

Контрольные вопросы

Справочные данные: гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$, масса Земли $M = 6 \cdot 10^{24} \text{кг}$, радиус Земли $R = 6,4 \cdot 10^6 \text{м}$, ускорение свободного падения у поверхности Земли $g = G \frac{M}{R^2} \approx 10 \text{м/с}^2$; объём шара радиуса R равен $V = \frac{4}{3} \pi R^3$.

1. Вычислите и сравните угловую скорость вращения часовой стрелки часов и угловую скорость Земли в её суточном вращении.
2. Вычислите в *гелиоцентрической* системе отсчёта ускорение Земли, обусловленное обращением планеты вокруг Солнца. Вычислите в *геоцентрической* системе отсчёта ускорение Солнца, обусловленное его видимым с Земли движением по небесной сфере. Радиус земной орбиты считайте равным $r = 1,5 \cdot 10^{11} \text{м}$.
3. Колесо, частота обращения которого в некоторый момент времени $n = 4 \text{с}^{-1}$ (оборота в секунду), останавливается через $\tau = 30 \text{с}$. Определите величину углового ускорения \mathcal{E} колеса, считая его постоянным. Какое число N оборотов совершит колесо за указанное время?
- 4*. В окрестности какой точки траектории камня, брошенного со скоростью $V_0 = 10 \text{м/с}$ под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, радиус кривизны траектории наименьший? Вычислите этот радиус.
5. Считая Луну однородным шаром плотностью $\rho = 3,34 \cdot 10^3 \text{кг/м}^3$, найдите период обращения её приповерхностного спутника.
6. Поезд движется в горизонтальной плоскости по дуге окружности радиуса $R = 800 \text{м}$ со скоростью $V = 20 \text{м/с}$. На какую величину Δh внешний рельс должен быть выше внутреннего, чтобы боковое давление на рельсы было равно нулю? Расстояние между рельсами $d = 1,5 \text{м}$.
7. Вес некоторого тела на полюсе Земли на $\Delta P = 0,34 \text{Н}$ больше веса на экваторе. Найдите массу этого тела. Землю считайте однородным шаром.
8. Предположим, что вес тела (см. предыдущий вопрос) измеряют в летящем вдоль экватора самолёте. В каком направлении и с какой скоростью V относительно поверхности Земли летит самолёт, если вес равен силе тяжести?

Задачи

1. Птица массой $m = 0,1$ кг летит горизонтально по криволинейной траектории. Скорость птицы за $\Delta t = 0,1$ с увеличилась по модулю от $V_1 = 1,50$ м/с до $V_2 = 1,55$ м/с и повернулась на угол $\Delta\alpha = 0,02$ рад. Найдите ускорение \vec{a} птицы и местный радиус R кривизны траектории.
2. Бусинка надета на шероховатую горизонтальную спицу на расстоянии r от левого конца. Коэффициент трения скольжения бусинки по спице равен μ . Спицу приводят во вращение относительно вертикальной оси, перпендикулярной спице и проходящей через её левый конец. В процессе вращении угловое ускорение спицы постоянно. Пренебрегая действием силы тяжести, найдите длину S пути, пройденного бусинкой до начала проскальзывания относительно спицы.
3. На внутренней поверхности сферы радиуса $R = 2,75$ м находится маленькая шайба. До какой максимальной угловой скорости ω можно раскрутить сферу вокруг вертикальной оси, проходящей через её центр, чтобы шайба не проскальзывала, находясь на $h = 1,65$ м ниже центра сферы? Коэффициент трения скольжения шайбы по сфере $\mu = 0,5$.
4. Небольшое тело массой $m = 0,1$ кг, подвешенное на лёгком резиновом шнуре, движется по окружности в горизонтальной плоскости, совершая полный оборот за время $T = 1,25$ с. Шнур составляет с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Коэффициент упругости шнура $k = 10$ Н/м. Определите длину l_0 нерастянутого шнура.
- 5*. Однородная кольцевая цепочка массы $m = 157$ г и длины $l = 1$ м надета на гладкий конус, ось которого вертикальна. Угол полураствора конуса $\alpha = 45^\circ$. Конус приводят во вращение относительно оси, и каждый элемент цепочки движется со скоростью $V = 2$ м/с. Найдите величину F силы натяжения цепочки.
6. Космонавты, высадившиеся на поверхность Марса, измерили период обращения конического маятника (небольшое тело, прикреплённое к нити и движущееся по окружности в горизонтальной плоскости с постоянной по величине скоростью), оказавшийся равным $T = 3$ с. Длина нити $l = 1$ м. Нить составляла с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Найдите по этим данным ускорение свободного падения на Марсе. Наблюдая Землю космонавты видят, что Солнцем освещена ровно половина видимого

диска. На каком расстоянии S от Земли находится Марс в этот момент? Считайте, что Земля и Марс обращаются вокруг Солнца по круговым орбитам радиусов $R_E = 1,5 \cdot 10^{11}$ м и $R_M = 2,25 \cdot 10^{11}$ м соответственно.

7. На экваторе некоторой вращающейся планеты тела весят вдвое меньше, чем на полюсе. На какой угол δ отклонится от оси вращения планеты нить, на которой подвешен груз, если измерение веса груза будет проводиться на широте $\varphi = 30^\circ$?

8*. Искусственный спутник Земли запущен с экватора и движется по круговой орбите в плоскости экватора в направлении вращения Земли. Радиус орбиты в три раза больше радиуса Земли. Через какое время τ спутник первый раз пройдёт над точкой запуска?

9*. Закрытая пробирка длины L , полностью заполненная жидкостью, составляет угол α с вертикальной осью, проходящей через её нижний конец. В жидкости плавает маленький лёгкий шарик. До какой угловой скорости ω следует раскрутить пробирку вокруг вертикальной оси, чтобы шарик погрузился до середины пробирки?

10*. По гладкой проволочной винтовой линии радиуса R с шагом h , ось которой вертикальна, скользит с нулевой начальной скоростью бусинка массой m . С какой по величине силой F бусинка будет действовать на проволоку в момент, когда она опустится по вертикали на H ?

11*. Брусок, к вертикальной стойке которого на лёгкой нити прикреплен шарик массы m , покоится на шероховатой горизонтальной поверхности. Нить с шариком отклонили до горизонтального положения и отпустили. После этого шарик движется в вертикальной плоскости по окружности с нулевой начальной скоростью. Найдите массу M бруска, если он сдвинулся, когда угол между нитью и вертикалью был равен α_0 . Коэффициент трения скольжения бруска по поверхности равен μ ($\operatorname{tg} \alpha_0 > \mu$).

