

Контрольные вопросы

Справочные данные:

Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$, радиус Земли $R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$, ускорение свободного падения у поверхности Земли $g = G \frac{M}{R^2} \approx 10 \text{ м/с}^2$; объем шара радиуса R равен $V = \frac{4}{3} \pi R^3$.

1. Рассмотрим равномерно вращающуюся карусель. Укажите, какие кинематические величины из следующего перечня: период, частота, угловая скорость, угловое ускорение, линейная скорость, ускорение – одинаковы для всех точек карусели, а какие различны?
2. Вычислите и сравните угловую скорость вращения минутной и секундной стрелок часов.

*Сколько раз за время, в течение которого показание часов увеличится с 12 ч 00 м 01 с до 13 ч 00 м 01 с, секундная стрелка обгоняет минутную?

3. Найдите скорость V и ускорение a точек земной поверхности на экваторе, обусловленные их участием в суточном вращении Земли. Как направлен вектор ускорения любой точки экватора?
4. Некоторые планеты Солнечной системы имеют орбиту, близкую к круговой, с центром в Солнце, причем обращаются они вокруг Солнца почти равномерно. Как направлено ускорение таких планет? Если установлено, что для таких планет отношение квадрата периода обращения к кубу радиуса орбиты величина одинаковая равная

$T^2 / r^3 = 2,9 \cdot 10^{-30} \text{ с}^2/\text{м}^3$, то, не привлекая закон всемирного тяготения, найдите зависимость ускорения планеты от расстояния между планетой и Солнцем.

5. Вычислите в геоцентрической системе отсчета ускорение Луны, обусловленное её обращением вокруг Земли. Считайте, что Луна обращается вокруг Земли по окружности радиуса $r = 3,84 \cdot 10^5$ км с периодом $T = 27,32$ суток. Во сколько раз найденное Вами значение отличается от ускорения свободного падения у поверхности Земли?

6. Изменение какой кинематической величины в процессе движения связано с тангенциальной составляющей ускорения? Каков угол между нормальной и тангенциальной составляющей ускорения при произвольном криволинейном движении?

7*. Материальная точка движется по окружности радиуса $R = 1$ м так, что её скорость растёт с постоянной скоростью. В начальный момент времени скорость точки нулевая, а через $\tau = 0,5$ с величина скорости $V = 4$ м/с. Найдите величину a ускорения точки в рассматриваемый момент времени.

8. Материальная точка движется по окружности равномерно. Как направлена равнодействующая всех сил, приложенных к точке? Мотоциклист, движущийся по горизонтальной дороге, совершает поворот с постоянной скоростью. В этом случае какая сила сообщает центростремительное ускорение?

9. При какой продолжительности T суток вес тела на полюсе Земли будет вдвое больше чем на экваторе?

Задачи

1. Камень брошен под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $V_0 = 20$ м/с. Через некоторое время по траектории камня летит птица с постоянной скоростью $V = 2$ м/с. В высшей точке полёта камня найдите радиус R кривизны траектории и ускорение \vec{a} птицы в этой точке.

2. Трамвай совершает поворот, двигаясь со скоростью $V_0 = 2$ м/с по горизонтальному участку дороги, представляющему собой одну четверть окружности $R = 20$ м. При какой величине коэффициента трения скольжения пассажиры, сидящие в салоне, не будут скользить по сиденьям в ходе поворота?

*Как изменится ответ, если трамвай проезжает поворот равномерно по времени набирая скорость, при этом постоянное в процессе поворота тангенциальное ускорение будет равно половине начального нормального? В начале поворота скорость трамвая $V_0 = 2$ м/с.

3. Почему из наблюдений за движением планеты под действием силы притяжения к Солнцу невозможно определить её массу? Как найти массу планеты по наблюдениям за её спутниками? Рассчитайте период T обращения искусственного спутника Марса, движущегося по круговой орбите на высоте $H = 100$ км над поверхностью планеты. Радиус планеты $R = 3,4 \cdot 10^6$ м, средняя плотность $\rho = 4$ г/см³.

4*. В момент противостояния Солнце, Земля и Марс находятся на одной прямой (Земля расположена между Солнцем и Марсом). Планеты обращаются вокруг Солнца в одном направлении. Марсианский год продолжается дольше земного в $k = 1,88$ раза. Радиус земной орбиты $R_E = 1,50 \cdot 10^{11}$ м. Считая, что планеты обращаются вокруг Солнца по концентрическим окружностям, лежащим в одной плоскости, найдите минимальное расстояние r между Марсом и Землей, а также промежуток времени τ между двумя последовательными противостояниями.

5*. В цирковом аттракционе мотоциклист движется по внутренней поверхности сферы радиуса $R = 8,5$ м, оставаясь все время на $h = 5,1$ м выше центра сферы. При какой минимальной скорости V_{\min} это возможно, если коэффициент трения $\mu = 0,92$?

6. Самолет совершает вираж в горизонтальном полете с постоянной скоростью $V = 200$ м/с. Определите радиус R окружности, если плоскость крыла самолета наклонена к горизонтальной плоскости под углом $\alpha = 10^\circ$.

7. Однородный кольцевой резиновый жгут массы m надет на деревянный цилиндр радиуса R , ось которого вертикальна. Сила натяжения надетого жгута равна T . Цилиндр приводят во вращение относительно оси симметрии. При какой угловой скорости ω вращения жгут спадёт с цилиндра? Коэффициент трения скольжения резины по дереву равен μ .

8*. Воздушный шарик радиуса r прикреплен с помощью нерастяжимой нити длины l к боковой стенке цилиндрического сосуда радиуса R с жидкостью, вращающегося вокруг вертикальной оси, совпадающей с осью симметрии сосуда. Шарик и нить находятся в жидкости. Найдите угловую скорость ω вращения сосуда с жидкостью, если нить образует со стенкой угол α .

9. Лыжник массой $m = 100$ кг движется по легкому вогнутому мостику – дуге окружности радиуса $R = 16$ м. В тот момент, когда скорость лыжника горизонтальна, мостик действует на каждую опору вертикальной силой $P = 750$ Н. С какой скоростью V движется лыжник в этот момент времени? Концы мостика находятся на одном и том же горизонтальном уровне.

10. По гладкой длинной проволочной винтовой линии радиуса R с шагом H , ось которой вертикальна, скользит бусинка. За какое время T бусинка пройдет n витков? Начальная скорость бусинки равна нулю.

11. Лиана выдерживает двух обезьян, висящих на её конце. Может ли одна обезьяна раскачиваться на лиане с отклонением до угла $\alpha = 45^\circ$ от вертикали так, чтобы лиана не оборвалась?

Дополнительные задачи (необязательные для решения)

1. При какой продолжительности T суток на Земле нить, на которой подвешен груз на широте $\varphi = 30^\circ$, образует угол $\beta = 30^\circ$ с осью вращения Земли? На сколько процентов линейная скорость точек на экваторе будет в рассматриваемом случае меньше скорости спутника, обращающегося вокруг планеты по круговой орбите на малой по сравнению с радиусом планеты высоте?

2. На горизонтальной поверхности стола покоится чаша с небольшой шайбой массы m . Нижняя часть AB внутренней поверхности чаши есть часть сферы радиуса R . Глубина чаши $H = 3R/5$, её внутренняя поверхность гладкая. Шайба приходит в движение с нулевой начальной скоростью и при движении не отрывается от чаши, а чаша остается в покое. В момент времени, когда шайба находится в точке C , для которой угол α между радиусом OC и вертикалью таков, что $\cos \alpha = 4/5$, найдите скорость V шайбы и силу $F_{тр}$ трения, с которой стол действует на чашу.

