ВОРОНЕЖСКИЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет заочного и послевузовского обучения

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №22**

**Тема «Принцип эквивалентности»**

**по дисциплине Концепции современного естествознания**

**План**

1.Принцип эквивалентности

1.1 Инертная и гравитационные массы

1.2 Принцип эквивалентности

2. Теория относительности

3. Основная идея общей теории относительности: гравитация как проявление метрических свойств пространства – времени

3.1 Время в разных системах отсчета

3.2 Одновременность событий

3.3 Собственное время

4. Взаимосвязь массы и энергии

4.1 Масса покоя

4.2 Масса энергии

Литература

**1.Принцип эквивалентности**

**1.1 Инертная и гравитационная массы**

Массу тела можно определить путем измерения испытываемого телом ускорения под действием известной силы:

Мин = F/a (1)

Определяемая таким путем масса, обозначаемая Мин, известная под названием инертной массы. Массу можно также определить, измеряя силу ее тяготения к другому телу, например к Земле: GMгрМ3=F,

Мгр=Fr²/ GM3 (2)

Определяемая подобным способом масса, обозначаемая Мгр, носит название гравитационной массы. В формулах (2) М3 – масса Земли.

Замечательно, что инертные массы всех тел в пределах точности измерений пропорциональны их гравитационным массам.

**1.2 Принцип эквивалентности**

Ни разу, ни при каких условиях не было обнаружено никакого различия между инертной и гравитационной массами тела, наводит на мысль, что тяготение в известном смысле может быть эквивалентным ускорению.

Действия ускоренного движения и силы тяжести полностью взаимно уничтожаются. Наблюдатель, сидящий в закрытом лифте и регистрирующий силы, представляющие ему гравитационными, не может сказать, какая доля этих сил обусловлена ускорением и какая – действительными гравитационными силами. Он вообще не обнаружил никаких сил, если только на лифт не подействуют какие-либо другие (т.е. отличные от гравитационных0 силы. Постулированный принцип эквивалентности требует, в частности, чтобы отношение инертных масс к гравитационным удовлетворяло тождеству

Мин/Мгр = 1

«Невесомость» человека в спутнике на орбите является следствием принципа эквивалентности.

Поиски математических следствий принципа эквивалентности приводят к общей теории относительности.

**2.Теория относительности**

Альберт Эйнштейн создал новую теорию – теорию относительности, или релятивистскую механику (от английского – относительность).

Главный вклад Эйнштейна в познание законов природы состоял даже не в открытии новых формул, а в радикальном изменении основополагающих фундаментальных представлений о пространстве, времени, веществе и движении.

Общая теория относительности описывает взаимосвязь физических процессов, происходящих в ускоренно движущихся друг относительно друга (неинерциальных) системах отсчета.

Специальная теория относительности базируется на двух постулатах.

Первый постулат теории относительности является обобщением классического принципа относительности Галилея на любые законы природы, а не только механики.

Первый постулат теории относительности:

Все законы природы одинаковы в инерциальных системах отсчета.

Это означает, что все инерциальные системы отсчета эквивалентны. При наличии двух инерциальных систем отсчета бессмысленно выяснять, какая из них движется, а какая покоится. Можно наблюдать только относительное прямолинейное движение. Нельзя говорить об абсолютном прямолинейном и равномерном движении, иначе существовала бы ИСО, в которой законы природы отличались бы от законов в других системах. Сравнивая эти законы, наблюдатель мог бы установить, в покое или в движении находится эта система, что противоречит первому постулату.

Никакие опыты в принципе не позволяют выделить предпочтительную абсолютную инерциальною систему отсчета.

Второй постулат теории относительности:

Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета.

Это означает, что скорость сета в вакууме не зависит от скорости движения источника или приемник света.

Постоянство скорости света – фундаментальное свойство природы. Согласно постулатам СТО скорость света – максимально возможная скорость распространения любого взаимодействия.

Скорость света образует верхний предел скоростей для всех материальных тел.

Материальные тела не могут иметь скорость большую, чем скорость света.

**3. Основная идея общей теории относительности: гравитация как проявление метрических свойств пространства – времени**

**3.1 Время в разных системах отсчета**

Последовательное рассмотрение следствий из постулатов СТО неизбежно приводит к анализу наиболее фундаментальных понятий физики: пространства и времени. Согласно классической механике время, сопутствующие определенному событию (Событие – физическое явление, происходящие в некоторой пространственной точке в определенный момент времени.), едино во всех системах отсчета (если не учитывать возможность изменять масштаб измерения времени или нуль его отсчета по своему выбору). Задав время, можно найти бесконечное множество одновременных событий, которым можно приписать одну и ту же временную координату. В классической механике достаточно одних часов, так как течение времени одинаково для всех наблюдателей во всех инерциальных системах отсчета. Такие понятия, как «теперь», «ранее», «позднее», «одновременно», имели абсолютное значение, независимое от выбора системы отсчета.

Повседневный опыт дает основание для установления единого и абсолютного хронологического порядка, одинакового для всего окружающего мира. Единое прошлое, настоящее и будущее существует, согласно классической механике, для всех возможных событий, где бы они ни происходили и каким бы образом ни наблюдались.

Сосуществование событий в нашем чувственном восприятии не означает одновременности этих событий.

Глядя в окно на звездное небо, мы как бы зондируем прошлое разной давности. Свет от Луны доходит до Земли за 1,3 с, от Марса – за 5 мин, от Солнца – за 8 мин. Поэтому такими, как мы их видим «теперь», Луна, Марс и Солнце были соответственно 1,3 с, 5 мин и 8 мин тому назад. Одни звезды так, как «теперь», выглядели несколько лет назад, другие – миллионы лет назад, третьи – сейчас существуют, но мы их не видим: свет от них к нам еще не успел дойти.

**3.2 Одновременность событий**

Рассмотрим восприятие одного и того же события наблюдателями, находящимися в разных ИСО.

Пусть световой сигнал излучается в центре ракеты, движущейся со скоростью v.

Наблюдатель 1 внутри ракеты считает, что свет достигает противоположных стен одновременно, так как стены находятся на одинаковом расстоянии от источника, а скорость света одинакова во всех направлениях. Внешний наблюдатель 2 знает, что скорость света постоянна и не зависит от направления движения. Левая стена приближается к источнику со скоростью v, а правая удаляется от него с такой же скоростью. Поэтому световой сигнал достигает левой стены раньше, чем правой. Хотя разность времени прибытия светового сигнала будет очень незначительной (если скорость ракеты мала по сравнению со скоростью света), принципиально важно, что сигнал не достигает обеих стен одновременно.

Два события, одновременные в одной инерциальной системе отсчета, не являются одновременными в другой инерциальной системе отсчета.

Одновременность – не абсолютная характеристика явлений. Разные наблюдатели могут иметь различные представления об одновременности событий.

Если промежуток времени между событиями (вспышками звезд) меньше времени, необходимого для распространения света между ними, то порядок следования событий остается неопределенным, зависящим от положения наблюдателя.

**3.3 Собственное время**

Собственное время – время, измеренное наблюдателем, движущимся вместе с часами.

При этом в соответствии со вторым постулатом СТО движение светового импульса должно происходить со скоростью света с, одинаковой во всех ИСО.

**4. Взаимосвязь массы и энергии**

**4.1 Масса покоя**

Покоящееся тело имеет определенную массу m0, называемой массой покоя.

Масса покоя – масса тела в системе отсчета, относительно которой тело покоится. Чем больше масса тела, т.е. чем более оно инертно, тем сильнее тело сопротивляется изменению движения.

Солнце является как бы гигантской гравитационной линзой, изменяющей ход светового луча. Гравитационная сила притяжения фотона к звезде пропорциональна его массе, поэтому искривление траектории светового луча зависит от массы фотона.

**4.2 Масса и энергия**

Чем больше масса и энергия тела, тем труднее изменить характер его движения. Для увеличения за определенное время скорости неподвижного сначала ящика, наполненного покоящимися шарами, требуется определенная мощность. Если шары в ящике будут двигаться во всех направлениях со скоростью, близкой к скорости света, то для аналогичного разгона ящика потребуется большая мощность. Возросшая кинетическая энергия шаров усиливает сопротивление движению ящика.

Согласно теории относительности энергия тела пропорциональна его массе:

Е = mc²

Классическая механика разделяет и определяет два различных вида материи: вещество и поле. Необходимым атрибутом вещества является масса, а поля - энергия. Соответственно существуют два закона сохранения: закон сохранения массы и закон сохранения энергии. Согласно теории относительности нет существенного различия между массой и энергией.

Вещество имеет массу и обладает энергией; поле имеет энергию и обладает массой.

Вместо двух законов сохранения есть только один: закон сохранения массы-энергии. Трудность формулировки этого закона в классической физике связана с тем, что энергия, с которой мы имеем дело в реальной жизни, соответствует очень малая масса. Согласно равенству: m = Е/с².

**Литература**

1. Ч. Китель, У. Найт, М. Рудерман «Механика», Из-во «Наука», 1975 г.
2. Касьянов в.А. «Физика: учебное пособие», Из-во «Дрофа», 2002 г.