

Общие вопросы преподавания физико-математических дисциплин

1. Репродуктивные и продуктивные формы
обучения, психологические основы обучения

Рыжиков Сергей Борисович
доктор педагогических наук
доцент физического ф-та МГУ
sbr@physics.msu.ru

2018

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ !

Тексты из законов, ФГОС, Программ и др. документов приведены не дословно, а с сильным сокращением. Точные тексты Законов, ФГОС и др. можно прочитать на сайте Министерства Просвещения

Рекомендованная литература

Основная

1. Теория и методика обучения физики в школе. Общие вопросы. / ред. Каменецкий С.Е. М.: Академия. 2000.
2. Якута А.А. Состав, цели и задачи учебной дисциплины. Учебное пособие для студентов магистратуры. М.: МГУ. 2017.
3. Рабочая концепция одаренности. / Под ред. Богоявленской Д.Б. и Шадрикова В.Д. – М.: Изд. Министерства образования РФ. – 2003.
4. Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 26 декабря 2012 года.

Рекомендованная литература

Основная

5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования.
7. Примерная основная образовательная программа основного общего образования. Одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию 8 апреля 2015.
8. Примерная основная образовательная программа среднего общего образования. Одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию 28 июня 2016.

Рекомендованная литература

Дополнительная

1. Б.М. Величковский. Когнитивная наука. В 2-х т. М.: Академия. 2006
2. Теория и методика обучения физики в школе. Частные вопросы. / ред. Каменецкий С.Е. М.: Академия. 2000.
3. Савенков А.И. Психологические основы исследовательского подхода к обучению. Учебное пособие. – М.: Ось-89. 2006.
4. Э. Боно. Латеральное мышление. М.: Поппури. 2012.
5. Одаренные дети. / пер. Слуцкий. М.: Прогресс. 1991
6. Я.А. Коменский. Великая дидактика. (1632).
7. У. Диксон. 20 великих открытий в детской психологии. СПб.: Еврознак. 2007.

Рекомендованная литература

Дополнительная

8. А.Н. Поздняков. История педагогики и образования за рубежом и в России. М.: Наука. 2009.
<https://studfiles.net/preview/5795201>
9. Закон «Об укреплении связи школы с жизнью и о дальнейшем развитии системы народного образования в СССР» от 24 декабря 1958 года
10. Рыжиков С.Б. Диссертация, монографии и учебное пособие для школьников, доступны на сайте:
<http://phys.msu.ru/rus/entrants/courses/vfms/>

Целевая аудитория курса

Будущие преподаватели вузов

Будущие школьные учителя

Будущие педагоги в других учебных заведениях

Проблемы, цели и задачи

1. Наличие у каждого человека собственного опыта обучения в школе и вузе
2. Принцип «Мишкиной каши»
3. Ограниченность собственного опыта
4. Незнакомство с составлением планов и отчетов

Педагогика – наука или искусство?

Соотношение педагогики и психологии

ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

- ИТОГОВОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ;
- МИНИ – ТЕСТИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ НА ЛЕКЦИЯХ;
- НАПИСАНИЕ РЕФЕРАТА

Пример вопроса на тестировании

Кто ввел классно-урочную систему в школах, которая практически без изменений дошла до наших дней?

- Епископ Джордж Беркли
- Франсуа Вольтер
- Рене Декарт
- Дени Дидро
- Ян Коменский
- Николай Кузанский
- Не знаю ответа на вопрос

Два подхода к изложению материала

1. Аксиоматический

Что есть наука?

Что есть педагогика?

Что есть дидактика?

Что есть методика?

Что есть знание?...

2. Проблемный

Какие проблемы есть и как их решать?

Задачи методики

[Каменецкий] ...задачей методики является поиск ответа на три вопроса:



Терминология

- сознание;
- мышление;
- мотивация;
- когнитивность;
- компетенция...

Терминология в физике

сила $F = ma$ (Н)

лошадиная сила (Вт)

сила тока (А)

ЭДС (В)

коэрцитивная сила (Тл)

оптическая сила (Д)

пондеромоторная сила

Мышление

- абстрактное
- пространственное
- конвергентное (логическое)
- дивергентное (креативное)
- интуитивное
- и др.

Знания, умения, навыки

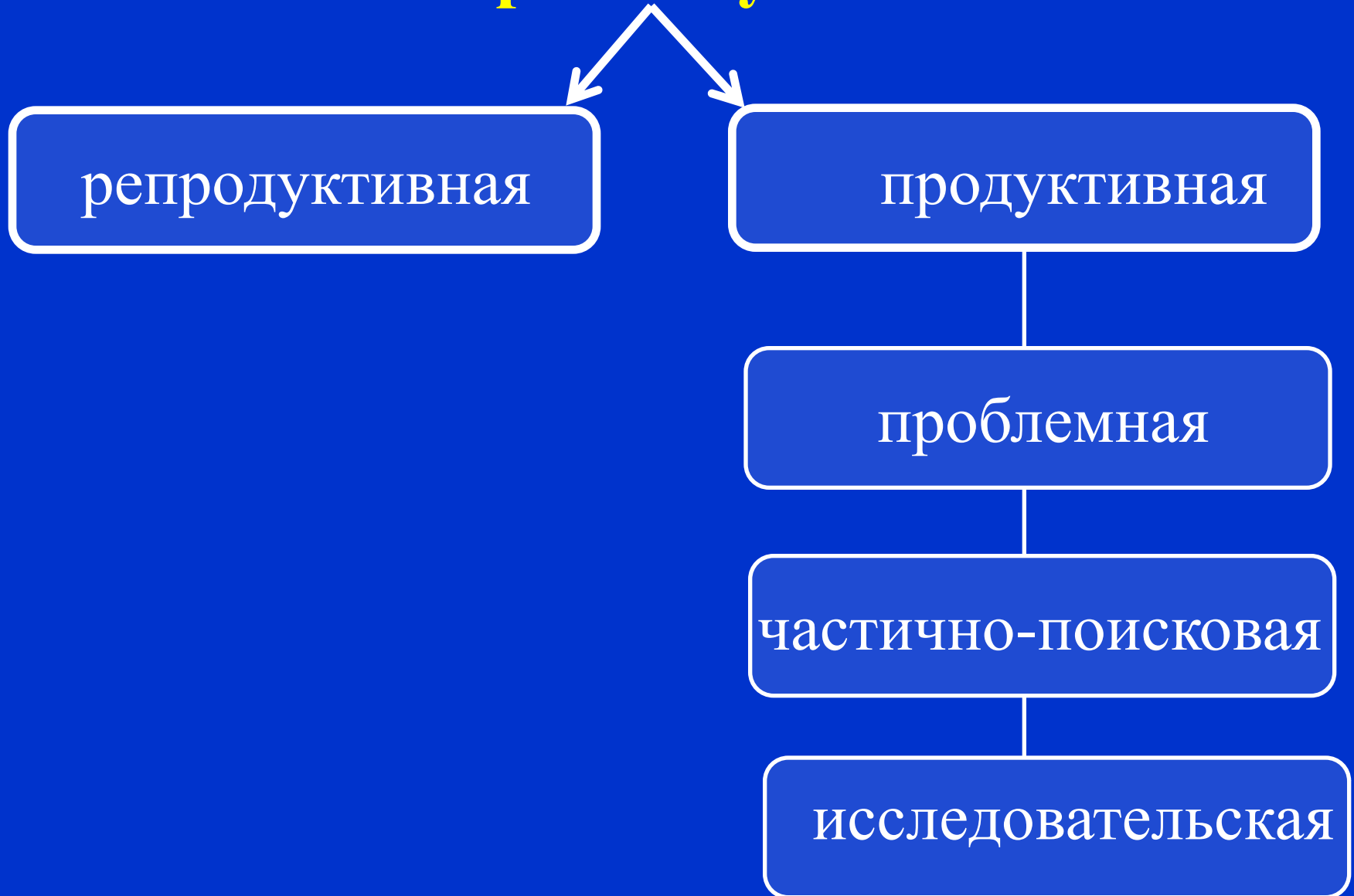
Знание предмета или знание, как ответить на вопрос.

Умение – возможность воспроизведения действия

Навык – возможность быстрого и уверенного воспроизведения действия

Компетентность – всеобъемлющее освоение действия

Формы обучения



Сравнение форм обучения

- репродуктивная – быстрая передача большого объема информации;
- продуктивная – лучшее усвоение информации;

Основные образовательные парадигмы

Авторитарная

Гуманистическая

Цель образования

Подготовка к труду, люди с заданными качествами.

Обеспечение самореализации личности.

Отправная точка

Потребности общественного производства

Потребности и интересы личности

Роль ЗУН

Результат обучения

Средство развития

Форма

Репродуктивная

Продуктивная

Роль

ученика

Обучаемый

Обучающийся

Основные образовательные парадигмы

Авторитарная

Гуманистическая

Роль
учителя

Единственный
источник
информации и
контролер качества
производства

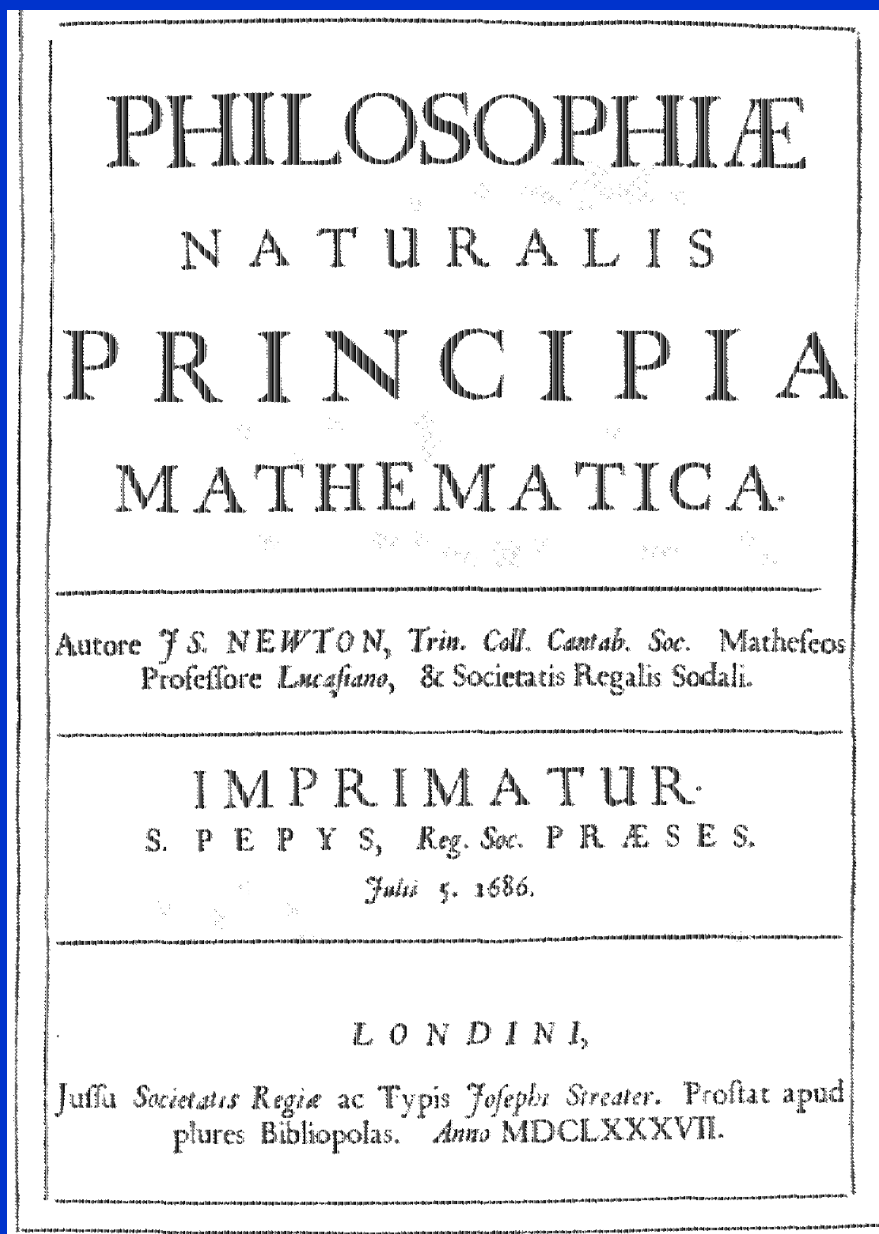
Консультант,
помощник,
организатор

Структура
общества

Традиционное,
авторитарное

Развивающееся,
демократическое

Законы Ньютона



1687

*Philosophiæ
Naturalis Principia
Mathematica*

Математические
начала натуральной
философии

перевод акад.
А.Н. Крылова, 1936

Axiomata Sive Leges Motus

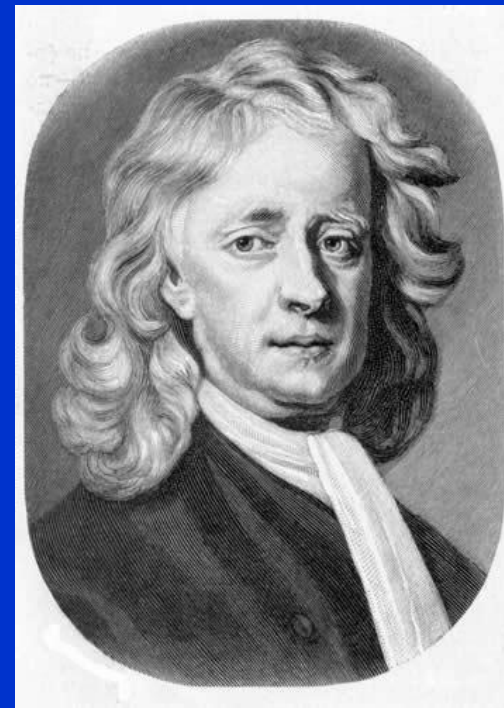
Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare.

Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние

Трудности перевода

nisi - логическое условие:
если не, кроме, исключая
quatenus - так как, поскольку,
по отношению ко времени —
до тех пор
nisi quatenus можно перевести
«до тех пор, пока» или «пока»

перевод А.Н. Крылова



Проблемный подход

- 1) Какую цель преследовал Ньютон, формулируя законы движения, что он хотел доказать или обосновать?
- 2) Что было известно до него?
- 3) Какие новые экспериментальные факты вошли в противоречие с существующими теориями?
- 4) Какие новые идеи позволили Ньютону открыть законы движения?

Проблемный подход

1) Основная цель - доказать истинность Копернико - Кеплеровской системы мира

2) Что было известно до него?

- гелиоцентрическая система мира Коперника,
- эмпирические законы Кеплера,
- принцип относительности Галилея,
- равноускоренное падение тел,
- движение тел по параболе.

Новые данные

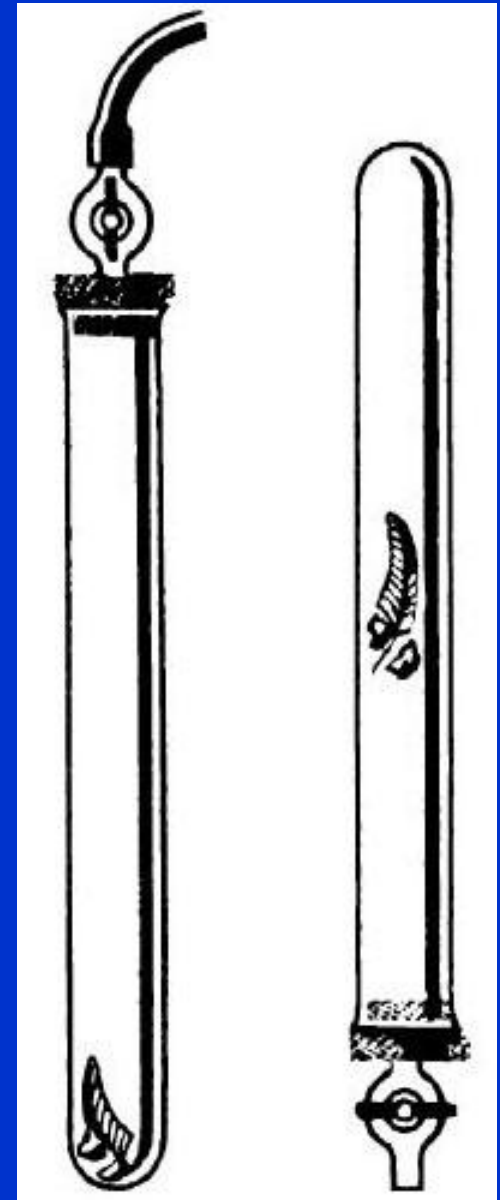
3) Новые экспериментальные факты

1650 г изобретен вакуумный насос Отто фон Герике (Магдебургские опыты 1654 г)



Трубка Ньютона

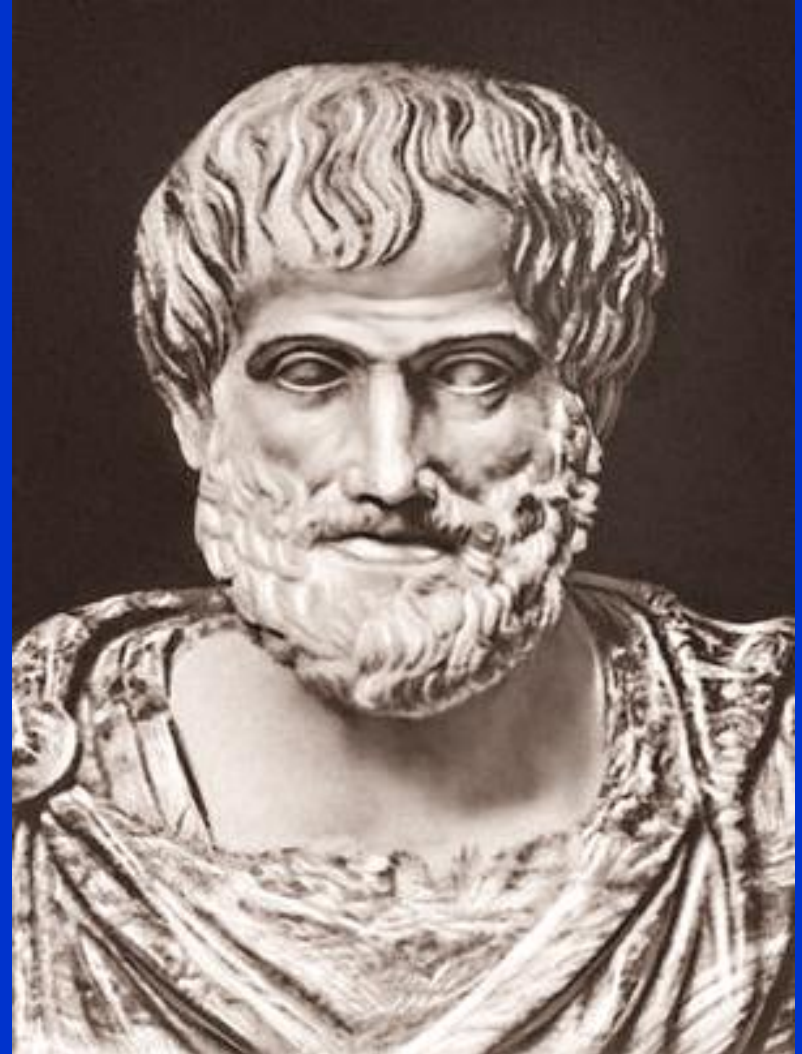
«... когда воздух удален, как, напр., в **бойлевой** пустоте, сопротивление прекращается, так что нежнейшее перышко и кусочек золота падают в этой пустоте с одинаковою скоростью».



Обоснование инерции

Аристотель - движение брошенного камня поддерживает воздух

Для Ньютона инерция - единственный способ объяснить движение брошенного камня



Примеры

- 1) Брошенное тело продолжает удерживать свое движение, поскольку его не замедляет сопротивление воздуха и поскольку сила тяжести не побуждает это тело вниз.
- 2) Волчок... не перестает вращаться (равномерно), поскольку это вращение не замедляется сопротивлением воздуха.
- 3) Большие же массы планет и комет, встречая меньшее сопротивление в свободном пространстве, сохраняют свое как поступательное, так и вращательное движение в продолжение гораздо большего времени.

Определение III

Врожденная сила материи есть присущая ей способность сопротивления, по которой всякое отдельно взятое тело, поскольку оно предоставлено самому себе, удерживает свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

Эта сила всегда пропорциональна массе, и если отличается от *инерции* массы, то разве только воззрением на нее.

I закон Ньютона

*«Всякое тело продолжает удерживаться в своем **состоянии** покоя или равномерного и прямолинейного движения, **пока и поскольку** оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние».*

- 1) состояние равномерного движения
- 2) сила - причина ускорения
- 3) всякое тело
- 4) сила тяжести

Сила - причина ускорения

«Каким же образом проверить справедливость этого замечательного закона? Ведь невозможно создать такие условия, при которых на движущееся тело не действовали бы никакие силы. Это верно, но зато можно проследить обратное. В любом случае, когда тело изменяет скорость или направление движения, всегда можно найти причину - силу, которой это изменение обязано».

Ландау Л.Д., Китайгородский А.И.

Физика для всех. М.: Наука. 1974

Небесные и земные тела подчиняются одним законам

Пример III

«Большие же массы планет и комет, встречая меньшее сопротивление в свободном пространстве, сохраняют свое как поступательное, так и вращательное движение».

Сила тяжести

Ньютон идет вопреки Аристотелю, считавшему невидимые сущности магией...

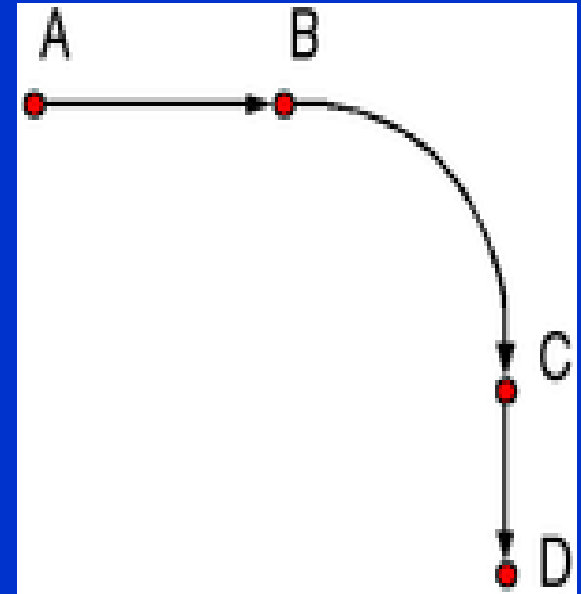
«Причину же этих свойств силы тяготения я до сих пор не мог вывести из явлений, **гипотез же я не измышляю**. Все же, что не выводится из явлений, должно называться гипотезою, гипотезам же метафизическим, физическим, механическим, скрытым свойствам, не место в экспериментальной философии».

Логика законов Ньютона

1) Почему продолжает движение камень, после того как его перестала толкать рука? Физика Аристотеля - движение поддерживает воздух.

Трубка Ньютона - объяснение неверно.

Ньютон вводит понятие инерции.



Логика законов Ньютона

2) Почему брошенный камень впоследствии падает вниз?

Физика Аристотеля - «естественное движение» к центру Земли.

I закон Ньютона - изменение скорости может быть вызвано только внешними силами, следовательно, есть сила притяжения Земли.
(первый пример)

Логика законов Ньютона

3) Почему мы видим вращение неба со звездами?

Физика Аристотеля - «естественные движения»

Ньютон: на самом деле вращается Земля, вращается по инерции подобно вращению по инерции волчка (второй и третий примеры).

Логика законов Ньютона

4) Почему меняется положение Луны и планет относительно звезд?

Физика Аристотеля - «естественные движения» Луны и планет.

Ответ Ньютона: планеты и Земля обращаются вокруг Солнца. И делают они это из-за наличия силы (третий пример).

II и III законы нужны для измерения сил.

Ньютон и Галилей

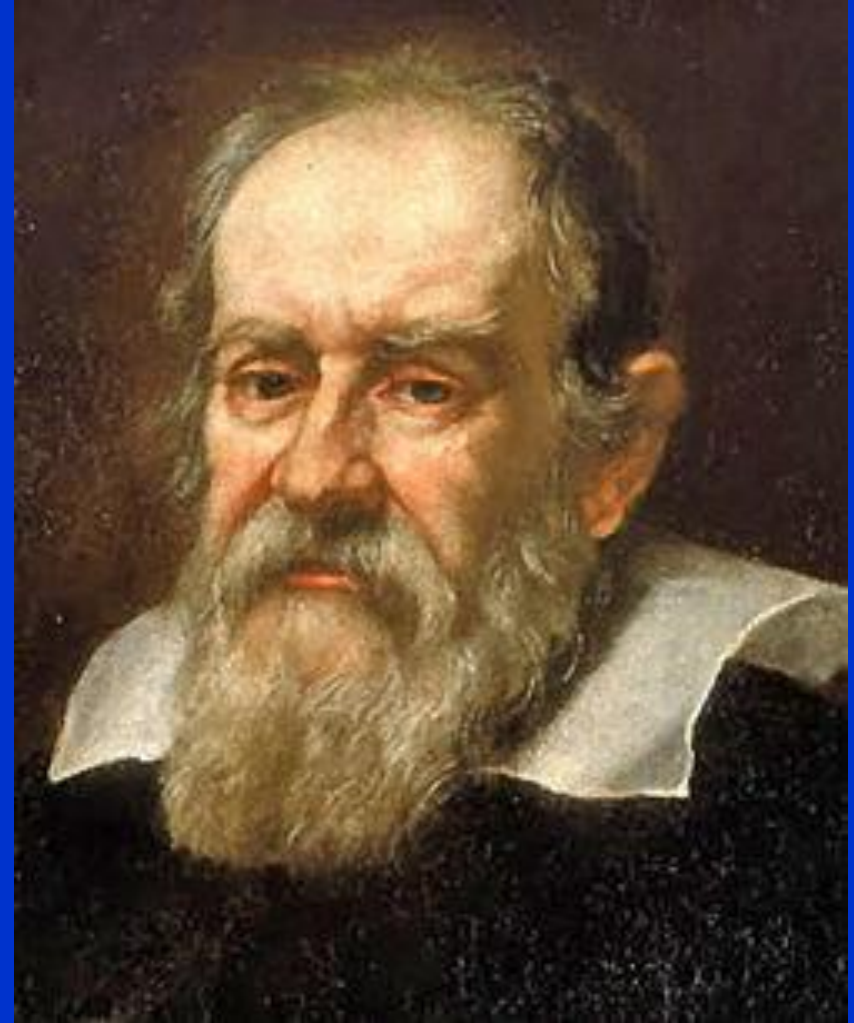
«До сих пор я излагал начала, принятые математиками и подтверждаемые многочисленными опытами. Пользуясь первыми двумя законами и первыми двумя следствиями, Галилей нашел, что падение тел пропорционально квадрату времени и что движение брошенных тел происходит по параболе; это подтверждается опытом, поскольку такое движение не претерпевает замедления от сопротивления воздуха». (Ньютон)

Галилей

«...орудие и находящееся внутри его ядро участвуют в том же движении, которым обладает Земля... **вокруг центра**, каковое не встречает препятствия со стороны движения вверх после выстрела и не уничтожается им; таким образом, следуя всеобщему движению Земли на восток, ядро постоянно держится над той же пушкой как при подъеме, так и при возвращении... всегда возвращается в то же место, движется ли корабль или стоит неподвижно»

Галилей

«...движение вместе с Землей есть движение древнейшее и постоянное, присущее этому ядру в качестве земной вещи и не отделимое от него, которым оно обладает, и будет постоянно обладать по своей природе...»



І закон

Всем телам присуща инерция, то есть свойство покоиться или двигаться равномерно прямолинейно в отсутствии сил, поддерживающих движение или препятствующих ему. Любое изменение скорости происходит только под действием внешних сил. Системы отсчета, для которых выполняется это правило (закон), называются инерциальными.

Исследовательское обучение

В прошлом использовались в основном репродуктивные методы передачи знаний, что было обусловлено относительной стабильностью окружающего мира.

В условиях непредсказуемо динамично меняющегося мира, возникает необходимость перехода к продуктивным методам образования.

Используемые термины

- любопытство
- любознательность
- поисковая активность
- исследовательское поведение
- исследовательская деятельность
- исследовательские способности
- исследовательское обучение
- исследовательская работа
- детская одаренность
- одаренные дети

Исследовательское поведение

Различают два взаимодополняющих типа поведения:

- *автоматическое поведение*, основанное на использовании уже известных моделей поведения, характерно для стандартных ситуаций;
- *исследовательское поведение*, предполагающее поиск новых, неизвестных моделей, возникает в случае, когда автоматическое поведение не дает ожидаемого эффекта.

[Савенков А.И. Психологические основы исследовательского подхода к обучению. 2006]

Поведение

Под поведением будем понимать все внешне наблюдаемые реакции организма на внешние воздействия (стимулы), которые можно объективно зафиксировать невооруженным глазом либо с помощью специальных приборов...

[Большой психологический словарь]

Поисковая активность

Поисковая активность – активность исследовательского поведения.

Чем динамичнее меняется мир (как локально, так и глобально), тем больше необходимости в исследовательском поведении.

В силу нестандартности ситуации её принципиально нельзя точно спрогнозировать.

Любопытство – жажда новизны.

Любознательность – следующий уровень поисковой активности, характеризующийся устойчивым интересом к исследованию мира.

Поисковая активность (2)

В основе поисковой активности лежит *безусловный рефлекс*, получивший от своего первооткрывателя Ивана Петровича Павлова (1849-1936) наименование *«ориентировочно-исследовательского»*.

Как отмечал И.П. Павлов эта «бескорыстная любознательность», особо присущая высшим обезьянам и человеку, имеет самостоятельное побуждающее значение и не выводится из других побуждений и не сводится к ним.

Поисковая активность (3)

Хотя в основе поисковой активности лежит безусловный рефлекс, уровень поисковой активности не является генетически predetermined, а связан с окружением индивида и определяется большим числом случайных и, как следствие, трудно прогнозируемых факторов...
[Савенков А.И. Психологические основы...]

Определение исследовательского поведения

Физиологи.

Исследовательское поведение — комплекс реакций, которые знакомят животное с окружающей средой или источником раздражения и создают основу для индивидуального программирования поведения [Tinbergen N].

Исследовательское поведение — поведение, направленное на уменьшение возбуждения, вызванного неопределенностью ситуации [Berlyne D.]

Определение исследовательского поведения (2)

Исследовательское поведение – поиск информации.

Исследовательское поведение – это поведение, направленное на поиск и приобретение новой информации; одна из фундаментальных форм взаимодействия живых существ с реальным миром, направленное на его познание...

[Большой психологический словарь]

Определение исследовательского поведения (3)

Исследовательское поведение — это вид поведения, построенный на базе поисковой активности и направленный на изучение объекта или разрешения нестандартной проблемной ситуации [Савенков А.И. Психологические основы...]

Исследовательская деятельность

- поисковая активность определяется самим фактом поиска решения в нестандартной ситуации;
- исследовательское поведение описывает в основном внешнее поведение субъекта;
- *исследовательская деятельность* характеризует *структуру* этого поведения

Исследовательская деятельность (2)

- поисковая активность — мотивирующий фактор исследовательского поведения
- механизм осуществления исследовательского поведения — *мышление*
- анализ полученных результатов, оценка развития ситуации
- прогнозирование (создание гипотез)
- коррекция исследовательского поведения

Мышление

Мышление – психический процесс отражения действительности, творческое преобразование субъективных образов в *сознании* человека для разрешения реальных противоречий в обстоятельствах жизнедеятельности людей, для образования ее новых целей, открытия новых средств и планов их достижения... [Большой психологический словарь]

Мышление (2)

Дж. Гилфорд выделил два типа мышления:

- **конвергентное** (логическое, однонаправленное), связанное с использованием усвоенных алгоритмов;
- **дивергентное** (идущее одновременно в разных направлениях) связанное с порождением множества оригинальных и нестандартных решений.

[Большой психологический словарь]

Иногда говорят – конвергентная и дивергентная продуктивность мышления

Исследовательские способности

Для успешного осуществления исследовательской деятельности субъект должен обладать *исследовательскими способностями*.

Исследовательские способности — это индивидуально-психологические способности личности, являющиеся субъективными условиями успешного осуществления исследовательской деятельности

[Савенков А.И. Психологические основы...]

Структура исследовательских способностей

- мотивационная составляющая — *поисковая активность*
- способность к *дивергентному* мышлению — требуется на этапе выявления проблем и выдвижения гипотез
- способность к *конвергентному* мышлению — важно на этапе анализа и оценки ситуации, разработки ситуации и рефлексии

Характеристики дивергентного мышления: продуктивность, оригинальность, гибкость, способность к разработке идей.

Характеристики конвергентного мышления: способность к анализу и синтезу.

Исследовательские способности и IQ

IQ (Intelligence quotient) часто применяют для выявления одаренных детей

В классических тестах IQ (и в стандартных задачах по физике) используются задачи *конвергентного* типа

Успехи в школе часто коррелируют с показателями IQ и не всегда коррелируют с исследовательскими способностями

Многие ученые и изобретатели не были отличниками в школе

Оценка исследовательских способностей

Исследовательские способности являются интегративным свойством психики:

- уровень интеллекта показывают продуктивность *конвергентного* мышления;
- элементарное экспериментирование выявляет степень *поисковой активности*;
- тесты на креативность показывают продуктивность *дивергентного* мышления.

Оценка исследовательских способностей

Критерии оценки исследовательских способностей [Савенков. Психологические основы...]

- умение видеть проблемы;
- умение ставить вопросы;
- умение выдвигать гипотезы;
- умение давать определение понятиям;
- умение классифицировать;
- умение наблюдать;
- умение и навыки проведения экспериментов;
- умение делать выводы и умозаключения;
- умение структурировать материал;
- умение объяснять и защищать свои идеи.

Оценка исследовательских способностей

Оценка уровня исследовательского поведения и креативности проводится в ситуациях с высокой степенью новизны (неопределенности). Ставя школьника в ситуацию неопределенности и новизны, мы создаем неопределенность проведения тестирования.

Поэтому неопределенность начальных условий неизбежно приводит к потере однозначности получаемых результатов

Исследовательское обучение

V в. д.н.э. Метод диалога «*Сократические беседы*».

- беседа состоит из наводящих вопросов, отвечая на которые, собеседник убеждался в неверности своих позиций;
- шутливо искаженная позиция учителя, показывающего мнимое незнание обсуждаемого вопроса.

Жан Жак Руссо (1712-1778) – «естественное воспитание». В воспитании недопустимы зубрежка, телесные наказания и пр. Основной стимул обучения– это интерес ребенка, а основной источник знания– это опыт ребенка.

Исследовательское обучение

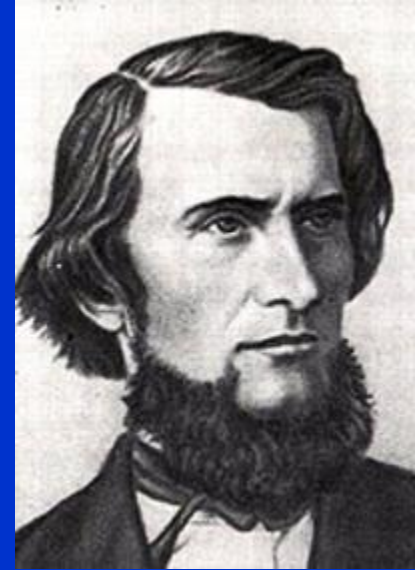
*Михаил Васильевич
Ломоносов (1711-1765)*

— обучение должно
строиться на
наглядности,
доступности, высокой
степени научности,
активности и
самостоятельности
учащихся.



Исследовательское обучение

Константин Дмитриевич Ушинский
(1824-1871) – основоположник научной педагогики в России



Два типа обучения:

пассивное посредством преподавания;
активное посредством собственного опыта.

Первый тип обучения протекает быстрее, однако, просто принятый на веру материал легко забывается.

«... педагогика не наука, а искусство... самое высокое и самое необходимое из всех искусств... искусство воспитания опирается на науку»

Исследовательское обучение

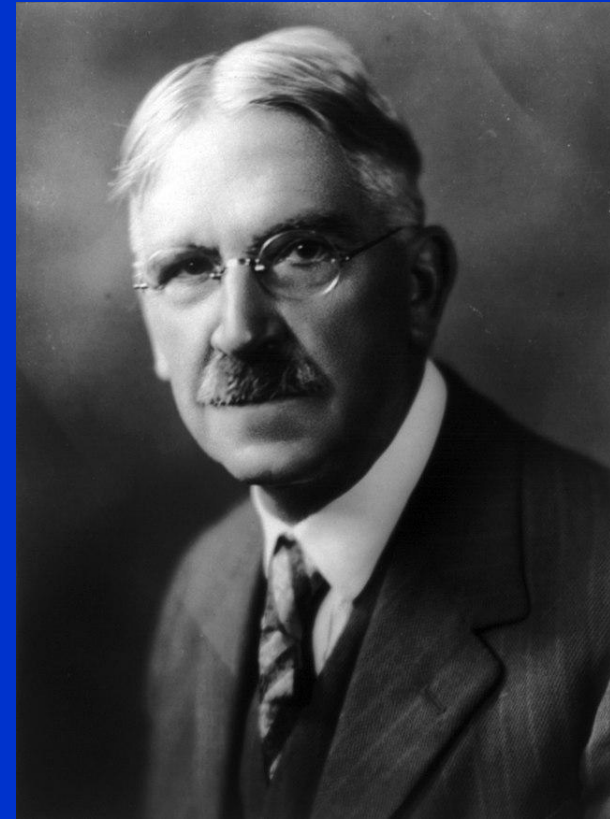
*Лев Николаевич
Толстой (1828-1910)*

... образованием
можно считать лишь
то, что опирается на
собственный опыт
ученика.



Исследовательское обучение

Джон Дьюи (John Dewey, 1859-1952) – книги могут дать знания, но воспитать может только опыт; в обучении нужно исходить из четырех детских инстинктов: исследовательского, деятельностного, художественного и социального. Учебная деятельность требует исследования и экспериментирования, класс должен быть не просто аудиторией, а мастерской.



Исследовательское обучение

Овид Декроли (1871-1932), Полина Кергомар (1838-1925), Эдмон Демолен (1852-1907), Селестен Френе (1896-1966) – **Франция;**

Адольф Ферьер (1879-1960) – **Швейцария;**

Мария Монтессори (1870-1952) – **Италия;**

Георг Кершенштейнер (1854-1932), Август Вильгельм Лай (1862-1926), Эрнст Мейман (1862-1915) – **Германия;**

Элен Паркхерст (1887-1973) – **США;**

Иван Фомич Сवादковский (1895-1977), Петр Федорович Каптерев (1849-1922), Константин Николаевич Вентцель (1857-1947) – **Россия**

Исследовательское обучение

Исследовательское обучение направлено на развитие умений и навыков научного поиска.

Основные требования научного поиска:

- объективность;
- воспроизводимость;
- доказательность;
- точность.

Опыт работы даже с детьми младшего школьного возраста показывает, что более результативным является не «игра в творчество», а реальное решение реальных проблем [Савенков А.И. Психологические основы...]

Исследовательское обучение

[Савенков А.И. Психологические основы...]

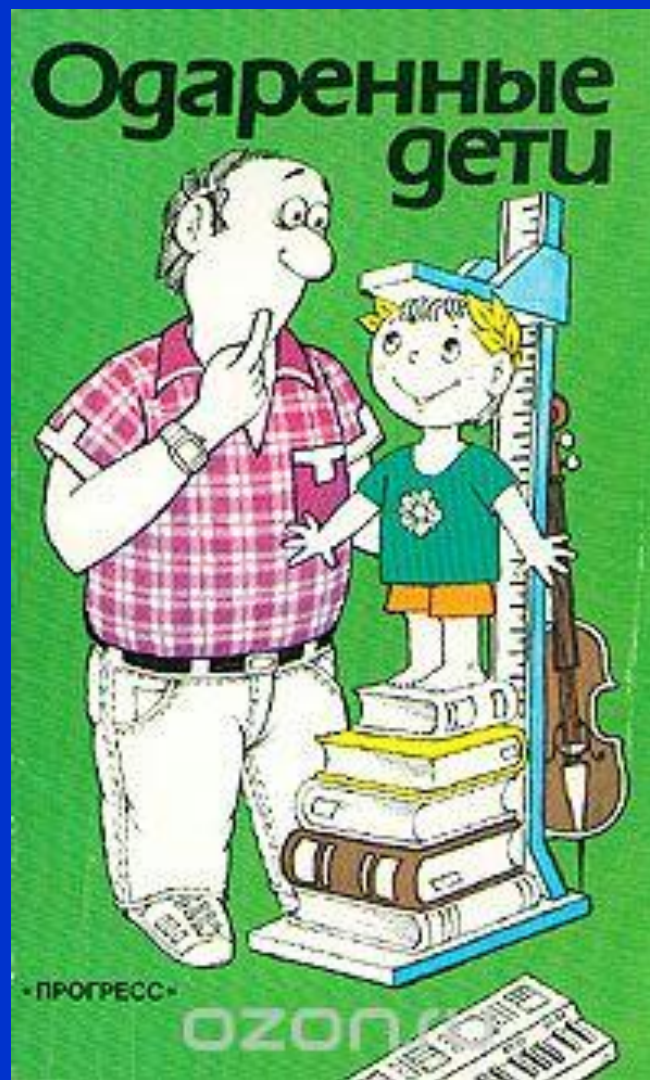
- 1) у ученика должно возникнуть чувство неудовлетворенности имеющимися представлениями, он должен почувствовать их ограниченность;
- 2) новые представления должны быть такими, чтобы ученики могли ясно их понимать;
- 3) новые представления должны согласовываться с представлениями ученика об устройстве мира;
- 4) новые представления должны быть плодотворными, т.е. быть в познавательном смысле полезнее старых.

Исследовательское обучение

Исследовательское обучение — это обучение, в котором обучающийся ставится в ситуацию, в которой он сам овладевает понятиями и подходами к решению проблем в процессе познания, в большей или меньшей степени организованного (направляемого) учителем [Кларин 1994].

Всем ли подходит исследовательское обучение?

Детская одаренность



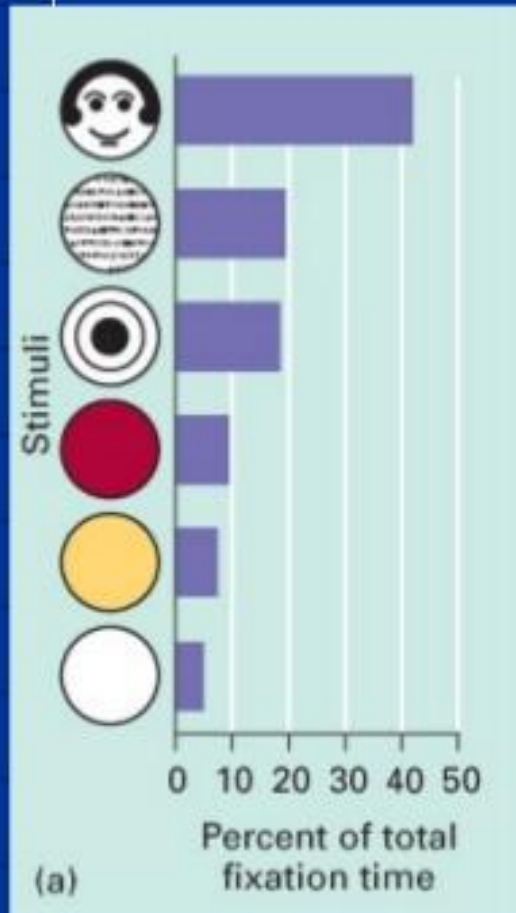
История определения одаренности

- Античность и Средние века – одаренность (гениальность) – Божий дар
- Возрождение – все люди от рождения равны, а дальнейшее определяется их обучением. Следствие – необходимо всеобщее образование.
- Джон Локк (1632-1704) – *tabula rasa*



Знание младенцев

Frantz's Looking Chamber



Рекомендуемая литература

Рыжиков С.Б.

Рыжикова Ю.В.

Загадочные и удивительные способности зрения

Изд. «Делу-время»

2018

stoletov.org

БИБЛИОТЕКА ФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ИМ. А.Г. СТОЛЕТОВА
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ



Рыжиков С.Б., Рыжикова Ю.В.

**ЗАГАДОЧНЫЕ И УДИВИТЕЛЬНЫЕ
СПОСОБНОСТИ ЗРЕНИЯ**

История определения одаренности

- Френсис Гальтон (1822-1911) – анализ 977 человек из 300 семей – показано, что во многом причина высоких достижений обусловлена хорошей наследственностью.

Гальтон впервые количественно измерял интеллект от 0 у «полного идиота» до 100 у нормального человека и до 200 у гения (психометрия). Позже эти цифры вошли в шкалу IQ (Вильям Штерн).

Модель Рензулли



«Рабочая модель» одаренности

Д.Б. Богоявленская и В.Д. Шадриков

Одаренность – это системное, развивающееся в течение жизни качество психики, которое определяет возможность достижения человеком более высоких (необычных, незаурядных) результатов в одном или нескольких видах деятельности по сравнению с другими людьми

Формы проявления одаренности

- явная и скрытая одаренность;
- потенциальная и проявленная (замеченная педагогами или родителями);
- ранняя и поздняя (Коперник).

Уровни диагностики одаренности

- теоретический – кого и по каким критериям можно отнести к одаренным
- методический (психометрический) – разработка методики отбора.

Проблема, что один и тот же ребенок в разных условиях может показывать разные результаты по одним и тем же методикам.

Отсюда третий уровень диагностики

- организационно-педагогический.

[Савенков А.И. Одаренные дети...]

Характеристики одаренных личностей

(на основе анализа успешных людей)

- любознательность;
- сверхчувствительность к проблемам;
- надситуативная активность;
- оригинальность мышления — способность выдвигать идеи, отличные от известных ;
- гибкость мышления — легкость установления ассоциативных связей;
- наличие большого числа интересов;
- повышенный интерес к дивергентным задачам.

Исследовательское обучение

Основные виды исследовательского обучения (по содержанию)

- 1) проблемная (исследовательская) задача
(в том числе видеозадача);
- 2) проектная работа;
- 3) исследовательская работа.

Учебное исследование

Три главных отличия научного исследования от учебного исследования:

- 1) получение объективно новой информации;
- 2) стремление получать количественные соотношения между неизвестными и известными величинами;
- 3) определять место изучаемого явления в системе известного.

Проектирование и исследование

И проектирование и исследование связано с прогнозированием, а потому служат инструментом развития интеллекта и креативности ученика.

Построение прогнозов делится на три составляющие:

1. детерминированную – полностью предсказуемую;
2. вероятностную – предсказуемую с определенной вероятностью;
3. случайную – принципиально не поддающуюся прогнозированию.

Проектирование развивается в основном в рамках первой и второй составляющих, исследование – в рамках второй и третьей.

Коллективные работы

Показано, что даже в небольших группах детей (3-5 человек) при проблемном обучении в решении проблемы принимает участие только один (редко два) человек, а остальным отводятся «второстепенные» функции. Причем, ученики, занявшие «вторые роли» не могут самостоятельно (без вмешательства учителя) изменить свое положение в группе.

[Матюшкин А.М.]

Формы организации учебной деятельности

- индивидуальный (основной до XVII в)
не всегда эффективен, ребенку важно развиваться среди сверстников ;
- коллективный (классно-урочная система);
- групповой.

Формы организации учебной деятельности

Наиболее эффективна организация занятий от занятий-лекций к занятиям-семинарам и, наконец, к самостоятельной исследовательской практике.

Первый этап информационно-рецептивный, второй – репродуктивный, далее проблемная задача.

Требования к педагогу

- избегать прямых инструкций.
- не сдерживать инициативы учеников
- не делать того, что ученики могут сделать (или научиться делать) самостоятельно
- не спешить с оценкой

Развитие исследовательских способностей



Этапы проведения исследования (1)

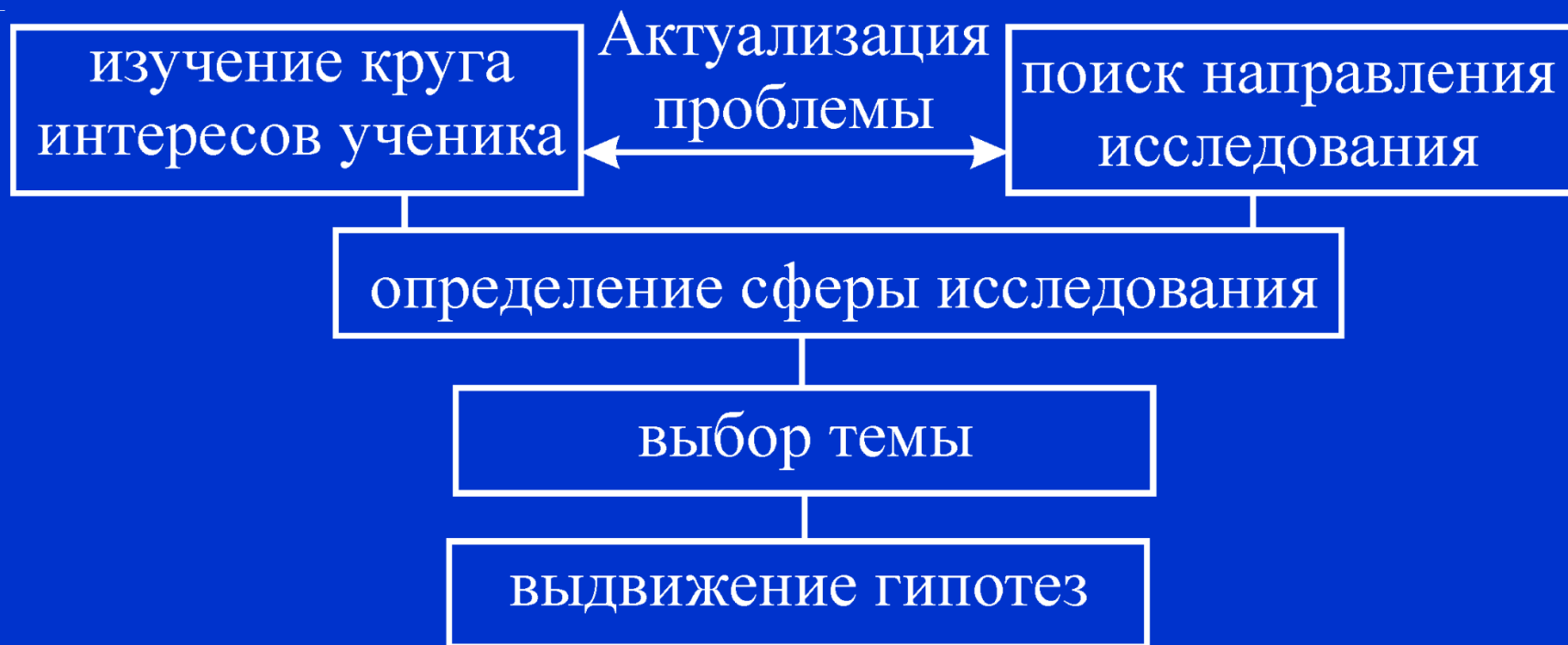
- актуализация проблемы;
- определение сферы исследований;
- выбор темы исследования;
- выработка гипотез, их априорная проверка;
- решение вопроса о том, какие эксперименты или расчеты необходимы для проверки гипотез;
- проведение экспериментов и (или) расчетов;
- анализ и обобщение материалов, оценка истинности гипотезы в свете полученных данных;
- подготовка доклада;
- доклад (перед сверстниками и жюри);
- обсуждение итогов, рефлексия

Этапы проведения исследования (2)

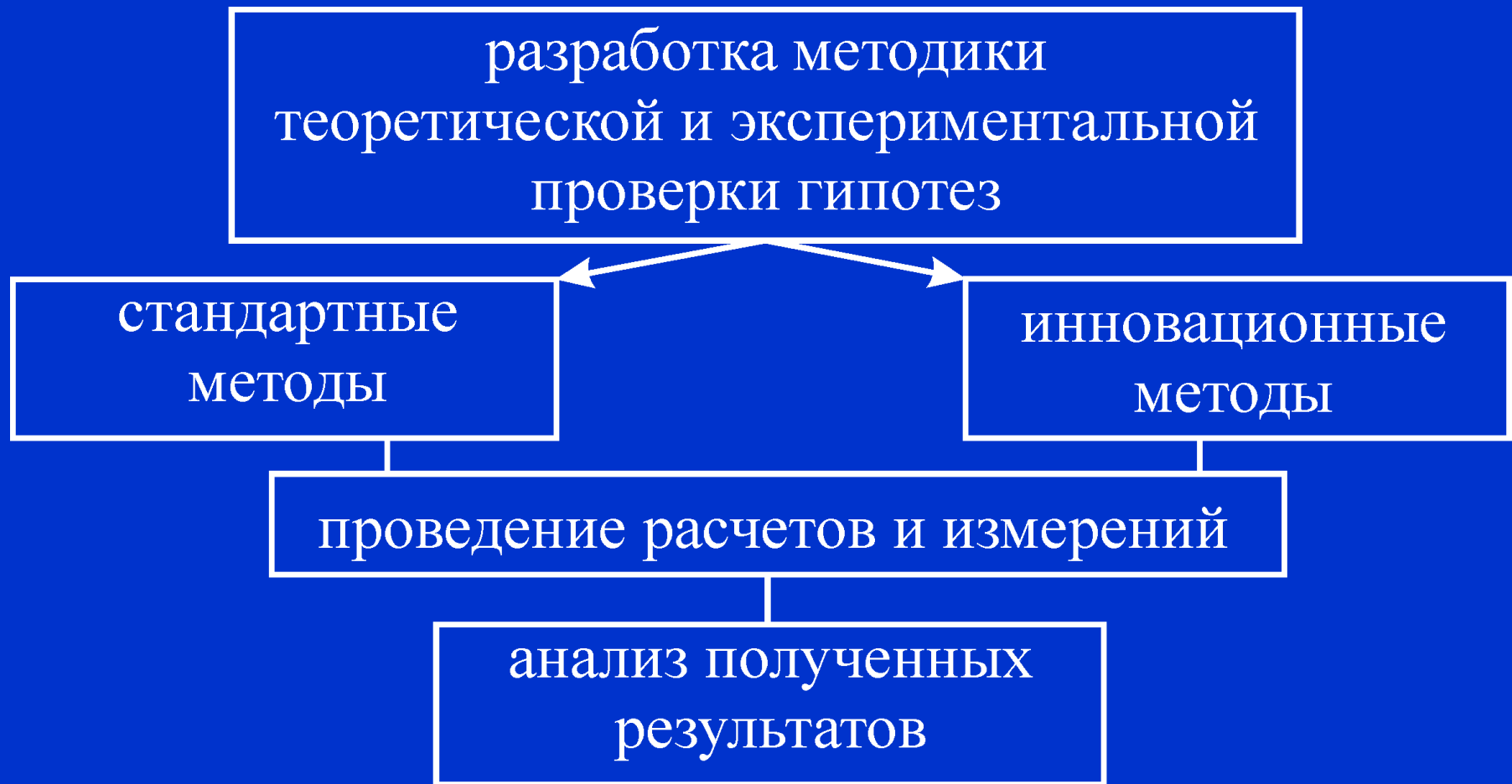
(выбор темы)

- тема должна быть интересна ученику, должна увлекать его;
- тема должна быть выполнима;
- тема должна быть оригинальной;
- тема должна быть такой, чтобы работа могла быть выполнена относительно быстро;
- руководитель должен быть компетентен в выбранной области исследования.

Этапы проведения исследования (3) (выбор темы)



Этапы проведения исследования (4)



Этапы проведения исследования (5) (доклад)

подготовка доклада (презентации)

доклад на конференции

ответы на вопросы

подведение итогов,
обсуждение возможности
продолжения исследования

Фотокамера как физический инструмент

- доступность;
- простота в использовании;
- универсальность;
- компактность;
- простота в подготовке;
- возможность компьютерной обработки данных;
- высокая точность измерений;
- наглядность — возможность использовать полученные материалы на уроке, в презентации на конференции и т.п.

Полет мяча

Всесоюзные олимпиады по физике,
1970 г.

«Мяч подброшен вертикально вверх.
Что больше: время подъема или
время падения?»

Планирование научного эксперимента

- На основании существующий знаний строятся гипотезы;
- Планируется и проводится эксперимент для проверки (уточнения) гипотез

Проведение эксперимента без предварительных расчетов не дает полного представления о современной физики

Компьютерное моделирование

Существующие методики использования компьютера в обучении физике зачастую сводятся либо к ускорению арифметических вычислений (компьютер как большой калькулятор), либо к использованию уже готовых расчетных (и не всегда ясно как работающих) программ (напр. «Открытая физика»)

Численное моделирование

- численное интегрирование (без упоминания термина «интегрирование»);
- решение трансцендентных уравнений;
- статистические распределения

Направления исследовательских работ, расчеты возможны в *MS Excel*

- **Кинематика (для 7-го класса)**
 - неравномерное движение;
 - задачи на преследование.
- **Небесная механика**
 - расчеты параболических и гиперболических орбит;
 - частные случаи задачи трех тел: (Солнце – Земля – астероид).

Направления исследовательских работ с проведением экспериментов

- **Колебания**
 - негармонические колебания (при больших углах);
 - маятник Капицы;
 - сложные виды маятников;
 - связанные маятники, распространение колебаний.
- **Движение в вязкой среде**
 - вертикальное падение тел;
 - баллистические траектории;
 - затухающие колебания маятника

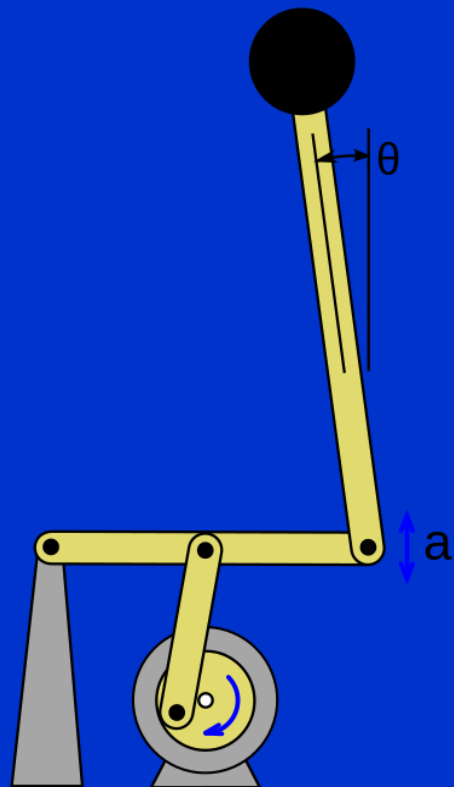
Направления исследовательских работ с проведением экспериментов

- **Физика твердого тела**
 - нахождение центра масс (7 класс);
 - скатывание тел по наклонной плоскости (шар, цилиндр);
 - маятник Максвелла;
 - крутильные колебания;
 - трифилярный подвес: вычисление моментов инерции.

Направления исследовательских работ с проведением экспериментов (расчеты на Basic, C)

- **Статистические закономерности в газе**
 - распределение Максвелла – Больцмана;
 - явления диффузии, теплопроводности;
 - Броуновское движение...
- **Оптика**
 - механизм образования радуги;
 - дифракционные картинки, голограммы;

Маятник Капицы

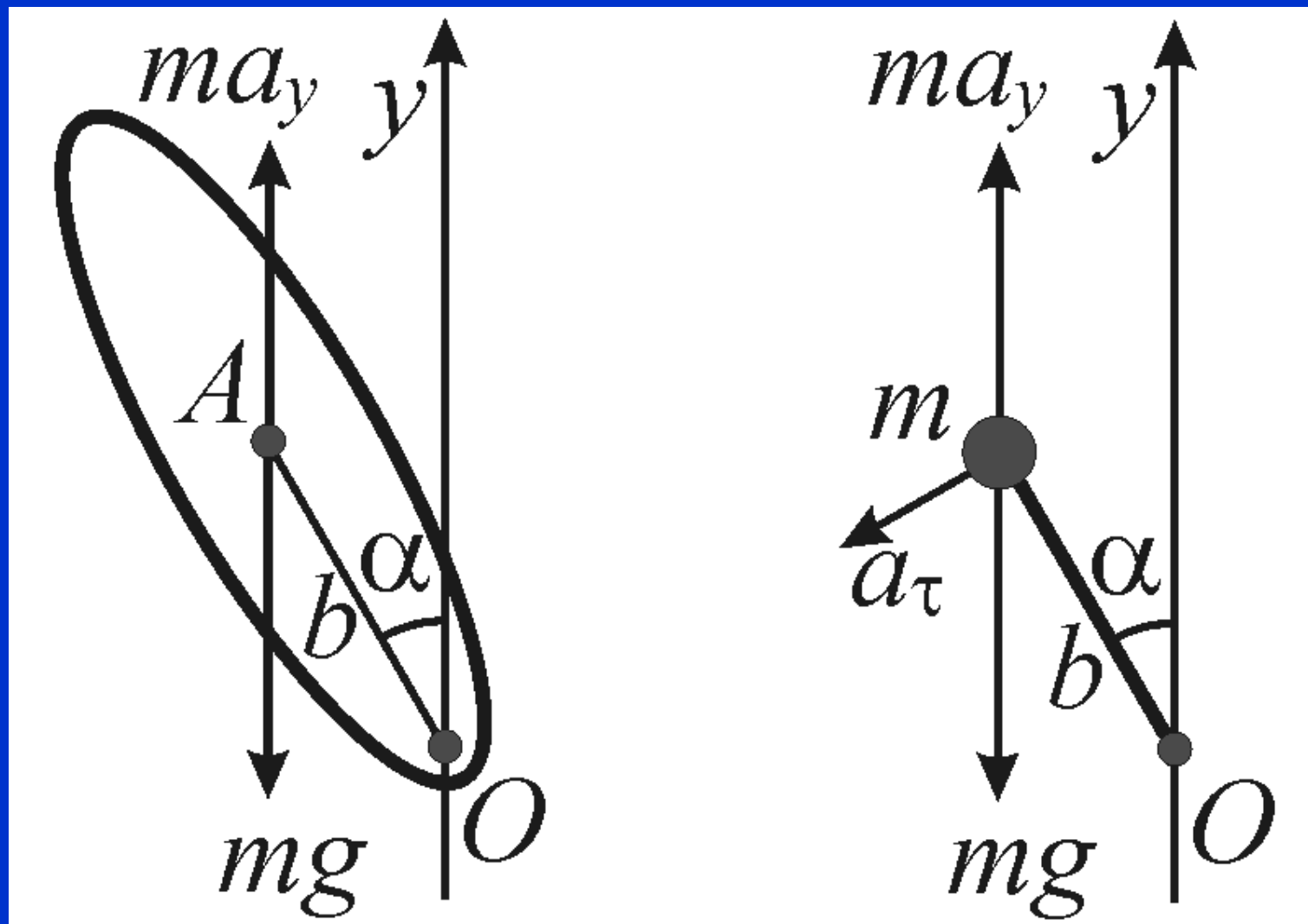


Маятник Капицы – маятник, ось которого вибрирует с постоянной частотой



Капица
Сергей Петрович
1928 - 2012

Моделирование маятника Капицы



Численное моделирование - схема Эйлера

Движение разбивается на равные промежутки
времени Δt

На каждом интервале

$$\omega_j = \omega_{j-1} + \varepsilon_{j-1} \Delta t$$

$$\alpha_j = \alpha_{j-1} + \omega_{j-1} \Delta t$$

II закон Ньютона в НСО:

$$(m g - m a_y) b \sin \alpha = I \varepsilon$$

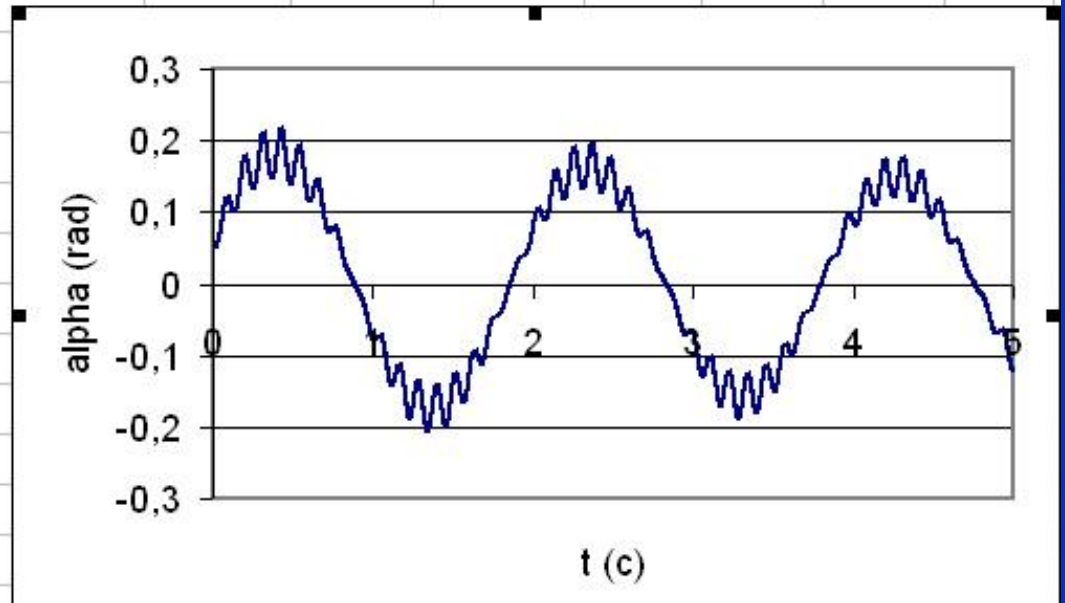
$$a_y = a_0 \sin(\Omega t + \varphi) = -x_0 \Omega^2 \sin(\Omega t + \varphi)$$

$$(m g - m a_y) \sin \alpha = K m a_\tau = K m b \varepsilon \quad K = \frac{I}{m b^2}$$

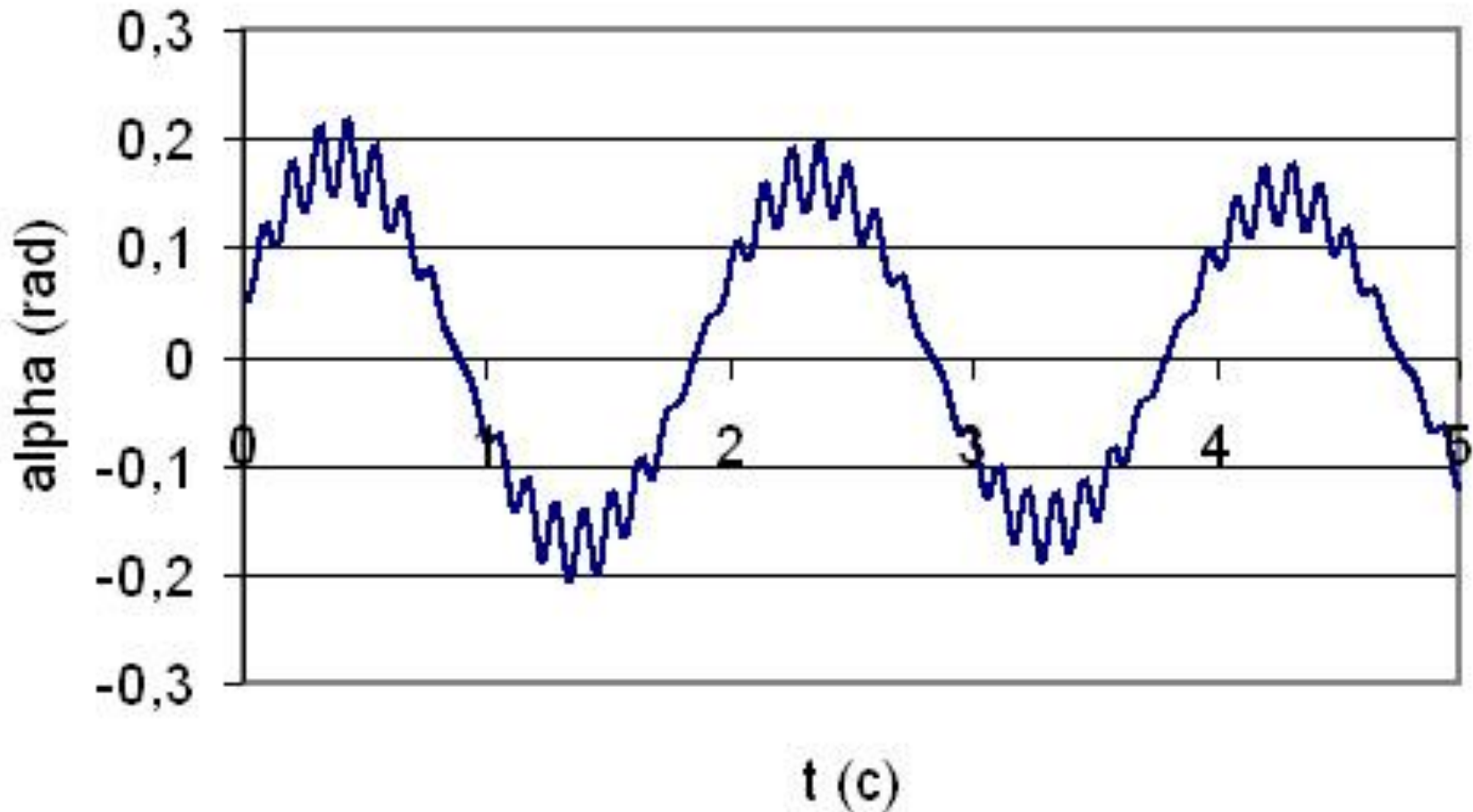
$$\varepsilon = \frac{(g + x_0 \Omega^2 \sin(\Omega t + \varphi)) \sin \alpha - \beta \omega}{K b} \quad \beta = \frac{\eta b}{m}$$

Электронная таблица

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	t	alpha	alpha1	w	e	a0	w0	b	dt	K	x0	beta	phi
2	0	0,05	0,05	0	2,45	121	55	0,2	0,001	1	0,04	0,01	0
3	0	0,05	0,05	0,002	4,11								
4	0	0,05	0,05	0,007	5,77								
5	0	0,05	0,05	0,012	7,42								
6	0	0,05	0,05	0,02	9,05								
7	0,01	0,05	0,05	0,029	10,7								
8	0,01	0,05	0,05	0,039	12,3								
9	0,01	0,05	0,05	0,052	13,8								
10	0,01	0,05	0,05	0,066	15,4								
11	0,01	0,05	0,05	0,081	16,9								
12	0,01	0,05	0,05	0,098	18,4								
13	0,01	0,05	0,05	0,116	19,8								
14	0,01	0,05	0,051	0,136	21,2								
15	0,01	0,05	0,051	0,157	22,6								



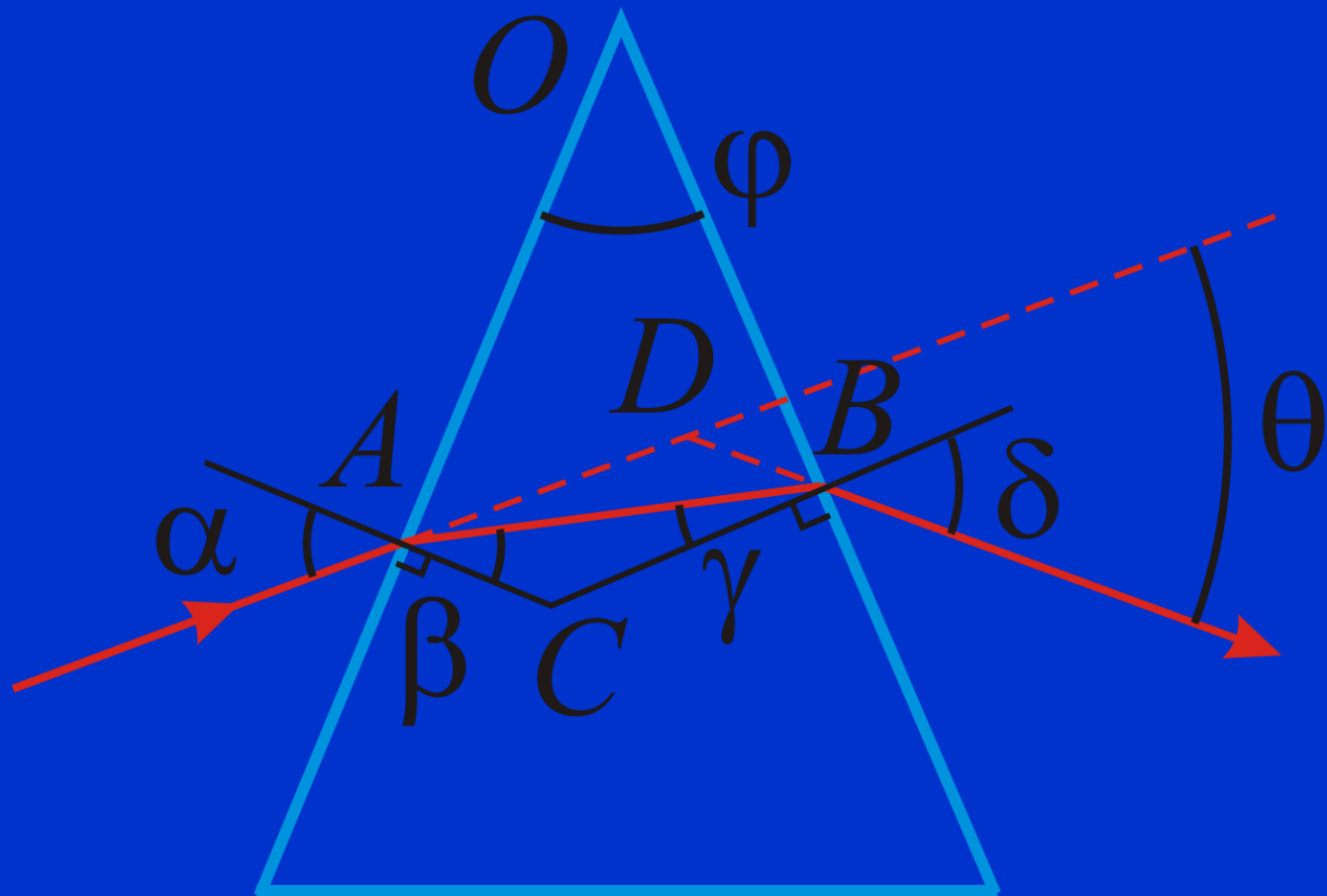
Результаты расчетов



$$\Delta t = 0,001 \text{ с}, b = 0,2 \text{ м}$$

$$\Omega = 9 \text{ Гц (55 рад/с)}, x_0 = 0,04 \text{ м}$$

Преломление в призме



$$\varphi = \beta + \gamma$$

$$\theta = \alpha + \delta - \beta - \gamma$$

Преломление в призме

θ (градусы)

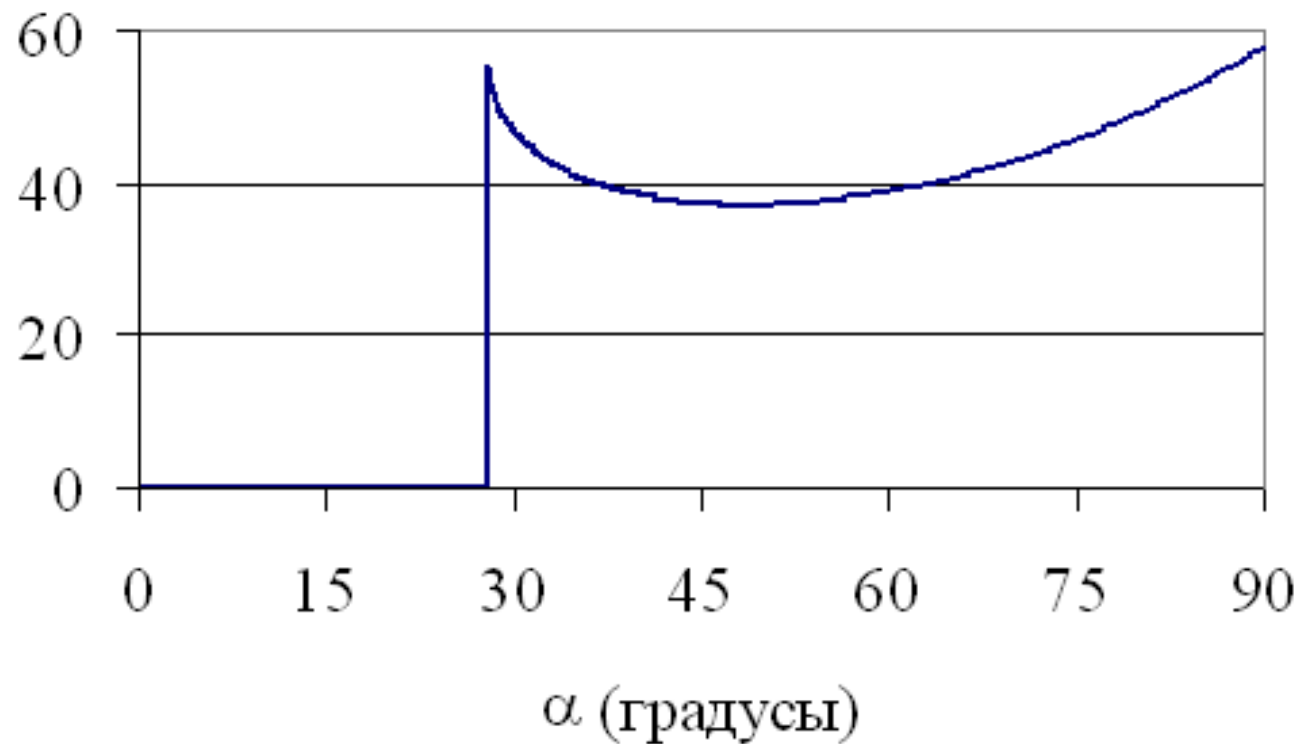
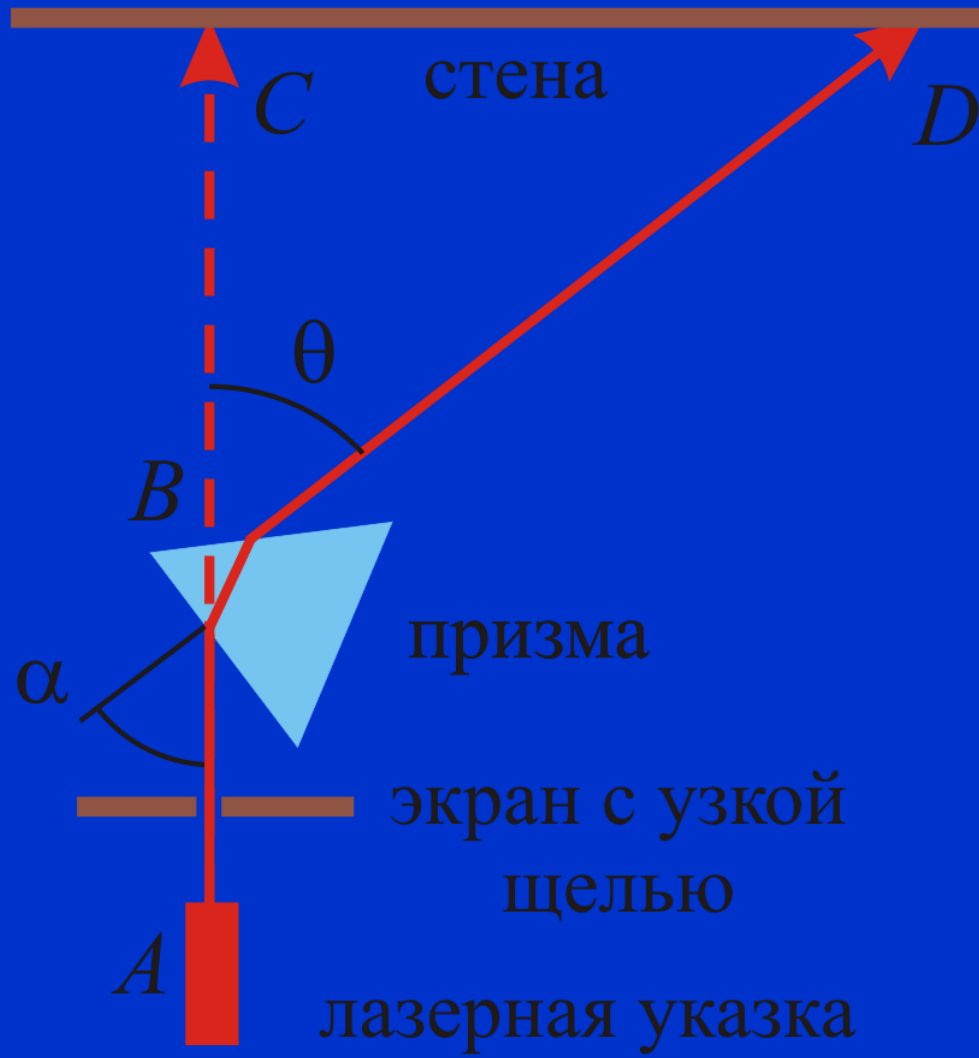
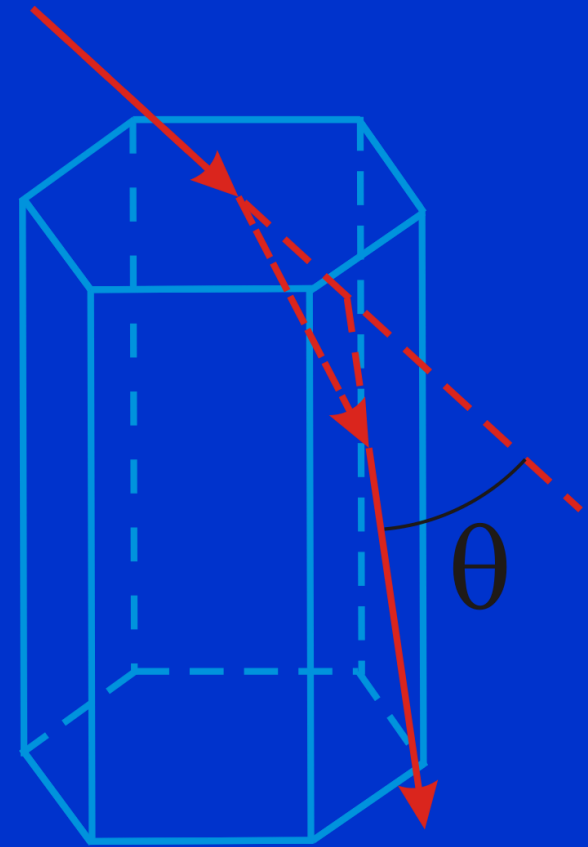
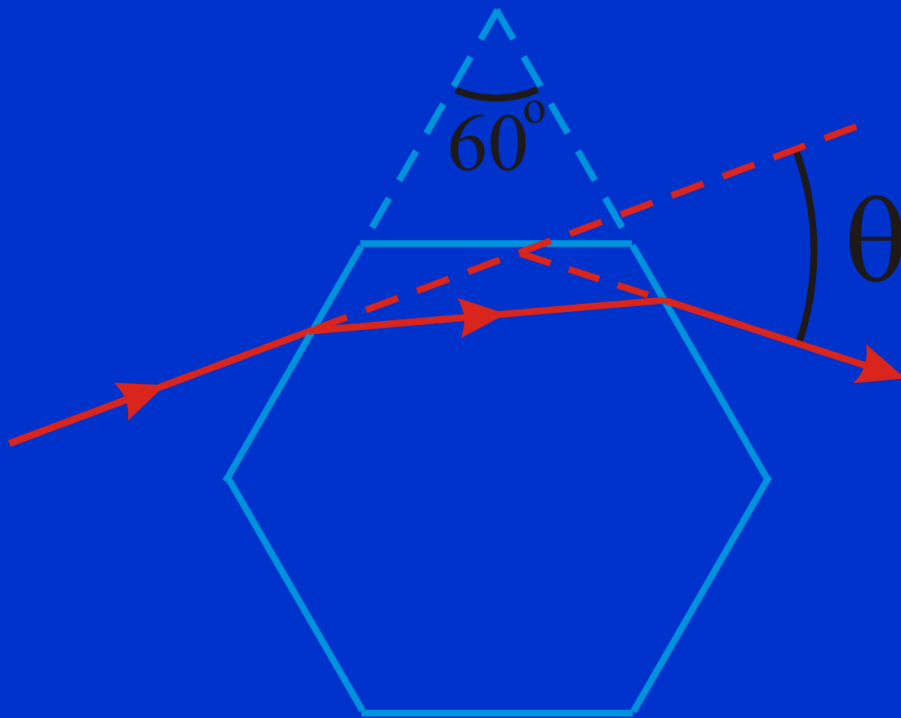


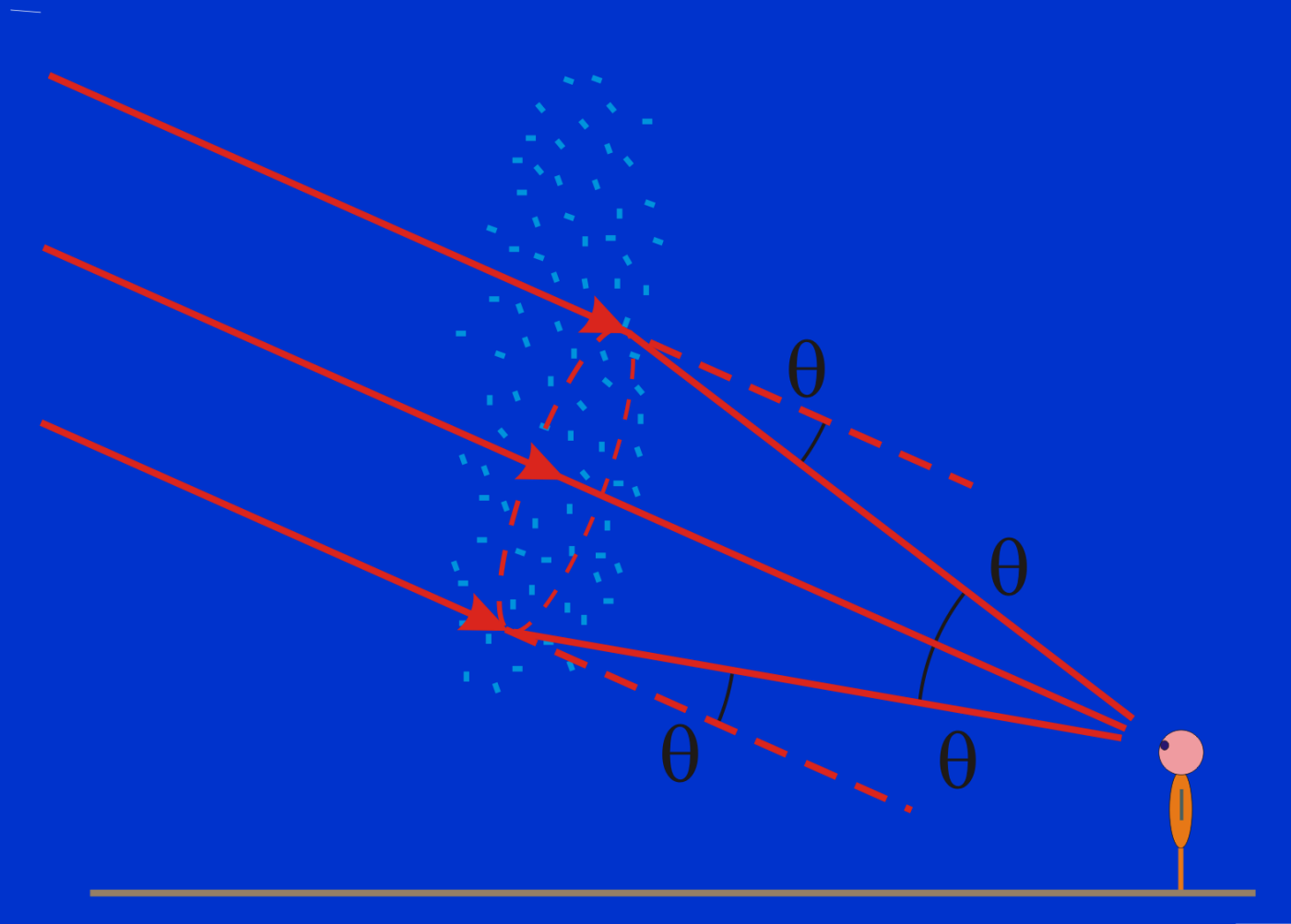
Схема эксперимента



Наблюдение гало



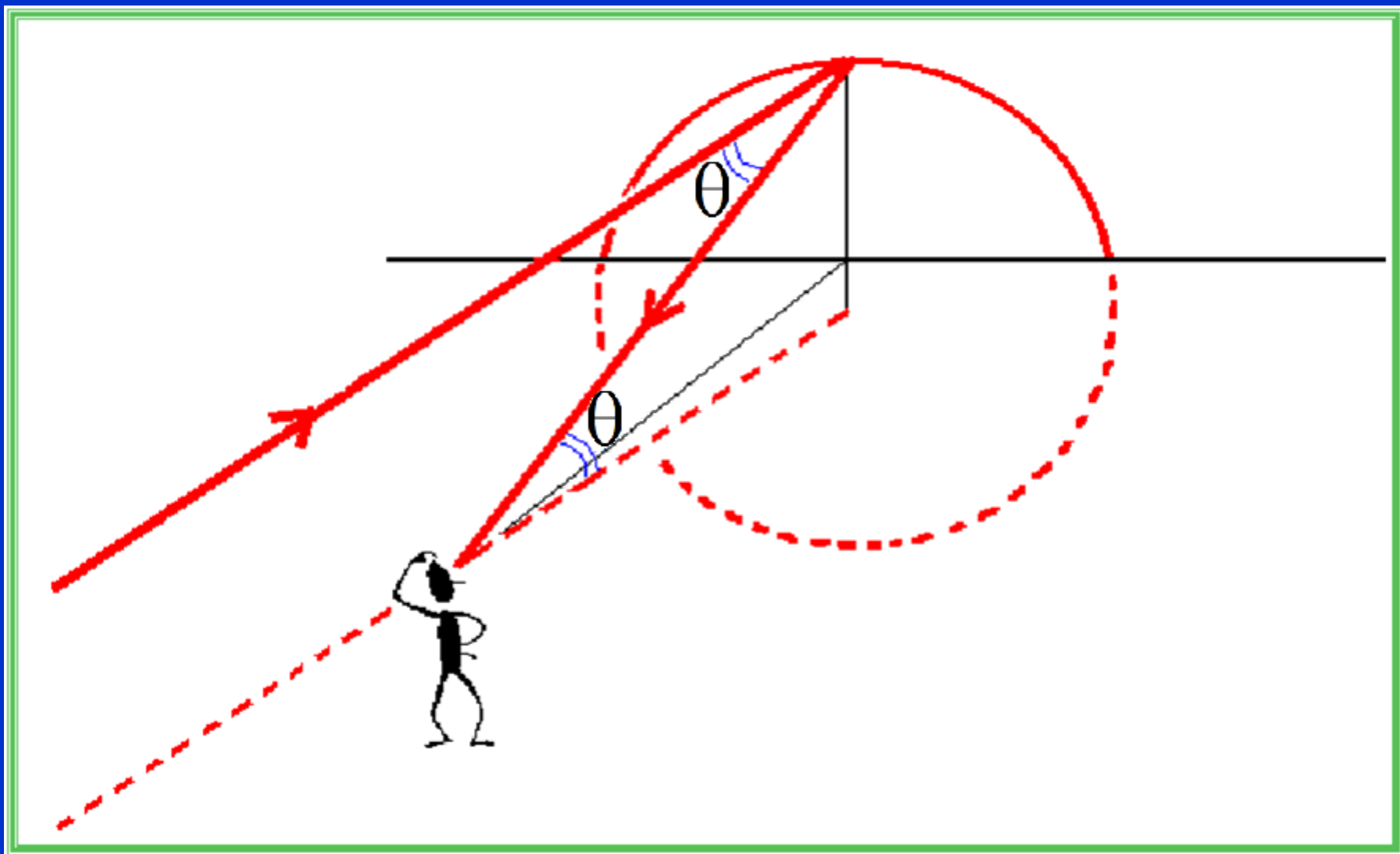
Наблюдение гало



Физика радуги

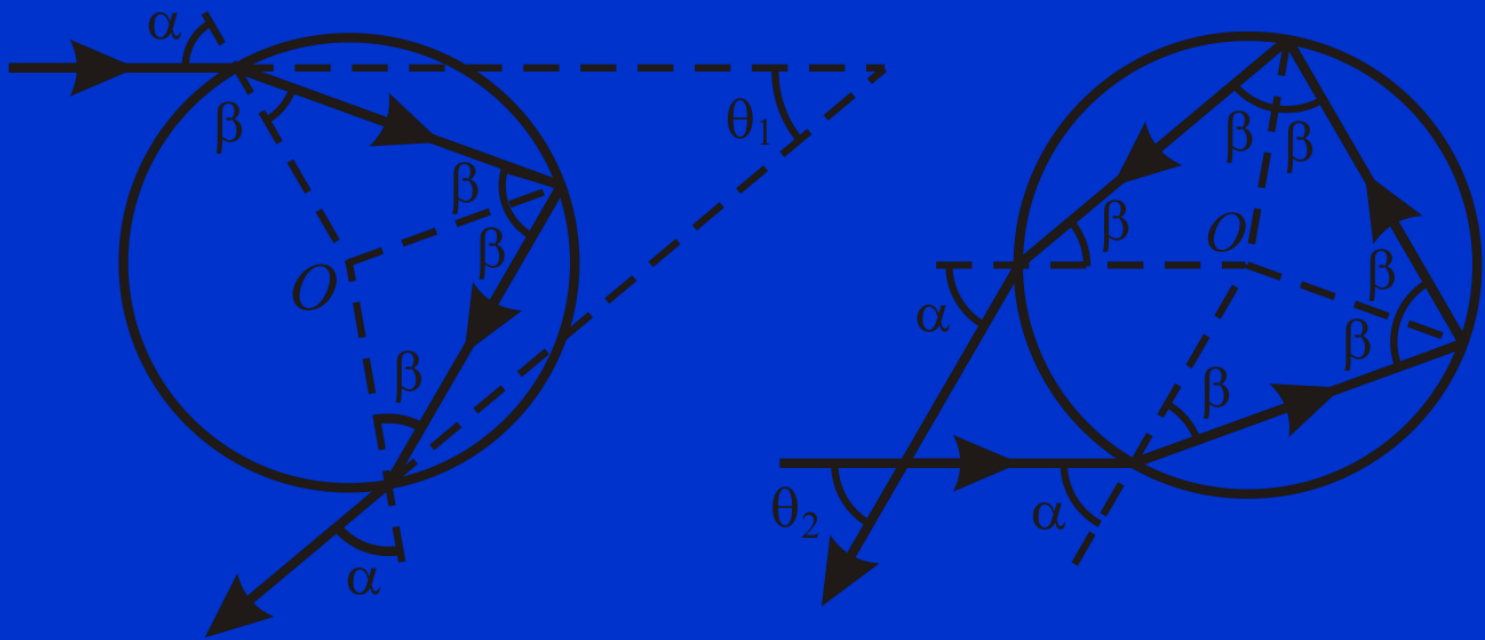


Физика радуги



Физика радуги

Многоуровневый подход к исследованию явления радуги. // Школа будущего. 2012. №6. с. 28 – 33.

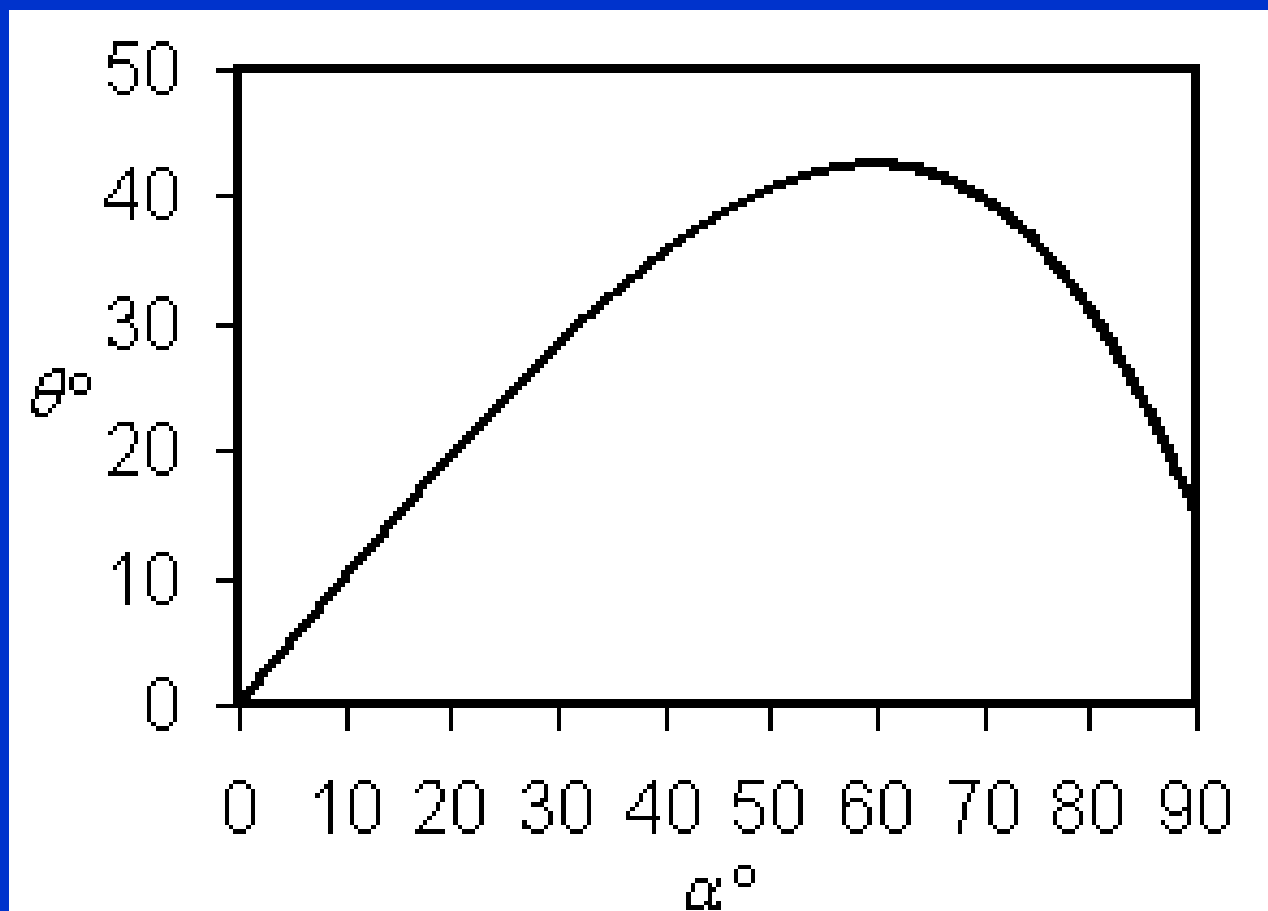


$$\theta_2 = 180^\circ - 6\beta + 2\alpha$$

$$\theta_1 = 4\beta - 2\alpha = 4\arcsin(\sin \alpha / n) - 2\alpha$$

Физика радуги

Зависимость угла отклонения от угла падения
при $n = 1,33$



$$\theta = 42,5^\circ$$

Дифракция и интерференция

Физика - Первое сентября 2013, №5

1. Волновая природа света
2. Принцип Гюйгенса-Френеля
3. Сложение волн, интерференция

Всероссийская конференция Авангард

с 1990, проводит Всесоюзная школа математики и физики «Авангард»

Е.Н. Филатов, Д.В. Андреев



Всероссийская конференция Шаг в будущее

с 1991, проводит МГТУ

д-р философских наук, А.О. Карпов



Московская конференция Потенциал

с 1992, проводит лицей 1502 при МЭИ

д-р педагогических наук В.Л. Чудов



Всероссийский конкурс имени В.И. Вернадского

с 1993, проводит лицей 1553, МГДД(Ю)Т,

А.В. Леонтович, канд. пс. наук, журнал Исследователь



Всероссийская конференция Юниор

с 1998, проводит МИФИ



Международный конкурс Колмогоровские чтения

с 2001, проводит СУНЦ МГУ



Международный конкурс INTEL ISEF

Intel International Science and Engineering Fair (1950-ые)



Конкурсы и олимпиады

Проблема: участие в конкурсах не дает «бонусов»
при поступлении в вуз

Решение: совмещать с олимпиадами

Заключение

- Простейшие численные методы с использованием электронных таблиц (*MS Excel* или *OpenOffice*) успешно усваиваются учениками 7-11 классов.
- Использование численных методов позволяет развить у школьников умение решать задачи по физике повышенной сложности.
- Использование численных методов позволяет проводить со школьниками исследовательские работы углубленного уровня.