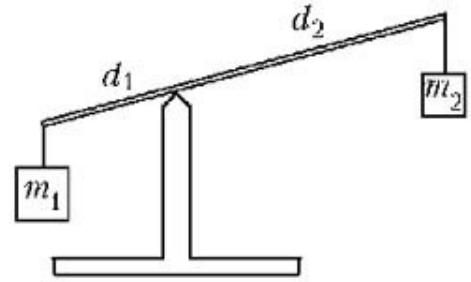


## Рычаги.

Все знают, как взвешивать предметы, если под рукой есть набор гирек и весы. Но можно обойтись и всего одной гирькой, правда весы понадобятся другие - неравноплечие.

Сделать их можно самому, уравновесив обычную линейку на какой-нибудь точке опоры. Если теперь подвесить к линейке с одной стороны груз, а с другой нашу гирьку так, чтобы точку подвеса можно было бы двигать вдоль линейки, изменяя плечо гирьки - расстояние от точки опоры до точки подвеса.



Подвигав гирьку ближе и дальше от точки опоры можно найти положение равновесия. При таком положении массы грузов  $m_1$  и  $m_2$ , и плечи  $d_1$  и  $d_2$  связаны замечательной формулой, которую можно проверить экспериментально: \_\_\_\_\_.

Формула эта называется правилом рычага, а рычагом по-научному называются такие неравноплечие весы.

Правило рычага не только позволяет взвешивать грузы, имея только одну гирьку известной массы. Ведь из неё следует, что самый тяжёлый груз можно не только уравновесить, но и приподнять самым маленьким, если соорудить нужный рычаг. Теперь понятно, что имел в виду Архимед, когда говорил: «Дайте мне точку опоры и я сдвину Землю!» Люди про это знают уже давно, и рычажные механизмы на этом принципе известны миру тысячи лет, возможно даже дальше, чем колесо.

Полученную формулу можно обобщить так, чтобы она годилась и для более сложных механизмов. Домножим обе части на  $g$  и перенесём правую часть налево со знаком «минус»: \_\_\_\_\_ = 0.

$m_1g$  и  $m_2g$  - это силы тяжести грузов  $F_{тяж1}$  и  $F_{тяж2}$ , с такими же силами они очевидно давят на плечи рычага. Можно догадаться, что рычагу не важна природа сил, которые на него действуют, это может быть и сила натяжения, и упругости, и даже трения. Поэтому вместо  $F_{тяж1}$  и  $F_{тяж2}$  можно смело написать  $F_1$  и  $F_2$ . Пока мы подразумеваем, что силы  $F_1$  и  $F_2$  направлены под прямым углом к рычагу! Теперь заметим, что слагаемые  $F_1d_1$  и  $F_2d_2$  входят в формулу с разными знаками: первое с «+», вторая с «-». Первая сила пытается крутить рычаг против часовой стрелки, а вторая по часовой. Можно догадаться, что если на рычаг действуют не две, а несколько сил, и приложены они в разных точках, они будут входить в обобщённую на такой случай формулу точно так же: каждая новая сила  $F$  с плечом  $d$  даст новое слагаемое в сумме, а знак его будет определяться тем, по часовой или против крутит рычаг сила  $F$ . Каждое такое слагаемое называется *моментом силы*  $F$  с плечом  $d$ . Приравняв полученную сумму моментов сил нулю, получаем правило рычага для нескольких сил.

То, что мы получили очень похоже на условие равновесия, где в левой части равенства - сумма сил с учётом направления, а справа 0. Это не удивительно, ведь полученная нами формула - условие того, что рычаг не поворачивается. Выясняется что одного условия для полного равновесия рычага недостаточно, нужно два:

- 1) сумма сил с учётом направления равна нулю.
- 2) сумма моментов сил с учётом направления кручения равна нулю.

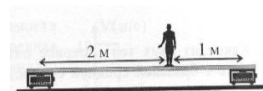
Если рычаг уравновешен, ОБА условия выполняются. Это хорошо помнить при решении задач.

### Вопросы:

- Как же может выполняться условие 1) в примере с двумя грузами, если обе силы направлены вниз?
- В условие 2) почему-то не входит момент силы реакции опоры. Почему?
- Моменты сил, крутящих рычаг против часовой стрелки, мы брали со знаком «-», а по часовой - со знаком «+». Можно ли договориться поступать с точностью до наоборот?

## Рычаги.

1. У нечистой силы величиной в 1000 Н есть рычаг с отношением плеч 3:1. Сколько покойников, массой по 50 кг каждый, нечистая сила сможет одновременно поднять?
2. Вадим нашел на чердаке старые неравноплечие весы и решил взвесить свой бутерброд. Сначала он взвесил бутерброд на левой чашке весов и получил 100 г. Заподозрив неладное он взвесил бутерброд на правой чашке весов и получил 400г. Помогите Вадиму определить сколько калорий содержится в бутерброде, если энергетическая ценность 100 г. бутерброда составляет 300 кКал.
3. Серёжа, масса которого равна 45 кг, стоит на однородной доске, левым и правым концом положенной на одинаковые весы. Масса доски 20 кг. Что покажут левые весы, что покажут правые весы?
4. Какую силу и в каком направлении нужно приложить в точке А чтобы уравновесить рычаг? Какая сила при этом возникает в точке опоры?
5. Какую силу нужно приложить, чтобы приподнять за край железную плиту массой  $M$ ?



2Н

