

Плотность и плавучесть

Некоторые предметы удерживаются на поверхности воды, в то время как другие сразу идут ко дну. Это объясняется тем, что на разные тела действует разная по величине выталкивающая сила.

Попробуй бросить в пруд камень – он моментально скроется под водой. Брось туда пробку – она будет спокойно плавать на поверхности. Ты можешь подумать, что камень тонет, потому что он тяжёлый, а пробка плавает, потому что она лёгкая. Но это не так. Пробка, настолько большая, что весит столько же, сколько и камень, всё равно будет плавать. Камень, настолько маленький, что весит, как пробка, всё равно утонет. Почему так происходит?

Будет ли предмет плавать или он утонет, зависит не от веса предмета, а от его плотности. Плотность – это масса вещества, заключённая в определённом объёме. Камень плотнее пробки.

▼ **Корабль со стальным каркасом держится на плаву потому, что внутри он полый, – в среднем плотность вещества, заключённого в объёме судна, меньше плотности воды. Если на корабль поместить груз, он осядет – опустится в воду глубже.**

Если ты возьмёшь равные по объёму камень и пробку, то убедишься, что камень весит гораздо больше. Другими словами, его масса намного превышает массу пробки, заключённую в том же объёме.

Плотность воды меньше плотности камня, но больше плотности пробки. Камень тонет, потому что он плотнее воды, а пробка плавает, потому что вода плотнее её.

ЭТО ИНТЕРЕСНО


Самое плотное из твёрдых веществ – осмий (он в 22,6 раза плотнее воды). Аэрогель – твёрдое вещество с наименьшей плотностью (в тысячу раз меньше, чем у воды).

Плавучесть и оседание

Предмет тонет в любой жидкости при условии, что его плотность больше,



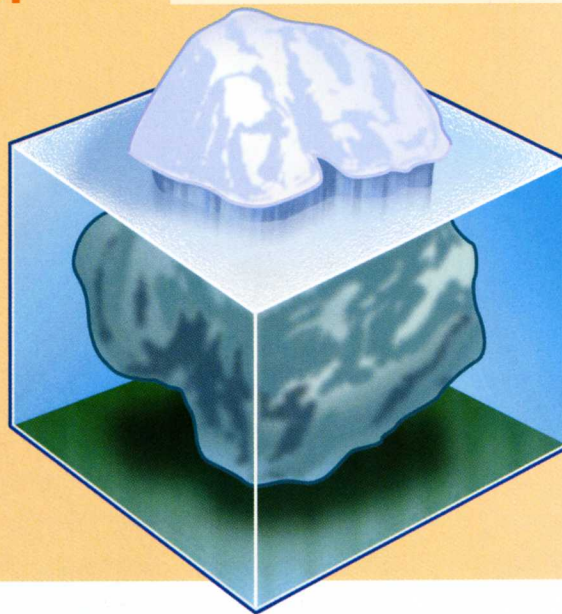
АЙСБЕРГИ

 Зимой Северный Ледовитый океан практически полностью покрыт толстым слоем плавучего льда. Иногда края ледников, спускающихся в воду, обламываются (под влиянием приливов, течений, ветров и по другим причинам) — и тогда большая льдина может отделиться и уплыть, став айсбергом.

Почему айсберг плавает

Айсберги плавают на поверхности океана, потому что лёд менее плотный, чем морская вода. Плотность льда составляет около девяти десятых плотности воды. Поэтому только 10 процентов плавучей льдины находится над поверхностью, остальные 90 процентов погружены в воду.

► Лёд имеет плотность, близкую к плотности воды, поэтому большая часть айсберга находится под водой.



КРУПНЫМ ПЛАНОМ



Закон Архимеда

Этот простой эксперимент наглядным способом демонстрирует правильность закона Архимеда, который гласит, что сила, которая выталкивает погруженный в жидкость предмет, равна по величине весу вытесненной им жидкости.

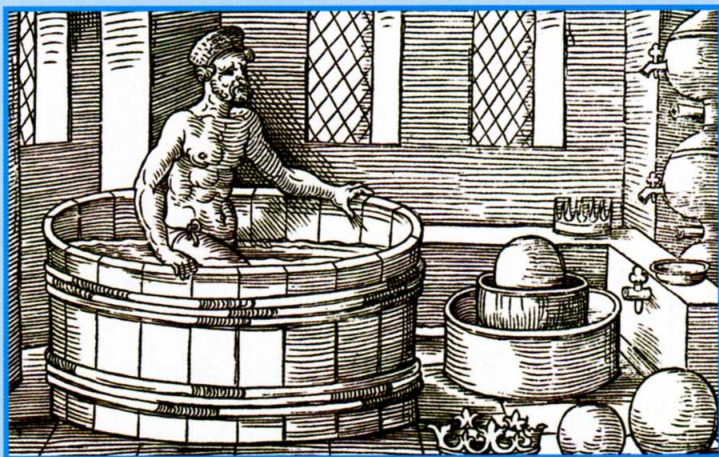


▲ Когда объект погружается в воду, создаётся ощущение, что его вес уменьшается — на столько, сколько весит вытесненная им вода.

Эврика!

ЗНАЕШЬ ЛИ ТЫ ?

Считается, что Архимед открыл принцип плавучести (который сейчас носит его имя), лёжа в ванне. Он был так взволнован, что выбежал голым на улицу с криком «Эврика!» («Нашёл!»). Это произошло на Сицилии, в его родном городе Сиракузы.



▲ Никто не знает, насколько правдива легенда об Архимеде и ванне...

чем плотность жидкости. Если же плотность предмета меньше плотности жидкости, он будет в ней плавать. Для газов это правило тоже справедливо. Многие предметы, находясь в воздухе, падают на землю, потому что они плотнее воздуха, но менее плотные объекты будут парить в нём, как, например, воздушный шарик, наполненный гелием или нагретым воздухом. А вот в твёрдые вещества практически нельзя погрузить другие, пусть даже более плотные, тела. Поэтому, если какой-нибудь предмет лежит на твёрдой поверхности, нельзя сказать, что он плавает на ней.

Впрочем, в некоторые твёрдые вещества можно поместить, скажем, тяжёлый грузик. Примером может послужить кусочек желе.

Удельный вес

Плотность обычно измеряется в килограммах на метр кубический ($\text{кг}/\text{м}^3$). Учёные принимают за эталон плотность воды. Каждый кубический метр (м^3) воды весит 1000 килограммов (кг) при температуре



4°C. Таким образом, объекты, которые имеют плотность выше 1000 кг/м^3 , тонут в воде. Те, что имеют плотность ниже 1000 кг/м^3 , плавают на её поверхности. Плотность свинца составляет

$11\,340 \text{ кг/м}^3$, поэтому он быстро тонет. Плотность пробки – около 250 кг/м^3 , поэтому она плавает.

Отношение веса вещества к занимаемому им объёму называется удельным весом. В международной системе единиц СИ он измеряется в н/м^3 .

Закон Архимеда

Нужно было быть гением, как древнегреческий учёный Архимед (287–212 до н. э.), чтобы понять, что именно происходит, когда предмет плавает на поверхности. Если, скажем, камень тонет, он вытесняет (замещает) воду на своём пути. Архимед

понял, что количество вытесненной воды равно объёму камня. Когда некий предмет, например мяч, плавает в воде, он находится не на самой поверхности, а немного погружается в воду, вытесняя её часть. Архимед понял, что количество вытесняемой воды в точности равно весу мячика. Этот закон называется законом Архимеда.

Плавающий объект погружается в воду до тех пор, пока не вытеснит такое количество воды, которое равно по весу его собственному. Затем он перестаёт опускаться, ведь когда он начинает погружаться, вода, которую он вытесняет, выталкивает его с силой, пропорциональной весу вытесненной воды. Поэтому-то объект и плавает. Вода выталкивает его наверх, иными словами, на него действует выталкивающая сила. Объект тонет до тех пор, пока его тяжесть не уравнивается выталкивающей силой

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

Удельный вес — это отношение веса вещества к занимаемому им объёму.

Парение и полёт

Полёт на крыльях может создать иллюзию, будто летящий плывёт по небу, подобно облаку. Однако это невозможно, ведь летящий плотнее воздуха.



ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ



Дело совсем в другом: крылья имеют такую форму, что их движение создаёт подъёмную силу, которая удерживает летящего в воздухе вопреки разнице в плотности.

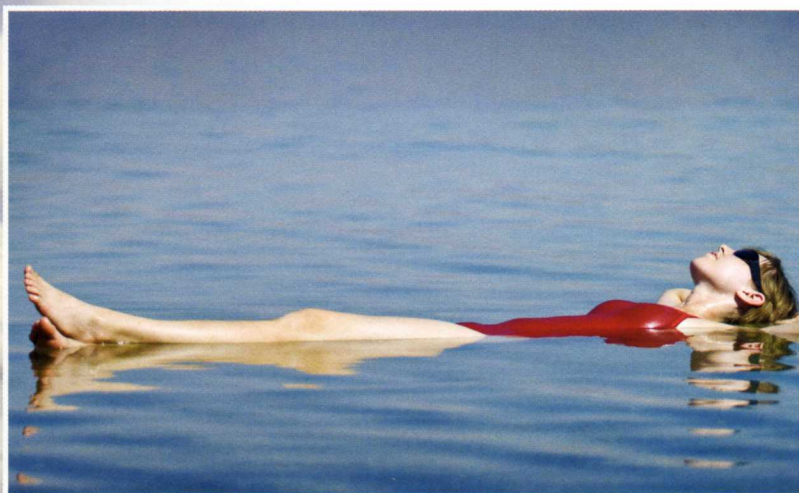
◀ Дельтаплан летает потому, что при его движении крылья остаются в расправленном состоянии. Если он остановится, то сразу упадёт.



▲ Птица плотнее воздуха, поэтому ей нужно махать крыльями, чтобы они удерживали её в воздухе.



▼ Пловцы с лёгкостью держатся на поверхности Мёртвого моря: вода в нём настолько солёная, что имеет исключительно высокую плотность, — она намного плотнее, чем вода, содержащаяся в теле пловца.



воды, после этого погружение прекращается. Таким образом, плавающий объект не просто покоится там, но поддерживается выталкивающей силой.

Почему корабли плавают

Корабли не тонут вопреки тому, что сделаны из стали, которая, как известно, намного плотнее воды. Причина в том, что их корпус заполнен воздухом — намного менее плотным веществом. Когда корабль спускают на воду, его заполненный воздухом корпус вытесняет огромное количество воды — достаточное для того, чтобы создать выталкивающую силу, способную удержать на плаву весь объём стали.

Неважно, насколько тяжела сталь, из которой изготовлен корабль, — он всё равно будет плавать, если содержит достаточно воздуха, чтобы его средняя плотность была меньше плотности воды. Тогда вытесненной воды хватит, чтобы корабль оставался на плаву. Вот почему инженеры важнейшей характеристикой судна считают его водоизмещение — количество воды, которое оно вытесняет. Водоизмещение — это то же самое, что и вес корабля, включая воздух, который он содержит. Некоторые современные супертанкеры имеют водоизмещение более 500 тысяч тонн. Если борт корабля пробит, вода поступает внутрь и корпус судна заполняется водой вместо воздуха.

НАГРЕТЫЙ ВОЗДУХ



Когда воздух внутри воздушного шара нагревают, он становится менее плотным, чем воздух снаружи, и воздушный шар поднимается вверх.

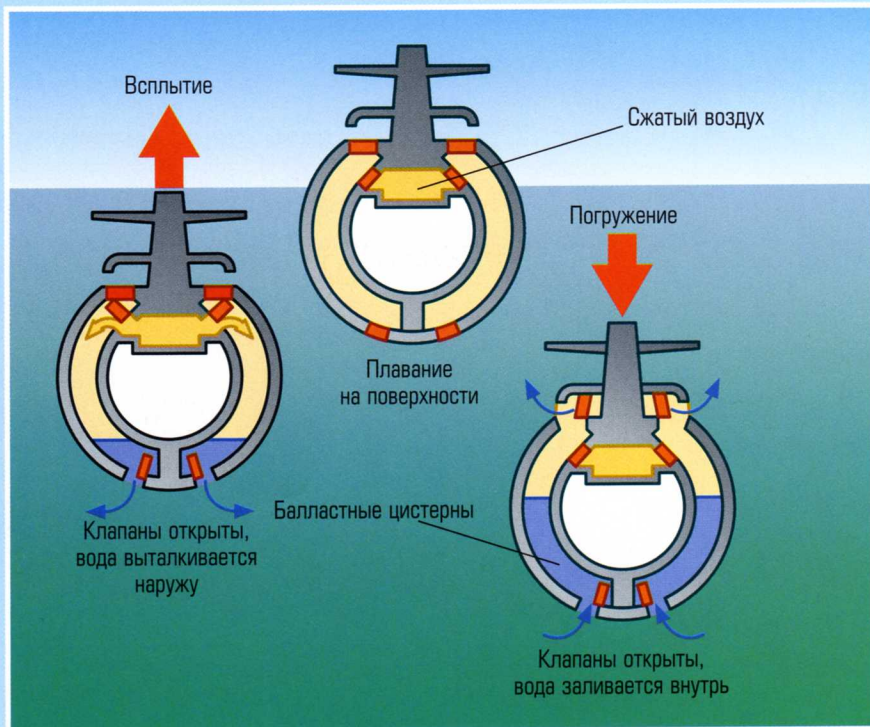
Погружение и всплытие

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ



Подводная лодка погружается или поднимается на поверхность воды за счёт изменения плавучести. Заполнение водой балластных цистерн или вытеснение из них воды с помощью сжатого воздуха изменяет плавучесть лодки.

► Когда подводная лодка находится на поверхности, цистерны, расположенные вокруг её корпуса, полны воздуха (показано жёлтым цветом). Когда в цистерны пускают воду (показано голубым цветом), подводная лодка погружается. Сжатый воздух используется для того, чтобы вытеснить воду, когда наступает время подняться на поверхность.



Его средняя плотность резко повышается, и оно тонет.

На том же принципе основан полёт дирижаблей и воздушных шаров. Газ в воздушном шаре имеет гораздо меньшую плотность, чем окружающий воздух, который он вытесняет в полёте.

Подводная лодка тоже имеет полый корпус, но он окружён цистернами, которые могут быть заполнены водой. Когда лодка на поверхности, цистерны пусты – благодаря этому она и удерживается на плаву.

Чтобы заставить её погрузиться, в цистерны запускают воду. Судно теряет плавучесть и медленно погружается. Чтобы снова подняться на поверхность, используют сжатый воздух для вытеснения воды из цистерн. Судно опять становится плавучим и поднимается на поверхность.

ПОД ВОДОЙ

▲ Принцип заполнения и освобождения цистерн для погружения и всплытия используется во всех подводных лодках – от больших атомных до маленьких судёнышек. Атомные подводные лодки способны на длительное погружение, потому что им не нужен воздух для управления двигателем (в отличие от обычных лодок с дизельным двигателем).

