**Консультация для учителей района**

*Дата:*

*Тема: решение задач повышенной трудности по теме «Динамика».*

**Задача 1**

Какую горизонтальную силу необходимо приложить к тележке массой М, чтобы тела массами m1 и m2 относительно нее не скользили? Трения нет.

*Решение*. Так как тела массами m1 и m2 относительно тележки не скользят, то ускорения у всех тел системы одинаковое и можно записать второй закон Ньютона для всей системы в целом:

$$\left(M+m\_{1}+m\_{2}\right)a=F$$

На тело массой m1 в горизонтальном направлении действует только сила натяжения нити - Т. Поэтому для него:

$$m\_{1}a=T$$

Тело массой m2 в вертикальном направлении неподвижно. Поэтому для него:

$$m\_{2}g-T=0$$

Из этих трех уравнений получаем ответ:

$$Ответ:F=\frac{m\_{2}g}{m\_{1}}\left(M+m\_{1}+m\_{2}\right)$$

**Задача 2**

Ракета массой m поднимается прямолинейно с ускорением *а* под углом α к горизонту. Определить силу тяги двигателей ракеты.

**F**

***ma***

***mg***

90°+α

*Решение*. На ракету действуют две силы: сила тяги F и сила тяжести mg. По второму закону Ньютона:

$$m\vec{a}=\vec{F}+m\vec{g}$$

Изобразив эту сумму на рисунке, из полученных треугольников по теореме косинусов получаем:

$$F^{2}=(mg)^{2}+(ma)^{2}-2\left(mg\right)(ma)\cos((90°+α))$$

Или окончательно:

$$Ответ: F=m\sqrt{g^{2}+a^{2}+2ga\sin(α)}$$

**Задача 3**

Ящик передвигают по горизонтальному полу с ускорением *а*. Какую минимальную силу для этого надо приложить, если масса ящика равна m, а коэффициент трения между ящиком и полом μ.

*Решение*. На ящик действуют четыре силы: сила тяжести mg, сила трения скольжения μN, сила реакции опоры N и прилагаемая сила F. Силы **N** и **μN** Можно объединить в одну силу **Q**. Угол наклона этой силы к вертикали всегда один и тот же и определяется выражением: $tgβ={μN}/{N}=μ$.

***a***

**F**

**mg**

**μN**

**N**

**Q**

β

**mg**

**F**

**Q**

**m*a***

β

β

Второй закон Ньютона для ящика в векторном виде:

$$m\vec{a}=\vec{F}+m\vec{g}+\vec{Q}$$

На рисунке представлена эта векторная сумма. На этом рисунке фиксированными являются: вектор силы тяжести **mg**, вектор m***a*** и линия действия вектора **Q**. Вектор силы **F** соединяет фиксированную точку конца вектора m***a*** с произвольной точкой на линии действия вектора **Q**. Причем, по условию задачи модуль вектора F должен быть минимальным. Минимальным расстоянием от точки до прямой является перпендикуляр. Значит, минимальный вектор **F** перпендикулярен вектору **Q**, а угол между векторами **F** и m***a*** тоже равен β. Отсюда получаем минимальное значение силы:

$$F=\left(mg-matgβ\right)\sin(β)+\frac{ma}{\cos(β)}$$

С учетом того, что

$$\sin(β)=\frac{μ}{\sqrt{1+μ^{2}}}; \cos(β)=\frac{1}{\sqrt{1+μ^{2}}}$$

Получаем:

$$Ответ: F=\frac{(a+μg)}{\sqrt{1+μ^{2}}}$$

**Задача 4**

Какой была бы продолжительность года, если бы при неизменной плотности все линейные размеры в Солнечной системе уменьшились в два раза?

*Решение*. Рассмотрим движение Земли вокруг Солнца. Запишем второй закон Ньютона для Земли:

$$M\_{З}a\_{ц}=F$$

Где МЗ – масса Земли; $a\_{ц}=ω^{2}R\_{ор}$ - центростремительное ускорение Земли; $ω={2π}/{Т}$ - угловая скорость вращения Земли; Т – период обращения Земли вокруг Солнца – продолжительность года; Rор – радиус орбиты Земли; F – сила гравитационного взаимодействия между Солнцем и Землей, равная:

$$F=G\frac{M\_{З}M\_{C}}{R\_{ор}^{2}}$$

МC – масса Солнца. Подставляя все это во второй закон Ньютона, получаем:

$$4π^{2}T^{2}R\_{ор}^{3}=GM\_{C}$$

Массу Солнца представим как произведение плотности Солнца на его объем: $M\_{C}=ρ\frac{4}{3}πR\_{C}^{3}$, где RC – радиус Солнца. В результате получаем формулу для продолжительности года:

$$T=\sqrt{\frac{GρR\_{C}^{3}}{3πR\_{ор}^{3}}}$$

Так как и радиус орбиты Земли и радиус Солнца уменьшаются вдвое, а плотность Солнца не изменяется, то и продолжительность года тоже не изменится.

Ответ: Не изменится.

**Задача 5**

Определить ускорение бруска массой М в приведенной системе. Горизонтальная поверхность гладкая, а коэффициент трения между брусками равен μ. Нить и блоки идеальные. Все участки нити либо горизонтальные, либо вертикальные.

М

m

*Решение*. Пусть ускорение бруска М равно *а*. Очевидно, что оно направлено горизонтально вправо. Ускорение бруска m будет иметь две составляющие. В горизонтальном направлении он будет двигаться вместе с бруском М, а, значит, горизонтальная составляющая его ускорения тоже будет равна *а* и направлена вправо. Кроме того брусок m будет ускоренно опускаться вниз. Так как при движении бруска М и верхний и нижний горизонтальные участки нити укорачиваются с ускорением *а*, то вертикальная составляющая ускорения бруска m будет равна 2*а* и направлена вниз.

На брусок М в горизонтальном направлении действуют две силы натяжения нити **Т**, направленные вправо и сила давления **N** со стороны бруска m, направленная влево. Запишем второй закон Ньютона для этого бруска:

**T**

**T**

**N**

M

***a***

***a***

**2*a***

**T**

**N**

**μN**

**mg**

$$Ma=2T-N$$

На брусок m действуют силы: сила тяжести **mg**, сила натяжения нити **Т**, сила давления **N** со стороны бруска М и сила трения **μN**. Запишем второй закон Ньютона для этого бруска в проекции на горизонтальное и вертикальное направления:

$$\genfrac{}{}{0pt}{}{ma=N}{m∙2a=mg-T-μN}$$

Объединяя эти три уравнения в систему и решая ее, получаем ответ:

$$Ответ: a=\frac{2mg}{M+5m+2μm}$$