

Заключительный (очный) этап академического соревнования

Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

по общеобразовательному предмету «физика», весна 2020 г.

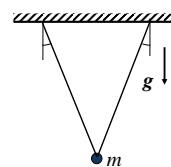
10 класс

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.

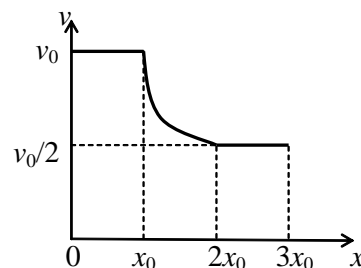
2. (10 баллов) В простейшей модели атмосферы Марса предполагается, что планету окружает тонкая атмосфера постоянной плотности. Какой в этой модели оказалась высота атмосферы Марса, если считать, что она состоит в основном из углекислого газа (молярная масса $\text{CO}_2 \mu = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль), 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.

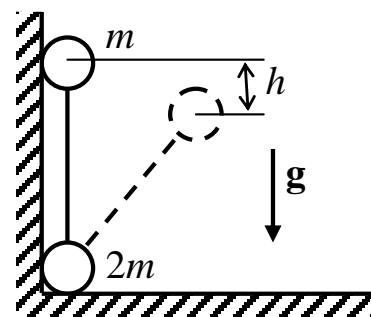


4. (16 баллов) Автомобиль движется вдоль прямой из точки А в точку В. График изменения его скорости v в зависимости от координаты x изображен на рисунке. Точка А находится в начале координат $x = 0$, а координата точки В равна $3x_0$. Значения v_0 и x_0 считайте известными. Движение автомобиля на интервале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

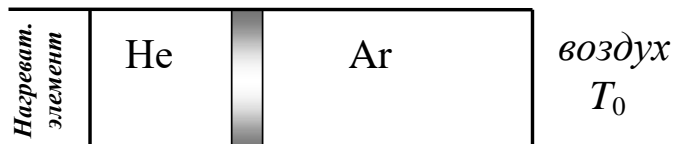
$v \sim \frac{1}{x}$. Определите время прохождения автомобилем отрезка АВ.



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 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 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.

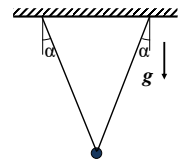
10 класс

Вариант 9

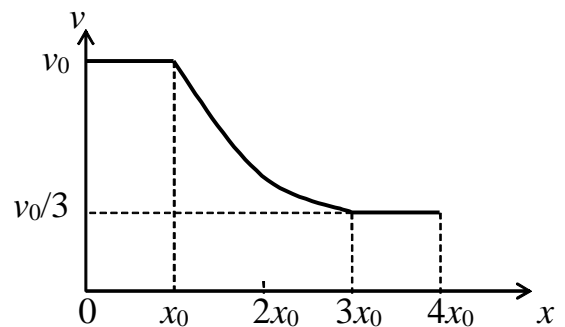
1. (10 баллов) В момент $t = 0$, тележка въезжает на неподвижный горизонтальный прямой конвейер. Спустя некоторое время τ , за которое тележка проходит путь $s_1 = 0,5$ м, на нее сверху опускается заготовка, масса которой в четыре раза меньше массы тележки. Еще через такой же промежуток времени τ в тележке под заготовкой открывается люк, заготовка падает на конвейер, а люк закрывается. Какой путь пройдет тележка за время 3τ 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 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 α (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 α . Размерами груза пренебречь. Стропы считайте невесомыми и нерастяжимыми.

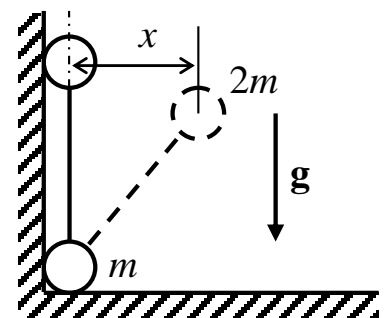


4. (16 баллов) Автомобиль движется вдоль прямой из точки А в точку В. График изменения его скорости v в зависимости от координаты x изображен на рисунке. Точка А находится в начале координат $x = 0$, а координата точки В равна $4x_0$. Значения v_0 и x_0 считайте известными. Движение автомобиля на интервале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

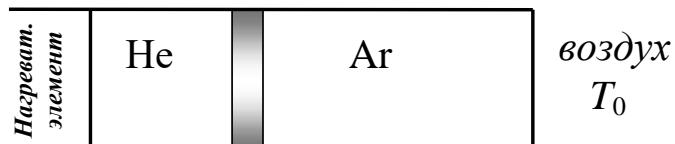


время прохождения автомобилем отрезка АВ.

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 ?

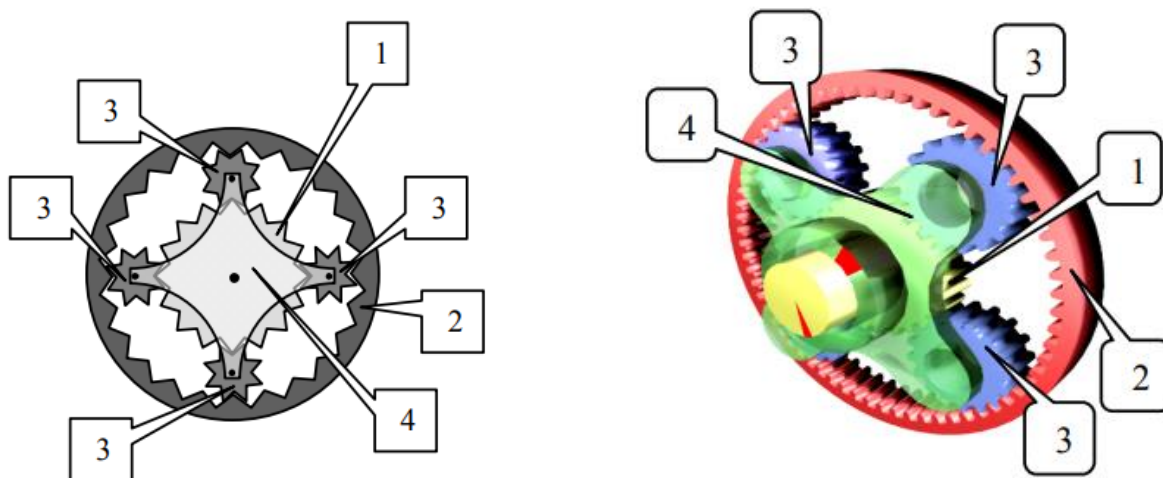


Заключительный (очный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету «физика», весна 2020 г.
10 класс

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 ω , коронной – 4ω , коронная и солнечная шестерни вращаются в одном направлении, а также определите угловую скорость водила, если угловая скорость солнечной шестерни ω , а коронная шестерня заблокирована.