МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Омский государственный технический университет»

Семинар по естественно-научному профилю для учителей физики муниципальных общеобразовательных организаций

Методические указания

Омск
2015

Составитель: *А. М. Ласица*, канд. техн. наук, доцент

Издание содержит методические указания к решению задач повышенного уровня в школьном курсе физики по разделам «Механика», «Электродинамика», «СТО», «Оптика». Дополнительно приведен график работы семинара по естественно-научному профилю для учителей физики муниципальных общеобразовательных организаций. Предназначено для участников семинара, может быть использовано преподавателями физики при проведении занятий с учащимися.

ОмГТУ
2015

Механика

Задачи из раздела «Механика» традиционно являются наиболее часто встречаемыми как заданиях ЕГЭ, так и на олимпиадах различного уровня. Поскольку данный раздел во многом является базой для всех остальных разделов физики, то задачи механики могут встречаться как самостоятельно, так и в составе комбинированных задач из других разделов.

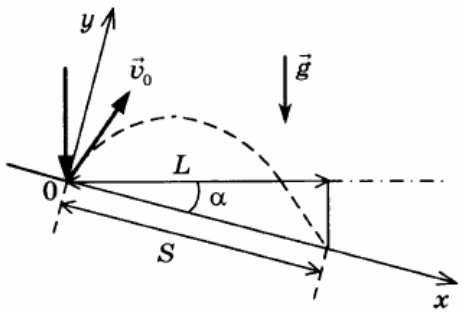
При решении задач кинематики наиболее важным является понимание характера движения тела (прямолинейно или криволинейное, равномерное или равнопеременное и т.д). Особое внимание следует уделить анализу ограничений наложенных движение на тел, так как они могут существенно повлиять на ответ задачи.

При решении задач динамики и статики достаточно хорошо работает традиционная схема: составить чертеж, записать уравнение второго закона Ньютона для каждого тела системы, спроецировать уравнения на оси, добавить необходимые уравнения связи, решить полученную систему уравнений.

При решении задач с использованием законов сохранения следует провести анализ замкнутости системы, консервативности действующих сил, выявить возможные причины диссипации энергии.

Пример решения задачи

Условие: Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от неё. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30^0 . На какое расстояние по горизонтали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 1 м/с.



Решение: Выберем направления осей координат вдоль склона и перпендикулярно к нему. При таком выборе осей движение вдоль каждой из них будет равнопеременным с ускорениями gsin(α) вдоль склона и gcos(α) перпендикулярно к нему. Законы движения шарика имеют вид:

$$x = v_0 \sin\alpha \cdot t + \frac{g\sin\alpha \cdot t^2}{2} \quad , \quad y = v_0 \cos\alpha \cdot t - \frac{g\cos\alpha \cdot t^2}{2} \quad .$$

В момент второго соударения шарика с плоскостью $x=S$, $y=0$, следовательно,

$$\begin{cases} S = v_0 \sin\alpha \cdot t + \dfrac{g\sin\alpha \cdot t^2}{2}, \\ 0 = v_0 \cos\alpha \cdot t - \dfrac{g\cos\alpha \cdot t^2}{2}. \end{cases}$$

Выражая из нижнего уравнения время $t = \frac{2v_0}{g}$ и подставляя его в верхнее

получим $S=\frac{4v_0^2 sin\alpha}{g}$.

Из рисунка видно, что $L=Scos\alpha=\frac{2v_0^2\sin 2\alpha}{g}\approx 0{,}173$ м.

Задачи рекомендуемые для разбора на семинаре

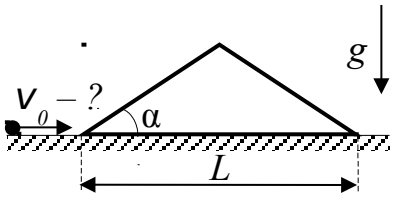
Задача 1

Два маяка на морском побережье находятся на расстоянии L=13км. Катер движется по прямой с постоянной скоростью. В момент времени t_1=12 часов 15 минут он оказывается на наименьшем расстоянии L_1=13.5 км от первого маяка, а в момент t_2=12 часов 25 минут — на наименьшем расстоянии L_2=8.5 км от второго. Определите скорость катера.

Задача 2

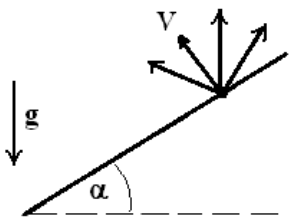
Гладкая наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой. Угол между плоскостями составляет $\alpha=30^0$. Легкая шайба начинает движение по наклонной плоскости со скоростью V_0=2м/с под углом $\beta=60^0$ к линии пересечения плоскостей. На каком расстоянии от начальной точки шайба пересечет эту линию вновь?

Задача 3



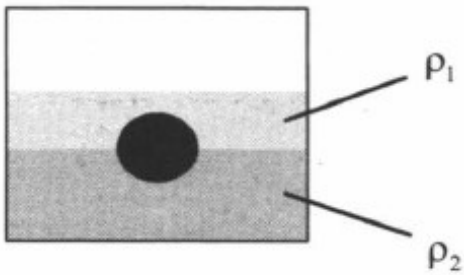
Скользящий по горизонтальной поверхности маленький шарик упруго соударяется с закреплённым препятствием, в виде треугольной призмы с основанием *L* и углом при основании α=30°. При какой минимальной скорости шарик перелетит через препятствие, больше не соударяясь с ним? Ускорение свободного падения *g*. Влиянием воздуха пренебречь.

Задача 4



На склоне горы образующей с горизонтом угол α взрывается бомба. Осколки бомбы летят во все возможные стороны с одинаковой скоростью V. Через какое время и на каком расстоянии от места взрыва упадет самый последний осколок?

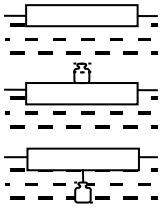
Задача 5



На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности ρ_1 =900кг/$м^3$ и $\rho=3\rho_1$, плавает однородный шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ, чтобы выше границы раздела жидкостей была

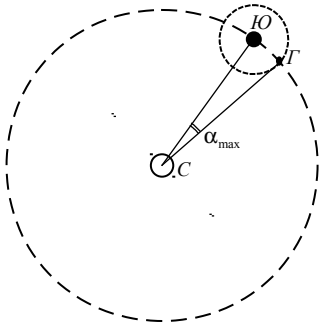
одна треть его объема?

Задача 6



Доска плавает, погрузившись в воду на 1/2 своего объёма. Когда сверху ставят гирю, в воде оказывается 2/3 объёма доски. Когда гирю подвешивают к доске на короткой нити снизу, доска оказывается в воде на 0.6453 объёма. Определите плотность материала, из которого сделана гиря. Плотность воды 1000 кг/м^3.

Задача 7

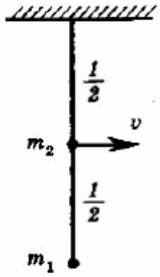


Юпитер совершает оборот вокруг Солнца за 4300 суток. Ганимед (спутник Юпитера) совершает оборот вокруг Юпитера за 7,2 суток. Максимальный угол Юпитер–Солнце–Ганимед (α_{max}) равен 0,0014 радиан. Определите по этим данным, во сколько раз масса Солнца больше массы Юпитера. Все орбиты считать круговыми.

Задача 8

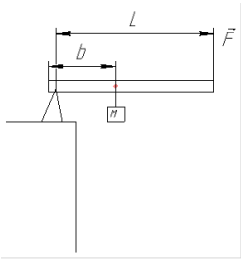
Масса Марса составляет 0,1 от массы Земли, диаметр Марса вдвое меньше, чем диаметр Земли. Каково отношение периодов обращения искусственных спутников Марса и Земли $\frac{Тм}{Тз}$,двигающихся по круговым орбитам на небольшой высоте?

Задача 9



Грузики с точечными массами m_1=0,25 кг и m_2 =0,5 кг прикреплены к невесомому стержню длиной l=1м (см. рисунок). Стержень может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку О. Грузик m_2 в нижней точке траектории имеет скорость v_2=2 м/с. Определите силу, с которой стержень действует на грузик m_1 в этот момент времени.

Задача 10



Груз массой 100 кг удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 350 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и однородного массивного стержня длиной 5 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Чему равна масса стержня?

Задача 11

Лиса Алиса и кот Базилио решили вдвоём унести лист железа, имеющий форму правильного треугольника, подняв его за вершину треугольника и середину противоположной стороны. Найдите максимальную массу листа, который они

смогут унести, если лиса Алиса способна нести груз, не превышающий 5 кг, а кот Базилио может нести груз любой массы.

Задача 12

На космическом аппарате, находящемся вдали от Земли, начал работать реактивный двигатель. Из сопла ракеты ежесекундно выбрасывается 2 кг газа ($\xi=\frac{\Delta m}{\Delta t}=2\frac{кг}{с}$) со скоростью v=500 м/с. Исходная масса аппарата M=500 кг. Какую скорость приобретёт аппарат, пройдя расстояние s=36м? Начальную скорость аппарата принять равной нулю. Изменением массы аппарата за время движения пренебречь.

Задача 13

Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны $v_{пл}$ - 15 м/с и $v_{бр}$ — 5 м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом μ =0,17. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30% ?

Задача 14

От удара копра массой 450 кг, падающего свободно с высоты 5 м, свая массой 150 кг погружается в грунт на 10 см. Определите силу сопротивления грунта, считая её постоянной, а удар – абсолютно неупругим. Изменением потенциальной энергии сваи пренебречь.

Задача 15

Два шарика, массы которых m = 0.1 кг и M = 0.2 кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной *l=1,5 м* (см. рисунок 1). Левый шарик отклоняют на угол 90˚ и отпускают без начальной скорости. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков?

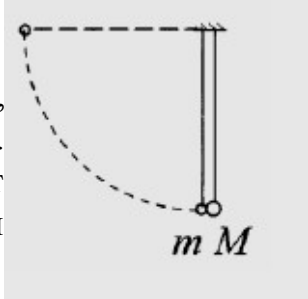
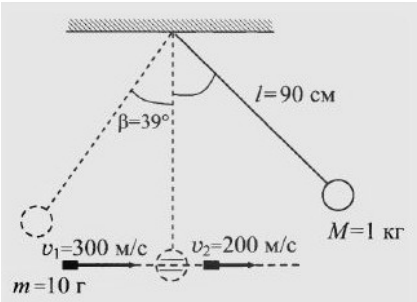


Рисунок 1

Задача 16

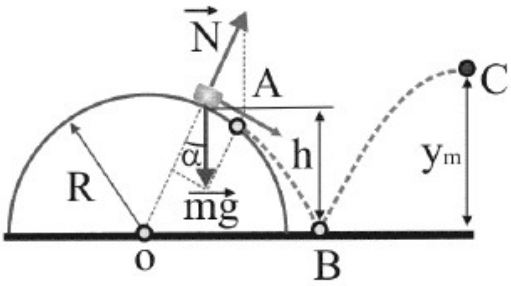


Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия и опускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 1г. , летящая навстречу шару со скоростью 300 м/с. Она пробивает его и вылетает горизонтально скоростью 200 м/с, после чего шар, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39˚. Определите начальный угол отклонения шара. (Массу шара считать неизменной, диаметр

шара – пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити, cos 39° = $\frac{7}{9}$).

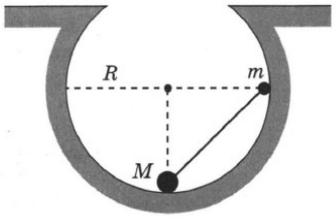
Задача 17

Небольшая упругая частица скользит с наивысшей точки купола, имеющего форму полусферы радиуса R и упруго отразившись от горизонтальной поверхности, снова подскакивает вверх. Определите высоту точки отрыва частицы от купола и высоту её подъёма после отскока. Трением пренебречь.



Задача 18

Небольшие шарики, массы которых *m*= 30 г и *M*= 60 г, соединены лёгким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъёма шарика массой *M* относительно нежней точки выемки оказалась равной 12 см. Каков радиус выемки *R*?

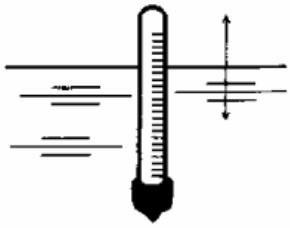


Задача 19

Брусок, покоящийся на горизонтальном столе , и пружинный маятник, состоящий из грузика и легкой пружины, связаны легкой нерастяжимой нитью переброшенной через блок. Коэффициент трения между бруском и столом равен 0.2. Отношение массы бруска к массе грузика равно 8. Грузик совершает вертикальные колебания. Максимальная амплитуда при которой они остаются гармоническими, равно 1.5см. Определите период колебаний.

Задача 20

Ареометр погруженный в жидкость совершает малые колебания. Масса ареометра 40г., радиус его трубки 2мм., плотность жидкости 800 кг/м^3. Пренебрегая сопротивлением жидкости определите период колебаний.



Электродинамика

Раздел «Электродинамика» является одним из самых трудных для изучения. При анализе условий задач полезно помнить про имеющиеся аналогии между механическими и электромагнитными величинами. Так например закон Кулона и всемирного тяготения описываются похожими уравнениями, индуктивность в электрической цепи аналогична массе в

механике и т. д. Если удается найти подходящую механическую аналогию, то достаточно легко понять процессы протекающие в системе и подобрать описывающие их уравнения.

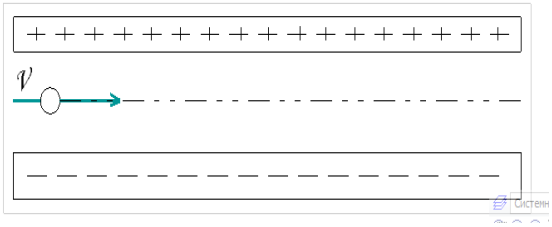
При решении задач где требуется найти силу Кулона или напряженность электрического поля можно удачно применять методы динамики и статики. В задачах на нахождение потенциала часто может быть использован закон сохранения энергии.

Электрические схемы в задачах на соединение проводников и конденсаторов обычно могут быть упрощены. Один из эффективных способов упрощения — это замыкание точек с равным потенциалом.

При решении задач из раздела «Магнетизм» обращайте внимание на взаимное расположение магнитного поля, электрического поля и токов.

Пример решения задачи

Условие: Электрон вылетает в плоский конденсатор со скоростью *Vo* (*Vo*<<*c*) параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми *d*. Какова разность потенциалов между пластинами конденсатора, если при вылете из конденсатора вектор скорости электрона отклоняется от первоначального направления на угол α? Длина пластин *L (L>>d)*.



Решение: Для решения задачи составим чертеж (рисунок 1), введем оси *X* и *Y*, разложим движение электрона по осям.

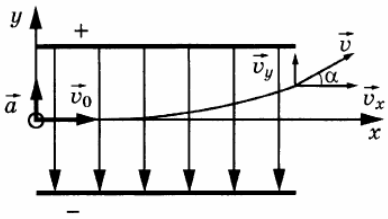


Рисунок 1

Движение вдоль оси *OX* будет равномерным (т. к. вдоль данной оси не действуют силы). Для зависимости координаты от времени получим:

$x = V_0 t$, для зависимости скорости

$V_X = V_{0X} = V_0$.

Движение вдоль оси OY будет равнопеременным без начальной скорости. Для координаты имеем

$$y = \frac{at^2}{2} ,$$

для скорости

$V_y = a_y t$, где

$a_y = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{e\Delta\varphi}{md}$, - ускорение сообщаемое силой Кулона.

В момент вылета из конденсатора $X=L=V_0 \ t$, поэтому $t = \frac{L}{V_o}$. Подставляя время полета в выражение для V_y получим

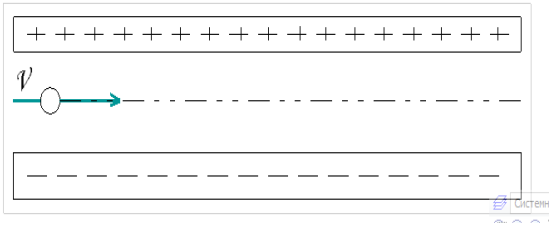
$$V_y = \frac{e\Delta\varphi L}{md V_0} .$$

Из чертежа видно, что $tg\propto=\frac{V_y}{V_x}=\frac{e\Delta\varphi L}{md\,V_0^2}$. Выражая отсюда разность потенциалов получим

$$\Delta\varphi=\frac{md\,V_0^2 tg\alpha}{eL}.$$

Задачи рекомендуемые для разбора на семинаре

Задача 1



Электрон вылетает в плоский конденсатор со скоростью *Vo* (*Vo*<<*c*) параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми *d*. На какое расстояние *h* сместится электрон от первоначального направления по вертикали при вылете из конденсатора, если к обкладкам приложена разность потенциалов *Δφ*. Длина пластин *L (L>>d)*.

Задача 2

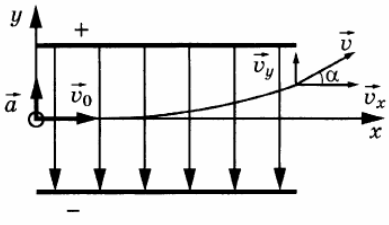
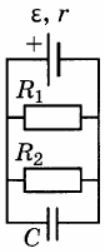


Рисунок 1

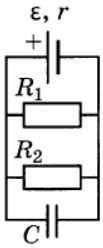
Полый заряженный шарик массой *m=0,4г* движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Модуль напряженности электрического поля *E=500 Кв /м*. Траектория шарика образует вертикалью угол $\alpha=45°$. Чему равен *q* шарика ?

Задача 3



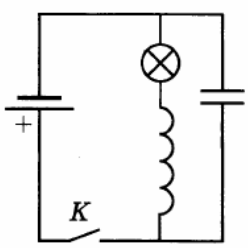
Источник постоянного тока с ЭДС *ε=10В* и внутренним сопротивлением *r=0.4Ом* подсоединён к параллельно соединённым резистором R_1*=4 Ом,* R_2*=6 Ом* и конденсатору. Определите емкость конденсатора *C,* если энергия электрического поля конденсатора равна *W=60 мкДж*.

Задача 4



Источник постоянного тока с ЭДС и внутренним сопротивлением *r=0.6Ом* подсоединен параллельно соединенным резистором R_1*=4 Ом*, R_2*=6 Ом* и конденсатору. Определите ЭДС источника, если энергия электрического поля конденсатора равна *W=25мкДж*, а его емкость *C=2 мкФ*.

Задача 5

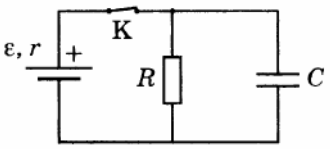


В электрической цепи, показанной на рисунке , ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока равны соответственно *ε=12В* и *r=1Ом,* емкость конденсатора *C=2мФ,* индуктивность

катушки *L=36мГн* и сопротивление лампы *R=5 Ом.* В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Сопротивление катушки и проводов пренебречь.

Задача 6

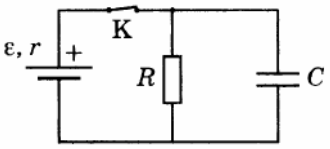
В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\varepsilon = 12\,B$, емкость конденсатора С=0.2мкФ. Отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора k= $\frac{r}{R}$ =0.2 .



Найдите количество теплоты, которое выделится на резисторе после размыкания ключа К в результате разряда конденсатора.

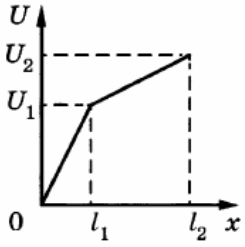
Задача 7

В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\varepsilon = 12\,B$, отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора k= $\frac{r}{R}$ =0.2 . Найдите емкость конденсатора С если количество теплоты, которое выделилось после размыкания ключа К равно Q=10мкДж.



Задача 8

Нихромовый проводник длинной $l=l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показании вольтметра *U* от расстояния *X* до начало проводника. Как зависти от *X* площадь поперечного сечения проводника ?



Задача 9

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь с начало по *Схеме 1*, а затем по *Схеме 2* (см. рисунок) сопротивление резистора равно *R,* сопротивление амперметра *R/100*, сопротивление вольтметра *9R.* В первой схеме показания амперметра равны I_1. Каковы его показания во второй схеме I_2.? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

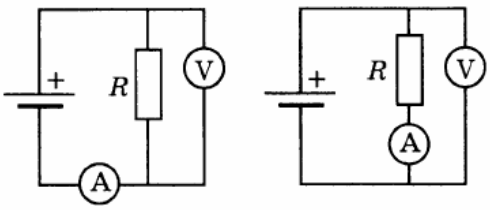
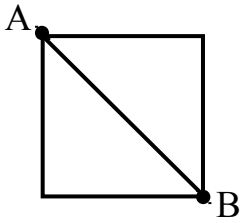


Схема 1 *Схема 2*

Задача 10

Фигура, изображенная на рисунке, сделана из проволоки постоянного сечения. Длина стороны квадрата равна 1 метр,



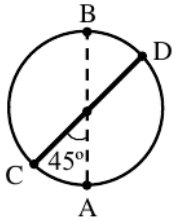
сопротивление 1 метра проволоки равно R. Найти сопротивление между точками А и В.

Задача 11

Два резистора соединили параллельно и измерили результирующее сопротивление. Затем эти же резисторы соединили последовательно и снова измерили сопротивление. В первом случае измерительный прибор показал 1,2 Ом, во втором случае 3,4 МОм. Чему равны сопротивления резисторов?

Задача 12

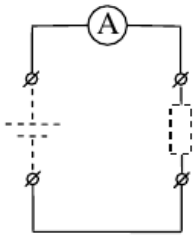
Сопротивление между точками А и В, лежащими на диаметре окружности из однородной проволоки, равно R. Каким станет это сопротивление, если точки С и D, также лежащие на диаметре окружности, соединить перемычкой с бесконечно малым сопротивлением? Угол между отрезками AB и CD равен 45°.



Задача 13

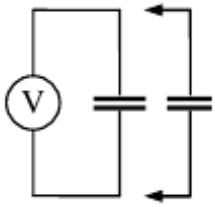
В представленную на рисунке схему включали в различных комбинациях идеальные источники напряжения E_1 и E_2 и сопротивления R_1 и R_2 и измеряли ток в цепи. Результаты измерений тока в амперах занесли в таблицу. Найдите недостающее число в таблице.

	E_1	E_2
R_1	2	6
R_2	3	?



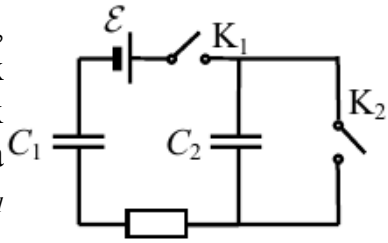
Задача 14

Схема состоит из параллельно соединённых заряженного конденсатора и идеального вольтметра. Вольтметр показывает 9 В. Параллельно к этой схеме присоединили незаряженный конденсатор другой ёмкости, и вольтметр показал 6 В. Затем этот конденсатор отсоединили от схемы, полностью разрядили и опять присоединили параллельно к схеме. Какое напряжение при этом покажет вольтметр?

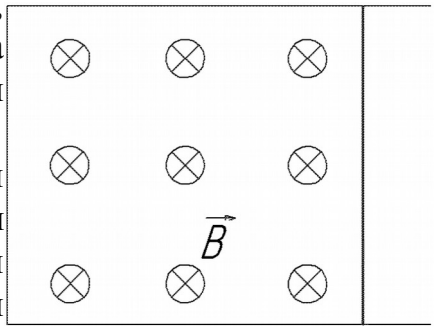


Задача 15

Электрическая схема, показанная на рисунке, составлена из идеальной батареи с ЭДС ε, двух конденсаторов ёмкостью C_1 и C_2, резистора и двух ключей K_1 и K_2. В начальном состоянии оба ключа разомкнуты, конденсаторы не заряжены. Ключ K_1 замкнули и подождали достаточно длительное время, чтобы конденсаторы зарядились. Затем замкнули ключ K_2 и с этого момента начали измерять количество теплоты, выделяющееся на резисторе. Какое количество теплоты Q выделится на резисторе за длительное время после замыкания ключа K_2?



Задача 16

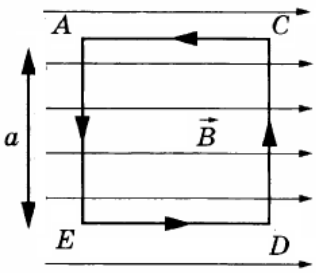


Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.

Задача 17

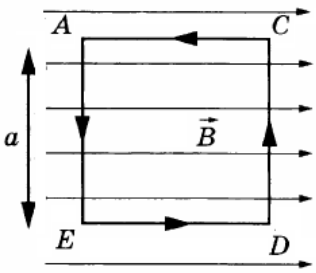
Плоская горизонтальная фигура площадью S = 0,1 м^2, ограниченная проводящим контуром сопротивлением 5 Ом, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось *OZ* медленно и равномерно возрастает от начального значения B_{1Z}= 0,7 Тл до конечного значения B_{2Z} = 4,7 Тл. Какой заряд за это время протекает по контуру?

Задача 18



На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит жёсткая рамка массой *m* из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата *ACDE* со стороной *a* (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции *B* которого перпендикулярен сторонам *AE* и *CD* и равен по модулю *B*. По рамке течёт ток *I* в направлении, указанном стрелками (см. рисунок). При какой минимальной величине *B* рамка начнёт поворачиваться вокруг стороны *CD*?

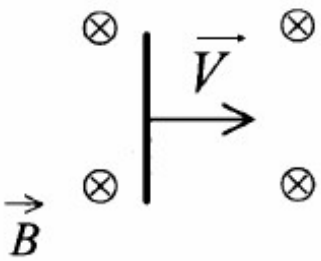
Задача 19



На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит жёсткая рамка массой *m* из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата *ACDE* со стороной *a* (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции *B* которого перпендикулярен сторонам *AE* и *CD* и равен по модулю *B*. По рамке течёт ток в направлении, указанном стрелками (см. рисунок). При какой минимальной силе тока рамка начнёт поворачиваться вокруг стороны *CD?*

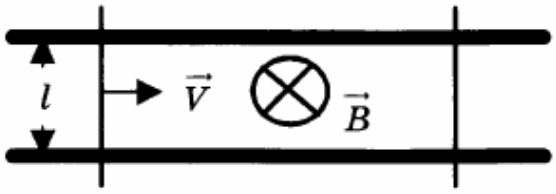
Задача 20

Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения. При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении 8 м/с^2 он переместился на 1 м. Какова индукция магнитного поля, в котором двигался проводник, если ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равна 2 В?



Задача 21

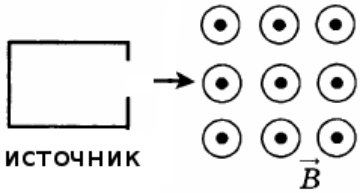
Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция B которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху).



На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью V_1, а правый - покоится. С какой скоростью V_2 надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник (сопротивлением рельсов пренебречь)?

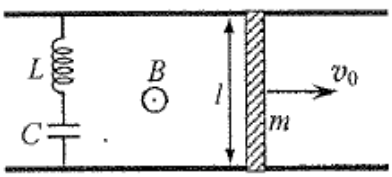
Задача 22

Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов U = 10 кВ и влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции $\vec{B}$. Радиус траектории движения иона в магнитном поле R = 0,2 м, отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q}$ = 5*10^{-7}кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебречь.



Задача 23

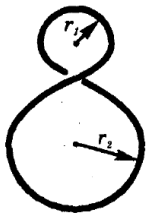
Первоначально покоящейся проводящей перемычке массы m и длины l ударом сообщили скорость V_0, и она начала без трения скользить по горизонтальным проводящим рельсам, концы которых соединены последовательно включенными катушкой индуктивностью L и первоначально разряженным конденсатором емкостью C. Система расположена в вертикальном магнитном поле с индукцией B. Пренебрегая сопротивлением перемычки и рельсов найдите максимальный ток в цепи I_{max}.



Задача 24

Кусок тонкой проволоки сопротивлением R свернули в замкнутое кольцо и поместили в однородное магнитное поле B_0, направленное перпендикулярно плоскости кольца. Магнитное поле уменьшают до нуля за время τ по закону: $B(t) = B_0 (1 - t^2/\tau^2)$. В момент времени $t = \tau/2$ кольцо разорвалось. Каков был радиус кольца r, если известно, что проволока выдерживает максимальное натяжение T_0? Влиянием магнитного поля индуцированного тока пренебречь.

Задача 25



Виток провода изогнут в виде перекрученной восьмерки (см. рисунок) с радиусами верхней и нижней частей $r_1=20мм$ и $r_2=60мм$. В течении $t=50$ мс однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости чертежа, возрастает от нуля до $B=50$ *Тл.* На какое напряжение должна быть рассчитана изоляция между проводами?

СТО

Встречаемые в школьном курсе физики задачи на специальную теорию относительности сами по себе не являются сложными. При решении используется небольшое число формул — релятивистский закон сложение скоростей, формулы преобразования массы, промежутков времени и расстояний, связь между массой и энергией, ряд других общеизвестных соотношений. Следует обращать внимание на мельчайшие подробности в условиях таких задач, так как часто там встречается какой-нибудь подвох.

Пример решения задачи

Условие: С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его масса увеличилась на 200%?

Решение: При увеличении массы на 200% релятивистская масса будет в три раза больше массы покоя $m=3m_0$, отсюда

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}},$$

$$v=c\sqrt{1-\frac{m_0^2}{m^2}}=c\sqrt{1-\left(\frac{1}{3}\right)^2}=0{,}94\,c.$$

Задачи рекомендуемые для разбора на семинаре

Задача 1

В кабине космолёта движущегося со скоростью $v = 0,8c$ относительно Земли растёт бамбук со скоростью $u_0=10$ *см/сут*. Какова скорость роста бамбука относительно Земли, если ствол бамбука удлиняется в направлении, перпендикулярном вектору скорости аппарата?

Задача 2

Космический корабль, стартовав с Земли вышел в открытый космос, при этом темп хода часов космического корабля замедлился в 2 раза для земного наблюдателя. Чему будет равна площадь квадрата со стороной 1 м для этого же наблюдателя, если вектор скорости корабля параллелен одной из сторон квадрата.

Задача 3

Во сколько раз увеличивается время жизни нестабильной частицы, если она движется со скоростью, составляющей 99% скорости света?

Задача 4

Время жизни нестабильного мюона, входящего в состав космических лучей, измеренное земным наблюдателем, относительно которого мюон двигался со скоростью составляющей 95% скорости света в вакууме, оказалось равным 6,4 мкс. Определите время жизни мюона, покоящегося относительно наблюдателя?

Задача 5

С какой скоростью должно двигаться тело, чтобы для неподвижного наблюдателя его масса покоя была равна 3 кг, а релятивистская 5 кг?

Задача 6

Во сколько раз увеличивается масса частицы, которая движется со скоростью 0,8 с?

Задача 7

При какой скорости электрона его релятивистская масса больше массы покоя в 2 раза?

Задача 8

Куб, ребро которого 1 м, движется по отношению к земному наблюдателю со скоростью 0,75с. Вектор скорости перпендикулярен двум противолежащим граням куба. Определите объём куба относительно земного наблюдателя.

Задача 9

Звезда каждую секунду испускает излучение с суммарной энергией около 18* 10^{26} Дж. Определите на какую величину ежесекундно уменьшается масса

звезды.

Задача 10

При проведение опытов учёные обнаружили явление образования пар «электрон и позитрон». Чему равна минимальная суммарная энергия пар? Энергия покоя электрона равна 0,5 МэВ.

Оптика

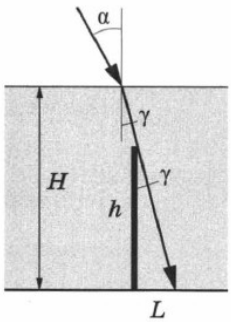
При решении задач из раздела геометрическая оптика в основном используются законы отражения, преломления и формула тонкой линзы. Основным ключом к успеху при решении таких задач является правильное построение хода луча в оптической системе.

При анализе задач физической оптики полезно помнить о волновых процессах ответственных за формирование интерференционных и дифракционных максимумов (минимумов).

Постоянно находящиеся в памяти схема установки для наблюдения фотоэффекта и схема уровней энергии электрона в атоме водорода могут значительно повысить эффективность решения задач квантовой физики.

Пример решения задачи

Условие: В горизонтальное дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. Высота сваи 1,5 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30^0 определите длину тени сваи на дне водоёма. Показатель преломления воды $n=\frac{4}{3}$.



Решение: Длина тени L на дне водоема равна

$$L=h*tg\gamma\,,$$

где h - высота сваи, γ — угол между сваей и скользящим по её вершине лучом света. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления,

$$\frac{sin\alpha}{sin\gamma}=n\,,\ sin\gamma=\frac{sin\alpha}{n}\,,\ tg\gamma=\frac{sin\gamma}{\sqrt{1-\sin^2\gamma}}=\frac{\sin\alpha}{n\sqrt{1-(\frac{\sin\alpha}{n})^2}}=\frac{\sin\alpha}{\sqrt{n^2-(\sin\alpha)^2}}\quad .$$

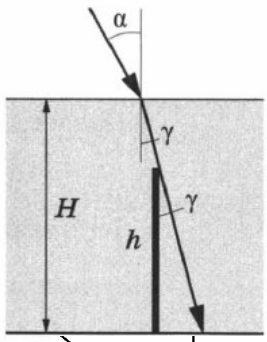
Следовательно высота сваи $L=\frac{h\sin\alpha}{\sqrt{n^2-(\sin\alpha)^2}}\approx 0{,}61\,м$.

Задачи рекомендуемые для разбора на семинаре

Задача 1

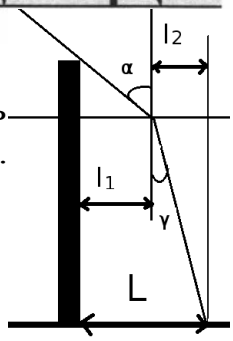
Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину. На границе раздела воздух – стекло луч испытывает преломление и частичное отражение. Угол между преломленным и отражённым лучами равен 105^0. Определите угол падения, если угол преломления составляет 25^0.

Задача 2



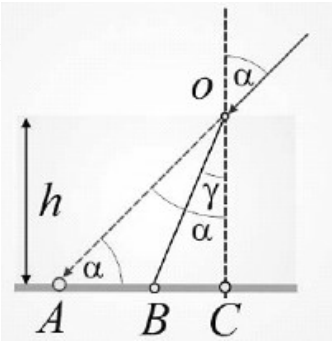
В горизонтальное дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30^0 свая отбрасывает на дно водоёма тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Показатель преломления воды $n=\frac{4}{3}$.

Задача 3



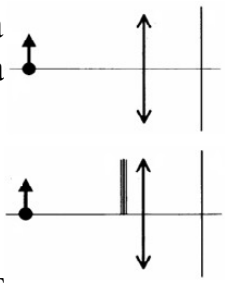
В горизонтальное дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая высотой 5 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30^0 определите длину тени сваи на дне водоёма. Показатель преломления воды $n=\frac{4}{3}$.

Задача 4



На дне ручья лежит камешек. Мальчик хочет попасть в него палкой. Прицеливаясь, он держит палку в воздухе под углом 45^0. На каком расстоянии от камешка воткнётся в дно ручья палка, если его глубина 32 см? Показатель преломления воды 4/3.

Задача 5



Тонкая линза даёт чёткое действительное изображение предмета на экране (см. рисунок). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть ширмой?

Задача 6

Расстояние от предмета до экрана 90 см. На каком расстоянии от предмета следует расположить линзу, оптическая сила которой 5 дптр, чтобы на экране получилось чёткое изображение предмета?

Задача 7

Собирающая линза с фокусным расстоянием 10 см формирует мнимое изображение на расстоянии 15 см от линзы. На каком расстоянии от этого изображения находится предмет?

Задача 8

Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резким считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d. Оцените предельный размер пятна, если при фокусном расстоянии объектива *F = 50мм* и диаметре входного отверстия *D = 5мм* резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более *d = 5м* от объектива.

Задача 9

Дифракционная решётка имеет 120 штрихов на 1 мм. Найдите длину волны монохроматического света, падающего на решётку, если первый максимум наблюдается по углом, синус которого 0,06.

Задача 10

Какой наибольший порядок спектра можно наблюдать с помощью дифракционной решётки, имеющей 500 штрихов на 1 мм, при освещение её светом с длиной волны 720 нм?

Задача 11

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = \frac{-13{,}6}{n^2}\,эВ$, где n=1, 2, 3, … При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэлектрона для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300\,нм$. Чему равна максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона ?

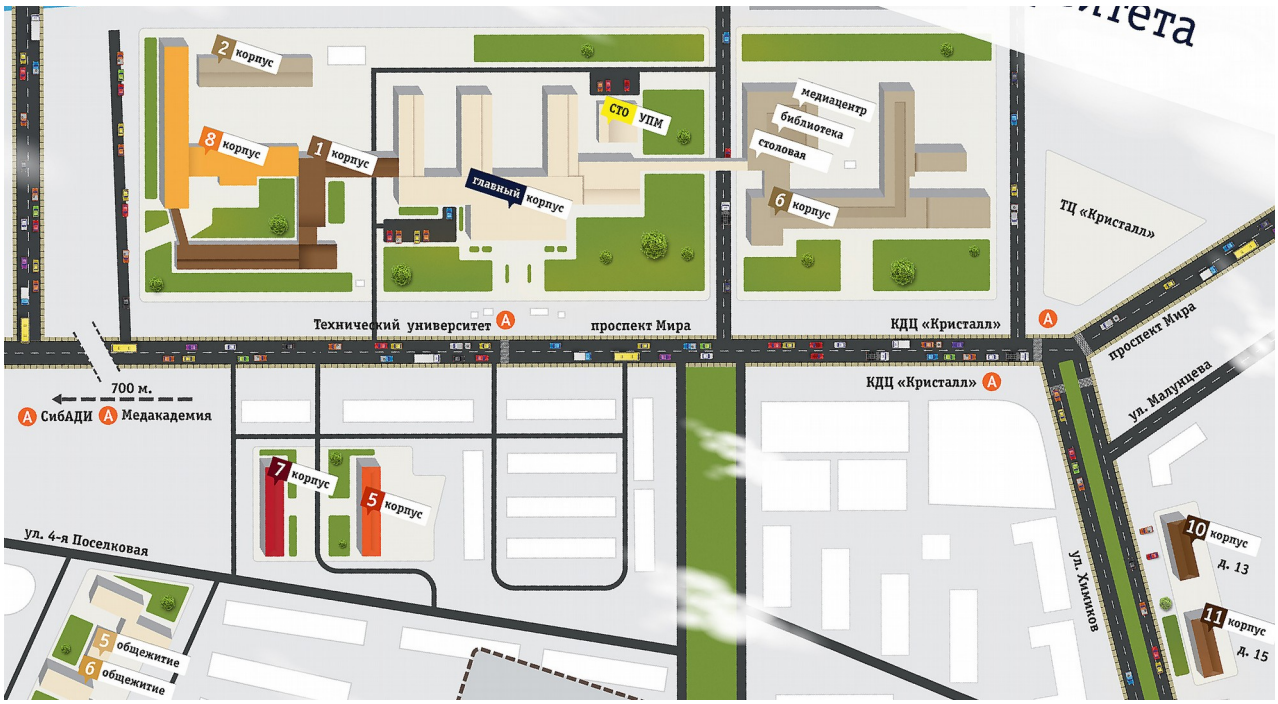
Задача 12

Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450\,нм$. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1{,}4\,В$. Определите длину волны λ.

Задача 13

Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = \frac{-13{,}6\ эВ}{n^2}$, где $n = 1, 2, 3, \ldots$. При переходе с верхнего уровня энергии на нижний атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на нижний атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с n = 1 образуют серию Лаймана; на уровень с n = 2 – серию Бальмера; на уровень с n = 3 – серию Пашена и т.д. Найдите отношение β минимальной частоты фотона в серии Бальмера к максимальной частоте фотона в серии Пашена.

Схема расположения корпусов ОмГТУ



Преподаватели проводящие семинар

Ласица Александр Михайлович, к.т.н., доцент кафедры «Физика» ОмГТУ, ответственный координатор семинара.
Тел: +7-923-671-15-16, 65-22-92.
E-mail: lasitsa@mail.ru

Данилов Сергей Валентинович, к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» ОмГТУ.

Калистратова Любовь Филипповна, к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» ОмГТУ.

Волкова Вера Константиновна, к.т.н., доцент кафедры «Физика» ОмГТУ.

Тихомиров Илья Викторович, к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» ОмГТУ.

Рогачев Евгений Анатольевич, к.т.н., доцент кафедры «Физика» ОмГТУ.

№ группы	Четверг 24.09				Пятница 25.09				Суббота 26.09			
	1 занятие	2 занятие	3 занятие	4 занятие	1 занятие	2 занятие	3 занятие	4 занятие	1 занятие	2 занятие	3 занятие	4 занятие
1 гр.	Лекция. Данилов. Г -312 9-40	Лекция. Данилов. Г -312 11-35	Обзорное занятие		Лекция. Калистратова. Г -332 9-40	Лекция. Калистратова. Г -332 11-35			Лабор-е занятие. Рогачев. 9-40 Г-310	Практич. Занятие Тихомиров. 11-35 Г-304	Практич. Занятие Волкова. 13-15 Г-304	Практич. Занятие* 15-10 Г-304
2 гр.			Обзорное занятие						Практич. Занятие. Данилов. 9-40 Г-309	Лабор-е занятие. Рогачев. 11-35 Г-310	Практич. Занятие Тихомиров. 13-15 Г-309	Практич. Занятие* 15-10 Г-309
3 гр.			Обзорное занятие						Практич. Занятие. Калистратова. 9-40 Г-301	Практич. Занятие Данилов. 11-35 Г-301	Лабор-е занятие. Рогачев. 13-15 Г-310	Практич. Занятие* 15-10 Г-301
4 гр.							Обзорное занятие		Практич. Занятие Волкова. 9-40 Г-332	Практич. Занятие. Калистратова 11-35 Г-332	Практич. Занятие Данилов. 13-15 Г-332	Практич. Занятие* 15-10 Г-332
5 гр.							Обзорное занятие		Практич. Занятие Тихомиров. 9-40 Г-312	Практич. Занятие Волкова. 11-35 Г-312	Практич. Занятие Калистратова. 13-15 Г-312	Практич. Занятие* 15-10 Г-312

№ группы	Воскресенье 27. 09					Понедельник 28.09		
	1 занятие	2 занятие	3 занятие	4 занятие	5 занятие	1 занятие	2 занятие	3 занятие
1 гр.	Практич. Занятие Калистратова. 9-40 6-311	Практич. Занятие Данилов. 11-35 6-311	Практич. Занятие. Рогачев. 13-15 6-311	Практич. Занятие* 15-10 6-311	Практич. Занятие* 16-50 6-311	Практич. Занятие Рогачев. 13-15 6-200а	Практич. занятие. Рогачев 15-10 6-200а	Круглый стол (подведение итогов семинара) 16-50 6-200
2 гр.	Практич. Занятие Волкова. 9-40 6-200	Практич. Занятие Калистратова. 11-35 6-200	Практич. Занятие. Данилов. 13-15 6-200	Практич. Занятие* 15-10 6-200	Практич. Занятие* 16-50 6-200	Практич. Занятие. Данилов. 13-15 6-311	Практич. занятие Данилов. 15-10 6-311	
3 гр.	Практич. Занятие Тихомиров. 9-40 6-200а	Практич. Занятие Волкова. 11-35 6-200а	Практич. Занятие Калистратова. 13-15 6-200а	Практич. Занятие* 15-10 6-200а	Практич. Занятие* 16-50 6-200а	Практич. Занятие. 13-15 6-211	Практич. занятие. 15-10 6-211	
4 гр.	Лабор-е занятие. Рогачев. 9-40 Г-310	Практич. Занятие Тихомиров. 11-35 Г-312	Практич. Занятие Волкова. 13-15 Г-312	Практич. Занятие* 15-10 Г-312	Практич. Занятие* 16-50 Г-312	Практич. Занятие. Волкова. 13-15 6-340	Практич. занятие. Волкова. 15-10 6-340	
5 гр.	Практич. Занятие Данилов. 9-40 Г-332	Лабор-е занятие. Рогачев. 11-35 Г-310	Практич. Занятие Тихомиров. 13-15 Г-332	Практич. Занятие* 15-10 Г-332	Практич. Занятие* 16-50 Г-332	Практич. Занятие. Тихомиров. 13-15 6-200	Практич. занятие. Тихомиров. 15-10 6-200	

644050, г. Омск, пр. Мира, 11; т. 65-22-92
ОмГТУ.