Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра прикладной и теоретической физики

Паспорт
расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Физика», 2 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны самостоятельно решить задачи индивидуального варианта по разделам дисциплины, изучаемым в семестре.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должен: провести анализ условий задачи, начертить чертеж (рисунок), сформулировать физические законы определяющих ситуацию, дать определения основных понятий, составить уравнения, решить их, произвести численные расчеты, используя правильно выбранную систему единиц. РГЗ оформляется в отдельной тетради.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если решены не все части РГЗ, или количество правильно решенных задач менее 50% , оценка составляет менее 10 баллов.
- Задача засчитывается **на пороговом** уровне, если студент дает определение основных понятий, называет базовые физические законы, оценка составляет 10 баллов.
- Задача засчитывается **на базовом уровне**, если студент формулирует основные гипотезы, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, оценка составляет 10-15 баллов.
- Задача засчитывается **на продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный анализ понятий, теорий, подходов, проводит комплексный анализ, решает задачу по известным алгоритмам, оценка составляет 15-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

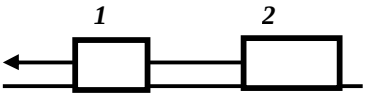
4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Механика. Вариант 1

1. Материальная точка прошла половину пути со скоростью V_0. На второй половине пути она половину времени двигалась со скоростью V_1, а последний участок пути прошла со скоростью V_2. Найти среднюю скорость движения точки.

2. Под каким углом к горизонту нужно бросить шарик, чтобы радиус кривизны его траектории в начальной точке был в восемь раз больше, чем в вершине траектории?

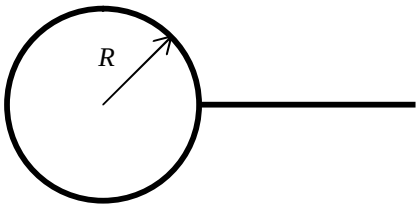
3. Два тела массами m_1 и m_2, связанные легкой и нерастяжимой нитью, лежат на горизонтальной плоскости. Коэффициенты трения равны μ_1 и μ_2 соответственно. Найти ускорение движения системы и силу натяжения нити, если к телу 1 приложена сила F, направленная вдоль поверхности. Изменится ли результат, если сила F приложена к телу 2 таким же образом?



4. Из духового ружья стреляют в спичечную коробку, лежащую на расстоянии *30 см* от края стола. Пуля массы *1 г*, летевшая горизонтально со скоростью *150 м/с*, пробивает коробку и вылетает из нее со скоростью *75 м/с*. Масса коробки *50 г*. При каком коэффициенте трения между коробкой и столом коробка упадет со стола?

5. Канат длиной L находится на гладкой горизонтальной плоскости так, что часть его длины h свободно свешивается. В некоторый момент канат отпускают. С какой скоростью он соскользнет с плоскости? Трением пренебречь.

6. Система состоит из тонкого кольца массы m, радиуса R и стержня массы m, длины l, прикрепленного к кольцу. Найти моменты инерции системы относительно оси, проходящей через свободный конец стержня и относительно оси, проходящей через центр кольца. Обе оси перпендикулярны плоскости кольца.



7. Свинцовый стержень массы *1 кг* и длиной *40 см* может вращаться около горизонтальной оси, проходящей через центр стержня. В конец стержня попадает пуля массы *9 г*, летевшая горизонтально со скоростью *200 м/с* и застревает в нем. Найти угловую скорость вращения стержня. Как изменится при ударе механическая энергия всей системы?

8. На какой высоте над полюсом Земли ускорение свободного падения $0{,}5g_0$ (g_0 - ускорение свободного падения на поверхности Земли).

9. Система K' движется с постоянной скоростью V_0 относительно системы K. Частица движется в системе K прямолинейно со скоростью V и ускорением a. Найти ускорение частицы в системе K'.

10. Частица массы m с кинетической энергией T налетает на покоящуюся частицу такой же массы. Удар неупругий. Найти массу и скорость составной частицы.

1. Два камня брошены одновременно из одной точки: один – вертикально вверх, другой под углом 60^0 к горизонту. Начальная скорость каждого камня *25 м/с*. Найти расстояние между камнями через две секунды после начала движения.

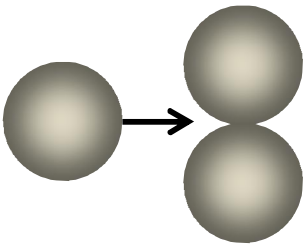
2. Кабина лифта, у которой расстояние от пола до потолка *2,7 м*, начала двигаться равноускоренно вверх с ускорением *1,2 м/с*^{2}. Через две секунды после начала движения с потолка лифта стал падать болт. Найти время падения болта на дно кабины.

3. За какое время тело спустится с вершины наклонной плоскости высотой *2 м* и углом наклона 45^0, если предельный угол, при котором тело находится на плоскости в покое, равен 30^0?

4. Частица двигается по некоторой траектории в плоскости *x0y* из точки *1* с радиусом – вектором $\vec{r}_1 = \vec{i} + 2\vec{j}$ (*м*) в точку *2* с $\vec{r}_2 = 2\vec{i} - 3\vec{j}$ (*м*) под действием силы $\vec{F} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$(*н*). Найти работу силы.

5. Самолет делает «мертвую петлю» радиуса *500 м* с постоянной скоростью *360 км/ч*. Масса летчика *70 кг*. Найти вес летчика в нижней, верхней и средней точках петли.

6. Плотность диска радиусом *R* и толщиной *d* линейно изменяется с расстоянием от оси *OO*, проходящей через центр диска перпендикулярно плоскости диска, от значения ρ_1 до $\rho_2 = 2\rho_1$. Найти момент инерции диска относительно этой оси и оси *O'O'*, проходящей через край диска параллельно *OO*.



7. На гладкой поверхности лежат, касаясь друг друга, два одинаковых шара радиусом *R* каждый. На них налетает такой же шар со скоростью υ. Соударение всех трех шаров происходит одновременно, удар абсолютно упругий. Найти скорости шаров после удара.

8. Период обращения Юпитера вокруг Солнца в *12* лет. Считая орбиту Юпитера круговой, найти радиус орбиты Юпитера. Радиус орбиты Земли 150 *млн. км*. Найти скорость движения Юпитера по орбите.

9. Плотность покоящегося тела ρ_0. Найти скорость системы отсчета относительно данного тела, в которой плотность тела $1{,}25\rho_0$.

10. Частица массы *m* движется вдоль оси *x* лабораторной системы отсчета по закону $x = \sqrt{b^2 + c^2t^2}$, где *c* – скорость света, *t* – время, *b* = *const*. Определить силу, действующую на частицу в этой системе отсчета.

Механика. Вариант 3

1. Тело брошено под углом α к горизонту. Найти этот угол, если дальность полета тела по горизонту в четыре раза больше максимальной высоты траектории.

2. Человек, стоящий на некоторой высоте над уровнем земли, бросает один мяч вертикально вверх с начальной скоростью V_0. Затем он бросает такой же мяч так, что он обладает такой же скоростью, но направленной вниз. Какой из мячей будет обладать большей скоростью в момент удара о землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

3. На поверхности озера плавает лодка массы M, длины L. На какое расстояние относительно берега переместится лодка, если человек перейдет с носа лодки на ее корму? Сопротивлением движения лодки в воде пренебречь.

4. Частица массы m , двигающаяся со скоростью V_0 сталкивается с покоящейся частицей массы M $(M > m)$ и после удара отклоняется от первоначального направления на угол α. Скорость первой частицы после удара υ. Найти скорость движения и направление движения второй частицы. Удар абсолютно упругий.

5. Однородный стержень длины l и массы m_1 подвешен на горизонтальной оси, проходящей через конец стержня. В нижний конец стержня попадает пластилиновый шарик массы m_2, летевший горизонтально. Какова должна быть скорость шарика, чтобы стержень совершил полный оборот вокруг своей оси. Удар абсолютно неупругий.

6. Груз, привязанный к легкому нерастяжимому шнуру, вращается в вертикальной плоскости. Масса груза *0,1 кг*. На сколько минимальная сила натяжения шнура меньше максимальной силы натяжения? Длина шнура *1 м*.

7. Определить момент инерции плоского кольца относительно оси, проходящей через центр кольца. Внешний радиус кольца R, внутренний радиус r.

8. Предположим, что маятниковые часы перенесены с Земли на Марс. Как изменится суточный ход часов? Масса Марса в 10 раз меньше массы Земли, а диаметр Марса вдвое меньше диаметра Земли.

9. В системе K происходит событие A, через время Δt в другой точке этой же системы происходит событие B. На каком расстоянии в системе K должны происходить эти события, чтобы в системе K' они были одновременны? Система K' движется со скоростью V_0 относительно системы K.

10. Покоящаяся частица с массой m распадается на две частицы с массами покоя m_1 и m_2. Найти кинетические энергии продуктов распада. Решить задачу на примере α - распада урана U^{238}: $U^{238} \rightarrow Th^{234} + He^4$. Найти кинетическую энергию α- частицы и дочернего ядра.

МКТ. Вариант 1.

1.Определить среднюю арифметическую скорость движения молекул следующих газов, входящих в состав воздуха: углекислого газа, кислорода, азота, аргона. Воздух

находится при нормальных условиях.

2.Определить среднюю кинетическую энергию одной молекулы водяного пара при температуре *T = 227 C*.

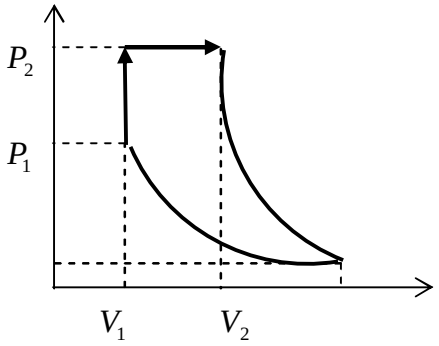
3. При адиабатическом расширении газа его объем изменился от V_1 до V_2. Сравнить отношение давлений $\frac{P_2}{P_1}$, если газ двухатомный и одноатомный.

4.Определить работу изотермического и адиабатического сжатия *7 г* азота если давление газа изменяется в 50 раз. Начальная температура газа *T = 27 C*.

5.Один киломоль газа, находящегося при температуре *T = 300 K* охлаждается изохорически, вследствие чего его давление уменьшается в 2 раза. Затем газ изобарически расширяется так, что в конечном состоянии его температура равна первоначальной. Вычислить: *а)* количество тепла, поглощенного газом; *б)* работу, совершенную газом; *в)* изменение внутренней энергии газа. Изобразить процесс графически.

6.Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от нагревателя теплоту $Q = 4{,}38 кДж$ и совершил работу *A = 2,4 кДж*. Определить температуру нагревателя, если температура охладителя $T_2 = 0\ C$.

7.Замкнутый цикл состоит из адиабатического, изотермического, изохорического и изобарического процессов. Известны параметры цикла: $P_1 = 0{,}8 МПа; P_2 = 1{,}2 МПа; V_1 = 4 л; V_2 = 6 л.$



Определить КПД цикла. Сравнить с КПД цикла Карно, работающего в таком же диапазоне температур.

8.Во сколько раз нужно изотермически увеличить объем идеального газа в количестве *4 моля*, чтобы его энтропия испытала приращение на *ΔS = 23 Дж/К*?

МКТ. Вариант 2.

1.На какой высоте давление воздуха составляет 60% от давления на уровне моря? Температура воздуха не зависит от высоты *T = 10 C*.

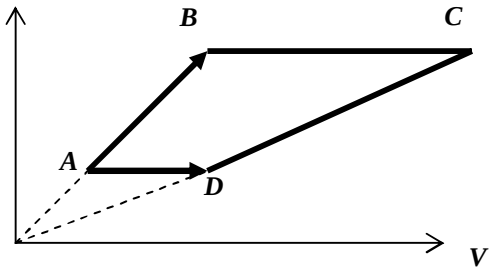
2.Найти молярные и удельные теплоемкости смеси газов, состоящей из *2,5 г* кислорода и *1 г* азота.

3.Водород массой *m = 40 г,* имевший температуру $T_1 = 300K$, адиабатически расширялся, увеличив свой объем в $n_1 = 3$ раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в $n_2 = 2$ раза. Определить полную работу, совершенную газом, и

конечную температуру газа.

4.Газ, расширяясь, переходит из одного и того же состояния с объемом V_1 до объема V_2 тремя способами: *а)* адиабатически; *б)* изобарически; *в)* изотермически. В каком процессе газ совершает наименьшую работу?

5.Сравнить работы расширения газа в процессах *ABC* и *ADC*, представленных графиками на рисунке.



6.Водород совершает цикл Карно. Найти КПД цикла, если при адиабатическом расширении: *а)* объем газа увеличивается в 2 раза; *б)* давление уменьшается в 2 раза.

7.Кислород совершает замкнутый цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Найти КПД цикла, если температура газа возрастает в *n* раз как при изохорическом нагревании, так и при изобарическом расширении.

8.Найти изменение энтропии ΔS для *5 г* водорода, изотермически расширившегося от объема *10 л* до объема *25 л*.

МКТ. Вариант 3.

1.Во сколько раз должен расшириться адиабатически кислород, чтобы средняя квадратичная скорость молекул газа уменьшилась в $n = 1{,}5$ раза?

2.К водороду, находящемуся в закрытом сосуде, подводится теплота. Как изменится количество тепла, необходимое для увеличения давления газа на ΔP, если перейти к столь низким температурам, что вращательные степени свободы молекул «вымерзнут»? Газ, при этом, остается идеальным.

3.Смесь газов состоит из гелия массой *5 г* и водорода массой *2 г*. Найти постоянную адиабаты для этой смеси газов.

4.Водород, находящийся в закрытом сосуде, объемом $V = 5$ *л*, охладили на $\Delta T = 55$ *С*. Найти изменение внутренней энергии газа и количество отданного им тепла.

5.Идеальный газ совершает цикл, состоящий из изобары, адиабаты и изотермы, причем изотермический процесс происходит при *максимальной* температуре. Найти КПД цикла, если температура газа в пределах цикла изменяется в *n* раз. Изобразить цикл графически.

6.Тепловая машина Карно, имеющая КПД $\eta = 0{,}4$, начинает использоваться при тех же тепловых резервуарах как холодильная машина. Сколько тепла эта машина может перевести от холодильника к нагревателю за один цикл, если в каждом цикле совершается

работа $A = 10$ *кДж*?

7.Работа расширения некоторого двухатомного идеального газа составляет $A = 2$ *кДж*. Определить количество подведенной к газу теплоты, если процесс расширения происходит: *а)* изотермически; *б)* изобарически.

8.Определить изменение энтропии при изотермическом расширении азота массой $m = 10г$, если давление газа при этом уменьшается от $P_1 = 0{,}1МПа$ до $P_2 = 50кПа$.

Электростатика. Вариант 1.

1. Диполь с электрическим моментом 0,12 нКл·м образован двумя точечными зарядами Q = ±1,0 нКл. Найти напряженность $\vec{E}$ и потенциал φ электростатического поля в точке, находящейся на расстоянии 80 мм от центра диполя в направлении, перпендикулярном оси диполя.
2. Определить работу, которую нужно затратить, чтобы увеличить на *0,2 мм* расстояние между пластинами плоского конденсатора, заряженными зарядами величиной *0,2 мкКл*. Площадь каждой пластины *400 см*^{2}. В зазоре между пластинами - керосин.
3. Две концентрические металлические сферы радиусами $R_1 = 6{,}0$ *см* и $R_2 = 15$ *см* несут соответственно заряды $+8{,}85\cdot10^{-12}$ *Кл* и $-8{,}85\cdot10^{-12}$ *Кл*. Найти напряженность поля в точках, отстоящих от центра сферы на расстояниях: 1) $r_1 = 5{,}0$ *см*, 2) $r_2 = 10$ *см*, 3) $r_3 = 25$ *см*. Качественно изобразить изменение потенциала внутри сфер и за их пределами.
4. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = -2$ *нКл/м*^{2} и $\sigma_2 = +5$ *нКл/м*^{2}. Расстояние между пластинами *0,8 см*. Определить напряженность и потенциал электростатического поля. Построить график их изменения вдоль линии перпендикулярной пластинам.
5. Между пластинами плоского конденсатора находится плотно прилегающая стеклянная пластина ($\varepsilon = 7$). Конденсатор заряжен до разности потенциалов *100 В*. Какова будет разность потенциалов, если вытащить стеклянную пластину из конденсатора?
6. В вершинах равностороннего треугольника со стороной *a* закреплены три одинаковых шарика массы *m* и зарядом *q* каждый. Какую максимальную скорость приобретет каждый из шариков, если им предоставить возможность двигаться свободно?
7. Потенциал поля на оси кольца радиусом *R*, равномерно заряженного с линейной плотностью *τ*, имеет вид $\varphi = \dfrac{\tau R}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2 + x^2}}$, где *x*- расстояние от плоскости кольца до заданной точки. Найти величину и направление вектора напряженности электростатического поля на оси кольца.
8. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков: стекла ($\varepsilon = 7$) толщиной 5 *мм* и парафина ($\varepsilon = 2$) толщиной 2 *мм*. Разность потенциалов между обкладками конденсатора 4 *кВ*. Определить напряженность поля и разность потенциалов в каждом слое.

Электростатика. Вариант 2.

1. Заряды $q_1 = 10$ *мкКл* и $q_2 = -10$ *мкКл* находятся на расстоянии *10 см* друг от друга. Определить напряженность и потенциал электрического поля в точке, удаленной на расстояние *10 см* от первого заряда и лежащей на линии, проходящей через первый заряд перпендикулярно направлению от q_1 к q_2.

2. Предположим, что два протона в ядре гелия расположены на расстоянии $1{,}5\cdot10^{-15}$ *м* друг от друга. Вычислите: а) электростатическую силу, действующую между ними; б) работу, которую нужно совершить, чтобы сблизить протоны на указанное расстояние.
3. Расстояние между двумя длинными тонкими проволоками, расположенными параллельно друг другу, равно *16 см*. Проволоки равномерно заряжены разноименными зарядами с линейной плотностью $|\tau|$ = 150 мкКл/м. Найти напряженность электрического поля в точке, удаленной на расстояние *10 см*, как от первой, так и от второй проволоки.
4. Три плоскопараллельных пластины, расположенные на малом расстоянии друг от друга, заряжены с поверхностной плотностью $5\cdot10^{-8}$ *Кл/м*^{2} каждая. Найти напряженность поля в точках, лежащих между пластинами и с внешней стороны. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния, выбрав за начало отсчета положение первой пластины.
5. Определить электрическую емкость плоского конденсатора с двумя слоями диэлектриков: фарфора, толщиной *2 мм* (ε_1 = 5), и эбонита *1,5 мм* (ε_2 = 3), если площадь каждой из пластин равна *100 см*^{2}, а расстояние между пластинами *3,5 мм*.
6. Два металлических шарика радиусами R_1 = 5 см и R_2 = 10 см имеют заряды q_1 = *40 нКл* и q_2 = *-20 нКл*, соответственно. Найти энергию, которая выделится при разряде, если шары соединить проводником.
7. Объемный заряд с плотностью ρ = *2 нКл/м*^{3} равномерно распределен между двумя концентрическими сферическими поверхностями, причем радиус внутренней поверхности R_1 = *10 см*, наружной R_2 = *30 см*. Найти напряженность электрического поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях: *5 см*; *20 см*; *40 см*.
8. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком, диэлектрическая проницаемость которого линейно изменяется от значения ε_1 у одной пластины до значения $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$ у другой. Расстояние между пластинами *d*, площадь каждой из них равна *S*. Найти емкость конденсатора.

Электростатика. Вариант 3.

1. По тонкому кольцу *10 см* равномерно распределен заряд с линейной плотностью τ = *10 нКл/м*. Определить напряженность электрического в точке, лежащей на оси кольца на расстоянии *12 см* от центра.
2. Тонкий стержень согнут в кольцо радиуса *10 см* и заряжен с линейной плотностью τ = *300 нКл/м*. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд *50 нКл* из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии *20 см* его центра?
3. На поверхности металлической пластины распределен заряд с поверхностной плотностью *150 нКл*. Пользуясь теоремой Гаусса, определить напряженность электрического поля снаружи пластины вблизи ее поверхности.
4. Электрическое поле создано бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями σ_1 = *10 нКл/м*^{2} и σ_2= *3 нКл/м*^{2}. Расстояние между пластинами *6 мм*. Определить напряженность и потенциал электрического поля. Построить график их изменения вдоль линии, перпендикулярной пластинам. Как изменятся графики, если расстояние между пластинами увеличить в два раза?
5. Электроемкость плоского конденсатора равна *111 пФ*. Диэлектрик –фарфор (ε = 5). Конденсатор зарядили до разности потенциалов *600 В* и отключили от источника напряжения. Какую работу нужно совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора? Трением пренебречь.
6. Пластины плоского конденсатора площадью $S=10^{-2}$ *м*^{2} каждая притягиваются силой $1{,}2\cdot10^{-2}$ *Н*. Пространство между пластинами заполнено диэлектриком с диэлектрической

проницаемостью $\varepsilon = 2$. Определить модуль вектора электрического смещения D внутри конденсатора и заряд каждой из пластин.

7. Капля массой $m=5,6 \cdot 10^{-9} г$ поднимается вертикально вверх между пластинами горизонтально расположенного конденсатора с ускорением $a = 1.2 м/с^2$. Найти поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора, если заряд капли равен 10 зарядам электрона.

8. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику ЭДС. Внутрь одного из них вносят диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ε, заполняющей все пространство между обкладками. Как изменится напряженность электрического поля в этом конденсаторе?