

Текстовые задания в контексте итоговых работ по физике

**Бражников
Михаил Александрович**

кандидат педагогических наук,
старший научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный
исследовательский центр химической физики
им. Н.Н. Семёнова Российской академии наук»,
член комиссии по разработке КИМ для ГИА
по физике,
birze@inbox.ru

Ключевые слова: базовый уровень изучения физики, естественнонаучная грамотность, работа с текстом, описание опытов

«Мнѣ хочется отмѣтить ещё одинъ распространѣнный ученическій недостатокъ, это — неумѣнье владѣть языкомъ. Какъ часто даже понимающій, свѣдущій ученикъ отвечает по физикѣ съ такой варварской стилистикой, какой не встрѣчается у того же ученика ни въ точныхъ опредѣленіяхъ математики, ни въ многословныхъ литературныхъ или историческихъ повѣствованіяхъ»¹.

А.В. Цингеръ, 1910 г.

Целевой установкой изучения физики на базовом уровне является формирование у учащихся естественнонаучной грамотности, под которой понимают «способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественнонаучными идеями»². Одна из основных компетенций, которых требует естественнонаучная грамотность, — понимание особенностей естественнонаучного исследования. Её освоение связано в первую очередь с освоением методов научного познания, используемых в физике. Кроме того, понимание исследований базируется на понимании текста, в котором это исследование описывается. А это, в свою очередь, напрямую связано с развитием читательских умений школьников.

В этой статье мы остановимся на анализе результатов выполнения заданий, проверяющих умение описывать физические опыты на основе как имеющихся знаний, так и предложенного текста.

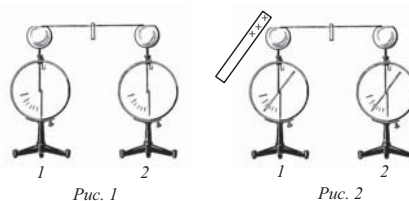
В конце 10-го класса учащимся, изучающим физику по двухчасовой программе, были предложены работы, призванные оценить освоение ими основных вопросов физики годового курса, причём акцент был сделан на разделы механики и электростатики. Работа состояла из простых вопросов базового уровня, оцениваемых в один балл при правильном ответе,

¹ Цингер А.В. Начальная физика. Первая ступень. — 2-е изд. — М.: В.М. Саблин, 1911. — 523 с.

² Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности в международном сравнительном исследовании качества образования PISA [Электронный ресурс]. — http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html

Пример 1

На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их металлическим стержнем с пластмассовой ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, положительно заряженную стеклянную палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку. Ссылаясь на известные вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.



Решение. Электрометры оказались заряженными вследствие явления *электростатической индукции*. Под воздействием *электрического поля* положительно заряженной палочки *свободные электроны*, имеющиеся в металлическом проводнике, сместились в левый шар, где образовался избыток электронов, т.е. шар зарядился отрицательно. Правый шар при этом зарядился положительно таким же по модулю зарядом по *закону сохранения электрического заряда* для системы электрометров, т.к. изначально они не были заряжены. Поскольку соединяющий проводник был убран раньше стеклянной палочки, то обратного перераспределения не произошло, электрометры остались заряженными.

и развёрнутой части из двух заданий: описание опыта на явление электростатической индукции (пример 1) и работа с текстом (пример 5), с максимальной оценкой в два балла.

При подготовке работы решалась задача: как проверить процесс формирования естественнонаучной грамотности не в рамках отдельной работы³, а в рамках работы промежуточной аттестации учащихся.

Рассмотрим результаты выполнения заданий работы с развёрнутым ответом.

Для анализа результатов все ответы были разделены на четыре группы: те, кто не стал отвечать («нет»), ответил неверно (0 баллов), ответил, частично, верно (1 балл) и верный ответ (2 балла). Наиболее трудным оказалось объяснение опыта, с которым полностью или частично справилась примерно лишь треть учащихся, при этом столько же вовсе не взялись за объяснение. Показательно, что работа с текстом «привлекла» меньше учеников: 35% не взялись за неё, но полностью или частично справились 46%, т.е. чуть менее половины. Кроме этого некоторые из тех, кто выполнил текстовое задание на два балла из двух, не смогли грамотно описать опыт или допустили в описании грубые ошибки, повлёкшие оценку в ноль баллов. Оказалось, что объяснение опыта сложнее

работы с текстом, а это требует дальнейшего исследования, т.к. важно при разработке КИМ ОГЭ и ЕГЭ.

Нужно понимать, что двухчасовая программа (базовый уровень изучения предмета) и ориентирование на электронные и письменные формы проверки и контроля знаний и умений учащихся не оставляет широкого пространства для формирования умения «связно объяснять», основы которого должны закладываться, но не закладываются в основной школе в полной мере. Это обусловлено тем, что «связность объяснения» формируется в устном диалоге ученика прежде всего с учителем, а электронная школа резко сужает эти возможности.

Рассмотрим, какая работа была реализована в раскрытии двух конкретных примеров.

Опыт был показан, зарисован и объяснён на уроке именно в том виде, в каком представлен в задаче, разобран на консультации в «модифицированном» виде. Приведём фрагмент записи ученика (пример 2).

Пример 2

1. Электроскоп не заряжен, это значит, что кол-во протонов компенсируется кол-вом электронов.

2. Под действием **электрона** положительно заряженной палочки электроны передаются на шар, где образуется избыток эл. => шар «-»

3. По закону сохранения заряда следует, что стрелочки имеют заряд, равный по модулю => шар «+».

³ Пентин А.Ю. и др. Диагностика естественнонаучной грамотности учащихся с использованием комплексных межпредметных заданий // Педагогический журнал Башкортостана. — 2017. — № 2. — С. 64–71.

Конечно, язык устной речи учителя «ше-роховат», в п. 1 лучше было бы сказать, что суммарный положительный заряд протонов в ядре атома равен по модулю суммарному заряду электронов атома. Но «криминал», на наш взгляд, не в этом, а в том, что вместо фразы «под действием электрического поля положительно заряженной палочки электроны перемещаются», как говорилось в объяснении учителя, у ученика превратилось в то, что получилось. Ученик не «чувствует» понятия поля и его действия, образ частицы электрона — понятнее. Отсюда две очевидные распространённые ошибки: ученики рассматривают задачу так, будто бы палочкой коснулись шара электроскопа (электрометра) — это первая, вторая — полагают, что приборы останутся незаряженными, когда уберут соединяющий шары проводник, не понимая, что вызвало разделение зарядов.

Чтобы сформировать умение описывать и объяснять опыты, нужно иметь время на уроке не только объяснить, но и обсудить, и проверить, как это записано в тетради. Кроме того, ещё нужно иметь и описание опыта в учебнике, чтобы при необходимости иметь возможность сверить свои записи, своё понимание, вынесенное с урока, с тем, что отражено в книге. Но этого опыта нет ни в учебнике под ред. Г.Я. Мякишева, изданного в 2010 г., ни в издании 2016 г. В последнем, правда, рекомендовано провести подобный опыт с электризацией двух шаров самим, но *как это сделать, что при этом получится и как его (опыт) грамотно объяснить* — не сказано. Для ученика опыт с двумя шарами и опыт с одним шаром, оба на явления электростатической индукции, суть *два разных* опыта. Как оценивать их сложность при ответе учеников?

Рассмотрим два в целом верных ответа объяснения опыта, который был показан и объяснён в классе, помня при этом, что в разных вариантах палочки были заряжены по-разному.

Пример 3

Так как палочка заряжена отрицательно, она оттолкнула электроны от шаров электроскопов к их стрелкам, следовательно, на шаре левого электрометра сосредоточился «+» заряд, а на правом «-» отрицательный, т.к.

электроны переместились на него. Заряд распределён неравномерно, см. картинку. После снятия стержня «1» — положительный, «2» — отрицательный.

Пример 4

При поднесении палочки с отрицательным зарядом свободные электроны 1-го электрометра начали переходить на второй, тем самым создавая избыток электронов, там будет отрицательный заряд, а на первом образуется недостаток электронов, то есть положительный заряд.

Учащиеся не совершили тех грубых ошибок, о которых написано выше, в первом ответе видна явная попытка «привязать» объяснение данного опыта к тому, которое было дано на консультации. В обоих ответах не появилось ни понятия *электростатического поля*, ни ссылки на *закон сохранения заряда*. Эти понятия составляют пассивную часть словаря учащихся, хотя, безусловно, понимание сути опыта есть, более того, предположение о неравномерности распределения заряда, выдвинутое самостоятельно, вполне разумно. Лишь в нескольких работах упоминается в явном виде само понятие *электростатическая индукция*.

Конечно, представленные результаты — это некоторое экспериментальное обоснование того, что нужно исследовать, *что* следует понимать под *правильным* описанием опыта учеником, каковы *критерии полноты ответа* выполнения учеником подобных заданий при обучении по двух-, пятичасовой программой и, главное, *как* в условиях резко сокращённой программы по физике и использовании письменных и электронных средств контроля уровня знаний и умений учащегося *формировать* умение *самостоятельно* объяснять физические опыты, явления в природе, использование приборов в быту. На наш взгляд, одним из условий является наличие в учебниках примеров таких описаний демонстрационных опытов, показываемых в классе, которые (описания) могли служить ученику (и учителю).

В истории методики мы знаем пример, когда В. Оствальд, нобелевский лауреат, написал учебник «Школа химии»⁴ в форме диалога учителя и ученика, диалога,

⁴ Оствальд В.Ф. Школа химии / Пер. Евг. Раковский. Ч. 1–2. — М.: В.М. Саблин, 1904–1905. — 2 т.

который учил *правильно наблюдать* опыты (в том числе и физические) и их *интерпретировать*.

Как работать с текстами для формирования естественнонаучной грамотности — вопрос также до известной степени остаётся открытым. Советы — читать на уроках учебник физики при двухчасовой программе и отсутствии в современных учебниках текстов для чтения — виснут в воздухе. Один из шагов по формированию грамотности — это чтение учителем вслух, пусть фрагментов, из научных или научно-популярных работ с последующим их анализом (в чём-то повторение тех приёмов, которые использовал В. Оствальд в начале XX века). Удачно, если такая работа с текстом подкрепляется визуальными слайдами, которые можно рассматривать как «задел» атомиков для МЭШ и которые (слайды) потом могут быть пересланы учащимся. Но так выстроенные фрагменты урока не могут появляться часто, они могут *знакомить* учащихся с подобным видом работ, но не *формировать* или *закреплять* их собственные читательские умения. Другой педагогический «ход» — это использование в качестве заданий, выполняемых по желанию на дополнительную оценку, именно текстовых заданий, работа, которая возможна дома или вне сетки основных уроков. Такие тексты мы

брали из публикаций, содержание которых не дублировало содержание уроков. Главный минус такой формы работы не «перегрузка» учащихся, поскольку соблюдался принцип добровольности и сами тексты были ученикам, по их словам, интересны, а в том, что трудно провести в рамках такой формы систематическое обучение, более того, оно охватывало не более трети учащихся.

Использование текстовых заданий выявило те трудности, с которыми сталкивается учитель в классах, обучающихся по базовой программе по физике: неумение интерпретировать и анализировать графики, таблицы, перекодировать информацию из одного вида в другой; неумение производить расчёты на основании данных и формул, представленных в тексте; попытка отвечать на любой вопрос по тексту словами, взятыми из текста, причём на первый вопрос ищется ответ в первых абзацах (выработан стереотип); искреннее недоумение учащихся по поводу привлечения для объяснения и ответов внетекстовой информации, хотя бы и известной им из уроков физики; трудное восприятие логики описываемых экспериментов. Иными словами, работа с текстом также очень сложна для учащихся.

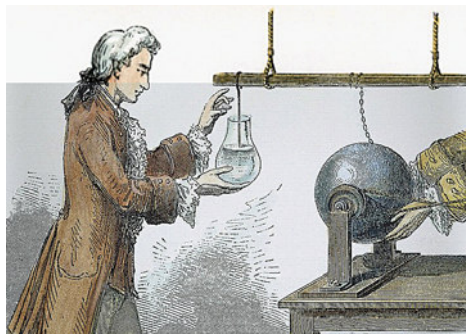
Приведём пример задания по тексту, которое предлагалось в итоговой работе.

Пример 5

В середине XVIII в. усилиями учёных разных стран: Э.-Ю. фон Клейста (Пруссия), П. ван Мушенбрука (Голландия), У. Уатсона (Англия) был создан прибор, названный «лейденской банкой» — первый конденсатор. Свойства его были столь необычны, что М.В. Ломоносов (Россия) называл лейденскую банку «мушенбруковой машиной», а машина в русском языке XVIII в. — это нечто сложное и хитроумное (в словаре В.И. Даля: машинистый — сложный и хитрый устройством).

Прочтите адаптированный текст и ответьте на вопрос после текста.

Удивительным изобретение «банки» казалось не только М.В. Ломоносову. Французский физик аббат Ж.-А. Нолле перевёл с латинского на французский часть письма П. ван Мушенбрука Р.-А. Реомюру о её открытии. «Хочу сообщить вам новый и страшный опыт, который советую самим никак не повторять. Я делал некоторые исследования над электрическою силою и для этой цели повесил на двух шнурах из голубого шёлка железный брус, получавший через сообщение электричество от стеклянного шара, который приводился в быстрое вращение и натирался прикосновением рук. На другом конце (левом) свободно висела медная проволока, конец которой был погружен в круглый стеклянный сосуд, отчасти наполненный водою (Этот опыт был вызван тем, что ученик Мушенбрука



хотел наэлектризовать воду, изолировав её в стеклянной бутылке.). В правой руке я держал этот сосуд, другою же рукою пробовал извлечь искры из наэлектризованного ствола. Вдруг моя правая рука была поражена с такой силой, что всё тело содрогнулось, как от удара молнии. Хотя сосуд из тонкого стекла обыкновенно сотрясением этим не разбивается и кисть руки не перемещается, но рука и всё тело поражается столь страшным образом, что и сказать не могу; одним словом, я думал, что пришёл конец, ради короны Франции я бы не согласился подвергнуться столь жуткому сотрясению. Если поставить сосуд на металлическую подставку, помещённую на деревянном столе, и коснуться металла кончиком пальца, извлекая искру другой рукой, то также получается очень сильный удар». Через несколько лет английский врач У. Уатсон нашёл, что «банка» заряжается тем сильнее, чем лучше соединена её внешняя поверхность с землей. Это навело на мысль английского физика-врача Бевиса обкладывать *наружную* поверхность банки сначала тонкими свинцовыми пластинками, а потом листами станиоля (оловянная фольга). Внутри банки вместо воды стали использовать свинцовую дробь, а затем также обкладывали *внутреннюю* поверхность станиолем, так появилась лейденская банка.

Вопрос. Объясните, с точки зрения ваших знаний об *электрических и иных свойствах материалов*, почему и для чего в опыте Мушенбрука использовались: шнуры голубого шёлка, медная проволока, железный брус, стеклянный шар? Предположите, из какого материала могла быть сделана цепочка, касающаяся шара и подвешенная к бусу?

Решение. В опыте Мушенбрука использовались *проводники* (железо и медь) и *диэлектрики* (шёлк и стекло). Шёлковые шнуры служили для изоляции железного бруса, который, как и медная проволока, являясь проводниками, передавали электрический заряд от электризуемого стеклянного шара к лейденской банке. Стекло — диэлектрик, оно легко электризуется при трении, заряжаясь положительно. Цепочка, касающаяся шара, должна быть выполнена из *проводника, металла* (меди, железа, свинца и т.п.), чтобы передать электрический заряд от шара к заряжаемой лейденской банке.

На уроке основной акцент при работе с текстами был сделан на то, *что и как* было открыто; в задании, предложенном в итоговой работе, спрашивалось, *почему и для чего* в эксперименте использовались те или иные материалы.

По результатам проверки работ 32% учащихся не приступали к выполнению задания по тексту, 18% получили 0 баллов, 35% выполнили задание на один балл и лишь 15% полностью справились с предложенным заданием. Полагаем, что выполнение текстового задания учащимися оказалось успешнее по нескольким причинам: задание, по сути, легче, сам текст как источник информации находился перед глазами (нет необходимости апеллировать к увиденному на уроке несколькими месяцами ранее), работа с текстом для очень многих учащихся оказалась *более привычной*.

Почти все, приступившие к выполнению данного задания, верно уловили проводящую роль металлов в описываемом



опыте. Те, кто не взялся за выполнения задания, проявил, как мы предполагаем, отсутствие навыка чтения больших текстовых фрагментов. Каковы же основные ошибки: не указан материал, из которого изготовлена цепочка, неверно понята роль стекла: в одних ответах стеклянный шар заполнялся водой (т.е. ученики не смогли проанализировать рисунок, разобранный на уроке и имевшийся у них в электронном виде дома!), в других — он изолировал воду. Не удалось правильно указать, что шар электризовался при трении: ответ, что «стеклянный шар послужил в качестве источника зарядов», всё-таки неверен, поскольку электризуются оба тела. Ошибка, что шар электризуется отрицательно, была несущественна, на наш взгляд.

При подготовке итоговой работы мы столкнулись не только с проблемой поиска коротких текстов, которые можно было бы включить в 45–50-минутную итоговую работу, но и с тем, что мы не нашли

формальных критериев сложности естественнонаучного текста, а если мы ставим перед собой задачу проверки сформированности основ естественнонаучной грамотности, то такие критерии необходимо вырабатывать.

В заключение анализа отметим следующее: для формирования основ естественнонаучной грамотности, включающих понимание соответствующих текстов и постановку, проведение и анализ результатов несложных физических экспериментов, у учащихся, изучающих физику в старшей школе на базовом уровне, необходимо усовершенствовать методику обучения предмету; разработать критерии

сложности естественнонаучных тестов и определить возможную для учеников на базовом уровне глубину понимания физики опытов и явлений; создать подборки рекомендуемых текстов и описаний опытов с примерами их анализа, доступных и учителю, и ученику. При этом «глубина понимания» не должна быть кантовской «вещью в себе». Необходимо прописать этот уровень, ибо требования ФГОС в этой части *могут интерпретироваться* как завышенные для отводимого на физику времени в рамках базового уровня и относительно тех когнитивных возможностей учащихся, которые выбирают изучение физики на данном уровне.