

На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила ...

Условие

9 класс. Задание 1. Действует ли сила Архимеда на воду?

Приборы и оборудование: весы лабораторные (без разновесов), два пластиковых стакана с водой, гвоздь железный, обрезки стальной проволоки 10 штук по 2 см, ластик, кнопка декоративная, штангенциркуль, полоска миллиметровой бумаги, штатив.

«На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила ...» - узнаете закон Архимеда. А действует ли погруженное тело на жидкость? Поиску ответа на этот вопрос посвящено данное задание.

Установите на чашках весов стаканы, заполненные водой. Тщательно уравновесьте их. Погрузите в один из стаканов гвоздь, держа его в руке, так чтобы он не касался ни стенок, ни дна стакана. Убедитесь, что при этом равновесие весов нарушается.

Внимание: проведение эксперимента требует предельной аккуратности и выдержки. Не торопитесь, при каждом измерении добивайтесь полного прекращения колебаний.

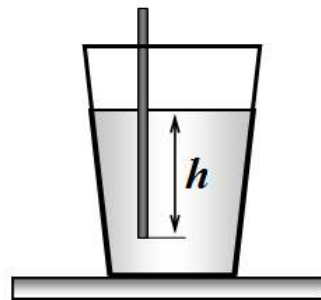
Часть 1. Теоретическая.

1.1 Гвоздь диаметром d , изготовленный из материала плотностью ρ погружен на глубину h в стакан с жидкостью плотностью ρ_0 . Рассчитайте, на сколько изменится вес стакана.

Плотность воды считайте равной $\rho_0 = 1,00 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Часть 2. Экспериментальная.

Для погружения гвоздя создайте следующую установку: в лапку штатива зажмите ластик, а в него воткните декоративную кнопку, на которую намотайте нить, к концу которой привяжите гвоздь. Расположите штатив рядом с весами так, чтобы гвоздь погружался в один из стаканов. Вращая головку кнопки, вы сможете медленно и аккуратно регулировать глубину погружения, добиваясь установления равновесия. На стакан наклейте полоску миллиметровой бумаги.



Добивайтесь установления полного равновесия – по стрелке!

2.1 Уравновесьте два стакана с водой на чашках весов. На одну из них положите обрезок проволоки. Погружая гвоздь во второй стакан, измерьте при какой глубине погружения h гвоздя, весы снова окажутся в состоянии равновесия.

Повторите измерения, при разном числе обрезков проволоки.

2.2 Постройте график зависимости глубины погружения гвоздя от числа кусочков проволоки, положенный на другую чашку весов.

Используя полученные данные, вам необходимо рассчитать плотность стали. Можете считать, что гвоздь и обрезки проволоки изготовлены из одного материала (стали).

2.3 Проведите необходимые вам дополнительные измерения. Обязательно укажите, что вам пришлось измерять и результаты ваших измерений.

2.4 Рассчитайте плотность стали. Укажите плотность чего, вы все-таки, измерили. Постарайтесь провести свои расчеты так, чтобы на их результаты не влияла погрешность, связанная с острием гвоздя (которое не является цилиндрическим).

Не забудьте рассчитать погрешность полученного значения!

Решение

Задание 9.1. Действует ли сила Архимеда на воду?



При погружении тела в воду на него действует сила Архимеда, такая же по модулю, но противоположная по направлению сила действует на воду.

Поэтому изменение веса стакана при погружении стержня равно

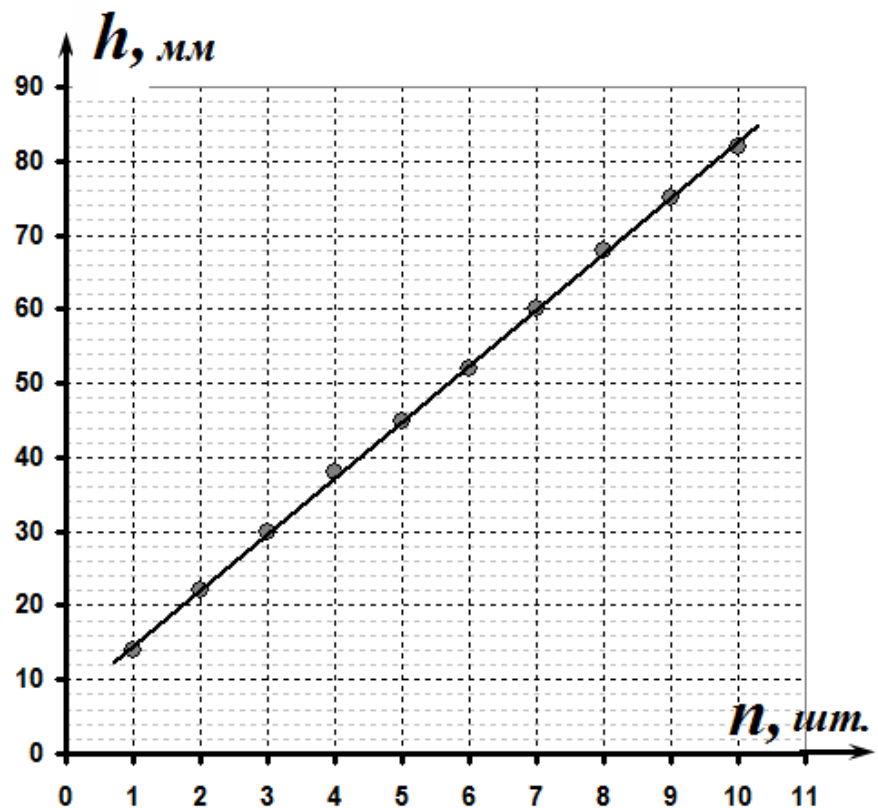
$$\Delta P = F_{\text{Арх.}} = \rho_0 \frac{\pi d^2}{4} h g \quad (1)$$

Часть 2.

Результаты измерений зависимости глубины погружения гвоздя от числа кусочков проволоки приведены в таблице. Рядом представлен график полученной зависимости.

Таблица результатов измерений.

n	**h, мм**
1	14
2	22
3	30
4	38
5	45
6	52
7	60
8	68
9	75
10	82



Как следует из графика зависимость почти строго линейная. То, что она не проходит через нуль, частично связано с наличием у гвоздя острия.

Изменение веса грузов, связанное с добавлением числа кусочков проволоки равно

$$\Delta P = \rho_1 \frac{\pi d_1^2}{4} g l_0 n. \quad (2)$$

d_1, l_0 диаметр и длина одного кусочка проволоки.

Если приравнять эту величину к изменению веса стаканчика, то получим теоретический вид полученной экспериментальной зависимости

$$\rho_1 \frac{\pi d_1^2}{4} g l_0 n = \rho_0 \frac{\pi d^2}{4} h g \Rightarrow h = \frac{\rho_1 d_1^2}{\rho_0 d^2} l_0 n. \quad (3)$$

Из этой формулы следует, что плотность материала проволоки (а не гвоздя) выражается через коэффициент наклона графика

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{d^2}{d_1^2} \frac{\Delta h}{\Delta n} \frac{1}{l_0} \quad (4)$$

Коэффициент наклона графика равен $\frac{\Delta h}{\Delta n} = 7,55$ мм, диаметры проволоки и гвоздя равны $d_1 = 4,0$ мм, $d = 0,8$ мм, $l_0 = 23$ мм. Следовательно, плотность материала проволоки равна

$$\rho_1 = 1,0 \cdot 10^3 \left(\frac{4,0}{0,8} \right)^2 \frac{7,55}{23} = 8,2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \quad (5)$$

Оценка погрешности дает $\Delta\rho_1 = 0,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, что составляет величину порядка 10%.

Основной вклад в погрешность дает ошибка измерения диаметра проволоки.