

Рис.3. Замкнутый контур, включающий внутреннее сопротивление R_2 хищника и сопротивление окружающей среды R_3

можно считать постоянной по модулю. Таким образом, хищник и окружающая его среда образуют замкнутый контур, включающий заданное внутреннее сопротивление R_2 хищника и сопротивление окружающей среды, как показано на рисунке 3. Здесь U – это напряжение между сферами детектора, обусловленное электрическим полем жертвы (в отсутствие R_2), U_2 – это напряжение между сферами с учетом внутреннего сопротивления хищника.

Вопросы:

1) Определите вектор плотности тока \vec{j} (ток на единицу площади), обусловленный точечным источником тока I_1 на расстоянии r от него в неограниченной однородной среде. (1,5 б.)

2) Для заданной силы тока I_1 , текущего между сферами жертвы в неограниченной среде, определите, опираясь на закон $\vec{E} = \rho \vec{j}$, напряженность электрического поля в середине между сферами детектора (точка A на рисунке 2). (2 б.)

3) Определите для той же силы тока I_1 напряжение U_1 между сферами в жертве. (1,5 б.)

Определите сопротивление R_1 между этими сферами. (0,5 б.)

Определите также мощность P_1 , выделяющуюся при этом в окружающей среде. (0,5 б.)

4) Определите сопротивление среды R_3 между сферами хищника. (0,5 б.)

Определите напряжение U_2 между этими сферами. (1 б.)

Получите выражение для мощности P_2 , передаваемой от жертвы к хищнику. (0,5 б.)

5) Определите оптимальное значение R_2 , при котором детектируемая мощность P_2 максимальна. (1,5 б.)

Определите также эту максимальную мощность. (0,5 б.)

Задача 3. Тяжелая тележка, движущаяся по наклонной дороге

На рисунке 4 изображена упрощенная модель массивной тележки с одним передним и одним задним цилиндром в качестве колес на наклонной дороге, угол наклона которой θ . Каждый цилиндр имеет массу M и состоит из цилиндрического слоя с внешним радиусом R и внутренним радиусом $0,8R$ и нескольких спиц, суммарная масса которых $0,2M$. Схематическое изображение цилиндров показано на рисунке

5. Массой стержней, поддерживающих платформу тележки, можно пренебречь. Тележка движется вниз под действием сил тяжести и трения. Передняя и задняя части тележки симметричны. Статический и кинетический коэффициенты трения (коэффициенты трения покоя и трения скольжения) между цилиндрами и дорогой равны μ_1 и μ_2 соответственно. Однородная платформа тележки имеет массу $5M$, длину L и толщину d . Расстояние между осями переднего и заднего цилиндров $2l$, а расстояние от центра каждого цилиндра до нижней части тележки h . Трением качения и трением в осях цилиндров пренебречь.

Вопросы:

- 1) Вычислите момент инерции каждого цилиндра. (1,5 б.)
- 2) Изобразите все силы, действующие на платформу тележки, на ее передний и задний цилиндры. Запишите уравнения движения каждой части тележки. (2,5 б.)
- 3) Считая, что тележка начинает двигаться из состояния покоя под действием силы тяжести, установите все возможные типы движения системы и найдите ее ускорения во всех этих случаях. Выразите ускорения через физические параметры, заданные в условии задачи. (4 б.)
- 4) Начав двигаться из состояния покоя, тележка прошла путь s_0 , двигаясь без проскальзывания, а затем попала на участок дороги, на котором статический и кинетический коэффициенты трения уменьшаются до величин μ'_1 и μ'_2 , так что дальше оба цилиндра начинают проскальзывать. Вычислите линейную скорость тележки и угловые скорости вращения цилиндров после того, как тележка прошла полный путь s . Считайте, что величины s_0 и s значительно больше размеров тележки. (2 б.)

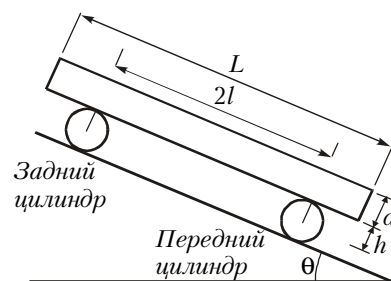


Рис.4. Упрощенная модель массивной тележки, движущейся по наклонной дороге

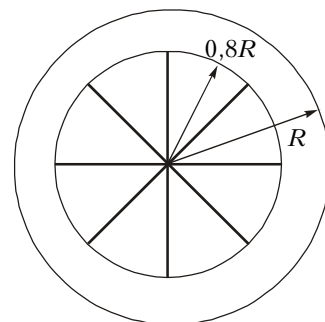


Рис.5. Упрощенная модель цилиндров

Публикацию подготовили
С.Козел, В.Слободянин, И.Иоголевич

XI Международная олимпиада «Интеллектуальный марафон»

Международный интеллект-клуб (МИК) «Глюон» в рамках международной программы «Дети. Интеллект. Творчество» провел традиционную олимпиаду «Интеллектуальный марафон» (ИМ-2002) на территории северной части Греции с 9 по 16 октября 2002 года. На олимпиаду были приглашены школьники, достигшие значительных результатов в изучении математики и физики, из региональных центров МИК «Глюон», а также стран ближнего и дальнего зарубежья.

Участники олимпиады соревновались по трем направлениям: история научных идей и открытий (командный тур), математика (индивидуальный и командные туры), физика (индивидуальный и командные туры).

Олимпиада проводилась при спонсорской поддержке российских компаний «Кирилл и Мефодий», «Физикон», «ІС», «Начало координат», а также при информационной поддержке журнала «Квант» и Издательского дома «Первое сентября». Генеральным