

**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**

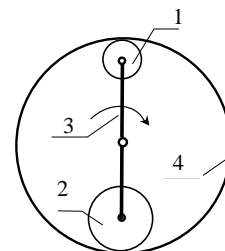
Тело, двигаясь из состояния покоя под действием постоянной силы, равной 20 Н, за время  $\Delta t = 0,1\text{с}$  приобретает кинетическую энергию  $E_0 = 10$  Дж. Найдите энергию в Джоулях, которую сообщит эта сила тому же телу за следующий промежуток времени  $\Delta t = 0,1\text{с}$ .

**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  $45^\circ$  к горизонту, одновременно начинают скатываться без проскальзывания обруч и соскальзывать брусок. Найдите коэффициент трения  $\mu$  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  $\varphi$  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.



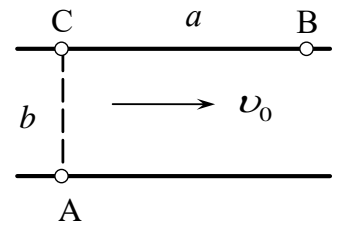
**Первый (заочный) онлайн-этап научно-образовательного соревнования  
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации  
«Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), осень 2019 г.**

**11 класс**

**Комплект задач № 4**

**Задача 1.4 (6 баллов)**

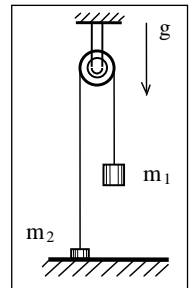
Человек на лодке должен попасть из точки А в точку В, находящуюся на противоположном берегу реки. Расстояние ВС равно  $a = 400$  м. Ширина реки AC равна  $b = 300$  м. С какой наименьшей скоростью  $u$  относительно воды должна плыть лодка, чтобы приплыть в точку В, если скорость течения реки равна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



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

**Задача 2.4 (10 баллов)**

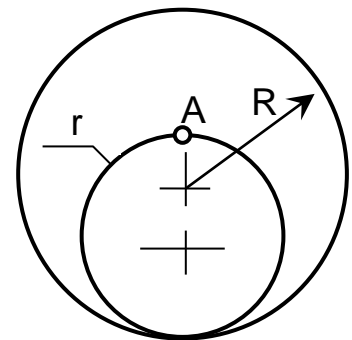
Два груза массы  $m_1 = 3$  кг и  $m_2 = 1$  кг связаны невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок. В начальный момент груз массы  $m_2$  удерживают, прижимая его к столу. Затем его отпускают. На какую максимальную высоту поднимется этот груз над столом, если при ударе груза  $m_1$  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/с<sup>2</sup>.



Ответ укажите в метрах целым числом без единицы измерения.

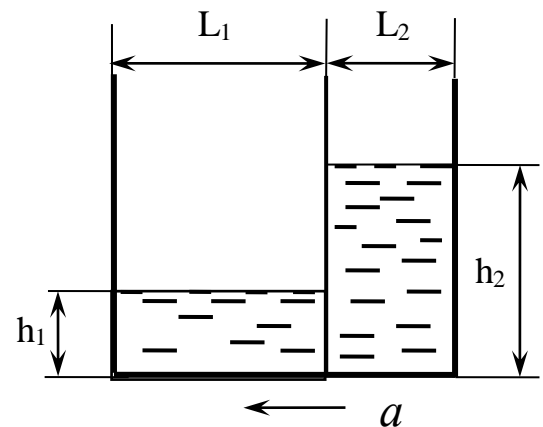
**Задача 3.4 (10 баллов)**

По внутренней цилиндрической поверхности радиуса  $R = 60$  см катится диск. Радиус кривизны  $\rho$  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/с<sup>2</sup>. Определите суммарную силу давления воды на перегородку. Ускорение свободного падения принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. В ответе значение силы укажите в Ньютонах целым числом без единицы измерения.

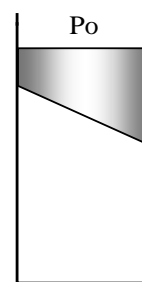


**Задача 5.4 (6 баллов)**

Воздух при нормальных условиях занимает объём  $V_1 = 1$  м<sup>3</sup>. 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 м<sup>3</sup> десятичной дробью, округлив её значение до сотых долей, без единицы измерения.

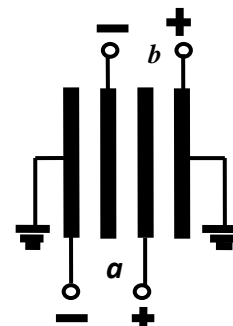
### Задача 6.4 (6 баллов)

В цилиндре под поршнем массы  $m = 3$  кг находится идеальный газ. Поршень имеет форму, показанную на рисунке. Площадь сечения цилиндра  $S = 10$  см<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>. Трением пренебречь. В ответе укажите массу груза в килограммах целым числом без единицы измерения.



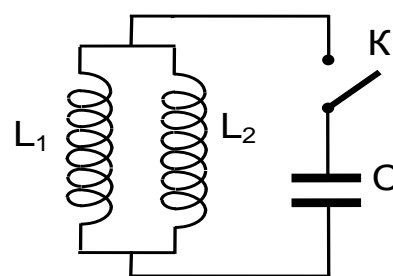
### Задача 7.4 (10 баллов)

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.



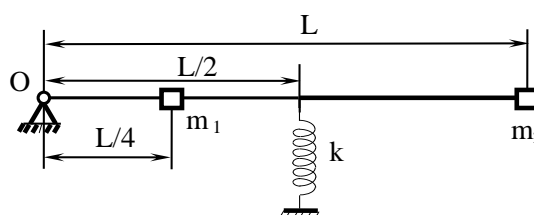
### Задача 8.4 (17 баллов)

Конденсатор ёмкости  $C = 100$  мкФ, заряженный до разности потенциалов  $U = 100$  В, через ключ  $K$  подключен к двум параллельно соединённым 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.



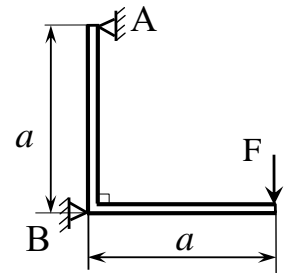
**Первый (заочный) онлайн-этап научно-образовательного соревнования  
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации  
«Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), осень 2019 г.**

**11 класс**

**Комплект задач № 5**

**Задача 1.5 (6 баллов)**

Найдите величину вертикально направленной силы  $F$ , которую нужно приложить к однородному равнобокому 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)**

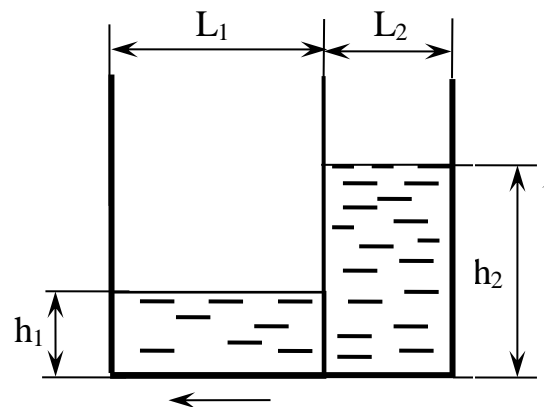
Тело массы  $m = 1$  кг бросили под углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите приращение импульса тела за первые 3 секунды движения. Ускорение свободного падения принять  $g = 10$  м/с. Ответ выразите в кг·м/с целым числом без указания единицы измерения.

**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/с<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>. В ответе ускорение укажите в м/с<sup>2</sup> 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.

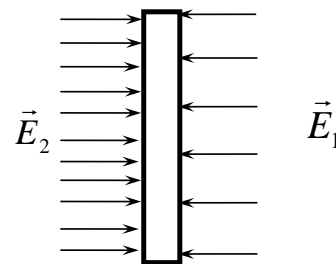
Ответ укажите десятичной дробью, округлив её значение до сотых.

**Задача 6.5**(10 баллов)

В сосуде, из которого быстро откачивают воздух, находится небольшое количество воды при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ . 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  $330 \text{ кДж/кг}$ . Ответ дайте целым числом в процентах без указания %.

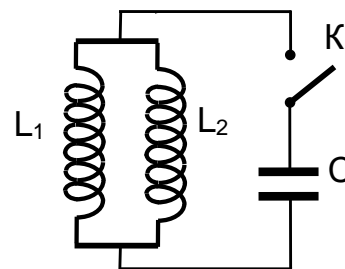
**Задача 7.5** (10 баллов)

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  $\rho$ , жесткость пружины равна  $k$ .

