

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИТУАЦИИ ЗАДАЧИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ШКОЛЬНИКОВ К ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ

Тишкова С.А.¹, Стефанова Г.П.¹

¹ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», Астрахань, Россия (414056, Астрахань, ул. Татищева, 20А), e-mail: svetatish70@mail.ru

В статье описывается метод построения физической модели ситуации задачи и его применение для подготовки учащихся к сдаче единого государственного экзамена по физике. В этом учебном году планируются изменения в структуре и содержании ЕГЭ по физике. Больше предлагается расчетных задач повышенной сложности. Такие задачи требуют от учащихся ясного понимания основных законов физики, подлинного творческого умения применять эти законы для объяснения механизма протекания физических явлений. Учащиеся должны уметь заменять реальную ситуацию её физической моделью. Для этого необходимо воспользоваться определением физического явления, затем заменить реальные объекты идеализированными, выразить свойства этих объектов, условия взаимодействия через физические величины. Использование метода построения физической модели ситуации при решении задач развивает логическое и алгоритмическое мышление, что позволяет успешнее справиться с ЕГЭ по физике.

Ключевые слова: моделирование, физическая модель, решение задач, алгоритм решения, физическое явление, подготовка к ЕГЭ.

APPLICATION OF THE METHOD CONSTRUCTING THE PHYSICAL MODEL SITUATIONS TASKS IN PREPARING OF PUPILS FOR UNIFIED STATE EXAMINATION ON THE PHYSICS

Tishkova S.A.¹, Stefanova G.P.¹

¹Astrakhan State University, 20a Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russia, E-mail: svetatish70@mail.ru

The article describes method of constructing a physical model of the problem situation and its application to prepare students to pass the exam in Physics. In this academic year, planned changes in the structure and content of the exam in Physics. More offers of settlement problems of high complexity. These tasks require students to a clear understanding of the fundamental laws of physics, genuine creative ability to apply these laws to explain the mechanism of physical phenomena. Students should be able to replace the real situation of its physical model. To do this, use the definition of a physical phenomenon, replace real objects idealized, express properties of these objects, the terms of the interaction through the physical quantities. Using the method of constructing a physical model of the situation in the decision to develop a logical and algorithmic thinking, which helps to cope with exam in Physics.

Keywords: modeling, physical model, problem solving, solutions algorithm, physical phenomenon, preparation for Unified State Examination.

Единый государственный экзамен по физике включает в себя задачи базового, повышенного и высокого уровня сложности. Порой условие задач повышенного и высокого уровня сложности представлено каким-либо сюжетом, в котором очень сложно выделить протекающее физическое явление. Так задача С1 является качественной задачей повышенной сложности на объяснение физических явлений в конкретных ситуациях. Эта задача вызывает большие трудности у учащихся, связанные с тем, что необходимо логично выстроить ответ, объяснить физическое явление, описанное в условии задачи. При этом надо владеть научной терминологией. К сожалению, учащиеся ограничиваются объяснением на уровне бытовой жизни и не могут связать одно с другим. Также в задачах могут описываться

несколько явлений, изучаемых в разных физических теориях. Как научить школьника разбираться в условии и находить те самые законы, которые описывают происходящие в задаче явления? Считается, что чем больше решить сложных задач, тем лучше будешь подготовлен к ЕГЭ. Как показывает практика и результаты ЕГЭ по физике, такой подход не дает хороших результатов. Умением решать сложные, нестандартные задачи овладевают лишь некоторые учащиеся в силу своих природных способностей. Большинство же школьников даже не преступают к решению задач повышенной и высокой сложности при сдаче ЕГЭ.

В этом учебном году предполагаются изменения в структуре и содержании ЕГЭ по физике. Сокращается количество задач с выбором ответа и увеличивается число задач повышенной сложности, которые нужно решить и правильно записать ответ. В содержании таких задач описываются физические явления в конкретных ситуациях. Поэтому необходимо научить учащихся переводить описание физического явления в заданной ситуации на физический язык: объект, о котором идет речь в задаче заменять идеализированным объектом, а его свойства, воздействие на него другого объекта, условия при которых происходит это воздействие выражать на языке физических величин. Другими словами, нужно научить учащихся составлять физическую модель ситуации задачи.

Первым действием в решении собственно задач должно быть построение физической модели ситуации задачи, вторым – составление уравнения, описывающего физическую модель ситуации задачи, а далее нахождение неизвестной величины. Построение физической модели ситуации, описанной в задаче должно начинаться с анализа текста. Так как в условии большинства задач описано физическое явление, происходящее в конкретной ситуации, то необходимо выделить структурные элементы этого явления словами текста [5]:

- материальный объект 1 (МО 1) и его свойства в начальном состоянии;
- воздействующий объект (ВО) и его свойства;
- воздействие и условие, при котором оно осуществляется;
- материальный объект 1 (МО1) и его свойства в конечном состоянии.

Выделенные словами текста фрагменты задачи или структурные элементы физического явления необходимо перевести на язык физической науки:

- по описанию физического явления установить возможность использования той или иной физической теории;
- установить, какие идеализированные объекты используются в этой теории;
- установить, можно ли материальный объект в задаче считать идеализированным.
- выразить свойства материального объекта в начальном состоянии через физические величины и их значения;

- выразить свойства материального объекта в конечном состоянии через физические величины и их значения;
- выразить свойства воздействующего объекта через физические величины и их значения;
- выразить условия взаимодействия на языке физической науки;
- изобразить графическую модель ситуации, описанной в задаче;
- составить текст задачи на языке физической науки.

После этого подбираем уравнение или закон, описывающий физическую модель ситуации задачи, составляем расчетную формулу и находим неизвестную величину. Все эти действия составляют обобщенный метод решения задач [3]:

1. Построение физической модели ситуации, описанной в тексте задачи;
2. Составление уравнения, описывающего физическую модель ситуации задачи;
3. Составление формулы, по которой может быть найдено значение искомой физической величины;
4. Вычисление значения искомой физической величины;
5. Контроль соответствия полученного результата здравому смыслу и ситуации, описанной в условии задачи.

В этой статье ограничимся рассмотрением первого действия данного метода и приведем примеры построения физической модели ситуации задачи, т.к. этот пункт обобщенного метода является самым сложным и требует специального обучения школьников.

Задача 1. В простейшей модели атмосферы Венеры предполагалось, что планету окружает равно-плотная атмосфера, состоящая из углекислого газа CO_2 . Какова температура атмосферы вблизи поверхности Венеры, если высота атмосферы $h=20$ км? Радиус Венеры $r = 6200$ км, ее масса $M=5 \cdot 10^{24}$ кг.

Построим физическую модель ситуации, описанной в задаче (таблица 1):

Таблица 1

Построение физической модели ситуации

Структурные элементы физического явления	Выражение структурных элементов физического явления	
	Словами текста	На языке физики
МО 1 и его свойства в начальном состоянии	Равно-плотная атмосфера Венеры, состоящая из углекислого газа CO_2 высотой 20 км.	Идеальный газ столбом $h=20$ км. Молярная масса газа $\mu = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
ВО и его свойства	Планета Венера. Радиус Венеры $r = 6200$ км, ее масса $M=5 \cdot 10^{24}$ кг.	Массивное тело радиусом $r = 6200$ км и массой $M=5 \cdot 10^{24}$ кг.

Воздействие и условие, при котором оно осуществляется	Атмосфера Венеры равно-плотная	Плотность идеального газа не зависит от высоты столба.
МО 1 и его свойства в конечном состоянии	Не указаны	–
Текст задачи на языке физической науки	Массивное тело радиусом $r = 6200$ км и массой $M = 5 \cdot 10^{24}$ кг окружено идеальным газом молярной массы $\mu = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Газ образует столб высотой $h=20$ км. Плотность идеального газа не зависит от высоты столба. Найти температуру идеального газа у поверхности массивного тела.	

Решение:

Из уравнения Менделеева-Клапейрона найдем давление идеального газа.

$$p = \frac{\rho RT}{\mu}, \text{ где } R - \text{ универсальная газовая постоянная.}$$

Гидростатическое давление: $p = \rho gh$

Приравниваем формулы и выражаем температуру: $T = \frac{\mu gh}{R}$

Ускорение свободного падения у поверхности Венеры равно: $g = G \frac{M}{r^2}$

Получим расчетную формулу: $T = \frac{\mu h G M}{R r^2}$

Подставив данные, получим ответ: $T = 920$ К

Задача 2. На рисунке 1 показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц с целью последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и. ч.) влетают, как показано на рисунке 1, ионы с зарядом e . При каком значении напряженности электрического поля в конденсаторе ионы с кинетической энергией $2 \cdot 10^{-15}$ Дж пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряженность электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

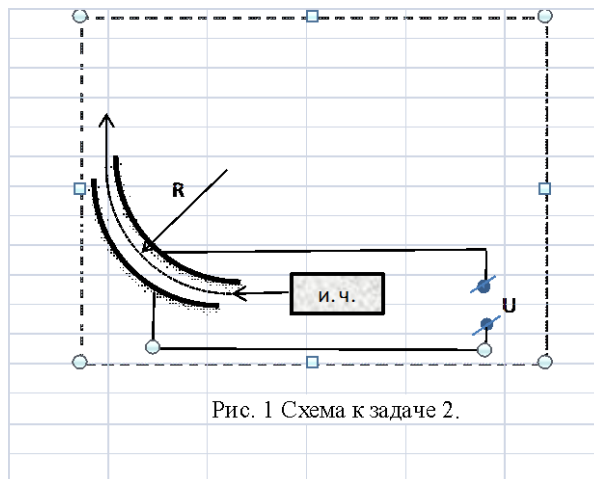


Рис. 1 Схема к задаче 2.

Построим физическую модель ситуации, описанной в задаче (таблица 2):

Таблица 2

Построение физической модели ситуации

Структурные элементы физического явления	Выражение структурных элементов физического явления	
	Словами текста	На языке физики
МО 1 и его свойства в начальном состоянии	Ионы с зарядом e , вылетают из источника заряженных частиц.	Частицы с зарядом e движутся с энергией $W_k = 2 \cdot 10^{-15}$ Дж
ВО и его свойства	Электрическое поле в конденсаторе.	Электрическое поле, напряженность E которого нужно найти.
Воздействие и условие, при котором оно осуществляется	Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряженность электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.	Электрическое поле с постоянной по модулю напряженностью, сила тяжести, действующая на заряженные частицы равна нулю.
МО 1 и его свойства в конечном состоянии	Ионы пролетают сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин. Пластины конденсатора изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см.	Частицы влетают в электрическое поле и движутся по дуге окружности радиусом $R \approx 50$ см
Текст задачи на языке физической науки	Частицы с зарядом e движутся с энергией $W_k = 2 \cdot 10^{-15}$ Дж. Попадая в область электрического поля с постоянной по модулю напряженностью, под действием этого поля они движутся по дуге окружности радиусом $R \approx 50$ см. Сила тяжести, действующая на заряженные частицы равна нулю. Найти напряженность электрического поля при таком движении.	

Решение: Центробежное ускорение частицы в электрическом поле вызвано действием электрической силы со стороны электрического поля. По второму закону

$$\text{Ньютона: } ma_{\text{ц}} = F_3; \quad m \frac{v^2}{R} = eE$$

Кинетическая энергия частицы равна: $W_k = \frac{mv^2}{2}$

Получаем, что $eE = \frac{2E_k}{R}$. Откуда $E = \frac{2E_k}{eR} = 5 \cdot 10^4$ (В/м)

Итак, мы видим, что содержание деятельности по построению физической модели ситуации задачи состоит из определенной системы действий, расположенных в логической последовательности и приводящих к переформулированию текста задачи на язык физической науки. Переформулированный текст конкретной ситуации позволяет понять условие предложенной задачи, т.е. понять о каком физическом явлении идет речь и какую теорию нужно применить для решения задачи.

Из приведенных примеров следует, что обобщенный метод решения задач позволяет выполнять моделирование любых ситуаций и может подготовить учащихся к применению полученных знаний в конкретных ситуациях. Тренировка в этом должна привести к тому, что усвоенный обобщенный метод станет стилем мышления учащихся.

Список литературы

1. Варламов С.Д., Зинковский В.И., Семенов М.В., Старокуров Ю.В., Шведов О.Ю., Якута А.А., Задачи Московских городских олимпиад по физике. – М.: МЦНМО, 2007. – 696 с
2. Демидова М.Ю., Грибов В.А. ЕГЭ 2014. Физика: тренировочные экзаменационные задания – М.: Экмо, 2013. – 192 с.
3. Джалмухамбетов А.У., Стефанова Г.П. Задачи-проблемы, задачи-оценки по физике и методы их решения: Учебное пособие. – Астрахань: Из-во Астраханского гос. пед. ун-та, 2001. – 142 с.
4. Стефанова, Г.П. Подготовка учащихся к практической деятельности при обучении физике. Пособие для учителя / Г.П. Стефанова. – Астрахань: Изд-во Астраханского гос. пед. ун-та, 2001. – 184 с.
5. Тишкова С.А. Обучение учащихся обобщенному методу построения физической модели ситуации при изучении школьного курса физики. Дисс. канд. пед. наук. – Астрахань, 2006. – 154 с.

Рецензенты:

Крутова И.А., д.п.н., доцент, заведующая кафедрой теоретической физики и методики преподавания физики, ФГБОУ ВПО Астраханский государственный университет, г.Астрахань.

Смирнов В.В., д.п.н., доцент, заведующий кафедрой материаловедения и технологии сварки,
ФГБОУ ВПО Астраханский государственный университет, г.Астрахань.