

Определение коэффициента
поверхностного натяжения жидкости
методом капиллярных явлений и методом
отрыва капель.

Физический практикум.
Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом капиллярных явлений. Определение массы воды, поднявшейся по капиллярной трубке.

Цель работы: 1) Определить коэффициент поверхностного натяжения методом капиллярных явлений.
 2) Определить массу воды, поднявшейся по капиллярной трубке.

Оборудование: сосуд с водой, стеклянная (или пластмассовая) трубка; клин ∇ ; линейка.

Ход работы.



Собрать установку: капиллярную трубку опустить в сосуд с водой.

h - высота воды в трубке.

Столб воды высотой h удерживается силами поверхностного

натяжения: $mg = F$, где mg - сила тяжести;

F - сила поверхностного натяжения.

$m = \rho V = \rho S h$; $S = \pi r^2$, где ρ - плотность воды; S - площадь поперечного сечения трубки; r - радиус трубки, $\pi = 3,14$.

$m = \rho h \pi r^2$; $mg = g \rho h \pi r^2$ (1)

$F = G l$, где G - коэффициент поверхностного натяжения

l - длина окружности трубки $l = 2\pi r$ (из матем.)

$F = G 2\pi r$ (2). Приравняем уравнение (1), (2). Получим:

$g \rho h \pi r^2 = G 2\pi r$, $g \rho h r = 2G$; $h = \frac{2G}{g \cdot \rho \cdot r} = \frac{4G}{g \cdot \rho \cdot d}$; d - диаметр трубки.

$$h = \frac{4G}{g \cdot \rho \cdot d} \quad (3) \quad G_{np} = \frac{g \cdot \rho \cdot h \cdot d}{4} \quad (4) \text{ пр. - приблизительное}$$

d - измерить с помощью клина :

h - измерить линейкой



Результаты измерений и вычислений записать в таблицу:

1.

| $g, \text{ м/с}^2$ | $\rho, \text{ кг/м}^3$ | $h, \text{ м}$ | $d, \text{ м}$ | $G_{np}, \text{ Н/м}$ |
|--------------------|------------------------|----------------|----------------|-----------------------|
| 9,8 | 10^3 | 0,005 | 0,005 | |

Вычислить абсолютную (Δ) и относительную (ε) погрешности.

I. Линейка

| $\Delta_h h, \text{ м}$ | $\Delta_{\rho} h, \text{ м}$ | $\Delta_h, \text{ м}$ |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 10^{-3} | $0,5 \cdot 10^{-3}$ | |

$$\Delta h = \Delta_h h + \Delta_{\rho} h$$

II. Линейка

| $\Delta_d d, \text{ м}$ | $\Delta_{\rho} d, \text{ м}$ | $\Delta d, \text{ м}$ |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 10^{-3} | $0,5 \cdot 10^{-3}$ | |

$$\Delta d = \Delta_d d + \Delta_{\rho} d$$

III. $\varepsilon = \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta d}{d}$ $\varepsilon =$

IV. $\Delta G = G_{np} \varepsilon$ $\Delta G =$

Вывод: $G = G_{\text{пр}} \pm \Delta G$ 1) $G_1 = G_{\text{пр}} + \Delta G$

$G_1 =$

2) $G_2 = G_{\text{пр}} - \Delta G$

$G_2 =$

1. $G_1 =$ Это значит, что.....

Истинное значение G лежит в интервале:

$$G_2 \leq G_{\text{пр}} \leq G_1$$

2. Найти массу воды, поднявшейся по капиллярной трубке.

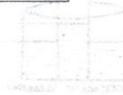
$$m = \rho V \quad V = S h \quad h = \frac{4G}{\rho \cdot g \cdot d} \quad (\text{смотри формулу (3)}), \quad S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{4G}{\rho \cdot g \cdot h} = \frac{\pi \cdot G \cdot d}{\rho \cdot g} \quad m = \rho \cdot \frac{\pi \cdot G \cdot d}{\rho \cdot g} = \frac{\pi \cdot G \cdot d}{g} \quad m = \frac{\pi \cdot G_1 d}{g} \quad \pi = 3,14$$

G_1, d взять из раздела 1.

| $g, \text{ м/см}^2$ | $G_1, \text{ Н/м}$ | $d, \text{ м}$ | $m, \text{ кг}$ |
|---------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| $\frac{9}{8}$ | | | |

$m =$



Дополнительное задание.

- 1) В капиллярной трубке радиусом 0,5 мм жидкость поднялась на 11 мм. Найти плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения 22 мН/м.
- 2) Где выше поднимается вода в капиллярах равного радиуса – у подножия высокой горы или на ее вершине?

Теоретический материал: чтобы ответить на данный вопрос, надо вспомнить материал 9 класса: (g зависит от высоты над поверхностью земли H .) $g = \gamma \cdot \frac{M}{(R+H)^2}$; γ – гравитационная

постоянная;
 M – масса Земли;
 R – радиус Земли;
 H – высота на поверхности Земли.

- 3) Как изменится высота h воды в капилляре, если понизить температуру воды?

Теоретический материал: 7 класс - $\rho = \frac{m}{V}$, t^0 уменьшается:

m не меняется,
 V уменьшается,
 ρ увеличивается.

10 класс - $G = \frac{F}{l}$; F - сила поверхностного натяжения,

l – длина границы поверхностного слоя.

t^0 уменьшается: уменьшается среднее расстояние между ее частями, а силы молекулярного притяжения увеличиваются. G увеличивается. Вывод: G увеличивается с понижением t^0 в большей мере, чем плотность.

Решите задачу:

С помощью пипетки отмерим 152 капли масла. Их масса оказалась равной 1,82 г. Определите диаметр шейки пипетки, если поверхностное натяжение масла 0,03 Н/м.