Условие

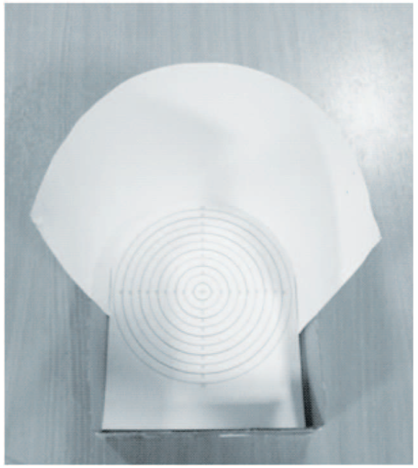

Рис. 1

Положите в коробку для бумаги «мишень». Установить внутри коробки с одной из её коротких сторон лист плотной бумаги так, чтобы он образовывал полуцилиндр (рис. 1). Края бумаги прикрепите к внутренним стенкам коробки с помощью скотча. Бросайте в этот лист бумажные или пластмассовые шарики так, чтобы отражаясь, они падали на мишень. Шарики будут останавливаться на некотором расстоянии от её центра. Измерьте это расстояние. Это легко сделать с помощью нарисованных на листе концентрических окружностей, отстоящих друг от друга на расстоянии 10 мм. Повторите бросания не менее 100 раз. Если шарик выкатится за пределы самой широкой окружности, бросок не засчитывается и его нужно повторить. Результаты ваших измерений занесите в таблицу и усредните результаты. Приведите полученный ответ.

Оборудование. коробка (или крышки от коробки) для бумаги формата А4, «мишень», лист плотной бумаги формата А4, пластмассовые шарики для стрельбы из детского пистолета или салфетка для изготовления маленьких шариков, скотч и ножницы (по требованию).

Примерные критерии оценивания

Приведена таблица измерений с числом измерений более 100 .... **4**

  если число измерений более 90 но менее 100 2

  если измерений менее 90 0

Проведено правильное усреднение полученных расстояний **3**

Результат попал в «ворота» (6 – 8) см **3**

(5 – 9) см 1

выход за границы (5 – 9) см 0

Возможное решение

Если из центра мишени провести два радиуса, образующих малый угол α, то получится фигура, приблизительно соответствующая равнобедренному треугольнику. На каждый элементарный участок треугольника шарики падают с равной вероятностью. Поэтому среднее расстояние от вершины треугольника (образующей угол α) до места падения шариков равно расстоянию от вершины треугольника до его центра масс, а это расстояние равно 2/3 от высоты треугольника (место пересечения медиан) то есть равно 2/3 радиуса мишени.

Условие

Без использования посторонних измерительных приборов (линеек, тетради в клеточку и т.п.) определите площадь прямоугольного треугольника, изображенного на белом листе бумаги. Подробно опишите методику измерений, последовательность действий. Приведите расчетные формулы и результаты измерений. Измерения повторите, по крайне мере, ещё один раз.

Указание: известно, что внутренний диаметр шприца 2,0 см. Площадь круга, имеющего диаметр D, равна $S = 0{,}785D^2$.

Внимание!!! Разбирать шприц нельзя. Строго запрещено использовать свои линейки, угольники. . . .

Оборудование. Шприц, лист бумаги с изображением прямоугольного треугольника.

Рекомендации организаторам

Следите за тем, чтобы участники олимпиады не воспользовались своими линейками или иными измерителями!!!

Измерьте линейкой длину катетов и вычислите площадь треугольника. Её знание пригодится членам жюри при оценивании точности вычислений «попадания в ворота».

Примерные критерии оценивания

Описание метода и последовательности измерений с выводом формул 2
Результаты измерений (табличка или иное внятное представление) 1
Повторные измерения 1
Определение переводного коэффициента из миллилитров в сантиметры 2
Вычисление длины каждого из катетов (по 0,5 баллов)........................1
Нахождение площади треугольника (всего 3 балла)
узкие ворота (отклонение $< 6\%$)........................3
широкие ворота ($6\% <$ отклонение $< 10\%$) 2
широкие ворота (отклонение $> 10\%$) 0

Возможное решение

Зная диаметр, а значит и площадь внутреннего сечения шприца, можно определить расстояние между штрихами шкалы шприца как

$$h = \frac{4V}{\pi D^2},$$

где h — расстояние в сантиметрах между штрихами, которым соответствует разность объемов V в миллилитрах (D в сантиметрах). Затем, последовательно приложить шприц шкалой к каждому из катетов треугольника. Повторить измерения два-три раза. Результат усреднить и вычислить площадь треугольника.

Условие

Цель этого эксперимента — определить плотность ρ стекла, из которого изготовлена меньшая пробирка.

Сначала определите внутренний диаметр исследуемой пробирки d и её внешний диаметр D. Затем погрузите пробирку в ёмкость с водой и добейтесь того, чтобы пробирка плавала вертикально. Что для этого нужно сделать? Измерьте глубину погружения пробирки y и уровень воды x в ней. Также измерьте объём воды в пробирке V_1 и объём V_2 воды, вытесняемый пробиркой (то есть объём погруженной в воду части пробирки). Измерьте объём пробирки V (то есть объём стекла, из которого она изготовлена).

По этим данным рассчитайте массу меньшей пробирки m и её плотность ρ.

Плотность воды $\rho_0 = 1{,}00$ г/см^3.

В своей работе опишите ход ваших измерений и приведите все результаты измерений!

Примечание. Площадь круга $S = 3{,}14R^2$, где R — радиус круга.

Оборудование. Исследуемая малая пробирка; большая пробирка (или мензурка), в который помещается исследуемая пробирка; ёмкость с водой, например, обрезанная сверху пустая пластиковая бутылка объёмом 1,5–2,0 л (ёмкость должна быть достаточно глубокой, чтобы пробирка полностью погружалась в воду); шприцы объёмом 1 мл и 20 мл; штатив (опционально); миллиметровая бумага; скотч и ножницы (по требованию).

Рекомендации организаторам

Внутренний диаметр большой пробирки должен быть больше внешнего диаметра малой (исследуемой) пробирки.

Примерные критерии оценивания

Измерение диаметров d и D	1
Указано, как добиться вертикального плавания пробирки	1
Измерены уровни x и y	1
Измерен объём V_1	1
Измерен объём V_2	1
Получена формула (1) для массы пробирки	1
Рассчитана масса пробирки	1
Измерен объём пробирки	2
Рассчитана плотность материала пробирки	1

Возможное решение

Обмотав пробирку кусочком миллиметровой бумаги, определим периметр $P = \pi D = 50{,}0$ мм. Тогда внешний диаметр $D = 15{,}9$ мм.

Внутренний димаметр пробирки можно измерить, долив в неё шприцем воду и измерив изменение уровня Δx. Объём налитой воды $\Delta V_1 = \frac{1}{4}\pi d^2 \Delta x$ нам известен, поскольку мы наливаем её шприцом.

Для того, чтобы пробирка плавала вертикально, нужно налить в неё некоторое количество воды. Измеряем уровни x и y, наклеив на пробирку с помощью скотча полоску миллиметровой бумаги, которая служит нам шкалой.

Воду в исследуемую пробирку наливаем шприцем, таким образом мы знаем объём V_1. Для измерения объёма V_2 погрузим малую пробирку в большую до той же глубины y. Отметим уровень воды в большой пробирке. Затем вынем малую пробирку и шприцем дольём в большую пробирку воды до отмеченного уровня. Объём долитой воды равен V_2.

По закону Архимеда

$$(m + \rho_0 V_1)g = \rho_0 V_2 g,$$

значит, массу пробирки можно рассчитать по формуле

$$m = \rho_0 (V_2 - V_1). \tag{1}$$

Измерим объём вытесняемой воды при полном погружении малой пробирки в большую и полный внутренний объём исследуемой пробирки. Разность этих объёмов и есть объём стекла пробирки V.

Рассчитаем плотность материала пробирки по формуле $\rho = \dfrac{m}{V}$.

Условие

Определите:

1. массу линейки $m_л$,
2. суммарную массу M шприца и тела внутри шприца,
3. объем тела V, которое находится внутри шприца.

Разбирать шприц категорически запрещено!

Примечание. Плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м^3.

Оборудование. Шприц 20 мл, внутри которого находится некоторое тело, линейка, стаканчик с водой, салфетки (для удаления пролитой воды), нитки, ножницы и скотч (по требованию).

Рекомендации организаторам

Нитки, ножницы, скотч — по требованию, несколько на аудиторию.

Примерные критерии оценивания

Присутствует идея об использовании в качестве эталона массы массу добавленной воды 1

Записаны правила моментов для случаев (2) и (3) 1

Проведены измерения длин l_0, l_1, L и массы добавленной воды $m_1 = \rho_0(V_1 - V_0)$ 1

Получен ответ для массы линейки $m_л$ 2

Измерена длина l (для равновесия между шприцом с телом и линейкой) ... 1

Получен ответ для массы шприца с телом M 1

Получено выражение для массы воды m_0, такой, что тело полностью погружено 1

Записано выражение для массы воды m_0 через объём тела V и уровень воды V_0 1

Получен ответ для объёма тела V 1

Возможное решение

1. Так как в шприце находится гайка, то нельзя непосредственно измерить объём набранной воды. Наберём в шприц воды до отметки V_0, так, чтобы гайка была полностью в воде. Подвесим к концу линейки шприц с водой и уравновесим её на краю стола. Запишем правило моментов:

$$(M + m_0)l_0 = m_л \left(\frac{L}{2} - l_0\right), \tag{2}$$

где l_0 — длина плеча от места подвеса шприца до точки опоры, L — длина линейки, m_0 — масса воды в шприце.

Добавим в шприц воды, так что она доходит до отметки V_1. Тогда масса воды $m_1 = \rho_0(V_1 - V_0)$ в граммах численно равна объёму добавленной воды $V_1 - V_0$ в миллилитрах. Правило моментов в этом случае:

$$(M + m_0 + m_1)l_1 = m_л \left(\frac{L}{2} - l_1\right). \tag{3}$$

Выразим из уравнений (2) и (3) массу линейки $m_л$:

$$m_л = \frac{2m_1 l_1 l_0}{(l_0 - l_1)L}. \tag{4}$$

2. Проведём ещё одно измерение, совсем без воды в шприце. Получим уравнение:

$$Ml = m_л \left(\frac{L}{2} - l\right). \tag{5}$$

Отсюда выражаем массу шприца и тела M:

$$M = m_л \left(\frac{L}{2l} - 1\right).$$

3. Из уравнений (2) и (5) выразим массу m_0 и подставим массу линейки $m_л$ из выражения (4):

$$m_0 = \frac{m_л}{l_0}\left(\frac{L}{2} - l_0\right) - \frac{m_л}{l}\left(\frac{L}{2} - l\right) = m_1 \cdot \frac{l_1}{l} \cdot \frac{l - l_0}{l_0 - l_1}.$$

Масса этой воды равна $m_0 = \rho_в(V_0 - V)$. Отсюда находим объём тела V:

$$V = V_0 - \frac{m_0}{\rho_в}.$$