

DURÉE ET SIMULTANÉITÉ

A PROPOS DE LA THÉORIE D'EINSTEIN

PAR

Henri BERGSON

de l'Académie française

et de l'Académie des Sciences morales et politiques.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX”

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .7.7

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .8.7

XXXXXX XXXXXXXXXXX .8

"XXXXXXXXXXXXXXXX"X "XXXX XXXXXXX" .1.8

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .2.8

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .3.8

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .4.8

XXX-XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .5.8

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX-XXXXXXXXXXXX .9

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .1.9

XXXXXXXX-XXXXXXXXXXXXXXXX-XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .2.9

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX-XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .3.9

XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .4.9

XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .5.9

XX .6.9

XX .7.9

XXX-XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX .8.9

XXXXXXXXXXXXXXXX .10

2025 XXXXXXXXXXXXX 22-XXXXXXXXXXXX

[/https://il.cosmicphilosophy.org/books/duration-and-simultaneity](https://il.cosmicphilosophy.org/books/duration-and-simultaneity)

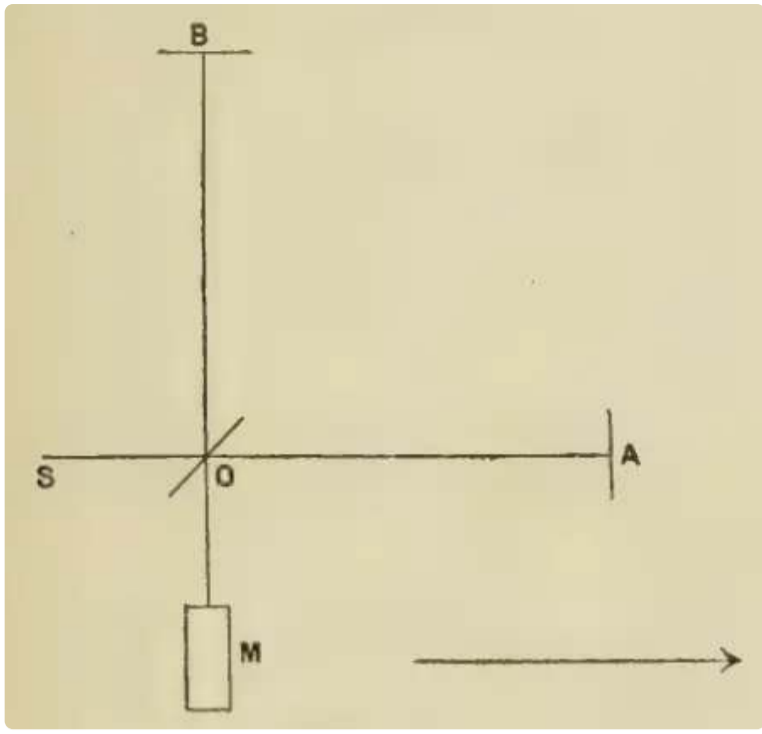
XXXX,XXXXX XXXX.XX XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXX XXXX
XXXXXX XX XX XXXXXXX XXXXX XXXXXXX XXXXXXX.XXXXX XXXXXXX XXXXXXX,XXXXXX
XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XX.XXXXX XXXXXXX XX XXX XXXXXXX;XXXX
XXXX XXXXXXX,XXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX.XXXXX
.XXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX

.4 XXXX

XXXXXX-XXXXX

XXXXXX-XXXXXXXXXXXX XXXXXXX

XXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX,XXXXXXX' XXXXXXX,XXXXXXX XXXXX
XX XXXXXXX XXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX,XXXXXX-XXXXXXX
XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX-XXXXXXX XXXXXXX XXXX.XXXXX XXXX
X.XX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX,XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX
XXXX XXXXX,XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX.XXXXX XX,XXXXXXX,XXXXXX
XXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX,XXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXX XX!XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXX.XXXXX XXXXXXX XXXXX
,XXXX XXXXX XXXXXXX XXXX,XXXX XXXXX XX XX,XXXX XXXXXXX XXXXXXX,XXXXXX
XX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXX.XXXXX XXXXX XXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX
XX XXXXX XXXX,XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX.XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXX,XXXX XXXXX XXXXXXX,XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXX
.XXXXXX-XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX XXXX,XXXXXXX
XXXX,XXXX XXXX XXXX,XXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXX
XXXXXX.XXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXX XX,XXXXXXX XXX XXXX XXXXX
XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXX XXXXX XXXXX,XXXXXXX,XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX XXXX:XXXXXXX
XX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX.XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXX XX.XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX,XXXXXXX XX XX XXXXXXX,XXXX
XXXX,XXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXX.XXXXXXX-XXXX
XX XXXX XX XXXXXXX XXXXXXX,XXXX XXXXXXX XXXXXXX,XXXXXXX XXXXXXX
XXXX XXXXXXX XXXXXXX,XXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XX,XXXXXXX XXXXXXX,XXXXXXX XXXXXXX XXXX.XXX XXXXX XXXXXXX XXXX XXXXX
.XXXXXXX XXXXX



1 □□□□

1881-1887, 1905-1907, 45°, S, OB, SO, B-A, SO, OA, OB, OA, O, O, A-B, BO, OM, OM, M, MO

O, OB, OA, B-O, DB, OA, 90, .

(1) (2)

(1) (2)

SA, v, OB-OA, l, c+v, c-v, A-O, $\frac{2lc}{c^2-v^2}$, $\frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v}$, $\frac{2l}{1-\frac{v^2}{c^2}}$, $\frac{2lc^2}{c^2-v^2}$, B-O, B-O

$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\frac{2l}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\frac{2l}{c}$

$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

.

(1) *Journal) C. D. Broad, Euclid, Newton and Einstein* (1921)

.4.3

S'

S'

S'

S'

S'

S'

O

A

O

A

...
...
... ,
... .

... (1)
...
... .
... , ... , ...
... , ...
... , ... ,
... ,
... ,
... ,
... , ...
... , ...
... , ...
... .

. 4 . 4

× × × × × × × × × × × × × × × ×

? ...
... .
... , ... ; ...
... .
... : ...
... .
... , ...
... A-... O-
... , ...
... A-... O-...
... , ...
... : ...
... , ...

... , ... , ...
... A-... O ... , ...
... O ... , ...
... : ...
... , ...
... , ...
... A-... O- ...
... , ...
... , ... A ... O ...
... , ... O ... A ...
... , ... , AO ... , ...
... , ... v + c , ... v - c ...
... . v - c - v + c ...
... , ... , ...
... , ... , ...
... , ...

$\frac{2l}{c}$, M , $\frac{l}{c}$, A , O , $v - c$, $v + c$, x

$$\frac{x}{\frac{2l}{c} - x} = \frac{c + v}{c - v}$$

x

$$x = \frac{l}{c} + \frac{lv}{c^2}$$

M , A , O , t , t' , $\frac{lv}{c^2}$, $t' + \frac{lv}{c^2}$, O

A , O , t , t' , $\frac{lv}{c^2}$, $t' + \frac{lv}{c^2}$, O

A , O , t , t' , $\frac{lv}{c^2}$, $t' + \frac{lv}{c^2}$, O , $c - v$, $c + v$, S'

S' , $c - v$, $c + v$, S'

S' \dots S \dots H_0 \dots S' \dots H_0'
 \dots $H_0' H_1'$ \dots H_1' \dots S' \dots H_1'
 \dots H_1' \dots l \dots H_1' \dots t'
 \dots H_0' \dots $\frac{lv}{c}$ \dots $t' + \frac{lv}{c}$
 \dots S' \dots $t' + \frac{lv}{c}$
 \dots t' \dots H_1' \dots $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
 \dots $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{lv}{c})$ \dots t'

t' \dots $H_0' H_1'$ \dots S' \dots H_2', H_1', H_0'
 \dots S' \dots H_2', H_1', H_0' \dots $\frac{2lv}{c} - H_2'$ \dots $\frac{lv}{c} - H_1'$

.4.5 \dots

\dots

\dots S' \dots $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

xx xxx xxx, xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
. xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx! xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx: xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx. xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx
xxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxx, xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx, xxx, xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx, xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxx
xxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx; xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx. xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx? xxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx! xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx: xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx
. xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx, xxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx z
xxx xxxxxxxxxx OZ, OY, OX xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx. OZ, OY, OX xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx $O'Z', O'Y', O'X'$ xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx z', y', x' xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx, xxxxxx
, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxx, OZ, OY, OX xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx, $z' \times y', x'$ xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx. xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx. $z \times y$
xxxxxxx xxxxxxxxxx $O'Z', O'Y', O'X'$ xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx) $S' \times S$ xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx, (xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx. S' xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, $O'X'$ xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, $X'O'Y', Z'O'X'$ xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx. xxx xxx $z' \times z$, xxxxxxxxxx $y' \times y$ xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, XOY, ZOY
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx, $O \times O'$ xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx. x xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

z', y', x' ... t' ... z', y', x'
... $x' + vt'$... ZOY ...
... $x\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$... $x' + vt'$...
... $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x' + vt')$... x ...
... z', y', x' ... t' ...
... t ... t' ... $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{vx'}{c^2})$...
...

...
... S ...
... S ...
...
... S ...
... S ...
... v ... S ... S' ...
... S' ... M' ... z', y' ...
... $O' Z', O' Y', O' X'$...
... z, y, x ...

$$\begin{aligned}x &= x' + vt' \\y &= y' \\z &= z'\end{aligned}$$

...
 $t = t'$.

...
: ...

$$\begin{aligned}x &= \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x' + vt') \\y &= y' \\z &= z' \\t &= \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{vx'}{c^2})\end{aligned} \tag{1}$$

... M' ...
... v ... $O' X'$... S' ...
... S ...
... ?OZ, OY, OX ...

$\frac{dx}{dt} = v$

$$v'' = \frac{v + v'}{1 + \frac{vv'}{c^2}}$$

, v S' - S , v' $v + v$ v' $\frac{x'}{t}$ v'

$$v'' = v + v'$$

$v'' = v + v'$

$$\frac{x' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{vx'}{c^2})}$$

$$\frac{v' (1 - \frac{v^2}{c^2})}{1 + \frac{vv'}{c^2}}$$

$$v'' = v + \frac{v' (1 - \frac{v^2}{c^2})}{1 + \frac{vv'}{c^2}} = \frac{v + v'}{1 + \frac{vv'}{c^2}}$$

c

S'' , S''' , S''

v', t', z', y', x' u'', t, z, y, x u', t', z', y', x'

$$x' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} (x - vt)$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$$

$$v' = \frac{v'' - v}{1 - \frac{vv''}{c^2}}$$

(1) $x' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} (x - vt)$ $t' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$

(1) $x' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} (x - vt)$ $t' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$

.5 $x' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} (x - vt)$

$x' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} (x - vt)$

$x' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} (x - vt)$ $t' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$

.....; S'
.....
....., S
.....,
.....,
.....
.....,
..... :
.....
.....
.....
.....,
.....
.....
.....
.....,
.....;
.....
.....

.5.1

.....

S S' , S
..... ;
..... S S' ,
..... ,
..... ,
..... S'
..... S
.....
.....
.....
..... ? S' S : S
..... , S
..... S' ,
..... S' S , S
..... ,
..... ?
..... , " " B A
.....
..... ; B ,
..... B A , B A
.....
..... ,
..... ,
..... ,
..... :

..... (1)
.....
..... (" " 1920-
..... ,1911, ' , The Principle of Relativity,)
.....

196, *Revue de Métaphysique et de Morale*, t. 14, n. 1, p. 196. (2)

(1903, *Revue de Métaphysique et de Morale*, t. 13, n. 4, p. 416.)

214, *Revue de Métaphysique et de Morale*, t. 14, n. 2, p. 214. (3)

.5.2

La relation entre la métaphysique et la morale

La relation entre la métaphysique et la morale est un sujet qui a occupé de nombreux philosophes à travers les siècles. On peut dire que la métaphysique est la science de l'être en tant que tel, tandis que la morale est la science du bien et du mal. Cependant, ces deux sciences ne sont pas séparées, car le bien et le mal sont des aspects de l'être. La morale est donc une application de la métaphysique à la vie humaine.

En effet, la métaphysique nous permet de comprendre l'être en tant que tel, et de voir comment il se manifeste dans le monde. Elle nous permet également de comprendre les causes premières de tout ce qui existe. C'est pourquoi la métaphysique est souvent appelée la science des premiers principes.

La morale, quant à elle, nous permet de comprendre comment nous devons vivre en tant qu'être humains. Elle nous donne des règles de conduite qui nous aident à atteindre le bien et à éviter le mal. Elle est donc une science qui se fonde sur les principes de la métaphysique.

On peut dire que la métaphysique est la science de l'être en tant que tel, tandis que la morale est la science du bien et du mal. Cependant, ces deux sciences ne sont pas séparées, car le bien et le mal sont des aspects de l'être. La morale est donc une application de la métaphysique à la vie humaine.

En effet, la métaphysique nous permet de comprendre l'être en tant que tel, et de voir comment il se manifeste dans le monde. Elle nous permet également de comprendre les causes premières de tout ce qui existe. C'est pourquoi la métaphysique est souvent appelée la science des premiers principes.

La morale, quant à elle, nous permet de comprendre comment nous devons vivre en tant qu'être humains. Elle nous donne des règles de conduite qui nous aident à atteindre le bien et à éviter le mal. Elle est donc une science qui se fonde sur les principes de la métaphysique.

On peut dire que la métaphysique est la science de l'être en tant que tel, tandis que la morale est la science du bien et du mal. Cependant, ces deux sciences ne sont pas séparées, car le bien et le mal sont des aspects de l'être. La morale est donc une application de la métaphysique à la vie humaine.

En effet, la métaphysique nous permet de comprendre l'être en tant que tel, et de voir comment il se manifeste dans le monde. Elle nous permet également de comprendre les causes premières de tout ce qui existe. C'est pourquoi la métaphysique est souvent appelée la science des premiers principes.

La morale, quant à elle, nous permet de comprendre comment nous devons vivre en tant qu'être humains. Elle nous donne des règles de conduite qui nous aident à atteindre le bien et à éviter le mal. Elle est donc une science qui se fonde sur les principes de la métaphysique.

On peut dire que la métaphysique est la science de l'être en tant que tel, tandis que la morale est la science du bien et du mal. Cependant, ces deux sciences ne sont pas séparées, car le bien et le mal sont des aspects de l'être. La morale est donc une application de la métaphysique à la vie humaine.

En effet, la métaphysique nous permet de comprendre l'être en tant que tel, et de voir comment il se manifeste dans le monde. Elle nous permet également de comprendre les causes premières de tout ce qui existe. C'est pourquoi la métaphysique est souvent appelée la science des premiers principes.

La morale, quant à elle, nous permet de comprendre comment nous devons vivre en tant qu'être humains. Elle nous donne des règles de conduite qui nous aident à atteindre le bien et à éviter le mal. Elle est donc une science qui se fonde sur les principes de la métaphysique.

On peut dire que la métaphysique est la science de l'être en tant que tel, tandis que la morale est la science du bien et du mal. Cependant, ces deux sciences ne sont pas séparées, car le bien et le mal sont des aspects de l'être. La morale est donc une application de la métaphysique à la vie humaine.

En effet, la métaphysique nous permet de comprendre l'être en tant que tel, et de voir comment il se manifeste dans le monde. Elle nous permet également de comprendre les causes premières de tout ce qui existe. C'est pourquoi la métaphysique est souvent appelée la science des premiers principes.

La morale, quant à elle, nous permet de comprendre comment nous devons vivre en tant qu'être humains. Elle nous donne des règles de conduite qui nous aident à atteindre le bien et à éviter le mal. Elle est donc une science qui se fonde sur les principes de la métaphysique.

On peut dire que la métaphysique est la science de l'être en tant que tel, tandis que la morale est la science du bien et du mal. Cependant, ces deux sciences ne sont pas séparées, car le bien et le mal sont des aspects de l'être. La morale est donc une application de la métaphysique à la vie humaine.

En effet, la métaphysique nous permet de comprendre l'être en tant que tel, et de voir comment il se manifeste dans le monde. Elle nous permet également de comprendre les causes premières de tout ce qui existe. C'est pourquoi la métaphysique est souvent appelée la science des premiers principes.

La morale, quant à elle, nous permet de comprendre comment nous devons vivre en tant qu'être humains. Elle nous donne des règles de conduite qui nous aident à atteindre le bien et à éviter le mal. Elle est donc une science qui se fonde sur les principes de la métaphysique.

On peut dire que la métaphysique est la science de l'être en tant que tel, tandis que la morale est la science du bien et du mal. Cependant, ces deux sciences ne sont pas séparées, car le bien et le mal sont des aspects de l'être. La morale est donc une application de la métaphysique à la vie humaine.

En effet, la métaphysique nous permet de comprendre l'être en tant que tel, et de voir comment il se manifeste dans le monde. Elle nous permet également de comprendre les causes premières de tout ce qui existe. C'est pourquoi la métaphysique est souvent appelée la science des premiers principes.

La morale, quant à elle, nous permet de comprendre comment nous devons vivre en tant qu'être humains. Elle nous donne des règles de conduite qui nous aident à atteindre le bien et à éviter le mal. Elle est donc une science qui se fonde sur les principes de la métaphysique.

xxxx xxxxx .xxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxx ,xx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxx ,xxxxxx xxxxxxx
x xxxxxxxxxx .xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxxxx xxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx .xxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
.xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxx xxxxxxxxxx ,xx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxx ?xxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx ;xxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
,xxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx ;xxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx :xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx ,xxxxxxx
xxxxxxx ,xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx .xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx ,xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx .xxxxxxx
xxxxxxx xxxxx xxx xxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxx
xxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
 .xxxxxxx xxxxxxxxxx' xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx ,xxxxxxx' xxxxxx xxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx' xxxxxx ,xxxx xxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxx xxxxx .xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx .xxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx ;xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx :xxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxx xxx xxxxxxxxxx ,xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx
xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxx :xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
 .xxxx xxxxxxxxxx

xx xxxxxxxxxx xxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx' xxxxxxxxxx' xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx ,xxxx
xxxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxx xxx .xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx ;xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx
 .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx' xxxxxxxxxx' xxxxxxxxxx ,xxxx xxxxxx
xxxxxxx' xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
,xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx
:xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx' xxxxxxxxxx' xxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx' xxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx' xxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxx xxx xxxxxx .xxxxxxx

XXXXX XXXX XXXXX. XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXX
 XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX, XXXXX
 XXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXX, XXXXX
 XXX-XXXXXXXX XXXXX XXXXX XXXXX-XXX XXX XXXXX, XXXXX
 XXX XXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXX, XXXXX
 XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXX. XXXXX XXX XXXXX XXXX
 XXXXX XXX XXXXX XXXXX XXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX
 , XXXXX XXXXX, XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXX XXXX XXXXX XXXXX, XXXXX
 . XXXXX XXXX, XXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX

XX. XX XXXX XXXX XXXXX. XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXX
 XXXXX XXXXX XXXXX, XXXXX XXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX
 XXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX, XXXXX XXXXX
 XXXXX, XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX-XXXX XXXXX XXXXX
 XXX XXXXX XXX XXXXX XXXXX - XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXX-XXX
 XXXX. XXXXX XXXXX XXXXX XXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX
 XXX XXXX XXXX, XXXX XXXX. XXXXX XXXXX XXX XXXXX XXXXX XXXX
 XXXX, XXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXX. XX XXXXX XXX XXXXX. XXXXX
 XXX XXX XXXXXXXXXX XXXXX XXX XXXX, XXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX

. XXXXXXXXXXX

.6 XXX

X X X X X X X X X X X
 X X X X X X X X X X X

XXX XXX XXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXXXXXX XXXXX XXXX
 XXXXXXXXXXX XXXXX XXX, XXXXX XXX XXXXXXX XXX XXX? XXX XXXXXXXXXXX XXXX. XXXXXXXXXXX
 XXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XXX XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX, XXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX
 XXXX XXXX XXXXX XXXXXXX XXXXXXX: XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
 XXX, XXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX, XXX XXXXXX; XXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX
 XXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXX XXX XXX, XXXXXXXXXXX XXXX. XXXXXXXXXXX XXXXX
 XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX; XXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXX, XXXXX
 XXXX XXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX, XXXXX XXXXXXXXXX
 XXXXX. XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
 XXXXX, XXXXX XXX XXXXXXXXXXX XXXXXXX, XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXX XXXXX
 XXX XXX XXX; XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXX XXX XXXXXXXXXXX XXXXX
 XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX, XXXXXXX XXXX XXXXXXX, XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXX
 X XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XXXX, XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXX
 XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXX, XXXXX
 XXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX, XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX, XXXXX
 XXX XXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX, XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX. XXXXXXXXXX

. XXXX XXX XXXXX

.6.2 XXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXX? XXXXXX XXXX XXX XXXXXX XXXX XXX XXXXXX
XXXXXX XXXXXX, XXXX XXX XXXXX, XXXX XXXXXX XXX XXXXXX, XXXXXX XXXXXX
XXXXX XXX, XXX XXX; XXXXXX XXX XXX, XXX XXX: XXX XXXXXX XXXXXX
XXXXX XXXXXX XXX XXX. XXXXXX XXX XXXXXX XXX XXXXXX XXX XXXXX
XXXX XXXXXX' XXXXX, XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX XXXXXX
XXXXXXX XXX XXXXXX. ⁽¹⁾ XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXX
XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXX, XXXXXX XXXXXX XXXX XXX XXX
XXXXX XXX; XXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX: XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX
XXXXX XXXX XXX, XXXXXX, XXXXXX XXXXXX XXX, XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXX, XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX. XX XXX XXX XXXXXX XXX, XXXX
XXXXX XXXXXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX. ⁽²⁾ XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX
; XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX, XXXXXX
XXXXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXX XXX? XX XXXXXX. XXXX XXXXXX XXX XXX XXX. XXXXXX XXX XXXXXX
XXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX, XXXXXX XXX XXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX
XXX XXXXXX XXX XXX. XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXX XXXXXX, XXXXXX XXX XXX XXX XXX XXXXXX XXXX, XXXXXX XXXX
XX XXXXXX XXX, XX: ⁽³⁾ XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XX XXXXXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX, XXX, XXXXXX
XXXXX XXX XXX XXXXXX XXX, XXX XXX XXXXXX XXX, XXXXXX XXX. XXXXXX
XXXX XXX XXX, XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXX XXX XXXXXX XXX XXXXXX, XXXXXX
XXXX' XX XXXXXX XXXXXX, XXXXX. ⁽⁴⁾ XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX
XXXXXXX XXX XXX XXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXX XXXXXX, XXXXXX XXX XXX XXX XXXXXX, XXXXXX XXXXXX: XXXXXX
XX XXXXXX. XXXX XXXXXX XXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX. XXXXXX
, XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXX XXXXXX, XX XXXXXX XXX, XXX XXX. XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XX XXXXXX. XXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX, XXXX
XX, XXXX XXXXXX; XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX
XXXXXX XXXXXX XXX XXX. XXX XXXXXX, XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXX XXX XXXXXX, XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX, XXXXXX XXXXXX
XXXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX, XXXXXX XXX XXXXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX XXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXX XXX. XXXXXX XXXXXX XXX XXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX
XXXX XXX. XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX
XXXX XXX XXX, XXXXXX XXX, XXXXXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX, XXX XXXXXX XXXXXX
XXX, XXXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX. XXXXXX XXX XXXXXX
XXXX XXXXXX; XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXX XXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX
XXXX XXX XXX XXX XXXXXX XXX XXX XXX XXX XXX XXXXXX XXX XXXXXX
XXXXXXX XXXXXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXXXXX XXX XXXXXX
XXXXXXX XXXXXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXXXXX XXX XXXXXX

xxxx xx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxx xx ;xxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxxxx
xxx ,xxxxx xxx ,xx ;xxxxxxxx xxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxx xxxxxxxx
xxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx ,xxxx xxxxxxxx xxx xxxxxxxx xxx xxxxxxxx
xxxxxxxx xx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx ,xxxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx
xx xxxxxxx xxx .xx .xxxxxxxx
xx xx xxx xxxxxx xx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxx
xxxxx xx xxx xxx xxx :xxxx ,xxxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx
xx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxx xxx xx ,xxxx xx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx
 .xxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xx

xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxx ,xxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxx :xxxx xxx xxxxxx xx xx ,xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxxx
xxxxxxxx xx xxx ,xxxxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxx .xxxxx
 .xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx .⁽¹⁾ xxx xxxxxxxxxxx xxx xxx ,xxxxxxxx xxxxxx xxx
xxx :xxxx xxx' xxx xxxxxxx ,xxxx xxxxxx' xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx
xxx xx xxx xxxxxx .xxxxxxxxxxxxxxxx xxx ,xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxx — xxxxx
xxx xx xxxxxxxxxx xxxxxx .xxxxx xxxxxxx xxxxxx xx .xxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxx
xxx xxxxxx .xxxxxxxx xxxxxxx ,xxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xx ;xxxxx xx xxxxxx
xxxxxxxxxxxx .xxxx xxxxxx ,xxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxx ,xxxxxxxx xxxxxx xxx
xxxxx ,xxxx xxxxxx ,xxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx :xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxx :xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxx
xx xx .xxxxx xx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxx ,xxxxxxxx xxxxxxx
xx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx — xxxxxxxxxxx xxxxxxx — xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx
xxx xx xxxxxxx ,xxxxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxxxx ,xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxx
xxxxxxxx xxx :xxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx'x xx xxxxxxx xxx ,xxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxx
xx xxxxxx !xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx ,xx ,xx xxxxxxx)
xxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxxxxxx xxxxxx ,xx .(!xxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx'x xxxxxx xxxxxxxxxx xxx ,xx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxx
xxxxxxxx .xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxx ,xxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxx :xxxxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxx ;xx xxxxxxx xxxxxxxx xx
xx xxxxxx xxx xxxxxx xx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxx ,xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxx .xxxxxxxx xxxxxxx xx xxx ,xxxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx ;xxxx xxxxxx xxxxxxx xxx ,xxxxxxx
 .xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxx

xxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxx ,xxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxx ⁽¹⁾
xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxx ,xxxx xxxxxx ,xxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
 .xxxxx

xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxx
xx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx ,xxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx .xx xxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx :xxxx xx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx
,xx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx ,xxxxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx .xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxxx xx xxx xxx xxxxxxxx xxx xxx ;xxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxxx ,xxxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxxx xx .xxxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxx 1° xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx .xxxxx
xx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx 2° ,xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx
 .xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx
xxxx xx .xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx ,xxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx

xxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx
xxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx .xxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx ,xxxx
xx ;xxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxx xxx xxxxxx
.xxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx

.6.5 xxx

xxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxx xxx xxx

xxxx .xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx .xxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxx :xxxxxxx xxxxxx xxxxxx' xxx xxxxxx xxx xxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxx .xxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx .xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx ;xxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxx :xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxx .xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx ,xxxxxxx xxx xxxxxx
xxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxx H' - H xxxxxx xxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxxx xxxxxx - xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
 H xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx , H xxxxxx xxxxxx E xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx - xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxx E' xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx H' xxxxxx'
xxx .xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxx ;xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx .xxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx ;xxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxx .xxxxxxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx
xxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxxx' xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx *a priori* xxxxxx ,xxx
xxx-xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxx xxxxxx xxxxxx xxx .xxxxxxx
xxxxxxx xxx xxx .xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx' xxxxxx ,xxxxxxx' xxxxxx' xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx .xxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx'
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx .xxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx ?xxxxxxx xxxxxx' xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx ;xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx

XXXX .XXXXXXXXXX XXXXXX XX XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XX XXXXXXXX XXXXXXXX
XXXX XX XXXXXXXX XXXXXXXX .XXXXX XXXXXX XXXX .XXXX XXXXXXX XXXX XX XXXXX
XXXXX ,XXXXX XXXXXX XX ,XXXXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XX XXXXXXXX XXXXXXXX
XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX ,XXXX XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XX XXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XX XXXXXXXX XXXXXXXX :XXXXXX XXXXX XX XX XXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XX XXXX XXXXXXX XXXXXXXX XX XX XX XXXXXXXXXX XXXX XXXX
XXXXXXXX XXXX XX XXXXXXX XXXXXXXX ;XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XX XX XXXXXXX XXXXXXX
 .XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX

XXXXXXXX XXXXXXXX ,XXXXXXXXXXXX(XXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXX (1)
X-XXXXXXXX XXXXXXXX XXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX .XXXXXXXX XX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX
X XXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXX .XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXX
XXXXXXXX XXXXXXX .XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
;XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX 2°;XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX ,XX XXXXXXX XXXXXXX XX) XXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX
 ,XXXXXXXX XXXXXXX .(XXXXXXXX XXXXXXXXXX 203-223 XXXXXXX XXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXX
 .XXXXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXX XXXX ,XXXX XXX XXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX

.6.7 XXXX

XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXX

,XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXX
(1) XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXX .XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
X XXXXXXX XXXXXXX XXX .XXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXX XXXX XX XXXXXXXXXX :XXXXX XXXXXXX XX XX XX XXXX XX XXXXXXX XXXX XXXXXXX
XX ,XXXXX XXXX XX ,XXXXXXXX XX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXX .XXXXXXXX
XX XXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XX XXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XX XX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XX XX XXXXXXX
XXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX ,XXXX XX XXXX XX .XXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXX ,XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXX XXXX XX XXXX XX .XX XXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XX XXXX XXXXXXX
XX XX XXXX XX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXX XX ,XXXX
XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX - XXXXXXX XXXXXXX XXXX XX - XXXXXXXXXX XXXXXXX
XX XXXXXXX XXXX XX ,XXXXXXXX XX XXXX XX XXXX XXXXXXX XXXXXXX .XXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXXXXX :XXXXX XX XXXX
XXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX ,XXXXXXXXXXXX
XXXX XX ,XX XXXX XX XX XXXXXXXXXX ,XX XXXX XXXXXXX .XXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXX
X XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX ;XXXX XXXX XXXXXXXX ;XXXXXXXX XX XXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
X XXXXXXX XXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXX XXXX ,XXXXXXXX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
XX XXXXXXX ,XXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX' XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX
X XXXXXXX XXXXXXX XXXX ,XXXXXXXXXXXX XXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX
XXXX ,XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
 .XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX

XXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX
XX XXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX ,XXXX XXXX XXXXXXXXXX-XXXXXXXX XXXXXXX

xxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx .xxxx xxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx
xxxx xxx .xxxxxxx xxx xxx xxx .xxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx .xxxx
xxxx xxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx ,xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx .xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ?xxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx ;xxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx
x ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxx ,xxxxxxx :xxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx ;xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx ,xxxx
x xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx .xxxx xxx
xxxx xxxxxx :xxxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx ,xxx :xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx) xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ - xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx ,xxx .xxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxx ,xxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxx .xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx
?xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx ,xxxx xxx xxxxxxxxxx
x ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxx'xxx xxx'x ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx .xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx
x'x xxx xxxxxxxxxx xxxxxx ;xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx .xxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx'x xxxxxx xxxxxxxxxx
x xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx'xxx xxx'xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx ?xxxxxxx xxxxxx xxx ,xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx ,xxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
x xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx :xxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxx'x xxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxx'x xxxxxxxxxx ;xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx
xxx ,xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx ,xxxxxxx — xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx :xxxxxxx xxx'xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxx ;xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx
x .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx .xxxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
x ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx'x xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ;xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx

xxxxxx'x xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxx xxxxxx
.xxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xx'xx xxx xxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx

.7.3 xxx

xxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx

xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx, xxxxxx xxxxxx'
xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xx — x. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx
xxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx? xxxxxx xxxxxx xxxxxx
.xxxxx xxx xxxxxx, xxxxxx

.7.4 xxx

xxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx

xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx. S xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx S' xxxxxx xxxxxx
xx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx: xxxxxx xxxxxx xxxxxx
.xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx

xx xxxxxx xxxxxx. xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx: xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx: xxxxxx
xxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
.xxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx

xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx
xx? xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx! xxx xxxxxx? xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx; xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx, xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. ⁽¹⁾ xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx - xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx - xxxxxx
, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx

xx xx xx , xxxxxx xxxxxx xxxxxx , xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxx xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx , xxxxx xxx xx
xxxx xxxx xx xx , xxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xx . xxxxxx xxxxx xxx
xxxxxxx , xxx xx , xxxxxx xxx . xxxxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxxxxxx xxxxx xxx
xxxx xxxxxx xxx xx xxx xx . xxxxxxxxxxx xxx xxxxx xxx . xxxxx xxxxxxxxxxxxxx
xxxx xxxxxx xxx , xxx xxxxxx xxxxxx xx . xxx xx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx
xx , xxx xxxxxxxxxxx xxx , xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xx xxx xx , xxx
xx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxx xxxxx xx . xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx
xx xxxxx xxxxxx , xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxx , xxxxx
x xxx , xxx xx xxx xx . xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx , xxxxxx xxxxxx
xxxxx , xxxxxx xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx , xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx
x . xxxxx xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx , xxx xx . xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xx
xxxxxx xxx , xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx . xxxxxx xxxxxx xxxxxx

xxxxxx xxxxxx , xxxxxxxxxxx xxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx (1)
. xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xx . xxxxxx xxxxxx

xxxx xxxxxx xxxxxx xx . xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xx xxxxxx xxxxxx , xxxxx
xxxx xxxxx xxx xxxxxx xxx . xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xx , xxxxxx xxx
xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxx xx . xxxxxx xxxxxx xxx xx xxx
xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx , xxxxxx
x xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx , xxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
x xxx xx xxxxxx , xxxxxx xxxxxx : xxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx , xx xxx xxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxx xx . xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxxx xxxxxx xxxxx , xxx xxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxx . xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx , xxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx , xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx . xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx , xxxxxx
xxxxxxxx xxxxx xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx , xxxxxx
xx . xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxx , xxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxx , xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxx - xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxx , xxxxxx , xx xxxxxx xxx . xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxx , xxx xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xx , xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xx , xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xx ? xxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
 , xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx , xxx . xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxx , xx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx , xxx xxxxxxxxxxx . xxxxxx
xxxxxx xxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxx . xxx xx xx , xxxxxx xxxxx
 . xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxx : xxxxxxxxxxx xxxxx

xxxxxxxx , xxx xxxxxx xxxxx xxx xx : xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xx , xxxxxx xxxxxx xxxxxx . xxxxxx
xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx , xxxxxx , xxx , xxxxxx - xxx xxxxx
 ? xxxxx xxx xxxxxx xxxxxx

xx xxxxxx : xx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx . xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxx xx , xxxxxx - xxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx . (1) xxx xxxxx
xx , xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx , xxxxxx xxxxxx . xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx

(1) \dots

(2) \dots (The General Principle of Relativity, London, 1920) \dots

\dots (The General Principle of Relativity, London, 1920) \dots

S' S \dots

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
S' XX SX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXX.XXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXX
XXXXXXXXXXXX,XX XX XX XXX
XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX,XXXXXXXXXXXX:XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXX,XX XXXXXXX XXXXXXX XX,XX
XXXXXXXXXXXX XXXX:XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXX XXXX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX
XX,XX XX XX XXXXXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXXX
,XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXX XXXXXXX XXXXXXX.XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX.XXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX,XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX S' XX SX XXXXXXXXXXXXXXX
.XXXXXXXXXXXX

:XXXXXXXXXXXX S' X XXXXXXXXXXXXXXX?XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXX
XX XX XXXXXXXXXXXXXXX;S' XX XXXXXXXXXXXXXXX XX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX S'' XXXXXXX
XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX.SX XXXX XXXX XXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX S XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX,S' X S XX XXXX XXXX XXXX
XX.XXXXXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXX XXXXXXX XX,SX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX S' XXXXXXX,XXXXXXXXXXXX SX XXXXXXX XX
,XX XXXX;S'' XXXX SX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XX XXXX XXXX
XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX,XXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX,XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX
XXXX XXXXXXX.XXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX,XXXXXXXXXXXX
XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX:XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXX
XXXXXXXXXXXX.XXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXX,XXXXXXXXXXXX
XXXX XXXXXXX XXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX.XXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XX XXXX;XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX S' X S XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX
XXXX XX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX,XXXX
XXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX.XXXXXXXXXXXXX XXXXXXX
XX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX.XXXXX
.XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX

.7.5 XXXX

XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX'XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXX XXXXXXX.XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XX,XX XXXXXXXXXXXXXXX XX XX XXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XXXX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.XXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX.XXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX
XXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX
XXXX XXXXXXXXXXXXXXX,XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XXX XXXX.XXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XX ,XXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XX XXXXXXX XX XXXXXXXXXX
X .⁽¹⁾ XXXXXXX XXXX ;XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXX
XXXXXXXX XXXX XXXXXXX ,XXXXXXXXXXXX XXXXXXX ,XX XXXXXXX XX XXXX XX ,XXXXXXXX
XX .XXXXXXXX XXXXX XXXX XX XXXX XXXX XX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXX XX ,XXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXX "XXXXXXXX XX XXXX" XX .XXXXXXXX XX XXXX XXXX XX XXXXXXX XXXXXXX
XX XX ,XXXXXXXX XXXXXXX XX XXXXXXX XXXX XX ,XXXXXXXX XX XXXXXXXXXX
XX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX ,XXXX XXXXX ,XX XX ;XXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXX XXXX XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXX
XXXXXXXX XX XX XX XXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXX .⁽²⁾ XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XXXXX XXXXX ,XX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX
XX XXXX XX 2° ,XXXXXXXX XXXXX XXXXXXX XXXX XX 1° XXXXXXX XXXXX XXXX ,XXXX
XXXXXXXX XX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX ,XXX .XXXXXXXX XXXX XX 3°
XXXXXXXX XXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX
XX XX XX XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXX .⁽³⁾ XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX :XXXX XXXXXXX XXXXX XXXXXXX
XX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX ,XXXX ,XXXXXXXX .XXXXXXXX XXXXX XXXXX XXXX ,XXXX
 .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XX XXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX
X XX XXXXXXXXXX XX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXX XXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XXXXX XXXXX ,XX XX XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
X XXXX XX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX .XXXXXXXX XXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX
XX XXXXXXX XXXX ,XX

XXXXXXXX ,XX XXXXXXX XXXXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX ,XXXXXXXX XX .XXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXX XXXX ⁽¹⁾
XXXXXXXX XXXXX XXXXXXXXXX ,XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX "XXXXXXXX" XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX :XXXXXXXX XXXXX
 .XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX

XX ,XXXXXXXX XXXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXX ⁽²⁾
XXXX XXXX XXXXX "XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX" XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX " :XXXXXXXX .XXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX .B-XX A XXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XX XXXX XXXX XXXXXXXXXX XX XXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XX ;"XXXXXXXX" XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XXXX B-XX A-XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX .B-XX A-XX XXXXXXXXXX
XXXX-XX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX "XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX"
XXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXX XXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXX ,XXXXXXXX .XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX-XX XXXXXXXXXX
XX XXXX XXXXXXXXXX :XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XX — "XXXXXXXX XXXX ,XXXXXXXX ,XXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXX ,XX XXX XXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXX XX .XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX :XXXXXXXX XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX ,XXXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XXX XXXXXXX XXXXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX
XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX ,XX

XX (72' XX) XXXXX XXXXXXXXXX ⁽³⁾
XXXXXXXX XXXXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXX ,XXXXXXXX XX XXXXX .XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
 .XX

.7.6 XXXX

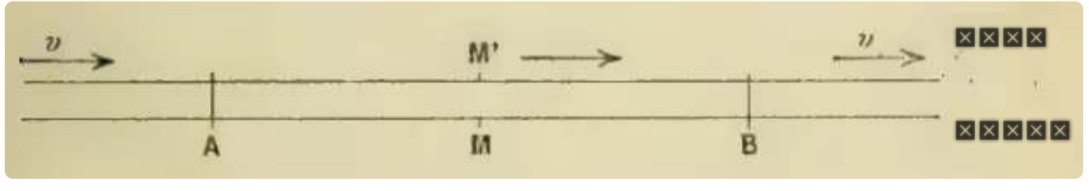
XX
XX ,

1. S' 相对于 S 以速度 v 沿 x 轴正方向运动。在 S 系中， P 和 Q 两事件同时发生，且 P 在 Q 的右侧。问在 S' 系中， P 和 Q 两事件是否同时发生？

解：设 S 系为静止系， S' 系以速度 v 沿 x 轴正方向运动。在 S 系中， P 和 Q 两事件同时发生，即 $t_P = t_Q$ 。在 S' 系中， P 和 Q 两事件的时间分别为 t'_P 和 t'_Q 。根据洛伦兹变换，有：

$$t' = \gamma(t - vx/c^2)$$

其中 $\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$ 。由于 $t_P = t_Q$ ，且 $x_P > x_Q$ ，因此在 S' 系中， $t'_P < t'_Q$ ，即 P 事件先于 Q 事件发生。



3 图

2. 在 S 系中， P 和 Q 两事件同时发生，且 P 在 Q 的右侧。问在 S' 系中， P 和 Q 两事件是否同时发生？

解：设 S 系为静止系， S' 系以速度 v 沿 x 轴正方向运动。在 S 系中， P 和 Q 两事件同时发生，即 $t_P = t_Q$ 。在 S' 系中， P 和 Q 两事件的时间分别为 t'_P 和 t'_Q 。根据洛伦兹变换，有：

$$t' = \gamma(t - vx/c^2)$$

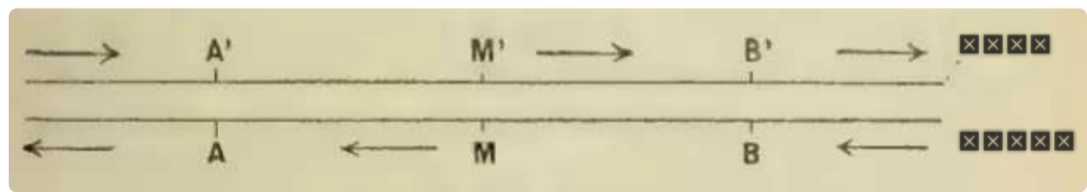
其中 $\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$ 。由于 $t_P = t_Q$ ，且 $x_P > x_Q$ ，因此在 S' 系中， $t'_P < t'_Q$ ，即 P 事件先于 Q 事件发生。

xxxxxx M' -xxxxxx .xxxxxx B-A xxxxxxxx B-
xxxxxx M' xxxxxx .xxxxxx BA xxxxxxxx
xxxxxx ,(xxxxxx xxxxxx) xxxxxxxx M
.xxxxxx v xxxxxxxx xxxxxx
,xxxxxx M' xxxxxxxx
xxxxxx B-A xxxxxxxx ,M-xxxxxx
xxxxxx .xxxxxx xxxxxx ,xxxxxx-xxxxxx
xxxxxx (xxxxxx) xxxxxx
xxxxxx .A-xxxxxx xxxxxx
xxxxxx .xxxxxx
.A xxxxx B xxxxxxxx

xxxxxx .xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
(xxxxxx) xxxxxx ,xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx ;xxxxxx xxxxxx .(xxxxxx
xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx

.22-21 xxxxxx ,(Rouvière xxxxxx) La Théorie de la Relativité restreinte et généralisée ,xxxxxx (1)

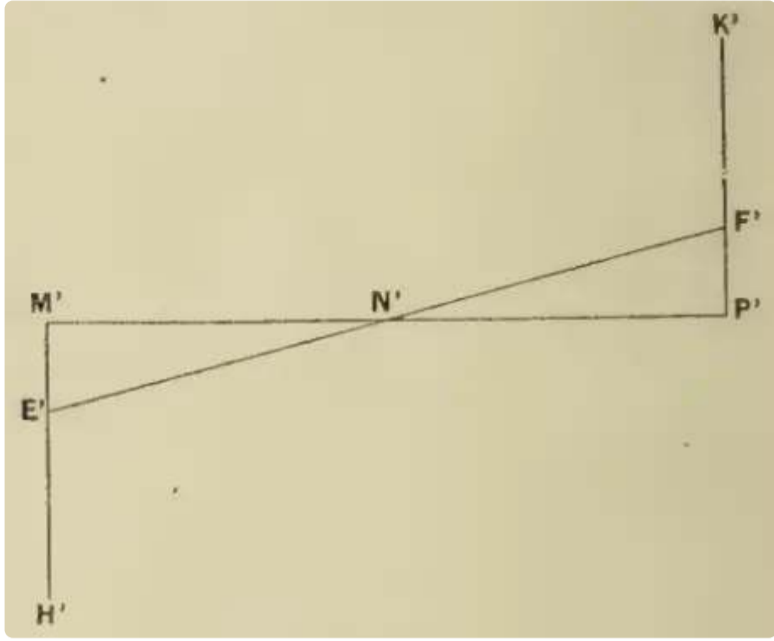
xxxxxx -xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx ,xxxxxx .xxxxxx -xxxxxx
xxxxxx (4 xxxxx) xxxxxx
xxxxxx .xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
.xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx



4 □□□□

xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx ;xxxxxx
xxxxxx ,xxxxxx ,xxxxxx
- xxxxxx xxxxxx - xxxxxx xxxxxx
:xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx ,B' -A' ,xxxxxx .xxxxxx .xxxxxx
xxxxxx ,xxxxxx :xxxxxx
xxxxxx ,xxxxxx B-A xxxxxxxx
xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxx B' A' xxxxxx M' xxxxxx
.xxxxxx .B-xx A-xx xxxxxx M' A' -B' -
xxxxxx .xxxxxx xxxxxx
xxxxxx ;xxxxxx
xxxxxx M' xxxxxxxx ,xxxxxx
xxxxxx ,BA xxxxxx xxxxxx M' .M xxxxxx
,A' B' xxxxxx ,M' xxxxxx ,xxxxxx
.xxxxxx

, , . , , .
 , , , .
 ". ,



5 □□□□

, S' (5) .
 $M' - l$ $N' - P'$, N' , M' ,
 P' , N' , M' . N' -
 N' .
 N' ,
 $P' - M' -$,
 $M' -$, S' .
 $N' -$, $P' -$.
 $N' -$,
 N' .
 $P' - M' -$,
 S' .
 v .
 S' ,
 $\frac{lv}{c^2}$, $N' - P' - M'$,
 $M' -$, S' ,
 $P' - M' -$. $N' -$, $P' -$,
 $N' -$,
 M' ,
 P' ,
 $P' K' - M' H'$, $M' P'$,
 $M' H'$, M' ,
 $P' K'$, P' ,
 $F' - E'$, N' ,
 M' ,
 $(S' \frac{lv}{c^2})$ $\frac{lv}{c^2}$ P'

xxxxxx M' N' P' -xxxxxx,xxxxxx
.xxxxxx

.7.7 xxx

xxxxxx

xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx N' -xxxxxx
xxxxxx P' -xxxxxx
xxxxxx,xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx P' -xxxxxx
xxxxxx,xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx
xxxxxx P' -xxxxxx $\frac{lv}{c^2}$ xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx - .xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx
xxxxxx -xxxxxx
xxxxxx,xxxxxx,xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx)
xxxxxx,(xxxxxx
.xxxxxx

xxxxxx,E' N' F' -xxxxxx
xxxxxx vxxxxxx M' N' P' -xxxxxx
xxxxxx S -xxxxxx
P' F' -M' E' -xxxxxx
xxxxxx $\frac{l}{c}$ xxxxxx $\frac{lv}{c^2}$ xxxxxx
xxxxxx F' -xxxxxx,E' H' -xxxxxx,xxxxxx
xxxxxx;xxxxxx F' K'
E' -xxxxxx N' -xxxxxx
xxxxxx P' F' -xxxxxx
xxxxxx
xxxxxx S' -xxxxxx;xxxxxx N' -
 $\frac{l}{c}$ xxxxxx M' -xxxxxx
,xxxxxx $\frac{l}{c}$ xxxxxx M' N' P' -xxxxxx
.xxxxxx :N' -xxxxxx,xxxxxx

xxxxxx,N' -xxxxxx
xxxxxx P' -xxxxxx P' -
xxxxxx P' -xxxxxx
xxxxxx
xxxxxx^(u)xxxxxx
xxxxxx P' -xxxxxx N' -
xxxxxx;P' -M' -xxxxxx,xxxxxx

.....;.....,.....
..... P' N'
.....:.....
.....; N'

.....⁽¹⁾
.....*Espace, temps et gravitation*, trad. Rossignol

.....
.....
.....
..... S S'
..... S
.....

..... $M'N'P'$ MNP S
..... M' M' S' S'
.....
..... P' P' N' N'
.....
..... N' N'
.....⁽¹⁾.....

..... N' N'⁽¹⁾
..... N' N' S' S'
..... v S'
.....
..... N' N'
.....
..... N' N'
..... S'

..... P' M' N'
.....

..... P' M' N'
.....:..... S S'
..... N P' M

..... S' S' S' S'
..... S' S' N' N'
.....
.....
..... N' N'
..... M' S'
..... P' M' N'
.....
..... S S'
..... P' M' N'

xxxx xxxxxx xx xxxxxx xx xxxxxx, xxx xxxxxx, xx xxx. (xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
xxxx, xxxxxx N xxxxxx xx S' xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx
xxxx; xxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxx. S' -x xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
. xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx

xxxx xxxxxx xxxxxx N' -x xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, P' xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxxx N' -x xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx: xxxxxxxxxxx
xxxxx, xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, P' xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxx xxxxxx, xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx N-xxx xxxxxxxxxxx, xxxxxxx. xxx xxxxxx
xxxxx xxxxxx P xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxx
xxxx xxxxxx, N' -x xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx, xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx, xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx
xxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx, ' xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx, xxxxxx
xxxxx, N' -x xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx P' xxxxxx xxx xxxxxx
xxx. P xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx, N-xxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx': xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx
xxxxxxxx xxx, l/c xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxxx N' -x xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx
xxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx P' -x xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxx, xxxxxxxxxxx xxxxxx N' -x xxxxxxxxxxx': xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxxxxxxx, xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx, P' xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx, xxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxx. xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx; xxxxxxxxxxx xxx
. xxxxxxxxxxx

xxxx'x xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx, P' -xxx M' -x, xxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx, N' -x xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx'x xxx xxxxxxxxxxx
xxxx xxxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxxx xxxxxx, xxx. xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx S' xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx, xxxxxxxxxxx
xxxxx, P-xxx M-xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx: xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, N'
xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx. N-xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx
xxxxx, P' xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx, M' xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, P' -xxx M' -x, xxxxxx xxx. xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx N' -x xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxxx
, xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx-xxxxx-xxxxx
. xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx

xxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx, xxxxxx xxx
xxxx xxxxxx, S' xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx

xxxx xxxxx .xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx ,S
xxxxxx N' -xx N-xx xxxxxxxx ,xxxxx xxxxxxxx ,xx xxx :N xxxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxxx xxxxx xx xx ,S xxxxxxxx xxxxx ,xxxxxxx xxx xxxxxxxx .xxxxxx
xxxx xxxxxxx S' xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xx .xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx
xx xx xx xxxxxxxx) N' -x xxxxxxxx xx xx xxxxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxxxx
xx (xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxx xxxxxxxx xxx ,N-xx xxxxxxxx
xxxxxx xxxxxxxx xx xxx xxxxxxx ,P' xxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxx :xxxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx ,P xxxxxxxx
xx ,S xxx xxxxxxxx xx xxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxx ,S' xxxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxxx xxxxx .P xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx ,xxxxx xxxxx xx N xxxxxxxx
xxxxx xxx xxxxxxx xx ,xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx S' xxxxxxxx xxxxxxxx
,xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xx xxxxx xx .P xxxxxxxx xxxxx xx xxxxx xxxxx
P' -x xxx xxxxxxx xxxxx ,xx xxxxxxx xxxxx xx P xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx
xx xxxxxxx xx ,P' xxxxxxxx xx xxxxxxxx ,P' -x xxxxxxx xxxxx xx .xxxxx xx xx
xxxxxx S' xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx .P xxxxxxxx xxx xxxxxxxx ,P-xx xxxxxxx xxxxx
xxxxxxx xx xxx xxxxxxx xxxxx P' xxxxxxxx xxx xxxxxxxx xxxxx xxxxx xx ,xxxxx
,xxxxxx xxxxxxxx .P xxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xx xx
xxxxxx xx xxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxx'x .xxxx xxxxxxx xxxxxxxx xx ,xxxxxxx
xxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxx P' xxxxxxxx xxxxxxxx xx ,xx xxxxxxx xxxxx ,xxxxxx
xxxxxx xxx :xxxxxx xxx xxxxxxx .xxxxx xxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx xx .xxxxxxx
xxxx xxxxx ,xxxxxx xxxxxxx ,xxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxx
xxxx xxxxxxx xxxxxxxx ,xxxxx xxxxx .xxxxx xxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxx xxxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx S xxxxxxxx xx xx xxx xxxxx S' xxxxxxxx xx xxxxxxx
xxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx'
xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx S xxxxxxxx xx P,N,M xxxxxxxx
xxxx xx xx xxxxxxx :xxxxx xxxxxxx xxxxxxx S' xxxxxxxx xxxxx ,S xx xxxxxxxx
xxxxxx xx xx xxxxxxx P-xx xxxxxxxx xxx xxxxxxxx ,xxxxx xx xx xxxxx M-xx
xx xxxxxxxx xxxxx xx ,xxx .xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxx xx xxxxx ,xxxxx xxxxx
xxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xx xxxxx xxxxxxx xxxxxxx ,S xx xxxxxxxx ,S' xxxxxxxx
S' -x xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx ,xxxx ,xx ;xxxxxxx
xx ,xxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxx xxxxx ,xxxxxxx
xx .S xx xxxxxxxx xxxxx ,xxxxxx xxxxxxxx xxxxx S' -x xxxxx xxxxx .xxxxx xxxxx
xxxx xxxxxxx ,xxxxxxx xxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxx .xxxxx xxxxx ,xxxx xxxxxxxxxx xxxxx S xxxxxxxxxx xxxxxxx S' -xx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx
xx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xx :xxxxxxx xxxxxxx xxxxx ,S xxxxxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxx xx ,N' xxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx P' ,N' ,M' xxxxxxxxxx
.xxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx' xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx' xxx xxxxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxx .xxxxxxx xxxxxxxxxx'
xxxxxx .xxxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xx .xxxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxx
xxxxxx ,xxxxxxx B' -x A' xxxxxxxx xxxxx ,S' xxxxx xxxxxxxxx ,(6 xxxxx) xxxxx
xxxx S' -xx ,S xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx B-xx A xxxxxxxxxx xxxxx xx ,xxxxxxx xxxxxxxx
.xxxx xxxxxxxxxx

XXXXXXXXXX XXXX XXXXX XXXXXXXX XXXXX ,XXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXX ,XXXX
?XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXX

.8.2 XXXX

XXXXXXXX XX XXXXX :XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXX XXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXX

XXXX XXXXXXXX ,XXXXXXXX XX ,XXXXX XXXXXXXX XXXXX ,XXXXXXXX XX XXX XX
XXXX ,XXXXXXXX XX XXX XXXXX XXXXX XX ,XXXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXX XXXXX .XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXX XXXXXXXX :XXXXXXXX
XXXX XXXXXXXX XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX .XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXX ,XXXXXXXX
XXXX XXXXXXXX XXXXX XX .XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XX .XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXX
XXXX XXXXXXXX XXXXX XX . $O_1 B_1 O_1'$ XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX OB XXXXX XXXX XXXXXXX
XXXX XXXXXXXX XXXXX XX XXX $O_1 A_1$ XXXXX) $O_1 A_1 O_1'$ XXXXX XXXX XXXXX OA XXXXXXX
XXXX XX .(XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX ,XXXXXXXX XXXX XXXXXXXX XXXXX XX , $O_1 A_1$
.XXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXX

,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX-XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXX ,*a priori* XXXXX XXXXX XX
XXXX XXXX XXX XX ,XXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX' :XXXX
XXXX XX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXX XX XXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXXXX ,XXXXXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX .XXXXXXXX XX XXXX XXXXXXX
XXXX XX XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXXX ,XXXXXXXX
XXXX XXXXXXX XXXXX XX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXX XX *a priori* XXXXXXX ,XXXXXXXX XX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXX
XXXX XX XXXXXXX XXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX' :XXXXXXXX XXX ,XXXXXXXX
X.XXXXX XXXXXXX

XXXXXXXX XXXXXXX-XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX ,XXXXXXXX XXXXX
XXXX XX XXX XXXXXXX XXXXXXX' :XXXXXXXX ,XX XXXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXX
XXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX
X ,XXXX XXXXXXX ,XX XXXXXXX ;XXXX XX XXXXXXX XX XXXX :XXXX XXXXXXX
.XXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX ,XXXX

$O_1 A_1 O_1'$, $O_1 B_1 O_1'$ XXXXXXX XXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX-XXXXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXX ,XXXXXXXX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX
XXXX XXXX XXX XX XXX ,XXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX
XX XXXXX XXXXX XXXXX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX :XXXXXXXX
XX XX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXX ,XX XXX .XXXXXXXX
XXXX ,XXXXXXXX .XXXXXXXX XXXXX O_1 XXXXX XX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX
XXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX-XXXXXXXXXXXX
XXXX XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX .XXXXXXXX XXXXXXX
XX ,XXXX XXXXXXX XX XXXXX XX XXXXXXX ,XX XXXXXXX XXXXXXX XX .XXXXXXXX
XXXX XX XXXXXXX XXXXX XX ,XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX-XXXXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX
XXXX XXX XXX XXX XXX XXXXXXX XXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXX
XX XX XXXXX XX .XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXX XXXXXXX XXXXX ,XXXX XXXX XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX
XXXX XXXXXXX XXXXX .XXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX .XXXX
XX XXXXX .XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX ,XXXX XXXXXXX XX
XXXXXXXX XXXXXXX 1° :XXXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX

2° ; 3° ; \dots

.8.3

XXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX

v 1° OAB X $\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ S OB $O_1 B_1 O_1'$ $?$

S OB $O_1 B_1 O_1'$ $?$

' $O_2 B_2, O_1 B_1$ OB S OB S OB $A_1 O_1 - O_1 A_1$ A_1 AOA $O_1 A_1 O_1' A$ S $\frac{lv}{c^2}$ $\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \cdot \frac{lv}{c^2}$ 2°

Il est évident que les lois de la physique sont les mêmes pour tous les observateurs en mouvement uniforme l'un par rapport à l'autre. En particulier, la vitesse de la lumière est constante dans tous les référentiels inertiels. C'est ce qui a permis à Einstein de développer sa théorie de la relativité restreinte. Elle modifie nos conceptions classiques de l'espace, du temps et de la simultanéité. Les notions de longueur propre et de temps propre sont fondamentales. La relativité restreinte est une théorie cohérente et vérifiée expérimentalement.

1921, *La Théorie de la relativité* : (1920 - 1918 -) *Revue de métaphysique* ⁽¹⁾

O - B - O -
 A - O -
 O - A - O -
 O - A - O -

B ,
 OA
 BOA

$B_1 O_1''$
 $B_1 O_1' A_1$
 $B_1 O_1'' A_1$
 $O_1'' B_1$
 $O_1'' A_1$
 $O_1'' A_1$

$\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
 $O_1'' A_1$
 $O_1'' A_1$
 $O_1'' A_1$
 $\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
 A_1
 $\frac{lv^2}{c^2}$
 $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
 $\frac{lv^2}{c^2}$
 l
 $\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - \frac{lv^2}{c^2 \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
 $l\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$O_1'' A_1$
 $O_1'' A_1$
 $O_1'' A_1$

$\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - \frac{lv^2}{c^2 \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$O_1'' A_1$
 $O_1'' A_1$

... $L^2 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot l^2$...

... $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2} \cdot c^2 [\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}]^2$... $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot \frac{l^2 v^2}{c^2}$... ?!

... S ... T ...

... B' A' ... T ... S' ... S'

... S' B' A' ... $L^2 - c^2 T^2$...

... c ... $^2 l$...

... $^2 l$... S' ... S ...

... S' ...

... S' ...

... S' ... S

... $O'X'$ $O'Y'$... B' A' ...

... y_2' x_2' ...

$$A'B'^2 = (x_2' - x_1')^2 + (y_2' - y_1')^2$$

... y_2' y_1' x_2' x_1' ...

... $^2(y_1' - y_2')$ $^2(x_1' - x_2')$...

... B' A' ... $A'B'^2$

... z_2' y_2' x_2' z_1' y_1' x_1' ... $X'O'Y'$...

... O' ...

$$(x_2' - x_1')^2 + (y_2' - y_1')^2 + (z_2' - z_1')^2 \quad \textcircled{1}$$

... A' ...

... S' ...

... S ...

... B' A' ...

... S ... B' A' ...

... $A'B'^2$... z_2' y_2' x_2' ; z_1' y_1' ...

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 \quad \textcircled{2}$$

... S ...

... S ...

$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x_1' + vt_1')$ $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}(x_2' - x_1')^2$ $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x_2' + vt_1')$
 $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x_2' - x_1') + v(t_2' - t_1')]^2 + (y_2' - y_1')^2 + (z_2' - z_1')^2$

$$x_1 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x_1' + vt_1')$$

$$x_2 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x_2' + vt_2')$$

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x_2' - x_1') + v(t_2' - t_1')]^2$$

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x_2' - x_1') + v(t_2' - t_1')]^2 + (y_2' - y_1')^2 + (z_2' - z_1')^2 \quad (3)$$

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot c^2 [(t_2' - t_1') + \frac{v(x_2' - x_1')}{c^2}]^2 - c^2 (t_2' - t_1')^2$$

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} [(t_2' - t_1') + \frac{v(x_2' - x_1')}{c^2}]^2 = (t_2' - t_1')^2$$

$$(x_2 - x_1)^2 - (x_2' - x_1')^2 = c^2 (t_2 - t_1)^2 - c^2 (t_2' - t_1')^2$$

$$(x_2 - x_1)^2 - c^2 (t_2 - t_1)^2 = (x_2' - x_1')^2 - c^2 (t_2' - t_1')^2$$

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2 (t_2 - t_1)^2 = (x_2' - x_1')^2 + (y_2' - y_1')^2 + (z_2' - z_1')^2 - c^2 (t_2' - t_1')^2$$

$$(x_2' - x_1')^2 + (y_2' - y_1')^2 + (z_2' - z_1')^2$$

$$(x_2' - x_1')^2 + (y_2' - y_1')^2 + (z_2' - z_1')^2 - c^2 (t_2' - t_1')^2$$

s - t 间隔, 在 S 系中, 质点 A 和 B 之间的距离为 $\Delta x = x_B - x_A$, 在 S' 系中, 质点 A' 和 B' 之间的距离为 $\Delta x' = x'_B - x'_A$.

在 S' 系中, 质点 A' 和 B' 同时发生, 即 $\Delta t' = 0$. 在 S 系中, 质点 A 和 B 不是同时发生的, 即 $\Delta t \neq 0$. 根据洛伦兹变换, 有:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + d\tau^2$$

在 S 系中, 质点 A 和 B 之间的距离为 $\Delta x = x_B - x_A$, 在 S' 系中, 质点 A' 和 B' 之间的距离为 $\Delta x' = x'_B - x'_A$. 根据洛伦兹变换, 有:

$$s = \int_A^B \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2 + d\tau^2}$$

在 S 系中, 质点 A 和 B 之间的距离为 $\Delta x = x_B - x_A$, 在 S' 系中, 质点 A' 和 B' 之间的距离为 $\Delta x' = x'_B - x'_A$. ⁽¹⁾

$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$ ⁽¹⁾
 在 S 系中, 质点 A 和 B 之间的距离为 $\Delta x = x_B - x_A$, 在 S' 系中, 质点 A' 和 B' 之间的距离为 $\Delta x' = x'_B - x'_A$.

XXXXXXXX-XXXXXX XXXXXX-XXXXXX XX XXXXXX XXXXXX XXXXXX

XXXXXXXX, XXXXXX-XXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XX XX, XXX XXXXXX XXX XXXX XX. XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
, XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX. XXXXXX-XX XXXXXX XX XXXX
X. XXXX XX XXXXXX XXX XXX XXXXXX, XXX XXXXXX, XXXX XX XXXXX
. XXXXX XXXX XX XXXXXX XX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XX XXXXX XXXX
XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX, XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX
XX XX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX, XXXXXX-XXXX XXXXXX XXXXXX, XXX XX
XXXXXXXX XXXX XX XXXXXX XXXXXX XXXXXX: XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX. XXXX XXXX XXXXXX
XXXXX XXXX, XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX, XXXX XX XXXX XXXXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXX XXXXXX XXXX, XXXXXX-XXXX XXXXXX
XXXX XX. XXXXXX, XXXX XXXX XXXXXX XX XXXXXX XX. XXXXXX XXXX XXXXXX
XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXX. XXXXXX XXX XX XXX XXXXXX-XXXX XXXXXX XXXXXX. XXXXXX XXXX
XXXX, XXXXXX XXXXXX, XXXX XXXXXX-XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXX XXXXXX - XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXXX XXXX XX XXXXXX XXXXXX XXXX XX XXX - XXXXXX XX XX XXXXXX XXXXXX
XXXXX XX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX-XXXX XXXX
XXXX XX. XXXXXX-XXXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXX XX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XX XXXXXX XXXXXX XX XXXXXX. XXXXXX
XXXX XX XXXXXX XXXXXX XXXXXX, XXXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX, XXXXXX
. XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX

XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XX XX XXXXXX XXXXXX. XXXX XXXXXX XXXXXX $B' A'$ XX XX XXXXXX XXXXXX
XX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX, XX XXXXXX-XX XXXX. XXXXXX XX XXXX
 $dx^2 + dy^2$ XXX XXXX XX XXXXXX XXXXXX: XXXX XXXXXX XXXX
XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX $dx^2 + dy^2 - c^2 dt^2$
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX $dx^2 + dy^2 + dt^2$ XXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXXXX XXXXXX. XXXXXX XXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX, XX XXXXXX XXXXXX
XX XXXX XXXXXX XX XX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX, XX XXXXXX XXXXXX
XXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX, XXX XXXX XXX XXXXXX XXXXXX XX
XX XXX, XXXXXX XXX XXXXXX XXXX, XXXXXX XXX XXXXXX XXX: XXX XXXXXX
XXXXXX XXXX XX XXXXXX XX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX
XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX, XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XX XX, XXXXXX XX, XXXX XXXX, XXXX XXXX. XXXX XXXXXX XXXXXX
. XXXX XXXXXX XXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX-XX XXXXXX, XXXXXX
. XXXXXX XXXXXX XXXX XX XXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX

XX XXX XXXXXX XXX XXXXXX XXXXXX: XXXXXX XX XXX XXXXXX XXXX
XX XXX: XXXXXX XXX XXX XXXXXX XXXXXX XXXX. XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX (XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX)
XXXXXX, P XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX. XXXXXX XX XXXXXX XXXXXX
XXXX, XXXX XXXX XXXX, XXXXXX XX XXXXXX M XXX XXXXXX XXX XXXXXX
XXXX, XXXXXX-XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX. XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX MN XX XXX XXXXXX M XXXXXX XXXXXX XXX XXXXXX

xxxx xxxxx xx ,xxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxx
xxxx xxxxx :xxxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xx ,xxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxx
.xxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxx ,xxx xxx xxxxxx xx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxx xxxxxx xxxxxx-xxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xx xxxxxx ,xxxx xx xxxxxxxxxx xx xx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxx xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
+ 1 xxx xxxxxx ,xx xxxxxx .xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx n xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
.xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxxxxx xxx ,xxx xxxxxx xx
.xxxxxxx xxxxxx

P xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx :xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,MN xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx M xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx - xxxxxx ,xxxx ,xxxx ,xxxxxxx .xxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx .xx xxxxxxxxxx xxxxxx
xx M xxxxxx xxxxxx ,xxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx
xxxx xxxxxx xxx :xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx ,xxx xx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xx xx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xx ,xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx :xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx :xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx
xxxxxxx .xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx .xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx ,xxxx
xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxx xx .xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx ,xxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx ,xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ;xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
- xxxxxx xxxxxx :xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx ,xxxxxxx
.xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx - xxxxxx

.9.4 xxx

xxxxxxx xx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx

xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx ,xxx xxx .xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx ,xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx :xxxxxxx

xxxxxx xxxxxx, xx xxxxxxxxxx xxx-xxxxx xxx-xxxxx, xxx xxxxx
x. xxxxxx xxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xx: xxxxxx xxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx-xxxxx, xxx
xxxxx xxx xxx xx. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx
xxxx xxx, xxxxxx xxxxxx xx: xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx
xxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxxxx
xx xxxxxx xxx xxxxxx-xx xx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxx
. xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx

x xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xx xx. xxxxxxxxxx xxxxxx, P xxxxxxxxxx xxxxxx xx. xxxxxx-xx xxxxxx xxxxxxx
xxxx xxxxxx xx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xx, xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
: xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxx
x P xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xx. xxxxxx
. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxxx xxxxxx xxxxxx xx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxx 1° : xxxxxxxxxx xxxxxx; xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xx? xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xx; xxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xx xx, xx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xx 2° . xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xx xx. xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xx xx, xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx: xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx
(1) xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx, xxx xxxxxxxxxx (1)
.1907, xxxxxx, "xxxxxxx xxxxxxxxxx" xx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxxxxxx
xxxxxxx-xxxxxxx-xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx": xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxx xxxxxxxxxx: xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx. xxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx-xx xxxxxxxxxx
xxxx xx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xx, xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
, xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx, (xxxxxxx xxxxxx xxx, xxxxxx, xxx xxxxxx) xxxxxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx-xxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

... , ... P ...
... - ... - ...
... , ... , ...
... P ...
... - ... P ... : ...
... - ... - ...
... ,
... P' ...
... .⁽¹⁾ ...
... , ...
... ,
... - ... - ...
... ; ... , ... , ...
... ,
... - ... P' ...
... - ...
... , ...
... - ... - ...
...
... - ...
... , ... - ...
...
... , ...
... , ... : ...
...
... , ... ,
... , ...
... , ...
... ?
... ; ... , ...
... , ... , ... , ...
... ; ...
... .

... (1)
... - ...
... , ...
... , ...
... .

.9.5

... ..

...
... ;
...
... , ...
... , ...

xxxx xxx, xxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxx xxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxx-xxxxxxx xxx. xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxx 1°: xxxxxx
xxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx) xxx xxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx 2°; (xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxx, xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx. xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx': xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxx xxx; xxxxxxxxxx
xxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
x. ⁽¹⁾ xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx: xxxxxx
.⁽²⁾ xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

.51 'xxx, xxxxxxx xxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx, xxxxxxxxxx ⁽¹⁾
.130 'xxx, *The Theory of Relativity*, xxxxxxxxxx ⁽²⁾

.9.6 xxx

xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx

-xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx ds^2 xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx, c^2 xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx: xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx. xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
. xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx-xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx

.9.7 xxx

xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx; xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx - xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx: xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx. xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx

, $A' B'$, $B' - A' B'$ $.l^2 + c^2 T^2$, $L^2 -$ $.l^2$ $,c^2 T^2 -$

.154 ⁽¹⁾

$B' - A'$ S' $t_2' - t_1'$ $x_2' - x_1'$

$$- (x_2' - x_1')^2 \quad (1) \quad S$$

$$\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} [(x_2' - x_1') + v(t_2' - t_1')]^2$$

$$- (x_2' - x_1')^2$$

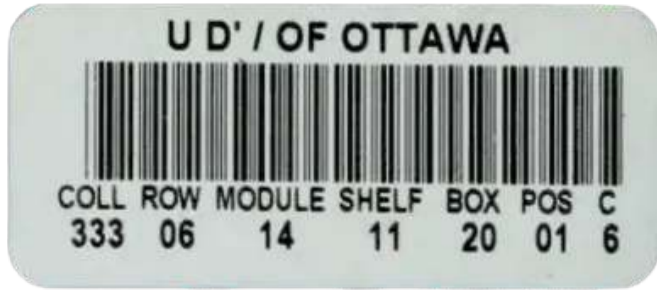
$$\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left[\frac{v^2}{c^2} (x_2' - x_1')^2 + v^2 (t_2' - t_1')^2 + 2v(x_2' - x_1')(t_2' - t_1') \right]$$

.

$$- (t_2' - t_1')^2$$

$$\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left[(t_2' - t_1') + \frac{v(x_2' - x_1')}{c^2} \right]^2$$

$$- (t_2' - t_1')^2$$



XXXXXXXXXX XX XXXX 🇨🇦,XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Archive.org 🏛️-XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX XXXXXX XXXX .XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXX
uottawa.ca/faculty-arts/philosophy-XXXXXX

CosmicPhilosophy.org

[/https://il.cosmicphilosophy.org](https://il.cosmicphilosophy.org)

2025 22-

:

- ▶ [:GMODebate.org](https://www.gmodebate.org) 
,""
"
."
.