

Пример 14. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КИНЕМАТИКА

Наука родилась из веры в математическую интерпретацию природы.

— Джон Герман Рэндалл

Для мыслящего ученого математическое описание всегда было неиссякаемым источником удивления, рожденного тем, что природа проявляет столь высокую степень соответствия математическим формулам.

— Морис Клайн

Кинематика – простейший раздел физики и потому наиболее сложный для понимания, так как очень трудно объяснять “очевидные” вещи, хорошо знакомые и привычные с самого детства. В самом деле, наверное ни у кого из физиков не возникают следующие вопросы:

В чём сущность поступательного и вращательного движения?

Что скрывается за понятием скорости и ускорения?

Что такое угловая скорость?

Короче говоря, существуют ли объективные законы кинематики поступательного и вращательного движения подобные тому, который существует в динамике материальной точки, как, например, закон Ньютона?

На первый взгляд эти вопросы относятся к области “философии” и не могут возникнуть у физика, занимающегося конкретными физическими проблемами. Однако, именно из рассмотрения “очевидных” понятий пространства, времени и движения, хорошо известных каждому ещё с детства, как раз и родилась настоящему глубокая физическая теория – теория относительности. Так что, может быть не стоит смотреть свысока на вопросы, возникающие в рамках “школьной” физики.

Ответ на поставленные выше вопросы состоит в том, что сущность и рациональную основу Мироздания составляют *физические структуры того или иного рода*. Именно они, и только они, определяют вид и строение всех фундаментальных физических законов, всех физических величин и понятий. И в частности, основные понятия и соотношения кинематики представляют собой следствия, вытекающие из физических структур, в свою очередь возникающих из универсального Принципа сакральной симметрии.

Итак, что же такое движение? В чём его сущность? Раздел физики, рассматривающий понятие движения, называется кинематикой. К этому понятию можно подойти с двух различных точек зрения. В связи с этим мы будем различать две кинематики: **пространственную** и **пространственно-временную**.

В **пространственной кинематике** рассматриваются два множества: множество тел, движущихся с различными скоростями $\mathfrak{N} = \{\alpha, \beta, \dots\}$, и множество

событий (вспышек) $\mathfrak{M} = \{i, k, \dots\}$, во время которых осуществляется **одна** измерительная операция: с помощью линейки измеряется путь $\ell_{\alpha i}$, пройденный телом α к моменту вспышки i .

В **пространственно-временной кинематике** рассматривается одно движущееся тело и множество событий (вспышек) $\mathfrak{M} = \{i, k, \dots\}$, во время которых осуществляются **две** измерительные операции: с помощью линейки измеряется одна пространственная координата x_i и с помощью часов – одна временная координата t_i .

Законы пространственной кинематики

Как известно, уравнение, описывающее равномерное движение материальной точки, имеет следующий вид:

$$x = b + vt,$$

где b – координата начального положения и v – скорость, которые рассматриваются как постоянные.

Однако, для того, чтобы выявить *сущность* равномерного движения, необходимо рассмотреть два вида *нечисловых переменных* α и i , взятых соответственно из множеств $\mathfrak{N} = \{\alpha, \beta, \dots\}$ и $\mathfrak{M} = \{i, k, \dots\}$, где $\mathfrak{N}$ – множество движущихся тел; $\mathfrak{M}$ – множество моментов времени (множество вспышек), во время которых происходит измерение пройденных телами $\alpha, \beta, \dots$ расстояний $\ell_{\alpha i}, \ell_{\beta i}, \dots$:

$$\ell_{\alpha i} = b_{\alpha} + v_{\alpha} t_i.$$

Тогда в зависимости от того, какие из двух параметров b и v , игравшие ранее роль постоянных, рассматриваются теперь как *числовые функции нечисловой переменной* α , возникают три, вообще говоря, различные состояния движения системы точек, которые описываются тремя различными физическими структурами.

1. Кинематика покоя множества тел, находящихся в разных точках

Рассмотрим систему неподвижных материальных тел $\mathfrak{N} = \{\alpha, \beta, \dots\}$, находящихся в разных точках (см. рис. 1).

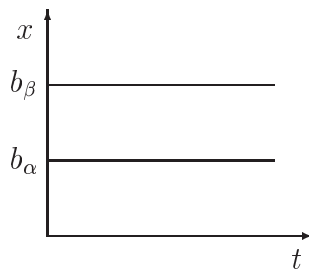


Рис. 1. Законы движения тел, находящихся в состоянии покоя.

Закон движения тела, находящегося в состоянии покоя, описывается физической структурой рода:

$${}^1K_{\alpha;ik}^{01}(\overset{\circ}{u}) = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & \overset{\circ}{u}_{\alpha i} & \overset{\circ}{u}_{\alpha k} \\ -1 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \overset{\circ}{u}_{\alpha i} & \overset{\circ}{u}_{\alpha k} \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = \overset{\circ}{u}_{\alpha i} - \overset{\circ}{u}_{\alpha k} = 0,$$

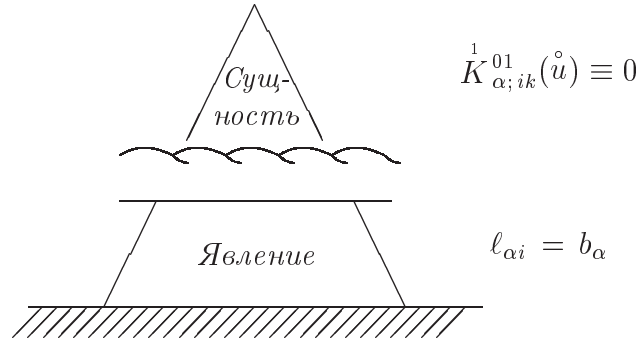
где

$$\overset{\circ}{u}_{\alpha i} = s_{\alpha} \quad \text{или} \quad \overset{\circ}{u}_{\alpha i} = \ell_{\alpha i} = s_{\alpha} = b_{\alpha},$$

где s_{α} – скрытый параметр.

Итак, сущность кинематики покоя состоит в существовании сакральных отношений между множеством неподвижных тел $\underline{\mathfrak{N}}$ и множеством событий (вспышек) $\overline{\mathfrak{M}}$. При этом каждое неподвижное тело $\overleftarrow{\alpha}$ является **криптовектором** сакрального одномерного криптовекторного пространства, а каждое событие i является **точкой** другого сакрального одномерного точечного пространства.

Другими словами, кинематика покоя является сакральной криптовектор-точечной геометрией на двух множествах различной природы, дополненной соответствующей физической интерпретацией.



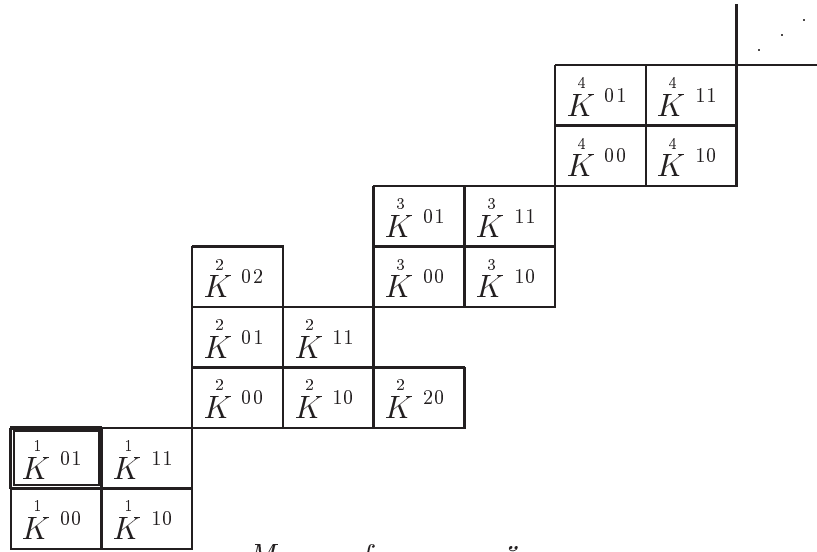
Явление и сущность кинематики покоя.

САКРАЛЬНАЯ ФОРМУЛИРОВКА

КИНЕМАТИКИ ПОКОЯ

$${}^1K_{\alpha;ik}^{01}(\overset{\circ}{u}) \equiv 0$$

$$\overset{0}{u}_{\alpha i} = \ell_{\alpha i} = b_{\alpha}$$



Место физической структуры, выражающей сущность кинематики покоя, среди всех возможных физических структур.

2. Пространственная кинематика системы тел, стартующих из одной точки с разными скоростями

Рассмотрим систему тел $\mathfrak{M} = \{\alpha, \beta, \dots\}$, одновременно стартующих из начала координат ($b = 0$) с разными постоянными скоростями $v_\alpha, v_\beta, \dots$ (см. рис. 2).

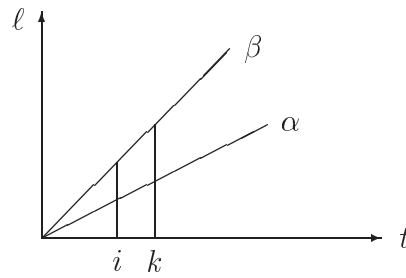


Рис. 2. Законы движения тел, стартующих из одной точки с разными скоростями.

В этом случае

$$\ell_{\alpha i} = v_\alpha t_i,$$

и, следовательно, будет иметь место очевидное тождество:

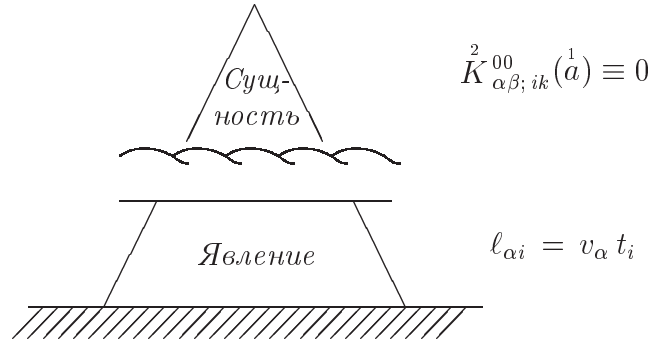
$$\forall \alpha, \beta \in \mathfrak{M} \quad \text{и} \quad \forall i, k \in \overline{\mathfrak{M}}$$

$$K_{\alpha\beta;ik}^{00}(\overset{1}{a}) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \overset{1}{a}_{\alpha i} & \overset{1}{a}_{\alpha k} & 0 \\ 0 & \overset{1}{a}_{\beta i} & \overset{1}{a}_{\beta k} & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \overset{1}{a}_{\alpha i} & \overset{1}{a}_{\alpha k} \\ \overset{1}{a}_{\beta i} & \overset{1}{a}_{\beta k} \end{vmatrix} \equiv 0,$$

где

$$\overset{1}{a}_{\alpha i} = \ell_{\alpha i} = v_{\alpha} t_i.$$

Итак, сущность кинематики равномерного движения из одной и той же точки состоит в существовании сакральных отношений между множеством тел $\underline{\mathfrak{N}}$, равномерно движущихся из одной точки и множеством событий (вспышек) $\overline{\mathfrak{M}}$. При этом каждое равномерно движущееся тело $\overleftarrow{a}$ является **вектором** сакрального одномерного векторного пространства, а каждое событие $\overrightarrow{i}$ является **вектором** другого сакрального одномерного векторного пространства.



Явление и сущность кинематики равномерного движения из одной и той же точки.

САКРАЛЬНАЯ ФОРМУЛИРОВКА КИНЕМАТИКИ РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ, СТАРТУЮЩИХ ИЗ ОДНОЙ ТОЧКИ

$$K_{\alpha\beta;ik}^{00}(\overset{1}{a}) \equiv 0$$

$$\overset{1}{a}_{\alpha i} = \xi_1 x^1 = \ell_{\alpha i} = v_{\alpha} t_i$$

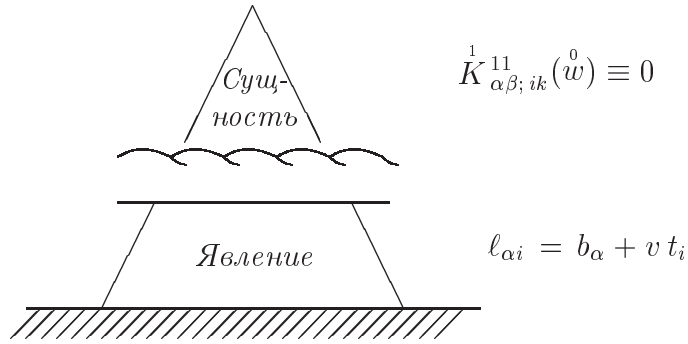
Другими словами, кинематика равномерного движения из одной и той же точки является сакральной вектор-векторной геометрией на двух множествах различной природы, дополненной соответствующей физической интерпретацией.

где

$${}^0w_{\alpha i} = s_i + \sigma_\alpha = \ell_{\alpha i} = v t_i + b_\alpha.$$

Итак, сущность кинематики равномерного движения из разных точек с одной и той же скоростью состоит в существовании сакральных отношений между множеством тел $\mathfrak{M}$, равномерно движущихся с одной и той же скоростью из разных точек и множеством событий (вспышек) $\overline{\mathfrak{M}}$. При этом каждое равномерно движущееся тело α является **криптоточкой** сакрального нульмерного криптоточечного пространства, а каждое событие i является **криптоточкой** другого сакрального нульмерного криптоточечного пространства.

Другими словами, кинематика равномерного движения из различных точек с одной и той же постоянной скоростью является сакральной криптоточечно-криптоточечной геометрией на двух множествах различной природы, дополненной соответствующей физической интерпретацией.

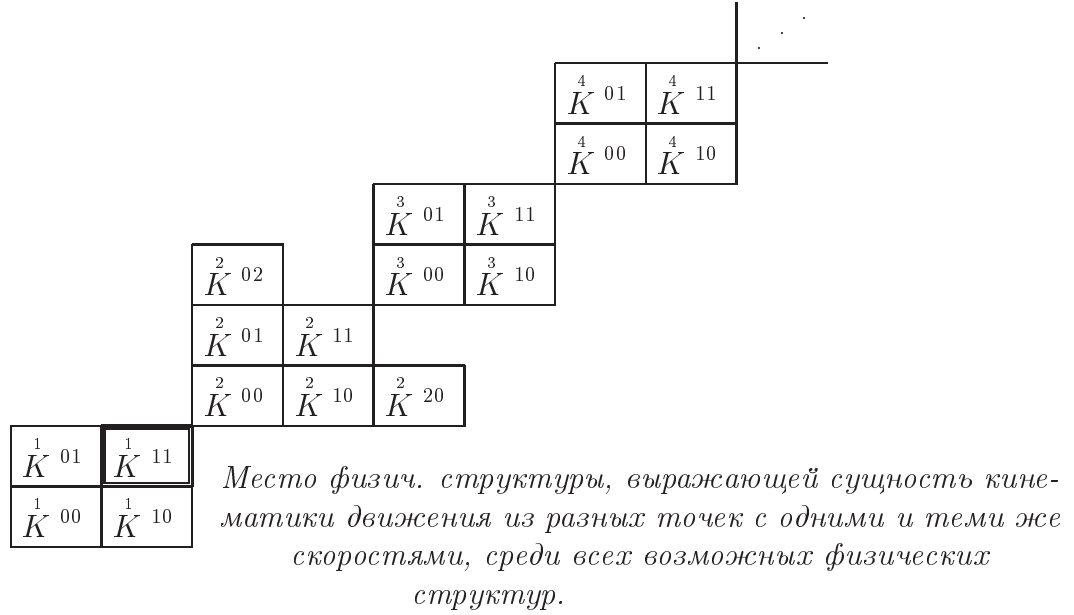


*Явление и сущность кинематики равномерного движения
из разных точек с одной и той же скоростью v .*

САКРАЛЬНАЯ ФОРМУЛИРОВКА КИНЕМАТИКИ
РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ, СТАРТУЮЩИХ ИЗ
РАЗНЫХ ТОЧЕК С ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ СКОРОСТЬЮ

$${}^1K_{\alpha\beta;ik}({}^0w) \equiv 0$$

$${}^0w_{\alpha i} = s_i + \sigma_\alpha = \ell_{\alpha i} = v t_i + b_\alpha$$



4. Пространственная кинематика множества тел, стартующих из разных точек с разными скоростями

Рассмотрим множество тел $\underline{\mathfrak{N}} = \{\alpha, \beta, \dots\}$, одновременно стартующих из разных точек $b_\alpha, b_\beta, \dots$ и движущихся с разными скоростями $v_\alpha, v_\beta, \dots$ (см. рис. 4).

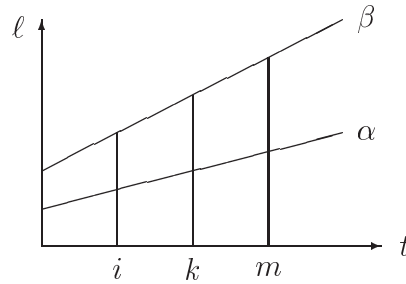


Рис. 4. Законы движения тел, стартующих из разных точек с разными скоростями.

В этом случае

$$\ell_{\alpha i} = b_\alpha + v_\alpha t_i,$$

и, следовательно, будет иметь место следующее тождество:

$$\forall \alpha, \beta \in \underline{\mathfrak{N}} \quad \text{и} \quad \forall i, k, m \in \overline{\mathfrak{M}}$$

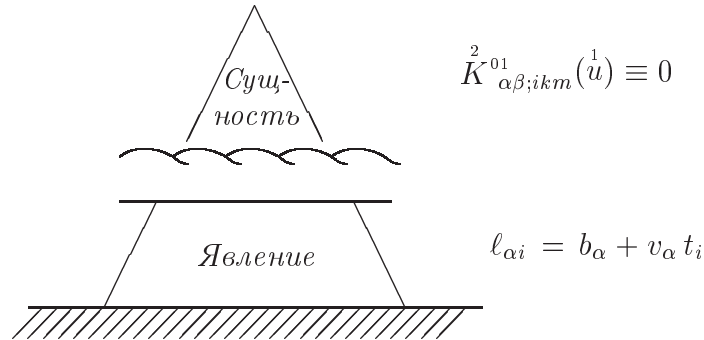
$${}^2_{\alpha\beta;ikm}K({}^1u) = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & {}^1u_{\alpha i} & {}^1u_{\alpha k} & {}^1u_{\alpha m} \\ 0 & {}^1u_{\beta i} & {}^1u_{\beta k} & {}^1u_{\beta m} \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} {}^1u_{\alpha i} & {}^1u_{\alpha k} & {}^1u_{\alpha m} \\ {}^1u_{\beta i} & {}^1u_{\beta k} & {}^1u_{\beta m} \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \equiv 0,$$

где

$${}^1u_{\alpha i} = \xi_1(\alpha) x^1(i) + \sigma(\alpha) = \ell_{\alpha i} = v_{\alpha} t_i + b_{\alpha}.$$

Итак, сущность кинематики равномерного движения из разных точек с различными скоростями состоит в существовании сакральных отношений между множеством тел $\underline{\mathfrak{M}}$, равномерно движущихся с различными скоростями из разных точек и множеством событий (вспышек) $\overline{\mathfrak{M}}$. При этом каждое равномерно движущееся тело $\overleftarrow{\alpha}$ является **криптовектором** сакрального одномерного криптовекторного пространства, а каждое событие i является **точкой** другого сакрального одномерного точечного пространства.

Другими словами, кинематика равномерного движения из различных точек с различными скоростями является сакральной криптовекторно-точечной геометрией на двух множествах различной природы, дополненной соответствующей физической интерпретацией.



*Явление и сущность кинематики равномерного движения
из разных точек с различными скоростями v .*

САКРАЛЬНАЯ ФОРМУЛИРОВКА КИНЕМАТИКИ
РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ, СТАРТУЮЩИХ ИЗ
РАЗНЫХ ТОЧЕК С РАЗЛИЧНЫМИ СКОРОСТЯМИ

$${}^2_{\alpha\beta;ikm}K({}^1u) \equiv 0$$

$$u_{\alpha i}^1 = \xi_1(\alpha) x^1(i) + \sigma(\alpha) = \ell_{\alpha i} = v_{\alpha} t_i + b_{\alpha}$$

Место физич. структуры, выражающей
матрицы движения из разных точек с...

5. Пространственная кинематика равноускоренного движения тел, стартующих из одной и той же точки b_o с нулевой начальной скоростью $v_o = 0$ с различными ускорениями

Рассмотрим множество тел $\mathfrak{N} = \{\alpha, \beta, \dots\}$, стартующих из одной и той же точки b_o с нулевой начальной скоростью $v_o = o$ с различными ускорениями a_α .

В этом случае путь, пройденный телом,

$$\ell_{\alpha i} = b_o + a_\alpha \frac{t_i^2}{2},$$

и, следовательно, будет иметь место следующее тождество:

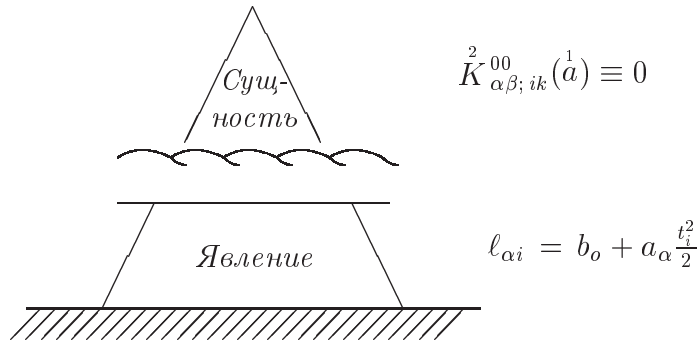
$$\forall \alpha, \beta \in \underline{\mathfrak{N}} \quad \text{и} \quad \forall i, k, \in \overline{\mathfrak{M}}$$

$$K_{\alpha\beta;ik}^{200}({}^1a) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & a_{\alpha i} & a_{\alpha k} & 0 \\ 0 & a_{\beta i} & a_{\beta k} & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{\alpha i} & a_{\alpha k} \\ a_{\beta i} & a_{\beta k} \end{vmatrix} \equiv 0,$$

где

$$a_{\alpha i} = \ell_{\alpha i} - b_o = \xi_1(\alpha)x^1(i) = a_\alpha \frac{t_i^2}{2}.$$

Итак, сущность кинематики равноускоренного движения тел, стартующих из одной и той же точки при нулевой начальной скорости состоит в существовании сакральных отношений между множеством тел $\underline{\mathfrak{M}}$, движущимися из одной точки с нулевой начальной скоростью и различными ускорениями, и множеством событий (вспышек) $\overline{\mathfrak{M}}$. При этом каждое равномерно движущееся тело $\overleftarrow{\alpha}$ является **вектором** сакрального одномерного векторного пространства, а каждое событие $\overrightarrow{i}$ является **вектором** другого сакрального одномерного векторного пространства.



Явление и сущность кинематики равноускоренного движения тел, стартующих из одной и той же точки с различными ускорениями.

Другими словами, кинематика равноускоренного движения тел, стартующих из одной и той же точки с различными ускорениями, является сакральной вектор-векторной геометрией на двух множествах различной природы, дополненной соответствующей физической интерпретацией.

САКРАЛЬНАЯ ФОРМУЛИРОВКА КИНЕМАТИКИ РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ, СТАРТУЮЩИХ ИЗ ОДНОЙ ТОЧКИ С РАЗЛИЧНЫМИ УСКОРЕНИЯМИ

$$\boxed{\boxed{K_{\alpha\beta;ik}^{00}(\overset{1}{a}) \equiv 0}}$$

$$\overset{1}{a}_{\alpha i} = \xi_1 x^1 = \ell_{\alpha i} - b_o = a_{\alpha} \frac{t_i^2}{2}$$

The diagram illustrates the construction of the Kronecker product K^4 from K^3 and K^2 . The blocks are arranged in a staircase pattern, showing the recursive construction of the Kronecker product. The blocks are labeled as follows:

- K^4 (top right)
- K^3 (middle right)
- K^2 (bottom right)
- K^1 (bottom left)

The blocks are arranged in a staircase pattern, with K^4 at the top right, K^3 below and to the left, K^2 below and to the left of K^3 , and K^1 at the bottom left. The blocks are labeled with their respective Kronecker product symbols and indices.

6. Пространственная кинематика равноускоренного движения тел, стартующих из различных точек с различными начальными скоростями и с различными ускорениями

В этом случае путь, пройденный телом,

$$\ell_{\alpha i} = b_{\alpha} + v_{\alpha} \frac{t_i}{1!} + a_{\alpha} \frac{t_i^2}{2!},$$

и, следовательно, будет иметь место следующее тождество:

$$K_{\alpha\beta\gamma;ikmn}^{01}(u) = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & u_{\alpha i} & u_{\alpha k} & u_{\alpha m} & u_{\alpha n} \\ 0 & u_{\beta i} & u_{\beta k} & u_{\beta m} & u_{\beta n} \\ 0 & u_{\gamma i} & u_{\gamma k} & u_{\gamma m} & u_{\gamma n} \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} u_{\alpha i} & u_{\alpha k} & u_{\alpha m} & u_{\alpha n} \\ u_{\beta i} & u_{\beta k} & u_{\beta m} & u_{\beta n} \\ u_{\gamma i} & u_{\gamma k} & u_{\gamma m} & u_{\gamma n} \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \equiv 0,$$

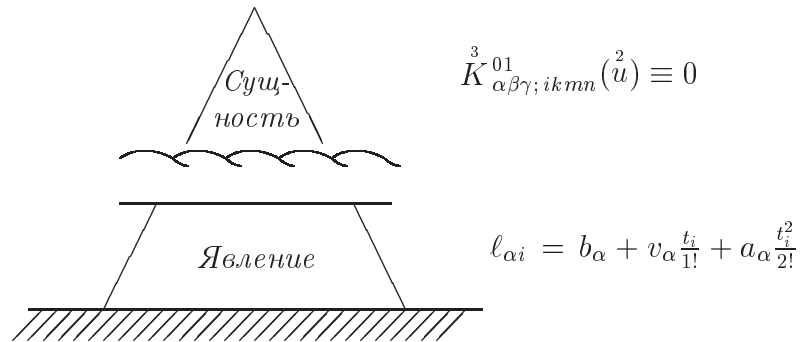
где

$$u_{\alpha i}^2 = \xi_1(\alpha) x^1(i) + \xi_2(\alpha) x^2(i) + \sigma(\alpha) = \ell_{\alpha i} = b_{\alpha} + v_{\alpha} \frac{t_i}{11} + a_{\alpha} \frac{t_i^2}{21}.$$

Итак, сущность пространственной кинематики равноускоренного движения из разных точек при различных начальных скоростях состоит в существовании скалярных отношений между множеством тел $\mathfrak{M}$, движущихся из разных точек

с разными начальными скоростями и различными ускорениями, и множеством событий (вспышек) $\overline{\mathcal{M}}$. При этом каждое равноускоренно движущееся тело $\overleftarrow{\alpha}$ является **криптовектором** сакрального двумерного криптовекторного пространства, а каждое событие i является **точкой** другого сакрального двумерного точечного пространства.

Другими словами, пространственная кинематика равноускоренного движения точек, стартующих с различными начальными скоростями и ускорениями, является сакральной криптовектор-точечной геометрией на двух множествах различной природы, дополненной соответствующей физической интерпретацией.



Явление и сущность кинематики равноускоренного движения точек, стартующих из разных точек с различными начальными скоростями и ускорениями.

САКРАЛЬНАЯ ФОРМУЛИРОВКА КИНЕМАТИКИ РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ, СТАРТУЮЩИХ ИЗ РАЗНЫХ ТОЧЕК С РАЗЛИЧНЫМИ НАЧАЛЬНЫМИ СКОРОСТЯМИ И РАЗЛИЧНЫМИ УСКОРЕНИЯМИ

$$\boxed{\boxed{K_{\alpha\beta\gamma;ikmn}^{01}(\overset{2}{u}) \equiv 0}}$$

$$\begin{aligned} \overset{2}{u}_{\alpha i} &= \xi_1(\alpha) x^1(i) + \xi_2(\alpha) x^2(i) + \sigma(\alpha) = \\ &= \ell_{\alpha i} = b_{\alpha} + v_{\alpha} \frac{t_i}{1!} + a_{\alpha} \frac{t_i^2}{2!} \end{aligned}$$

[illegible]

7. И, наконец, рассмотрим множество тел, закон движения которых описывается полиномом степени n

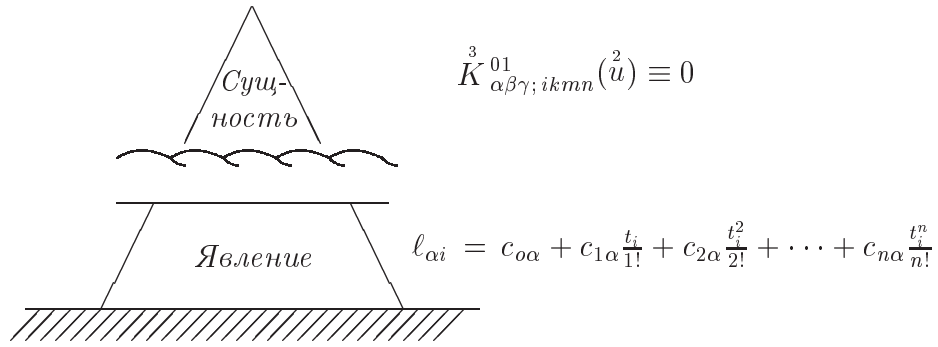
$$\ell_{\alpha i} = c_o(\alpha) + c_1(\alpha)t_i + c_2(\alpha)\frac{t_i^2}{2!} + c_3(\alpha)\frac{t_i^3}{3!} + \dots + c_n(\alpha)\frac{t_i^n}{n!}.$$

$$\forall \alpha_1, \dots, \alpha_{n+1} \in \mathfrak{N} \quad \text{и} \quad \forall i_1, \dots, i_{n+1}, i_{n+2} \in \overline{\mathfrak{M}}$$

$$\begin{aligned} K_{\alpha_1 \dots \alpha_{n+1}; i_1 \dots i_{n+1} i_{n+2}}^{n+1, 01}(\mathbf{u}) &= \begin{vmatrix} 0 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ 0 & u_{\alpha_1 i_1} & \dots & u_{\alpha_1 i_{n+1}} & u_{\alpha_1 i_{n+2}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & u_{\alpha_{n+1} i_1} & \dots & u_{\alpha_{n+1} i_{n+1}} & u_{\alpha_{n+1} i_{n+2}} \\ -1 & 0 & \dots & 0 & 0 \end{vmatrix} \\ &= \begin{vmatrix} u_{\alpha_1 i_1} & \dots & u_{\alpha_1 i_{n+1}} & u_{\alpha_1 i_{n+2}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{\alpha_{n+1} i_1} & \dots & u_{\alpha_{n+1} i_{n+1}} & u_{\alpha_{n+1} i_{n+2}} \\ 1 & \dots & 1 & 1 \end{vmatrix} \equiv 0. \end{aligned}$$

Итак, сущность пространственной кинематики множества тел, закон движения которых описывается полиномом степени n , состоит в существовании сакральных отношений между множеством тел $\underline{\mathfrak{N}}$ и множеством событий (вспышек) $\overline{\mathfrak{M}}$. При этом каждое движущееся тело $\overleftarrow{\alpha}$ является **криптовектором** сакрального n -мерного криптовекторного пространства, а каждое событие i является **точкой** другого сакрального n -мерного точечного пространства.

Другими словами, пространственная кинематика иножества тел, законы движения которых описываются полиномами степени n , является сакральной криптовектор-точечной геометрией на двух множествах различной природы, дополненной соответствующей физической интерпретацией.



*Явление и сущность кинематики множества тел,
закон движения которых описывается
полиномом степени n*

САКРАЛЬНАЯ ФОРМУЛИРОВКА КИНЕМАТИКИ
МНОЖЕСТВА ТЕЛ, ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ КОТОРЫХ
ОПИСЫВАЮТСЯ ПОЛИНОМАМИ СТЕПЕНИ n .

$$K_{\alpha_1 \dots \alpha_{n+1}; i_1 \dots i_{n+1} i_{n+2}}^{n+1 \ 01}(\overset{n}{u}) \equiv 0$$

$$\overset{n}{u}_{\alpha i} = \xi_1(\alpha) x^1(i) + \dots \xi_n(\alpha) x^n(i) + \sigma(\alpha) = \ell_{\alpha i}$$

Литература к Примеру 14

[1]. *Эйнштейн Альберт*, Предисловие к “Оптике” Ньютона. //Сб. “Физика и реальность”, - М.: Наука. 1965, С. 34.