

УДК 372.853

Антон Петрович СОРОКИН, аспирант Вятского государственного университета; г. Киров; e-mail: ant.p.s@yandex.ru

Юрий Аркадьевич САУРОВ, член-корреспондент Российской академии образования, доктор педагогических наук, профессор Вятского государственного университета; г. Киров; e-mail: saurov-ya@yandex.ru

Решение экспериментальных задач в соответствии с научным методом познания

В статье показываются дидактические возможности экспериментирования и моделирования для организации физического мышления. На примере построения знаковых моделей действия внешнего электростатического поля на движущиеся песчинки песочных часов показывается научное понимание наблюдаемых эффектов.

Ключевые слова: мышление, экспериментирование, моделирование, модель, учебная деятельность, метод научного познания.

Рецензенты:

В. Я. Синенко, доктор педагогических наук, профессор, академик РАО, ректор Новосибирского института повышения квалификации и переподготовки работников образования

И. Л. Беленок, доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой естественнонаучного образования Новосибирского института повышения квалификации и переподготовки работников образования

Anton P. SOROKIN, graduate student of the Vyatka State University, Kirov; e-mail: ant.p.s@yandex.ru

Yuri A. SAUROV, corresponding member of the Russian Academy of Education, doctor of pedagogical sciences, professor of the Vyatka State University, Kirov; e-mail: saurov-ya@yandex.ru

Organization of Physical Thinking when Solving Experimental Tasks

The article shows the didactic opportunities of experimenting and modeling to organize physical thinking. As exemplified in the construction of the sign models of the activity of external electrostatic field onto the moving sand-grains of sand clock, scientific understanding of observing effects is shown.

Keywords: thinking, experimenting, modeling, model, learning activities, method of scientific cognition.

Reviewers:

V. Ya. Sinenko, doctor of pedagogic sciences, professor, academician member of RAE, rector of Novosibirsk Teachers' Upgrading and Retraining Institute

I. L. Belenok, doctor of pedagogical sciences, professor, head of the natural science department, Novosibirsk Teachers' Upgrading and Retraining Institute

В практике обучения физике всегда остается актуальной проблема выработки современных схем организации деятельности экспериментирования. Так, все еще редкими остаются развернутые методические процедуры организации экспериментирования по схеме научного метода познания «факты — гипотеза, модель — следствие — эксперимент как практика» (В. Г. Разумовский [2]). Процессы учебной деятельности при выпол-

нении опытов слабо связываются с процессами мотивации, понимания, мышления, рефлексии (В. В. Давыдов [1]), с деятельностью моделирования [2]. Удачное нормирование деятельности экспериментирования придает ходу мыслительного процесса особую форму и наделяет его особым содержанием [4].

Рассмотрим организацию мышления учащихся на примере решения конкретной экспериментальной задачи. Существует интересный опыт, в котором су-

хой песок насыпают через воронку внутрь шарового кондуктора электрометра, в результате чего наблюдают зарядку последнего. Хотя качественное объяснение опыта достаточно очевидно, построение модели зачастую дается учащимся непросто. От этого сюжета возможна идея-задача — исследовать влияние внешнего электрического поля на движение песка в песочных часах.

Постановка проблемы-задачи. К установленным вертикально песочным часам, в которых песок пересыпается через узкую горловину из одного сосуда в другой, медленно подносят стеклянную палочку, предварительно потертую о бумагу. В какой-то момент замечают, что песочные часы останавливаются — песок перестает пересыпаться. Пронаблюдайте явление в разных условиях (разные песочные часы) и объясните причины остановки песочных часов.

Идея-гипотеза первая. Стеклянная палочка при трении о бумагу электризуется. При поднесении наэлектризованной стеклянной палочки к песочным часам электрическое поле, создаваемое положительными зарядами на палочке, действует на песчинки.

Построение теоретической модели. Песок — диэлектрик. В результате действия внешнего электрического поля происходит поляризация его песчинок. Между крупинками песка возникает электростатическое взаимодействие, в результате которого внутри песка образуются кластеры крупинок песка, скопление которых закупоривает горловину песочных часов.

Экспериментальная проверка справедливости предложенной модели. Для того чтобы убедиться, что в результате действия внешнего электрического поля происходит поляризация песчинок, проведем следующий эксперимент. К струе песка, вытекающего из воронки с узким отверстием, поднесем наэлектризованную стеклянную палочку. Фиксируем тот факт, что песчинки отклоняются от первоначального направления в сторону палочки. Следовательно, в песчинках наводятся заряды, которые взаимодействуют с зарядами на палочке (рис. 1).

Стоит отметить, что если образование кластеров внутри песка в результате поляризации песчинок являлось бы необходимым и достаточным условием остановки песочных часов, то после удаления наэлектризованной палочки процесс пересыпания песка должен был бы возобновляться. А это выполняется далеко не всегда — иногда, даже после удаления палочки на значительное расстояние, пересыпание песка через узкую горловину песочных часов не возобновляет-

ся. Следовательно, построенная модель не полностью описывает наблюдаемое явление. Есть еще какие-то причины-явления, которые выделены не были.

Первая модель получилась неточной лишь потому, что при решении экспериментальной задачи не были выделены свойства всех объектов песочных часов. В частности, в решении не было учтено, что перетекание песка происходит через горловину песочных часов, корпус которых выполнен из стекла.

Идея-гипотеза вторая. Если при проведении опыта наэлектризованную палочку очень близко поднести к корпусу песочных часов, то можно его наэлектризовать (см. далее). Электрическое поле, создаваемое положительными зарядами на стеклянном корпусе песочных часов, будет действовать на песчинки.

Построение теоретической модели. Стекло — диэлектрик. Если стеклянный корпус песочных часов наэлектризовать, то он будет создавать внешнее по отношению к песчинкам электрическое поле. Следовательно, перетекание песка не возобновится даже после того, как палочку удалят на значительное расстояние. В песке, как и в первом случае, будут образовываться кластеры крупинок песка, скопление которых будет закупоривать горловину песочных часов.

Экспериментальная проверка справедливости предложенной модели. При повторном проведении эксперимента обратим внимание на тот факт, что если палочка хорошо наэлектризована, то в некоторых случаях при поднесении палочки достаточно близко к песочным часам слышен небольшой треск, а если палочка наэлектризована плохо — то иногда приходится фактически прикасаться к горловине песочных часов, чтобы их остановить. Получается, что в обоих случаях происходит электризация корпуса песочных часов: в первом случае, через пробой, а во втором — через соприкосновение. Поэтому, даже после удаления палочки на значительное расстояние от песочных часов, пересыпание песка не возобновляется (рис. 2).

Чтобы проверить вторую идею-гипотезу, после удаления палочки аккуратно прикоснемся к горловине песочных часов рукой — заземлим. Фиксируем тот факт, что пересыпание песка возобновляется, но оказывается, что далеко не всегда!

Получается, что даже сейчас предложенная модель не полностью описывает наблюдаемое явление, которое в ходе нашего исследования расшифровывается все глубже.

Проблема в данном случае решается просто — достаточно слегка постучать по песочным часам. Остановка песочных часов обусловлена тем, что при заку-

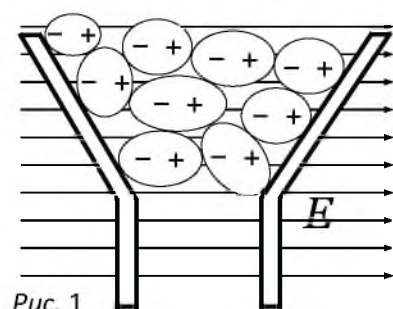


Рис. 1

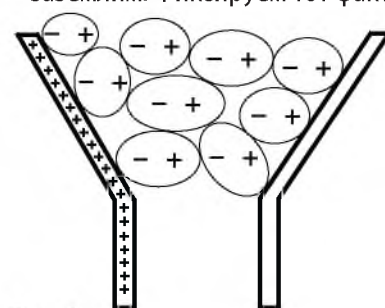


Рис. 2

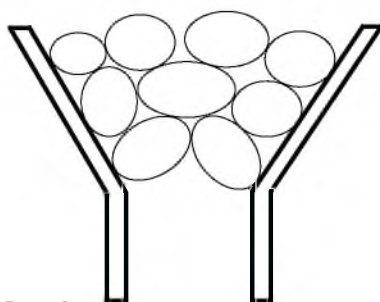


Рис. 3

порывании вышележащие слои песка давят на нижележащие, а это приводит к увеличению силы трения между песчинками и образованию арочного свода вблизи горловины часов (рис. 3), который, как уже было сказано, разруша-

ется в результате небольшой встряски. Стоит отметить, что подобные своды образуются в песочных часах даже во время их обычного хода.

Итак, решение даже такой, на первый взгляд, простой задачи, оказывается многоэтапным. Чтобы выделить существенные причины описанного феномена, приходится многократно уточнять и корректировать используемую для описания явления модель. Эксперимент в данном случае выступает уже не только в качестве источника формулирования задачи и теоретического конструирования гипотезы, но и выполняет функции критерия истинности моделей.

Заметим, что внешне предметная деятельность экспериментирования сопровождается (согласуется, управляется) мысленной деятельностью. Фактически экспериментирование над мыслями-идеями. Итак, для полноценного дидактического эффекта при решении экспериментальной задачи необходимо как мыслен-

ное моделирование, так и реальное экспериментирование. Последнее для совершенствования модели, понимания реальности, развертывания внутренней мотивации — обязательно. При этом рефлексия «приобщает» индивидуальное мышление и индивидуальную деятельность к социальному нормативному мышлению [5]. Очевидно, для достижения образовательного эффекта использование подобных задач должно иметь систематический характер.

Список литературы

1. Давыдов, В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов. М. : ИНТОР, 1996. 544 с.
2. Разумовский, В. Г. Методология деятельности экспериментирования как стратегического ресурса физического образования / В. Г. Разумовский, Ю. А. Сауров // Сибирский учитель. 2012. № 2. С. 5—13.
3. Сауров, Ю. А. Глазовская научная школа методистов-физиков: история и методология развития: монография / Ю. А. Сауров. Киров : Изд-во КИПКУПРО, 2009. 208 с.
4. Сауров, Ю. А. Знаковое мышление и физическое экспериментирование в обучении / Ю. А. Сауров, М. П. Позолотина // Навчальний фізичний експеримент у системі сучасних педагогічних технологій: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (03—05 черв. 2016 р.) / укладач О. С. Мартинюк. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. С. 22—27.
5. Щедровицкий, Г. П. Философия. Наука. Методология / Г. П. Щедровицкий. М. : Шк. Культ. Политики, 1997. 656 с.



МЕТОДИЧЕСКАЯ КОПИЛКА

Интересные факты, позволяющие узнать самые обычные, на первый взгляд, процессы с необычной стороны.

1. Температура молнии в пять раз выше температуры на поверхности Солнца и составляет 30 000 К.
2. Капля дождя весит больше, чем комар. Но волоски, которые размещены на поверхности тела насекомого, практически не передают импульс от капли к комару. Поэтому насекомое выживает даже под проливным дождем. Этому способствует еще один фактор. Столкновение воды с комаром происходит на незакрепленной поверхности. Поэтому если удар приходится в центр насекомого, оно некоторое время падает с каплей, а потом быстро освобождается. Если дождь попадает не в центр, траектория движения комара немного отклоняется.
3. Сила вытаскивания ноги с зыбучих песков со скоростью 0,1 м/с равна силе поднятия легкового автомобиля. Интересный факт: зыбучие пески — это ньютоновская жидкость, которая не может поглотить человека полностью. Поэтому увязшие в песках люди умирают от обезвоживания, солнечного облучения или по другим причинам. Если вы попали в такую ситуацию, лучше не делайте резких движений. Попытайтесь опрокинуться на спину, раскинуть широко руки и ждать помощь.
4. Вы слышали щелчок после резкого взмаха кнутом? Это происходит из-за того, что его кончик движется со сверхзвуковой скоростью. Кстати, кнут — это первое изобретение, которое преодолело сверхзвуковой барьер. И то же происходит с самолетом, который летит со скоростью больше звуковой. Щелчок, похожий на взрыв, происходит из-за созданной самолетом ударной волны.
5. Вы знаете, что такое эффект Мпембы? Данное явление в 1963 году обнаружил танзанийский школьник по имени Эрасто Мпемба. Мальчик заметил, что горячая вода подвержена замерзанию в морозильнике быстрее, чем холодная.
6. Лучи Солнца, которые проходят через капельки в воздухе, образуют спектр. А его разные оттенки преломляются под разными углами. В результате такого явления образуется радуга — окружность, часть от которой люди видят с земли. Центр радуги всегда находится на прямой, проведенной от глаза наблюдателя до Солнца. Вторичную радугу можно увидеть тогда, когда свет в капельке отражается именно два раза.

Источник: <http://vsefauty.com/>