

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ПО ФИЗИКЕ 2016–2017 уч. г.

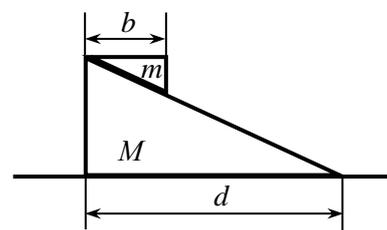
НУЛЕВОЙ ТУР, ЗАОЧНОЕ ЗАДАНИЕ. 10 КЛАСС

В прилагаемом файле приведено декабрьское заочное задание для 10-го класса. Подготовьте несколько листов в клетку, на которых от руки напишите развёрнутые решения прилагаемых задач. Сфотографируйте страницы с Вашими решениями так, чтобы текст был чётко виден. Создайте архив фотографий с решениями и прикрепите к заданию. Развёрнутые решения задач оцениваются максимально в 30 баллов (по 6 баллов за полное правильное решение каждой задачи).

ЗАДАЧИ С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ

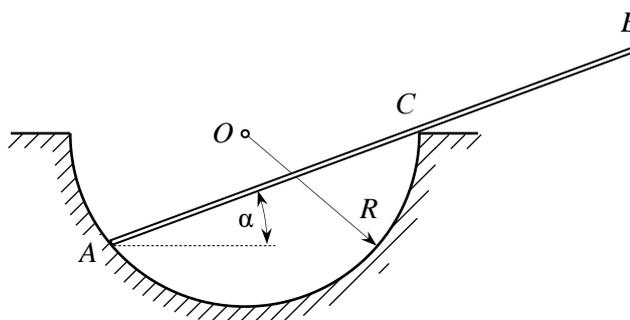
Развёрнутое решение задачи включает в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для её решения, а также математические преобразования, приводящие к решению в общем виде, и расчёты с численным ответом и единицами измерения.

Задача 1. Два гоночных автомобиля с открытыми (без крыльев) колёсами едут друг за другом по мокрому прямолинейному горизонтальному шоссе со скоростью $v = 150$ км/ч. При каком минимальном расстоянии r между ними брызги из-под колёс переднего автомобиля не будут попадать на лобовое стекло заднего? Размерами автомобилей по сравнению с расстоянием между ними пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9,8$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

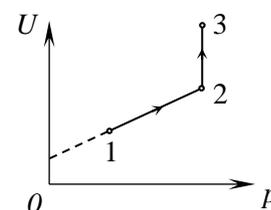


Задача 2. Какое расстояние S пройдёт нижняя призма, когда верхняя коснётся плоскости? Размеры и массы тел указаны на рисунке. В начальный момент система покоилась. Трения нет.

Задача 3. В горизонтальной плоской плите сделано углубление в виде полусферы радиусом R . В углубление опущен однородный тонкий стержень AB неизвестной длины l ($2R < l < 4R$). Найдите длину стержня, если он образует с горизонтом угол α . Трения нигде нет.

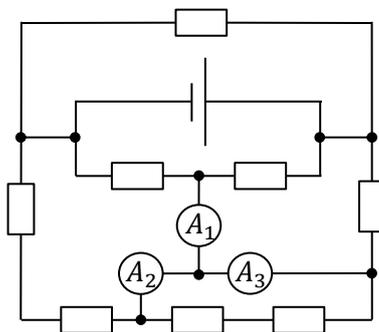


Задача 4. Внутренняя энергия и давление идеального газа изменялись в соответствии с приведенным графиком.



Определите, увеличивалась или уменьшалась плотность газа на участках 1-2 и 2-3.

Задача 5. В цепи, представленной на рисунке, сопротивления резисторов одинаковы и равны 1 кОм , сопротивления амперметров пренебрежимо малы. Напряжение идеального источника 70 В . Найдите показания амперметров.



ЗАДАНИЯ С КРАТКИМ ОТВЕТОМ

Задание 1 (по условию задачи 1).

Чему равно время полёта капли? Ускорение свободного падения принять равным $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Ответ представьте в с и округлите до целого. Правильный ответ оценивается в 3 балла.

Задание 2 (по условию задачи 2).

Чему равен угол между направлением вектора абсолютной скорости верхней призмы и горизонталью, если $M = 1 \text{ кг}$, $m = 2 \text{ кг}$, $\alpha = 30^\circ$? Ответ представьте в градусах и округлите до целого. Правильный ответ оценивается в 4 балла.

Задание 3 (по условию задачи 3).

Чему равно отношение реакций опоры $\frac{N_C}{N_A}$, если $\alpha = 30^\circ$? Ответ округлите до первого знака после запятой. Правильный ответ оценивается в 3 балла.

Задание 4 (по условию задачи 4).

Какое количество теплоты было подведено на участке 2-3? Изменение внутренней энергии на этом участке равно $\Delta U_{23} = U_3 - U_2 = 300 \text{ Дж}$. Ответ выразите в Дж и округлите до целого. Правильный ответ оценивается в 3 балла.

Задание 5 (по условию задачи 5).

Чему равно общее сопротивление цепи? Ответ выразите в Омах, округлите до целого. Правильный ответ оценивается в 3 балла.

Московская олимпиада по физике, 2016/2017, нулевой тур,
заочное задание (декабрь), 10-й класс

Заочное задание (декабрь) состоит из пяти задач. За решение каждой задачи участник получает до 4 баллов по результатам автоматической проверки ответов и до 6 баллов на основании проверки развёрнутого ответа. Всего участник может получить до 50 баллов.

Задача 1. Два гоночных автомобиля с открытыми (без крыльев) колёсами едут друг за другом по мокрому прямолинейному горизонтальному шоссе со скоростью $v = 150$ км/ч. При каком минимальном расстоянии r между ними брызги из-под колёс переднего автомобиля не будут попадать на лобовое стекло заднего? Размерами автомобилей по сравнению с расстоянием между ними пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9,8$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

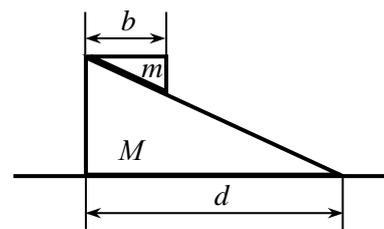
Возможное решение. В системе отсчёта, связанной с автомобилями, искомое расстояние равно наибольшей дальности полёта капель, вылетающих из-под задних колёс со скоростями v под всевозможными углами α . Поскольку время полёта (подъёма-спуска) капли $\tau = 2 \frac{v \sin \alpha}{g}$, дальность полёта $l = v\tau \cos \alpha = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$. Она максимальна, очевидно, при $\sin 2\alpha = 1$, так что $r = \frac{v^2}{g} \cong 177$ м.

Решение задания с кратким ответом:

$$\tau = 2 \frac{v \sin \alpha}{g} = 6 \text{ с.}$$

Критерии оценок развёрнутого решения. За полное решение задачи участник получает 6 баллов. За решение, доведённое до правильного ответа, но с недочётами в доказательстве, участник получает 4 балла. Если участник не довёл решение до правильного ответа, он может получить до 2 утешительных баллов по следующим основаниям: правильное использование законов Ньютона.

Задача 2. Какое расстояние S пройдёт нижняя призма, когда верхняя коснётся плоскости? Размеры и массы тел указаны на рисунке. В начальный момент система покоилась. Трения нет.

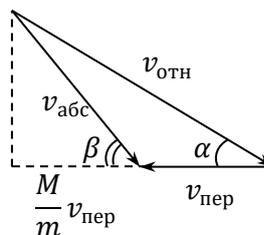


Возможное решение. Оба тела будут ускоряться только за счёт (равных по величине) горизонтальных составляющих сил их взаимодействия – нормальных реакций (ибо проекции всех других сил на горизонталь равны нулю). Значит, отношение (горизонтальных) ускорений призм будет обратно отношению их масс: $\frac{a_m}{a_M} = \frac{M}{m}$. Таким же будет и отношение пройденных ими расстояний. Сумма же этих расстояний равна, очевидно, $d - b$. Значит,

$$\begin{cases} \frac{S}{s} = \frac{m}{M} \\ S + s = d - b \end{cases} \Rightarrow S = \frac{m}{M+m} (d - b).$$

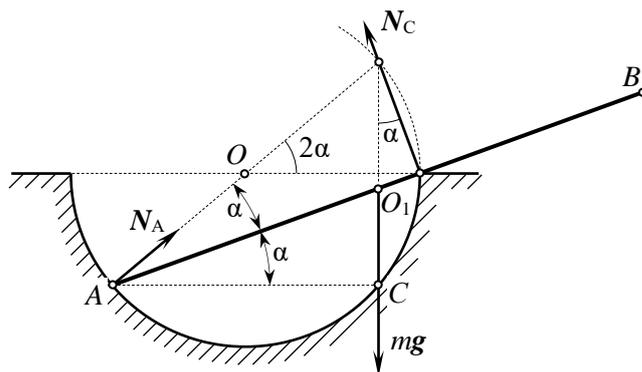
Решение задания с кратким ответом. Из рисунка находим

$$\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{\left(1 + \frac{M}{m}\right) v_{\text{пер}}}{\frac{M}{m} v_{\text{пер}}} \Rightarrow \operatorname{tg} \beta = \frac{M+m}{M} \operatorname{tg} \alpha = \sqrt{3} \Rightarrow \beta = 60^\circ.$$



Критерии оценок развёрнутого решения. За полное решение задачи участник получает 6 баллов. Получено отношение пройденных (горизонтальных) расстояний призм – 2 балла. Указана сумма этих расстояний – 2 балла. Получено выражение расстояния S – 2 балла. Если участник не довёл решение до правильного ответа, он может получить до 2 *утешительных баллов* по следующим основаниям: правильное использование закона сохранения энергии и теоремы о движении центра масс.

Задача 3. В горизонтальной плоской плите сделано углубление в виде полусферы радиусом R . В углубление опущен однородный тонкий стержень AB неизвестной длины l ($2R < l < 4R$). Найдите длину стержня, если он образует с горизонтом угол α . Трения нигде нет.



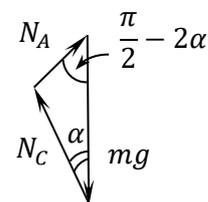
Возможное решение. Стержень находится в покое под действием плоской системы трех непараллельных сил,

следовательно, линии действия этих сил пересекаются в одной точке. Из рисунка находим

$$AC = \frac{l}{2} \cos \alpha = 2R \cos 2\alpha \Rightarrow l = 4R \frac{\cos 2\alpha}{\cos \alpha}.$$

Решение задания с кратким ответом. По теореме синусов находим

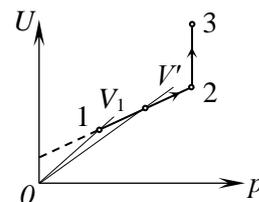
$$\frac{N_C}{N_A} = \frac{\cos 2\alpha}{\sin \alpha} = 1.$$



Критерии оценок развёрнутого решения. За полное решение задачи участник получает 6 баллов. Сформулирована теорема о трёх силах – 2 балла. Нарисован правильный чертёж – 2 балла. Найдена длина стержня – 2 балла. Если участник не довёл решение до правильного ответа, он может получить до 2 *утешительных баллов* по следующим основаниям: правильное использование законов Ньютона и уравнения моментов сил.

Задача 4. Внутренняя энергия и давление идеального одноатомного газа изменялись в соответствии с приведенным графиком. Определите, увеличивалась или уменьшалась плотность газа на участках 1-2 и 2-3.

Возможное решение. Движение вдоль 1-2 можно рассматривать как переход с изохоры на изохору, соответствующую всё меньшему и меньшему значению объёма ($V_1 > V', V' > V_2$). Значит, на участке 1-2 плотность газа увеличивается. На участке 2-3, очевидно, плотность газа уменьшается, поскольку это изобара, вдоль которой температура растёт, а объём, следовательно, увеличивается.



Решение задания с кратким ответом:

$$Q_{23} = \nu c_p \Delta T_{23} = \frac{c_p}{c_v} \Delta U_{23} = 500 \text{ Дж.}$$

Критерии оценок развёрнутого решения. За полное решение задачи участник получает 6 баллов. За решение, доведённое до правильного ответа, но с недочётами в доказательстве, участник получает 4 балла. Если участник не довёл решение до правильного ответа, он может получить до 2 *утешительных баллов* по следующим основаниям: правильное использование уравнения состояния и формулы для внутренней энергии идеального газа.

Задача 5. В цепи, представленной на рисунке, сопротивления резисторов одинаковы и равны 1 кОм, сопротивления амперметров пренебрежимо малы. Напряжение идеального источника 70 В. Найдите показания амперметров.

Возможное решение. Вначале найдём токи через резисторы. При расчёте этих токов амперметры можно заменить проводами с нулевым сопротивлением. Значит,

потенциалы точек *C*, *D*, *E* одинаковы. Расставим токи в схеме, с учетом закона Ома и закона сохранения заряда (см. рис.). Амперметры A_1, A_2, A_3 будут показывать токи 10 мА, 20 мА, 30 мА соответственно.

Решение задания с кратким ответом:

$$R_{\text{общ}} = \frac{70 \text{ В}}{130 \text{ мА}} \cong 538 \text{ Ом.}$$

Критерии оценок развёрнутого решения. За полное решение задачи участник получает 6 баллов. За указание равенства потенциалов точек *C*, *D*, *E* – 1 балл. Найдено правильное распределение токов – 4 балла. Найдены показания амперметров – 1 балл. Если участник не довёл решение до правильного ответа, он может получить до 2 *утешительных баллов* по следующим основаниям: правильное использование законов Кирхгофа.

Автоматическая проверка ответов.

Задание 1. 6

Задание 2. 60

Задание 3. 1

Задание 4. 500

Задание 5. 538

