

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ
по дисциплине «**Физика**»

«МЕХАНИКА, МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА»

Выполнил: Иванов Иван Иванович
гр. ТЭС-161, ЭНИ
Вариант № 12

Проверил: Петров П. П.

Омск - 2016

№ 111

Небольшое тело массой m равномерно втащили на горку, действуя силой, которая в каждой точке направлена по касательной к траектории. Найти работу этой силы, если высота горки h , длина ее основания l , и коэффициент трения μ .

Дано:

m
 h
 l
 μ

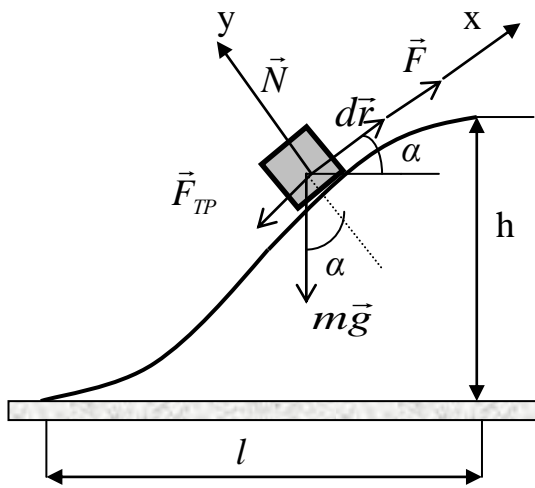
$A - ?$

Решение.

Работу, совершаемую силой \vec{F} , можно найти по общему определению работы:

$$A = \int \delta A = \int_{r_1}^{r_2} (\vec{F} d\vec{r})$$

Для этого необходимо предварительно найти силу \vec{F} . Рассмотрим



перемещаемое тело в произвольной точке траектории его движения. На тело действуют четыре силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения скольжения $\vec{F}_{тр}$ и внешняя сила \vec{F} . Поскольку по условию задачи тело движется равномерно, то векторная сумма этих сил равна нулю:

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

Выберем координатные оси x и y таким образом, чтобы ось x была направлена по касательной к траектории (вдоль перемещения $d\vec{r}$).

Запишем векторное равенство в проекциях на эти координатные оси:

$$\text{ось } x: \quad F - mg \sin \alpha - F_{тр} = 0$$

$$\text{ось } y: \quad N - mg \cos \alpha = 0$$

Тогда $F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$, а модуль силы

$$F = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha.$$

Теперь можно найти выражение для элементарной работы, совершаемой силой F при перемещении тела на расстояние dr . При этом учтем, что угол между векторами \vec{F} и $d\vec{r}$ равен нулю и косинус этого угла равен единице.

$$\text{Тогда} \quad \delta A = (\vec{F} d\vec{r}) = F dr = mg dr \sin \alpha + \mu mg dr \cos \alpha.$$

Из рис. видно, что $dr \sin \alpha = dh$, где dh - элементарное приращение высоты при перемещении тела на расстояние dr , а $dr \cos \alpha = dl$, то есть элементарному перемещению тела в горизонтальном направлении.

Тогда
$$\delta A = mg dh + \mu mg dl,$$

и полная работа, совершаемая силой F при втаскивании тела на горку:

$$A = \int_0^h mg dh + \int_0^{\ell} \mu mg dl = mgh + \mu mg \ell = mg (h + \mu \ell)$$

Ответ: $A = mg (h + \mu \ell).$