

Олимпиада КФУ по физике

9 класс, 2021 год

1. Машина едет по плоской круговой траектории с постоянной скоростью таким образом, что внутреннее колесо движется по окружности радиусом $R = 10$ м. Расстояние между левым и правым колесом $d = 1,75$ м. Найдите отношение угловых скоростей внутреннего и внешнего передних колес. Колеса не проскальзывают.

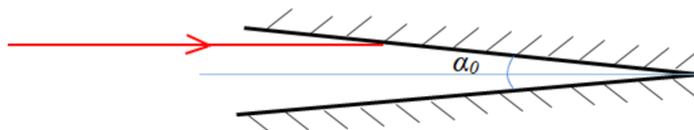
$$\frac{v_{\text{вн}}}{v_{\text{вн}}} \approx \frac{R+d}{R}$$

2. Тело брошено под углом к горизонту и движется в плоскости xy . Вектор ускорения свободного падения направлен против оси y . В таблице приведены координаты тела в различные моменты времени. Трением о воздух можно пренебречь. Определить начальную скорость и угол между начальной скоростью и горизонталью. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

$x, \text{ м}$	0	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50
$y, \text{ м}$	0	0,35	0,60	0,75	0,80	0,75

$$\left(\frac{v_x}{v}\right) \sin \alpha = \left(\frac{v_y}{v}\right) \cos \alpha = \left(\frac{g}{g}\right) \cos \alpha = \cos \alpha$$

3. Два бесконечных плоских зеркала образуют двугранный угол $\alpha_0 \ll 1$. Параллельно биссектрисе линейного угла* данного двугранного угла, на одно из зеркал падает луч лазера. Оцените количество отражений луча в зеркалах, после которых луч «выйдет» из системы.



*Угол между двумя перпендикулярами к ребру двугранного угла, проведенными в его гранях из одной точки ребра, называется линейным углом двугранного угла.

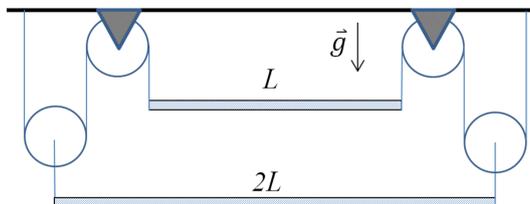
$$\frac{0,5}{\alpha}$$

4. По длинной медной жиле (проводу) сечением $s = 1,5 \text{ мм}^2$ течет ток $I = 16 \text{ А}$. Провод (жила) покрыт ПВХ изоляцией толщиной $b = 2 \text{ мм}$ с коэффициентом теплопроводности $\kappa = 0,12 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Теплопроводность меди много больше теплопроводности изоляции. Найти температуру провода (жилы) T как функцию температуры окружающей среды T_0 . Построить график зависимости температуры провода (жилы) T от температуры окружающей среды в диапазоне T_0 от -40°C до $+40^\circ\text{C}$. Найти температуру провода (жилы) T как функцию величины тока I . Построить при температуре окружающей среды $T_0 = 20^\circ\text{C}$ график зависимости температуры жилы при величинах токов от 16 А до 25 А . Удельное сопротивление меди при $T_{20} = 20^\circ\text{C}$ составляет $\rho_{20} = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$. Тепловой коэффициент сопротивления меди $\alpha = 0,004^\circ\text{C}^{-1}$, т.е. удельное сопротивление меди меняется с температурой по закону $\rho = \rho_{20} (1 + \alpha(T - T_{20}))$.

Указание. Принять во внимание, что полная мощность теплопередачи может быть вычислена по формуле $P = \frac{\kappa S \Delta T}{d}$, где κ — коэффициент теплопроводности материала. В данном случае речь идёт о стационарном потоке тепла от одной грани параллелепипеда площадью S к другой, расстояние между гранями равно d , разность температур ΔT . Поток тепла для простоты можно считать по сечению в середине слоя изоляции. Теплообменом через торцы провода пренебречь.

$$\frac{(q/s \cdot \Delta T / \kappa + \rho_{20} I^2 L) / (q/s \cdot \Delta T / \kappa + \rho_{20} I^2 L + (\rho_{20} I^2 L - 1) \alpha \rho_{20} I^2 L)}{1} = L$$

5. Две однородные гладкие доски длиной L и $2L$, подвешенные с помощью системы идеальных* нитей и блоков (см. рис.), изначально находятся в равновесии в горизонтальном положении. Масса верхней доски M . На нижнюю доску закрепляют небольшой груз массой M на расстоянии $a = 2L/3$ от левого края. На каком расстоянии от левого края нужно поместить (закрепить) на верхнюю доску груз массы $m = M/6$, чтобы доски могли находиться в состоянии равновесия в горизонтальном положении?



*Под идеальными нитями здесь подразумеваются гибкие невесомые и нерастяжимые нити. Под идеальными блоками — невесомые блоки, способные вращаться без трения.