

ЧТО ТЯЖЕЛЕЕ, ЧТО ЛЕГЧЕ?
Мастерская по физике (7 класс)

Так называется первая фаза работы. Понятие я оставляю для последней фазы возводимого здания.

Если бы школа умела чуть лучше использовать фантастическую энергию, которую дети вкладывают в игру, она была бы гораздо эффективнее, и это отнюдь не демагогия.

Итак, начнем. Все очень просто, нужно «угадать», какое из 2 предложенных веществ тяжелее, какое легче. (Я настаиваю на идее вещества, прекрасно понимая, что в некоторых случаях в головах учащихся возникнет соотношение с предметами). Я подготовила 5—6 пар веществ:

- хлеб, сахар;
- дерево, бетон;
- железо, пластмасса...

думая, что дети довольно быстро догадаются о лежащей в основе проблеме. Играли они долго; необходимо было обращаться к их воображению. Я предлагала новые вещества по мере того, как хотя бы один ребенок отвечал.

В самом деле, игра основывается на интуитивном знании об удельном весе вещества. Вначале предлагаю «очевидное», при этом ни спрашивающий, ни отвечающий не объясняют своих критериев. Проблема встает перед детьми только тогда, когда сравниваются схожие вещества: «Пробка или полистирол?» Они отвечают: «Не знаем, надо взвесить». Затем появляются другие соображения. В начале игры их слышали не все: «Все зависит от того, сколько вещества взято.»

Учащиеся замечают, что «сколько» неоднозначно. Но устранять концептуальную двусмысленность еще слишком рано. А пока: «Скажите мне, что нужно сделать, чтобы не ошибаться никогда?» Снова: «Надо взвесить». Ну что ж, давайте. Я знаю, это не всегда очевидно, но теперь внимание к проблеме, а не к учителю в достаточной мере велико, чтобы дети обнаружили новые вопросы, которые надо обдумать.

Итак, я взвешиваю вещества, нет, предметы. По мере приобретения опыта дети обращают внимание на мое предостережение в начале игры: «вещества, а не предметы».

Железо и гранит. Я показываю несколько кусочков (предметов из железа, несколько кусков гранита) и, таким образом, по своему желанию изменяю результаты. Дети осознают, что, если хочешь обнаружить общий закон, касающийся материи, в игру нужно ввести еще один параметр: «Зависит от того, сколько взято». А теперь я хочу знать, что такое «сколько». Я предлагаю им поработать в группах, чтобы идея созрела и чтобы дойти до ее экспериментального подтверждения. Эксперимент имеет смысл, только если дети знают, что они хотят проверить. Но в действительности эксперимент становится бесполезным, как только сформулирована задача исследования. Очень часто случается, что хорошо поставленный вопрос содержит в самом себе и ответ; необходимо, чтобы вопрос формулировался самим обучающимся, в противном случае не возникнет атмосферы поиска, необходимой для истинного обучения.

Поставленная Новым Обучением проблематика не сложна... если только поменять ориентиры! — Я исследую, следовательно, я учусь*. Если с раннего детства я все объясняю детям, то препятствую формированию логических сетей, которые структурируют мысль, мешаю интеллектуальным «ощупываниям», которые связывают эти сети воедино.

Поразмыслим над тем, что предлагает традиционное образование. Сначала опыт, так как это курс экспериментальных наук! Речь пойдет о том, чтобы проверить сформулированное определение: плотность — это масса единицы объема данного вещества. Значит, ученики должны взвесить несколько кусочков железа, измерить их объем, разделить одно на другое и ... проверить по таблице, правильную ли цифру они получили. Я вовсе не преувеличиваю. В большинстве случаев они находят это забавным, потому что пользуются весами, измерительными стаканами, водой; но в понятии «плотность» они не понимают ничего. Определения, упавшие с неба, остаются непонятыми, дети ими не пользуются. Это просто

* См.: GFEN, H. Bassis, Fe cherche donc j'apprends. — Editions sociales, Paris, 1984.

слова, идущие друг за другом, но не образующие смысла. Хотя они могут обрести смысл.

Вернемся к детям, которые ведут исследование, и посмотрим, что происходит в их головах, когда они говорят: «Зависит от того, сколько взято». Все группы предлагают фразу, объединяющую оба параметра массы и объема: «Чтобы сравнить два вещества, надо взвесить два кусочка одинаковой величины», но одни группы говорят об объеме, другие о размере. После того как понятие завоевано, учащимся представляется возможным выбрать соответствующий словарь. Слова обретают свой полный смысл, постоянно сопоставляясь друг с другом и с предпринимаемыми действиями. Так «объем» осмысливается только при сравнении с размером, величиной и особенно массой.

Итак, за один час дети создали оперативную формулировку для ответа на вопрос «легче, тяжелее?». Чтобы быть настоящей, лабораторная работа не должна иметь значения утверждения. Однако она должна выполнять несколько функций. Дети смогут довести мысль до конца, а заодно и приобрести навыки по измерению объемов различных тел.

Нужно также проявить конкретное воображение при выборе тестируемых веществ. Например, у тех, кто решит сравнивать железо и гранит, будут проблемы при получении равных объемов. Таким образом, эксперимент сыграет свою вторую роль, он спровоцирует новый поиск: разрезать железо в классе невозможно, как же решить эту проблему? Так вопрос встает в конце первой части работы: «Нельзя бесконечно резать вещество, да и работа эта очень скучная».

Почва для построения математической базы понятия плотности готова. Прежде всего меня интересует, как выделить понятия ситуационных пропорциональных величин и связать физические константы с математическими величинами. Галилей должен был бы чаще присутствовать в головах наших учеников: «Книга природы написана геометрическими буквами».

На первый взгляд, вторая часть работы начинается как простая лабораторная работа. Тем временем я напоминаю вопрос, оставленный без ответа, раздаю каждой команде кусок пластилина с указанием измерить его массу и объем с возможно большей

точностью (в распоряжении учеников есть весы, мерные стаканы, измерения осуществляются путем погружения предметов).

Ну вот мы опять пришли к традиционному уроку, скажете вы? Никогда не нужно путать форму и суть. Действительно, я ставлю задачу, не задавая вопросов. Во время «манипуляций» рисую таблицу, куда команды по мере получения вписывают результаты. Мало-помалу таблица заполняется, и комментарии не заставляют себя ждать.

Всегда есть 1—2 группы, которые делают ошибки. К счастью! Необычное рождает вопросы.

	Группа № 1	2	3	4	5
Масса в г	22 г	42 г	90 г	50 г	150 г
Объем в мл	15 мл	30 мл	150 мл	35 мл	100 мл

Группа 3: «Это невозможно!»

— Что невозможно?

— Их цифры неправильные.

Мы еще не говорили о пропорциональных величинах, но фактически в головах учеников появляется несформулированная «логика». Я прошу их объяснить, что они поняли, потому что, в самом деле, «что-то не клеится». Наконец, все включаются в обсуждение. Любые замечания не только позволены, но и желательны: «Даже если у вас нет готового объяснения, громко скажите, что вы заметили в таблице результатов».

Группы $2+4=42\text{г}+50\text{г}=90\text{г}$; 90г — это как раз результат группы 3, а по объемам $30\text{ мл} + 35\text{ мл} = 65\text{ мл}$ не равны 150 мл , если масса верна, то объем неправилен;

когда масса вдвое больше $22\text{ г} \rightarrow 42\text{ г}$, объем тоже в два раза больше $15\text{ мл} \rightarrow 30\text{ мл}$. Значит, 150 мл неправильно.

Правильные результаты у групп 4 и 5. А тут раза в 3 больше. Теперь я прошу их, не измеряя вновь неправильного объема, найти математический метод, который позволил бы рассчитать недостающий объем.

Первое исправление дало примерно 65 мл . «Да, но если бы нам не так повезло и сумма двух кусочков не была бы эквивалентна

третьему? Кроме того, сложение двух не очень точных экспериментальных результатов не даст большой точности измерения».

Тем временем каждый идет по своему пути: кто-то строчит на листочке с расчетами, кто-то пристально смотрит на таблицу результатов и делает сопоставление в голове...

В стороне не остается никто. Все вязались в игру. И какая игра — найти математические соотношения! Не сомневайтесь, они их обнаружат. Что же делает учитель, пока ученики ищут? Он тоже ищет, что сказать, что сделать, чтобы включить мыслительные процессы сопоставлений.

И тогда я говорю о другом. Напоминаю вопросы, которые они задавали себе на прошлом занятии: Как сопоставить массу и объем, не производя неизбежных манипуляций? Мы хотим сопоставить вещества, но сравнить что?

Как правило, 3—4 ученика догадываются одновременно; формулировка делается с большим удивлением: «Когда делят массу на объем, то результат почти всегда получается одинаковым!»

«Нужно умножить объем на цифру чуть больше 1 и чуть меньше 2, чтобы найти массу», — это сказал тот, кто смотрел на доску, не прикасаясь к карандашу.

Я напоминаю название «оператор», которое дается этому постоянному числу, связывающему две пропорциональные последовательности. Затем мы обсуждаем, как устранить неизбежные погрешности измерений, сделанных при помощи несовершенных приспособлений. Итак, эта математическая величина является константой вещества. Теперь надо ее назвать: плотность. Это характеристика, сопоставляющая 2 параметра, которые интересовали нас для данного вещества. Следовательно, можно расположить вещества по порядку в зависимости от их плотности.

Таким образом, дети построили концепцию плотности вещества, а на следующем уроке знания надо будет закрепить.