Следует иметь в виду, что занятия в этом 9-м классе не являются продолжением занятий с 7-м и 8-м классами, по сценариям, описанным выше. Эти дети занимались ранее с другим учителем, в другом стиле. Но они прошли стандартный первый концентр физики (7 – 8 классы). Теперь у них начинается второй концентр (9 – 11 классы). Тут им вдруг предлагается совсем другой стиль подачи материала, который можно назвать теоретической физикой. Бедные дети!

Сценарий занятия № 1 по теме Равномерное прямолинейное движение

Вводная часть.

Предлагается заслушать и попытаться обсудить два различных определения понятия Равномерное прямолинейное движение. Одно из них взято из советского учебника прежних лет:

Движение называется равномерным прямолинейным, когда за любые равные промежутки времени точка (тело) проходит равные отрезки пути.

Это определение на первый взгляд претендует на почти математическую строгость. На первых занятиях по механике предполагается просто попробовать пользоваться данным определением, но его недостатки удобно вскрыть в разделе Специальная теория относительности.

Второе определение взято из современного английского учебника. Оно зачитывается по-английски с русским переводом:

Равномерное движение означает, что путевая скорость и направление движения остаются постоянными.

Это определение на первый взгляд проще, но оно пользуется другими довольно сложными определениями.

Домашнее задание 1. Усвоить по школьному учебнику и обдумать приведенное там определение. Сравнить его с приведенными на занятии и с определениями из других доступных учебников. Попробовать поставить диагноз – какое определение чем лучше или хуже другого.

Последнее требование в самом начале занятий в 9-м классе невыполнимо. Предполагается возвращаться к этому особому заданию в дальнейшем и высоко оценивать попытки его выполнить.

Ни в коем случае не стоит в начале первого занятия идти дальше попытки обсуждения данного определения. Подробное обсуждение таких вещей это дело профессиональных физиков-теоретиков. А мы ещё совсем маленькие физики. Нам нужно какое-то обсуждение, чтобы просто услышать текст определения. И надо поскорее переходить к попыткам применения определения к реальным событиям и явлениям.

Экспериментальная часть.

Пытаемся проделать такие опыты, в которых наблюдалось бы движение, похожее на равномерное прямолинейное. Любому учителю известно, что равномерно падает с большой высоты парашют или водяная капля. Но если мы попробуем в классе показать, как падает игрушечный парашют или воздушный шарик, то будет беда – незашоренные дети сразу увидят, что ничего похожего на равномерное движение не происходит. Парашют некоторое время тратит на то, чтобы как следует наполниться воздухом, а затем аэродинамические неустойчивости заставляют его сильно раскачиваться и лететь не только вниз, но и куда-то вбок. Надутый резиновый шарик с прицепленным грузиком более охотно летит вниз, но он тоже раскачивается.

Тут наступает подходящий момент сообщить детям, чем мышление физика отличается от обыденного. Физик старается увидеть в сложном явлении что-то простое и одновременно в каком-то смысле важное. В нашем опыте важно, что шарик падает на пол. Направление его движения – вниз, с лишь мелкими случайными нарушениями. Важно также, что поближе к полу характер его движения упрощается – движение более равномерное и устойчивое. Из сложностей начинает проглядывать простота.

Будем увеличивать массу прицепленного к шарику груза. Скорость падения, определяемая на глаз, будет расти, но характер движения остается неизменным.

Обсуждение эксперимента.

Дискуссию следует организовать так, чтобы постепенно подойти к главной идее занятия. Физическое определение (физический закон) нельзя применить к реальной действительности. Надо перейти к упрощенному представлению о действительности, к физической модели, а уже к ней применять определения и законы. И тогда будет получаться не беда, а какая-то польза.

Попытки учащихся компактно, просто и ясно описать процесс падения шарика приводят (под руководством преподавателя) к необходимости в разговорах пользоваться моделью материальной точки. Поначалу учащиеся протестуют против этой модели. В нужном направлении их можно подтолкнуть заданием:

- Описать, что происходит с шариком, когда ему позволено падать.

И вспомогательными вопросами:

- Важно ли, какого цвета шарик?
- Важно ли, что он покачивается при падении?
- Важно ли, что груз подвешен к шарику на длинной или короткой нитке?
- Важно ли, по какой траектории движется макушка шарика?
- По такой же траектории движется грузик?
- Можно ли сказать, что весь шарик движется по какой-то определенной траектории?

Борьба вокруг этих вопросов приводит к идее, что в разговорах о данном явлении всё упрощается и проясняется, если говорить не о художественном образе *цветной воздушный шарик*, а об абстрактном образе шарик как *материальная точка*. Тогда можно добраться и до первого признака пользы от эксперимента и его обсуждения. Непосредственные наблюдения учащихся формулируются в виде выводов:

1. Шарик (как материальная точка) падает по определенному направлению – вниз.

2. В начале движения шарик набирает скорость, а потом летит более равномерно.

3. На нижнем участке траектории движение шарика похоже на равномерное прямолинейное.

Эти выводы способны сделать сами учащиеся. Дело преподавателя – выработать окончательную формулировку. Стоит впервые обратить внимание на важную особенность физических определений и законов – они применимы только к ограниченным отрезкам времени, к ограниченным участкам пространства. В дальнейшем эту мысль следует расширять и углублять, чтобы постепенно прояснять природу любых утверждений, называемых законами природы.

Заметка на будущее. Полученные выводы будут использованы на следующих занятиях как исходные пункты более глубоких исследований. Из 2 вытекает постановка более поздней по программе динамической задачи. Из 3 вытекает постановка нескольких исследовательских задач, которым посвящено следующее занятие.

Попытка развития успеха. Поиск примеров равномерного прямолинейного движения в жизни.

Удается убедить учащихся, что хотя бы на каком-то участке пути автомобиль **как материальная точка притворяется** движущимся равномерно прямолинейно.

Ставится вопрос:

- Человек способен самостоятельно двигаться. В каких случаях можно считать, что человек **как материальная точка** движется равномерно прямолинейно?

Вопрос вызывает бурный протест. Как это человек **как материальная точка**? Многим это просто обидно. Возникает догадка, что так бывает на военном параде. И самый важный результат. Нашелся учащийся (Дима Абзалов) с догадкой, что есть веские причины, почему это так происходит. У самодвижущегося человека имеется внутренний механизм отсчета отрезков времени (военный марш) и естественная мера отрезка пути (в составе роты шаг человека стандартизуется). Эта догадка прямо восходит к советской формулировке приведенного на уроке определения. На следующем занятии мы воспользуемся таким взглядом на вещи в постановке исследования.

Домашнее задание 2. Прочесть по учебнику весь материал по равномерному движению материальной точки. Подготовиться обсуждать у доски формулы и графики по этому материалу.

Сценарий занятия № 2 по теме Равномерное прямолинейное движение

Проверка домашнего задания.

Формулы и графики нашли и воспроизвели все. Выясняется, что никого не затруднило найти определение равномерного прямолинейного движения, но только несколько учащихся запомнили с голоса определения, данные на занятии 1. Обсуждение определений показывает, что это получается не очень ловко. Однако нашлись мнения, что разные определения бывают полезны при решении разных задач.

Домашнее задание. Продумать вопрос – можно ли найти такое определение, которое было бы безукоризненным во всех случаях. Предлагается попробовать изложить свое мнение письменно.

Экспериментальная часть.

Ставятся и выполняются эксперименты, которые призваны выяснить количественно, проявляется равномерное прямолинейное движение при падении воздушного шарика со сравнительно большой высоты. Постановка экспериментов подробно обсуждается и планируется. Обсуждаются свойства имеющихся секундомеров и предполагаемых операторов, которые будут регистрировать сравнительно малые промежутки времени.

В классе проводятся пробные измерения времени падения поролоновой губки с небольшой высоты (около 1 м). Выясняется, что при собственной точности секундомера 0,01 с, ошибка измерения такого отрезка времени составляет не менее 0,1 с. Впервые сталкиваемся со статистическими проявлениями – в нескольких опытах результаты получаются неодинаковыми.

Эксперимент с падением воздушного шарика проводится на лестничной клетке. По стене между двумя лестничными маршами натягивается бумажная полоса длиной 5 м с отметками 0 – 5 м. Три бригады экспериментаторов получают задания регистрировать время пролета шарика. Каждая бригада ведет измерения на своем участке шкалы:

бригада 1 – на участке 1 – 2 м,

бригада 2 – на участке 2 – 3 м,

бригада 3 – на участке 4 – 5 м.

Шарик отпускают без толчка выше, чем нулевая отметка, чтобы шарик успел приобрести установившуюся скорость на пути более 1 м. Опыты повторяем четыре раза.

Получены следующие результаты эксперимента.

Номер бригады	Опыт 1, с	Опыт 2, с	Опыт 3, с	Опыт 4, с
1	0,38	0,48	0,60	0,56
2	0,54	0,49	0,59	0, 62
3	0,6	0,6	0,6	0,6

Обсуждение эксперимента.

На данном занятии решается единственный вопрос – можно ли считать, что три бригады зарегистрировали отличающиеся друг от друга времена пролета на одинаковых по длине отрезках траектории шарика?

Оказывается, что учащиеся понимают необходимость применения понятия среднего значения. Об учете погрешности измерения они не знают (данный состав учащихся 9 класса перешел ко мне от другого учителя). Вычисляем средние времена пролета и их погрешности. В случае третьей бригады погрешность измерения отрезка времени составляет 0,2 с, поскольку такова цена деления шкалы этого секундомера.

Далее дискуссия показала, что учащиеся не знают, как сравнить результаты двух опытов с учетом погрешности. Поэтому проверка гипотезы о равномерности движения шарика будет проверена позже, когда будет проработана техника сравнения интервалов. То есть на следующем занятии необходимо познакомить учащихся с теорией погрешностей, хотя бы в максимально упрощенном виде.

Сценарий занятия № 3 по теме *Измерение физических величин и их сравнение*

Проверка домашнего задания.

На вопрос – можно ли найти такое определение, которое было бы безукоризненным во всех случаях, часть большая часть учащихся отвечает НЕТ, меньшая часть – ДА. На занятии не просим аргументировать ответы, а ещё раз предлагается изложить свое мнение письменно. Предполагается, что со временем число ответов ДА будет уменьшаться.

Домашнее задание. Решить все семь задач на тему *равномерное прямолинейное движение* из задачника Рымкевича. Прочесть по учебнику параграф ***Измерение физических величин***.

Постановочная часть.

Вспоминаем, что на прошлом занятии не было выработано единое мнение – проходил воздушный шарик в падении одинаковые отрезки пути за одинаковые или неодинаковые интервалы времени. Утверждаем, что мы просто не умеем сравнивать друг с другом результаты измерений.

Декларируем следующую процедуру сравнения, принятую в физике.

- Результат измерения физической величины изображается не числом, а интервалом чисел. Ширина интервала есть удвоенная погрешность измерения.

- Если результаты двух измерений изображаются перекрывающимися интервалами, то нельзя утверждать, что две измеренные физические величины существенно отличаются друг от друга. Имеет право на существование гипотеза, что эти величины не отличаются друг от друга.

- Гипотеза о равенстве двух величин может быть отброшена только тогда, когда мы уменьшим погрешность измерения и при этом интервалы перестанут перекрываться.

На примере проделанного на прошлом занятии эксперимента покажем, как работает предложенная процедура.

Номер бригады	Опыт 1, с	Опыт 2, с	Опыт 3, с	Опыт 4, с
1	0,38	0,48	**0,60**	0,56
2	0,54	0,49	0,59	0, 62
3	0,6	0,6	0,6	0,6

На основе таблицы с сырым экспериментальным материалом строим таблицу средних значений и погрешностей времени полета шарика. При этом исключаем значение **0,60** из результатов первой бригады, поскольку было замечено, что шарик задел за стенку.

Среднее рассчитываем по известной формуле

$$x_{mean} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad . \qquad (1)$$

Погрешность рассчитываем по формуле для стандартного отклонения среднего

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_{mean} - x_i)^2}{n(n-1)}} \quad . \qquad (2)$$

Эти вычисления проводим на компьютере, оставляя на будущее анализ статистического смысла данных формул. Коэффициентом Стьюдента пока не пользуемся. Главное – проанализировать данные и сделать правильные выводы, что у нас выяснилось из эксперимента.

Номер бригады	*t* среднее	погрешность	границы	интервала
1	0,473333	0,090185	0,383148	0,563518
2	0,54	0,05	0,49	0,59
3	0,6	0,2	0,4	0,8
t среднее из всего опыта	0,537778			
погрешность среднего	0,063363			

Обсуждение эксперимента.

Снова решается вопрос – можно ли считать, что три бригады зарегистрировали отличающиеся друг от друга времена пролета на одинаковых по длине отрезках траектории шарика?

В соответствии с предложенной процедурой сравниваем друг с другом три интервала и видим, что все они перекрываются. Делаем вывод, что времена пролета не существенно отличаются друг от друга. Отсюда следует главный качественный вывод: мы не смогли в пределах точности опыта установить, что на выбранных отрезках пути движение шарика отличается от равномерного прямолинейного. Значит, в дальнейшем в наших рассуждениях об этом явлении реальный мир можно подменить моделью материальной точки, которая движется с постоянной скоростью. Ставим вопрос – какова скорость этого движения?

Внимание! Далеко не вся аудитория склонна принять вышесказанное. Это очень непривычная и неприятная схема рассуждений и выводов. Некоторые умные люди возмущены. Преподаватель заставляет их говорить о том, чего они не видели, о том, что они представляют себе совсем иначе. Вот примеры высказываний учащихся.

1. В природе вообще нет никакого равномерного прямолинейного движения.

2. Мы же видим, что шарик в падении движется не совсем прямолинейно, а рыскает.

3. Мы же видим, что шарик в падении затрачивает на разных участках траектории разное время.

Дискуссия прекращена в тот момент, когда хотя бы один учащийся возражает автору высказывания 3: – Ты не имеешь права судить о затраченных временах только по значениям средних, надо учитывать ширины интервалов.

Чтобы в дальнейшем иметь больше фактического материала для дискуссий о результатах сравнения схожих величин, организуется несколько бригад, выполняющих измерительные эксперименты.

Экспериментальная часть.

1. Три бригады получают по монете одинакового достоинства, четвертая бригада работает с монетой другого достоинства. Предлагается сыграть в Орел-Решку, приписав Орлу значение 1, а Решке - значение 0. Регистрируется число выпадений значений 1.

Объект	Число бросаний	Число выпадений значений 1
Монета 1		
Монета 2		
Монета 3		
Монета 4		

2. Две бригады получают по половинке корковой пробки. Предлагается сыграть в Орел-Решку такой пробкой, приписав выпуклой стороне пробки значение 1, а плоской - значение 0. Регистрируется число выпадений выпуклой стороной вверх.

Объект	Число бросаний	Число выпадений значений 1
Пробка 1		
Пробка 2		

3. Бригада должна измерить короткой рулеткой длину крышки у двух столов и сравнить эти длины.

4. Бригада должна измерить штангенциркулем толщину крышки у двух столов и сравнить эти толщины.

Все бригады успевают набрать экспериментальный материал, но обрабатывать и обсуждать его будем на следующем занятии. Но уже на данном занятии мы договариваемся со всей аудиторией, что с помощью игры в Орел-Решку можно установить степень асимметрии объекта.

Сценарий занятия № 4 по теме *Измерение физических величин и их сравнение. Статистическая обработка случайных величин.*

Проверка домашнего задания.

На вопрос – можно ли найти такое определение, которое было бы безукоризненным во всех случаях, никто не дал письменного ответа. По-видимому, такие задания преждевременны.

Из семи простых задач на тему *равномерное прямолинейное движение* из задачника Рымкевича большинство сделало по 3 - 4 задачи. По-видимому, никто не справляется с таким объемом за один раз.

По материалу параграфа ***Измерение физических величин*** всем предложено ответить на контрольный вопрос: На предыдущем занятии одна бригада измеряла короткой рулеткой длину крышки стола. Относится ли это измерение к прямым или косвенным? Все дружно и без тени сомнения ответили – к прямым. Значит, совершенно ничего не сумели вычитать из учебника. Отсюда необходимость повторять задание.

Домашнее задание. Прочесть по учебнику параграф ***Измерение физических величин***. Попытаться сопоставить материал этого параграфа с тем, что мы сделали в экспериментах предыдущего занятия.

Обсуждение эксперимента по измерению длины крышки стола.

Бригада должна была измерить короткой рулеткой длину крышки у двух столов и сравнить эти длины. Получилось l_1 = 118,8 см; l_2 = 119,3 см.

Предлагаем учащимся вопрос: Две крышки по результатам этих измерений имеют разные длины, или одинаковые?

Внимание! Это провокационный вопрос. На прошлом занятии уже было сказано, что в научной и технической деятельности сравнивать друг с другом можно только интервалы, а не числа.

Все учащиеся дружно поддаются на провокацию и начинают сравнивать. Приходится напомнить об интервалах. Но мы не имеем погрешностей величин l_1 и l_2. Приходится всем осматривать рулетку, вспоминать, как проводились измерения.

Рулетка короче крышки, поэтому приходится измерять два отрезка и применять формулу $l = x_1 + x_2$. По правилам обработки косвенных измерений ошибка $\Delta l = \Delta x_1 + \Delta x_2$. Как умные люди, экспертно оцениваем ошибку Δx_1 = 2 мм. Значит Δl = 0,4 см.

Теперь видно, что интервалы 118,8 ± 0,4 см и 119,3 ± 0,4 см перекрываются. Значит, при данной точности измерений мы не можем уловить различий между этими двумя физическими величинами.

Внимание! Нашелся учащийся, выступивший с репликой-вопросом: Так если бы мы измеряли длинной рулеткой, то смогли бы уловить разницу? Отталкиваясь от этого вопроса, делаем вывод, какова роль ошибки измерения в деле сравнения близких результатов измерений. Приводим пример с температурой больного – сегодня выздоравливающий больной показал температуру 36,6 °С, а вчера у него была температура 36,8 °С. Можно ли считать только по этим данным, что его состояние заметно изменилось? Нет, поскольку ошибка измерения не менее 0,1 °С.

Обсуждение эксперимента по измерению частоты выпадения орла у двух монет.

На прошлом занятии получили:

Объект	Число бросаний	Число выпадений значений 1
Монета 1	40	21

Монета 2 20 13

Мы уже обсуждали с аудиторией, что с помощью игры в Орел-Решку можно установить степень асимметрии объекта. Тем самым можно пытаться решить важную прикладную задачу, возникающую в криминалистике. Известно, что при кустарной отливке и чеканке крупной монеты в ее теле возникают поры и неплотности. Поэтому асимметрия фальшивой монеты может отличаться от асимметрии законной монеты. Посмотрим, одинаковы ли симметрийные свойства двух законных монет одинакового достоинства в нашем эксперименте. Затем посмотрим, одинаковы ли симметрийные свойства двух законных монет разного достоинства в нашем эксперименте.

Находим частоту выпадений орла и считаем, что она как-то характеризует асимметрию A монеты.

Получаем $A_1 = 0{,}525$; $A_2 = 0{,}65$.

На провокационное предложение сравнить A_1 и A_2 учащиеся уже не клюют – нужно знать погрешности, чтобы сравнить интервалы.

В аудитории возникает лёгкое недоумение – как мы узнаем погрешности, раз у нас не было никакого измерительного инструмента, вроде рулетки или термометра, чтобы один взгляд на шкалу позволили бы оценить погрешность. Приходится сделать

Большое отступление на тему **Случайные величины и статистические правила их обработки**.

Монета сама по себе является измерительным прибором, способным во многих испытаниях проявить свои физические свойства. Но это тот случай, когда в каждом испытании проявляются случайные влияния окружающего мира. Мы измеряем величину X, а получаем в n измерениях совокупность случайных значений x_1, x_2, x_3, ………….. , x_n. В качестве наилучшего приближения к неизвестному нам истинному значению случайной величины X принимаем среднее значение по формуле

$$x_{mean} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad . \qquad (1)$$

Погрешность результата рассчитываем по формуле для стандартного отклонения среднего

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_{mean} - x_i)^2}{n(n-1)}} \quad . \qquad (2)$$

Пробуем обсудить статистические свойства рецептов (1 - 2) на примере с бросанием монеты. Предположим, что мы не поленились и бросили монету ещё n раз. Получатся ли у нас такие же x_{mean} и s? Нет, ибо это тоже случайные величины. Как быть, на что же опереться в этом зыбком вероятностном мире?

Говорим, что истинное значение случайной величины X может с какой-то вероятностью q выйти за пределы интервала $x_{mean} \pm \Delta x$, где ошибку рассчитываем по формуле

$\Delta x = t_q s$. (3)

с учетом коэффициента Стьюдента, зависящего от числа измерений и от вероятности q. На занятии не место заниматься таблицами Стьюдента, достаточно сказать, что при $n > 5$ $t_{30\%} = 1$; $t_{10\%} = 2$; $t_{2\%} = 3$.

Обсуждение эксперимента по измерению частоты выпадения орла у двух монет. Продолжение.

Применяем формулы (2 - 3) при $t_{30\%} = 1$ к данным по асимметрии и получаем $\Delta A_1 = 0{,}08$; $\Delta A_2 = 0{,}11$. Вторая погрешность больше, так как число измерений было меньше. Видим, что интервалы $A_1 = 0{,}525\pm0{,}08$ и $A_2 = 0{,}65\pm0{,}11$ перекрываются. Ясно, что мы не сможем нащупать небольшое различие в свойствах двух монет, если они разные на самом деле. Что же делать, если мы хотим уловить малое различие? Учащимся ясно, что надо увеличивать число бросаний. Анализ формулы (2) показывает – если нам надо уменьшить погрешность в 10 раз, то число бросаний придется увеличить в 100 раз. Всем становится кисло.

Внимание! Вот тут и раздается отчаянный вопрос Натальи Сергеевой: **Так что же, мы так никогда и не узнаем истину**?

Занятие заканчивается обещанием где-то к 11 классу подойти к решению этой проблемы с естественно научной точки зрения. При этом остается угроза, что в философии и в гуманитарных науках вопрос о достижении истины решается не совсем так, как в естествознании. Сейчас мы не сможем пояснить, в чем дело, ибо до принципа дополнительности Бора мы ещё не доросли.

Домашнее задание 2.

Попытаться самостоятельно разобраться с асимметрией всех монет, испытанных на прошлом занятии.

Сценарий занятия № 5 по теме *Постановка и решение прикладных задач.*

Проверка домашнего задания.

Было предложено попытаться самостоятельно разобраться с асимметрией всех монет, испытанных на прошлом занятии. С этим не справился никто. По-видимому, такие задания надо давать индивидуально тем, кто на занятии высказывал что-то разумное по данному поводу.

По материалу параграфа ***Измерение физических величин*** всем предложено ответить на контрольный вопрос: Какая погрешность, абсолютная или относительная, используется при сравнении двух результатов измерений в виде интервалов? Мнения разделились. Значит, опять не сумели вычитать из учебника. После некоторой логической подсказки (учесть размерность абсолютной и относительной погрешности) класс справляется с вопросом. Отсюда необходимость повторять задание.

Пояснение темы.

Прикладные задачи возникают тогда, когда физические закономерности надо использовать, чтобы решить проблему в какой-то другой области знания. Физические законы и методы прикладываются к чему-то совсем не физическому. Одна из особенностей таких задач состоит в требовании выдать не только решение в виде числа, но и оценить величину погрешности в явном виде, чтобы заказчик не ломал голову над точностью прогноза и смог логически правильно воспользоваться физическим результатом для решения своей проблемы. Тем самым физика помогает заказчику оценить риск принятия решения уже и самим заказчиком. Этим характер прикладных задач резко отличается от учебных задач, приведенных в любых школьных задачниках.

Ясно, что прикладные задачи решать значительно труднее, чем учебные. Но стоит научиться это делать на доступном школьнику материале, чтобы стало ясно, чем физики зарабатывают на жизнь. А зарабатывают они двумя видами деятельности – исследованиями на заказ и решением прикладных задач.

Пример постановки и решения прикладной задачи.

Для облегчения восприятия сложной задачи движемся небольшими шагами:

1. качественно описываем физическую ситуацию
2. решаем в этой ситуации обычную учебную задачу
3. качественно описываем нефизическую ситуацию
4. пытаемся решить возникшую нефизическую проблему
5. видим, чего нам не хватает в физическом решении для решения нефизической проблемы
6. оцениваем погрешности физического ответа
7. решаем нефизическую проблему с учетом погрешности физического ответа

В качестве примера прикладной задачи предлагается задача о Путнике и Старике. Она описана в материале для 7 класса.

Обсуждение особенностей прикладной задачи.

Класс согласен, что прикладная задача на порядок сложнее соответствующей пустяковой учебной задачи. Проясняется роль оценки погрешностей. Предлагается в дальнейшем превращать учебные задачи из задачника в прикладные и получать за решение таких задач в десять раз больше баллов.

Домашнее задание.

Прочесть материал об относительности движения и решить задачи на эту тему из задачника.