



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

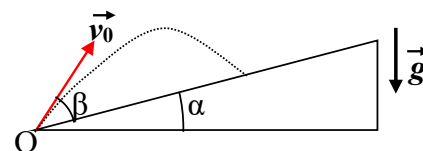
Профиль: «Физика»

Класс участия: 10

Вариант задания: 1

Задача 1.

Снежкомётная машина стоит в точке O у основания горки, наклоненной под углом α к горизонту. Из машины вылетают снежки, имеющие одинаковую начальную скорость v_0 (см. рисунок). Угол β , отсчитываемый от поверхности горки, под которым вылетают снежки, может меняться. Оказалось, что когда $\beta = \beta_0 = 15^\circ$, снежки падают на горку максимально далеко на расстоянии $L_{\max} = 5,36$ м от точки O . Чему равны угол α наклона горки и начальная скорость v_0 снежков? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



Задача 2.

Объём некоторой порции кислорода увеличился на 2%, а абсолютная температура при этом увеличилась на 1%. На сколько процентов изменилось давление этой порции кислорода? Определите (в процентах) какая часть полученной кислородом теплоты перешла в работу? Удельная теплоемкость кислорода при постоянном объеме равна $c_v = 650$ Дж/кг·К. Масса порции кислорода остается постоянной, остальные параметры меняются монотонно.



Задача 3.

Два космических тела, вследствие гравитационного взаимодействия между ними, движутся так, что расстояние между этими телами остается неизменным и равным L . Масса первого тела $m_1 = m$, а второго – $m_2 \ll m$. В другой части Вселенной найдены еще два космических тела массами $m_3 = m$ и $m_4 = 3m$, у которых также расстояние между ними при их движении остается неизменным и равным L . Чему равно отношение периодов вращения второго тела (из первой пары космических тел) и третьего тела (массой m_3 из второй пары). Считать, что размеры всех четырех космических тел малы, по сравнению с расстоянием L . Первая и вторая пары космических тел не содержат вблизи себя массивных космических объектов, гравитационное поле которых существенно влияло бы на движение рассматриваемых космических тел.

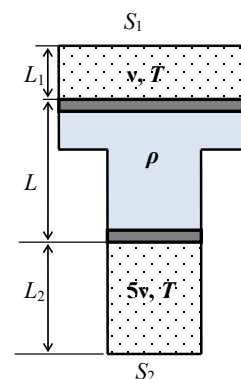
Задача 4.

Мячик подняли на большую высоту от поверхности Земли и бросили вертикально вниз без начальной скорости. Мячик подлетает к земле со скоростью $v = 10$ м/с. Если же мячик бросить с поверхности земли вертикально вверх со скоростью $v_0 = 2v$, то он поднимется на максимальную высоту за время $t = 1,1$ с. Чему равна максимальная высота подъема мячика в этом случае? На мячик в процессе движения действует сила сопротивления воздуха прямо пропорциональная мгновенной скорости мячика. Считать, что ускорение свободного падения не меняется с высотой и равно $g = 10$ м/с². Силой Архимеда пренебречь.



Задача 5.

Вертикально расположенный сосуд, имеющий форму двух соединенных между собой цилиндров, площади горизонтальных сечений которых равны $S_1 = 2S$ и $S_2 = S$, содержит воду, находящуюся в среднем отсеке между двумя невесомыми теплонепроницаемыми поршнями (см. рисунок). Вода полностью заполняет отсек длиной L между поршнями. В верхнем отсеке сосуда над поршнем площади S_1 находится идеальный газ в количестве ν моль при температуре T и давлении $p_1 = 2,5$ кПа, а в нижнем отсеке под поршнем площади S_2 — другой идеальный газ в количестве 5ν моль при такой же температуре T . Поршни находятся в равновесии, когда расстояния от оснований сосуда до поршней равны $L_1 = l = L/2$, $L_2 = 2l$. Стенки сосуда гладкие. Вода не протекает через поршни, газы через поршни не просачиваются.



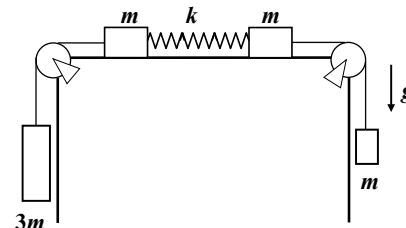
1) Чему равно расстояние L между поршнями?

2) Температуру газа в нижнем отсеке увеличивают в 1,5 раза, при этом температура газа в верхнем отсеке не изменяется. Поршни, оставаясь в своих цилиндрах, занимают новое положение равновесия. Каким станет при этом давление газа в верхнем отсеке?



Задача 6.

Механическая система, состоящая из четырех грузов, массы которых приведены на рисунке, и однородной массивной пружины жесткости k , движется с ускорением $a = \frac{g}{4}$, где g – ускорение свободного падения. Поверхность – гладкая, нити невесомы и нерастяжимы.



Блоки невесомые, трение в блоках отсутствует.

Пружина не провисает. 1) Определите массу пружины. 2) Чему равно удлинение пружины в процессе движения системы?

Задача 7.

Парашиютирование или посадка на парашюте является одним из наиболее эффективных и надёжных способов посадки спускаемого космического аппарата или модуля на планеты, обладающие достаточно плотной атмосферой. В герметичном отсеке посадочного модуля, заполненном газом, обычно создают условия, близкие к нормальным. Это позволяет разгрузить корпус и облегчить условия функционирования приборов.

Атмосфера Марса достаточно разреженная, из-за чего реализация спуска только на парашюте затруднительна, т.к. он в этом случае будет иметь колоссальные размеры, а соответственно и массу. Поэтому парашют используется только для частичного торможения, а финальная часть посадки современных модулей осуществляется с помощью реактивной платформы.

Оцените, парашют какой площади потребовался бы при спуске на Марс посадочного модуля в форме шара объёмом 750 дм^3 с общей массой $m_0 = 800 \text{ кг}$, заполненного газовой смесью массой $m = 0,88 \text{ кг}$, если скорость парашютирования $v = 7,5 \text{ м/с}$, а парашют вводится на скорости $v_0 = 150 \text{ м/с}$, коэффициент лобового сопротивления $C_x = 0,3$.

С какой силой по модулю и направлению действует на корпус аппарата, наполняющий его газ сразу после раскрытия парашюта?



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

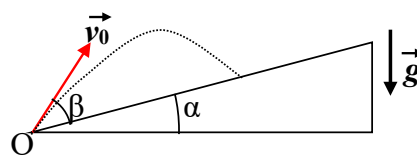
Профиль: «Физика»

Класс участия: 10

Вариант задания: 2

Задача 1.

Снежнокометная машина стоит в точке O у основания горки, наклоненной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Из машины вылетают снежки, имеющие одинаковую начальную скорость v_0 (см. рисунок). Угол β , отсчитываемый от поверхности горки, под которым



вылетают снежки, может меняться. Максимальное расстояние от точки O до точки падения некоторых снежков равно $L_{max} = 9,6$ м. При каком угле β вылета снежков достигается это максимальное расстояние? Чему равна начальная скорость v_0 снежков? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Задача 2.

Абсолютная температура некоторой порции кислорода увеличилась на 1%, а давление при этом уменьшилось на 0,5%. На сколько процентов изменился объем этой порции кислорода? Определите (в процентах) какая часть полученной кислородом теплоты перешла в работу? Удельная теплоемкость кислорода при постоянном объеме равна $c_V = 650$ Дж/кг·К. Масса порции кислорода остается постоянной, остальные параметры меняются монотонно.



Задача 3.

Два космических тела, вследствие гравитационного взаимодействия между ними, движутся так, что расстояние между этими телами остается неизменным, а период вращения второго тела равен T . Масса первого тела $m_1 = m$, а второго – $m_2 \ll m$. В другой части Вселенной найдены еще два космических тела массами $m_3 = 2m$ и $m_4 = m$, у которых также расстояние между ними при их движении остается неизменным, а период вращения тела массой m_3 равен T . Чему равно отношение расстояния между телами в первой паре космических тел к расстоянию между телами второй пары. Считать, что размеры всех четырех космических тел малы, по сравнению с расстоянием между телами в каждой паре космических тел. Первая и вторая пары космических тел не содержат вблизи себя массивных космических объектов, гравитационное поле которых существенно влияло бы на движение рассматриваемых космических тел.

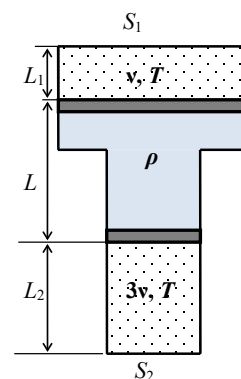
Задача 4.

Мячик подняли на большую высоту от поверхности Земли и бросили вертикально вниз без начальной скорости. Мячик подлетает к земле со скоростью $v = 14$ м/с. Если же мячик бросить с поверхности земли вертикально вверх со скоростью $v_0 = v$, то он поднимется на максимальную высоту $h = 6$ м. Чему равно время подъема мячика до максимальной высоты в этом случае? На мячик в процессе движения действует сила сопротивления воздуха прямо пропорциональная мгновенной скорости мячика. Считать, что ускорение свободного падения не меняется с высотой и равно $g = 10$ м/с². Силой Архимеда пренебречь.



Задача 5.

Вертикально расположенный сосуд, имеющий форму двух соединенных между собой цилиндров, площади горизонтальных сечений которых равны $S_1 = 2S$ и $S_2 = S$, содержит воду, находящуюся в среднем отсеке между двумя невесомыми теплонепроницаемыми поршнями (см. рисунок). Вода полностью заполняет отсек длиной L между поршнями. В верхнем отсеке сосуда над поршнем площади S_1 находится идеальный газ в количестве ν моль при температуре T , а в нижнем отсеке под поршнем площади S_2 — другой идеальный газ в количестве 3ν моль при такой же температуре T и давлении $p_2 = 7,5$ кПа. Поршни находятся в равновесии, когда расстояния от оснований сосуда до поршней равны $L_1 = l = 3L/8$, $L_2 = 2l$. Стенки сосуда гладкие. Вода не протекает через поршни, газы через поршни не просачиваются.

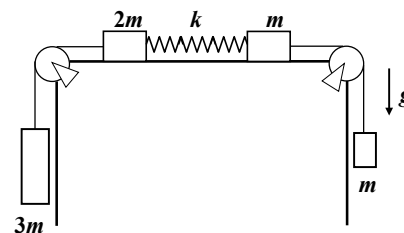


1) Чему равно расстояние L между поршнями?

2) Температуру газа в верхнем отсеке увеличивают в 3 раза, при этом температура газа в нижнем отсеке не изменяется. Поршни, оставаясь в своих цилиндрах, занимают новое положение равновесия. Каким станет при этом давление газа в нижнем отсеке?

Задача 6.

Механическая система, состоящая из четырех грузов, массы которых приведены на рисунке, и однородной массивной пружины жесткости k , движется с ускорением $a = \frac{g}{4}$, где g — ускорение свободного падения. Поверхность — гладкая, нити невесомы и нерастяжимы. Блоки невесомые, трение в блоках отсутствует.



Пружина не провисает. 1) Определите массу пружины. 2) Чему равно удлинение пружины в процессе движения системы?



Задача 7.

Парашютирование или посадка на парашюте является одним из наиболее эффективных и надёжных способов посадки спускаемого космического аппарата или модуля на планеты, обладающие достаточно плотной атмосферой.

Ближайшие к Земле планеты, обладающие достаточно плотной атмосферой – Венера и Марс. По составу атмосферы Марса и Венеры очень похожи.

Оцените отношение радиусов этих планет, если отношение площадей парашютов при спуске на Марс и Венеру одного и того же посадочного модуля равно 2087. Скорость парашютирования и коэффициенты лобового сопротивления одинаковы.

Посадка осуществляется в экваториальной плоскости. Масса Марса $6,42 \cdot 10^{23}$ кг, а масса Венеры $4,87 \cdot 10^{24}$ кг.

Давление и температура атмосферы у поверхности Марса составляют 610 Па и -28°C , у поверхности Венеры соответственно $93,3 \cdot 10^5$ Па и 467°C .

Во сколько раз при посадке на Марс и Венеру будет отличаться сила, с которой действует на корпус аппарата наполняющий его газ сразу после раскрытия парашюта? Куда направлена эта сила? Скорость аппарата при введении парашюта на Марсе и Венере одинакова.

Дополнительная информация

Сила аэродинамического (лобового) сопротивления (торможения) определяется соотношением, [Н]

$$F_{\text{а.д.}} = C_x \frac{\rho v^2}{2} S$$

где C_x – коэффициент лобового сопротивления, ρ – плотность атмосферы, v – скорость аппарата, S – площадь миделя (максимального сечения).