

АТЛАНТЫ ДЕРЖАТ НЕБО...

*Давай летаем с тобой,
Достанем до неба рукой!*



– Отправляемся на край света! – приглашает в путешествие Ведущий Театра Занимательной Науки (ТЗН).

– За линию горизонта? Или туда, где кончается тень? – любопытствуют зрители.

– Вам в помощь, фотоподсказка. Догадайтесь, что запечатлено на снимке и где он был сделан...

*«Когда на сердце тяжесть и холодно в груди,
К ступеням Эрмитажа ты в сумерки приди,
Где без питья и хлеба, забытые в веках,*

Атланты держат небо на каменных руках», – вспоминают присутствующие слова известной песни¹.

– А кто бывал в Санкт Петербурге, где «низкое небо над головой»²? – интересуется Ведущий у аудитории.

– Пётр Первый! – звучит правильный, но бесполезный ответ. Это вызывает улыбки, и Ведущий напоминает себе о корректности в постановке вопросов.

– Кстати, по секрету (и по версии ТЗН), – сообщает он всем, – раз в месяц один из Атлантов просит своих товарищей-титанов взять его ношу на себя и бежит напрямик к своему работодателю... Правильно, к Зевсу Громовержцу. Он напоминает ему о том, что:

*«Держать его махину [небо] – не мёд со стороны,
Напряжены их спины, колени сведены.
Их тяжкая работа важнее иных работ.
Из них ослабни кто-то и небо упадёт».*

Могучий Атлант просит Громовержца выдать за непомерный труд зарплату (или хотя бы аванс). Но Зевс как будто не слышит его песенных аргументов. Отказывается платить и всякий раз мечет молнии, обвиняя титанов в том, что они не работают.

– Объясните подобный произвол!

– 1) Зевс всегда прав; 2) а если он не прав, то смотри пункт первый.

– Не наш случай. Ключевые слова «они не работают», а ещё напоминание – вы находитесь на научном представлении.

– Согласно строгой физике $A = FScos\alpha$, – вспоминаются школьные истины.

При наличии силы и отсутствии перемещения, механическая работа не совершается, она равна нулю. А то, что бедняги обливаются потом, то лирика. Когда Зевсу выгодно, он всегда прибегает к науке.

– Как вы думаете, тяжело ли мифическим титанам «держат небо»? – подставляет под него ладони Ведущий, напрягая мышцы.

Станный вопрос, но только не для любознательных учёных. Тяжесть – это вес – сила, с которой тело, вследствие притяжения к



Альтернативный взгляд на Атлантов

¹ Здесь и далее цитируются «Атланты» А. Городницкого.

² Слова из песни «Крейсер Аврора».

земле, действует на опору. Тяжесть небес определяется их массой.

Великий Аристотель считал, что воздух невесом. Говорят, что однажды он взвесил кожаный мешок, наполненный воздухом. Затем развязал верёвочку на горловине, выпустил воздух и взвесил пустой мешок. Разницы не обнаружил³.



Вовочка

Лет триста назад, подобный опыт, но с медным шаром, провёл Галилео Галилей. После откачивания из шара воздуха, весы показали уменьшение его веса. «Небеса весят очень много», – заключил Галилей.

– Как правило, истина находится где-то между крайностями, – замечает Ведущий и представляет ещё одного героя – современника – юного исследователя природы Вовочку, который не согласен ни с одним авторитетом: «Аристотель жил очень давно и не читал учебник физики А.В. Пёрышкина, а Галилей явно преувеличил – воздух не вода и не камень. Висит же небо над головой, не падает». Вовочка за компромисс: «Атмосфера весит, но не очень много».

– А как считаете вы? – ставится вопрос на голосование.

Участники диспута делятся на последователей Аристотеля, Галилея и сторонников Вовочки. За последнего – большинство. Но для научной истины это не показатель. Аристотель взвешивал, Галилей тоже. Чем мы хуже? Молодёжь готова «тягать воздушную гирию».

– К снаряду! – предлагает Ведущий взвесить воздух, находящийся в зале, в котором проходит представление. – Воспользуемся хорошей сжимаемостью газов и перекачаем его велосипедным насосом в двухлитровую пластиковую бутылку.

Но у присутствующих срабатывает инстинкт самосохранения: «Чем дышать будем? И не взорвётся ли суд⁴?»

Идея трансформируется в простую и безопасную – «залить» в имеющийся сосуд всего лишь две бутылки воздуха.

– Сколько получится?

– Три, ведь одна порция там была изначально.

Манометр не даёт ошибиться. Когда его стрелка указывает на три (бутылки и атмосферы), вентиль на крышке сосуда поворачивается, и сжатый воздух оказывается запертым внутри. На демонстрационном столе появляются старые добрые рычажные весы. Выбор не случаен, в отличие от электронных аналогов, они позволяют не только получить результат, но и наблюдать процесс. Бутылка подвешивается к одной из чаш рычажных весов, а на другую – до достижения равновесия сыплется песок. После того, как коромысло весов занимает горизонтальное положение, Ведущий открывает вентиль, и «пфф-ф-ф...» сжатый воздух покидает сосуд. Чаша с песком перевешивает.

– Аристотель, ты не прав! – выносят вердикт наблюдатели.



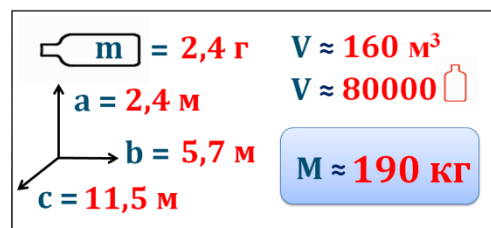
³ Предлагаем Вам, спустя тысячелетия, восстановить научную истину и догадаться, почему весы показали одинаковый вес.

⁴ Пластиковая бутылка выдерживает давление до 10атм.

– Но как теперь узнать массу того, что было утрачено? – возникает закономерный вопрос.

– Элементарно!.. Надо вернуть равновесие, доложив на чашу с бутылкой разности из имеющегося набора. Масса, покинувшего сосуд воздуха, равна массе добавленного груза. У нас получается⁵ примерно 4,7г. Следовательно, одна бутылка (воздушная порция в 2л) имеет массу около 2,4г. Фиксируем результат.

Остаётся выразить объём зала в двухлитровых бутылках. Но уж очень разнятся, высказанные наобум предположения. Тогда мы используем стандартный подход. Определяем размеры помещения, находим произведение длины, ширины на высоту в метрах кубических и, разделив результат на объём бутылки, получаем их количество. *Восемьдесят тысяч двухлитровых бутылок.* (Никто не угадал!)



Ведущий ставит на стол, используемый в эксперименте, сосуд: – Допустим, что в него (без печальных последствий) удалось поместить все 160м^3 воздуха. «Воздушная гиря» готова!

На сцену приглашается зритель спортивного телосложения. Новоявленному «Атланту» предлагается поднять одной рукой над головой имеющееся отягощение и он, не раздумывая, берётся за дело. Гиря взлетает вверх. Атлант наслаждается триумфом, а Ведущий за его спиной раскрывает истинную массу гири, которой тот пренебрёг: $m \approx 80000\text{бут.} \times 2,4\text{г/бут.} \approx 190\text{кг}$! Зрители веселятся и аплодируют феноменальному спортивному «достижению».

– Прав оказывается Галилей!

– Но как узнать массу небес (всей воздушной оболочки земли)? Не путём же определения количества залов ТЗН в атмосфере Земли...

Справиться с этим (произвести оценку) нам помогают несколько простых школьных формул.

Атмосферное давление у поверхности Земли принимается равным нормальному атмосферному давлению $p_a = 10^5\text{Па}$. По определению, давление – есть отношение силы, действующей перпендикулярно опоре, к площади этой опоры: $p = F/S$, откуда $F = pS$.

Площадь поверхности шара определяется через его радиус как $4\pi R^2$.

Таким образом, с одной стороны, модуль силы давления атмосферы, действующей на всю поверхность земного шара, равен $4\pi R_z^2 p_a$, где $R_z = 6,37 \times 10^6\text{м}$ – радиус Земли. А с другой стороны, эта сила равна, действующей на земную атмосферу силе тяжести Mg , где M – искомая масса атмосферы, а g – величина ускорения свободного падения у поверхности планеты⁶.

⁵ Результат незначительно варьируется в зависимости от температуры воздуха в помещении.

⁶ Почти вся масса атмосферы Земли сосредоточена в слое высотой примерно до 50км. По достижении высоты 50км ускорение свободного падения уменьшается всего лишь на 1,5% по сравнению с ускорением на уровне моря; поэтому можно принять, что в пределах всего 50-километрового слоя атмосферы ускорение свободного падения остаётся равным $g = 9,8\text{м/с}^2$.

Из равенства этих сил $4\pi R_3^2 p_a = Mg$, находится масса небес: $M = 5,2 \times 10^{18} \text{ кг}$. Она примерно в миллион раз меньше массы самой планеты.

Атланты вызывают смесь восхищения и сочувствия:

«Стоят они, ребята, точёные тела,

Поставлены когда-то, а смена не пришла».

Настаёт пора вернуться от мифов к действительности.

Небо не может упасть, оно опирается на Землю, давит на каждый сантиметр её поверхности с силой 1 кгс (10 Н). Давит и на Вас. Нормально⁷ так давит. Не верите? Раскройте ладошку, удерживайте её горизонтально перед собой... Какова её площадь? Пусть 100 см^2 . Значит, атмосфера действует на неё с силой $F = 10^{-2} \text{ м}^2 \times 10^5 \text{ Па} = 1000 \text{ Н}$. Чувствуете стокилограммовую гирю на своей руке?..

Да Вы почти как Атлант!

Все мы – в чём-то Атланты⁸!

20.06.19

⁷ $p_a = 10^5 \text{ Па}$.

⁸ *Хоть и не ощущаем веса воздушной ноши.*