

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

_____ **А.К. Погодаев**

« ____ » _____ **2016 г.**

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ

«Инженерной олимпиады школьников Центра России»

по физике

за 2014/2015 и 2015/2016 учебные годы

2014/2015 УЧЕБНЫЙ ГОД

ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП

8-9 класс

Вариант 1

Задача 1. (8 баллов)

*«...И царицу в тот же час
В бочку с сыном посадили,
Засмолили, покатили
И пустили в Окиян —
Так велел-де царь Салтан.»*

Боярам удалось докатить бочку от начала до конца причала за 2 минуты. Длина причала 50 метров. Бочка при этом делала в среднем 1 оборот за 6 секунд. Определите диаметр бочки.

Решение

$$\text{Диаметр бочки равен: } d = \frac{S}{\pi n t} = \frac{50 \text{ м}}{3,14 \cdot \frac{1}{6} \text{ об/с} \cdot 120 \text{ с}} \approx 0,8 \text{ м} .$$

Задача 2. (10 баллов)

*«...Катите бочки
Во весь дух,
Столкните в речку -
Плюх-плюх-плюх!»*

- запели эльфы, подкатывая с грохотом бочки к люку и сбрасывая одну за другой в темную дыру. Одни бочки были действительно пустые, другие - с гномами, все они летели вниз и хлопались с громким всплеском в воду...»

В сказке Дж.Р.Толкина «Хоббит, или Туда и Обратно» Бильбо Бэггинс спасает своих друзей гномов из плена, спрятав их в пустые бочки из-под яблок, которые эльфы сплавляют по реке к Озерному городу. Бочка с самым толстым гномом Бомбуром погрузилась в воду на две трети своего объема.

Сколько весит Бомбур, если известно, что масса пустой бочки 30 кг, а объем – 150 литров? Плотность воды 1000 кг/м^3 , массой воздуха в бочке пренебречь.

Задача 3. (10 баллов)

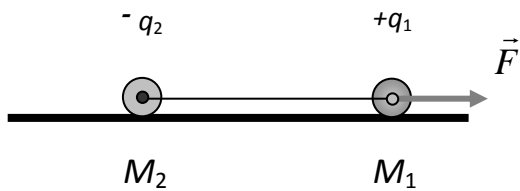
В батарею водяного отопления поступает горячая вода по трубе сечением $S=500 \text{ мм}^2$ при температуре $t_1=85 \text{ }^\circ\text{C}$, а выходит из батареи при $t_2=25 \text{ }^\circ\text{C}$. Какова скорость протекания воды, если за сутки в отапливаемое помещение должно поступить 90 МДж теплоты?

Задача 4. (10 баллов)

Два равных по объёму сосуда содержат: один – аргон при температуре $T_1=320 \text{ К}$ и давлении $p_1=2 \cdot 10^5 \text{ Па}$; другой – гелий при температуре $T_2 = 400 \text{ К}$ и давлении $p_2=8 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Сосуды сообщаются между собой с помощью крана. Их нагревают до температуры $T=480 \text{ К}$, после чего кран открывают. Какое установится давление внутри сосуда? Расширением сосудов при нагревании пренебречь.

Задача 5. (12 баллов)

Два маленьких шарика массой m с зарядами $q_1=5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ и $q_2= -2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ соединены легкой нерастяжимой непроводящей нитью длиной 30 см, рис.



Шарики находятся на гладкой горизонтальной непроводящей поверхности. К первому шарика привязали другую нить и стали тянуть горизонтально с возрастающей силой. В момент, когда эта сила стала равна 12 Н, нить натянулась. Найти отношение масс шариков ($M_1/ M_2=?$)

Вариант 2

Задача 1. (8 баллов)

«...Буратино заметил, сидя на самой верхушке сосны, что конец бороды Карабаса Барабаса, приподнятой ветром, приклеился к смолистому стволу.

Буратино повис на суку и, дразнясь, запищал:

– Дяденька, не догонишь, дяденька, не догонишь!..

Спрыгнул на землю и начал бегать кругом сосны. Карабас Барабас, протянув руки, чтобы схватить мальчишку, побежал за ним, пошатываясь, кругом дерева. Борода его обматывалась вокруг ствола, плотно приклеивалась к смоле.

Когда борода окончилась и Карабас Барабас упёрся носом в дерево, Буратино показал ему длинный язык и побежал к Лебединому озеру...»

Сколько времени бегал Карабас Барабас вокруг сосны, если длина его бороды 3 метра, толщина ствола итальянской сосны 20 сантиметров, а Буратино обегал сосну в среднем за 1 секунду?

Задача 2. (10 баллов)

*«...Забыты все страдания
И разочарования,
И сразу наступает
Хорошая погода,
Когда тебе (или ему),
Когда (ну, все равно кому)
Подарят в День Рождения
Горшочек с медом!»*

Эту песенку Винни Пух пел, когда нес своему другу Иа-Иа в подарок ко Дню Рождения горшочек с медом. Как известно, Винни Пух не смог удержаться, и начал потихонечку пробовать мед из горшочка. При этом он так увлекся, что споткнулся и уронил горшочек в пруд. По счастью, горшочек не утонул, а остался плавать, погрузившись в воду наполовину. Остался ли еще в горшочке мед? Если остался, то сколько? Масса пустого горшочка 400 г, объем 1 литр, плотность воды 1000 кг/м³.

Задача 3. (10 баллов)

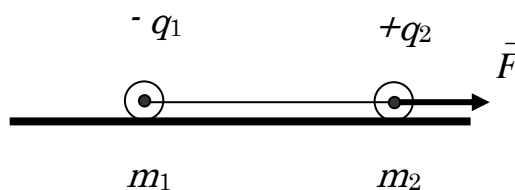
Для комфортного нахождения учеников в классе в классное помещение должно за 6 часов поступать 36 МДж теплоты от системы отопления. В батарею отопительной системы подают горячую воду по трубе сечением $S=500 \text{ мм}^2$ со скоростью 1,2 см/с, которая выходит из батареи при $t_2=25 \text{ }^\circ\text{C}$. Какова температура t_1 горячей воды, поступающей в батарею?

Задача 4. (10 баллов)

Для управления погружением подводного аппарата применяют две сообщающихся между собой цистерны. В погруженном состоянии одна цистерна ёмкостью $V_1=5 \text{ м}^3$ содержит сжатый воздух, балластная цистерна ёмкостью $V_2=20 \text{ м}^3$ полностью заполнена водой. Пренебрегая изменением температуры (после шторма слои воды перемешиваются), определить минимальное давление сжатого воздуха (в атм.), необходимое для того, чтобы для всплытия аппарата с глубины $h=60 \text{ м}$ сжатый воздух полностью вытеснил воду из балластной цистерны. Плотность воды считать постоянной $\rho=10^3 \text{ кг/м}^3$, $p_{\text{атм}}=10^5 \text{ Па}$.

Задача 5. (12 баллов)

Два маленьких противоположно заряженных шарика (массой $m_1=1 \text{ г}$ и зарядом $q_1=-2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$, массой $m_2=4 \text{ г}$ и зарядом $q_2=10^{-5} \text{ Кл}$) соединены легкой нерастяжимой непроводящей нитью длиной 1 м, рис. Шарика находятся на гладкой горизонтальной непроводящей поверхности. Какую минимальную силу нужно приложить к системе, чтобы нить натянулась?



10 класс

Вариант 1

Задача 1. (10 баллов)

Самолет, летящий горизонтально со скоростью v , сбрасывает бомбу. Найдите минимально допустимую высоту бомбометания (чтобы осколки не поразили самолет), если скорость разлета осколков равна u и сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Задача 2. (8 баллов)

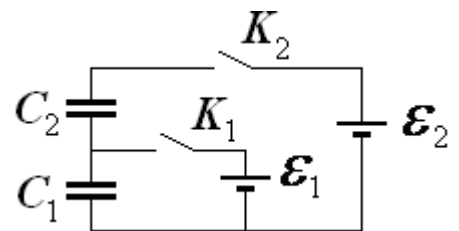
С каким максимальным ускорением может двигаться вверх по наклонной плоскости автомобиль, если угол между ней и горизонтальной поверхностью равен α , а коэффициент трения между колесами автомобиля и наклонной плоскостью равен μ ?

Задача 3. (10 баллов)

В вертикальном цилиндре под поршнем массой $m = 1$ кг и площадью $S = 0,02$ м², который может перемещаться без трения, находится идеальный газ в количестве $\nu = 0,1$ моль при некоторой начальной температуре. Давление воздуха над поршнем нормальное. Сначала к газу подвели количество теплоты $Q = 3$ Дж, затем поршень закрепили и охладили газ до начальной температуры. При этом давление газа под поршнем оказалось равным атмосферному. Найти начальную температуру газа.

Задача 4. (12 баллов)

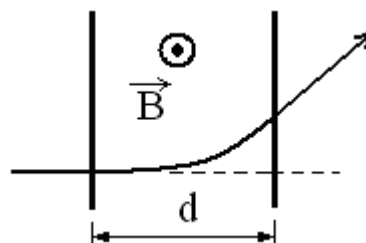
Два конденсатора, изображенные на схеме, заряжаются следующим образом. Сначала замыкают и размыкают ключ K_1 , затем



замыкают ключ K_2 . Найти установившееся напряжение на конденсаторе C_2 . Емкости конденсаторов и ЭДС источников, обозначенные на схеме, считать известными.

Задача 5. (10 баллов)

Электрон пролетает область существования однородного поперечного магнитного поля с индукцией $B = 1,46$ мТл. Толщина области с полем $d = 2$ см, скорость электрона на влете в поле $v = 1,03 \cdot 10^7$ м/с. Какое расстояние пройдет электрон в поле?



Вариант 2

Задача 1. (10 баллов)

Из одной точки одновременно вылетают в противоположные стороны два мяча с горизонтально направленными скоростями $v_1 = 2$ м/с и $v_2 = 5$ м/с. Через какое время после старта скорости мячей будут взаимно перпендикулярны?

Задача 2. (8 баллов)

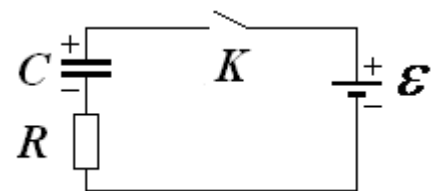
При каком минимальном коэффициенте трения между колесами автомобиля и наклонной плоскостью, образующей с горизонтальной поверхностью угол α , автомобиль может двигаться по ней вверх с ускорением a ?

Задача 3. (12 баллов)

В вертикальном цилиндре под поршнем массой $m = 1$ кг и площадью $S = 0,02$ м², который может перемещаться без трения, находится идеальный газ в количестве $\nu = 0,1$ моль при некоторой начальной температуре. Давление воздуха над поршнем нормальное. Сначала от газа отвели количество теплоты $Q = 100$ Дж, затем поршень закрепили и нагрели газ до начальной температуры. При этом давление газа под поршнем превысило атмосферное в 1,2 раза. Найти начальную температуру газа.

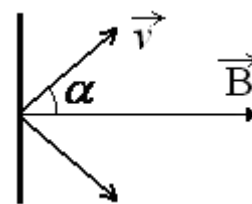
Задача 4. (10 баллов)

Конденсатор емкостью C , предварительно заряженный до напряжения $U = 4\varepsilon$, разряжается при замыкании ключа K через резистор R и батарею с ЭДС ε . Какое количество теплоты выделится при разрядке на резисторе? Величины C , ε , R считать известными.



Задача 5. (10 баллов)

В область существования однородного магнитного поля с индукцией $B = 1,3 \cdot 10^{-2}$ Тл влетает пучок электронов, расходящийся симметрично относительно силовой линии под углами $\alpha = 30^\circ$. Электроны ускорены разностью потенциалов $U = 6$ кВ. На каком минимальном расстоянии от точки влёта электроны вновь соберутся на оси пучка?



11 класс

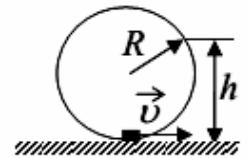
Вариант 1

Задача 1. (10 баллов)

Полый конус с углом при вершине 2α вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина этого конуса обращена вверх. На внешней поверхности конуса находится коробок спичек. При каком минимальном коэффициенте трения коробок будет неподвижен относительно конуса на расстоянии L (намного превышающем размеры коробка) от его вершины?

Задача 2. (10 баллов)

Небольшая шайба массой $m=10$ г, начав движение из нижней точки гладкого кольца радиусом $R=0,12$ м, скользит по его внутренней поверхности. На высоте $h=0,18$ м оно отрывается от кольца и свободно падает. Какова сила реакции, действующая на тело со стороны кольца в начале движения?



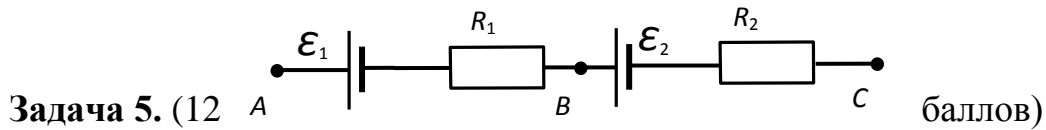
Задача 3. (10 баллов)

В сосуде находятся разреженный воздух и небольшое количество воды, которая постепенно испаряется. Одновременно измеряются влажность и давление в сосуде. Оказалось, что, начиная с некоторого момента, при увеличении влажности на 20% давление в сосуде возросло на 2%. На сколько процентов еще возрастет давление в сосуде при увеличении влажности еще на 20%? Температура в процессе испарения остается постоянной.

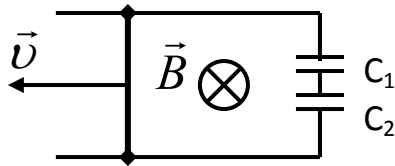
Задача 4. (8 баллов)

Участок цепи с током содержит два источника ЭДС ($\varepsilon_1=12$ В и $\varepsilon_2=16$ В) внутренними сопротивлениями которых можно пренебречь и два резистора с

сопротивлениями $R_1=6$ Ом и $R_2=2$ Ом. Найдите потенциал в точке B , если потенциалы в точках A и C $\varphi_A=40$ В и $\varphi_C=8$ В.



По двум параллельным проводникам, находящимся друг от друга на расстоянии $l=0,2$ м перемещают перемычку с постоянной скоростью $v=5$ м/с. Между проводниками включены последовательно два конденсатора, емкости которых относятся как $C_1:C_2=2:3$. Систему поместили в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции B которого перпендикулярен плоскости, в которой лежат проводники. Определить величину B , если на конденсаторе C_2 напряжение $U_2=0,14$ В. Указать знак заряда нижней пластины конденсатора C_1 .



Вариант 2

Задача 1. (10 баллов)

Полый конус с углом при вершине 2α вращается вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина этого конуса обращена вверх. На внешней поверхности конуса находится небольшая шайба, коэффициент трения которой о поверхность равен μ . При какой максимальной угловой скорости вращения конуса ω шайба будет неподвижна относительно конуса, находясь на расстоянии L от его вершины?

Задача 2. (10 баллов)

Наклонная плоскость имеет длину $L=3$ м и угол наклона к горизонту $\alpha=30^\circ$. Чтобы передвинуть коробку массой $m=1$ кг по ней сверху вниз, надо затратить минимальную работу $A_1=20$ Дж. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы вернуть коробку на место?

Задача 3. (8 баллов)

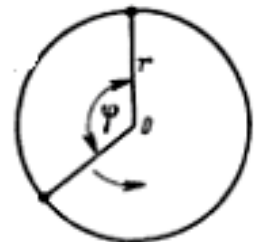
Оцените массу воздушной оболочки Земли, считая ее форму идеально сферической радиусом $R=6400$ км.

Задача 4. (10 баллов)

Гелий занимает объем $V_1=4$ м³ при температуре $T_1=300$ К и давлении $p_1=10^5$ Па. При адиабатном сжатии гелий совершает работу $A=-40$ кДж. Определите конечную температуру гелия T_2 .

Задача 5. (12 баллов)

Проволочное кольцо радиусом r с сопротивлением на единицу длины ρ находится в постоянном однородном магнитном поле с индукцией B , вектор которой параллелен оси кольца. Центр кольца соединен с самим кольцом двумя прямыми проволочками (из того же



проволочного мотка), одна из которых неподвижна, а другая вращается с постоянной угловой скоростью ω , что порождает индукционные токи в элементах схемы. Определить силу тока в подвижной проволоке в тот момент, когда угол между проволоками окажется равным φ .

**2014/2015 УЧЕБНЫЙ ГОД
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

8-9 класс

Вариант 1

Задача 1. (8 баллов)

« ... Катится Колобок по лесной дорожке... »

После встречи с Зайцем Колобок катился по лесной дорожке до встречи с Волком 20 минут. За это время он преодолел расстояние 1 километр. Сколько оборотов в секунду делал в среднем Колобок, если его диаметр 20 сантиметров?

Задача 2. (10 баллов)

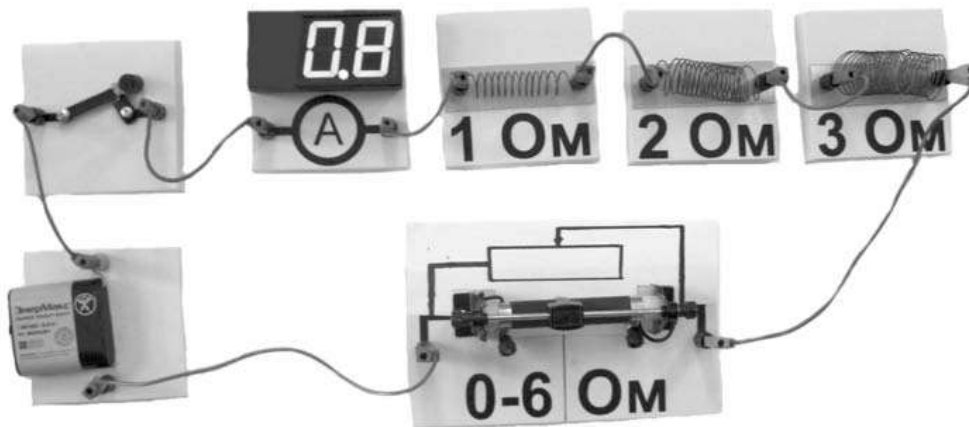
Для откачивания воды из подвала, уровень воды в котором находится на уровне земли, используют насос мощностью 300 Вт. Ширина подвала 6 м, длина 24 м, высота 4 м. Сколько времени займет откачивание? Считайте, что в процессе откачивания мощность насоса оставалась неизменной.

Задача 3. (10 баллов)

Каково начальное давление газа в электрической лампочке объемом $V=0,4$ л, если через скол под поверхностью воды в открытом водоеме на глубине $h = 80$ см в лампочку вошло $m = 396$ г воды? Атмосферное давление – нормальное. Процесс считать изотермическим.

Задача 4. (10 баллов)

На фотографии – электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах. Ползунок реостата находится в его центре. Если сместить ползунок в крайнюю правую точку, то показания амперметра изменятся на 10 %. Каково внутреннее сопротивление батареи? Амперметр считать идеальным.



Задача 5. (12 баллов)

Шарик массой 100 г прикрепили к свободному концу горизонтальной пружины, лежащей на гладком столе и сцепленной вторым концом со стенкой. Пружину сжали на 3 см и отпустили шарик, после чего начались свободные гармонические колебания. На расстоянии 2 см от положения равновесия ускорение шарика оказалось равным $6,4 \text{ м/с}^2$. Определите максимальную кинетическую энергию шарика при колебаниях.

Вариант 2

Задача 1. (10 баллов)

Спортсмены бегут колонной длиной $L=48$ м со скоростью $v=6$ м/с. Навстречу им вдвое медленнее бежит тренер. Каждый спортсмен, поравнявшись с тренером, разворачивается и начинает бежать к месту старта с той же по модулю скоростью. Какой окажется длина колонны, когда развернется последний спортсмен?

Задача 2. (12 баллов)

«...Скоро по краям дороги появились богатые фермы жителей Изумрудной страны. Здесь все было зеленое: и дома, и изгороди, и одежда жителей, и их остроконечные широкополые шляпы, где под полями не было серебряных бубенчиков.

Жители Изумрудной страны убегали с полей при приближении дуболомов, громко топавших по кирпичной дороге...».

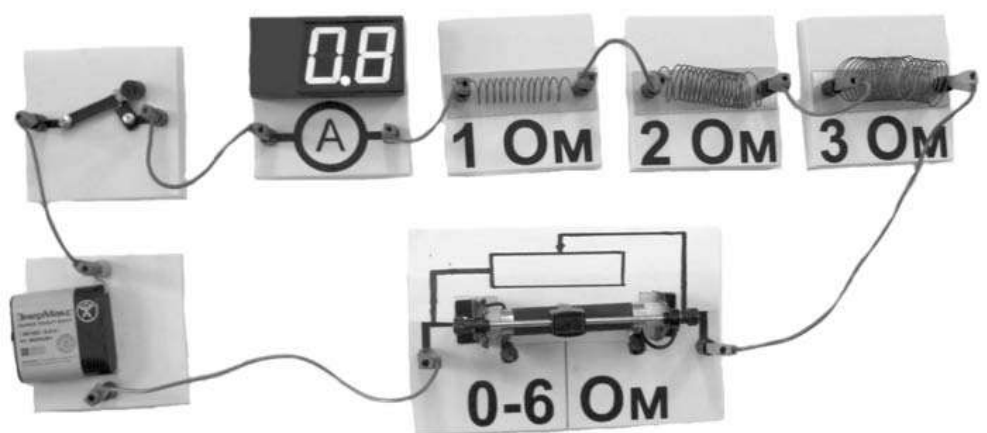
Для защиты от армии дуболомов Урфина Джюса жители Изумрудной страны частично разобрали дорогу из желтого кирпича, ведущую в Изумрудный город, и начали строить кирпичную стену. Найти минимальную работу, которую пришлось совершить жителям при построении стены, прежде чем она обрушилась. Предел прочности желтого кирпича на сжатие равен 10^6 Па, его плотность: $1,5 \cdot 10^3$ кг/м³, а площадь каждого кирпича не меньше 600 см².

Задача 3. (8 баллов)

В колбе при температуре 77° С находится идеальный газ. Колбу опустили открытым концом в жидкость, при этом $1/5$ объема колбы заполнилась жидкостью. Определить температуру жидкости, если процесс происходил при постоянном давлении.

Задача 4. (10 баллов)

На фотографии – электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах. Ползунок реостата находится в его центре. Если сместить ползунок в крайнюю левую точку, то показания амперметра изменятся на 40 %. Какова ЭДС батареи? Амперметр считать идеальным.



Задача 5. (10 баллов)

Шарик прикрепили к свободному концу горизонтальной пружины, лежащей на гладком столе и сцепленной вторым концом со стенкой. Пружину сжали, сообщив системе энергию 0,6 Дж, после чего начались свободные гармонические колебания. На расстоянии 3 см от положения равновесия упругая сила, действующая на шарик со стороны пружины, оказалась равной 10 Н. Определите амплитуду колебаний.

10 класс

Вариант 1

Задача 1. (10 баллов)

Автомобиль трогается с места и разгоняется с ускорением a_1 . Достигнув некоторой скорости, он тормозит с ускорением a_2 и останавливается. Чему равно время движения автомобиля, если пройденный им путь равен L ?

Задача 2. (8 баллов)

Поток одинаковых частиц, движущихся со скоростью v и абсолютно неупруго ударяющихся о стенку, действует на нее с силой F . Какое количество теплоты выделяется при этом за единицу времени?

Задача 3. (12 баллов)

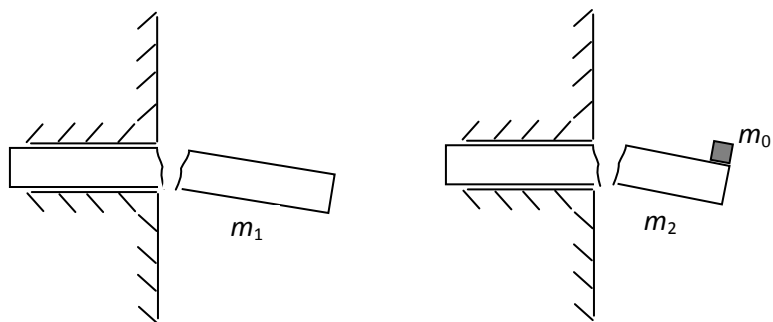
В колбе при постоянной температуре находятся разреженный воздух и небольшое количество воды, которая постепенно испаряется. Одновременно измеряются влажность и давление в сосуде. Оказалось, что, начиная с некоторого момента, при увеличении влажности на 30% давление в колбе возросло на 3%. Через какое-то время измерение давления в колбе показало его возрастание еще на 4%. На сколько процентов при этом увеличилась влажность?

Задача 4. (10 баллов)

Представьте себе, что параллели и меридианы (воображаемые линии на глобусе), проведенные через каждые 10° , являются реальными проводниками одинаковой толщины, контактирующими в точках пересечения. Чему равно сопротивление R_x между “полюсами”, если сопротивление одного проводника, расположенного вдоль всего “экватора” равно R .

Задача 5. (10 баллов)

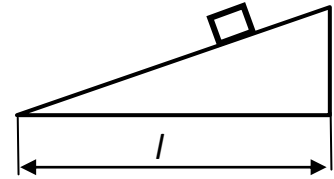
Длинный однородный стержень может выдвигаться из горизонтально расположенного отверстия в вертикальной стене. Когда масса выдвинутой части стержня достигает m_1 , он ломается под собственным весом. При какой массе m_2 выдвинутой части сломается стержень, если на конец стержня поместить груз массой m_0 ?



Вариант 2

Задача 1. (10 баллов)

С вершины гладкой наклонной плоскости, длина основания которой l , а угол наклона можно менять, без начальной скорости соскальзывает тело. Чему равно минимальное время движения тела?



Задача 2. (8 баллов)

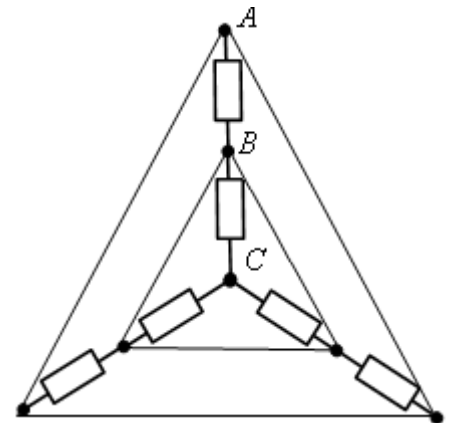
Смелый человек (кажется, он называется джампером) массой m_1 , к ногам которого привязан резиновый жгут, прыгает вниз с высокого моста. Максимальная длина жгута при этом становится равной l_1 . Другой человек массой m_2 , действуя аналогично, растягивает жгут на длину l_2 . Чему равна жесткость k жгута?

Задача 3. (12 баллов)

Теплоизолированный сосуд объемом 2 м^3 разделен перегородкой на 2 равные части. В одной части сосуда находится 1 моль гелия, а в другой – 1 моль аргона. Средняя квадратичная скорость атомов аргона равна средней квадратичной скорости атомов гелия и составляет 500 м/с . Определите парциальное давление аргона после удаления перегородки. $M_{\text{He}}=4 \text{ г/моль}$, $M_{\text{Ar}}=40 \text{ г/моль}$.

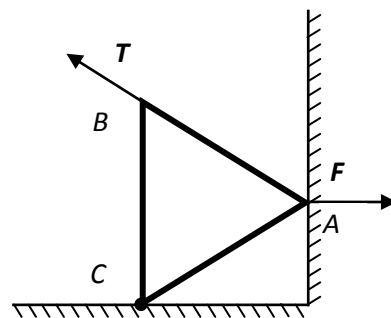
Задача 4. (10 баллов)

Чему равно сопротивление между узлами A и B , A и C схемы, изображенной на рисунке? Сопротивление каждого резистора R .



Задача 5. (10 баллов)

Равносторонний треугольник, изготовленный из одинаковых стержней, закреплен шарнирно в т. C , опирается одной из вершин на гладкую стенку в т. A и удерживается нитью в т. B так, что нить направлена вдоль стороны AB треугольника. Масса каждого стержня m , сила натяжения нити $T = mg/2$. С какой силой F треугольник действует на стенку?

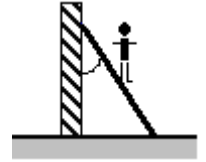


11 класс

Вариант 1

Задача 1. (8 баллов)

Человек стоит посередине однородной лестницы, прислонённой к гладкой стене. Чему равен максимально возможный угол между лестницей и стеной, если коэффициент трения между лестницей и полом $\mu = 0,29$?

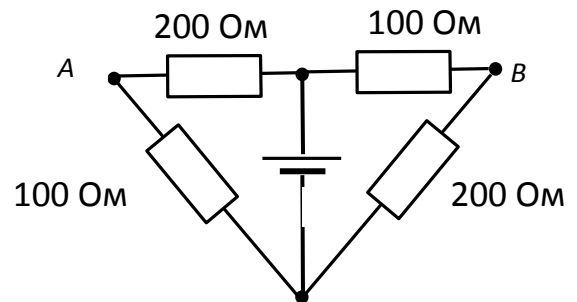


Задача 2. (12 баллов)

Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 1$ моль находится при температуре $T_1 = 300$ К. Газу сообщили количество теплоты $Q = 15$ кДж, при этом плотность газа уменьшилась в β раз, причем давление газа в этом процессе возрастало прямо пропорционально его объёму. Найти β .

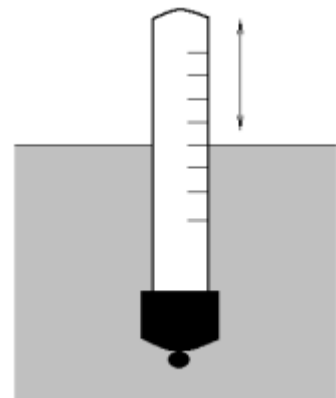
Задача 3. (10 баллов)

Чему равна разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B$ в схеме, изображенной на рисунке? ЭДС источника 15 В, его внутреннее сопротивление 150 Ом. Сопротивления резисторов указаны на схеме.



Задача 4. (10 баллов)

Ареометр (прибор для измерения плотности жидкостей), погруженный в жидкость, совершает вертикальные колебания с малой амплитудой (см.рис.). Определить период этих колебаний. Масса ареометра равна $m = 40$ г, радиус его



трубки $R = 2$ мм, плотность жидкости $\rho = 0,8$ г/см³. Сопротивлением жидкости пренебречь.

Задача 5. (10 баллов)

На оси OX в точке $x_1 = 0$ находится оптический центр тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием линзы с фокусным расстоянием $f_1 = -20$ см, а в точке $x_2 = 20$ см – тонкой собирающей линзы. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси OX . На рассеивающую линзу вдоль оси OX падает параллельный пучок света из отрицательной области. Пройдя всю оптическую систему, лучи собираются в точке с координатой $x_3 = 60$ см. Найдите фокусное расстояние собирающей линзы.

Вариант 2

Задача 1. (8 баллов)

Горизонтально направленная струя воды ударяется о вертикальную стену, после чего вода стекает вертикально вниз по стене. Сила, с которой струя действует на стену, равна $F = 18$ Н, площадь сечения струи $S = 5$ см², плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. На какую наибольшую высоту поднимется струя, если шланг поставить вертикально?

Задача 2. (10 баллов)

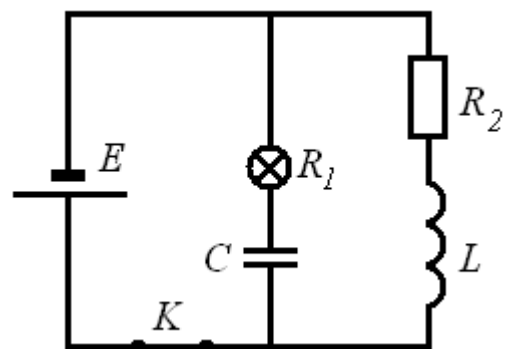
Атмосферный воздух с влажностью $\varphi = 60$ % при комнатной температуре $t = 20^\circ\text{C}$ и нормальном давлении находится в цилиндре под поршнем и занимает объём $V = 10$ л. Объём воздуха изотермически уменьшают вдвое. Какая масса воды сконденсируется в результате процесса, если давление насыщенного пара при $t = 20^\circ\text{C}$ равно $p_H = 17,5$ мм рт.ст., а молярная масса воды равна $\mu = 18$ г/моль?

Задача 3. (10 баллов)

Генератор (ЭДС $E_1 = 12$ В, внутреннее сопротивление $r_1 = 0,1$ Ом) заряжает аккумулятор (ЭДС $E_2 = 9$ В, внутреннее сопротивление $r_2 = 0,2$ Ом). Для наблюдения за процессом зарядки параллельно аккумулятору включена лампа сопротивлением $R = 2$ Ом. Найти силу тока, потребляемого от генератора.

Задача 4. (12 баллов)

В схеме, изображенной на рисунке, известны: $E = 12$ В, $C = 2$ мФ, $L = 5$ мГн, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 3$ Ом. В начальный момент ключ замкнут. При размыкании ключа в образовавшемся контуре возникают затухающие электромагнитные колебания.



Какая энергия выделится в лампе к моменту, когда колебания прекратятся?
Пренебечь внутренним сопротивлением источника, а также активными сопротивлениями катушки и проводов.

Задача 5. (10 баллов)

Источник света расположен на двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы на её главной оси. За линзой перпендикулярно оси расположено плоское зеркало. На каком расстоянии от линзы нужно поместить зеркало, чтобы лучи, отраженные от зеркала и пройдя вторично через линзу, стали параллельны? Фокусное расстояние линзы $f = 10$ см.
Решение сопроводить рисунком.

РЕШЕНИЯ

Вар.\зад.	1	2	3	4	5
Вариант 89-1 (2015 финал)	1,3 об/с	10 ч 40 мин	1,08 кПа	18 Ом	14,4 мДж
Вариант 89-2 (2015 финал)	16 м	2 МДж	280 К	8,4 В	6 см
Вариант 10-1 (2015 финал)	$\sqrt{\frac{2L}{(a_1+a_2)}} \left(\sqrt{\frac{a_1}{a_2}} + \sqrt{\frac{a_2}{a_1}} \right)$	$\frac{Fv}{2}$	31%	$\frac{R}{72}$	$-m_0 + \sqrt{m_0^2 + m_1^2}$
Вариант 10-2 (2015 финал)	$2\sqrt{\frac{l}{g}}$	$2g \left(\frac{\sqrt{m_1 l_1} - \sqrt{m_2 l_2}}{l_1 - l_2} \right)^2$	917 Па	$\frac{2}{3}R$	$\frac{\sqrt{3}}{2}mg$
Вариант 11-1 (2015 финал)	30^0	2	-2,5 В	3,96 с	20 см
Вариант 11-2 (2015 финал)	1,8 м	$1,76 \cdot 10^{-5}$ кг	13,6 А	0,115 Дж	15 см

2015/2016 УЧЕБНЫЙ ГОД
ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
8-9 класс
Вариант 1

Задача 1. (20 баллов)

1. На столе лежит книга формата А4 (210×297 мм). Наименьшая работа, необходимая для того, чтобы раскрыть ее на середине, равна 0,189 Дж. Сколько весит книга?

Задача 2. (20 баллов)

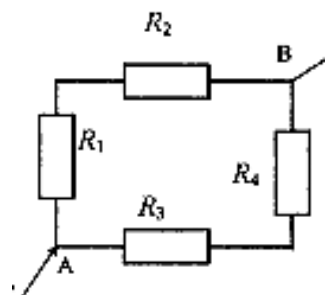
Чтобы прикрепить плоскую планку к потолку, ее при разметке отверстий приходится прижимать к нему пальцами по углом 30° к вертикали. При каком минимальном коэффициенте трения между планкой и потолком она останется неподвижной, если сила, прижимающая планку, равна 24 Н, а масса планки 100 г?

Задача 3. (24 балла)

Аэростат перед путешествием наполнили водородом при температуре окружающего воздуха t_1 и давлении p_0 . При неизменном давлении атмосферы под влиянием солнечного света водород нагрелся до t_2 С, а его излишек массой m_0 вышел из аэростата через клапан. Считая оболочку нерастяжимой, определить общую грузоподъемность нагретого аэростата (включая собственный вес).

Задача 4. (20 баллов)

В изображенной на рисунке схеме $R_1=2$ Ом, $R_2=4$ Ом, $R_3=10$ Ом, $R_4=2$ Ом. Наименьшее падение напряжения на сопротивлении в этой схеме равно 6 В. Определить мощность, выделяемую на участке схемы между точками А и В.



Задача 5. (16 баллов)

На подоконнике окна с двойными рамами стоит ваза. Вечером из комнаты мы можем увидеть сразу два ее отраженных изображения. На сколько удалены они друг от друга, если расстояния между стеклами рам равно 9 см?

Вариант 2

Задача 1. (16 баллов)

Два товарища, имея один велосипед на двоих, решили быстрее добраться из поселка А в поселок В, расстояние между которыми S , и, заодно, потренироваться в езде на велосипеде. Они стартовали вместе, велосипедист достиг цели и вернулся к товарищу, отдав ему велосипед, а сам продолжил путь в направлении В пешком. И вновь, доехав до В, велосипедист вернулся и отдал велосипед. Такая смена способа движения произошла 4 раза у каждого из них. Скорость велосипедиста в среднем в 3 раза больше, чем у пешехода. Во сколько раз быстрее они достигли поселка В по сравнению со временем, когда оба шли бы пешком? Какое расстояние показал счетчик на велосипеде?

Задача 2. (24 балла)

Шмель массой m летит прямолинейно и равномерно со скоростью $v=0,8\text{ м/с}$, направленной горизонтально. Сила сопротивления воздуха, действующая на шмеля $\vec{F}=-k\vec{v}$, где k постоянный коэффициент пропорциональности (кг/с). При этом развиваемая им сила тяги направлена углом $\alpha =30^\circ$ к скорости. Подкрепившись нектаром так, что его масса увеличилась на 20%, шмель возвращается назад равномерно и прямолинейно, однако угол неизменной по величине силы тяги к горизонту ему пришлось увеличить вдвое. С какой скоростью летит пообедавший шмель?

Задача 3. (20 баллов)

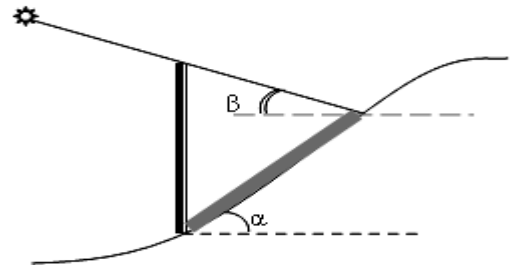
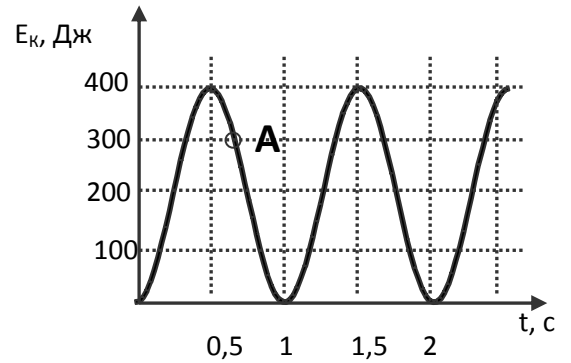
Льдинка с замороженным в ней куском пробки плавает в сосуде с водой при температуре плавления льда. Как изменится уровень воды в сосуде, когда растает весь лед?

Задача 4. (20 баллов)

На рисунке представлен график изменения со временем кинетической энергии мальчика на качелях. В момент, обозначенный на графике точкой А, он находился на высоте $h=20$ см над землей. Какова масса мальчика?

Задача 5. (20 баллов)

Человек, поднимаясь по южному склону холма с углом к горизонту $\alpha=18^\circ$, заметил, что длина тени, отбрасываемой в полдень телеграфным столбом, установленным у подножия холма, равна высоте этого столба. Под каким углом к горизонту β распространялись солнечные лучи?



10 класс

Вариант 1

Задача 1. (20 баллов)

Мяч бросили с поверхности земли почти вертикально вверх. Он упал со скоростью $v = 15$ м/с на крышу дома высотой $h = 20$ м. Каков модуль средней скорости камня за всё время полета?

Задача 2. (8 баллов)

Космолет подходит к неизвестной планете и начинает её облёт по круговой орбите со скоростью $v = 3,4$ км/с, находясь при этом на высоте $h = 600$ км от поверхности планеты. Проведенные измерения показали, что радиус планеты составляет $R = 3400$ км. Во сколько раз ускорение свободного падения на поверхности планеты меньше такового на поверхности Земли?

Задача 3. (10 баллов)

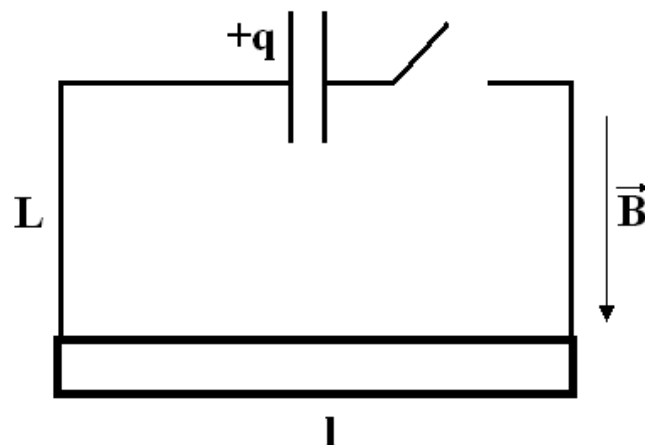
Два теплоизолированных баллона 1 и 2 наполнены гелием и соединены короткой тонкой трубкой с краном. Объемы баллонов, температуры и давления в них V_1, T_1, p_1 и V_2, T_2, p_2 известны. Найти температуру в баллонах после открытия крана.

Задача 4. (12 баллов)

Постоянный ток мощностью $P = 2 \cdot 10^8$ Вт надо передать на расстояние $L = 250$ км так, чтобы потери энергии не превышали $n = 10\%$. Определить сечение медного провода для линии электропередачи при напряжении на выходе источника $U_0 = 400$ кВ. Удельное сопротивление провода $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом•м.

Задача 5. (10 баллов)

На рисунке изображен примитивный аналог баллистического гальванометра. Он состоит из массивного проводящего стержня длиной l массой m подвешивается горизонтально на двух легких вертикальных проволоках длиной L каждая в вертикальном



однородном магнитном поле индукции B . После замыкания проводов заряженным конденсатором емкостью C максимальное отклонение проволок от вертикали составляет α . Используя приведенные данные, найдите начальное напряжение конденсатора. Время разрядки считать ничтожно малым.

Вариант 2

Задача 1. (16 баллов)

Самолет пикирует на цель под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту со скоростью $v = 720$ км/ч и сбрасывает бомбу на высоте $h = 1$ км. Каков модуль вектора средней скорости бомбы за время полёта от самолета до цели?

Задача 2. (20 баллов)

Груз, лежащий на горизонтальной плоскости, присоединен к горизонтальной пружине жесткостью $k = 100$ Н/м, другой конец которой не закреплен. В начальный момент пружина недеформирована. Груз смещают по горизонтали, растягивая пружину, и отпускают без начальной скорости. Двигаясь в одном направлении, груз останавливается, когда пружина сжата, при этом наибольшее растяжение пружины было равно $x_0 = 15$ см. Какое количество теплоты выделилось в процессе движения груза?



Задача 3. (24 баллов)

Ведро, высота которого $H = 90$ см, наполненное на $2/3$ водой, плавает в воде так, что его края находятся вровень с поверхностью воды. Это же ведро с воздухом, нагретым до $t_1 = 87^\circ$, погружают в воду вверх дном. На какую глубину X нужно погрузить ведро (считая от поверхности воды до его краев), чтобы оно, приняв температуру воды $t_2 = 27^\circ\text{C}$, не всплывало и не тонуло? Атмосферное давление считать нормальным, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.

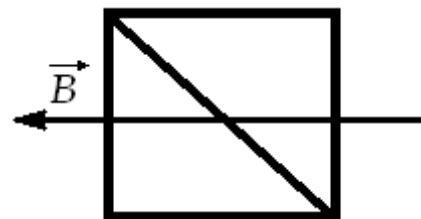
Задача 4. (20 баллов)

В воздушный конденсатор емкостью $C_0 = 1$ мкФ вводят параллельно обкладкам пластину с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2$. Пластина не касается обкладок, перекрывает половину площади обкладок и имеет

толщину, равную половине расстояния между обкладками. Конденсатор какой емкости C_X надо подключить последовательно с данным, чтобы емкость системы вновь стала равной C_0 ?

Задача 5. (20 баллов)

Из медной проволоки удельным сопротивлением $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом•м и сечением $S = 1$ мм² изготовили квадрат с диагональю и поместили в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1,7 \cdot 10^{-2}$ Тл, параллельной



плоскости квадрата. Затем верхний конец диагонали подключили в положительному полюсу, а нижний – к отрицательному полюсу источника постоянного напряжения $U = 110$ В. Какая сила действует на контур?

11 класс

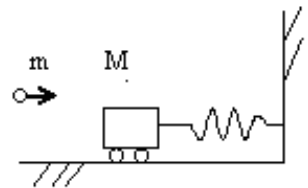
Вариант 1

Задача 1. (20 баллов)

Свободно падающее тело за последнюю секунду падения пролетело три четверти своего пути. Какова средняя скорость тела за время полета?

Задача 2. (20 баллов)

Пластилинный шарик массой $m=50$ г, летящий горизонтально, налетает на неподвижную тележку массой $M = 250$ г, прикрепленную к пружине, и прилипает. При этом выделяется $Q = 1,5$ Дж теплоты.



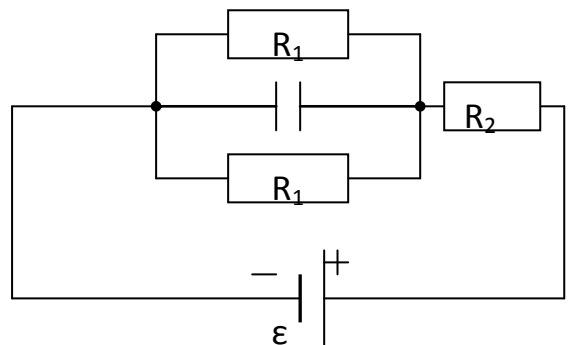
Пренебрегая трением, найти наибольшую кинетическую энергию системы при дальнейшем движении.

Задача 3. (24 балла)

Поршень постоянного сечения делит герметичный горизонтальный цилиндр на две одинаковые полости. Полости цилиндра заполнены паром 50% влажности, причем с каждой стороны на поршень в этом положении действует сила F со стороны пара. Цилиндр ставят на основание вертикально, при этом объем пара под поршнем уменьшается в 5 раз. Пренебрегая трением, изменением температуры при перемещении поршня и объемом конденсата, определить массу поршня.

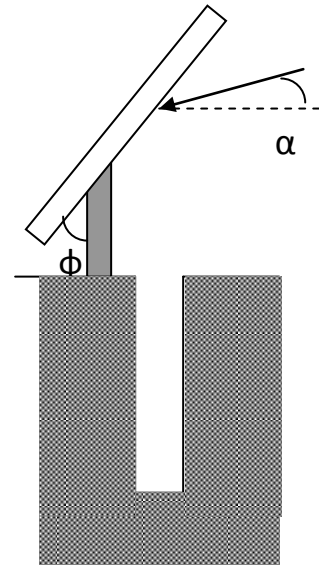
Задача 4. (20 баллов)

В схеме на рисунке $R_1=20$ Ом, $R_2=25$ Ом. КПД источника в этой цепи $\eta=87,5\%$, энергия конденсатора $W_C=0,2$ мкДж, его заряд $q=10^{-7}$ Кл. Найти ЭДС источника.



Задача 5. (16 баллов)

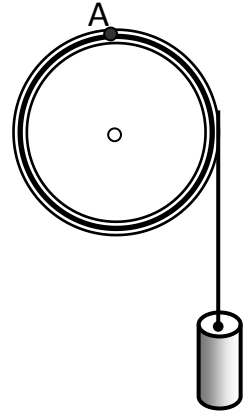
Под каким углом φ к вертикали надо закрепить плоское зеркало на штативе, чтобы осветить ночью дно глубокой шахты, если луч от прожектора падает под углом α к горизонту?



Вариант 2

Задача 1. (16 баллов)

Надетый на горизонтально укрепленную ось вал радиусом $R=20$ см можно привести во вращение гирей, привязанной к нерастяжимой веревке, которая постепенно сматывается с вала. Гиря отпускают, и она начинает опускаться с некоторым ускорением. Под каким углом к вертикали будет направлено полное ускорение верхней точки вала в тот момент, когда гиря переместится на 1 м?



Задача 2. (20 баллов)

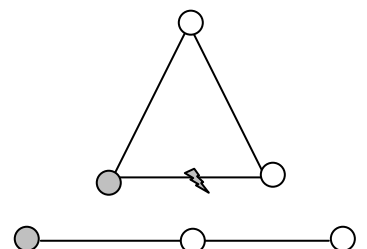
После выстрела вертикально вверх снаряд в верхней точке траектории взорвался, распавшись на три осколка массами $3m$, $4,5m$ и $5m$. Скорости первых двух взаимно перпендикулярны, лежат в горизонтальной плоскости и по модулю равны $4v$ и $2v$, соответственно. На какое расстояние удалится 3-й осколок от 1-го через 2 с, если $v=50$ м/с?

Задача 3. (20 баллов)

Аэростат перед путешествием наполнили водородом при температуре окружающего воздуха t_1 и давлении p_0 . При неизменном давлении атмосферы под влиянием солнечного света водород нагрелся до t_2 С, а его излишек массой m_0 вышел из аэростата через клапан. Считая оболочку нерастяжимой, определить общую грузоподъемность нагретого аэростата (включая собственный вес).

Задача 4. (24 балла)

Три одинаковых шарика, расположенные в вершинах равностороннего треугольника со стороной a , соединены друг с другом нитями. Шарик заряжены положительным зарядом q каждый. Нижнюю нить пережигают. Определите кинетическую энергию одного из крайних шариков в момент времени, когда



шарики будут находиться на одной прямой. Гравитационным взаимодействием пренебречь.

Задача 5. (20 баллов)

Катушка индуктивностью $0,3 \text{ мГн}$ присоединена к лабораторному плоскому конденсатору с площадью пластин 50 см^2 . Расстояние между пластинами $6,5 \text{ мм}$. Какова диэлектрическая проницаемость среды однородной диэлектрической пленки толщиной $1,5 \text{ мм}$, полностью покрывающей одну из пластин конденсатора, если контур резонирует на волну длиной $88,5 \text{ м}$?

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

8-9 класс

Вариант 1

Задача 1. (20 баллов)

Летающий снаряд разорвался на две части. По отношению к направлению движения снаряда первый осколок полетел под углом 90° со скоростью 50 м/с, а второй – под углом 30° со скоростью 200 м/с. Найдите скорость неразорвавшегося снаряда.

Задача 2. (24 балла)

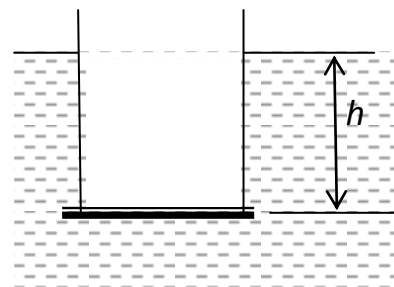
На тележку массой M , прикрепленную к стене пружиной жесткости k , налетает со скоростью v тележка с песком массой $3M$ и сцепляется с ней. Через какое время направление скорости тележек второй раз изменится на противоположное?

Задача 3. (16 баллов)

Для нагревания воды в литровой банке первый турист использовал свой кипятильник, и вода закипела через 10 минут. Мощность кипятильника второго туриста оказалась меньше и вода того же объема в такой же банке закипела через 15 мин. Сколько минут пришлось ждать кипения третьему туристу, если он опустил в свою банку сразу оба кипятильника? Заметим, что для уменьшения теплоотдачи туристы обертывали банку с водой куском поролона.

Задача 4. (20 баллов)

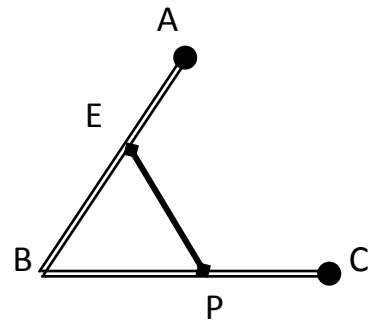
Сосуд с легким и тонким приставным дном, плотно прилегающим к стенкам сосуда, опущен в воду на глубину $h = 5$ см и удерживается неподвижно. Гирю какой наименьшей массы надо поставить на дно, чтобы оно отвалилось?



Сечение сосуда в плоскости дна – круг с площадью $S = 0,04 \text{ м}^2$.

Задача 5. (20 баллов)

Однородный провод ABC сопротивлением $12\ \text{Ом}$ изогнут так, что точки A , C и B находятся в вершинах правильного треугольника. К серединам сторон AB и BC подключена перемычка из такого же провода EP . Напряжение между точками A и C равно $48\ \text{В}$. Какая мощность выделяется на перемычке?



(3 Вт)

10 класс

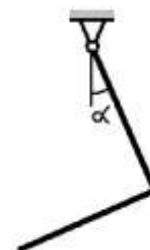
Вариант 1

Задача 1. (16 баллов)

Тело, брошенное с поверхности земли вертикально вверх, в первую секунду полёта прошло половину максимальной высоты подъёма. Какой путь оно прошло в последнюю секунду падения?

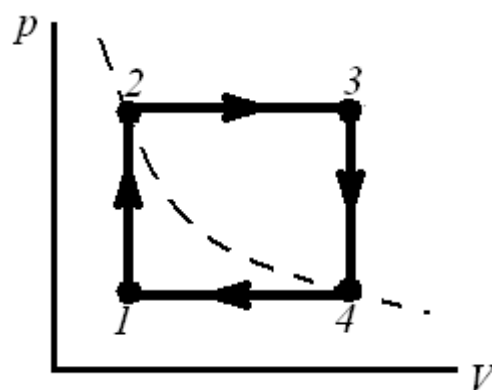
Задача 2. (20 баллов)

Однородный прут согнут пополам под прямым углом и подвешен за один из концов. Какой угол α с вертикалью составляет подвешенный конец в состоянии равновесия?



Задача 3. (20 баллов)

Над моле́м идеального газа совершается замкнутый цикл (см.рис.). Температуры в точках 1 и 3 известны и равны соответственно T_1 и T_3 , точки 2 и 4 лежат на одной изотерме. Какова работа газа за цикл?



Задача 4. (24 балла)

N одинаковых шаровых капель ртути радиуса R заряжены до одинакового потенциала φ . Все капли сливаются в одну большую. Найти изменение электрической энергии системы.

Задача 5. (20 баллов)

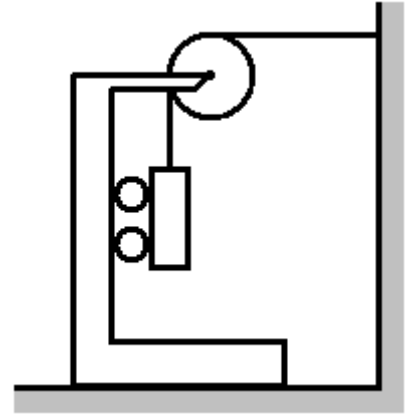
Электрон движется по окружности радиусом $R = 10$ см в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл. Параллельно магнитному возбуждается однородное электрическое поле напряженностью $E = 100$ В/м. Через сколько оборотов кинетическая энергия электронов возрастет вдвое?

11 класс

Вариант 1

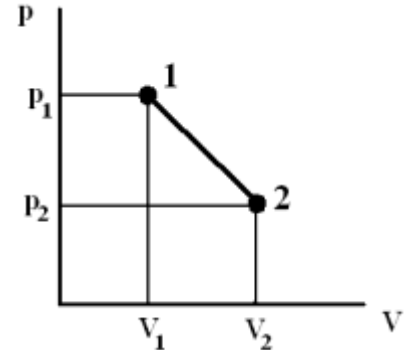
Задача 1. (20 баллов)

Тележку массы m удерживают неподвижно. С каким ускорением будет двигаться по горизонтальной плоскости рама массой M , если отпустить тележку? Коэффициент трения рамы о плоскость μ известен, тележка по раме движется без трения.



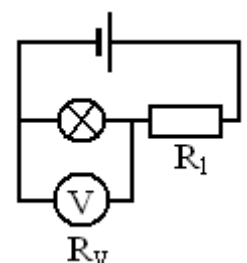
Задача 2. (16 баллов)

С гелием (масса $m = 0,032$ г, молярная масса $\mu = 4$ г/моль) происходит процесс (см.рис.). Какова максимальная температура газа в этом процессе? Известны $V_1 = 0,1$ м³, $V_2 = 0,6$ м³, $p_1 = 80$ Па, $p_2 = 30$ Па.



Задача 3. (20 баллов)

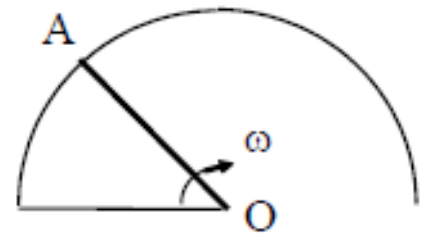
К источнику тока с $\varepsilon = 12$ В (внутренним сопротивлением пренебречь) присоединены последовательно лампочка и резистор с сопротивлением $R_1 = 2$ кОм. Вольтметр с



сопротивлением $R_V = 4 \text{ кОм}$, подключенный к зажимам лампочки (см.рис.), показывает напряжение $U_V = 6 \text{ В}$. Какое напряжение U_1 будет на лампочке, если отключить вольтметр? Зависимостью сопротивления лампы от температуры нити накала пренебречь.

Задача 4. (20 баллов)

Стержень OA сопротивлением $R = 1 \text{ Ом}$ и длиной $L = 0,5 \text{ м}$, вращаясь вокруг точки O , скользит по полукольцу, образуя проводящий контур. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$. Плоскость контура перпендикулярна вектору B . Угловая скорость вращения стержня $\omega = 2 \text{ рад/с}$. Найдите количество теплоты Q , которое выделится в стержне при его повороте на угол $\Delta\alpha = \pi/2$. Сопротивлением остальных проводников контура пренебречь.



Задача 5. (24 балла)

Однородную доску положили на два быстро вращающихся ролика (см.рис.). Расстояние между осями роликов $L = 20 \text{ см}$, коэффициент трения между доской и роликами $\mu = 0,18$. Найти период колебаний доски.



**РЕШЕНИЯ
ОТВЕТЫ**

Вар.\зад.	1	2	3	4	5
Вариант 89-1 (2016 финал)	57,7 м/с	$3\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$	6 мин	1 кг	48 Вт
Вариант 89-2 (2016 финал)	600 м/с	$\frac{v_0}{3} \sqrt{\frac{M}{k}}$	9 мин	800 см ²	$U_{AB} = U_{EP}$
Вариант 10-1 (2016 финал)	29,1 м	18,4 ⁰	$R(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_2})^2$	$2\pi\epsilon_0 R\varphi^2 N(N^{\frac{2}{3}} - 1)$	$2,8 \cdot 10^7$
Вариант 10-2 (2016 финал)	0,7 м/с	$g \frac{2m_1 m_3 \sin\alpha + m_2(m_1 + m_3)}{4m_1 m_3 + m_2(m_1 + m_3)}$	8	8 кВ	$\frac{v_0 \cos\alpha}{2\pi} \cdot \frac{B}{E}$
Вариант 11-1 (2016 финал)	$g \frac{m - \mu(M + m)}{M + m(2 - \mu)}$	305 К	8 В	$3,85 \cdot 10^{-2}$ Дж	1,5 с
Вариант 11-2 (2016 финал)	0,75 с	Понизился на 6 мм	3,6 В	$E_0 \frac{B}{B_0}$	0,038 м

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

КРИТЕРИИ

оценивания развернутого решения конкурсного задания Инженерной олимпиады центра России (общеобразовательный предмет «Физика»)

1. Ошибкой не являются и не штрафуются:

1.1. Описки и посторонние записи, не повлиявшие на правильность дальнейшего решения и отделенные от основного текста (скобки, зачеркивания и т.д.).

1.2. Решение количественной задачи по частям с получением промежуточных ответов без вывода общей формулы.

1.3. Верный ответ, выраженный не в единицах СИ.

2. Являются недочетом и штрафуются (- 2 балла):

2.1. Отсутствие единиц измерения в задаче с количественным ответом.

2.2. Отсутствие вывода единиц измерения в задаче, требующей представления ответа в общем виде.

2.3. Переобозначение величин, уже обозначенных в условии задачи; использование обозначений, не оговоренных в пояснении, списке исходных данных или в рисунках.

2.4. Описки и посторонние записи, не отделенные от основного текста.

2.5. Отсутствие записи фундаментальных физических законов (в том числе в векторной форме), не приводящее к неверному решению.

2.6. Отсутствие названия физических законов.

2.7. Неаккуратное оформление работы в целом.

3. Являются математической ошибкой и штрафуются (- 4 балла):

3.1. Ссылка на несуществующий рисунок.

3.2. Ошибка в промежуточных преобразованиях.

3.3. Ошибка в расчете более чем на 5 % (примечание: пп. 3.2, 3.3 штрафуются однократно).

4. Являются мелкой физической ошибкой и штрафуются (- 5 баллов):

4.1. Ошибка в рамках физически верного подхода.

4.2. Верное решение, содержащее все необходимые физические уравнения и часть преобразований, но не доведенное до конца.

4.3. Пропуск значительной части необходимых преобразований.

5. Являются грубой физической ошибкой и штрафуются (- 10 баллов):

5.1. Ошибка как следствие физически неверного подхода.

5.2. Ошибка в необходимом исходном уравнении, приведшая к неверному решению.

5.3. Отсутствие необходимого исходного уравнения.

5.4. Ошибка, вызванная неверным пониманием условия.

6. Не оцениваются:

6.1. Бессмысленные и абсурдные записи.

6.2. Физически верные записи, не имеющие отношения к решению.

6.3. Решение принципиально другой задачи.

6.4. Правильный ответ при отсутствии решения.

6.5. Принципиально неверное решение, не содержащее «рациональных зёрен».

7. Особые случаи:

7.1. Наличие всех необходимых исходных уравнений при полном отсутствии преобразований оценивается в 1/2 максимального количества баллов.

7.2. Наличие фрагментов решение может оцениваться исходя из **2 баллов** за верное уравнение.

7.3. При возникновении спорной ситуации возможно выставление оценки исходя из «процента выполнения задания» с последующим округлением до целого в большую сторону.

Победителями олимпиады являются участники, набравшие во втором (заключительном) этапе от 90 до 100 баллов.

Они награждаются дипломами I степени.

Призёрами олимпиады являются участники, набравшие во втором (заключительном) этапе от 50 до 89 баллов.

Дипломами II степени награждаются участники, набравшие от 50 до 74 баллов.

Дипломами III степени награждаются участники, набравшие от 75 до 89 баллов.