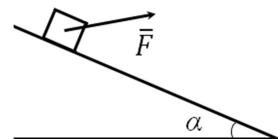
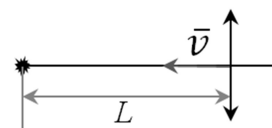


Межрегиональные предметные олимпиады КФУ
профиль «Физика»
заключительный этап
11 класс

Задача 1. (19 б.) Брусок массы m лежит на наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом. Какую минимальную силу F нужно приложить, чтобы тело сдвинулось с места, если можно приложить ее под оптимальным углом в плоскости рисунка. Коэффициент трения между бруском и плоскостью μ . Внешняя сила приложена таким образом, что брусок движется поступательно.

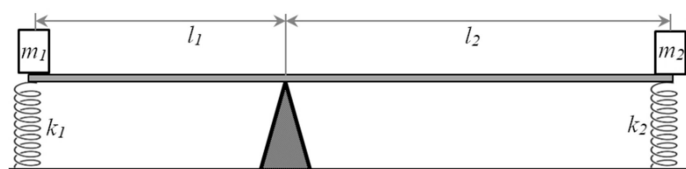


Задача 2. (18 б.) Тонкая собирающая линза движется вдоль своей оптической оси в направлении статичного источника со скоростью v . Источник расположен на оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы F . Какую мгновенную скорость будет иметь изображение источника в лабораторной системе отсчета, если в интересующий нас момент расстояние от источника до линзы $L > F$.



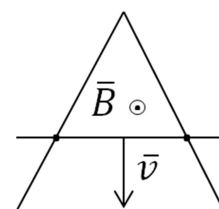
Указание: $(1 + x)^\gamma \approx 1 + \gamma x$ при $x \ll 1$.

Задача 3. (20 б.) На концах невесомого рычага расположены точечные массы m_1 и m_2 и прикреплены невесомые пружины жесткостью k_1 и k_2 . Расстояния от концов рычага до точки опоры равны l_1 и l_2 соответственно.



Длины пружин в недеформированном состоянии подобраны таким образом, чтобы рычаг находился в равновесии в горизонтальном положении. Найти частоту малых колебаний рычага после небольшого отклонения его от горизонтали. Рычаг в процессе колебаний не отрывается от точки опоры. Длины пружин много больше амплитуды колебаний.

Задача 4. (21 б.) Проводящая перемычка скользит по V образному проводящему контуру из однородной проволоки. Перемычка движется таким образом, что V образный контур вместе с ней образуют равнобедренный треугольник, стороны которого увеличиваются со временем. В начальный момент времени площадь треугольника равна 0. Проводник и перемычка имеют одинаковое сопротивление на единицу длины. Система находится в постоянном и однородном магнитном поле, перпендикулярном проводящему контуру и перемычке. Сопротивлением контакта перемычки и проводника пренебречь. Индуктивностью контура пренебречь.

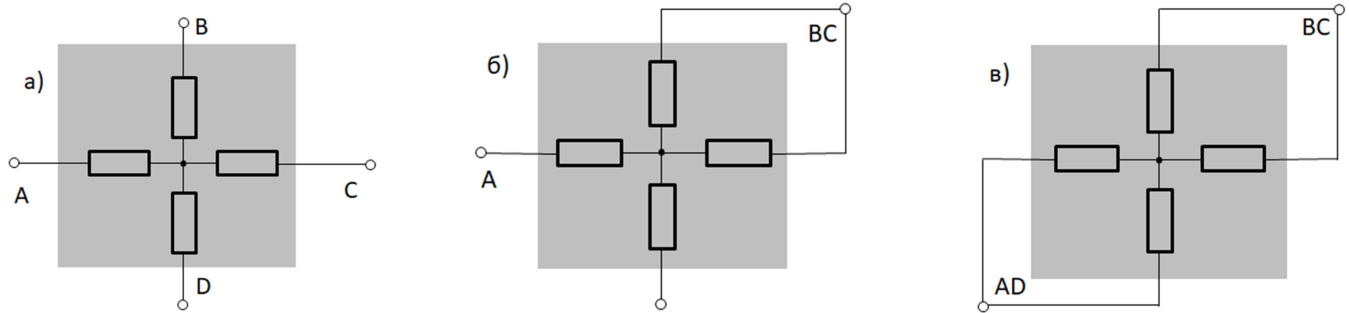


а) (15 б.) При какой зависимости скорости перемычки от времени ток в контуре будет оставаться постоянным? (Рекомендуется начать с этого вопроса)

б) (+6 б.) При какой зависимости скорости перемычки от времени тепловая мощность, выделяемая контуром, будет постоянной?

В обоих случаях достаточно представить хотя бы один вид зависимости скорости от времени.

Задача 5. (22 б.) Четыре одинаковых резистора соединены как показано на рисунке (см. рис. а), и запаяны в диэлектрический куб с высокой теплопроводностью. Получившийся четырехполюсник подключают с помощью соединительных проводов, сопротивление которых пренебрежимо мало по сравнению с сопротивлением резистора, во всех случаях к одинаковому идеальному источнику напряжения. При подключении к клеммам А и В через источник протекает ток $I_1 = 1.00$ А (см. рис а). При подключении к клеммам А и ВС – ток $I_2 = 1.25$ А (см. рис. б). Какой ток будет протекать через источник, если подключить его к клеммам AD и ВС (см. рис. в)? Сопротивление резисторов зависит от температуры по линейному закону. Считать, что из-за высокой интенсивности теплообмена внутри диэлектрического куба по сравнению с теплообменом куба с окружающей средой, температуры резисторов практически равны при любом варианте подключения. Температура и прочие параметры окружающей среды во всех случаях одинаковы. Радиационным теплообменом пренебречь. Все токи в



задаче подразумеваются установившимися (через продолжительное время после подключения).

Kazan Federal University Interregional Olympiads

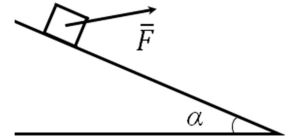
Physics

final stage

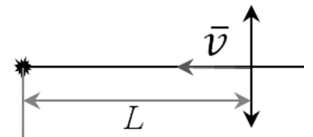
academic year 2022/23

11th (final) school year

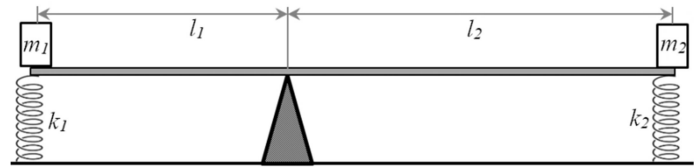
Problem 1. (19 points) A bar of mass m lies on an inclined surface forming an angle α with the horizon. It is possible to apply the force F at the optimal angle in the plane of the figure. What is the minimal value of the force F that is necessary to move the body? The friction coefficient between the bar and the surface is μ . The external force is applied in a way that the bar moves translationally.



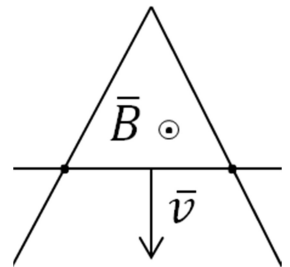
Problem 2. (18 points) A thin converging (collecting) lens moves with velocity v along its optical axis towards a static light source. The light source is located on the optical axis of the lens. The focal length of the lens is F . The distance from the light source to the lens at the moment of interest is $L > F$. What is the instantaneous velocity of the image in the laboratory frame of reference? Note: $(1 + x)^\gamma \approx 1 + \gamma x$ at $x \ll 1$.



Problem 3. (20 points) At the ends of a weightless lever there are point masses m_1 and m_2 and attached weightless springs with stiffness k_1 and k_2 . The distances from the ends of the lever to the fulcrum are l_1 and l_2 , respectively. The lengths of the springs in an undeformed state are chosen so that the lever is in equilibrium in the horizontal position. Find the frequency of small vibrations of the lever after its small deviation from the horizontal position. The lever does not move away from its fulcrum in the course of the oscillations. The lengths of the springs are much longer compared with the amplitude of the oscillations.



Problem 4. (21 points) A conductive jumper slides on a V-shaped conductive contour made of homogeneous wire. The jumper moves in a way that the V-shaped conductor together with jumper forms an isosceles triangle circuit, the side lengths of which increase with time. At the initial moment the area of the triangle is 0. The conductor and the jumper have the same resistance per unit length. The system is located in a constant and homogeneous magnetic field B perpendicular to the plane of the conducting circuit and jumper. The contact resistance of the jumper and the conductor is negligible. The inductance of the circuit is neglected.



- a) **(15 points)** Find the dependence of jumper velocity *versus* time when the current in the circuit remain constant. (It is recommended to start with this question)
- b) **(+6 points)** Find the jumper velocity *versus* time when the thermal power emitted by the circuit is constant. In both cases, it is sufficient to present at least one type of dependence of velocity *versus* time.

Problem 5. (22 points) Four identical resistors are connected as shown in the figure (see Fig. a), and soldered into a dielectric cube with high thermal conductivity. The resulting quadrupole is connected with connecting wires, whose resistance is negligibly small compared to that of the resistor, in all cases to the same ideal voltage source. When connected to terminals A and B, a current $I_1 = 1.00$ A flows through the source (see Fig. a). When connected to terminals A and BC, current $I_2 = 1.25$ A (see Fig. b). What current will flow through the source when it is connected to terminals AD and BC (see Fig. c)? The resistance of the resistors depends on the temperature according to a linear law. Consider that because of the high intensity of heat exchange inside the dielectric cube compared to the cube's heat exchange with the environment, the resistors' temperatures are almost equal at any connection option. The temperature and other environmental parameters are the same in all cases. The radiative heat transfer is neglected. All currents in the problem are assumed steady-state (after a long time after connection).

