**Автор: *Петренко Надежда Федоровна,***

***учитель физики высшей квалификационной категории.***

**Образовательная организация: *Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Городского округа Балашиха***

***«Средняя общеобразовательная школа № 7 с углубленным изучением отдельных предметов»***

**Адрес: 143980, Московская обл., Г. о. Балашиха,**

**мкр. Железнодорожный, ул. Октябрьская, д. 7.**

**Ключевые ситуации при решении задач по физике в 9 классе**

Для меня в курсе **физики 9 класса** важными являются следующие **ключевые ситуации**:

* **Механика. Кинематика**. Чтение, анализ и построение графиков зависимости кинематических величин от времени. Решение расчетных задач.
* **Механика. Законы сохранения. Импульс. Закон сохранения импульса.**

Решение проблем, связанных с этими ключевыми ситуациями, приходится частично переносить на *факультативные занятия* и рассматривать при изучении *элективного курса*, т.к. при соответствующем планировании уроков катастрофически не хватает времени на более подробную отработку материала.

**Ключевая ситуация №1**

***Учитель.*** На **рис. 1** изображен график зависимости проекции скорости некоторого тела от времени. Предложите возможные варианты задач, составленных по данному графику, и решите их.

***Учащиеся:*** (предлагают свои варианты вопросов и задач, располагая их по степени сложности)

1. Описать характер движения этого тела в разные промежутки времени.
2. Найти модули и направления векторов ускорения.
3. Написать уравнения зависимости проекции скорости от времени для этих промежутков времени.
4. Построить график зависимости ускорения от времени.
5. Найти модуль и направление перемещения тела для каждого промежутка времени.
6. Построить примерный график зависимости проекции перемещения от времени.

**vx, м/с**

**10**

**0 5 10 15 t, c**

1. Найти среднюю скорость движения тела

**рис.1**

**В**

**А**

**С**

**Решение (*учащиеся самостоятельно анализируют ситуации, комментируют и выполняют решение*):**

1. На графике представлены 3 (три) участка, характеризующие движение тела: **ОА, АВ, ВС**, соответствующие различным интервалам времени движения:

**ОА** Δt1= 0 – 5 c, скорость тела меняется по линейному закону, возрастает от 0 до 10 м/с – движение *равноускоренное,* тело из состояния покоя начинает двигаться ускоренно, увеличивая свою скорость;

**АВ**  Δt2 = 5 – 10 с, скорость тела не изменяется, остается постоянной v2 =10 м/с – движение *равномерное*;

**ВС**  Δt3 =10 – 15 с, скорость тела меняется по линейному закону, уменьшается от 10 м/с до 0 - движение *равноускоренное (равнозамедленное*), тело останавливается.

**2.** Для определения модуля ускорения воспользуемся формулой проекции ускорения на координатную ось ОХ: 

, вектор ускорения совпадает по направлению с направлением движения тела на участке **ОА**.

= 0, т.к. движение равномерное, скорость тела на участке **АВ** не меняется.

, вектор ускорения противоположен направлению движения тела на участке **ВС**.

**3**. Уравнение зависимости проекции скорости от времени имеет вид:

t

****

****

****

**4.** График зависимости ускорения от времени удобно строить параллельно графику скорости, чтобы видеть характер изменения величин с течением времени.

**vx, м/с**

**10**

**0 5 10 15 t, c**

**t, c**

**a,м/с2**

**2**

**0**

**-2**

**5**

**10**

**15**

**5.** Для определения модуля перемещения тела за весь интервал времени от 0 до 15 с можно воспользоваться *геометрическим методом* - пользуясь графиком зависимости скорости от времени, найти перемещение как площадь фигуры, ограниченной графиком и координатными осями. Фигура – равнобедренная трапеция, значит, ее площадь равна половине произведения суммы оснований на высоту. Основаниями являются участки **ОС** и **АВ**, высотой – **5А,** соответствующие интервалам времени от 0 до 15 с, от 5 до 10 с, скорости 10 м/с.



Направление перемещения совпадает с первоначальным направлением движения тела, т.к. по условию задачи не произошло изменения направления движения, а только уменьшение скорости до 0, тело остановилось.

При расчете модуля перемещения тела на каждом участке движения воспользуемся формулами для равноускоренного и равномерного движения:



На участке **ОА , **

На участке **АВ **

На участке **ВС **

Полное перемещение **s =s1 + s2 +s3 =** 25 м + 50 м + 25 м =100 м

Результаты, полученные разными способами, совпали.

**6.** График зависимости проекции перемещения от времени s(t) должен учитывать следующее: зависимость перемещения от времени при равномерном движении – линейная, s=vt, графиком будет являться прямая линия, а при равноускоренном движении – квадратная s = v0t + at2/2, т.е. графиком будет являться часть ветви параболы. В вершине параболы скорость тела равна нулю (в точке **О** и в точке **С**).

**s, м**

**t, c**

**0** **5** **10** **15**

**100**

**75**

**50**

**25**

**А**

**В**

**С**

**7.** Средняя скорость движения тела определяется отношением перемещения, совершенным за все время движения, к этому времени: 

**После анализа и решения обучающей задачи учащиеся приступают к решению контролирующих заданий с обязательным выполнением графиков:**

**1.** По графику проекции ускорения построить график для проекции скорости и для проекции перемещения, если начальная скорость равна 2 м/с. Записать уравнения зависимости скорости от времени и перемещения от времени.

**t, c**

**a,м/с2**

**2**

**1**

**0**

**-1**

**1 2**

**3**

**4**

**4 5**

**2.** По графику проекции скорости построить график для проекции ускорения и для проекции перемещения. Записать уравнения скорости от времени, перемещения от времени.

**Vx, м/с**

**4**

**2**

**0**

**-2**

**-4**

**1** **2**  **3** **4** **5** **t,c**

**Ключевая ситуация №2**

1. Каучуковый мяч массой 80 г после абсолютно упругого удара, длящегося 0,01с, отскакивает от стальной плиты перпендикулярно ее поверхности со скоростью 8 м/с. Определите силу удара.
2. Орудие, имеющее массу ствола 500 кг, стреляет в горизонтальном направлении. Масса снаряда 5 кг, его начальная скорость 460 м/с. При выстреле ствол откатывается на расстояние 40 см. Найти среднюю силу торможения, возникающую в механизме, тормозящем ствол.

**Учитель.** Дайте определение импульса тела. Укажите единицу измерения.

**Учащиеся. Импульс** (количество движения) материальной точки – мера механического движения, являющаяся векторной величиной, равной произведению массы тела на скорость его движения.  Единица измерения импульса

**Учитель.** Каково направление импульса тела?

**Учащиеся.** Направление импульса совпадает с направлением скорости, т.к. масса, являясь величиной скалярной, не влияет на направление.

**Учитель.** Зависит ли импульс от выбора системы отсчета?

**Учащиеся.** Импульс величина относительная, как и скорость, следовательно, зависит от выбора системы отсчета.

**Учитель.** Что называется изменением импульса и каковы условия изменения импульса тела?

**Учащиеся. Изменением импульса** называется векторная величина, равная разности векторов импульсов – последующего и предыдущего, т.е. 

Импульс тела не изменяется, если векторная сумма всех сил, действующих на тело, равна нулю.

Импульс тела изменяется при наличии некомпенсированной силы.

**Учитель.** Какая величина называется импульсом силы, от чего она зависит и каковы единицы ее измерения?

**Учащиеся. Импульс силы** – векторная величина, равная произведению силы на время, в течение которого происходит действие этой силы на тело.

Импульс силы - , можно измерять в  или. **Наличие импульса силы приводит к изменению импульса тела.** Соотношение между импульсом силы и изменением импульса тела имеет вид:

 или  - данное выражение является еще одной формой записи **второго закона Ньютона.**

**Учитель.** Мы часторешаем задачи, связанные с упругим и неупругим ударами тел о какую-либо поверхность.Охарактеризуйте особенности упругого и неупругого ударов тела при взаимодействиях с другими телами.

**Учащиеся.** При движении и взаимодействии тел рассматриваются упругие и неупругие удары. При абсолютно упругом ударе не происходит превращения механической энергии в другие виды и выполняются законы сохранения импульса и энергии. При упругом ударе о стену, например, скорость тела после отскока сохраняет свое числовое значение при изменении направления. При абсолютно неупругом ударе тела либо движутся вместе с одинаковыми скоростями, либо оба остаются неподвижными, а часть механической энергии переходит во внутреннюю.

**Учитель.** В чем на ваш взгляд заключается одна из главных для ***вас*** трудностей в решении задач на импульс?

**Учащиеся.** При решении задач на применение II закона Ньютона, представленного через импульс тела, и составлении исходного уравнения, трудность состоит не в применении формулы, а в учете  **векторного характера величин**, входящих во второй закон динамики, и **грамотном** определении **проекции векторов** на выбранную координатную ось.

**Учитель.** Сформулируйте общие принципы решения задач на изменение импульса тела.

**Учащиеся. Общая схема решения задач, связанных с рассмотрением изменения импульса тела, такова:**

* проанализировав условие задачи, нужно обязательно сделать чертеж с указанием векторов начального  и конечного  импульсов тела, а также вектора импульса силы .
* записать уравнение второго закона Ньютона, обращая внимание на то, что вектор импульса силы всегда равен геометрической разности векторов импульсов тела. Далее можно перейти от векторной записи основного уравнения к скалярной.
* затем, как обычно, следует записать математически все дополнительные условия задачи и решить полученную систему уравнений относительно искомого неизвестного.

**Рассмотрим качественные задачи по данному вопросу**:

* Что произошло с импульсом человека, спрыгнувшего с дерева на землю? (**Ответ**: импульс человека передается земле благодаря силе деформации опоры , действующей в течение некоторого времени =).
* Согласно закону изменения импульса , чем меньше время взаимодействия тел при данном изменении импульса, тем больше действующая на тело сила, следовательно, и большая деформация тел. Зная это, обоснуйте необходимость воздушных подушек безопасности, автоматически надувающихся при столкновении автомобиля с препятствием. (**Ответ**: на деформацию воздушной подушки требуется некоторое время, значит, по закону изменения импульса, увеличение времени взаимодействия приводит к уменьшению силы, возникающей при столкновении).
* Может ли ненулевая сила сообщить телу за ненулевой промежуток времени импульс, равный нулю? (**Ответ**: нет, т.к. изменение импульса вызвано действием силы за некоторый промежуток времени ).

***Решение задач*** (при решении задачи все действия учащихся проговариваются, делается пошаговый анализ задачи и ее решения, даются полные пояснения)

1. Каучуковый мяч массой 80 г после абсолютно упругого удара, длящегося 0,01с, отскакивает от стальной плиты перпендикулярно ее поверхности со скоростью 8 м/с. Определите силу удара.

**Задача №1**

**Решение**

Т.к. удар абсолютно упругий, значения скоростей мяча до удара и

после удара одинаковы, только направление вектора скорости меняется на противоположное.

В соответствии с III законом Ньютона сила, с которой мяч ударяет о стену, и сила, действующая со стороны стены на мяч, равны по величине и противоположны по направлению  =

В векторном виде изменение импульса мяча равно импульсу силы



**Дано:**

m=80г =0,08кг

t =0,01 c

v=8 м/с

F - ?









**X**

**О**

Проведем ось **ОХ** и запишем уравнение в проекции на эту ось, учитывая, что скорости мяча до и после абсолютно упругого удара равны друг другу по модулю v.



Проверим единицы величин:



Подставим числовые значения:



Самая **большая ошибка** некоторых учащихся состоит в том, что они считают: если при абсолютно упругом ударе скорость тела не изменяется (не беря во внимание изменение направления скорости), то и изменение импульса равно нулю. Дают быстрый, необдуманный, неправильный ответ. При решении подобных задач следует обратить пристальное внимание на учет **проекции векторов** скорости, импульса тела на выбранную координатную ось и подстановку соответствующих данных в уравнение с учетом знака проекции.

**Ответ:** 128 Н

**После анализа и решения обучающей задачи учащиеся приступают к решению контролирующих заданий с обязательным выполнением чертежа:**

* Автомобиль массой 3 т, двигаясь прямолинейно, увеличил скорость с 36 км/ч до 54 км/ч. Определить изменения импульса автомобиля. (**Ответ**: ).
* Тело массой 200гпадает с высоты 1м с ускорением 8 м/с2. Найти изменение импульса тела.

(**Ответ**:  ).

* Мяч массой 40г бросили под углом 300 к горизонту со скоростью 12 м/с. Найдите изменение импульса за время движения. (**Ответ**: ).
* Отлетевший во время игры мяч массой 80г попадает в стекло движущейся навстречу ему со скоростью 15 м/с машины. После абсолютно упругого удара, длящегося 0,02с, он отскакивает. Какова сила удара? (**Ответ**: F = 184 Н).
* Материальная точка массой 1кг равномерно движется по окружности со скоростью 36 км/ч. Найти изменение импульса за одну четверть периода; половину периода; целый период. (**Ответ:** )

***Переходим к рассмотрению ключевой ситуации, связанной с законом сохранения импульса.***

**Учитель.** Укажите особенности закона сохранения импульса.

**Учащиеся. Закон сохранения импульса** рассматривает взаимодействие нескольких тел друг с другом, образующих замкнутую систему. Закон сохранения импульса связывает начальные и конечные значения импульсов, изменяющихся под действием **внутренних сил** системы.

**Учитель.** Когда физические тела образуют замкнутую систему?

**Учащиеся.** Если два или несколько тел взаимодействуют только между собой (т.е. не подвергаются воздействию внешних сил), то эти тела образуют **замкнутую систему.**

**Учитель.** В чем состоит закон сохранения импульса?

**Учащиеся.** Импульс каждого из тел, входящих в замкнутую систему, может меняться в результате их взаимодействия друг с другом. Но **векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не меняется с течением времени при любых движениях и взаимодействиях этих тел.**

**Формула закона сохранения импульса:  или **

В формулу этого закона не входят силы взаимодействия, поэтому закон сохранения импульса удобно использовать в таких задачах, в которых силы меняются с течением времени по ложным законам или эти законы вообще не известны.

**Учитель.** Сформулируйте алгоритм решения задач на применение закона сохранения импульса.

**Учащиеся. При решении задач на применение закона сохранения импульса следует придерживаться следующих правил**:

* Прежде следует установить, является ли рассматриваемая система тел изолированной полностью или же эта система изолирована по одному какому-либо направлению. Надо иметь в виду, что если в системе происходит быстрое изменение импульсов, вызванное взаимодействием тел (удар, взрыв и т.д.), продолжительность взаимодействия считается бесконечно малой. Это упрощающее предположение позволяет применять закон сохранения импульсов даже в случаях, когда на систему действуют внешние силы. Импульс этих сил за ничтожно малое время взаимодействия тел будет тоже ничтожно мал и практически не повлияет на скорость тел. Именно по этой причине не учитывается действие силы тяжести и силы сопротивления на тела, находящиеся у поверхности Земли, при их столкновениях или разрывах.
* Сделать чертеж, на котором для каждого тела системы изобразить векторы импульса в начале и в конце рассматриваемого процесса.
* Выбрать прямоугольную систему координат и спроецировать на оси Ох и Оу каждый вектор импульса .
* При составлении уравнения закона сохранения импульса скорости тел и их изменения рассматриваются относительно неподвижной системы отсчета, связанной с Землей. Составить уравнение закона сохранения импульса тел в проекциях на координатные оси. Необходимо внимательно следить за знаками проекций векторов. Если направление вектора импульса (скорости) совпадет с положительным направлением координатной оси или образует с ней острый угол, то проекция импульса имеет знак «плюс», если нет, то знак «минус».
* Затем, как обычно, необходимо выписать численные значения заданных величин, определить число неизвестных в уравнениях закона сохранения импульсов, добавить к ним, если неизвестных больше числа уравнений, формулы кинематики и решить полученную систему относительно искомой величины.

**Рассмотрим качественные задачи по данному вопросу:**

* При каких условиях автокатастрофа опасна для пассажиров: когда автомобили после столкновения сцепляются друг с другом или когда отскакивают друг от друга? (**Ответ**: опаснее при упругом ударе, когда автомобили отскакивают друг от друга; в этом случае изменение импульса равно удвоенному импульсу автомобилей . Менее опасно, когда автомобили сцепляются друг с другом и останавливаются ).
* Не противоречит ли закону сохранения импульса тот факт, что все тела в реальности замедляют движение и останавливаются? (**Ответ**: Нет. Движущееся тело не просто теряет свой импульс при замедлении движения, а передает его другим телам, т.к. суммарный импульс сохраняется).
* Пользуясь законом сохранения импульса, объясните принцип движения рыбы, работающей хвостовым плавником. (**Ответ**: Рыба отбрасывает хвостом ближайшие к ней слои воды назад, а сама движется вперед, т.к. сохраняется импульс системы рыба - ближние слои воды).
* Известна старинная легенда о богаче с мешком золота, который, оказавшись на абсолютно гладком льду озера, замерз, но не пожелал расстаться с богатством. Как он мог спастись, если бы не был так жаден? (**Ответ**: Оттолкнув от себя мешок с золотом, богач сам бы заскользил по льду в противоположную сторону в силу закона сохранения импульса системы мешок – богач).

**После анализа и решения обучающей задачи (**Орудие, имеющее массу ствола 500 кг, стреляет в горизонтальном направлении. Масса снаряда 5 кг, его начальная скорость 460 м/с. При выстреле ствол откатывается на расстояние 40 см. Найти среднюю силу торможения, возникающую в механизме, тормозящем ствол**)** (см. стр.9) **учащиеся приступают к решению контролирующих заданий с обязательным выполнением чертежа:**

* Снаряд массой 100кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500 м/с, попадает в вагон с песком массой 10 т и застревает в нем. Найти скорость вагона, если он двигался со скоростью 36 км/ч навстречу снаряду. (**Ответ**: v = 5 м/с, направление движения вагона не изменилось).
* Снаряд, летящий со скоростью 54 км/ч, разорвался на два осколка массами 6 кг и 14 кг. Скорость большего осколка возросла до 24 м/с по направлению движения. Найти скорость и направление движения меньшего осколка. (**Ответ**: v = 6 м/с, меньший осколок полетит в противоположном направлении первоначальному движению снаряда).
* Снаряд массой 50 кг, летящий со скоростью 800 м/с под углом 300 к вертикали, попадает в платформу с песком и застревает в нем. Найти скорость платформы после попадания снаряда, если ее масса равна 16 т. (**Ответ**: v = 1,25 м/с).
* Два шарика массами m1 и m2 скользят со скоростями v1 и v2, направленными взаимно перпендикулярно, по гладкой поверхности. После взаимодействия шарики слипаются и движутся вместе. Определите скорость их совместного движения.
* (**Ответ**:  ).

**Задача №2**

**Дано:**

m1 = 500 кг

m2 = 5 кг



s = 40см = 0,4 м

Fтр - ?

**Решение:**

Система тел орудие – снаряд являются замкнутой системой на момент выстрела, время взаимодействия настолько мало, что внешние силы не успевают изменить импульс системы, поэтому мы можем применить закон сохранения импульса системы для определения скорости движения орудия после выстрела. Выполним чертеж с указанием скоростей (импульсов) тел системы.

**О**

**Х**

**m1**

**m2**









Закон сохранения импульса выполняется только в течение времени взаимодействия (выстрела). Запишем закон сохранения импульса в векторной форме:



Учитываем, что первоначально орудие и снаряд находятся в покое.

Найдем проекции импульсов на координатную ось ОХ:



Подставляем числовые значения и находим скорость, с которой орудие откатилось назад при выстреле 

Получив такую скорость, орудие откатывается назад на расстояние 0,4 м и останавливается под действием силы трения между колесами орудия и землей. Воспользуемся записью II закона Ньютона для силы трения и формулой расчета перемещения при равноускоренном движении, выразив тормозное ускорение:, , ,

получаем: .

Проверяем единицы величин 

Подставим числовые значения 

**Ответ:**13225 Н



**Литература**

* 1. Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных учреждений. М.: Дрофа, 2014.
  2. Генденштейн Л.Э., Кайдалов А.Б., Кожевников В.Б. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных учреждений. М.: Мнемозина, 2012.
  3. Кирик Л.А. Самостоятельные и контрольные работы по физике. 8 класс: Разноуровневые дидактические материалы. Тепловые, электрические, электромагнитные и световые явления. М.: Илекса. 2005.
  4. Кирик Л.А. Самостоятельные и контрольные работы по физике. 9 класс: Разноуровневые дидактические материалы. Тепловые, электрические, электромагнитные и световые явления. М.: Илекса. 2000.
  5. В.И Лукашик, Е.В. Иванова. Сборник задач по физике для 7-9 классов общеобразовательных учреждений. М.: Просвещение, 2005.
  6. Стоянова А.А., Вторыгина И.М., Чурилина Н.М. Физика. Пособие для сдающих письменный экзамен в вузы. – М.: Московский технический университет связи и информатики, 2006.
  7. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения: Пособие для учителя. М.: Просвещение, 1998.
  8. Коршунова Л.Н. Из опыта работы. Если задача не решается. Законы сохранения. Пособие по физике (9 -10 кл.). М.: Контур – М, 2007.
  9. Камзеева Е.Е., Демидова М.Ю. **ГИА – 2010, 2011, 2012, 2013**: Экзамен в новой форме: Физика: 9-й класс.; Тренировочные варианты экзаменационных работ для проведения государственной итоговой аттестации в новой форме. – М.: АСТ: Астрель , 2009, 2010,2011, 2012.
  10. Бобошина С.Б. Физика. 9 класс. Государственная итоговая аттестация (в новой форме). Практикум по выполнению типовых тестовых заданий. – М.: Экзамен, 2011.
  11. Кабардин О.Ф. ГИА. Физика. Тематическая рабочая тетрадь. 9 класс. / О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина.- М.: Экзамен, 2010.
  12. Кабардин О.Ф. **ГИА 2011**. Физика. 9 класс. Государственная итоговая аттестация (в новой форме). Типовые тестовые задания / О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина.- М.: Экзамен, 2011.
  13. Громцева О.И. Тесты по физике. 9 класс: к учебнику А.В. Перышкина, Е.М. Гутник «Физика. 9 кл.» - М.: Экзамен, 2011.
  14. Е.Е. Камзеева, М.Ю. Демидова, Н.С. Пурышева. Аналитический отчет по результатам ГИА по физике 2010 г. Научно-методический журнал «Физика в школе», №8, 2010 г. стр.27. – М.: ООО Издательство «Школа-Пресс».
  15. Аленицын А.Г., Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Краткий физико-математический справочник. М.: Наука, 2000.
  16. Физика – Первое сентября. Научно-методическая газета для преподавателей физики, астрономии и естествознания. Издательский дом «Первое сентября».
  17. Физика в школе. Научно-методический журнал. ООО Издательство «Школа-Пресс».