



Республиканская физическая олимпиада 2024 года (3 этап)

Экспериментальный тур

10 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого отводится два с половиной часа. Сдавать работу следует после выполнения обоих заданий. Задания могут быть не равноценными, поэтому ознакомьтесь с условиями обеих задач.

2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. **При отсутствии оборудования или сомнения в его работоспособности немедленно обращайтесь к представителям оргкомитета.**

3. При оформлении работы каждую задачу и каждую ее часть начните с новой страницы.

4. Все графики рекомендуем строить на листе миллиметровой бумаги, выданном для выполнения каждого задания. Обязательно пронумеруйте и подпишите все построенные графики. Листы миллиметровой бумаги вложите в свою тетрадь.

5. Подписывать рабочие страницы и графики запрещается.

6. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.

7. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к организаторам.



Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Данный комплект заданий содержит:

- титульный лист (1 стр.);
- условия двух заданий (4 стр.).

Задание 10-1. Магнитное взаимодействие

Оборудование: пластинка магнитная (монетница 7,0x12,5см, можно больших размеров, но не меньших), шайба под гайку (20шт., диаметр – 2,0см с как можно меньшим внутренним отверстием), динамометры (2,5Н и 5,0Н), весы электронные (одни на кабинет), листочки из тетрадной бумаги (12 шт, размеры 6,0x8,0см), полоска из тетрадной бумаги с прикрепленной петелькой из скотча посередине меньшей стороны (размеры полоски 7,0x15,0см), штатив с лапкой, дощечка (40 – 60см), мерная лента, линейка (30 – 40см), скотч узкий, ножницы.

Часть 1. Коэффициент трения

1.1 Определите однократным измерением коэффициент трения μ бумаги о магнитную пластинку. Опишите эксперимент (3 – 4 предложения).

1.2 Результат запишите в виде $\mu = \langle \mu \rangle \pm \Delta \mu$.

Часть 2. Магнитная сила

2.1 Прикрепите магнитную пластинку к поверхности стола. Положите бумажную полоску с петелькой на магнитную пластинку. На полоску положите в один слой несколько шайб. Прилагая горизонтальную силу к полоске с помощью динамометра, смещайте её и наблюдайте за показаниями динамометра. Получите уравнение зависимости силы упругости, показываемой динамометром, от количества шайб на полоске $F_{\text{упр2}}(n)$ при равномерном перемещении.

2.2 Исследуйте зависимость $F_{\text{упр2}}(n)$ экспериментально (значение силы определяйте именно при равномерном перемещении, а не при срыве полоски с места). Результаты представьте таблично и графиком линеаризованной зависимости.

2.3 По результатам эксперимента определите магнитную силу F_{M1} , действующую на одну шайбу со стороны магнитной пластинки. Укажите, какие дополнительные измерения Вы провели. Результат представьте в виде $F_{\text{M1}} = \langle F_{\text{M1}} \rangle \pm \Delta F_{\text{M1}}$.

Часть 3. Простая эмпирическая зависимость

3.1 В данной части шайбы укладываем в столбик. Исследуйте зависимость силы упругости, показываемой динамометром от количества шайб в столбике при равномерном перемещении листка $F_{\text{упр3}}(n)$. *Подсказка: шайбы укладывайте в три или четыре столбика, в таблице указывайте количество шайб в одном столбике.*

3.2 По результатам эксперимента определите математический вид зависимости силы магнитного взаимодействия между шайбами и пластинкой от количества шайб в столбике $F_{\text{M}}(n)$. Дайте объяснение полученным результатам.

Часть 4. Сложная эмпирическая зависимость

4.1 Исследуйте зависимость силы упругости, показываемой динамометром от количества слоёв бумаги между магнитной пластинкой и шайбами при равномерном перемещении листка $F_{\text{упр4}}(n_{\text{сл}})$. В данном эксперименте одинаковое количество шайб укладывайте в один слой.

4.2 По результатам эксперимента определите математический вид зависимости $F_{\text{упр4}}(n_{\text{сл}})$. Зависимость получите с числовыми коэффициентами.

В части 3 и 4 погрешности вычислять не нужно! ($g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$)

Задание 10-2. Капли ...

В данной задаче Вам предстоит определить поверхностное натяжение воды, используя метод подсчёта капель.

Оборудование: шприц (10см^3), стакан с водопроводной водой, штангенциркуль, клин измерительный (заточенная деревянная палочка диаметром 3мм), штатив, весы электронные (2шт. на кабинет), термометр (один на кабинет) салфетки бумажные (для вытирания воды со стола).

Если осторожно выдавливать воду из шприца, то при вертикальном расположении шприца для образующихся капель в момент отрыва можно считать, что

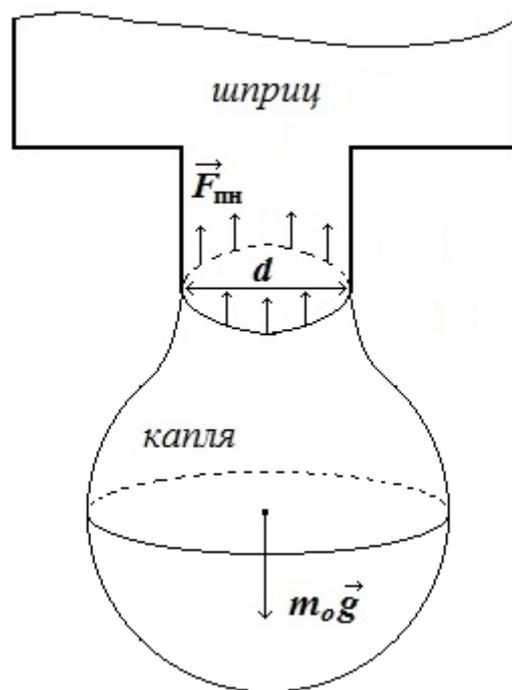
$$F_{\text{пн}} = m_0 g \quad (1),$$

где $F_{\text{пн}}$ – сила поверхностного натяжения, m_0 – масса одной капли. Используя (1) можно получить уравнение

$$n = \frac{\rho g}{\sigma \pi d} V \quad (2),$$

где: V – объём выдавленной из шприца воды, σ – коэффициент поверхностного натяжения, ρ – плотность воды, d – внутренний диаметр носика шприца, n – количество образовавшихся капель, $g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ – ускорение свободного падения, $\pi = 3,1416$.

В данной физической модели полагаем, что сила поверхностного натяжения действует строго вертикально вверх.



1. Выведите уравнение (2). Если Вы не можете это сделать, то не тратьте время и приступайте к выполнению следующих пунктов.
2. Определите используя штангенциркуль и измерительный клин внутренний диаметр носика шприца.
3. Определите плотность воды. Укажите цену деления приборов, которыми Вы пользовались. Укажите значения физических величин, которые вы измерили. Результат запишите в виде $\rho = \langle \rho \rangle + \Delta \rho$. (Измерения выполните так, чтобы минимизировать погрешность).
4. Исследуйте экспериментально зависимость количества образовавшихся капель от объёма выдавленной из шприца воды $n_1(V)$ при вертикальном положении шприца. Результаты представьте таблично.

5. Определите математический вид зависимости $n_1(V)$ по экспериментальным данным. Запишите уравнение $n_1(V)$ с числовыми коэффициентами.
6. Используя результаты эксперимента, определите коэффициент поверхностного натяжения воды σ . Результат запишите в виде: $\sigma = \langle \sigma \rangle \pm \Delta\sigma$. Совпадает ли Ваш результат с табличным значением (табл. 1)? Ответ обоснуйте. Если не совпадает, то укажите причины расхождения значений.

Таблица 1. Коэффициент поверхностного натяжения дистиллированной воды при некоторых температурах

| $t, ^\circ\text{C}$ | $\sigma, 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{M}}$ | | $t, ^\circ\text{C}$ | $\sigma, 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{M}}$ |
|---------------------|---|--|---------------------|---|
| 16 | 73,34 | | 21 | 72,60 |
| 17 | 73,20 | | 22 | 72,44 |
| 18 | 73,05 | | 23 | 72,28 |
| 19 | 72,89 | | 24 | 72,12 |
| 20 | 72,75 | | 25 | 71,96 |

7. Исследуйте экспериментально зависимость количества образовавшихся капель от объёма выдавленной из шприца воды $n_2(V)$ при горизонтальном положении шприца. Результаты представьте таблично.
8. Определите математический вид зависимости $n_2(V)$ по экспериментальным данным. Запишите уравнение $n_2(V)$ с числовыми коэффициентами.
9. В чём причина отличий результатов полученных в п.4 и п.7?
10. Используя результаты экспериментов, определите характерные линейные размеры сечения шейки капли в момент отрыва капли при горизонтальном положении шприца. Погрешности в данном пункте вычислять не нужно.

Полуподсказка. Возможно при выполнении п.10 Вам понадобится что-то из информации приведенной ниже:

$l = 2\pi r$ (3) – длина окружности, $S = \pi r^2$ (4) – площадь круга,

$S = \frac{\pi r^2}{360^\circ} \gamma$ (5) – площадь кругового сектора с центральным углом γ° ,

$l = \pi(a + b)$ (6) – длина эллипса,

$S = \pi ab$ (7) – площадь эллипса,

a – большая полуось эллипса

b – малая полуось эллипса

$S = 4\pi r^2$ (8) – площадь сферы, $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ (9) – объём шара.

