

## 1. Простые механизмы

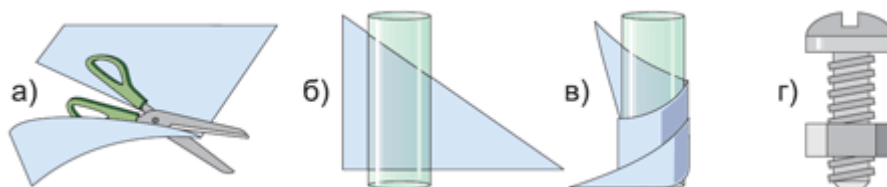
С древних времён для облегчения своего труда человек использует различные **механизмы** – приспособления, преобразующие движение и силы (греч. «механэ» – машина, орудие). Все они устроены по-разному, но в них обязательно имеются так называемые **простые механизмы** – рычаг и (или) наклонная плоскость.



Изучению рычага и его разновидностей будет посвящён следующий параграф, а сейчас рассмотрим простой механизм под названием **наклонная плоскость** и две её разновидности – **винт** и **клин**. Все они часто используются в технике.

Взгляните на рисунок. Пираты грузят бочки на корабль. Их можно поднять на верёвках, но для этого требуется большая сила. Вкатывая бочки по наклонному трапу, пираты прикладывают меньшую силу. Однако заметим, что *выигрыш в силе* не возникает «даром» – пиратам приходится вкатывать бочки по более длинному пути. Заметим также, что происходит *изменение направления действия силы*. Противодействуя весу бочки, они прикладывали бы силу, направленную вверх, а при её вкатывании они прикладывают силу вправо вверх.

Если наклонную плоскость «обмотать» вокруг цилиндра, мы получим другой механизм – **винт**. Обратимся к рисунку.



При помощи ножниц вырежем картонный треугольник (рис. «а»). Расположим его рядом с цилиндром (рис. «б»). Наклонной плоскостью служит ребро картона. Обернув треугольник вокруг цилиндра, мы получим *винтовую наклонную плоскость* (рис. «в»). Она служит для изменения направления и числового значения силы – как правило, получения выигрыша в силе. Поэтому для сильного стягивания деталей применяют винты и гайки. В них, соответственно, *имеются внешняя и внутренняя резьбы*, представляющие собой винтовые наклонные плоскости.

Винтовая наклонная плоскость используется также в домашних условиях, например, в штопоре и кухонном комбайне. Поворачивая рукоятку штопора по часовой стрелке, мы вызываем движение винта штопора вниз. При этом происходит *преобразование движения*: вращательное движение штопора приводит к его продвижению внутрь пробки. Аналогичное преобразование движения происходит и внутри кухонного комбайна – вращательное движение винта внутри него приводит к перемещению измельчаемых продуктов из комбайна в стоящую рядом посуду.

Рассмотрим теперь механизм **клин**, это вторая разновидность наклонной плоскости. Обратимся к рисунку.

Молот действует на клин сверху вниз. Однако клин раздвигает части полена влево и вправо. То есть *клин изменяет направление действия силы*. Кроме того, сила, с которой он раздвигает половинки полена, больше силы, с которой молот воздействует на клин (для этого его и применяют). То есть, *клин изменяет числовое значение приложенной силы*.



Клинья применяют в самых разнообразных случаях, но все они объединены общей целью: *получить выигрыш в силе, то есть при помощи меньшей силы создать большую*.

В следующем параграфе мы изучим второй *простой механизм* – *рычаг*. Он также имеет две разновидности – блок и ворот.

1. Механизмы применяют, чтобы преобразовывать ...
2. Рычаг и наклонная плоскость имеют общее название – ...
3. Наклонная плоскость имеет две ...
4. Чтобы поднимать бочки вертикально, пиратам ...
5. Чтобы вкатить бочки по наклонной плоскости, ...
6. По сравнению с подъёмом бочек на верёвках, по трапу ...
7. Давая выигрыш в силе, наклонная плоскость также осуществляет ...
8. Механизм «винт» получается, если ...
9. Винтовая наклонная плоскость обычно используется для ...
10. Винты и гайки используют для ...
11. Внешняя и внутренняя резьбы на винтах и гайках – это ...
12. Вращательное движение штопора приводит к его продвижению внутрь пробки, следовательно ...
13. После винта клин – ...
14. Так как клин раздвигает части полена влево и вправо при действии на него молота вниз, ...
15. Наряду с изменением направления действия силы, клин ...
16. Различное применение клиньев обусловлено желанием человека ...
17. Двумя разновидностями рычага служат ...

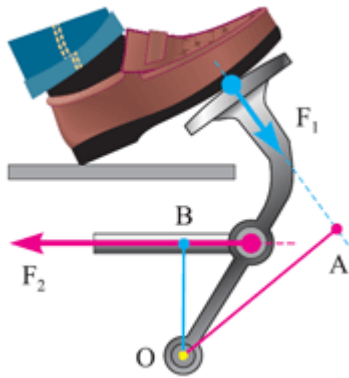
## 2. Правило равновесия рычага

Ещё до Нашей Эры люди начали применять *рычаги* в строительном деле. Например, на рисунке вы видите использование рычага для подъёма тяжестей при постройке пирамид в Египте.



**Рычагом** называют *твёрдое тело, которое может вращаться вокруг некоторой оси*. Рычаг – это не обязательно длинный и тонкий предмет. Например, рычагом является любое колесо, так как оно может вращаться вокруг оси.

Введём два определения. **Линией действия силы** назовём *прямую, проходящую через вектор силы*. **Плечом силы** назовём *кратчайшее расстояние от оси рычага до линии действия силы*. Из геометрии вы знаете, что кратчайшее расстояние от точки до прямой – это расстояние по перпендикуляру к прямой.



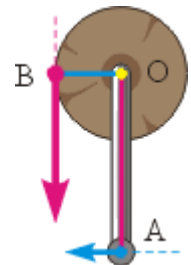
Проиллюстрируем эти определения. На рисунке слева *рычагом является педаль*. Ось её вращения проходит через точку  $O$ . К педали приложены две силы:  $F_1$  – сила, с которой нога давит на педаль, и  $F_2$  – сила упругости натянутого троса, прикреплённого к педали. Проведя через вектор  $F_1$  линию действия силы (изображена пунктиром), и построив к ней перпендикуляр из т.  $O$ , мы получим *отрезок  $OA$  – плечо силы  $F_1$*

С силой  $F_2$  дело обстоит проще: линию её действия можно не проводить, так как её вектор расположен более удачно.

Построив из т.  $O$  перпендикуляр на линию действия силы  $F_2$ , получим *отрезок  $OB$  – плечо силы  $F_2$* .

При помощи рычага можно маленькой силой уравновесить большую силу. Рассмотрим, например, подъём ведра из колодца (см. рис. в § 5-б). Рычагом является *колодезный ворот – бревно с прикреплённой к нему изогнутой ручкой*. Ось вращения ворота проходит сквозь бревно. Меньшей силой служит сила руки человека, а большей силой – сила, с которой цепь тянет вниз.

Справа показана схема ворота. Вы видите, что плечом большей силы является отрезок  $OB$ , а плечом меньшей силы – отрезок  $OA$ . Видно, что  $OA > OB$ . Другими словами, *плечо меньшей силы больше плеча большей силы*. Такая закономерность справедлива не только для ворота, но и для любого другого рычага.



Опыты свидетельствуют, что **при равновесии рычага плечо меньшей силы во столько раз больше плеча большей, во сколько раз большая сила больше меньшей**:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

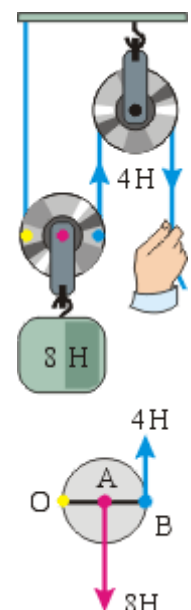
$d_1 : d_2$  – отношение плечей сил  
 $F_2 : F_1$  – обратное отношение сил

Рассмотрим теперь вторую разновидность рычага – **блоки**. Они бывают подвижными и неподвижными (см. рис.).

К левому, подвижному блоку, подвешен груз весом 8 Н. Правый блок – неподвижный. Через оба блока перекинута нить. Вы видите, что её конец натянут с силой 4 Н. Как же нам в этом случае удастся удерживать груз весом 8 Н? Ответим на этот вопрос.

Натягивая конец нити, мы действуем на точку  $B$  подвижного блока, как бы «приподнимаем» её. Тем самым отрезок  $OB$  (по сути рычаг) как бы поворачивается вокруг точки  $O$  против часовой стрелки.

Плечо «синей силы» – отрезок  $OB$  в 2 раза больше отрезка  $OA$  – плеча «красной» силы. Поэтому и силы отличаются в 2 раза: 4 Н и 8 Н. Именно поэтому мы силой в 4 Н удерживаем вес груза 8 Н.



1. Рычаг – это не всегда длинный и тонкий предмет, но всегда ...
2. Приведите пример рычага.
3. Прямая, проходящая через вектор силы, называется ...

4. Плечо силы – расстояние от оси рычага до линии действия силы по ...
5. Педаль является рычагом, так как это твёрдое тело и ...
6. На педаль действует сила, с которой на неё давит нога и ...
7. Плечом силы давления ноги является ...
8. Поскольку вектор силы упругости троса расположен над точкой  $O$ , ...
9. Плечом силы упругости троса является ...
10. Рычаги часто применяют потому, что с их помощью ...
11. Колодезный ворот является ...
12. Точка  $O$  отмечает положение оси вращения ворота, которая ...
13. На ворот действует сила руки человека и ...
14. Отрезок  $OB$  является ...
15. Плечо силы руки человека – это ...
16. При равновесии сил, приложенных к вороту ...
17. Формула в рамке применима не только к колодезному вороту, а вообще к любому рычагу и утверждает, что ...
18. До знака равенства в правиле равновесия рычага находится ...
19. Чтобы при равновесии рычага найти отношение плечей сил, нужно найти ...
20. После ворота, блоки представляют собой ...
21. На рисунке груз  $8\text{ Н}$  подвешен ...
22. За правый конец нити рука тянет ...
23. Действуя на т.  $B$  подвижного блока, как бы «приподнимая» её, мы обнаруживаем, что ...
24. Действующие на блок силы  $4\text{ Н}$  и  $8\text{ Н}$  отличаются в  $2$  раза, так как ...