

**Задания экспериментального тура
IV этапа Всеукраинской олимпиады по физике 2011 года
9 класс**

Задание 1

Оборудование

Групповое:

- ножницы;
- лист картона с начерченным на нем «контрольным» углом (α , β или γ в зависимости от аудитории), который нужно будет измерить.

Индивидуальное:

- полоска бумаги с нанесенными через равные интервалы параллельными тонкими линиями;
- полоска прозрачной пленки с такими же линиями;
- картон;
- деревянная линейка;
- несколько кусочков скотча (отрезать самостоятельно).

Задание:

1. Из перечисленного выше индивидуального оборудования изготовьте прибор для измерения малых (до 10 градусов) углов (прибор должен быть сдан в рабочем состоянии вместе с тетрадью!).
2. В отчете приведите инструкцию по использованию Вашего прибора.
3. С помощью Вашего прибора измерьте «контрольный» угол (обозначение угла должно быть сохранено).
4. Оцените обеспечиваемую точность измерений.

Задание 2

Оборудование

Групповое

- метроном, настроенный на 60 ударов минуту.

Индивидуальное

- шприц на 20 мл без иглы и поршня;
- два пластиковых стаканчика, один из которых наполнен водой;
- маркер или фломастер, пишущий по пластику;
- линейка;
- миллиметровая бумага.

Задание.

1. Пользуясь предложенным оборудованием, исследуйте зависимость высоты уровня воды в вертикально расположенном шприце от времени ее вытекания $h(t)$. Уровень воды отмерять от нижнего края носика шприца.
2. По графику $h(t)$ найти зависимость скорости вытекания воды от высоты уровня воды $v_{\text{экс}}(h)$ и построить график этой зависимости на отдельном листе.
3. На этом же листе нанесите теоретическую зависимость $v_{\text{теор}}(h) = \sqrt{2gh}$ и сравните её с экспериментальной зависимостью.
4. Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы. В случае несовпадения $v_{\text{экс}}(h)$ и $v_{\text{теор}}(h)$ укажите его возможные причины.

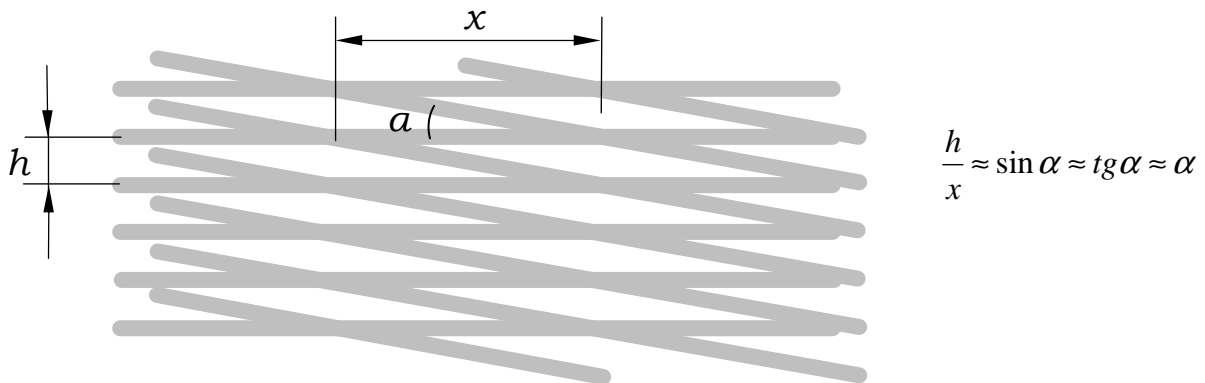
**Задания экспериментального тура
IV этапа Всеукраинской олимпиады по физике 2011 года**

9 класс

Задание 1 (решение)

При наложении прозрачной разлинеенной полоски на бумажную виден сложный узор из темных и более светлых участков (муар), связанный с тем, что места пересечения линий будут наблюдаться в среднем светлее, чем участки между пересечениями, где плотность линий в два раза больше.

При изменении угла между линиями на бумаге и прозрачной полоске, меняется и расстояние между светлыми (или темными) полосами. Расстояние x между парой соседних светлых (или темных) полос связано с шагом линий h и углом α (в радианах):



Если на некотором отрезке l уместается N полос:

$$x = \frac{l}{N}; \quad \alpha = \frac{h}{l} N.$$

Угол α оказывается пропорциональным числу N .

Эту зависимость мы и положим в основу работы нашего прибора.

Сначала, с помощью линейки построим на картоне удобный эталонный угол в середине нужного диапазона, например $\alpha' = 5^\circ$.

Из неиспользованного участка картона вырезаем полоску приблизительно той же ширины, что и бумажная полоска с линиями. С помощью кусочка скотча прикрепляем бумажную полоску на краю картонной, а прозрачную полоску прикрепляем вдоль линейки. При этом нужно следить, чтобы при совпадении кромок линейки и картона (то есть когда угол между ними 0°) муар исчезал (по крайней мере, исчезал упорядоченный рисунок светлых и темных полос) – при этом линии на бумаге и пленке параллельны (угол между ними тоже 0°).

Совместив кромки картона и линейки со сторонами эталонного угла, делаем на линейке нулевую отметку в районе одной из полос, а затем отмечаем положение первых N' полос относительно нулевой (N' кратно углу в градусах: 5, 10, 15, 20, 25, ...).

Отметка $N' = 5$ будет первой, обозначим ее $\alpha_0 = \alpha' / N' = 1^\circ / \text{полоса}$.

Следующую $N' = 10$ отмечаем как $\alpha_1 = 0,5^\circ / \text{полоса}$.

$$N' = 15 - \alpha_2 = 1/3^\circ / \text{полоса}.$$

$$N' = 20 - \alpha_3 = 0,25^\circ / \text{полоса}.$$

$$N' = 25 - \alpha_4 = 0,2^\circ / \text{полоса}.$$



По полученной шкале любой другой угол измеряется по количеству полос N , уместяющихся в промежутке от нулевого деления до любого из отмеченных ранее (чем дальше деление, тем точнее результат).

$$\alpha = N \cdot \alpha_n$$

Теперь оценим относительную погрешность измерения угла. Она включает в себя

1. Погрешность построения эталонного угла $\Delta L/L = 0,025$;
2. Погрешность подсчета числа полос при нанесении шкалы $\Delta N'/N' = 0,01$;
3. Погрешность подсчета числа полос при измерении $\Delta N/N = 0,02$.

Таким образом, результирующая относительная погрешность составляет $5 \div 6\%$.

Решение задачи №2 экспериментального тура. (9 кл.)

Для нахождения зависимости высоты уровня воды в шприце от времени ее вытекания $h(t)$ можно, например, закрыв пальцем носик шприца, набрать в него воду и после открытия, через равные промежутки времени, отсчитываемые метрономом, нанести фломастером на шприце местоположения уровня воды. После этого с помощью миллиметровой бумаги измерить их расстояния от нижнего края носика шприца. Занести данные в таблицу и построить график, подобный представленному на рис.1.

Разбив график на достаточно малые участки, найти скорость уровня воды в шприце как отношение модуля приращения высоты $|\Delta h|$ к приращению времени Δt на каждом из участков. Скорость вытекания воды

$$v_{\text{эсп}} = \frac{|\Delta h|}{\Delta t} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^2$$

где D – диаметр шприца; d – диаметр его носика, которые измеряются миллиметровкой.

Теоретическая зависимость дается формулой Торричелли $v_{\text{теор}}(h) = \sqrt{2gh}$.

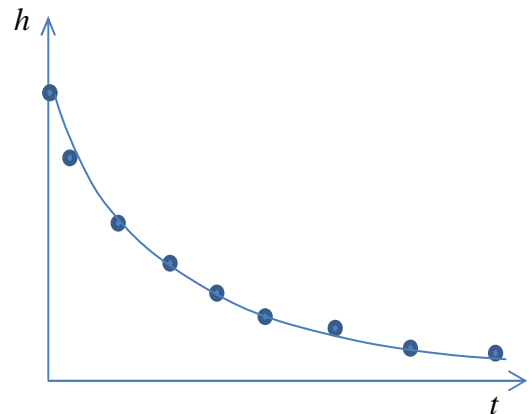


Рис. 1.

На рис.2 представлены примерные графики искомых зависимостей.

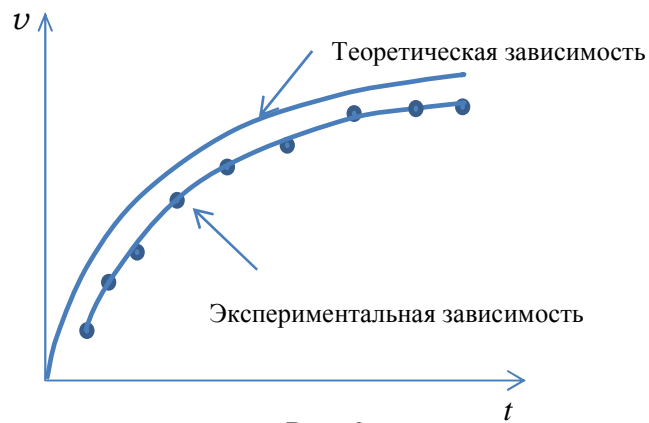


Рис. 2.

Несовпадение кривых в эксперименте объясняется тем, что вода не является идеальной жидкостью и скорость ее истечения меньше вследствие потерь энергии, за счет которой совершается работа против сил трения.

Розв'язок задачі №2 експериментального туру. (9 кл.)

Для знаходження залежності висоти рівня води у шприці від часу її витікання $h(t)$ можна, наприклад, наповнити шприць водою, заклавши пальцем отвір його носика. Відкривши отвір, фломастером відмічаємо на шприці положення рівня води через рівні проміжки часу, які відраховує метрономом. Потім, за допомогою міліметрового паперу виміряти відстані цих відміток від нижнього краю носика шприця. Заносимо дані у таблицю і будуємо графік, подібний приведеному на рис.1.

Розбиваємо графік на достатньо малі проміжки, знаходимо швидкість руху рівня води у шприці як відношення модуля зміни висоти $|\Delta h|$ до інтервалу часу Δt на кожному з проміжків. Швидкість витікання води дорівнює

$$v_{\text{експ}} = \frac{|\Delta h|}{\Delta t} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^2$$

де D – діаметр шприця; d – діаметр його носика, які вимірюються міліметровкою.

Теоретична залежність задається формулою Торрічеллі $v_{\text{теор}}(h) = \sqrt{2gh}$.

На рис.2 представлені приблизні графіки шуканих залежностей.

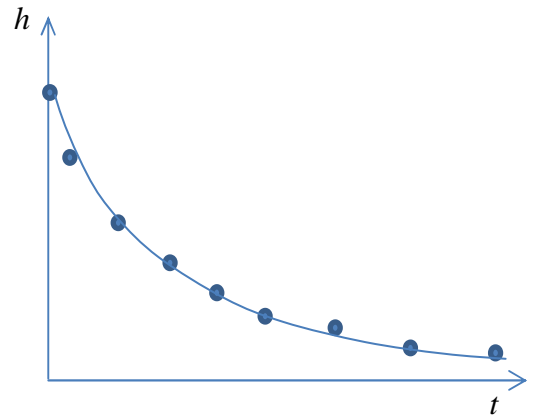


Рис. 1.

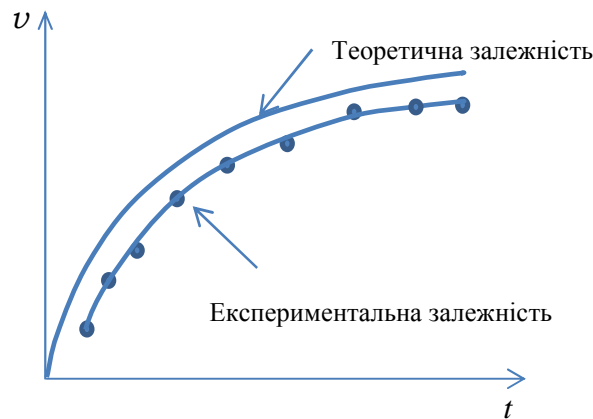


Рис. 2.

Неспівпадіння кривих у експерименті пояснюється тим, що вода не є ідеальною рідиною і швидкість її витікання зменшується відносно розрахованої внаслідок втрати енергії за рахунок роботи проти сил тертя у процесі руху струменю води.