

Халиуллин Рауель Нигматзянович, профессор,
Email: magistrant_osu@mail.ru
Жаныбай кызы Суйдумкан, Маматжан кызы Гулмээрим,
Абдыкадырова Шарипа, магистранты,
Физико-технический факультет, Ошский государственный
университет

ОБ ОБУЧЕНИИ УЧАЩИХСЯ РАБОТЕ С ФОРМУЛАМИ ПО ФИЗИКЕ

В статье рассматривается роль формул в процессе решения и обучения учащихся решению физических задач. Рассмотрены методы и способы анимации формул на классной доске и на экране. Предложена система упражнений обучения учащихся преобразованию формул на основе анимации уравнений и формул средствами PowerPoint.

Ключевые слова: Решение задач, преобразование формул, алгоритм, анимация, обучение работе с формулами.

Халиуллин Рауель Нигматзянович, профессор,
Жаныбай кызы Суйдумкан, Маматжан кызы Гулмээрим,
Абдыкадырова Шарипа, магистранттар, Физика-техника
факультети, Ош мамлекеттик университети

ОКУУЧУЛАРДЫ ФИЗИКА ФОРМУЛАЛАРЫ МЕНЕН ИШТӨӨГӨ ҮЙРӨТҮҮ

Макалада студенттерди физикалык маселелерди чечүүгө үйрөтүүдө жана үйрөтүүдө формулалардын ролу талкууланат. Тактадагы жана экрандагы формулаларды жандандыруу ыкмалары жана жолдору каралат. Power Point программасынын жардамы менен теңдемелердин жана формулалардын анимациясынын негизинде формулаларды өзгөртүү үчүн студенттерге окуу көнүгүүлөрүнүн тутуму сунушталат.

Ачкыч сөздөр: Маселелерди чечүү, формулаларды кайра өзгөртүү, алгоритм, анимация, формулалар менен иштөөгө үйрөтүү

Khaliullin Rael Nigmatzyanovich, professor,
Janybay kyzy Suydumkan, Mamatjan kyzy Gulmeerim,
Abdykadyrova Sharipa, graduate students, Faculty of Physics
and technology, Osh State University

ABOUT TRAINING STUDENTS WITH WORK WITH FORMULAS OF PHYSIC

The article discusses the role of formulas in the process of solving and teaching students how to solve physical problems. The methods and ways of animating formulas on the chalkboard and screen are considered. A system of training exercises for students to transform formulas based on the animation of equations and formulas using Power Point is proposed.

Key words: Problems solving, formulas conversion, algorithm, animation, training in working with formulas.

Ум – инструмент для мышления. Ум не может увеличиваться, расширяться, или передаваться от человека к человеку, ум может только развиваться, причем, усилиями самого человека, и основной параметр ума – острота. Чем острее ум, тем лучше. Острота ума

заключается в умении быстро находить смысл, причины происходящего, находить выход из «безвыходного положения».

Задачи – это своеобразная «точилка» для ума, чем больше решаете задачи – тем острее ум. Вся сознательная жизнь человека – повседневное решение непрерывно возникающих проблем и задач. Поэтому умение решать задачи нужно не только для усвоения физики, но и для развития личности. Среди физиков широко известно высказывание Ферми: "Знать физику – означает уметь решать задачи".

Решение задач по физике – умственная работа, связанная с логическими операциями анализа, синтеза, обобщения, сравнения данных. Основой для этой работы служит формула. В каждой формуле заложена информация, которая проявляется в причинно-следственных связях явлений и процессов. Понимание формулы гарантирует решение задачи. Не зная формулы – задачу не решить.

Любая формула – это математическое равенство, состоящее из левой и правой частей. Математики приучили нас записывать уравнения и формулы так, что слева от знака « \Rightarrow » всегда находится то, что следует вычислить, а справа – то, что дано и составляет основу для вычисления, например, $x=a+b$. Так же и в физике, учащиеся запоминают формулы в таком же стиле: слева – то, что нас интересует, справа – то, от чего это зависит. Например, формулу второго закона Ньютона учащиеся представляют в таком виде:

$$\boxed{\begin{matrix} a \\ = \\ \frac{F}{m} \end{matrix}} \text{ или } \boxed{F = ma} \text{ или } \boxed{\begin{matrix} m \\ = \\ \frac{F}{a} \end{matrix}}$$

Умение работать с формулами – это одно из обязательных условий умения решать задачи. Мало только представить образ задачи и знать, как построить модель решения задачи, но и сделать работу модели красивой, в этом помогает четкая, ясная организация вычислений на основании четкой, однозначной рабочей формулы.

Для того, чтобы стимулировать запоминание формул и умения пользоваться ими для вычислений, методисты рекомендуют решать задачи «на подстановку». При этом можно за короткое время решить несколько задач на одну и ту же формулу. Вся работа учащихся заключается в приведении исходных значений в систему СИ, подстановки в формулу и вычисления искомой величины. Но только знать формулы – этого мало, надо уметь работать с формулами.

Большинство учащихся при решении задач встречает затруднения от того, что слабо владеют навыками преобразования формул и уравнений. Дело в том, что с уравнениями и формулами учащиеся впервые знакомятся на уроках математики, когда начинают решать примеры и задачи с «иксами». Считается, что навыки работы с формулами придут сами собой, в процессе решения задач по математике, а потом и по физике.

В работе с формулами можно выделить две степени сложности: Первая степень – работа с одной формулой, это тождественные преобразования с целью вычисления одной величины через остальные. Вторая степень – получение рабочей формулы на основании системы из нескольких формул.

Проблемы с преобразованиями формул возникают у учащихся уже на первых уроках решения задач по механике. Для нас важно, чтобы преобразования формул ученик проводил самостоятельно и автоматически. С другой стороны, простое заучивание формул ведет к формализму знаний.

Задачи, основанные на одной формуле, служат, в основном, для закрепления и запоминания формул, но более половины задач по физике решаются с использованием 2-3 и более формул. При этом учащиеся составляют системы уравнений, с несколькими неизвестными, а их решение связано с тождественными преобразованиями равенств и уравнений.

Однако «готовых» формул, которые можно использовать при решении более или менее трудных задач, в учебнике *нет*. Ведь для решения каждой задачи надо составить свою систему уравнений и решить её относительно искомой величины. И в результате получается *новая* формула, выражающая искомую величину через величины, заданные в условии задачи. Методисты называют это решением задачи в общем виде. Ее итогом является получение рабочей формулы: Это совершенно новая, неизвестная формула: в учебнике ее нет, но зато учащийся знает, как ее вывести, поэтому и запоминать эту формулу не обязательно.

Преобразование формул является неизбежным шагом при выводе формулы для вычисления одной величины через остальные. Например, дается задание: на основании формулы вычисления координаты тела при равноускоренном движении (1) получить формулу для вычисления времени t пути равноускоренного движения:

$$x = x_0 + \frac{a_x t^2}{2} \quad (1) \rightarrow t = \pm \sqrt{\frac{2(x-x_0)}{a_x}} \quad (2)$$

Опытный, ученик может сходу вывести соответствующую формулу (2). Но, если поставить рядом эти две формулы – они совершенно не похожи: какие шаги совершаются для такого преобразования?

Одну и ту же формулу можно увидеть в учебнике и на классной доске. Первое знакомство формулой начинается с доски. Причем, формула, написанная учителем на доске более понятна и доступна, чем та же формула в учебнике. Разница в том, что формула на доске появляется не мгновенно, она возникает и формируется постепенно, в динамике.

Визуализация и анимация формул происходит при решении каждой задачи, решаемой всем классом. Как правило, формулу на доске красиво рисует учитель: небрежно записанная формула не стимулирует активную работу учащихся.

Искусство учителя физики – «оживление» формулы на доске. Формулы на доске проживают целую жизнь: они рождаются, развиваются, умирают там же, оставляя о себе воспоминания.

Каждая строка лесенки из формул на доске появляется не сразу, а постепенно, шаг за шагом, по мере того, как учащиеся фиксируют их в тетрадях.

Что лучше: доска или экран? Одну и ту же формулу можно написать мелом на доске (наиболее простой вариант) или продемонстрировать с такой же последовательностью, на экране. Второй способ представляется более целесообразным. Во-первых, при записи на доске учитель своим телом заслоняет часть доски, даже если это интерактивная доска, во-вторых, учитель в это время стоит спиной к классу и на время теряет визуальный контакт с учащимися. Кроме того, в-третьих, на восприятие формулы влияют: качество мела, тряпки, доски (пятна, блестки, царапины), в-четвертых, графическая эстетика: почерк учителя (умение красиво писать), аккуратность, соблюдение шрифта.

При работе с формулой мы выделяем два варианта анимации: 1) анимация ввода формулы и 2) анимация преобразования формулы

1. Анимация ввода формулы заключается, в первую очередь, в динамике ее воспроизведения, то есть, формула «рисуеться» на экране, примерно так, как учитель пишет формулу на доске мелом.

При этом одну и ту же формулу на экране (рис.2) можно представить тремя способами: а) целиком, б) по частям и в) посимвольно.

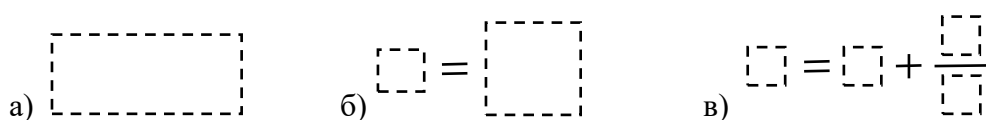


Рис.2. Три способа ввода формулы.

Наиболее простая анимация - воспроизведение формулы в **два этапа**: сначала - левая часть формулы со знаком « = », затем, после некоторой паузы, – правая половина формулы (рис.2,б). В течение этой паузы, в ожидании второй половины формулы, учащийся прогнозирует появления того, что он считает правильным, и получает удовлетворение, если

Известия ОмГУ, 2020 №2 230

вышло так, как он предполагал, в противном случае он внутренне соглашается со своим заблуждением и постарается в следующий раз ее не допускать.

Посимвольный ввод(рис. 2,в) как бы повторяет технику написания формулы учителем на доске. Вначале на экране создается невидимый скелет формулы, затем в клетках последовательно появляются символы и знаки

Если в задаче используется несколько формул, на экране они появляются не все сразу, а последовательно, по мере необходимости. При решении задачи на экран можно вывести целую кучу формул на изучаемую тему или раздел, чтобы можно было из них выбрать только необходимые для решения поставленной задачи.

Сложнее с анимацией преобразования формул, необходимо организовать последовательный, **плавный переход** от одного варианта формулы к другому. При этом каждый переход организуется на отдельном слайде.

2. Анимация преобразования формул осуществляется с помощью последовательности слайдов, на которых визуальным образом представлен весь процесс формирования и преобразования формулы для решаемой классом задачи. Допустим, требуется преобразовать формулу (1) для вычисления x_0 , a_x , t . Соответственно должны быть получены формулы: $x_0 = \dots$, $a_x = \dots$, $t = \dots$

$x = x_0 + \frac{a_x t^2}{2}$ (1). Это формула из учебника

Для того, чтобы вычислить, скажем, ускорение a_x , на основании этой же формулы, преобразование формулы производится в 4 этапа: 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 (рис.4). После анимированного ввода формулы (1), следует анимированное преобразование (1) – (2) с эффектами перемещения.

$$\begin{aligned}
 x &= x_0 + \frac{a_x t^2}{2} \quad (1) \\
 x_0 + \frac{a_x t^2}{2} &= x \quad (2) \\
 \frac{a_x t^2}{2} &= x - x_0 \quad (3) \\
 a_x t^2 &= 2(x - x_0) \quad (4) \\
 a_x &= \frac{2(x - x_0)}{t^2} \quad (5)
 \end{aligned}$$

Рис.4. Последовательность преобразования формулы (1) – (5).

Вычисление начальной координаты x_0 требует преобразования исходной формулы (1) в два этапа: 1-2 и 2-3 (рис.4.).

$$\begin{aligned}
 x &= x_0 + \frac{a_x t^2}{2} \quad (1) \\
 x_0 + \frac{a_x t^2}{2} &= x \quad (2) \\
 x_0 &= x - \frac{a_x t^2}{2} \quad (3)
 \end{aligned}$$

Рис. 4 . Получение формулы вычисления x_0 из формулы (1).

При разработке анимированного ввода формулы вначале, с помощью встроенного редактора формул, создается кадр с окончательным видом формулы. Затем этот кадр копируется на несколько кадров и в каждом кадре «невидимые» символы не удаляются, а закрываются сверху шторками - прямоугольниками цвета фона. Удаляемые символы закрываются шторками, а на новом месте, закрытые ранее шторками, символы открываются.

Естественно, что фон кадра должен быть монотонным, без каких либо узоров и рисунков. Управление шторками происходит интерактивно, учителем. Метод шторок удобен тем, что не надо многократно редактировать и переделывать формулу. Например:

$$F \rightarrow F = \rightarrow F = m \rightarrow F = ma$$

Для лучшей видимости формул нужно выбрать соответствующий размер, цвет и стиль шрифта.

Как научить учащихся технике тождественных преобразований при решении физических задач? Большую помощь в этом деле, по нашему мнению, может оказать специально организуемая анимация формул и уравнений. При этом учащемуся не надо будет каждый раз при решении задач повторять в тетради всю цепь формирования и преобразования формул, и этому можно научиться, наблюдая, как это преобразование происходит на экране, под контролем и с комментариями учителя.

Например, нами разработано оригинальное упражнение на преобразование уравнения координаты материальной точки при равноускоренном движении с применением анимации. Показать это можно вручную, записывая, стирая, переписывая символы на доске, но, гораздо нагляднее показать с помощью анимации на экране.

Дано: $m = 5$ кг, $x_0 = 12$, $a_x = 3$ м/с², $t = 4$ с, $x = 36$ м. На основании этих данных на основании одного и того же уравнения можно вычислять координаты, время, ускорение, скорость, энергию, импульс и др. Нами разработано четыре варианта упражнений для вычисления x , x_0 , a_x , t . Учащиеся по заданию учителя преобразуют исходное уравнение для определения соответствующей величины и потом проверяют правильность своих действий.

При создании презентации мы изображения формул «разрезали» на отдельные фрагменты с символами и знаками, которые в процессе демонстрации можно вставлять, удалять, заменять, поворачивать, перемещать, менять местами.

Пусть, например, требуется на основании формулы (1) вычислить значение времени t (рис. 5). Для этого вначале необходимо известные и неизвестные перенести в разные стороны от знака равенства. Если неизвестное находится справа, что непривычно для учащихся, нужно поменять местами части равенства по правилу: если $a = b$, то $b = a$.

$$\begin{aligned}
 x &= x_0 + \frac{a_x t^2}{2} \quad (1) \\
 x_0 + \frac{a_x t^2}{2} &= x \quad (2) \\
 \frac{a_x t^2}{2} &= x - x_0 \quad (3) \\
 a_x t^2 &= 2(x - x_0) \quad (4) \\
 t^2 &= \frac{2(x - x_0)}{a_x} \quad (5) \\
 t &= \pm \sqrt{\frac{2(x - x_0)}{a_x}} \quad (6) \\
 t &= \sqrt{\frac{2(x - x_0)}{a_x}} \quad (7)
 \end{aligned}$$

Рис.5. Преобразование формулы (1) - (7).

Например, чтобы из формулы (1) получить формулу (2), мы первую формулу разделили на три части, как показано на рисунке 6.

$$\boxed{x = x_0 + \frac{a_x t^2}{2}} \Rightarrow \boxed{x} = \boxed{x_0 + \frac{a_x t^2}{2}} \Rightarrow \boxed{x_0 + \frac{a_x t^2}{2}} = \boxed{x}$$

Рис.6. Тождественное преобразование равенства, переход (1)–(2).

$$\boxed{x_0} + \boxed{\frac{a_x t^2}{2}} = \boxed{x} \Rightarrow \boxed{\frac{a_x t^2}{2}} = \boxed{x} - \boxed{x_0}$$

Рис.7. Перенос известных и неизвестных слагаемых, переход (2)–(3).

Аналогично организуется анимация для оставшихся переходов (3)–(4)–(5)–(6)–(7), (см. рис. 5).

Принцип анимации понятен: переход от одного вида равенства к другому демонстрируется перемещением символов на экране. При этом учитель не комментирует. Внимание учащихся обращено к экрану, учащиеся молча наблюдают за преобразованиями и мысленно повторяют эти действия.

Такое упражнение организуется для преобразования сложных формул, и не на каждом уроке. Особенно важно их провести уже в 7 классе. Это поможет учащимся и на уроках математики, хотя там знакомы с правилами тождественных преобразований равенств и неравенств.

Анимация формул имеет свои особенности. Дело в том, что текст формулы (набор математических символов и знаков) на компьютере создается встроенным редактором формул, что на начальном этапе не представляет особых трудностей при написании формулы, но созданные формулы в дальнейшем, не поддаются анимации в презентациях. Для этого их необходимо преобразовывать сначала в формат текста (надписи), а затем – в формат рисунка, только после этого их можно разрезать, группировать, передвигать и вообще - присваивать различные эффекты анимации. Таким образом, обработка формулы происходит по алгоритму: формула – надпись – рисунок:

Формула $M = \frac{F}{A}$ → надпись $M = \frac{F}{A}$ → рисунок $M = \frac{F}{A}$

В этом случае формулы можно перемещать целиком, поворачивать, изменять геометрические размеры, разрезать на фрагменты.

Наблюдения показали, что учащимся больше нравится второй способ анимации с пространственным перемещением символов. Увидев зрительно механизмы преобразования формул и уравнений, учащиеся в дальнейшем такие перемещения совершают в своем воображении, и представляют, как они мысленно сдвигают, стирают, переставляют, заменяют и так далее. У учащихся заметно повысился интерес к решению задач по физике.

Литература:

1. **Каменецкий С.Е.** Методика решения задач по физике в средней школе. Пособие для учителей. Орехов В.П. М: «Просвещение», 1971. 448 с.
2. **Степанов А. П.** Формирование навыков работы с формулами на уроках физики. Материалы III Международной очно-заочной научно-практической конференции. Часть 1, № 03(60), март 2019
3. **Халиуллин Р.Н.** Роль анимации в преподавании физики. М-лы 12-й научно-практ. конф. «Актуальные проблемы образовательного процесса в школе и вузе. Вестник Кырг. нац. ун-та им. Ж. Баласагына. Бишкек. 2015 г.
4. **Халиуллин Р.Н., Жаныбай к. Б., Рустамбек к. У.** Визуализация и анимация физических задач. Вестник ОшГУ, 2019. Вып. 12

5. **Суяров, Т.Х.** Формирование у учащихся умения применять средства по решению физических задач. Дисс.к.п.н.спец. 13.00.02. - Теория и методика обучения и воспитания. Курган-Тюбе – 2012.
-