

Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю!

Условие

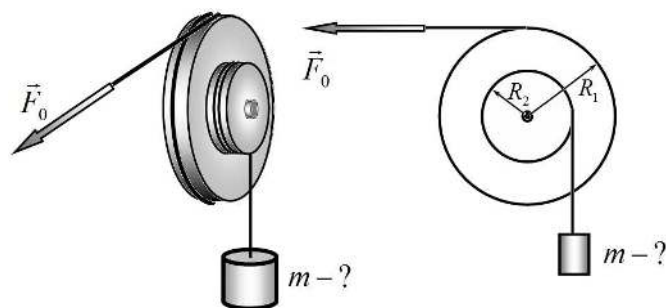


Задача 9.1. Простая задача про простые механизмы.

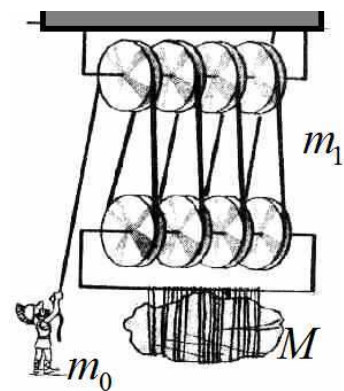
Когда великий Архимед открыл правило рычага, он воскликнул: «Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю!». И не случайно – еще в античные времена это правило трансформировалось в «золотое правило механики»: «ни один механизм не дает выигрыша в работе, во сколько раз выигрываешь в силе, во столько раз проигрываешь в работе!». А через 2 тысячи лет из этого правила вырос закон сохранения энергии, основа современной физики. Вам предстоит доказать, что Вы тоже понимаете «золотое правило механики» и его применение к различным механизмам. В каждой части не только приведите

ответ, но и обоснуйте его. Во всех устройствах трением пренебрегайте.

1.1 Ворота.



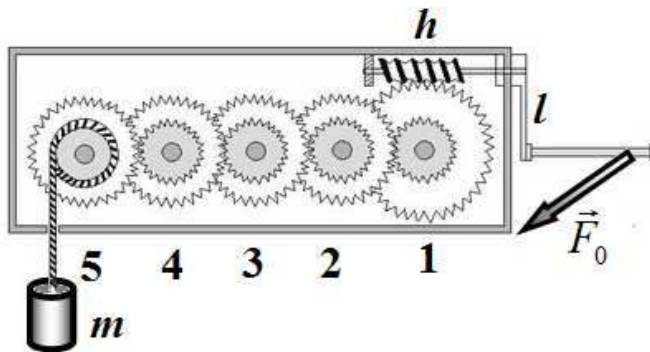
Подъемное устройство (ворота) состоит из двух соединенных толстых дисков, насаженных на одну горизонтальную ось. Радиусы дисков равны R_1 , R_2 . На боковые поверхности дисков намотаны крепкие веревки. Одну из них тянут горизонтально с постоянной силой $\vec{F}_0$. Определите массу груза m , который можно поднять с помощью этого устройства.



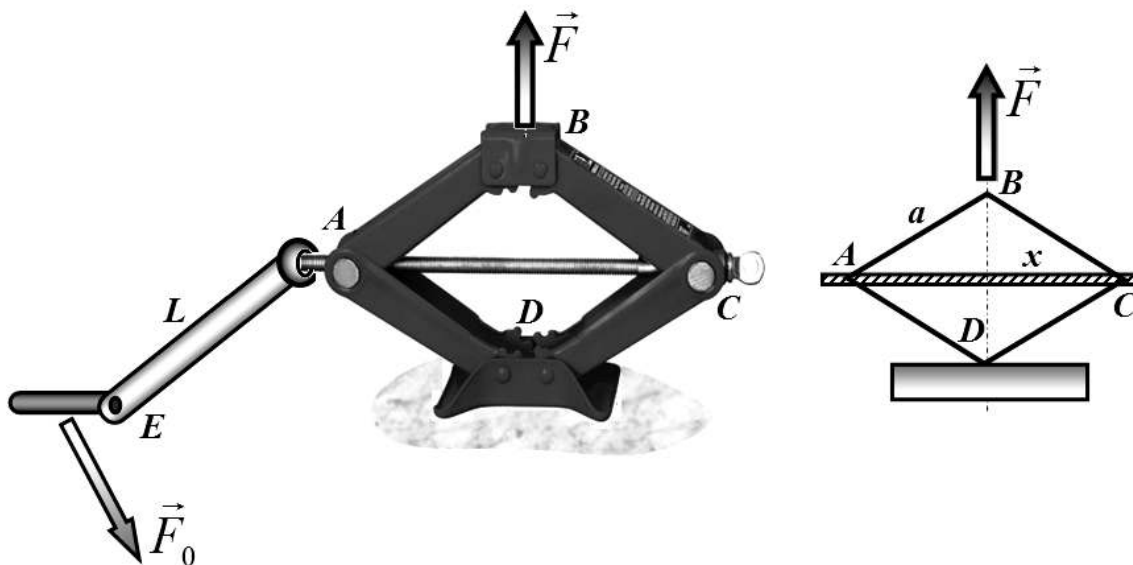
1.2 Полиспаст.

На рисунке показано еще одно подъемное устройство – полиспаст. Определите массу груза M , который может поднять человек массы m_0 с помощью этого устройства. Масса всех одинаковых блоков полиспаста равна m_1 , массой остальных его частей можно пренебречь.

На рисунке показана схема еще одного подъемного устройства – лебедки. Сдвоенные шестерни 1-4 имеют n_1 зубьев на большей шестеренке и n_2 зубьев на меньшей шестеренке (причем $n_1 = 2n_2$). На последней 5 ступени меньшая шестеренка заменена на диск радиуса r , на который намотана веревка, к которой привязывают поднимаемый груз m . Первую шестерню приводят во вращения с помощью червячного механизма. Ось червяка вращают с помощью ручки, длина плеча которой равна l . Силу F_0 прикладывают к рукоятке перпендикулярно плечу. Определите массу груза, которую можно поднять с помощью этой лебедки.



1.4 Домкрат.



На рисунке показан домкрат и его схема. Основу домкрата составляет подвижная рама $ABCD$, имеющая форму ромба со стороной $a = 25$ см. Эти стороны соединены шарнирно. Между точками A и C находится стержень с резьбой с шагом $h = 2,0$ мм. При вращении стержня узел A (внутри которого имеется гайка с соответствующей резьбой) приближается к узлу C , при этом узел B поднимается и поднимает необходимый груз. Стержень с резьбой вращают с помощью рукоятки AE , длина которой $L = 30$ см. Силу $F_0 = 50$ Н прикладывают к ручке рукоятки перпендикулярно к плечу AE . Рассчитайте подъемную силу домкрата (т.е. силу F) в тот момент, когда расстояние AC (обозначим его x) в два раза больше расстояния BD .

Постройте примерный график зависимости подъемной силы домкрата от длины x (которая изменяется в ходе подъема).

Подсказка. Рассмотрите малое изменение величины x .