

Задачи на тему: « Простые механизмы »



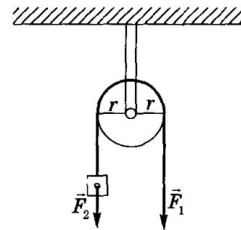
Выполнила учитель
физики МБОУ
« КСОШ №1 »
Старкова Г.В.

Неподвижный и подвижный блок

- **Неподвижный блок.**

Действие **неподвижного блока** аналогично действию **рычага** с равными плечами $l_1 = l_2 = r$. Приложенная **сила** F_1 равна нагрузке F_2 , и условие равновесия имеет вид: $F_1 = F_2$.

- Неподвижный блок применяют, когда нужно изменить направление силы, не меняя ее величину.

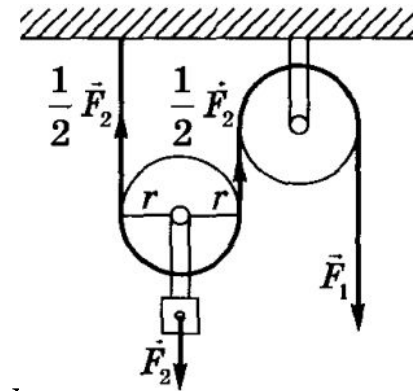


- **Подвижный блок** действует аналогично рычагу, плечи которого составляют: $l_2 = l_1 / 2 = r$. При этом условие равновесия имеет вид:

$$F_1 = \frac{F_2}{2}$$

где F_1 — приложенная сила, F_2 — нагрузка.

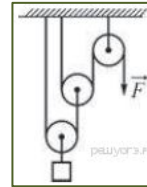
Применение подвижного блока дает выигрыш в силе в два раза.



Блоки

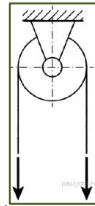
1. Найти силу натяжения троса при подъеме груза массой 200 кг с ускорением, если к блоку, на который наматывается трос, приложена сила 2500 Н. Масса блока 20 кг, какого ускорение груза?
2. Найдите натяжения T_1 и T_2 нитей $abcd$ и ce в устройстве с подвижным блоком, изображенном на рис 5а. Массы тел соответственно равны $m_1 = 3$ кг и $m_2 = 2$ кг.
3. В системе блоков, показанной на рисунке, блоки и нити лёгкие, трение пренебрежимо мало. Какой выигрыш в силе даёт эта система блоков?

- 1) в 2 раза
- 2) в 3 раза
- 3) в 4 раза
- 4) в 8 раза



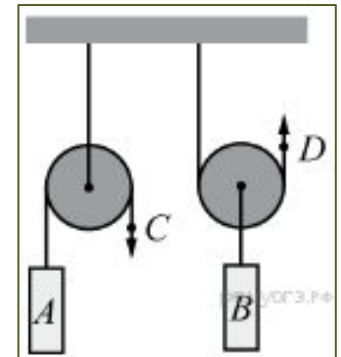
4. Неподвижный блок (см. рисунок)

- 1) даёт выигрыш и в силе, и в работе
- 2) даёт выигрыш только в силе
- 3) даёт выигрыш только в работе
- 4) не даёт выигрыша ни в силе, ни в работе

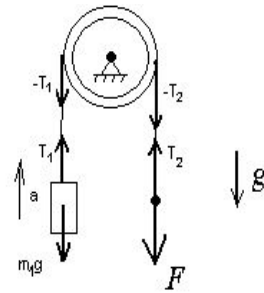


5. На рисунке изображены блоки, при помощи которых равномерно поднимают грузы одинаковой массы, перемещая свободные концы канатов с одинаковой скоростью. Какое из представленных утверждений о скорости перемещения грузов верно?

- 1) Скорость груза A меньше скорости перемещения точки C каната.
- 2) Скорость груза A равна скорости перемещения точки C каната.
- 3) Скорость груза B больше скорости перемещения точки D каната.
- 4) Скорость груза B равна скорости перемещения точки D каната.



№1
Решение



- **Дано:**
 $m_1 = 200 \text{ кг}$
 $F = 2500 \text{ Н}$
 $m_2 = 20 \text{ кг}$

Найти: F , a

Решение:

- 1. Блок будем считать однородным цилиндром; его момент инерции.

$$J = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2$$

- 2. Запишем уравнения динамики согласно второму закону Ньютона:

$$m_1 \cdot a = T_1 - m_1 \cdot g$$

$$0 = F - T_2$$

- 3. Откуда можем выразить разность натяжений нити по обе стороны блока:

$$T_2 - T_1 = F - m_1 \cdot (g + a)$$

- 4. На блок действует момент сил, который приводит его во вращение:

$$M = (T_2 - T_1) \cdot R$$

$$M = J \cdot \epsilon = \left(\frac{1}{2} m \cdot R^2 \right) \cdot \frac{a}{R} = \frac{1}{2} m \cdot R \cdot a$$

$$(T_2 - T_1) \cdot R = \frac{1}{2} m \cdot R \cdot a \quad (T_2 - T_1) \cdot R = \frac{1}{2} m \cdot R \cdot a \quad T_2 - T_1 = \frac{1}{2} m \cdot a$$

- 5. Из системы уравнений (3) и (4), найдем ускорение:

$$F - m_1 \cdot (g + a) = \frac{1}{2} m \cdot a$$

$$a = \frac{2 \cdot (F - g \cdot m_1)}{m + 2 \cdot m_1} \quad \underline{\underline{a = 2571 \text{ м/с}^2}}$$

- 6. Сила натяжения троса со стороны приложения силы:

$$\underline{\underline{T_2 = 25000 \text{ Н}}}$$

- 7. Сила натяжения троса со стороны груза:

$$T_2 = F$$

$$T_1 = T_2 - \frac{1}{2} m \cdot a \quad T_1 = \frac{m_1 \cdot (2 \cdot F + g \cdot m)}{m + 2 \cdot m_1} \quad \underline{\underline{T_1 = 2474000 \text{ Н}}}$$

№2
Решение

- Так как массой нитей и блоков можно пренебречь, то натяжение нитей одинаково во всех сечениях. Нить *abcd*, огибающая блоки, действует на тело m_1 и на левую и правую стороны подвижного блока с одинаковой силой \vec{T}_1 (рис 5б). Нить *се*, соединяющая тело массой m_2 с подвижным блоком, действует на них с одинаковыми по модулю силами.
- Координатную ось Y направим вверх. Учитывая, что $T_a = T_d = T_1, T_b = T_c = T_2, T_{1y} = T_1, T_{2y} = T_2, T'_{2y} = -T_2, F_{1y} = -m_1g, F_{2y} = -m_2g$,
- получим следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} m_1 a_{1y} &= T_1 - m_1 g, \\ m_2 a_{2y} &= T_2 - m_2 g, \\ 2T_1 - T_2 &= 0. \end{aligned}$$

- Последнее уравнение написано для подвижного блока с учетом того, что его масса равна нулю.
- Система трех уравнений содержит четыре неизвестных: T_1, T_2, a_{1y}, a_{2y}
- Необходимо добавить уравнение кинематической связи: $a_{1y} = -2a_{2y}$

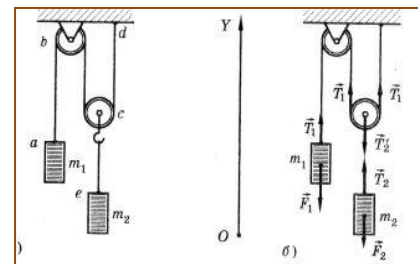
- Мы получили систему из четырех уравнений для четырех неизвестных. На этом стадия постановки задачи заканчивается. Дальше мы, став на время математиками, решаем эту систему уравнений и получаем:

$$a_{2y} = \frac{g(2m_1 - m_2)}{4m_1 + m_2} \approx 2,8 \text{ м/с}^2,$$

$$T_1 = \frac{3m_1 m_2 g}{4m_1 + m_2} = 12,6 \text{ Н}$$

- Учитывая, что $T_2 = 2T_1$,
- получим $T_2 = 25,2 \text{ Н}$. Так как $a_{2y} > 0$, то ускорение \vec{a}_2 направлено вверх.

- Проекция ускорения первого тела $a_{1y} < 0$, проекция ускорения \vec{a}_1 показывает, что ускорение первого тела направлено противоположно оси Y , т.е. вниз.



Знак минус у

- Решение №3 3 №4 4 №5 2

Решение задачи №5

- Для первого блока: скорость груза A будет равна скорости перемещения точки C каната (так как точка C непосредственно связана с грузом A нитью и для подъема груза на величину X необходимо переместить точку C на X вниз). Для второго блока: скорость перемещения груза B будет меньше, чем скорость перемещения точки D , так как для подъема груза B на величину X необходимо переместить точку D на $2X$.
- Правильный ответ указан под номером 2.

Рычаг

Рычаг представляет собой твердое тело, способное вращаться вокруг неподвижной опоры.

Правило рычага гласит:

Рычаг находится в равновесии, если приложенные к нему силы обратно пропорциональны их плечам:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$$

Из формулы, применив к ней свойство [пропорции](#) (произведение крайних членов пропорции равно произведению ее средних членов), можно получить такую формулу:

$$F_1 l_1 = F_2 l_2.$$

Но $F_1 l_1 = M_1$ — [момент силы](#), стремящейся повернуть рычаг по часовой стрелке, а $F_2 l_2 = M_2$ — : момент силы, стремящейся повернуть рычаг против часовой стрелки.

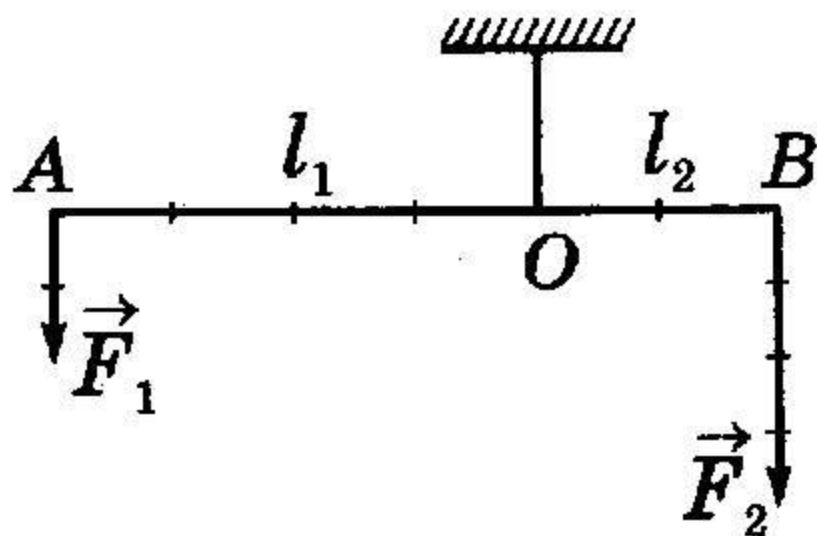
Таким образом, $M_1 = M_2$, что и требовалось доказать.

Рычаг начал применяться людьми в глубокой древности. С его помощью удавалось поднимать тяжелые каменные плиты при постройке пирамид в Древнем Египте. Без рычага это было бы невозможно. Ведь, например, для возведения пирамиды Хеопса, имеющей высоту 147 [м](#), было использовано более двух миллионов каменных глыб, самая меньшая из которых имела массу 2,5 [тонн](#)!

В наше время рычаги находят широкое применение как на производстве (например, подъемные краны), так и в быту (ножницы, кусачки, весы).

Правило рычага

Архимед (III в. до н.э.)



l_1, l_2 – плечи сил

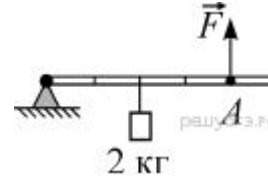
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

ВЫИГРЫШ В СИЛЕ = $\frac{l_2}{l_1}$

Рычаг находится в равновесии, если приложенные к нему силы обратно пропорциональны их плечам

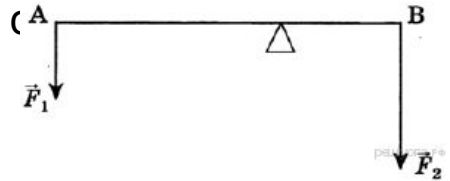
Задачи

1. На шарнире укреплен конец лёгкого рычага, к которому прикреплена гиря массой 2 кг (см. рисунок). С какой силой нужно тянуть за рычаг вверх в точке А для того, чтобы рычаг находился в равновесии?



- 1) 2 Н
- 2) 4 Н
- 3) 10 Н
- 4) 20 Н

2. Рычаг находится в равновесии под действием двух сил. Сила $F_1 = 6$ Н. Чему равна сила F_2 , если длина рычага 25 см, а плечо силы F_1 равно 15 см

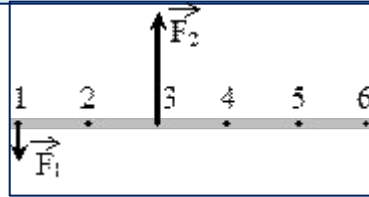


- 1) 0,1 Н
- 2) 3,6 Н
- 3) 9 Н
- 4) 12 Н

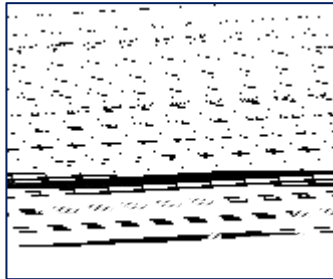
3. На шарнире укреплен конец лёгкого рычага, к которому прикреплена гиря массой 1 кг (см. рисунок). С какой силой нужно тянуть за рычаг вверх в точке А для того, чтобы рычаг находился в равновесии?

- 1) 2 Н
- 2) 20 Н
- 3) 25 Н
- 4) 50 Н

4. На рисунке изображен тонкий невесомый стержень, к которому в точках 1 и 3 приложены силы $F_1 = 100 \text{ Н}$ и $F_2 = 300 \text{ Н}$. В какой точке надо расположить ось вращения, чтобы стержень находился в равновесии?
- 1) В точке 2 2) В точке 6 3) В точке 4 4) В точке 5



5. Груз А колодезного журавля (см. рисунок) уравнивает вес ведра, равный 100 Н. (Рычаг считайте невесомым.) Вес груза равен 1) 20 Н 2) 25 Н 3) 400 Н 4) 500 Н



6. При каких условиях наблюдается равновесие рычага с неподвижной осью и свободное падение тел вблизи поверхности Земли? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. **ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ**

А) Равновесие рычага Б) Свободное падение

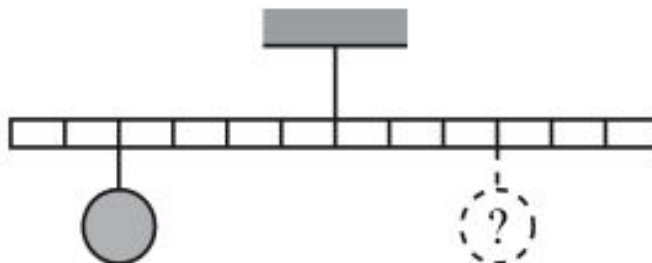
УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ 1) $F_{\text{равнодейств}} = 0$ 2)

$F_1 l_1 = F_2 l_2$ 3) $F_{\text{равнодейств}} = F_{\text{тяж}}$

№ 7 (Базовый уровень)

Условие равновесия твердого тела.

- 5 Тело массой $0,3 \text{ кг}$ подвешено к невесомому рычагу так, как показано на рисунке. Груз какой массы надо подвесить к третьей метке в правой части рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

Решение

1. Рычаг будет находиться в равновесии, если суммарный момент сил, действующий на него будет равен нулю. Пусть расстояние от шарнира до точки крепления груза равно l , тогда расстояние от шарнира до точки A будет равно $2l$. Запишем уравнение для равенства моментов сил: $2l \cdot F = l \cdot mg$. Откуда $F = mg/2 = 2 \cdot 10/2 = 10$ Н.

Правильный ответ указан под номером: 3.

2. Для тела, находящегося в равновесии сумма моментов сил, действующих на тело равна нулю:

где l_1 и l_2 длины плеч первого и второго рычага соответственно. Выразим силу F_2 . Правильный ответ указан под номером 3.

3. Рычаг будет находиться в равновесии, если суммарный момент сил, действующий на него будет равен нулю. Пусть расстояние от шарнира до точки A равно l , тогда расстояние от шарнира до точки крепления груза будет равно $2,5l$. Запишем уравнение для равенства моментов сил: $l \cdot F = 2,5l \cdot mg$. Откуда $F = 2,5mg = 2,5 \cdot 1 \cdot 10 = 25$ Н.

Правильный ответ указан под номером: 3.

4. 4

5. 3

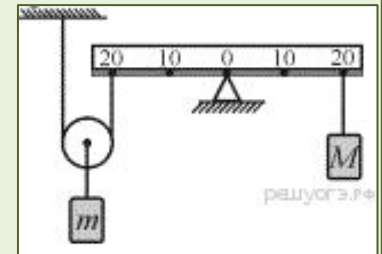
6. А 2, Б 1

7. **Ответ: 0,4 кг**

Рычаги и блоки

1. На рисунке показана система, состоящая из очень лёгкого рычага и невесомого подвижного блока. К оси блока прикреплена гиря массой $m = 2$ кг. Гирю какой массой M нужно подвесить к правому концу рычага, чтобы система находилась в равновесии?

- 1) 0,5 кг
- 2) 1 кг
- 3) 2 кг
- 4) 4 кг



Для того чтобы рычаг находился в равновесии необходимо, чтобы выполнялось равенство моментов сил, относительно точки опоры, т. е.: $F_1 l_1 = F_2 l_2$

Причем, $l_1 = l_2$ значит: $F_1 = F_2$

Рассмотрим силу действующую на невесомый блок, к которому прикреплен груз массой m . Помимо силы тяжести на блок действуют две равные силы натяжения двух нитей. По второму закону Ньютона: $mg - 2T = 0$

На плечо рычага со стороны блока действует сила $-T$ (по третьему закону Ньютона).

Так как : $T = mg/2$ $mg/2 = Mg$ $M = 1$ кг

Или Правильный ответ указан под номером 2

Коэффициент полезного действия (КПД)

— отношение полезной работы ко всей затраченной работе.

Коэффициент полезного действия часто выражают в процентах и обозначают греческой буквой η («эта»):

$$\eta = \frac{A_n}{A_z} \cdot 100\%$$

где A_n — полезная работа, A_z — вся затраченная работа.

Полезная работа всегда составляет лишь часть полной работы, которую затрачивает человек, используя тот или иной механизм.

Часть совершенной работы тратится на преодоление сил трения.

Поскольку $A_z > A_n$, КПД всегда меньше 1 (или $< 100\%$).

Когда КПД немного меньше 1, можно считать, что затраченная работа примерно равна полезной: $A_z \approx A_n$.

Задача №1

1. Велосипедист массой 55 кг поднялся на велосипеде массой 5 кг на холм, высота которого 10 м, совершив при этом работу 8 кДж. Найдите коэффициент полезного действия велосипеда. Трение качения колёс о дорогу не учитывайте.

Решение. Найдём общую массу велосипеда и велосипедиста:

$$m = 55 \text{ кг} + 5 \text{ кг} = 60 \text{ кг}$$

Найдём их общий вес:

$$P = mg = 60 \text{ кг} * 10 \text{ Н/кг} = 600 \text{ Н}$$

Найдём работу, совершённую на подъём велосипеда и велосипедиста:

$$A_{\text{полезн}} = PS = 600 \text{ Н} * 10 \text{ м} = 6 \text{ кДж}$$

Найдём КПД велосипеда:

$$= A_{\text{полн}} / A_{\text{полезн}} * 100 \% = 6 \text{ кДж} / 8 \text{ кДж} * 100 \% = 75 \%$$

Ответ: КПД велосипеда равен 75 %.

На конец плеча рычага подвешено тело массой m . К другому плечу прилагают силу F , направленную вниз, и его конец опускается на h . Найдите, насколько поднялось тело, если коэффициент полезного действия рычага равен η %.

Решение. Найдём работу, совершённую силой F :

$$A = Fh$$

η % от этой работы совершено на то, чтобы поднять тело массой m . Следовательно, на поднятие тела затрачено $Fh\eta / 100$. Так как вес тела равен mg , тело поднялось на высоту $Fh\eta / 100 / mg$.

Ответ: тело поднялось на высоту $Fh\eta / 100 / mg$.

Задача №2

2. Ведро с песком массой 24,5 поднимают при помощи неподвижного блока на высоту 10 м, действуя на веревку силой 250 Н .Вычислите КПД установки.

Дано $m = 24,5$ кг

$h = 10$ м

$F = 250$ Н

$g = 9,8$ Н/кг

η -?

Решение: $\eta = A_{\text{п}} / A_{\text{з}} * 100\%$

$A_{\text{п}} = P * h$

$P = m * g = 24,5 \text{ кг} * 9,8 \text{ Н / кг} = 245 \text{ Н}$

$A_{\text{п}} = 245 \text{ Н} * 10 \text{ м} = 2450 \text{ Дж}$

$A_{\text{з}} = F * h$

$A_{\text{з}} = 250 \text{ Н} * 10 \text{ м} = 2500 \text{ Дж}$

$\eta = 2450 / 2500 * 100\% = 98\%$

Ответ : $\eta = 98\%$

Задача №3

2. Ящик с гвоздями масса которого 54 кг поднимают, на пятый этаж строящегося дома при помощи подвижного блока, действуя на трос с силой 360 Н. Вычислите КПД установки.

Дано:

$$m = 54 \text{ кг}$$

$$h_1 = X \text{ м}$$

$$h_2 = 2 * X \text{ м}$$

$$F = 360 \text{ Н}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$\text{Решение: } \eta = A_{\text{п}} / A_{\text{з}} * 100\%$$

$$A_{\text{п}} = P * h_1$$

$$A_{\text{з}} = F * h_2$$

$$P = m * g$$

$$P = 54 \text{ кг} * 9,8 \text{ Н/кг} = 540 \text{ Н} \quad P * X / F * 2X * 100\% = P / 2 F * 100\% \quad \eta = P * h_1 / F * h_2 * 100\% = \eta = 540 / 2 * 360 * 100\% = 75\% \quad \eta - ? \quad \text{Ответ : } \eta = 75\%$$

Задача №4

4. При равномерном перемещении груза массой 15 кг по наклонной плоскости динамометр, привязанный к грузу, показывает силу, равную 40 Н. Вычислите КПД наклонной плоскости, если ее длина 1,8 м, и высота 30 см.

Дано:

$$m = 15 \text{ кг}$$

$$h = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$$

$$F = 40 \text{ Н}$$

$$S = 1,8 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$\eta - ?$$

$$\text{Решение: } \eta = A_{\text{п}} / A_{\text{з}} * 100\%$$

$$F = 15 \text{ кг} * 9,8 \text{ Н/кг} = 150 \text{ Н}$$

$$P = m * g$$

$$A_{\text{з}} = F * S$$

$$A_{\text{з}} = 40 \text{ Н} * 1,8 \text{ м} = 72 \text{ Дж}$$

$$A_{\text{п}} = P * h \quad A_{\text{п}} = 150 \text{ Н} * 0,3 \text{ м} = 45 \text{ Дж}$$

$$\eta = 45 / 72 * 100\% = 62,5\% \quad \text{Ответ: } \eta = 62,5\%$$

Наклонная плоскость

Как мы знаем, тяжёлую бочку проще вкатить по наклонным мосткам, чем поднимать вертикально. Мостки, таким образом, являются механизмом, который даёт выигрыш в силе.

В механике подобный механизм называется наклонной плоскостью. **Наклонная плоскость** — это ровная плоская поверхность, расположенная под некоторым углом к горизонту. В таком случае коротко говорят: «наклонная плоскость с углом».

Найдём силу, которую надо приложить к грузу массы m , чтобы равномерно поднять его по гладкой наклонной плоскости с углом α . Эта сила F , разумеется, направлена вдоль наклонной плоскости (рис. 5).

Выберем ось X так, как показано на рисунке. Поскольку груз движется без ускорения, действующие на него силы уравновешены:

Проектируем на ось X :
$$-mgsin\alpha + F = 0 \quad m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} = \vec{0}$$

откуда

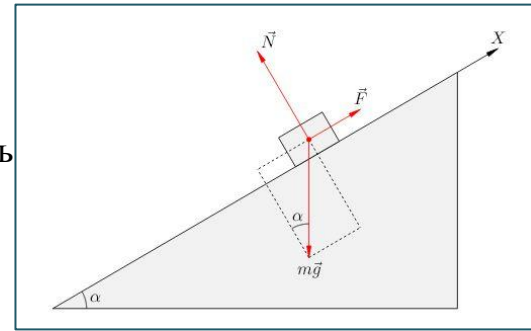
$$F = mgsin\alpha$$

Именно такую силу нужно приложить, что двигать груз вверх по наклонной плоскости.

Чтобы равномерно поднимать тот же груз по вертикали, к нему нужно приложить силу, равную mg . Видно, что $F < mg$, поскольку $sin\alpha < 1$. Наклонная плоскость действительно даёт выигрыш в силе, и тем больший, чем меньше угол α .

Широко применяемыми разновидностями наклонной плоскости являются *клин* и *винт*. **Золотое правило механики**. Ни один из простых механизмов не даёт выигрыша в работе. Во сколько раз выигрываем в силе, во столько же раз проигрываем в расстоянии, и наоборот.

Золотое правило механики есть не что иное, как простой вариант закона сохранения энергии.



Источники

- <https://phys-oge.sdangia.ru/test?theme=4>
- МИОО: Диагностическая работа по физике 08.10.2012 вариант 1.
- МИОО: Тренировочная работа по физике 07.10.2013 вариант ФИ90101.
- ГИА по физике. Основная волна. Вариант 1313.
http://www.abitura.com/open_lessons/dynamics/index.html
- МИОО: Диагностическая работа по физике 29.04.2014 вариант ФИ90601.
- <https://www.calc.ru/Prostyie-Mekhanizmy-Kpd-Rychaga-Pravilo-Rychaga.html>
- <https://yandex.ru/images/>
- <http://studopedia.org/12-18970.html>
- http://school5.ucoz.com/ucheniku/zadania/reshenie_zadach_kartoc
- <http://www.nado5.ru/e-book/koefficient-poleznogo-deistviya-mekhanizmov>