

BLOCO VI – CAMPOS QUANTIZADOS

Na perspectiva da Física de Partículas, em se tratando do mundo microscópico, os campos não são mais um ente físico contínuo. Assim, os campos passam a ser descritos através de seus quantum de interação, chamados de bósons..

1. Objetivos gerais:

- ✓ Entender a quantização dos campos forte e fraco;
- ✓ Compreender a necessidade de uma descrição análoga para o campo eletromagnético;
- ✓ Conhecer os mensageiros das interações de cada campo.

2. Conteúdo Físico

- ✓ Interação forte e fraca
- ✓ Campo eletromagnético
- ✓ Quantização.

3. Leitura complementar

As leituras indicadas servem para um conhecimento mais profundo e detalhado dos conceitos tratados neste bloco. Assim, caso seja possível, leia algumas dessas referências antes de iniciar as aulas.

- ✓ HEWITT, Paul. **Física Conceitual**. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- ✓ SEGRÉ, E. **Dos raios X aos Quarks. Físicos Modernos e suas Descobertas**. Universidade de Brasília, Brasília, 1982.
- ✓ VARELA, João. **O século dos quantas**. Lisboa: Gradiva, nov 96.
- ✓ ALVES, Gilson; CARUSO, Francisco; FILHO, Hélio da Motta; SANTORO, Alberto. **O mundo das partículas de hoje e de ontem**. Rio de Janeiro: CBPF, 2000.
- ✓ CARUSO, Francisco; OGURI, Vitor; SANTORO, Alberto. **Partículas elementares: 100 anos de descoberta**. Manaus: Editora da Universidade Federal de Manaus, 2005.
- ✓ CARUSO, Francisco; SANTORO, Alberto. **Do átomo Grego à Física das interações fundamentais**. 2ª ed. Rio de Janeiro: AIAFEX, 2000.
- ✓ TIPLER, Paul A.; LLEWELLYN, Ralph A. **Física Moderna**. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- ✓ NATALE, Adriano A.; GUZZO, Marcelo M. **Neutrino: partículas onipresentes e misteriosas**. Ciência Hoje. V.25, n.147, p.34, mar.99
- ✓ JOLIE, Jan. **Supersimetria: experiências tentam confirmar teoria que relaciona partículas subatômicas**. Scientific American do Brasil, nº 3, Agosto 2002.

4. Quadro Sintético

ATIVIDADE	MOMENTOS	COMENTÁRIOS	TEMPO	
1. Estudo sobre a quantização dos campos.	Retomar a discussão sobre os tipos de interações que foram estudadas durante o curso	“Teoria quântica de campos: uma nova concepção do campo eletromagnético”.	2 aulas	
	Sistematização das interações.			
	Propor o agente da interação eletromagnética.			
	Leitura e respostas das questões do texto.	Ênfase dada a troca de fótons entre partículas que possuem carga elétrica.		
	Correção e discussão sobre os exercícios.			
	Atividade 10 – A troca de fótons entre partículas			
	Discussão e sistematização final			
2. Estudo sobre as representações das interações	Retomar a discussão sobre os agentes das interações.	“Diagramas de Feynman: uma nova maneira de ver as interações”.	2 aulas	
	Propor uma representação das interações em forma de diagramas.			
	Leitura e resolução das questões do texto:	Quadro sistematizando as interações e as representações de cada uma		
	Correção e discussão das questões do texto			
	Sistematização final.			

5. Descrição aula-a-aula

Aula 35

Tema: Quantização dos campos.

Objetivo: Dar ênfase aos campos forte e fraco quantizados, estendendo esse modelo para o campo eletromagnético.

Conteúdo Físico: Quantização; interações forte, fraca e eletromagnética.

Recursos Instrucionais

- Discussão entre professor e alunos
- Aula expositiva
- Texto de apoio: **“Teoria quântica de campos: uma nova concepção do campo eletromagnético”**.

Motivação: Entender a necessidade de quantização do campo eletromagnética no mundo microscópico.

Momentos

1º Momento	Retomar a discussão sobre os tipos de interações que foram estudadas durante o curso
	Tempo: ± 10 min
2º Momento	Sistematização das interações. Propor o agente da interação eletromagnética.
	Tempo: ± 20 min
3º Momento	Leitura e respostas das questões do texto: “ <i>Teoria quântica de campos: uma nova concepção do campo eletromagnético</i> ”.
	Tempo: ± 20 min

Sugestão: Ao fazer a sistematização das interações, o professor deve procurar fazer uma tabela, destacando as principais características de cada interação.

Dinâmica da aula

Inicie a aula relembrando as interações estudadas até aqui. Peça aos alunos que façam essa retomada. Em seguida, com o auxílio dos alunos, faça uma sistematização na lousa sobre as principais características de cada interação. Separe os alunos em grupos de no máximo cinco e peça para eles lerem, discutirem e responderem as questões do texto.

Aula 36

Tema: Quantização dos campos.

Objetivo: Dar ênfase aos campos forte e fraco quantizados, estendendo esse modelo para o campo eletromagnético.

Conteúdo Físico: Quantização; interações forte, fraca e eletromagnética.

Recursos Instrucionais

- Discussão entre professor e alunos
- Aula expositiva
- Texto de apoio: **“Teoria quântica de campos: uma nova concepção do campo eletromagnético”**.
- Roteiro da atividade 10

Motivação: Entender como ocorre a troca de fótons entre partículas que têm cargas elétricas.

Momentos

1º Momento	Correção e discussão sobre os exercícios.
	Tempo: ± 15 min

2º Momento	Atividade 10 – A troca de fótons entre partículas com carga elétrica
	Tempo: ± 15 min

3º Momento	Discussão e sistematização final
	Tempo: ± 20 min

Sugestão: Tome cuidado com a analogia. Procure discutir bem os limites delas, para que os alunos possam compreender bem o papel do fóton na interação eletromagnética.

Dinâmica da aula

Inicie a aula discutindo e corrigindo as questões do texto lido na aula anterior. Em seguida, proponha a atividade para poder fixar melhor o modelo da interação eletromagnética e o papel do fóton nessa interação. Assim poderá fazer uma discussão, estendendo essa analogia para as outras interações. Feche a aula fazendo um quadro sintético das interações e de seus agentes. Lembre-se de comentar que o gráviton é apenas uma previsão teórica, que os físicos acreditam que a sua detecção é questão de tempo.

Atividade 10 – O campo eletromagnético quantizado: o papel do fóton

Objetivo:

Essa atividade tentará descrever, através de uma analogia, o papel do fóton na interação eletromagnética, no âmbito da teoria quântica de campos, ou seja, com o campo quantizado.

Quando estudamos o campo eletromagnético em Física de Partículas, vimos que ele é formado por uma nuvem de diversos fótons que são emitidos e absorvidos por partículas carregadas eletricamente, como os prótons e os elétrons.

Assim para que um próton ou mesmo um elétron possa sentir a presença de outro elétron, ele absorve fótons emitidos pelo o segundo e emite fótons que são absorvidos por este último. Ou seja, é através da troca de fótons que uma partícula (positiva ou negativa) “sente” a presença de uma outra também carregada.

Nesta atividade será feita uma analogia que buscará representar essa troca de fótons entre partículas carregadas eletricamente.

Material

4 Pulverizadores de água

Procedimento:

Em uma parte livre da sala de aula, dois alunos permanecerão parados, um de costa para o outro, com pulverizadores de água nas mãos e com os olhos vendados.

Outros dois alunos ficarão girando em volta daqueles que estão parados, há aproximadamente um metro. Estes também devem ter pulverizadores na mão.

Peça que os quatro comecem a pulverizar água, de forma que as gotículas atinjam tanto os que estão parados quanto os que estão girando.

Em seguida, os alunos que estão girando devem se afastar mais um metro dos alunos que estão parados no centro, permanecendo cerca de dois metros dos parados. Depois de terem se afastado, inicia-se novamente a pulverização da água, de modo que os alunos sintam novamente as gotículas.

Depois de terem realizado a atividade responda as seguintes questões:

- 1) Os alunos que estão parados no centro representam que tipo de partícula?
- 2) Os alunos que estão girando representam qual partícula?
- 3) As gotículas de água estão representando quem na atividade?
- 4) Qual a posição que os alunos percebem maior número de gotículas, mais perto ou mais longe? Por quê?

Aula 37

Tema: Diagrama de Feynman.

Objetivo: Discutir as representações das interações através de diagramas.

Conteúdo Físico: Interações forte, fraca e eletromagnética.

Recursos Instrucionais

- Texto de apoio: **“Diagramas de Feynman: uma nova maneira de ver as interações”**.
- Aulas expositivas.

Motivação: Entender através de uma forma de visual as interações entre as partículas.

Momentos

1º Momento	Retomar a discussão sobre os agentes das interações.
	Tempo: ± 10 min
2º Momento	Propor uma representação das interações em forma de diagramas.
	Tempo: ± 15 min
3º Momento	Leitura e resolução das questões do texto: <i>“Diagramas de Feynman: uma nova maneira de ver as interações”</i> .
	Tempo: ± 25 min

Sugestão: Depois de ter retomado a discussão sobre as interações, coloque a seguinte questão: “Seria possível representar as interações através de diagramas de uma forma que as pessoas entendessem o que está acontecendo!” Deixe que os alunos proponham alguma saída. Assim poderá iniciar a discussão sobre os diagramas de Feynman.

Dinâmica da aula

Inicie a aula retomando as interações, colocando as principais características delas para que os alunos relembrem dessas características. Em seguida coloque a questão: “Seria possível representar as interações através de diagramas de uma forma que as pessoas entendessem o que está acontecendo!”. Deixe um tempo para eles discutirem e proporem suas hipóteses. Em seguida inicie a discussão sobre os diagramas, entregando o texto para leitura e resposta das questões dele. Faça esse trabalho em grupo de no máximo cinco (5) alunos.

Aula 39

Tema: Diagrama de Feynman.

Objetivo: Discutir as representações das interações através de diagramas.

Conteúdo Físico: Interações forte, fraca e eletromagnética.

Recursos Instrucionais

- Texto de apoio: **“Diagramas de Feynman: uma nova maneira de ver as interações”**.
- Aulas expositivas.

Motivação: Entender através de uma forma de visual as interações entre as partículas.

Momentos

1º Momento	Correção e discussão das questões do texto.
	Tempo: ± 20 min

2º Momento	Sistematização final.
	Tempo: ± 30 min

Sugestão: Depois de ter retomado a discussão sobre as interações, coloque a seguinte questão: “Seria possível representar as interações através de diagramas de uma forma que as pessoas entendessem o que está acontecendo!” Deixe que os alunos proponham alguma saída. Assim poderá iniciar a discussão sobre os diagramas de Feynman.

Dinâmica da aula

Inicie a aula retomando as interações, colocando as principais características delas para que os alunos relembrem dessas características. Em seguida coloque a questão: “Seria possível representar as interações através de diagramas de uma forma que as pessoas entendessem o que está acontecendo!”. Deixe um tempo para eles discutirem e proporem suas hipóteses. Em seguida inicie a discussão sobre os diagramas, entregando o texto para leitura e resposta das questões dele. Faça esse trabalho em grupo de no máximo cinco (5) alunos.