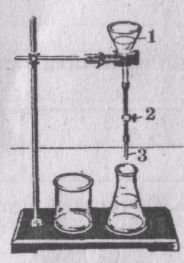
**Робота фізичного практикуму № 4**

**Тема:**Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини.

**Мета:**навчитися визначати поверхневий натяг рідини методом відривання крапель і підні­мання рідини в капілярі.

**Обладнання:**терези лабораторні з набором тягарців, штангенциркуль; клин вимірюваль­ний*;* лінійказ міліметровими поділками; кол­ба з водою; склянка низька; лійка конусопо­діб­на з корот­кою шийкою; трубка гумова з краном і скляним наконечником діаметром   
1,5-3 *мм;* штатив для фронтальних робіт, капілярна трубка, посудина з підфарбованою водою.

**Теоретичні відомості**

Коефіцієнт поверхневого натягу (КПН) рідини чисельно рів­ний відношенню модуля сили поверхневого натягу F, що діє на межу поверхневого шару рідини, до довжини цієї межі L: 

У даній роботі КПН води потрібно визначити двома способами: способом відривання крапель і за підніманням рідини у капілярі.

Для вимірювання КПН **першим способом** використовують установку, зображену на малюнку. У лапці штатива закріплюють лійку (1), на шийку якої надіто гумову трубку з краном (2) і скляним наконечником (3). У лійку наливають досліджувану рідину (воду) і краном регулюють її витікання так, щоб вода окремими краплями падала у підставлену склянку.

У момент відривання краплі від трубки на неї діють дві рівні за величиною, але протилежні за напрямом сили: сила поверхневого натягу FН = σL (де L= 2πR = πD – довжина межі між скляною трубкою та краплею, R і D – відповідно внутрішній радіус та діаметр трубки) та сила тяжіння FТЯЖ=mg (де m – маса краплі):   
 FН = FТЯЖ; σπD = mg.

Зрозуміло, що масу однієї краплі з достатньою точністю безпосереднім зважуванням знайти неможливо, тому для визначення m визначають масу M деякої кількості крапель N: m = M / N.

Остаточна формула для визначення КПН води виглядатиме так: .



  
При вимірюванні КПН **другим способом** у досліджувану рідину занурюють вузьку капілярну трубку і вимірюють висоту підіймання рідини у трубці (звісно, рідина повинна змочувати матеріал трубки).

Рідина у капілярі підніматиметься силою поверхневого натягу FН = σπD до тих пір, поки сила тяжіння піднятого стовпа рідини FТЯЖ= mg = gρV = gρSh = gρhπD²/4 (ρ - густина рідини, h – висота піднятої рідини, g – прискорення вільного падіння) не зрівняється з силою поверхневого натягу:

FТЯЖ= FН , σπD = gρhπD²/4, звідки



**Хід роботи**

***Дослід 1. Вимірювання поверхневого натягу во­ди способом відривання крапель***

1. Складіть установку так, як зображе­но на малюнку.

2. За допомогою вимірювального клина і штан­генциркуля виміряйте внутрішній діаметр *D* скляної трубки-наконечника. На терезах виміряйте масу порожньої склянки m1 з точніс­тю до 10 мг. Результати вимірювань запишіть у таблицю:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| D, м | N | m1, кг | m2, кг | M, кг | σ, Н/м |
|  |  |  |  |  |  |

3. Закрийте кран і налийте в лійку чисту воду. Підставте під трубку колбу з водою і, поступово відкриваючи кран, добийтесь, щоб вода з трубки капала окремими краплями з частотою 30 - 40 крапель на хвилину. У цьо­му разі можна вважати, що краплі відриваються тільки під дією сили тяжіння.

Після цього швидко заберіть з-під трубки колбу з водою, замінивши її пустою склянкою, яку ви попередньо зважили. Одразу ж почніть відлік кількості крапель, які капають у склянку (це краще робити одночасно кільком учням, щоб випадково не збитись з рахунку). Відрахувавши 80-100 крапель, заберіть склянку з-під трубки і закрийте кран. Запишіть кількість крапель N у таблицю.

4. Вдруге зважте склянку з краплями на терезах, визначивши її масу m2. Визначте масу всіх крапель води, що попали в чашку: M = m2 – m1. Отримані дані занесіть у таблицю.

5. За формулою  обчисліть КПН води.

6. Виконайте аналіз похибок, допущених при виконанні досліду.

Обчисліть відносну і абсолютну похибки вимірювань за формулами:

* відносна похибка визначення КПН **, де   
  △*D =*△*DІНС +* △*DВИМ –* абсолютна похибка вимірювання штангенциркулем  
  △*DІНС=* 0,05 мм - інструментальна похибка штангенциркуля  
  △*DВИМ =* 0,1 : 2 = 0,05 мм - похибка при вимірюванні штангенциркулем, рівна половині ціни поділки динамометра (оскільки вимірювання було лише одне, то в разі, якщо при вимірюванні мітки на шкалі штангенциркуля співпали ідеально точно, похибку вимірювання можна прийняти рівною 0)

△*М =*△*МІНС +* △*МВИМ –* абсолютна похибка вимірювання на терезах

*∆МІНС* = 200 мг – інструментальна похибка шкільних терезів,   
*∆МВИМ* – похибка вимірювання на терезах, рівна сумі похибок важків, які використовувались при визначенні маси кульки; похибки важків для шкільних терезів можна знайти з таблиці:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Важок** | **Похибка** | **Важок** | **Похибка** |
| 100 г | 40 мг | 2 г | 6 мг |
| 50 г | 30 мг | 1 г | 4 мг |
| 20 г | 20 мг | 500 мг | 3 мг |
| 10 г | 12 мг | 200, 100 мг | 2 мг |
| 5 г | 8 мг | 50,20,10 мг | 1 мг |

* абсолютна похибка визначення КПН води 
* значення КПН води з врахуванням похибок 

***Дослід 2.* Вимірювання поверхневого натягу води способом піднімання рідини в капілярі**



1. З допомогою штангенциркуля та вимірювального клину визначте внутрішній діаметр *D* капілярної трубки; запишіть отримане значення у таблицю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *ρ, кг/м3* | *h, м* | *D, м* | *σ, Н/м* |
|  |  |  |  |

2. Опустіть капіляр у підфарбовану воду (можна використовувати і чисту воду, однак підфарбовану краще видно у капілярі) і виміряйте висоту її піднімання *h* у капілярі. Вважаючи воду чистою, запишіть у таблицю її густи­-  
ну ρ та висоту *h*.

3. Обчисліть коефіцієнт поверхневого натягу води за форму­лою: , де   
*g=9,8 Н/м* – прискорення вільного падіння. Результат обчислень занесіть до таблиці.

4. Виконайте аналіз похибок, допущених при виконанні досліду.

Обчисліть відносну і абсолютну похибки вимірювань за формулами:

* відносна похибка визначення КПН **, де   
  △*D =*△*DІНС +* △*DВИМ –* абсолютна похибка вимірювання штангенциркулем  
  △*DІНС=* 0,05 мм - інструментальна похибка штангенциркуля  
  △*DВИМ =* 0,1 : 2 = 0,05 мм - похибка при вимірюванні штангенциркулем, рівна половині ціни поділки динамометра (оскільки вимірювання було лише одне, то в разі, якщо при вимірюванні мітки на шкалі штангенциркуля співпали ідеально точно, похибку вимірювання можна прийняти рівною 0)

*∆h = ∆hінс + hвим* - абсолютна похибка при вимірюванні лінійкою,  
*∆hінс*= 1 мм – інструментальна похибка вимірювання лінійкою,  
*∆hвим=* 1 мм : 2 = 0,5 мм - похибка при вимірюванні учнівською лінійкою, рівна половині ціни поділки лінійки,

* абсолютна похибка визначення КПН води 
* значення КПН води з врахуванням похибок 

5. Напишіть висновок до роботи. У висновку вкажіть:

1. Що визначалось у даній роботі, якого результату очікували
2. Якими були КПН води (з врахуванням похибок), визначені першим та другим способом
3. Чи виявились рівними ці КПН, чи співпали результати з очікуваним
4. Які джерела похибок і неточностей у роботі
5. Запропонуйте нові способи дослідження руху кульки (бажано на цьому ж обладнанні)