

## Задания экспериментального тура IV этапа Всеукраинской олимпиады по физике

### 10 класс

#### Задача 1

##### Оборудование

###### Индивидуальное

- два шприца по 2 мл с иглами;
- прозрачный тонкий шланг (трубки ПВХ);
- стакан с чистой водой;
- линейка школьная;
- штатив лабораторный школьный с лапкой;
- миллиметровая бумага.

###### Групповое

- спирт медицинский 96% (объемных);
- скотч;
- ножницы.

##### Задание

Исследовать зависимость коэффициента поверхностного натяжения водного раствора спирта от его объемной концентрации.

*Справочные данные:* коэффициент поверхностного натяжения воды при комнатной температуре составляет 73 мН/м.

##### Теоретическая справка

Если выдувать пузырек воздуха через капилляр, погруженный в жидкость на небольшую глубину, то для этого необходимо дополнительное давление, прямо пропорциональное коэффициенту поверхностного натяжения жидкости.

#### Задача 2

##### Оборудование

###### Индивидуальное

- стаканчик на 80 мл;
- пипетка;
- фильтровальная бумага;
- полоска прозрачного пластика;
- источник постоянного напряжения на 9 В;
- вольтметр на 6 В с внутренним сопротивлением 6 кОм;
- резистор на 1 кОм;
- линейка;
- соединительные провода;

- миллиметровая бумага;
- пластилин;
- скрепки канцелярские с припаянными проводниками.

###### Групповое

- раствор сернокислого натрия водный 10% с добавлением фенолфталеина – 1 л;
- часы с большим циферблатом и секундной стрелкой;
- ножницы.

##### Задание

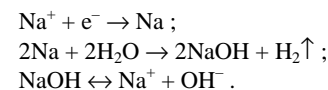
##### Исследовать движение ионов гидроксила в электрическом поле

1. Разработайте методику измерения и соберите схему для определения средней скорости направленного движения ионов гидроксила ( $\text{OH}^-$ ) в электрическом поле.
  2. Определите скорость направленного движения ионов гидроксила в электрическом поле. Рассчитайте *подвижность* ионов гидроксила.
- =. Оцените радиус ионов гидроксила. Сравните полученный результат с размером молекулы воды. Прокомментируйте результат сравнения.

*Справочные данные:* коэффициент вязкости воды при комнатной температуре составляет  $1,0 \cdot 10^{-3}$  П·с

##### Теоретическая справка

При пропускании электрического тока через раствор сернокислого натрия на катоде происходит выделение металлического натрия, который, взаимодействуя с водой, образует гидрат окиси натрия:



Ионы гидроксила обнаруживаются с помощью фенолфталеина по фиолетовой окраске раствора. Под действием внешнего электрического поля ионы дрейфуют от катода к аноду, следовательно, область фиолетовой окраски распространяется в направлении от катода к аноду со средней скоростью движения ионов.

Подвижность ионов  $\mu$  представляет собой отношение средней скорости движения ионов  $v$  во внешнем поле к напряженности  $E$  этого поля.

Сила вязкого трения шарика, движущегося в жидкости, определяется по формуле Стокса:

$$F = 6\pi\eta r v,$$

где  $\eta$  - коэффициент вязкости,  $r$  - радиус шарика,  $v$  - его скорость.

##### В отчетах по обеим задачам приведите:

- теоретическое обоснование предложенной Вами экспериментальной методики;
- план проведения измерений;
- меры, которые Вы предприняли для обеспечения наименьшей погрешности измерений;
- таблицу с исходными данными, промежуточными и окончательными результатами;
- оценку погрешности измерений.

## Розв'язання задачі 1 експериментального туру; 10 кл.

Пропонуємо один із можливих варіантів розв'язання даної задачі.

Метод одержання експериментальних даних, які дозволять знайти шукану залежність, може ґрунтуватись на вимірюванні додаткового тиску, а саме тиску стовпа води, що знаходиться в U-подібному манометрі, при якому вдається подолати тиск Лапласа на кінці голки шприца (рис. 1).

Для одержання значення радіуса голки шприца скористаємось рівнянням:  $\rho_{\text{в}}gh_{\text{в}} = \frac{2\sigma_{\text{в}}}{R}$

$$\text{звідки } R = \frac{2\sigma_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}gh_{\text{в}}}$$

Коефіцієнт поверхневого натягу досліджуваного розчину знайдемо з наступного рівняння:  $\rho gh = \frac{2\sigma}{R}$

$$\sigma = \frac{\rho ghR}{2} = \frac{\rho_{\text{в}}h_{\text{в}}}{2}$$

Об'ємна концентрація розчину

$$k = \frac{V_{\text{сп}}}{V_{\text{розч}}} = \frac{V_{\text{сп}}}{V_{\text{розч}} + V_{\text{сп}}}$$

Різні її значення можна отримати шляхом доливання спирту в воду, яка знаходиться в резервуарі шприца.

Здобувши значення коефіцієнта поверхневого натягу розчинів різної об'ємної концентрації (склавши та заповнивши відповідну таблицю), у відповідних осях побудуємо графік шуканої залежності.

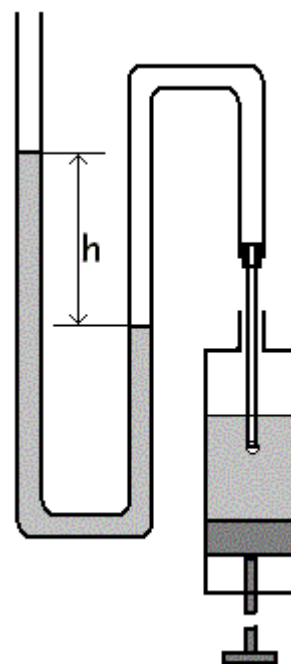
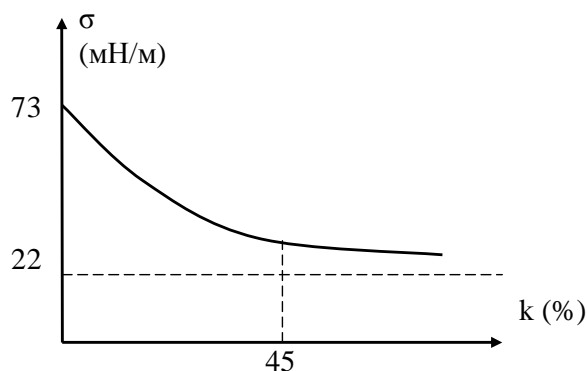


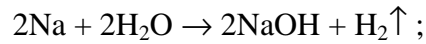
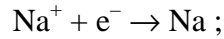
Рис. 1.



## Завдання №2 10 клас

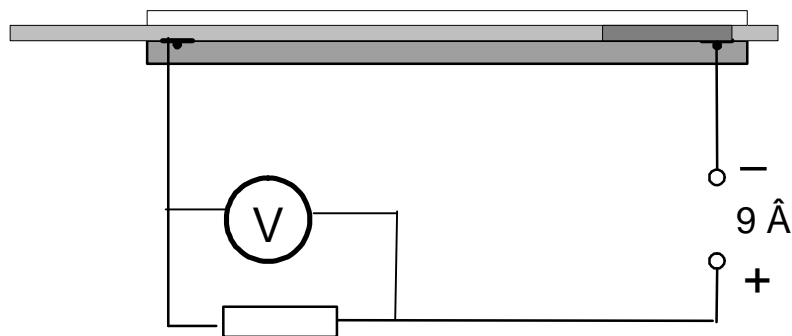
### Дослідження дрейфу іонів гідроксиду в зовнішньому електричному полі

1. При пропусканні електричного струму через розчин сірчаноокислого натрію на катоді відбувається виділення металевого натрію, який, взаємодіючи з водою, утворює гідрат окислу натрію.



Іони гідроксиду виявляються за допомогою фенолфталеїну по фіолетовому забарвленню розчину. Під дією зовнішнього електричного поля іони дрейфують від катода до анода, отже, область фіолетового забарвлення розповсюджується в напрямі від катода до анода із швидкістю дрейфу іонів.

Схема виміральної установки для дослідження дрейфу іонів приведена на малюнку.



Для того, щоб розчин, яким просочений фільтрувальний папір, не висихав, на ньому за допомогою скріпок кріпиться смужка прозорого пластика, а кінець смужки фільтрувального паперу в ході експерименту поміщається в стаканчик з розчином.

2. Для визначення дрейфової швидкості іонів гідроксиду за допомогою масштабної лінійки фіксуємо через певні проміжки часу  $t$  положення межі  $x$  фіолетового забарвлення розчину. Потім будуємо графік залежності  $x(t)$ . Точки графіка повинні лежати на прямій лінії, кутовим коефіцієнтом якої є швидкість дрейфу іонів.

3. Напруженість поля визначаємо як відношення різниці потенціалів між внутрішніми контактами виміральної установки на відстань між ними.

Для знаходження сили струму в колі враховано той факт, що струм повного відхилення стрілки вольтметра становить 1 мА, а паралельно до нього ввімкнено резистор з опором в

6 разів меншим, Таким чином, повному відхиленню стрілки вольтметра відповідає струм у колі 7 мА.

4. Для оцінки радіусу іонів  $r$  вважатимемо їх за кульки, рухомі у в'язкому середовищі (воді) під дією електричної сили. Користуючись формулою Стокса, можемо записати

$$Eq = 6\pi\eta r v; \quad v = \mu E; \quad \text{звідки} \quad r = \frac{q}{6\pi\eta\mu} \dots$$

При обробці результатів експерименту отримано:

Дрейфова швидкість іонів  $1.3 \cdot 10^{-5}$  м/с

Рухливість іонів  $3.5 \cdot 10^{-8}$  м<sup>2</sup>/(В·с)

Радіус іонів  $2.4 \cdot 10^{-10}$  м