

**Межрегиональные предметные олимпиады КФУ**  
**профиль «Физика»**  
**заключительный этап (разбор задач)**  
**2020-2021 учебный год**  
**9 класс**

**Задача 9.1 (12 б.)** Скорость колес.

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.

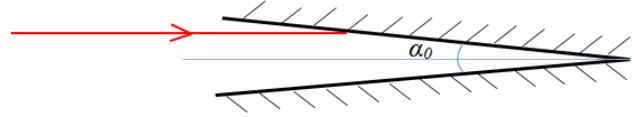
**Задача 9.2 (17 б.)** Баллистическая траектория.

Тело брошено под углом к горизонту и движется в плоскости  $xu$ . 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  $10 \text{ м/с}^2$ .

$x, \text{ м}$	0	0.30	0.60	0.9	1.2	1.5
$y, \text{ м}$	0	0.35	0.60	0.75	0.8	0.75

**Задача 9.3 (23 б.)** Многократное отражение.

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.

**Задача 9.4 (23 б.)** Нагрев провода.

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  $\kappa = 0.12 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . 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  $-40^\circ\text{C}$  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  $16 \text{ А}$  до  $25 \text{ А}$ .

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  $\alpha = 0.004 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , 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  $\kappa$  – 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  $\Delta T$ . Поток тепла для простоты можно считать по сечению в середине слоя изоляции. Теплообменом через торцы провода пренебречь.

**Задача 9.5 (25 б.)** Нестандартный баланс.

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.

