

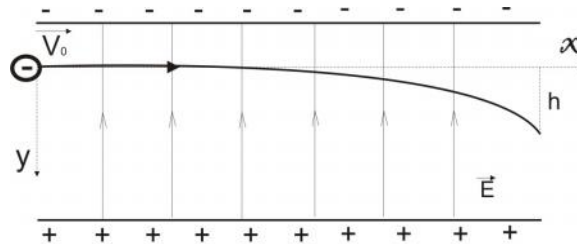
I. Plasma trong i n tr ñ ng

1. i n tích trong i n tr ñ ng

Gi s , có m t i n tích đ ñ ng q c a vào i n tr ñ ng. Khi ó tr ñ ng s tác đ ñ ng lên i n tích. Khi ó tr ñ ng s tác đ ñ ng lên i n tích đ ñ ng ó m t l c $\vec{F} = q\vec{E}$, l c có h ñ ng đ c ñ ng s c. N u ngoài l c i n không có các l c khác tác đ ñ ng lên nó, thì h t mang i n s chuy ñ ng nhanh đ n u d c theo ñ ng s c.

i v i các h t mang i n âm thì i n tr ñ ng tác đ ñ ng lên nó m t l c không i, nh ñ ng có h ñ ng ñ ng c v i ñ ng s c. B i v y, các h t mang i n tích âm c ñ ng chuy ñ ng nhanh đ n u nh ñ ng theo chi u ñ ng c v i chi u chuy ñ ng c a h t mang i n tích đ ñ ng.

Gi s r ñ ng, có m t i n tích đ ñ ng q bay vào i n tr ñ ng gi a hai b n song song c a t i n, ñ ng a là ñ ng s c vuông góc v i h ñ ng bay. Tr ñ ng l ñ ng \vec{P} c a h t mang i n và l c i n $\vec{F} = q\vec{E}$, cùng tác đ ñ ng lên i n tích này. C hai l c u h ñ ng th ñ ng ñ ng xu ñ ng phía đ i. V i v y h t chuy ñ ng nhanh đ n u theo ph ñ ng th ñ ng ñ ng xu ñ ng phía đ i. Không có l c nào tác đ ñ ng lên h t theo ph ñ ng n m ñ ng và b i v y nó chuy ñ ng u theo ph ñ ng này. Chuy ñ ng ó hoàn toàn gi ñ ng nh chuy ñ ng c a v t th b ném theo ph ñ ng n m ñ ng trong tr ñ ng h p đ n. B i v y, qu o chuy ñ ng c a h t mang i n tích đ ñ ng trong i n tr ñ ng không i và ñ ng nh t là ñ ng parabol.

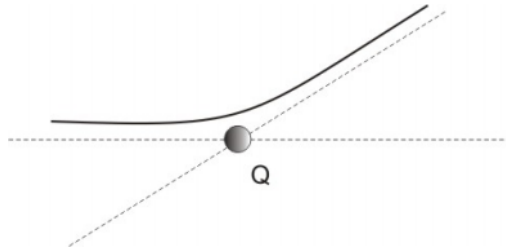


N u không tính ñ n tr ñ ng l ñ ng c a h t, thì h t mang i n tích âm trong tr ñ ng s chuy ñ ng theo qu o parabol. B i v i l c tác đ ñ ng lên h t mang i n tích âm h ñ ng ñ ng c v i ñ ng s c. N u tính ñ n tr ñ ng l ñ ng c a i n tích, thì h t mang i n tích âm có th chuy ñ ng ho c theo ñ ng parabol l i phía trên, ho c theo ñ ng parabol l i xu ñ ng phía đ i. i u ó ph thu c vào tr ñ ng l ñ ng hay l c i n nào l n h n. N u hai l c này b ñ ng nhau v l n thì nói chung h t s không l ch v phía trên c ñ ng nh v phía đ i. ñ ng a là i n tích âm s chuy ñ ng th ñ ng u theo ph ñ ng n m ñ ng và v i v t c b ñ ng v t c ban u c a i n tích khi bay vào i n tr ñ ng.

H i n t ñ ng chuy ñ ng c a các h t mang i n trong i n tr ñ ng ã c ñ ng i t a s đ ñ ng vào v i c h t o các ñ ng tia i n t .

Chuy ñ ng c a h t mang i n bay vào i n tr ñ ng có h ñ ng l p thành m t góc v i các ñ ng s c c ñ ng c ñ ng ñ ng c u m t cách t ñ ng t . Và trong tr ñ ng h p này qu o c a h t mang i n là m t ñ ng parabol hay m t nhánh parabol. Gi ñ ng nh chuy ñ ng c a v t th c ném lên theo ph ñ ng xiên góc trong tr ñ ng h p đ n.

Chúng ta hãy kh o sát s chuy ñ ng c a i n tích trong i n tr ñ ng c a i n tích khác, mà coi i n tích này là b t ñ ng. V i kho ñ ng cách gi a các h t thay i ñ n ñ n l c t ñ ng tác gi a chúng c ñ ng thay i. Khi h t xa nhau, l c t ñ ng tác nh và qu o cong ít. Khi h t chuy ñ ng bay l i g n h t b t ñ ng thì l c t ñ ng tác t ñ ng lên, và qu o b cong nhi u. Khi h t chuy ñ ng i xa thì qu o l i b cong ít. Qu o c a h t là ñ ng hypebol.



2. Bán kính Debye

Plasma có cấu trúc gồm các hạt mang điện tích dương, âm và các hạt trung hòa. Tất nhiên mà nhìn thì dường như chuyển động của tất cả liên quan tới plasma.

Nhưng chúng ta hãy tưởng tượng rằng: Khi một hạt trong plasma là như thế đó là plasma loãng. Vì các hạt cách nhau khá xa, nên sự tương tác của chúng nó có thể bỏ qua và có thể coi chuyển động của các hạt chịu tác động của trường ngoài.

Một hiện tượng tự nhiên là điện trường Coulomb tồn tại toàn bộ không gian xung quanh điện tích; nó chiếm một khoảng cách lớn vô cùng. Nếu quan sát trường của chính một loại điện tích trong plasma, tức là toàn bộ số các hạt mang điện cùng tên, thì sự thay đổi của các điện tích này không phải kéo dài vô cùng, mà bị chặn lại bởi một khoảng cách R_D nào đó. R_D chính là bán kính Debye. Bán kính Debye có xác định bởi công thức:

$$R_D \approx \sqrt{\frac{T}{n}}$$

ở đây T là nhiệt độ tuyệt đối, còn n là mật độ electron. Như vậy, điện trường của hạt mang điện trong plasma chỉ có trong hình cầu bán kính R_D . Các hạt trong plasma chỉ tác động với nhau khi chúng cách nhau một khoảng cách nhỏ hơn bán kính Debye. Bán kính Debye chỉ trở nên có ý nghĩa khi các hạt hiểu được tương tác giữa các hạt và trong khi các hạt trong bán kính Debye có rất nhiều hạt mang điện của plasma, còn trong chất khí trung hòa thì ngược lại, khoảng cách hiểu được tương tác giữa các hạt nhỏ hơn nhiều khoảng cách trung bình giữa các phân tử. Trong plasma thì $L \ll R_D$.

Bán kính Debye là một tính rất quan trọng của plasma. Chính vì thế nó xác định một loại plasma tên là Langmuir. Loại plasma này chỉ tồn tại khi có sự tập trung của plasma vi điện (như vi sóng, v.v.). Vì các electron trong plasma có vận tốc lớn và động năng các ion, nên sự electron bay nhanh hơn ion. Vì thế vận tốc của electron lớn hơn vận tốc của ion. Vì thế vận tốc của electron lớn hơn vận tốc của ion, thì xung quanh vận tốc mang điện âm xuất hiện một lớp điện tích dương. Chính vì thế vận tốc của electron lớn hơn vận tốc của ion, thì xung quanh vận tốc mang điện âm xuất hiện một lớp điện tích dương. Chính vì thế vận tốc của electron lớn hơn vận tốc của ion, thì xung quanh vận tốc mang điện âm xuất hiện một lớp điện tích dương.

3. Sự tán xạ các hạt mang điện

Vì điện trường bao quanh điện tích trong plasma bị chặn lại nên sự tương tác Coulomb giữa các hạt mang điện chỉ xảy ra trong bán kính Debye. Nghĩa là, các hạt trong plasma khi chuyển động trong khi các hạt Debye, sẽ gây ra sự tán xạ các hạt mang điện bởi tương tác Coulomb. Hãy tưởng tượng, một chùm hạt mang điện "bay tới" một điện tích bất động mà ngược lại thì điện tích bất động lại là vận tốc tán xạ. Do sự tương tác với các điện tích bất động mà mỗi hạt trong chùm bị lệch đi theo các hướng khác nhau. Đó chính là sự tán xạ của các hạt bay tới. Một sự tán xạ ngược lại thì điện tích bất động thì vận tốc tán xạ. Sự va chạm xảy ra khi khoảng cách giữa các tâm quĩ đạo như hình vẽ hoặc bằng tổng bán kính của hai quĩ đạo. Điện tích hình tròn với bán kính bằng tổng hai bán kính các quĩ đạo, chính là vận tốc tán xạ.

$$\delta = \pi(R_1 + R_2)^2$$

Quĩ đạo của hạt bay tới và vận tốc tán xạ, nó như thể như bị lệch đi. Nếu quĩ đạo không bay tới "bia" thì nó có thể bay ngang qua, và không chịu tương tác. Hiện tượng khác, nếu

chúng ta xét nh ng h t mang i n, chúng s b tán x không ch khi va ch m không àn h i v i tâm tán x , mà còn c khi i ngang qua cách xa tâm. Chính vì các h t mang i n t ng tác qua i n tr ng c a mình – hoàn toàn không c n t i p xúc v i nhau.

Nh ng chúng ta hãy nh l i r ng: trong plasma tr ng Coulomb c a i n tích b ch n l i kho ng cách b ng bán kính Debye. Vì th khi nghiên c u s tán x các h t mang i n trong plasma c ng i ta kh o sát ba mi n c tr ng: mi n va ch m g n mi n va ch m xa, mi n ngo ài bán kính Debye.

Qu o chuy n ng c a h t i n trong mi n va ch m “g n”s b cong nhi u vì l c t ng tác gi a các h t l n. Khi l c t ng tác các h t là nh nên qu o b cong ít. Nh ng c n ph i nói r ng, trong tr ng h p này s thay i cu i cùng c a h ng vect v n t c có th r t l n, vì s tác đ ng c a l c y u x y ra trong m t kho ng th i gian dài. Biên gi i gi a mi n va ch m “g n” và “xa” có tính ch t r t quy c. Ng i ta nh n bán kính Debye là biên gi i trên cùng c a mi n xa. ngo ài bán kính Debye không có s t ng tác Coulomb gi a các h t.

V n t c đ i n tích càng l n thì t i đ i n hi u đ ng càng nh . i v i tr ng tán x , nh ng h t ang chuy n ng nhanh khó b l ch h n nh ng h t chuy n ng ch m.

Ti t đ i n hi u đ ng va ch m “xa” trong plasma l n h ng p 10 l n ti t đ i n hi u đ ng va ch m “g n”. i u ó có ngh a là s va ch m “xa” cho hi u ng l n h n s va ch m “g n”. Vì th , khi nghiên c u plasma ng i ta th ng hoàn toàn không tính n s va ch m g n.

II. Plasma trong t tr ng

1. H t mang i n trong t tr ng

Chuy n ng c a h t mang i n trong t tr ng ph c t p h n nhi u s o v i trong i n tr ng.

N u i n tích ng yên, thì t tr ng hoàn toàn không tác đ ng lên nó. N u i n tích chuy n ng v i v n t c \vec{v} , thì t tr ng tác đ ng lên nó m t l c g i là l c Lorentz. l n c a l c Lorentz c tính b ng: $\vec{F} = q \cdot [\vec{v} \cdot \vec{B}]$

l n c a l c Lorentz không ch ph thu c vào tr s v n t c mà còn ph thu c vào h ng c a v n t c.

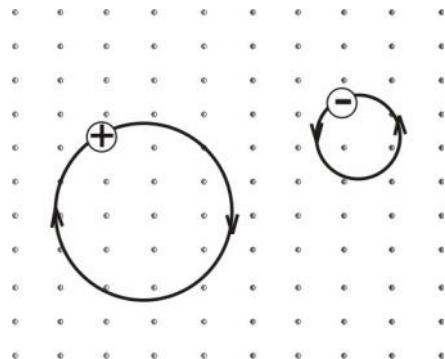
H ng c a l c Lorentz: vuông góc v i \vec{v} và \vec{B}

Chi u tuân theo quy t c bàn tay trái.

✚ Xét t tr ng ng nh t và không i, qu o chuy n ng c a h t mang i n khi:

- $\vec{v} \perp \vec{B}$: L c Lorentz không làm thay i l n v n t c mà ch làm thay i ph ng c a vect

v n t c, k t qu là h t chuy n ng tròn u, bán kính qu o là: $R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$



✓ V n t c h t càng l n thì bán kính qu o càng l n (t tr ng khó làm cong qu o c a h t chuy n ng nhanh h n h t chuy n ng ch m).

✓ C m ng t càng l n thì bán kính ng tròn càng nh .

✓ Kh i l ng h t càng l n thì bán kính qu o càng l n (h t có kh i l ng l n thì có quán tính càng l n và t tr ng khó làm cong qu o c a nó).

✓ L n i n tích càng l n thì bán kính quay càng nh .

Khi chúng ta a bi u th c trên vào công th c t n s góc c a s quay: $\omega = \frac{v}{R}$ thì $\omega_x = \frac{qB}{m}$. Ng i

ta g i t n s quay c a h t mang i n trong t tr ng là t n s xiclôtron. H t mang i n s quay v i t n s nh th trong máy gia t c xiclôtron. Bán kính quay c a h t g i là bán kính xiclôtron.

T công th c trên ta th y, t n s xiclôtron không ph thu c vào v n t c c a h t. i u ó có ngh a là, m i h t g i ng nhau có v n t c khác nhau trong cùng m t t tr ng u quay v i cùng m t t n s .

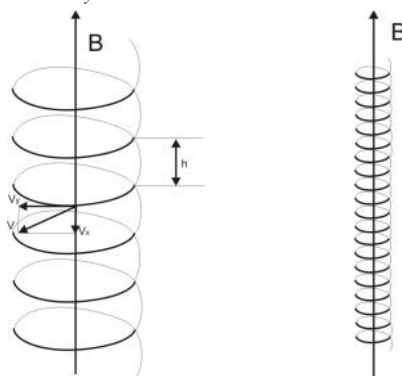
Nh ng k t l u n này ch úng khi v n t c c a h t nh h n v n t c ánh sáng và trong tr ng h p này, kh i l ng h t không ph thu c vào v n t c a nó. N u v n t c c a h t so sánh c v i v n t c ánh sáng thì kh i l ng c a nó s ph thu c vào v n t c chuy n ng, và khi ó t n s xiclôtron c ng s ph thu c vào v n t c c a h t.

Trong plasma, t n s quay c a h t mang i n d ng và c a i n t c xác nh nh sau:

$$\omega_i = \frac{ZeB}{M} \text{ và } \omega_e = \frac{eB}{m}$$

Vì kh i l ng c a ion l n h n kh i l ng c a electron nhi u l n, nên các electron quay trong t tr ng nhanh h n nhi u so v i các ion.

• $(\vec{v}, \vec{B}) = \alpha$. Khi ó ta phân tích v n t c c a i n t theo hai ph ng : ph ng d c theo t tr ng (v_x) và ph ng vuông góc t tr ng (v_y).



Theo ph ng d c theo t tr ng, h t chuy n ng th ng u.

Theo ph ng vuông góc v i t tr ng, đ i tác d ng c a l c Lorentz, h t chuy n ng theo ng tròn trong m t ph ng vuông góc v i t tr ng.

K t qu là h t s chuy n ng theo ng xo n c. Kho ng cách h mà h t i qua đ c theo t tr ng sau một vòng tr n v n theo ng xo n c c g i là b c xo n.

$$h = v_x \cdot \frac{2\pi m}{qB}$$

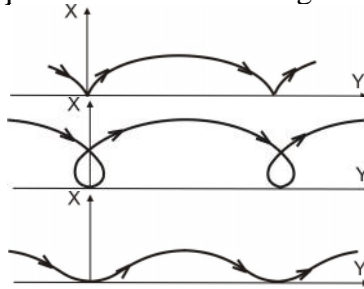
Ta th y, v i cùng m t giá tr v n t c v_x , b c xo n c a các electron nh h n nhi u so v i b c xo n c a các ion.

2. H t mang i n chuy n ng trong i n t tr ng.

Trong các i u ki n nh th , tâm vòng tròn xiclôtron(c g i là tâm chính), nó b t u đ ch chuy n theo h ng vuông góc v i t tr ng. Ng i ta g i chuy n ng ó c a tâm chính là s trôi.

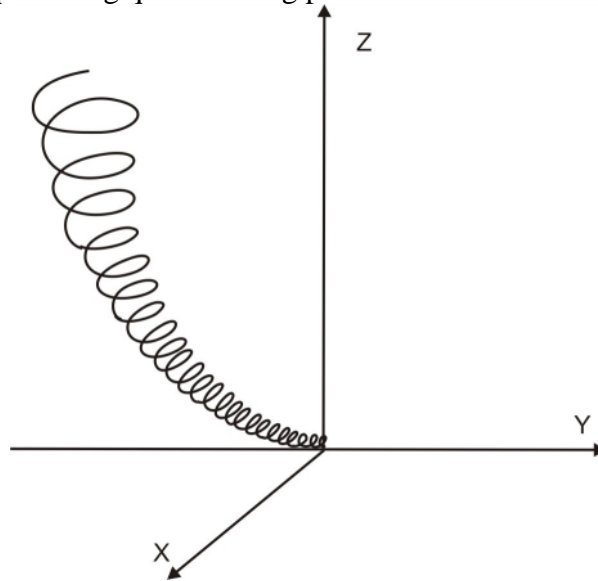
G i s r ng, ngoài t tr ng ng nh t và không i còn có m t i n t r ng ng nh t và không i có h ng vuông góc v i các ng c m ng t c ng tác d ng lên h t. tr ng này c g i là tr ng giao nhau. G i s , t tr ng vuông góc v i m t ph ng hình v và h ng v phía chúng ta, còn i n t r ng h ng d c theo tr c y. u tiên chúng ta hãy t m t i n tích d ng g c t a. Khi ó t tr ng không tác d ng lên i n tích, và đ i tác d ng c a i n t r ng thì nó b t u chuy n ng nhanh đ n đ c theo tr c y. Nh ng t tr ng l i tác d ng lên i n tích chuy n ng. Khi v n t c c a

h t nh , nó ch y u chuy n ng theo h ng c a i n tr ng, còn t tr ng ch làm cong m t ít qu o c a nó. D i tác d ng c a i n tr ng, cùng v i s t ng lên v n t c c a h t chính l c Lorentz c ng c t ng lên làm cho qu o c a h t càng ngày càng b xo n l i. Cu i cùng khi v n t c l n n n i l c Lorentz tr i h n l c t ng t c c a i n tr ng, thì chuy n ng tr nên ch m d n. sau m t kho ng th i gian nào y thì h t d ng l i v à t t c c l p l i t u. S g i i quy t chính xác bài toán này ch r r ng qu o c a h t là ng cong xicloit. Tùy theo h t có v n t c nh th nào th i i m ban u và th i gian nó i m ó mà qu o c a nó là ng xiclôit hay ng cong nh hình v .



Ng i ta g i nh ng ng cong ó là ng trokhôit. Nh v y chuy n ng c a h t mang i n trong tr ng giao là ph c t p. Có th bi u di n nó d i d ng s quay c a h t theo xiclôit và s chuy n ng c a tâm chính theo h ng vuông góc vect \vec{E} và \vec{B} . ó chính là s trôi. Tr s v n t c trôi không ph thu c vào tr s i n tích mà ch ph thu c vào c ng i n tr ng và t tr ng. Nh ng i u ó t t nhiên không có ngh a là s trôi x y ra v i các h t không mang i n. D i tác d ng c a i n tr ng và t tr ng ch có nh ng h t mang i n m i chuy n ng.

Tr ng h p t ng quát, khi v n t c ban u c a h t không vuông góc v i t tr ng , qu o chuy n ng là ng xo n qu n xung quanh ng parabol.

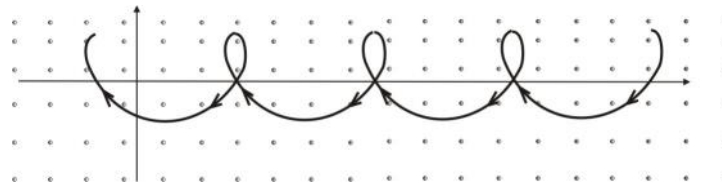


i v i electron, chuy n ông trôi cùng chi u v i h t mang i n d ng. Nh ng, qu o chuy n ng c a các electron t t nhiên s khác v i qu o c a các ion d ng. Th nh t là các electron quay ng c chi u v i ion d ng. Th hai là bán kính xiclôtron c a electron nh h n nhi u so v i bán kính xiclôtron c a ion. Khi v n t c ban u c a electron và ion vuông góc v i h ng t tr ng chuy n ng c a các electron và các ion v m t phía v i cùng m t v n t c trôi. Nói cách khác, s trôi làm cho plasma chuy n ng nh m t ch nh th . K t qu không sinh ra dòng i n.

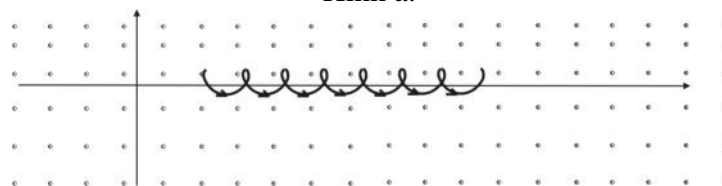
3. H t mang i n chuy n ng trong t tr ng không ng nh t

Gi s t tr ng ch thay i v l n c m ng t và các ng c m ng vuông góc m t ph ng hình v và h ng t trong ra ngoài. Gi s t tr ng ch t ng lên theo tr c y.

Trong miền mà $\omega < \omega_{ce}$ thì bán kính quay của hạt sẽ nhỏ hơn, ngược lại khi $\omega > \omega_{ce}$ thì bán kính quay sẽ lớn hơn. Như vậy, hạt có một bán kính quay không khép kín như hình vẽ. Bởi vì trong trường không đồng nhất từ thì thêm một chuyển động phi cầu tâm, chuyển động phi này có hình vuông góc với hướng của từ trường nên với hướng thay đổi tại trường. Chuyển động phi này gọi là trôi Gradient, bởi vì nó xác định bằng sự thay đổi tại trường theo hướng vuông góc với các đường sức từ. Như vậy, trong trường phi đồng nhất, các ion trôi về phía trái còn các electron trôi về phía phải. Kết quả là xuất hiện dòng điện.

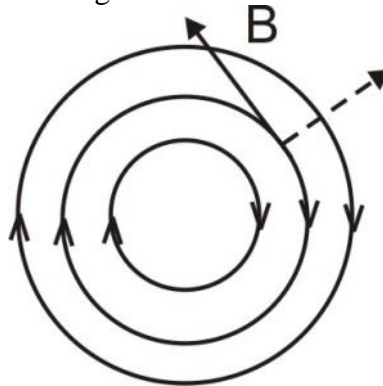


Hình a.



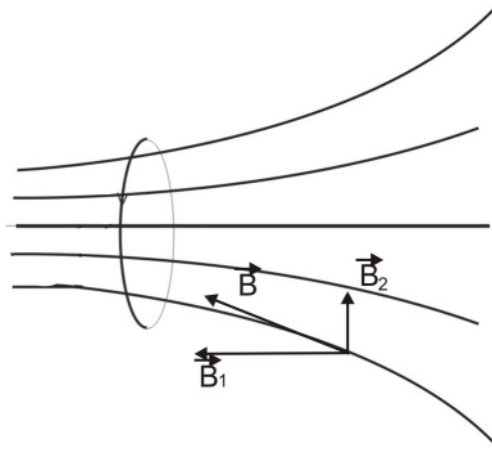
Hình b

Nếu trường thay đổi với hướng thì sẽ có sự trôi x-y ra. Khi đó dưới tác dụng của lực Lorentz, hạt bắt đầu chuyển động theo hướng vuông góc với hướng của các đường sức từ và là chuyển động ly tâm. Nghĩa là gọi là trôi ly tâm. Sự trôi ly tâm của các ion dương và electron theo hai chiều ngược nhau. Kết quả là có dòng điện sinh ra.



4. Cách giải plasma-biotki nút.

Chúng ta tìm nghiệm của trường vi các đường sức từ để giải dạng hình cầu. Giả sử trục z là trục trục tại trường. Chúng ta hãy phân tích vectơ từ trường \vec{B} thành hai thành phần: thành phần song song trục z (B_1) và thành phần vuông góc trục z (B_2).



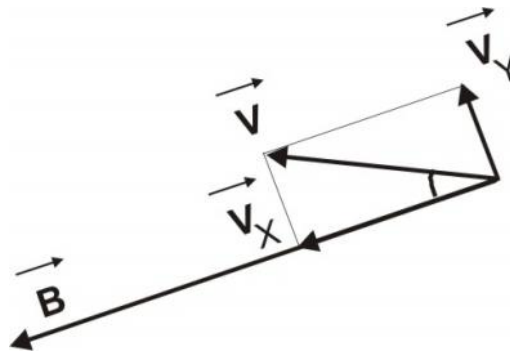
Nếu có một hạt mang điện tích dương chuyển động vuông góc với trục z, thì dưới tác động của thành phần B_1 nó sẽ quay theo vòng tròn xyclotron. Nhưng điện tích đang quay lại chính là dòng điện tròn, nó trong từ trường B_2 làm nó chịu tác động của lực Ampe theo chiều sang phải - chiều gi m c a t t r n g. m i i m b t k khác nhau trên dòng điện tròn, lực Ampe sẽ tác động hướng về phía phải. Như vậy, từ trường không giống như một vòng xyclotron về phía gi m c a t t r n g. Các electron đang bay cũng bị đẩy về phía này. Ta biết trong từ trường thì các ion dương và electron quay theo chiều ngược nhau. Bởi thế dòng điện tổng hợp của chúng là cùng chiều nhau. Vì vậy cả dòng điện tròn xyclotron của ion dương và electron đều chảy về cùng một phía.

Dòng điện bất kỳ tỏa ra xung quanh nó một từ trường riêng. Nghĩa là, chính dòng điện tròn xyclotron khi tỏa ra từ trường có tính chất của một nam châm vĩnh cửu. Có thể tính từ trường cho nó bằng moment từ: $M = IS$ (với I là cường độ dòng điện, S là diện tích gi m h n b i vòng dây có dòng điện chảy qua).

Nếu vận tốc hạt vuông góc với từ trường thì moment từ của dòng điện tròn xyclotron sẽ bằng tổng

giả của vận tốc hạt và vận tốc từ trường:
$$M = \frac{mv^2}{B}$$

Nếu vận tốc của hạt có hình học với trục z một góc α thì ta có thể tách \vec{v} theo hai phần: phần song song với trục z ($v_x = v \cos \alpha$) và phần vuông góc với trục z ($v_y = v \sin \alpha$).

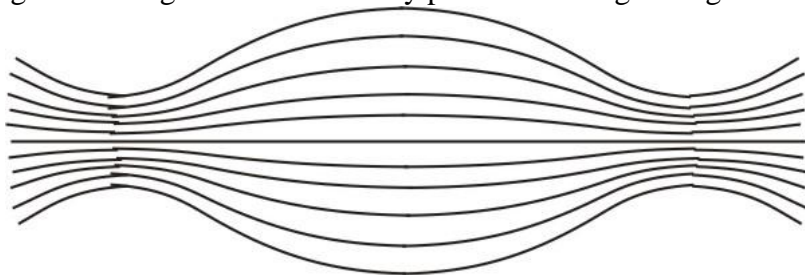


Như vậy công thức tổng quát:
$$M = \frac{mv_y^2}{2B}$$

Khi từ trường là yếu và không đáng kể, thì phần moment từ của hạt đang chuyển động trong từ trường đó là không đáng kể tính chất không của moment từ nghĩa là nó không liên quan từ trường. Khi có một hạt mang điện chuyển động trong từ trường yếu và không đáng kể về phía từ trường của các moment từ trường đó. Khi đó, vì moment từ là không đáng kể nên thành phần vuông góc của vectơ vận tốc $v_y = v \sin \alpha$ cần phải đáng kể lên. Như vậy ta biết, trong từ trường giá trị vận tốc của hạt

không i. Vì v y góc α c n ph i c t ng lên. Nh ng khi ó thành ph n song song c a vect v n t c $v_x = v \cos \alpha$ s gi m. B i v y, khi h t mang i n chuy n ng trong t tr ng theo h ng t ng c a c m ng t thì v n t c vuông góc c a nó t ng, còn v n t c song song s gi m. Khi ó t i m t i m nào y c a t tr ng v n t c $v_x = 0$. i u ó x y ra khi $\alpha = 90^\circ$. Khi ó v n t c vuông góc c c i $v_x = v$. Nh ng khi $v_x = 0$ ngh a là h t ng ng chuy n ng đ c theo các ng c m ng t , và ch còn quay theo các ng xiclôtron v i v n t c $v_x = v$. Nh ng vì vòng tròn xiclôtron trong t tr ng không ng nh t s b y v mi n có c m ng t nh . Nh v y t tr ng có hình c chai ã gi c nh ng h t mang i n chúng không th l t qua “c ” c a “chai” này. N u c hai phía c a ng th ng ng i ta t o ra t tr ng ki u hình c chai, thì chúng s nh t c các h t mang i n b ng “nút” t . ôi khi ng i ta g i các “nút” t là các g ng t . Các h t mang i n u b ph n x lib i m t g ng t .

t o ra t tr ng trong b y t ki u nút ng i ta qu n các vòng dây không cách u nhau, hai u ng dây các vòng dây đ n c qu n sát l i v i nhau h n so v i gi a ng dây. C ng có th 2 u ng dây dài ng i ta ng i ta tr ng thêm hai cu n dây ph n a t ng c ng t tr ng ó.



i v i các h t mang i n ch có v n t c song song c m ng t còn v n t c vuông góc $v_y = 0$ thì nút t không th gi nó c. Nó s i kh i l ng m t cách đ d àng, vì t tr ng không tác đ ng l c lên h t mang i n chuy n ng đ c theo ng s c t. nh v y t tr ng “nh t” không nh nhau i v i các h t có h ng v n t c khác nhau. V n t c vuông góc c àng l n thì các “nút” tác đ ng càng t t i v i các h t này. Nói cách khác tác đ ng nút l i c a t tr ng ph thu c không ch vào s thay i c ng t tr ng mà còn ph thu c vào quan h gi a v_y và v_x t c là ph thu c vào góc α gi a v n t c h t và h ng ng c m ng t .

i u ki n h t b nh t trong b y t : $\sin \alpha > \sqrt{\frac{B}{B_m}}$

N u các h t không va ch m vào nhau, thì m i h t th a m ãn b t ng th c $\sin \alpha < \sqrt{\frac{B}{B_m}}$ s bay kh i tr ng, và trong b y ch còn l i các h t b b y gi m t cách ch c ch n. Trong th c t vì do s va ch m c a các h t theo th i gian nên các h t i kh i b y t t nh ng liên t c.

5. S đ n i n c a plasma trong t tr ng.

Plasma khác v i ch t khí trung hòa bình th ng ch nó có kh n ng đ n i n t t. i v i plasma loãng b ion hóa hoàn toàn, nh lu t Ohm c th a m ãn m t cách g n úng. $j = \frac{1}{\rho} E$

Khi không có t tr ng thì s va ch m gi a các electron v i các ion c àng ít i làm cho i n tr su t c a plasma càng nh . N u các electron va ch m r t nhanh v i các ion thì đ n i n c a plasma là nh . Tr ng thái c a plasma thay i m t cách á ng k trong t tr ng. Các tính ch t c a nó nh ng h ng khác nhau là khác nhau (đ h ng). Th c t n u dòng i n trong plasma ch y song song v i ng c m ng t thì t tr ng không gây tác đ ng nào lên nó.

H i n t ng s khác i, khi dòng i n t o v i h ng các ng c m ng t m t góc nào y. Các h t s chuy n ng theo các ng xo n c trong t tr ng ng nh t. N u trong th i gian trung bình

do, electron thì chuyển động quanh trục (ngiêng plasma là plasma bị ion hóa), thì trong thì gian đó di chuyển theo hướng vuông góc với trục là hướng di chuyển theo hướng trục. Nói cách khác, vận tốc trung bình của các electron theo hướng vuông góc với trục sẽ hướng về trung bình của nó theo hướng trục. Điều này có nghĩa là, tính dẫn điện ngang qua trục của plasma hướng về tính dẫn điện dọc trục của nó. Như vậy plasma trong trục sẽ có một bộ hai hướng dẫn: hướng dọc σ_x và hướng ngang σ_y .

III. Dao động và sóng trong plasma

Chất khí bình thường trung hòa về điện, khi có một nguyên nhân nào đó, một chất nào đó làm xuất hiện sự dãn nở thì sự dãn nở sẽ có sự chuyển động này nên khác. Đó là hiện tượng sóng âm. Các sóng âm có thể tồn tại trong plasma. Như plasma là môi trường có các tính chất vật lý khác biệt với các tính chất của chất khí bình thường trung hòa về điện. Vì thế, trong plasma có thể xuất hiện những dao động và sóng mà những quá trình này không có trong chất khí bình thường. Những dao động có thể xảy ra cho plasma cũng giống như dao động plasma, thế nhưng là những dao động thì không có dao động Langmuir. Giống có một tính chất âm vì một nguyên nhân nào đó có thể xảy ra khi vị trí mà đó tồn tại trong các môi trường khác nhau. Khi đó sinh ra một điện trường mà những phân tử cân bằng và bất phá vỡ. Khi trở về vị trí cân bằng, tính chất theo quán tính "chảy qua" vị trí cân bằng, làm cho nó làm xuất hiện một điện trường mà... Như vậy, sẽ xuất hiện những dao động của tính chất. Đó chính là các dao động plasma. Sự chuyển động dao động này trong plasma là sóng plasma, mà sóng plasma giống sóng âm cũng có thể là sóng dọc. Nếu coi các electron di chuyển, còn các ion là bất động và không tính đến chuyển động của các electron, thì tính chất dao

động plasma của các electron sẽ xác định bằng biểu thức:
$$\omega_e = \sqrt{\frac{4\pi \cdot n \cdot e^2}{m}}$$

đây là một electron, e là điện tích electron, m là khối lượng electron. Như vậy tần số ω_e là tần số plasma electron.

Tần số plasma sẽ có giá trị khá lớn ngay cả trong plasma có một khối lượng không cao $\omega_e = 5,6 \cdot 10^{11} s^{-1}$ khi $n = 10^{20} h/t/m^3$. Một điều rất hay là bán kính Debye R_D liên quan đến khoảng cách hạt di chuyển về vận tốc chuyển động thì sau một chu kỳ dao động plasma. Trong thực tế sẽ xảy ra trên những thí nghiệm, tần số dao động plasma không phụ thuộc vào số sóng k . Trên thực tế, chuyển động thì làm cho tần số dao động phụ thuộc vào số sóng. Đó là sự tán xạ các sóng trong plasma. Nếu không bị qua chuyển động của các ion, thì sự vận động của trục trong plasma, có thể xảy ra hai nhánh dao động. Một nhánh liên hệ với sự di chuyển electron, nhánh còn lại liên hệ với sự di chuyển của các ion. Nhánh thì là dao động cao tần, còn nhánh thì hai là dao động thấp tần.

Một dao động xuất hiện theo thì gian, vì rằng những dao động bị nhiễu thành nhiễu. Như vậy hiện tượng này là sự tiêu tán những dao động. Sự tiêu tán những dao động xảy ra chủ yếu là do sự va chạm giữa các hạt trong plasma mà thôi. Như các hạt mà những dao động thì sẽ chuyển thành nhiễu chuyển động hỗn loạn của các hạt. Sự va chạm giữa các hạt xảy ra rất ít trong plasma loãng, vì thế những dao động plasma trong plasma loãng thì tồn tại rất lâu. Như trong plasma loãng xảy ra sự tồn tại rất nhanh của các sóng. Như nguyên nhân của sự tồn tại này chúng ta sẽ biết trên.

Bây giờ chúng ta hãy nghiên cứu sự tác động của sóng plasma với các electron. Giống thì một điều nào đó trong plasma sẽ xảy ra sự phân chia các điện tích. Khi đó sự xuất hiện của dao động điện tích và sự vận động của trục chuyển động này và coi chúng là sóng dọc. Nếu trên những sóng sẽ gặp phải một thì mang điện thì hiện tượng của sóng sẽ tác động lên thì mang điện thì khi thì từ phía này khi thì từ phía khác. Nếu chuyển động theo hướng trục thì sóng vận tốc như hướng thì vận tốc sóng, thì thì luôn luôn trong hiện tượng mà hiện tượng sẽ làm thì

vận tốc chuyển động của hạt. Như vậy năng lượng của sóng sẽ giảm. Nếu hạt chuyển động theo hướng truyền sóng với vận tốc lớn hơn vận tốc sóng, khi vượt quá hướng sóng thì vào mặt bên trong có hướng khác và khi đó hạt chuyển động chậm lại vì truyền năng lượng của mình cho sóng. Như vậy, sóng làm tăng vận tốc của hạt khi vận tốc của hạt nhỏ hơn vận tốc của sóng một chút và sóng làm giảm vận tốc của hạt khi hạt chuyển động với vận tốc nhanh hơn vận tốc truyền sóng. Trong hợp thể như thế, sóng truyền năng lượng của mình cho các hạt, còn trong hợp thể hai sóng thu năng lượng của hạt. Khi sóng bị bật ngược chiều sóng sẽ truyền năng lượng cho các hạt, bởi vậy sóng sẽ tắt dần. Nguyên nhân gây ra sự tắt dần này không phải do sự va chạm của các hạt với nhau mà do sự tương tác của các ion trong sóng plasma với các electron.