

*Matluba A. Eshmirzaeva,
Lecturer,
Karshi Engineering and Economics Institute*

Application Analogy Method in Formation Future Physics Teachers' Competence at Universities

Key words: *analogy method, competence, physical tasks, independent work.*

Annotation: *the paper analyzes for the first time the possibility of using the analogy method for the formation of competence of future physics teachers. It is shown that the use of analogy is useful for the rapid assimilation of educational material and in solving physical problems as well as for independent work of students.*

Проблема преподавания физики волнует всех, в связи с реформой образования как у нас, так и за рубежом. Остро стоит вопрос, как преподавать физику в бакалавриате и магистратуре. Как найти правильные методики в новых условиях. В этом вопросе могут помочь физические аналогии (3,4). История физических наук дает много примеров применения аналогии при преподавании физики.

В национальной программе по подготовке кадров, принятой в нашей стране, обосновывается необходимость коренного ее реформирования, показаны стратегические направления развития и основные ожидаемые результаты (2).

Новая парадигма образования должна быть ориентирована на формирование потребностей в постоянном пополнении и обновлении знаний, совершенствовании умений и навыков, их закреплении и превращении в компетенции (1,2). В частности, знаниевая парадигма образования должна быть пересмотрена с позиции компетентностного подхода.

Формирование компетентностей – одно из направлений модернизации общего образования. Современный студент высшей школы должен не только овладевать теми или иными знаниями, умениями и навыками, он должен уметь применить полученные знания в своей деятельности, в каких-то нестандартных ситуациях.

Компетентность студента предполагает проявление по отношению к компетенции целого спектра его личностных качеств. «Понятие компетентность включает не только когнитивную и операционально-технологическую составляющие, но и мотивационную, этическую, социальную и поведенческую». То есть компетентность всегда окрашена качествами конкретного студента. Данных качеств может быть целый веер – от смысловых и связанных с целеполаганием (зачем мне необходима данная компетенция), до рефлексивно- оценочных (насколько успешно я применяю данную компетенцию в жизни) (8).

Исследования на аналогиях имеют большое значение в формировании компетенций будущих физиков потому, что приводят к взаимному обогащению разных дисциплин, также позволяют увидеть общие физические законы, лежащие в основе разных на первый взгляд явлений.

Как методологический прием и инструмент научного исследования аналогия была предметом серьезного интереса со стороны Максвелла (5). Дж. Максвелл сопоставил созданную им классическую теорию электромагнетизма с гидродинамикой несжимаемых жидкостей и подчеркнул значение такого подхода в науке: «Для составления физических представлений освоиться с существованием физических аналогий. Под физикой аналогий я понимаю то частное сходство между законами двух каких-нибудь областей науки, благодаря которому одна из них является иллюстрацией для другой». В дальнейшем именно аналогии было предназначено сыграть выдающуюся роль в исследованиях Максвелла по теории электромагнетизма. Аналогии, существующие между электрическими, механическими, акустическими и другими колебательными системами, давно с успехом используются физиками и техниками (6).

Методы, основанные на применении динамических аналогий (7), позволяют упростить выкладки и делают более обозримыми как промежуточные исследования, так и их результаты. Сила этих методов выявляются в основном при анализах и расчетах сложных систем, в которых одновременно происходят, например, механические, электрические и акустические колебания. Аналогии бывают, полезны при анализе, в неисследованных областях. При помощи аналогий неизвестную систему можно сравнить с ранее изученной системой.

Р. Фейнман в (9) показал, что применение электростатической аналогии (законы Гаусса и Пуассона) можно получить ответ на многие вопросы физики: например, поток тепла, натянутая мембрана, диффузия нейтронов, безвихревое течение жидкости, освещенности и т.п.

В данной работе рассмотрим применение метода аналогии при преподавании курса физики. Рассмотрим несколько примеров аналогии в различных областях физики.

Известно, что как удивительно похожи математические выражения закона тяготения Ньютона и закона Кулона. Вглядишься в них внимательно: $f = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$; $f = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$;

Во-первых, они математически симметричны, простых и тем самым красивы. Во-вторых, несмотря на необыкновенную схожесть во внешней форме, между ними и есть различие: Мы знаем частицы или тел, обладающих отрицательной массой, в то время как заряд может иметь знака и «плюс», и «минус». Любопытное сходство этих законов было подмечено достаточно давно. Любопытно, законы Кулона и тяготения Ньютона не одинаково в своей родственной схожести.

В 1915 году Скандинавский ученый Бьеркнес изучал колебания воздушных пузырьков в воде. Ему удалось показать, что два пузырька колеблющийся в воде и находящийся на расстоянии r друг от друга, вступает определенное взаимодействие. Причина взаимодействия — это приводит к взаимному притяжению пузырьков, а сила притяжения оказывается какой, вы думали? Она в точности пропорциональным произведенного колебательных скоростей поверхностной пузырьков и обратно пропорционально квадрату расстояния между центрами пузырьков: $f = k \frac{g_1 g_2}{r^2} \cos \psi$;

где $k = 4\pi r_1^2 r_2^2 \rho$; где, $r_1 r_2$ - радиусы пузырьков, ρ - плотность воды, ψ - разность фаз колеблющихся пузырьков. Здесь мы снова имеем дело с проявления аналогии. Если, разумеется, и серьезные различие в способ передачи взаимодействия в законах Кулона, Ньютона и Бьеркнес, но математическая форма при этом сохраняется. Почему так получается? Ответы мы не знаем. Возможно, в основу нашего мироздания положены несколько простых общих принципов, докопаться до которых мы пока не в состоянии. Поистине, удивительно многообразие колебательных процессов в нашей Вселенной. Волны морские, акустические, электромагнитные, гравитационные, сейсмические, плазменные, вольны в химических и биосистемах. Колеблются, мости, здания, вибрирующей корпуса кораблей, самолетов, дрожат стекла в окнах, резонируя на звук провозящего автомобиля. Нет возможности даже просто перечислять все известные волновые процессы.

В одной только плазме существуют сотни различных типов колебаний. В работе (7) показали поразительные схожесть всех колебательных процессов, называемых гармоническими, и определяли на этой обширности частоты колебаний соответствующих их системы.

Известно из учебников курса физики уравнение гармонических колебаний имеет вид:

$x'' + \omega_0^2 x = 0$; где $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ - циклическая частота. Истинная частота при этом:

$\nu = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$, где k - жесткость пружины, m - масса. Полученная уравнение является

достаточно общим. Студентам можно рекомендовать для самостоятельной работы рассчитать частота и период следующих гармонических колебаний:

1. Частота колебаний математического маятника:

$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$; где g - ускорение свободного падения.

2. Частота колебаний бутылки в воде:

$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho g s}{m}}$; где m - масса бутелки, ρ - плотность воды, s - поперечные сечение бутылки.

3. Частота колебаний камня в шахте:

$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{4\pi\rho G}{3}}$; где G - гравитационная постоянная, ρ - плотность камня.

4. Частота колебаний пузерька в воде:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3\alpha}{4\pi\rho R^3}}; \text{ где } \rho - \text{плотность воды, } R - \text{радиус пузырька, } \alpha - \text{коэффициент}$$

поверхностного натяжения воды

5. Частота плазменных колебаний:

$$\omega = 2\pi\nu_p = \sqrt{\frac{ne^2}{m}}; \text{ где } n - \text{число частиц в плазме, } e - \text{заряд электрона, } m - \text{масса электрона.}$$

6. Частота колебаний контура:

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ где } L - \text{индуктивности, } C - \text{ёмкость.}$$

Использование аналогии при решении задач. В приводимой ниже табл.1 даны величины и формулы, связанные с прямолинейным движением, а в параллельном столбце- аналогичные величины и формулы, относящихся к вращению. Если держать в памяти эти аналогии, можно решать задачи на вращение так же просто, как это было показано (4).

Задачи, относящиеся к равноускоренному вращению, решаются тем же способом, что и задачи на равноускоренное прямолинейное движение. Для иллюстрации рассмотрим следующие примеры.

1. Колесо велосипеда, первоначально неподвижное, под действием постоянного вращающего момента делает свой первый оборот за 4 сек.

Определить угловое ускорение, время, в течение которого колесо сделает 4 оборота, и угловую скорость в конце этого времени.

Решение. Полный оборот колеса равен 2π радианов, в данном случае это есть угол поворота φ , откуда $\varepsilon = \pi/4$ рад/см. четыре оборота составляют угол в 8π радианов.

Применим ту же формулу:

$$8\pi = (1/2)(\pi/4)t^2 \text{ откуда } t^2 = 64\text{с}^2 \text{ или } t = 8\text{с.} \text{ Отсюда угловая скорость } \omega = \varepsilon t = 8(\pi/4) = 2\pi = 6.28 \text{ рад/сек.}$$

2. Пусть велосипедное колесо в предыдущем примере движется под действием силы в $400 \text{ } \ddot{A}$, приложенной перпендикулярно к спице на расстоянии 20 см от оси. Найти момент инерции колеса.

Решение. Момент силы равен: $M = J\varepsilon = 400 \cdot 20 = 8000\text{Г} \cdot \ddot{n}\dot{i}$, т.е

$$M = 980 \cdot 8000 = 7840000 \text{ дин см; } J = M / \varepsilon = 9.95 \cdot 10^{-6} \ddot{a} \cdot \ddot{n}\dot{i}^2$$

Таблица 1

Аналогия между прямолинейным и вращательным движением

Прямолинейное движение		Вращательное движение	
Масса	m	Момент инерции	J
Сила	F	Момент силы	M
Длина пути	S	Угол	φ
Скорость	v	Угловая скорость	ω
Ускорение	a	Угловое ускорение	ε
Работа	FS		$M\varphi$
Кинетическая энергия	$(1/2)mv^2$		$(1/2)J\omega^2$
Количества движения	mv		$J\omega$
<i>Для равноускоренного движения</i>			
	$v = at$ $S = (1/2)at^2$ $v^2 = 2aS$ $S = (1/2)vt$		$\omega = \varepsilon t$ $\varphi = (1/2)\varepsilon t^2$ $\omega^2 = 2\varepsilon\varphi$ $\varphi = (1/2)\omega t$
<i>Второй закон Ньютона</i>			
	$F = ma$		$M = J\varepsilon$

References:

1. Zimnaya IA. Key competencies as an effective target basis of the competence-based approach in education: Author's version. Moscow, 2014.
2. Kuvandikov OK. The national program of the Republic of Uzbekistan on personnel training is aimed at the XXI century: Teaching physics in high school, No. 14. 39, 1998.
3. Kuvandikov OK, Razhabov RM, Eshmirzaeva MA. The application of the method of analogies in the study of the course of general physics: Proceedings of the XIV International Scientific Conference "Physics in the system of modern education". Rostov-in-Don, 2017; 171-173.
4. Kuvandikov OK, Razhabov RM. The role and significance of analogy in the development and teaching of physics: Materials of the International School-Workshop "Physics in the System of Higher and Secondary Education". Moscow, 2014; 124-127.
5. Maxwell JK. Selected works on the theory of the electromagnetic field. Moscow, 1954; 12.
6. Olson G. Dynamic analogies. Moscow, 1959.
7. Petit G. Physics of oscillations and waves. Moscow, 1979.
8. Raven J. Competence in modern society. Identification, development and implementation. Moscow, 2002.
9. Feynman lectures in physics: T.5. Electricity and magnetism. Moscow, 1977.