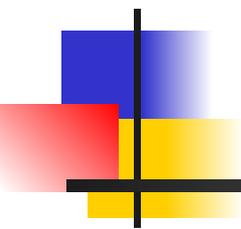


Алгоритмы решения задач

Физика



Морозова Любовь Михайловна
МОУ «Киришский лицей»
г.Кириши



«Знать физику –означает уметь решать задачи»

Энрико Ферми

«Умение решать задачи есть искусство,
приобретающееся практикой...»

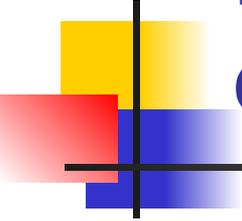
Дьердь Пойа

Общая схема решения задачи

- Установить в общих чертах условия задачи.
- Сделать краткую запись условий.
- Сделать чертеж, схему, рисунок, поясняющие описанный в задаче процесс.
- Написать уравнение или систему уравнений, отображающих данный процесс.
- Если равенства векторные, то им сопоставить скалярные равенства.
- Используя условия задачи и чертеж, преобразовать исходные равенства так, чтобы в конечном виде в них входили лишь упомянутые в условии задачи величины и табличные значения.
- В случае необходимости исследовать полученные решения.
- Все величины перевести в СИ.
- Произвести вычисления.

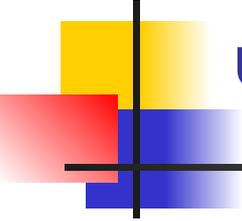
Структура процесса решения задач по разделу «Кинематика»

- Прочитать задачу, выделить описанный в ней вид движения тел.
- Кратко записать условие и требование задачи, изобразить графически параметры заданных движений.
- Записать уравнение движения в векторной форме для каждого тела.
- Выбрать тело отсчета и направление осей (систему отсчета);
- а) в прямолинейном движении – положительное направление оси в направлении скорости.
- б) во вращательном движении – по направлению ускорения.
- Дополнить чертеж указанием заданных координат
- Записать уравнения в проекциях на выбранные оси, объединив их в систему.
- Решить полученную систему уравнений в общем виде
- Проверить правильность найденного решения путем операций с единицами величин.
- Подставить в решение общего вида значения величин и произвести вычисления.
- Определить способ проверки или анализа полученного результата.
- Осуществить проверку, сформулировать ответ.



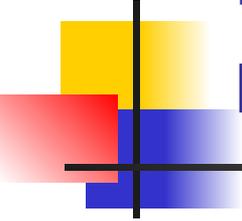
Решение задач на правило сложения скоростей

- Выполните рисунок.
- Выберите неподвижную и подвижную систему координат.
- Запишите закон сложения скоростей в векторной форме
- Проидентифицируйте скорости в соответствии с условием задачи.
- Нарисуйте треугольник скоростей.
- Произведите требуемые расчеты.



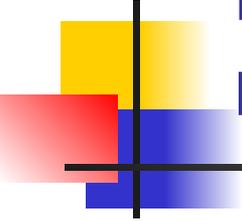
Чтение графиков

- Определить : график какой величины дан.
- Определить характер движения тела по виду графика, направление движения тела.
- Определить характеристики движения по графику.
- Записать кинематические уравнения.



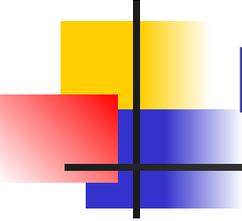
Решение задач на движение с постоянным ускорением

- Сделайте рисунок.
- Выберите систему координат и начало отсчета времени.
- Для выбранной системы координат запишите кинематические уравнения движения в координатной форме.
- Запишите уравнения скорости в проекциях на оси координат.
- Введите в уравнения данные условия задачи, при этом возможно повторное использование уравнений для различных участков траектории.
- Дополните систему уравнений соотношениями, указанными в условии.
- Решите систему уравнений.



Правила записи уравнения кинематической связи

- Представьте на рисунке (или мысленно) два положения систем в последовательные моменты времени.
- Сравните перемещения тел системы.
- По соотношению перемещений определите соотношение скоростей или ускорений.



Решение задач на встречу двух тел

- Выберите систему координат и начало отсчета времени
- Запишите закон движения первого тела в выбранной системе координат
- Запишите закон движения второго тела в выбранной системе координат
- Запишите условия встречи (в момент встречи тела имеют одинаковые координаты)
- Решите систему уравнений



Структура процесса решения задач по разделу «Динамика»

- Прочитать задачу, выделить ее объект.
- Кратко записать условие и требование задачи.
- Выделить взаимодействующие тела, выбрать систему отсчета.
- На рисунке показать все действующие силы на каждое тело.*
- Записать уравнение движения для каждого тела в векторной форме.
- Выбрать направление координатных осей.
- Записать уравнения движения в проекциях на выбранные оси, проверить их достаточность для установления соотношения между требованиями и условиями задачи и объединить их в систему.
- Решить систему уравнений в общем виде
- Проверить правильность решения задачи действиями с единицами физических величин.
- Произвести вычисления.
- Определить способ проверки или анализа полученного результата.
- Осуществить проверку, сформулировать ответ.



Решение задач с использованием второго закона Ньютона

- Выполните рисунок
- Представьте все силы, действующие на тело
- Запишите второй закон Ньютона:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

- Выберите систему координат.
- Запишите второй закон Ньютона в проекциях на оси координат
- Запишите второй закон Ньютона через модули векторов с учетом знаков проекций векторов на оси координат



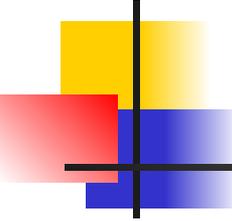
ВНИМАНИЕ

- При поступательном движении можно рассматривать движение только одной точки- центра масс. Следует считать, что в центре масс сосредоточена вся масса тела и к нему приложена равнодействующая всех сил, действующих на тело.
- Направление ускорения всегда совпадает с направлением результирующей силы.
- Чтобы не забыть какую-нибудь силу, перечислите все объекты, с которыми взаимодействует тело, определите характер этих взаимодействий.
- Чтобы не нарисовать «лишнюю» силу, определите тело, со стороны которого приложена сила.
Если нет тела, значит, нет и силы.



Решение задач по динамике, если механическая система состоит из двух и более тел.

- Воспользуйтесь вторым законом Ньютона для каждого из тел системы.
- Составьте уравнения кинематических связей.
- Решите полученную систему уравнений.

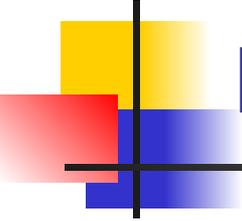


Решение задач по статике

- Сделать чертеж и указать все силы, действующие на тело, которое находится в равновесии.
- Выбрать прямоугольную систему координат, найти суммы проекций всех сил, действующих на тело на оси Ox и Oy и приравнять эти суммы нулю.
- Найти сумму моментов сил относительно оси вращения и приравнять эту сумму нулю.

(Это уравнение для моментов сил можно составлять не только относительно оси вращения, явно указанной в задаче, но и относительно любой оси, проходящей через произвольно выбранную точку перпендикулярно к плоскости, в которой лежат все силы.)

- Решить полученную систему уравнений относительно искомой величины.



Внимание

При решении задач помните:

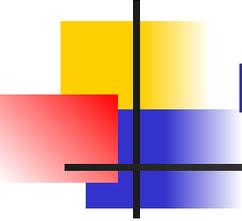
- Выполняя рисунок нужно начинать вектор силы точно в месте приложения силы, иначе можно не правильно определить ее плечо.
- МОМЕНТ СИЛЫ, ВРАЩАЮЩИЙ ТЕЛО ОТНОСИТЕЛЬНО ОСИ ПО ЧАСОВОЙ СТРЕЛКЕ, ЯВЛЯЕТСЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ, А ПРОТИВ ЧАСОВОЙ- ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ.
- Правильно определите плечи сил, для этого необходимо опустить перпендикуляр от оси вращения на направление действия силы
- Выбор точки, относительно которой составляется уравнение моментов, произволен. Удачный выбор упрощает решение.
- Если нужно избавиться в уравнении от какой-либо силы, то нужно выбрать точку на линии действия силы, тогда ее плечо, а значит, и момент, будут равны нулю.



Решение задач на нахождение центра тяжести

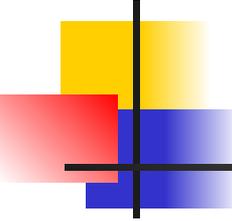
сводится в основном к составлению уравнения для моментов сил.

Если в центре тяжести приложить силу, направленную вертикально вверх и равную по модулю силе тяжести, то тело будет находиться в равновесии и, следовательно, сумма моментов сил относительно оси, проходящей через центр тяжести (или через любую другую точку), будет равна нулю.



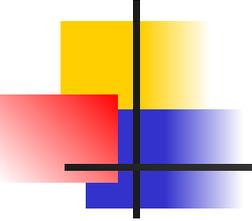
Структура процесса решения задач на законы сохранения

- Прочитать задачу, выделить взаимодействующие тела.
- Кратко записать условие и требование задачи.
- Выявить группу тел, составляющих замкнутую систему.
- Записать закон сохранения для заданной ситуации.
- Сделать чертеж, выбрать систему отсчета..
- Записать закон сохранения импульса в проекциях на выбранную ось.
- Записать (при необходимости) дополнительные формулы из кинематики и динамики.
- Решить полученное уравнение в общем виде.
- Проверить решение задачи действиями с наименованиями.
- Произвести вычисления.
- результата.
- Выяснить смысл полученного решения, оценить значение.



Решение задач на применение закона сохранения импульса

- Выясните возможность применения закона.
- Четко определите, какие тела включены в рассматриваемую систему.
- Выберите моменты времени до и после взаимодействия тел системы.
- Убедитесь, что система остается замкнутой в течении этого промежутка времени
- Сделайте схематический чертеж и изобразите на нем векторы скоростей до и после взаимодействия.
- Определите импульс системы в каждый момент времени.
- Запишите закон сохранения импульса в векторной форме.
- Запишите закон сохранения импульса в проекциях на оси координат.
- Если число неизвестных больше составленных уравнений, то нужно добавить к ним уравнения, связывающие кинематические величины.
- Решить полученную систему уравнений относительно искомой величины.

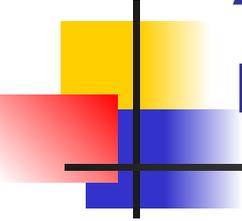


Внимание

Закон сохранения импульса можно применять в следующих случаях:

- 1) система тел замкнута, т.е. на тела этой системы не действуют внешние силы
- 2) на тела действуют внешние силы, но их векторная сумма равна нулю
- 3) система не замкнута, но сумма проекций всех внешних сил на какую-либо координатную ось равна нулю, тогда остается постоянной и сумма проекций импульсов всех тел системы на эту ось
- 4) время взаимодействия мало, в и рассматривать систему как замкнутую, в этом случае импульсом внешних сил можно пренебречь

- В виду огромной массы Земли по сравнению с массой тела изменение ее импульса не учитывается



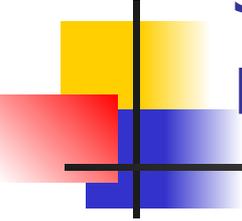
Алгоритм расчета работы переменной силы:

- Исходя из условий задачи найти зависимость силы от величины перемещения тела.
- Построить график зависимости силы от величины перемещения.
- Найти работу силы по площади фигуры, ограниченной графиком и осями координат.



Решение задач на применение теоремы о кинетической энергии

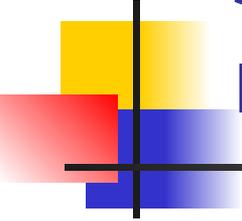
- Выберите два удобных для расчета положения тела.
- Нарисуйте все силы, действующие на тело при переходе из положения 1 в положение 2.
- Сосчитайте работу каждой силы A при переходе тела из положения 1 в положение 2.
- Определите кинетическую энергию тела в положениях 1 и 2
- Составьте уравнения теоремы о кинетической энергии:



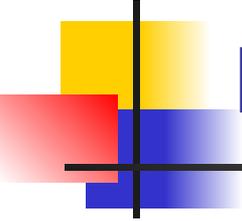
Алгоритм нахождения кинетической энергии твердого тела при произвольном движении:

- Разбейте тело на элементарные массы.
- Найдите энергию каждой элементарной массы.
- Найдите полную кинетическую энергию тела суммированием всех энергий элементарных масс.

Решение задач на применение закона сохранения полной механической энергии



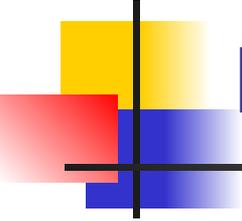
- Четко определите тела, которые включены в рассматриваемую систему.
- Выделите состояния 1 и 2 системы, удобные для рассмотрения.
- Нарисуйте все силы, действующие на тела системы.
- Убедитесь, что при переходе из состояния 1 в состояние 2 на тела не действуют внешние (диссипативные) силы.
- Запишите выражение для полной механической энергии системы в состоянии 1, а затем в состоянии 2.
- Составьте уравнение закона полной механической энергии.
- Если число неизвестных больше составленных уравнений, то нужно добавить к ним уравнения, связывающие кинематические величины.
- Решить систему уравнений относительно искомой величины.



Внимание

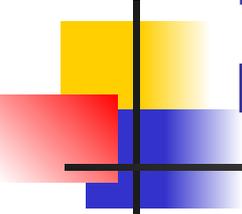
Полная механическая энергия системы остается постоянной в следующих случаях:

- 1) система замкнута и ее тела взаимодействуют между собой силами тяготения и упругости (консервативными силами)
- 2) система не замкнута, но алгебраическая сумма работ всех внешних сил, действующих на тела данной системы, равна нулю.



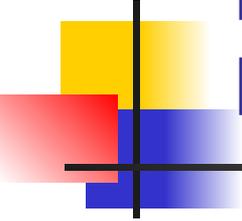
Внимание

- Значение кинетической энергии не может быть отрицательным, т. к. не зависит от направления движения. Кинетические энергии суммируются арифметически.
- Значение потенциальной энергии может быть положительным и отрицательным (в зависимости от выбора уровня отсчета энергии)
- Уровень, где потенциальная энергия равна нулю принято считать нулевым. Его удобно выбирать по самому нижнему положению, которое занимает тело.



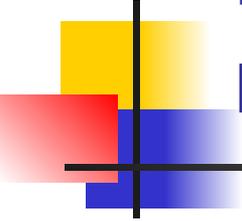
Решение задач на гармонические колебания

- Изобразите на рисунке тело, смещенное из положения равновесия.
- Нарисуйте все силы, действующие на тело.
- Выберите ось X в направлении смещения и поместите 0 в положение равновесия.
- Найдите проекцию результирующей силы на ось X .
- Если проекция результирующей силы окажется пропорциональной смещению тела и будет иметь противоположный знак, то значит, тело совершает гармонические колебания
- Найдите коэффициент пропорциональности и затем найдите циклическую частоту.
- По циклической частоте найдите период колебаний



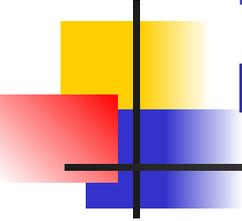
Решение задач на применение уравнения Менделеева -Клапейрона

- Обозначьте параметры каждого состояния соответственно 1 и 2.
- Запишите уравнение Менделеева –Клапейрона для каждого состояния, учитывая дополнительные условия.
- Решите систему уравнений относительно искомой величины.



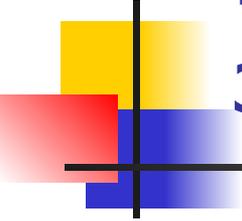
Решение задач на применение первого закона термодинамики

- Проанализируйте условие задачи, установите, что является причиной изменения внутренней энергии тела (системы).
- Запишите закон сохранения и превращения энергии для данного теплового процесса.
- В тех задачах, где задается КПД, поставьте его сомножителем перед отданной энергией.
- При необходимости воспользуйтесь дополнительными формулами.
- Решите полученное уравнение относительно искомой величины.



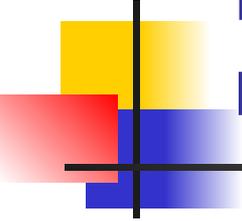
Решение задач на определение влажности воздуха

- Найдите по таблице «Давление насыщающих паров» давление или плотность насыщающего пара при данной температуре.
- Запишите формулу относительной влажности воздуха.
- Запишите при необходимости дополнительные формулы.
Если заданы плотность и температура (или давление и температура), то давление (плотность) выразите из уравнения Менделеева –Клапейрона.
- Произведите расчет и проанализируйте ответ.



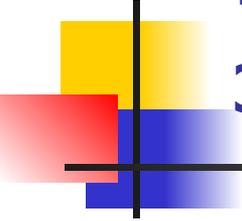
Решение задач на взаимодействие заряженных частиц

- Сделайте чертеж с указанием сил, действующих на заряженную частицу.
- Записать условие равновесия. Выразить кулоновскую и другие действующие силы.
- Осуществить перевод векторной записи равновесия в запись в проекциях на выбранные оси. Результатом таких преобразований является система уравнений.
- Решить полученную систему уравнений
- Произвести вычисления.



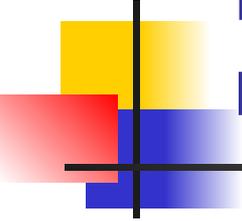
Решение задач на расчет напряженности и потенциала электрического поля

- Выполните чертеж. Поместите в искомую точку поля положительный заряд и определите направление векторов напряженности, созданных отдельными зарядами.
- Используя принцип суперпозиции, определите результирующий вектор напряженности.
- Выразите напряженность через величину заряда и расстояние.
- Решите уравнения и определите искомую величину.
- Потенциал электрического поля, создаваемого в данной точке несколькими зарядами равен алгебраической сумме потенциалов полей, создаваемых в этой точке каждым зарядом в отдельности.
- Помните, что знак перед потенциалом зависит от знака заряда, создающего поле.



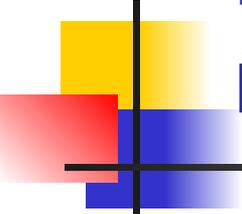
Решение задач на расчет электрических цепей

- Начертите схему.
- Установите вид соединений проводников.
- При необходимости заданную схему начертите несколько иначе, чтобы вид соединения был более очевиден.
- В схемах, где есть комбинация последовательно и параллельно включенных проводников, группу сопротивлений замените эквивалентным.
- Используя закон Ома и законы соединения проводников, определите искомую величину.



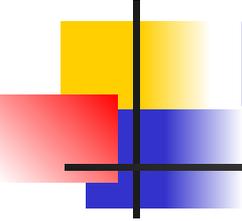
Решение задач на расчет работы и мощности электрического тока

- Установите, в какие виды энергии превращается электрическая энергия.
- Запишите уравнение закона сохранения и превращения энергии. Обратите внимание на выбор исходной формулы работы электрического тока (это облегчит решение задач).
- Запишите дополнительные формулы.
- Решите уравнение относительно искомой величины.
- Проанализируйте результат и сформулируйте ответ.



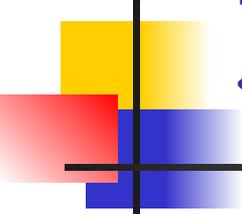
Решение задач на применение правил Кирхгофа

- Произвольно обозначить на схеме стрелками направление токов во всех участках цепи.
- Произвольно выбрать направление обхода контуров (по часовой стрелке или против)
- На основании первого и второго правил Кирхгофа составить систему уравнений, соблюдая при этом правило знаков:
 - 1) при составлении уравнений на применение первого закона силы токов, входящих в узел считаются положительными, выходящие – отрицательными
 - 2) при составлении уравнений на применение второго закона падение напряжения берется со знаком «+», если направление тока на данном участке совпадает с направлением обхода контура, и со знаком «-», если не совпадает
 - 3) ЭДС берется со знаком «+», если при обходе контура приходится идти внутри источника от отрицательного полюса к положительному, в противном случае – со знаком «-»
- Контуров надо выбирать каждый раз так, чтобы они содержали хотя бы одну цепь, не входящую в уже использованные контуры
- В полученные уравнения подставить числовые значения всех известных величин и решить систему уравнений



Внимание

- Если при решении значения некоторых сил токов получаться со знаком «-», то это указывает на то, что действительными направления этих токов противоположны тем направлениям, которые произвольно были указаны на схеме

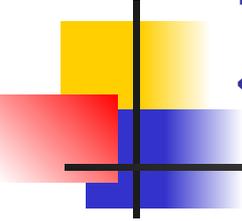


Решение задач по теме «Сила Ампера»

- Выделить контур с током, направление вектора индукции магнитного поля и величину угла между вектором магнитной индукции и направлением тока.
- По правилу левой руки определить направление силы, действующей на проводник стоком.
- Записать систему уравнений:
$$F = B I \Delta l \sin \alpha$$
$$B = \mu I / S$$

$$\Sigma \vec{F} = 0 \quad \text{или} \quad \Sigma M = 0$$

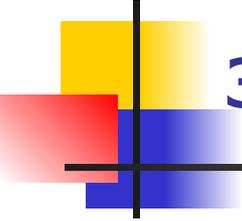
(при условии равновесия проводника или контура).
- Решить полученную систему в в общем виде. Осуществить вычисления.



Решение задач по теме «Сила Лоренца»

- Определить направление векторов индукции магнитного поля и напряженности электрического поля.
- Определить угол между векторами магнитной индукции и скорости частицы, найти при этом проекцию вектора магнитной индукции на нормаль к вектору скорости частицы.
- Определить действующие на заряженную частицу силы и характер ее движения.
- Определить траекторию движения заряженной частицы.
- Записать уравнения, описывающие движение заряженной частицы:
$$F = |q| v B \sin \alpha$$
$$F = mv^2 / 2$$

- Решить систему уравнений в общем виде.
- Осуществить вычисления.

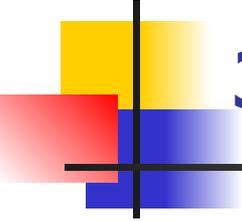


Решение задач на применение закона отражения света:

- Сделайте рисунок, иллюстрирующий содержание задачи.
- Постройте изображение точки (достаточно построить ход двух лучей, исходящих из этой точки).
- При построении предмета найдите изображение нескольких характерных точек этого предмета (например, при построении изображения треугольника достаточно построить изображения его вершин и полученные точки соединить).
- Найдите искомые величины.

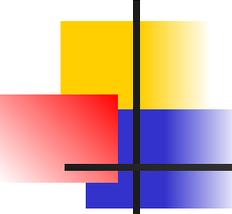
Внимание

- Углы падения и отражения измеряются между направлением луча и перпендикуляром к поверхности.
- Закон отражения справедлив и при обратном направлении хода световых лучей.
- Плоское зеркало представляет собой гладкую поверхность, при отражении от которой параллельный пучок остается параллельным.
- Изображение предмета в зеркале представляет собой совокупность изображений его точек.
- Изображение в плоском зеркале получается прямым, мнимым, равным по величине самому предмету, расположенным симметрично с ним по отношению к плоскости зеркала.
- Действительное изображение создается пересечением самих лучей, а мнимое- их продолжений. Мнимое изображение можно наблюдать только из определенных положений.
- В задачах на законы отражения света определяются размеры и взаимные расположение изображений, предметов и зеркал.



Решение задач на применение закона преломления света:

- Сделайте чертеж, укажите ход лучей, исходящих из одной среды в другую.
- Перед тем как начертить преломленный луч, установите, переходит ли он из оптически менее плотной среды в более плотную и наоборот.
- Запишите формулу закона преломления света для каждого перехода луча из одной среды в другую.
- Запишите вспомогательные формулы.
- Решите уравнение относительно искомой величины.
- Проанализируйте результат и сформулируйте ответ.

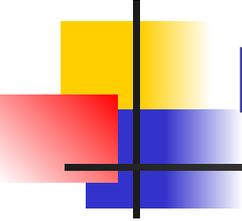


Внимание

- На границе раздела двух сред световой луч не только отражается, но и преломляется, т.е. часть его энергии переходит из одной среды в другую.
- Среда, в которой скорость света меньше, называется оптически более плотной средой, а среда, в которой скорость света больше, – оптически менее плотной средой.
- При переходе света из оптически более плотной в менее плотную угол θ_2 больше угла падения.
- При переходе из оптически более плотной среды в менее плотную угол падения не может в предельного значения для данных сред.
- При падении под предельным углом угол преломления равен 90 градусам.
- Если угол падения больше предельного значения, то происходит полное внутреннее отражение. Вся энергия света отражается в первую, более плотную среду.
- Показатель преломления воздуха можно считать равным 1 (т.к. скорости света в вакууме и воздухе отличаются незначительно)

Правило построения изображения в тонких линзах

- Изобразить линзу, провести главную оптическую ось.
- Построить основные характеристики линзы:
- Определить относительно основных характеристик линзы место нахождения предмета, описанного ситуацией задачи.
- Условным обозначением в виде стрелки изобразить на чертеже расположение предмета.
- Для любых двух точек предмета построить двумя лучами их изображение.
 - 1. луч, проходящий через оптический центр не преломляется*
 - 2. луч, идущий параллельно главной оптической оси, после преломления в линзе проходит через фокус линзы*
- Описать полученное изображение; где находится изображение относительно основных характеристик линзы, какова величина изображения в сравнении с предметом, какое это изображение (действительное или мнимое, прямое или обратное).

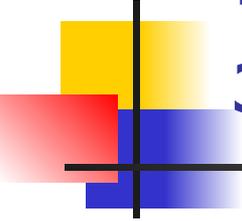


Внимание

- Рассматриваются только тонкие линзы.
- Проходящие лучи преломляются дважды .
Построении хода лучей в тонких линзах преломление на обеих границах заменяют одним преломлением в так называемой главной плоскости линзы. Все расстояния отсчитываются от этой плоскости.
- При пользовании формулой тонкой линзы нужно соблюдать правило знаков

Решение задач на применение формулы тонкой линзы

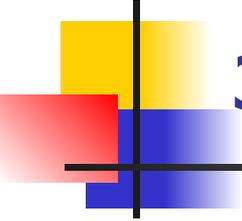
- Выполните чертеж, указав на нем линзу, оптическую ось, характерные точки, положение предмета относительно линзы.
- Постройте ход лучей, найдите изображение точки (предмета).
- Запишите формулы тонкой линзы и увеличения линзы, связывающие расстояния d , f , F .
- В случае необходимости воспользуйтесь дополнительными соотношениями.
- Решите полученную систему относительно искомой величины.
- Проанализируйте результат и запишите ответ.



Решение задач на применение законов фотоэффекта

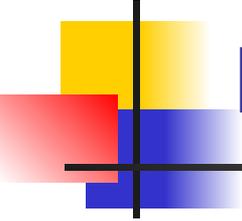
Запишите уравнение Эйнштейна и выразите искомую величину:

- в задачах на определение красной границы фотоэффекта учтите граничное условие
- по величине задерживающего напряжения можно определить максимальную кинетическую энергию электрона и наоборот



Решение задач на применение законов фотоэффекта

- в задачах на определение числа фотонов запишите уравнение закона сохранения и превращения энергии
- в задачах на определение энергии, массы и импульса фотонов примените соответствующие формулы



Решение задач по ядерной физике

При определении энергии связи элемента:

найдите число протонов и нейтронов в ядре

по таблицам найдите массу ядра атома

вычислите дефект масс по формуле

вычислите по формуле энергию связи

При определении изменения энергии в ядерной реакции:

определите сумму масс частиц до и после реакции

найдите дефект масс в ходе реакции

вычислите по формуле энергетический выход реакции

Литература

- **Савченко Н.Е.**
Задачи по физике с анализом их решения.
М. «Просвещение». 1996.
- **Марон В.Е., Городецкий Д.Н.**
Физика: Законы, формулы, задачи.
М. «Дрофа» 2008..
- **Ромашкевич А.И.**
Физика. Механика. Решение задач.
М. «Дрофа». 2001.
- **Усова.А.В.**
Практикум по решению физических задач
М. «Просвещение».2001.
- **Кобушкин В.К.**
Методика решения задач по физике.
Л. «Издательство Ленинградского
университета».1972.
- **Шифман М.Л.**
Использование алгоритмических методов при
обучении решению задач по физике.
Механика.
С-Пб.ТОО Фирма Икар. 1998.
- **Зорин Н.И.**
Элективный курс «Методы решения
физических задач»
М. «Вако» .2007.
- **Мякишев Г.Я.**
Физика. Учебник для углубленного изучения
физики(5 томов).
М. «Дрофа».. 2004.
- **Ромашкевич А.И.**
Физика. Механика. Решение задач.
М. «Дрофа». 2001.
- **Ромашкевич А.И.**
Физика. Электродинамика. Решение задач.
М. «Дрофа». 2001
- **Одинцова Н.И. Прояненко Л.А.**
Поурочное планирование по физике к единому
государственному экзамену
М. «Экзамен», 2009.