

## О ЗАКОНАХ СТАТИКИ

Leonardo da Vinci

C.A. 93 v.

Наука о тяжестях вводится в заблуждение своею практикою, которая во многих частях не находится с этою наукою в согласии, причем и невозможно привести ее к согласию, и это происходит от полюсов весов, благодаря которым создается наука об этих тяжестях, полюсов, которые, по мнению древних философов, были полюсами, имеющими природу математической линии, и в некоторых местах математическими точками - точками и линиями, которые бестелесны; практика же полагает их телесными, потому что так велит необходимость, раз они должны поддерживать груз этих весов вместе с взвешиваемыми на них грузами.

Я нашел, что древние эти ошибались в этом суждении о тяжестях и что ошибка эта произошла оттого, что они в значительной части своей науки пользовались телесными полюсами и в значительной - полюсами математическими, то есть духовными или, вернее, бестелесными.

Br.M. I r- J v

Умножь деления рычага на фунты к нему прикрепленного груза и результат раздели на деления противорычага, и частное будет противовес, который, находясь на противорычаге, противится опусканию груза, на указанном рычаге находящегося.

A. 47 r.

Умножь большее плечо весов на груз, им поддерживаемый, и раздели результат на меньшее плечо, и частное будет груз, который, находясь на меньшем плече, противится опусканию большего плеча в случае равновесия плеч весов.

A. 47 v.

Тяжесть, привешенная к одному плечу рычага, сделанного из любого материала, во столько раз большую тяжесть поднимает на конце противоположного плеча, во сколько раз одно плечо больше другого.

A. 22 v.

Если хочешь, чтобы груз  $b$  поднял груз  $a$  при равных плечах весов, необходимо, чтобы  $b$  было тяжелее  $a$ . Если бы ты захотел, чтобы груз  $d$  поднял груз  $c$ , более тяжелый, чем он, нужно было бы заставить его при опускании совершить более длинный путь, нежели путь, совершаемый  $c$  при подъеме; и, если он опускается больше, следует, что плечо весов, опускающееся с ним, должно быть длиннее другого. И если бы ты захотел, чтобы незначительный груз  $f$  поднял большой  $e$ , грузу пришлось бы двигаться по более длинному пути и быстрее, нежели грузу  $e$ .

### Е. 72 v.

Отношение между пространством  $mn$  и пространством  $nb$  то же, что между весом, опустившимся в  $d$ , и весом, которым обладало это  $d$  в положении  $b$ .

### А. 45 r.

То же отношение, которое будет между длиною рычага и противорычага, найдешь ты и в их грузах, и, сходно, в медленности движения, и в пути, совершаемом их концами, когда они достигают постоянной высоты своего полюса.

### Ash. I, 3 r.

В каком отношении линия  $cb$  будет находиться к линии  $ac$ , в таком будет находиться вес и длина  $cm$  к весу  $cp$ .

### Br.M. 1 v.

По 6-й [главе] 9-й [книги], тяжесть распределяется между реальными плечами весов не в том отношении, какое существует между этими плечами, но в отношении, какое имеют между собою потенциальные плечи.

### Е. 65 r.

$A$  - полюс коленчатого рычага  $ad$  и  $af$ , и  $dn$  и  $fc$  - подвески. Чем более ширится угол веревки, которая на середине своей длины поддерживает груз  $n$ , тем более уменьшается потенциальный рычаг и растет потенциальный противорычаг, поддерживающий груз.

### Е. 60 v.

Сила будет тем большего превосходства, чем меньшей величины будет потенциальный рычаг.

### Ash. II, 2 v.

Говорит Пелакани, что большее плечо этих весов скорее будет падать, чем меньшее, потому что оно при своем опускании более прямо описывает свою четверть круга, нежели то делает меньшее, и так как грузы стремятся падать по перпендикулярной линии, то чем большей кривизны будет окружность, тем более будет замедляться движение.

Рисунок  $mn$  опрокидывает это соображение, потому что опускание его грузов происходит не по кругу и тем не менее груз большего плеча  $m$  опускается.

Вещь, более удаленная от своей точки опоры, менее ею поддерживается; будучи менее ею поддерживаема, сохраняет она больше свободы, и так как свободный груз всегда опускается, то конец коромысла весов, более далеко отстоящий от точки опоры, будучи более тяжел, необходимо опустится сам собою скорее, чем какая другая часть.

Так как в колесе края одинаково удалены от центра, все помещенные на его окружности грузы будут иметь здесь такую же силу, какую имели бы подобные же грузы, помещенные на их перпендикуляре, на линии равенства  $qz$ .

### С.А. 365 v. a.

Та тяжесть будет двигаться всего труднее, которая будет подниматься по линии менее наклонной. Так, если тяжесть  $e$  будет подвешена на веревке  $ae$ , то веревка  $eh$ , движущая ее внутри прямого угла  $aeh$ , будет двигать без какого бы то ни было напряжения  $B$  в движении, так как вес - весь на веревке  $ae$ . Если же названный груз будет помещен в прямой угол  $asc$ , то  $sc$  будет нести всю сумму этого веса.

У той тяжести вес будет больший, у которой центральная линия будет наиболее удалена от центральной линии подвеса. Доказывается это тем, что у груза  $d$  центральная линия на половине расстояния  $ac$  и потому он становится вполуполу легче груза  $c$ , ибо веревка  $df$  ощущает у  $d$  только 2 фунта из 4, а веревка  $gc$  в  $g$  ощущает все 4 фунта  $c$ . Но если хочешь убедиться, что в  $d$  будет только 2 фунта, должен ты подвесить груз по его центральной линии в  $b$ , и увидишь, что, так как линия  $ab$  является половиной  $ad$ , что груз 4, который тягой из  $f$  превращается в 2, опять станет равен 4 на линии  $db$ , благодаря плечу рычага  $ab$ , вполуполу меньшего, чем противорычаг  $ad$ .

### A. 5 r.

Если весы будут иметь груз, равный по длине одному из их плеч, например  $mn$ , весом в 6 фунтов, то сколько помещенных в  $f$  фунтов окажут ему сопротивления? Говорю, что достаточно будет 3 фунтов, потому что, если груз  $mn$  по длине будет равен одному из плеч, ты сможешь считать, что он помещен посередине этого плеча весов в точке  $a$ ; следовательно, если в  $a$  будет 6 фунтов, 6 других помещенных в  $k$  фунтов окажут им противодействие, и если отодвинешь на столько же к концу весов, в точку  $f$ , то противодействие окажут им 3 фунта.

### E. 33 r.

О центре тяжести. Центр подвешенной тяжести находится на центральной линии веревки, ее поддерживающей. Доказывается подвешенными к первым весам грузами  $b$ ,  $d$ , у которых, даже если они соединены в одно тело, центр тяжести находится между обеими подвесками - в  $e$ . И следует это принять потому, что груз  $a$  уравнивает груз  $b$  при равном плече весов, а  $c$ , второй груз, уравнивает груз  $d$ ; но пропорциональные грузам промежутки суть  $mn$  и  $mp$ , которые находятся в отношении 1 к  $1\frac{1}{2}$ , и в таком же, но обратном отношении находятся грузы, а именно  $ac$  и  $db$ . Доказано, следовательно, что центр  $e$  есть центр подвешенной тяжести  $bd$ , разъединенной [на две] или цельной.

### V.U. 4 r.

Груз  $q$ , по причине прямого угла  $p$  над  $df$ , в точке  $e$  весит  $\frac{2}{3}$  естественного своего веса, который был 3 фунта, - оказываясь мощностью в 2 фунта; и груз  $p$ , который был также в 3 фунта, оказывается мощностью в 1 фунт, по причине прямого угла  $m$  над линией  $hd$ , в точке  $g$ ; следовательно, имеем здесь 1 фунт против 2 фунтов.

### C.A. 149 r. a.

Линия движения -  $ab$ ; линия силы -  $da$ . Линия движения  $ab$ , называемая рычаг, есть кратчайшее расстояние от центров блоков до их окружностей, на кратчайшем отрезке между центром и прямым направлением силы, касающимся блоков, то есть на  $ad$ . Точки первой встречи, образуемые линиями веревок с окружностями блоков, движущих грузы,

будут всегда иметь прямые углы, образуемые этими линиями и теми, что идут от этих точек к центру названных блоков.

### С.А. 321 v. а.

Если разделишь груз, который хочешь поднять полиспастами, на число блоков, имеющих в этих полиспастах, и результат приложишь к подъемной веревке, то получишь грузы, которые равно противятся опусканию один другому.

Путь подъемной веревки, движущей груз, будет длиннее пути груза, поднимаемого полиспастом посредством этой веревки, во столько раз, сколько блоков в этом полиспасте.

### А. 62 r.

Если поддерживаемый груз весит 20 фунтов, тогда, говорю я, 10 фунтов действуют на блок l и 10 фунтов на блок k, к которым груз в 20 фунтов подвешен. Таким образом, o берет 5 фунтов у l, также и p 5 фунтов у l и 5 фунтов у k. Наконец, k передает 5 фунтов g. Если

ты хочешь осилить эти 5 фунтов, ты должен приложить в x противодействующий груз в 6 фунтов. Когда приложены 6 фунтов в крайней точке в x против 5 фунтов и когда каждая из четырех частей веревки, держащей 20 фунтов, испытывает лишь 5 фунтов тяжести, тогда, поскольку действующий добавочный груз на канате qx не находит ничего, что бы его уравновешивало в противоположных действующих частях каната, напряжение будет преодолено и возникнет движение.

### С.А. 120 v. с.

Так же, как находишь ты здесь правило убывания силы у движущего, так найдешь и правило "возрастания времени у движения. И такое отношение будет у тебя между движениями m и n, каково [отношение] груза n к грузу m.

### Е. 20 v.

У веревок, находящихся между блоками, отношение сил, получаемых от движущего, равно отношению скоростей их движения.

У движений, совершаемых веревками на своих блоках, отношение движения последней веревки к первой равно отношению между числом веревок; то есть если их 5, то при передвижении первой веревки на локоть последняя передвигается на 1/5 локтя; и если их 6, эта последняя веревка будет обладать движением в 1/6 локтя и т. д. и т. д.

Отношение, в каком находится движение того, что движет блоки, к движению поднимаемого блоками груза равно отношению груза, этими блоками поднятого, к весу движущего; отсюда следует, что при поднятии груза на локоть движущее опустится на 4.

### Ф. 51 r.

Центр тяжести пирамиды находится на четверти оси ее; и если разделишь ось на четыре равные части и пересечешь две из ее осей, то точка их пересечения придется на указанную четверть.

### А. 3 v.

О давлении груза. Невозможно, чтобы подпора однородной толщины и крепости,

будучи нагружена стоя отвесно грузом, равноотстоящим от ее центра, могла когда-либо подогнуться и переломиться, хотя вполне может уйти вглубь; но, если чрезмерный груз оказывается помещенным на одной части подпоры более, чем на другой, подпора погнется в ту сторону, где будет испытывать наибольшее давление от наибольшей тяжести, и переломится на середине противоположной стороны, то есть в той части, которая наиболее удалена от концов.

### А. 45 v.

Если ты нагрузишь подпору, поставленную отвесно так, что центр этой подпоры придется под центром тяжести, она скорее уйдет вглубь, чем согнется, потому что все части груза соответствуют частям сопротивления. Невозможно, чтобы подпора, центр которой расположен на отвесной линии под центром лежащего сверху груза, могла когда-либо согнуться, но скорее углубит она в землю свое основание.

### А. 47 r.

Опора с вдвое большим диаметром выдержит в 8 раз больший груз, чем первая, будучи одинаковой высоты.

### А. 3 v.

Много небольших, соединенных вместе опор способны выдержать груз больший, нежели каждая порознь. 1000 подобных стоек одинаковой толщины и длины, будучи разъединены друг от друга, подогнутся, если поставить их стоймя и нагрузить общим грузом. И если свяжешь их вместе веревками так, чтобы они соприкасались друг с другом, будут они способны нести груз такой, что каждая отдельная стойка способна выдерживать в 12 раз больший груз, чем раньше.

### С.А. 152 r. b.

Из подпор одинакового материала и толщины та будет наибольшей крепости, длина которой наименьшая. Если ты поставишь отвесно подпору [всюду] одной толщины и [из одного] материала, выдерживающую [груз равный] 100, и затем отнимешь  $\frac{9}{10}$  высоты, то найдешь, что остаток ее, будучи подпираем с одного конца, будет выдерживать 1000. Ту же силу и сопротивление найдешь ты в пучке из 9 [подпор] однородного качества, что и в девятой части одной из них. Пусть  $ab$  выдерживает 27 и состоит из 9 балок, тогда  $cd$ , составляя  $\frac{1}{9}$  часть их, выдерживает 3. Если же взять  $ef$ , составляющую  $\frac{1}{9}$  длины  $cd$ , то она выдержит 27, так как короче ее в 9 раз. Из указанного свойства названного отношения вытекает, что если тело  $b$  находится в таком отношении к  $a$ , то оно оказывает равное сопротивление. Далее: если ты 100 опор одинакового качества поставишь стоймя врозь, из коих крепость каждой выдерживает [груз  $v$ ] единицу, то, ты найдешь, если они будут совершенно плотно соединены друг с другом, что каждая выдержит груз 100. И это происходит оттого, что получающаяся совокупность связанных опор, кроме того, что умножилась на 100, имеет и в 100 раз более низкую форму, нежели форма одной опоры.

### А. 47 r.

Опыт. Опыт сделаешь таким образом. Возьми два железных прута, которые были вытянуты в четырех-угольной волочильной машине, и укрепи один из них внизу двумя

опорами, и сверху нагрузи его данным грузом. Заметь точно, когда начинает он гнуться, и проверь отвесом, при каком грузе это сгибание случается. Затем удвой железный прут, связав оба тонкой шелковой ниткой, и увидишь на опыте, что опыт этот мои рассуждения подтверждает. И сходно повтори опыт, учетверив и т. д. и т. д. по усмотрению, всякий раз редкими оборотами перевязывая шелком.

### С.А. 244 v.

Две слабости, опираясь друг на друга, рожают крепость. Так половина мира, опираясь на другую, делается устойчивой.

### Ф. 83 r.

Если будут сделаны две башни сплошь прямые если пространство, заключающееся между ними, всюду одинаково, нет сомнения, что обе башни обрушатся друг на друга, если возведение их будет продолжаться на равную высоту в той и другой.

Пусть будут две централи двух углов  $b$  [и]  $c$ , идущие все прямо. Если они пересекают эти башни одну в  $cg$  и другую в  $bf$ , следует, что линии эти не проходят через центр тяжести их длины; отчего  $klcg$  - часть одной - весит больше, чем остаток ее  $sgd$ , а неравные вещи одолевают одна другую; почему, по необходимости, больший груз башни увлечет всю такую башню к башне противоположной; и то же сделает другая башня, навстречу первой.

### Т.Р. 394.

Равновесие, или балансирование, людей делится на две части, а именно на простое и сложное. Балансирование простое - то, которое осуществляется человеком на двух его неподвижных ступнях, стоя на которых этот человек или разводит руки на различные расстояния от своей середины, или наклоняется, стоя на одной или двух ступнях, причем центр его тяжести всегда должен быть по отвесной линии над центром этой ступни, а если опирается он одинаково на обе ступни, то тогда центр тяжести человека будет на отвесной линии, проходящей через середину линии, которая измеряет пространство между центрами этих ступней.

Под сложным равновесием разумеется такое, которое осуществляет человек, поддерживающий над собою груз в различных движениях; как, например, при изображении Геркулеса, который стискивает Антея, приподняв его между грудью и руками над землю, делай его фигуру настолько позади центральной линии его ступней, насколько у Антея центр тяжести находится впереди тех же ступней.

Леонардо да Винчи