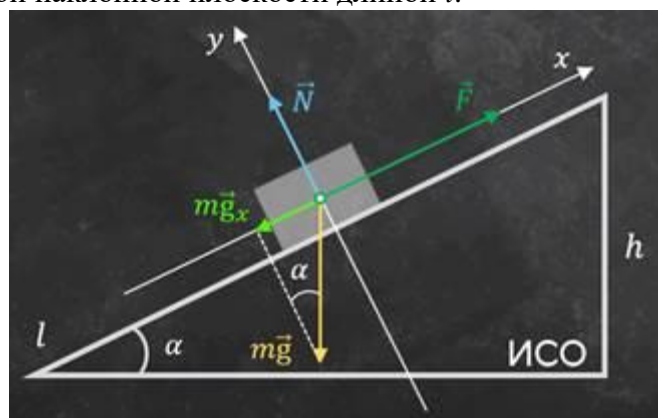


«Золотое правило» механики. КПД механизма

Давайте рассчитаем работу, которую совершает сила при равномерном подъёме груза на высоту h с помощью гладкой наклонной плоскости длиной l .



Итак, на груз действуют три силы: сила тяги, направленная вдоль плоскости, сила тяжести и сила нормальной реакции опоры.

Запишем основное уравнение динамики в общем виде:

$$\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} = \vec{0}.$$

Направим ось Ox вдоль наклонной плоскости в сторону перемещения груза и спроецируем второй закон Ньютона на эту ось:

$$F - mg \sin \alpha = 0.$$

Из полученного равенства выразим силу F и при этом учтём, что синус угла наклона плоскости равен отношению высоты плоскости к её длине:

$$F = mg \frac{h}{l}.$$

То есть для равномерного поднятия груза с помощью наклонной плоскости необходимо приложить силу, во столько раз меньшую силы тяжести груза, во сколько раз длина наклонной плоскости больше её высоты.

Теперь вспомним, что работа равна произведению модуля силы на модуль перемещения и на косинус угла между направлением вектора силы и вектора перемещения (в нашем случае последний множитель равен единице, так как направления векторов силы и перемещения совпадают):

$$A_F = Fl \cos \beta = Fl.$$

Подставим в записанное равенство выражение для силы тяги, найденное нами ранее:

$$A_F = mg \frac{h}{l} l = mgh.$$

После упрощения получим, что работа приложенной к грузу силы F равна работе, которую нужно совершить, чтобы равномерно поднять груз на высоту h , не используя наклонной плоскости.

Аналогично можно показать, что не дают выигрыша в работе ни рычаги, ни блоки.

Ещё древние учёные сформулировали правило («золотое правило механики»), применяемое ко всем механизмам: во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз проигрываем в расстоянии:

$$F_1 s_1 = F_2 s_2.$$

При рассмотрении простых механизмов мы не учитываем трение, а также вес самих механизмов. В реальных условиях это необходимо учитывать. Поэтому часть работы совершается силой на перемещение отдельных частей механизма и против силы трения. Работа же по подъёму груза (полезная работа $A_{п}$) будет меньше полной работы (A) , совершённой силой, приложенной к механизму.

Эффективность работы механизма характеризуют коэффициентом полезного действия (КПД механизма).

Коэффициент полезного действия — это физическая величина, равная отношению полезной работы ко всей затраченной работе:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A} \cdot 100 \%$$

Так как полезная работа всегда (подчёркиваем, всегда) меньше совершенной, то КПД механизма всегда меньше 100 %.

Чтобы увеличить КПД, необходимо уменьшить трение и массу простого механизма. Тогда уменьшится совершенная работа, приблизившись к полезной работе. А КПД будет стремиться к 100 %.