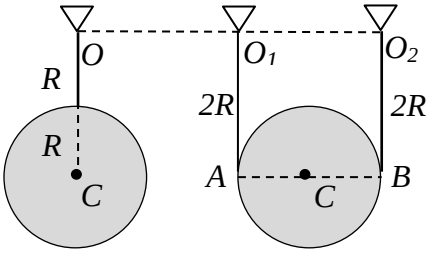
Олимпиада по физике СПбПУ, 2021 г.

1. Муравей бежит с постоянной скоростью v по горизонтальной поверхности. На его пути находится конический холм, вертикальное осевое сечение которого имеет вид равностороннего треугольника со стороной L. Как должен двигаться муравей, чтобы, преодолев холм, оказаться в противоположной точке основания холма за минимальное время? Определить это время t. Скорость муравья считать неизменной.

2. Тележка состоит из кузова массой M и четырех одинаковых колес в виде однородных дисков радиуса r и массы m каждый. Какое ускорение приобретет тележка, если ее поставить на наклонную плоскость, составляющую угол α с горизонтом? Проскальзывание колес тележки по наклонной плоскости отсутствует. Массой осей колес, а также трением в осях можно пренебречь.

3. На рисунке изображены два одинаковых однородных диска радиуса R. Первый подвешен шарнирно в точке O на легком стержне длиной R, жестко прикрепленном к диску. Второй подвешен шарнирно в двух точках O_1 и O_2 на двух легких стержнях длиной $2R$, шарнирно прикрепленных к диску в точках A и B. Определить отношение периодов малых колебаний дисков.



4. Идеальный газ совершает циклический процесс, состоящий из изохорного охлаждения, изобарного сжатия и политропного расширения с показателем политропы $n = -1$. Температура газа в политропном процессе изменяется в $k = 4$ раз. Определите КПД цикла. Газ состоит из жестких двухатомных молекул.

5. Шар из серы радиуса R = 10 см заряжен равномерно по объему с объемной плотностью ρ = 1 мКл/м^3. Диэлектрическая проницаемость серы ε = 4. В течение некоторого времени весь заряд перетекает на поверхность шара. Оцените приращение температуры шара. Объемная теплоемкость шара C = 1,4 Дж/(см^3·К). Считать, что шар находится в вакууме, потерями на излучение пренебречь.

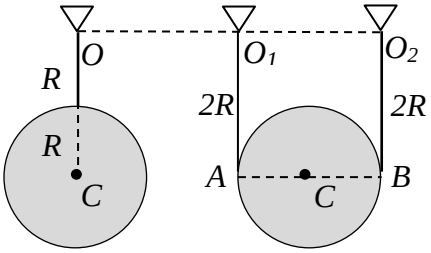
6. По двум параллельным металлическим направляющим, наклоненным под углом α к горизонту и расположенным на расстоянии ℓ друг от друга, может скользить без трения металлическая перемычка массы m. Направляющие замкнуты снизу на незаряженный конденсатор емкости C, и вся конструкция находится в магнитном поле, индукция которого $\boldsymbol{B}$ направлена вертикально. В начальный момент перемычку удерживают на расстоянии L от основания «горки». За какое время перемычка достигнет основания «горки», после того, как ее отпустят? Сопротивлением проводников и индуктивностью контура пренебречь.

Олимпиада по физике СПбПУ, 2021 г.

1. Муравей бежит с постоянной скоростью v по горизонтальной поверхности. На его пути находится конический холм, вертикальное осевое сечение которого имеет вид равностороннего треугольника со стороной L. Как должен двигаться муравей, чтобы, преодолев холм, оказаться в противоположной точке основания холма за минимальное время? Определить это время t. Скорость муравья считать неизменной.

2. Тележка состоит из кузова массой M и четырех одинаковых колес в виде однородных дисков радиуса r и массы m каждый. Какое ускорение приобретет тележка, если ее поставить на наклонную плоскость, составляющую угол α с горизонтом? Проскальзывание колес тележки по наклонной плоскости отсутствует. Массой осей колес, а также трением в осях можно пренебречь.

3. На рисунке изображены два одинаковых однородных диска радиуса R. Первый подвешен шарнирно в точке O на легком стержне длиной R, жестко прикрепленном к диску. Второй подвешен шарнирно в двух точках O_1 и O_2 на двух легких стержнях длиной $2R$, шарнирно прикрепленных к диску в точках A и B. Определить отношение периодов малых колебаний дисков.



4. Идеальный газ совершает циклический процесс, состоящий из изохорного охлаждения, изобарного сжатия и политропного расширения с показателем политропы $n = -1$. Температура газа в политропном процессе изменяется в $k = 4$ раз. Определите КПД цикла. Газ состоит из жестких двухатомных молекул.

5. Шар из серы радиуса R = 10 см заряжен равномерно по объему с объемной плотностью ρ = 1 мКл/м^3. Диэлектрическая проницаемость серы ε = 4. В течение некоторого времени весь заряд перетекает на поверхность шара. Оцените приращение температуры шара. Объемная теплоемкость шара C = 1,4 Дж/(см^3·К). Считать, что шар находится в вакууме, потерями на излучение пренебречь.

6. По двум параллельным металлическим направляющим, наклоненным под углом α к горизонту и расположенным на расстоянии ℓ друг от друга, может скользить без трения металлическая перемычка массы m. Направляющие замкнуты снизу на незаряженный конденсатор емкости C, и вся конструкция находится в магнитном поле, индукция которого $\boldsymbol{B}$ направлена вертикально. В начальный момент перемычку удерживают на расстоянии L от основания «горки». За какое время перемычка достигнет основания «горки», после того, как ее отпустят? Сопротивлением проводников и индуктивностью контура пренебречь.