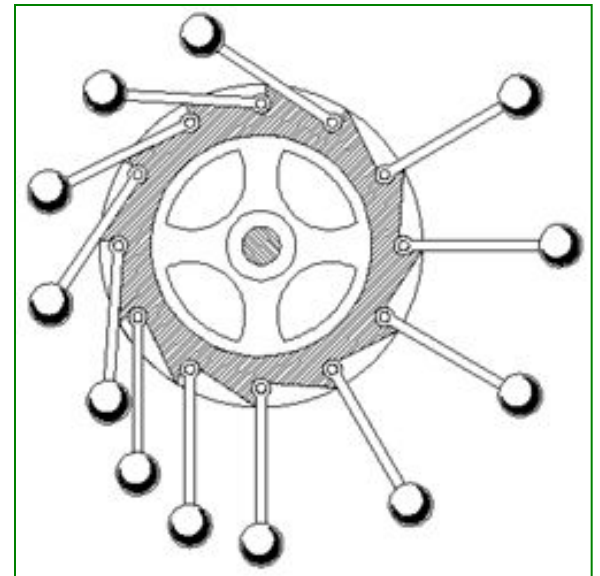


МЕХАНИКА

Лекция _ 2

14 сентября 2020 г.



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

Список литературы:

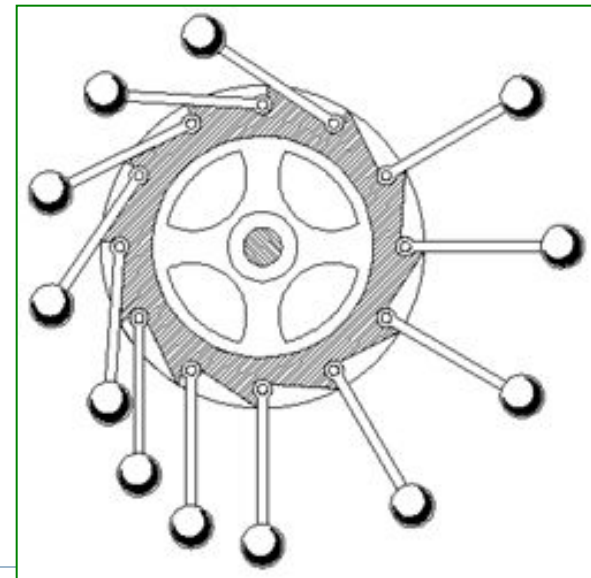
А.Н. Матвеев. Механика и теория относительности. -М. -1986 г.

Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Механика. -Т.1. -М. -1988 г.

Ч. Киттель и др. Берклевский курс физики. Механика.-М. -1983.

И.Е. Иродов. Основные законы механики.-М. – 1985.

И.В. Савельев. Курс общей физики.-Т.1-2.- М. 1982.



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

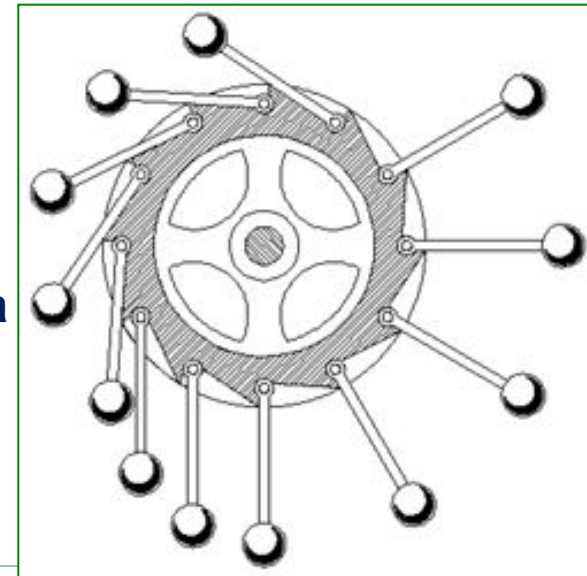
Термины и определения:

Физика (Physis (греч.) – природа) – наука, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие закономерности явлений природы, свойства и строение материи и закономерности ее движения.

Механическое движение – перемещение тел в пространстве-времени.

Механика – наука о механическом движении тел

Разделы Механики: статика, кинематика, динамика



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

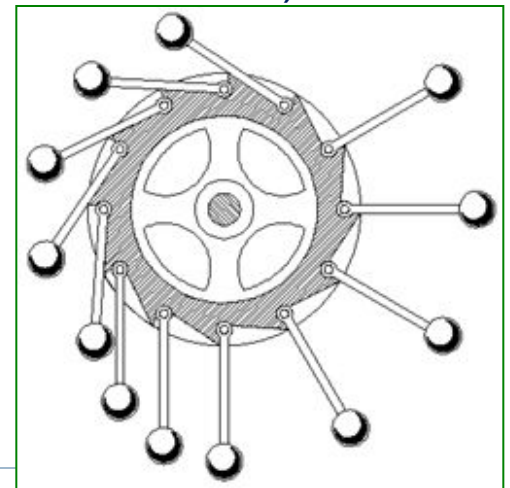
Физические законы

Физический закон — эмпирически установленная и выраженная в строгой словесной и/или математической формулировке устойчивая связь между повторяющимися явлениями, процессами и состояниями тел и других материальных объектов в окружающем мире.

Выявление физических закономерностей (повторяемости явлений) составляет основную задачу физики!

Фундаментальные законы

Частные законы



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

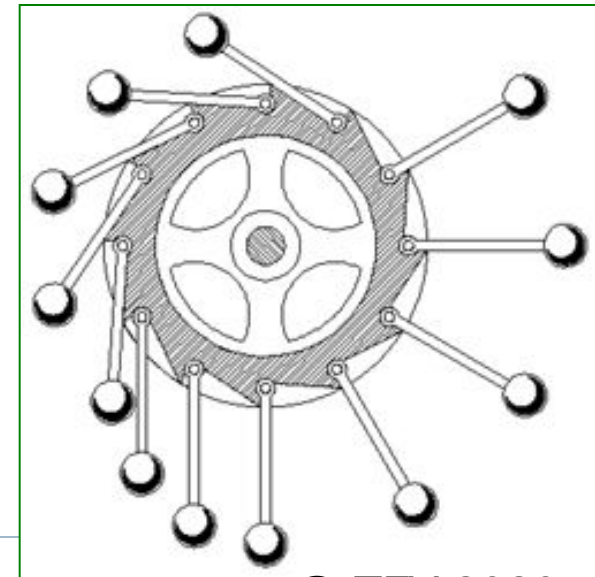
Физические величины:

Физическая величина — физическое свойство материального объекта, физического явления, процесса, которое может быть охарактеризовано количественно.

Значение физической величины — число, вектор или в самом общем случае тензор, характеризующие эту физическую величину, с указанием единицы измерения, на основе которой эти числа, вектор или тензор были определены.

Размер физической величины — число (числа), фигурирующие в значении физической величины.

Размерность физической величины — единица измерения физической величины.



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

Процесс познания в физике:

Эксперимент

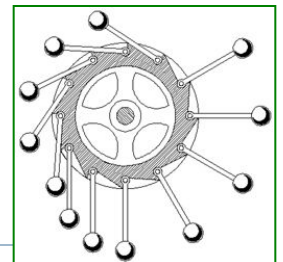
Теория

Практика

Физика – наука экспериментальная!



Как всякую научную работу, и работу в области физики можно разделить на три части: первая — цель и задачи исследования, вторая — методы достижения этой цели и третья — полученные результаты и их значение.



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

Способы определения Физических величин:

-Из математических соотношений:

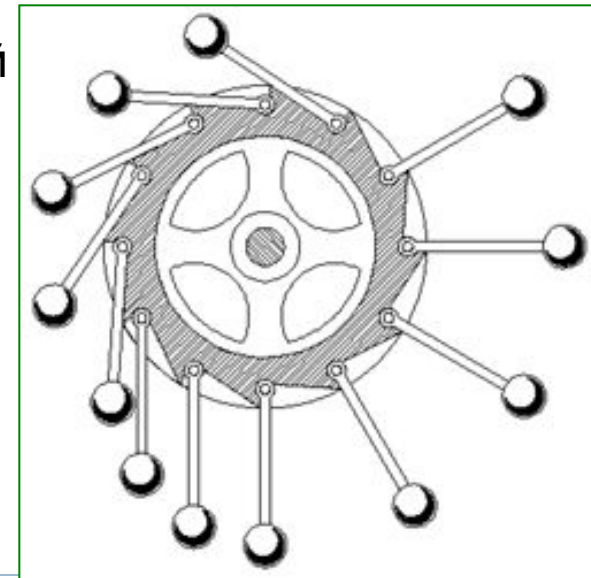
$$V = S / T; \quad a = dv/dt$$

-

- Из сравнения с Эталоном

Эталон - (франц. etalon) - мера или измерительный служащий для воспроизведения, хранения и передачи единиц какой-либо величины.

Эталон, утвержденный в качестве исходного для страны, называется Государственным эталоном...



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

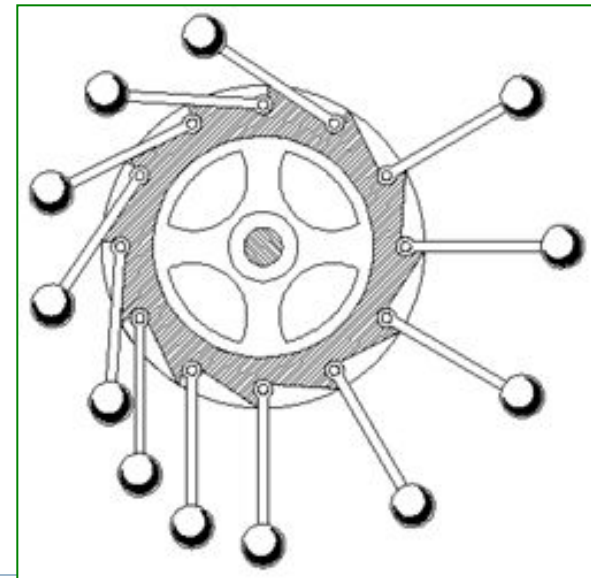
Измерение Физических величин:

Выражение физической величины числом называется Измерением.

Измерение – сравнение физической величины с какой-либо одной, принятой за единицу.

$$A = k_a * e_a ;$$

e_a - единица физической величины;
 k_a - безразмерное число.



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

Основные Физические величины:

Если Физическая величина определяется из отношения, то ее размерность зависит от размерности основных физических величин

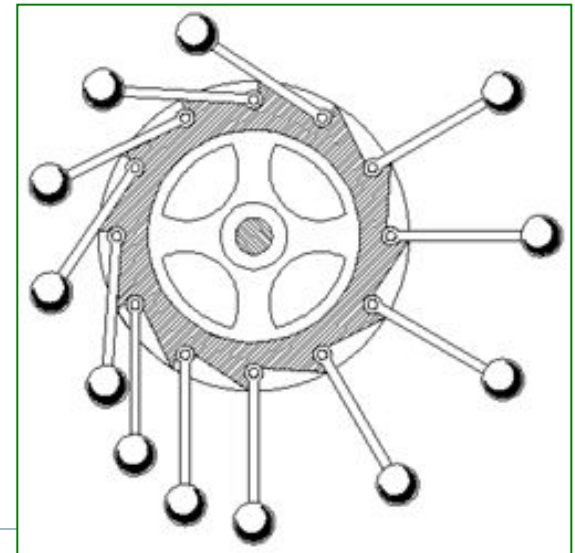
$$S = k * V * t$$

Если S и t - основные величины, то размерность V определится из
 $[V] = [S]/[t] = L^1 T^{-1} = \text{м/с}$

Если S , L и t все основные величины, то коэффициент k будет размерным.

$$[k] = L^1 T^{-1} V^{-1}$$

Основные единицы определяются из сравнения с эталоном!



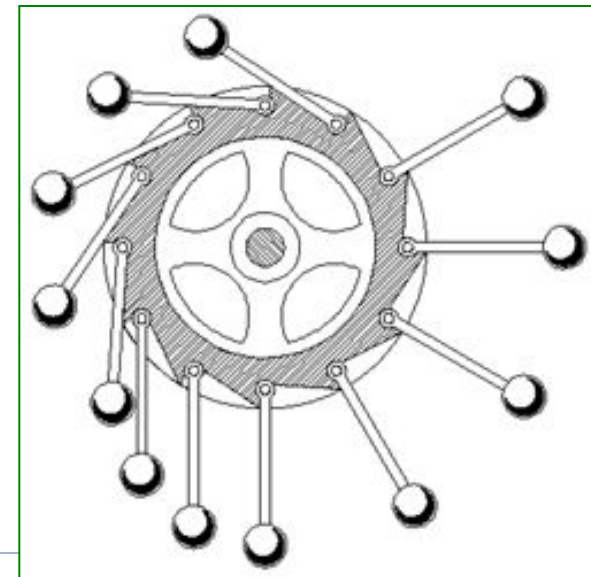
КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

Эталон массы:

1889 год, Международное бюро мер и весов

1 Кг = масса цилиндра диаметром 39 мм и такой же высоты из платино-иридиевого сплава.



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

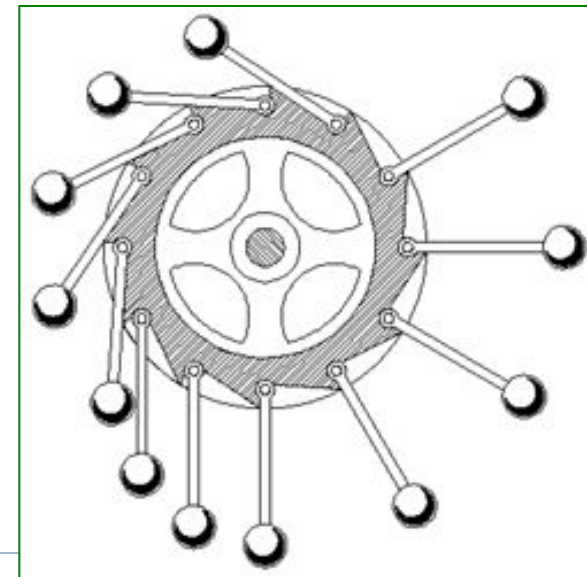
МЕХАНИКА

Эталон длины:

Платино-иридиевая мера - $1/4$ Земного меридиана = 10001954,5 м

В 1975 году:

1 м = путь, проходимый в вакууме плоской э-м волной за $1/299792458$ долей секунды.



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

МЕХАНИКА

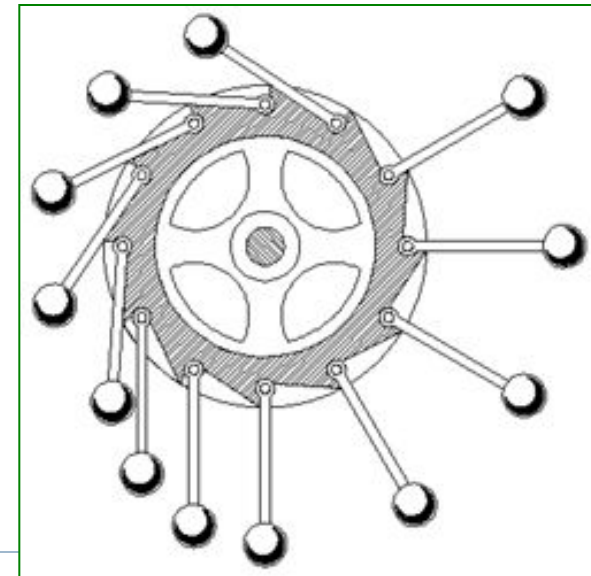
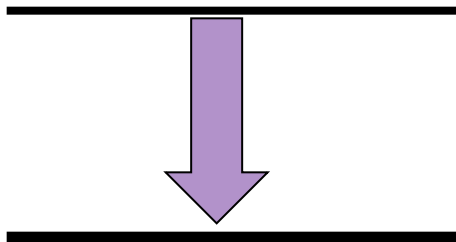
Эталон времени:

Тропический год (1956)

1 С = 1/31556925,9747 Тропического года в 1900 г.

С 1967 года.

1 С = $9,192631770 \cdot 10^9$ колебаний излучения между уровнями сверхтонкой структуры $F=4 - F=3$ основного состояния атома ^{133}Cs



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

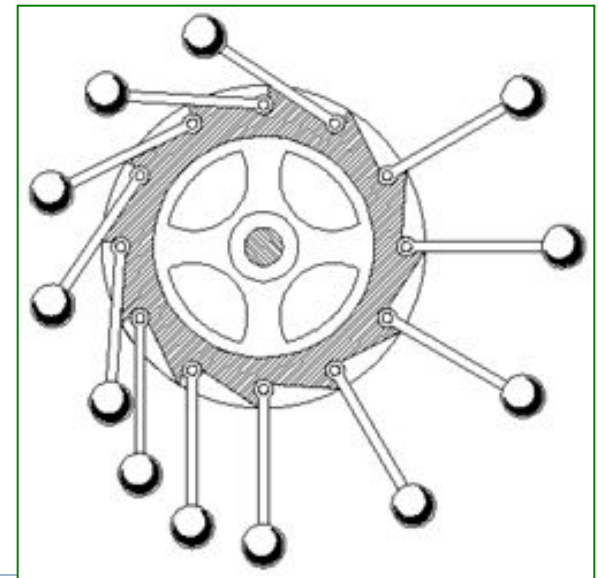
Концепции пространства-времени

Понятия пространства и времени возникли в сознании человека как отображение свойств материальных тел.

Практически вся история физики была противопоставлением двух концепций: самостоятельности пространства-времени и относительности пространства-времени.

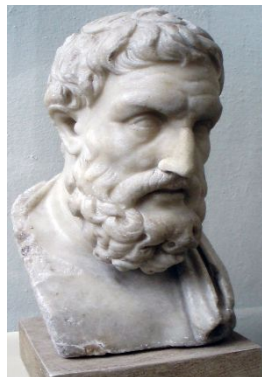
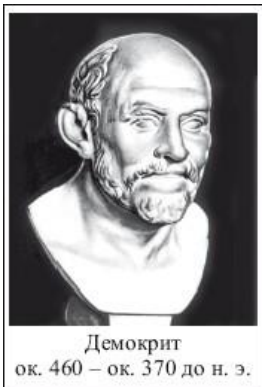
1. Субстанциальная концепция:

2. Реляционная концепция:



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Субстанциальная концепция: пространство и время как самостоятельные сущности, существующие наряду с материей и независимо от нее (Демокрит, Эпикур, Ньютон).

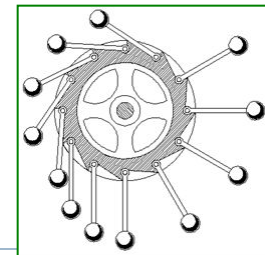


342/341 до н.э.



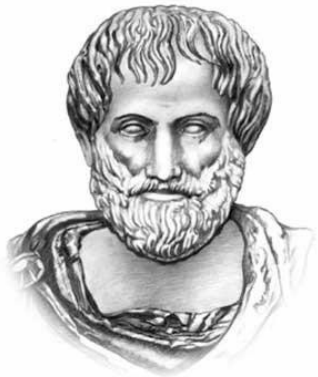
1642-1727

Отношение между пространством, временем и материей представлялось как отношение между двумя самостоятельными субстанциями. Это приводит к выводу о независимости свойств пространства и времени от характера протекающих материальных процессов. Пространство здесь — чистая протяженность, пустоеместилище вещей и событий, а время — чистая длительность, оно одинаково по всей Вселенной, и это течение ни от чего не зависит.



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Реляционная концепция: пространство и время не как самостоятельные сущности, а как системы отношений, образуемых взаимодействующими материальными объектами (Аристотель, Лейбниц, Гегель).



АРИСТОТЕЛЬ
384-322 до н. э.

Пространства без тел
не бывает, следовательно,
в природе нет пустоты

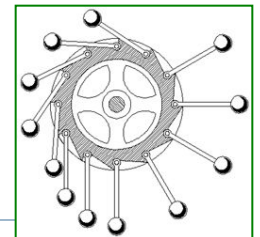


Готфрид Вильгельм Лейбниц —
саксонский философ, логик,
математик, механик, физик,
юрист, историк, дипломат,
изобретатель и языковед (1646-1716)



Георг Вильгельм Фридрих
Гегель — немецкий философ,
1770-1831

Теория относительности: пространство и время не существуют без материи, их метрические свойства создаются распределением и взаимодействием материальных масс, т. е. гравитацией.

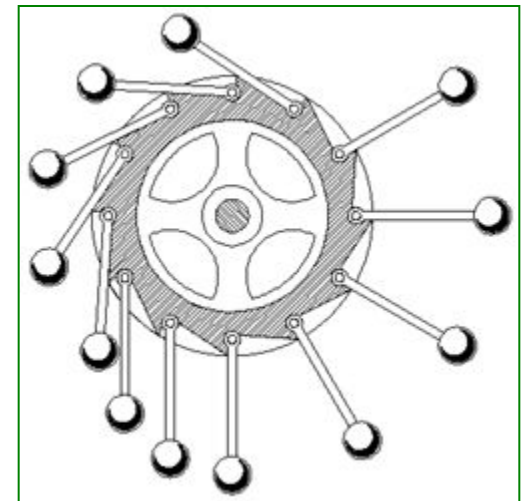


КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Реляционная концепция:

Пространство — это форма бытия материи, характеризующая ее *протяженность, структурность, сосуществование и взаимодействие* элементов во всех материальных системах.

Понятие пространства (протяженности) имеет смысл постольку, поскольку сама материя дифференцирована, структурирована. Если бы мир не имел сложной структуры, если бы он не расчленился на предметы, а эти предметы — на элементы, связанные между собой, то понятие пространства не имело бы смысла.

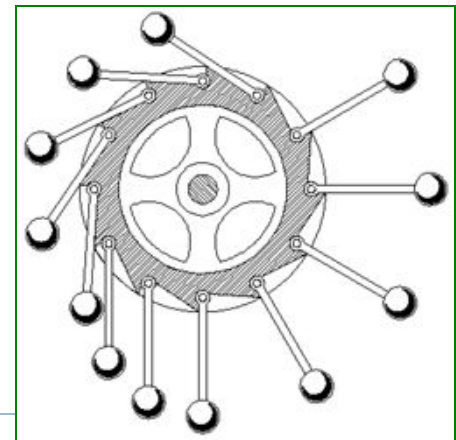


КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Реляционная концепция:

Время — форма бытия материи, выражающая длительность существования материальных систем, последовательность смены состояний и изменений этих систем в процессе развития.

Материальный мир состоит из структурно расчлененных объектов. Эти объекты находятся в движении, они представляют собой процессы, в них можно выделить определенные качественные состояния, сменяющие одно другое. Сравнение между собой качественно различных изменений дает нам представление о времени.

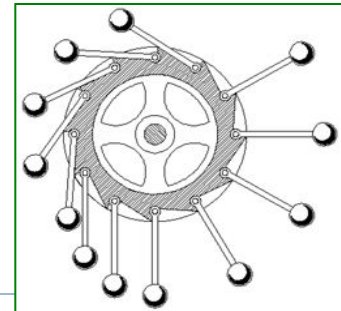


КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Реляционная концепция:

Понятия пространства и времени соотносительны не только с материей, но и друг с другом: в понятии пространства отражаются структурная координация различных объектов в один и тот же момент времени, а в понятии времени — координация длительности сменяющих друг друга объектов и их состояний в одном и том же месте пространства.

Из реляционной концепции пространства и времени вытекает идея качественного многообразия пространственно-временных структур: развитие материи и появление новых форм ее движения должно сопровождаться становлением качественно специфических форм пространства и времени. .

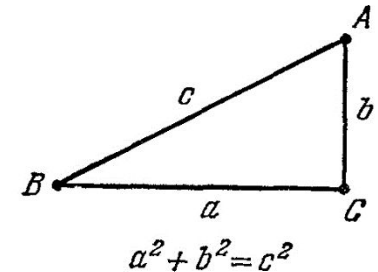


КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Геометрия пространства-времени

Евклидова геометрия (геометрия на плоскости):

- Кратчайшее расстояние между двумя точками – прямая;
- Сумма углов в треугольнике = 180°



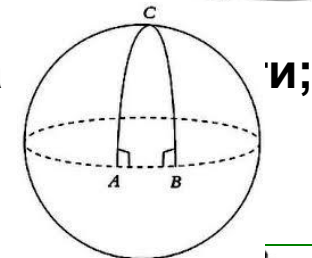
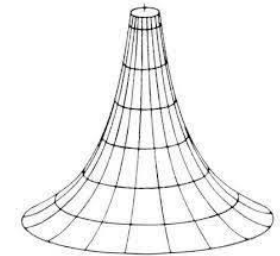
- Теорема Пифагора: $c^2 = a^2 + b^2$

-Геометрия Лобачевского (геометрия на псевдосфере)

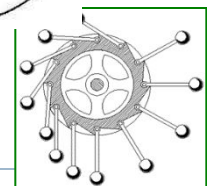
- Сумма углов в треугольнике $< 180^\circ$

-Геометрия Римана (геометрия на сфере)

- Кратчайшее расстояние между двумя точками – дуга
- Сумма углов в треугольнике $> 180^\circ$



$$c^2 \neq a^2 + b^2$$



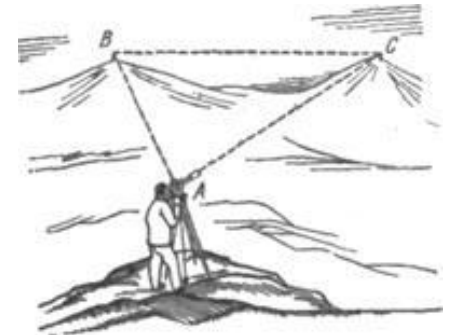
КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Геометрия пространства-времени

Опыт Гаусса (1821)

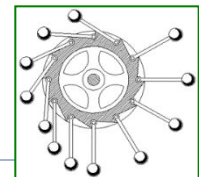
Измерение углов треугольника с вершинами, расположенными на холмах Брокен, Хохехаген и Инзельберг. Наибольшая сторона треугольника имела длину около 100 км.

$$\sigma = 180^\circ 00' 14,173''.$$



Опыт Лобачевского (1821)

Лобачевский измерил углы треугольника, основание которого совпадало с диаметром земной орбиты, а вершина находилась в месте расположения яркой звезды (Сириуса).



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Размеры Вселенной :

Микромир:

Размер атома – 10^{-9} м

Размер ядра – 10^{-15} м

Элементарные частицы – 10^{-18} м

Классическая физика

Квантовая физика

Макромир:

Размер вируса – 10^{-6} м

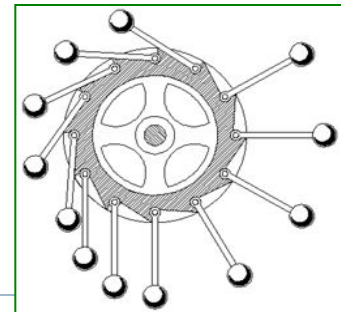
Размер Земли – 10^6 м

Размер Солнечной системы – 10^{12} - 10^{15} м

Размер видимой части Вселенной 10^{26} м

Нерелятивистская физика

Релятивистская физика



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Свойства пространства-времени:

Теорема Нетер (1918): Каждой непрерывной симметрии физической системы соответствует некоторый закон сохранения:

однородности времени соответствует закон сохранения энергии,

однородности пространства соответствует закон сохранения импульса,

изотропии пространства соответствует закон сохранения момента импульса,

1. Однородность пространства – любое явление во всех точках пространства будет протекать одинаково (закон сохранения импульса)

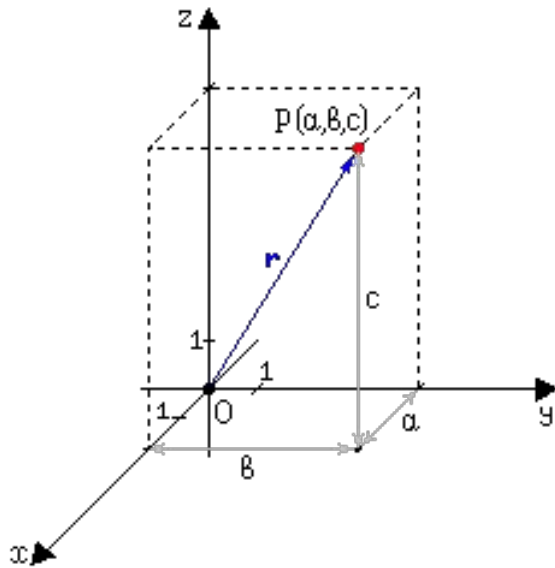
2. Однородность времени – любое явление будет протекать одинаково независимо от того, когда оно началось (закон сохранения энергии)

3. Изотропность пространства – любое явление будет протекать одинаково при любом повороте системы координат (закон сохранения момента импульса)



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Декартова система координат



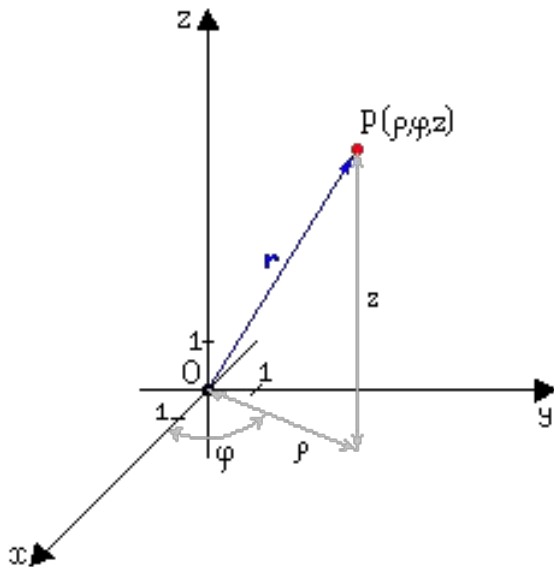
$$\vec{r}(x,y,z) = \vec{i} r_x + \vec{j} r_y + \vec{k} r_z$$

$$r_x = r \cos \alpha; r_y = r \cos \beta; r_z = r \cos \gamma;$$

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$$



Цилиндрическая система координат

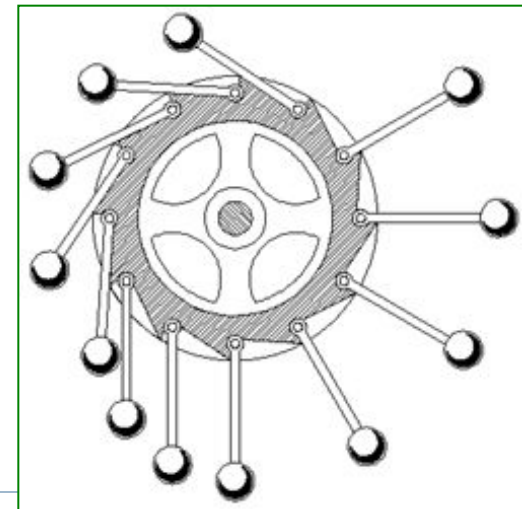
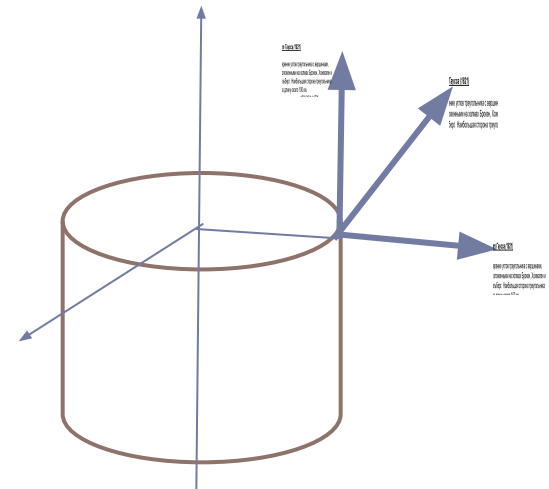


$P(\rho, \varphi, z)$

$$x = \rho \cos \varphi$$

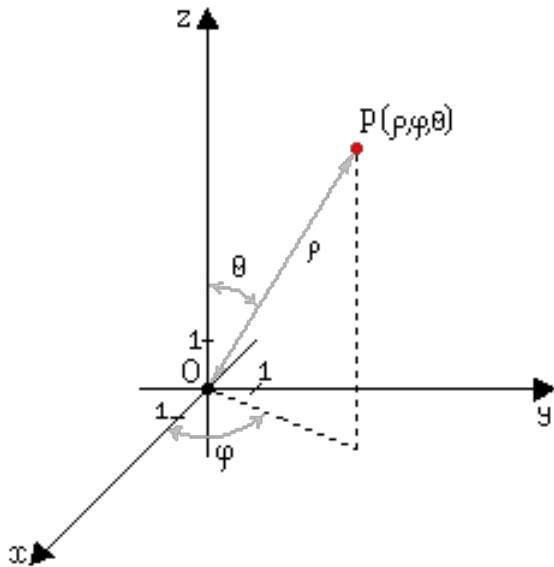
$$y = \rho \sin \varphi$$

$$z = z$$



КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Сферическая система координат



$$P(r, \vartheta, \varphi)$$

$$x = \rho \cos \vartheta \sin \varphi$$

$$y = \rho \cos \vartheta \cos \varphi$$

$$z = \rho \sin \vartheta$$

Опыт Гаусса (1821)

Измерение углов треугольника с вершинами, расположенными на холмах Брокен, Хохехаген и Инзельберг. Наибольшая сторона треугольника имеет длину около 100 км.

