

# СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

# Система единиц -

Совокупность основных и производных единиц, относящихся к некоторой системе величин и построенная в соответствии с принятыми принципами

# История

- 1971 г. – **метрическая система мер.** Принята Национальным собранием Франции
- Включала единицы длин, площадей, объемов, вместимостей, веса, в основу которых были положены – **метр** и **килограмм**

# История

- 1832 г. – К.Гаусс построил систему единиц как совокупность основных и производных – **абсолютная система**
- За основу приняты независимые единицы – длина, масса и время
- За основные единицы приняты – **миллиметр, миллиграмм, секунда**

# История

- 1881 г. – система **СГС** – установлена первым Международным конгрессом электриков
- Основные единицы: **сантиметр** – единица длины; **грамм** – единица массы; **секунда** – единица времени
- Производные единицы: **дина** – единица силы; **эрг** – единица работы

# История

- Система **МКГСС** – конец XIX в.
- Основные единицы: **метр** – единица длины; **килограмм-сила** – единица силы; **секунда** – единица времени

# История

- 1919 г. – система **МТС** – установлена во Франции
- Основные единицы: **метр** – единица длины; **тонна** – единица массы; **секунда** – единица времени

# История

- 1960 г. – XI Генеральная конференция по мерам и весам утвердила **Международную систему единиц**, обозначаемая сокращенно **SI**, в русской транскрипции **СИ**



# ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

# Основные и дополнительные единицы СИ

Наименование	Единица измерений	Обозначение		Размерность	Рекомендуемое обозначение
		международное	русское		
Длина	Метр	m	м	L	L
Масса	Килограмм	kg	кг	M	M
Время	Секунда	s	с	T	T
Сила электрического тока	Ампер	A	А	I	I
Термодинамическая температура	Кельвин	K	К	Q	T
Количество вещества	Моль	mol	моль	N	n
Сила света	канделла	cd	кд	J	J
Дополнительные единицы					
Плоский угол	РадIAN	rad	рад	-	-
Телесный угол	Стерaдиан	sr	ср	-	-

# Определения основных единиц СИ

- **Единица длины** – метр – длина пути, проходимая светом в вакууме за  $1/299792458$  доли секунды (1983 г.)
- **Единица массы** – килограмм – килограмм-масса, равная массе международного прототипа килограмма
- **Единица времени** – секунда – продолжительность  $9192631770$  периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133, не возмущенного внешними полями

# Определения основных единиц СИ

- **Единица силы электрического тока** – ампер – сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, создал бы между этими проводниками силу, равную  $2 \cdot 10^{-7}$  Н на каждый метр длины

# Определения основных единиц СИ

- **Единица термодинамической** температуры – кельвин –  $1/273,16$  часть термодинамической температуры тройной точки воды
- **Единица количества вещества** – моль – количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в нуклиде углерода-12 массой  $0,012$  кг
- **Единица силы света** – кандела – сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой  $540 \times 10^{12}$  Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет  $1/283$  Вт/ср (1979 г.)

# ЕДИНИЦА ДЛИНЫ

- До 1960 г. – метр – длина, равная 1 650 763,73 длины волны в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями  $2p_{10}$  и  $5d_5$  атома криптона-86.
- В астрономии, физике, судовой навигации и др. применяются внесистемные единицы длины:
  - Физика – ангстрем – для определения размеров атомов и простейших молекул, видимой области спектра светового излучения ( от 4000 до 7000 ангстрем)
  - Техника – дюйм (1 дюйм = 2,54 см)

# ЕДИНИЦА МАССЫ

- **1881 г.** - за единицу массы была принята масса  $0,001 \text{ м}^3$  чистой воды при температуре  $+4^\circ\text{C}$ .
- Для реализации данного предложения был изготовлен прототип килограмма — соответствующий цилиндр из платины («метр Архива»)
- внесистемные единицы массы -  
- тонна (1000 кг) и центнер (100 кг).
- Массу драгоценных камней измеряют в каратах (1 кар. =  $2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} = 0,2 \text{ г}$ ).
- Единица массы в старой русской системе мер - пуд (1 пуд = 16,3805 кг), фунт (1 фунт = 1/40 пуда), золотник (1 золотник = 4,266 г).

# ЕДИНИЦА ВРЕМЕНИ

- Измерение времени связывали с параметрами периодического процесса, обладающего высокой стабильностью и не зависящего от единиц измерения других величин, принимаемых в качестве основных.
- Стабильный периодический процесс - движение тел солнечной системы:
  - вращение тел вокруг собственных осей;
  - обращение тел вокруг центральных притягивающих тел (например, обращение Земли вокруг Солнца).
- Промежуток времени, соответствующий полному периоду вращения Земли вокруг своей оси относительно направления на некоторую внешнюю точку, был принят в качестве **единицы времени** и назван сутками.
- Доли этой единицы измерения времени стали **час**, **минута**, **секунда**. В качестве основной единицы времени выбрали секунду.



# ЕДИНИЦА ВРЕМЕНИ

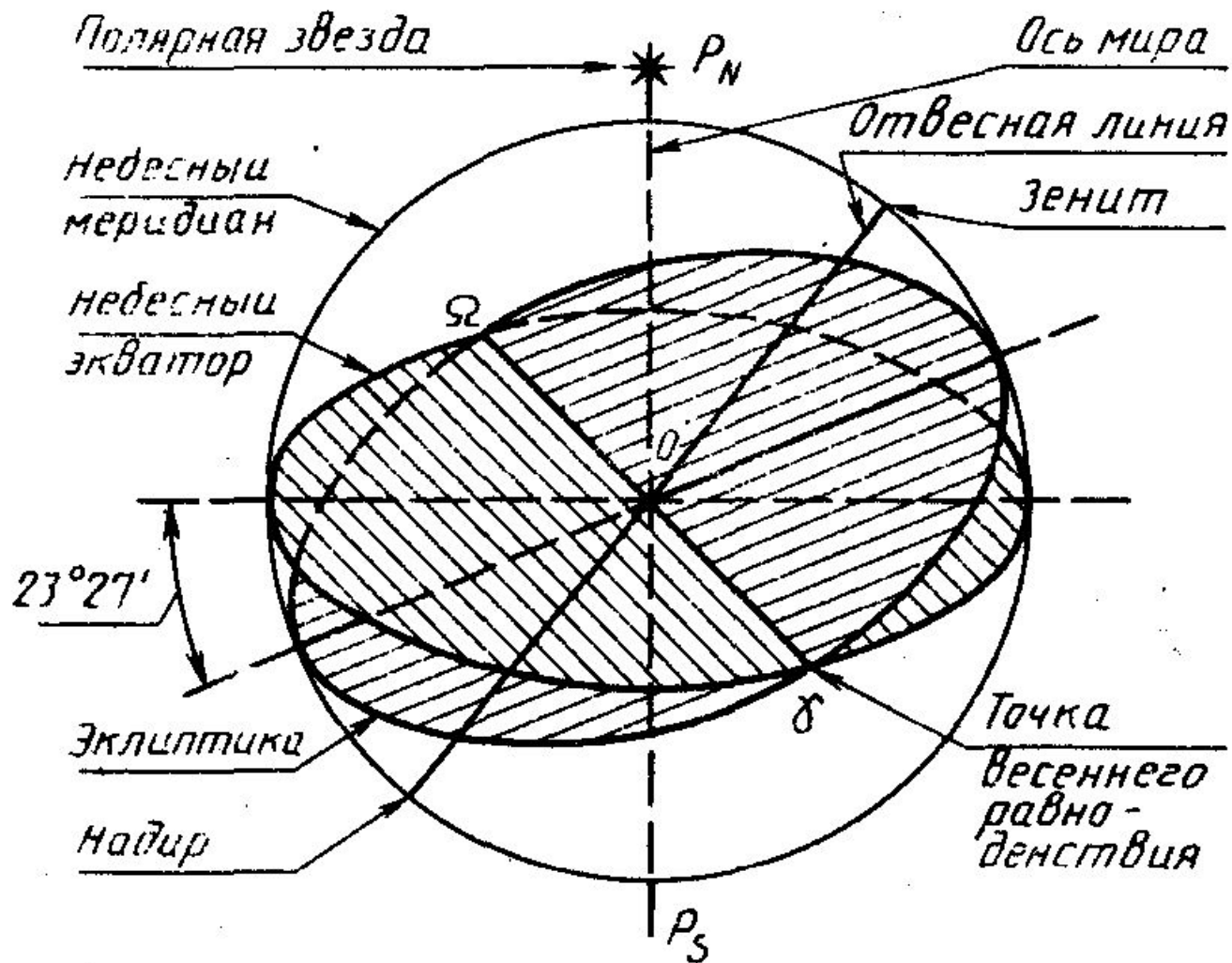
- 1 час составляет ..... доли суток,
- 1 минута составляет ..... доли суток,
- 1 секунда составляет ..... доли суток

(вписать самостоятельно)

# ЕДИНИЦА ВРЕМЕНИ

- Полный период обращения вокруг своей оси Земля поворачивается на угол  $360^\circ$ ,
- Секунда соответствует повороту Земли на  $15''$  (минута — на  $15'$ , час — на  $15^\circ$ ).
- При определении времени возникает необходимость измерять углы поворота Земли вокруг своей оси относительно направления на некоторую внешнюю точку, не связанную с вращением Земли.
- В астрономии для измерения времени применяются координаты, связанные со сферой бесконечно большого радиуса, простирающейся вокруг некоторого центра  $O$  (глаз наблюдателя). Эта сфера называется небесной, на нее проектируются планеты и звезды, занимая на ней определенное положение.

# Схематическое изображение небесной сферы



# Схематическое изображение небесной сферы

- **Линия  $P_nPs$**  - проходит через центр небесной сферы, параллельна оси Земли и направлена северным полюсом мира  $P_N$  на Полярную звезду, **называется осью мира**.
- Плоскость, перпендикулярная оси мира и проходящая через центр небесной сферы, называется **экваториальной плоскостью**.
- Большой круг, образованный пересечением экваториальной плоскости с небесной сферой, называется **небесным экватором**, делящим небесную сферу на северное и южное полушарии
- Плоскость, проходящая через центр небесной сферы, наклоненная к экваториальной плоскости под углом  $23^\circ 27'$ , называется **плоскостью эклиптики**,
- Большой круг, образованный пересечением этой плоскости с небесной сферой, называется **эклиптикой**.
- В плоскости эклиптики совершается видимое движение Солнца.
- Точки пересечения эклиптики с небесным экватором называются **точкам весеннего** ( $\gamma$  — овен) и **осеннего** ( $\Omega$  — весы) **равноденствия**.
- Точку весеннего равноденствия Солнце проходит 21 марта, а точку осеннего — 22 сентября.

# ЕДИНИЦА ВРЕМЕНИ

- Солнечное время — это время связано с обращением Земли вокруг собственной оси относительно центра диска Солнца.
- Солнечное время разделяют на всемирное и местное.
- Земной шар разделен на 24 часовых пояса, т. е. каждый часовой пояс соответствует долготной «протяженности»  $15^\circ$ .

# ЕДИНИЦА ВРЕМЕНИ

- Звездное время — это время связано с обращением Земли вокруг своей оси относительно точки весеннего равноденствия.
- вращение Земли вокруг своей оси для наблюдателя представляется видимым суточным вращением небесной сферы.
- в течение звездных суток точка весеннего равноденствия вместе с небесной сферой совершает полный оборот вокруг оси мира (вокруг наблюдателя).

# ЕДИНИЦА ВРЕМЕНИ

- Тропическим годом называется промежуток времени между двумя последовательными прохождениями Солнца через точку весеннего равноденствия.
- Тропический год соответствует 365,24 (точнее 365,24219878) средних солнечных суток, или 365 суток 6 ч 48 мин 46 с (на период 1990 г.).
- Средние солнечные сутки в среднем на 4 мин «длиннее» средних звездных суток

# ЕДИНИЦА ВРЕМЕНИ

- Календарное время: солнечные, лунные и лунно-солнечные календари.
- Солнечный календарь – определяется продолжительностью тропического года
- Существовавшее в древности произвольное назначение календарного времени было приведено к солнечному календарю, введенному в 46 г. до н.э. римским императором Юлием Цезарем (юлианский календарь)



# Юлианский календарь

- продолжительность одного года - 365,25 суток.
- Было принято три следующих подряд года считать равными 365 дням, а четвертый год, названный високосным, равным 366 дням.
- Позже к високосным стали относиться годы, порядковое число которых делится на четыре без остатка.
- Простой год был разделен на 12 месяцев, содержащих шесть нечетных месяцев по 31 дню, пять четных — по 30 дней, февраль месяц обычного года — 28 дней, а високосного — 29 дней,
- начало года с 1 марта было перенесено на 1 января.

# Григорианский календарь

- Продолжительность среднего года по юлианскому календарю и продолжительность тропического года отличалась на 0,0078 средних солнечных суток, т. е. за 129 лет накапливается ошибка примерно в одни сутки.
- В 1582 г. накопилась ошибка более 10 суток, буллой римского папы Григория XIII был введен уточненный календарь, называемый *григорианским*.
- один средний год григорианского календаря составляет 365,2425 средних солнечных суток и отличается от тропического года на 0,0003 средних солнечных суток. Ошибка уменьшилась в 26 раз.

## Календарное время

- Летосчисления по григорианскому и юлианскому календарям называют летосчислением по новому стилю и старому стилю.
- В нашей стране летосчисление по новому стилю было введено 25 января 1918 г. декретом Советского правительства.
- К этому времени накопилась разница между старым и новым стилями 13 суток. Декрет установил 1 февраля 1918 г. считать 14 февраля 1918 г.

# ЕДИНИЦА СИЛЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

- Ее воспроизведение и измерение возможно с помощью токовых весов, измеряющих силу взаимодействия между двумя токонесущими катушками, «имитирующими» бесконечно длинные проводники.

# ЕДИНИЦА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

- Измерение температуры со времен термоскопа Галилея (1598 г.) основывается на применении соответствующего термометрического вещества, изменяющего свой объем или давление при изменении температур (термометры Фаренгейта (1714 г.), Реомюра (1730 г.), Цельсия, Ренкина (1742 г.).

# ЕДИНИЦА КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

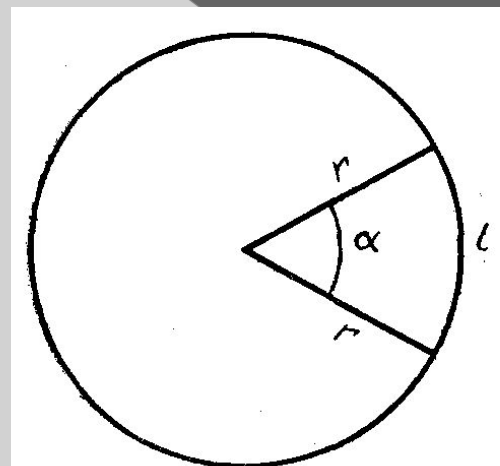
- Определяется числом структурных элементов (атомов, молекул, ионов), из которых состоит вещество
- **Моль** - количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг,

# ЕДИНИЦА СИЛЫ СВЕТА

- 1860 г. (Франция) - в качестве эталона применялась масляная лампа Карселя
- 1869 г. (Германия) - парафиновая свеча диаметром 20 мм и высотой пламени 50 мм.
- 1881 г. (Международный конгресс электриков) - свеча Виоля, испускающая свет  $1 \text{ см}^2$  расплавленной платины при температуре ее затвердения.
- 1893 г. (МКЭ) - амил-ацетатная лампа Гефнера — Альтенека с высотой пламени 40 мм при его ширине 8 мм.
- 1915 г. - «международная свеча», которая воспроизводилась с помощью электрических ламп накаливания с угольной нитью,

# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

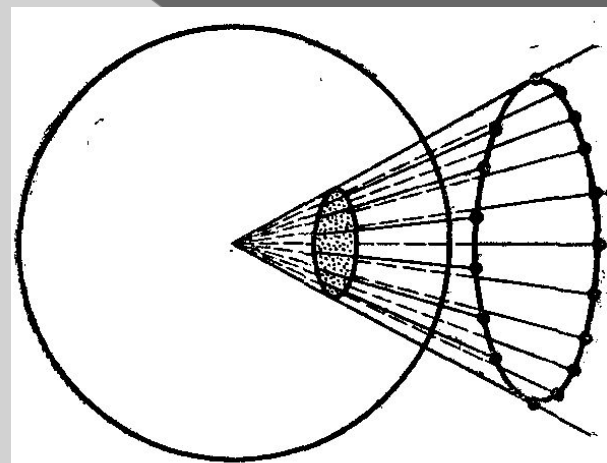
- **Единица плоского угла** — радиан (рад, rad) — угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу. В градусном исчислении угол  $\alpha = 57^{\circ}17'44,8''$ .





# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

- Единица телесного угла — стерadian (ср, sr) — телесный угол, вершина которого расположена в центре сферы и который «вырезает» на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной по длине радиусу сферы



# Кратные и дольные единицы

Наименование приставки	Множитель	Русское обозначение	Международное обозначение
Кратные единицы			
экса	$10^{18}$	Э	E
пета	$10^{15}$	П	P
тера	$10^{12}$	Т	T
гига	$10^9$	Г	G
мега	$10^6$	М	M
кило	$10^3$	к	k
гекто	$10^2$	г	h
дека	$10^1$	да	da

# Кратные и дольные единицы

Наименование приставки	Множитель	Русское обозначение	Международное обозначение
Дольные единицы			
деци		Д	d
санتي		С	s
милли		М	m
микро		МК	$\mu$
нано		Н	n
пико		П	p
фемто		Ф	f
атто		А	a