

3 Experimento de Stern e Gerlach



Figura 3.1: Placa memorial em homenagem a Otto Stern (laureado com o prêmio Nobel de Física de 1943) e Walther Gerlach defronte ao Centro de Física Experimental Stern-Gerlach da Universidade de Frankfurt, Alemanha (a 8 km do laboratório original). Placa descerrada em fevereiro de 2002.

No experimento de Stern-Gerlach, concebido por Otto Stern, originalmente em 1921, um feixe de átomos de prata¹ (à esquerda da região central da Figura 3.1, ao lado da imagem de Stern) é submetido à ação de um campo magnético não-homogêneo produzido por um par de polos (ímã na parte central da figura) sendo depositado na placa de vidro (à direita na Figura 3.1).

O spin é uma propriedade intrínseca dos quântons, como a massa e a carga deles. Para o elétron, o spin assume dois valores: $+\hbar/2$ ou $-\hbar/2$, chamados de “para cima” e “para baixo”, respectivamente.

| Spin do elétron | Representação | Valor |
|-----------------|---------------|------------|
| para cima | ↑ | $+\hbar/2$ |
| para baixo | ↓ | $-\hbar/2$ |

Na presença de um campo magnético, o átomo de prata como um todo pode ser representado pelo spin do seu 47º elétron e a interação com o campo magnético muda a direção da trajetória do feixe. Como resultado, átomos que deixam o forno com o spin “para cima” são depositados na parte inferior da placa de vidro detectora e átomos que deixam o forno com o spin “para baixo” ficam impressos na parte superior da placa.

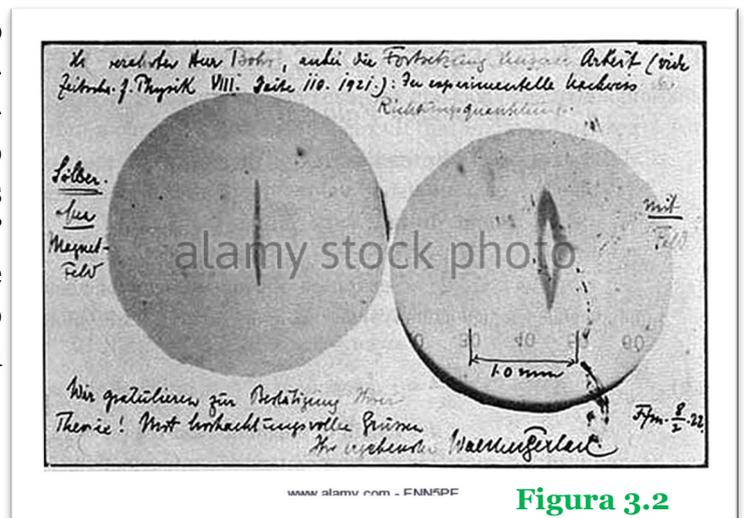


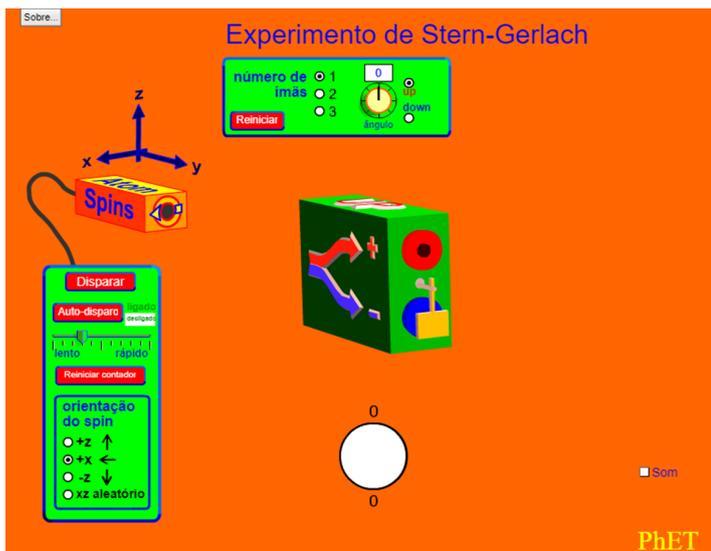
Figura 3.2

A Figura 3.2 mostra um postal enviado em 08 de fevereiro de 1922 por W. Gerlach a Niels Bohr, que mostra uma foto da prata depositada na placa de vidro, após uma revelação fotográfica, para os casos sem (esquerda) e com campo magnético (direita). Vamos executar a simulação disponível em https://phet.colorado.edu/sims/stern-gerlach/stern-gerlach_pt_BR.html conforme o roteiro na sequência.

¹A prata é um metal macio e flexível, com ponto de fusão 961,8°C (relativamente baixo quando comparado ao de outros metais) e número atômico igual a 47. Por seu brilho intenso e facilidade de ser moldado, integra a economia de civilizações desde 3000 a.C. e, em forma de sais, foi fundamental nos primórdios da história da fotografia.

E

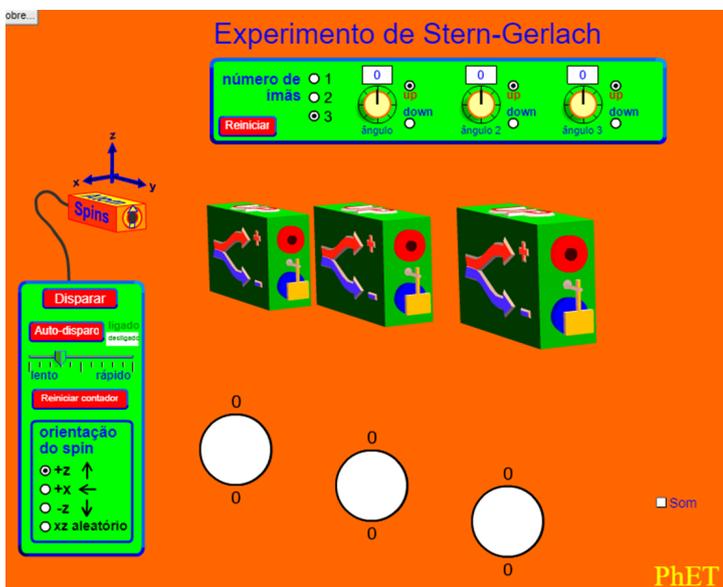
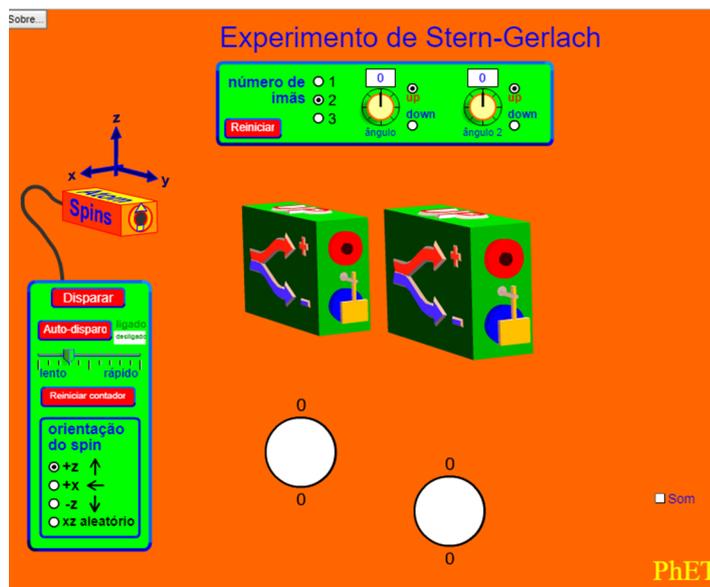
xecutando a simulação:



1. Escolha a opção 1 no menu “número de ímãs” e a opção +z no menu “orientação de spin”. O que você espera que aconteça ao pressionar a tecla disparar algumas vezes? Pressione a tecla, verificando sua previsão e anote o observado.
2. Com a opção 1 no menu “número de ímãs”, observe e anote o que acontece ao escolher as demais opções do menu “orientação de spin”.

3. À direita, na caixa que contém o menu “número de ímãs”, há um espaço no qual você pode incluir ângulos de rotação para o ímã, coloque 90° e verifique o que acontece para todas as possibilidades do menu “orientação de spin”. Anote os resultados obtidos.

4. Escolha a opção 2 no menu “número de ímãs” e a opção +z no menu “orientação de spin”. O que você espera que aconteça ao pressionar a tecla disparar algumas vezes? Pressione a tecla, verificando sua previsão e anote o observado.
5. O que você espera que seja observado nos resultados se a inclinação do segundo ímã for alterada?
6. Com a opção 2 no menu “número de ímãs”, observe e anote o que acontece mantendo o primeiro ímã sem inclinação (0°) e o segundo ímã a 90° .



7. Escolha a opção 3 no menu “número de ímãs” e a opção +z no menu “orientação de spin”. Escreva o que você espera que seja observado nos resultados se apenas a inclinação do segundo ímã for alterada?
8. Com a opção 3 no menu “número de ímãs”, observe e anote o que acontece mantendo o primeiro e o terceiro ímã sem inclinação (0°) e o segundo ímã a 90° .
9. Escolha outras opções de inclinação para os ímãs e de orientação de spin e faça uma tabela organizando as observações de acordo com as opções selecionadas.