Instituto de Física USP

Física Moderna I 4300375

Professora: Mazé Bechara

Aula 01 – Cronograma da aula

- **1 – Apresentação dos Protagonistas:**

  (a) Alunos do 1° semestre de 2012;

  (b) Professora;

  (c) Monitores.

- **2 – Apresentação da disciplina:**

  (a) Objetivos gerais;

  (b) Objetivos específicos;

  (c) Razões acadêmicas e materiais e processos didáticos para atingir os objetivos: aulas; guias de trabalho; atendimento do professor; sessões de monitoria; e **créditos-trabalho.**

  (d) Avaliações e Normas na disciplina (para atingir os objetivos acadêmicos).

Aula 01 – Cronograma da aula

- **3 - O conteúdo e o enfoque da disciplina**

- **4 - O contexto histórico e conceitual da Física Clássica no qual surge a Física Quântica**

1 – Apresentação dos Protagonistas

- Os Alunos

Apresentem-se alunos de Física Moderna I do 1º semestre de 2012, como tal!

1 – Apresentação dos Protagonistas

- **Professora:**

Mazé (Maria José) Bechara: bragantina, ensino médio em escola pública (década de 1960), graduação em Física, mestre e doutora pela USP, **professora** do IFUSP desde 1970!

E vocês querem saber mais? O que?

Sala 117 do Ed. Oscar Sala. Ramal: 917050 ou 916942; e-mail: bechara@if.usp.br

Professor é o quem gosta de compartilhar conhecimentos e acredita na capacidade dos alunos em apreender os conhecimentos!

1 – Apresentação dos Protagonistas

- **Monitores da Pós-graduação**
  - **Ligia Valente**

  e-mail: ligia@if.usp.br

  - **Raphael Alves**

  e-mail: raphael.alves@usp.br

- ***Mais informações com os próprios...***

2 – Apresentação da Disciplina

(a) Objetivo Geral:

Incorporar conhecimentos básicos – conceituais e quantitativos – de física quântica.

Para isso é imprescindível: **clarear os aspectos gerais, concepções e alguns tratamentos quantitativos** da Física Clássica, e seus limites de validade.

(b) Objetivos Específicos:

- **Apreender** o conteúdo específico da disciplina: bases da física quântica;
- Desenvolver método de trabalho em ciências, se preparando para atingir nível universitário na área;
- Desenvolver postura profissional/ética para o exercício profissional/cidadão, daqui para o futuro;
- Pensar o ensino de física quântica para o nível escolar médio.

2 – Apresentação da Disciplina

- **Foco da disciplina:**

  Entendimento dos fenômenos e algumas quantificações deles.

O que em teoria na Física inclui a linguagem matemática.

- **Cuidados Específicos:**

  - A indispensável instrumentalização na linguagem matemática não leva automaticamente ao entendimento das concepções e dos fenômenos. Mas ciência é quantitativa – idéias vagas e pilhas de equações não são ciência.
  - Todos os fenômenos da Física Quântica têm observações indiretas. Os modelos e teorias que os descrevem são fruto da criação abstrata humana. Os resultados que deles decorrem, quando descrevem os experimentos, o validam. Abstração faz parte do "quotidiano" desta ciência.
  - Pensamento chinês: *"Quando alguém aponta a Lua, o sábio olha a Lua, o tolo olha o dedo".*

2 – Apresentação da Disciplina

- **Foco da disciplina:**

  As Bases da Física Quântica do ponto de vista teórico, embora estaremos discutindo continuamente os experimentos que lhes dá validade.

- **Os conhecimentos de Física Quântica se comsolidam nas disciplinas**

  - **Laboratório de Física Moderna**. A Física é uma ciência experimental
  - **Física Moderna II,** que trata de vários temas criados no século XX que decorreram destas bases.
  - Forte sugestão: *Façam disciplinas optativas que aprimorem este conhecimento.*

2 – Apresentação da Disciplina

(c) Processos e Materiais didáticos para atingir os objetivos:

- **Aulas Dialogadas: *Indispensável***

Sala**: 212 da Ala II do Edifício Principal**

Horário: **quartas-feiras: 21h às 22h50h**
sextas-feiras: 19h às 20h45

2 – Apresentação da Disciplina

- **página da disciplina no novo moodle: 430/4300375. Inscreva-se com urgência.**

- A maior parte do material e todas as informações no transcorrer da disciplina estarão na página da disciplina no **novo moodle**.

- Para entrar na página você precisa ser participante do **novo moodle**. Para isto você **precisa se *logar* no moodle e clicar no novo moodle**. A partir daí você estará inscrito no novo moodle com o mesmo nome de usuário e senha. Então poderá acessar às páginas das disciplinas deste semestre.

- **Haverá material de interesse da disciplina disponível na Xerox do IFUSP em pasta com o nome da disciplina.**

2 – Apresentação da Disciplina

- **Guias de Trabalho:**

A disciplina terá "Guias de Trabalho" para cada um dos **tópicos**.

Os Guias conterão:

- os objetivos específicos do tópico;
- a listagem detalhada dos temas;
- referências específicas;
- sugestões de questões para serem trabalhadas pelos estudantes.

Visando sempre ***efetiva compreensão.***

Use os guias como ponto de partida ***para construir a sua forma própria de trabalhar para conhecer.***

2 - Apresentação da disciplina

- **1 – Sessões de monitoria:**
  - **O que é:** **trabalho** em grupo de alunos, **sob orientação de monitores;**
  - **Motivação:** situações físicas propostas nos guias e TECs (Aguarde definição!) e os projetos de ensino médio (Aguarde detalhes!).
  - **Quando:** toda semana, **quartas-feiras e sextas-feiras das 18h às 19h na sala 212 da Ala II do Edifício principal.**

A participação nas sessões de monitoria é fortemente recomendada a TODOS e exigência para os créditos - trabalho.

2 – Apresentação da Disciplina

Sessões de Monitoria:

Os monitores estão aptos a esclarecer dúvidas e discutir questões de Física Moderna, principalmente as propostas nos TECs, e "Guias de Trabalho" e no projeto de ensino médio.

Esta **colaboração não substitui a responsabilidade da professora no esclarecimento das dúvidas dos estudantes nas aulas e fora delas**.

Experimente, tente, a monitoria pode ser diferente!

2 – Apresentação da Disciplina

- **Atendimento Individual da Professora:**

• Uma hora semanal, **das 18h às 19h na sala 117 do Edifício Oscar Sala, reservado para atendimento dos alunos, individualmente ou em grupos;**

•Proposta: terça-feira

• a professora pode ser procurada em outros horários em sua sala de trabalho no IFUSP (Sala 117 do Ed. Oscar Sala – ramal 7050).

Não se inibam! Estas consultas podem lhes ser úteis!

Créditos trabalho: 02 créditos = 4 horas semanais de trabalho independente

"Tudo vale a pena quando a alma não é pequena"

- **1 – Trabalhos Extra-Classe (TECs) - aprofundamento dos temas:**

  (a) Visam contribuir na organização e no ritmo de estudo dos alunos;

  (b) São questões de relevância, tanto em termos conceituais como de técnicas.

  - ***Atenção:*** a **redação dos TECs deve ser incontestavelmente individual.** Os trabalhos **cujas redações**, **no julgamento consciente dos estagiários e/ou professora, não foram individuais, serão anulados.**

- **Cada TEC terá o seu peso relativo** aos demais **definido** quando apresentado aos estudantes.

- **2 – Projeto de ensino de um tema de física moderna no nível médio – grupo de 02 alunos:**

  (a) Parte escrita (pelo grupo de dois);

  (b) Apresentação oral (sorteio, na hora, de um dos dois alunos do grupo).

É eliminatório: nota dos créditos trabalho <5 = reprovação na disciplina.

Projeto: Física Moderna para o ensino médio

- **1 – O que é o projeto:**

  (a) **Preparação de um projeto** de **um tema de física moderna** para o ensino médio, **dentre 10** propostos.

  (b) O projeto deve tratar do preparo de material para **04 horas de aulas e atividades** para estudantes do ensino médio e desenvolvido **em grupo de 02 alunos.**

- **2 – O grupo do projeto:**

  (a) **O grupo de dois alunos** deve ser **comunicado** aos monitores **por escrito até 09 de março**, **com assinatura dos dois alunos do grupo**;

  (b) A **escolha do tema** por cada grupo deve ser comunicada **por escrito** aos monitores **até 16 de março**, **com assinatura dos dois alunos do grupo.**

  (c) Cada tema poderá ser escolhido por **no máximo dois grupos.** Terão prioridade os dois grupos que **escolherem o tema primeiro.**

Projeto: Física Moderna para o ensino médio

- **1 – Temas – grupo temático I (tratados até início de abril):**
  (1) Modelos da estrutura da matéria sólida, líquida e gasosa. Os conceitos de temperatura e energia interna.
  (2) A radiação do corpo negro e a estimativa da temperatura da superfície do Sol.
  (3) A interação da radiação eletromagnética, luz e ultravioleta com a matéria condutora sólida e o caráter dual da radiação. Aplicações.
  (4) A interação da radiação eletromagnética (raios-X e raios-γ) com a matéria. Aplicações.
  (5) Processos de criação de raios-X e o seu caráter dual. O equipamento de raios X usado na medicina e odontologia diagnóstica.

- **2 – Temas - grupo temático II:**
  (1) O experimento de Rutherford e a estrutura atômica. As dimensões do átomo e do núcleo.
  (2) O modelo atômico de Bohr e observações que o validam.
  (3) A proposta de ondas das partículas materiais – o caráter dual da matéria. As relações de de Broglie entre as grandezas da partícula e da onda.
  (4) As ondas das partículas materiais na mecânica quântica.

Projeto: Física Moderna para o ensino médio

- **3 – O que deve conter o projeto na parte escrita e no seminário:**

  (a) **Leia com atenção na página 7 das Informações gerais. Mais esclarecimentos na próxima aula, a partir das questões dos estudantes.**

- **4 – Sobre os temas do projeto:**

  (a) Diretamente relacionados com os tópicos da disciplina.

  (b) **Leia com atenção e observe as datas. Mais esclarecimentos na próxima aula, a partir das questões dos estudantes.**

Projeto: Física Moderna para o ensino médio

Datas importantes	Atividades de desenvolvimento do projeto
09 de março	**Data limite** para apresentação dos **nomes dos alunos do grupo, por escrito e com as duas assinaturas**
16 de março	**Data limite para definição do tema** do projeto, **por escrito, com a assinatura dos dois alunos**
16 a 20 de abril	Apresentação aos monitores, **com hora agendada e tempo para discussão,** do **primeiro esquema do projeto** pelos **dois alunos dos grupos com temas do grupo temático I**
09 a 11 de maio	Apresentação aos monitores, **com hora agendada com tempo para discussão,** o **primeiro esquema do projeto** pelos **dois alunos dos grupos com temas do grupo temático II**
28 de maio a 1º de junho	Apresentação ao monitor, com **hora agendada**, da versão final do **projeto escrito** pelos grupos com temas do **grupo temático I, e marcar o dia e hora do seminário**.
11 a 15 de junho	apresentação ao monitor, com **hora agendada**, versão final do **projeto escrito** pelos grupos com tema do **grupo temático II, e marcar o dia e hora do seminário**.
15 (22 de junho?) sexta-feira, 21h	**seminários** dos **temas do grupo temático I - PRESENÇA OBRIGATÓRIA PARA TODOS**
22 e 29 de junho, sexta-feira, 21h	**seminários** dos **temas do grupo temático II - PRESENÇA OBRIGATÓRIA PARA TODOS.**

Avaliação na disciplina - provas

- **<u>Provas Individuais</u>:** ***Sala 202 da Ala II do Edifício Principal.***

- **Quatro provas.**
- **A última delas abrangerá todo o conteúdo da disciplina e é obrigatória a todos os estudantes**.
- *Razão da prova obrigatória: oportunidade aos estudantes revisitarem o conteúdo de forma articulada, compreendendo a evolução das quantizações na Física.*

Datas: 1ª Prova: 11 de abril (quarta-feira)
2ª Prova: 17 de maio (quarta-feira)
3ª Prova: 27 de junho (quarta-feira)
Prova Final Obrigatória: 04 de julho (quarta-feira)

Avaliação na disciplina - critério

- **critério de aprovação:**
-
- **nota(1ª avaliação) ≥ 5 e nota(créditos- trabalhos) ≥ 5 e frequência REAL ≥ 70%**

$$nota(créditos-trabalho)=\frac{<TECs>+<projetoparaensino.médio>}{2}$$

$$nota(1^a\,avaliação)=0{,}70\frac{p_i+p_j+po}{3}+0{,}30\,nota(créditos-trabalho)$$

- pi e p_j são as duas melhores notas entre as três primeiras provas;
- po é a nota da prova final obrigatória.

2 – Normas nas avaliações

1. O **atraso máximo** permitido nos **dias de prova** é de **dez minutos**. **Por favor, não insista em entrar** após esse prazo. O compromisso com o horário faz parte da formação profissional.

2. A **contestação** da correção e/ou da nota de **cada prova e TEC** só poderá ser feita **até uma semana depois de entregue aos estudantes**. É responsabilidade do aluno estar atento a esta entrega.

Correções das provas e TECs promovem o aprendizado. A nota não deve ser motivo de barganha entre aluno e professor ou aluno e monitor no final do semestre.

2 – Outras normas da disciplina

1. A presença às aulas é indispensável - pouquíssimos alunos são efetivamente autodidatas.

2. A freqüência será dada pela assinatura do estudante nas listas de presença. Só **devem assinar** as listas de presença **os estudantes efetivamente presentes em pelo menos 70% de cada aula, como exige a nossa irrepreensível ética.** Haverá nisto um pacto de confiança entre professora e alunos, que esperamos seja mantido até o final do semestre.

3. Os alunos que provarem seu autodidatismo **com média de provas e média créditos-trabalho superiores a 5,0 poderão ter aproximações em suas presenças finais.**

2 – Critérios da disciplina

4. Para ter direito à 2ª avaliação, com **prova de recuperação,** o aluno deve ter **nota (1a avaliação) igual ou maior do que 3,0**, **nota (créditos-trabalho) igual ou maior do que 5,0 e 70% ou mais de efetiva presença às aulas**.

5. A nota da **segunda avaliação:**

$$nota(2^a\,avaliação) = \frac{2\times\, provaderecupereração + nota(1^a\,avaliação)}{3}$$

2 – Livros textos: Escolha!!!

Livros textos (alternativos): ***a leitura de pelo menos um deles é indispensável.***

1. ***Física quântica*** **- Eisberg e Resnick.** Há vários exemplares na biblioteca e o texto é em português. Este é um livro um tanto antigo, mas ainda é bom para essa disciplina. Ele **não tem o tópico 1** de forma conveniente;

2. ***Física Moderna*** **- Paul A. Tipler e Ralph A. Llewellyn**; terceira edição - traduzido para o português pela editora LTC. Este texto é um tanto resumido demais, dificultando o entendimento de alguns tópicos. É bom como uma segunda leitura que resume o essencial, ou para consulta após um estudo mais extensivo.

2 – Livros textos: Escolha!!!

3. ***Notas de aulas*** **do Prof. Roberto Ribas (IFUSP);** endereço na Internet :
   http://www.dfn.if.usp.br/~ribas/download.html
   Um bom texto em português e acessível a todos. **Não contém a parte final do tópico IV.**

4. ***Modern Physics for Scientists and Engineers*** **- Stephen. T. Thornton e Andrew Rex (T-Rex) (copyright 2000).** A abordagem deste texto é concisa, mas em geral substantiva. Ele aborda praticamente todos os assuntos da Física do século XX. Há exemplares na biblioteca.

5. *Outros textos estão indicados no documento com informações gerais*

Cronograma da Aula 01

- **3 - O conteúdo e o enfoque da disciplina:**
  (a) O tema central
  (b) A ementa geral do Júpiter
  (b) Os tópicos da disciplina.

- **4 - O contexto histórico e conceitual da Física Clássica no qual surge a Física Quântica:**
  (a) As grandes áreas da Física Clássica e algumas questões não bem descritas por elas.

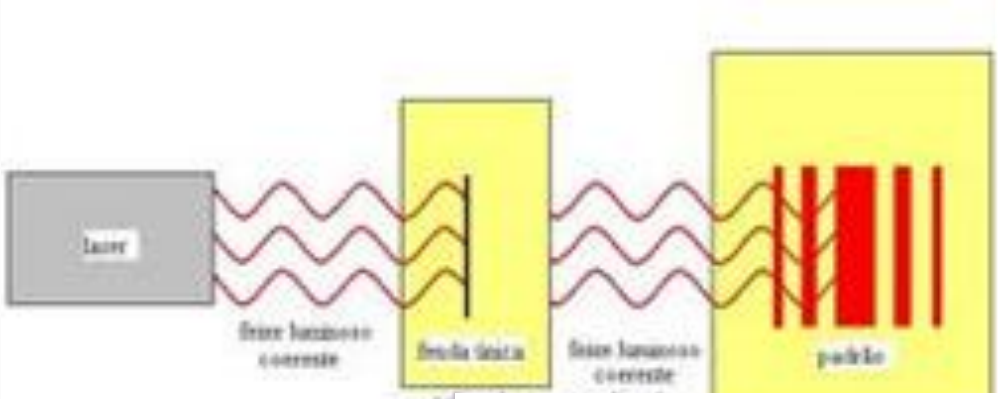
3 – Tema Central da Ementa

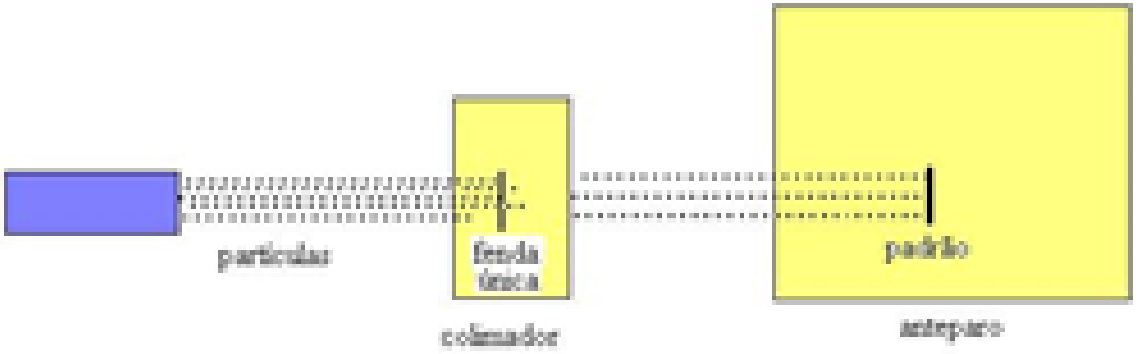
a radiação eletromagnética (você conhece por onda) e os constituintes da matéria (partículas com massa e carga) têm caráter dual : são onda - partícula!

3 – Caráter dual: onda-partícula?!?!

i. Na Física (Clássica) ou é onda ou é partícula

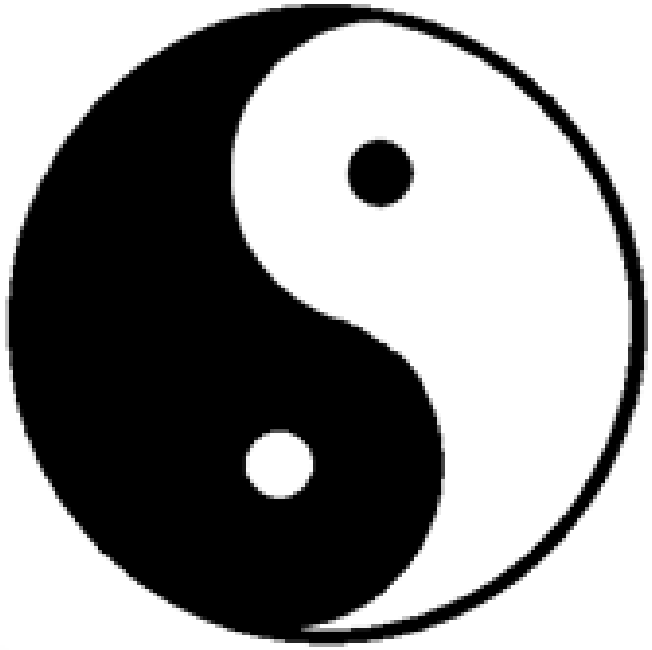
Representação de um feixe de onda eletromagnética (comprimento de onda da ordem da abertura da fenda) e outro de partículas observado em um anteparo (longe) depois de passar por uma fenda.





3 – Caráter dual fora da Física

ii. **Representação de um "ente" dual fora do contexto científico mostrando um "caráter dual" (perfeitamente normal!) – Não será tratado na disciplina, apesar de ser capa do primeiro documento!!!**



3 - Conteúdo de Física Moderna I

(a)Programa resumido - Como consta no Júpiter:

Revisão dos problemas em aberto da física do final do séc XIX. I. Caráter dual da radiação eletromagnética. Efeito fotoelétrico. Energia e momento do fóton. Raios X produzidos no freamento de elétrons. Efeito Compton. Difração de raios-X. Dualidade onda eletromagnética-fóton. O modelo atômico de Rutherford e o problema da estabilidade do átomo na física clássica. O modelo de Bohr. II. O caráter dual da matéria: partícula-onda. Partículas e ondas. A hipótese de de Broglie. A experiência de Davisson e Germer. Discussão da experiência da fenda dupla com fótons e elétrons. III. A mecânica ondulatória de Schroedinger. Pacotes de ondas. O princípio da incerteza. Interpretação probabilística de Born. Uma equação de onda para as "ondas de elétrons". A equação de Schroedinger dependente do tempo em uma dimensão. Soluções em ondas planas e princípio da superposição. Problemas unidimensionais estacionários: estados ligados e espalhamento. Valores esperados. A equação de Schroedinger em três dimensões. Partícula na caixa cúbica. Degenerescência. A mecânica quântica e o átomo de hidrogênio.

3 – Detalhamento do Conteúdo

(b) Os quatro tópicos – há sempre uma visão da ciência e do ensino dela embutido!

I. Estrutura da matéria no contexto da física clássica (breve revisão).

tempo previsto: ~ 2,5 aulas (de 100 minutos)

II. Fenômenos físicos e o caráter dual da radiação eletromagnética: onda-partícula – os fótons.

tempo previsto: ~07 aulas

III. Modelos atômicos, as primeiras "regras" de quantização e o caráter dual da matéria: partícula-onda.

i. Modelos atômicos e as primeiras regras de quantização

ii. O caráter dual da matéria: partícula-onda

tempo previsto: ~07 aulas

IV. A mecânica ondulatória de Schroedinger.

tempo previsto: ~09 aulas

Fenômenos de Física sem explicação pela ciência física no início do Século XX

1. **As Leis da Eletrodinâmica de Maxwell** explicavam muitos fenômenos **mas as equações não teriam a mesma forma para dois referenciais inerciais.** *Este fato deu origem à relatividade de Einstein.*

2. **A Radiação de corpo negro** ou seja, a intensidade da radiação em função do comprimento de onda emitidos por cavidades em sólidos a uma dada temperatura **não eram reproduzidas pelo Eletromagnetismo e Mecânica Estatística Clássica.**

3. **Os valores do calor específico molar** a volume constante **de sólidos condutores e não condutores se válido o modelo de Drude para a condução elétrica, seriam diferentes nas previsões da teoria de Boltzmann. Além disto variavam com a temperatura,** como se observava experimentalmente.

4. **A radiação emitida ou absorvida por vapor de hidrogênio** e de outros elementos mostrava linhas, ou seja, **apenas alguns comprimentos de onda eram emitidos e absorvidos,** impossível de se entender pela teoria da Física Clássica.

5. Alguns resultados do **efeito fotoelétrico**, ou seja, da emissão de elétrons por incidência de luz ou radiação ultravioleta em metais **fugiam das previsões do eletromagnetismo de Maxwell.**

4 – Situe-se no conhecimento (anterior): Grandes Áreas da Física Clássica

Mecânica Clássica

Movimento de **partículas** com **massa.**

Dimensões das partículas: $d > 10^{-10}$ m

Velocidades < $c = 3 \cdot 10^{8}$ m/s

NEWTON ~ 1650

Euler, Lagrange, Hamilton

Séc. XIV

Termodinâmica

Leis empíricas - comportamento gases

Mecânica Estatística Clássica

Visão mecanicista da matéria

Maxwell, Boltzmann } SécXIX

Eletrodinâmica Clássica

Cargas estáticas e em movimento

Ondas Eletromagnéticas luz e QEM

Maxwell ~ 1865

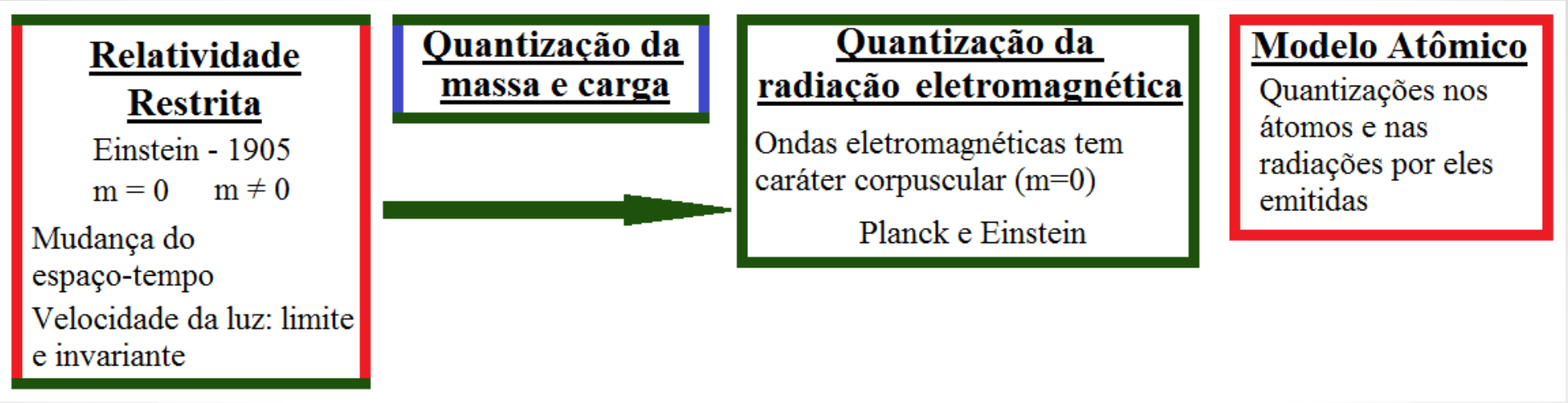
Ondas Mecânicas

Meio material

Errata: Luz é OEM (onda eletromagnética)

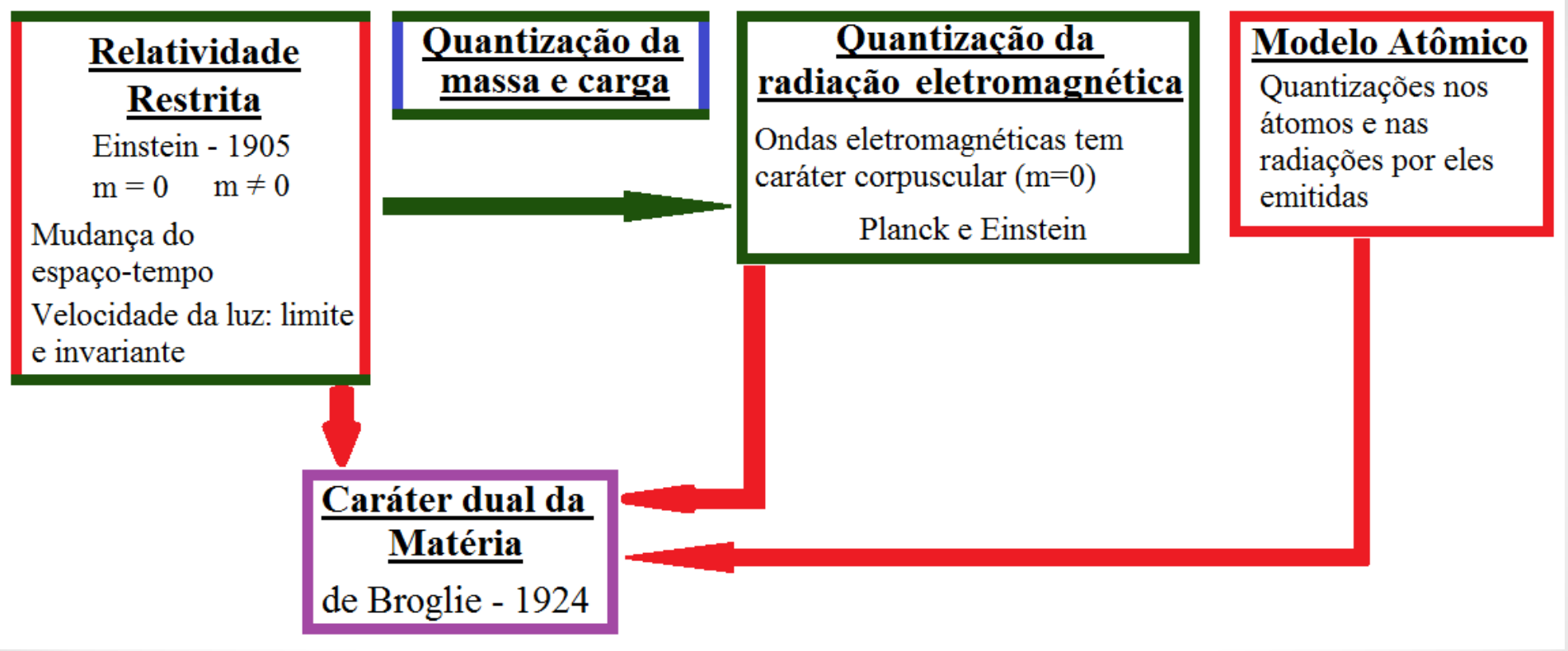
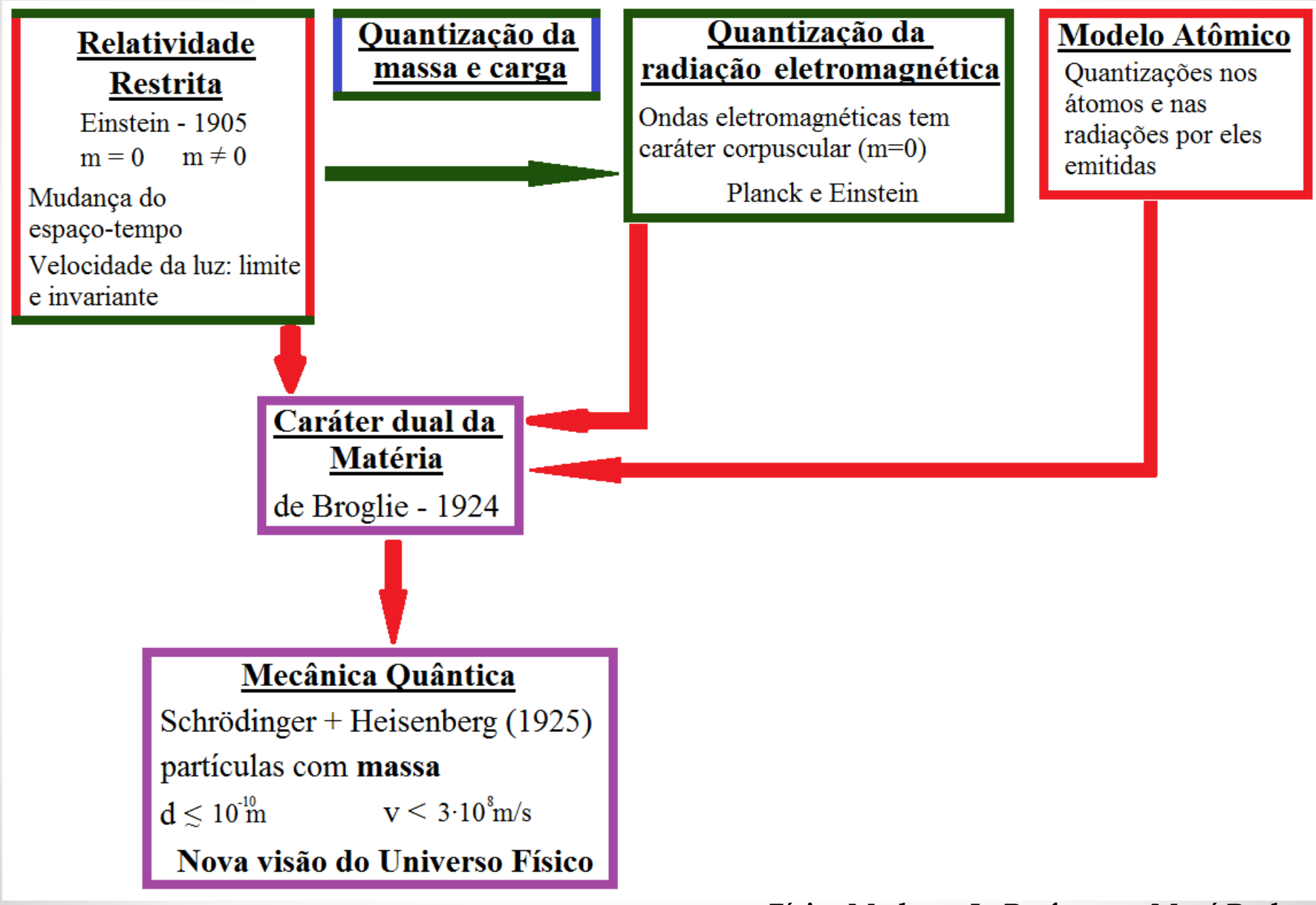
Errata: Euler, Lagrange e Hamilton: Séc. XIX (não XIV!)

Faça sua iniciação nas Física Quântica



As cores indicam os temas da Física Clássica que deram origem aos da Física Quântica: Mecânica vermelho, Termo e Mecânica Estatística azul e eletromagnetismo verde

Áreas da Física Quântica



Áreas da Física Quântica