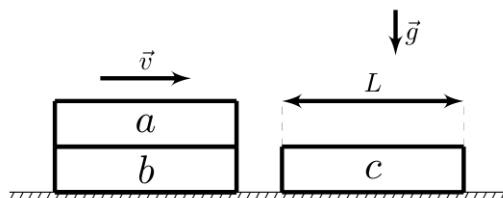


ВсОШ, 2023/24, региональный этап, 11 класс, теоретический тур

Всероссийская олимпиада школьников по физике [Условия и ответы](#)

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 Δx доски a от момента соударения до момента прекращения относительного движения досок.



Ответ

$$\Delta x = \frac{2(\pi + 1)L}{3}.$$

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. Теплопотери 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 .

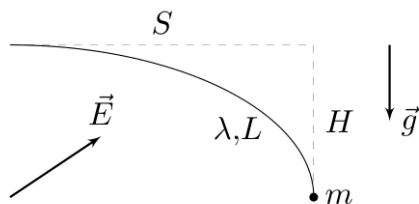
1. Во сколько раз изменилось количество вещества газа в сосуде?
2. Найдите температуру T_1 в сосуде.

Ответ

$$1) \frac{\nu_K}{\nu_0} = \frac{2}{7} + \frac{5p_1}{7p_0}; \quad 2) T_1 = \frac{T_0}{\frac{2p_0}{7p_1} + \frac{5}{7}}.$$

Задача 3 Равновесие в полях

Нерастяжимая невесомая нить длиной L заряжена равномерно по длине положительным зарядом с линейной плотностью λ . Один конец нити закреплён, а к другому прикреплён 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.

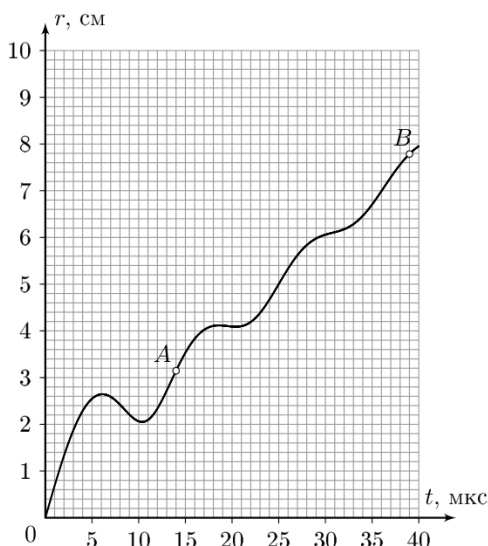


Ответ

$$E = \frac{mg}{\lambda L} \sqrt{1 + \left(\frac{L - H}{L - S} \right)^2}.$$

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 α 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.

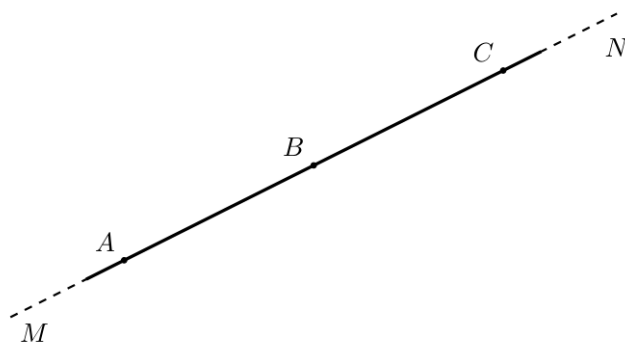
4. Найдите расстояние между двумя положениями частицы, которые соответствуют точкам A и B на графике.

Ответ

1) $v \approx 7$ км/с; 2) $\alpha \approx 74^\circ$ или $\alpha \approx 106^\circ$; 3) $B \approx 35$ мТл; 4) $L_{AB} \approx 5,0$ 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 речь.
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?

Ответ

1) собирающая; 2) возможны оба варианта — и справа, и слева от B ; 3) $d = l/3$; 4) $\alpha = \arccos \frac{9F}{4l}$, или $\alpha \approx \sqrt{\frac{4l - 9F}{2l}}$.