

ФИЗИКА В ШКОЛЕ ДИАЛОГА КУЛЬТУР

Сергей Юрьевич Курганов,

педагог-исследователь, один из создателей Школы диалога культур, автор книги «Ребёнок и взрослый в учебном диалоге»

В разработанном В.С. Библером проекте Школы диалога культур¹ начальная школа (1–2-е классы) предполагает формирование диалогических понятий в «точках удивления» — «Что такое слово?», «Что такое число?», «Что такое явление природы?»; в 3–4-х классах учащиеся вступают в диалог с античной культурой; в 5–6-х классах — с культурой средневековья; в 7–8-х — с культурой Нового времени; в 9–10-х — с культурой XX века.

В проекте Школы диалога культур преподаванию физики придаётся большое значение. Вокруг загадок явлений природы должны строиться учебные диалоги в начальной школе. В античных классах предполагается изучение античной атомистики (Демокрит, Эпикур) и статики, изучение физики Аристотеля. В нововременных классах учащиеся вступают в диалог с классической физикой Галилея и Ньютона. При изучении культуры XX века старшеклассники познакомятся с диалогами Бора и Эйнштейна о квантовой механике, соотносят механику Ньютона и теорию относительности. Предполагается, что учащиеся будут работать не только с учебниками и задачками, но прежде всего — с произведениями, созданными творцами физических концепций. В этих произведениях, в отличие от учебников, проблемы и трудности построения физических понятий обнажены, а поэтому могут стать предметом учебного диалога, в котором физическое явление может быть рассмотрено с различных логических позиций.

Диалогическое преподавание гуманитарных предметов кажется более привычным, чем диалогическое преподавание физики или математики. В самом деле, никто не будет отрицать необходимость на начальном этапе обучения чтению способствовать укреплению собственной читательской интонации ребёнка, развивать его

умение самостоятельно судить о прочитанном, критически относиться к мнению других читателей, вступать с ними в диалог, как это осуществляется в начальной школе диалога культур.

Ни у кого не вызовет недоумения и логика преподавания литературы в подростковой и старшей школе диалога культур: античные художественные произведения обсуждаются одновременно с изучением античной истории, античной философии, античного искусства. Затем изучается средневековая литература — в контексте культуры средневековья, затем — литература нового времени — в контексте культуры нового времени и т.д. Законы строения литературных жанров рассматриваются не как вечные и неизменные законы природы литературного текста, а как логически различные способы понимания произведений данной культуры, вступающие между собой в диалог.

Теоретические литературоведческие идеи естественно изучать, читая произведения: Аристотеля — об античной трагедии, Буало — об искусстве классицизма, Романа Якобсона — о творчестве Хлебникова и Маяковского. Сталкиваясь друг с другом, голоса литературоведов разных культур образуют диалогические понятия современного литературоведения. Например, на уроках-диалогах и в учебных произведениях школьников («сочинениях») могут столкнуться Аристотель, Буало и Бертольд Брехт, споря о том, что же такое настоящая трагедия. И здесь Школа диалога культур развивает и углубляет сложившиеся тенденции проблемного обучения литературе в школе в его лучших образцах.

Преподавание физики (математики, химии, биологии, географии, черчения, астрономии)

¹ Библер В.С. Школа диалога культур. Советская педагогика. 1988. № 11.

Библер В.С. Диалог культур и школа XXI века. ШДК. Идеи. Опыт. Проблемы / Под ред. В.С. Библера. Кемерово, 1993.

традиционно строится совсем иначе. В начальной школе детей учат наблюдать и проводить опыты, подтверждающие правоту некоторых эмпирических сведений и правил, например, таких: существуют три состояния вещества: жидкое, твёрдое и газообразное; при нагревании вещества расширяются и т.д. Ребята учатся измерять физические величины, знакомятся с их мерами и эталонами: узнают о длине, площади, времени, скорости, массе, весе. Ни о каких загадках и трудностях формирования этих понятий речь не идёт. У детей (и учителей) возникает иллюзия неизменности «законов природы», которые вечны, не соотносимы с конкретными культурами понимания, и могут быть извлечены непосредственно из проведённых опытов и наблюдений за природными явлениями.

Эта иллюзия укрепляется при изучении систематического курса физики. Физические понятия передаются детям в готовом виде. Не обсуждаются культурологические основания атомно-молекулярной теории строения вещества, кинематики, динамики и статики, теории электричества и магнетизма, оптики. Изучение теории относительности и квантовой механики даётся в отрыве от диалогов Эйнштейна и Ньютона, Бора и Эйнштейна, вообще — от истории формирования физических понятий.

В школьном курсе физики речь идёт о вечных, неизменных законах природы, которые, правда, могут быть несколько подкорректированы и слегка уточнены в связи с развитием физики XX века.

Ведь мир, построенный на атомно-молекулярной гипотезе Демокрита и Эпикура; мир античной статики, в основе которого лежит идея механического орудия и принцип виртуальных перемещений; распространение принципов Ньютона в область электрических и магнитных сил; теория относительности Эйнштейна с принципиально отличным от Ньютона пониманием пространства, времени, гравитации, с критикой самого понятия силы (тайна гравитации понимается с помощью пространственно-временных, геометрических соображений); квантовая механика Бора-Эйнштейна, формирующая физические понятия как неустрашимо диалогические, — это разные историко-культурные миры.

В школьном преподавании эти миры склеиваются, и так образуется монологически

плотные учебные предметы: физика, математика, биология, география. Они оправдывают своё существование ссылкой на эксперименты. Однако следует различать эксперимент и опыт. Опыт — это демонстрация того или иного физического явления, и он допускает самые различные интерпретации. В школьном и вузовском преподавании физики выбирается интерпретация, заранее известная, ради которой и проводится опыт. Другие интерпретации, пусть и существовавшие в истории физики, не рассматриваются.

Эксперимент в науке всегда имеет двувекторный характер. Он, во-первых, направлен на изменение изучаемого объекта, обнаружение его новых возможностей и сторон. Во-вторых, — на радикальное изменение картины мира, предшествующей проведению этого эксперимента.

В школе не интересуются теми представлениями учащихся, которые у них есть об изучаемом явлении: движении, парообразовании, притяжении. Тем более, не обсуждаются детские гипотезы о строении вещества, причинах движения и взаимодействиях тел. В этом смысле физических экспериментов в школе не ставят, культурные миры понимания не преобразуют, на принципиальные вопросы не отвечают. В рамках такого подхода, конечно, невозможен диалог.

Мир теоретического знания на уроках физики и математики рассматривается не авторизованно. Учащимся остаются неизвестны размышления и произведения учёных, построивших ту или иную физическую картину мира или математическую теорию. Этим учёным нельзя задать вопрос. Нельзя с ними вступить в спор, с чем-то согласиться, а что-то поставить под сомнение. Так закрепляется иллюзия о вечных и неизменных природных (или математических) закономерностях, которые можно лишь усвоить. Эта иллюзия — основа любой монологической педагогики. Следует поэтому признать, что диалогическое преподавание предметов физико-математического цикла не может опираться на методические традиции, укоренённые в современной школе.

Первые учебные диалоги по физике в начальных классах провёл доктор физико-математических наук В.А. Ямпольский в рамках эксперимента, развёрнутого С.Ю. Кургановым, В.Ф. Литовским, В.А. Ямпольским

и И.М. Соломадиным по построению учебных диалогов во 2-х — 8-х классах средней школы № 4 г. Харькова в 1979–1983 гг. под руководством В.С. Библера. Эти уроки-диалоги опубликованы и подробно проанализированы².

В.А. Ямпольский работал с учениками 3–4-х классов на уроках природоведения. Обсуждая с ребятами физические опыты, связанные с процессом парообразования, он обнаружил, что в условиях свободной учебной дискуссии дети были склонны не просто присваивать общие для всех сведения по молекулярной теории строения вещества, а выдвигать собственные, очень интересные «теории», в которых как бы «всплывали» античные, средневековые, новременные представления о природе. Многие идеи, которые обычно берутся на веру, вызвали бурные споры. Например, как можно доказать, вода в открытом сосуде превращается в пар, а не просто исчезает «в никуда» и пр.

Физика в «точках удивления»

Экспериментальные исследования формирования диалогических понятий физики в «точках удивления» проводились в 1987–1997 гг. в Красноярске С.Ю. Кургановым, Е.Г. Ушаковой и А.Н. Юшковым в рамках строящегося курса «Загадки природы». На этих исследованиях стоит остановиться подробно. Каждый из перечисленных учителей провёл десятки учебных диалогов в начальной школе. Для того чтобы понять, как мыслят и фантазируют на физические темы дети 7–8 лет, как они ведут себя, когда им предоставляют возможность свободно рассуждать и экспериментировать, представляем один из уроков с наиболее характерными репликами детей и учителей.

Урок. Загадка плавания тел и домовой

Саша. Можно, я покажу несколько опытов?

Учитель. Конечно, Саша, покажи.

Саша. Вот посмотрите. Это тазик с обыкновенной водой. Я кладу в тазик кусочек пенопласта и камешек. Что произошло?

Федя. Камешек утонул. А пенопласт плавает.

Саша. Почему так?

Федя. Камешек утонул, потому что он *тяжёлый*. А пенопласт плавает, потому что он *лёгкий*.

У. Непонятно. Почему лёгкий пенопласт не тонет?

Лена. Потому что он лёгкий. А значит, должен быть наверху. Как вы не понимаете?

У. Не понимаю. Как из того, что тело лёгкое, следует, что оно не тонет?

Лена. Да вы *сами послушайте*: «лёгкое»...

У. Вы хотите сказать, что само слово «лёгкое» доказывает, что тело не утонет, будет вести себя как слово? А слово «тяжёлое» состоит из других звуков, из «тяжёлых», и когда его произносишь, не улетает вверх, а тянет вниз. Это какая-то... *магия слова*.

Петя. Какая разница — каким словом назвать предмет. Слово — это условность.

Лена. Нет. Слово не условность. Федя правильно произнёс слова «лёгкое» и «тяжёлое». Федя *доказал*, что лёгкое тело плавает, а тяжёлое — тонет.

У. Да, стоит произнести слова: лить, пить, рыть, рычать, бить, косить — и вы услышите те действия, которые стоят за этими словами.

Саша. Лёгкий пенопласт плавает вот почему. В пенопласте внутри есть воздух.

Петя. Это ничего не объясняет. Это означает только, что пенопласт из-за воздуха ещё легче. А почему лёгкое не тонет?

У. То — нет. Тя — жёлое. Эти слова похожи. Они оба тянут вниз. То — нет и тя — нет. Это почти одно и то же. Такое же слово «тонна» — тяжёлое, тянущее вниз. Совсем другие слова: лёгкое, летит, летает, лепечёт. Эти слова вверх уносятся.

Лена. Да.

Рома. Камешек тонет. Потому что он тяжелее воды.

У. Вот такой крошечный камешек тяжелее *всей воды* в таком большом тазу?

Рома. Да!

Петя. Конечно, нет. Можно взвесить воду в тазу, и сразу станет ясно, что камешек легче, чем вся вода.

Саша. Я знаю! Там, внутри пенопласта,

² Курганов С.Ю. Ребёнок и взрослый в учебном диалоге. М., 1989.

кие кусочки воздуха. Они зажаты и хотят вырваться наружу, чтобы быть такими же свободными, как воздух наверху. Эти кусочки тянутся вверх и тянут за собой пенопласт. А вниз не тянет: там вода.

У. По твоей теории получается, что плавают только те тела, в которых есть воздух. А почему плавает жир?

Саша. В нём тоже есть воздух, только он совсем маленькими кусочками. Их не видно. А в камне и железе совсем нет воздуха. Поэтому они тонут.

У. Ты хотел, Саша, показать ещё что-то.

Саша. Конечно. Вот смотрите. Я кладу на воду промокашку. А сверху на промокашку я кладу иголку. Что получается?

Федя. Промокашка промокла и утонула. А железная иголка плавает на поверхности воды. Чудо!

Боря (*возмущённо*). Так не может быть! (*Подходит к иголке и пальцем топит её*)

Все смеются.

Оля. А ты, Саша, иголку жиром не смазал?

Саша. Нет. Сейчас покажу, что нет. (*Повторяет опыт, демонстративно протирая иголку тряпкой*).

У. Верно ли, что плавают только те тела, в которых есть воздух?

Оля. Значит, воздух есть, только его мало!

У. Откуда он взялся?

Оля. Из промокашки.

У. Из промокашки?!

Оля. Да! Там, в промокашке, не простой воздух, а такой, в пузырьёчках. Вода его снизу из промокашки выдавливает вверх, в иголку, и в воздух. А на иголке есть такие маленькие дырочки. Мы их не видим. И в них воздух заходит. Промокашка наполняется водой, промокает и тонет. А иголка плавает, потому что воздух снизу тянется вверх и держит её.

Толик. Иголка не тонет. Потому что мы её осторожно кладём на воду. Нам и промокашка для этого не нужна.

У. И что?

Толик. А то, что когда мы аккуратно кладём иголку на воду, между водой и иголкой остаётся воздух, который стремится вверх и поддерживает иголку. А когда мы чуть качнём иголку, воздух из-под неё

выскакивает, набегает волны, и иголка тонет.

Петя. А если мы аккуратно положим камень на воду, будет ли он плавать?

Толик. Если очень аккуратно — будет. Только, может быть, ни один человек не может положить камень на воду аккуратно. Поэтому мы всегда видим, что камни тонут. Но я говорю по-другому: они потому тонут, что люди не умеют положить камень на воду абсолютно аккуратно.

Саша. У меня заготовлен ещё один опыт.

У. Давай!

Саша. Смотрите, я наливаю в пробирку воды. Плотно затыкаю пробкой. Нагреваю на спиртовке. Что происходит?

Маша. Пробка вылетает.

У. Почему?

Маша. Потому что там в огне есть мелкие камешки. Они в огне рождаются и через маленькие дырочки в фитиле поднимаются наверх. Потом они затекают в пробирку и затаиваются там до поры до времени. Когда их отец — огонь начинает греть пробирку, они оживают и начинают скакать. И, когда скачут, выбивают пробку.

Оля. А если мы заткнём пробку до того, как будем зажигать спиртовку?

Саша проводит опыт и получает тот же результат.

Маша. Эти камешки — очень мелкие. Они проходят в щель между пробкой и пробиркой.

Петя. Но ведь в эту щель даже пар внутри пробирки не проходит!

Маша. Да. Эти камешки мельче пара.

Петя. А почему эти камешки затекают именно в пробирку?

Маша. А они не только в пробирку затекают. Они везде растекаются, в том числе и в пробирку затекают. Они и в банку, и в таз, и в рот к нам, и в нос забираются.

Рома. А почему тогда глаза не щиплет?

Маша. Ну это тебе не те, что нюх от лука переносят! Они такие специальные. Не щипаются.

У. Это как муравьишки или гномики с ведёрками. Или головастики с круглой головкой. И с ротиком, чтобы нюх собирать.

Федя. *Головастики — это для запаха. А здесь вот что происходит. На люстре живёт такой маленький домовый. У него есть такая ниточка с крючочками. И когда домовый видит, что к пробирке поднесли пламя, то он спускает ниточку, цепляет пробку и выдёргивает её вверх.*

Саша. Давай, Федя, нагревать пробирку. Я буду над пробкой всё время руку держать. Никакой нитки я не чувствую (*Водит рукой*).

Маша. А домовый *успеваает нитку убрать*. Выдернуть её вверх. А потом опять опустить. Он очень *ловкий*.

Оля. А если мы пробирку вынесем на улицу или в поле? Пробка и там вылетать будет? Или нет?

Маша. Будет. Домовой соберёт все нитки, которые у него есть. У него там в углу (*показывает на угол класса*) огромный рулон ниток этих, а если не хватит, он у паучка займёт. Все нитки свяжет и забросит.

Петя. А если совсем-совсем далеко в поле?

Маша. А тогда домовый на вертолёт сядет и будет с вертолёта дёргать.

Оля. А если мы сядем на самолёт, который выше всех летает?

Маша. Тогда он на небо заберётся, и оттуда спустит ниточку.

Лена. А у меня такая теория. Пузырёк, рождённый внутри пробирки, хочет вырваться наружу, к воздуху, который окружает пробирку. Но он ещё очень слабенький. Он поднимается к пробирке и ждёт возле неё, когда на помощь придут другие пузырьки, рождённые внизу. И когда их собирается очень много, они поднатуживаются, выталкивают пробку и освобождаются.

Петя. А чем они видят, куда нужно лететь?

Лена. Глазами! У них такие невидимые глаза!

Петя. А если глаза сами невидимы, могут ли они видеть?

Лена. Конечно, могут! Вот был же человек-невидимка. Он видел всё вокруг, а его не видел никто.

Толик. А я думаю так. Когда мы подносим спиртовку, то воздух снаружи стремится войти внутрь пробирки. Потому что воздух внутри от огня сжимается. Место освобождается, и туда хочет зайти воздух

снаружи. Через такие маленькие дырочки в стенках пробирки. И когда его там скапливается слишком много, пробка не выдерживает и вылетает.

У. Толик, а почему же воздух, когда его скапливается слишком много, не выходит обратно наружу через те же маленькие дырочки?

Оля. А там, может быть, дверки такие: они только в одну сторону открываются. Как в подъезде. На пружине.

Петя. Такие отверстия называются клапаны.

Оля. Во-во, клапаны такие!

Федя. А кто эти отверстия открывает?

Толик. Никто! Я же сказал: дверки на пружинах. Они устроены так. Это как бы такие зонтики. Когда воздух заходит, они открываются и не дают воздуху выйти обратно.

Федя. А кто эти зонтики открывает?

Толик (*устало*). Там есть такие гномики. Они специально там приставлены — зонтики открывать.

Наши исследования показывают, что дети 7–8 лет, находясь в условиях свободного поиска различных «теоретических» объяснений физических опытов — «фокусов», которые сами неумоимо придумывают и осуществляют, не склонны, усвоив («переоткрыв», узнав от родителей) одну из продуктивных моделей, конкретизировать её для объяснения целого спектра физических явлений.

Создаётся впечатление, что маленькие школьники хотят исчерпать возможности самых разных гипотез (и логически различных). Их занимает гипотеза «естественных мест и форм» и «родственных стихий», близкая к античности, и они стремятся доказать, что вещи обладают памятью своих естественных форм и возвращаются к ним после тех или иных возмущений; дети думают, что воздух по своей природе стремится вверх, в родную стихию, и поэтому пузырьки воздуха в плавающем теле держат его на плаву и т.д.

Подобно средневековым людям, дети верят в магию слова и готовы считать доказательством утверждение о том, что лёгкие тела не тонут, поскольку само слово «лёгкие» — лёгкое, воздушное, парящее.

Во многом находясь в мире архаических примет и верований, школьники 7–8 лет не стесняются своей веры в домовых и могут изобрести специального домового, который обеспечивает необходимый физический эффект. Конечно, это возможно только в случае особо доверительных отношений между детьми и взрослым, которые культивирует учебный диалог.

Дети давно знают об атомах и молекулах, однако их атомистические представления далеки от принятых в физике нового времени. Дети толкуют о невидимых живых маленьких существах (реже — неживых шариках или капельках), которые являются виртуальными (оживают только в случае необходимости обеспечить взаимодействие) и отвечают за все физические события, которые происходят с макротелами.

Идея о том, что все наблюдаемые физические явления могут быть объяснены на основе действий невидимых живых элементов, глубоко укоренена в сознании младших школьников и не требует длительных разъяснений. Но это не значит, что большинство согласны с гипотезой о том, что все тела состоят из таких частичек, носящихся в пустоте. В этом смысле можно утверждать, что для детей атомы не являются частицами вещества.

В отличие от дошкольников младшие школьники в ходе учебных диалогов достаточно быстро перестают быть эгоцентричными. Опыт систематических учебных диалогов, начиная с первого класса, приучает детей к тому, что на одно и то же физическое явление можно посмотреть с самых разных сторон.

Уже первоклассники второго полугодия обучения (и тем более — второклассники) оказываются чувствительными к противоречиям в собственных «теоретических» построениях и в гипотезах других детей. Дети охотно исправляют эти противоречия, развивая собственные гипотезы или отказываясь от них, предлагая другой вариант объяснения физи-

ческих явлений. Они становятся склонными проводить физические опыты с целью проверить справедливость тех или иных физических предположений.

³ Курганов С.Ю. Построение подростковой школы. Перемены / Под ред. А.И. Адамского, М., 2001. № 1.

Курганов С.Ю. Начальная и подростковая школа диалога культур. АРХЭ. Труды культурологического семинара / Под ред. И.Е. Берлянд. М.: РГГУ, 2005.

Глава 2. Физика на границе подростковой школы (3 класс)

Большой интерес представляет собой знание того, как понимают физические явления ученики третьего класса — завершающего класса начальной школы. Именно в третьем классе десятилетние дети проявляют учебные инициативы, предлагая и пробуя формы собственного ученичества, которые они хотели бы видеть в подростковой школе³. Если мы сохраним на уроках физики в 3 классе доверительную атмосферу учебного диалога, мы сможем многое узнать не только о представлениях учащихся о физических явлениях, но и о том, как они сами представляют себе возможности их исследования.

В 3-б классе гимназии «Универс» г. Красноярска учебный предмет «природоведение» преподавался в логике Школы диалога культур. В первом и втором классах, проводя уроки по программе «Загадки природы», учитель большое внимание уделял проведению с детьми физических опытов — «фокусов» с последующей их свободной интерпретацией.

В 3-м классе к ребятам пришёл новый учитель. По замыслу его программы, предмет начального обучения природоведению могло стать общение младших школьников с живыми и неживыми существами природы (цветком, раковиной, камнем, каплей, горной породой, Землёй, солнцем, водой, улиткой). В этом случае природоведение выступает как гуманитарная дисциплина. Конечно, для полноценного общения с «кусочком» природы, для того чтобы явление природы ребёнку состоялось, нужны знания. Это — знания особого, диалогического типа. Общение с существами природы возможно на основе усвоения понятий — проблем, диалогических понятий. К обсуждению таких понятий и приступил новый учитель.

Сначала работа на уроках по природоведению шла полностью по его программе. Но достаточно неожиданно через три месяца в руки ребят попала американская книга, в которой были подробно описаны самые различные физические опыты. Несколько ребят прочли эту книгу и предложили учителю не просто обсуждать «загадки природы», но ставить физические опыты с условием, что готовить их они будут сами.

Учитель рискнул и разрешил третьеклассникам учиться *экспериментальной физике* «по своей программе». Эта работа проходила в течение двух месяцев. Раз в неделю какая-то группа учащихся готовила опыт. Роль учителя была в том, чтобы освободить для демонстрации собственный стол, а затем — организовать обсуждение опыта.

Учитель никогда не знал заранее, будет ли вообще готов опыт (на тот случай, если у детей ничего не получится, учитель готовил урок по собственной программе, правда, ребята не подвели ни разу!). Учитель не знал, какой опыт готовят ребята, и какая сфера теоретического знания понадобится для интерпретации результатов опыта.

И ещё: опыты всегда были *фокусами*: рукотворным созданием «чудес»: извержения вулкана, висящей в воздухе иглы и пр. Так они задуманы автором книги, который хотел представить известные детям знания по физике как удивительные, парадоксальные, порождающие «чудеса», т.е. явления, которые противоречат «обыденным меркам жизни». С точки зрения автора книги, с удивления пред этими «чудесами» начинается интерес ребёнка к физике. Впрочем, автор приводит не только описание опытов, но и их научно-теоретическое объяснение. Возможно, интерес к «чудесам» подогревался острым желанием ребят вернуться (правда, на новом этапе) к тем формам работы на уроках природоведения, которые в первом и втором классах инициировал их любимый учитель.

Очень важными, на наш взгляд, являются задания учителя, направленные на переход от придумывания и проведения опытов — к созданию *учебных произведений* (сочинений по физике). В учебных произведениях дети пытаются понять, что же происходило на этих странных и очень интересных занятиях, которые они проводили по собственной инициативе.

Учебное произведение — это форма общения с самим собой, учителем, ровесниками, каким-то возможным, но пока только подразумеваемым Собеседником.

В середине третьего класса наши ребята оказались способными выйти за пределы сложившихся форм учебной деятельности. Они создали три «малые группы» (две — мальчиков и одну — девочек), способных,

опираясь на чтение научно-популярной литературы, выстроить цикл уроков нового типа, «уроков-экспериментов» по физике и продержат эту форму обучения достаточно долгое время.

Разумеется, такая работа ребят была бы невозможна, если бы учитель не принял в ней косвенное участие. С одной стороны, он *сохранил тайну*: не вмешивался в планы ребят. С другой — активно помогал им в организации пространства для опыта, а затем вёл обсуждение.

Девочки, обсуждая опыты, почувствовали, что «научный рассказ» не всегда подходит для полного выражения своих впечатлений об уроке, и предложили, кроме рассказа, придумывать и *сказки о каждом опыте*. Это была ещё одна рискованная учебная инициатива. Предложение было принято учителем. Сказки об опытах по физике охотно написали не только девочки, но и мальчики.

Курс «Введение в физику» 7-й класс

Систематическое обучение физике в Украине начинается в 7-м классе. В Школе диалога культур (вариант харьковской гимназии «Очаг») это класс, в котором на основных предметах изучается античная культура. По программе обычного изучения физики также предусматривается некоторое знакомство с античными представлениями о строении вещества.

Не проводя существенного изменения программных вопросов изучения физики в 7-м классе, мы построили полугодовой курс «Введение в физику». Знакомя ребят с обычным учебником физики, решая предложенные в нём физические задачи, основой курса всё же сделали чтение и обсуждение (в форме учебных диалогов) авторских текстов (античных и нововременных), посвящённых основным темам курса 7-го класса: строению вещества и проблеме механического движения. Основное внимание в этой главе будет уделено специфическому дидактическому средству — составленному нами сборнику проблемных заданий по курсу «Введение в физику».

Этот сборник заданий необычен и является дополнительным по отношению к обычным сборникам физических задач. В каждом задании в соответствии с изучаемыми вопросами курса, приводятся отрывки

из оригинальных авторских произведений физиков и философов, в которых изучаемые физические понятия выступают со всей своей парадоксальностью и вопросительностью, снятой в обычных учебниках и задачниках.

Надеемся, что читатели захотят сами поработать с этими текстами в своих классах или на факультативных занятиях по физике. Рекомендуем сначала дать возможность учащимся поработать с этими текстами дома. Затем имеет смысл организовать учебный диалог в классе, обсуждая наиболее странные и трудные фрагменты текстов, то, что показалось подросткам наиболее удивительным, загадочным.

Во время обсуждения желательно, чтобы учащиеся изображали свои гипотезы на доске, добивались их понимания другими учениками класса. После учебного диалога в классной комнате целесообразно задать домашнее задание, в котором ребята смогут выразить свои идеи в учебном произведении. Образцы таких сочинений приведены ниже.

Сборник учебных заданий к диалогическому курсу «Введение в физику»

1. Учение Демокрита

№ 1

1. Демокрит (V век до н.э.) учил, что начала вселенной — атомы и пустота. Всё же остальное существует лишь во мнении... Атомы не поддаются никакому воздействию, которое изменило бы их, и они неизменяемы вследствие твёрдости.

Прокомментируйте это изречение Демокрита.

2. С точки зрения Демокрита объясните такое явление. Молекулы газа движутся со скоростями порядка нескольких сот метров в секунду. Почему же в воздухе запах пролитого около нас эфира или бензина мы не чувствуем мгновенно?

№ 6

1. Приверженцы (ученики и сторонники) Левкиппа и Демокрита, называя мельчайшие тельца атомами, принимали, что соответственно различию внешних форм, по-

ложения и порядка их, все тела становятся тёплыми и огненными, которые сложены из более острых, более тонких и занимающих более сходственное положение первотелец; холодными и жидкими становятся все те тела, которые состоят из противоположных указанным атомов, и первые тела блестящи и светлы, вторые же темны и мрачны.

Согласны ли вы с теорией о существовании светлых и мрачных атомов?

2. С точки зрения теории Демокрита разгадайте такой секрет. В старинной книге перед страницами с рисунками подклеиваются листы тонкой прозрачной бумаги. Почему на сторонах этой бумаги, соприкасающихся с рисунками, со временем появились отпечатки рисунка?

№ 10

1. Великий Плутарх так писал о Демокрите: «Ведь чему учит Демокрит? Бесконечно многие по числу сущности неделимые и неразличимые, не имеющие притом внутренних качеств и не подвергающиеся внешнему воздействию, носятся рассеянные в пустом пространстве. Когда же они приблизятся друг к другу или столкнутся или сплетутся, то из их скоплений одно кажется водой. Другое — огнём, третье — растением, четвёртое — человеком. В действительности же всё это «атомы» или «идеи», как он называет их сам, и кроме них ничего иного нет».

Почему Плутарх называет «атомы» Демокрита «идеями»?

2. С точки зрения Демокрита ответьте на вопрос: почему твёрдые тела не распадаются на отдельные атомы?

№ 15

1. Цицерон, споря со сторонниками Демокрита, которые сравнивали атомы с буквами, писал: «Если этот прекрасный мир мыслить как случайный продукт вихря атомов, то нелепость этого допущения станет ясной для всякого, кто только вспомнит, что из какой-то кучи рассыпанных на земле металлических букв должен возникнуть благодаря слепому случаю хотя бы один стих».

Согласны ли вы с критикой Цицерона?

2. С точки зрения теории Демокрита ответьте на вопрос: в чём сходство и различие в движении молекул газов и жидкостей?

2. Учение Эпикура

№ 16

1. Древнеримский поэт Лукреций (I в. до н.э.), передавая латинскими стихами в поэме «De rerum natura» («О природе вещей») основные идеи письма Эпикура «О природе», писал:

«Не сомневаюсь я в том, что учения тёмные греков
Ясно в латинских стихах затруднительно будет.
Главное, к новым словам прибегать мне
нередко придётся.
При нищете языка и наличии новых понятий».

С какими трудностями столкнулся Лукреций, пытаясь изложить физику греков на латыни?

2. В свинцовую сферу налили воду и запаляли отверстие. Сферу постепенно начали сжимать под прессом. Через некоторое время по всей её поверхности проступили капли воды. Объясните это явление с точки зрения идей Лукреция, желательно в стихотворной форме, подобно Лукрецию.

№ 28

1. Прокомментируйте, как Лукреций объясняет природу газов и света:

«Прочие в малом числе в пустоте необъятной витают,
Прядают прочь далеко и далеко назад отбегают
На промежуток большой. Из них составляется редкий
Воздух, и солнечный свет они нам доставляют
блестящий.
Множество, кроме того, в пустоте необъятной витает
Тех, что отброшены прочь от вещей сочетаний и снова
Не были в силах ещё сочетаться в движеньи
с другими».

2. С точки зрения МКТ, кристаллическим телам присущ дальний порядок расположения атомов и молекул. Это значит, что форма и порядок соединения частиц в кристаллах повторяется на расстояниях, гораздо больших, чем расстояния между соседними атомами.

Сопоставьте эту гипотезу МКТ с идеями Лукреция. Иллюстрируйте свои мысли схемами.

№ 34

1. Согласны ли вы с такими предположениями Лукреция о различии форм атомов? Сравните их с предположениями Демокрита и с МКТ:

«Что, наконец, представляется нам затверделым
и плотным,
То состоять из начал крючковатых должно несомненно,
Сцепленных между собой наподобие веток
сплетённых.

В этом разряде вещей, занимая в нём первое место,
Будут алмазы стоять, что ударов совсем не боятся.
Вещи другие, тела у которых текучи и жидки,
Будут скорей состоять из гладких и круглых частичек;
Ибо легко, как вода, растекается горсточка маку.

Можно ли с этих позиций объяснить явление плавления тел? Как?

2. С точки зрения МКТ, открытие броуновского движения имело большое значение для физики. Броун доказал, что тела действительно состоят из отдельных частиц — молекул, и что эти молекулы движутся непрерывно и хаотично.

Прокомментируйте это положение МКТ. Считаете ли вы, что броуновское движение убедительно доказывает существование молекул?

3. Атомизм Демокрита, Эпикура, Лукреция, Галилея

№ 37

С точки зрения теории Эпикура об атомах, объясните следующие явления или обоснуйте, что это невозможно:

а) газ легко сжать, а твёрдое тело и жидкость очень трудно;

б) Луна движется вокруг Земли по окружности, но не падает на Землю. Луна не отрывается от своей круговой орбиты и не улетает в межзвёздное пространство.

№ 42

С точки зрения теории Лукреция объясните следующие явления или обоснуйте, что это невозможно:

а) в жаркую погоду мокрое бельё, повешенное на верёвке, высыхает быстро;

б) повозку нельзя затормозить мгновенно: после торможения до остановки она проезжает некоторое расстояние («тормозной путь»).

№ 55

Персонажи книги Галилея «Беседы и математические доказательства», Сальвиати, Сагрето и Симпличио, ведут диалог о том,

почему трудно отделить друг от друга две стеклянные пластинки, если одну из них тянуть вниз:

«Сальвиати. Сопротивление образованию пустоты, несомненно, существует между частями твёрдого тела и является одной из причин их сцепления.

Сагредо. Я не могу уяснить себе, каким образом причину прилипания друг к другу двух пластинок и их сопротивления разделению — явлений уже существующих — может быть пустота, которой ещё нет и которая должна образоваться.

Симпличио. Природа не стремится творить ничего такого, что сопротивлялось бы её творению. Пустое пространство противится само своему образованию, почему природа и препятствует сделать то, что необходимо влечёт за собою образование пустоты.»

Сальвиати и Симпличио думают, что стеклянные пластинки слипаются из-за того, что в природе существует сопротивление образованию пустоты. Как это явление объясняет МКТ?

№ 61

Пытаясь вообразить атом, Сальвиати мысленно строит многоугольник со ста тысячами сторон.

«Сальвиати. Этот многоугольник, поставленный на одну из своих сторон и приложенный к прямой линии, соприкасается с ней этой стороной, то есть одной стотысячной своей частью; круг, который представляет собой многоугольник с бесконечным числом сторон, соприкасается с прямой также одной из своих сторон, то есть единственной точкой, отличной от других соседних.»

В чём отличие образа атома, как точки касания окружности и прямой, от образов Демокрита и Эпикура?

4. Механическое движение

№ 63

1. Обсуждая определение движения, Аристотель в книге «Физика» писал: «Так как природа есть начало движения и изменения, а предметом нашего исследования является природа, то нельзя оставлять невыясненным, что такое движение: ведь незнание движения необходимо влечёт за собой

незнание природы. Определив то, что относится к движению, надо попытаться подойти таким же образом и к последующему».

Почему Аристотель такое большое внимание уделяет определению того, что такое движение? *Попробуйте предложить собственное определение движения.*

2. Скорость звука в воздухе равна 332 м/с. Молния вспыхнула на расстоянии 1 км от наблюдателя. Через какое время наблюдатель услышит гром?

№ 70

1. Эйнштейн задаёт вопрос: если я бросаю из окна равномерно движущегося вагона камень вниз, не сообщая ему скорости, то какую линию опишет камень? Эйнштейн отвечает на этот вопрос так:

«Заменяя понятие «тело отсчёта» понятием «система координат», полезным для математического описания, мы можем сказать: камень описывает прямую линию относительно системы координат, жёстко связанной с вагоном, и параболу относительно системы координат, жёстко связанной с поверхностью земли.»

Какую траекторию *на самом деле* имеет камень в этом опыте: прямую линию или параболу?

2. Какое расстояние проходит Луна, двигаясь по орбите вокруг Земли, за 2 часа?

№ 77

1. Размышляя о природе движения, Аристотель отрицал возможность движения в абсолютной пустоте. Если движение в пустоте возможно, то «никто не сможет сказать, почему тело, приведённое в движение, где-нибудь остановится, ибо почему оно скорее остановится здесь, а не там? Следовательно, ему необходимо или покоиться, или *бесконечно двигаться, если только не помешает что-нибудь более сильное.*» Но бесконечное движение Аристотель считал абсурдом. Поэтому движение в пустоте невозможно, а значит, невозможна и сама пустота.

Почему Аристотель не мог представить себе идею бесконечного равномерного движения в пустоте и считал её абсурдной?

2. Скорость зайца 15 м/с, а скорость дельфина 72 км/ч. Кто из них движется быстрее?

5. 1 закон механики. Понятие силы**№ 79**

1. В книге «Математические начала натуральной философии» (1687 г.) Исаак Ньютон так сформулировал открытый Галилео Галилеем закон инерции:

«Всякое тело продолжает удерживаться в своём состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние» (1 закон Ньютона)

Докажите, что в 1 законе механики Ньютон вступает в принципиальный спор с механикой Аристотеля.

2. Какое изменение произошло в движении автобуса, если пассажиры вдруг отклонились вправо?

№ 84

1. Д'Аламбер в книге «Динамика» критиковал понятие скорости: «Говорят, что у одного тела «скорость» в 2 раза больше, чем у другого, вместо того, чтобы сказать, что одно тело проходит за определённое время больший путь, чем другое тело: никто этим не хочет утверждать, будто термин «скорость» представляет некоторую сущность, содержащуюся в теле».

А вы как думаете: является ли скорость тела просто формальным результатом деления проходимого им пути на время, или важнейшим свойством, присущим именно этому телу?

2. С летящего самолёта сбрасывают груз. Упадёт ли он на землю под местом бросания? Выполните чертёж, показывающий, как будет двигаться груз относительно Земли. А относительно самолёта?

№ 90

1. И. Бернулли в трактате «Рассуждения о законах передвижения» (1727) писал:

«Весомое тело, поддерживаемое горизонтальным столом, производит непрерывное усилие, чтобы опуститься, и оно действительно опустилось бы, если бы стол не противопоставлял ему препятствие. В каждое мгновение вес сообщает телам, на которые он действует, некоторую бесконечно малую величину скорости, которая тотчас же погашается сопротивлением препятствия. Эти маленькие

величины скорости, зарождаясь, погибают и, погибая, возрождаются, и в этой постоянной обратимости, в этом круговороте возникновения и уничтожения и состоит усилие веса, когда он удерживается не преодолимым препятствием».

Согласны ли вы с теорией веса И. Бернулли? Изобразите эту теорию схематически.

2. Книга лежит на столе. Изобразите все силы, действующие на стол.

Некоторые предварительные результаты изучения курса «Введение в физику» в Школе диалога культур

В отличие от построения гуманитарных предметов в Школе диалога культур, где мы имеем подробно разработанные и многократно экспериментально опробованные курсы с первого по одиннадцатый класс, в отношении физики у нас есть только определённые *пробы*.

Эти пробы говорят о возможностях построения преподавания физики, *очень не похожего на принятое в современной школе*. В начальной школе это преподавание может строиться вокруг физических опытов и их свободной интерпретации (учебный диалог в «точках удивления»). В средней школе возможно преподавание физики, ориентированное не только на учебник, но и на обсуждение *произведений учёных*, в которых осуществлены логически различные подходы к формированию основных физических понятий.

Формой такого диалогического преподавания физики в подростковой и старшей школе может быть не только усвоение «теоретических сведений» и решение физических задач, но и совместное (в том числе — вместе с Демокритом, Галилеем, Эйнштейном) построение *диалогических понятий* физики, написание *учебных произведений*, в которых подростки пробуют выстраивать своё собственное отношение к изучаемым понятиям.

Приведём примеры таких *учебных произведений* наших семиклассников, свидетельствующие о том, что подросткам удаётся вступить в глубокие диалоги с авторами физических идей.

Катя Корягина.

**Сочинение «О первотелах Демокрита»
(задание № 6.1)**

Если первотела никак не изменяются, то почему предметы, которые из них изготовлены, изменяются?

Я не понимаю то, что написал Демокрит. В одних записях говорится, что атомы бывают плоскими, широкими, крюкастыми, что они острые, тонкие. А в других, что атом не имеет качеств. Как это может быть?

Возможно, разные вещи состоят из разных атомов. Но возьмём воду. Жидкость, по мнению учеников Демокрита, состоит из тупых и широких атомов. Но, если её нагреть, она станет тёплой. Значит, по описанию, атомы, из которых она состоит, должны быть острыми и тонкими. Получается, что атомы поменялись или поменяли форму. Это возможно?

Ксения Утевская.

Объяснение (с точки зрения Демокрита), почему в старинной книге на стороне тонкой бумаги, соприкасающейся с рисунками, со временем появились отпечатки рисунка (задание № 6.2)

Тонкая бумага плотно соприкасается с рисунком (который толще), вследствие чего тела, из которых состоит рисунок, вдавливаются в прозрачную бумагу (которая менее плотная) и вытесняют тела, из которых состоит бумага, ведь они не так сплочены, как сплочены тела рисунка. Таким образом получается отпечаток.

Сергея Переверзев

**Сочинение «Атом — вещь или идея?»
(задание № 10)**

Атом — это маленькая частица, но и волна одновременно, так как, если мы знаем его скорость — никогда не узнаем его точное положение и наоборот: если мы знаем положение атома, не можем узнать его скорость.

Впрочем, точно так же обстоит дело и с любым телом, которое движется с постоянной скоростью. Мы точно знаем скорость автомобиля: 40 м/сек, но никогда не знаем его точного постоянного положения: ведь он не останавливается даже на миллисекунду.

Есть доказательства в пользу теории «атом-идея», и есть доказательства в пользу теории «атом — частица, вещь».

Это очень сложный вопрос.

Это так же легко, как понять бесконечную Вселенную — мы привыкли к земным понятиям, например, к понятию о конце, и не можем понять нечто, противоречащее нашим сложившимся представлениям о свойствах и о мире в целом.

Ксения Утевская

**Комментарий к Цицерону (О Демокрите) —
задание № 15**

Цицерон удивительно понял великого атомиста.

Его описание бесконечного пространства сходно с мифологическим. Хаос, небытие, где нет ни низа, ни верха, хаотическое движение, в котором невозможно понять истинное расположение вещей, ибо в один миг верх становится низом, а низ — верхом.

Атомы неделимы, их суть есть а — томос. Но почему? Вследствие твёрдости или недостижимой умом малости?

Цицерон не мог представить демокритовой малости, он лишь осознаёт римскую твёрдость. В этом его отклонение от великого грека.

Но имеет ли атом плотность? Нет! Он создаёт прочность и жидкую мягкость, он складывается в решётки, и он витает в состояниях газа, он есть архэ, а оно не определено...

Коля Служаев

Сочинение «Ответ Лукрецию» (задание № 16. 1)

Какие «тёмные учения греков»?!

Ведь греки же придумали понятие атома в то время, когда все ничего об этом не знали.

Лукреций столкнулся с новыми словами.

Атом — это красивое слово, но Лукреций придумал слово «элемент». И этим словом забрал большую часть славы греков и передал её Риму.

Руслан Борисов

Подражание Лукрецию (задание 16. 2)

Если в сферу воды налить,
А потом придавить,
Атом тут не поймёт,
Как же ему быть?

И начнёт он метаться и взад, и вперёд
Стены, что раньше не мог он побить,
Он тараном берёт.
Выбьет он дырку,
И сразу в неё он влетает.

Серёжа Переверзев

Подражание Лукрецию (задание 16. 2)

Сквозь пустоту вода проступила между
 свинцового шара корпускул,
И не осталось в воде промежутков между
 корпускул, и некуда дальше
Сжаться воде, и корпускулы оной
Сквозь промежутки меж шара частиц проступили.

Ксения Утевская

Комментарий к Аристотелю (задание № 77)

Вам не кажется, что тут чувствуется принцип относительности?

Посудите сами, Аристотель говорит, что нужен кто-то, относительно кого можно указать, в каком месте превратилось движение. Жаль, что Аристотель не говорит, почему в пустоте нет верха и низа и почему бесконечное движение невозможно. Можно продолжить мысль о том, почему в пустоте нет верха и низа: их нет, так как нечему определять, где этот самый верх, а где низ, то есть относительно чего.

Я тоже не согласна с демокритовской пустотой. Мне кажется, что везде что-либо есть, независимо от того, находится ли это тело в покое или движении. Пустоты нет, так как всегда есть что-то, относительно чего есть эта пустота. Значит, если смотреть вместе на пустоту и предмет, то уже не будет пустоты.

Я не понимаю, почему говорится, что в пустоте движение, ведь если там движение, то это не пустота.

Полагаю, что следовало бы говорить, что движение атомов (и т.д.) не в пустоте, а в пространстве, независимо от того, пустое оно или нет. □