Эмоционально-ценностные отношения в структуре открытого образования

Александр Николаевич Дахин — ведущий научный сотрудник Института управления развитием образования г. Новосибирска, кандидат педагогических наук.

Автор статьи выражает искреннюю благодарность учащемуся Специализированного учебно-научного центра Новосибирско-го государственного университета Семёну Дятлову, плодотворная полемика с которым помогла осмыслению этого материала.

Современное образование характеризуется открытостью всем социокультурным инновациям. Об одной из них хотелось бы поговорить особо. Она связана с формированием у учащихся опыта эмоционально-ценностных отношений, или, как для краткости обозначают это направление, гуманизацией образования.

Открытость образования или его гуманизация: что первично?

Широкое применение глобальных сетей телекоммуникации позволило существенно видоизменить модель обучения. Действительно, информационные ресурсы, находящиеся в распоряжении всех участников образовательного процесса при решении конкретных познавательных задач, практически не ограничены. Но за этим кроются и проблемы. Перечислим их.

1. Результаты обучения не всегда предсказуемы и гарантированы. А временны е затраты могут быть неоправданно ёмкими.

2. Приобщиться к современной информационной культуре — необходимый экзистенциальный опыт. Навыки работы в информационных сетях интериоризируются точно так же, как и традиционные навыки чтения, письма, умение анализировать и т.д. Таким образом, открытое информационное пространство влияет на эффективность социализации человека и формирует его социальный опыт, ценностные ориентиры и установки. А это уже в чистом виде гуманистические категории. В наших рассуждениях отправная точка — открытое информационное пространство — выбрана условно. Другие исследователи для наполнения гуманистической компоненты образования выберут иную модель. Но мы взяли за основу открытость образования.

3. Ещё одна проблема, унаследованная от предметоцентрированной педагогики, связана с тем, что новые гуманистические ориентиры модернизируются в традиционно гуманитарных учебных дисциплинах. Нет смысла приводить их перечень. Хотя гуманистический потенциал — имманентное свойство каждой учебной дисциплины. Чтобы усилить гуманистическую образовательную компоненту, думаю, не обойтись только экстенсивным вариантом. Необходимы исследования и разработки междисциплинарного характера, связанные с актуализацией гуманистического потенциала всех областей знания. В первую очередь, это должно коснуться модели обучения, включающей стиль партнёрских отношений всех участников в открытом образовательном пространстве. Модель обучения, как это ни парадоксально, тоже может стать гуманистической. Что я имею в виду?

Во-первых, это учёт личного социального опыта и возможностей обучающихся, а также пристрастий традиционных клиентов педагогики к той или иной субкультуре. Перед педагогом встаёт целый комплекс задач: сконструировать обновлённое содержание образования; разработать методику (или технологию) обучения; сохранить при этом фундаментальные основы знаний; транслировать исконные нравственно-этические ценности. Привнесение в молодёжную субкультуру культурологических основ преодолевает неизбежно существующий разрыв между духовным миром обучающихся и содержанием образования. И это тоже признак открытости образования, способствующей его гуманизации.

Конструировать обновлённое содержание образования в контексте его гуманизации сложно ещё и из-за традиционного отчуждения личного профессионально-культурного опыта педагога, а также из-за того, что игнорируется принадлежность обучающихся к той или иной субкультуре. А ведь влияние значимого профессионала (экзистенциальный нажим) происходит посредством педагогической культуры преподавателя. Затем это переходит в сотворчество участников образования, их исследовательское сотрудничество, активную направленность как на учащихся, так и на обучающих. Поэтому гуманистическая составляющая образования может развиваться (а не только экстенсивно увеличиваться) благодаря развитию общепедагогической культуры преподавателя, что эффективно дополнит его предметную профессиональность.

Известны случаи, когда некорректное понимание гуманизации, в частности в преподавании физики, привело к потере доказательной и строгой базы физических законов, что снизило уровень образованности школьников в целом. Подобные примеры можно было бы продолжить. Наверное, неточности в педагогических преобразованиях неизбежны, но, очевидно, не следует останавливаться только на расширении перечня гуманитарных дисциплин. Ведь любое образование гуманистично по своей онтологической основе. И в этом плане естественные и гуманитарные науки равноправны.

Как же проектировать гуманитарный по своей сути педагогический процесс на содержании естественнонаучного образования? В действительности педагогический процесс определяется не только взаимодействием обучающегося и преподавателя в рамках их социальной роли, а драматическими событиями, разыгрывающимися на познавательной сцене, название которой — образование. Это уже личностное отношение каждого участника к взаимодействиям и даже битвам людей и идей на поле брани научного познания. В таком контексте каждый учебный предмет — не только объект изучения, а повод и сценарий взаимодействия (сотрудничества) преподавателя и его учеников с целью актуализации имманентных качеств каждого из них. Поэтому не столь важно, в какой графе учебного плана стоит предмет — гуманитарной или естественнонаучной.

Более того, само деление на гуманитарное и негуманитарное знание определяется отнюдь не положением в графе, а в первую очередь внутренней наполненностью культурными ценностями, которые несут человеку знания. Если знания имеют личностный смысл для человека, наполняют его внутренний мир, образуют культурную составляющую, то можно говорить об их гуманитарной основе. С этих позиций простое запоминание сюжета художественного произведения без личных пристрастий и трансформаций в собственный духовный мир вполне можно считать негуманитарной образовательной деятельностью, хотя формально такой род учебной работы относится к предмету «литература» и претендует на гуманитарную деятельность.

Но возьмём физику с её поучительным противостоянием разных теорий и концепций, за приверженность к которым людей даже убивали. Изучение физических явлений, а также деятельности учёных, познающих эти явления, плюс собственная рефлексия по поводу всего изученного— это и есть гуманитарная составляющая физики как учебного предмета. Сами по себе знания гуманитарными не являются. Они ими становятся при вхождении в духовный мир каждого из нас.

Автор статьи не беспристрастен к физике и в своей практике возлагает на неё значительную педагогическую задачу. Поэтому следующий раздел я посвящаю наполнению содержания физического образования конкретными мыслительными операциями, главная направленность которых — на самого обучающегося через его рефлексию. Узнать и… управлять способом собственного мышления — разве это не гуманизация образования?

Школьная физика: три уровня обучения

В учебно-методическом комплекте (УМК), фрагмент которого приведён ниже, материал содержит три уровня сложности: общекультурный, в соответствии с типовой школьной программой, углублённый и исследовательский.

В качестве примера приведём простую на первый взгляд тему — «Преобразования Галилея». Постараемся соответствовать тем амбициозным заявкам, которые мы провозгласили в первой части статьи.

Вводную часть можно обозначить так: «Физика: роль, значение и перспективы». За последние 100 лет человек создал устройства, позволяющие ему передвигаться по земле и даже летать с огромной скоростью, общаться с другими людьми, находящимися на разных континентах, не выходя из своего дома, видеть то, что происходит в мире. Цивилизация решила проблему обеспечения продуктами питания, научилась предотвращать эпидемии, освоила новые виды энергии. Все эти достижения — плоды научного познания явлений природы. Хотя есть область знания, оставшаяся загадкой, прогресс в освоении которой не имеет резких скачков. Это человеческая психика, в исследовании которой осталось так же много загадок, как было и в античные времена. Наша цивилизация обязана всеми достижениями прошлым поколениям, накопившим для нас столь богатый научный опыт. Поэтому стать полноправным участником любых социокультурных преобразований можно, только освоив опыт предыдущих поколений. В этом есть сущность и главная задача системы образования как социального института. Каждая учебная дисциплина решает эту задачу по-своему. Физика обладает своими исследовательскими методами, способствующими формированию у обучающихся единой картины мира и естественнонаучного мировоззрения, а также развитию критического мышления. Пусть не все сегодняшние студенты будут использовать физические знания в своей профессиональной деятельности, но навыки мышления, которые развивает физика, пригодятся им в неизбежном процессе социализации. Поэтому можно с уверенностью сказать, что в физике как учебной дисциплине заложен внутренний образовательный потенциал, без освоения которого невозможно считать себя приобщённым к культурным достижениям нашей цивилизации.

Важнейшие научные открытия в физике, развивая науку, меняли мировоззрение людей и влияли на судьбы мира. Взять хотя бы учение Коперника, эксперименты Фарадея или теорию относительности Эйнштейна. Они повлияли на нас не меньше, чем мировые войны или революции.

Благодаря итальянскому учёному Галилео Галилею в естествознание вошли числовые расчёты и исследователи от простого наблюдения перешли к измерениям и математическим расчётам. Это позволило упорядочить и изложить в «свёрнутом виде» множество разнородных научных фактов, переведя их на язык математических формул.

В начале XX века физика занимала лидирующее положение в естествознании. Британский учёный Резерфорд даже шутил по этому поводу: «Все науки можно разделить на две группы, а именно — на физику и коллекционирование марок». С момента возникновения естествознания на протяжении XVII–XVIII вв. роль научного лидера удерживала механика. Но в начале XIX в. ведущее положение заняли науки о строении материи: физика, химия, геология и биология. Из всего этого комплекса выдвинулась именно физика, остававшаяся лидером почти весь XX век. Она инициировала развитие ядерных и космических проектов, высоких технологий в полупроводниковой, лазерной технике, а также в кибернетике и молекулярной биологии. Возможно, в XXI веке пальму первенства будет иметь биология, но «…наука ищет пути всегда одним способом, — писал российский учёный В.И. Вернадский, — она разлагает сложную задачу на более простые, затем, оставляя в стороне сложные проблемы, разрешает более простые и только тогда возвращается к изначальной задаче». Первые навыки такого метода исследования физических задач учащиеся получают при изучении механики. Именно в этот момент важно осознать и твёрдо уяснить логику физических исследований. На примере простых явлений школьники получают первый опыт решения задач механики, что очень важно для дальнейшего образования, и не только в физике. Собственное осмысление движения научной мысли, конечно, приводит к формированию навыков рефлексии, критическому и комплексному мышлению. Всё это — начатки структуры сознания зрелого исследователя.

Чтобы сформулировать первый закон механики (принцип относительности Галилея) или закон инерции, как его ещё называют, учёному пришлось преодолеть многовековую инерцию мышления. Вместо причин, поддерживающих движение тела, Галилей внимательно изучил причины, изменяющие движение исследуемого объекта. Для того времени это был революционный скачок в понимании движения материи.

Следующим триумфальным прорывом в механике было изобретение молодым бакалавром Тринити-колледжа Исааком Ньютоном интегрального исчисления. Механика приобрела мощный математический инструмент, а учёные создали математический аппарат, используемый в механике. Благодаря этому большой массив разнообразных данных о движении планет и мельчайших песчинок удалось свести к трём законам Ньютона и фундаментальному закону всемирного тяготения.

Физическая модель Ньютона — система материальных точек, между ними мгновенно действуют центральные силы, и всё это находится в абсолютно пустом пространстве и развивается в абсолютном непрерывном времени. Удивительное дело: эффективная механика Ньютона фактически основана на понятиях и образах, не существующих в реальности. Физические тела рассматривались либо как точки, либо как абсолютно жёсткие совокупности таких точек. Жидкости лишались присущей им вязкости. Прямолинейное движение также оказалось идеализированным, поскольку в природе не бывает прямых траекторий. Абсолютные пространство и время не могли быть обнаружены в экспериментах.

Гениальность Ньютона проявилась в чёткой постановке посильных для него задач. Неразрешимые в то время вопросы он переадресовал последователям. Так, Ньютон пользовался понятием силы, не задаваясь вопросом о природе её происхождения.

Классическая механика Ньютона заняла своё место в стройном здании физики. Но в научном мире Ньютона — Максвелла — Эйнштейна не было принципиальных различий в описании макро- и микрообъектов: все причинно-следственные связи между событиями считались однозначными, раз и навсегда установленными. Однако эксперименты по структуре вещества давали результаты, не отвечающие законам классической физики. Так была заложена предпосылка квантово-статистической теории строения вещества. В дальнейшем она была преобразована в крупное междисциплинарное направление и названа синергетикой.

Физика наших дней насчитывает несколько десятков крупных направлений. Экспериментальные и теоретические методы физики всё чаще применяются в таких разнородных сферах, как экономика, социология, экология, психология и педагогика и т.д. Не претендуя на лидерство среди наук о природе, физика, возможно, постепенно преобразуется в универсальный язык этих наук и со временем будет выполнять ту же роль, которую играет сейчас в физических исследованиях математика. Кроме того, методы научных исследований, разработанные в физике, достаточно универсальны и могут использоваться во многих науках.

Преобразования галилея

В разных системах отсчёта одно и то же движение выглядит по-разному. При этом в одних системах движение представляется проще, в других — сложнее.

Координаты $\mathbf{R}_0$ и $\mathbf{r}$ одной и той же точки в двух различных системах отсчёта, одна из которых движется относительно первой со скоростью $\mathbf{V}$, связаны соотношением:

см. 060(1).jpg *(Рис. 1)*

Чтобы перейти в систему отсчёта O_1, движущуюся прямолинейно и равномерно со скоростью $\mathbf{V}$ относительно наблюдателя (O — лабораторная система), необходимо сделать следующие преобразования:

$\mathbf{r} = \mathbf{R}_0 - \mathbf{V}_t$

$\boldsymbol{v} = \mathbf{V_0} - \mathbf{V}$

$\boldsymbol{a} = \boldsymbol{a_0}$, (1)

где $\mathbf{V_0}$, $\boldsymbol{a_0}$ — соответственно скорость и ускорение частицы в лабораторной системе отсчёта; $\boldsymbol{v}$и $\boldsymbol{a}$ — то же в системе, движущейся со скоростью $\mathbf{V}$.

Формулы (1) называют преобразованиями Галилея. Принцип относительности Галилея можно сформулировать как требование инвариантности уравнений физики по отношению к этим преобразованиям.

Сохранилось любопытное предание, которое приписывают Диогену. Древнегреческий философ Зенон сформулировал знаменитую апорию (затруднение) под названием «Стрела». Это было главное доказательство Зенона против любого движения. Вот его суть. Стрела движется либо там, где она находится, либо там, где она не находится, — третьего не дано. Второе отпадает, так как стрела не может двигаться там, где её нет. Значит, ей остаётся двигаться только там, где она находится. Но как тело может двигаться в пространстве, которое оно само заполняет? Ему просто некуда в нём двигаться! Выслушав Зенона, в качестве ответа Диоген стал расхаживать перед ним туда и обратно, демонстрируя движение. Однако Пушкин проницательно отметил:

Движенья нет, сказал мудрец брадатый.
Другой смолчал и стал пред ним ходить.
Сильнее бы не мог он возразить;
Хвалили все ответ замысловатый.
Но, господа, забавный случай сей
Другой пример на память мне приводит:
Ведь каждый день пред нами солнце ходит,
Однако ж прав упрямый Галилей.

Действительно, не всегда то, что человек видит или чувствует, является истиной. Наше восприятие далеко не совершенно.

Задачи I уровня сложности

Этот уровень обучения характеризуется тем, что формируются и закрепляются устойчивые знания, умения и навыки по конкретной теме. В нашем случае это «Преобразования Галилея». Учащиеся должны быстро и без ошибок находить относительную скорость движения тел, свободно оперировать таким понятием, как скорость сближения (удаления), а также уметь находить проекции векторных физических величин на любые оси. Всё это входит в школьный образовательный минимум.

Приведём только сами условия задач без комментариев к ним, так как все явления достаточно стандартные и не требуют специальных указаний.

1.1.

На рисунке заданы начальные положения и скорости двух кораблей, которые движутся прямолинейно и равномерно. Используя рисунок, найдите наименьшее расстояние между кораблями.

см. 060(2).jpg

1.2.

С угла *A* квадратного плота спрыгнула собачка и поплыла вокруг плота. Нарисуйте траекторию движения собачки относительно берега, если она плывёт только вдоль сторон плота. Скорость течения реки V=3 км/ч. Собственная скорость собачки (относительно воды) — 4 км/ч.

см. 061(1).jpg

1.3.

Длинный стержень АВ движется в плоскости так, что в некоторый момент времени скорость одного его конца А равна V и направлена под углом α к стержню, а скорость другого конца В направлена под углом β к нему. Найдите скорость U конца В в этот момент времени.

см. 061(2).jpg

1.4.

Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями 72 и 54 км/ч. Пассажир, находящийся в первом поезде, замечает, что второй поезд проходит мимо него за 14 с. Какова длина второго поезда?

При усвоении учащимися материала первого уровня можно рекомендовать второй, который развивает творчество ребёнка.

Задачи II уровня сложности

Этот уровень связан с комплексным подходом при решении физических задач. Для решения каждой из них требуется целая совокупность знаний и свойств физического и математического характера. Кроме того, на этом уровне обучения предполагается формирование устойчивых навыков локального переноса знаний в различных межпредметных ситуациях.

Изложение материала построим в форме диалога с учеником. Такая манера лучше обозначает «со-трудничество» при исследовании физических ситуаций. Тем более что на первом этапе ученику не разобраться в сложном комплексе возникающих проблем. Поэтому серия вспомогательных вопросов, аналогий и комментариев со стороны преподавателя просто необходима.

2.1. Мальчик, догоняющий автобус

По прямому шоссе едет автобус с постоянной скоростью V. Мальчик заметил автобус, когда тот находился в точке A. Из какой области около шоссе мальчик сможет догнать этот автобус, если скорость мальчика U<V? Нарисуйте эту область для случая U=V/2.

Ученик: Сначала нарисуем исходные положения участников движения. Пусть в начальный момент автобус находился в точке ***A***, мальчик — в крайней точке ***B***, из которой он ещё сможет догнать автобус. Место их встречи обозначим ***C***. По нашему построению $\angle BAC=\alpha$ — максимально возможный.

см. 061(3).jpg *(Рис. 2)*

Если мальчик начнёт движение из точки **B1**, находящейся вне угла α, то он не успеет добежать до автобуса. Первые трудности возникают в определении направления движения **BC**. Пока непонятно, под каким углом β следует бежать мальчику.

Автор: Известны способы решения такого рода задач, когда требуется найти оптимальное значение какого-либо параметра. Для нахождения минимального времени можно составить функцию $t(\beta)$ и, вычислив производную, получить значение β. Но эта задача решается проще без использования свойств производной. Мы разберём два способа решения. Первый — чисто математический. Составьте вспомогательную функцию $f(\beta)=t_1/t_2$, где t_1 — время движения автобуса до точки ***C***, а t_2 — время, затраченное мальчиком. По смыслу движения нам необходимо, чтобы $f(\beta)$ была максимальна.

Ученик:

$f(\beta)= t_1/t_2 = AC/BC * U/V$. (2)

По теореме синусов для ΔABC имеем:

$AC/BC = \sin\beta/\sin\alpha$. (3)

Получим: $f(\beta)=U/V * \sin\beta/ \sin\alpha$.

Теперь я догадался, что $f(\beta)$ имеет максимум, если $\sin\beta$ наибольший, т.е. $\sin\beta = 1$, следовательно, $\beta=\pi/2$. А значение функции

$f = U/V * 1/ \sin\alpha$.

Мальчик догонит автобус при выполнении условия $f \geq 1$.

Или $\sin a \leq U/V$.

В частности, при $U = V/2$ имеем $\alpha \leq \pi/6$.

Автор: Следует заметить, что такая же область, ограниченная углом $\pi/6$, существует и в нижней полуплоскости. Поэтому окончательный ответ такой:

Область, из которой мальчик догонит автобус, есть угол с вершиной в точке **A**, равный $2\arcsin(U/V)$, биссектриса этого угла лежит на траектории автобуса.

Как Вы уже поняли, ключевым моментом этого способа решения было удачное введение функции $f(\beta)$, что требует исследовательской интуиции, которая формируется и развивается только в ходе решения подобных задач.

Рассмотрим более «физичный» вариант анализа этого движения, основанный на преобразовании Галилея. Перейдите в систему отсчёта, связанную с движущимся автобусом, и рассмотрите возможные направления относительной скорости мальчика.

Ученик: Система отсчёта, в которой автобус покоится, движется вправо со скоростью **V**. Чтобы перейти в неё, добавим ко всем объектам, участвующим в движении, скорость –**V**. Результирующая скорость мальчика находится как векторная сумма $\mathbf{U} + (-\mathbf{V}) = \mathbf{U}_1$.

см. 062.jpg *(Рис. 3)*

Автор: Куда может быть направлена скорость $\mathbf{U}_1$?

Ученик: Думаю, точно на автобус. Потому что в случае, если линия скорости $\mathbf{U}_1$ пересечётся с траекторией левее точки нахождения автобуса, это будет означать, что мальчик опоздал. А в случае пересечения справа мальчик попадёт на шоссе с опережением. Значит, у него есть «резервы» по дальности стартового положения.

Автор: Хорошо. Но под каким оптимальным углом следует бежать мальчику?

Ученик: Я затрудняюсь ответить. Есть множество вариантов суммы $\mathbf{U} + (-\mathbf{V})$ и все они будут направлены вдоль оси, соединяющей автобус и мальчика.

см. 063(1).jpg *(Рис. 4)*

Автор: Напомню, что мы исследуем пограничную ситуацию, т.е. нас интересует минимальная скорость, при которой мальчик ещё догонит автобус. Из всего семейства векторов U, которое Вы изобразили на рис. 4, выберите вектор с наименьшей длиной.

Ученик: Я, кажется, догадался. Это будет вектор, перпендикулярный направлению AB. Значит, по подобию ΔABC тоже прямоугольный. Получается, что направление движения мальчика в лабораторной системе отсчёта составляет угол 90 градусов с линией «мальчик — автобус». Что мы уже получали чисто математически. Таким образом, величина угла, в пределах которого мальчик успеет догнать автобус, находится из равенства:

$\sin\alpha = U/V$.

Автор: Если сопоставить оба наших метода решения, то видно, что как только мы положим значение функции $f(\beta)=1$ и минимизируем получившуюся неявную зависимость $U(\beta)$, то сразу получим ту же пропорцию, которую Вы написали из геометрических соображений, правильно догадавшись о направлении вектора U.

Действительно,

$U/V \sin\beta/\sin\alpha = 1,\ U = V(\sin\alpha/\sin\beta) \Rightarrow U\min = V\sin\alpha$.

В качестве дополнительного задания исследуйте, пожалуйста, следующую ситуацию. Пусть в начальный момент мальчик находился на расстоянии ***H*** до шоссе. На каком минимальном расстоянии от точки D может находиться автобус в начальный момент, чтобы мальчик его догнал?

Ученик: Это уже просто.

$AD = H\,\mathrm{ctg}\alpha = H\sqrt{V^2 - U^2}/U$.

Время встречи найдём так:

$t = BC/U = H/(\cos\alpha\ U) = HV/(\sqrt{V^2 - U^2}\cdot U)$.

Автор: Как видно из полученных Вами соотношений, они имеют смысл только при V>U, если чисто теоретически предположить, что скорость мальчика больше, чем скорость автобуса, то он в любом случае догонит автобус. А как понять то, что время до встречи стремится к бесконечности при скорости U, приближающейся к V?

Ученик: Если $U \approx V$, то $\alpha \approx \pi/2$. Следовательно, прямая *BC* почти параллельна шоссе. Это и означает, что место встречи будет очень далеко и для этого потребуется значительное время.

2.2. «Самонаводящиеся» черепашки

Четыре черепашки расположились в вершинах квадрата со стороной a. Затем они устроили игру в «догонялки». Но преобразований Галилея черепашки в школе не усвоили, поэтому одновременно начали ползти друг к другу со скоростью V, точно направленной на соседа, расположенного по часовой стрелке. Где и когда встретятся наши «спринтеры»?

см. 063(2).jpg *(Рис.5)*

Ученик: Как всегда необходимо найти удобную систему отсчёта.

Автор: Попробуйте связать её с одной черепашкой. И найдите скорость приближения её к центру квадрата.

Ученик: Разложим скорость черепашки на составляющие OX и OY. За приближение к центру отвечает только *X*-компонента скорости $V_x = V\cos\pi/4 = V/\sqrt{2}$. Расстояние до центра $S = a/\sqrt{2}$. Значит, черепашка достигнет центра через время $t = S/V_x = (a/\sqrt{2}) : (V/\sqrt{2}) = a/V$. Такая же судьба ожидает и всех остальных участников гонки. Поэтому они все встретятся в центре квадрата. Итак, $t = a/V$

Автор: Можно добавить, что есть и другие соображения, позволяющие решить эту задачу. Рассмотрим сближение двух соседних черепашек через бесконечно малый промежуток времени Δt. Первая черепашка приблизится к положению второй на расстояние $V\Delta t$. В свою очередь, вторая черепашка движется перпендикулярно первой и за малое время Δt почти не удаляется от неё. Так будет происходить в любой момент времени. Значит, расстояние между черепашками уменьшается со скоростью V. Эту скорость можно назвать скоростью сближения. Начальное расстояние между соседними черепашками *a*. Ответ следует незамедлительно: $t = a/V$.

Задачи для самостоятельного решения

2.3. Переправа через реку

Расстояние между берегами реки L. Скорость течения U. С какой наименьшей собственной скоростью V может плыть лодка, чтобы из точки A попасть в точку B на противоположном берегу, находящуюся на расстоянии S ниже по течению?

см. 064(1).jpg

$V = UL/\sqrt{L^2 + S^2}$

2.4. Минимальный снос в реке

Расстояние между берегами реки L. Скорость течения U. На какое минимальное расстояние X снесёт лодку, если модуль её скорости относительно воды равен V<U?

см. 064(2).jpg

Указание

$X = L\sqrt{V^2 - U^2}/V$

Задачи III уровня сложности

Эти задачи относятся к разряду олимпиадных. Чтобы их решить, необходимы исследовательская интуиция и опыт. Как правило, первые предположения о способах решения такого рода задач не приводят к ответу. Поэтому особенно важно быстро проанализировать и отсечь неперспективные варианты размышлений. Для этого, конечно, нужно свободно владеть базовыми знаниями, а также эффективно владеть межпредметной интеграцией.

3.1. Опасный угол

Снаряд, летящий со скоростью V, разрывается на множество осколков. В системе отсчёта снаряда все осколки имеют одинаковую скорость U и равномерно разлетаются во все стороны. Найти область, которая может быть поражена этими осколками.

см. 065(1).jpg *(Рис. 6)*

Ученик: Так как осколки разлетаются во все стороны и с одинаковыми по модулю скоростями, то в системе снаряда мы получим векторы скорости, концы которых образуют окружность. Чтобы найти скорость осколка в лабораторной системе отсчёта, сложим вектора **V** и **U**. Получим результирующую скорость. Но как исследовать все эти вектора, я не знаю.

Автор: Вы хорошо применили преобразование Галилея для скоростей, но правило параллелограмма для сложения скоростей здесь не очень удобно. Попробуйте переделать чертёж, применив правило треугольника.

см. 065(2).jpg *(Рис. 7)*

Ученик: Из этого рисунка видно, что получилось целое семейство векторов скоростей разлетающихся осколков. И есть направление, которое определяет границу поражения. Скорость «пограничного» осколка направлена по касательной к окружности, которая представляет собой совокупность концов векторов скоростей всех осколков. Обозначим предельный угол разлёта φ. Видим, что $\sin\varphi = U/V$. Все другие осколки полетят под углом, меньшим, чем φ. Такой же угол можно отложить и в противоположную сторону. Значит, область поражения представляет собой угол, равный 2φ, биссектриса которого лежит на траектории снаряда.

Автор: Проанализируйте ситуацию, когда $U>V$.

Ученик: На первый взгляд получается странно, так как синус превысил единицу. Хотя в этом случае мой рисунок надо переделать. Получится, что осколки вполне могут лететь даже в направлении, противоположном скорости снаряда. Значит, везде находиться небезопасно.

Автор: Окончательно имеем следующий ответ для границы поражения.

При $U=V$ — угол 2φ с началом в месте разрыва снаряда и биссектрисой, лежащей на траектории снаряда, $\sin\varphi =U/V$.

При $U>V$ — все направления от 0 до 2π

3.2. Когда кошка догонит мышку?

*Из угла комнаты выбегает мышка со скоростью U, направленной вдоль стены. В другом углу, находящемся на расстоянии **H** от стартового положения мышки, притаилась кошка, которая тут же бросилась догонять мышку со скоростью V, направленной всегда строго на объект преследования. Через какое время кошка приступит к своему завтраку?*

см. 065(3).jpg *(Рис. 8)*

Автор: Это задача знаменита наличием оригинального и неочевидного способа решения. Дело в том, что простая запись дифференциальных уравнений, описывающих скорость и координаты кошки, даёт систему, которую, по-моему, ещё никто не решил аналитически. Но преобразования Галилея позволяют ответить на вопрос задачи. А точную траекторию кошки у нас никто не спрашивал. Одну подсказку я Вам сделаю. Удобно рассмотреть произвольную точку траектории кошки в какой-то момент времени t. Далее надо записать скорость сближения участников движения. Для этого удобно обозначить модуль расстояния между кошкой и мышкой r и спроектировать на ось «кошка — мышка» все скорости. Тем самым Вы получите интересное дифференциальное уравнение.

Ученик: Если я правильно понимаю, то скорость сближения способствует уменьшению относительного расстояния между участниками движения. Значит, dr/dt имеет отрицательный знак. Следовательно,

$dr/dt = -V_{сб}$,

где $V_{сб}$ — скорость сближения, с которой сейчас разберёмся. Кошка имеет всегда одну и ту же проекцию скорости на ось, соединяющую движущиеся объекты. Величина этой проекции V. Спроектируем скорость мышки на эту ось, получим $U\cos\varphi$. Следовательно, скорость сближения равна $V_{сб} = V - U\cos\varphi$.

Наше дифференциальное уравнение принимает вид:

$dr/dt = -V + U\cos\varphi$.

Автор: Теперь выразите *cos*φ из разложения скорости кошки по компонентам.

Ученик: $V_x = V\cos\varphi$.

Значит,

$\cos\varphi = V_x / V = 1/V \cdot dx/dt$.

В итоге получим:

$dr/dt = -V + U/V \cdot dx/dt$.

Автор: Решить такое уравнение я Вам помогу. Проинтегрируем левую и правую части уравнения по переменной t в пределах от 0 до T, где T— время, которое пройдёт до встречи кошки с мышкой. В левой части получим:

$\int_0^T (dr / dt)\, dt = \int_H^0 dr = -H.$

Правая часть преобразуется так:

$-\int_0^T V dt + U/V\int_0^T(dx / dt)\, dt = -\int_0^T V dt + U/V\int_0^{X_0} dx= -VT + (U/V)X_0.$

Здесь введено обозначение X_0 — полное расстояние, которое пробежит мышка. Можно сказать, что X_0 — конечная координата мышки вдоль оси 0X. Раз мышка двигалась с постоянной скоростью, то X_0 =UT.

Ученик: Теперь легко довести вычисления до ответа. Сравнивая преобразованные левую и правую части, получаем

$-H= -VT+ (U^2/V)T= (U^2/V -V)T$

$T = H/(V^2 - U^2) \cdot V$

Ответ имеет смысл только при условии V>U.

Как видим, единственным персонажем наших задач, который в состоянии догнать цель, имеющую скорость большую, чем сам догоняющий, был мальчик из задачи 2.1. Это потому, что он хорошо освоил преобразования Галилея.

Задачи для самостоятельного решения

3.3.

Пусть две бесконечные «цепочки» лыжников двигаются по параллельным лыжням, причём красные лыжники имеют скорость большую, чем синие ($V_1 > V_2$). Раз траектории параллельны, мы точно знаем, что ни один красный лыжник не столкнётся с синим. Теперь посмотрим на это движение из системы отсчёта, имеющей скорость U, перпендикулярную лыжне. В этой системе имеем результирующие скорости, которые совсем не параллельны, а значит, траектории красных и синих лыжников обязательно пересекутся. Но из условия бесконечности цепочек на первый взгляд следует неизбежное столкновение лыжников. Как объяснить получившееся противоречие.

Указание: Если в одной системе отсчёта все траектории лыжников совпали, то в другой они могут представлять собой целое семейство параллельных прямых. Пересечение траекторий не обязательно означает столкновение лыжников.

см. 067(1).jpg

3.4.

На рисунке изображён шлейф дыма, тянущегося от двух паровозов, которые движутся по прямолинейному участку дороги со скоростями V_1 и V_2 ($V_1>V_2$.). С помощью геометрических построений найдите вектор скорости ветра.

см. 067(2).jpg

3.5.

По прямой дороге со скоростью U=5м/с движется велосипедист. На расстоянии d=100 м от дороги находится автоматизированная пиццерия. В тот момент, когда расстояние между велосипедистом и пиццерией уменьшается до величины 150 м, срабатывает система наблюдения и из пиццерии выезжает самонаводящаяся тележка с пиццей. Её скорость направлена в каждый момент точно на велосипедиста, постоянна по величине и составляет V=8 м/с. Найдите время доставки. Как нужно настроить систему наведения, чтобы время движения тележки оказалось минимальным?

$30 \cdot 10/13 \cdot$ с; $\sin\beta = 5/12$,

где β — угол между прямой, соединяющей пиццерию и велосипедиста в начальный момент, и прямой, по которой следует направить скорость пиццерии

3.6.

При компьютерном моделировании создан мир, в котором скорость звука составляет u= 3 *м/с*, а скорость света C = 8 *м/с*. Крошечный автомобиль едет со скоростью V=5 м/с вдоль прямой, наблюдатель находится на расстоянии L=20 м от этой прямой. В каком месте он увидит автомобиль в тот момент, когда звук мотора слышен из ближайшей к наблюдателю точки прямой? Считайте, что у наблюдателя два уха и он способен определить направление на источник приходящего звука.

122 ·2/9 · с

Заключение

Эта статья — попытка автора осмыслить сущность гуманизации образования при обучении физике на основе педагогической интерпретации способов решения физических задач. Познание мира и себя в этом мире происходит по-разному. Естественнонаучный подход — один из вариантов такого познания. Строя свою индивидуальную траекторию развития в открытом информационном пространстве, каждому специалисту придётся самостоятельно решать проблемы развития научной интуиции, рефлексии, создания новых знаний и т.п. Предпосылки такой деятельности вполне можно закладывать в школе, в том числе средствами физики.

Для подготовки учащихся к функционированию в системе открытого образования необходимо:

• строить усвоение материала, используя минимальный, но достаточно полный набор научных фактов, раскрывающих его суть;

• в процессе осмысления материала давать учащимся возможность выхода за рамки усвоенной информации;

• экономно и эффективно использовать потенциальные возможности памяти и логического мышления учащегося;

• содержание предмета и методы его преподавания привести в соответствие с уровнем подготовленности ребёнка;

• подготовить системное представление о новых знаниях, позволяющее учащимся воспринимать их в свёрнутом виде;

• в достаточном объёме разработать тренировочные упражнения, в том числе направленные на развитие у обучающихся рациональных познавательных действий;

• оптимально распределить по времени учебные задания и упражнения на закрепление интегрированных систем умственных действий.