

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР

13 января 2018 года

Сначала, пожалуйста, прочитайте следующее:

1. Экспериментальный тур состоит из одной задачи. Продолжительность тура 3 часа.
2. Пользуйтесь только той ручкой, которая Вам предоставлена.
3. Для расчетов Вы можете использовать свой непрограммируемый калькулятор. Если своего у вас нет, тогда Вы можете попросить его у организаторов олимпиады.
4. Вам предоставлены чистые листы бумаги и *Листы для записи (Writing sheets)*. Чистые листы бумаги предназначены для черновых записей, их Вы можете использовать по Вашему усмотрению, они не проверяются. На *Writing sheets* следует записывать решения задач, которые будут оценены при проверке работы. В решениях как можно меньше используйте словесные описания. В основном Вы должны использовать уравнения, числа, буквенные обозначения, рисунки и графики.
5. Используйте только лицевую сторону *Writing sheets*. При записи не выходите за пределы отмеченной рамки.
6. На каждом использованном *Writing sheets*, в отведенных для этого графах, необходимо указать Вашу страну (*Country*), Ваш код (*Student Code*), текущий номер каждого листа (*Page Number*) и полное количество листов, использованных при решении всех задач (*Total Number of Pages*). Если Вы не хотите, чтобы какие-нибудь использованные *Writing sheets* были включены в ответ, тогда перечеркните их большим крестом на весь лист и не включайте их в Ваш подсчет полного количества листов.
7. Когда Вы закончите тур, разложите все листы в следующем порядке:
 - Пронумерованные по порядку *Writing sheets*;
 - Черновые листы;
 - Неиспользованные листы;
 - Отпечатанные условия задачи

Положите все листы бумаги в конверт и оставьте на столе. Вам не разрешается выносить из аудитории *любые* листы бумаги, приборы, материалы и принадлежности.

Закон Архимеда (15,0 балла)

Приборы и оборудование: секундомер, пробирка, мензурка, сосуд широкий, набор гаек 6 шт., линейка пластмассовая, полоска миллиметровой бумаги, кусочек ваты, кусочек пленки.

В теоретическом туре Вы должны были получить формулу для периода вертикальных колебаний плавающей пробирки

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{h_0}{g}}, \quad (1)$$

где h_0 – глубина погружения пробирки в состоянии равновесия.

Сегодня Вам предстоит проверить эту формулу экспериментально.

В процессе выполнения работы считайте известными ускорение свободного падения равно $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ и плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Опускайте гайки в пробирку, только тогда, когда в ней находится кусок ваты!

Часть 1. Параметры установки

1.1. Используя полоску миллиметровой бумаги, измерьте внешний диаметр пробирки D с минимальной погрешностью. Приведите схему ваших измерений. Оцените погрешность измерения диаметра D .

1.2. Измерьте длину пробирки L . Оцените погрешность измерения длины L .

1.3. Последовательно и аккуратно добавляйте внутрь пробирки гайки.

1.3.1. Измерьте зависимость глубины погружения пробирки от числа гаек, помещенных в пробирку.

1.3.2. Постройте график полученной зависимости. Определите численные значения параметров полученной зависимости.

1.3.3. Приведите теоретическую формулу для зависимости глубины погружения пробирки от числа гаек внутри нее. Используя результаты измерений, определите массу одной гайки m и массу пустой пробирки M . Оцените погрешности измерения этих масс.

Часть 2. Колебания пробирки

2.1. Постройте график теоретической зависимости периода колебаний пробирки от числа помещенных внутрь пробирки гаек, используя формулу (1) и результаты измерений в Части 1. Выберите такие координаты, чтобы полученная зависимость была линейна и на ее линейность не влияла погрешность определения глубины погружения.

В данной установке оказывается возможным измерять периоды колебаний только при 4, 5 и 6 гайках внутри пробирки. При измерениях будьте предельно аккуратны и точны: выведите пробирку из положения равновесия и измерьте время 3-5 колебаний. Измерения повторяйте не менее 5-10 раз. Записывайте только те результаты, когда пробирка колебалась вертикально. При проведении измерений с 6 гайками закройте пробирку пленкой. Если внутрь пробирки попала вода, попросите организаторов заменить кусочек ваты в пробирке.

2.2. Измерьте периоды колебаний пробирки поочередно в мензурке и в широком сосуде при разном числе гаек, помещенных в пробирку.

2.3. Нанесите полученные экспериментальные значения на график, построенный в п. 2.1. Укажите, какие точки каким зависимостям соответствуют.

2.4. Скорее всего, результаты ваших измерений будут отличаться от теоретических расчетов.

Возможные причины, которые могут объяснить наблюдаемые отклонения, указаны в таблице ниже:

№	Возможная причина
1	Погрешности измерений
2	Затухание колебаний
3	Увеличение эффективной массы движущейся пробирки за счет вовлечения воды
4	Изменение давления под пробиркой при ее движении по сравнению с гидростатическим давлением
5	Силы поверхностного натяжения

Для каждой из перечисленных причин, укажите «да», если высчитаете, что она объясняет наблюдаемые отклонения, и «нет» – если не объясняет.