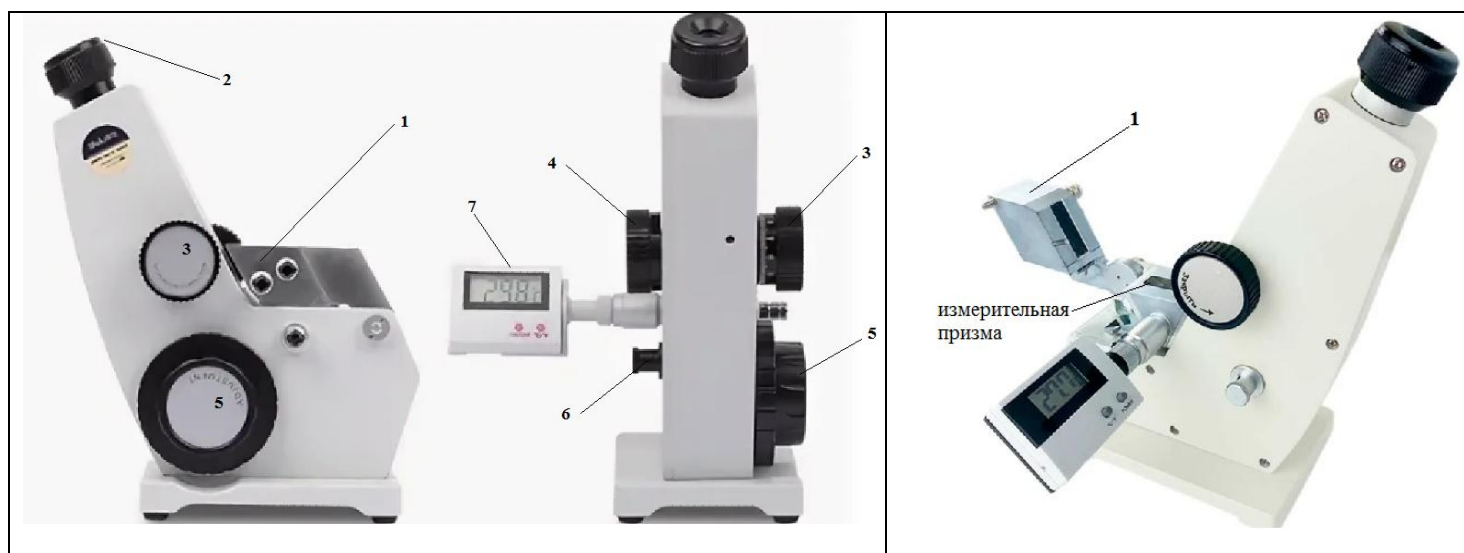


Рис. 4.

1. Открыть измерительную головку **1** рефрактометра (см. рис. 4). На поверхность измерительной призмы нанести пипеткой 1-2 капли исследуемой жидкости и осторожно закрыть головку при помощи маховичка **4**.

2. Конденсором **6** подсветить шкалу рефрактометра. Окуляром **2** настроить резкое изображение перекрестия и шкалы рефрактометра. Наблюдая в окуляр и вращая маховик **5**, найти границу раздела света и тени, совместить ее с перекрестием. Скомпенсировать спектральную окраску границы раздела света и тени (маховик **3**). Скорректировать положение границы светотени (маховик **5**). Снять значение показателя преломления по шкале рефрактометра с точностью до тысячных долей.

3. Открыть измерительную головку. Удалить остатки исследуемой жидкости. Тщательно протереть призмы.

4. Произвести указанные измерения по пп.1 и 2 для других растворов, число которых взять по указанию преподавателя. Для каждого раствора произвести измерение показателя преломления не менее 3-х раз.

5. По полученным результатам измерений рассчитать среднее значение показателя преломления для каждого раствора.

6. Проанализировать полученные результаты измерения показателя преломления жидкостей, оценить погрешность измерений.

Упражнение 2. Измерение средней дисперсии воды

1. Открыть измерительную головку рефрактометра. На поверхность измерительной призмы нанести пипеткой 1-2 капли дистиллированной воды и осторожно закрыть головку. Измерить показатель преломления дистиллированной воды n_D .

2. Определить параметр дисперсии – Z для воды. Сделав границу раздела бесцветной, снять значение Z_1 по дисперсионному лимбу **3** (см. рис. 4). Продолжая вращать маховичок **3** в том же направлении, получить границу раздела второй раз бесцветной и снять значение Z_2 по дисперсионному лимбу **3**. Сделать не менее 3 отсчетов с двух сторон лимба маховичка **3** и найти среднее арифметическое Z .

3. Определить величину средней дисперсии для воды по формуле $(n_F - n_C) = A + B\sigma$. Коэффициенты A, B находят по таблице 1 в зависимости от показателя преломления n_D , коэффициент

σ – по среднему значению Z . Если величина дисперсии $Z > 30$, то коэффициент σ принимает отрицательное значение.

4. Вычислить коэффициент дисперсии (*число Аббе*) по формуле

$$\gamma = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}.$$

5. Сравнить полученные результаты со справочными данными для воды.

Таблица 1

Найти	A	ΔA (10^{-5})	B	ΔB (10^{-5})	Z	δ	$\Delta \delta$ (10^{-3})	Z
1.300	0.02494	-6	0.03340	-13	0	1.000	1	60
1.310	0.02488	-5	0.03327	-16	1	0.999	4	59
1.320	0.02483	-5	0.03311	-16	2	0.995	7	58
1.330	0.02478	-5	0.03295	-19	3	0.988	10	57
1.340	0.02473	-4	0.03276	-20	4	0.978	12	56
1.350	0.02469	-5	0.03256	-21	5	0.966	15	55
1.360	0.02464	-4	0.03235	-23	6	0.951	17	54
1.370	0.02460	-4	0.03212	-25	7	0.934	20	53
1.380	0.02456	-4	0.03187	-26	8	0.914	23	52
1.390	0.02452	-4	0.03161	-28	9	0.891	25	51
1.400	0.02448	-3	0.03133	-29	10	0.866	27	50
1.410	0.02445	-4	0.03104	-31	11	0.839	30	49
1.420	0.02441	-3	0.03073	-33	12	0.809	32	48
1.430	0.02438	-3	0.03040	-34	13	0.777	34	47
1.440	0.02435	-3	0.03006	-36	14	0.743	36	46
1.450	0.02432	-3	0.02970	-38	15	0.707	38	45
1.460	0.02429	-2	0.02932	-40	16	0.699	40	44
1.470	0.02427	-2	0.02892	-41	17	0.629	41	43
1.480	0.02425	-2	0.02851	-43	18	0.588	43	42
1.490	0.02423	-2	0.02808	-46	19	0.545	45	41
1.500	0.02421	-1	0.02762	-47	20	0.500	46	40
1.510	0.02420	-1	0.02715	-50	21	0.454	47	39
1.520	0.02419	-1	0.02665	-51	22	0.407	49	38
1.530	0.02418	0	0.02614	-54	23	0.358	49	37
1.540	0.02418	0	0.02560	-56	24	0.309	50	36
1.550	0.02418	0	0.02504	-59	25	0.259	51	35
1.560	0.02418	0	0.02445	-61	26	0.208	52	34
1.570	0.02418	1	0.02384	-64	27	0.156	52	33
1.580	0.02419	2	0.02320	-67	28	0.104	52	32
1.590	0.02421	2	0.02253	-70	29	0.052	52	31
1.600	0.02423	2	0.02183	-73	30	0.000		30
1.610	0.02425	3	0.02110	-77				
1.620	0.02428	4	0.02033	-80				
1.630	0.02432	5	0.01953	-85				
1.640	0.02437	5	0.01868	-89				
1.650	0.02442	6	0.01779	-95				
1.660	0.02448	8	0.01684	-100				
1.670	0.02456	9	0.01584	-107				
1.680	0.02465	10	0.01477	-114				
1.690	0.02475	13	0.01363	-124				
1.700	0.02488		0.01239					

Упражнение 3. Определение концентрации водного раствора спирта.

1. Произвести измерения показателей преломления эталонных растворов. Начать измерения следует с дистиллированной воды, затем спиртовые растворы в порядке увеличения концентрации эталонных проб. По полученным результатам построить градуировочный график – зависимость показателя преломления от концентрации спиртового раствора $n = n(C)$. График вычертить на миллиметровой бумаге в возможно большем масштабе.

2. Измерить показатель преломления исследуемой пробы.

3. Определить с по градуировочному графику процентное содержание спирта в пробе.

4. Проанализировать полученные результаты определения показателя преломления водных растворов спирта.