

Первый (заочный) онлайн-этап научно-образовательного соревнования

Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации «Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), осень 2019 г.

**11 класс
Типовой вариант**

Задача 1

Человек в лодке переплывает реку шириной 1 км. Скорость течения реки в 2 раза больше скорости лодки относительно воды. Найдите минимальное расстояние, на которое снесёт лодку вниз по течению реки за время переправы.

Задача 2

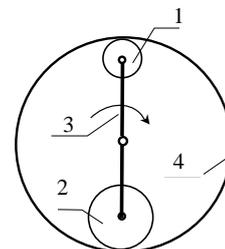
Тело, двигаясь из состояния покоя под действием постоянной силы, равной 20 Н, за время $\Delta t = 0,1\text{с}$ приобретает кинетическую энергию $E_0 = 10$ Дж. Найдите энергию в Джоулях, которую сообщит эта сила тому же телу за следующий промежуток времени $\Delta t = 0,1\text{с}$.

Задача 3

Муравей сидит в нижней точке внутренней поверхности тонкостенного обруча радиуса $R = 0,5$ м, который катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания. Определите радиус кривизны траектории муравья в метрах в тот момент, когда муравей окажется в верхней точке обруча.

Задача 4

В планетарной зубчатой передаче шестерни 1 и 2 приводятся в движение кривошипом 3, ось вращения которого совпадает с осью неподвижного колеса 4. Число зубьев шестерён: $Z_1 = 15$, $Z_2 = 25$, а число зубьев колеса $Z_4 = 75$. Найдите отношение числа оборотов шестерни 1 к числу оборотов шестерни 2 за два оборота кривошипа.



Задача 5

По наклонной плоскости, расположенной под углом 45° к горизонту, одновременно начинают скатываться без проскальзывания обруч и соскальзывать брусок. Найдите коэффициент трения μ между бруском и плоскостью, при котором оба тела будут двигаться, не обгоняя друг друга.

Задача 6

В вертикально расположенном цилиндре под поршнем находится моль гелия. На поршне лежит груз. При этом объём газа $V_1 = 10$ л, а давление $P_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. В некоторый момент времени груз с поршня убрали. В результате газ под поршнем адиабатически изменил свой объём, и давление газа уменьшилось в два раза. Определите температуру газа после установления термодинамического равновесия. Силами трения при перемещении поршня в цилиндре пренебречь. Ответ указать в градусах Кельвина.

Задача 7

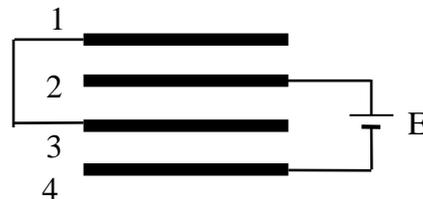
Конус высотой H с вершиной S равномерно заряжен по объёму. Потенциал в вершине конуса $\varphi_0 = 9\text{В}$. От вершины конуса плоскостью, параллельной основанию, отрезают конус высотой $h = 1/3 H$ и удаляют его на бесконечность. Найдите потенциал φ в точке, где находилась вершина S исходного конуса.

Задача 8

В теплоизолированном сосуде находится азот при температуре $T_1 = 300$ К. Через некоторое время под действием излучения все молекулы азота распадаются. Определите температуру газа в сосуде после распада всех молекул, если при распаде одной молекулы азота на атомы, выделяется теплота $q = 0,6$ эВ.

Задача 9

Батарея конденсаторов, состоящая из четырёх одинаковых металлических пластин, расположенных в воздухе на равных расстояниях d друг от друга, подключена к источнику постоянного тока с ЭДС, равной E , как показано на рисунке. Площадь каждой из пластин равна S . Пластина 1 соединена проводником с пластиной 3. Определите величину заряда, который пройдёт через источник тока, если пространство между пластинами 2 и 3 заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 4$. Расстояние d между пластинами мало по сравнению с их размерами.



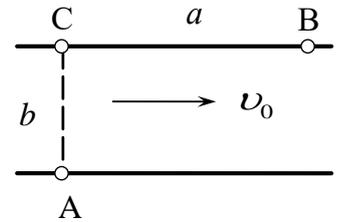
**Первый (заочный) онлайн-этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации
«Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), осень 2019 г.**

11 класс

Комплект задач № 4

Задача 1.4 (6 баллов)

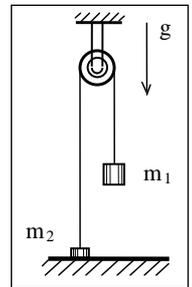
Человек на лодке должен попасть из точки А в точку В, находящуюся на противоположном берегу реки. Расстояние ВС равно $a = 400$ м. Ширина реки АС равна $b = 300$ м. С какой наименьшей скоростью u относительно воды должна плыть лодка, чтобы приплыть в точку В, если скорость течения реки равна $v_0 = 5$ км/ч ?



Ответ укажите в км/ч целым числом без единицы измерения.

Задача 2.4 (10 баллов)

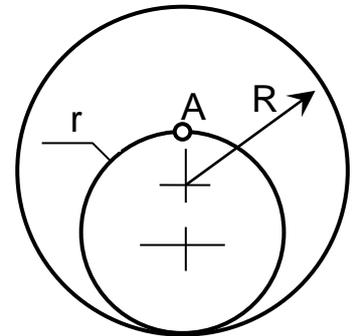
Два груза массы $m_1 = 3$ кг и $m_2 = 1$ кг связаны невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок. В начальный момент груз массы m_2 удерживают, прижимая его к столу. Затем его отпускают. На какую максимальную высоту поднимется этот груз над столом, если при ударе груза m_1 о стол выделяется количество теплоты, равное $Q = 10$ Дж? Удар абсолютно неупругий. Массой блока и силами трения пренебречь. Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с².



Ответ укажите в метрах целым числом без единицы измерения.

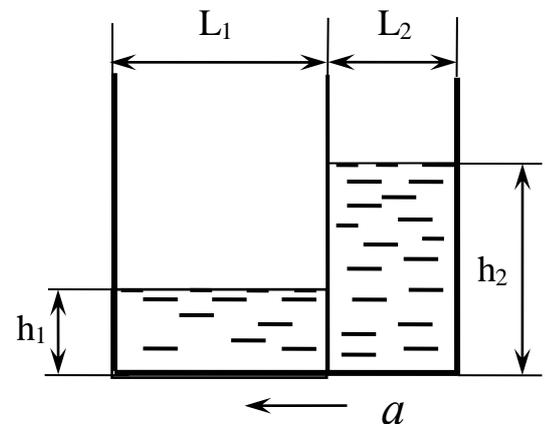
Задача 3.4 (10 баллов)

По внутренней цилиндрической поверхности радиуса $R = 60$ см катится диск. Радиус кривизны ρ траектории точки А диска $\rho = 160$ см. Определите радиус r этого диска. В ответе укажите величину радиуса в сантиметрах целым числом без единицы измерения.



Задача 4.4 (17 баллов)

Призматический сосуд длиной 3 м и шириной 1 м, разделён перегородкой на два отсека длиной $L_1 = 2$ м и $L_2 = 1$ м. Сосуд заполнен водой до высоты $h_1 = 1$ м в первом отсеке и до высоты $h_2 = 1,75$ м во втором отсеке. Сосуд перемещается горизонтально с постоянным ускорением $a = 0,4$ м/с². Определите суммарную силу давления воды на перегородку. Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². В ответе значение силы укажите в Ньютонах целым числом без единицы измерения.

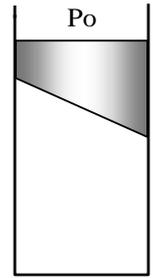


Задача 5.4 (6 баллов)

Воздух при нормальных условиях занимает объём $V_1 = 1$ м³. Какой объём будет занимать этот воздух, если его с помощью насоса изотермически закачать в шину автомобиля? Максимальное давление воздуха в шине $P = 4,9$ атм. В ответе объём укажите в м³ десятичной дробью, округлив её значение до сотых долей, без единицы измерения.

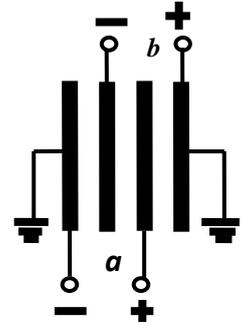
Задача 6.4 (6 баллов)

В цилиндре под поршнем массы $m = 3$ кг находится идеальный газ. Поршень имеет форму, показанную на рисунке. Площадь сечения цилиндра $S = 10$ см². Атмосферное давление $P_0 = 10^5$ Па. Найдите массу M груза, который надо положить на поршень, чтобы объём газа в цилиндре изотермически сжать в два раза. Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Трением пренебречь. В ответе укажите массу груза в килограммах целым числом без единицы измерения.



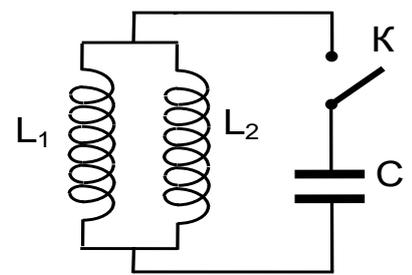
Задача 7.4 (10 баллов)

Два одинаковых плоских воздушных конденсатора вставлены друг в друга так, что расстояние между любыми двумя соседними пластинами $d = 5$ мм. Каждый конденсатор соединён с источником тока, напряжение которого $U = 100$ В. Одна из пластин каждого конденсатора заземлена. Найдите напряжённость электрического поля E между пластинами a и b . В ответе напряжённость электрического поля укажите в киловольтах на метр целым числом без единицы измерения.



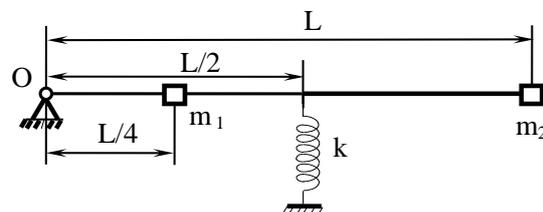
Задача 8.4 (17 баллов)

Конденсатор ёмкости $C = 100$ мкФ, заряженный до разности потенциалов $U = 100$ В, через ключ K подключен к двум параллельно соединенным катушкам с индуктивностями $L_1 = 0,01$ Гн и $L_2 = 0,03$ Гн. Если замкнуть ключ K , то через некоторое время конденсатор полностью перезарядится (напряжение на конденсаторе поменяет знак). Найдите величину заряда Q , который протечёт через катушку L_1 за время перезарядки конденсатора. Сопротивлениями катушек пренебречь. В ответе величину заряда укажите в милликулонах целым числом без единицы измерения.



Задача 9.4 (18 баллов)

Стержень длины L совершает малые колебания вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку O . Середина стержня опирается на пружину жесткости $k = 100$ Н/м. На стержне закреплены два маленьких груза массы $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 1$ кг, положения которых показаны на рисунке. Найдите период колебаний стержня, если в положении равновесия он расположен горизонтально. Массами пружины, стержня, а также силами трения пренебречь. В ответе период укажите в секундах десятичной дробью с точностью до сотых долей без единицы измерения.



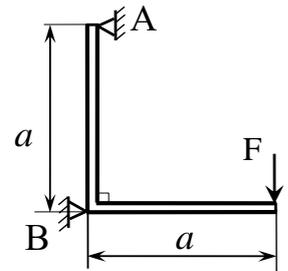
**Первый (заочный) онлайн-этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации
«Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), осень 2019 г.**

11 класс

Комплект задач № 5

Задача 1.5 (6 баллов)

Найдите величину вертикально направленной силы F , которую нужно приложить к однородному равнобедренному уголку массы m , чтобы удержать его в равновесии между двумя призматическими опорами, при этом сторона уголка между опорами A и B располагается вертикально. Коэффициент трения между уголком и опорами $\mu = 1$.



Задача 2.5 (6 баллов)

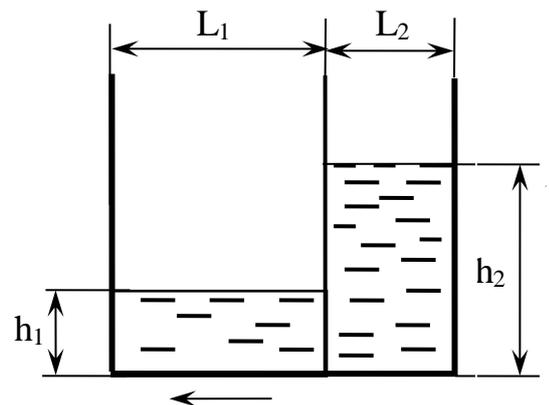
Тело массы $m = 1$ кг бросили под углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите приращение импульса тела за первые 3 секунды движения. Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с. Ответ выразите в кг·м/с целым числом без указания единицы измерения.

Задача 3.5 (6 баллов)

Груз массой $m = 1000$ кг поднимается под действием постоянной силы на высоту $h = 10$ м в течение $t = 5$ с. Определите работу этой силы по подъёму груза. Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². В ответе укажите работу в килоджоулях целым числом без единицы измерения.

Задача 4.5 (17 баллов)

Призматический сосуд длиной 3 м и шириной 1 м, разделён перегородкой на два отсека длиной $L_1 = 2$ м и $L_2 = 1$ м. Сосуд заполнен водой до высоты $h_1 = 1$ м в первом отсеке и до высоты $h_2 = 1,75$ м во втором отсеке. Сосуд перемещается горизонтально с постоянным ускорением. Определите ускорение a сосуда, при котором суммарная сила давления воды на перегородку будет равна нулю. Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². В ответе ускорение укажите в м/с² целым числом без единицы измерения.



Задача 5.5 (10 баллов)

Манометр на баллоне со сжатым газом показывал сначала 11 атм., а после того, как часть газа израсходовали, показывает 3 атм. Какую часть первоначальной массы газа израсходовали? Температура газа в баллоне не изменялась.

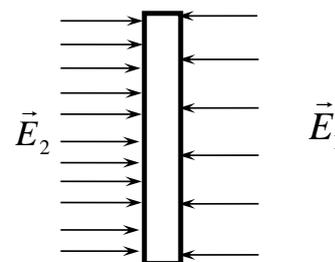
Ответ укажите десятичной дробью, округлив её значение до сотых.

Задача 6.5(10 баллов)

В сосуде, из которого быстро откачивают воздух, находится небольшое количество воды при температуре 0°C . За счёт интенсивного испарения происходит постепенное замораживание воды. Какая часть первоначальной массы воды может быть таким образом превращена в лёд? Удельная теплота парообразования воды $r = 2,3 \text{ МДж/кг}$. Удельная теплота плавления льда равна 330 кДж/кг . Ответ дайте целым числом в процентах без указания %.

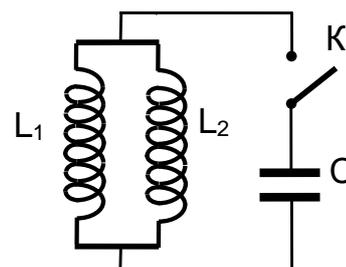
Задача 7.5 (10 баллов)

Электрическое поле образовано внешним однородным электрическим полем и электрическим полем заряженной металлической пластины, которое вблизи пластины тоже можно считать однородным. Напряжённость результирующего электрического поля справа от пластины $E_1 = 3 \cdot 10^4 \text{ В/м}$, а слева $E_2 = 5 \cdot 10^4 \text{ В/м}$. Определите модуль заряда q пластины, если сила, действующая на пластину со стороны внешнего электрического поля, $F = 0,7 \text{ Н}$ в ответе величину заряда дайте в микрокулонах целым числом без указания единицы измерения.



Задача 8.5 (17 баллов)

Конденсатор ёмкости $C = 1 \text{ мФ}$, заряженный до разности потенциалов $U = 1000 \text{ В}$, через ключ K подключен к двум параллельно соединенным катушкам с индуктивностями $L_1 = 0,1 \text{ Гн}$ и $L_2 = 0,3 \text{ Гн}$. Если замкнуть ключ K , то через некоторое время конденсатор полностью перезарядится (напряжение на конденсаторе поменяет знак). Найдите величину заряда Q , который протечёт через катушку L_2 за время перезарядки конденсатора. Сопротивления катушек пренебречь.



В ответе величину заряда укажите десятичной дробью в Кулонах, округлив её значение до десятых долей, без единицы измерения.

Задача 9.5 (18 баллов)

Система, состоящая из пружины, поршня и столба жидкости длиной L выведена из состояния покоя и затем совершает свободные малые колебания. Пренебрегая трением, определите период этих колебаний, если масса поршня равна m , площадь поперечного сечения трубы S , плотность жидкости ρ , жесткость пружины равна k .

