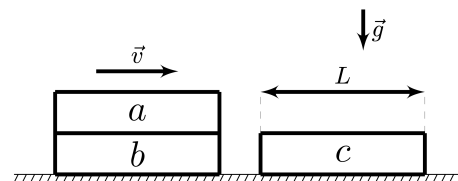


## Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, региональный этап, 2023/24 год

**Задача 1. Вспоминая 90-е.** Вспоминая 1998 год, теоретик Баг продолжил исследования следующей ситуации: Доска  $a$  лежит на такой же доске  $b$ . Они, как единое целое, движутся с некоторой скоростью по гладкой горизонтальной поверхности и сталкиваются с такой же доской  $c$ , верхняя поверхность которой покрыта тонким слоем резины. Трения между досками  $a$  и  $b$  нет, а трения между досками  $a$  и  $c$  есть. При ударе доски  $b$  и  $c$  прочно сцепляются. Длина досок равна  $L$ . Доска  $a$  перестала перемещаться относительно досок  $b$  и  $c$  в момент, когда она целиком расположилась на доске  $c$ . Найдите перемещение  $\Delta x$  доски  $a$  от момента соударения до момента прекращения относительного движения досок.



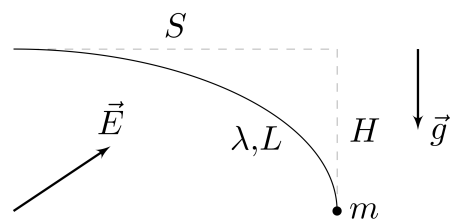
$$\frac{\xi}{7(1+\mu)\xi} = x\nabla$$

**Задача 2. Нагревание насосом.** Сосуд с теплоизолирующими стенками заполнен атмосферным воздухом при температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$ . Через малый клапан в стенке сосуда с помощью насоса, соединённого с клапаном, в сосуд начинают закачивать воздух. Малая порция воздуха из атмосферы поступает в насос, сжимается, после чего в результате теплообмена с окружающей средой охлаждается до температуры  $T_0$ , при этом после охлаждения давление воздуха в насосе всегда незначительно выше, чем в сосуде. Затем открывается клапан, и порция воздуха из насоса поступает в сосуд при практически постоянных давлении и температуре, сразу после чего клапан закрывается. Воздух можно считать идеальным двухатомным газом. Теплотерями за время, в течение которого клапан открыт, можно пренебречь. Считайте, что в процессе закачивания давление воздуха в насосе всегда больше, чем давление воздуха в сосуде, а газ, находящийся в сосуде, из него никогда не вытекает. В результате многократного повторения описанного процесса давление в сосуде повышается до  $p_1$ .

1. Во сколько раз изменилось количество вещества газа в сосуде?
2. Найдите температуру  $T_1$  в сосуде.

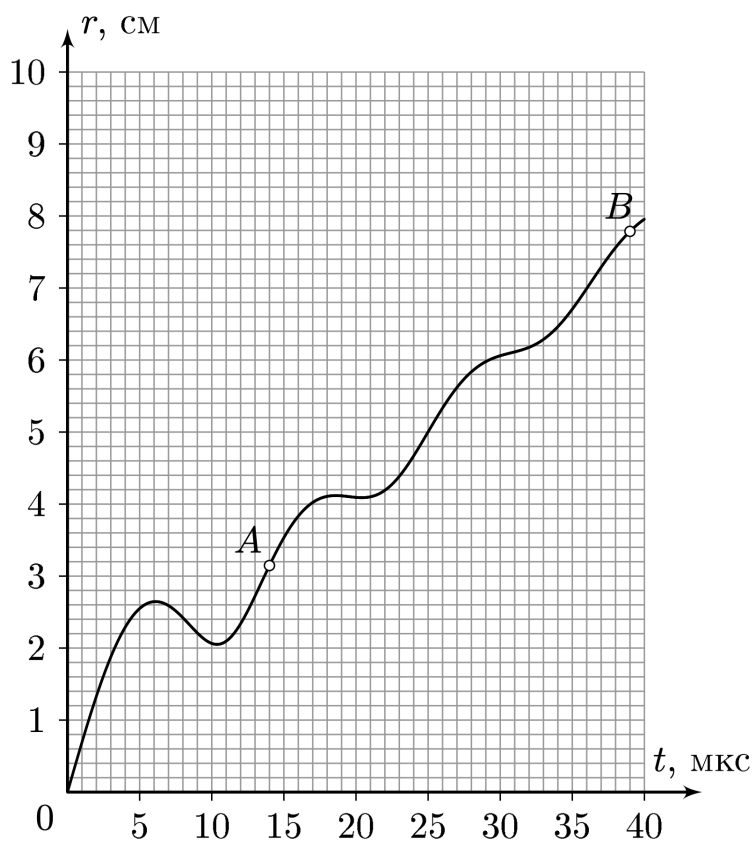
$$\frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{dL}{dL}}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{L} \left( \frac{0dL}{1dL} + \frac{1}{2} = \frac{0dL}{\frac{1}{2}} \right) (1)$$

**ЗАДАЧА 3. Равновесие в полях.** Нерастяжимая невесомая нить длиной  $L$  заряжена равномерно по длине положительным зарядом с линейной плотностью  $\lambda$ . Один конец нити закреплён, а к другому прикреплен маленький груз массой  $m$ . Систему поместили в однородное электростатическое поле. В положении равновесия система расположилась таким образом, что касательные к нити в точке крепления и в месте расположения груза оказались горизонтальной и вертикальной соответственно. Груз расположился на расстоянии  $H$  ниже и на расстоянии  $S$  правее точки крепления (см. рис.). Собственным электростатическим полем зарядов нити можно пренебречь. Ускорение свободного падения равняется  $g$ . Определите величину напряжённости  $E$  электростатического поля.



$$\frac{(S-L)}{H-L} + 1 \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0} \frac{1}{4\pi} \frac{1}{\lambda^2}} = E$$

**ЗАДАЧА 4. Полный улёт.** В однородном магнитном поле в отсутствие силы тяжести движется заряженная частица. На рисунке представлен график зависимости модуля перемещения этой частицы  $r$  относительно точки, в которой находилась эта частица в момент времени  $t = 0$ , от времени её дальнейшего движения  $t$ .

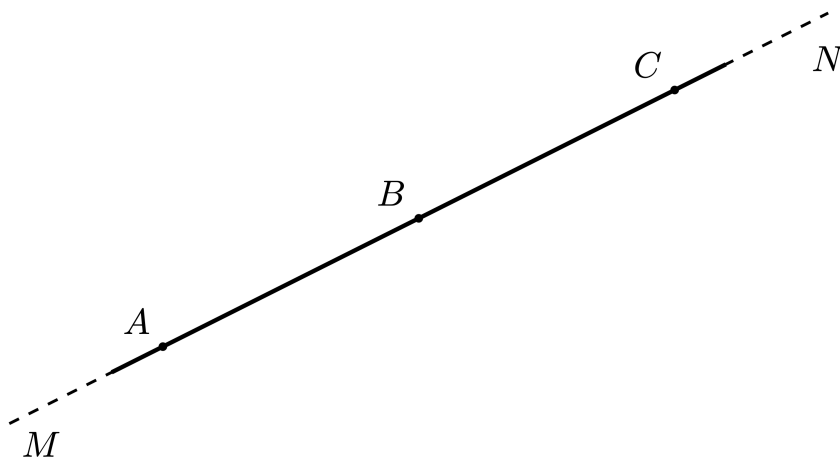


1. Определите модуль скорости  $v$ , с которой движется частица.
2. Определите угол  $\alpha$  между вектором скорости частицы в момент  $t = 0$  и вектором индукции магнитного поля.
3. Определите индукцию магнитного поля, если заряд частицы равен  $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, масса частицы равна  $m = 1,0 \cdot 10^{-26}$  кг.

4. Найдите расстояние между двумя положениями частицы, которые соответствуют точкам  $A$  и  $B$  на графике.

$$\frac{1}{v} \approx 7 \text{ км/с}; (2) \alpha \approx 74^\circ; (3) B \approx 35 \text{ мЛт}; (4) L_{AB} \approx 5,0 \text{ см}$$

**ЗАДАЧА 5. Троеточие.** При очередном разборе архива Снеллиуса на глаза одному из специалистов попался небольшой рисунок с тремя точками  $A$ ,  $B$  и  $C$ , лежащими на одной прямой  $MN$ . Из комментариев к рисунку следовало, что прямая  $MN$  проходила через оптический центр тонкой линзы под небольшим углом к главной оптической оси, а точки  $A$ ,  $B$  и  $C$  обладали любопытным свойством: при помещении точечного источника света в любую из них изображение оказывалось в одной из двух других точек. Также было указано, что расстояния между точками  $A$  и  $B$  и между точками  $B$  и  $C$ , в которые помещали источник, были одинаковы и равнялись  $l$ , а модуль фокусного расстояния линзы был равен  $F$ .



1. Определите, о рассеивающей или собирающей линзе шла речью.
2. С какой стороны (слева или справа) от точки  $B$  располагался оптический центр линзы?
3. На каком расстоянии от точки  $B$  располагался оптический центр линзы?
4. Под каким углом к прямой  $MN$  наклонена главная оптическая ось линзы?

$$\frac{1}{F} \sqrt{\frac{12}{F^2 - l^2}} \approx \frac{1}{F} \text{ собирающая; (2) и слева, и справа; (3) } d = l/3; (4) \alpha = \arccos \frac{1}{3}$$