

**Заключительный (очный) этап академического соревнования**

**Олимпиады школьников «Шаг в будущее»**

по общеобразовательному предмету «физика», весна 2020 г.

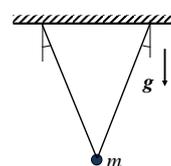
**10 класс**

**Вариант 8**

**1. (10 баллов)** Тележка массой  $M = 1$  кг движется по неподвижному горизонтальному конвейеру. В момент  $t = 0$ , когда тележка въезжает на конвейер и ее скорость равна  $V_0 = 1,1$  м/с, на нее сверху опускается заготовка массой  $m = 100$  г. Через одну секунду в тележке под заготовкой открывается люк, и заготовка падает на конвейер, а люк закрывается. Какой путь пройдет тележка за 2 секунды после начала движения? Силой трения между тележкой и конвейером пренебречь.

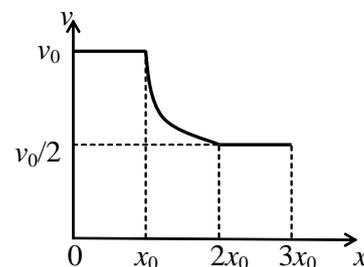
**2. (10 баллов)** В простейшей модели атмосферы Марса предполагается, что планету окружает тонкая атмосфера постоянной плотности. Какой в этой модели оказалась высота атмосферы Марса, если считать, что она состоит в основном из углекислого газа (молярная масса  $\text{CO}_2 \mu = 44 \cdot 10^{-3}$  кг/моль), температура атмосферы на поверхности Марса равна  $T = 300$  К? Известно также, что масса Марса составляет 10,3% от массы Земли, а его диаметр – 53% земного диаметра.

**3. (12 баллов)** При испытании парашютной системы груз подвесили на двух стропах так, что стропы составили с вертикалью одинаковые углы (см. рисунок). При этом сила натяжения каждой стропы равна  $T_1 = 1000$  Н. Затем одну из строп перерезали. В этот момент сила натяжения другой стропы возросла до величины  $T_2 = 1280$  Н. Пренебрегая размерами груза, определите его массу  $m$ . Стропы считайте невесомыми и нерастяжимыми.

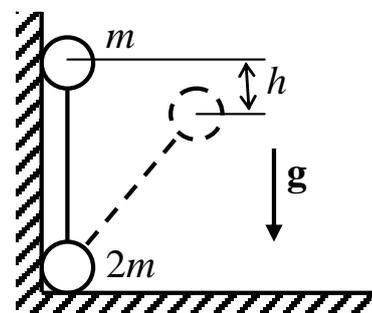


**4. (16 баллов)** Автомобиль движется вдоль прямой из точки А в точку В. График изменения его скорости  $v$  в зависимости от координаты  $x$  изображен на рисунке. Точка А находится в начале координат  $x = 0$ , а координата точки В равна  $3x_0$ . Значения  $v_0$  и  $x_0$  считайте известными. Движение автомобиля на интервале пути  $[x_0, 2x_0]$  описывается обратно пропорциональной зависимостью:

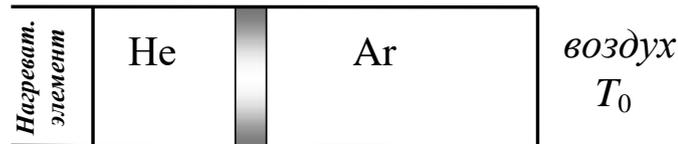
$v \sim \frac{1}{x}$ . Определите время прохождения автомобилем отрезка АВ.



**5. (16 баллов)** Гантель, представляющая собой два шарика массами  $2m$  и  $m$ , соединенных невесомым стержнем длины  $L$ , стоит в углу, образованном гладкими плоскостями, в положении неустойчивого равновесия (см. рис.). Гантель начинает падать из вертикального положения без начальной скорости. Определите силы давления нижнего шарика гантели на горизонтальную и вертикальную плоскости в момент, когда верхний шарик опустится по вертикали на  $h = 0,2L$ . Радиусы шариков одинаковы и много меньше длины стержня гантели. Гантель падает в плоскости перпендикулярной плоскостям угла, в котором она стояла.



6. (16 баллов) Герметичный цилиндрический сосуд расположен горизонтально и разделен на два отсека легким теплонепроницаемым поршнем (см. рис.). Поршень может свободно перемещаться без трения. В левом отсеке находятся 2 моля гелия, а в правом – некоторое количество аргона (оба – идеальные одноатомные газы). Боковая поверхность сосуда теплоизолирована. К левому основанию сосуда подключен нагревательный элемент, а через правое основание аргон свободно обменивается теплом с окружающим воздухом. Начальные температуры газов одинаковы и равны температуре воздуха  $T_0$ . Неподвижный в начальном состоянии поршень делит сосуд так, что объем гелия относится к объему аргона как 1:2. После включения нагревательного элемента объем гелия увеличивается в два раза. Какое количество теплоты  $Q_1$ , было подведено к гелию, если аргон через правое основание сосуда передал воздуху количество теплоты  $Q_2$ , при этом температура окружающего воздуха оставалась постоянной и равной  $T_0$ ?



**Заключительный (очный) этап академического соревнования  
Олимпиады школьников «Шаг в будущее»  
по общеобразовательному предмету «физика», весна 2020 г.  
10 класс**

**Ситуационная задача**

**Вариант 1**

Все материалы меняют свою плотность, а значит и размеры, при изменении температуры. Коэффициент линейного теплового расширения в общем случае может иметь различные значения (как положительные, так и, для некоторых материалов, отрицательные) при различной температуре. Имеется длинный прямой предмет, пруток, изготовленный из неизвестного материала и стальная линейка, длина которой 1 м при температуре 20 °С. Измерения длины прутка были выполнены этой линейкой, термостатируемой в одной камере с прутком. Значения измеренной длины при температурах 20 °С и 200 °С равны 0,1510 м, 0,1521 м соответственно. Коэффициент линейного теплового расширения для стали (в диапазоне температур 20 — 200 °С) равен  $K_T = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Определить истинную длину прутка.

Заключительный (очный) этап академического соревнования

Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

по общеобразовательному предмету «физика», весна 2020 г.

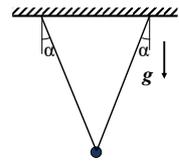
10 класс

Вариант 9

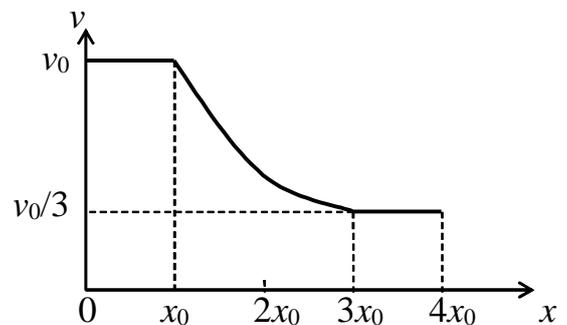
1. (10 баллов) В момент  $t = 0$ , тележка въезжает на неподвижный горизонтальный прямой конвейер. Спустя некоторое время  $\tau$ , за которое тележка проходит путь  $s_1 = 0,5$  м, на нее сверху опускается заготовка, масса которой в четыре раза меньше массы тележки. Еще через такой же промежуток времени  $\tau$  в тележке под заготовкой открывается люк, заготовка падает на конвейер, а люк закрывается. Какой путь пройдет тележка за время  $3\tau$  от начала своего движения? Силой трения между тележкой и конвейером пренебречь.

2. (10 баллов) В простейшей модели атмосферы Венеры предполагается, что планету окружает тонкая атмосфера постоянной плотности, состоящая в основном из углекислого газа. Какой в этой модели оказалась высота атмосферы Венеры, если температура атмосферы вблизи поверхности планеты равна  $T = 800$  К? Известно также, что масса Венеры составляет 81,5% от массы Земли, а ее диаметр – 96% земного диаметра. Молярная масса углекислого газа  $\text{CO}_2$   $\mu = 44 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

3. (12 баллов) При испытании парашютной системы груз подвесили на двух стропах так, что стропы составили с вертикалью одинаковые углы  $\alpha$  (см. рисунок). При этом сила натяжения каждой стропы равна  $T_1 = 2000$  Н. Затем одну из строп перерезали. В этот момент сила натяжения другой стропы возросла до величины  $T_2 = 3000$  Н. Определите первоначальный угол  $\alpha$ . Размерами груза пренебречь. Стропы считайте невесомыми и нерастяжимыми.

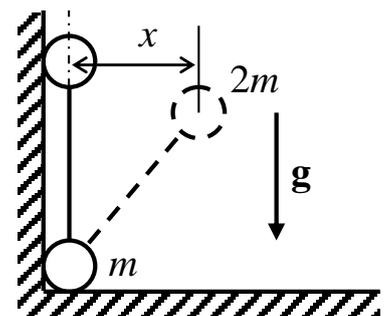


4. (16 баллов) Автомобиль движется вдоль прямой из точки А в точку В. График изменения его скорости  $v$  в зависимости от координаты  $x$  изображен на рисунке. Точка А находится в начале координат  $x = 0$ , а координата точки В равна  $4x_0$ . Значения  $v_0$  и  $x_0$  считайте известными. Движение автомобиля на интервале пути  $[x_0, 3x_0]$  описывается обратно пропорциональной зависимостью:  $v \sim \frac{1}{x}$ . Определите

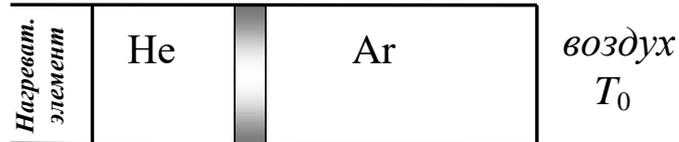


время прохождения автомобилем отрезка АВ.

5. (16 баллов) Гантель, представляющая собой два шарика массами  $m$  и  $2m$ , соединенных невесомым стержнем длины  $L$ , стоит в углу, образованном гладкими плоскостями, в положении неустойчивого равновесия (см. рис.). Гантель начинает падать из вертикального положения без начальной скорости. Определите силы давления нижнего шарика гантели на горизонтальную и вертикальную плоскости в момент, когда верхний шарик сместится по горизонтали на  $x = 0,6L$ . Радиусы шариков одинаковы и много меньше длины стержня гантели. Гантель падает в плоскости перпендикулярной плоскостям угла, в котором она стояла.



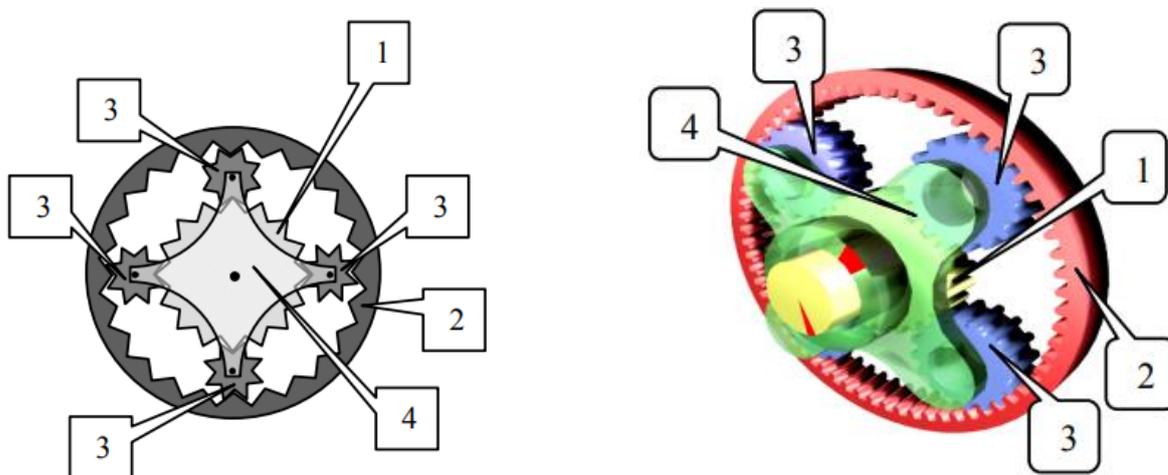
6. (16 баллов) Герметичный цилиндрический сосуд расположен горизонтально и разделен на два отсека легким теплонепроницаемым поршнем (см. рис.). Поршень может свободно перемещаться без трения. В левом отсеке находится некоторое количество гелия, а в правом – 9 моль аргона (оба – идеальные одноатомные газы). Боковая поверхность сосуда теплоизолирована. К левому основанию сосуда подключен нагревательный элемент, а через правое основание аргон свободно обменивается теплом с окружающим воздухом. Начальные температуры газов одинаковы и равны температуре воздуха  $T_0$ . Неподвижный в начальном состоянии поршень делит сосуд так, что объем гелия относится к объему аргона как 1:3. После включения нагревательного элемента объем аргона уменьшается в три раза. Какое количество теплоты  $Q_1$ , было подведено к гелию, если аргон через правое основание сосуда передал воздуху количество теплоты  $Q_2$ , при этом температура окружающего воздуха осталась постоянной и равной  $T_0$ ?



**Заключительный (очный) этап академического соревнования  
Олимпиады школьников «Шаг в будущее»  
по общеобразовательному предмету «физика», весна 2020 г.  
10 класс**

**Ситуационная задача  
Вариант 4**

Планетарная передача (см. рисунок и схему) состоит из центральной (солнечной) шестерни (1), внешней (коронной) шестерни (2) и трех-четырех шестерен – сателлитов (3), которые соединены друг с другом с помощью жесткой конструкции – водила (4), и могут вращаться вокруг своей оси каждая и все вместе вокруг солнечной шестерни, вращая водило. Такая передача позволяет передавать мощность от солнечной шестерни на коронную шестерню и водило в разных пропорциях.



Радиус солнечной шестерни –  $R$ , внутренний радиус коронной шестерни –  $2R$ .

Определите угловые скорости вращения сателлитов вокруг своих осей, если угловая скорость солнечной шестерни  $\omega$ , коронной –  $4\omega$ , коронная и солнечная шестерни вращаются в одном направлении, а также определите угловую скорость водила, если угловая скорость солнечной шестерни  $\omega$ , а коронная шестерня заблокирована.