

Measurement of the absolute speed is possible?

Sergey V. Shevchenko¹ and Vladimir V. Tokarevsky²
¹*Institute of Physics of NAS of Ukraine, Pr. Nauki, 46, Kiev-28, Ukraine*
²*Professor ret., Pr. Nauki, 46, Kiev-28, Ukraine*

Abstract One of popular problems, which are experimentally studied in physics in a long time, is the testing of the special relativity theory, first of all – measurements of isotropy and constancy of light speed; as well as attempts to determine so called “absolute speed”, i.e. the Earth speed in the absolute spacetime (absolute reference frame), if this spacetime (ARF) exists. Corresponding experiments aimed at the measuring of proper speed of some reference frame in other one, including [the absolute speed] in the ARF, are considered in the paper.

Key words: informational physics, special relativity theory, spacetime, experimental testing

PACS numbers: 01.70.+w, 03.30.+p, 04.80.Cc

1 Introduction

In [1 - 3] it was rigorously shown that Matter in our Universe – and Universe as a whole - are some informational systems (structures), which exist as uninterruptedly transforming [practically] infinitesimal sub-sets in the absolutely infinite and absolutely fundamental “Information” Set. This informational conception allows to propose the physical model (more see [4], [5]), which, when basing practically only on Uncertainty principle, adequately depicts the motion and interactions of particles in the spacetime. In the model [subatomic] particles are some closed-loop algorithms that run on a “Matter’s computer [6] hardware”, which [hardware] consists, in turn, of a closed chains of elementary logical gates – fundamental logical elements (FLE) that are some (distinct, though) analogues of C. F. von Weizsäcker’s “Urs” [7 – 9]. The FLE’s sizes in both – in the space and in the “coordinate” time (see below) – directions are equal to Planck length, l_p , $l_p = \left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{1/2}$ (\hbar is reduced Planck constant - the elementary physical action, G - gravitational constant, c - speed of light in the vacuum); the time of the FLE’s “flip” is equal to Planck time, $\tau_p, \tau_p = \frac{l_p}{c}$. Relating to the mechanics of fast particles/ bodies motion and interactions, the model allows to obtain basic kinematical and dynamical equation that were obtained in the Lorentz theory and the special relativity, but, at that, in the model these equations are obtained basing on other [then in the Lorentz theory and in the SRT] principal suggestions, thus from the model a number of new inferences follow, including – that the real Matter’s spacetime is absolute 4D

Euclidian manifold and all/every material objects move in the 3D spacetime with absolute 3D speeds; what is principally prohibited in the special relativity. In this paper a couple of experimental methods aimed at the testing this suggestion (as well, of course, the testing by this way the SRT) is presented.

Spacetime. The introducing of the Space and the Time notions in the model [3], [5], [10] is quite natural – they are fundamental and universal, i.e. which act on whole Set, logical rules/ possibilities that allow (and define or “implicitly govern” how to single out) to single out specific informational patterns / structures, for example, particles, in the main informational structure (i.e., Matter); at that taking into account both - fixed and dynamical – characteristics of the structures*.

As possibilities Space and Time are different in that Space in the Set has infinite number of “dimensions”, when for Time now only two “dimensions” – “true time” and “coordinate time” (see below); the number of the dimensions that are “used” in a concrete informational system is determined practically completely just by properties of this concrete system. In the system “Matter” Space and Time realize themselves as some 4D-Emptiness (5D-?) where a dense 4D FLE lattice (“4D Aether”) is placed – some analogue of “spin-network” [11], “causal set” [12], “Space-time points in causal space” [13], etc. The Space and Time possibilities are universal and “absolute”, they exist “forever”, since they exist also (“virtually”) before a beginning and after an end of any specific informational structure, including, in this case, of Matter in our Universe. As the rules Space and Time establish that between informational fixed patterns (including material objects – particles, bodies, etc.) must be non-zero “space interval”, between different states of a changing pattern must be a non-zero “time interval” (a “non-zero duration”). The time intervals always accompany every change of every changing pattern, so the constant increase of the time interval at the Matter’s evolution sometimes is called as some self-independent “time flow”; tough this flow only accompanies changes of material objects and Matter’s evolution as a whole.

On the other hand since “Matter as computer”, and every “automaton” in this computer, i.e. every material object and every system of objects, “operate” with a stable “operation rate”, measured concrete space and time intervals are useful at a description of processes that go in material systems as “the time” and “ the space” variables that indicate changes of the objects in the 4D Euclidian spacetime, when any element of Matter – a particle, a molecule,

* We don’t consider here the main problem of the Time notion definition, which follows from the logical inconsistency of any change in any, including material, system, including, for example, its spatial motion – that is discussed in a first approximation in [3]; and adopt here the existence of dynamical systems and of motions of objects at least as the experimental fact.

a star, etc. – has its own space and time coordinates.

The space is 3D Euclidian manifold, when the time is “two-faced” – in Matter simultaneously two rules/possibilities “Time” act - “absolute (or “true”) time” and “coordinate time”. Absolute/ true time defines that for any change in Matter (e.g., for a FLE’s flip in any - “space” or “coordinate time” – direction) is necessary to spend same “true time interval”. Since all material objects always move in the 4D spacetime with identical by the absolute value 4D speeds (which are equal to the speed of light), the true time interval, which always accompanies these processes, changes (“true time flows”) for all Matter only in one (“positive”, as that is accepted in physics now) direction by definition. The “coordinate time” is necessary because of to do reversible operations, which are logically incorrect, if only the true time acts, it is necessary to have corresponding rule that allows and defines such operations. This rule/possibility exists/acts in Matter as the “coordinate time” and material objects can move in the possibility “coordinate time” in both (direct and reversal, \pm) directions – like along of a spatial direction. This time constitute, with the space, Matter’s 4D “space-[coordinate]time”, or further in the text - the “spacetime” (as well as below “time” as a rule is “coordinate time”).

The time axis in the spacetime is orthogonal to any spatial line, including, naturally, to 3 [e.g., Cartesian] spatial axes (so the 4D spacetime is in reality “Cartesian”); what follows from the model’s premise that FLEs have 4 independent degrees of freedom and, for example, from the experimentally measured the “rest mass” and “relativistic mass” relation, from the equality of “transverse” and “relativistic” masses – insofar as in macrophysics usually all interactions happen as an exchange by 3D spatial momentums, when a body at rest moves in the temporal direction, thus, because of the orthogonality of the t-axis, the “relativistic mass” turns out to be the “transverse mass”, etc.

The absolute time isn’t a coordinate in the model, though it can be fifth coordinate in a 5D spacetime, where all Matter’s objects, since they are uninterruptedly changing and so - are moving [after Matter obtained at Beginning a portion of something, what in the physics is called “the energy”] with 4D speeds having identical absolute values in the 4D spacetime, move also simultaneously with the speed of light along “true time coordinate” in positive direction, remaining always simultaneously in one true time moment (one elementary true time interval).

2 Comparing of the SRT and the model

In this informational model the Lorentz transformations can be obtained quite naturally, [4] if it is [rather reasonably] postulated that:

(1) The Matter exists and evolves in a [at least] 4D lattice of FLEs, at that every particle and every system of particles (material body) moves – as some disturbance of the lattice - through the lattice, and, because of the FLEs' sizes are identical, through 4D spacetime also, with identical (by absolute value = the light speed in the vacuum, c) 4D speeds. At that in Matter there exist two main types of particles (and bodies that are systems of particles) – “T-particles” that were/ are created after an impacts [on the lattice] with the 4D momentums, which were/are directed along the t -axis (electrons, protons, etc.); and “S-particles”, when the impacts' momentums were/are spatially directed (e.g. photons); thus T-particles can move in the 1D [coordinate] time and in the 3D space simultaneously, when S-particles move in the 3D space only;

(2) The lattice – and the spacetime as well – don't depend on any Matter's bodies motion, they are absolute and constitute by this way for Matter absolute coordinate system(s) (4ACS). Insofar as the lattice is highly standardized for steps in any – time or space – direction (there is an “equal footing”), there can be established “absolute reference frame” (4ARF) which is at rest relating to an 4ACS and so it is inertial reference frame. There can be infinite number of equivalent 4ARFs and 4ACSSs, as results of translations and/ or (*spatial only*) rotations of some 4ARF (4ACS).

However such [“4D”] 4ARF cannot be realized in practice since every material object, including clocks, rules, observers [in certain sense, since the observers are partially non-material objects], etc., that are necessary constituents of any reference frame, are some “T-objects” that always move in the spacetime/the lattice (excluding some exotic cases when some T-particles can be, in certain sense, at rest in the 4ACS if they are built from particles and antiparticles, e.g. – the mesons). Thus there is a sense to say only about “absolute” reference frames that are at rest only relating to one of the two main dimensions of the Matter's spacetime – at rest in the 1D time and at rest in the 3D space. The first version can be realized only if all constituents of the reference frame – clocks, rules, observer – are made, for example, from photons; what is evidently cannot be realized on the practice; thus there is a sense to seek for the ARFs that are at 3D spatial rest only. Just these 3ARFs, which are at rest in the 3D Aether, were sought for in last decades of 19 century, including the Michelson and Morley experiment [14], and were claimed as principally non-existent in the special relativity theory – as well in this theory the absolute “Newtonian” spacetime is postulated as being non-existent, though.

Correspondingly in this paper below only the absolute reference frames that are at 3D spatial rest are considered. The existence of such frames in the informational model is evident – that are the frames, where the frames’ clocks, rules and observers (not only, of course) move in the [coordinate] time only, what is evidently possible.

(3) Since all/ every particles/ bodies always move in the 4D spacetime with the speed of light, the particle’s/ body’s motion is characterized by the 4D momentum, which is an analogue of the classical momentum, $\vec{P} = m\vec{V}$, $\vec{P} = m\vec{c}\vec{k}$, where m is some coefficient (the inertial mass), \vec{k} is 4D unit vector, at that every particle is always oriented relating to the \vec{k} .

Thus if a number of particles constitute a rigid body, this body becomes oriented relating to its movement direction also. An example – moving rigid rod having the length L - is shown in the Fig.1.

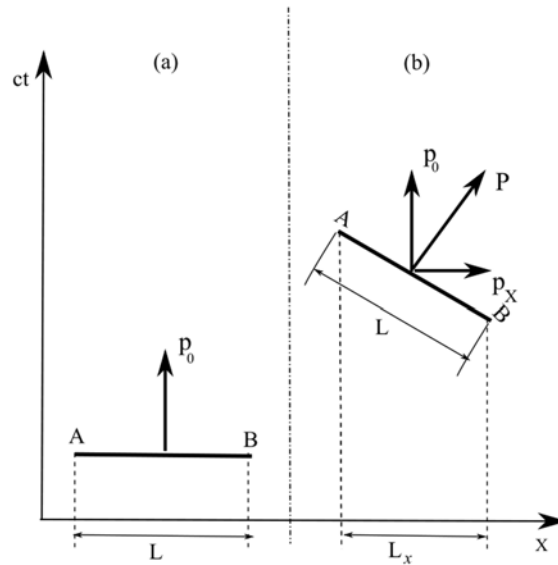


Fig.1. A rod having the length L moves in the spacetime: (a) – the rod is at 3D spatial rest (moves in the time only) in the ARF, (b) the rod moves also along X-axis with a speed V . The spatial length of the accelerated rod, $L_x = L(1 - \beta^2)^{1/2}$

At rest (Fig. 1 (a)) the rod moves along [coordinate] temporal axis [with the speed of light] having the momentum $\vec{p}_0 = m_0 c \vec{i}_t$ that is perpendicular to the rod. If the rod was impacted with transmission to the rod a spatial momentum $\vec{p}_x = m\vec{V}$, it moves in the space also, having in the spacetime the total momentum $\vec{P} = \vec{p}_0 + \vec{p}_x$, \vec{P} is again perpendicular to the rod.

From the Fig. 1 immediately follow the main equations of the special relativity theory (as well as of the Lorentz theory, though). Lorentz transformations:

- the first equation [$\beta \equiv V / c$]

$$x = vt + x'(1 - \beta^2)^{1/2}, \quad (1)$$

- and the second one:

$$t' = (1 - \beta^2)^{1/2}t - \frac{Vx'}{c^2}, \quad (2)$$

but with essential difference from the SRT – these equations aren't valid in whole [in the SRT – pseudoEuclidian Minkowski] Matter's spacetime, but are true for points of rigid mechanical systems (e.g., a system Earth + a satellite is rigid system also because of the gravity force) only, nothing happens at a motion of a body with the spacetime. Besides that the variables x', t' correctly relate to relative positions of the rod's points in the spacetime, they are also can be measured lengths (here - from the back of the rod) to some (here – the rod's) matter points, and clocks' readings in these points; thus for some rigid system of bodies it is possible to set some local inertial reference frame.

As well as from the postulates above follow main equations of the SRT dynamics.

Since $P = mc$ and since t -axis is normal to any spatial direction (so the momentum of a particle at 3D rest remains be constant as the temporal component of the 4D momentum at any spatial motion) it can be easily obtained for T-particles that

$$p_x = mV = \frac{m_0V}{(1 - \beta^2)^{1/2}} \equiv \gamma m_0V, \quad (3)$$

and, for example, calculating the work of some force F at the spatial (an temporal impact results in the creation of new particles) acceleration of a body with rest mass m_0 on a way S (in the Eq. (4) below $p \equiv p_x$ for convenience), we obtain:

$$A = \int_{S_1}^{S_2} F(S)dS = \int_{p_0}^p \frac{p(1 - \beta^2)^{1/2}}{m_0} dp = c \int_{p_0}^p \frac{p dp}{(p^2 + m_0^2 c^2)} dp = c\Delta P. \quad (4)$$

Since at motion of a body the work of the force results in the change of the body's kinetic energy, from (4) we obtain

$$\Delta E = E - E_0 = cP - cp_0, \quad (5a)$$

or

$$E = cP = \frac{m_0 c^2}{(1 - \beta^2)^{1/2}}, \quad (5b)$$

and for a body at rest in an 3D ARF

$$E_0 = cp_0 = m_0 c^2. \quad (5c)$$

3 Kinematical relations in moving mechanical systems

The Voigt-Lorentz t -decrement [in Eq.(2)] for the rod's matter (including clocks) along the rod's length (the maximum is $-\frac{VL}{c^2}$), appears at the acceleration of the rod up to the speed V and further remains constant for any fragment of the rod at the uniform motion.

So if (i) - one synchronizes a number of clocks along the rod before the acceleration; and, (ii) - after the acceleration up to some speed, e.g., the back end clock is transported slowly along the rod to the front end, so, that this clock constituted with the rod rigid system, - then the moving clock's and stationary clocks' [along the rod] readings will be identical, including for the [moved] back end and front end clocks eventually. But if one accelerates also a pair of synchronized clocks, which were placed initially on the distance L (Fig.2 (a)) also, let to the same speed V (Fig.2 (b), independently (freely), then the front clock reading will be identical to the both back ones, but will show later time than front end rod's clock; though all clocks are in both cases evidently in the same inertial reference frame.

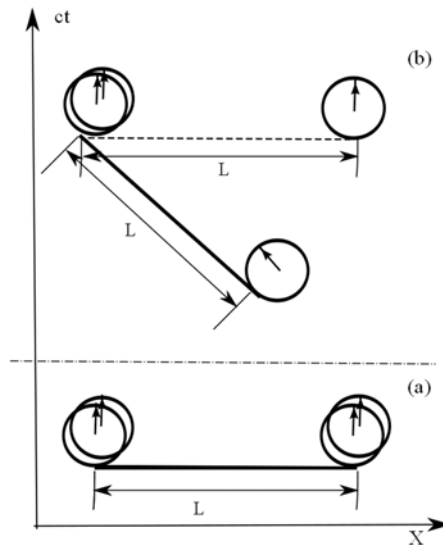


Fig. 2. Two pairs of synchronized clocks in the same reference frames. (a) at rest in an ARF, and (b) all clocks move with the same speed in the ARF, one pair constitutes the rigid body with accelerated rod; other pair moves independently on the rod.

This “de-synchronization” of clocks, which were equally impacted at the acceleration, dependently on are the clocks free or they constitute a rigid system, occurs not only in the case above.

Besides consider a simple kinematical problem.

Let in the middle point of moving rod a short light flash occurs. The rod's clocks readings, when the flash photons hit the clocks, are, if corresponding clock readings in an ARF is t and at the flash all clocks were set in the zero: on back end clock:

$$t_A = t(1 - \beta^2)^{1/2}; \text{ on the middle point clock; } t_M = t_A - \frac{VL}{2c^2}; \text{ on front end clock:}$$

$$t_B = t_A - \frac{VL}{c^2}.$$

Since photons move only in the space, the flash will be registered with some time increment, for example on back end clock, it is $\Delta t_A = \frac{L(1 - \beta^2)}{2(V + c)}$. So observed in the rod's

reference frame elapsed time is $\Delta t_{MA} = \frac{L}{2c}(1 - \beta) + \frac{L}{2c}\beta = \frac{L}{2c}$, so measured by this way speed of light in the rod's IRF is equal to c , though the real speed at photons' motion to the rod's back end is evidently equal to $V + c$.

Analogously the same result (measured speed of light is equal to c) can be easily obtained for the pair "middle point – front end" clocks; for the case, when the light moves from back end to front end (a mirror) and back, etc.

And on the contrary – if on the rod's ends there are two clocks and the time moments, when flashes hit the clocks, are set in the clocks as equal clocks showings, the clocks become be synchronized in accordance with the Lorentz transformations – that is "Einstein synchronization" in the SRT.

However from the Lorentz transformations for rigid systems evidently follows another synchronization method – the "slow clocks transport", when clocks are set in equal showings at some spatial point and further clocks are slowly ($\gamma \approx 1$) moved to the points where it is necessary to measure time intervals.

But if the clocks are free, the Lorentz transformations aren't valid completely and both synchronization methods above become be incorrect also, besides – the results of the "synchronizations" are different. Just this fact allows to observe the absolute motion of a system of clocks and to measure the absolute 3D speed of this system – what is principally impossible in the SRT.

4 Measurement of proper speed of an IRF

4.1. The use of the rigid and free systems of two clocks

From above follows the possibility of measurement at least of the proper speed of concrete reference frame [15], if in this frame an observer uses simultaneously a set of rigidly connected and independent (free) clocks, see Fig.3.

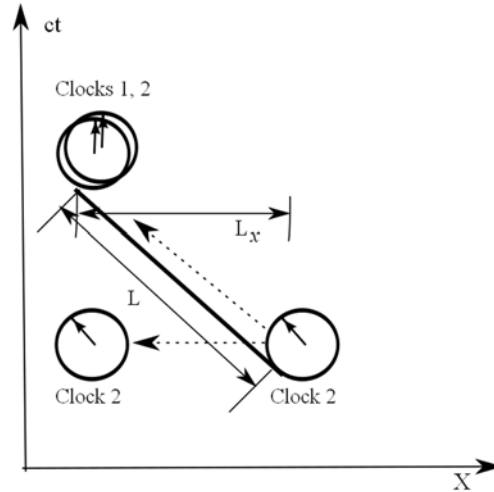


Fig. 3. A plot of clocks movements at measurement of the proper speed of a reference frame.

So, if there is a pair of synchronized clocks, and further one clock, here – the clock-2 is moved slowly back and forth in any direction, the clocks' readings at the clocks rendezvous will be identical, independently on – the moved clock-2 was rigidly mechanically connected by some rod with the fixed one (with clock-1) or the clock-2 moves independently.

But the moved clocks' readings at the motion are different. When the independently moved clock-2 readings are always identical to the fixed clock-1's ones, the connected [to the rod] clock-2 obtains additional decrement (if the clock is moved along a speed \vec{V} of the reference frame), $-\frac{Vx}{c^2}$, where x is the distance between the clocks, measured by the observer's (on the rod) rule.

Thus, if on some moving object, for example – on an Earth satellite, an observer can implement the scheme that is shown on the Fig. 3, then it can measure his proper speed. To do that, the observer should use two clocks and some rigid rod, let – with the length L .

Let one clock (clock-1) is fixed in the satellite and other clock (clock-2) is rigidly fixed on the rod's end, both clocks are synchronized. Then, if the rod is pushed along the satellite speed forward and back, after returning both clocks will have identical readings. However, if the clock-2 is pushed forward being rigidly coupled with the rod, but returns back independently, for example, by using own engine, the time decrement, which this clock obtained at pushing forward conserves and so the clocks' readings are different at their rendezvous on the decrement $-\frac{VL}{c^2}$ (at pushing back - $+\frac{VL}{c^2}$ correspondingly). For example, if the experiment would be made at the International Space Station ($V \sim 7600$ m/s) and for the rod's length $L=30$ m, the decrement is $\sim 2.5 \cdot 10^{-12}$ s.

Correspondingly from measured in this case the clock readings difference Δt_{12} and known rod's length the observer can determine the proper speed of his RF; in the case above – the orbital speed of the satellite, $V \approx \frac{\Delta t_{12} c^2}{L}$.

It is evident that such a procedure can be repeated any times with the accumulation of the decrements, so the requirements to the clocks' precision aren't too rigorous provided that they have adequate stability. If there were N repetitions, then $V \approx \frac{\Delta t_S c^2}{NL}$; where

$$\Delta t_S = \sum_{i=1}^N \Delta t_{12i} .$$

The measurement error for a single measurement in first approximation depends practically on the internal clocks' readings long-term and short-term uncertainties. Let the sum of the clocks' uncertainties is $\Delta_h \approx \Delta_{h1,2} 2^{1/2}$, where $\Delta_{h1,2}$ are the [equal here] individual clocks' error. Then for relative error for measured the $\beta = \frac{V}{c}$ value in first approximation obtain

$$\delta(\beta) \approx \frac{d\beta}{\beta} \approx \frac{\Delta_h c}{L\beta}, \quad (6)$$

and so

$$\beta \approx \frac{\Delta_h c}{L\delta(\beta)}. \quad (7)$$

For $\delta(\beta)$, for example be equal to 10%, $L = 30m$, $\Delta_h \approx 10^{-13}$ s, it is possible to measure the value $\beta \sim 10^{-5}$ (and more, of course), i.e. the proper speed of the clocks' system ~ 3000 m/s; the proper speed of the ISS above can be measured with 5% precision.

Note, again, that on Earth orbit it is impossible to measure the “proper absolute” speed, since all clocks, because of Earth gravity, always constitute a rigid systems relating to the absolute Mater's spacetime.

4.2. The use of free two clocks system

Another way to measure the absolute [or proper speeds for near Earth systems] speed is using of two synchronized in one point clocks 1 and 2 after the clocks are slowly transported apart on a distance L and measuring one-way time intervals of light flushes hits in opposite clocks at light motion between the clocks.

In this case real (in an ARF) one-way time intervals [in contrast to the case of a rigid system in the sec. 3 above], are $t_1 = \frac{L}{c-V}$ and $t_2 = \frac{L}{c+V}$, here t_1 and t_2 are possible clocks-1, 2 readings in an absolute reference frame. Though these values are unknown, we can obtain the actual (measured) clocks' readings - $t'_1 = \frac{L(1-\beta^2)^{1/2}}{c(1-\beta)}$ and $t'_2 = \frac{L(1-\beta^2)^{1/2}}{c(1+\beta)}$, where values L and β are unknown and the β value must be measured. Nonetheless we can use the equations $t'_1 - t'_2 = \frac{2L}{c} \frac{\beta}{(1-\beta^2)^{1/2}}$ and $t'_1 + t'_2 = \frac{2L}{c} \frac{1}{(1-\beta^2)^{1/2}}$ to obtain the equation that doesn't contain unknown [non-measurable] value of the distance between the clocks:

$$\beta = \frac{t'_1 - t'_2}{t'_1 + t'_2} \quad (8)$$

To estimate possible proper /absolute speed measurements errors in first approximation obtain (Δ_h - see the sec. 4.1 above):

$$\frac{d\beta}{\beta} \approx \frac{d(t'_1 - t'_2)}{t'_1 - t'_2} + \frac{d(t'_1 + t'_2)}{t'_1 + t'_2} \approx \frac{\Delta_h}{t'_1 - t'_2} + \frac{\Delta_h}{t'_1 + t'_2} \approx \frac{\Delta_h}{t'_1 - t'_2},$$

and the relative uncertainty occurs twice lesser then in the case when the system of free and rigidly connected clocks is used that is considered in the sec.4.1. But the rest is the same:

$$\delta\beta = \frac{d\beta}{\beta} \approx [t'_1 - t'_2 \approx \frac{2L\beta}{c}] \approx \frac{\Delta_h c}{2L\beta} \quad (9)$$

and

$$\beta \approx \frac{\Delta_h c}{2L\delta\beta} \quad (10)$$

- i.e. this method allow to obtain twice better precision or twice lower measured speed at equal errors comparing with the sec. 4.1 method.

However that is true only if the distance between the clocks is stable at the measurement (this problem is practically inessential in the experiment in the sec. 4.1 above), and the main contribution to the error is determined by the clocks precision limits. If that isn't so, then the rough analysis above isn't correct.

To estimate a possible contribution of the distance fluctuation consider an optimal but easily executed variant when the light flashes happen practically simultaneously, for example – by a program that make flashes at both clocks in given times in the cocks, for example – every exact second (or in any known times/ periods); after an measurement's cycle, the data about t_{1i} and t_{2i} are analyzed to make the β_i values by using the Eq.(8).

In this case fluctuations, dL , impact on the measurement results if they occur practically inside the intervals $(t_1 \pm t_2) \approx 2L/c$ (or L/c). For the corresponding error being near clocks errors, $\frac{dL}{c} \approx \Delta_h$, and suggesting that the fluctuations happen with constant

acceleration, a , for the a obtain: $a \approx \frac{c^3}{L^2} \Delta_h$ and for the distance $L \approx \left(\frac{c^3 \Delta_h}{a}\right)^{1/2}$.

It seems as rather reasonable that there cannot be impacts on, for example, a space probe with forces when corresponding acceleration would be greater then, say, 100 m/s^2 . Thus an acceptable distance, when the errors because of the fluctuations are comparable with the errors that depend on the clocks' inaccuracy, for, for example, $\Delta_h \approx 10^{-12}$, is $L \approx 500 \text{ km}$; returning to the Eq.(9) obtain that at such distance it is possible to measure the proper/ absolute speed lesser then 1 m/s .

I.e. in the case when the time intervals above are measured practically simultaneously, there is no the problem of the distance stability; including, besides the considered case above, the case when the distance between clocks changes constantly because of a difference of the clocks' spatial speeds up to a few m/s; at that this distance change can be rather simply determined, measured and decreased if necessary.

5 Conclusion

From the consideration above follow a number of implications.

First of all from the informational model's approach, which is used here, follows that if a system of measurement devices, i.e., rules and clocks, constitute a rigid system (because of the Earth gravity it is possible to create rigid systems even between / with satellites, well known example is the GPS system), then outcomes of any experiment aimed at the measurement of the speed of light value or observation of some proper speed of this system will be in accordance with the special relativity; as well with the Lorentz theory, though, because of in this case the theories are experimentally indistinguishable. Measured values will be the [standard] speed of light and zero object's proper speed correspondingly. This inference is true independently of what experiment was executed – “tests of Lorentz invariance” at using interferometers, “round trip” or “one or two way” methods at measurements of the light speed value or its isotropy (see, e.g., [16]-[22] and refs therein); as well as of what clock synchronization is applied – “Einstein synchronization” or slow transport of synchronized clocks. If some deviations from the theories would be observed, than there will be, with a great probability, an artifact.

But if one creates at least partially free system, some possibilities appear. The described above experiments on Earth satellite seem as rather promising, since on stationary orbits Earth gravity gradient (at least on a circular orbit) is small, and so rather possibly in this cases is inessential, so the measurement of a satellite orbital (proper in the Earth' reference frame) speed, rather probably, would be successful.

Nonetheless the Earth gravity makes impossible the measurement of the absolute speed, since the gravity always “has time” to correct the positions of clocks and rules in the 4D spacetime at the satellite orbital motion, so the instruments always constitute rigid systems relating to the ARF*.

However principally the measurement of the absolute speed is possible. To do that is necessary to send corresponding cosmic probe in a point in space where resulting gravity force (not the gravity potential), for example – in some “global libration points” in deep space, is weak enough. Further an automaton could execute the set of measurements of the probe speed values in at least 2π directions by using the retractable rod and the pair of clocks, or a pair of distant clocks, as that is described in the section 4 above. The direction of the rod or spatial direction between free clocks, when the measured speed value will be maximal, will be the direction of the absolute speed and the absolute speed value. At that the experiment with a pair free clocks (sec. 4.2) seems as more promising, however the choice depends on concrete technological possibilities.

There are no principal technical constraints for such experiments yet now. The mass of the probe would be, rather probably, not bigger than those that were launched already at other space missions. As well as seems that there aren't problems with the clocks – the measurement of time intervals with accuracy $\sim 10^{-16}$ (see, e.g., [23], [24]) isn't now something exotic.

H. Poincaré wrote about the absolute motion in “Science and hypothesis” [25]:

“... Again, it would be necessary to have an ether in order that so-called absolute movements should not be their displacements with respect to empty space, but with respect to something concrete. Will this ever be accomplished? I don't think so and I shall explain why; and yet, it is not absurd, for others have entertained this view...I think that such a hope is illusory; it was none the less interesting to show that a success of this kind would, in certain sense, open to us a new world...”

* Note, though, that that is true only if forces that act on the clocks and the rules are small enough, what is true in the existent now experimental situations. Besides in this case it is important that the Earth's absolute speed is rather small – possibly near 500-700 km/s. If the forces are large, the Earth gravity becomes be inessential and, for example, if the Earth's absolute speed would be large also – with γ essentially >1 - and be directed, say, in the ecliptic plain, then in such case it would occur, that unstable particles, which are created in accelerators, whose tubes are parallel to this plane, would live long, say, at day and short at night in summer and on the contrary at winter.

Acknowledgements

Authors are very grateful to Professor M. S. Brodin, Institute of Physics of NAS of Ukraine, for support and useful discussions of the problems that were considered in this paper

REFERENCES

- [1] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The Information and the Matter, [arXiv:physics/0703043](https://arxiv.org/abs/physics/0703043) [physics.gen-ph] (2007)
- [2] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, Inform Physics does is possible? (Conference XIXèmes Rencontres de Blois Matter and Energy in the Universe Blois, Loire Valley, France May 20th – May 26th Poster report) (2007)
- [3] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The Information as Absolute, <http://viXra.org/abs/1402.0173> DOI 10.5281/zenodo.34958 (2014)
- [4] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The informational physics indeed can help to understand Nature? [arXiv:0812.2819v5](https://arxiv.org/abs/0812.2819v5) [physics.gen-ph] (2010)
- [5] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The Informational conception and basic physics, <http://viXra.org/abs/1503.0077> DOI 10.5281/zenodo.16494 (2015)
- [6] N. Margolus Int. J. of Theor. Phys., 42(2) (2003) 309-342
- [7] H. Lyre, Time, Quantum and Information (Essays in Honor of C. F. von Weizsäcker) (eds) L. Castell and O. Ischebeck (Berlin: Springer-Verlag) p. 373 (2003)
- [8] C. F. von Weizsäcker, C. F. von Weizsäcker, Eine Frage Über die Rolle der quadratischen Metrik in der Physik, Zeitschrift für Naturforschung, 7a (1952) 141
- [9] C. F. von Weizsäcker, Komplementarität und Logik, Die Naturwissenschaften, 42 (1955) 521–529, 545–555
- [10] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, Space and Time, [arXiv:1110.0003v3](https://arxiv.org/abs/1110.0003v3) [physics.gen-ph] (2013)
- [11] R. Penrose 1971 *Quantum Theory and Beyond* (ed) T Bastin (Cambridge University Press) p. 151
- [12] R. D. Sorkin, *Relativity and Gravitation: Classical and Quantum* (SILARG VII Conference Proc.) (ed) J C D’Olivo, E Nahmad-Achar, M Rosenbaum, M P Ryan, L F Urrutia and F Zertuche (Singapore: World Scientific) (1991) p. 150
- [13] D. Finkelstein Space-Time Code, *Phys. Rev.* 184 (5) (1969) 1261
- [14] A.A Michelson and E.W. Morley, On the relative motion of the Earth and the luminiferous ether, *American Journal of Science* 34: 333–345 (1887)
- [15] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The informational model - possible tests, [arXiv:0706.3979v3](https://arxiv.org/abs/0706.3979v3) [physics.gen-ph] (2011)
- [16] C. M. Will, Clock synchronization and isotropy of the one-way speed of light *Phys. Rev. D* 45 (1992) 403-406
- [17] C. M. Will, Special Relativity: A Centenary Perspective, [arXiv:gr-qc/0504085](https://arxiv.org/abs/gr-qc/0504085) [gr-gc] (2005)
- [18] D. W. MacArthur, , Special relativity: Understanding experimental tests and formulations, *Phys. Rev. A* 33 (1986) 1-5

- [19] V. A. Kostelecký and M. Mewes, Sensitive Polarimetric Search for Relativity Violations in Gamma-Ray Bursts, *Phys. Rev. Lett.* 97 (2006) 140401-140405
- [20] Qi Sh Jian, Generalized Edwards Transformation and Principle of Permutation Invariance, *Int. J. Theor. Phys.* 47 (2008) 751–764
- [21] V. G. Gurzadyan et al., Probing the light speed anisotropy with respect to the cosmic microwave background radiation dipole, *Mod. Phys. Lett. A* 20 (1) (2005) 19-23
- [22] M. A. Hohensee, R. Lehnert, D. F. Phillips and R. L. Walsworth, Particle-Accelerator Constraints on Isotropic Modifications of the Speed of Light, *Phys. Rev. Lett.* 102 (2009) 170402-170407
- [23] A. D. Ludlow *et. al.*, Sr Lattice Clock at 1×10^{-16} Fractional Uncertainty by Remote Optical Evaluation with a Ca Clock, *Opt. Lett.* 32(6) (2007) 641-646
- [24] A. D. Ludlow *et. al.*, Compact, thermal-noise-limited optical cavity for diode laser, stabilization at 1×10^{-15} , *Science* 319 (2008) 1805-1811
- [25] H. Poincaré *Science and Hypothesis*, (New York: the Walter Scott publ.) (1905) p. 171

APPENDIX

(Russian version)

Измерение абсолютной скорости возможно?

С. В. Шевченко¹ и В. В. Токаревский²

¹*Институт Физики НАН Украины, Пр. Науки 46, Киев-28, Украина*

²*Профессор, Пр. Науки 46, Киев-28, Украина*

Abstract One of popular problems, which are experimentally studied in physics in a long time, is the testing of the special relativity theory, first of all – measurements of isotropy and constancy of light speed; as well as attempts to determine so called “absolute speed”, i.e. the Earth speed in the absolute spacetime (absolute reference frame), if this spacetime (ARF) exists. Corresponding experiments aimed at the measuring of proper speed of some reference frame in other one, including [the absolute speed] in the ARF, are considered in the paper.

Key words: информационная физика, специальная теория относительности, пространство-время, экспериментальная проверка

PACS numbers: 01.70.+w, 03.30.+p, 04.80.Cc

1 Введение

В [1 - 3] было строго показано, что Материя в нашей Вселенной – и Вселенная в целом – это некие информационные системы (структуры), существующие как непрерывно изменяющиеся [практически] бесконечно малые подмножества, в

сравнении с Множеством, в абсолютно бесконечном и фундаментальном Множестве “Информация”. Данная информационная концепция позволяет выдвинуть физическую модель (см. [4], [5]), которая, основываясь практически лишь на Принципе неопределенности, адекватно описывает движение и взаимодействия частиц в пространстве-времени. В модели [субатомные] частицы есть некие замкнутые алгоритмы, выполняющиеся на “hardware компьютера Материя [6]”, которое [hardware] состоит из замкнутых цепей элементарных логических элементов (ФЛЭ), которые, в свою очередь, есть некие аналоги (впрочем, отличающиеся) С. F. von Weizsäcker’s 1950-54 years “Urs” [7-9].

Размеры ФЛЭ в обеих (пространственном и “координатно-временном” (см. ниже) направлениях одинаковы и равны Планковской длине l_p , $l_p = \left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{1/2}$ (\hbar - приведенная постоянная Планка (элементарное действие), G – гравитационная константа, c - скорость света в вакууме); время “flip-a” ФЛЭ равно Планковскому времени, $\tau_p, \tau_p = \frac{l_p}{c}$.

Пространство-время. Введение понятий Пространства и Времени в модель [3], [5], [10] совершенно естественно – это фундаментальные и универсальные, т.е. действующие на всем Множестве, логические Правила / возможности, которые позволяют (и неявно определяют - как выделять) выделять отдельные информационные структуры, например, частицы, в основной структуре (т.е. в Материи) с учетом при этом фиксированных и динамических характеристик этих структур.

(Мы не рассматриваем здесь главную проблему при определении понятии “Время”, которая следует из логической противоречивости любого изменения в любой, включая материальные, системе; включая, например, пространственное движение систем – это в первом приближении обсуждается в [3]; и принимаем здесь существование динамических систем и движение материальных объектов, по крайней мере, как экспериментальный факт)

Как возможности Пространство и Время различаются в том, что Пространство в Множестве имеет бесконечное число “измерений”, в то время как для Времени сегодня известно только два “измерения” - “истинное время” и “координатное время” (см. ниже); число измерений, которое “используются” в конкретной информационной системе определяется практически полностью свойствами данной конкретной системы. В системе “Материя” Пространство и Время реализуют себя как некая 4D-Пустота (5D-?), где размещена плотная решетка ФЛЭ – в какой-то степени аналог

“spin-network” [11], “causal set” [12], “Space-time points in causal space” [13], и т.п. Таким образом, Пространство и Время универсальны и “абсолютны”, они существуют всегда, поскольку существуют также (“виртуально”) до начала и после конца любой структуры, включая – Материю в нашей Вселенной.

Как правила Пространство и Время устанавливают, что между отдельными объектами (включая материальные объекты – частицы, тела, т.п.) всегда должен быть ненулевой “пространственный интервал”, между различными состояниями изменяющегося объекта всегда должен быть ненулевой “временной интервал” (“ненулевая продолжительность”). Временные интервалы всегда сопровождают каждое изменение каждого изменяющегося объекта, так что постоянное увеличение временного интервала в процессе непрерывной эволюции Материи, что создает иллюзию некоего самостоятельного (активного) “потока времени; хотя этот поток только сопровождает эволюцию/ изменения.

С другой стороны, поскольку “Материя - компьютер”, и каждый “автомат” в этом компьютере, т.е. каждый материальный объект, и каждая система объектов “работает” со стабильной “тактовой частотой”, измеряемые конкретные временные и пространственные интервалы оказываются полезными при описании процессов, которые идут в материальных системах как “временные” “пространственные” переменные, которые характеризуют изменения объектов в 4D Евклидовом пространстве-времени, где каждый элемент Материи – частица, молекула, звезда, т.п., – имеет свои пространственные и временные координаты.

Пространство Материи есть 3D и Евклидово, тогда как Время “two-faced” – в Материи действуют одновременно два правила/ возможности “Время” - “абсолютное (или “истинное”) время” и “координатное время”. Абсолютное/ истинное время определяет, что для любого изменения в (например, для flip-а какого-нибудь ФЛЭ в любом - “пространственном” или “координатно-временном” – направлении) необходимо затратить “интервал истинного времени”. Таким образом, истинное время “течет”, т.е. изменяется, только в одном (“положительном”, как это принято сегодня в физике) направлении по определению. “Координатное время” существует в данной Материи, поскольку чтобы выполнять обратные операции, которые логически некорректны, если существует только абсолютное время, необходимо иметь соответствующее правило, которое разрешает и определяет такие операции. Соответственно в данной Материи объекты могут перемещаться в 4D пространстве-времени во времени в двух (прямом и обратном, \pm) направлениях – как и в пространственных направлениях. И именно 1D координатное время вместе с 3D пространством образуют 4D пространство-время для Материи.

Временная ось в ПВ ортогональна любой пространственной линии, включая, естественно, 3 [например, Декартовым] пространственным осям; что следует из постулируемого в данной модели положения, что ФЛЭ имеет 4 независимых степени свободы при изменении состояния (при “флипах” ФЛЭ) и, например, из экспериментально измеренного соотношения величин “массы покоя” и “релятивистской массы” – поскольку в макрофизике обычно все взаимодействия происходят с обменом пространственных 3D импульсов, а тело в покое “инвариантно” движется только в временном направлении, вследствие ортогональности временной координаты “релятивистская масса” оказывается “поперечной массой”.

Абсолютное время не является координатой в данной модели, хотя может быть пятой координатой в некоем 5D пространстве-времени, где *все материальные объекты, поскольку непрерывно изменяются*, и потому – движутся [после того как в/при Начале Материя получила порцию чего-то, что в физике называется “энергия”] с 4D скоростями, имеющими одинаковые абсолютные значения, равные скорости света, в 4D пространстве-времени, движутся одновременно со скоростью света вдоль “5-й координаты истинного времени” в положительном направлении, оставаясь всегда в одном моменте (в пределах одного элементарного интервала) истинного времени.

2 Сравнение СТО и модели

В данной информационной модели преобразования Лоренца могут быть получены естественным путем [4] если [вполне разумно] постулируется, что:

(1) Материя существует и эволюционирует в [по крайней мере] 4D решетке из ФЛЭ, при этом каждая частица и каждая жесткая система частиц (материальное тело) всегда движется в решетке, и, поскольку размеры всех ФЛЭ идентичны - в 4D пространстве-времени, с одинаковыми по абсолютной величине (которая равна скорости света в вакууме) 4D скоростями. При этом в Материи существуют два основных типа частиц - “Т-частицы”, которые рождались/ рождаются в результате воздействия [на решетку] 4D (в данном случае - 1D) импульсами, которые направлены вдоль t -оси (электроны, протоны, т.п.); и “S-частицы”, когда импульсы при взаимодействии с решеткой имели 3D пространственное направление (например - фотоны); соответственно Т-частицы могут двигаться во (координатном) времени и в пространстве одновременно, в то время как S-частицы движутся только в 3D пространстве;

(2) Решетка – и пространство-время – не зависят от какого либо движения тел в Материи, они абсолютны и образуют для Материи абсолютную систему координат (АСК). Поскольку решетка регулярна и одинакова для шагов в любом – пространственном или временном – направлении (“equal footing”), в ней есть

возможность образования “абсолютной системы отсчета” (АСО), которая покоится относительно АСК и потому является “инерциальной системой отсчета”. Возможно бесконечное число эквивалентных АСО и АСК как результат трансляций и / или (только пространственных) поворотов некоторой произвольно выбранной АСО (АСК).

Однако такие [“4D”] ИСО не могут быть реализованы на практике, поскольку каждый материальный объект, включая часы, линейки, наблюдателей [в определенном смысле, т.к. наблюдатель частично нематериальный объект], т.п., которые являются необходимыми компонентами систем отсчета, являются некими “Т-объектами”, которые непрерывно движутся в 4D пространстве-времени/решетке (исключая некоторые экзотические случаи, когда некоторые Т-частицы могут быть в покое относительно АСК, если они состоят из частиц и античастиц – например, мезонов. Но такие частицы вряд ли могут быть использованы при создании систем отсчета).

Таким образом, имеет смысл говорить об “абсолютных” системах отсчета, которые находятся в покое относительно одного из двух основных измерений в пространстве-времени – в покое относительно 1D времени и в покое относительно 3D пространства. Первая версия может быть реализована только если все компоненты системы отсчета изготовлены, например из фотонов, что очевидно нереализуемо на практике; таким образом имеют смысл только АСО, которые в 3D пространственном покое. Именно такие АСО, которые находятся в покое относительно 3D эфира, искались в последние десятилетия 19 столетия, включая the Michelson and Morley эксперимент [14], и были объявлены принципиально несуществующими в специальной теории относительности – вместе с абсолютным “Ньютоновским” пространством-временем.

Соответственно в данной статье рассматриваются только абсолютные системы отсчета, находящиеся в 3D пространственном покое. Существование таких систем в данной информационной модели очевидно – это системы, в которых часы, линейки и наблюдатели (не только, конечно) движутся только в [координатном] времени, что очевидно возможно.

(3) Поскольку все / каждая частицы всегда движутся относительно в 4D пространстве со скоростью света, движение частицы характеризуется 4D импульсом, который есть аналог классического импульса, $\vec{P} = m\vec{V}$, $\vec{P} = mc\vec{k}$, где m - коэффициент (масса частицы), \vec{k} - 4D единичный вектор в направлении движения,, при этом частица всегда ориентирована относительно \vec{k} .

Если частицы составляют жесткое тело, это тело также ориентировано относительно направления его движения. Пример – движущийся стержень длиной L – показан на Рис.1.

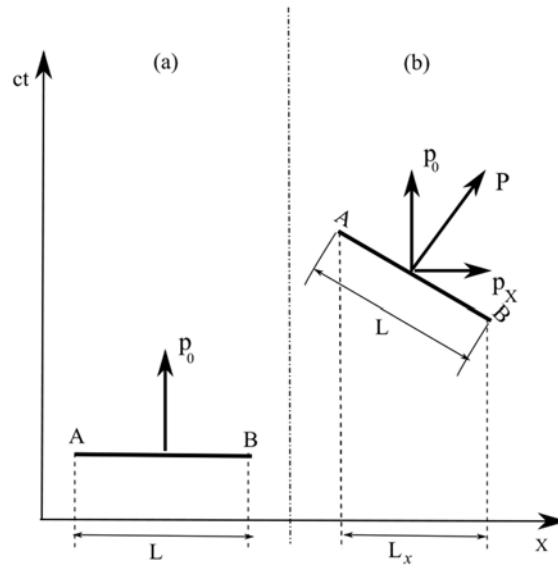


Рис.1. Стержень длиной L движется в пространстве-времени: (а) – стержень в покое (в пространстве, движется только во времени) в АСО, (б) стержень движется также вдоль оси X со скоростью V . Пространственная длина ускоренного стержня, $L_x = L(1 - V^2 / c^2)^{1/2}$

В покое (Рис. 1 (а)) стержень движется вдоль временной оси [со скоростью света] с импульсом $\vec{p}_0 = m_0 c \vec{i}_t$ который перпендикулярен стержню, расположенному вдоль оси X . Если в результате (пространственного) воздействия стержень приобрел пространственный импульс $\vec{p}_x = m \vec{V}$, он движется в 4D ПВ, с полным импульсом $\vec{P} = \vec{p}_0 + \vec{p}_x$, \vec{P} остается перпендикулярен стержню.

Из Рис.1 немедленно следуют основные формулы СТО (впрочем - и теории Фогта-Фитцджеральда-Лоренца...). Преобразования Лоренца [$\beta \equiv V / c$]:

- первое:

$$x = vt + x'(1 - \beta^2)^{1/2}, \quad (1)$$

- и второе:

$$t' = (1 - \beta^2)^{1/2} t - \frac{Vx'}{c^2}, \quad (2)$$

но существенно отличные от ПЛ в СТО – эти уравнения не верны во всем [в СТО – псевдоевклидовом (но реальном!??)], возможно бесконечном для данной Материи, пространстве-времени, они верны только для жестких механических систем (в т.ч. система Земля+спутник является жесткой системой в результате действия

гравитации), ничего nothing happens at a motion of a body with the spacetime. Кроме того что переменные x', t' корректно соотносятся с относительными позициями точек стержня в пространстве-времени, это еще и могут быть результаты измерений длин (здесь от заднего конца стержня) до точек (здесь - стержня), и показания часов в этих точках, так что для некоего стержня возможно создание некоей локальной системы отсчета.

Из представленных выше постулатов следуют и основные выражения для динамики СТО.

Поскольку $P = mc$ и поскольку ось t нормальна к любому направлению в пространстве (поэтому импульс частицы в покое в АСК остается константой при любом движении в пространстве) легко можно получить, что:

$$p_x = mV = \frac{m_0 V}{(1 - \beta^2)^{1/2}}, \quad (3)$$

и, например, вычисляя работу некоторой силы F при пространственном ускорении (передача импульса во временном направлении приводит к созданию новых частиц) некоторого тела с массой покоя m_0 на пути S (в уравнении (4) ниже $p \equiv p_x$ для удобства), получаем:

$$A = \int_{S_1}^{S_2} F(S) dS = \int_{p_0}^p \frac{p(1 - \beta^2)^{1/2}}{m_0} dp = c \int_{p_0}^p \frac{p dp}{(p^2 + m_0^2 c^2)} dp = c \Delta P. \quad (4)$$

Поскольку при движении тела работа силы приводит к изменению его кинетической энергии из (4) получаем

$$\Delta E = E - E_0 = cP - cp_0, \quad (5a)$$

или

$$E = cP = \frac{m_0 c^2}{(1 - \beta^2)}, \quad (5b)$$

и для тела в покое относительно АСО (АСК)

$$E_0 = cp_0 = m_0 c^2. \quad (5c)$$

3 Кинематические соотношения в движущихся механических системах

Временной декремент Фогта-Лоренца в (2) для вещества стержня (включая часы) вдоль длины стержня (максимум $-\frac{VL}{c^2}$), появляется при ускорении стержня до

скорости V и в дальнейшем остается постоянным для любого его фрагмента при равномерном движении. Поэтому, если (i) – синхронизовать какое-нибудь число часов вдоль стержня до ускорения, и (ii) – после ускорения до заданной скорости, например, часы заднего конца стержня медленно перемещать вдоль стержня, так, чтобы часы и стержень образовывали жесткую систему, то показания движущихся часов и часов вдоль стержня будут одинаковыми, включая показания часов, ранее бывших на противоположных концах стержня. Но если ускорить параллельно еще и пару синхронизированных до ускорения часов, которые также до ускорения располагались рядом с часами на стержне (Рис.2 (a)), до той же скорости V (Рис.2 (b)), независимо, т.е. свободно, от стержня и от друг друга (например, используя собственные двигатели часов), показания свободных часов окажутся идентичными, декремент Фогта-Лоренца будет равен нулю, расстояние между свободными часами останется прежним (т.е., L) и их показания будут больше, чем у прикрепленных часов на переднем конце стержня; хотя все часы при этом, очевидно, находятся в одной и той инерциальной системе отсчета.

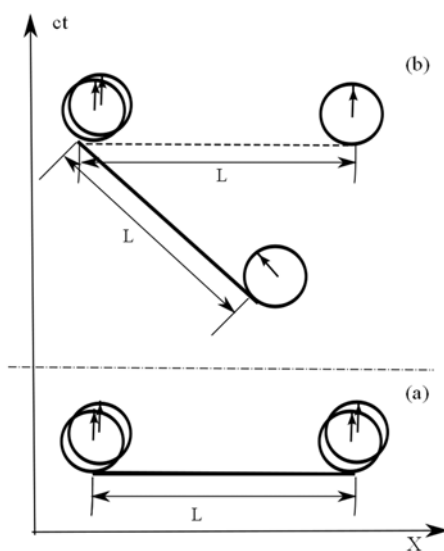


Рис. 2. Две пары синхронизированных часов в одной и той же системе отсчета. (a) в покое относительно АСО, и (b) все часы движутся с одинаковой скоростью в АСО; одна пара образует жесткую систему с ускоряемым стержнем; вторая пара движется независимо от стержня.

Как пример рассмотрим простую кинематическую задачу.

Пусть в средней точке движущегося стержня происходит короткая вспышка света. При вспышке показания часов, если показания часов в АСО есть t : на заднем конце

стержня: $t_A = t(1 - \beta^2)^{1/2}$; в середине стержня; $t_M = t_A - \frac{VL}{2c^2}$; на переднем конце:

$$t_B = t_A - \frac{VL}{c^2}.$$

Поскольку фотоны движутся только в пространстве, вспышка будет зарегистрирована с определенным временным инкрементом, например для часов на заднем конце этот инкремент $\Delta t_A = \frac{L(1 - \beta^2)}{2(V + c)}$. Таким образом, наблюдаемое значение

соответствующего интервала времени в ИСО стержня равно

$$\Delta t_{MA} = \frac{L}{2c}(1 - \beta) + \frac{L}{2c}\beta = \frac{L}{2c},$$

и при этом измеренная скорость света вдоль стержня в ИСО стержня равна c , хотя “скорость сближения фотонов и заднего конца стержня” очевидно равна $V + c$.

Аналогично такой же результат (измеренная скорость света равна c) можно легко получить для пары часов “средняя точка – передний конец стержня”; для случая, когда фотоны движутся из конца в конец, туда и обратно, т.п.

И наоборот, – если на концах стержня находятся часы и временные моменты, когда фотоны вспышки в центре попадают в часы, устанавливая на часах одинаковые показания (например – сбрасывают часы в ноль), часы оказываются синхронизированными в соответствии с преобразованиями Лоренца – т.н. “метод синхронизации Эйнштейна” в СТО

Однако из преобразований Лоренца в жестких системах существует и другой метод синхронизации – “медленный транспорт часов”, когда на часах в одной пространственной точке устанавливаются одинаковые показания и далее часы медленно ($\gamma \approx 1$) транспортируются в точки, где необходимо мерять временные интервалы.

Но если для измерений использовать свободные часы, преобразования Лоренца полностью не выполняются и два метода выше становятся также некорректными, кроме того, результаты “синхронизации” окажутся различными. Именно данный факт позволяет наблюдать абсолютное движение какой-то системы часов и измерять абсолютную 3D скорость таких систем – что принципиально невозможно в СТО.

4 Измерение собственной скорости ИСО

4.1. Применение жестких и свободных систем двух часов

Из представленного выше следует возможность измерения по крайней мере собственной скорости данной ИСО1 в другой (ИСО2) [15], если наблюдатель в ИСО1 использует одновременно систему жестко связанных и свободных часов, показанную на Рис. 3.

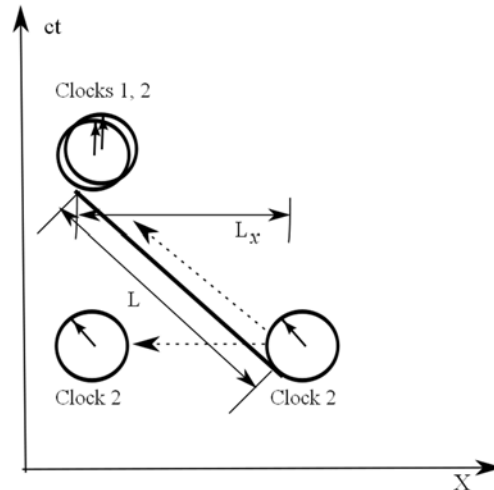


Рис. 3. Схема перемещений часов при измерении собственной скорости инерциальной системы отсчета.

Итак, если есть пара синхронизированных в данной точке часов, и далее одни часы – пусть clock-2 выдвигаются медленно вперед и назад в любом направлении, показания часов при встрече часов окажутся идентичными, независимо от того – выдвигаемые часы были жестко механически прикреплены к какому-тодвигаемому стержню вместе с (неподвижными) часами clock-1; или часы clock-2 двигались независимо.

Но если эти операции производятся в движущейся системе, показания часов будут различны. В то время как показания независимо движущихся часов clock-2 всегда совпадают с показаниями (фиксированных) часов clock-1, закрепленные на выдвигаемом стержне часы во время выдвига получают дополнительный декремент (если выдвиг направлен вдоль скорости \vec{V} данной системы отсчета), $-\frac{Vx}{c^2}$, где x это расстояние между часами, измеренное линейкой наблюдателя в ИСО.

Таким образом, если на каком либо движущемся объекте, например – спутнике на орбите вокруг Земли, наблюдатель проведет операции по показанной на Рис 3. схеме, то он сможет измерить свою скорость. Для этого достаточно использовать двое часов и какой-нибудь стержень, пусть – длиной L .

Пусть при этом одни часы (clock-1) закреплены на спутнике, а другие (clock-2) жестко фиксированы на конце стержня, жестко связанного со спутником, часы синхронизированы на спутнике. Тогда, если стержень выдвигается вдоль скорости спутника вперед и назад, показания часов по возвращении clock-2 будут идентичные. Однако, если clock-2 выдвигается вперед будучи фиксированным на конце стержня, но возвращается независимо, полученный временной декремент сохранится и показания при встрече часов окажутся различными на величину $-\frac{VL}{c^2}$ (при выдвиг назад - $+\frac{VL}{c^2}$ соответственно). Например, если эксперимент выполнялся бы на Международной космической станции ($V \sim 7600$ m/s) при длине стержня $L=30$ m, разница показаний часов $\sim 2.5 \cdot 10^{-12}$ s.

Соответственно из измеренной разницы показаний Δt_{12} и из известной длины стержня наблюдатель может определить собственную скорость его ИСО - орбитальную скорость спутника, $V \approx \frac{\Delta t_{12} c^2}{L}$.

Очевидно, что такая процедура может быть повторена сколько угодно раз с накоплением декрементов, поэтому требования к погрешности часов сравнительно невысоки, в первую очередь должна быть обеспечена адекватная стабильность. Если в данном случае для clock-2 проведено N циклов “выдвиг на стержне – возврат независимо”, $V \approx \frac{\Delta t_s c^2}{NL}$; где $\Delta t_s = \sum_{i=1}^N \Delta t_i$.

Ошибка измерений для единичного измерения в первом приближении зависит только от внутренней долго- и коротко- временной нестабильности (погрешности) часов. Пусть сумма погрешностей часов 1 и 2 $\Delta_h \approx \Delta_{h12} 2^{1/2}$, where Δ_{h12} есть [здесь равные] погрешности каждого часов. Тогда для относительной ошибки измерений нормированной на скорость света скорости системы $\beta = \frac{V}{c}$ в первом приближении получаем obtain

$$\delta(\beta) \approx \frac{d\beta}{\beta} \approx \frac{\Delta_h c}{L\beta}, \quad (6)$$

and so

$$\beta \approx \frac{\Delta_h c}{L\delta(\beta)}. \quad (7)$$

Для $\delta(\beta)$, например, 10%, $L = 30$ m, $\Delta_h \approx 10^{-13}$ s, оказывается возможным измерение значения $\beta \sim 10^{-5}$ (и более, конечно), т.е. собственную скорость системы часов ~ 3000 м/с; собственная скорость МКС может быть измерена с 5% погрешностью.

Отметим, еще раз, что на земной орбите невозможно померять “собственную абсолютную” скорость, поскольку все часы под действием земной гравитации всегда образуют жесткие системы относительно абсолютного пространства-времени Материи.

4.2. Применение системы двух свободных часов

Другой путь при измерении абсолютной [или собственной для систем вблизи Земли] скорости есть использование двух синхронизированных в одной точке часов 1 и 2 после того, как эти часы медленно разведены в пространстве на расстояние L и измерение “однопутных” one-way временных интервалов, когда вспышки света с противоположных часов регистрируются другими часами

В этом случае реальные (т.е. в абсолютной системе отсчета) временные интервалы [в отличие от случая в жесткой системе в примере раздела 3 выше], есть $t_1 = \frac{L}{c-V}$ и $t_2 = \frac{L}{c+V}$, где t_1 и t_2 есть показания часов-1, 2 в абсолютной системе отсчета. Хотя эти величины неизвестны, можно получить выражения для реальных (измеренных) показаний - $t'_1 = \frac{L(1-\beta^2)^{1/2}}{c(1-\beta)}$ и $t'_2 = \frac{L(1-\beta^2)^{1/2}}{c(1+\beta)}$, где величины L и β неизвестны и значение β value необходимо померять. Тем не менее можно использовать соотношения $t'_1 - t'_2 = \frac{2L}{c} \frac{\beta}{(1-\beta^2)^{1/2}}$ и $t'_1 + t'_2 = \frac{2L}{c} \frac{1}{(1-\beta^2)^{1/2}}$ чтобы получить уравнение, которое не содержит неизвестную [не измеряемую] величину расстояния между часами:

$$\beta = \frac{t'_1 - t'_2}{t'_1 + t'_2} \quad (8)$$

Чтобы оценить возможную ошибку измерения собственной /абсолютной скорости в первом приближении получаем (Δ_h - см. разд. 4.1 выше):

$$\frac{d\beta}{\beta} \approx \frac{d(t'_1 - t'_2)}{t'_1 - t'_2} + \frac{d(t'_1 + t'_2)}{t'_1 + t'_2} \approx \frac{\Delta_h}{t'_1 - t'_2} + \frac{\Delta_h}{t'_1 + t'_2} \approx \frac{\Delta_h}{t'_1 - t'_2},$$

и относительная погрешность оказывается в два раза меньше, чем при использовании системы свободных и закрепленных часов в разд. 4.1. Но остальное практически то же:

$$\delta\beta = \frac{d\beta}{\beta} \approx [t'_1 - t'_2 \approx \frac{2L\beta}{c}] \approx \frac{\Delta_h c}{2L\beta} \quad (9)$$

и

$$\beta \approx \frac{\Delta_h c}{2L\delta\beta} \quad (10)$$

Однако это верно, только если расстояние между часами постоянно при измерениях (эта проблема практически несущественна в эксперименте в разд. 4.1 выше), и основной вклад в погрешность определяется только погрешностями часов. Если это не так, то анализ выше некорректен.

Чтобы оценить возможный вклад флуктуаций расстояния рассмотрим оптимальный, но легко реализуемый вариант, когда вспышки света происходят практически одновременно, например – по программе, которая запускает вспышки на обеих часах одновременно, в заданное время, например – каждую точную секунду (или в любые другие заданные моменты/ периоды); после каждого цикла измерений данные о t_{1i} и t_{2i} анализируются для получения аге величин β_i по формуле Eq.(8).

В этом случае флуктуации, dL , влияют на результаты измерений, если они происходят в пределах интервалов $(t_1 + t_2) \approx 2L/c$ (или L/c). При соответствующих погрешностях вблизи погрешностей часов, $\frac{dL}{c} \approx \Delta_h$, и в предположении что

флуктуации происходят с постоянным ускорением, a , получаем для a : $a \approx \frac{c^3}{L^2} \Delta_h$; и

для расстояния $L \approx \left(\frac{c^3 \Delta_h}{a}\right)^{1/2}$.

Выглядит вполне разумным, что при измерениях не может быть воздействий на, например, космический аппарат, с силами, когда соответствующее ускорение может быть более, например, 100 m/s^2 . Таким образом, приемлемое расстояние при котором ошибка вследствие флуктуаций сравнима с погрешностью часов, например $\Delta_h \approx 10^{-12}$, есть $L \approx 500 \text{ km}$; возвращаясь к Eq.(9) получаем, что на таком расстоянии возможно измерение собственных/ абсолютных скоростей менее чем 1 m/s .

Т.е. в случае практически одновременного измерения времен пролета фотонов между часами проблема стабильности расстояния практически отсутствует, включая, кроме рассмотренного выше случая, и случай, когда расстояние постоянно изменяется вследствие возможной разницы скоростей часов в пределах нескольких м/с; при этом в данном случае постоянное изменение расстояния вполне просто можно обнаружить, измерить и, при необходимости, уменьшить до допустимых значений.

5 Заключение

Из рассмотрения выше следуют несколько выводов:

В первую очередь из информационной модели следует, что если система измерительных инструментов, т.е. линеек и часов, образует жесткую систему отсчета (из-за гравитации Земли жесткую систему можно создать даже при измерениях между спутниками или в системах “спутник – наземный прибор”, широко известный пример – система GPS), то результаты измерений временных интервалов и расстояний, скорости света и т.п. будут в соответствии с СТО; впрочем, и с теории Фогта-Фитцджеральда...-Лоренца, поскольку в этом случае обе теории экспериментально не различимы. Результаты будут одинаково “верны” (“в соответствии с теорией”) независимо от того – что измерялось – то ли это была “проверка Лоренц - инвариантности” с применением интерферометров, “двухпутевой” или “однопутевой” метод измерения скорости света или ее изотропии, и т.п. (см., например, [16]-[22] и ссылки в этих статьях); как и независимо от того – какой способ синхронизации часов применялся – “синхронизация Эйнштейна” или медленный транспорт часов. Если какие-то отклонения от теоретических оценок и получаются, то в этом случае результат будет не более чем некий экспериментальный артефакт.

Но если есть возможность создания системы свободных инструментов (по крайней мере - часов), появляются новые возможности. Описанный выше эксперимент на земном спутнике выглядит как весьма многообещающий, поскольку влияние земной гравитации в данном случае (по крайней мере на круговой орбите) оказывается несущественным и измерение орбитальной скорости спутника (собственной скорости в системе отсчета Земли) с большой вероятностью окажется результативным, в то время как это принципиально невозможно в рамках существующих теорий

Тем не менее, земная гравитация делает невозможным измерение абсолютной скорости, поскольку у гравитации всегда “есть время” чтобы откорректировать положения часов и линеек в 4D пространстве-времени так, что относительно АСО они при этих операциях все равно составляют (по крайней мере, частично) жесткую систему*.

* (Note, though, that that is true only if forces that act on the clocks and the rules are small enough, what is true in the existent now experimental situations. Besides in this case it is important that the Earth's absolute speed is rather small – possibly near 500-700 km/s. If the forces are large, the Earth gravity becomes be inessential and, for example, if the Earth's absolute speed would be large also – with γ essentially >1 - and be directed, say, in the ecliptic plain, then in such case it would occur, that unstable particles, which are created in accelerators, whose tubes are parallel to this plane, would live long, say, at day and short at night in summer and on the contrary at winter)

Однако принципиально измерение абсолютной скорости возможно. Для этого необходимо направить космический аппарат в точку межпланетного пространства, где результирующая гравитационная сила (но не гравитационный потенциал) – например, в “глобальной точке либрации” в далеком космосе, близка к нулю. Далее автомат может провести серию измерений собственной скорости в по крайней мере в 2π направлениях с использованием выдвигаемого стержня, или пары разнесенных в пространстве свободных часов, как это рассмотрено в разд. 4 выше. Направление выдвигателя, или пространственное направление между часами, когда измеренная собственная скорость максимальна, и будет направлением абсолютной скорости аппарата, измеренное значение скорости – абсолютной скоростью.

При этом эксперимент с парой свободных часов (разд. 4.2) выглядит более перспективным, хотя выбор будет зависеть от конкретных технологических возможностей при реализации.

Сегодня нет принципиальных технических ограничений для проведения такого эксперимента. Масса аппарата вряд ли превысит массу уже опрарвленных космических зондов. Как и сегодня нет проблем с часами – измерение временных интервалов с точностью $\sim 10^{-16}$ (см. например, [23], [24]) давно уже не экзотика.

Н. Poincaré писал об абсолютном движении в “Science and hypothesis” [25]:

“... Again, it would be necessary to have an ether in order that so-called absolute movements should not be their displacements with respect to empty space, but with respect to something concrete. Will this ever be accomplished? I don't think so and I shall explain why; and yet, it is not absurd, for others have entertained this view...I think that such a hope is illusory; it was none the less interesting to show that a success of this kind would, in certain sense, open to us a new world...”

Acknowledgements

Authors are very grateful to Professor M. S. Brodin, Institute of Physics of NAS of Ukraine, for support and useful discussions of the problems that were considered in this paper

REFERENCES

- [1] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The Information and the Matter, [arXiv:physics/0703043](https://arxiv.org/abs/physics/0703043) [physics.gen-ph] (2007)
- [2] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, Inform Physics does is possible? (Conference XIXèmes Rencontres de Blois Matter and Energy in the Universe Blois, Loire Valley, France May 20th – May 26th Poster report) (2007)

- [3] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The Information as Absolute, <http://viXra.org/abs/1402.0173> DOI 10.5281/zenodo.34958 (2014)
- [4] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The informational physics indeed can help to understand Nature? [arXiv:0812.2819v5](https://arxiv.org/abs/0812.2819v5) [physics.gen-ph] (2010)
- [5] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The Informational conception and basic physics, <http://viXra.org/abs/1503.0077> DOI 10.5281/zenodo.16494 (2015)
- [6] N. Margolus *Int. J. of Theor. Phys.*, 42(2) (2003) 309-342
- [7] H. Lyre, *Time, Quantum and Information (Essays in Honor of C. F. von Weizsäcker)* (eds) L. Castell and O. Ischebeck (Berlin: Springer-Verlag) p. 373 (2003)
- [8] C. F. von Weizsäcker, C. F. von Weizsäcker, Eine Frage Über die Rolle der quadratischen Metrik in der Physik, *Zeitschrift für Naturforschung*, 7a (1952) 141
- [9] C. F. von Weizsäcker, Komplementarität und Logik, *Die Naturwissenschaften*, 42 (1955) 521–529, 545–555
- [10] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, Space and Time, [arXiv:1110.0003v3](https://arxiv.org/abs/1110.0003v3) [physics.gen-ph] (2013)
- [11] R. Penrose 1971 *Quantum Theory and Beyond* (ed) T Bastin (Cambridge University Press) p. 151
- [12] R. D. Sorkin, *Relativity and Gravitation: Classical and Quantum* (SILARG VII Conference Proc.) (ed) J C D’Olivo, E Nahmad-Achar, M Rosenbaum, M P Ryan, L F Urrutia and F Zertuche (Singapore: World Scientific) (1991) p. 150
- [13] D. Finkelstein *Space-Time Code*, *Phys. Rev.* 184 (5) (1969) 1261
- [14] A.A Michelson and E.W. Morley, On the relative motion of the Earth and the luminiferous ether, *American Journal of Science* 34: 333–345 (1887)
- [15] S. V. Shevchenko and V. V. Tokarevsky, The informational model - possible tests, [arXiv:0706.3979v3](https://arxiv.org/abs/0706.3979v3) [physics.gen-ph] (2011)
- [16] C. M. Will, Clock synchronization and isotropy of the one-way speed of light *Phys. Rev. D* 45 (1992) 403-406
- [17] C. M. Will, Special Relativity: A Centenary Perspective, [arXiv:gr-qc/0504085](https://arxiv.org/abs/gr-qc/0504085) [gr-gc] (2005)
- [18] D. W. MacArthur, , Special relativity: Understanding experimental tests and formulations, *Phys. Rev. A* 33 (1986) 1-5
- [19] V. A. Kostelecký and M. Mewes, Sensitive Polarimetric Search for Relativity Violations in Gamma-Ray Bursts, *Phys. Rev. Lett.* 97 (2006) 140401-140405
- [20] Qi Sh Jian, Generalized Edwards Transformation and Principle of Permutation Invariance, *Int. J. Theor. Phys.*, 47 (2008) 751 –764
- [21] V. G. Gurzadyan et al., Probing the light speed anisotropy with respect to the cosmic microwave background radiation dipole, *Mod. Phys. Lett. A* 20 (1) (2005) 19-23
- [22] M. A. Hohensee, R. Lehnert, D. F. Phillips and R. L. Walsworth, Particle-Accelerator Constraints on Isotropic Modifications of the Speed of Light, *Phys. Rev. Lett.* **102** (2009) 170402-170407
- [23] A. D. Ludlow *et. al.*, Sr Lattice Clock at 1×10^{-16} Fractional Uncertainty by Remote Optical Evaluation with a Ca Clock, *Opt. Lett.* 32(6) (2007) 641-646
- [24] A. D. Ludlow *et. al.*, Compact, thermal-noise-limited optical cavity for diode laser, stabilization at 1×10^{-15} , *Science* 319 (2008) 1805-1811
- [25] H. Poincaré *Science and Hypothesis*, (New York: the Walter Scott publ.) (1905) p. 171