

**Программа дополнительного
профессионального образования
(повышения квалификации) педагогов,
преподающих предметы
естественнонаучного цикла, по
освоению методов (технологий)
преподавания курса «Естествознания»
на старшей ступени средней (полной)
школы**

Раздел 1. Методология и методы естественнонаучного исследования

1.1. Исторические этапы развития естественных наук. Общие идеи .

Культура

Культура в широком смысле этого слова понимается как система ценностей и мировоззренческих ориентиров, которые определяют жизнедеятельность человека и человеческого общества.

Информационный слайд (Тип А)

Наука и культура



Информационный слайд (Тип А)

Естественнонаучная и гуманитарная культура

Что-то физики в почете,
Что-то лирики в загоне.
Дело не в сухом расчете,
Дело в мировом законе.
Значит, что-то не раскрыли
Мы,

что следовало нам бы!

Значит, слабенькие крылья –
Наши сладенькие ямбы,
И в пегасовом полете
Не взлетают наши кони...

То-то физики в почете,
То-то лирики в загоне.
Это самоочевидно,
Спорить просто бесполезно.
Так что даже не обидно,
А скорее интересно
Наблюдать, как, словно пена,
Опадают наши рифмы
И величие
степенно Отступает в
логарифмы

Информационный слайд (Тип А)

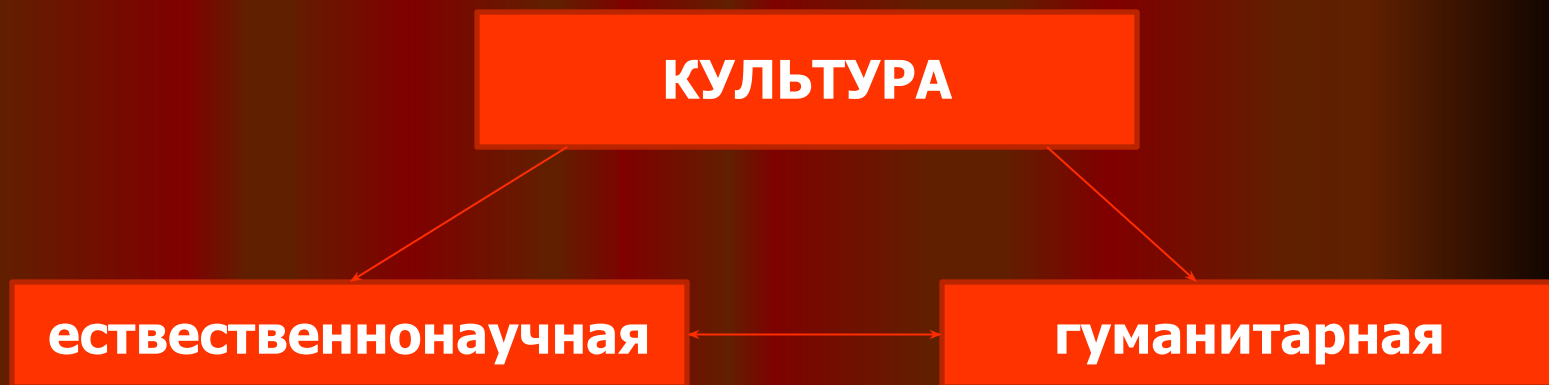
Взаимосвязь естественнонаучной и гуманитарной культуры

Там огненны валы стремятся
И не находят берегов,
Там вихри пламенны крутятся,
Борющись множество веков;
Там камни, как вода, кипят,
Горящи там дожди шумят.

М.В.Ломоносов

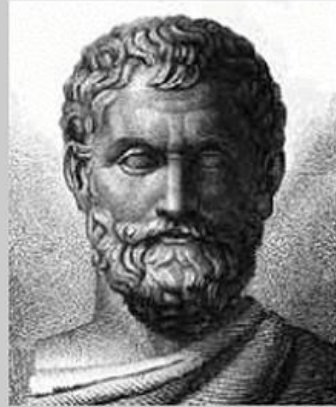
Информационный слайд (Тип А)

Наука и культура



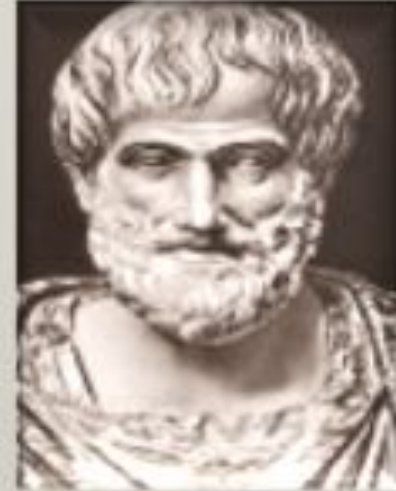
История развития естествознания

Развитие естествознания в Древнем мире



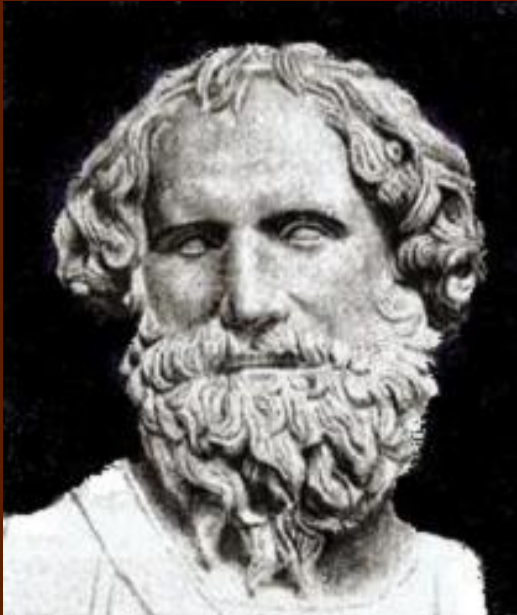
ФАЛЕС
625-547
до н.э.

ФАЛЕС (ок. 625-ок. 547 до н.э.), древнегреческий ученый, имел титул одного из семи мудрецов Древней Греции. Он доказал ряд теорем геометрии, предсказал солнечное затмение 585 г до н.э. Фалес **считал первоосновой воду**



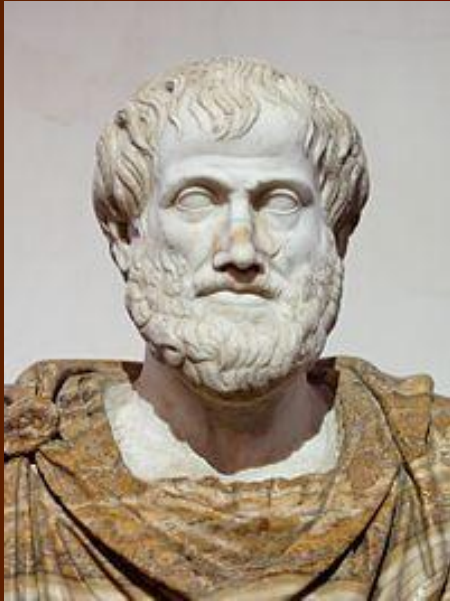
АНАКСИМЕН (ок. 566 – ок. 499), древнегреческий ученый, занимался астрономией и метеорологией. Строил единую картину мира, **считая первоосновой воздух**. Полагал, что Солнце — тело, аналогичное Земле и Луне, которое от быстрого движения раскалилось. Земля и небесные светила парят в воздухе; Земля неподвижна, другие светила и планеты движутся космическими ветрами.

Развитие естествознания в Древнем мире



ЭМПЕДОКЛ (ок.490 – ок.430 до н.э.) – древнегреческий философ, был первым из философов, кто признал четыре (а не одну) стихии как начала существующего: воздух, вода, земля, огонь. Все предметы видимого мира состоят из четырех элементов. Стихии Эмпедокла постоянны качественно и количественно неизменяемы. Создание вещей и их уничтожение происходит из-за сложения и разъединения элементов.

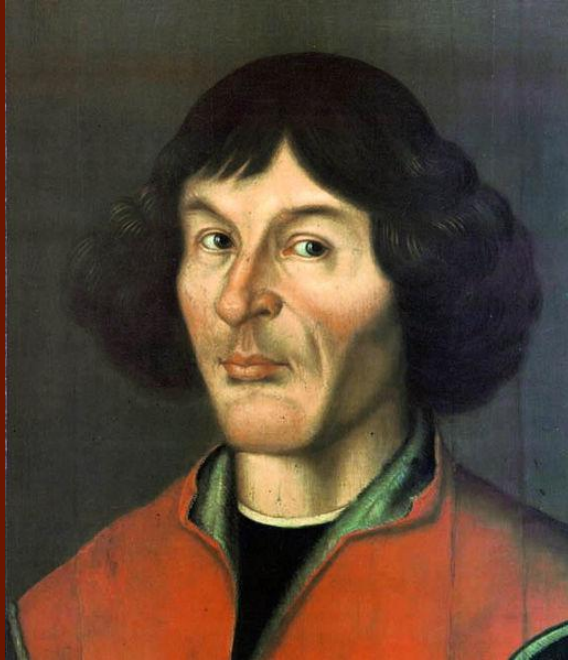
Развитие естествознания в Древнем мире



«Физика» - наука, «которая имеет дело с таким бытием, которое способно к движению, и с такой сущностью, ... которая не может существовать отдельно от материи»

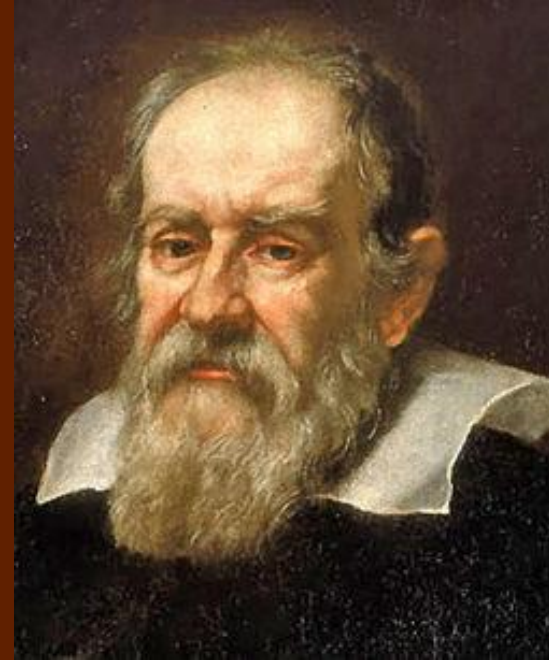
АРИСТОТЕЛЬ (384-322 г.г. до н.э.)

Естествознание в средние века



НИКОЛАЙ КОПЕРНИК (1473-1543)

польский астроном, обосновал гелиоцентрическую систему мира, разработал основания сферической астрономии и правила вычисления видимых положений звезд и планет на небесном своде.



ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ (1564-1642) –

итальянский астроном, доказал, что скорость падающего тела прямо пропорциональна времени его падения, а путь – квадрату времени, проведя мысленный эксперимент, сформулировал закон инерции

Естествознание в средние века

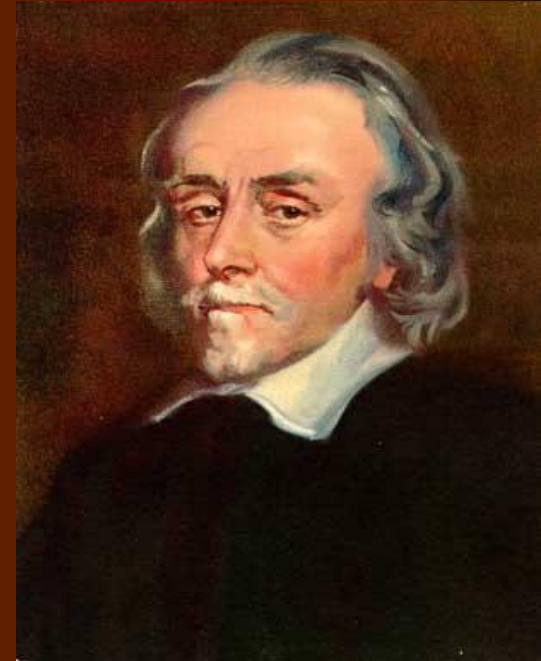


Галилей изобрел телескоп, с помощью которого наблюдал звездное небо и открыл горы на Луне, пятна на Солнце, обнаружил спутники Юпитера, что положило начало развитию астрономии как самостоятельной науки со своими предметом и методами исследования.

Естествознание в средние века

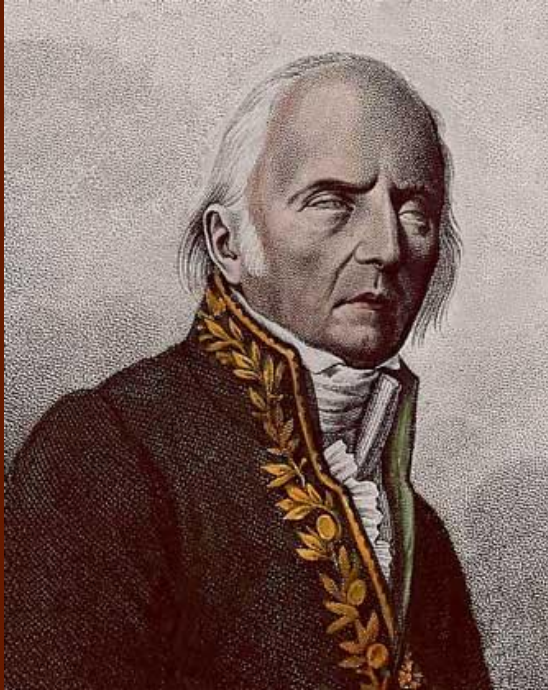


АНДРЕС ВЕЗАЛИЙ (1514-1564) – итальянский биолог, им была написана книга «О строении человеческого тела», положившая начало развитию анатомии и физиологии



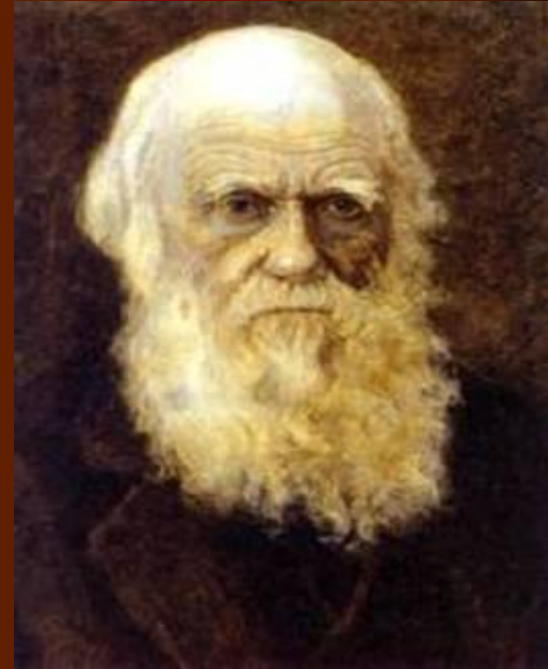
УИЛЬЯМ ГАРВЕЙ (1578-1657) – английский ученый, доказал, что артерии и вены являются частями замкнутого круга кровообращения

Естествознание в средние века



ЖАН БАТИСТ ЛАМАРК

(1744-1829) – французский естествоиспытатель, создатель первой целостной концепции эволюции живой природы, представлявшей процесс эволюции как восхождение от низших форм к высшим под влиянием окружающей



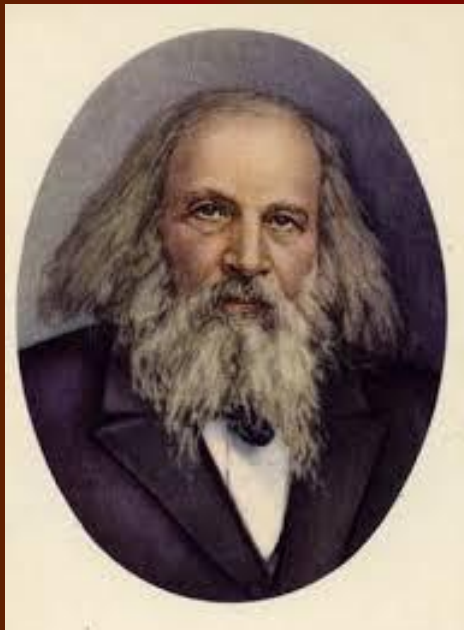
ЧАРЛЬЗ ДАРВИН (1809-1882) – английский естествоиспытатель, создатель эволюционной теории, ядром которой являются положения о наследственной изменчивости и естественном отборе

Естествознание в средние века



ЛОМОНОСОВ МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ (1711-1794) – выдающийся российский учёный, заложил основы физико-химических исследований; построил молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, предвосхитившую современные представления о строении материи; открыл многие фундаментальные законы, в числе которых одно из начал термодинамики; открыл наличие атмосферы у планеты Венера

Естествознание в средние века



МЕНДЕЛЕЕВ ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ (1834-1907) – выдающийся российский химик, построил Периодическую систему элементов, предсказал существование ряда веществ, разработал гидратную теорию растворов, записал обобщённое уравнение состояния идеального газа

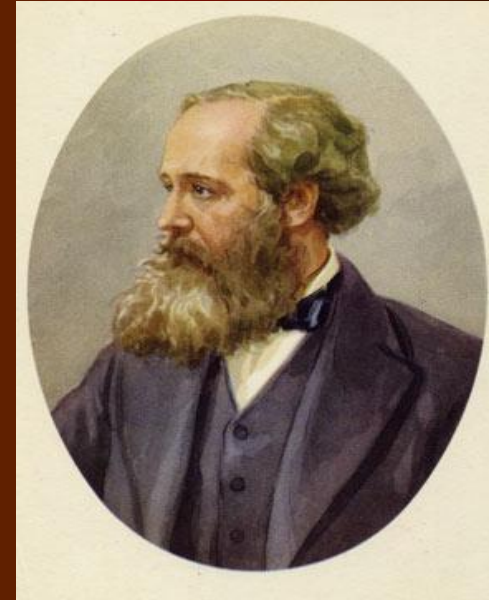


БУТЛЕРОВ АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ (1828-1886) – российский химик, создатель теории химического строения органических соединений, ставшей революцией в мировой науке

Естествознание в средние века

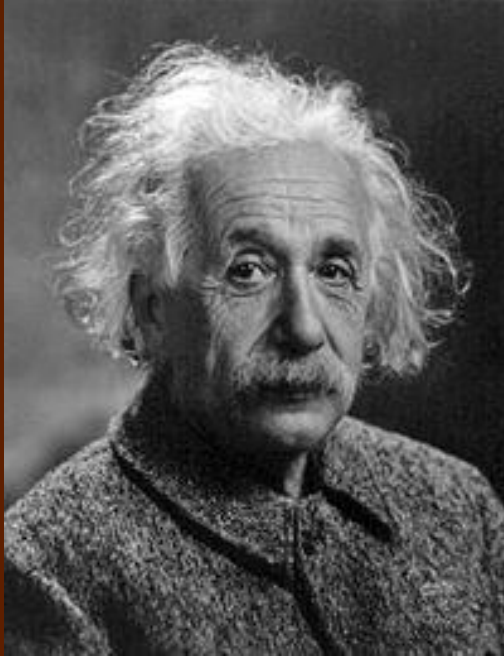


ИСААК НЬЮТОН (1642-1727) – английский физик, механик, математик и астроном, создатель классической механики, разработал дифференциальное и интегральное исчисление, теорию цвета и другие теории

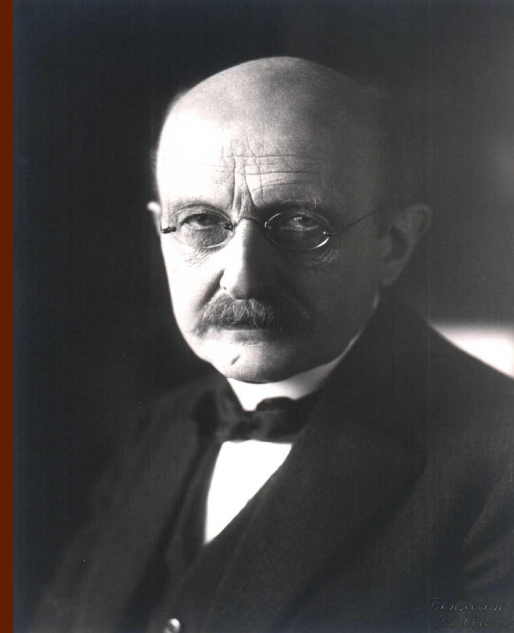


ДЖЕЙМС КЛЕРК МАКСВЕЛЛ (1831-1879) – британский физик, создатель классической электродинамики - теории электромагнитного поля, один из основателей кинетической теории газов, ввёл в физику статистические представления

Естествознание в средние века



АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН
(1880-1952) – немецкий физик, механик, математик и астроном, создатель специальной и общей теории относительности, теории фотоэффекта, теории Броуновского движения



МАКС ПЛАНК (1858-1947)– немецкий физик-теоретик, основоположник квантовой физики, получил закон распределения энергии в спектре абсолютно чёрного тела ввел представление о квантах энергии и кванте действия

Общие идеи и предмет современного естествознания

**Задача современного естествознания –
поиск общих закономерностей
природных явлений и их объяснение с
использованием комплекса знаний и
методов всех естественных наук**

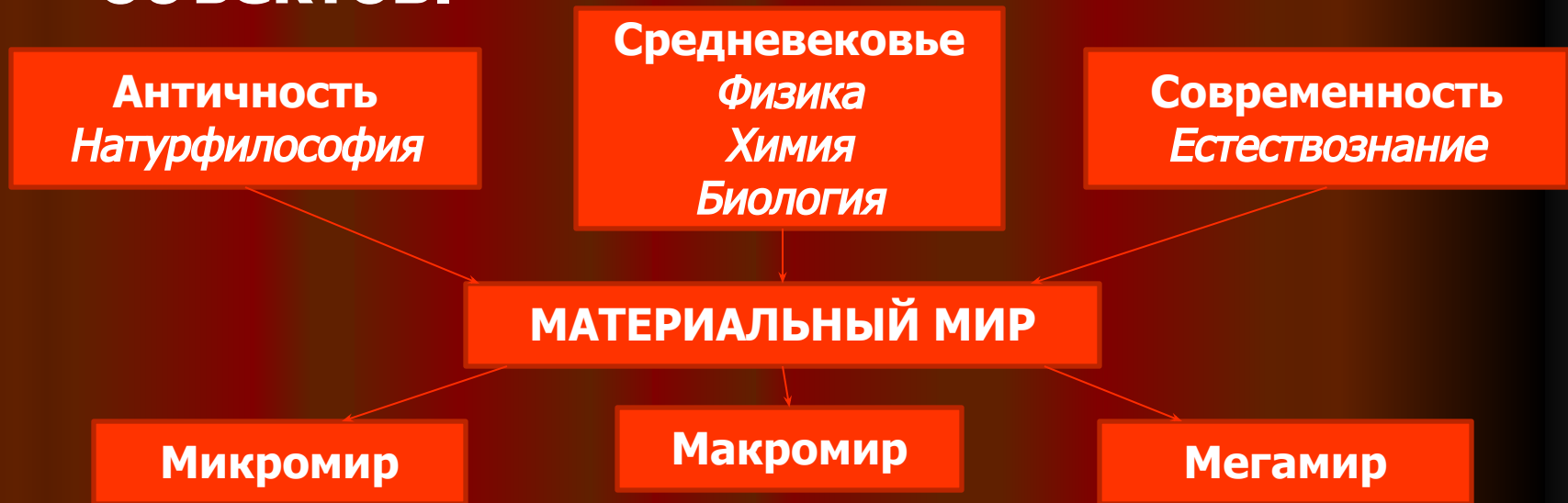
Общие методологические идеи:

**эволюции (развития), синергетики
(самоорганизации, приводящей к
возникновению структур, обладающих
новыми свойствами)**

Информационный слайд (Тип А)

Общие идеи и предмет современного естествознания

Естествознание изучает явления, происходящие с объектами материального мира, и свойства этих объектов.



1.2. научный метод изучения природы
Становление научного метода познания,
теоритический и эмпирический уровни
научного исследования

Информационный слайд (Тип А)

Научный метод познания окружающего мира

***Научный метод* включает наблюдение, создание модели изучаемого явления, выдвижение гипотезы о ее поведении и законах, управляющих поведением модели, проведение экспериментов, которые должны подтвердить или опровергнуть гипотезу**

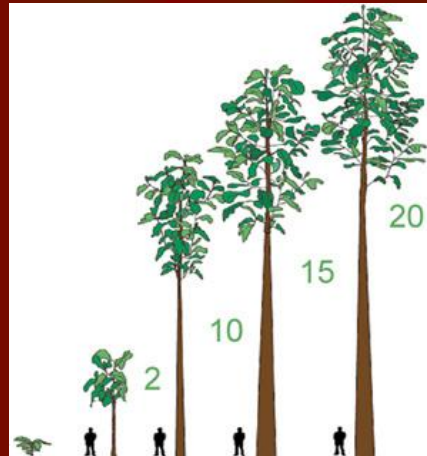
Информационный слайд (Тип А)

1.23 Наблюдение, измерения, эксперимент и эксперимент

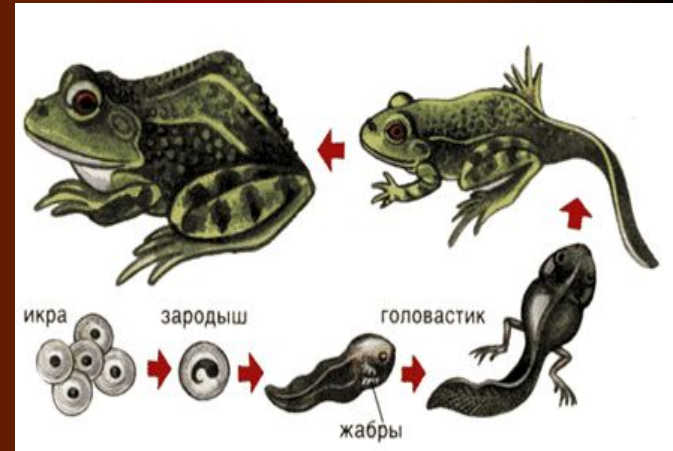
Наблюдение – целенаправленный процесс восприятия объектов действительности с целью выявления их существенных свойств



Звездное небо



Рост растений



Развитие животных

Информационный слайд (Тип А)

Наблюдение и эксперимент



Землетрясение

Информационный слайд (Тип А)

Наблюдение и эксперимент



Цунами

Информационный слайд (Тип А)

Наблюдение и эксперимент



Радуга

Информационный слайд (Тип А)

Наблюдение и эксперимент



Полярное сияние

Информационный слайд (Тип А)

Наблюдение и эксперимент

Использование приборов для проведения наблюдений



Телескоп Хаббла

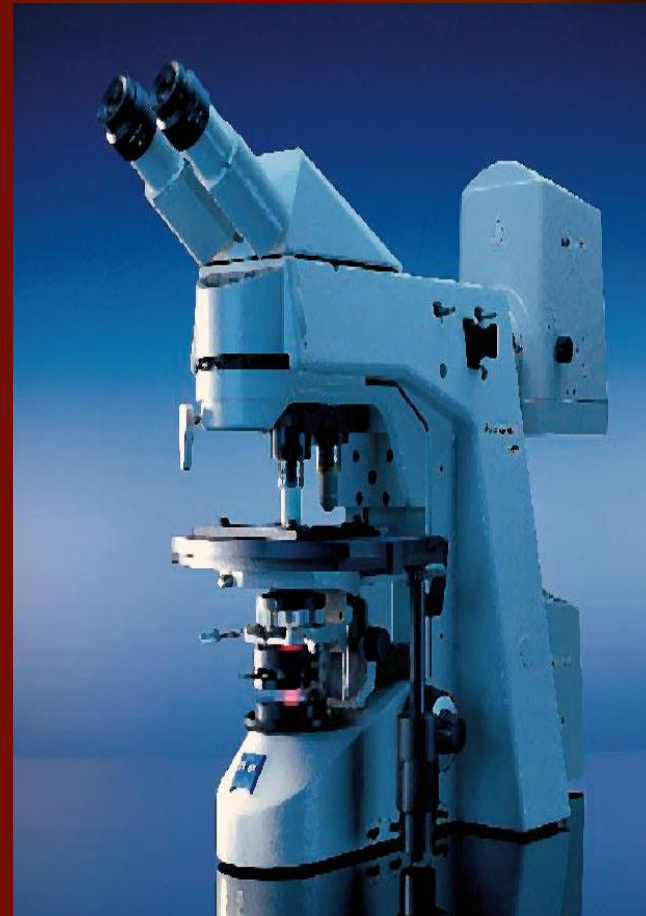
Информационный слайд (Тип А)

1.4. Естественнонаучный эксперимент

Использование приборов для проведения наблюдений



Оптический микроскоп



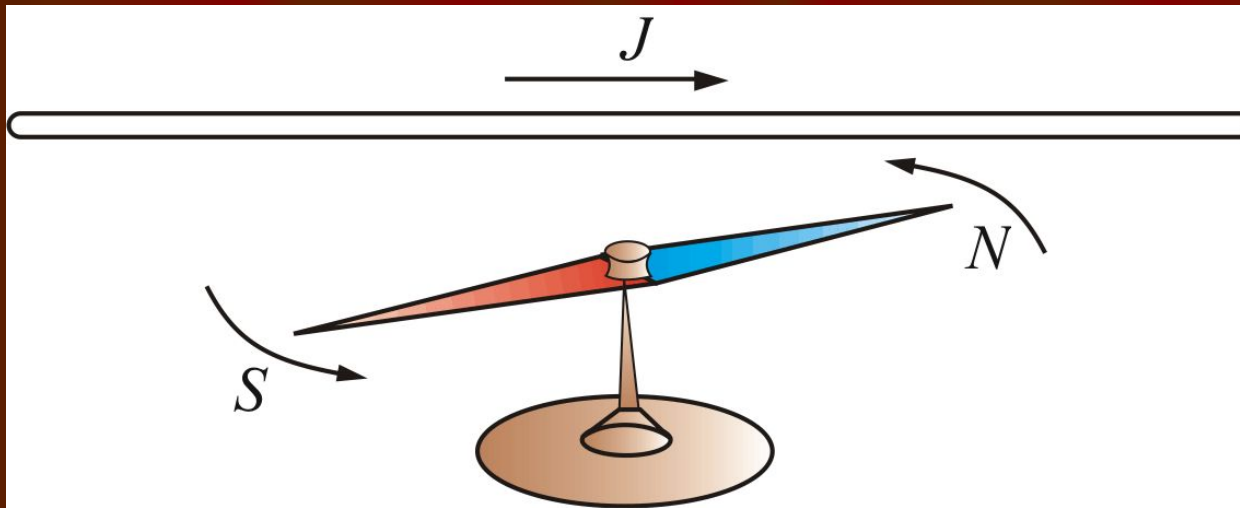
Сканирующий микроскоп

Информационный слайд (Тип А)

Наблюдение и эксперимент

Эксперимент - метод познания, который используется для исследования явлений в специально созданных для этого условиях

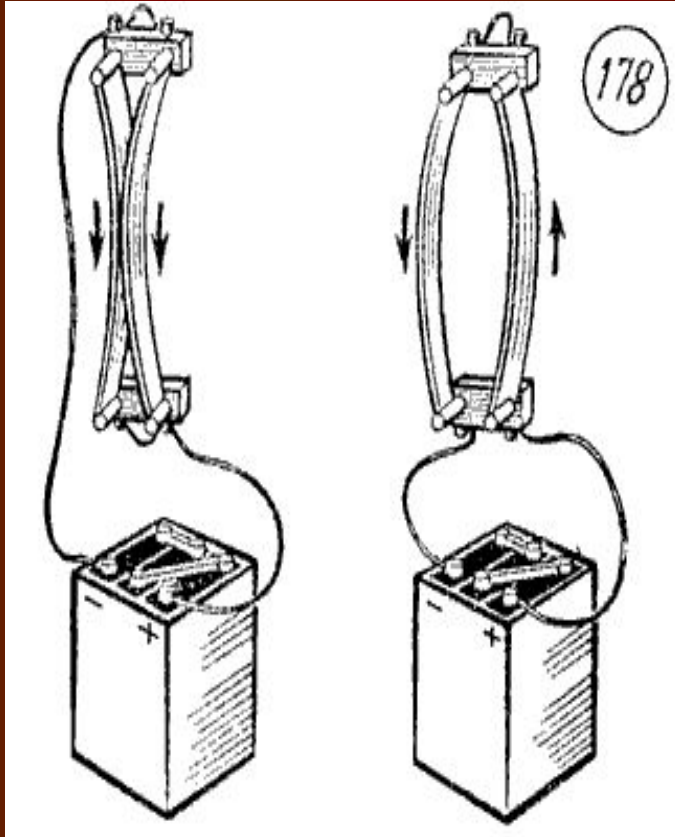
Эксперимент – источник знаний



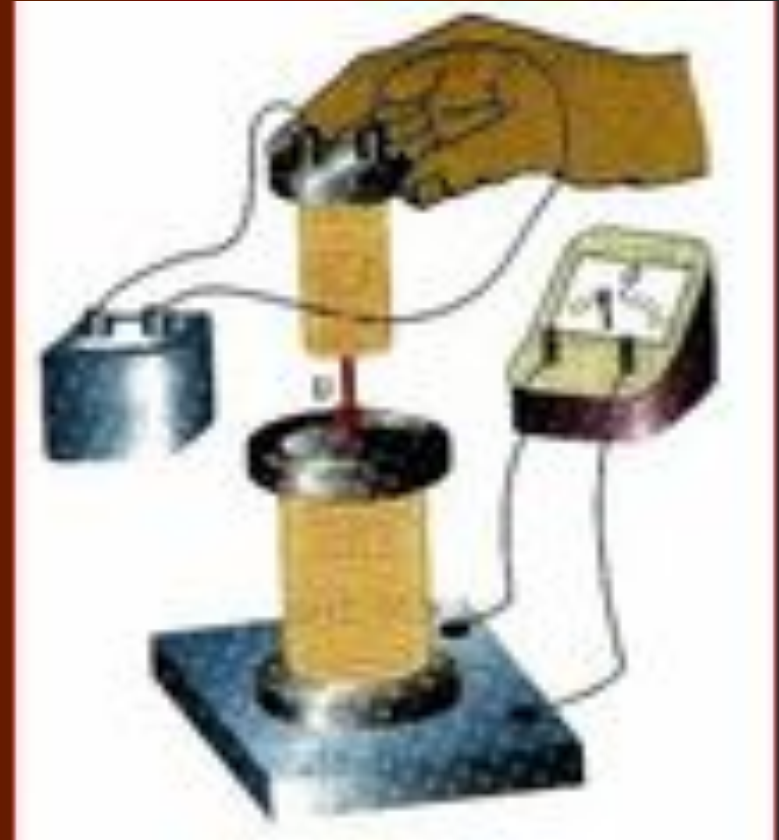
Информационный слайд (Тип А)

Наблюдение и эксперимент

Фундаментальные эксперименты



Опыт Ампера

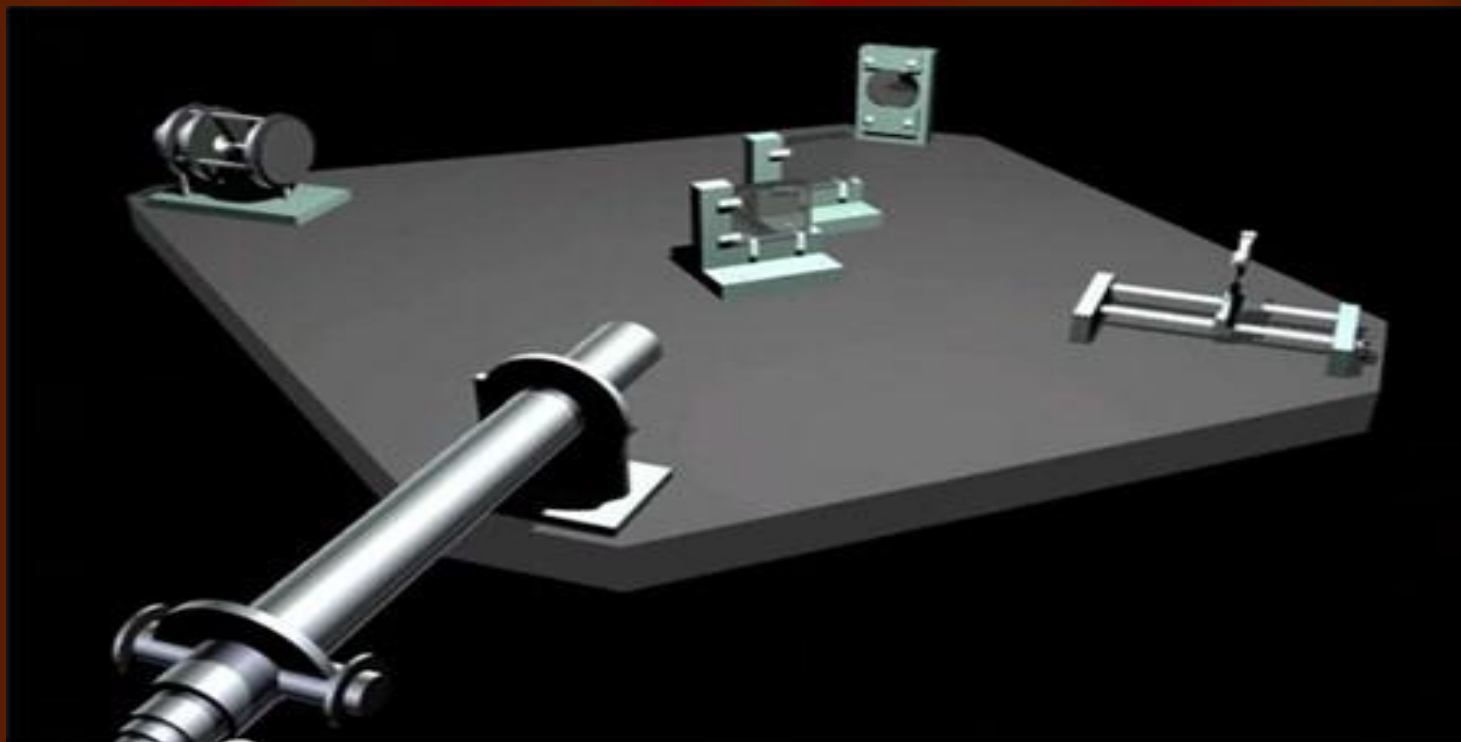


Опыт Фарадея

Информационный слайд (Тип А)

Наблюдение и эксперимент

Эксперимент – критерий истинности знаний



Интерферометр Майкельсона

Информационный слайд (Тип А)

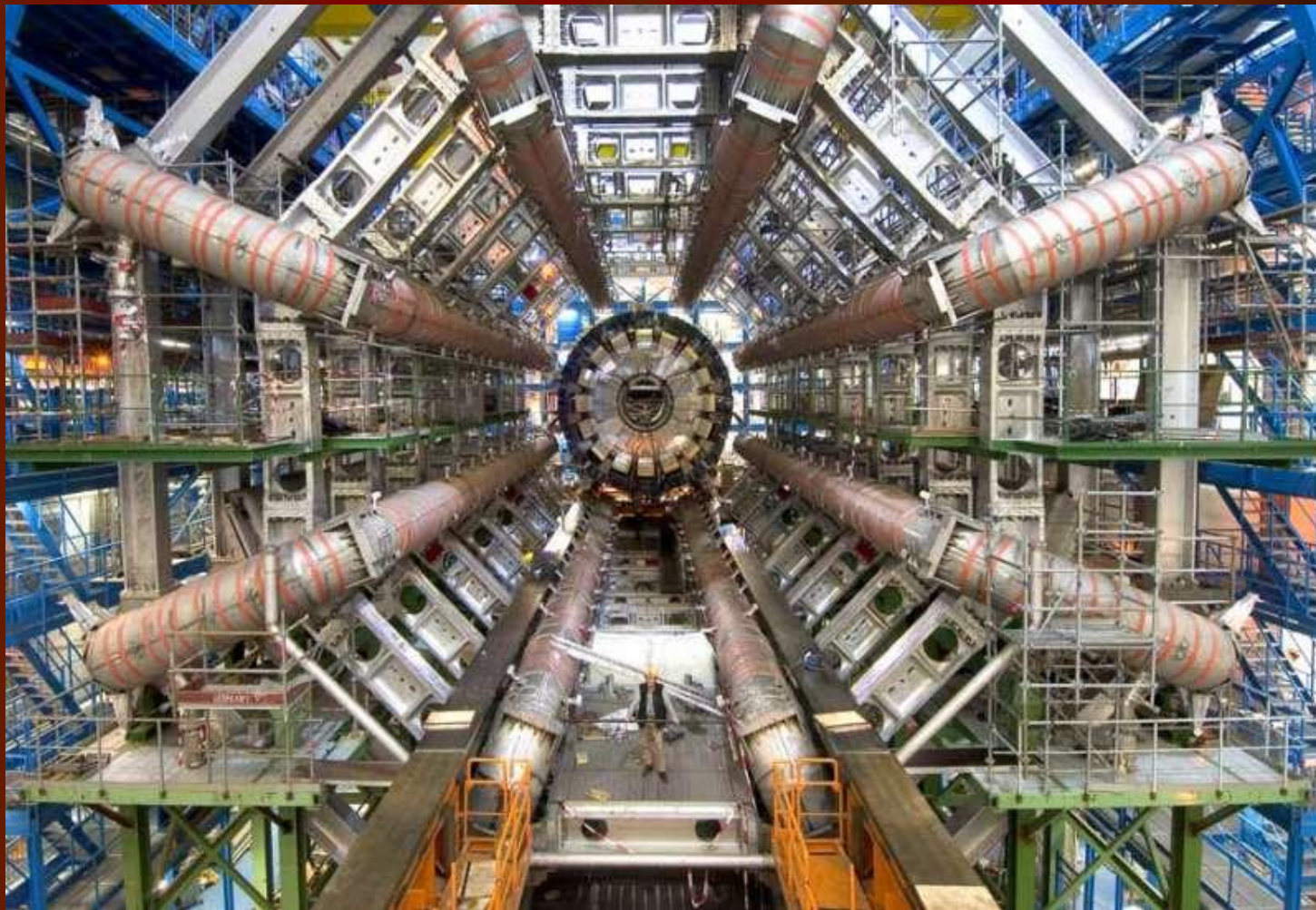
Специальные приборы и устройства для научных исследований



Ускоритель элементарных частиц – Большой адронный коллайдер

Информационный слайд (Тип А)

Специальные приборы и устройства для научных исследований



Большой адронный коллайдер

Информационный слайд (Тип А)

Специальные приборы и устройства для научных исследований



Космонавты Олег Котов и Сергей Рязанский во время работы на МКС

Информационный слайд (Тип А)

Специальные приборы и устройства для научных исследований



Полярная станция

Информационный слайд (Тип А)

Моделирование на эмпирическом уровне познания

Моделирование – метод научного познания, состоящий в создании и исследовании моделей реальных объектов

Материальная модель – это материально реализованная система, которая отражает существенные особенности и свойства реального объекта, явления или процесса и изучение которой дает новую информацию об этом объекте

Информационный слайд (Тип А)

Моделирование на эмпирическом уровне познания

Примеры материальных моделей



Модель Земли



Модель самолета



Модель ДВС

Информационный слайд (Тип А)

Моделирование на эмпирическом уровне познания

Примеры материальных моделей



Модель Земли



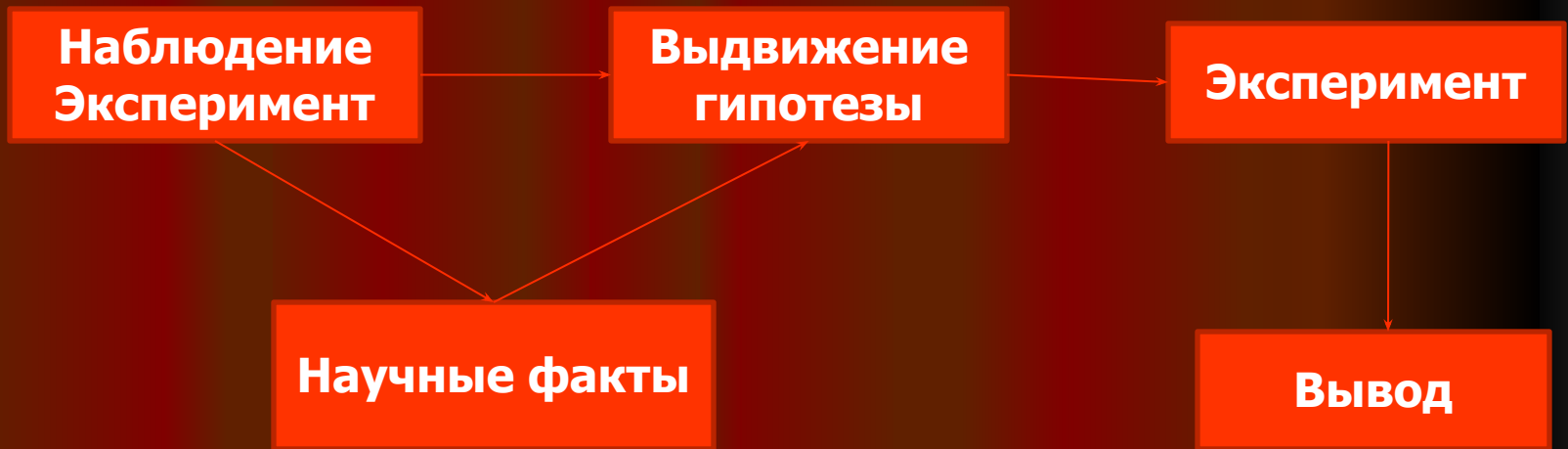
Модель самолета



Модель ДВС

Информационный слайд (Тип А)

Логика научного познания эмпирического уровня



Теоретический уровень научного познания

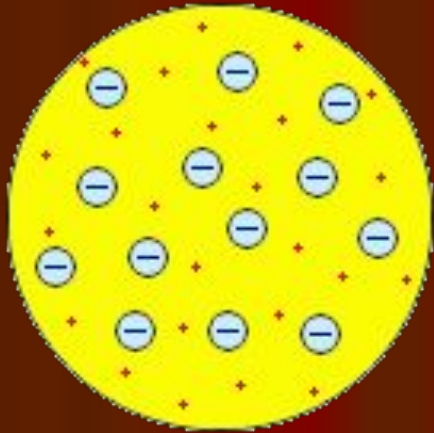
Моделирование на теоретическом уровне познания

Идеальная модель - это мысленно представляемая система, которая отражает существенные особенности и свойства реального объекта, явления или процесса и изучение которой дает новую информацию об этом объекте

Информационный слайд (Тип А)

Моделирование на теоретическом уровне познания

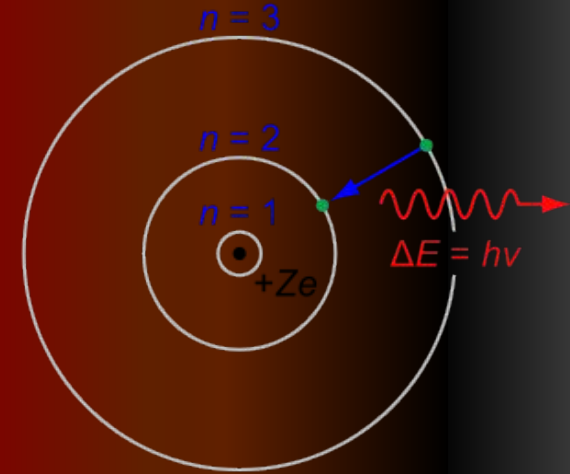
Эволюция идеальных моделей реальных объектов



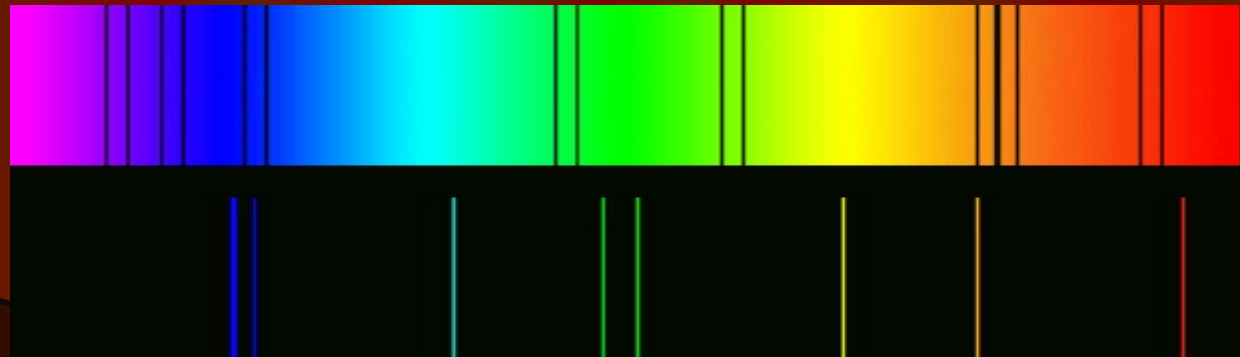
Атом Томсона



Атом Резерфорда



Атом Бора



Информационный слайд (Тип А)

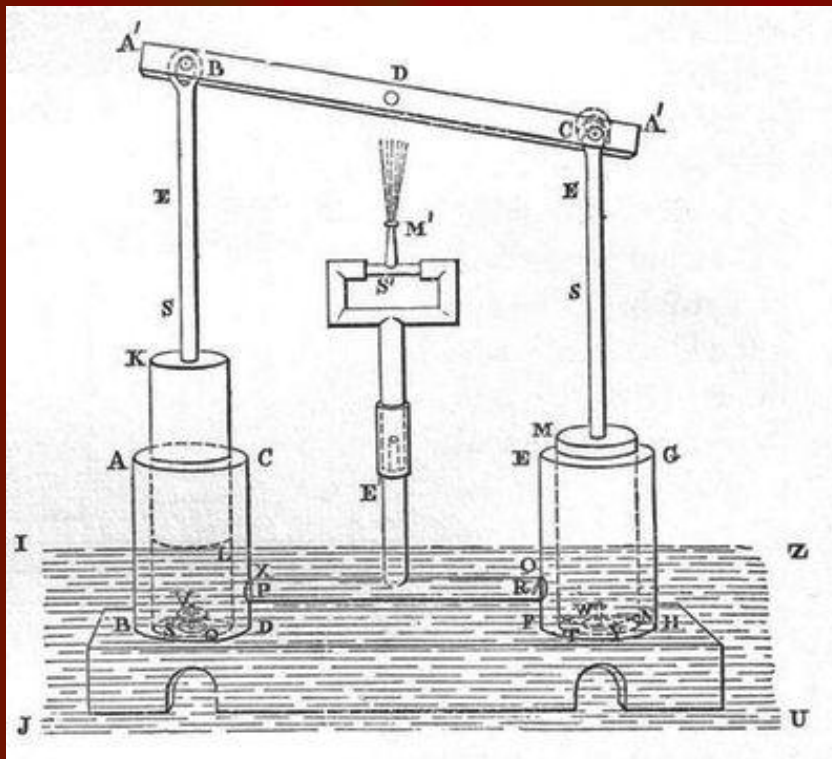
Моделирование на теоретическом уровне познания

Мысленный эксперимент - познавательный процесс, имеющий структуру реального эксперимента и осуществляемый с идеальной моделью. Мысленный эксперимент позволяет переходить от реальных объектов и процессов к идеальным моделям, действие с которыми позволяет получить результаты, применимые к реальным объектам

Информационный слайд (Тип А)

Моделирование на теоретическом уровне познания

Мысленный эксперимент



Насос Герона

Информационный слайд (Тип А)

Моделирование на теоретическом уровне познания

Мысленный эксперимент



Парадокс близнецов

Информационный слайд (Тип А)

Математическое моделирование

Фамилия И.О.	Математические модели
И.Ньютон	Математическое описание процессов, происходящих в природе, в виде формул и уравнений
Дж.К.Максвелл	Использование математических моделей для получения выводов: геометрической модели сил в виде силовых линий электрического поля
А.Эйнштейн Н.Бор Э.Резерфорд	Математическое описание объектов, недоступных для непосредственного наблюдения и делающих невозможным построение наглядной модели.

Информационный слайд (Тип А)

Математическое моделирование

Наука	Объект математического моделирования
Биология	Динамика популяций, процессы управления и регуляции в живых организмах
Экология	Мониторинг состояния окружающей среды, для моделирования экосистем, геоклиматического прогнозирования
География	Географические системы для оценки развития того или иного процесса во времени, прогнозирования изменения геологического состояния окружающей среды
Химия	Моделирование строения вещества, молекулы, химических процессов, квантовомеханических процессов

Информационный слайд (Тип А)

Логика научного познания теоретического уровня



Естественнонаучные понятия и величины

Информационный слайд (Тип А)

Естественнонаучные понятия

Частнонаучные				Общие	
Физи- ческие	Хими- ческие	Географи- ческие	Биологи- ческие	Естествен- нонаучные	Общена- учные
фотон спектр диспер- сия дифрак- ция импульс	кислота оксид валент- ность раство- римость	вулкан сталактит возвышен- ность остров материк	клетка вирус цитоплаз- ма тычинка ген	молекула давление энергия взаимодей- ствие газ	эволюция необрати- мость симмет- рия закон

Информационный слайд (Тип А)

Измерение величин

Измерить величину – значит сравнить ее с однородной величиной, принятой за единицу

При измерении получают значение величины. ***Значение величины*** включает числовое значение величины и ее единицу

Масса яблока 0,2 кг ($m=0,2$ кг)

Значение величины (массы яблока) – 0,2 кг

Числовое значение величины – 0,2

Единица величины - кг

**Числовое значение величины
зависит от единицы величины**

Информационный слайд (Тип А)

Международная система единиц – СИ (Si – System International)

Величина	Основная единица в СИ	Обозначение
длина	метр	м
время	секунда	с
масса	килограмм	кг
сила тока	ампер	А
термодинамическая температура	кельвин	К
сила света	кандела	кд
количество вещества	моль	моль

Информационный слайд (Тип А)

Международная система единиц – СИ (SI – System International)

Величина и единица	Определение
Длина (1 м)	Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени $1/299\,792\,458$ секунды
Время (1 с)	Секунда есть время, равное $9\,192\,631\,770$ периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133
Масса (1 кг)	Килограмм есть единица массы, равная массе международного прототипа килограмма.
Сила тока (1 А)	Ампер есть сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ ньютонов.

Информационный слайд (Тип А)

Международная система единиц – СИ (SI – System International)

Величина и единица	Определение
Термодинамическая температура (1 К)	Кельвин есть единица термодинамической температуры, равная $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды
Сила света (1 кд)	Кандела есть сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ герц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $(1/683)$ Вт/ср
Количество вещества (1 моль)	Моль есть количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой $0,012$ кг. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц.

Информационный слайд (Тип А)

Для справки – историческое происхождение

Величина и единица	Определение
Длина (1 м)	$1/_{10\,000\,000}$ расстояния от экватора Земли до северного полюса на меридиане Парижа.
Время (1 с)	День делится на 24 часа, каждый час делится на 60 минут, каждая минута делится на 60 секунд. Секунда это — $1/_{(24 \times 60 \times 60)}$ часть дня
Масса (кг)	Масса одного кубического дециметра (литра) чистой воды при температуре +4 °С и стандартном атмосферном давлении на уровне моря
Термодинамическая температура (1 К)	0 кельвинов- это температура абсолютного нуля. Согласно современному определению ноль шкалы Цельсия установлен таким образом, что температура тройной точки воды равна 0,01 °С. В итоге, шкалы Цельсия и Кельвина сдвинуты на 273,15: °С = К — 273,15.

Измерение величин, погрешности измерений

Измерение физической величины – определение ее значения опытным путем с помощью измерительных приборов (средств измерения)

Прямое измерение – определение значения физической величины непосредственно с помощью измерительного прибора.

Косвенное измерение – определение значения физической величины с использованием формулы, связывающей ее с другими величинами, измеренными непосредственно с помощью прибора.

Информационный слайд (Тип А)

Абсолютная и относительная погрешность

Абсолютная погрешность ΔA – отклонение измеренного значения физической величины от ее истинного значения; её принимают равной половине цены деления C

$$\Delta A = C/2$$

Результат измерения: $a = A \pm \Delta A$

Информационный слайд (Тип А)

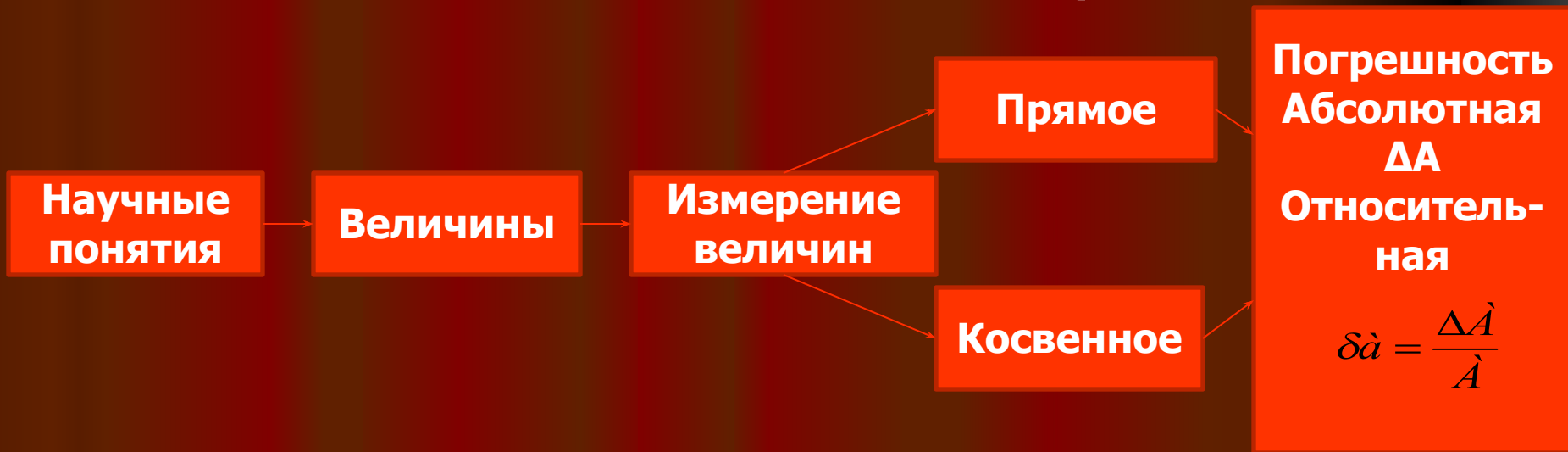
Абсолютная и относительная погрешность

Относительная погрешность δa равна отношению абсолютной погрешности ΔA к измеренному значению величины A

$$\delta a = \frac{\Delta A}{A} 100\%$$

Информационный слайд (Тип А)

Абсолютная и относительная погрешность



Естественнонаучные законы и теории

Естественнонаучные законы

Закон – устойчивая, повторяющаяся связь между величинам или характеристиками явлений

Частные законы			Общие естественнонаучные законы	
Физические	Биологические	Химические	Физикохимические	Общие
Паскаля Гука Ньютона Кулона Фарадея	Менделя Эволюции живого вещества Биогенетический	Кратных отношений Постоянства состава	Авогадро Гей-Люссака Дальтона Фурье для теплопроводности	Сохранения массы энергии заряда импульса

Естественнонаучные теории

***Теория* - замкнутая система понятий, принципов и законов, позволяющих достаточно полно описывать определенный круг явлений**

Частные теории			Общие естественнонаучные теории	
Физические	Биологические	Химические	Физико-химические	Общие
Классическая механика Колебаний Свободного падения	Эволюции Клеточная Мембранная Естественного отбора Хромосомная	Химического строения Валентных связей	Молекулярно-кинетическая Квантовая	Термодинамика Самоорганизации в открытых системах

Информационный слайд (Тип А)

Структура естественнонаучной теории

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ТЕОРИЯ

ОСНОВАНИЕ	ЯДРО	СЛЕДСТВИЯ
Эмпирический базис Идеализированные объекты Системы понятий и величин Процедуры измерения Правила операций с величинами	Система законов, определяющих связи между величинами Законы сохранения Постулаты и принципы	Объяснение фактов Практическое применение Предсказание нового знания

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ:

истолкование основных понятий и законов,
осмысление границ применимости

1.3. Эволюция естественнонаучной картины мира

Информационный слайд (Тип А)

Естественнонаучная картина мира

Общенаучная картина мира - обобщенная и систематизированная совокупность постоянно развивающихся знаний о природе, обществе и познании, подтвержденных на опыте или в практике, в их взаимодействии и развитии

Естественнонаучная картина мира – идеальная модель природы, включающая в себя общие понятия, принципы, гипотезы естествознания и характеризующую определенный этап его развития.

Информационный слайд (Тип А)

Структура естественнонаучной картины мира



Информационный слайд (Тип А)

Эволюция естественнонаучной картины мира

Картина мира	Материя	Пространство и время	Формы движение	Взаимодействие
Механическая	Вещество	Абсолютные, не связаны	Механическая, скорость бесконечно большая	Гравитационное
Электро-динамическая	Вещество и поле	Относительные, связаны друг с другом	Механическая и электро-магнитная Скорость конечна	Гравитационное и электро-магнитное
Квантово-полевая	Вещество и поле взаимопре- вращаемы	Относительные связаны друг с другом и с материей	Механическая, электро-магнитная, квантово-полевая	Гравитационное, электро-магнитное, сильное, слабое

Тестовые задания

1. Наука

- 1) является компонентом культуры
- 2) включает в себя культуру
- 3) имеет тот же статус, что и культура

2. Холистический подход к окружающему миру предполагает

- 1) объединение гуманитарной и естественнонаучной культур
- 2) примат гуманитарной культуры
- 3) примат естественнонаучной культуры

Тестовые задания

3. Кто из ученых ввел в научный язык термин «физика»?

- 1) Галилей
- 2) Аристотель
- 3) Коперник

4. Анаксимен считал первоосновой

- 1) воздух
- 2) воду
- 3) землю, воду, воздух и огонь

Тестовые задания

5. Начало развития биологии как науки связано с работами

- 1) Ламарка
- 2) Везалия
- 3) Гарвея

6. Основоположником научного метода в естествознании считают

- 1) Ньютона
- 2) Дарвина
- 3) Галилея

Тестовые задания

7. К объектам наномира относятся объекты, размеры которых

- 1) много меньше 10^{-9} м
- 2) много больше 10^{-9} м
- 3) порядка 10^{-9} м

8. Каковы функции эксперимента в процессе познания эмпирического уровня?

- 1) только источник знаний
- 2) только критерий истинности знаний
- 3) и источник знаний, и критерий истинности знаний

Тестовые задания

9. Какой (-ие) из перечисленных ниже экспериментов относится (-ятся) к фундаментальным?

- 1) эксперимент Ампера с параллельными токами
- 2) эксперимент Ома по изучению зависимости силы тока от напряжения на концах проводника
- 3) эксперименты Галилея по изучению законов движения падающих тел

10. Модель идеального газа представляет собой

- 1) материальную модель
- 2) модель-аналогию
- 3) идеальную модель

Тестовые задания

11. Какой из приведенных ниже законов является общим естественнонаучным законом?

- 1) закон всемирного тяготения
- 2) второй закон термодинамики
- 3) эволюции живой материи

12. Идеализированный объект относится

- 1) к основанию теории
- 2) к ядру теории
- 3) к следствию теории

Критерии успешного прохождения ЭУК

Успешным прохождением ЭУК может считаться правильные ответы на 6 тестовых вопросов из 12.