

## Метод размерностей

1. После удара футболиста мяч массы  $m$  полетел со скоростью  $v$  под углом  $\alpha$  к горизонту. Подумайте, от каких величин может зависеть высота полёта мяча, и с помощью метода анализа размерностей определите, во сколько раз изменится высота полёта, если уменьшить массу мяча в  $k$  раз, но увеличить его начальную скорость в  $c$  раз.
2. Экспериментатор Стёпа заметил интересный эффект. Если на верёвке достаточно быстро раскрутить ведро с водой, то вода не будет выливаться из ведра, а веревка будет натягиваться с достаточно большой силой. Проведя этот опыт на МКС он обнаружил, что верёвка так же натягивается и в невесомости. Подумайте, какие физические величины могут влиять на силу натяжения веревки, и выразите силу через эти величины с точностью до константы, используя соображения размерностей.
3. Так как звук связан с движением микроскопических объёмов среды, в которой он распространяется, то скорость звука зависит от того, насколько жёстко связаны между собой эти объёмы, и от того, насколько они тяжёлые. Более жёсткая связь означает, что сдвиг частиц в одном месте сильнее влияет на движение частиц по соседству. Большая масса, наоборот, означает, что частицы тяжелее сдвинуть, и поэтому они будут сдвигаться медленнее. Из этого можно предположить, что скорость распространения звука в твёрдом материале должна определяться всего двумя параметрами: плотностью этого материала, и его «жёсткостью», которую часто характеризуют модулем Юнга  $E$ . Известно, что коэффициент упругости стержня длиной  $l$  и площадью  $S$  можно выразить как  $k = \frac{E \cdot S}{l}$ . Определите из этого размерность модуля Юнга и определите с точностью до константы выражение для скорости звука через плотность материала и его модуль Юнга.