

Силу, с которой тело, находящееся в жидкости, выталкивается ею, можно рассчитать, как это сделано в § 50. А можно определить её значение на опыте, используя для этого прибор, изображённый на рисунке 151.

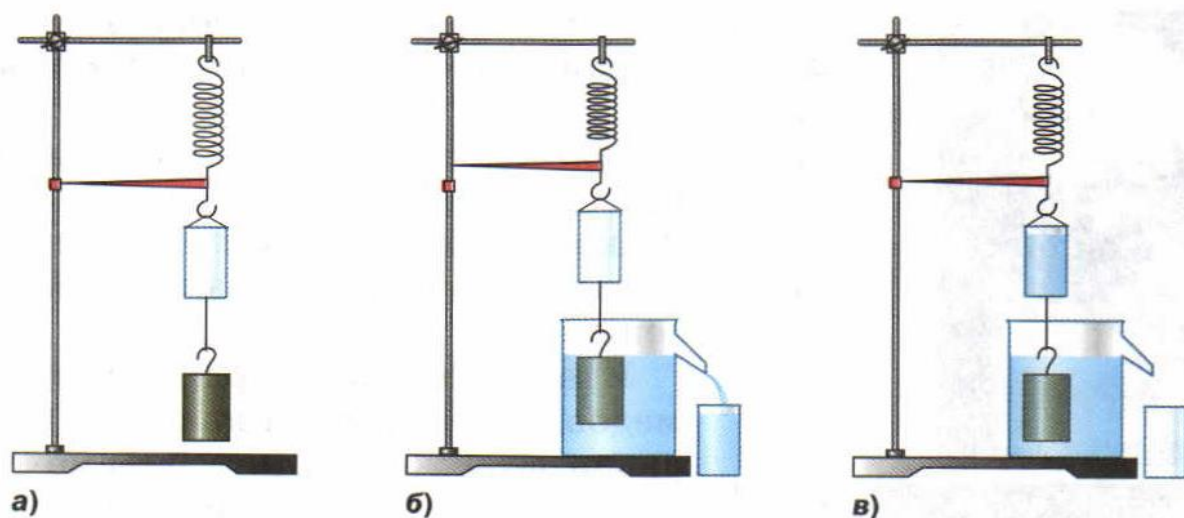
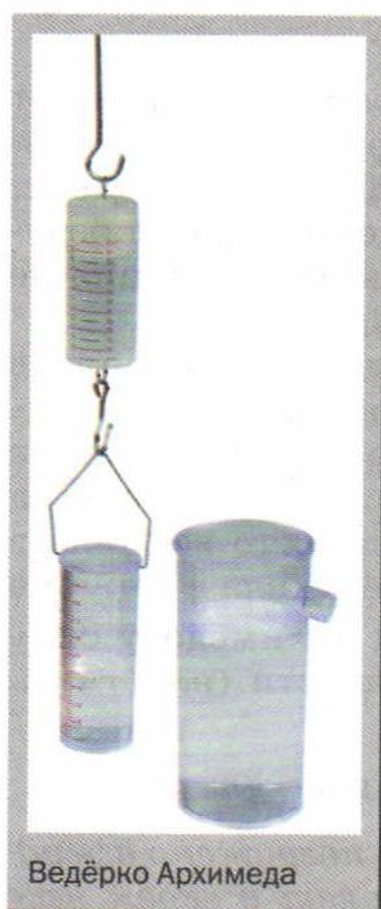


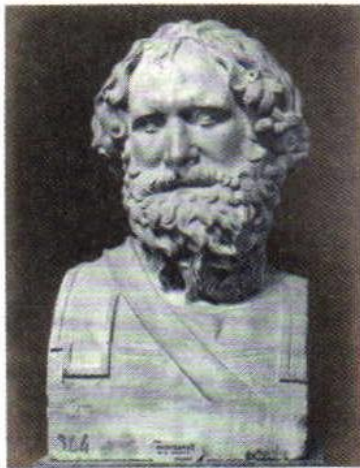
Рис. 151. Опыты с ведёрком Архимеда



К пружине подвешивают небольшое ведёрко и тело цилиндрической формы. Растяжение пружины отмечает стрелка на штативе (рис. 151, а). Она показывает вес тела в воздухе. Приподняв тело, под него подставляют отливной сосуд, наполненный жидкостью до уровня отливной трубки. После чего тело погружают целиком в жидкость (рис. 151, б). При этом *часть жидкости, объём которой равен объёму тела, выливается* из отливного сосуда в стакан. Указатель пружины поднимается вверх, пружина сокращается, показывая уменьшение веса тела в жидкости. В данном случае на тело, наряду с силой тяжести, действует ещё и сила, выталкивающая его из жидкости. Если в ведёрко вылить жидкость из стакана (т. е. ту, которую вытеснило тело), то указатель пружины возвратится к своему начальному положению (рис. 151, в).

На основании этого опыта можно заключить, что **сила, выталкивающая целиком погружённое в жидкость тело, равна весу жидкости в объёме этого тела**. Такой же вывод мы получили и в § 48.

Если бы подобный опыт проделать с телом, погружённым в какой-либо газ, то он по-



АРХИМЕД

(287—212 до н. э.)

Установил правило рычага,
открыл закон гидростатики

казал бы, что сила, выталкивающая тело из газа, также равна весу газа, взятого в объёме тела.

Силу, выталкивающую тело из жидкости или газа, называют *архимедовой силой* в честь древнегреческого учёного **Архимеда**, который впервые указал на её существование и рассчитал её значение.

Итак, опыт подтвердил, что архимедова (или выталкивающая) сила равна весу жидкости в объёме тела, т. е. $F_A = P_{\text{ж}} = g m_{\text{ж}}$. Массу жидкости $m_{\text{ж}}$, вытесняемую телом, можно выразить через её плотность ($\rho_{\text{ж}}$) и объём тела ($V_{\text{т}}$), погружённого в жидкость (так как $V_{\text{ж}}$ — объём вытесненной телом жидкости равен $V_{\text{т}}$ — объёму тела, погружённого в жидкость), т. е. $m_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$. Тогда получим

$$F_A = g \rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$$

$$F_A = g \rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$$

Следовательно, архимедова сила зависит от плотности жидкости, в которую погружено тело, и от объёма этого тела. Но она не зависит, например, от плотности вещества тела, погружаемого в жидкость, так как эта величина не входит в полученную формулу.

Определим теперь вес тела, погружённого в жидкость (или в газ). Так как две силы, действующие на тело в этом случае, направлены в противоположные стороны (сила тяжести вниз, а архимедова сила вверх), то вес тела в жидкости P_1 будет меньше веса тела в вакууме $P = g m$ (m — масса тела) на архимедову силу $F_A = g m_{\text{ж}}$ ($m_{\text{ж}}$ — масса жидкости (или газа), вытесненной телом), т. е.

$$P_1 = P - F_A, \text{ или } P_1 = g m - g m_{\text{ж}}.$$

Таким образом, *если тело погружено в жидкость (или газ), то оно теряет в своём весе*

столько, сколько весит вытесненная им жидкость (или газ).

Пример. Определите выталкивающую силу, действующую на камень объёмом $1,6 \text{ м}^3$ в морской воде.

Запишем условие задачи и решим её.

Дано:

$$V_{\text{т}} = 1,6 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{ж}} = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$F_{\text{А}} = ?$$

Решение:

$$F_{\text{А}} = g\rho_{\text{ж}}V_{\text{т}},$$

$$F_{\text{А}} = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times \\ \times 1,6 \text{ м}^3 = 16\,480 \text{ Н} \approx \\ \approx 16,5 \text{ кН}.$$

Ответ: $F_{\text{А}} \approx 16,5 \text{ кН}$.

? Вопросы

1. Как можно на опыте определить, с какой силой тело, погружённое целиком в жидкость, выталкивается из жидкости? **2.** Чему равна эта сила? **3.** Как называют силу, которая выталкивает тела, погружённые в жидкости и газы? **4.** Как подсчитать архимедову силу? **5.** От каких величин зависит архимедова сила? От каких величин она не зависит?



УПРАЖНЕНИЕ 26

- 1.** К коромыслу весов подвешены два цилиндра одинаковой массы: свинцовый и алюминиевый. Весы находятся в равновесии. Нарушится ли равновесие весов, если оба цилиндра одновременно погрузить в воду; в спирт? Ответ обоснуйте. Проверьте его на опыте. Как зависит выталкивающая сила от объёма тела?
- 2.** К коромыслу весов подвешены два алюминиевых цилиндра одинакового объёма. Нарушится ли равновесие весов, если один цилиндр погрузить в воду, другой — в спирт? Ответ обоснуйте. Зависит ли выталкивающая сила от плотности жидкости?
- 3.** Объём куска железа $0,1 \text{ дм}^3$. Какая выталкивающая сила будет на него действовать при полном его погружении в воду; в керосин?
- 4.** Бетонная плита объёмом 2 м^3 погружена в воду. Какую силу необходимо приложить, чтобы удержать её в воде; в воздухе?
- 5.** Предположив, что корона царя Гиерона в воздухе весит 20 Н , а в воде $18,75 \text{ Н}$, вычислите плотность вещества короны.

Полагая, что к золоту было подмешано только серебро, определите, сколько в короне было золота и сколько серебра.

При решении задачи плотность золота считайте равной $20\,000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность серебра — $10\,000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Каков был бы объём короны из чистого золота?

6. По мелким камешкам ходить босыми ногами больно. Почему человек не испытывает боли, если ходит по таким же камням в воде?

Это любопытно...

Легенда об Архимеде

Существует легенда о том, как Архимед пришёл к открытию, что вытесняющая сила равна весу жидкости в объёме тела.

Царь Гиерон (250 лет до н. э.) поручил ему проверить честность мастера, изготовившего золотую корону. Хотя корона весила столько, сколько было отпущено на неё золота, царь заподозрил, что она изготовлена из сплава золота с другими, более дешёвыми металлами. Архимеду было поручено узнать, не ломая короны, есть ли в ней примесь.

Много дней мучила Архимеда эта задача. Взвесить корону было легко, но как найти её объём, ведь корона была очень сложной формы. И вот однажды, находясь в бане, он погрузился в наполненную водой ванну, и его внезапно осенила мысль, давшая решение задачи. Ликующий и возбуждённый своим открытием, Архимед воскликнул: «Эврика! Эврика!», что значит: «Нашёл! Нашёл!»

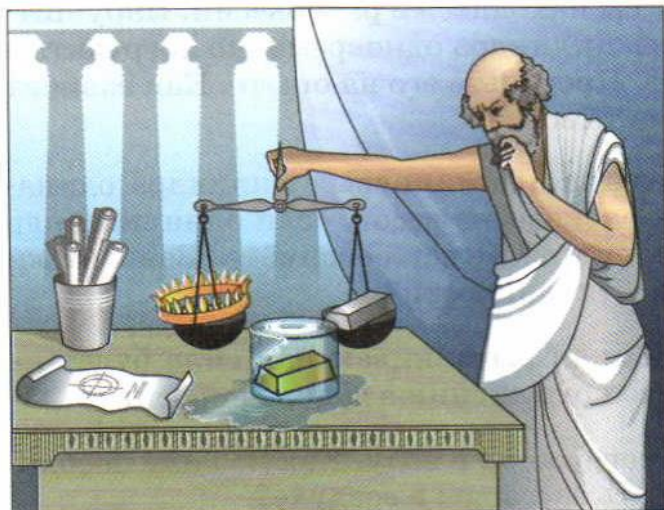


Рис. 152. Задача о золотой короне

Архимед заказал два слитка — один из золота, другой из серебра, равные весу короны. Каждый слиток он погружал поочерёдно в сосуд, доверху наполненный водой. Архимед заметил, что при погружении слитка из серебра воды вытекает больше (рис. 152). Затем он погрузил в воду корону и обнаружил, что воды вылило больше, чем при погружении золотого слитка, а ведь он был равен весу короны. По объёму вытесненной жидкости Архимед определил, что корона была изготовлена не из

чистого золота, а с примесью серебра. Тем самым мастер был изобличён в обмане, а наука обогатилась замечательным открытием.

Задача о золотой короне побудила Архимеда заняться вопросом о плавании тел. В результате появилось замечательное сочинение «О плавающих телах», которое дошло до нас. В этом сочинении Архимедом сформулировано:

Тела, которые тяжелее жидкости, будучи опущены в неё, погружаются всё глубже, пока не достигают дна, и, пребывая в жидкости, теряют в своём весе столько, сколько весит жидкость, взятая в объёме тел.