

ПРИТЧА О НЕИДЕАЛЬНОМ СЛОНЕ И О ФИЗИЧЕСКОМ МЫШЛЕНИИ

Задания по математике я щёлкал как орехи. Раз. Два. Три. Четыре. И так три серии подряд. Вот и сделаны двенадцать задач. Перейдём к физике. Вопрос в три слова: Как взвесить слона? И комментарии от учителя: необходимо предложить способ, достаточно точный и осуществимый в «домашних условиях» (т.е. простой).

«Ответ», – написал я в тетради: «поставить на весы и посмотреть показания прибора». Но, вспомнив, что у меня дома нет подходящих для этого весов (и, следовательно, не «домашний» это способ), перечеркнул написанное. С первой попытки орешек не раскололся, признал я неудачу и решил применить научную методику, гарантирующую успех.

Начнём с анализа задачи. На листке я нарисовал уменьшенное изображение объекта исследования и надолго задумался.

Уж очень он тяжёлый для домашних условий, – пришёл я к заключению, – наел слон свою огромную массу, а я теперь буду мучиться, её определяя. Вооружившись учебником, я выписал все формулы, в которых фигурирует масса тела и приступил к выбору подходящей.

Вес тела найдем так: $P = M(g \pm a)$. Усложнять задачу не стоит, поэтому не будем заставлять слона двигаться с ускорением (a). А раз так, то вес животного находится как произведение его массы (M) на ускорение свободного падения (g). Таким образом, задача упростилась и нам необходимо лишь найти его массу, так как « g » на поверхности земли определять не требуется, эту константу знает каждый культурный человек. Я полистал справочник, нашёл, и облегченно вздохнул: Полдела сделано!

Учебник поведал, что масса бывает «инертной» и «гравитационной»... Принял решение найти «просто» массу, так как оказалось, что численно они равны. А вот способ их определения разный. Тем лучше для нас! Больше вариантов поиска и шансов на успех.

Весьма скоро меня захватило это научное расследование. Массивный слон – не иголка в стоге сена. Найти искомое – вопрос времени. Учебник помогал мне не сбиться со следа, а в тетрадь я записывал свои мысли и комментарии к ним:

1) $M = \rho V$. Для определения объёма (V), слона в мензурку не посадишь. Конечно, можно сделать из пластилина его копию, уменьшенную в n -ое количество раз и для начала определить какой объём воды вытеснит она, но скульптор я неважный.

Полистал справочник физических величин и с огорчением отложил. Какой только информации не было на его пятистах страницах, а вот нужной справочки о плотности (ρ) слоновьего тела не нашлось. Эх, составители, составители...

А может быть его плотность равна плотности человеческого тела?

А, может быть, отрезать кусочек ногтя от слоновьей ноги и определить плотность, считая, что у его обладателя такая же?..

Нереально! Грубый по точности и гуманности способ. Слон не разрешит, да и нет его в наличии. Ближайший в зоопарке или цирке находится.

А, может быть, дрессировщик знает? Подъехать к нему или позвонить и задать вопрос да не о плотности, а сразу о массе... Чем не способ?

Способ. Только учителю он не понравится! Тогда...

2) $M = F_{тяжести} / g$. Силу тяжести можно измерить динамометром, но для изготовления такого прибора необходима сверхпрочная резина или пружина. Прикинув наличие в комнате резинок, подтяжек и количество знакомых, (с которыми в «домашних условиях» можно связаться по телефону), я отказался от этой идеи.

3) $M = F / a$. Если к любому телу, (в том числе и слоновьему) приложить силу, то оно неизбежно получит ускорение. – Второй закон Ньютона! Пальцем ткни (значение такого усилия можно измерить с помощью обычного динамометра) и определяй ускорение с помощью линейки и секундомера... Бам! И я послал щелчком в полёт карандаш.

Но слона?.. Пальцем?.. Не сдвинуть!

Закон-то справедлив для векторной суммы всех сил (F). Не сдвинуть нам животное до тех пор, пока не избавимся от действия посторонних сил. И не оставим лишь одну – собственную и известную. В книжке и такой вариант рассматривается: «Если тело находится в космическом пространстве, вдали от массивных тел, то...».

А это решение!.. Посадим слона на ракету и...

Стоп! Какую ракету? Какие космические дали? Мне же надо простейшим способом найти массу живого, а не задохнувшегося слона.

Кстати, и аналогичная идея с железнодорожным вагоном, стоящим на очень гладких рельсах, этим требованиям тоже не отвечает. Но зато отпадает проблема с оплатой билета за проезд.

4) Запишем формулу закона всемирного тяготения:
 $F = GMm / R^2$.

m – это масса одного из аппетитных яблок, находящихся передо мной в вазе на столе. Её легко узнать, зная цену за один килограмм (учесть одно съеденное во время размышлений), стоимость покупки и количество фруктов в ней. Приняв слона за материальную точку, поднесём к нему на расстояние R другую материальную точку – яблоко и измерим силу их гравитационного взаимодействия...

Стоп! Этот способ не пройдет. Даже если в процессе эксперимента одна материальная точка не съест другую, я не смогу измерить столь малую силу притяжения, возникшую между ними.

5) Механическая энергия находится так: $E_n = Mgh$; $E_k = MV^2 / 2$. Значит, массу можно определить, зная потенциальную (E_n) и кинетическую (E_k) энергию слона. А это целая проблема. У него же не спросишь, он тоже не знает...

6) Проблему энергий обычно помогает разрешить закон сохранения полной механической энергии (или теоремы об изменении E_k и E_n). Тело, обладающее энергией, способно совершить работу. Я сделал выписку:

$$A = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = 0 - E_{k1} = E_{k1} \text{ или}$$

$$A = - \Delta E_n = - (E_{n2} - E_{n1}) = - (0 - E_{n1}) = E_{n1},$$

и надолго задумался, соображая, что к чему.

Понял! Механическая работа (A) численно равна изменению того или иного вида энергии.

Если заманить слона на крышу дома и столкнуть его оттуда, то при падении он совершит работу по деформации земной поверхности. $A = FS$. Произведя оценку этого разрушения, мы узнаем начальную энергию (E_n) и, следовательно, желанную массу...

Бред какой-то! Заманить? Столкнуть? А как определить среднюю силу сопротивления грунта? (Да и слона тоже.)

Пойдём на другую хитрость. Заставим мчащегося слона таранить стену. Если, разломав её, он останавливается, значит, закончился запас кинетической энергии или... ломать больше нечего.

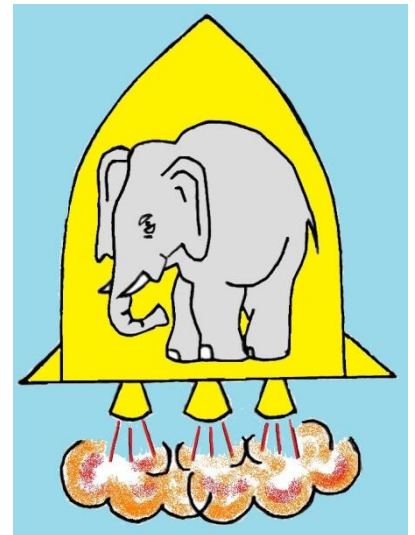
Ещё одна глупость... Думай! Думай!..

Придумал! Указанный способ хоть и «домашний», но для нас неприемлем. Не потому, что жилище жалко (в мысленном эксперименте я готов на любые жертвы), а по причине частичного перехода энергии движения во внутреннюю. Не вся она на работу пойдет.

Вот бы ухитриться и совершить полное превращение...

«Теплее!», – как говорят в игре «холодно – горячо».

7) Абстрагируемся от реальных условий. (Тех, которые особенно мешают.) Допустим, что вышеуказанная задумка удалась на славу. Допустим, наш идеальный слон мчится по горизонтальной тропе (что так способно испугать беднягу, придумаем потом) и, столкнувшись с горой, испаряется. Как? Очень просто! Энергия движения не исчезает, а



превращается во внутреннюю. Полностью. И слон нагревается... А достигнув критической температуры «ПШИ-И-ИК» и испаряется.

$$\begin{aligned}E_{\text{механическая}} &= E_{\text{внутренняя}} \\E_{\text{механическая}} &= E_{\text{к}} = MV^2 / 2 \\E_{\text{внутренняя}} &= Mc\Delta T + ML \\MV^2 / 2 &= Mc\Delta T + ML.\end{aligned}$$

«М» сокращается!.. (А ради неё всё это и затевалось.) Поразительно, но от массы движущегося тела процесс губительного испарения не зависит! И для мухи и для слона скорость одинакова.

$$V = [2(c\Delta T + L)]^{0,5}.$$

Почувствовав себя на пороге открытия (быть может смогу объяснить загадочное исчезновение «древних слонов» – мамонтов с лица Земли), я не удержался и принялся за расчёт этой критической скорости, сделав допущение, что и муха и слон состоят в основном из воды. ($c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{С}$, $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$.) Их начальные температуры – 20°С , а конечные (кипения) – 100°С . ($\Delta T = 80^\circ\text{С}$).

Подставил значения... Посчитал... Подивился: «Вот это да!» И пошёл дальше.

8) Дошёл до оригинальной идеи. Необходимо закупить тележку слоновьего лакомства и вагон досок различной толщины. Перекинуть одну из дощечек через канавку и провести слона по этому мостику, подманивая его продуктами питания.

Повторив эксперимент множество раз, найти такую доску, которая обладает критическим пределом прочности. После этого преподнести слону презент – остатки лакомства с тележки. Пусть постоит в сторонке, доедая.

За это время необходимо на идентичную доску поместить горку кирпичей, такую, которая способна вызвать её разлом. Зная количество кирпичей, и определив массу одного из них (с помощью безмена), можно рассчитать их общий вес, адекватный слоновьему.

Эврика? Нет, не эврика. Дорогой способ. Не хватит денег на закупки. Да и в роли дрессировщика я себя плохо представляю...

А если...

9) Поставить слона на коньки и оттолкнуться от него на идеально гладком льду. Если два взаимодействующих тела массами M и m начнут двигаться из состояния покоя, и при этом масса «Эм» большое не задавит «эм» малое, то они приобретут различные скорости V_1 и V_2 . При этом:

$$M / m = V_{\text{меня}} / V_{\text{слона}}.$$

Из этой формулы выразим искомую величину...

Пожалуй, эта затея чересчур опасна. Техника безопасности отсутствует. Машина неизвестной массы на коньках, а рядом человек с линейкой и секундомером в руках... Кто камикадзе? Не я!

10) А если исследовать глубину следа – отпечатка ноги...

11) Или подобно Архимеду потребовать у общественности точку опоры и подходящий рычаг... («Дайте мне точку опоры, и я переверну...»), а затем определю его вес!

От мыслительного процесса устала голова. В запасе ещё было несколько способов, но я решил их временно отложить и отдохнуть. Я прилёг на диван, открыл увлекательную книгу «Как производить точные измерения» и незаметно заснул.

И очутился в сказочном мире, который населяли точечные массы, абсолютно твёрдые тела, невесомые рычаги, блоки, нити, поверхности с нулевым коэффициентом трения, идеальные газы и другие совершенные тела.

Где-то здесь затерялся мой неидеальный слон. И я пытался отыскать его реальные следы. Крутил головой направо и налево. Тщетно! Должно быть, брёл по тропинке Мёбиуса. Вокруг меня происходили физические процессы, малореальные и даже фантастические, как в сказке, где силы добра и зла четко обозначены, а нравственные проблемы от-

Архив t-z-n.ru

личаются ясностью и однозначностью решения. Здесь можно было найти сказочную Жар-птицу, но не реального слона из крови и плоти.

08.01.95