

Стимулирующая роль самостоятельной работы в развитии познавательного интереса бесспорна. Работая самостоятельно, ученик активно оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, совершает ту поисковую, творческую деятельность, которая поднимает его на новый уровень познания, укрепляя познавательную активность и интерес.

Целесообразно дифференцировать задания для самостоятельной работы по степени трудности, по характеру познавательной деятельности – для учеников с высоким, средним и низким уровнем знаний. В вариантах первой группы сложности подбираются задания, для выполнения которых необходимо построить цепочку логичных рассуждений на основе имеющихся знаний, проявить творческий подход («Какой из непредельных углеводородов – этилен или ацетилен – легче вступает в реакции галогенирования?»). В вариантах третьей группы сложности задания выполняются в основном по образцу, то есть носят репродуктивный характер. Задания второй группы занимают промежуточное положение между первой и третьей.

Для самостоятельной работы подходят такие задания, которые ученики выполняют с удовольствием. Это может быть составление опорных конспектов, конспектов-схем по теме отдельного урока или по всей главе. В таком случае изученный материал не просто прочитывается, но осмысливается и интерпретируется учеником, отражаясь в представленной им схеме. С увлечением работают учащиеся над составлением брошюр по темам, содержащим описательный материал: «Щелочные металлы», «Подгруппа кислорода», «Галогены», «Природные источники углеводов и их переработка» и др. Учебный материал при этом разбивается на отдельные части, по каждой из которых ученики готовят информацию, включая исторические, занимательные факты, придумывают задания и вопросы.

Итак, познавательный интерес нужно признать одним из самых значимых факторов учебного процесса, влияние которого неоспоримо на интенсивность и плодотворность протекания познавательной деятельности обучающихся. Методы и средства развития познавательного интереса многообразны. Их разумное сочетание, педагогически грамотное применение активизирует интерес к познанию, без которого невозможно полноценное овладение содержанием учебных предметов и получение достойного образования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дистерверг А. Избранные педагогические сочинения. – М.: 1956. -С. 118.
2. Симонов П.В., Ершов П.М., Вяземский Ю.П. Происхождение духовности. – М.: Наука, 1989. -С. 17.
3. Щукина Г.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе. – М.: Просвещение, 1979. -С. 60.

*Г.А.ПОЗМАН  
ПГПУ им. С.М.Кирова*

### **КАЧЕСТВЕННОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ ВЫВОДОВ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ О ФИЗИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ХОДА ВРЕМЕНИ И ПРОТЯЖЕННОСТИ ТЕЛ**

На качественном уровне показывается, что в общей теории относительности (ОТО), в результате «действия» принципа эквивалентности, в гравитационном поле происходит физическое изменение хода времени и протяженности тел.

В классической механике длина и длительность являются абсолютными величинами, т. е. численное значение промежутков времени и длины не зависит от условий наблюдения (от выбора инерциальной системы отсчета, ИСО).

В СТО ход часов и линейные размеры тел не испытывают физических изменений. Там речь идет об относительности этих величин при измерении их в различных ИСО (о зависимости количественных результатов от условий измерения, от выбора ИСО).

Иначе дело обстоит в ОТО, когда на свойства пространства–времени влияет гравитационное поле.

Дадим качественное объяснение изменениям длительности процессов и протяженности тел, которое происходит при учете существования гравитационного поля.

Идеальным объектом для наших рассуждений может служить гармонический осциллятор, реальными аналогами которого являются атом или математический маятник (ММ).

Начнем рассуждения для ММ. Пусть ММ колеблется на некоторой высоте над землей (например, на 4 этаже учебного корпуса). Пусть его период колебаний равен 1 секунде. Опустимся с маятников на первый этаж. Так как возрастет сила тяжести (возрастает ускорение свободного падения  $g = G \frac{M_{\text{земли}}}{(R+h)^2}$ ), то период уменьшится по сравнению с периодом

на 4-м этаже:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

где  $l$  - длина нити маятника,  $R$  - радиус Земли,  $h$  - высота 4-го этажа над поверхностью Земли,  $g$  - гравитационная постоянная.

С точки зрения наблюдателя, находящегося на 4-м этаже, на 1-м этаже ММ совершит больше колебаний (по сравнению с числом колебаний на 4-м этаже). Теперь заменим ММ атомом. По классической модели электрон в атоме совершает колебательные движения. Если число колебаний на 1-м этаже возросло, то уменьшается соответственно длина волны ( $\lambda \cdot \nu = c$ ). Излучение нашего осциллятора – атома смещается в фиолетовую часть спектра. Если бы мы совершали процесс в обратном направлении (с 1-го этажа на 4-й), то излучение атома при переходе его из области более сильного гравитационного поля в более слабое (далее от поверхности Земли), то произойдет сдвиг спектральных линий в красную часть спектра. Это один из выводов ОТО, который подтверждается при наблюдении излучения далеких звезд. (В последние годы для доказательства изменения хода часов стали использовать открытый в 60-х гг. эффект Мессбауэра, а также изменение частоты сигналов, посылаемых спутниками Земли и воспринимаемых наземными приемниками. Во всех случаях нужно учесть также влияние эффекта Доплера).

Теперь рассмотрим изменение линейных размеров тел при измерении их в гравитационном поле. По сути дела, нам нужно показать, что в гравитационном поле геометрия неевклидова. А тогда все понятия евклидовой геометрии оказываются неверными (кратчайшее расстояние между двумя точками не прямая, а геодезическая кривая). А отсюда следует и изменение (реальное) линейных размеров тел.

Пусть имеется диск, над центром которого «находится» наблюдатель (он сидит в кресле, не связанным с осью). Пока диск неподвижен справедлива теорема, что отношение длины окружности диска к радиусу равно «двум пи». Приведем диск во вращение. Тогда

для наблюдателя, «сидящего» над осью, каждый элемент длины окружности будет в  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

меньше, чем для наблюдателя, относительно которого диск неподвижен (это известно из СТО), отношение новой длины окружности диска к радиусу будет уже меньше «двух пи». Мы делаем вывод, что во вращающейся СО – неинерциальной системе отсчета (НИСО)- геометрия неевклидова. Ускоренно движущаяся НИСО эквивалентна некоторому полю тяготения (это так называемый **принцип эквивалентности**, который является основанием ОТО). Отсюда непосредственно следует, что в гравитационном поле геометрия неевклидова со всеми вытекающими отсюда выводами, в том числе и о реальном, физическом изменении размеров тел. Если геометрию Евклида называют «плоской» (сумма углов плоского треугольника равна «двум пи»), то неевклидова геометрия обладает «кривизной» (сумма углов треугольника, расположенного, например, на сферической поверхности Земли, не равна «двум пи», а больше).

Проиллюстрируем возникающую в поле тяготения «кривизну» пространства-времени на очень упрощенном примере, рассматривающего только двухмерный мир.

Чтобы “представить” себе эту кривизну, воспользуемся следующей аналогией. Уменьшим число измерений пространства, например, когда мы рассматриваем особенность геометрии сферы, ограничимся двумерным пространством. Пусть на горизонтально расположенный обруч натягивается тонкая резиновая пленка. Нарисуем на верхней поверхности пленки сетку с квадратными ячейками - декартову сетку координат. На поверхности пленки справедлива геометрия Евклида: сумма углов треугольника равна  $180^0$ , справедлива теорема Пифагора и другие законы “плоской” геометрии. Если вдоль поверхности пленки запустить очень легкий шарик, то (если пренебречь трением) он будет двигаться равномерно и прямолинейно, будут выполняться все законы классической механики. Поместим теперь на середину пленки достаточно тяжелый шар. Благодаря весу шара, поверхность пленки деформируется и у нас возникнет искривленная двумерная поверхность - кривое двумерное многообразие. На ней законы геометрии Евклида уже не выполняются, и шарик, пущенный на искривленную пленку, будет скатываться (“притягиваться”) к тяжелому шару. *Если движение легкого шарика вокруг тяжелого толковать как “тяготение” между этими двумя телами, то мы тотчас же обнаруживаем взаимосвязь между тяготением и кривизной пространства.* Конечно, представить себе “кривизну” трехмерного пространства, а тем более четырехмерного пространства-времени, невозможно. Поэтому приведенная аналогия лишь помогает нам обнаружить связь между кривизной пространства-времени и тяготением.

Подведем итоги рассмотрения проблемы связи временных промежутков и длины с геометрией пространства-времени.

В классической физике пространство «плоское», евклидово. Время течет независимо ни от местоположения процесса, ни от распределения тяготеющих масс. Мы установили, что промежутки времени одного и того же процесса одинаковы во всех инерциальных системах отсчета. Говорится, что время течет независимо ни от чего равномерно в одном направлении: от прошлого к будущему. Протяженность тел также абсолютна, одна и та же во всех ИСО.

В СТО устанавливается связь между пространственными характеристиками и временем, вводится единое четырех мерное пространство-время. Тяготение не учитывается, геометрия по-прежнему «плоская», ее называю псевдоевклидовой из-за связи времени и координат, что приводит к образованию единого четырехмерного многообразия пространства-времени). Временные и пространственные характеристики перестают быть абсолютными величинами, их численные значения зависят от выбора инерциальной системы отсчета, т.е. от выбора условий наблюдения.

В общей теории относительности устанавливается связь между геометрией и тяготением: мир по-прежнему четырехмерен, но из-за не евклидовости геометрии ОТО, «кривизны» пространства-времени, временные промежутки и протяженности объектов численно определяются распределением тяготеющих масс, так как именно это и приводит к «искривлению» свойств пространства-времени.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Розман Г.А. Теория относительности Изд-во ПГПУ им. С.М.Кирова. -2005. - С. 255.
2. [www.aronowich.narod.ru](http://www.aronowich.narod.ru)
3. Чернин А.Д. Темная энергия и всемирное антитяготение// УФН. -2008. –Т. 178. -№ 3. –С. 267.