

Лабораторная работа Д 2.7

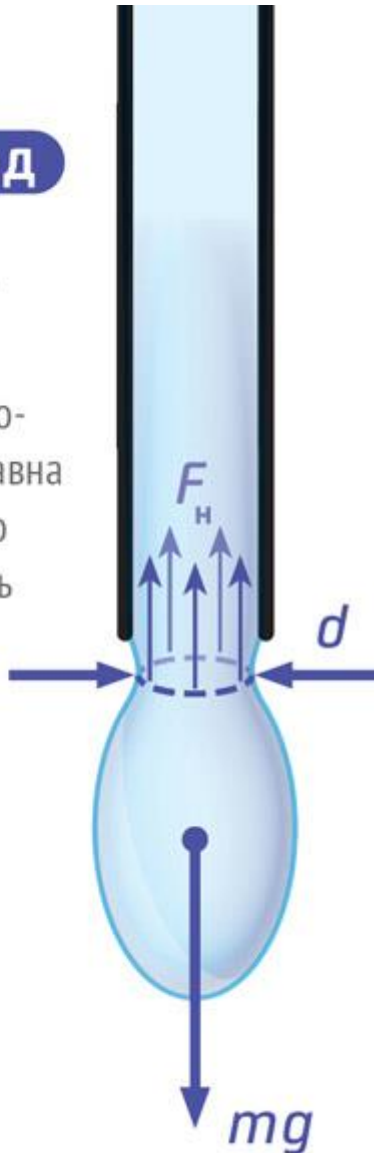
Определение коэффициента поверхностного натяжения воды при разных температурах.

СТАЛАГМО- МЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД

$$F_H = \pi d \sigma = mg$$

В момент отрыва капли, сила поверхностного натяжения (F_H) равна силе притяжения (mg). Из этого соотношения можно определить коэффициент поверхностного натяжения.

$$\sigma = \frac{mg}{\pi d}$$



Сталагмометрический метод- метод счета капель.

Измерение поверхностного натяжения этим методом основано на том, что в момент отрыва капли жидкости от нижнего конца вертикальной трубки (капилляра) вес капли mg уравнивается силой поверхностного натяжения F , которая действует вдоль окружности шейки капли и препятствует ее отрыву. **В первом приближении можно считать, что**

$$F = 2\pi r \sigma = \pi d \sigma,$$

где r – внутренний радиус, d – диаметр трубки, σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости.

Для определения σ получаем: $\sigma = \frac{mg}{\pi d}$ (1)

В нашем опыте мы будем считать капли воды, вытекающие через иглу медицинского шприца.

На фотографии показаны предметы, которые потребуются для выполнения опыта (2 мм шприц, 2 емкости для воды, термометр, весы).



ЗАДАНИЕ

1. Набрать в чистый стакан холодной воды и, поставив его в холодильник, максимально охладить воду (приблизительно до 10-12 °С). Измерить температуру воды.
 2. Подготовить небольшой чистый сосуд (чашечку, флакон и т.п.), в который будет прокапываться вода. Взвесить пустой сосуд.
 3. Приготовить шприц для инъекций объемом 2 кубика (2см³). В шприц набрать ровно 2 кубика холодной воды.
 4. Прокапайте всю воду из шприца в сосуд, точно сосчитав количество капель N_1 .
- Проделайте опыт при данной температуре 3 раза. Рассчитайте среднее число капель $N_{ср}$.

5. Взвесить сосуд и определить массу прокапанной воды M . (Замечание для оценки: - при плотности воды 1 г/см^3 масса двух кубиков воды составит 2 грамма).

Если точность весов хуже $0,01\text{ г}$, то для определения массы воды при фиксированном объеме надо воспользоваться табличными значениями плотности воды от температуры (таблица 1).

6. Рассчитайте массу одной капли: $m = \frac{M}{N_{\text{ср}}}$.

7. Зная внутренний диаметр иглы (таблица 2), определите коэффициент поверхностного натяжения воды σ (1) при данной температуре. Оцените погрешность опыта.

8. Повторите опыт для более высоких температур (в диапазоне $10\text{-}70$ градусов C .)

9. Запишите все результаты измерения числа капель при разных температурах в таблицу. Определите $N_{\text{ср}}$ для каждой температуры. Как изменяется число капель при увеличении температуры?

10. Определите коэффициент поверхностного натяжения σ для каждой температуры и занесите значения в таблицу.

11. Постройте график σ от T .

12. Сравните полученные результаты с табличными значениями и сделайте выводы.

ВОПРОСЫ

1. Дайте все определения коэффициента поверхностного натяжения.

2. Получите формулу Лапласа для сферической поверхности радиуса R .

3. Чему равен коэффициент поверхностного натяжения в критической температуре?

4. Избыточное давление воздуха внутри мыльного пузыря радиуса r равно:

5. Решите задачи:

А). Для определения коэффициента поверхностного натяжения воды была использована пипетка с диаметром выходного отверстия $d=2\text{ мм}$. Оказалось, что $n=40$ капель имеют массу $m=1,9\text{ г}$. Каким по этим данным получится коэффициент поверхностного натяжения σ ?

Б). В капиллярной трубке радиусом $0,5\text{ мм}$ жидкость поднялась на высоту 11 мм . Оценить плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения равен 22 мН/м . Угол смачивания принять равным 90° .

В). В дне сосуда с ртутью имеется круглое отверстие диаметром 70 мкм . При какой максимальной высоте слоя ртути H она не будет вытекать через отверстие? Значения коэффициента поверхностного натяжения ртути взять в справочнике.

Г). Швейная игла имеет длину $3,5\text{ см}$ и массу $0,3\text{ г}$. Будет ли игла лежать на поверхности воды, если ее положить аккуратно? Использовать значения коэффициента поверхностного натяжения, полученные в опыте.

Д). Какую работу A надо совершить, чтобы каплю жидкости объёмом V с поверхностным натяжением σ растянуть в пленку, толщина которой d мала по сравнению с радиусом капли?

Е). Соломинка длиной 8 см плавает на поверхности воды ($\sigma_{\text{в}}=73 \cdot 10^{-3}$ Н/м). По одну сторону соломинки наливают мыльный раствор ($\sigma_{\text{м}}=40 \cdot 10^{-3}$ Н/м). В какую сторону начнет двигаться соломинка? Какова сила F её движущая?

Таблица 1.

Плотность воды при различных температурах — таблица

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\rho, \text{г/мл}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\rho, \text{г/мл}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\rho, \text{г/мл}$
0	999,8	0,9998	62	982,1	0,9821	200	864,7	0,8647
0,1	999,8	0,9998	64	981,1	0,9811	210	852,8	0,8528
2	999,9	0,9999	66	980	0,98	220	840,3	0,8403
4	1000	1	68	978,9	0,9789	230	827,3	0,8273
6	999,9	0,9999	70	977,8	0,9778	240	813,6	0,8136
8	999,9	0,9999	72	976,6	0,9766	250	799,2	0,7992
10	999,7	0,9997	74	975,4	0,9754	260	783,9	0,7839
12	999,5	0,9995	76	974,2	0,9742	270	767,8	0,7678
14	999,2	0,9992	78	973	0,973	280	750,5	0,7505
16	999	0,999	80	971,8	0,9718	290	732,1	0,7321
18	998,6	0,9986	82	970,5	0,9705	300	712,2	0,7122
20	998,2	0,9982	84	969,3	0,9693	305	701,7	0,7017
22	997,8	0,9978	86	967,8	0,9678	310	690,6	0,6906
24	997,3	0,9973	88	966,6	0,9666	315	679,1	0,6791
26	996,8	0,9968	90	965,3	0,9653	320	666,9	0,6669
28	996,2	0,9962	92	963,9	0,9639	325	654,1	0,6541
30	995,7	0,9957	94	962,6	0,9626	330	640,5	0,6405
32	995	0,995	96	961,2	0,9612	335	625,9	0,6259
34	994,4	0,9944	98	959,8	0,9598	340	610,1	0,6101
36	993,7	0,9937	100	958,4	0,9584	345	593,2	0,5932
38	993	0,993	105	954,5	0,9545	350	574,5	0,5745
40	992,2	0,9922	110	950,7	0,9507	355	553,3	0,5533
42	991,4	0,9914	115	946,8	0,9468	360	528,3	0,5283
44	990,6	0,9906	120	942,9	0,9429	362	516,6	0,5166
46	989,8	0,9898	125	938,8	0,9388	364	503,5	0,5035
48	988,9	0,9889	130	934,6	0,9346	366	488,5	0,4885
50	988	0,988	140	925,8	0,9258	368	470,6	0,4706
52	987,1	0,9871	150	916,8	0,9168	370	448,4	0,4484
54	986,2	0,9862	160	907,3	0,9073	371	435,2	0,4352
56	985,2	0,9852	170	897,3	0,8973	372	418,1	0,4181
58	984,2	0,9842	180	886,9	0,8869	373	396,2	0,3962
60	983,2	0,9832	190	876	0,876	374,12	317,8	0,3178

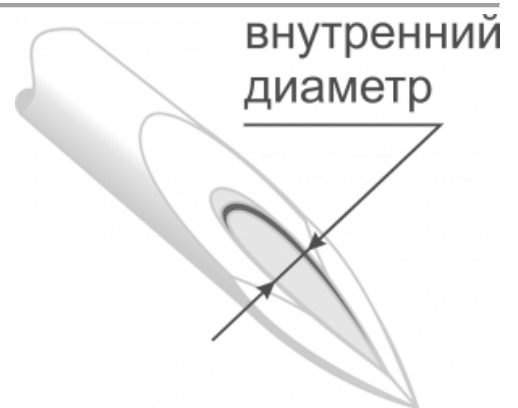
ТАБЛИЦА 2.

Таблица диаметров игл шприцев. Содержит калибр G (gauge), длину иглы, внутренний и внешний диаметры.

Внутренний диаметр - просвет иглы должен быть адаптирован к диаметру шприца.

В этой таблице представлена информация по диаметрам игл шприцев. Размеры упорядочены по номеру калибра G (Gauge) системы ISO. Отклонения от параметров находятся в пределах: от 0,005 мм до 0,0076 мм.

Таблица



Калибр (Gauge)	Внешний диаметр (мм)	Внутренний диаметр просвет (мм)	Толщина стенки (мм)	Длина (мм)
G7	4.572	3.810	0.381	
G8	4.191	3.429	0.381	
G9	3.759	2.997	0.381	
G10	3.404	2.692	0.356	
G11	3.048	2.388	0.330	
G12	2.769	2.159	0.305	
G13	2.413	1.803	0.305	
G14	2.108	1.600	0.254	
G15	1.829	1.372	0.229	
G16	1.651	1.194	0.229	40
G17	1.473	1.067	0.203	
G18	1.270	0.838	0.216	50
G19	1.067	0.686	0.191	25/40/50
G20	0.9081	0.603	0.1524	25/40
G21	0.8192	0.514	0.1524	16/25/40
G22	0.7176	0.413	0.1524	25/30/40/50
G22s	0.7176	0.152	0.2826	
G23	0.6414	0.337	0.1524	25/30
G24	0.5652	0.311	0.1270	25
G25	0.5144	0.260	0.1270	16/25