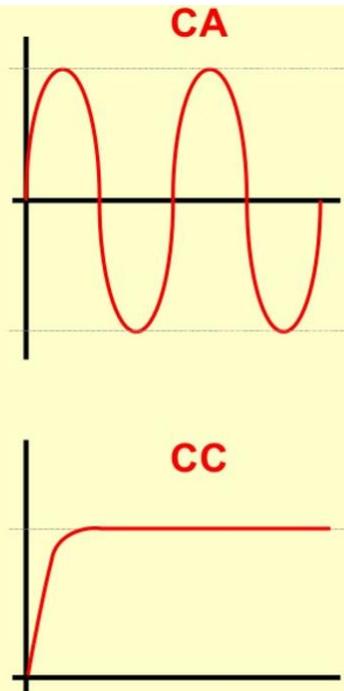


Correntes Elétricas

Trajeto da corrente pelo corpo	Tensão (U) e corrente (I)	
	127 V	220 V
Entre as pontas dos dedos de ambas as mãos (secos)	8 mA	14 mA
Entre as palmas de ambas as mãos (secas)	140 mA	244 mA
Mão com ferramenta e pés calçados (secos)	7 mA	12 mA
Mão com ferramenta e pés calçados (molhados)	211 mA	366 mA

Observação
os valores foram calculados para uma pessoa com peso acima de 50 Kg

O corpo humano é mais sensível à corrente alternada de frequência industrial (50/60 Hz) do que à corrente contínua. O limiar de sensação da corrente contínua é da ordem de 5 miliampères, enquanto que na corrente alternada é de 1 miliampère. A corrente elétrica passa a ser perigosa para o homem a partir de 9 miliampères, em se tratando de corrente alternada, e, 45 miliampères para corrente contínua.



Dependências:

- *Condições orgânicas do indivíduo;*
- *Resistência elétrica do corpo;*
- *Percurso da corrente;*
- *Intensidade da corrente;*
- *Frequência;*
- *Tempo de duração;*
- *Natureza da corrente;*

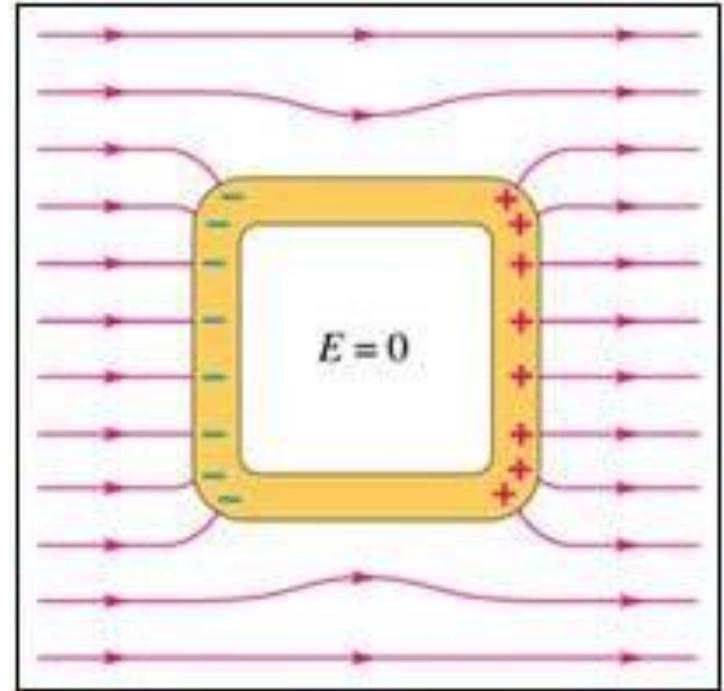
http://www.feb.unesp.br/jcandido/higiene/artigos/5_eletricidade.htm

<http://pt.slideshare.net/exata/frente-3-cad01mdulo-03>

Corrente Elétrica Alternada

INTENSIDADE DA CORRENTE ALTERNADA (50 / 60 HZ) QUE PERCORRE O CORPO	PERTURBAÇÕES POSSÍVEIS DURANTE O CHOQUE	ESTADO POSSÍVEL	SALVAMENTO	RESULTADO FINAL
 <p>1 miliampère</p>	NENHUMA.	NORMAL.	—	NORMAL.
 <p>1 a 9 miliampère</p>	SENSAÇÃO CADA VEZ MAIS DESAGRADÁVEL, À MEDIDA QUE A INTENSIDADE AUMENTA. CONTRAÇÃO MUSCULARES.	NORMAL.	DESNECESSÁRIO.	NORMAL.
 <p>9 a 20 miliampères</p>	SENSAÇÃO DOLOROSA. CONTRAÇÕES VIOLENTAS. ASFIXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. PERTURBAÇÕES CIRCULATÓRIA.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	RESTABELECIMENTO.
 <p>20 a 100 miliampères</p>	SENSAÇÃO INSUPORTÁVEL. CONTRAÇÕES VIOLENTAS. ASFIXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. FIBRILAÇÃO VENTRICULAR.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	MUITAS VEZES NÃO HÁ TEMPO DE SALVAR E A MORTE OCORRE EM POUCOS MINUTOS.
 <p>Acima de 100 miliampères</p>	ASFIXIA IMEDIATA. FIBRILAÇÃO VENTRICULAR. ALTERAÇÕES MUSCULARES. QUEIMADURAS.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	MUITO DIFÍCIL.	MORTE.
 <p>Vários Ampères</p>	ASFIXIA IMEDIATA. QUEIMADURAS GRAVES.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	PRATICAMENTE IMPOSSÍVEL.	MORTE.

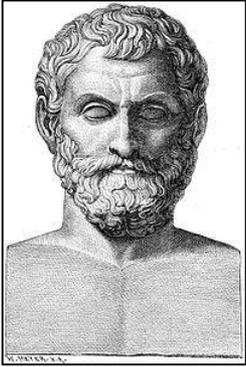
Gaiola de Faraday ou Blindagem Eletrostática



Magnetismo

Parte 1

Cronologia



- Tales de Mileto (624 - 546 a.C.)

“Ações magnéticas são diferentes das ações elétricas.”



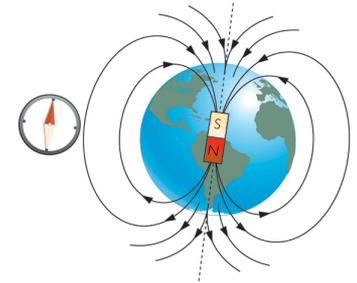
Magnetita - Fe_3O_4



- William Gilbert (1544 - 1603)

“Magnus magnes ipse est globus terrestris”

“1600 - De Magnete: O Planeta Terra é um imenso ímã.”



- Alessandro Volta (1745 - 1827)

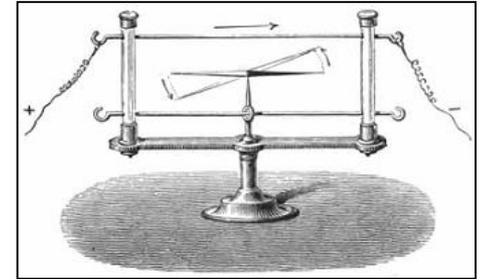
“1800 - Pilha: geração de corrente elétrica – Cu, Zn e salmoura.”





- Hans Christian Oersted (1777 - 1851)

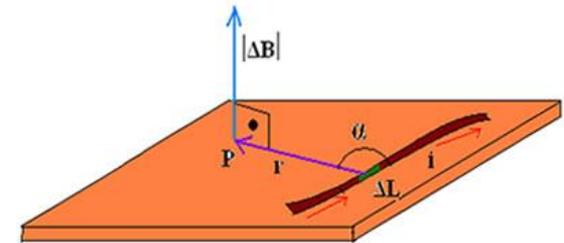
“1820 - Deflexão da agulha de uma bússola ao circular corrente elétrica por um fio condutor.”



- Jean Baptiste Biot (1774 - 1862)

“1820 - Expressão matemática que relaciona corrente elétrica em um fio ao módulo do campo magnético, em uma dada posição.”

Lei de Biot - Savart



- Félix Savart (1791 - 1841)

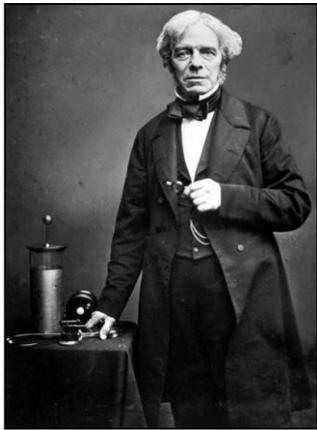
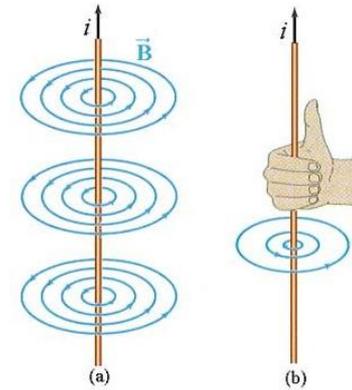
$$|\Delta \vec{B}| = \frac{\mu_0 \cdot I}{4 \cdot \pi} \times \frac{\Delta l \cdot \text{sen} \alpha}{r^2}$$





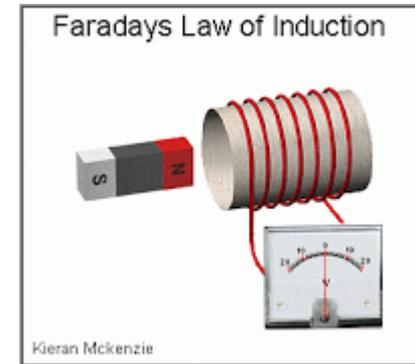
- André-Marie Ampère (1775 - 1836)

“1822 - Correntes elétricas se atraem ou se repelem mutuamente, regra da mão direita (para o vetor Campo Magnético) e outros estudos.”



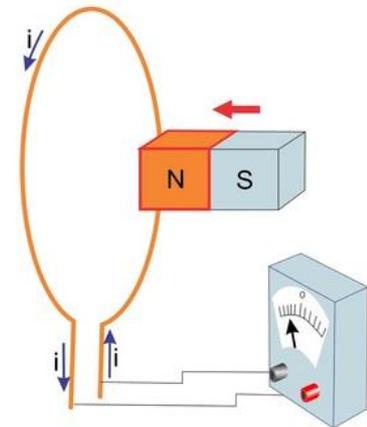
- Michael Faraday (1791 - 1867)

“1834 - Indução Eletromagnética: Princípio de funcionamento dos transformadores.”



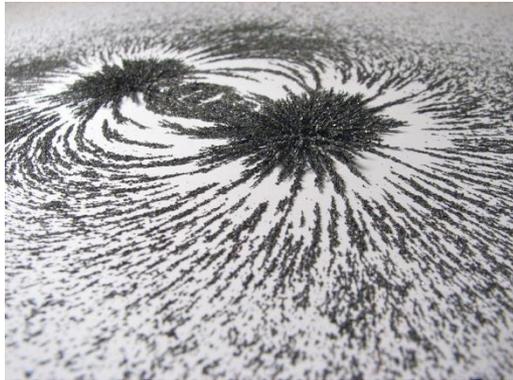
- Heinrich F. E. Lenz (1804 - 1865)

“1834 - Regra para a orientação das correntes parasitas.”



Linhas de Campo Magnético

- *Representação: através de grãos de limalha de ferro*

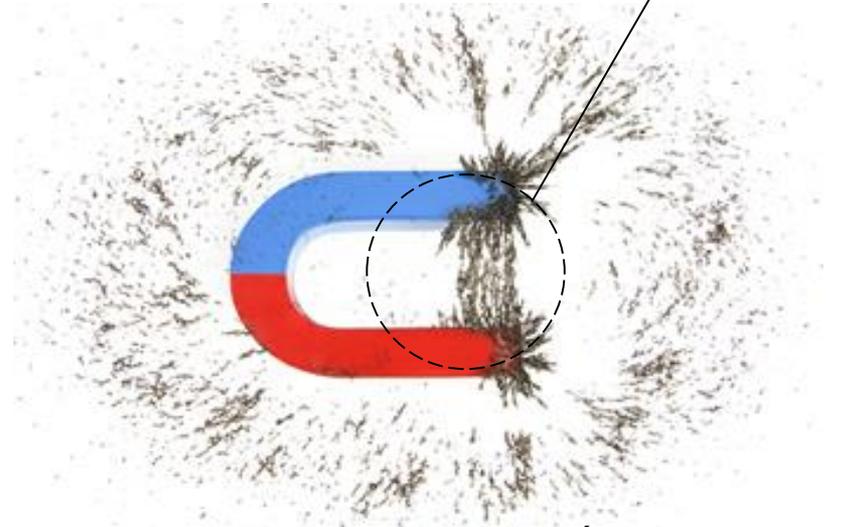


Ímã-ferradura: linhas de campo magnético

Obs. Importante 1: “A limalha de ferro deve estar livre de magnetização.”

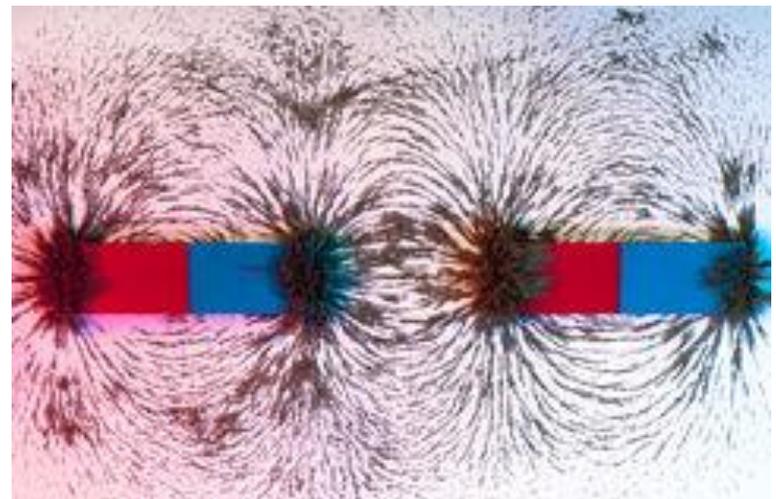
Obs. Importante 2: “As linhas de campo magnético são fechadas, contínuas e não se cruzam.”

Obs. Importante 3: “A proximidade entre as linhas de campo magnético resultante dá uma ideia de sua intensidade.”



Linhas paralelas e equidistantes

Ímã-ferradura

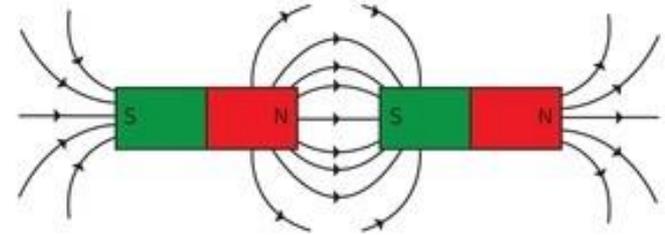
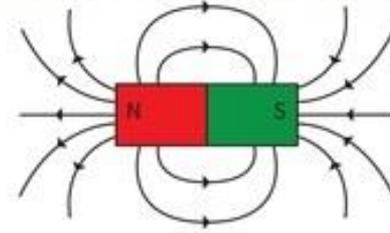


Inseparabilidade dos polos magnéticos

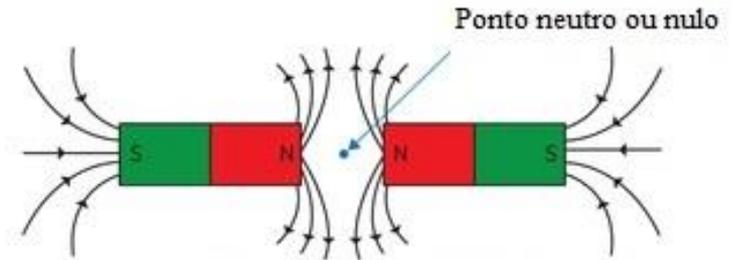


Interações entre Ímãs

Campo magnético de um ímã em barra



Atração entre polos opostos

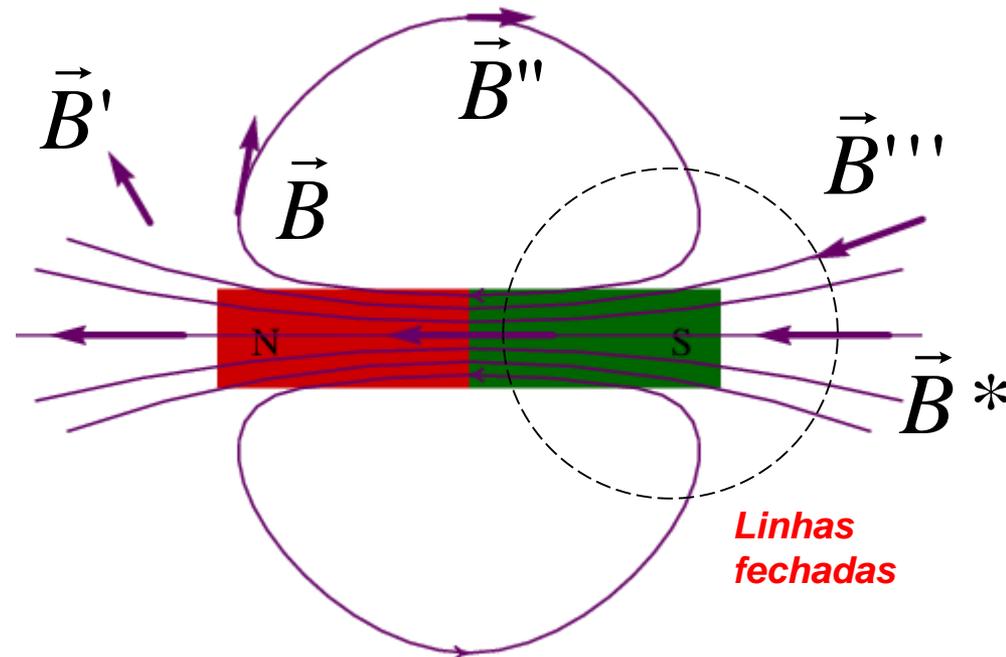
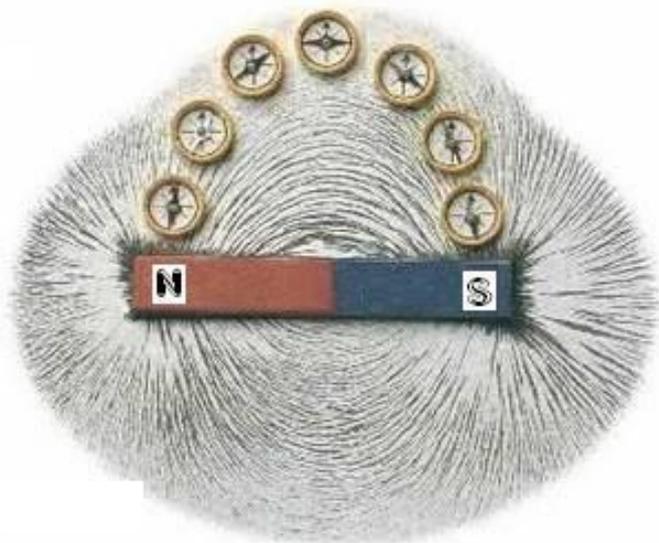
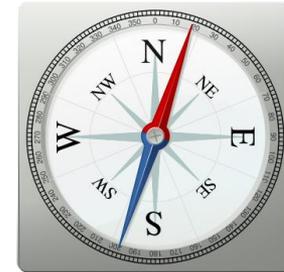


Repulsão entre polos iguais

Vetor Campo Magnético $\rightarrow \vec{B}$

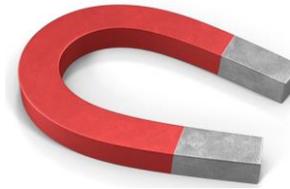
- **Convenção** para o sentido das linhas de Campo Magnético: “As linhas **externas** de campo magnético são tais que elas se orientam no sentido **polo norte** \rightarrow **polo sul magnético**.”

- Mapeamento do Campo Magnético \rightarrow **bússola**
- Vetor Campo Magnético (***direção e sentido***)



Atividade: Representação de Linhas de Campo Magnético

1) Coloque um dos ímãs-ferradura, apoiado pela lateral, na superfície da mesa;



2) Coloque uma folha de papel sulfite **sobre** a superfície lateral do ímã-ferradura;

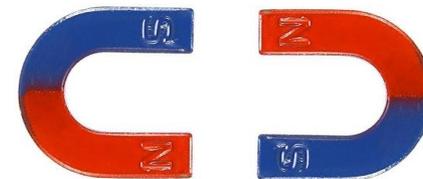
3) Espalhe um pouco de limalha de ferro sobre a região do papel em que se encontra o ímã;

4) Fotografe as linhas de campo magnético;



5) Posicione os dois polos do ímã para cima e repita os itens 2 a 4;

6) Coloque o ímã sobre a mesa pela lateral, posicionando seus polos frente a frente com outro ímã, a uma pequena distância entre eles (± 1 cm) e repita os itens 2 a 4;



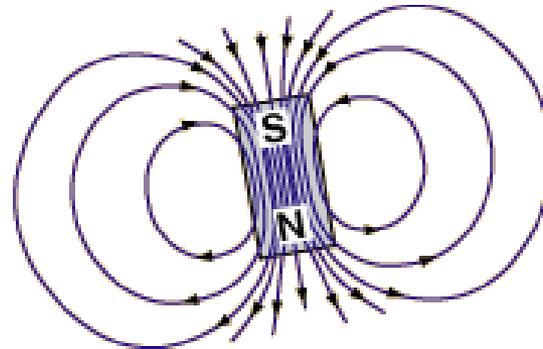
7) Troque os dois polos de um dos ímãs e repita os itens 2 a 4;

- *Campo Magnético da Terra – Teoria do Dínamo*



Walter Maurice Elsasser
1904 - 1991

Modelo de Gilbert



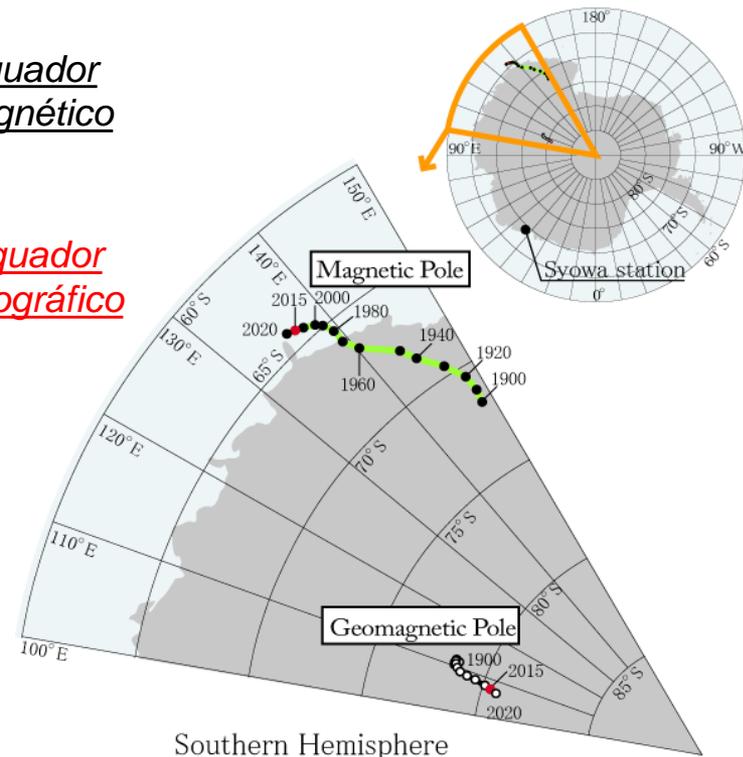
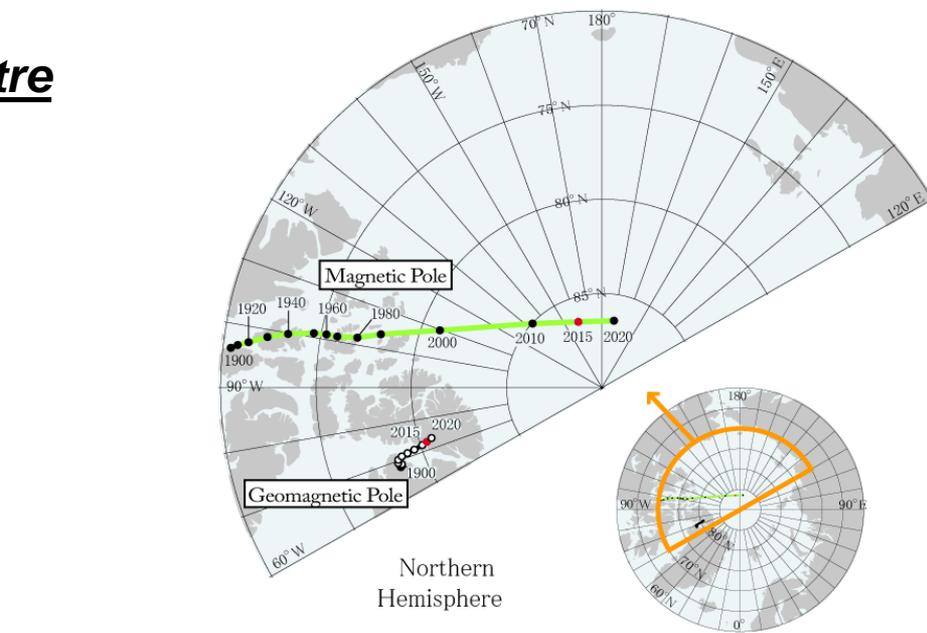
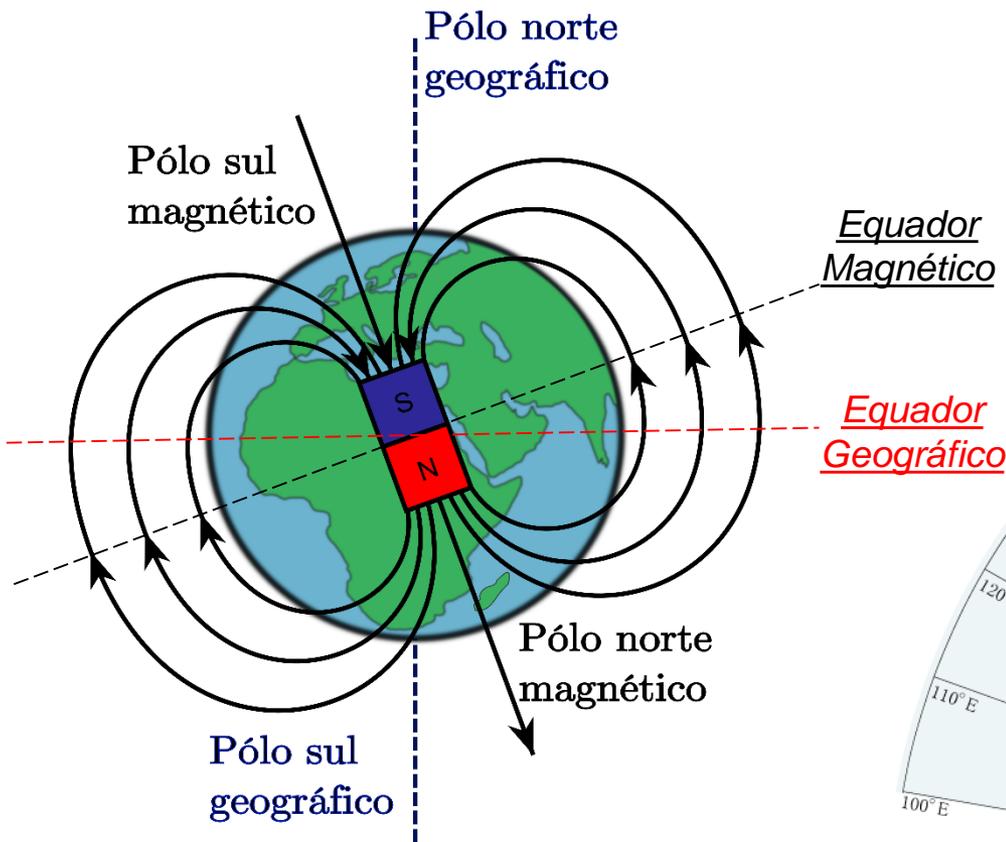
Ímã-barra



- Um meio fluido condutor (*ferro líquido*) de eletricidade (*núcleo exterior*);
- Energia cinética fornecida pela rotação planetária;
- Uma fonte interna de energia para abastecer os movimentos de convecção no interior do fluido (*núcleo interior* → $\approx 4.000^{\circ}\text{C}$).

Causas do Campo Magnético Terrestre

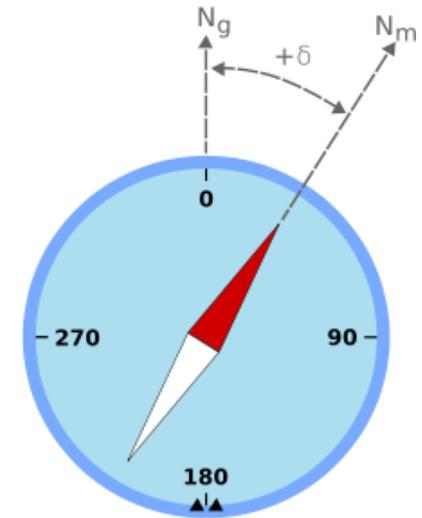
- (10%) - *Existência de rochas basálticas superficiais - ricas em ferro*
- (90%) - *Movimento do magma (manto superior) → correntes internas*



Ângulos magnéticos notáveis

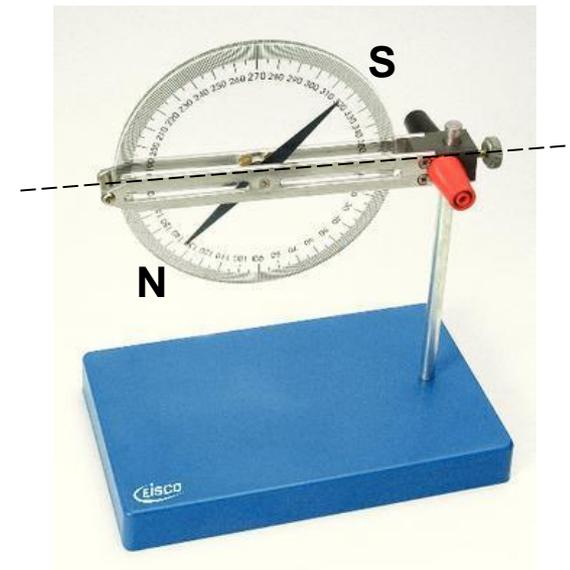
A **declinação magnética** (δ) de um local é a medida do ângulo formado entre a direção do norte **magnético**, apontado pela agulha de uma bússola, com relação à direção do norte verdadeiro (geográfico). Uma **declinação** positiva ou leste significa que o norte **magnético** está desviado do norte verdadeiro no sentido horário.

Em São Paulo, δ vale, aproximadamente, **-20°**.



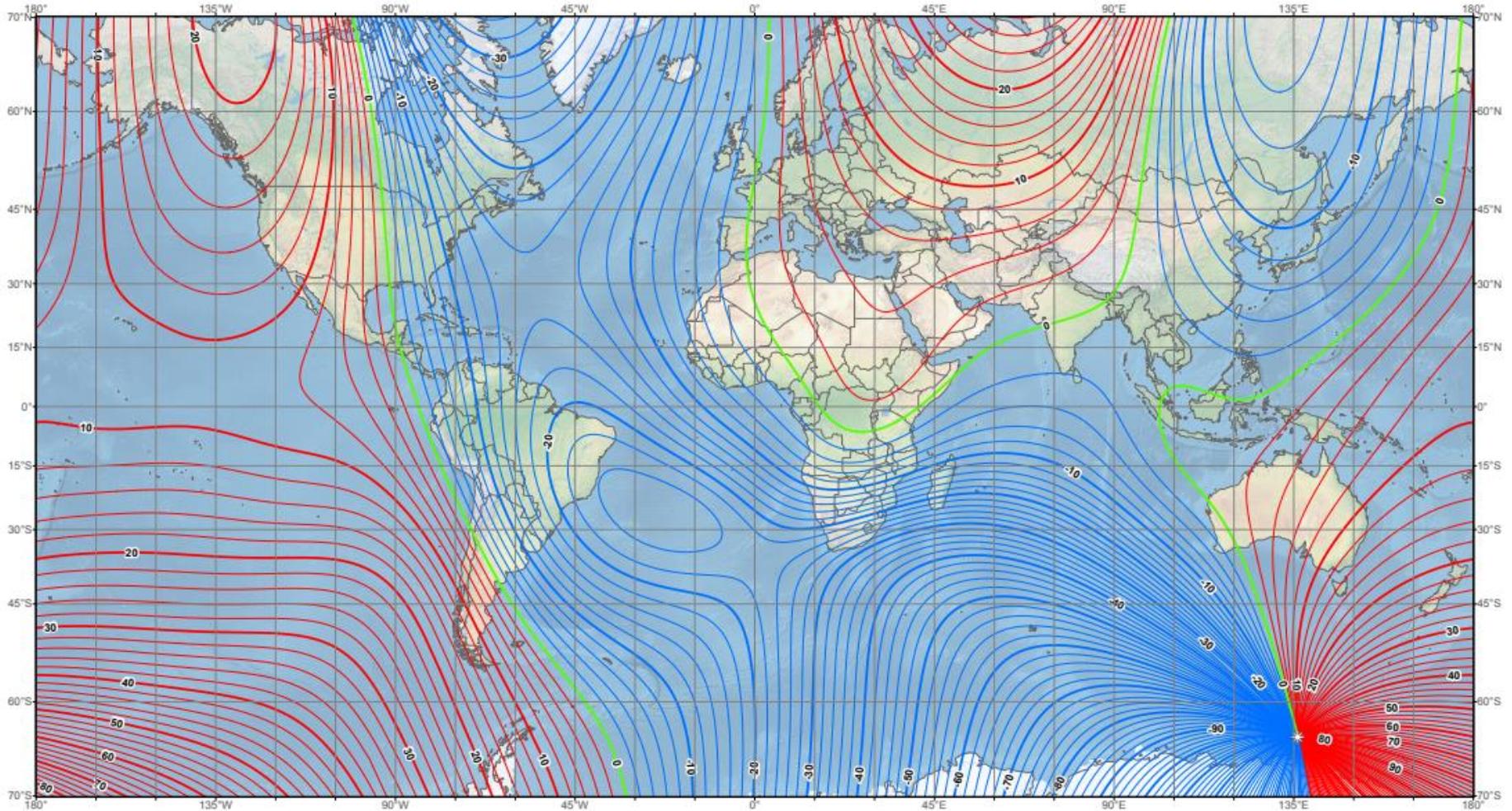
A **inclinação magnética** (γ) de um local é o ângulo formado entre as linhas de campo magnético terrestre e uma linha horizontal. Uma **inclinação magnética** positiva indica que o campo magnético da Terra está apontando para baixo.

Em São Paulo, γ vale, aproximadamente, **-36°**.



Declinação Magnética do Campo Magnético Terrestre em 2019 (modelo)

US/UK World Magnetic Model - 2019.0 Main Field Declination (D)



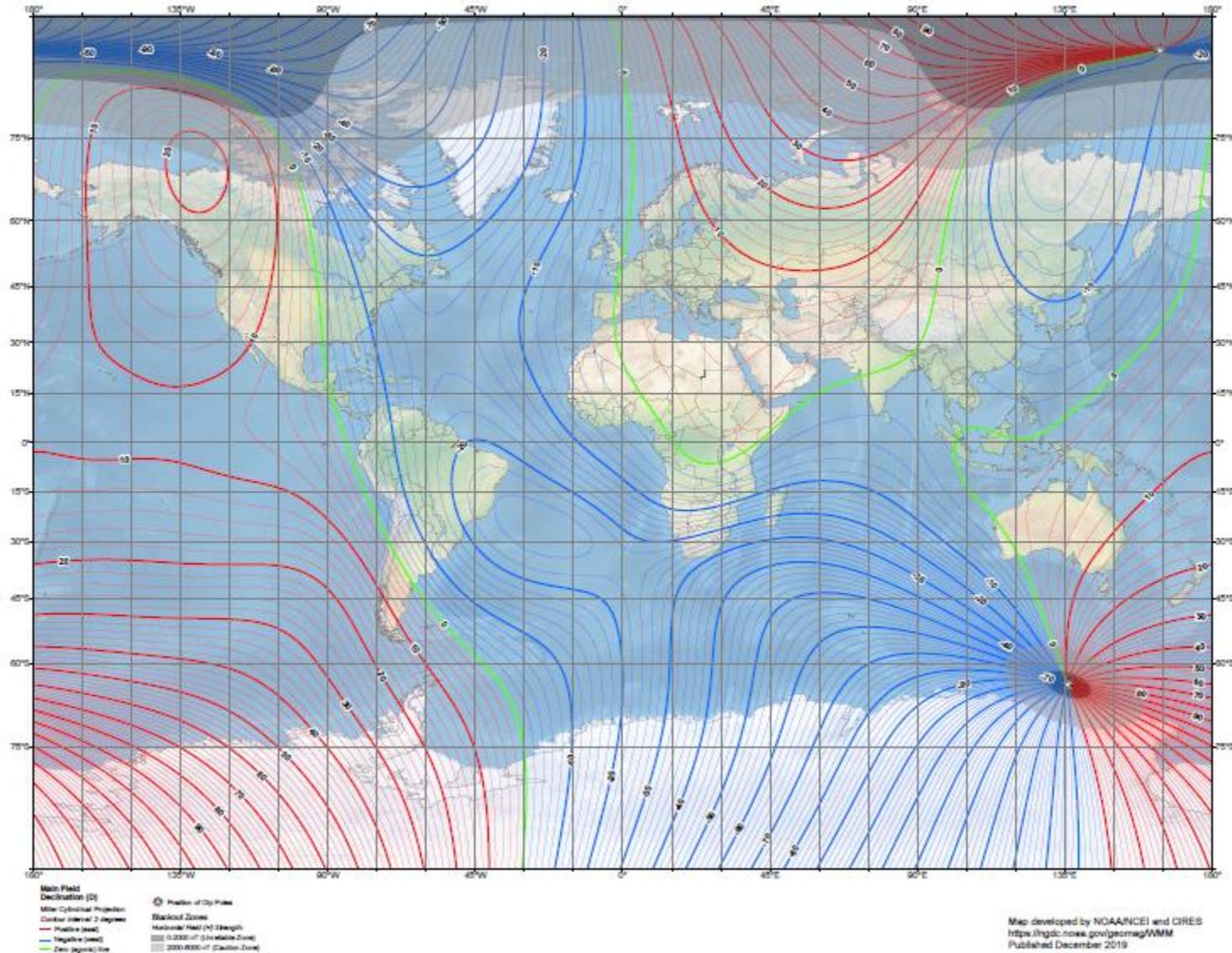
Main Field Declination (D)
Contour interval: 2 degrees, red contours positive (east); blue negative (west); green (agonic) zero line.
Mercator projection.

 Position of dip poles

Map developed by NOAA/NCEI and CIRES
<https://ngdc.noaa.gov/geomag/WMM>
Published February 2019

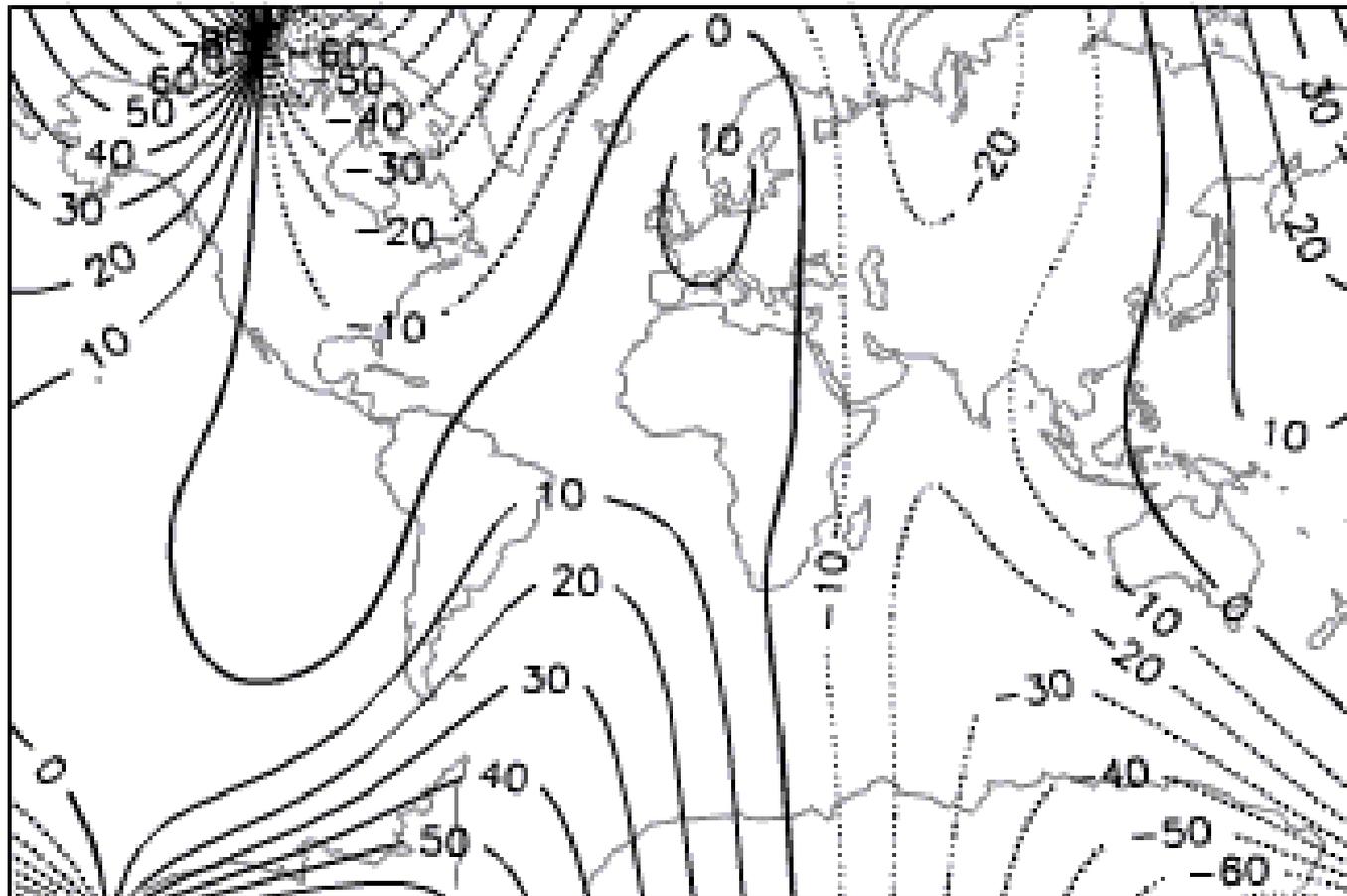
Declinação Magnética do Campo Magnético Terrestre em 2020/24 (modelo)

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2020.0
Main Field Declination (D)



Variação da declinação do Campo Magnético Terrestre entre 1590 e 1990

1590
Declination (degrees east)

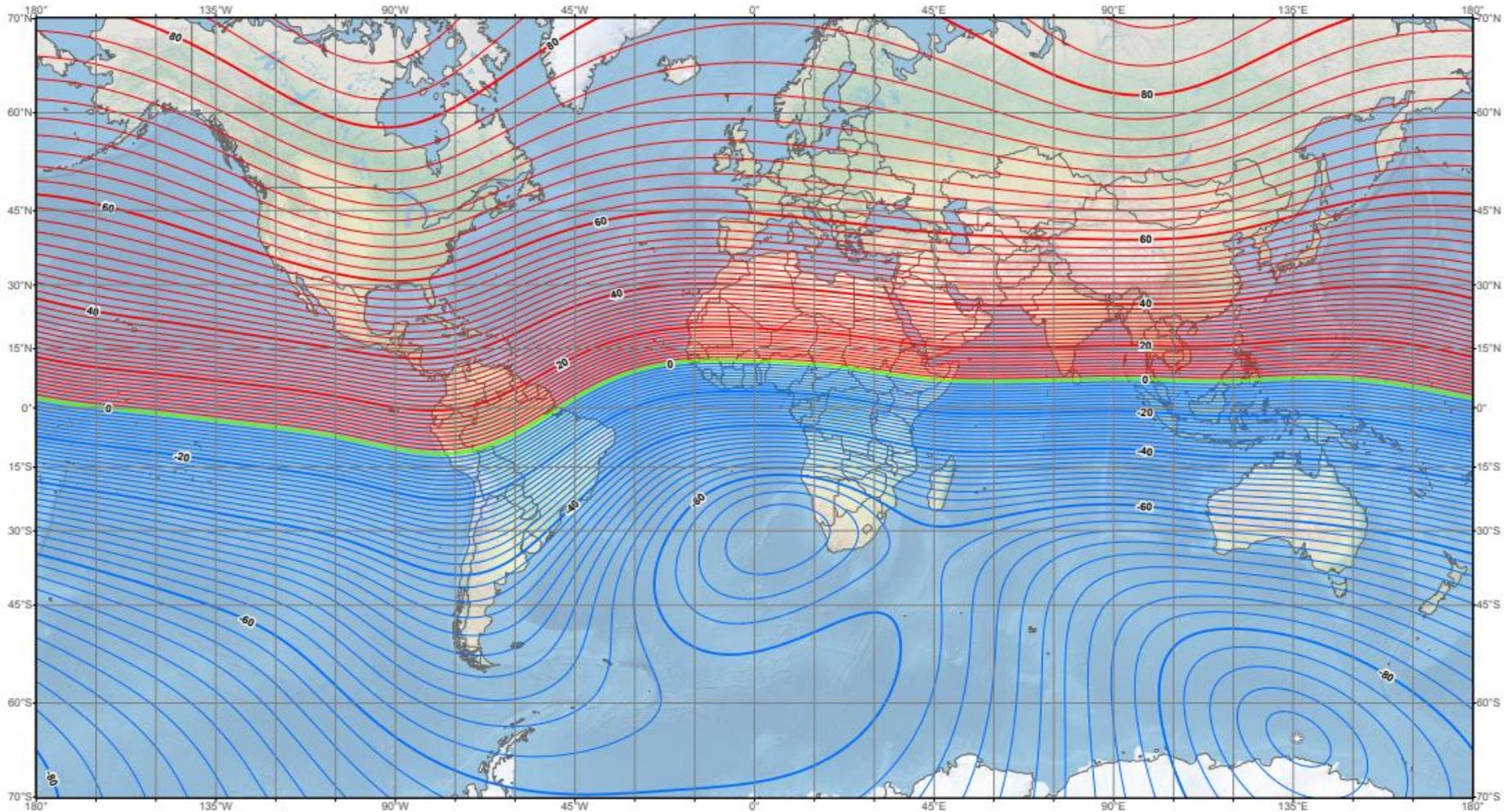


<http://geomag.usgs.gov>

Model by A. Jackson, A. R. T. Jonkers, M. R. Walker,
Phil. Trans. R. Soc. London A (2000), 358, 957-990.

Inclinação Magnética do Campo Magnético Terrestre em 2019 (modelo)

US/UK World Magnetic Model - 2019.0 Main Field Inclination (I)



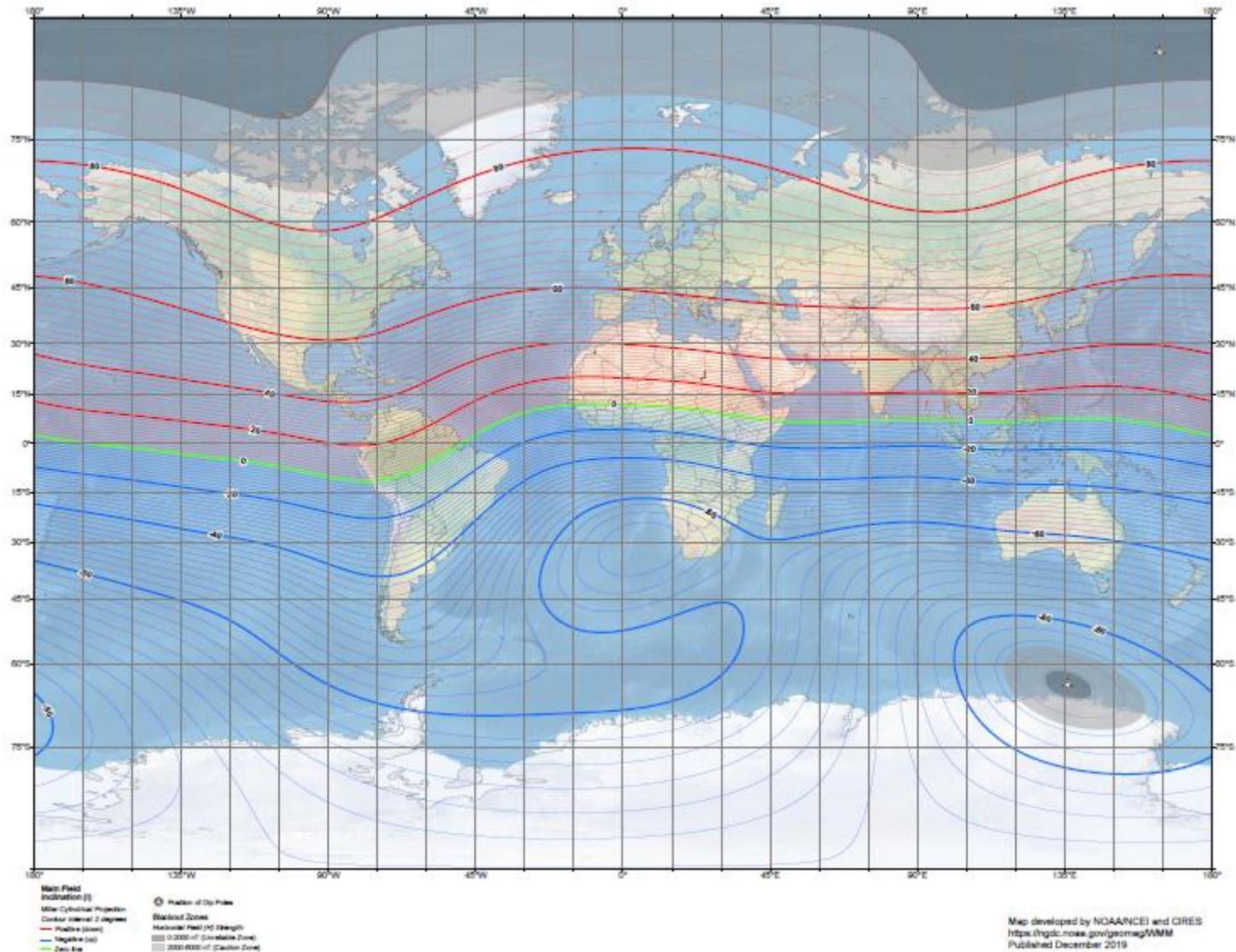
Main Field Inclination (I)
Contour Interval: 2 degrees, red contours positive (east); blue negative (west); green (agonic) zero line.
Mercator projection.

☼ Position of dip poles

Map developed by NOAA/NCEI and CIRES
<https://ngdc.noaa.gov/geomag/WMM>
Published February 2019

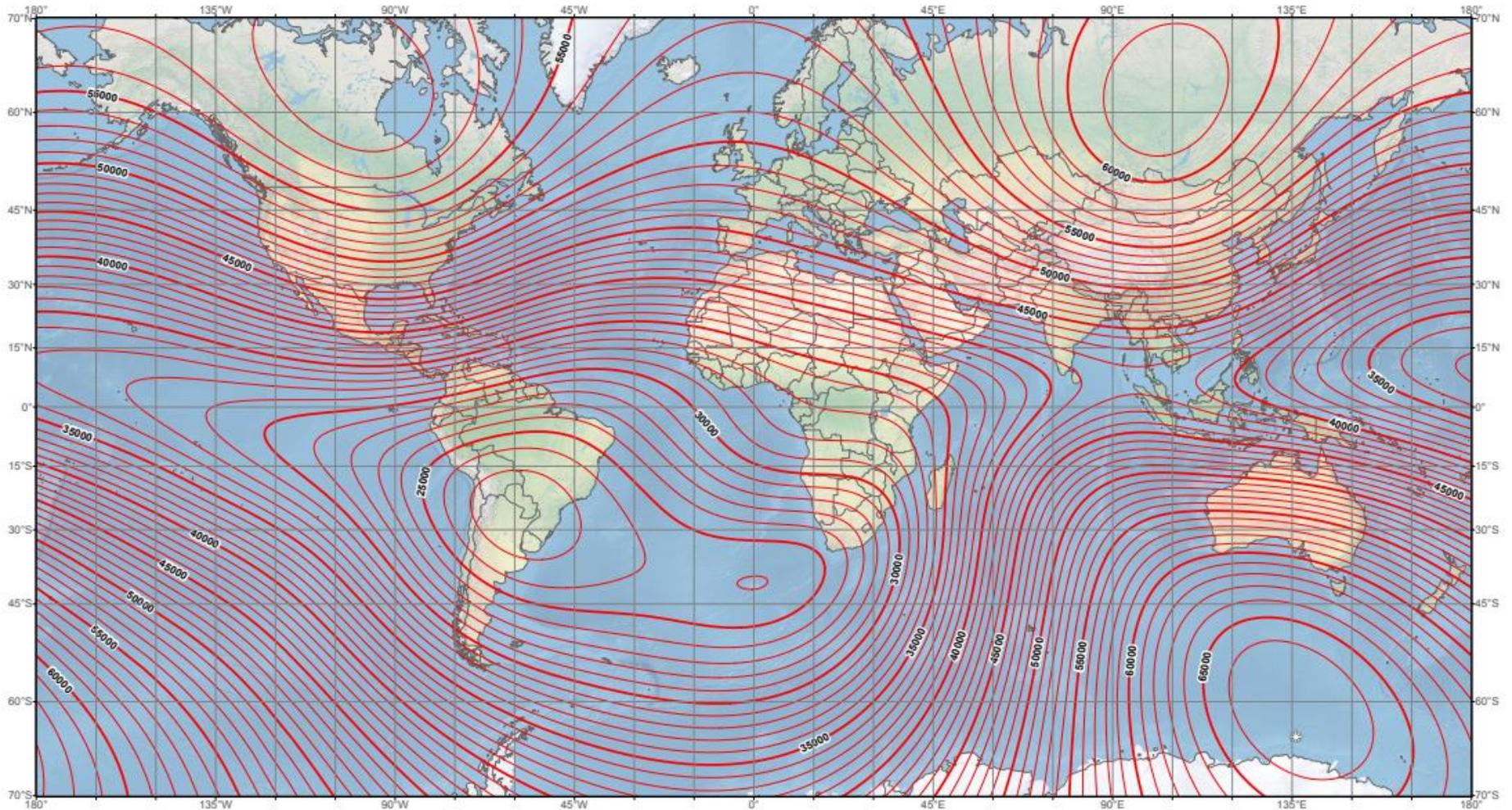
Inclinação Magnética do Campo Magnético Terrestre em 2019/24 (modelo)

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2020.0
Main Field Inclination (I)



Intensidade do Campo Magnético Terrestre em 2019 (modelo)

US/UK World Magnetic Model - 2019.0 Main Field Total Intensity (F)

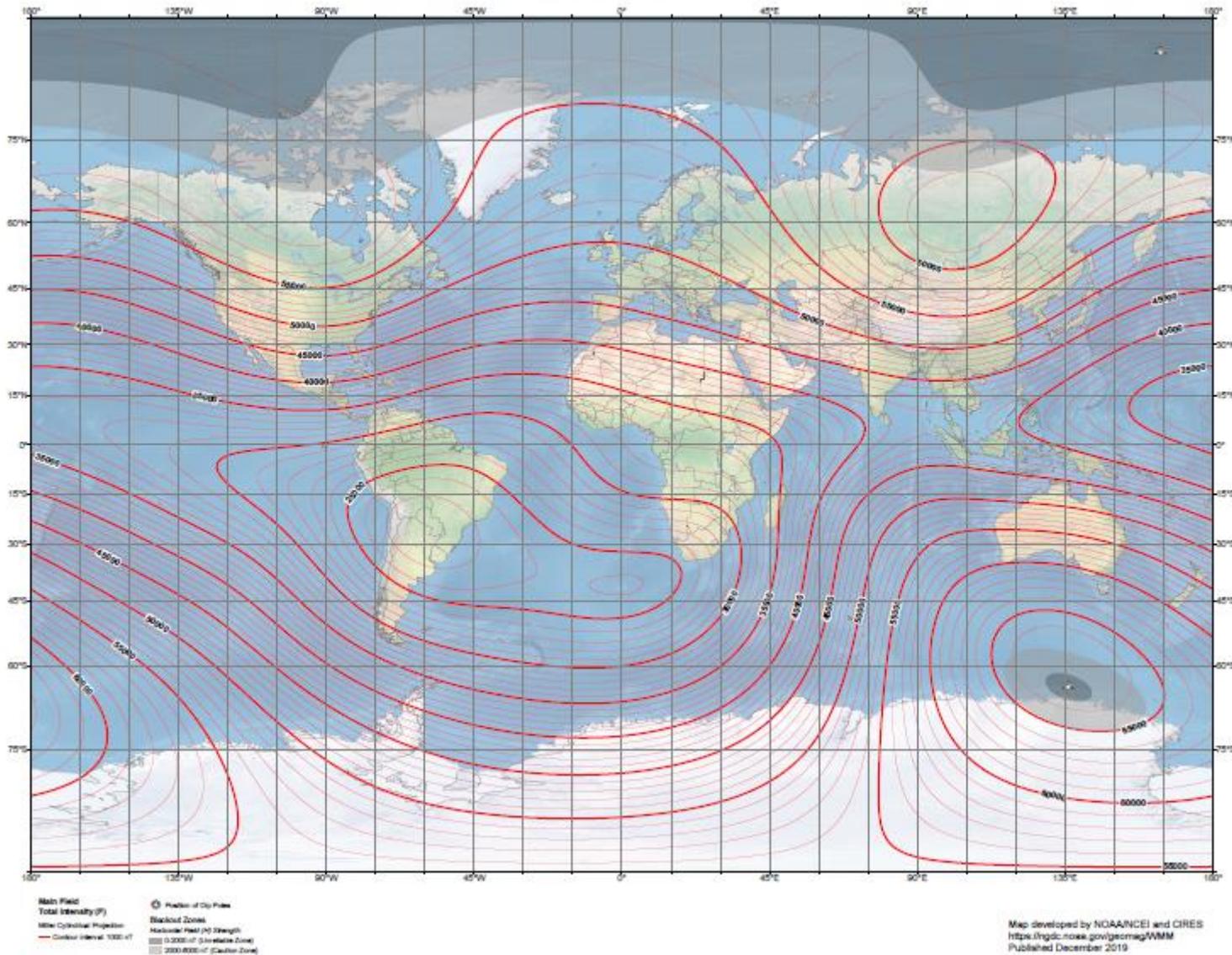


Main Field Total Intensity (F)
Contour interval: 1000 nT.
Mercator projection.
📍 Position of dip poles

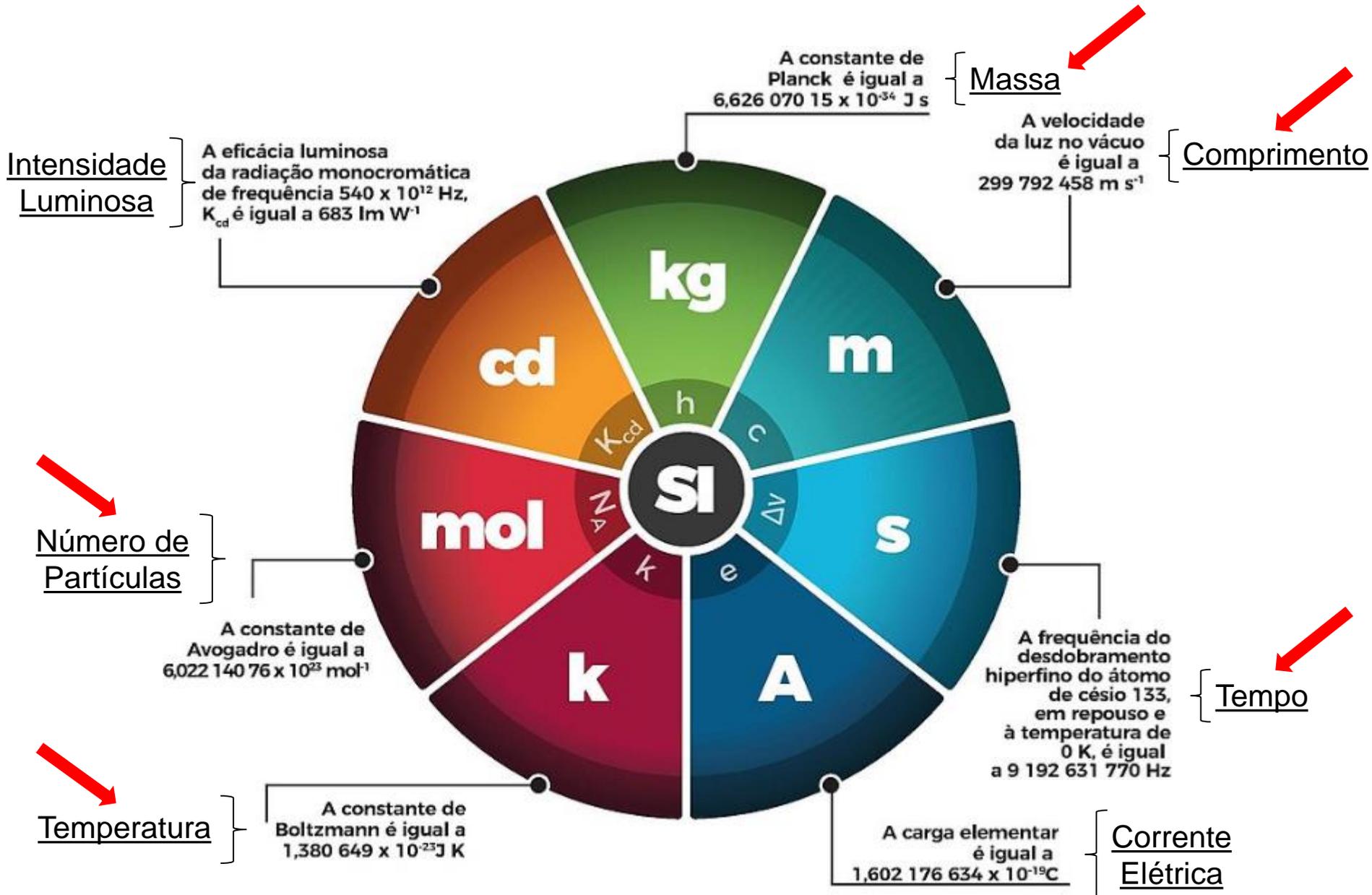
Map developed by NOAA/NCEI and CIRES
<https://ngdc.noaa.gov/geomag/WMM>
Published February 2019

Intensidade do Campo Magnético Terrestre em 2019/24 (modelo)

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2020.0
Main Field Total Intensity (F)

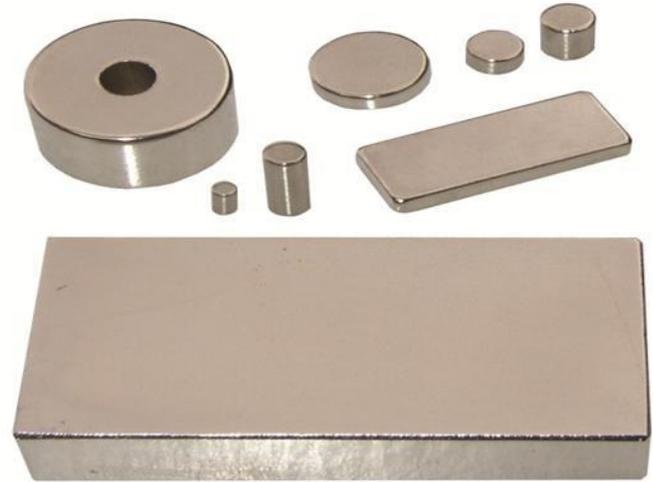


Grandezas Físicas Fundamentais



Valores usuais de intensidade de campos magnéticos

Localização ou Fonte	Valor (T)
Espaço interestelar	10^{-10}
Proximidades da superfície da terra	5×10^{-5}
Ímã de geladeira	10^{-2}
Proximidades da superfície do sol	10^{-2}
Magnetos científicos	2 – 4
Proximidades de um pulsar	10^8
Proximidades do núcleo atômico	10^{12}



Ímãs de Neodímio ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$)

$$1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$$

Grau do Ímã	Diâmetro do Ímã	Altura do Ímã	Campo Magnético Aproximado no centro do Ímã	Força de Atração Aproximada do Ímã
-	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>Gauss</i>	<i>Kg</i>
N35	5	1,5	3.100	1
N42	5	1,5	3.400	1,2
N35	12	2	2.000	1,4
N35	22	10	4.200	14
N35	60	10	2.000	38

E o que é que pode conferir ótimas propriedades magnéticas a um átomo?

Mecânica Quântica (Números Quânticos)

Principal (distância média ao núcleo → estabilidade) $n \rightarrow 1, 2, 3, \dots$

Momento Angular (forma dos orbitais) $\rightarrow \ell = (n - 1) \rightarrow s (0), p (1), d (2), f (3) \dots$

Momento Magnético (orientação espacial) $\rightarrow N_o = (2\ell + 1) \rightarrow m_\ell \rightarrow -\ell$ a $+\ell$, sempre incluindo 0

Spin (rotação do elétron) $\rightarrow +/- 1/2$

Princípio da Exclusão de Pauli (1925)

“Em um átomo, dois elétrons não podem ter os mesmos números quânticos.”



Wolfgang E. Pauli
1900 - 1958
Nobel de 1.945



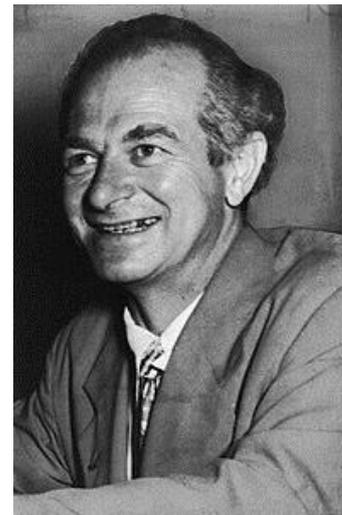
Friedrich Hund
1896 - 1997

Regra de Hund

“O arranjo mais estável dos elétrons nas subcamadas é aquele que contém o maior número de elétrons desemparelhados com spins paralelos.”

Diagrama de Linus Pauling (1925)

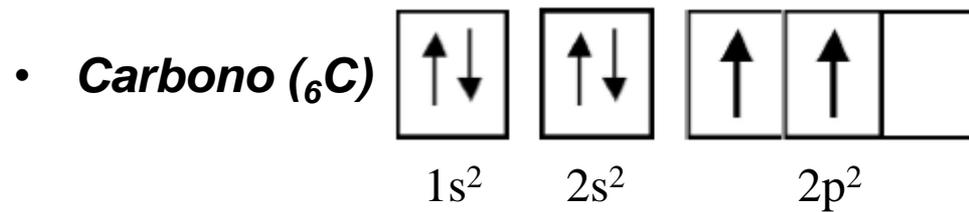
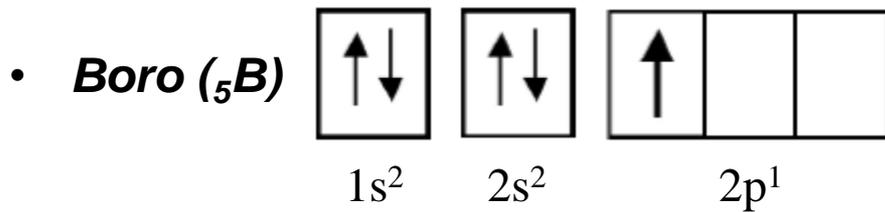
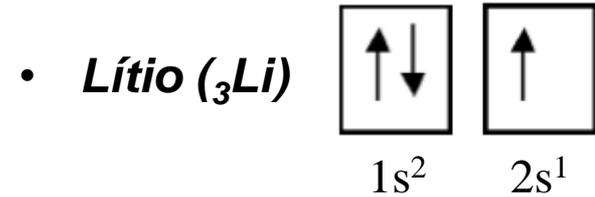
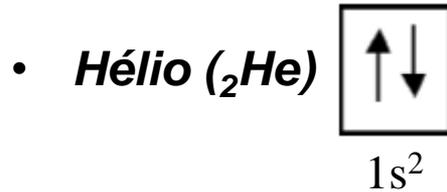
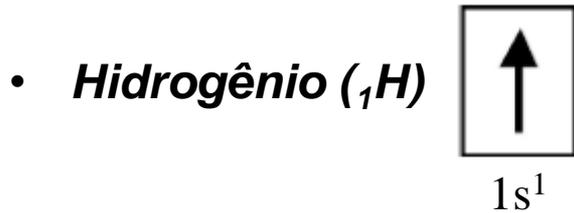
é uma representação da distribuição de elétrons pelas camadas eletrônicas, ou seja, ele tem como base os subníveis de energia **s**, **p**, **d** e **f** para a organização dos elétrons em ordem crescente de energia.



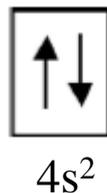
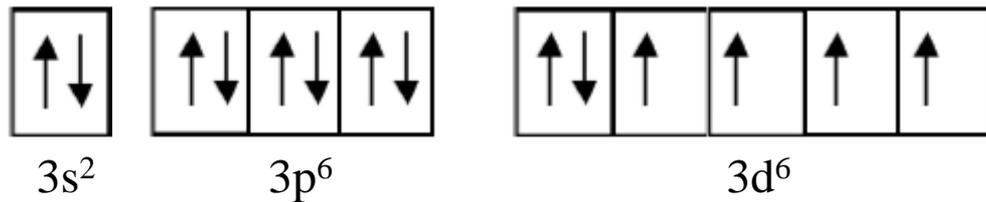
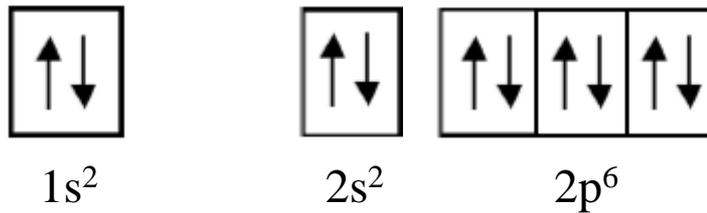
Linus C. Pauling
1901 - 1994
Nobel de 1.954

Camadas ou níveis	Subníveis (s, p, d ou f)	Número máximo de elétrons por nível
K	1s ²	2
L	2s ² 2p ⁶	8
M	3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰	18
N	4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 4f ¹⁴	32
O	5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 5f ¹⁴	32
P	6s ² 6p ⁶ 6d ¹⁰	18
Q	7s ²	2

Exemplos



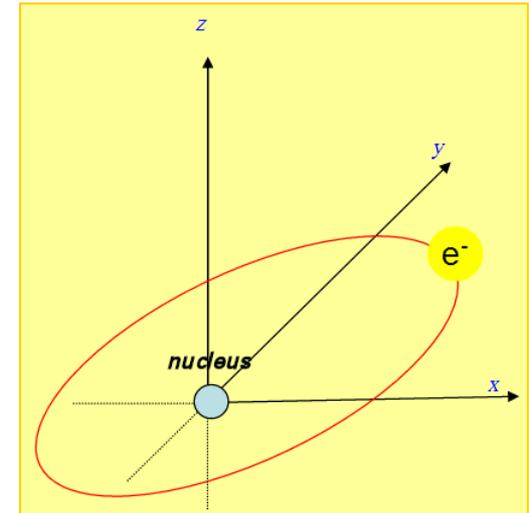
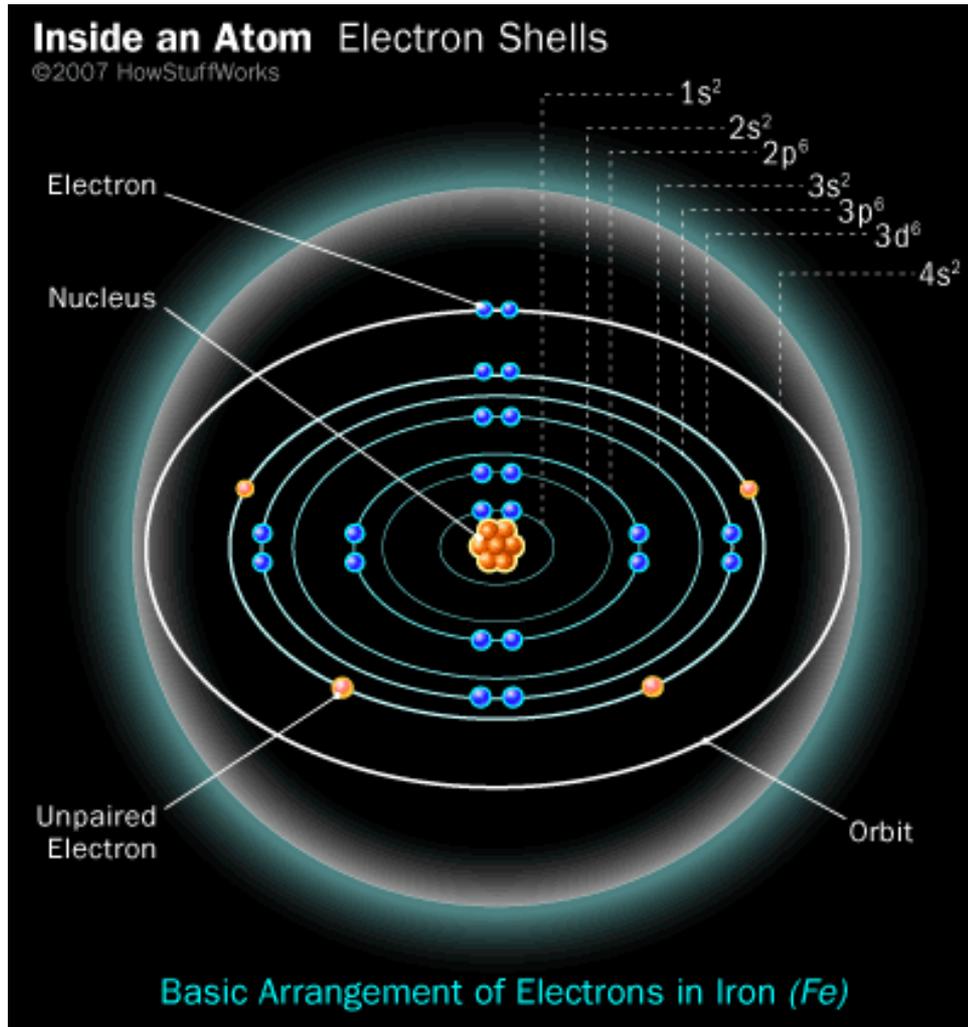
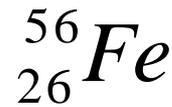
K $1s^2$
L $2s^2$ $2p^6$
M $3s^2$ $3p^6$ $3d^{10}$
N $4s^2$ $4p^6$ $4d^{10}$ $4f^{14}$
O $5s^2$ $5p^6$ $5d^{10}$ $5f^{14}$
P $6s^2$ $6p^6$ $6d^{10}$
Q $7s^2$ $7p^6$



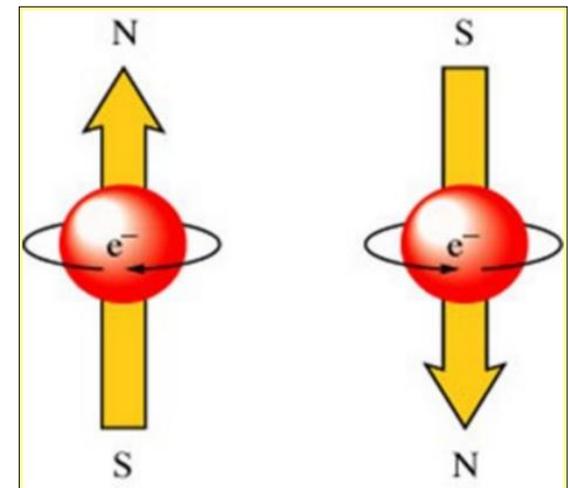
Exemplos

- **Organize as camadas eletrônicas para os seguintes átomos, de acordo com as regras da Mecânica Quântica:**
 - **Vanádio ($_{23}\text{V}$)**
 - **Cromo ($_{24}\text{Cr}$)**
 - **Manganês ($_{25}\text{Mn}$)**
 - **Cobalto ($_{27}\text{Co}$)**
 - **Níquel ($_{28}\text{Ni}$)**

Interpretação microscópica do magnetismo



Movimento de **revolução**
do elétron em torno do
núcleo atômico



Movimento de **rotação** do
elétron em sua órbita

Domínios Magnéticos

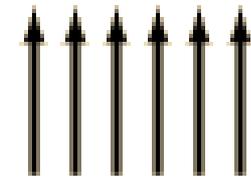
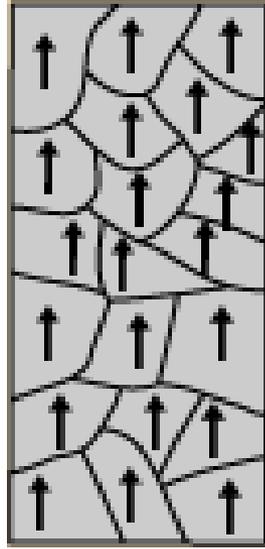
$$T_{\text{Curie Fe}} = 770^{\circ}\text{C}$$

Barra de ferro, inicialmente desmagnetizada, é aproximada de um ímã.

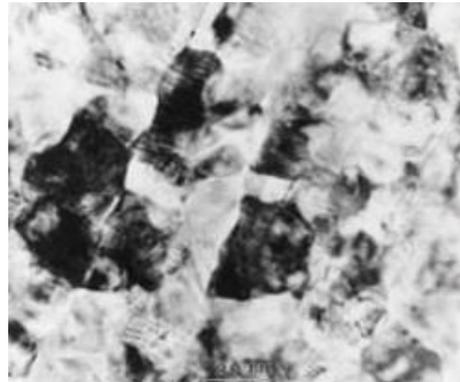
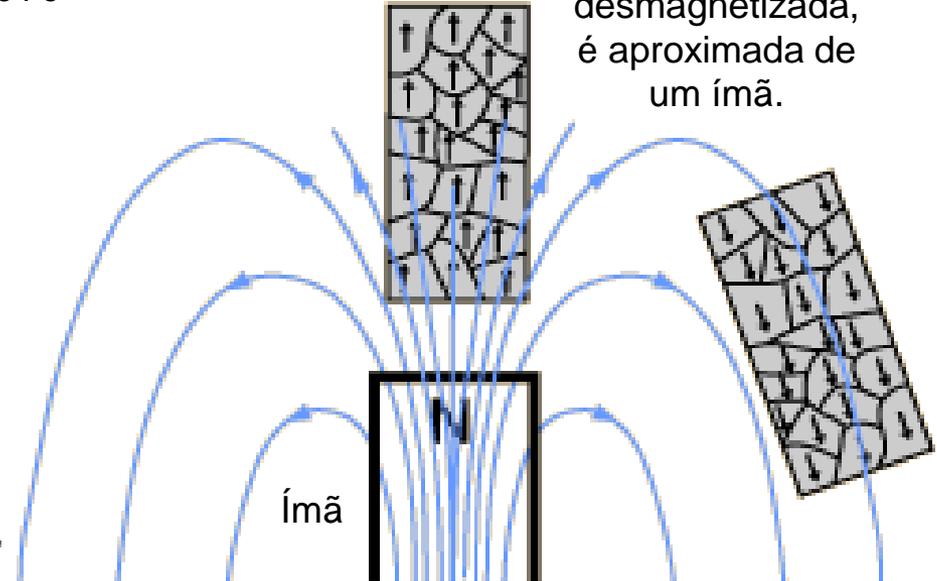


Material ferroso

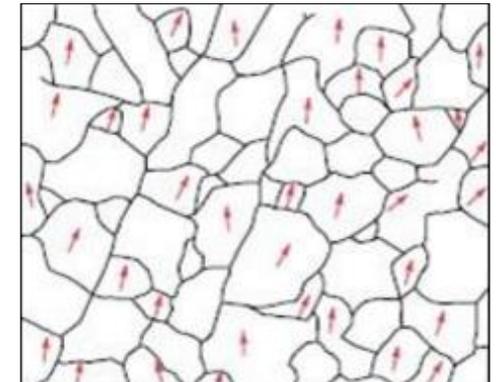
Áreas ou **domínios** orientados aleatoriamente



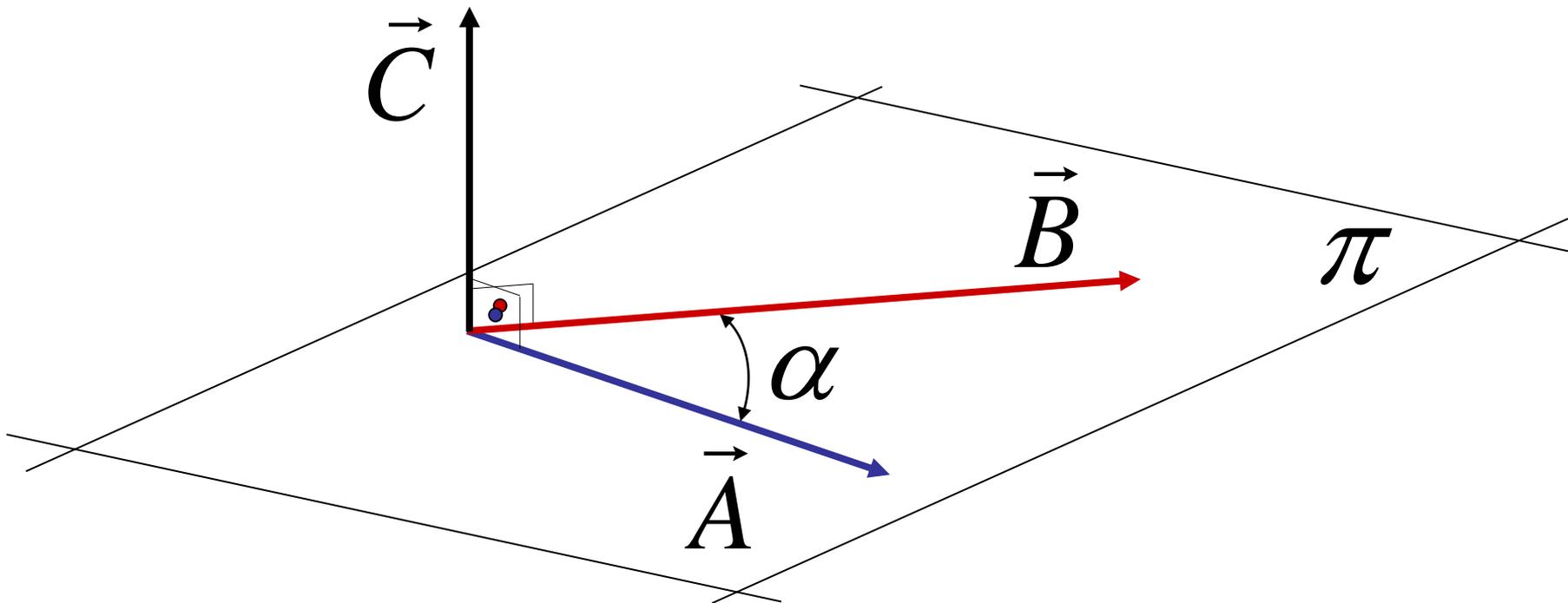
Aplicação de campo magnético externo → orientação **preferencial** dos domínios magnéticos



Cristalografia



Uma outra operação vetorial → o **Produto Vetorial**



Representação

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$$

Módulo →

$$|\vec{C}| = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \text{sen} \alpha$$

Direção →

Perpendicular ao plano π

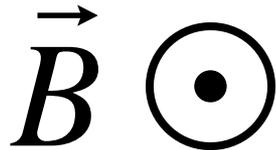
Sentido →

Regra da mão direita

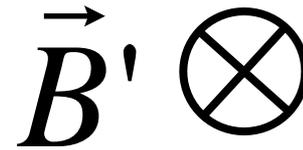
Não se esqueça de assistir aos seguintes vídeos:

- <https://www.youtube.com/watch?v=h0dYRTYiKDY> - Magnetismo, campo magnético e ímãs
- <https://www.youtube.com/watch?v=jkFYAUEIo-k> - Produto Vetorial
- <https://www.youtube.com/watch?v=6M3Nhz2g1OE> - Exercícios sobre regra da mão direita

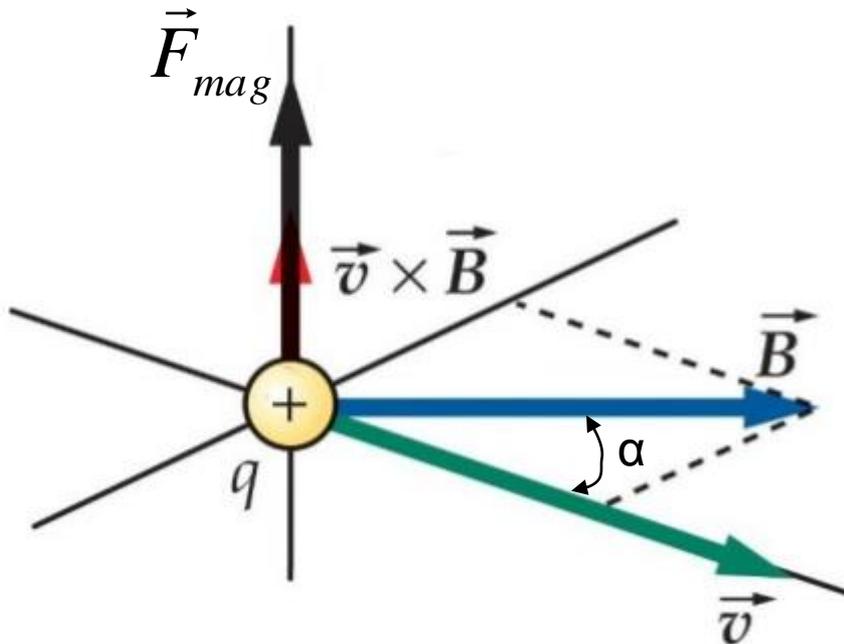
- Força magnética sobre uma carga elétrica q em movimento no interior de uma região com campo magnético:



Representação de um vetor **saindo** do plano



Representação de um vetor **entrando** no plano



$$\vec{F}_{mag} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Módulo: $F_{mag} = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen} \alpha$
 $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

Direção: Perpendicular ao plano definido pelos vetores v e B

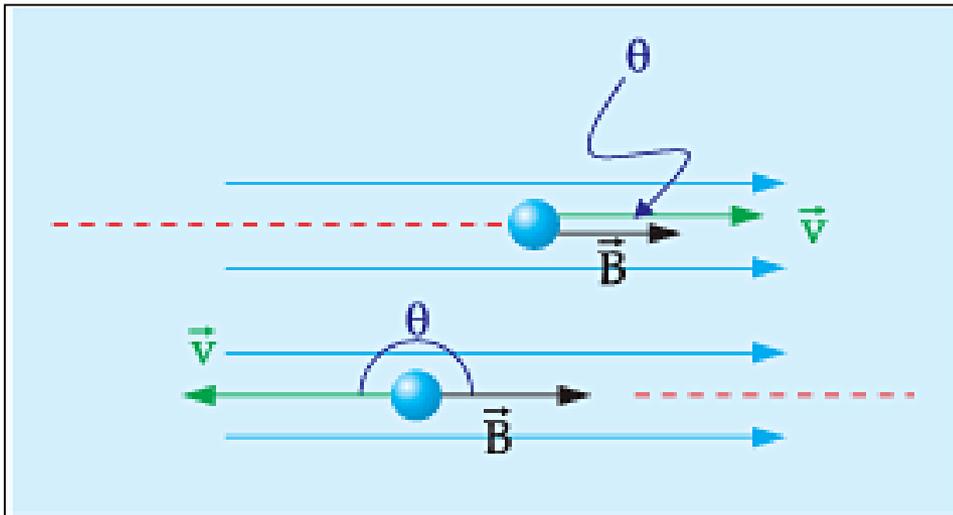
Sentido: Regra da mão direita e **sinal** da carga elétrica

Unidades (SI):

$$\left. \begin{array}{l} [q] = [C \rightarrow \text{coulomb}] \\ [v] = [m/s] \\ [B] = [T \rightarrow \text{tesla}] \end{array} \right\} [F_{mag}] = [N \rightarrow \text{newton}]$$

Situações particulares:

- Carga elétrica lançada em Campo Magnético Uniforme:



$$v = 0 \therefore F_{mag} = 0$$

$$v \neq 0$$

$$\alpha = 0^\circ(180^\circ) \therefore F_{mag} = 0$$

Movimento Retilíneo Uniforme

- Carga elétrica lançada em Campo Magnético Uniforme com $\alpha = 90^\circ$

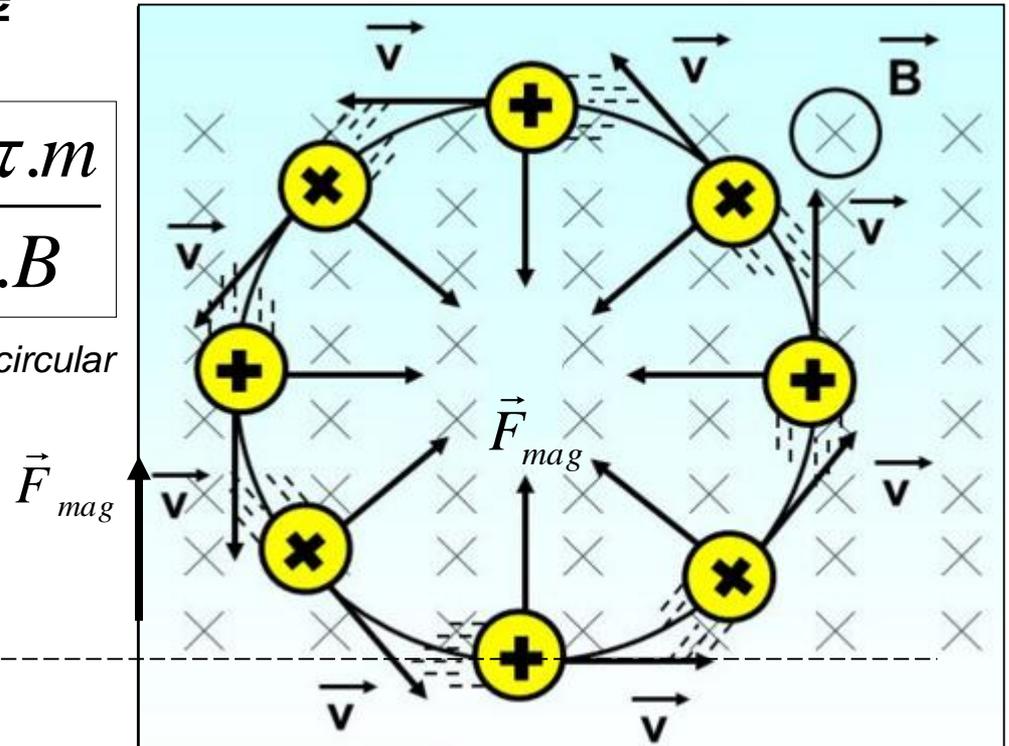
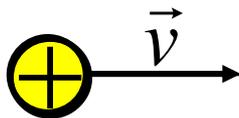
$$\vec{R}_{cp} = \vec{F}_{mag} \longrightarrow m \cdot \frac{v^2}{R} = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha \quad \boxed{R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}}$$

Raio da trajetória circular

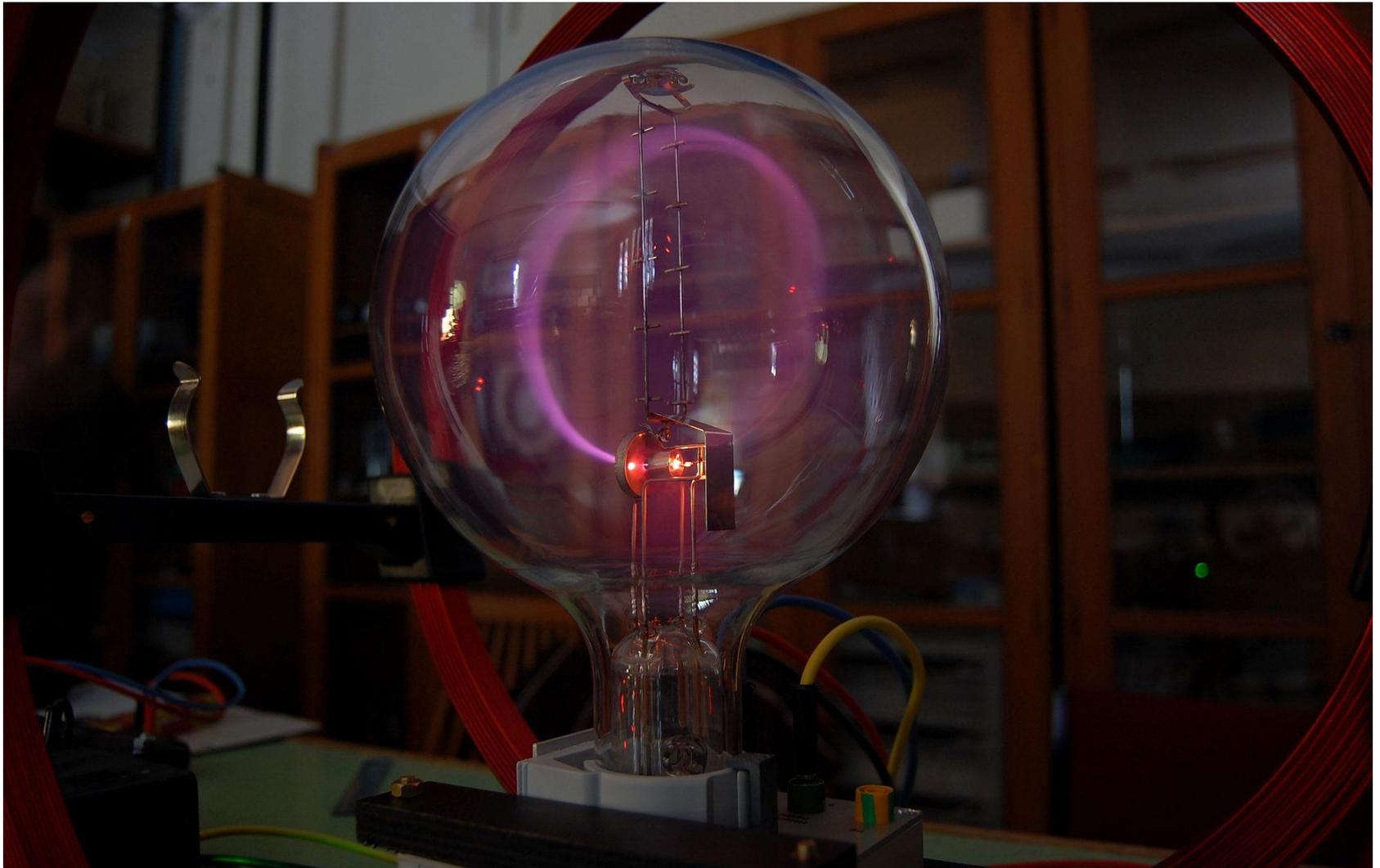
Movimento Circular Uniforme

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} \longrightarrow \boxed{T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{q \cdot B}}$$

Período do movimento circular



Movimento circular de um feixe de elétrons emitidos termoionicamente, em gás a baixa pressão (*Argônio*)

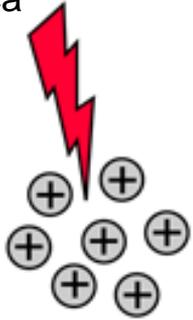


https://pt.wikipedia.org/wiki/Magnetismo#A_Terra_._C3.A9_um_grande_._C3.ADm.C3.A3

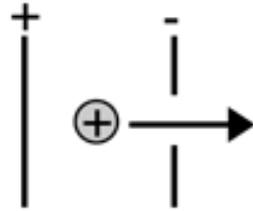
https://www3.ifsc.usp.br/~lavfis/images/BDApostilas/Apem/Razaoem_1.pdf

Espectrômetro de Massa

Descarga elétrica

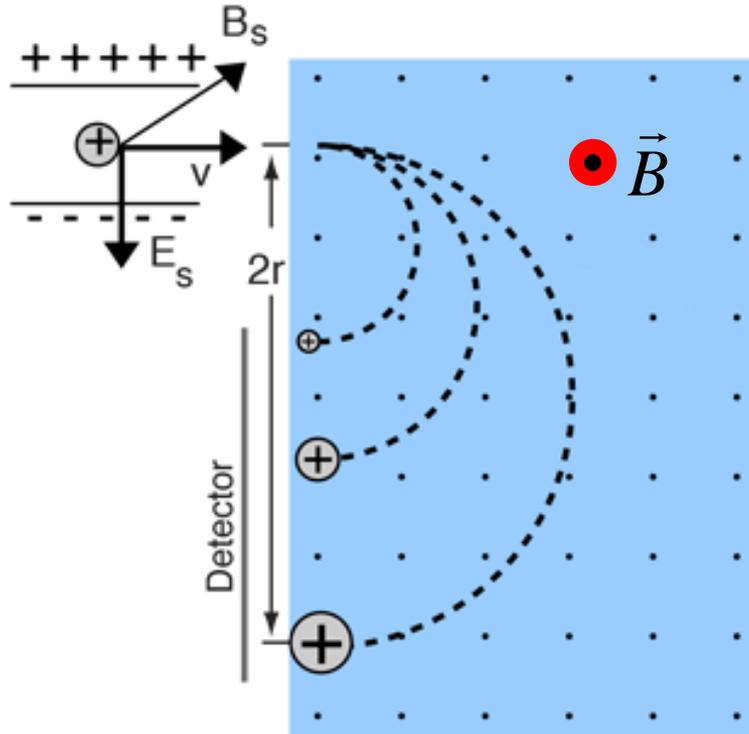


Ionização de átomos ou moléculas



Aplicação de tensão aceleradora

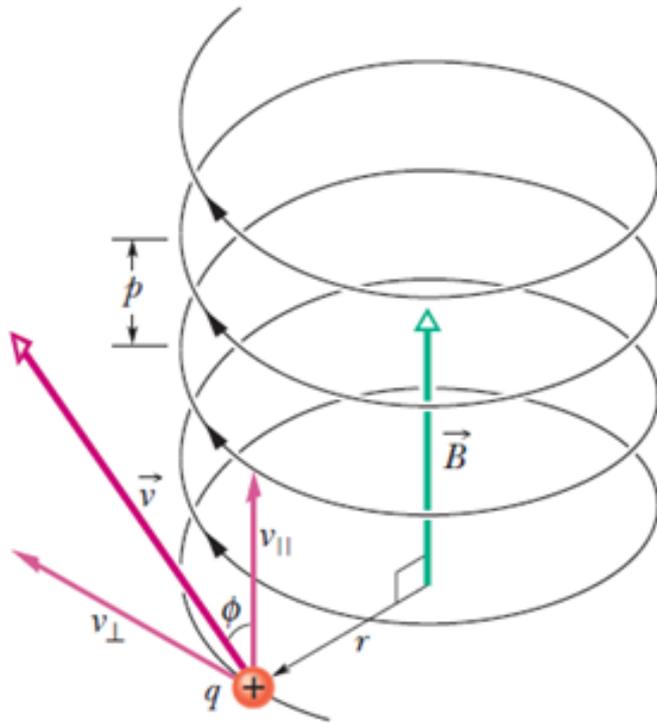
Seletor de velocidades



$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

Após a ionização, aceleração e a seleção pela velocidade, os íons se movem em uma região do espectrômetro de massa onde o raio do caminho e, portanto, a posição sobre o detector é uma função da massa da partícula.

- Carga elétrica lançada em Campo Magnético Uniforme com $0^\circ < \alpha < 90^\circ$



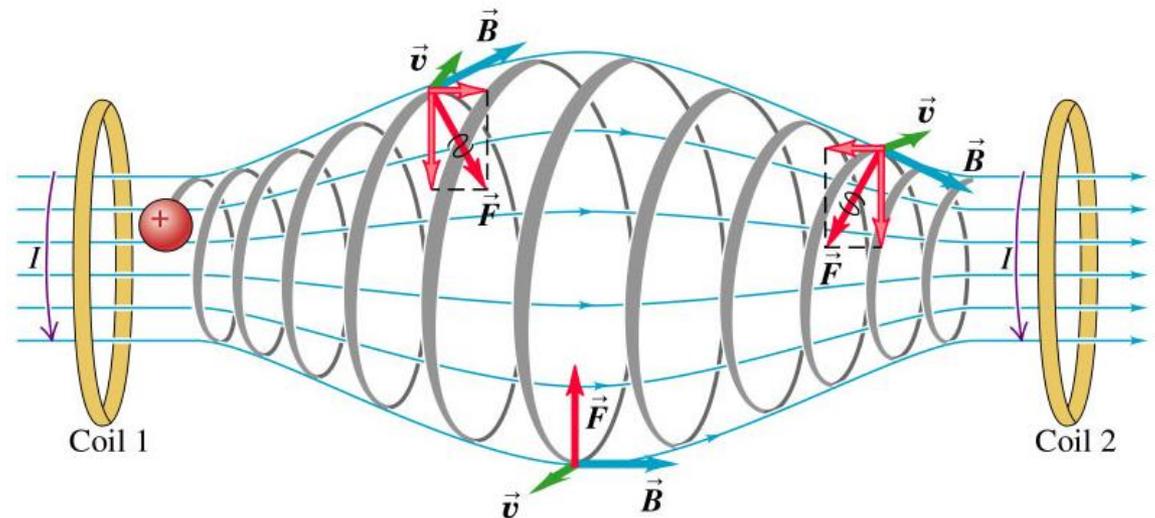
A composição dos movimentos paralelo e perpendicular ao Campo Magnético, faz surgir um movimento resultante com trajetória helicoidal.

Determinação do passo (p) da hélice:

$$p = v_{||} \cdot T \longrightarrow p = v \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{q \cdot B} \cdot \cos \phi$$

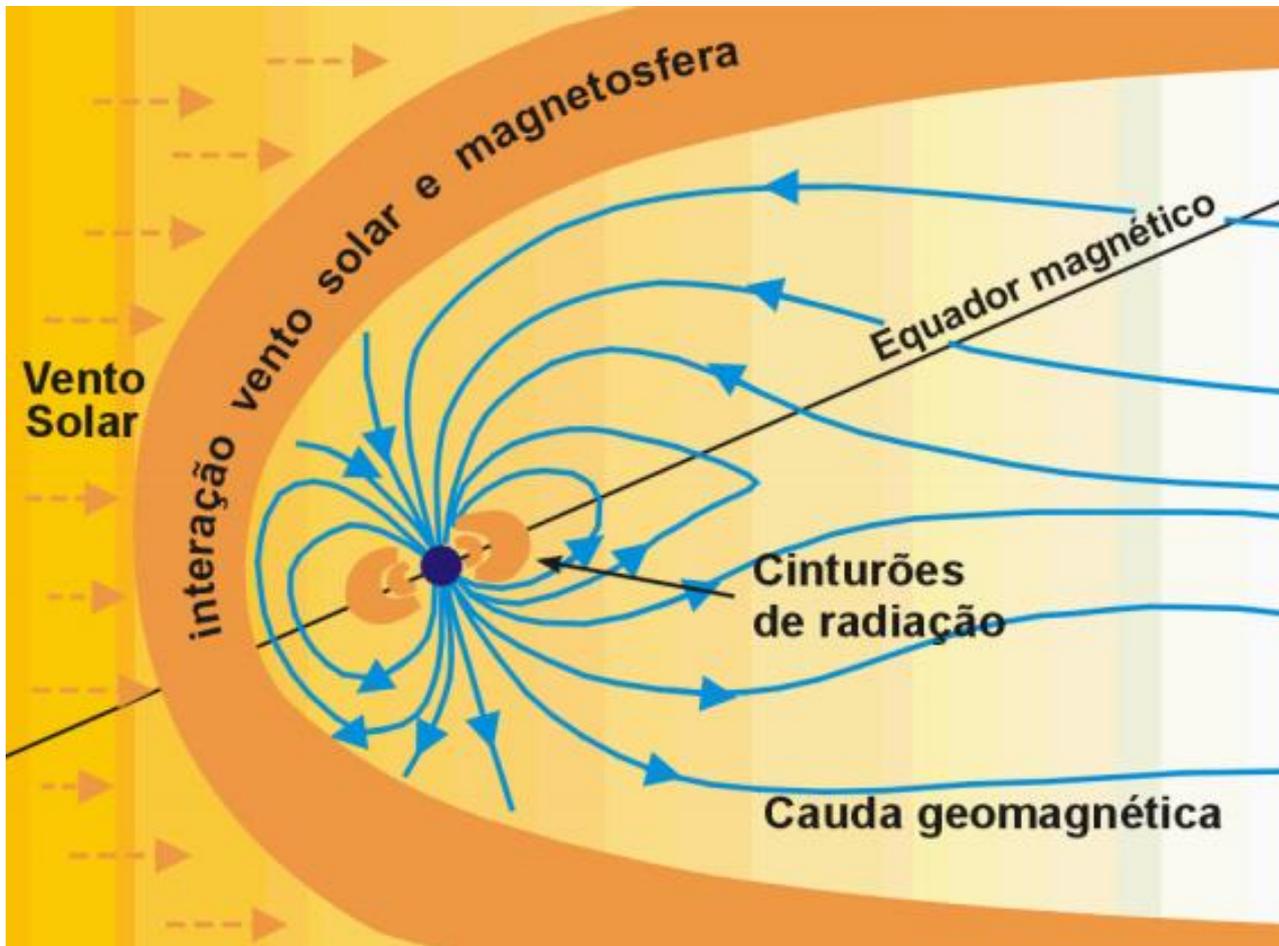
Garrafa Magnética

Processo para confinamento de partículas eletrizadas, aplicando Campo Magnético variável.



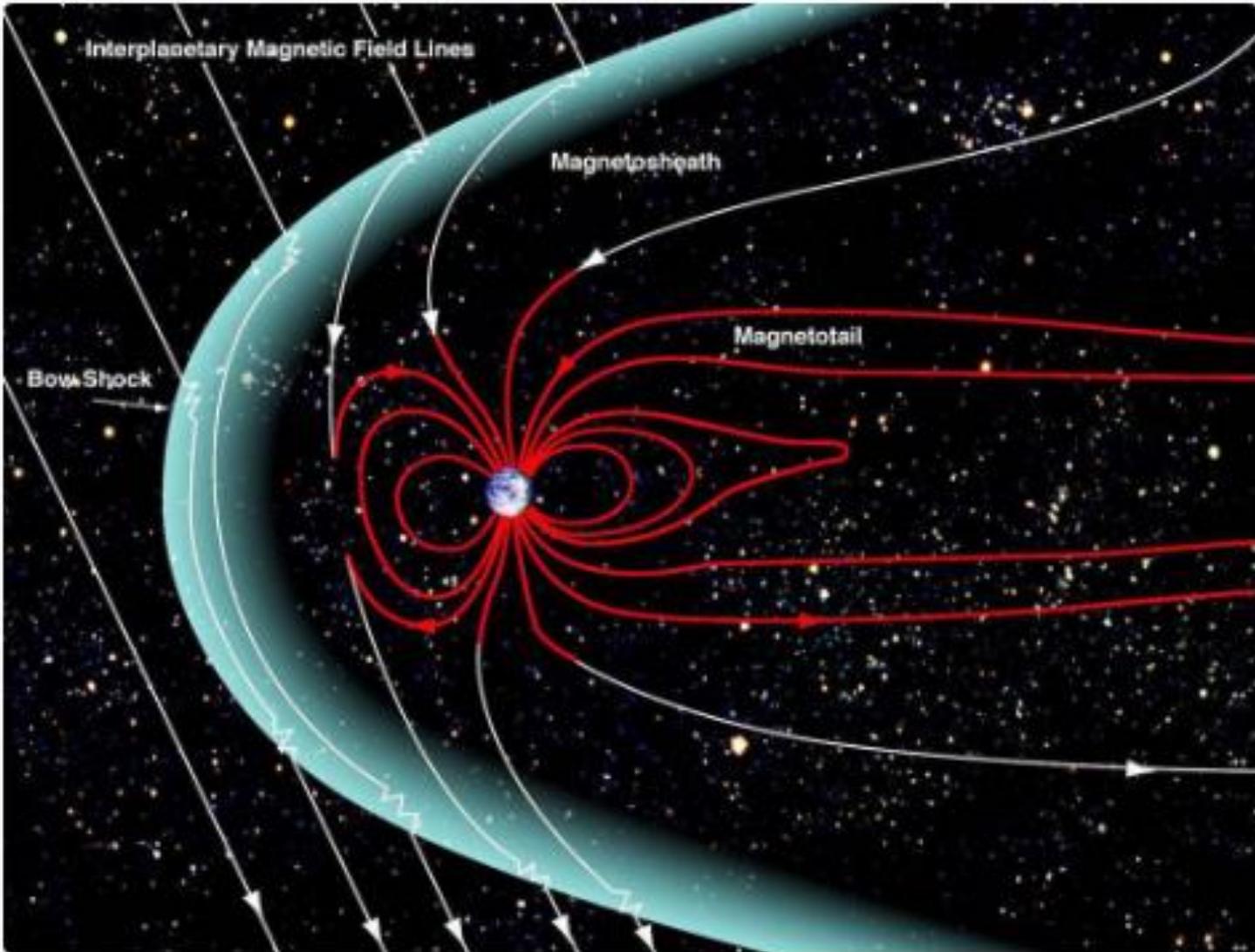
Magnetosfera

A **magnetosfera** é a região do espaço em torno da Terra, onde o campo magnético dominante é o campo magnético da Terra, em vez do campo magnético do espaço interplanetário. A **magnetosfera** é formada pela interação do vento solar com o campo magnético da Terra.



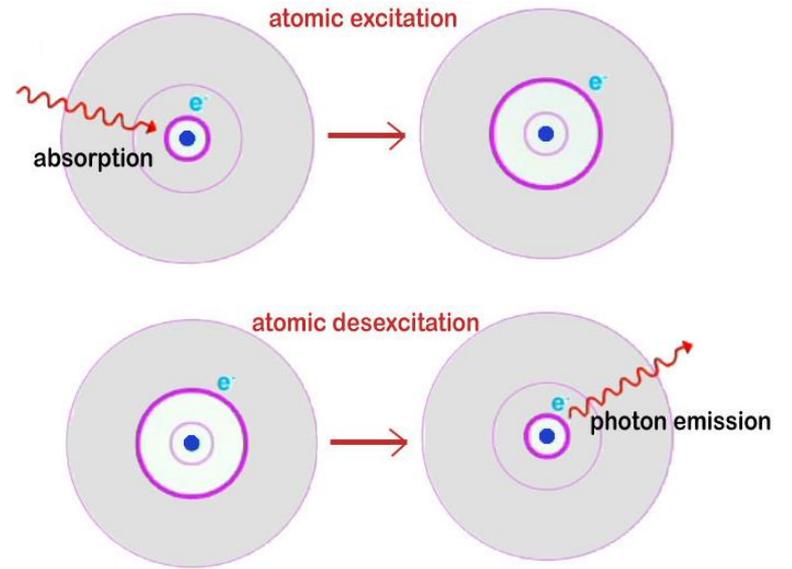
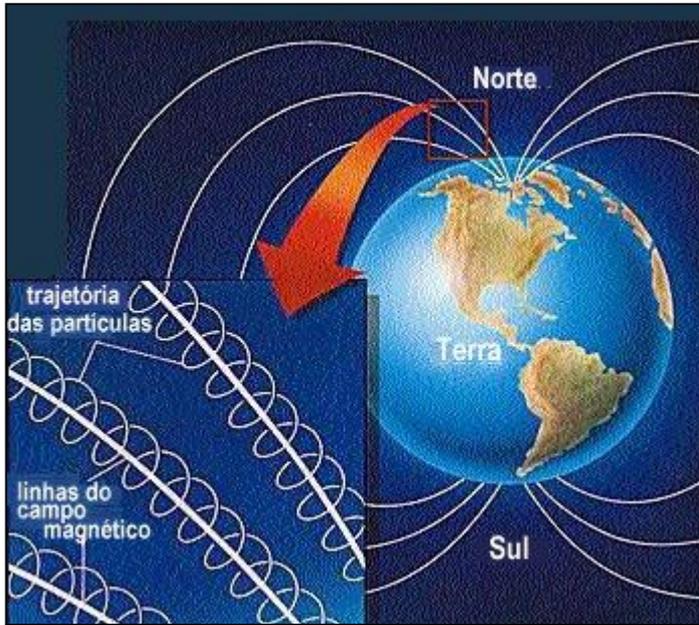
$p^+, e^-, \nu, \text{íons}$
400 a 800 km/s
5 partículas/cm³

Magnetosfera da Terra



A magnetosfera da Terra (Imagem: Reprodução/NASA/Goddard/Aaron Kaase)

Auroras Austral e Boreal



Aurora Austral



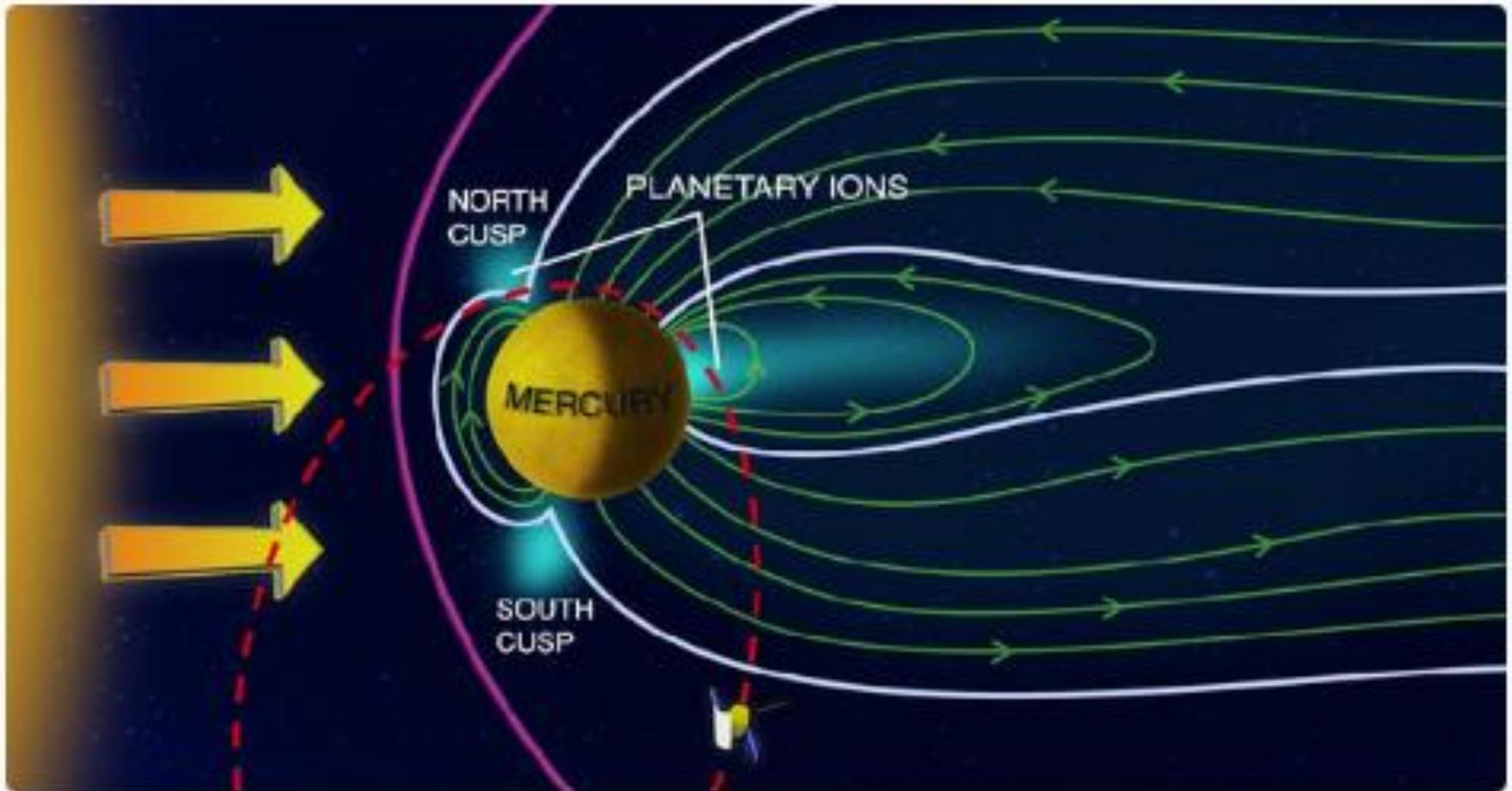
Dumont d'Urville 66° 39.77' S 140° 00.08' E 06/03/2016
Antarctica

Aurora Boreal



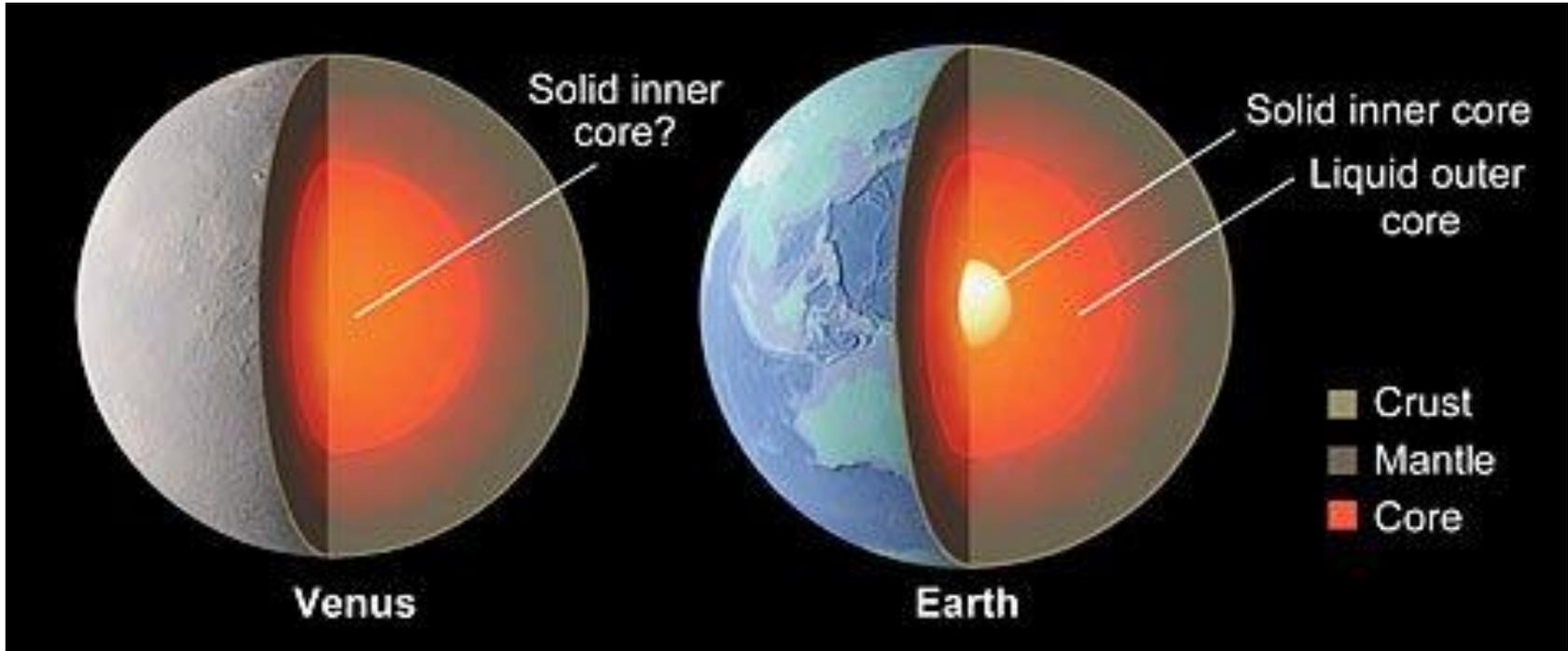
Norway's Steinvikholmen Castle_

Magnetosfera de Mercúrio

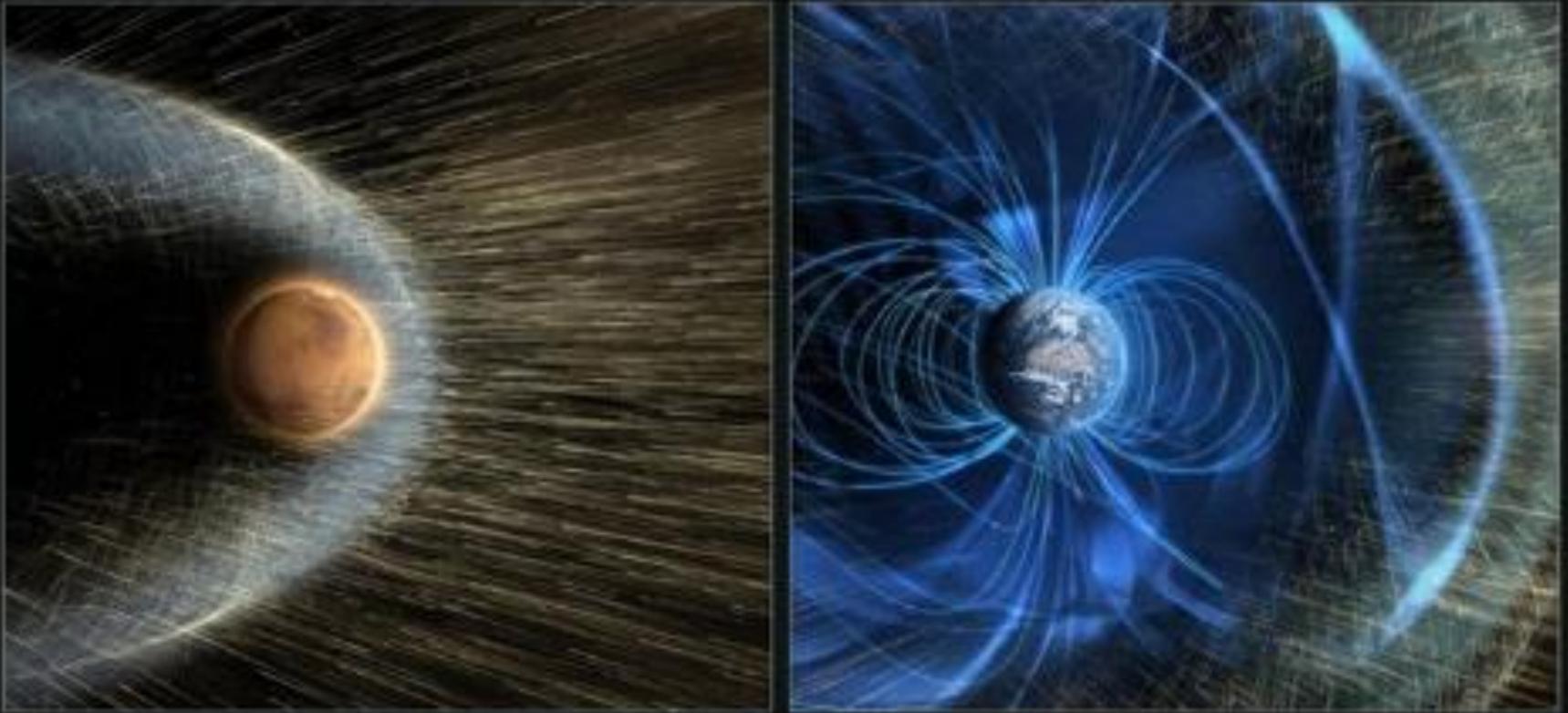


Esquema que mostra a magnetosfera e o fluxo do plasma como observado pela sonda Messenger (Imagem: Reprodução/Courtesy of Science/AAAS)

Magnetosfera de Vênus

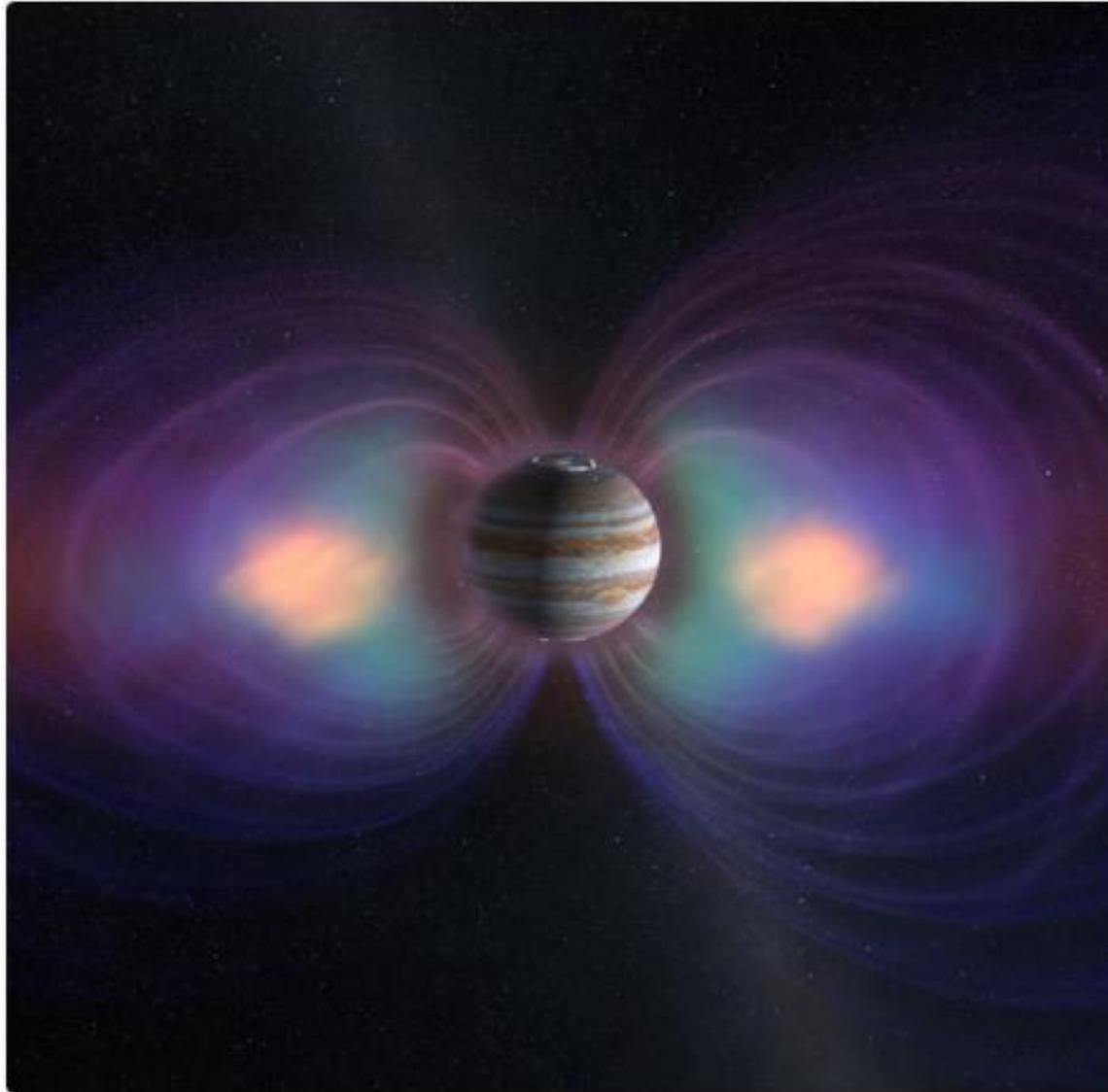


Magnetosfera de Marte



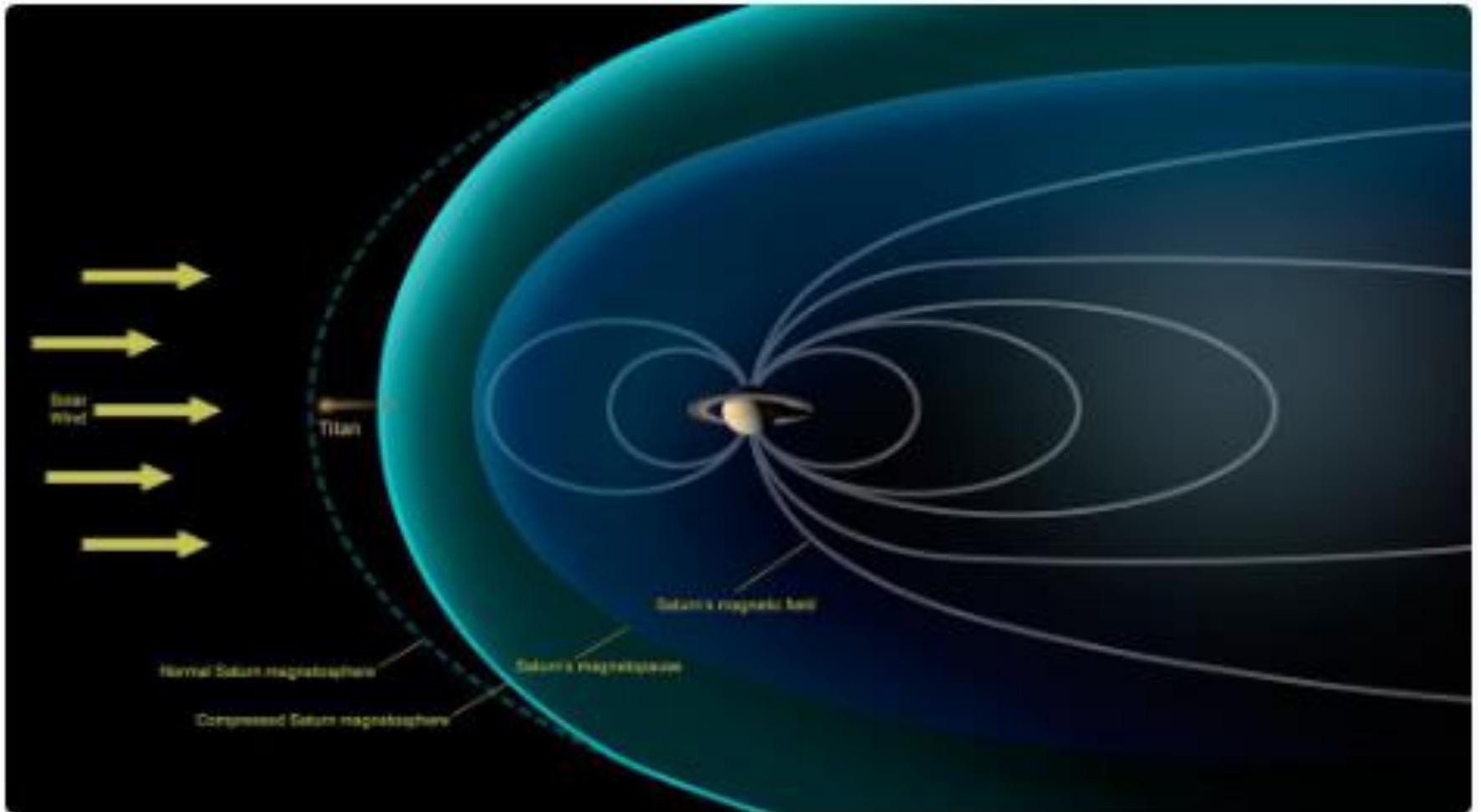
Na ausência de um campo magnético, Marte acaba perdendo sua atmosfera de modo que não acontece com a Terra (Imagem: Reprodução/NASA/GSFC)

Magnetosfera de Júpiter



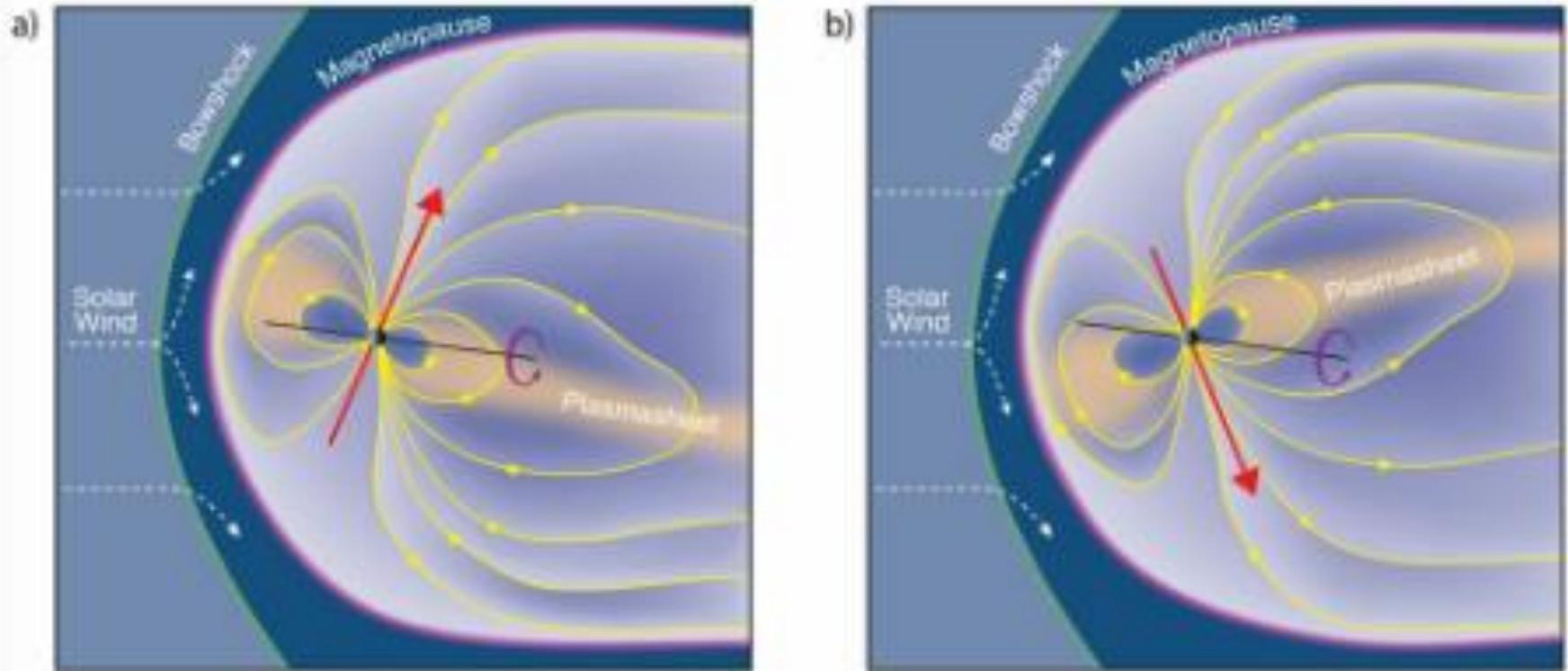
A magnetosfera joviana (Imagem: Reprodução/NASA)

Magnetosfera de Saturno



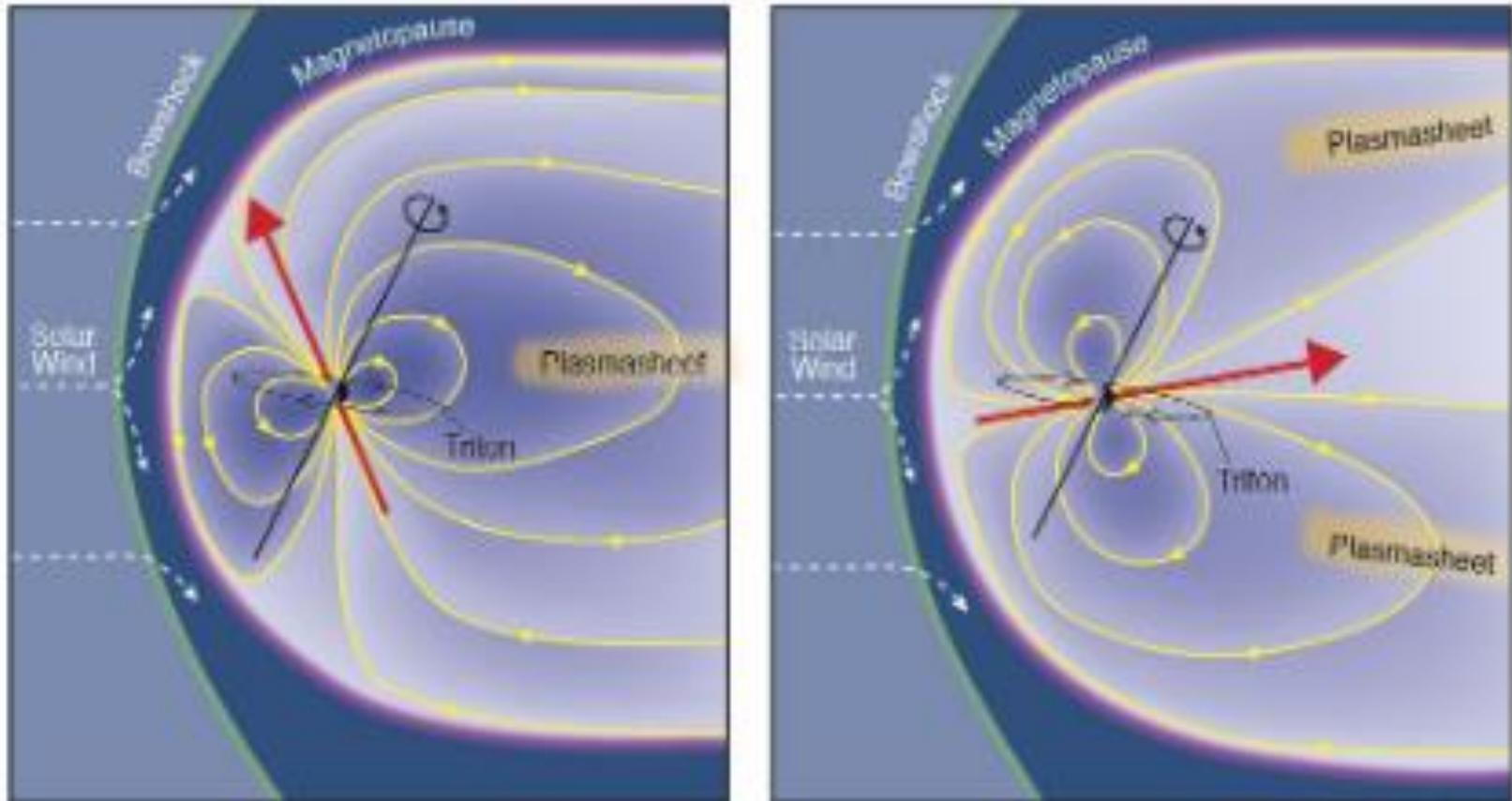
Representação da magnetosfera de Saturno bastante comprimida quando foi observada pela sonda Cassini (Imagem: Reprodução/NASA/JPL-Caltech)

Magnetosfera de Urano

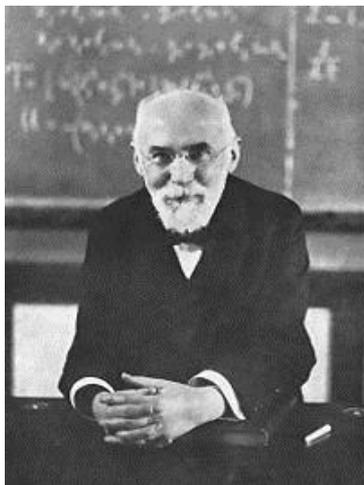


Representação da magnetosfera de Urano (Imagem: Reprodução/Fran Bagenal & Steve Bartlett)

Magnetosfera de Netuno



Representação da magnetosfera netuniana na era Voyager (Imagem: Reprodução/Fran Bagenal & Steve Bartlett)



Hendrik A. Lorentz
1853 - 1928
Nobel de **1.902**
“*Eletromagnetismo*”

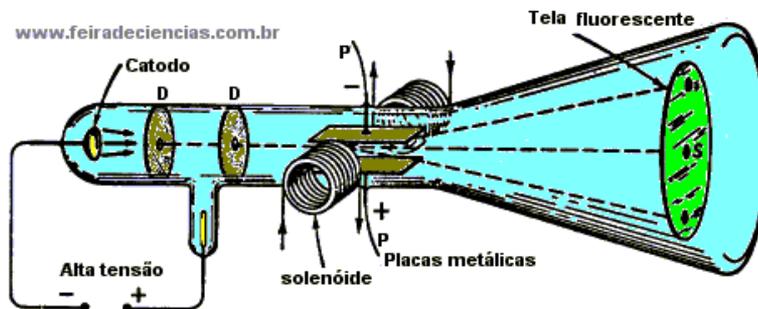
- Caso geral: presença de campos **elétrico** e **magnético**

Força de Lorentz

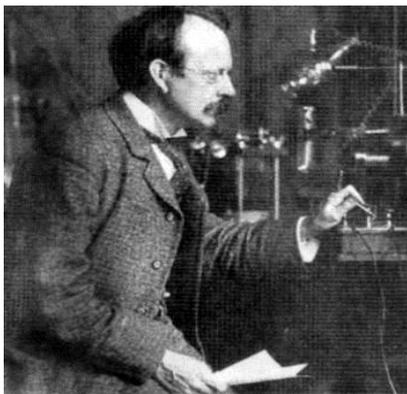
$$\vec{F}_{total} = \vec{F}_{elétrica} + \vec{F}_{magnética}$$

$$\vec{F}_{total} = q \cdot \vec{E} + q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Determinação de **q/m** do elétron



$$\frac{q}{m} = -1,759 \cdot 10^{+11} C/kg$$



Joseph J. Thomson
1856 - 1940
Nobel de **1.906**
“*Condução elétrica em gases*”

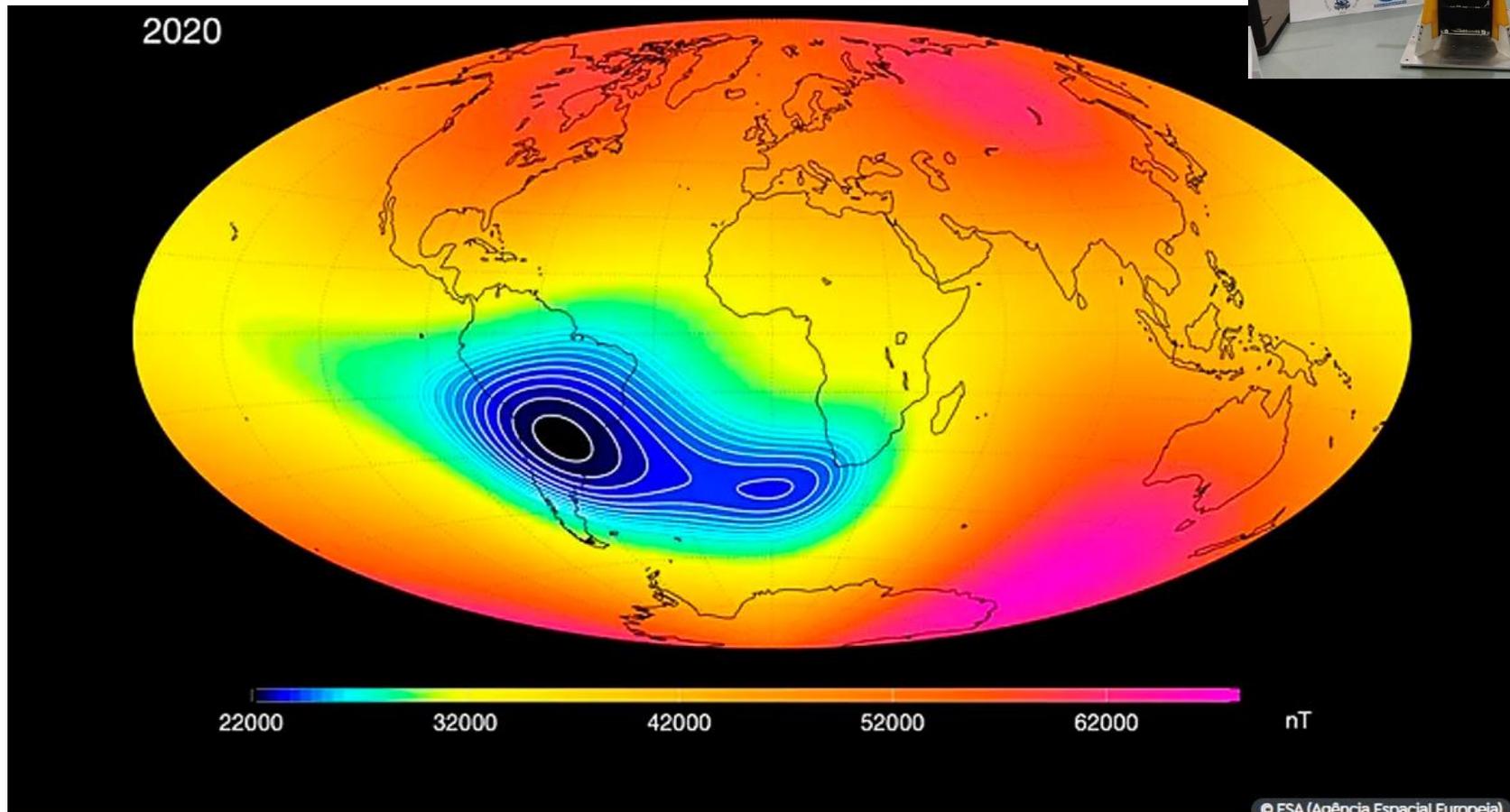
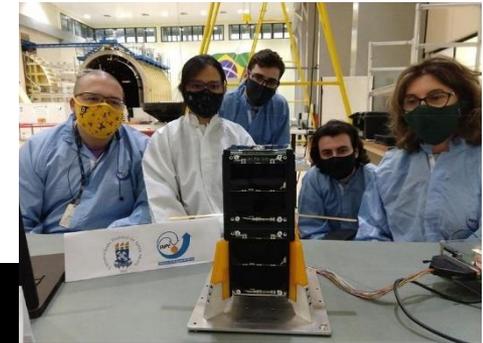
Definição do “tesla (T)”

Uma partícula carregando a carga elétrica (**Q**) de 1 coulomb, em movimento com velocidade (**V**) de 1 metro por segundo perpendicular ao campo magnético e sentindo uma força magnética (**F_M**) de 1 newton está submetida a um campo magnético (**B**) de 1 tesla.

Anomalia Magnética do Atlântico Sul

Efeitos: avarias causadas pela incidência de radiação cósmica, p.e., em satélites e em equipamentos de comunicação e geoposicionamento, além de sistemas eletroeletrônicos.

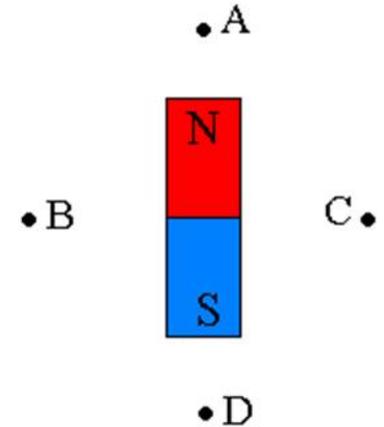
Nanossatélite NanoSatC-Br2
INPE/COESU/MCTI/UFSM/2021



Exercícios

1) (UFRS) Uma pequena bússola é colocada próxima de um ímã permanente. Em quais posições assinaladas na figura a extremidade norte da agulha apontará para o alto da página?

- a) somente em A ou D
- b) somente em B ou C
- c) somente em A, B ou D
- d) somente em B, C ou D
- e) em A, B, C ou D



2) Veja a figura ao lado:



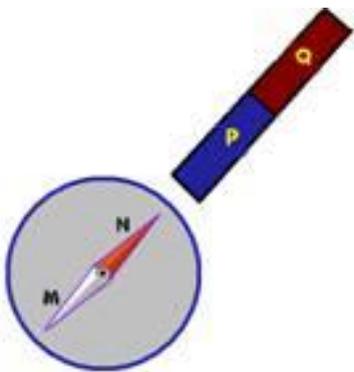
Nela temos uma barra magnetizada aproximando de uma pequena bola de metal. Diante dessa situação podemos concluir que a bola de ferro:

- a) será atraída pelo polo norte e repelida pelo polo sul.
- b) será atraída pelo polo sul e repelida pelo polo norte.
- c) será atraída por qualquer um dos polos da barra.
- d) será repelida por qualquer um dos polos da barra.
- e) será repelida pela parte mediana da barra magnetizada.

3) (PUC-MG) Uma bússola pode ajudar uma pessoa a se orientar devido à existência, no planeta Terra, de:

- a) um mineral chamado magnetita
- b) ondas eletromagnéticas
- c) um campo polar
- d) um campo magnético
- e) um anel magnético

4) (UFB) Uma bússola tem sua agulha magnética orientada com um polo (M) indicando Roraima e o outro (N) indicando o Paraná. A seguir, aproxima-se a agulha magnética dessa bússola bem perto da extremidade de um ímã, cujos polos são (P) e (Q), até que o equilíbrio estável seja atingido (ver figura).

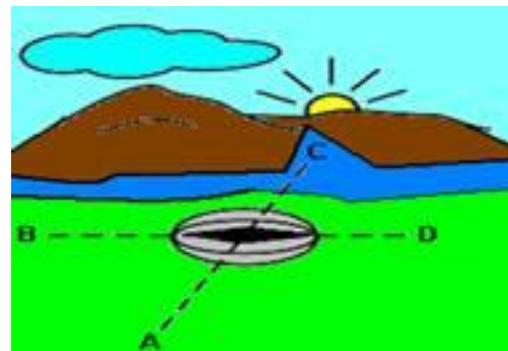


- a) Quais são os polos magnéticos M e N da agulha magnética da bússola?
- b) Quais são os polos P e Q do ímã?

5) (UFPA) A Terra é considerada um ímã gigantesco, que tem as seguintes características:

- a) O polo Norte geográfico está exatamente sobre o polo sul magnético, e o Sul geográfico está na mesma posição que o norte magnético.
- b) O polo Norte geográfico está exatamente sobre o polo norte magnético, e o Sul geográfico está na mesma posição que o sul magnético.
- c) O polo norte magnético está próximo do polo Sul geográfico, e o polo sul magnético está próximo do polo Norte geográfico.
- d) O polo norte magnético está próximo do polo Norte geográfico, e o polo sul magnético está próximo do polo Sul geográfico.
- e) O polo Norte geográfico está defasado de um ângulo de 45° do polo sul magnético, e o polo Sul geográfico está defasado de 45° do polo norte magnético.

6) (PUC-MG) A figura mostra o nascer do Sol. Dos pontos A, B, C e D, qual deles indica o Sul geográfico?



7) (UEMG-MG) Observe as afirmativas a seguir:

- I. Numa bússola, o polo norte é o polo da agulha que aponta para o norte geográfico da Terra.
- II. Polo de um ímã é a região desse ímã onde o magnetismo é mais intenso
- III. Ao se cortar um ímã, obtêm-se dois ímãs com um único polo cada um.

Estão corretas:

a) todas

b) I e II

c) II e III

d) apenas

III e) apenas II

8) (UFRGS) A figura mostra um pedaço de ferro nas proximidades de um dos pólos de um ímã permanente.



Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas nas seguintes afirmações sobre essa situação.

A extremidade L do pedaço de ferro é pelo polo K do ímã.

Chamando o polo sul do ímã de S e o norte de N, uma possível distribuição dos polos nas extremidades K, L e M é, respectivamente,

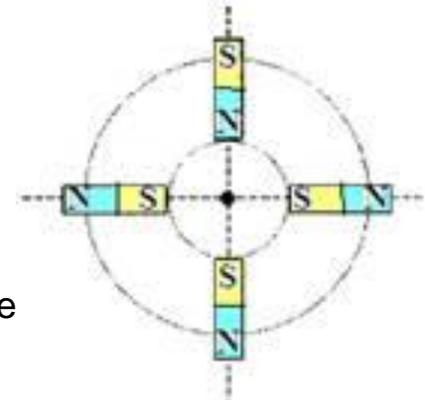
- a) atraída – N, N e S
- b) atraída – N, S e N
- c) repelida – N, S e N
- d) repelida – S, S e N
- e) repelida – S, N e S

9) (UNIFESP-SP) Um bonequinho está preso, por um ímã a ela colado, à porta vertical de uma geladeira.

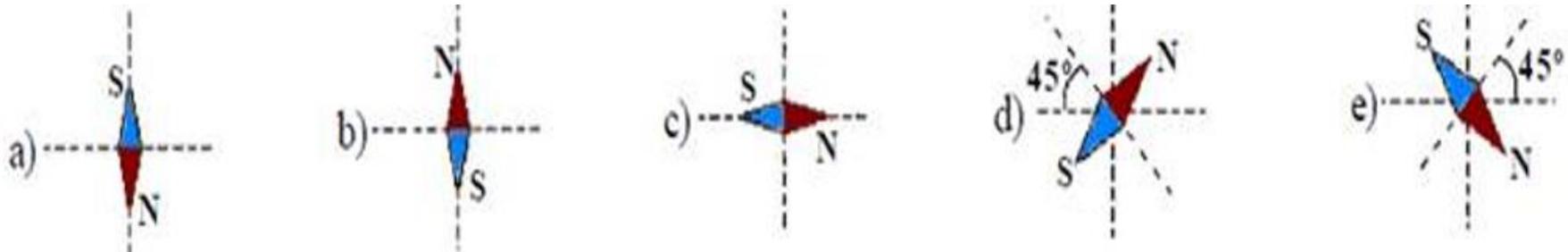
- a) Desenhe esquematicamente esse bonequinho no caderno de respostas, representando e nomeando as forças que atuam sobre ele.
- b) Sendo $m = 20\text{g}$ a massa total da bonequinho com o ímã e $\mu = 0,50$ o coeficiente de atrito estático entre o ímã e a porta da geladeira, qual deve ser o menor valor da força magnética entre o ímã e a geladeira para que o bonequinho não caia? Dado: $g = 10\text{m/s}^2$.



10) (FUVEST-SP) Quatro ímãs iguais em forma de barra, com as polaridades indicadas, estão apoiados sobre uma mesa horizontal, como na figura, vistos de cima. Uma pequena bússola é também colocada na mesa, no ponto central P, equidistante dos ímãs, indicando a direção e o sentido do campo magnético dos ímãs em P.



Não levando em conta o efeito do campo magnético terrestre, a figura que melhor representa a orientação da agulha da bússola é:



11) (CEFET-MG) Um ímã AB em forma de barra é partido ao meio, e os pedaços resultantes também são divididos em duas partes iguais, conforme a seguinte figura.



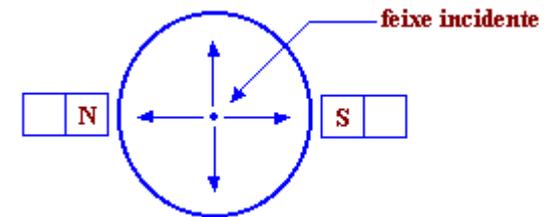
Pendurando-se os quatro pedaços, eles se orientam na direção Norte-Sul geográfico. Os polos que apontam para o mesmo sentido são

- a) E, C, G, B.
- b) E, F, G, H.
- c) A, F, G, B.
- d) A, C, D, B.

12) Uma carga elétrica puntiforme de $1,0 \cdot 10^{-5}\text{C}$ passa com velocidade $2,5 \text{ m/s}$ na direção perpendicular a um campo magnético e fica sujeita a uma força de intensidade $5,0 \cdot 10^{-4}\text{N}$.

- a) Determine a intensidade deste campo.
- b) Faça um esquema representando as grandezas vetoriais envolvidas.

13) (U. F. UBERLÂNDIA – MG) A figura mostra a tela de um osciloscópio onde um feixe de elétrons, que provém perpendicularmente da página para seus olhos, incide no centro da tela. Aproximando-se lateralmente da tela dois ímãs iguais com seus respectivos pólos mostrados, verificar-se-á que o feixe:



- a) será desviado para cima ↑
- b) será desviado para baixo ↓
- c) será desviado para a esquerda ←
- d) será desviado para a direita →
- e) não será desviado.

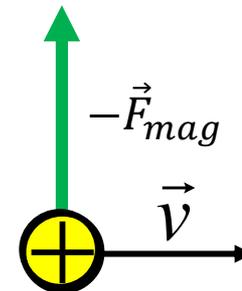
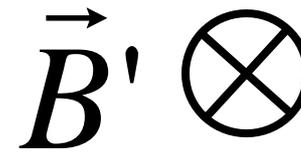
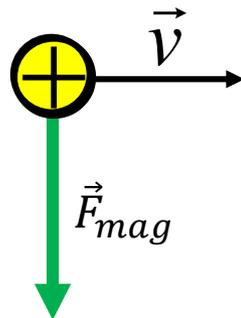
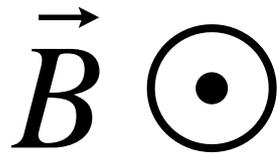
Resolução do exercício 12:

$$\left. \begin{aligned} q &= +1,0 \cdot 10^{-5} \text{ C} \\ v &= 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ F_{mag} &= 5 \cdot 10^{-4} \text{ N} \end{aligned} \right\}$$

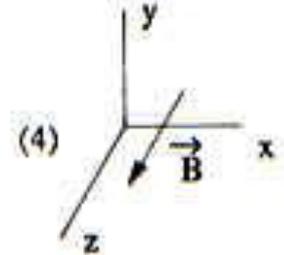
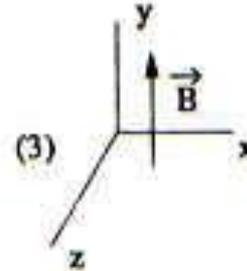
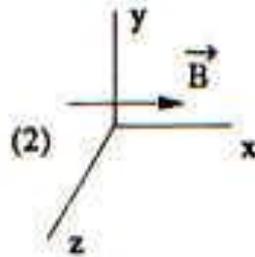
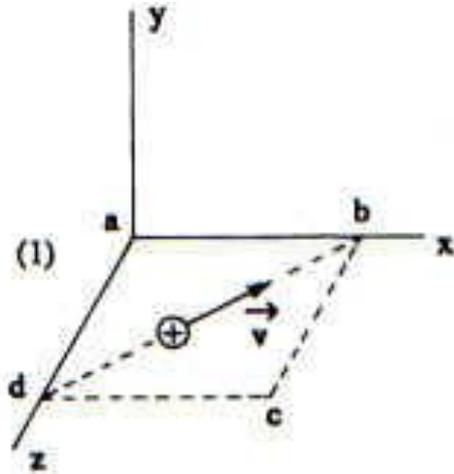
$$F_{mag} = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$
$$5 \cdot 10^{-4} = 1 \cdot 10^{-5} \cdot 2,5 \cdot B \cdot \sin 90^\circ$$

$$B = 2 \cdot 10^{+1} \text{ teslas} \rightarrow \boxed{B = 2 \cdot 10^{+1} \text{ T}}$$

$$\boxed{\vec{F}_{mag} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}}$$



- 14) (UNESP) Uma partícula com carga elétrica positiva desloca-se no plano $Z - X$ na direção $d - b$, que é diagonal do quadrado a, b, c, d indicado na figura (1). É possível aplicar na região do movimento da carga um campo magnético uniforme nas direções dos eixos (um de cada vez), como é mostrado nas figuras (2), (3) e (4).



Em quais casos a força sobre a partícula será no sentido negativo do eixo Y?

- Somente no caso 2.
- Nos casos 2 e 4.
- Somente no caso 3.
- Nos casos 3 e 4.
- Somente no caso 4.

15) (UFRS) No interior de um acelerador de partículas existe um campo magnético muito mais intenso que o campo magnético terrestre, orientado de tal maneira que um elétron lançado horizontalmente do sul para o norte, através do acelerador é desviado para o oeste. O campo magnético do acelerador aponta:

- a) do norte para o sul
- b) do leste para o oeste
- c) do oeste para o leste
- d) de cima para baixo
- e) de baixo para cima

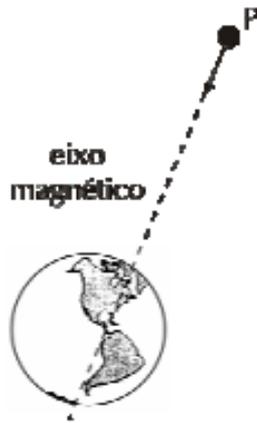
16) (PUC) Um elétron num tubo de raios catódicos está se movendo paralelamente ao eixo do tubo com velocidade 10^7 m/s. Aplicando-se um campo de indução magnética de 2T, paralelo ao eixo do tubo, a força magnética que atua sobre o elétron vale:

- a) $3,2 \cdot 10^{-12}$ N
- b) nula
- c) $1,6 \cdot 10^{-12}$ N
- d) $1,6 \cdot 10^{-26}$ N
- e) $3,2 \cdot 10^{-26}$ N

17) (UEL-PR) Uma partícula eletrizada, em movimento retilíneo uniforme e horizontal, penetra na região onde existe um campo magnético uniforme vertical. Ao penetrar no campo magnético, o seu movimento será

- a) circular uniforme.
- b) circular variado.
- c) retilíneo retardado.
- d) retilíneo acelerado.
- e) ainda retilíneo uniforme.

- 18) (FUVEST-SP) Raios cósmicos são partículas de grande velocidade, proveniente do espaço, que atingem a Terra em todas as direções. Sua origem é, atualmente, objeto de estudos. A Terra possui um campo magnético semelhante ao criado por um ímã em forma de barra cilíndrica, cujo eixo coincide com o eixo magnético da Terra. Uma partícula cósmica P com carga elétrica positiva, quando ainda longe da Terra, aproxima-se percorrendo uma reta que coincide com o eixo magnético da Terra, como mostra a figura abaixo.



Desprezando a atração gravitacional, podemos afirmar que a partícula, ao se aproximar da Terra:

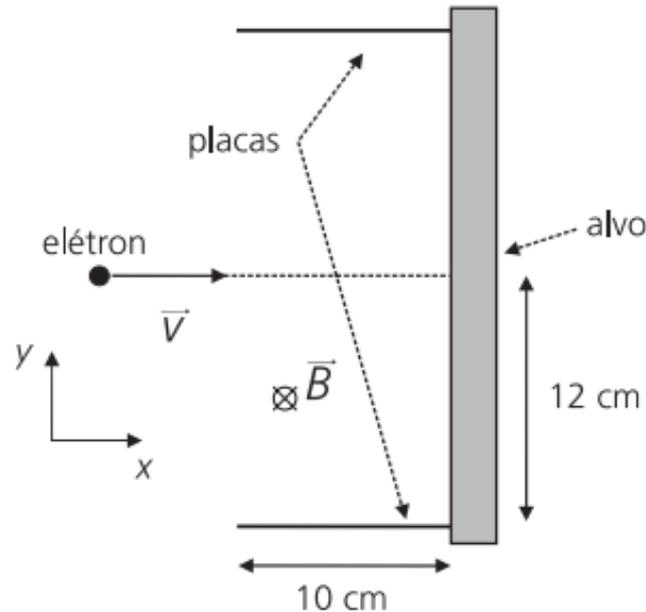
- aumenta sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- diminui sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- tem sua trajetória desviada para Leste.
- tem sua trajetória desviada para Oeste.
- não altera sua velocidade nem se desvia de sua trajetória retilínea.

- 19) (ITA-SP) A agulha de uma bússola está apontando corretamente na direção norte-sul. Um elétron se aproxima a partir do norte com velocidade v , segundo a linha definida pela agulha. Neste caso
- a velocidade do elétron deve estar necessariamente aumentando em módulo.
 - a velocidade do elétron estará certamente diminuindo em módulo.
 - o elétron estará se desviando para leste.
 - o elétron se desviará para oeste.
 - nada do que foi dito anteriormente é verdadeiro.

- 20) (ITA-SP) Uma partícula com carga q e massa M move-se ao longo de uma reta com velocidade v constante numa região onde estão presentes um campo elétrico de 500 V/m e um campo de indução magnética de $0,10 \text{ T}$. Sabe-se que ambos os campos e a direção de movimento da partícula são mutuamente perpendiculares. A velocidade da partícula é:
- 500 m/s
 - constante para quaisquer valores dos campos elétrico e magnético
 - $5,0 \times 10^3 \text{ m/s}$
 - $5,0 \times 10 \text{ m/s}$
 - faltam dados para o cálculo

21) A utilização de campos elétrico e magnético cruzados é importante para viabilizar o uso da técnica híbrida de tomografia de ressonância magnética e de raios X.

A figura abaixo mostra parte de um tubo de raios X, onde um elétron, movendo-se com velocidade $v = 5,0 \times 10^5$ m/s ao longo da direção x , penetra na região entre as placas onde há um campo magnético uniforme, \vec{B} , dirigido perpendicularmente para dentro do plano do papel. A massa do elétron é $m_e = 9 \times 10^{-31}$ kg e a sua carga elétrica é $q = -1,6 \times 10^{-19}$ C. O módulo da força magnética que age sobre o elétron é dado por $F = qvB \sin\theta$, onde θ é o ângulo entre a velocidade e o campo magnético.

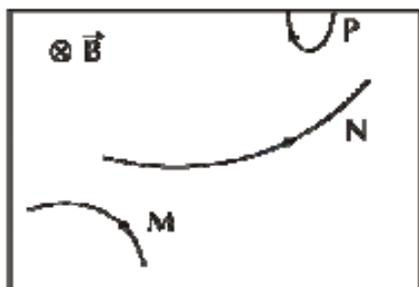


a) Sendo o módulo do campo magnético $B = 0,010$ T, qual é o módulo do campo elétrico que deve ser aplicado na região entre as placas para que o elétron se mantenha em movimento retilíneo uniforme?

b) Numa outra situação, na ausência de campo elétrico, qual é o máximo valor de B para que o elétron ainda atinja o alvo?

O comprimento das placas é de 10 cm.

- 22) (UFMG) Na figura a seguir, três partículas carregadas M, N e P penetram numa região onde existe um campo magnético uniforme B (vetor), movendo-se em uma direção perpendicular a esse campo. As setas indicam o sentido do movimento de cada partícula.



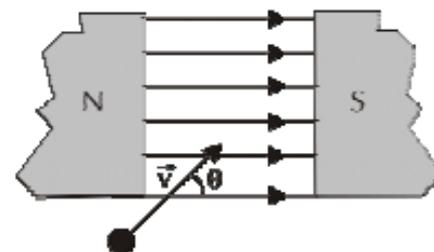
A respeito das cargas das partículas, pode-se afirmar que:

- M, N e P são positivas.
- N e P são positivas.
- somente M é positiva.
- somente N é positiva.
- somente P é positiva.

- 23) (MACKENZIE-SP) Partículas de carga q e massa m são aceleradas, a partir do repouso, por uma diferença de potencial U e penetram numa região de indução magnética B , perpendicular à velocidade \vec{v} das partículas. Sendo o raio das órbitas circulares igual a R e desprezando as perdas, assinale a alternativa correta:

- $m/q = U/R^2B$
- $q/m = R^2B^2/2U$
- $q/m = 4U/RB^2$
- $q/m = 2U/R^2B^2$
- $m/q = 3U/R^2B$

- 24) (UECE) Admita que um próton, dotado de velocidade \vec{v} , penetra em um campo magnético uniforme, conforme mostra a figura a seguir.



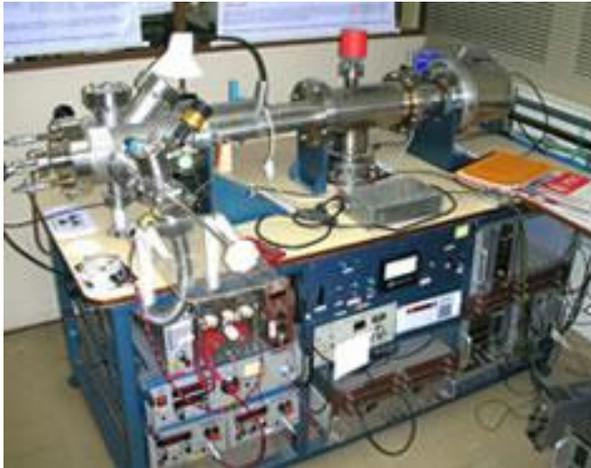
A direção do vetor \vec{v} forma um ângulo θ com as linhas de indução do campo magnético. A trajetória do próton no interior do campo magnético é uma:

- reta
- circunferência
- parábola
- hélice

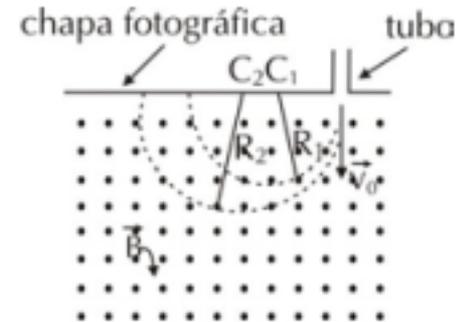
- 25) (UNITAU-SP) Um feixe de raios catódicos, que nada mais é que um feixe de elétrons, está preso a um campo magnético girando numa circunferência de raio $R = 2,0\text{cm}$. Se a intensidade do campo é de $4,5 \times 10^{-3}\text{T}$ e sua carga é $1,6 \times 10^{-19}\text{C}$ e $m = 9,11 \times 10^{-31}\text{kg}$, podemos dizer que a velocidade dos elétrons, no feixe, vale:

- $2,0 \times 10^3\text{ m/s}$
- $1,6 \times 10^4\text{ m/s}$
- $1,6 \times 10^5\text{ m/s}$
- $1,6 \times 10^6\text{ m/s}$
- $1,6 \times 10^7\text{ m/s}$

- 26) (UFRJ) A figura ilustra o princípio de funcionamento do espectrômetro de massa, utilizado para estudar isótopos de um elemento.



Laboratório de Espectrometria de Massa de Macromoléculas (LEMM) – PUC - RJ



Íons de dois isótopos de um mesmo elemento, um de massa m_1 e outro de massa m_2 , passam por um tubo onde há um seletor de velocidades. Assim, apenas os que têm velocidade \vec{v}_0 conseguem penetrar numa região onde há

um campo magnético uniforme \vec{B} , normal ao plano da figura e apontando para fora. Sob a ação do campo magnético, os íons descrevem semicírculos e vão se chocar com uma chapa fotográfica, sensibilizando-a. As marcas na chapa permitem calcular os raios R_1 e R_2 dos respectivos semicírculos.

Suponha que, ao se ionizar, cada átomo tenha adquirido a mesma carga q .

- Determine o sinal da carga q . Justifique sua resposta.
- Calcule a razão m_2/m_1 em função de R_1 e R_2 .

Referências

- <http://educacao.globo.com/fisica/assunto/eletromagnetismo/inducacao.html>
- [http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ley_de_Faraday_\(GIE\)](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ley_de_Faraday_(GIE))
- <http://campos-magneticos.webnode.com/lei-de-amp%C3%A8re/>
- http://alessandrosantos.com.br/emanuel/usp/fisica3/notas_de_aula/node72.html (convenção ímã)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Earth%27s_magnetic_field
- <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/mod08/m.html>
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_do_d%C3%ADnamo
- https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_M._Elsasser
- <http://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/9898.htm>
- <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/soles/polesexp.html>
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth_Magnetic_Field_Declination_from_1590_to_1990.gif
- http://www.astro.iag.usp.br/~jorge/aga205_2011/06_DecMagne_JM.pdf (declinação)
- <http://fisicaevestibular.com.br/novo/electricidade/eletromagnetismo/exercicios-imas-e-campo-magnetico/>
- <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>
- <http://earthsky.org/earth/what-causes-the-aurora-borealis-or-northern-lights>
- <http://www.aurora-service.net/aurora-gallery/> (aurora austral)
- <http://www.fis.puc-rio.br/labespecmassa.php>
- <http://www.italpro.com.br/page/magnetismo.html>
- <http://www.iag.usp.br/~agg110/moddata/GEOMAGNETISMO/campo-geomagnetico-externo.pdf> (Van Allen)
- <http://slideplayer.com.br/slide/3385442/>
- http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_38.asp (domínios magnéticos)
- http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Angela%20Regina%20Mattos%20de%20Castro_D.pdf
- <http://science.howstuffworks.com/magnet3.htm>
- https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/data/WMM2015/WMM2015v2_I_MERC.pdf
- [https://pt.wikipedia.org/wiki/Tesla_\(unidade\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tesla_(unidade))
- https://pt.wikipedia.org/wiki/For%C3%A7a_de_Lorentz
- <https://canaltech.com.br/espaco/todo-planeta-tem-campo-magnetico-conheca-as-magnetosferas-do-sistema-solar-176159/>