القوة المعممة $\vec{F}$:

$$\overrightarrow{v_F} = \frac{c}{q}\frac{\vec{F}\times\vec{B}}{B^2} \quad (59\text{-}2)$$

المجال الكهربائي $\vec{E}$

$$\overrightarrow{v_F} = c\frac{\vec{E}\times\vec{B}}{B^2} \quad (60\text{-}2)$$

مجال الجاذبية $\vec{g}$

$$\overrightarrow{v_g} = \frac{mc}{q}\frac{\vec{g}\times\vec{B}}{B^2} \quad (61\text{-}2)$$

المجال الكهربائي غير المنتظم

$$\overrightarrow{v_E} = c\left(1+\frac{1}{4}r_L^2\nabla^2\right)\frac{\vec{E}\times\vec{B}}{B^2} \quad (62\text{-}2)$$

<u>2 –7 المجال $\vec{B}$ غير المنتظم :</u>

انجراف التدرج المجال المغناطيسي Drift-Grad B

$$\overrightarrow{v_{\nabla B}} = \pm\frac{1}{2}v_\perp r_L\frac{\vec{B}\times\vec{\nabla}\vec{B}}{B^2} \quad (63\text{-}2)$$

الانجراف المنحني

$$\overrightarrow{v_R} = \frac{mcv_\parallel^2}{q}\frac{\overrightarrow{R_c}\times\vec{B}}{R_c^2B^2} \quad (64\text{-}2)$$

مجال الفراغ المنحني (curved vacuum field)

$$\overrightarrow{v_R} = \frac{mc}{q}\frac{\overrightarrow{R_c}\times\vec{B}}{R_c^2B^2}\left(v_\parallel^2+\frac{1}{2}v_\perp^2\right) \quad (65\text{-}3)$$

انجراف الاستقطاب

$$\overrightarrow{v_p} = \pm\frac{c}{\omega_cB}\frac{d\vec{E}}{dt} \quad (66\text{-}2)$$

<u>2 –8 الثوابت المكظومة حراريا :</u>

معروف من الميكانيك الكلاسيكي ، أنه عندما تتحرك جملة ما حركة دورية فإن تكامل الحركة $\oint pdq$ محسوبا من أجل دور واحد هو ثابت الحركة هنا **p** و **q** هما العزم الزاوي المعمم و الاحداثي المعمم الذين يتكرران خلال زمن الحركة . إذا حدث تغير بطيء في الجملة بحيث تصبح الحركة غير دورية تماما ، ولم يتغير ثابت الحركة فإنه يسمى عندئذ الثابت المكظوم حراريا . نقصد هنا بعبارة التغير البطيء ، أن التغير بطيء بالنسبة لدورة الحركة ، وبالتالي فإن التكامل $\int pdq$ معرف حتى لو لم يكن التكامل على مسار مغلق . تلعب الثوابت المكظومة حراريا دورا هاما في فيزياء البلازما ، إنها تسمح لنا ان نصل الى اجوبة مبسطة في كثير من الحالات التي تتضمن حركات معقدة . توجد ثلاث ثوابت مكظومة حراريا يقابل كل منها احد أنواع الحركات الدورية .

<u>1-8-2الثابت الأول المكظوم حراريا μ:</u>

لقد مرت معنا القيمة :

وبرهنا على قيمتها الثابتة في الفراغ والزمن المتغيرين في المجال $\vec{B}$. الحركة الدورية هنا بالطبع هي دوران لارمور .

بفرض أن P العزم الزاوي المعطى بالشكل $mv_{\perp}r$ و **dq** معطى بالاحداثي **d**θ عندئذ يصبح التكامل:

$$\oint pdq = \oint mv_{\perp}rd\theta = 2\pi r_L mv_{\perp} = 2\pi \frac{mv_{\perp}^2}{\omega_c} = 4\pi c\frac{m}{|q|}\mu \quad \text{(cgs)} \quad (67\text{-}2)$$

وفي هذه الحالة يكون μ ثابت الحركة ، بشرط ان q/m لايتغير .

نحن برهنا ثبوت μ فقط بفرض ان $\omega/\omega_c << 1$ ،حيث ω التواتر المميز لسرعة تغير المجال$\vec{\mathbf{B}}$ كما يظهر للجزيئات