

Алгоритмы решения задач по физике

Как искать решение?

Понять предложенную задачу.

1. Найти путь от неизвестного к данным, если нужно, рассмотрев промежуточные задачи (“анализ”).
2. Реализовать найденную идею решения (“синтез”).
3. Решение проверить и оценить критически.

Кинематика материальной точки.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Выбрать систему отсчета (это предполагает выбор тела отсчета, начала системы координат, положительного направления осей, момента времени, принимаемого за начальный).
 2. Определить вид движения вдоль каждой из осей и написать кинематические уравнения движения вдоль каждой оси – уравнения для координат и для скорости (если тел несколько, уравнения пишутся для каждого тела).
 3. Определить начальные условия (координаты и проекции скоростей в начальный момент времени), а также проекции ускорения на оси и подставить эти величины в уравнения движения.
 4. Определить дополнительные условия, т.е. координаты или скорости для каких-либо моментов времени (для каких-либо точек траектории), и написать кинематические уравнения движения для выбранных моментов времени (т.е. подставить эти значения координат и скорости).
3. Полученную систему уравнений решить относительно искомой величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Динамика материальной точки

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Выбрать систему отсчета.
 2. Найти все силы, действующие на тело, и изобразить их на чертеже. Определить (или предположить) направление ускорения и изобразить его на чертеже.
 3. Записать уравнение второго закона Ньютона в векторной форме и перейти к скалярной записи, заменив все векторы их проекциями на оси координат.
 4. Исходя из физической природы сил, выразить силы через величины, от которых они зависят.
 5. Если в задаче требуется определить положение или скорость точки, то к полученным уравнениям динамики добавить кинетические уравнения.
3. Полученную систему уравнений решить относительно искомой величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Статика.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Выбрать систему отсчета.
 2. Найти все силы, приложенные к находящемуся в равновесии телу.
 3. Написать уравнение, выражающее первое условие равновесия ($\sum F_i = 0$), в векторной форме и перейти к скалярной его записи.
 4. Выбрать ось, относительно которой целесообразно определять момент сил.
 5. Определить плечи сил и написать уравнение, выражающее второе условие равновесия ($\sum M_i = 0$).
 6. Исходя из природы сил, выразить силы через величины, от которых они зависят.
3. Полученную систему уравнений решить относительно искомой величины.

4. Решение проверить и оценить критически.

Закон сохранения импульса.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Выбрать систему отсчета.
 2. Выделить систему взаимодействующих тел и выяснить, какие силы для нее являются внутренними, а какие – внешними.
 3. Определить импульсы всех тел системы до и после взаимодействия.
 4. Если в целом система незамкнутая, сумма проекций сил на одну из осей равна нулю, то следует написать закон сохранения лишь в проекциях на эту ось.
 5. Если внешние силы пренебрежительно малы в сравнении с внутренними (как в случае удара тел), то следует написать закон сохранения суммарного импульса ($\Delta p = 0$) в векторной форме и перейти к скалярной.
 6. Если на тела системы действуют внешние силы и ими нельзя пренебречь, то следует написать закон изменения импульса ($\Delta p = F \Delta t$) в векторной форме и перейти к скалярной.
 7. Записать математически все вспомогательные условия.
3. Полученную систему уравнений решить относительно искомой величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Закон сохранения механической энергии.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Выбрать систему отсчета.
 2. Выделить два или более таких состояний тел системы, чтобы в число их параметров входили как известные, так и искомые величины.
 3. Выбрать нулевой уровень отсчета потенциальной энергии.
 4. Определить, какие силы действуют на тела системы – потенциальные или непотенциальные.
 5. Если на тела системы действуют только потенциальные силы, написать закон сохранения механической энергии в виде: $E_1 = E_2$.
 6. Раскрыть значение энергии в каждом состоянии и, подставить их в уравнение закона сохранения энергии.
3. Полученную систему уравнений решить относительно искомой величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Теплота (первое начало термодинамики $Q = \Delta U + A$).

Задачи об изменении внутренней энергии тел можно разделить на три группы.

В задачах первой группы рассматривают такие явления, где в изолированной системе при взаимодействии тел изменяется лишь их внутренняя энергия без совершения работы над внешней средой.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Определить изолированную систему.
 2. Установить у каких тел внутренняя энергия уменьшается, а у каких – возрастает.
 3. Составить уравнение теплового баланса ($\sum \Delta U = 0$), при записи которого в выражении $cm(t_2 - t_1)$, для изменения внутренней энергии, нужно вычитать из конечной температуры тела начальную и суммировать члены с учетом получающегося знака.
3. Полученное уравнение решить относительно искомой величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

В задачах второй группы рассматриваются явления, связанные с превращением одного вида энергии в другой при взаимодействии двух тел. Результат такого взаимодействия – изменение внутренней энергии одного тела в следствие совершенной им или над ним работы.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Следует убедиться, что в процессе взаимодействия тел теплота извне к ним не подводится, т.е. действительно ли $Q = 0$.
 2. Установить у какого из двух взаимодействующих тел изменяется внутренняя энергия и что является причиной этого изменения – работа, совершенная самим телом, или работа, совершенная над телом.
 3. Записать уравнение $0 = \Delta U + A$ для тела, у которого изменяется внутренняя энергия, учитывая знак перед A и к.п.д. рассматриваемого процесса.
 4. Если работа совершается за счет уменьшения внутренней энергии одного из тел, то $A = \eta \Delta U$, а если внутренняя энергия тела увеличивается за счет работы, совершенной над телом, то $\eta A = \Delta U$.
 5. Найти выражения для ΔU и A .
 6. Подставляя в исходное уравнение вместо ΔU и A их выражения, получим окончательное соотношение для определения искомой величины.
3. Полученное уравнение решить относительно искомой величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Задачи третьей группы объединяют в себе две предыдущие.

Тепловое расширение твердых и жидких тел.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Для каждого теплового состояния каждого тела записать соответствующую формулу теплового расширения.
 2. Если в задаче наряду с расширением тел рассматриваются другие процессы, сопутствующие расширению, – теплообмен, изменение гидростатического давления жидкости или выталкивающей силы, то к уравнениям теплового расширения надо добавить формулы калориметрии и гидростатики.
3. Синтез (получить результат).
 1. Решить полученную систему уравнений относительно искомой величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Газы

По условию задачи даны два или несколько состояний газа и при переходе газа из одного состояния в другое его масса не меняется.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Представить какой газ участвует в том или ином процессе.
 2. Определить параметры p, V и T , характеризующие каждое состояние газа.
 3. Записать уравнение объединенного газового закона Клапейрона для данных состояний.
 4. Если один из трех параметров остается неизменным, уравнение Клапейрона автоматически переходит в одно из трех уравнений: закон Бойля – Мариотта, Гей-Люссака или Шарля.
 5. Записать математически все вспомогательные условия.
3. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

По условию задачи дано только одно состояние газа, и требуется определить какой либо параметр этого состояния или же даны два состояния с разной массой газа.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).

2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Установить, какие газы участвуют в рассматриваемых процессах.
 2. Определить параметры p, V и T , характеризующие каждое состояние газа.
 3. Для каждого состояния каждого газа (если их несколько) составить уравнение Менделеева – Клапейрона. Если дана смесь газов, то это уравнение записывается для каждого компонента. Связь между значениями давлений отдельных газов и результирующим давлением смеси устанавливается законом Дальтона.
 4. Записать математически дополнительные условия задачи
3. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Насыщающие и ненасыщающие пары. Влажность.

Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).

1. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Установить число состояний газа, рассматриваемых в условии задачи, обратить особое внимание на то, дается ли чистый пар жидкости или смесь пара с сухим воздухом.
 2. Для каждого состояния пара записать уравнение Менделеева – Клапейрона и формулу относительной влажности, если о последней что-либо сказано в условии. Составить уравнение Менделеева – Клапейрона для каждого состояния сухого воздуха (если дана смесь пара с воздухом). В тех случаях, когда при переходах из одного состояния в другое масса пара не меняется, вместо уравнения Менделеева – Клапейрона можно использовать сразу объединенный газовый закон.
 3. Записать математически все вспомогательные условия
2. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
3. Решение проверить и оценить критически.

Электростатика.

Решение задачи о точечных зарядах и системах, сводящихся к ним, основано на применении законов механики с учетом закона Кулона и вытекающих из него следствий.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Расставить силы, действующие на точечный заряд, помещенный в электрическое поле, и записать для него уравнение равновесия или основное уравнение динамики материальной точки.
 2. Выразить силы электрического взаимодействия через заряды и поля и подставить эти выражения в исходное уравнение.
 3. Если при взаимодействии заряженных тел между ними происходит перераспределение зарядов, к составленному уравнению добавляют уравнение закона сохранения зарядов.
 4. Записать математически все вспомогательные условия
3. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Постоянный ток.

Задачи на определение силы тока, напряжения или сопротивления на участке цепи.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Начертить схему и указать на ней все элементы.
 2. Установить, какие элементы цепи включены последовательно, какие – параллельно.
 3. Расставить токи и напряжения на каждом участке цепи и записать для каждой точки разветвления (если они есть) уравнения токов и уравнения, связывающие напряжения на участках цепи.
 4. Используя закон Ома, установить связь между токами, напряжениями и э.д.с.

5. Если в схеме делают какие-либо переключения сопротивлений или источников, уравнения составляют для каждого режима работы цепи.
3. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Электромагнетизм.

Задачи о силовом действии магнитного поля на проводники с током.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Сделать схематический чертеж, на котором указать контур с током и направление силовых линий поля. Отметить углы между направлением поля и отдельными элементами контура.
 2. Используя правило левой руки, определить направление сил поля (сила Ампера), действующих на каждый элемент контура, и проставить векторы этих сил на чертеже.
 3. Указать все остальные силы, действующие на контур.
 4. Исходя из физической природы сил, выразить силы через величины, от которых они зависят.
3. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Задачи о силовом действии магнитного поля на заряженные частицы.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Нужно сделать чертеж, указать на нем силовые линии магнитного и электрического полей, проставить вектор начальной скорости частицы и отметить знак ее заряда.
 2. Изобразить силы, действующие на заряженную частицу.
 3. Определить вид траектории частицы.
 4. Разложить силы, действующие на заряженную частицу, вдоль направления магнитного поля и по направлению, ему перпендикулярному.
 5. Составить основное уравнение динамики материальной точки по каждому из направлений разложения сил.
 6. Исходя из физической природы сил, выразить силы через величины, от которых они зависят.
3. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Задачи на закон электромагнитной индукции.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):
 1. Установить причины изменения магнитного потока, связанного с контуром, и определить какая из величин B , S или α , входящих в выражение для Φ , изменяется с течением времени.
 2. Записать формулу закона электромагнитной индукции.
 3. Выражение для Φ представить в развернутом виде ($\Delta\Phi$) и подставить в исходную формулу закона электромагнитной индукции.
 4. Записать математически все вспомогательные условия.
3. Полученную систему уравнений решить относительно искомой величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Преломление света.

Задачи о преломлении света на плоской границе раздела двух сред.

1. Понять предложенную задачу (увидеть физическую модель).
2. Анализ (построить математическую модель явления):

1. Установить переходит ли луч из оптически менее плотной среды в более плотную или наоборот.
 2. Сделать чертеж, где указать ход лучей, идущих из одной среды в другую.
 3. В точке падения луча на границу раздела сред провести нормаль и отметить углы падения и преломления.
 4. Записать формулу закона преломления для каждого перехода луча из одной среды в другую.
 5. Составить вспомогательные уравнения, связывающие углы и расстояния, используемые в задаче.
3. Полученную систему уравнений решить относительно искомой величины.
 4. Решение проверить и оценить критически.

Разумеется, в статье приведены не все схемы, да и это, наверное, невозможно, ведь “сколько существует задач, столько же и алгоритмов” ([4] стр. 11) их решения (все же найти универсальный способ решения очень хочется!!!).

Литература.

1. *Гутман В.И., Мощанский В.Н.* Алгоритмы решения задач по механике в средней школе: Кн. Для учителя. – М.: Просвещение, 1988. – 95 с.
2. *Пойа Д.* Как решать задачу. – Львов: журнал “Квантор”, 1991.
3. *Балаш В.А.* Задачи по физике и методы их решения. Изд. 3-е, переаб. и испр. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1974. – 430 с.
4. *Игрупполо В.С., Вязников Н.В.* Физика: алгоритмы, задачи, решения: Пособие для всех, кто изучает и преподаёт физику. – М.: Илекса, Ставрополь: Сервисшкола, 2002. – 592 с.