

Занятие 7. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела.

1. Второй закон Ньютона

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \sum \vec{F} \quad \text{или} \quad m\vec{a} = \sum \vec{F} \quad \text{и.п.п.}$$

2. Третий закон Ньютона

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

3. Силы

3.1. Сила упругости $F = -k\Delta x$

3.2. Сила трения скольжения $F = \mu N$

3.3. Сила сопротивления среды $F_1 = kv$, $F_2 = ksv^2$

3.4. Сила тяжести $F = mg$

3.5. Сила Архимеда $F_a = \rho_{ж}gV_{пчт}$

$$\begin{cases} ma_x = \sum_i F_{ix} \\ ma_y = \sum_i F_{iy} \\ ma_z = \sum_i F_{iz} \end{cases}$$

Сила всемирного тяготения $F = \gamma m_1 m_2 / r_{12}^2$, $\gamma = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$.

Примеры решения задач

1. Метатель посылает молот массой $m = 5$ кг на расстояние $l = 70$ м по траектории, обеспечивающей максимальную дальность броска при данной начальной скорости. Какая сила действует на спортсмена при ускорении молота? Разгон ведется по окружности радиусом $R = 2$ м. Сопротивление воздуха не учитывать.

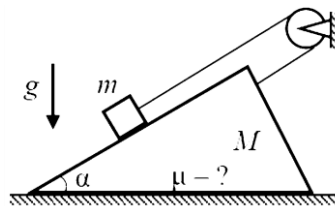
Решение

Согласно второму закону Ньютона, центростремительное ускорение определяется силой F , действующей на молот, $F = ma_n$, где $a_n = v_0^2 / R$. По третьему закону Ньютона эта сила F равна силе F' действующей на спортсмена. Для достижения наибольшей дальности полета молота угол бросания α равен 45° (см., пример 1.5) и там же $x_{\max} \equiv l = v_0^2 \sin 2\alpha / g$ и $v_0^2 = gl / \sin 2\alpha$. С учетом выше сказанного, $F' = mv_0^2 / R = mgl / R \sin 2\alpha = 1750$ Н.

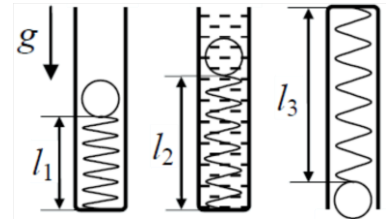
Ответ: $F' = 1.75$ кН.

Самостоятельная аудиторная работа.

1. На горизонтальном столе располагается система, состоящая из клина массы M с углом при основании α и лежащего на нём груза массы m . Клин и груз соединены лёгкой нерастяжимой нитью, перекинутой через неподвижный блок, как показано на рисунке (прямые отрезки верёвки параллельны наклонной поверхности клина). При каком минимальном коэффициенте трения между клином и столом система будет находиться в покое? Трения между клином и грузом нет.



2. Один конец пружины прикрепили ко дну вертикальной стеклянной колбы, а на другой конец прикрепили шарик. Длина пружины оказалась равной l_1 . Затем в колбу налили жидкость так, что шарик оказался полностью погружён. Длина пружины при этом стала равной l_2 . Наконец, жидкость вылили, перевернув колбу. В новом положении равновесия длина пружины составила l_3 . Определите плотность материала шарика, если плотность жидкости равна ρ_0 .



3. Камень на невесомом стержне равномерно вращается в вертикальной плоскости. Найти массу камня, если разность между максимальной и минимальной силами натяжения равна 10 Н.

4. Грузик массой 100 г, прикрепленный к нити, движется равномерно по окружности в горизонтальной плоскости (конический маятник). Расстояние от точки подвеса до горизонтальной плоскости 1 м. Найти угловую скорость.

5. Старый проигрыватель пластинок имел три скорости: 33, 45 и 72 об/мин. На пластинку кладут пластмассовую шайбу. Оказывается, что на третьей скорости шайба приходит в движение, если расстояние между шайбой и осью вращения превышает 10 см. Определите коэффициент трения между шайбой и пластинкой.

6. Трамвай массой 5 т идет по закруглению радиусом 128 метров. Найти силу бокового давления колес на рельсы при скорости 9 км/ч.

7. Мотоциклист едет по горизонтальной дороге со скоростью 72 км/ч, делая поворот радиусом 100 м. На какой угол при этом он должен наклониться, чтобы не упасть при повороте?

Задание на дом

- Горизонтально расположенный диск вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. На диске лежит груз на расстоянии 10 см от оси вращения. Найти коэффициент трения между диском и грузом, если при скорости вращения 0.5 об/с груз начинает скользить по поверхности диска.
- Грузик, привязанный к шнуру длиной 50 см, описывает окружность в горизонтальной плоскости. Какой угол образует шнур с вертикалью, если частота вращения 1 с^{-1} ?

Приложение

Размерности физических величин

$$[p] = MLT^{-1} \quad [F] = MLT^{-2}$$

Литература

- Баранов А. В. Физика. Теория, задачи, тесты: учеб. пособие / Б. Б. Горлов, А. В. Баранов, Г. Е. Невская Г.Е. – : Издательство НГТУ, 2006. – 280 с.
- Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с.
- Трофимова Т. И. Физика в таблицах и формулах Учеб. пособие для студентов вузов / Т. И. Трофимова. – М.: Дрофа, 2002. – 432 с.