

III этап Всеукраинской ученической олимпиады по физике 2014/2015 учебного года
Харьковская область, 11 класс (каждая задача – 5 баллов)

1. По горизонтальной поверхности скользит квадратная пластинка ABCD. В некоторый момент времени вершина А пластинки движется со скоростью \vec{v}_A , равной по модулю 5 м/с, а соседняя вершина В – со скоростью \vec{v}_B , равной по модулю 1 м/с. При этом скорость \vec{v}_O точки О (центра пластинки) направлена перпендикулярно диагонали BD. Найдите модуль скорости \vec{v}_O в данный момент времени.

2. На гладком столе лежит тонкое кольцо массы m_1 и радиуса R (рис.1). На него сверху кладут шероховатое кольцо такого же радиуса, которое вращается с угловой скоростью ω . Масса верхнего кольца равна m_2 . Пренебрегая трением нижнего кольца о стол, определите, какая угловая скорость вращения колец на столе установится через большой промежуток времени. Сколько тепла выделится при установлении этого вращения?

3. Над идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1–2–3–4–1 (рис.2), график которого изображен на pV -диаграмме. Минимальный объем газа равен V_0 , а максимальный – в n раз больше. Участки 2–3 и 4–1 – изохоры, участок 3–4 – адиабата, а участок 1–2 получен из участка 3–4 сдвигом на величину p_0 вверх вдоль оси давления. Определите количества теплоты, полученные или отданные на участках 1–2, 2–3, 4–1, а также КПД этого цикла.

4. Две одинаковые сферы радиуса R расположены так, что расстояние между их центрами равно $a < R$ (сферы пересекают друг друга). Сферы диэлектрические и равномерно заряженные, заряды сфер разноименные и по модулю равны Q (см. рис.3). По леске, пронизывающей сферы насквозь, может свободно скользить маленькая заряженная бусинка массы m с зарядом $q < 0$. Первоначально бусинка находится бесконечно далеко от сфер и приближается к ним со скоростью v . Где остановится бусинка? Считайте, что бусинка может проникать внутрь каждой сферы через маленькую дырочку.

5. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление сложного источника с бесконечным числом звеньев (см. рис.4). ЭДС и внутреннее сопротивление каждого отдельного элемента равны соответственно ε и r .

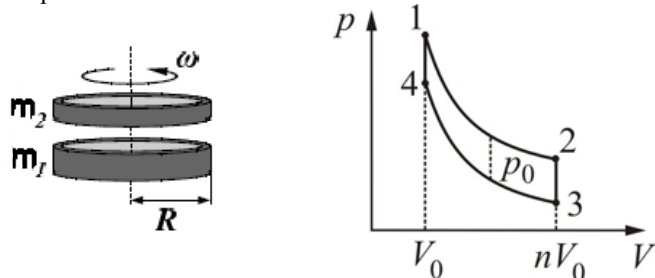


рис.1

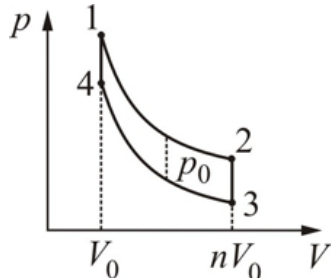


рис.2

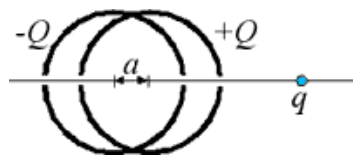


рис.3

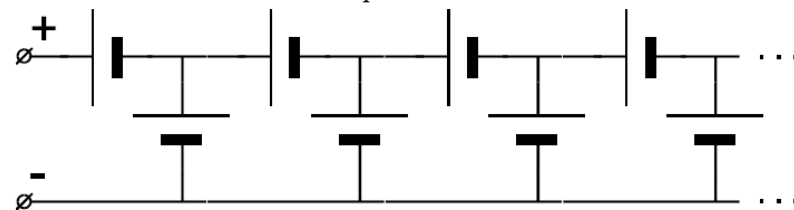


рис.4

III этап Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики 2014/2015 навчального року
Харківська область, 11 клас (кожна задача – 5 балів)

1. По горизонтальній поверхні ковзає квадратна пластинка ABCD. У деякий момент часу вершина А пластинки рухається зі швидкістю \vec{v}_A , що дорівнює за модулем 5 м/с, а сусідня вершина В - зі швидкістю \vec{v}_B , що дорівнює за модулем 1 м/с. При цьому швидкість \vec{v}_O точки О (центру пластинки) спрямована перпендикулярно діагоналі BD. Знайдіть модуль швидкості \vec{v}_O в даний момент часу.

2. На гладкому столі лежить тонке кільце маси m_1 і радіусу R (рис.1). На нього зверху кладуть шерсткувате кільце такого ж радіуса, яке обертається з кутовою швидкістю ω . Маса верхнього кільця дорівнює m_2 . Нехтуючи тертям нижнього кільця об стіл, визначте, яка кутова швидкість обертання кілець на столі встановиться через великий проміжок часу. Скільки тепла виділиться при встановленні цього обертання?

3. Над ідеальним одноатомним газом здійснюють циклічний процес 1-2-3-4-1 (рис.2), графік якого зображений на pV -діаграмі. Мінімальний об'єм газу дорівнює V_0 , а максимальний - в n разів більше. Ділянки 2-3 і 4-1 – є ізохорами, ділянка 3-4 - адіабата, а ділянка 1-2 отримана з ділянки 3-4 зміщенням на величину p_0 вгору вздовж осі тиску. Визначте кількості теплоти, отримані або віддані на ділянках 1-2, 2-3, 4-1, а також ККД цього циклу

4. Дві однакові сфери радіуса R розташовані так, що відстань між їх центрами дорівнює $a < R$ (сфери перетинають одна одну). Сфери діелектричні і рівномірно заряджені, заряди сфер різнойменні і за модулем рівні Q (див. рис.3). По волосіні, що пронизує сфери наскрізь, може вільно ковзати маленька заряджена намистинка маси m з зарядом $q < 0$. Спочатку намистинка знаходиться нескінченно далеко від сфер і наближається до них зі швидкістю v . Де зупиниться намистинка? Вважайте, що намистинка може проникати всередину кожної сфери через маленьку дірочку.

5. Знайдіть ЕРС і внутрішній опір складного джерела з нескінченним числом ланок (див. рис.4). ЕРС і внутрішній опір кожного окремого елемента дорівнюють відповідно ε і r .