

Применение вещественно-полевых ресурсов в опытах по физике

Жужа М.А., Жужа М.М.

Опубликовано в материалах ежегодной конференции РОО «ТРИЗ-Петербург»
«Три поколения ТРИЗ», 2014 г.

Вещественно-полевые ресурсы (ВПр) – это один из наиболее сильных инструментов ТРИЗ, поскольку именно его следует применять в первую очередь для достижения идеального конечного результата (ИКР), если решать изобретательские задачи по АРИЗ или ДАРИЗ.

В преподавании физики можно успешно применять ВПр для самостоятельного изготовления лабораторного или демонстрационного оборудования в том случае, когда стандартное оборудование покупать дорого или хлопотно, а нестандартного оборудования нет. Кроме того, можно давать обучающимся домашние задания по разработке и изготовлению простого оборудования и проведения с ним экспериментов в домашних условиях. Такие задания формируют конструкторские навыки, вызывают интерес к физике и устраняют психологическую инерцию о том, что научные опыты – это всегда долго и дорого.

Ниже на примерах рассмотрено применение ВПр для изготовления лабораторного оборудования и наглядных пособий. Рекомендации по изготовлению оборудования близки к советам народных умельцев в стиле «сделай сам из подручных материалов» с использованием *«копеечных» ресурсов*. Также приведено описание двух демонстрационных опытов по физике с использованием *ресурсов энергии* в виде фонового гравитационного поля и теплового поля самого экспериментатора. Эти опыты всегда вызывают живой интерес обучающихся и стойкое желание незамедлительно повторить их самостоятельно.

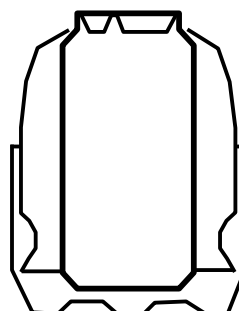
Пример 1. Калориметр может быть изготовлен из алюминиевой банки объёмом 0,33 л и двух фрагментов от пластиковой бутылки объёмом 1,5–2 л (рис. 1). У банки удаляется верхняя крышка таким образом, чтобы получился алюминиевый стакан с жестким верхним ободком. Внутри верхнего ободка делается прорезь для того, чтобы вода выливалась из банки полностью. Для изготовления внешней оболочки калориметра у пластиковой бутылки удаляется верхняя и средняя части так, чтобы оставшиеся конструктивные элементы с некоторым усилием входили друг в друга и плотно фиксировали внутреннюю алюминиевую банку в вертикальном положении.



Материалы



Детали



Схема



Готовое изделие

Рис. 1. Калориметр

Пример 2. Мерный цилиндр для определения объема жидкостей может изготавливаться из корпуса одноразового шприца (20 мл), который вставляется в подставку из отрезанного горлышка пластиковой бутылки (рис. 2). Отверстие для иглы в шприце закрывается отрезанным пластмассовым поршнем. На шкалу шприца наклеивается скотч для предотвращения её стирания пальцами.



Рис. 2

Пример 3. Одноразовый шприц (5 мл) или кусок прозрачной ПВХ трубки могут выполнять *новую функцию* – служить **корпусом для батареек** типа AAA и AG13 (1,5 В) (рис. 3). Электрические контакты к батарейкам в этом случае присоединяются при помощи нескольких витков пружинки из шариковой ручки, куска толстого медного облуженного провода, готового разъема или швейных булавок. Диаметр батареек типа AAA несколько меньше внутреннего диаметра шприца. Поэтому для расположения батарейки по центру вдоль оси шприца необходимо из второго такого же корпуса шприца вырезать уплотняющую полоску и расположить её вокруг батарейки. Следует отметить, что для батареек типа AG13 шприцы с резиновым поршнем не подходят, так как они имеют на внутренней части корпуса относительно большой кольцевой выступ, не пропускающий батарейки внутрь.

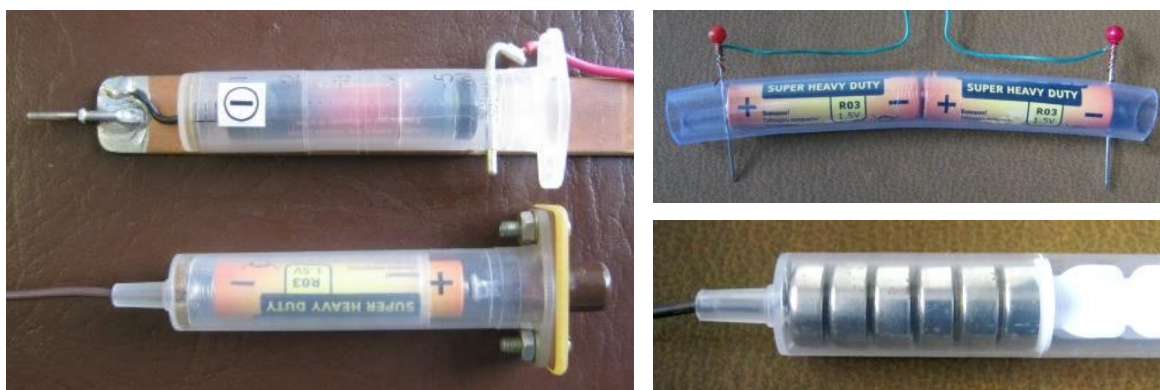


Рис. 3. Корпуса для батареек из шприца на 5 мл и ПВХ трубки

Пример 4. Спектроскоп может быть изготовлен из дисков CD или DVD, если использовать их *функциональный ресурс* – возможность работы дифракционной решеткой. Лучше использовать DVD, а не CD, поскольку дифракционная решетка из DVD имеет 1350 штрихов на 1 мм (а у CD только 625), и поэтому наблюдаемый спектр от DVD будет более широким.

По ключевым словам «Самодельный спектроскоп (спектрограф, спектрометр)», «Спектроскоп из DVD (CD, диска)», «Спектроскоп своими руками» в Интернете можно найти несколько различных конструкций спектроскопов, использующих как целые диски, так и их фрагменты. Одна из таких конструкций, описанная в работе «CD/DVD spectroscope» (http://www.iucsa.ernet.in/~scipop/Obsetion/spectro/crd_brd_spectro.htm), представляет собой картонный треугольный «домик», устанавливаемый на диск сверху. У такой конструкции есть два недостатка: 1) наблюдаемая «картинка» спектра имеет малый размер; 2) если используется целый диск, то поверхность диска загрязняется отпечатками пальцев рук, что снижает четкость линий спектра.

Авторами данной статьи была разработана более совершенная конструкция спектрокопа, которая представлена на рис. 4 и 5. Из картона от конфетной коробки изготавливается параллелепипед высотой 45 мм, шириной 30 мм и длиной 125 мм, имеющий входную щель для света шириной 1 мм (на расстоянии 12 мм от нижней поверхности), верхнее выходное окно для глаза наблюдателя (18 × 18 мм) и нижнее окно для DVD (37 × 30 мм), причем нижнее окно смещено на 5 мм от края к центру. Картонный параллелепипед имеет «крылья» (размерами 45 × 125 мм), при помощи которых можно пальцами плотно прижать DVD к нижней поверхности параллелепипеда. Внутренние поверхности спектрокопа покрашены черной акварельной краской для устранения световых бликов. За счет оптимального расположения элементов конструкции спектрокопа число штрихов на 1 мм у дифракционной решетки геометрически возрастает до 10 000 и в выходное окно наблюдается «картинка» спектра большого размера. Для примера на рис. 6 показан спектр компактной люминесцентной лампы. Поскольку разные DVD отличаются друг от друга, то желательно из дисков выбрать такой, у которого получается «картинка» спектра лучшего качества. Из имеющихся у авторов DVD хорошую яркость и контрастность спектра давали диски DVD+R.



Рис. 4. Вид сверху



Рис. 5. Вид снизу

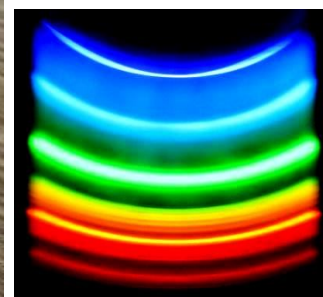


Рис. 6. Спектр

Пример 5. Демонстрировать тепловое расширение твердых тел удобно при помощи **биметаллической пластины**, которая изготавливается из двух тонких пластин различных металлов, обычно соединенных заклепками. Например, можно взять пластины из железа и алюминия, у которых температурные коэффициенты линейного расширения отличаются в 2 раза. *Вопрос:* можно ли для крепления пластин друг к другу вместо чужеродных заклепок использовать **ресурсы** собственного **вещества** пластин, а точнее тот металл, который выбрасывается при сверлении отверстий под заклепки? *Ответ:* можно, если со стороны железной пластины толстым гвоздем пробить отверстия в обеих пластинах. Благодаря четырем острым граням на конце гвоздя получают металлические «лепестки» со стороны алюминиевой пластины. Эти «лепестки» надо разогнуть в стороны и расплющить молотком – получают плоские заклепки из собственного материала пластин (рис. 7).

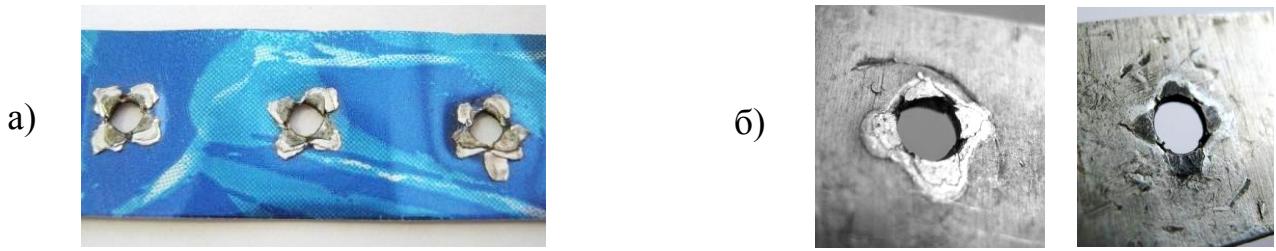


Рис. 7. Внешний вид заклепок из собственных «лепестков» для тонких (а) и более толстых (б) железных и алюминиевых пластин (тонкие пластины – это жесть от консервной банки и 2 слоя алюминия от банки из-под газированного напитка)

При небольшом нагреве (например, спичкой) биметаллическая пластина изгибается незначительно и это плохо видно учащимся, если проводить опыт для большой аудитории. Приходится один конец пластины закреплять в штативе, а возле другого конца устанавливать неподвижную стрелку-указатель, относительно которой и наблюдается изгиб биметаллической пластины. Все это усложняет проведение опыта. *Вопрос:* можно ли использовать собственные ресурсы биметаллической пластины так, чтобы она сама для себя являлась указателем изгиба при нагреве (ИКР)? *Ответ:* можно, если создать **инверсную би-би-систему**, т.е. систему из двух биметаллических пластин, закрепленных параллельно на одном держателе, но при этом одна пластина установлена алюминиевой стороной вверх, а другая – железной (рис. 8). При нагреве первая биметаллическая пластина изгибается вниз, а вторая – вверх, в результате наблюдаемый эффект от изгиба усиливается в 2 раза (**сверхэффект**).

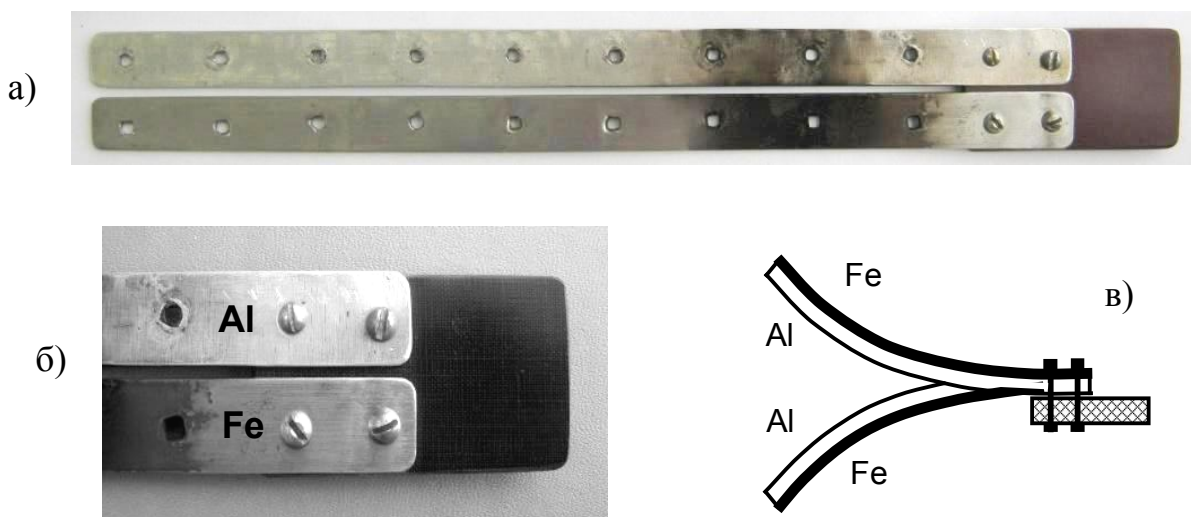


Рис. 8. Начальный вид би-би-системы (а, б) и её изгиб при нагреве (в)

Пример 6. Опыт по определению времени реакции проводят вдвоем, используя фоновое гравитационное поле и линейку длиной 30–50 см (рис. 9). Один экспериментатор, держа линейку вертикально вниз, неожиданно для второго экспериментатора разжимает пальцы, и линейка начинает свободно падать. Второй экспериментатор, первоначально расположив пальцы на некотором расстоянии от линейки около нулевого деления, старается схватить линейку, как только она начнет падать. Время реакции второго экспериментатора определяется из формулы для свободного падения $h = gt^2/2$ (например, 20 см соответствует 0,2 с).

Пример 7. Следующий опыт производит сильное впечатление, если, не раскрывая его сути, первоначально сообщить учащимся о существовании людей, обладающих телекинезом, при помощи которого они могут перемещать предметы в пространстве «силой мысли» (или «Силой Джедаев»). Затем следует на конец стержня из шариковой ручки установить полоску бумаги (шириной 2 см и длиной 10–15 см) и, нахмутив брови, пристально посмотреть на бумагу, которая через 1–3 секунды начнет вращаться (рис. 10). На самом деле, данный опыт показывает наличие конвекционных потоков воздуха от теплых рук экспериментатора (для получения хорошего эффекта температура кистей рук должна быть на 10 °С выше комнатной). В комнате не должно быть сквозняков, а полоска бумаги должна быть изогнута «пропеллером».

Выводы

Используя ВПР можно за 10–60 минут изготовить лабораторное оборудование стоимостью в 10–100 раз меньше промышленного, а опыты можно проводить и «голыми руками» (почти ИКР).

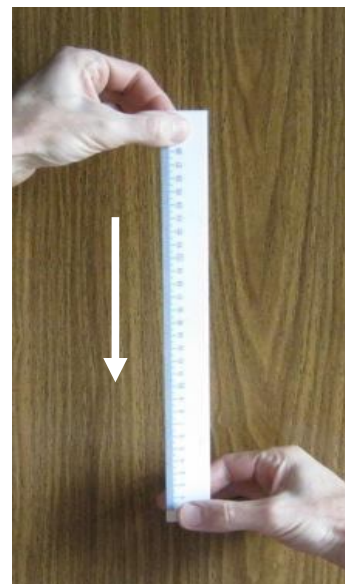


Рис. 9



Рис. 10