Российская Федерация

Науменко Ю. В.

О скорости движения поля

Армавир 2014

ББК 22.31
УДК 53.02
Н-34

Науменко Юрий Викторович

О скорости движения поля.

Армавир 2014

В работе выведены формулы мгновенной скорости движения скалярного и векторного полей в точке.

Работа может представлять интерес для читателей пытающихся осмыслить устоявшиеся понятия и интересующихся становлением новых понятий.

ISBN 978-5-93750-287-2

Посвящается **самым близким**

Предисловие автора.

Представленную здесь работу затруднительно отнести только к категории паранаучной или только к категории научной. Если судить по теме - “Движение поля” с точки зрения физики, то “это паранаука”.
С другой стороны в работе, используя простой математический аппарат, выведены в общем случае формулы мгновенной скорости движения скалярного и векторного полей в точке. К тому же автор не исключает того, что возможность расчета по конкретной формуле скорости движения векторного поля будет способствовать приданию понятию “Движение поля” статуса научного понятия.
Автор отмечает книгу [1] И. Мисюченко “Последняя тайна бога”, после прочтения которой, он пришел к мысли вывести в общем случае формулу скорости движения векторного поля.
Приведены подробные выкладки, что позволяет читателям проследить ход рассуждений автора.

Содержание работы отражает только мнение автора.

Автор выражает благодарность доценту Армавирского государственного педагогического университета кандидату педагогических наук Нескороменко В.М. за участие в обсуждении рукописи работы.

К вопросу о скорости движения скалярного и векторного полей.

Науменко Ю.В.

§ 1 Введение.

В паранаучной физической литературе можно встретить такое выражение "магнитное поле движется". Но смысл такого выражения не раскрывается. В книге [1] И. Мисюченко "Последняя тайна бога" предпринята попытка, сделать это. В [1] рассматривается понятие "*механическое движение поля*" и его характеристика "*скорость движения поля*". Приведем выдержку из книги / [1] § 1.2 стр.35] /:

"*Мы вряд ли имеем сомнение в том, что всякому веществу присуще механическое движение. Некоторые виды движений можно 'устранить' выбором системы отсчета. Полю же, согласно только что рассмотренным определениям, должно быть так же имманентно присуще механическое движение, причем принципиально неустранимое выбором инерциальной системы отсчета. Механические движения вещественных тел широко и глубоко изучены современной физикой. Кинематика, динамика в том числе релятивистская .... Механические же движения полей словно не существуют. То есть когда физики говорят о поле, то его движения составляют как бы особый немеханический класс. Электродинамика лишь довольно робко оговаривается о единственной вполне механической характеристике электромагнитного поля - скорости распространения электромагнитной волны. Именно волны, как конкретной особой формы поля. За волной также признается наличие механического импульса. Скорость и импульс магнитного и электрического поля вне конкретного случая электромагнитной волны, как правило, не используются. ...*"

Наиболее наглядно возможное применение понятия "Движение поля" можно увидеть на примере магнитного поля.

" *Движение поля относительно заряда порождает в принципе те же явления, что и движение заряда относительно поля, с той лишь количественной разницей, которая определяется более сложным характером движения нестационарных полей. Известно, что на заряд, движущийся относительно магнитного поля, действует сила Лоренца. В силу принципа относительности следует, что и поле, движущееся относительно заряда, произведет силу Лоренца*" / [1] § 1.3 стр. 41 / .

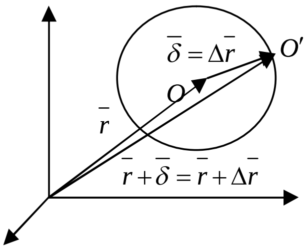
По нашему мнению интересно рассмотреть такое простое естественное обобщение силы Лоренца:

В ИСО заряженная частица движется со скоростью $\bar{v}$, а магнитное поле со скоростью $\bar{v}_B$. Тогда сила, действующая на частицу:

$$\bar{f} = q \cdot (\bar{v} - \bar{v}_B) \otimes \bar{B} \quad . \tag{1}$$

Конечно, такая перспектива возможна только лишь при наличии достаточно убедительных доводов в пользу существования понятия “движение векторного поля” и его характеристики “скорость движения векторного поля”. Автор этой статьи пришел к выводу о возможности нахождения мгновенной скорости движения векторного поля в точке, проводя следующие рассуждения.

В [1] дается определение мгновенной скорости движения поля в точке.



посыл Мисюченко о скорости движения поля: (2)

“мгновенной скоростью движения поля $\bar{B}$ в точке О в момент t_0 называется предел отношения:

$$v_B = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta r_B}{\Delta t} [м/с]. ,$$

где Δr_B определено, как расстояние в момент времени $t = t_0 + \Delta t$ от точки наблюдения О до точки О` , в которой обнаружен вектор $\bar{B}$, в точности равный тому, который был в точке наблюдения О в момент t_0 .**”**

/ см. [1] § 1.3 стр. 38 /.

Следуя этому общему рассуждению, попытаемся получить формулы мгновенной скорости движения скалярного поля и векторного поля в точке.

§ 2 *Скорость движения скалярного поля*

Рассмотрим скалярное поле $\varphi = \varphi(t, \bar{r}) = \varphi(t, x, y, z)$.

Производная по времени функции $\varphi = \varphi(t, \bar{r}) = \varphi(t, x, y, z)$:

$$\varphi'_t = \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\varphi(t + \Delta t, \bar{r}) - \varphi(t, \bar{r})}{\Delta t}$$

$\Delta \varphi = \varphi(t + \Delta t, \bar{r}) - \varphi(t, \bar{r})$ - приращение скалярной функции.

Из посыла Мисюченко о скорости движения поля (2) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \quad \varphi(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) = \varphi(t, \bar{r})$$

$$\Rightarrow \quad \varphi(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \varphi(t + \Delta t, \bar{r}) = -\varphi(t + \Delta t, \bar{r}) + \varphi(t, \bar{r}) \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \varphi(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \varphi(t + \Delta t, \bar{r}) = -\big(\varphi(t + \Delta t, \bar{r}) - \varphi(t, \bar{r})\big) \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\varphi(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \varphi(t + \Delta t, \bar{r})}{\delta} = -\frac{\varphi(t + \Delta t, \bar{r}) - \varphi(t, \bar{r})}{\delta} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\varphi(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \varphi(t + \Delta t, \bar{r})}{\delta} = -\frac{\varphi(t + \Delta t, \bar{r}) - \varphi(t, \bar{r})}{v_\delta \cdot \Delta t} \quad \Rightarrow$$

/ Учтем: t, x, y, z – независимые переменные;

$\bar{\delta} = \Delta \bar{r} = \bar{v}_\delta \cdot \Delta t$; $\delta = v_\delta \cdot \Delta t$; $\delta \to 0 \Rightarrow \Delta t \to 0$;

$$\bar{e}_\delta \equiv \bar{i} \cdot \cos \alpha_x + \bar{j} \cdot \cos \alpha_y + \bar{k} \cdot \cos \alpha_z = \frac{\Delta x}{\Delta r} \cdot \bar{i} + \frac{\Delta y}{\Delta r} \cdot \bar{j} + \frac{\Delta z}{\Delta r} \cdot \bar{k};$$

$$\lim_{\delta \to 0} \frac{\varphi(t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \varphi(t, \bar{r})}{\delta} \equiv \frac{d\varphi}{d\bar{\delta}} \quad \textit{производная по направлению } \bar{\delta};$$

$$\frac{d\varphi}{d\bar{\delta}} = (\bar{e}_\delta \cdot \bar{\nabla})\varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \cdot \cos \alpha_x + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \cdot \cos \alpha_y + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \cdot \cos \alpha_z \quad /$$

$$\Rightarrow \lim_{\delta \to 0} \lim_{\substack{\Delta t \to 0 \\ \delta = v \cdot \Delta t}} \frac{\varphi(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \varphi(t + \Delta t, \bar{r})}{\delta} = -\lim_{\delta \to 0} \lim_{\substack{\Delta t \to 0 \\ \delta = v \cdot \Delta t}} \frac{\varphi(t + \Delta t, \bar{r}) - \varphi(t, \bar{r})}{v_\delta \cdot \Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \lim_{\delta \to 0} \frac{\varphi(t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \varphi(t, \bar{r})}{\delta} = -\frac{1}{v_\delta} \cdot \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\varphi(t + \Delta t, \bar{r}) - \varphi(t, \bar{r})}{\Delta t} \quad \Rightarrow \qquad / \ \textbf{!??!} \ /$$

$$\Rightarrow \quad \lim_{\delta \to 0} \frac{\varphi(t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \varphi(t, \bar{r})}{\delta} = -\frac{1}{v_\delta} \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \frac{d\varphi(t, \bar{r})}{d\bar{\delta}} = -\frac{1}{v_\delta} \cdot \frac{\partial \varphi(t, \bar{r})}{\partial t} \quad \Rightarrow \quad v_\delta = -\frac{\partial \varphi(t, \bar{r})}{\partial t} \Big/ \frac{d\varphi(t, \bar{r})}{d\bar{\delta}} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_\delta = -\frac{\partial \varphi}{\partial t} / (\bar{e}_\delta \cdot \bar{\nabla})\varphi \quad \Rightarrow \quad \bar{v}_\delta = -\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} \Big/ \frac{d\varphi}{d\bar{\delta}}\right) \cdot \bar{e}_\delta \ .$$

$\bar{v}_\delta$ - скорость движения скалярного поля в точке по направлению $\bar{e}_\delta$.

$$\bar{v}_\delta = -\left(\frac{\partial\varphi}{\partial t} / \frac{d\varphi}{d\bar{\delta}}\right)\cdot \bar{e}_\delta = -\bar{e}_\delta \cdot \frac{\partial\varphi}{\partial t} / (\bar{e}_\delta \cdot \bar{\nabla})\varphi =$$

$$= -\frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\cos\alpha_x + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\cdot\cos\alpha_y + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\cdot\cos\alpha_z}\cdot(\bar{i}\cdot\cos\alpha_x + \bar{j}\cdot\cos\alpha_y + \bar{k}\cdot\cos\alpha_z) =$$

$$= -\frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta r} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta r} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta r}}\cdot(\bar{i}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta r} + \bar{j}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta r} + \bar{k}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta r}) =$$

$$= -\frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\Delta x + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\cdot\Delta y + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\cdot\Delta z}\cdot(\bar{i}\cdot\Delta x + \bar{j}\cdot\Delta y + \bar{k}\cdot\Delta z) =$$

Получили мгновенную скорость скалярного поля в точке по направлению вектора $\bar{\delta} = (\bar{i}\cdot\Delta x + \bar{j}\cdot\Delta y + \bar{k}\cdot\Delta z)$
с ед. вектором $\bar{e}_\delta = (\bar{i}\cdot\cos\alpha_x + \bar{j}\cdot\cos\alpha_y + \bar{k}\cdot\cos\alpha_z)$.

$$= -\frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta x} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta x}}\cdot\bar{i} - \frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta y} + \frac{\partial\varphi}{\partial y} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta y}}\cdot\bar{j} -$$

$$-\frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta z} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta z} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}}\cdot\bar{k}$$

Замечание: для скалярного поля $\varphi = \varphi(t, x)$ (одномерный случай) скорость движения поля определяется формулой $v_\varphi = -\frac{\partial\varphi/\partial t}{\partial\varphi/\partial x}$.

<u>Побочный результат</u>. Осуществим предельный переход. Тогда

$$\bar{v} = -\frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\cdot\frac{dy}{dx} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\cdot\frac{dz}{dx}}\cdot\bar{i} - \frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{dx}{dy} + \frac{\partial\varphi}{\partial y} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\cdot\frac{dz}{dy}}\cdot\bar{j} -$$

$$-\frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{dx}{dz} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\cdot\frac{dy}{dz} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}}\cdot\bar{k} = -\frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial x}}\cdot\bar{i} - \frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial y}}\cdot\bar{j} - \frac{\partial\varphi/\partial t}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}}\cdot\bar{k}$$

$$\bar{v} = -\frac{\partial\varphi/\partial t}{\partial\varphi/\partial x}\cdot\bar{i} - \frac{\partial\varphi/\partial t}{\partial\varphi/\partial y}\cdot\bar{j} - \frac{\partial\varphi/\partial t}{\partial\varphi/\partial z}\cdot\bar{k} \quad .$$

Аналогия с градиентом скалярного поля.

Скалярное поле движется в точке по любому направлению с конкретной для данного направления скоростью.

Естественно определить понятие “вектор скорости скалярного поля в точке” таким образом:

$$\bar{v} = \sum_{\text{по всем направлениям } \delta} \bar{v}_\delta = -\sum_{\text{по всем направлениям } \delta} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} / \frac{d\varphi}{d\bar{\delta}} \right) \cdot \bar{e}_\delta \quad ;$$

Но реально просуммировать скорости по всем направлениям невозможно.

§ 3 *Скорость движения векторного поля*

Рассмотрим векторное поле $\bar{B} = \bar{B}(t, \bar{r}) = \bar{B}(t, x, y, z)$.

Производная по времени векторной функции $\bar{B} = \bar{B}(t, \bar{r}) = \bar{B}(t, x, y, z)$:

$$\frac{\partial \bar{B}}{\partial t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \bar{B}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\bar{B}(t + \Delta t, \bar{r}) - \bar{B}(t, \bar{r})}{\Delta t}$$

$\Delta \bar{B} = \bar{B}(t + \Delta t, \bar{r}) - \bar{B}(t, \bar{r})$ - приращение векторной функции.

Из посыла Мисюченко о скорости движения поля (2) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \quad \bar{B}(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) = \bar{B}(t, \bar{r})$$

$$\Rightarrow \quad \bar{B}(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) = \bar{B}(t + \Delta t, \bar{r}) - \Delta \bar{B} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \bar{B}(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \bar{B}(t + \Delta t, \bar{r}) = -\Delta \bar{B} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\bar{B}(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \bar{B}(t + \Delta t, \bar{r})}{\delta} = \frac{-\Delta \bar{B}}{\delta} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\bar{B}(t + \Delta t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \bar{B}(t + \Delta t, \bar{r})}{\delta} = -\frac{\Delta \bar{B}}{v_\delta \cdot \Delta t} \quad \Rightarrow$$

/ Учтем: t, x, y, z – независимые переменные;

$\bar{\delta} = \Delta \bar{r} = \bar{v}_\delta \cdot \Delta t$; $\delta = \Delta r = v_\delta \cdot \Delta t$; $\delta \to 0 \Rightarrow \Delta t \to 0$;

$$\bar{e}_\delta \equiv \bar{i} \cdot \cos\alpha_x + \bar{j} \cdot \cos\alpha_y + \bar{k} \cdot \cos\alpha_z == \frac{\Delta x}{\Delta r} \cdot \bar{i} + \frac{\Delta y}{\Delta r} \cdot \bar{j} + \frac{\Delta z}{\Delta r} \cdot \bar{k} \, ;$$

$$\lim_{\delta \to 0} \frac{\bar{B}(t, \bar{r} + \bar{\delta}) - \bar{B}(t, \bar{r})}{\delta} \equiv \frac{d\bar{B}}{d\bar{\delta}} \quad \begin{matrix} \textit{производная поля } \bar{B}(t, \bar{r}) \\ \textit{по направлению } \bar{\delta} \end{matrix} \quad ;$$

$$\frac{d\bar{B}}{d\bar{\delta}} = (\bar{e}_\delta \cdot \bar{\nabla})\bar{B} = \frac{\partial \bar{B}}{\partial x} \cdot \cos\alpha_x + \frac{\partial \bar{B}}{\partial y} \cdot \cos\alpha_y + \frac{\partial \bar{B}}{\partial z} \cdot \cos\alpha_z \; ;$$

$$\frac{d\bar{B}}{d\bar{\delta}} = (\bar{e}_\delta \cdot \bar{\nabla})\bar{B} = (\bar{e}_\delta \cdot \bar{\nabla}) \cdot B_x \cdot \bar{i} + (\bar{e}_\delta \cdot \bar{\nabla}) \cdot B_y \cdot \bar{j} + (\bar{e}_\delta \cdot \bar{\nabla}) \cdot B_z \cdot \bar{k} \quad /$$

$$\Rightarrow \lim_{\delta\to 0} \lim_{\substack{\Delta t\to 0\\ \delta=v\cdot\Delta t}} \frac{\bar B(t+\Delta t, \bar r+\bar\delta)-\bar B(t+\Delta t,\bar r)}{\delta} = -\lim_{\delta\to 0} \lim_{\substack{\Delta t\to 0\\ \delta=v\cdot\Delta t}} \frac{\Delta \bar B}{v_\delta\cdot\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lim_{\delta\to 0} \frac{\bar B(t,\bar r+\bar\delta)-\bar B(t,\bar r)}{\delta} = -\frac{1}{v_\delta}\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\bar B}{\Delta t} \Rightarrow \qquad / \ \textbf{!??!} \ /$$

$$\Rightarrow \frac{d\bar B(t,\bar r)}{d\bar\delta} = -\frac{1}{v_\delta}\cdot\frac{\partial \bar B(t,\bar r)}{\partial t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\partial \bar B(t,\bar r)}{\partial t} = -v_\delta \frac{d\bar B(t,\bar r)}{d\bar\delta} \Rightarrow v_\delta = -{}^{"}\!\left(\frac{\partial \bar B(t,\bar r)}{\partial t} \Big/ \frac{d\bar B(t,\bar r)}{d\bar\delta}\right)^{"} .$$

Предполагаем: *должно существовать такое направление, что векторы* $\partial\bar B/\partial t$ *и* $d\bar B/d\bar\delta$ $\uparrow\uparrow$ *или* $\uparrow\downarrow$. (3)

Кавычки указывают на условность выражения.

$\Rightarrow$ для компонент вектора $\bar B$ имеем:

$$\Rightarrow \frac{\partial B_x}{\partial t} = -v_\delta \frac{dB_x}{d\bar\delta};\ \frac{\partial B_y}{\partial t} = -v_\delta \frac{dB_y}{d\bar\delta};\ \frac{\partial B_z}{\partial t} = -v_\delta \frac{dB_z}{d\bar\delta}$$

/ Учтено:

$$\lim_{\delta\to 0}\frac{B_x(t,\bar r+\bar\delta)-B_x(t,\bar r)}{\delta} \equiv \frac{dB_x}{d\bar\delta} \quad \text{производная ф-ции } B_x \text{ по направлению } \bar\delta$$

$$\frac{dB_x}{d\bar\delta} = (\bar e_\delta\cdot\bar\nabla)B_x = \frac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\cos\alpha_x + \frac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\cos\alpha_y + \frac{\partial B_x}{\partial z}\cdot\cos\alpha_z \quad \ldots /$$

$$\Rightarrow v_\delta = -{}^{"}\!\left(\frac{\partial \bar B}{\partial t} \Big/ \frac{d\bar B}{d\bar\delta}\right)^{"}$$

$$\Rightarrow v_\delta = -\left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \Big/ \frac{dB_x}{d\bar\delta}\right) = -\frac{\partial B_x}{\partial t}\Big/(\bar e_\delta\cdot\bar\nabla)B_x .$$

$$v_\delta = -\left(\frac{\partial B_y}{\partial t} \Big/ \frac{dB_y}{d\bar\delta}\right) = -\frac{\partial B_y}{\partial t}\Big/(\bar e_\delta\cdot\bar\nabla)B_y$$

$$v_\delta = -\left(\frac{\partial B_z}{\partial t} \Big/ \frac{dB_z}{d\bar\delta}\right) = -\frac{\partial B_z}{\partial t}\Big/(\bar e_\delta\cdot\bar\nabla)B_z$$

Тогда мгновенная скорость движения векторного поля в точке по направлению $\bar\delta$:

$$\bar v_\delta = -{}^{"}\!\left(\frac{\partial \bar B/\partial t}{d\bar B/d\bar\delta}\right)^{"}\cdot\bar e_\delta = -\left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \Big/ \frac{dB_x}{d\bar\delta}\right)\cdot\bar e_\delta =$$

$$=-\left(\frac{\partial B_y}{\partial t}/\frac{dB_y}{d\bar{\delta}}\right)\cdot\bar{e}_\delta=-\left(\frac{\partial B_z}{\partial t}/\frac{dB_z}{d\bar{\delta}}\right)\cdot\bar{e}_\delta \quad .$$

Учтено, что векторы $\partial\bar{B}/\partial t$ *и* $\partial\bar{B}/\partial\bar{\delta}$ $\uparrow\uparrow$ *или* $\uparrow\downarrow$.

С другой стороны (рассуждения такие же, как для скалярного поля):

$$\bar{v}_\delta=-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{d\bar{B}/d\bar{\delta}}\right)''\cdot\bar{e}_\delta=-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}}{\partial t}/(\bar{e}_\delta\cdot\bar{\nabla})\bar{B}\right)''\cdot\bar{e}_\delta=$$

$$=-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\frac{\partial\bar{B}}{\partial x}\cdot\cos\alpha_x+\frac{\partial\bar{B}}{\partial y}\cdot\cos\alpha_y+\frac{\partial\bar{B}}{\partial z}\cdot\cos\alpha_z}\right)''\bullet$$

$$\bullet(\bar{i}\cdot\cos\alpha_x+\bar{j}\cdot\cos\alpha_y+\bar{k}\cdot\cos\alpha_z)=$$

$$=-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\frac{\partial\bar{B}}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta r}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta r}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta r}}\right)''\cdot\left(\bar{i}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta r}+\bar{j}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta r}+\bar{k}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta r}\right)=$$

$$=-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\frac{\partial\bar{B}}{\partial x}\cdot\Delta x+\frac{\partial\bar{B}}{\partial y}\cdot\Delta y+\frac{\partial\bar{B}}{\partial z}\cdot\Delta z}\right)''\cdot(\bar{i}\cdot\Delta x+\bar{j}\cdot\Delta y+\bar{k}\cdot\Delta z)=$$

$$=-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\frac{\partial\bar{B}}{\partial x}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta x}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta x}}\right)''\cdot\bar{i}\;-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\frac{\partial\bar{B}}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta y}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial y}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta y}}\right)''\cdot\bar{j}\;-$$

$$-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\frac{\partial\bar{B}}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta z}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta z}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial z}}\right)''\cdot\bar{k}$$

$$\bar{v}_\delta=-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{d\bar{B}/d\bar{\delta}}\right)''\cdot\bar{e}_\delta=-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\frac{\partial\bar{B}}{\partial x}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta x}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta x}}\right)''\cdot\bar{i}\;-$$

$$-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\frac{\partial\bar{B}}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta y}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial y}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta y}}\right)''\cdot\bar{j}\;-{}''\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\frac{\partial\bar{B}}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta z}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta z}+\frac{\partial\bar{B}}{\partial z}}\right)''\cdot\bar{k}\;\Rightarrow$$

$$-v_x=\frac{\partial B_x/\partial t}{\frac{\partial B_x}{\partial x}+\frac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta x}+\frac{\partial B_x}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta x}}=\frac{\partial B_y/\partial t}{\frac{\partial B_y}{\partial x}+\frac{\partial B_y}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta x}+\frac{\partial B_y}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta x}}= \\ =\frac{\partial B_z/\partial t}{\frac{\partial B_z}{\partial x}+\frac{\partial B_z}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta x}+\frac{\partial B_z}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta x}} \tag{4}$$

$$-v_y=\frac{\partial B_x/\partial t}{\frac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta y}+\frac{\partial B_x}{\partial y}+\frac{\partial B_x}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta y}}=\frac{\partial B_y/\partial t}{\frac{\partial B_y}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta y}+\frac{\partial B_y}{\partial y}+\frac{\partial B_y}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta y}}= \\ =\frac{\partial B_z/\partial t}{\frac{\partial B_z}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta y}+\frac{\partial B_z}{\partial y}+\frac{\partial B_z}{\partial z}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta y}} \tag{5}$$

$$-v_z=\frac{\partial B_x/\partial t}{\frac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta z}+\frac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta z}+\frac{\partial B_x}{\partial z}}=\frac{\partial B_y/\partial t}{\frac{\partial B_y}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta z}+\frac{\partial B_y}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta z}+\frac{\partial B_y}{\partial z}}= \\ =\frac{\partial B_z/\partial t}{\frac{\partial B_z}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta z}+\frac{\partial B_z}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta z}+\frac{\partial B_z}{\partial z}} \tag{6}$$

Каждое из этих трех выражений приводит к системе

$$\begin{cases}\dfrac{\partial B_x/\partial t}{\frac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\Delta x+\frac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\Delta y+\frac{\partial B_x}{\partial z}\cdot\Delta z}=\dfrac{\partial B_y/\partial t}{\frac{\partial B_y}{\partial x}\cdot\Delta x+\frac{\partial B_y}{\partial y}\cdot\Delta y+\frac{\partial B_y}{\partial z}\cdot\Delta z}\\ \dfrac{\partial B_x/\partial t}{\frac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\Delta x+\frac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\Delta y+\frac{\partial B_x}{\partial z}\cdot\Delta z}=\dfrac{\partial B_z/\partial t}{\frac{\partial B_z}{\partial x}\cdot\Delta x+\frac{\partial B_z}{\partial y}\cdot\Delta y+\frac{\partial B_z}{\partial z}\cdot\Delta z}\end{cases}\Rightarrow$$

$$\begin{cases}\frac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\left(\frac{\partial B_y}{\partial x}\cdot\Delta x+\frac{\partial B_y}{\partial y}\cdot\Delta y+\frac{\partial B_y}{\partial z}\cdot\Delta z\right)=\frac{\partial B_y}{\partial t}\cdot\left(\frac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\Delta x+\frac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\Delta y+\frac{\partial B_x}{\partial z}\cdot\Delta z\right)\\ \frac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\left(\frac{\partial B_z}{\partial x}\cdot\Delta x+\frac{\partial B_z}{\partial y}\cdot\Delta y+\frac{\partial B_z}{\partial z}\cdot\Delta z\right)=\frac{\partial B_z}{\partial t}\cdot\left(\frac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\Delta x+\frac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\Delta y+\frac{\partial B_x}{\partial z}\cdot\Delta z\right)\end{cases}\Rightarrow$$

$$\begin{cases} \left(\frac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_y}{\partial x}-\frac{\partial B_y}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_x}{\partial x}\right)\cdot\Delta x+\left(\frac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_y}{\partial y}-\frac{\partial B_y}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_x}{\partial y}\right)\cdot\Delta y+ \\ \qquad +\left(\frac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_y}{\partial z}-\frac{\partial B_y}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_x}{\partial z}\right)\cdot\Delta z=0 \\ \left(\frac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_z}{\partial x}-\frac{\partial B_z}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_x}{\partial x}\right)\cdot\Delta x+\left(\frac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_z}{\partial y}-\frac{\partial B_z}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_x}{\partial y}\right)\cdot\Delta y+ \\ \qquad +\left(\frac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_z}{\partial z}-\frac{\partial B_z}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_x}{\partial z}\right)\cdot\Delta z=0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} \begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_y}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial x} & \frac{\partial B_y}{\partial x}\end{vmatrix}\cdot\Delta x+\begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_y}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial y} & \frac{\partial B_y}{\partial y}\end{vmatrix}\cdot\Delta y+\begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_y}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial z} & \frac{\partial B_y}{\partial z}\end{vmatrix}\cdot\Delta z=0 \\ \begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_z}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial x} & \frac{\partial B_z}{\partial x}\end{vmatrix}\cdot\Delta x+\begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_z}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial y} & \frac{\partial B_z}{\partial y}\end{vmatrix}\cdot\Delta y+\begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_z}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial z} & \frac{\partial B_z}{\partial z}\end{vmatrix}\cdot\Delta z=0 \end{cases} \qquad (7)$$

Получили систему из двух уравнений с двумя неизвестными, которую можно решить. Например, придаем Δx какое либо конкретное значение и решая систему находим Δy и Δz. Тем самым, зная Δx, Δy, Δz, мы находим направление $\bar{\delta}=\Delta\bar{r}=\bar{i}\cdot\Delta x+\bar{j}\cdot\Delta y+\bar{k}\cdot\Delta z$ с единичным вектором

$\bar{e}_\delta=\bar{i}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta r}+\cdot\bar{j}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta r}+\bar{k}\cdot\frac{\Delta z}{\Delta r}$ и по формулам (4), (5), (6) находим

компоненты вектора скорости $\bar{v}_B$ движения векторного поля.

В общем случае скорость движения суммы векторных полей ***не равна*** *сумме скоростей движений слагаемых векторных полей.*

Сила, действующая на заряженную частицу(обобщение силы Лоренца):

$$\bar{f}=q\cdot\bar{E}+q\cdot\bar{v}\otimes\bar{B}-q\cdot\bar{v}_B\otimes\bar{B} \quad\Rightarrow\quad \begin{pmatrix}f_x\\ f_y\\ f_z\end{pmatrix}=q\cdot\begin{pmatrix}E_x\\ E_y\\ E_z\end{pmatrix}+q\cdot\begin{pmatrix}v_x-v_{Bx}\\ v_y-v_{By}\\ v_z-v_{Bz}\end{pmatrix}\otimes\begin{pmatrix}B_x\\ B_y\\ B_z\end{pmatrix}.$$

Для магнитного поля: $\bar{v}_{B1+B2}\otimes(\bar{B}_1+\bar{B}_2)=\bar{v}_{B1}\otimes\bar{B}_1+\bar{v}_{B2}\otimes\bar{B}_2$.

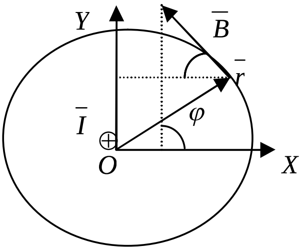
§ 4 Примеры.

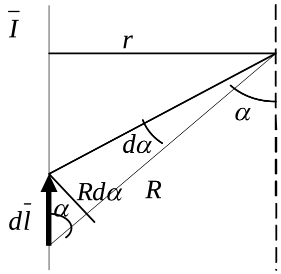
а) Умозрительный пример: рассматриваем поле, как скалярную функцию переменных t и r: $B = B(t,r) = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I(t)}{r}$.

$$v = -\frac{\partial B/\partial t}{\partial B/\partial r} = -\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I'_t}{r}\right):\left(-\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I}{r^2}\right) = r\cdot\frac{I'_t}{I} = r\cdot\frac{B'_t}{B}$$

б) Магнитная индукция поля прямолинейного бесконечного постоянного тока определяется формулой $B = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I}{r}$, $(I = \text{const})$, которая установлена экспериментально и может быть выведена при помощи закона Био-Савара.

Рассмотрим магнитное поле прямого бесконечного тока $I = I(t) = a_0\cdot t$





$$R = \frac{r}{\sin\alpha}\ ;\ dl = \frac{R\cdot d\alpha}{\sin\alpha} = \frac{r\cdot d\alpha}{\sin^2\alpha}\ ;\ r = \sqrt{x^2+y^2}\ ;\ \frac{\partial r}{\partial x} = \frac{x}{r}\ ;\ \frac{\partial r}{\partial y} = \frac{y}{r}$$

закон Био-Савара: $d\bar{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot I(t-\frac{R}{c})\cdot\frac{d\bar{l}\otimes\bar{R}}{R^3} \Rightarrow$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot I(t-\frac{R}{c})\cdot\frac{dl\cdot\sin\alpha}{R^2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot I(t-\frac{R}{c})\cdot\frac{r\cdot d\alpha\cdot\sin\alpha\cdot\sin^2\alpha}{r^2\cdot\sin^2\alpha} =$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I(t-R/c)}{r}\cdot\sin\alpha\cdot d\alpha$$

$$B = \int dB = \int_0^\pi \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I(t-R/c)}{r}\cdot\sin\alpha\, d\alpha = \int_0^\pi \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{a_0\cdot(t-\frac{r}{c\cdot\sin\alpha})}{r}\cdot\sin\alpha\, d\alpha =$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot(\int_0^\pi \frac{a_0\cdot t}{r}\cdot\sin\alpha\, d\alpha - \int_0^\pi \frac{a_0}{c}\cdot d\alpha\ ) = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{2\cdot a_0\cdot t}{r} - \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{a_0\cdot 2\pi}{c} \approx$$

/замечание: если не пренебрегать вторым членом, то в итоге получим такие же выражения для компонент скорости, но с более громоздкими выкладками/

$$\approx \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{a_0 \cdot t}{r} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I(t)}{r}$$

Таким образом $\overline{B} = B_x \cdot \bar{i} + B_y \cdot \bar{j}$; $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I(t, \bar{r})}{r} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{a_0 \cdot t}{r}$

$$B_x = -\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} \cdot \cos(\frac{\pi}{2} - \varphi) = -\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} \cdot \frac{y}{r} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I \cdot \frac{y}{r^2} \ ;$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} \cdot \sin(\frac{\pi}{2} - \varphi) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} \cdot \frac{x}{r} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I \cdot \frac{x}{r^2} \ ;$$

$$\frac{\partial B_x}{\partial x} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I \cdot \frac{2xy}{r^4} \ ;$$

$$\frac{\partial B_x}{\partial y} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I \cdot \left(\frac{1}{r^2} - \frac{2y^2}{r^4} \right) = -\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I \cdot \frac{x^2 - y^2}{r^4} \ ;$$

$$\frac{\partial B_x}{\partial t} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I'_t \cdot \frac{y}{r^2} \ ;$$

$$\frac{\partial B_y}{\partial x} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I \cdot \left(\frac{1}{r^2} - \frac{2x^2}{r^4} \right) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I \cdot \frac{y^2 - x^2}{r^4} \ ;$$

$$\frac{\partial B_y}{\partial y} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I \cdot \frac{-2xy}{r^4} \ ; \quad \frac{\partial B_y}{\partial t} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot I'_t \cdot \frac{x}{r^2}$$

$$\begin{cases} \left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_y}{\partial x} - \frac{\partial B_y}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_x}{\partial x} \right) \cdot \Delta x + \left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_y}{\partial y} - \frac{\partial B_y}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_x}{\partial y} \right) \cdot \Delta y + \\ \qquad + \left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_y}{\partial z} - \frac{\partial B_y}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_x}{\partial z} \right) \cdot \Delta z = 0 \\ \left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_z}{\partial x} - \frac{\partial B_z}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_x}{\partial x} \right) \cdot \Delta x + \left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_z}{\partial y} - \frac{\partial B_z}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_x}{\partial y} \right) \cdot \Delta y + \\ \qquad + \left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_z}{\partial z} - \frac{\partial B_z}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_x}{\partial z} \right) \cdot \Delta z = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} \left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_y}{\partial x} - \frac{\partial B_y}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_x}{\partial x} \right) \cdot \Delta x + \left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_y}{\partial y} - \frac{\partial B_y}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_x}{\partial y} \right) \cdot \Delta y = 0 \\ 0 \cdot \Delta x + 0 \cdot \Delta y = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\left(\frac{\partial B_x}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_y}{\partial x} - \frac{\partial B_y}{\partial t} \cdot \frac{\partial B_x}{\partial x} \right) =$$

$$=\left(-\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I_t'\cdot\frac{y}{r^2}\right)\cdot\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\left(\frac{1}{r^2}-\frac{2x^2}{r^4}\right)-\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I_t'\cdot\frac{x}{r^2}\right)\cdot\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\frac{2xy}{r^4}=$$

$$=-\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right)^2\cdot I_t'\cdot I\cdot\left(\frac{y}{r^4}-\frac{2x^2\cdot y}{r^6}\right)-\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right)^2\cdot I_t'\cdot I\cdot\left(\frac{2y\cdot x^2}{r^6}\right)=-\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right)^2\cdot I_t'\cdot I\cdot\frac{y}{r^4}$$

$$\left(\frac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_y}{\partial y}-\frac{\partial B_y}{\partial t}\cdot\frac{\partial B_x}{\partial y}\right)=$$

$$=\left(-\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I_t'\cdot\frac{y}{r^2}\right)\cdot\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\frac{-2xy}{r^4}\;-\;\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I_t'\cdot\frac{x}{r^2}\cdot\frac{-\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\left(\frac{1}{r^2}-\frac{2y^2}{r^4}\right)=$$

$$=\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right)^2\cdot I_t'\cdot I\cdot\frac{x}{r^4}\quad;$$

$$\Delta y=-\frac{\dfrac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\dfrac{\partial B_y}{\partial x}-\dfrac{\partial B_y}{\partial t}\cdot\dfrac{\partial B_x}{\partial x}}{\dfrac{\partial B_x}{\partial t}\cdot\dfrac{\partial B_y}{\partial y}-\dfrac{\partial B_y}{\partial t}\cdot\dfrac{\partial B_x}{\partial y}}\cdot\Delta x\quad=-\frac{-\left(\dfrac{\mu_0}{2\pi}\right)^2\cdot I_t'\cdot I\cdot\left(\dfrac{y}{r^4}\right)}{\left(\dfrac{\mu_0}{2\pi}\right)^2\cdot I_t'\cdot I\cdot\dfrac{x}{r^4}}\cdot\Delta x=\frac{y}{x}\cdot\Delta x$$

$$v_x=-\frac{\partial B_x/\partial t}{\dfrac{\partial B_x}{\partial x}+\dfrac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\dfrac{\Delta y}{\Delta x}}=$$

$$=-\left(\frac{-\mu_0}{2\pi}\cdot I_t'\cdot\frac{y}{r^2}\right):\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\frac{2xy}{r^4}+\frac{-\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\frac{x^2-y^2}{r^4}\cdot\frac{y}{x}\right)=$$

$$=\frac{I'}{I}\cdot\frac{y}{r^2}:\left(\frac{2xy}{r^4}-\frac{x^2-y^2}{r^4}\cdot\frac{y}{x}\right)=\frac{I'}{I}\cdot\frac{y}{r^2}:\left(\frac{2x^2y-x^2y+y^3}{x\cdot r^4}\right)=$$

$$=\frac{I'}{I}\cdot\frac{y\cdot x\cdot r^4}{r^2\cdot(x^2y+y^3)}=\frac{I'}{I}\cdot\frac{y\cdot x\cdot r^2}{y\cdot(x^2+y^2)}=\frac{I'}{I}\cdot\frac{x\cdot r^2}{r^2}=x\cdot\frac{I'}{I}\quad.$$

$$v_y=-\frac{\partial B_x/\partial t}{\dfrac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\dfrac{\Delta x}{\Delta y}+\dfrac{\partial B_x}{\partial y}}=$$

$$=-\left(\frac{-\mu_0}{2\pi}\cdot I_t'\cdot\frac{y}{r^2}\right)\quad:\quad\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\frac{2xy}{r^4}\cdot\frac{x}{y}-\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\frac{x^2-y^2}{r^4}\right)=$$

$$=\frac{I'}{I}\cdot\frac{y}{r^2}\quad:\quad\left(\frac{2xy}{r^4}\cdot\frac{x}{y}-\frac{x^2-y^2}{r^4}\right)=\frac{I'}{I}\cdot\frac{y}{r^2}\quad:\quad\left(\frac{2x^2}{r^4}+\frac{-x^2+y^2}{r^4}\right)=$$

$$=\frac{I'}{I}\cdot\frac{y}{r^2}:\frac{x^2+y^2}{r^4}=\frac{I'}{I}\cdot y \quad .$$

Т.О. $v_x=x\cdot\frac{I'}{I}$; $v_y=y\cdot\frac{I'}{I}$; $\bar{v}=v_x\cdot\bar{i}+v_y\cdot\bar{j}=x\cdot\frac{I'}{I}\cdot\bar{i}+y\cdot\frac{I'}{I}\cdot\bar{j}$;

$v=\sqrt{x^2+y^2}\cdot\frac{I'}{I}=r\cdot\frac{I'}{I}$.

Перепроверим по другим формулам:

$(4)\Rightarrow$

$$v_x=\frac{-\partial B_y/\partial t}{\frac{\partial B_y}{\partial x}+\frac{\partial B_y}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta x}}=-\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I'_t\cdot\frac{x}{r^2}:\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\left(\frac{1}{r^2}-\frac{2x^2}{r^4}\right)+\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\frac{-2xy}{r^4}\cdot\frac{y}{x}\right)=$$

$$=-\frac{I'}{I}\cdot\frac{x}{r^2}:\left(\frac{r^2-2x^2}{r^4}-\frac{2y^2}{r^4}\right)=-\frac{I'}{I}\cdot\left(\frac{x}{r^2}:\frac{r^2-2x^2-2y^2}{r^4}\right)=$$

$$=-\frac{I'}{I}\cdot\left(\frac{x}{r^2}:\frac{r^2-2(x^2+y^2)}{r^4}\right)=-\frac{I'}{I}\cdot\left(\frac{x}{r^2}:\frac{-r^2}{r^4}\right)=\frac{I'}{I}\cdot x \quad ;$$

$$(5)\Rightarrow \qquad v_y=-\frac{\partial B_y/\partial t}{\frac{\partial B_y}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta y}+\frac{\partial B_y}{\partial y}}=$$

$$=-\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I'_t\cdot\frac{x}{r^2}:\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\left(\frac{1}{r^2}-\frac{2x^2}{r^4}\right)\cdot\frac{x}{y}+\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot I\cdot\frac{-2xy}{r^4}\right)=$$

$$=-\frac{I'}{I}\cdot\frac{x}{r^2}:\left(\frac{r^2-2x^2}{r^4}\cdot\frac{x}{y}-\frac{2x\cdot y}{r^4}\right)=$$

$$=-\frac{I'}{I}\cdot\frac{x}{r^2}:\left(\frac{(r^2-2x^2)\cdot x}{r^4\cdot y}-\frac{2x\cdot y}{r^4}\right)=-\frac{I'}{I}\cdot\frac{x}{r^2}:\left(\frac{(y^2-x^2)\cdot x-2x\cdot y^2}{r^4\cdot y}\right)=$$

$$=-\frac{I'}{I}\cdot\frac{r^2\cdot x\cdot y}{(-x^3-x\cdot y^2)}=-\frac{I'}{I}\cdot\frac{r^2\cdot x\cdot y}{-x\cdot(x^2+y^2)}=-\frac{I'}{I}\cdot\frac{r^2\cdot x\cdot y}{-x\cdot r^2}=\frac{I'}{I}\cdot y \quad .$$

Таким образом $v_x=\frac{I'}{I}\cdot x$; $v_y=\frac{I'}{I}\cdot y$. Что и требовалось проверить.

Окончательно: для бесконечного прямого тока $I=I(t)=a_0\cdot t$ скорость движения поля: $v_x=\frac{I'}{I}\cdot x=\frac{(a_0\cdot t)'}{a_0\cdot t}\cdot x=\frac{x}{t}$; $v_y=\frac{I'}{I}\cdot y==\frac{(a_0\cdot t)'}{a_0\cdot t}\cdot y=\frac{y}{t}$

§ 5 *Выводы.*

1) Следуя посылу Мисюченко (2) :

- можно найти мгновенную скорость движения скалярного поля в точке по заданному направлению $\bar{\delta} = \Delta\bar{r} = \bar{i}\cdot\Delta x + \bar{j}\cdot\Delta y + \bar{k}\cdot\Delta z$:

$$\bar{v}_{\delta} = -\frac{\partial\varphi/\partial t}{\dfrac{\partial\varphi}{\partial x} + \dfrac{\partial\varphi}{\partial y}\cdot\dfrac{\Delta y}{\Delta x} + \dfrac{\partial\varphi}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta x}}\cdot\bar{i} - \frac{\partial\varphi/\partial t}{\dfrac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\dfrac{\Delta x}{\Delta y} + \dfrac{\partial\varphi}{\partial y} + \dfrac{\partial\varphi}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta y}}\cdot\bar{j} - \frac{\partial\varphi/\partial t}{\dfrac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\dfrac{\Delta x}{\Delta z} + \dfrac{\partial\varphi}{\partial y}\cdot\dfrac{\Delta y}{\Delta z} + \dfrac{\partial\varphi}{\partial z}}\cdot\bar{k}$$

- принимая предположение (3) можно найти мгновенную скорость движения векторного поля в точке:

$$\bar{v}_B = -{}^{"}\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\dfrac{\partial\bar{B}}{\partial x} + \dfrac{\partial\bar{B}}{\partial y}\cdot\dfrac{\Delta y}{\Delta x} + \dfrac{\partial\bar{B}}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta x}}\right)^{"}\cdot\bar{i} - {}^{"}\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\dfrac{\partial\bar{B}}{\partial x}\cdot\dfrac{\Delta x}{\Delta y} + \dfrac{\partial\bar{B}}{\partial y} + \dfrac{\partial\bar{B}}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta y}}\right)^{"}\cdot\bar{j} - {}^{"}\left(\frac{\partial\bar{B}/\partial t}{\dfrac{\partial\bar{B}}{\partial x}\cdot\dfrac{\Delta x}{\Delta z} + \dfrac{\partial\bar{B}}{\partial y}\cdot\dfrac{\Delta y}{\Delta z} + \dfrac{\partial\bar{B}}{\partial z}}\right)^{"}\cdot\bar{k} \Rightarrow$$

$$-v_{Bx} = \frac{\partial B_x/\partial t}{\dfrac{\partial B_x}{\partial x} + \dfrac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\dfrac{\Delta y}{\Delta x} + \dfrac{\partial B_x}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta x}} = \frac{\partial B_y/\partial t}{\dfrac{\partial B_y}{\partial x} + \dfrac{\partial B_y}{\partial y}\cdot\dfrac{\Delta y}{\Delta x} + \dfrac{\partial B_y}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta x}} = \frac{\partial B_z/\partial t}{\dfrac{\partial B_z}{\partial x} + \dfrac{\partial B_z}{\partial y}\cdot\dfrac{\Delta y}{\Delta x} + \dfrac{\partial B_z}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta x}}$$

$$-v_{By} = \frac{\partial B_x/\partial t}{\dfrac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\dfrac{\Delta x}{\Delta y} + \dfrac{\partial B_x}{\partial y} + \dfrac{\partial B_x}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta y}} = \frac{\partial B_y/\partial t}{\dfrac{\partial B_y}{\partial x}\cdot\dfrac{\Delta x}{\Delta y} + \dfrac{\partial B_y}{\partial y} + \dfrac{\partial B_y}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta y}} = \frac{\partial B_z/\partial t}{\dfrac{\partial B_z}{\partial x}\cdot\dfrac{\Delta x}{\Delta y} + \dfrac{\partial B_z}{\partial y} + \dfrac{\partial B_z}{\partial z}\cdot\dfrac{\Delta z}{\Delta y}}$$

$$-v_{Bz}=\frac{\partial B_x/\partial t}{\frac{\partial B_x}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta z}+\frac{\partial B_x}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta z}+\frac{\partial B_x}{\partial z}}=\frac{\partial B_y/\partial t}{\frac{\partial B_y}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta z}+\frac{\partial B_y}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta z}+\frac{\partial B_y}{\partial z}}=$$

$$=\frac{\partial B_z/\partial t}{\frac{\partial B_z}{\partial x}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta z}+\frac{\partial B_z}{\partial y}\cdot\frac{\Delta y}{\Delta z}+\frac{\partial B_z}{\partial z}}$$

Где Δx ; Δy ; Δz находим из системы уравнений:

$$\begin{cases}\begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_y}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial x} & \frac{\partial B_y}{\partial x}\end{vmatrix}\cdot\Delta x+\begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_y}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial y} & \frac{\partial B_y}{\partial y}\end{vmatrix}\cdot\Delta y+\begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_y}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial z} & \frac{\partial B_y}{\partial z}\end{vmatrix}\cdot\Delta z=0\\ \begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_z}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial x} & \frac{\partial B_z}{\partial x}\end{vmatrix}\cdot\Delta x+\begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_z}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial y} & \frac{\partial B_z}{\partial y}\end{vmatrix}\cdot\Delta y+\begin{vmatrix}\frac{\partial B_x}{\partial t} & \frac{\partial B_z}{\partial t}\\ \frac{\partial B_x}{\partial z} & \frac{\partial B_z}{\partial z}\end{vmatrix}\cdot\Delta z=0\end{cases}$$

2) По мнению автора, идеи о “Движении поля”, “Скорости движения поля”, “Обобщении силы Лоренца” будут иметь право на существование вплоть до момента прямой экспериментальной проверки формулы (1) (например, наблюдая за электронами движущимися параллельно бесконечному прямому проводу с током $I=I(t)=I_0\cdot t$ или $I=I(t)=I_0\cdot\exp(t)$).

Косвенно (1) подтверждается экспериментами по проверке явлений электромагнитной индукции и самоиндукции.

“***электродвижущая сила электромагнитной индукции в любом участке любого проводника складывается из всех элементарных сил Лоренца, возникающих при взаимном движении свободных зарядов проводника и всех фрагментов магнитного поля*** $\bar{B}$ ***со скоростью*** $\bar{v}_B$ “. / [1] § 4.4 /

Литература.

[1] Мисюченко И. “Последняя тайна бога” Санкт-Петербург 2009г.

[2] Г. Корн и Т.Корн “Справочник по математике для научных работников и инженеров” М., “Наука” Главная ред. физ.-мат. литературы 1974г.

[3] Ю.В. Науменко «Единая теория векторных полей», Армавир, 2006г.

[4] Ю.В. Науменко «Возможное развитие классических механики и электродинамики», Армавир, 2012г.

С работами автора можно ознакомиться на его сайте www.etvp.narod.ru .

Россия, Краснодарский край, г. Армавир, ул. Азовская 9, кв. 45

mail-to: naumenko_ju@mail.ru http:// www.etvp.narod.ru

14 июля 2014 г

Науменко Юрий Викторович

О скорости движения поля

- - - - - -- -- - - - - - -

Подписано в печать 22.07.2014 г. Формат бумаги 60х84х16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. п.л. 1,25. Усл. изд. Л. 1,5. Заказ 1296-у. Тираж 40.
Общество с ограниченной ответственностью “Армавирское полиграф-предприятие”, ИНН 2372008941. Россия, Краснодарский край,
352900 г. Армавир, ул. Комсомольская, 123. Тел. (86137)3-22-27.