

3. В чем состоит закон сохранения импульса? К каким системам он применим? Дайте вывод этого закона и приведите примеры, иллюстрирующие этот закон.

4. Выведите уравнение движения тела переменной массы. От чего зависит величина реактивной силы? Как направлена эта сила?

5. Как могут двигаться друг относительно друга инерциальные системы отсчета? Напишите преобразование Галилея.

6. В чем состоит механический принцип относительности?

Примеры решения задач

Задача 2.1. К веревке подвешен груз. Груз поднимают первый раз с ускорением 2 м/с^2 и второй раз с ускорением 8 м/с^2 . В первом случае натяжение веревки $98,1 \text{ Н}$. Во втором случае натяжение веревки таково, что она обрывается. Найдите массу груза и натяжение веревки при обрыве.

Д а н о

$$a_1 = 2 \text{ м/с}^2,$$

$$a_2 = 8 \text{ м/с}^2,$$

$$F_1 = 98,1 \text{ Н}$$

$$m = ?$$

$$F_2 = ?$$

Р е ш е н и е

Груз приобретает ускорение a , направленное вертикально вверх, под действием двух вертикальных сил: силы тяжести P (направлена вниз) и реакции R веревки (направлена вверх). По второму закону Ньютона

$$ma = P + R,$$

или

$$ma = mg + R$$

Все векторы, входящие в это уравнение, направлены вдоль одной прямой. Поэтому в проекции на направление вектора $P = mg$ оно имеет вид

$$-ma = mg - R,$$

откуда

$$m = \frac{R}{g + a}.$$

По третьему закону Ньютона сила F натяжения веревки телом численно равна реакции веревки: $F = R$. Следовательно,

$$m = \frac{F}{g + a} = \frac{F_1}{g + a_1} = \frac{F_2}{g + a_2}.$$

Поэтому искомая сила

$$F_2 = F_1 \frac{g + a_2}{g + a_1}.$$

Вычисления производим в Международной системе единиц (СИ):

1) проверка размерности результатов:

$$[m] = \frac{[F_1]}{[g + a_1]} = \frac{MLT^{-2}}{LT^{-2}} = M,$$

$$[F_2] = [F_1] \frac{[g + a_2]}{[g + a_1]} = [F_1] = MLT^{-2},$$

2) вычисления:

$$m = \frac{98,1}{9,81 + 2} \text{ кг} = 8,31 \text{ кг},$$

$$F_2 = 98,1 \frac{9,81 + 8}{9,81 + 2} \text{ Н} = 148 \text{ Н}.$$

Задача 2.2. Летчик давит на сиденье кресла в нижней точке петли Несте-рова с силой 6250 Н. Радиус петли 250 м. Определить скорость самолета, если сила тяжести летчика 780 Н.

Д а н о

$$\begin{aligned} F &= 6250 \text{ Н}, \\ P &= 780 \text{ Н}, \\ r &= 250 \text{ м}, \\ g &= 9,81 \text{ м/с}^2 \\ v &= ? \end{aligned}$$

Р е ш е н и е

В нижней точке петли летчик движется по дуге окружности под действием центростремительной силы F_1 , которая является равнодействующей силы тяжести летчика P и реакции сиденья R :

$$F_1 = P + R.$$

Силы F_1 и R направлены вертикально вверх, а сила P — вертикально вниз. Поэтому

$$F_1 = R - P.$$

По третьему закону Ньютона реакция сиденья R численно равна силе F , прижимающей летчика к сиденью. Следовательно,

$$F_1 = F - P. \quad (\text{а})$$

По формуле (2.10) центростремительная сила

$$F_1 = \frac{mv^2}{r}, \text{ или } F_1 = \frac{Pv^2}{gr}.$$

Подставив это выражение в уравнение (а), получим

$$\frac{Pv^2}{gr} = F - P,$$

откуда

$$v = \sqrt{gr \left(\frac{F}{P} - 1 \right)}.$$

Вычисления производим в Международной системе единиц (СИ):

1) проверка размерности результата:

$$[v] = [g]^{1/2} \cdot [r]^{1/2} = L^{1/2} T^{-1} L^{1/2} = LT^{-1};$$

2) вычисления:

$$v = \sqrt{9,81 \cdot 250 \left(\frac{6250}{780} - 1 \right)} \text{ м/с} = 131 \text{ м/с}.$$