

## ТЕЛО, ВПЁРТООЕ ПОД ВОДУ...

Однажды в воде я сделал каменное лицо и утонул.

– Я понял, в чём ваша беда. Вы слишком серьёзны. Умное лицо – это ещё не признак ума, господа. Все глупости на Земле делаются именно с этим выражением лица. Вы улыбайтесь, господа. Улыбайтесь!<sup>1</sup>

Начнём с весёлого экскурса в статику жидкостей и газов, обратившись к коллекции забавных фраз из записной книжки одного учителя. Пусть эти «околофизические» примеры вызовут не только улыбку, но и заставят задуматься о верном суждении, послужат делу образования.

- ☺ – Кто такой был Архимед?
- Ну,.. это был учёный... как-то раз, он мылся в ванне и закричал «Эврика!».
- И что означает «Эврика»?
- Ну,.. это значит «нашёл».
- И что же он нашёл?
- Не знаю... Мыло, наверное.
- ☺ В переводе с очень древнегреческого слово «Эврика» обозначает выражение: «Ничего себе, какая холодная вода!».
- ☺ – Что происходит в тот момент, когда человек садится в наполненную водой ванну?



- Обязательно кто-нибудь да позвонит по телефону!
- ☺ Закон Архимеда: «Тело, погружённое в воду – мокнет». Следствие из закона: «Тело, НЕ погруженное в воду – пахнет».
- ☺ – Как измерить объём сложного геометрического тела?
- Как Архимед советовал, опустить тело в воду и измерить разность уровней воды.
- Это он котика в воду не опускал...

☺ Вода выталкивает предметы потому, что обижается.

Давайте и мы поставим эксперимент, для начала – мысленный. Погрузим воображаемый кубик с ребром  $a$  (площадью грани  $S = a^2$  и объёмом  $V = a^3$ ) в гравитационном поле Земли (с ускорением свободного падения  $g$ ) на глубину  $h$  в жидкость плотности  $\rho$ ...

☺ При погружении в жидкость, тело становится чище!

А ещё тело (в нашем случае – кубик) вытесняет жидкость объёмом  $V$  (её уровень в сосуде повышается) и массой  $m$ .

Философия гидростатики в том, что: ☺ Глубокие мысли лопаются от давления.

Действительно, гидростатическое давление зависит от глубины:

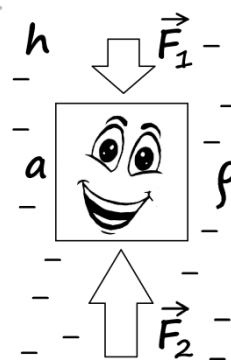
$$p = \rho gh.$$

☺ – Ой, головастик! – Вызывает удивление, впервые увиденная греческая буква «ро».

Выталкивающая (архимедова) сила – есть разница сил давления на нижнюю и верхнюю грани кубика (а боковые – компенсируются):

$$F_A = F_2 - F_1 = p_2 S - p_1 S = \rho g(h + a)a^2 - \rho gha^2 = \rho ga^3 = \rho gV$$

$$F_A = \rho gV = mg = P$$



<sup>1</sup> Из фильма «Тот самый Мюнхгаузен» по сценарию Г. Горина.

Присмотритесь, найденная сила не зависит от формы тела, а определяется лишь весом ( $P$ ) вытесненной жидкости.

☺ Мнемоническая формула Архимеда: «РоЖа – Во!».

В другой интерпретации: ☺ Тело, вёртое под воду,  
Вытирает на свободу,  
С силой выпертой воды,  
Телом вёртого туды.

Но учтите: ☺ Незнание закона Архимеда не освобождает от утопления.

Поясним на практике: ☺ Наша Таня громко плачет:

Уронила в речку мячик.

– Тише, Танечка, не плачь:

Сила Архимеда не утопит мяч.

Запомни, Танечка:

Если  $F_A > F_m$  (или, как следствие  $\rho_{\text{жидкости}} > \rho_{\text{тела}}$ ), то тело всплывает.

☺ – Капитан, якорь всплыл!!!

– Хм... Скверная примета.

☺ Главное, чтобы на тело, погруженное в воду, действовала выталкивающая сила, а не заталкивающая!

Если  $F_A < F_m$  ( $\rho_{\text{жидкости}} < \rho_{\text{тела}}$ ), то тело тонет.

☺ Корабли плавают по Архимеду, а тонут они из-за Ньютона.

Если  $F_A = F_m$  ( $\rho_{\text{жидкости}} = \rho_{\text{тела}}$ ), то тело плавает (находится в безразличном равновесии).

☺ Гидростатическая занимательность и самый большой буй: «Если положить Сатурн в воду, он будет плавать».

По мнению Э. Ферми «Знать физику – означает уметь решать задачи».

– Записывайте: ☺ Сколько Дюймовочек массой 5г каждая смогут переплыть реку в тапике массой 500г и объёмом бл?

Как вам такая гидростатическая фантазмагория?

Да и от гидродинамической слеза наворачивается:

☺ Тело плотности  $\rho_1$  погружается с силой  $F$  в жидкость с плотностью  $\rho_2$ . Описать движение тела. Сопротивлением тела пренебречь.

Кажется, в законе, открытом древним учёным две с лишним тысячи лет назад, не может быть никакого парадокса. Но давайте прислушаемся к совету Леонардо да Винчи: «Когда имеешь дело с водой, посоветуйся с опытом». Вступим в диалог с природой – проведём несколько реальных экспериментов. Насладимся процессом, и быть может, подобно Архимеду «что-нибудь, да найдём».

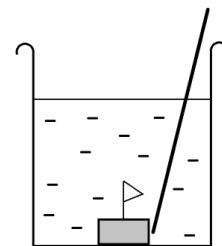
Пусть нашей путеводной нитью станет распространённая формулировка<sup>2</sup> закона:

«НА ТЕЛО, ПОГРУЖЁННОЕ В ЖИДКОСТЬ, ДЕЙСТВУЕТ ВЫТАЛКИВАЮЩАЯ СИЛА, РАВНАЯ ВЕСУ ЖИДКОСТИ, ВЫТЕСНЕННОЙ ПОГРУЖЁННЫМ ОБЪЁМОМ».

1. «Присасывание» тела ко дну сосуда.

☺ Второй закон Архимеда: если тело, погружённое в жидкость, через 15 минут не всплыло, значит, оно утонуло...

Погрузите парафиновую шайбу с гладкой нижней поверхностью в прозрачный сосуд с водой, на дне которого лежит гладкая стеклянная пластина из зеркального стекла. Плотность парафина несколько меньше плотности воды, поэтому шайба плавает на поверхности. Если погрузить шайбу на дно, плотно прижав её к стеклянной пластине и выдавив из-под неё всю воду (это можно сделать, так как парафин не смачивается водой), то шайба под действием давления находящегося над ней столба воды «присосётся» ко дну сосуда. Её можно двигать по дну спицей – шайба не будет всплывать. Для того



<sup>2</sup> Формулировка некорректная, но об этом позже.

чтобы оторвать шайбу от дна и заставить её вновь всплыть, требуется приложить некоторое усилие.

Подобное явление может возникнуть, когда подводная лодка ложится на дно. Если грунт илистый, то ей трудно будет оторваться от дна и всплыть. Во время Первой мировой войны, как утверждает история, по этой причине произошло несколько трагических случаев.

☺ Парадокс: Тело (шайба), вытесняет воду, но это не приводит к возникновению необходимой для всплытия тела архимедовой силы.

## 2. «Судно в доке».

☺ Семиклассник Вася С. в качестве одной из целей лабораторной работы написал: *«Научица польцываица мензуркой»*.

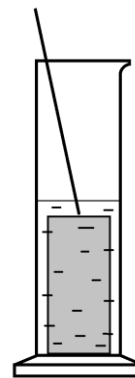
Полагаем, что вы умеете.

В цилиндрическую мензурку поместите деревянный цилиндр, диаметр которого немного меньше. Придерживая цилиндр спицей, налейте в мензурку воды так, чтобы она немного покрывала цилиндр. Предскажите, всплывёт ли цилиндр, если отпустить спицу?..

Всплывает!

Подобное явление наблюдается, когда в док ставят, соизмеримое с внутренним объёмом дока судно.

☺ Парадокс: Тело (судно) всплывает, хотя вес вытесненной воды значительно меньше веса судна.



## 3. «Плавающая монета».

☺ *Архимед в бессилье стонет:*

*Монета плавает в воде, не тонет.*

*Думай, думай, Архимед,*

*Объяснения-то нет!*

Возьмите ёмкость с водой, алюминиевую (Al) монетку<sup>3</sup> и обычную канцелярскую скрепку. Положите монетку на скрепку и аккуратно опустите её на поверхность воды. Затем уберите скрепку, оставив монетку на плаву!

(На поверхность воды, налитой в широкую чашку, можно положить тонкий алюминиевый диск диаметром около 30см, покрытый для уменьшения смачивания тонким слоем масла или парафина. Диск плавает, даже если поставить на его центр груз массой 50-100г.!)



☺ Парадокс: Вес вытесненной телом жидкости меньше веса монеты (диска),  $\rho_{\text{воды}} < \rho_{\text{тела}}$ !

## 4. «Шарик в псевдожидкости».

☺ – *Скажите, в каких состояниях может быть вода?*

– *В трёх: твёрдом, жидком и безобразном.*

Заполните стеклянную банку на три четверти зёрнами риса (или гречки), положите сверху шарик для настольного тенниса и закройте крышкой. Переверните банку, чтобы шарик оказался на дне. Начните потряхивать банку с небольшой амплитудой вверх-вниз, и через некоторое время шарик «всплывёт» на поверхность.

В пачке мюсли орехи и изюм тоже всегда оказываются сверху. Это происходит из-за тряски при перевозке.

<sup>3</sup> Яков Перельман в первой книге «Занимательная физика» рассказывает о латунной копейке, которая в воде не тонет.

☹ Парадокс: Закон Архимеда (для шарика) выполняется не только в «нормальных», но и в «безобразных» средах. (☺ *В любые дни недели!*)

☺ *Когда Архимед залез в ванну, он понял, что на него действует закон Архимеда.*

А что поняли вы? Разобрались с парадоксами? Тогда предлагаем вам переписать ПРЕДЛОЖЕННУЮ РАНЕЕ формулировку известного закона и привести её к правильному (по возможности лаконичному) виду с учётом всевозможных обобщений и указаний границ применимости.

А как справитесь, поспешите к столу за «полезными» калориями.

Кстати, согласно популярной школьной частушке:

☺ *После сытного обеда*

*По закону Архимеда*

*Полагается поспать...*

Если вы догадаетесь, какие физические соображения позволили её автору связать выталкивающую силу с послеобеденным сном, сообщите, пожалуйста, нам!

☺ В 7кл. одна девочка в конце лабораторной работы «Выяснение условий плавания тел» написала такой вывод: *«На этой лабораторной работе мы научились всему, чему научил нас учитель»*... Гениальное заключение!

10.07.22