

Caracterização da disciplina					
Código da disciplina:	FIS-101	Nome da disciplina:	Mecânica Quântica I		
Créditos:	18	Carga horária:	6 horas		
Código turma:	TFIS10120213	Quadrimestre:	3	Ano:	2021
Docente(s) responsável(is):	João Nuno Barbosa Rodrigues				

Alocação das turmas						
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
8:00 - 9:00						
9:00 - 10:00		Horário de atendimento ⁽²⁾				
10:00 - 11:00						
11:00 - 12:00						
12:00 - 13:00						
13:00 - 14:00						
14:00 - 15:00						
15:00 - 16:00						
16:00 - 17:00	Aula Síncrona ⁽¹⁾		Aula Síncrona ⁽¹⁾		Aula Síncrona ⁽¹⁾	
17:00 - 18:00						
18:00 - 19:00						
19:00 - 20:00						
20:00 - 21:00						
21:00 - 22:00						
22:00 - 23:00						

⁽¹⁾ As aulas síncronas serão gravadas e disponibilizadas na página moodle da disciplina (através do Youtube). A participação nas aulas **não é obrigatória**.

⁽²⁾ Nestes horários o atendimento será feito através de vídeo-chamada.

Planejamento da disciplina				
Objetivos gerais				
Aprofundar o conhecimento dos alunos sobre as ferramentas conceituais e matemáticas canônicas da Mecânica Quântica.				
Objetivos específicos				
Aprofundar intuição, conhecimento e destreza matemática na análise de sistemas físicos envolvendo: <ol style="list-style-type: none"> 1- O formalismo matemático canônico da Mecânica Quântica. 2- Os postulados da Mecânica Quântica. 3- Quantificação canônica de sistemas simples como o Oscilador Harmônico Quântico. 4- Dinâmica Quântica. 5- Simetrias em Mecânica Quântica. 6- Momento angular. 				
Ementa				
Postulados da mecânica quântica e espaço de estados. Quantização canônica. Medidas observáveis e as relações de incerteza; Dinâmica quântica: Operador de evolução e expansão de Dyson. Descrições de Schrödinger, Heisenberg e interação. Propagadores e integrais de caminho. Operador densidade. Momento linear. Rotações e momento angular. O grupo de rotações. Adição de momentos angulares.				
Plataforma Web				
A disciplina irá ser ministrada através da plataforma moodle da UFABC, acessível através do endereço moodle.ufabc.edu.br . Nesta plataforma a disciplina é identificada como " Mecânica Quântica I - 2021.3 (PPG-Física) ".				
Conteúdo programático				
Semana	Datas	Conteúdo	Estratégias didáticas	Avaliação
1	13/Set	Apresentação da Disciplina (informações sobre ementa, provas, conceitos, etc). Revisão de Mecânica Clássica.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	15/Set	Revisão de conceitos fundamentais de Física Quântica.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	17/Set	Formalismo matemático da Mecânica Quântica: Espaço vectorial das funções de onda \mathcal{F} , produto interno em \mathcal{F} e bases discretas de \mathcal{F} .	Exposição teórica (aula síncrona).	
2	20/Set	Formalismo matemático da Mecânica Quântica: bases contínuas de \mathcal{F} , operadores lineares em \mathcal{F} .	Exposição teórica (aula síncrona).	

	22/Set	Formalismo matemático da Mecânica Quântica: Espaço de estados \mathcal{E} (e seu dual \mathcal{E}^*), notação de Dirac, "kets" e "bras", operadores lineares em \mathcal{E} .	Exposição teórica (aula síncrona).	
	24/Set	Formalismo matemático da Mecânica Quântica: Representações em \mathcal{E} de "kets", "bras" e operadores.	Exposição teórica (aula síncrona).	
3	27/Set	Formalismo matemático da Mecânica Quântica: Observáveis, CCOCs, representações $ r\rangle$ e $ p\rangle$, produto tensorial no espaço de estados.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	29/Set	Resolução de exercícios (Folha 1 - Formalismo Matemático da Mecânica Quântica).	Resolução de exercícios (aula síncrona).	
	1/Out	Postulados da Mecânica Quântica e suas implicações físicas.	Exposição teórica (aula síncrona).	
4	4/Out	Regras de quantificação canônica. Variáveis compatíveis e incompatíveis e o princípio da Incerteza de Heisenberg.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	6/Out	Propriedades de evolução temporal de um sistema quântico.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	8/Out	Ilustração dos postulados com a experiência de Stern-Gerlach. Sistemas de dois níveis.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	7/Out a 12/Out	Avaliação: Tarefa 1.		Questões dissertativas e de cálculo.
5	11/Out	Feriado	-	
	13/Out	Resolução de exercícios (Folha 2 - Postulados da Mecânica Quântica).	Resolução de exercícios (aula síncrona).	
	15/Out	Exemplo de quantificação canônica: Oscilador Harmônico Quântico 1D.	Exposição teórica (aula síncrona).	
6	18/Out	Exemplo de quantificação canônica: Oscilador Harmônico Quântico 1D (continuação).	Exposição teórica (aula síncrona).	

	20/Out	Resolução de exercícios (Folha 3 - Osciladores Harmônicos Quânticos).	Resolução de exercícios (aula síncrona).	
	22/Out	Revisões e dúvidas para a Prova 1.	Esclarecimento de dúvidas (aula síncrona).	
	22/Out a 25/Out	<u>Avaliação: Prova 1</u>		Questões dissertativas e cálculo.
7	25/Out	Dinâmica Quântica, operador de evolução. Representações de Schrodinger e de Heisenberg.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	27/Out	Propagadores. Integrais de caminho.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	29/Out	Feriado	-	
	1/Nov	Feriado	-	
8	3/Nov	Mecânica Quântica Estatística. Operador densidade.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	5/Nov	Resolução de exercícios (Folha 4 - Dinâmica Quântica; Folha 5 - Mecânica Quântica Estatística).	Resolução de exercícios (aula síncrona).	
9	8/Nov	Simetrias em Mecânica Quântica: simetrias contínuas.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	10/Nov	Simetrias em Mecânica Quântica: simetrias discretas.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	12/Nov	Resolução de exercícios (Folha 6 - Simetrias em Mecânica Quântica).	Resolução de exercícios (aula síncrona).	
10	15/Nov	Feriado	-	

	17/Nov	Teoria Geral do Momento Angular. Auto-valores do Momento Angular.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	19/Nov	Auto-estados do Momento Angular. Aplicação ao Momento Angular Orbital.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	18/Nov a 23/Nov	Avaliação: Tarefa 2.		Questões dissertativas e cálculo.
11	22/Nov	Partícula num potencial central e o átomo de Hidrogénio.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	24/Nov	Spin como um momento angular. Adição de Momento Angular.	Exposição teórica (aula síncrona).	
	26/Nov	Adição de Momento Angular. Teorema de Wigner-Eckart.	Exposição teórica (aula síncrona).	
12	29/Nov	Resolução de exercícios (Folha 7 - Momento Angular).	Resolução de exercícios (aula síncrona).	
	1/Dez	Revisões e dúvidas para a Prova 2.	Dúvidas e exercícios (aula síncrona).	
	3/Dez a 6/Dez	Avaliação: Prova 2.		Questões dissertativas e cálculo.
13	9/Dez ^(a)	Revisões e dúvidas para a Prova de Recuperação.	Dúvidas e exercícios (aula síncrona).	
	12/Dez a 15/Dez	Avaliação: Prova de Recuperação.		Questões dissertativas e cálculo.

^(a) A aula de revisão e dúvidas para a Prova de Recuperação apenas se realizará caso um ou mais alunos estejam em posição de realizar a Prova de Recuperação (ver em baixo secção "Prova de Recuperação").

Descrição dos instrumentos e estratégias didáticas para as aulas

Os conteúdos teóricos da disciplina serão ministrados sincronamente em aulas realizadas através de chamada de vídeo. A matéria será exposta através de anotações manuscritas feitas ao longo da aula (emulando uma “aula em lousa”). Cada aula durará em torno de duas horas. Ocasionalmente poderá ser necessário gravar vídeo-aulas assíncronas.

Teremos (aproximadamente) 1 a 2 horas de resolução de exercícios por semana. Estas aulas serão em geral síncronas, podendo ser comutadas para assíncronas se houver atraso na exposição da matéria teórica, também ministrada sincronamente. Os exercícios serão resolvidos e comentados também emulando “aula em lousa”.

A presença nas aulas síncronas **não é obrigatória**.

As aulas síncronas serão gravadas e disponibilizadas na página Moodle da disciplina (como link para vídeo no YouTube). Os PDFs das anotações feitas ao longo das aulas serão também disponibilizados na página da disciplina no Moodle.

Descrição dos instrumentos para o atendimento aos alunos

Semanalmente teremos um horário de esclarecimento de dúvidas (de 2 horas). Durante esse horário o professor estará disponível online numa chamada de vídeo, na qual os alunos poderão entrar sempre quiserem. O link para essas chamadas de vídeo será disponibilizado na página da disciplina no Moodle.

Os alunos poderão também colocar dúvidas através do chat do moodle e/ou e-mail fora destes horários. No entanto, em tais casos o retorno poderá demorar um pouco mais de tempo.

Descrição dos instrumentos e critérios de avaliação qualitativa

Conceito Final

A nota final (NF) será dado por

$$NF = 0.2*(T1+T2) + 0.3*(P1+P2)$$

onde

T1 = Tarefa #1 (dissertativa e cálculo).

T2 = Tarefa #2 (dissertativa e cálculo).

P1 = Prova #1 (dissertativa e cálculo).

P2 = Prova #2 (dissertativa e cálculo).

Conceitos Finais:

- Conceito A: $8,5 \leq NF \leq 10,0$.
- Conceito B: $7,0 \leq NF < 8,5$.
- Conceito C: $5,0 \leq NF < 7,0$.
- Conceito D: $4,0 \leq NF < 5,0$.
- Conceito F: $0,0 \leq NF < 4,0$.

Formato dos componentes da avaliação

Tarefas (T):

- Com questões dissertativas e de cálculo mais longas (com uma semana para entrega).
- As Tarefas realizar-se-ão nas seguintes datas: Tarefa #1 entre **7-12/Out**; Tarefa #2 entre **18-23/Nov**.
- Estas listas visam não só solidificar os conceitos/ferramentas discutidos nas aulas, mas também permitir que os alunos explorem tópicos não abordados nas aulas.

Provas (P1 e P2):

- Com questões dissertativas e de cálculo.
- Realizadas através da plataforma Moodle.
- A P1 cobrirá a primeira parte da matéria e será realizada entre **22-25/Nov**.
- A P2 cobrirá toda a matéria (mais enfoque na segunda parte) e será realizada nos dias **3-6/Dez**.

Prova de Recuperação

A prova de recuperação (REC) terá lugar no dias **12-15/Dez**. Ela cobrirá todo o conteúdo da disciplina. Esta poderá ser feita pelos alunos que obtiverem conceitos D e F. A nota final (NFrec), neste caso, será dada pela fórmula:

$$\text{NFrec} = \max(0.5 \cdot \text{NF} + 0.5 \cdot \text{REC}, \text{NF})$$

aplicando-se a mesma conversão para conceitos finais indicada na secção "Conceito Final".

Critérios de Presença

O curso exige presença mínima. Esta corresponde à realização de actividades de avaliação com peso combinado maior do que 50% - ver composição do conceito final acima.

Referências bibliográficas básicas

1. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu e F. Laloë, Quantum Mechanics I & II (Wiley, 1977).
2. J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison-Wesley, 1994).
3. A. Messiah, Quantum Mechanics (Wiley, 1968).
4. Asher Peres, Quantum Theory: Concepts and Methods (Kluwer Academic Publishers, 2002).
5. A.F.R. de Toledo Piza, Mecânica Quântica (EDUSP, 2003).
6. E. Merzbacher, Quantum Mechanics (John Wiley & Sons Inc, 1998).
7. L. E. Ballentine, Quantum Mechanics - A Modern Development (World Scientific, 1998).