

8.1. “XXXXXXXXXX” XX “XXXXXXXXXX”

8.2. XXXXXXXX XXXXXXXX XX XXXXXXXX XXXXXXXX

8.3. XXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXX

8.4. XXXXXXXXXXXX XX XXXX XX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX

8.5. XXXXXXXXXXXX-XXXX XXXXXXXXXXXX XX XX XXXXXXXXXXXX

9. XXXX XXXXXXXX XX XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX-XXXX

9.1. XXXXX XXXXX XX XXXXXXX XXXXX XXXX XX

9.2. XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXX-XX-XXXX XX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXX

9.3. XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXX XX

9.4. XXXXX XXXX XXXXXXXXXXXX XX XXXX XX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX-XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

9.5. XXXXXXX XXXXX XXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXX

9.6. XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXXXXXXX

9.7. XXXXXXX XXXXX XX XXXXX XXXXXXXXXXXX XX XXXXX XX

9.8. XXXXXXX XXXX XXXXXXX-XXXX XX XXXXXXXXXXX XX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

10. XXXXXXX XXXXXXXXX

1881 年，英国人 詹姆斯·克拉克·麦克斯韦 提出了电磁场理论，指出变化的电场产生磁场，变化的磁场产生电场，预言了电磁波的存在。1887 年，赫兹通过实验证实了电磁波的存在。1905 年，爱因斯坦提出了狭义相对论，指出时间和空间是相对的，光速在真空中是恒定的。狭义相对论的提出，彻底改变了人们对时间和空间的看法，为现代物理学的发展奠定了基础。狭义相对论的一个重要推论是质能方程 $E=mc^2$ ，揭示了质量和能量之间的等价关系。此外，狭义相对论还预言了时间膨胀和长度收缩等现象，这些预言在后续的实验中得到了证实。狭义相对论的成功，不仅统一了电动力学和力学，也为量子力学的诞生提供了理论背景。

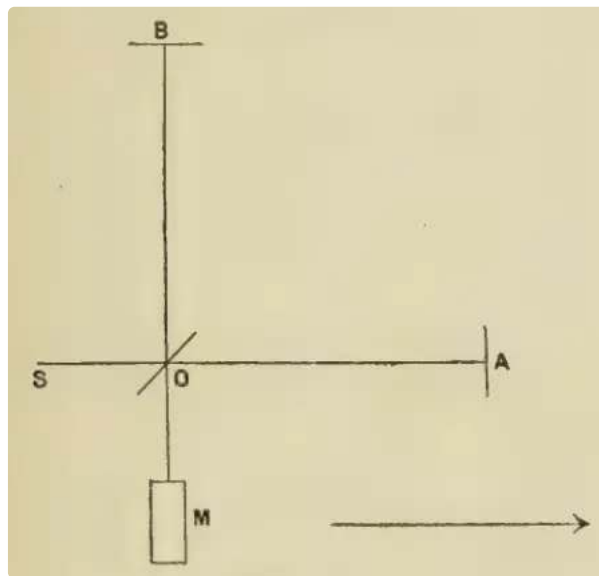


图 1

1881 年，英国人 詹姆斯·克拉克·麦克斯韦 提出了电磁场理论，指出变化的电场产生磁场，变化的磁场产生电场，预言了电磁波的存在。1887 年，赫兹通过实验证实了电磁波的存在。1905 年，爱因斯坦提出了狭义相对论，指出时间和空间是相对的，光速在真空中是恒定的。狭义相对论的提出，彻底改变了人们对时间和空间的看法，为现代物理学的发展奠定了基础。狭义相对论的一个重要推论是质能方程 $E=mc^2$ ，揭示了质量和能量之间的等价关系。此外，狭义相对论还预言了时间膨胀和长度收缩等现象，这些预言在后续的实验中得到了证实。狭义相对论的成功，不仅统一了电动力学和力学，也为量子力学的诞生提供了理论背景。

在平面直角坐标系中， O 为原点， $OA \perp OB$ ， A 在第一象限， B 在第四象限。点 M 在 OA 上，点 N 在 OB 上。连接 OM 和 ON ，则 $OM \perp ON$ 。

设 $A(x_1, y_1)$ ， $B(x_2, y_2)$ ， $M(x_1, y_1)$ ， $N(x_2, y_2)$ 。因为 $OA \perp OB$ ，所以 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 。因为 $OM \perp ON$ ，所以 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 。

由 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 可得 $x_2 = -\frac{y_1y_2}{x_1}$ 。代入 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 可得 $x_1^2 + y_1^2 = 0$ 。

(1) 在平面直角坐标系中， O 为原点， $OA \perp OB$ ， A 在第一象限， B 在第四象限。点 M 在 OA 上，点 N 在 OB 上。连接 OM 和 ON ，则 $OM \perp ON$ 。

设 $A(x_1, y_1)$ ， $B(x_2, y_2)$ ， $M(x_1, y_1)$ ， $N(x_2, y_2)$ 。因为 $OA \perp OB$ ，所以 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 。因为 $OM \perp ON$ ，所以 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 。

由 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 可得 $x_2 = -\frac{y_1y_2}{x_1}$ 。代入 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 可得 $x_1^2 + y_1^2 = 0$ 。

设 $A(x_1, y_1)$ ， $B(x_2, y_2)$ ， $M(x_1, y_1)$ ， $N(x_2, y_2)$ 。因为 $OA \perp OB$ ，所以 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 。因为 $OM \perp ON$ ，所以 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 。

由 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 可得 $x_2 = -\frac{y_1y_2}{x_1}$ 。代入 $x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ 可得 $x_1^2 + y_1^2 = 0$ 。

...⁽²⁾ ...

(1) ...

(2) ...

... S ... S' ... v ... S' ... S ... S' ... c ...

... - ... c ...⁽¹⁾ ... O ... A ... B ... $2l$... c ... O ... t ... $\frac{2l}{c}$... $\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$... $\frac{2l}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$... $\frac{2l}{c}$... $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$...

(1) ...

§ 4.3. (1921)

4.3.

§ 4.3.

§ 4.3. (1921)

§ 4.3. (1921)

(1) § 4.3. (1921)

Второй способ. Пусть AB — диаметр окружности, O — центр окружности. Тогда $\angle AOB = 180^\circ$. Так как $OA = OB$, то $\angle OAB = \angle OBA = 90^\circ$. Следовательно, $\angle AOB = 180^\circ - \angle OAB - \angle OBA = 180^\circ - 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$. Это невозможно, так как $\angle AOB$ — угол при центре окружности, а не при ее окружности. Следовательно, AB — не диаметр окружности.

§ 4.4.

Угол при центре окружности

Вспомогательная теорема. Пусть AB — хорда окружности, O — центр окружности. Тогда $\angle AOB$ — угол при центре окружности, а $\angle ACB$ — угол при ее окружности. Тогда $\angle AOB = 2\angle ACB$.

Доказательство. Пусть OC — радиус окружности. Тогда $OC = OA = OB$. Следовательно, $\triangle OAC$ и $\triangle OBC$ — равнобедренные треугольники. Тогда $\angle OAC = \angle OCA$ и $\angle OBC = \angle OCB$. Следовательно, $\angle AOB = \angle OAC + \angle OCA + \angle OCB + \angle OBC = 2(\angle OCA + \angle OCB) = 2\angle ACB$.

Следствие. Если AB — диаметр окружности, то $\angle ACB = 90^\circ$.

Доказательство. Пусть O — центр окружности, A и B — диаметр окружности. Тогда $\angle AOB = 180^\circ$. Следовательно, $\angle ACB = \frac{1}{2}\angle AOB = \frac{1}{2} \cdot 180^\circ = 90^\circ$.

Теорема. Пусть AB — хорда окружности, O — центр окружности. Тогда $\angle AOB = 2\angle ACB$.

Доказательство. Пусть OC — радиус окружности. Тогда $OC = OA = OB$. Следовательно, $\triangle OAC$ и $\triangle OBC$ — равнобедренные треугольники. Тогда $\angle OAC = \angle OCA$ и $\angle OBC = \angle OCB$. Следовательно, $\angle AOB = \angle OAC + \angle OCA + \angle OCB + \angle OBC = 2(\angle OCA + \angle OCB) = 2\angle ACB$.

Следствие. Если AB — диаметр окружности, то $\angle ACB = 90^\circ$.

Доказательство. Пусть O — центр окружности, A и B — диаметр окружности. Тогда $\angle AOB = 180^\circ$. Следовательно, $\angle ACB = \frac{1}{2}\angle AOB = \frac{1}{2} \cdot 180^\circ = 90^\circ$.

在 \$O\$ 系中，\$A\$ 以速度 \$v\$ 沿 \$x\$ 轴正方向运动。\$A\$ 系中有一根长度为 \$l\$ 的杆，沿 \$x\$ 轴放置，且中点与 \$O\$ 重合。在 \$A\$ 系中，杆的两端同时发出光信号，经 \$O\$ 系中的接收器接收。问：在 \$O\$ 系中，杆的两端是否同时发出光信号？

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

解得

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

在 \$O\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$A\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$O\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$A\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$O\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$A\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。

在 \$O\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$A\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$O\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$A\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。

在 \$O\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$A\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$O\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。在 \$A\$ 系中，杆的两端发出光信号的时间差为 \$\frac{2lv}{c^2}\$。

O and A are orthogonal matrices, $O^T O = O O^T = I$, $A^T A = A A^T = I$. The product of two orthogonal matrices is also orthogonal, $(OA)^T (OA) = A^T O^T O A = A^T I A = A^T A = I$. The determinant of an orthogonal matrix is ± 1 . If O is a rotation, $\det O = 1$. If O is a reflection, $\det O = -1$. The matrix A is also orthogonal, $A^T A = I$. The product of a rotation and a reflection is a reflection, $\det(OA) = \det O \det A = 1 \cdot (-1) = -1$. The product of two reflections is a rotation, $\det(O_1 O_2) = \det O_1 \det O_2 = (-1) \cdot (-1) = 1$.

The Lorentz transformation is a hyperbolic rotation in spacetime. The time axis t and space axis x are rotated relative to the time axis t' and space axis x' by an angle ϕ such that $\tanh \phi = v/c$. The Lorentz transformation can be written as a combination of a rotation and a reflection. The time axis t is rotated into the t' axis, and the space axis x is rotated into the x' axis. The Lorentz transformation is a hyperbolic rotation in spacetime. The time axis t and space axis x are rotated relative to the time axis t' and space axis x' by an angle ϕ such that $\tanh \phi = v/c$.

The Lorentz transformation can be written as a combination of a rotation and a reflection. The time axis t is rotated into the t' axis, and the space axis x is rotated into the x' axis. The Lorentz transformation is a hyperbolic rotation in spacetime. The time axis t and space axis x are rotated relative to the time axis t' and space axis x' by an angle ϕ such that $\tanh \phi = v/c$.

The Lorentz transformation can be written as a combination of a rotation and a reflection. The time axis t is rotated into the t' axis, and the space axis x is rotated into the x' axis. The Lorentz transformation is a hyperbolic rotation in spacetime. The time axis t and space axis x are rotated relative to the time axis t' and space axis x' by an angle ϕ such that $\tanh \phi = v/c$.

H_0 is the rest frame, S is the moving frame, H_0 is the rest frame, H_1 is the moving frame, H_1 is the moving frame, H_1 is the moving frame, H_1 is the moving frame.

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

...
 ... t' ...
 ... t' ... t ...
 ...
 ... $H'_0 H'_1$...
 ... $H'_0, H'_1, H'_2 \dots$...
 ... $-l$...
 ... S' S ...
 ... $-$...
 ... $-$...
 ... S' ... S ...
 ... S' ...
 ... H'_0, H'_1
 ... $H'_2 \dots$...
 ...
 ...:
 ...
 ... $H'_0 H'_1, H'_1 H'_2$, ...
 ... $H'_1 H'_0, H'_2 H'_1$, ...
 ...
 ... H'_1 ... $\frac{lv}{c}$...
 ... H'_2 ... $\frac{2lv}{c}$...
 ...

4.5.

XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX

...
 ...:
 ... S' , ...
 ... v ...
 ...:

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

3. 在 S 系中，有一长度为 l 的杆，沿 x 轴放置。在 S' 系中，该杆沿 x' 轴放置。求在 S' 系中测得的杆长 l' 。已知 S' 系相对于 S 系以速度 v 沿 x 轴运动。

解：在 S 系中，杆静止，其长度为 l 。在 S' 系中，杆以速度 v 运动，其长度为 l' 。根据狭义相对论的长度收缩公式，有：

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

因此，在 S' 系中测得的杆长 l' 为 $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

4.6.

例题 4.6.1 惯性系 S' 相对于 S 系以速度 v 沿 x 轴运动。在 S 系中，有一长度为 l 的杆，沿 x 轴放置。在 S' 系中，该杆沿 x' 轴放置。求在 S' 系中测得的杆长 l' 。

解：在 S 系中，杆静止，其长度为 l 。在 S' 系中，杆以速度 v 运动，其长度为 l' 。根据狭义相对论的长度收缩公式，有：

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

因此，在 S' 系中测得的杆长 l' 为 $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

例题 4.6.2 惯性系 S' 相对于 S 系以速度 v 沿 x 轴运动。在 S 系中，有一长度为 l 的杆，沿 x 轴放置。在 S' 系中，该杆沿 x' 轴放置。求在 S' 系中测得的杆长 l' 。

解：在 S 系中，杆静止，其长度为 l 。在 S' 系中，杆以速度 v 运动，其长度为 l' 。根据狭义相对论的长度收缩公式，有：

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

因此，在 S' 系中测得的杆长 l' 为 $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

例题 4.6.3 惯性系 S' 相对于 S 系以速度 v 沿 x 轴运动。在 S 系中，有一长度为 l 的杆，沿 x 轴放置。在 S' 系中，该杆沿 x' 轴放置。求在 S' 系中测得的杆长 l' 。

解：在 S 系中，杆静止，其长度为 l 。在 S' 系中，杆以速度 v 运动，其长度为 l' 。根据狭义相对论的长度收缩公式，有：

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

因此，在 S' 系中测得的杆长 l' 为 $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

例题 4.6.4 惯性系 S' 相对于 S 系以速度 v 沿 x 轴运动。在 S 系中，有一长度为 l 的杆，沿 x 轴放置。在 S' 系中，该杆沿 x' 轴放置。求在 S' 系中测得的杆长 l' 。

解：在 S 系中，杆静止，其长度为 l 。在 S' 系中，杆以速度 v 运动，其长度为 l' 。根据狭义相对论的长度收缩公式，有：

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

因此，在 S' 系中测得的杆长 l' 为 $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

Система координат $O'X'Y'Z'$ движется относительно системы $OXYZ$ с постоянной скоростью v вдоль оси OX .

Пусть t — время, прошедшее с момента совпадения начал координат O и O' . Тогда координаты x, y, z точки в системе $OXYZ$ и x', y', z' в системе $O'X'Y'Z'$ связаны следующими соотношениями:

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z$$

Эти соотношения являются частными случаем преобразования Лоренца, справедливого для произвольных направлений движения. В общем случае преобразования Лоренца имеют вид:

$$x' = \gamma(x - vt), \quad y' = \gamma y, \quad z' = \gamma z, \quad t' = \gamma(t - vx/c^2)$$

где $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ — коэффициент Лоренца, c — скорость света.

Из этих соотношений следует, что время в движущейся системе течет медленнее, чем в неподвижной. Это явление называется замедлением времени. Кроме того, длины объектов в движущейся системе кажутся сокращенными по направлению движения. Это явление называется сокращением длин.

Важным следствием преобразования Лоренца является то, что скорость света c одинакова во всех инерциальных системах отсчета. Это утверждение является одним из постулатов специальной теории относительности.

Таким образом, преобразования Лоренца описывают взаимосвязь между координатами и временем в различных инерциальных системах отсчета, движущихся друг относительно друга с постоянной скоростью.

$x = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (x' + vt')$
 t, x', y', z
 t'
 $t, \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (t' + \frac{vx'}{c^2})$
 S, S'
 S'
 S, S'
 S'
 x', y', z, S', S, v
 x', y', z, M'
 $(O' X', O' Y', O' Z')$
 x, y, z
 x, y, z

$$x = x' + vt'$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$t = t'$

$$t = t'$$

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

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

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (t' + \frac{vx'_2}{c^2})$$

XXXX XXXXX XX XXXXXX XX XXX XXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX
 XXXXX XX XXXXX M' , XXXXX S' XX XXXX, $O' X'$ XX XXXXXXXXXXXX, v' XXX XX
 XXXXXX XX XXX XXXX XX, XXXX XXXXXXXXXXXX XXXX XX $\frac{x'}{t}$ XXXXXXXXXXXX XXXX XXXX
 XXX S XXX XXXX XXXXXXXXXXXX XX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX, XXX XXXXXX
 XXXX XX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XX XXXX XXXXXXXXXXXX OX, OY, OZ XX XXXXXXXXXXXX
 XXXXXXXXXXXX XXXX XX? XX XXX v'' XX XXXXXXXXXXXX XXXX XX XXXX, XXXX $\frac{x}{t}$
 XXXXXXXXXXXX XXXX XX, XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XX XXXX XX XXXX XXXX
 XX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX XXXX, XX XXXX XXXXXXXXXXXX:

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

XXXX XX XX XXXXXXXXXXXX XX XXXX XX:

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

XXXXX, XXX S XXX XXX XXXXXXXXXXXX XX S' XX XXXX XX XXX XXXXXXXXXXXX
 v XXX XX XXXXX XX, XX XXX XX XXXX XX XXX XXX XXXX v' XXX XX XXXX
 XXXX XXXXXX, XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXX $v + v'$ XXX
 XXXX XXXX, XXXX XX XX XXX XXXXXXXXXXXX XX, XXXXXX XX XXXX XXXXXXXXXXXX
 XX XXX XXXXXX XX XX XXX XXX XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXX XXXX XXX XXXXXX
 XXXX XXXXXXXXXXXX XXX, XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXXXXXXX
 XXX XXX XX XXXXXXXXXXXX XX XXX XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXX, XXXX XXX XXX
 XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX XXXXXXXXXXXX XX, XXXXXXXXXXXX XX XXX v' , $\frac{x'}{t}$ XX, XXX XX
 XXXXXXXXXXX XX XXX x' XX XXX XX XXX XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXX XXX XXX XXXX
 XXXXXX XX (XXXX XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX
 XXXXXX XXXX XX) XX t' XX XXX XX XXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXX, XXXXXXX
 XXXX XXXXXXXXXXXX XX XXXXXX XX XXXXXXXXXXXX XX XXXX XX XXXXXXXXXXXX XXXX XXXX
 XX XX XXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXX XX XXXX (XX XX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX
 XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX
 XXXX XX XXXXXX XX) XXXXXX, XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX, XX XXX
 XXXXXX XX XXX XXXX XX XXX XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXX
 XXX, XXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX XXX XXXX XXX
 XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XX XXX XXX XXXXXXXXXXXX XX x' XXXXXX XX (XXXX x' XXX XXXXXXXXXXXX
 XX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX), XXXXXX $x' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ XX; XX XX
 XXXX XX XXX XXXX XXX XXXXXXXXXXXX t' XXXX, XXXXXX $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (t' + \frac{vx'_2}{c^2})$ XXX XX
 XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XX v XXX XXXXXXXXXXXX XX XXXX v XXXXXXXXXXXX XXXX XXXX
 XXX v' XXXX, XXXXXX

XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXX XX XX
XXXXXX XX XX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX, XXXXX XXXXXXXXXXX, XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXX, XX XXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXX, XXXXXXX XXXXXXX XX
XXXXXX XX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX, XXXXX XX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX: XXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX, XXXXXXX
XXXXXXXX XXXX, XXXX XX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX
XXXXXXXX XX XX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,
XXXXXXXX XX XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXX XX
XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX "XXXXXXXX XXXXXXXXXXX", "XXXXXXXX XXXX"
"XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX" XX XXXXXXX XX XX XXX XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX
XX XX XX XX XXXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXXX XX XXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XX, XX XXXXXXX XXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XX XX
XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXX XX, XX XXXXXXX XXXXXXXXXXX XX XXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX; XXXXXXX XX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XX XXXXX

XXXXXXX 5.1.

XXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX S XXXXXXXXXXXX XXXXX, XX XX
XXXXXXXX S' XX S XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XX XXXXXXX S' XX XXXXXXXXXXX S XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XX, XXXXXXXXXXX XXX XXXX XX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX, XX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX: XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX XXX XXX XXX S', S XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX: XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXX S, S' XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX? XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX S XXXXXXX
XX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX⁽¹⁾, XXXXXXX XXX,

xxxx xxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxx: xxxxxx xxxxxx,
xxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx?
xxxxxxxx xxx, xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxx xxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx, xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx S xxx S' xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxxxxx, xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx? xxxxxx xxx xxxxxx, xxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx; xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx
xxxx xxxxxx xxx? xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx:
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx, xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx "xxxxxxxxxxx
xxxx" xxx xxx "xxxxxxxx xxx" xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx?

(1) xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx, xxx. 225 xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
(2) xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, 1907, xxx. 12-13 xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx, 1896, xxxxxx xxxxxxxxxx I; xxx xxxxxxxxxx IV,
xxx. 218 xxx xxxxxx

xxxxxxx 5.5.

xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx "xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx"
xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx-xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx
xxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxx xxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx

1. 坚持党要管党、全面从严治党，全面加强党的纪律建设，把纪律挺在前面，扎紧制度的笼子，使铁的纪律转化为党员干部的日常习惯和自觉遵循。

2. 持之以恒正风肃纪，持续深入整治形式主义、官僚主义，持续纠治群众身边的腐败问题和作风问题，让人民群众在全面从严治党中感受到公平正义。

3. 推进廉洁文化建设，教育引导党员干部廉洁修身、廉洁齐家，自觉抵制各种诱惑和腐蚀，永葆清正廉洁的政治本色。

4. 深化党风廉政建设责任制落实，强化责任担当，一级抓一级、层层抓落实，确保全面从严治党各项任务落到实处。

5. 加强对党员干部的日常教育管理监督，抓早抓小、防微杜渐，防止小错酿成大祸，切实把党员干部队伍建设成为一支政治坚定、素质过硬、纪律严明、作风优良的队伍。

6. 坚持以严的基调、严的措施、严的氛围长期对待全面从严治党，不断取得新的成效，确保党始终成为中国特色社会主义事业的坚强领导核心。

7. 坚持问题导向，聚焦突出问题，靶向施治、精准发力，切实解决制约高质量发展的体制机制障碍，推动高质量发展取得新突破。

8. 坚持以供给侧结构性改革为主线，坚持需求牵引供给、供给创造需求，加快建设现代化经济体系，提高供给体系质量。

9. 坚持创新驱动发展战略，加强基础研究和应用基础研究，实现关键核心技术自主可控，提高科技供给对高质量发展的支撑能力。

10. 坚持以扩大内需为战略基点，实施扩大内需战略，促进消费持续恢复，增强消费对经济发展的基础性作用。

11. 坚持深化改革，深化供给侧结构性改革，推进要素市场化配置改革，破除制约高质量发展的体制机制障碍。

12. 坚持以高水平对外开放为导向，扩大开放领域，提升开放层次，增强国际循环的活跃度和承载力，推动形成全面开放新格局。

13. 坚持生态文明建设，牢固树立绿水青山就是金山银山的理念，推动形成绿色发展方式和生活方式，协同推进降碳、减污、扩绿、增长。

14. 坚持乡村振兴，实施乡村振兴战略，坚持农业农村优先发展，巩固脱贫攻坚成果，全面实施乡村建设行动，促进农民农村共同富裕。

15. 坚持文化繁荣兴盛，坚定文化自信，推动中华优秀传统文化创造性转化、创新性发展，增强文化自信，建设社会主义文化强国。

16. 坚持人才强国战略，深入实施人才强国战略，集聚全球优秀人才，加快建设世界重要人才中心和创新高地，为高质量发展提供人才支撑。

17. 坚持法治中国建设，全面依法治国，推进法治国家、法治政府、法治社会一体建设，维护社会公平正义，保障人民合法权益。

18. 坚持国家安全，统筹发展和安全，贯彻总体国家安全观，防范化解重大风险，维护国家主权、安全、发展利益。

(1) 1920年，() 1920年，()

1920年，() 1920年，()

1920年，() 1920年，()

in the frame S' , the distance between the two points is l' . This distance is the proper length, l' .

Now, let's find the distance between the two points in the frame S . The two points are moving to the right with velocity v relative to S . In S , the distance between the two points is l . This distance is the length of the rod in the frame S , which is contracted.

Let's consider the frame S' and the frame S . In S' , the rod is at rest and has length l' . In S , the rod is moving with velocity v and has length l . The length contraction formula is $l = l' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$.

Let's consider the frame S' and the frame S . In S' , the rod is at rest and has length l' . In S , the rod is moving with velocity v and has length l . The length contraction formula is $l = l' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$.

Let's consider the frame S' and the frame S . In S' , the rod is at rest and has length l' . In S , the rod is moving with velocity v and has length l . The length contraction formula is $l = l' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$.

Assume that S is a subset of S' and S' is a subset of S .
Then S and S' are equal sets.

Let S and S' be two sets. If $S \subseteq S'$ and $S' \subseteq S$, then $S = S'$.
Proof: Let $x \in S$. Then $x \in S'$ because $S \subseteq S'$. Similarly, if $x \in S'$, then $x \in S$ because $S' \subseteq S$.
Hence, $S = S'$.

Let S and S' be two sets. If $S \subseteq S'$ and $S' \subseteq S$, then $S = S'$.
Proof: Let $x \in S$. Then $x \in S'$ because $S \subseteq S'$. Similarly, if $x \in S'$, then $x \in S$ because $S' \subseteq S$.
Hence, $S = S'$.

Let S and S' be two sets. If $S \subseteq S'$ and $S' \subseteq S$, then $S = S'$.
Proof: Let $x \in S$. Then $x \in S'$ because $S \subseteq S'$. Similarly, if $x \in S'$, then $x \in S$ because $S' \subseteq S$.
Hence, $S = S'$.

Let S and S' be two sets. If $S \subseteq S'$ and $S' \subseteq S$, then $S = S'$.
Proof: Let $x \in S$. Then $x \in S'$ because $S \subseteq S'$. Similarly, if $x \in S'$, then $x \in S$ because $S' \subseteq S$.
Hence, $S = S'$.

Let S and S' be two sets. If $S \subseteq S'$ and $S' \subseteq S$, then $S = S'$.
Proof: Let $x \in S$. Then $x \in S'$ because $S \subseteq S'$. Similarly, if $x \in S'$, then $x \in S$ because $S' \subseteq S$.
Hence, $S = S'$.

The first part of the text discusses the relationship between S and S' in the context of a Lorentz transformation. It mentions that S and S' are related by a Lorentz transformation, and that the transformation is linear. It also mentions that the transformation is invertible.

The second part of the text asks a question about the relationship between S and S' . It asks if S and S' are related by a Lorentz transformation, and if so, what is the velocity v of S' relative to S ?

The third part of the text provides the answer to the question. It states that S and S' are related by a Lorentz transformation, and that the velocity v of S' relative to S is $v = \frac{c}{2}$. It also provides the Lorentz transformation equations for time and space coordinates.

The fourth part of the text discusses the relationship between the Lorentz factor γ and the velocity v . It states that $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, and that γ is a function of v . It also mentions that γ is always greater than or equal to 1.

The fifth part of the text discusses the relationship between the Lorentz factor γ and the velocity v . It states that $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, and that γ is a function of v . It also mentions that γ is always greater than or equal to 1.

xx xx xxxxxxxx xx xx xxxxxxxx xxxxxxxx xx xxx, xxxxxxxx xx xxx, xxx xx xxx
xxx xxxxxxxx xx xxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxx xxx xxxxxxxx

xx xx xxxxxx xx xx xx xxxxxx xxxxxx xx xx xxxxxx xx xxx xxxxxxxx xx xxxxxx
xxxx xx xxxxxx xxxxxxxx xx xx xx xxxxxx xxxxxxxx? xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx? xxxxxxxx xxxxxx! xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxx xx xxxxxx xxxxxx xx xxxxxx xx xxxxxxxx, xxxxxxxxxx xx xx
xxxxxxxx xx; xx xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxx
xxxxxx

xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx
xxx xxxxxxxx xxx, xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxx xx xx xxx xxxxxxxxxx xx xxx
xxxxxx xx xxxxxxxxxx xx xx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxx xxx xxxxxxxx xx, xxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xx
xx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xx xx xxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxxxxx xx⁽¹⁾ xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xx xx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxx xx xx
xxxxxxxxxxxxxxxxxx xx - xxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx
xx - xxxxxx xxxxxx xx xxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxx
xxxx xxxxxxxxxx xx xx xxxxxx xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xx
xxxxxxxx xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxx xx
xxxx xxxxxxxxxx xx xxx, xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxx, xxxxxx-xxxx xx
xxxxxxxx xxxxxxxx xxx, xx xxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxx xxxxxxxx
xxx, xxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxx xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xx
xxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx, xxxxxx xx xxxxxxxxxx xx
xxxxxxxxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx
xxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xx xxxxxx xx xxx xxxxxx xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xx xxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xx
xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xx
xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx
xx, xxx xxxxxx xx xxxxxx xx xxxxxx xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx,
xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxx xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx,
xxxx xxxxxx xx
xxxxxx xx xxxxxxxxxx

(1) xxxxxx xx xxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

Сектор S и S' ...

7.5.

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

... 1° ... 2° ... 3° ...

xxxx xxx xxxxxx xxx xxx, xxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxx S' xxxxxx S xxx xxxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx, xxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxx, xxxxxxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxxxxxxx; xxxxxx xxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx
xxxx xxx xxx xxx xxxxxx xxx, xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx: xxx S xxxxxxx xxx xxxxxx xxx S'
 S xxx xxxxxxxxxxx xxx, xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx, xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx, xxx xxxxxxx xxx
xxxxxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx
xxxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx, xxx xxxxxxxxxxx xxx xxx xxx S xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx
 A, B, C, D S xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx, xxx S' xxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxx A', B', C', D' S' xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx, xxx
xxxx A, B, C, D xxx A', B', C', D' , xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxx
xxx xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx,
xxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx
xxxxxxxxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx S xxx S' xxx xxxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx? xxx xxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxx xxxxxx xxx,
xxx xxxxxxxxxxxxxx S' xxxxxx xxxxxx S xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx
xxxx M xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx A, B, C, D xxxxxx xxxxxx, xxxxxxx xxxxxx xxx
xxx xxx xxx xxxxxx xxx (xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx), xxx
xxx xxxxxx M' xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx A', B', C', D' S' xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx
xxxx, xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx M xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxx, xxxxxx xxx xxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx
xxxx xxxxxxxxxxx M xxxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx M xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxx xxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx A, B, C, D xxx A', B', C', D' xxxxxxxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx,
xxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx

xxxxxxxxxxx, xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxx, xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxx: S xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxx S' xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx, S xxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx S' xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx? xxx
xxx xxxxxxxxxxx xxx xxx S xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx: S' xxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx

XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXX XX? XXXXXXXX XXXX XX S XXXXXXXX XX XXXXXXXX
 XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XX S XXX XXXXXXXX XXXXXXXX XX XXXX XXXX
 XXX XX, XXXX XX XX XXXXXXXX XXXXXXXX XX, XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXXXXXXX
 XXXX XX S XX S' XXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX
 XXXXXXXX XXXXXXXX XX XXXXXXXX XXXXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XX
 XXXXXXXX XXXXX XXXX, XXXXXXXX XX XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXX XXXX: XXXXX
 XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX
 XX XX XX XX XX XXXXXXXX XXXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XX XXXXXXXX XX,
 XXXXXXXX XXXXXXXX
 XXX XX XXXXXXXX XXXXXXXX; XXXXXXXX XXXXXXXX XXXX XXXXXXXX XXX XXXX
 XXXXXXXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX XXX XXXXXXXX XXXX XXXX
 XXXXXXXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXXX XXX XXXXXXXX XXXX XXXX
 XXXXXXXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXXX, XXXXXXXX XXX XXXX XXXXXXXX XX, XXXX
 XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXX
 XXXXXXX XX, XXXXXXXX XXXXXXX XXXX S' XX S XXXXXXXX XXXX XXXX XXXX
 XXXXXXXX XXXX, XXXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXX
 XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXXX XXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX
 XXXX, XXXXXXX XXXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX
 XXXXXXX XX XXXX XXXX XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX; XX XXX XX XXXX
 XXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXX, XXXX S XXXX XXXXXXX XXXXXXX XX XX
 XXXXXXX XXXX XXXX XXX XXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX? XX XXXXXXX
 XXXXXXX XXXXX, XXXX XX XXXX XX, XXXXXXX XXX XXXX XXXXXXX XXXX
 XXXXX XX XX XXXXXXXX XXXX XXX XXXX XXXX, XX XXXXXXX XXX XXXX
 XXXXXXX XXXX XXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXX XXXX XXXXXXX XXXX
 XX: XX XX XXXX XXX, XX XX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XX
 XXXXXXX XXX XXXX XXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX
 XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXX XXX XXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXX
 XXXXXXX XXXXXXX XXXX, XXX XXX XXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX
 XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXX XXX XXXXXXX XXX, XXXXXXX S'
 XXXXXXX XXX XXXX XXX XXXX XXX (XXXX XXXX XXXXXXX XXX XXXX
 XXXX XXXX XXXX XXX); XXXXXXX XXXX, S' XXX XXXXXXX XXX XXXX
 XXXXXXX XXXX XXXX XXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXX
 XXXXXXX XXXX XXX, XXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX S XXXX
 XXXXXXX XXX XXXX XXX S' XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX
 XXX XXXX XXX XXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXX XXX S XXX XXXX
 XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXX
 XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX
 XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXX XXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX, XX S'
 XX XXX-XXX S XXXXXXX XXXXXXX XXXX
 XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX
 XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX
 XXX XXXX, XX XXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXXXXX
 XXXXXXX XXX XXXX XXX XXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXX
 XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX
 XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX

XXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXX XXX XXXXXXXXXX
XX; XX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXX XXXXXXXXXX XX
XXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XX XXXX XX XXXX XXX XXXXXXXXXX XXXX
XX: XXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXX
XXXXXXXXXXXX, XXXX XXXXXXXXXX, XXXXXXX XXX XXXX XXX XXXXXXXXXX XX, XXXX
XX
XX
XX
XX
XXXXXXXX XXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XX XXX XXXXXXXXXX XX, XXXXXXX XXX XX
XXXXXXXXXXXXXXXX-XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXX, XXXX XX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXX XXX
XXXX XXXXX XXXXX, XX XXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XX, XX XXXXX XX
XXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXX XX, XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX
XXXXX XXXX

XXXX XXXXXXX S' XXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXX
 O' XX A' XX XXXX XXXX XXX, XX XXXXXXXXXX XXX
XX-XXXXXXXX XX XXXX XXXX, XX XXXX XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XX, XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XX, XXXXXXXXXX O' XX A' XX XXXX XXXX XXX XXXX
XX
XXXX XXXXXXXXXX O' XX A' XX XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXX XX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XXX XXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XX P XX Q XXXXXXXXXX XX, XX XXXX XXXX XXXX
XX XXXXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXX: XX
XXXX, XXXXXXXXXX XXXX O' XX A' XX XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXX XX XX XXXXXXXXXX
XX, XXXXXXX XXXXXXXXXX, XXXXXXX XXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX; XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XX
XXXX XXXXXXX XXXX XX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX XX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXX, P XX Q XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX XX
XXXXXXXX XX XXX XXXXXXXXXX S' XX XXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXX XXXX
XXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX⁽¹⁾ XX XXXXXXXXXX XXX XXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX? XXX, XXXXXXXXXX XX XXXX, XXXX XX XXXXXXXXXX XX XXXX
XXXXXXXXXX XX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXX XX XXX XXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX
XX XXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX PQ
XX XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXX XXXX
XXXXX XXXX XXXX XXXX, XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX, XXXXXXX XXX
XXXXXXXX XXXX XXX P XX Q XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXX, XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXX:
XXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXX, XXXXXXX XXXXXXXXXX S' XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXX
XX, XXX P XX Q XX XXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX
XXXX XX XX XXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXX XXX XXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXX XXXX, XX
XXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX
XXXXXXXX XXX, XX XXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX
XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXX XXX
XXXX, XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX-XXXXXXXXXXXX XXX XXXX XXXXXXXXXX XXXX, XXX XXXXXXXXXX

1. 在狭义相对论中，设 S' 系相对于 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，且 P 在 Q 的右侧。则在 S' 系中， P 和 Q 两事件是否同时发生？
 答：在 S' 系中， P 和 Q 两事件不是同时发生的。根据狭义相对论的相对同时性原理，在一个惯性系中同时发生的两个事件，在另一个相对于该系运动的惯性系中，它们不是同时发生的。具体来说，在 S' 系看来， Q 事件先于 P 事件发生。

2. 设 S' 系相对于 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，且 P 在 Q 的右侧。则在 S' 系中， P 和 Q 两事件是否同时发生？
 答：在 S' 系中， P 和 Q 两事件不是同时发生的。根据狭义相对论的相对同时性原理，在一个惯性系中同时发生的两个事件，在另一个相对于该系运动的惯性系中，它们不是同时发生的。具体来说，在 S' 系看来， Q 事件先于 P 事件发生。

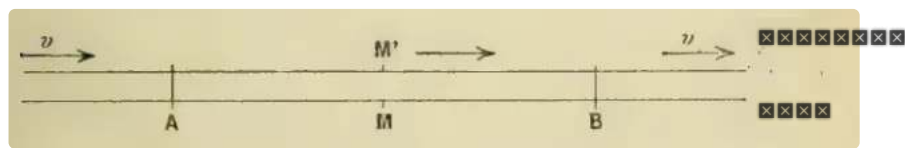


图 3

3. 在狭义相对论中，设 S' 系相对于 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，且 P 在 Q 的右侧。则在 S' 系中， P 和 Q 两事件是否同时发生？
 答：在 S' 系中， P 和 Q 两事件不是同时发生的。根据狭义相对论的相对同时性原理，在一个惯性系中同时发生的两个事件，在另一个相对于该系运动的惯性系中，它们不是同时发生的。具体来说，在 S' 系看来， Q 事件先于 P 事件发生。

.....?

.....

..... A B

.....,

..... AB

..... A B

..... M'

..... M' (.....)

..... M

..... v

..... M'

..... M

.....,

..... (.....)

..... B

..... A

.....

.....,

..... B A

.....

.....

..... (.....)

.....;

.....

.....⁽¹⁾

(1),, (.....:),
..... 21 22

.....

.....,

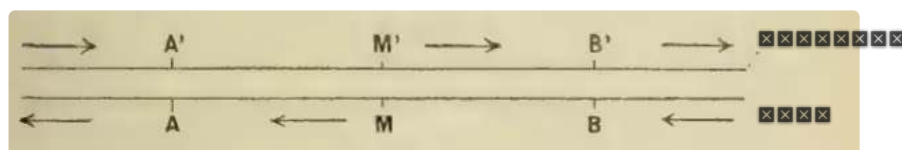
..... (..... 4)

.....

..... —

.....

.....



P' $\frac{lv}{c^2}$

$E' N' F'$ $M' N' P'$ S' v S $M' E'$ $P' F'$ $\frac{lv}{c^2}$ $\frac{l}{c}$ $E' H'$ E' $F' K'$ F' N' $M' E'$ $P' F'$ N' N' S' M' $\frac{l}{c}$ $M' N' P'$ $\frac{l}{c}$ N'

N' P' P' P'

xxxx xxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx xx⁽¹⁾ xxxxxxxx xxx, xx xxxxx
xxxxxxx xxx xx xxxxxxxxxx N' xxx xx xx xxxxxxxxxx xx xxxxxx xxxxx
xxxxxx, xx xxxxxxxxxx M' xxx xxx M' xx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx P' xx xxx P' xx
xxxxxxx xx xxxxxxxxxx xx; xx xxx xx M' xx P' xx xxxxxxxxxx xx xxxxx
xxxxxxx xxx xx xxx xx xxxxxxxxxx; xxxxxxxx xxxxxxxx xx xxx xx
xxxx xxx xx xxx xx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxx xx xxxxx, xxx xxxxx-
xxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxx; xxxxxx N' xx xxxxxx xxxxxxxxxx P' xx
xxxxxxx xx xxxxx xxx xx xxxxxx xxxxx xxxxxx, xxx xx xx xxxxx
xxxxxxx xx xxxxxxxxxx xx, x xx xx xxxxxxxxxx xx xxxxx xx xxx xx xxxxxxxxxx xxx
xxxx xx: xx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxx xx, xxxxxxxxxx N' xx xxxxxxxxxx
xxxx xxxxxxx xx, xx xxxxxx xxx xx xxxxxxxxxx xxx xx xxxxxxxxxx xxxxx xxx

(1) xx xxxxxxx xxx xx xxxxx: xxxxxxxxxx, xx xxx, x'xxxxxxx xx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx xx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx, 1912 xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxx xx xxxxxxxxxx, xxxxxx
xxxxxxx, xxxxx 61-66

xxx xxxxxx xx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xx xx xxx xxxxxx
xx xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xx xx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xx xxxxxxx, xxx xx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxx xxx xxxxxx
xxxx xx xxxxxxxxxx xx xxx xx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx, x xx xx xxxxxxxxxx xx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xx S' xx S xxxxxxxxxx
xxxx xxx, xx S xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xx xx xxxxxxxxxx xxx
xxxx xxx xx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx
xx xx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx

xxxxxx, xxxxxxx S xxx xx xxxxxx MNP xxx xxxxxx xxxxxx $M' N' P'$ xxxxxxx xxx,
xx $S' S$ xx xxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx, M' xx xxxxxxx xx
xxxxxxx xxx M xx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx, xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xx
xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xx xxxxxxx xxx xxxxx
xxxxxxx xx xxxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx
xxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx N xx N' xx xxx, xx P xx P' xx xxx, xx xxx xx
xxxxxxx xxx xxxxxx xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx
xxxx xxxxxx xxxxxx xx, xx xxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx N xx N' xxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx⁽¹⁾ xx

(1) xxx xx xxx xxxxxxx xxx xxx, xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx S xx S' xx
xxxxxxx N xx N' xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx, xx N xx N' xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx S' xxxxxx xxx v xxxxxxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xx, xx xxxxxx N xx N' xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xx
xxxxxxx xxxxxx xx, xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx v xx
xxxxxxx xxx, xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx N xx N' xx xxxxxxxxxx
xxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxx xxx xxxxxx xx, S' xx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxxxxxx N xxx, xx M xx P xxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxx,
xx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxx

xxxx xxxxxxxxxx N' xxxxxxxxxx, xx M' xx P' xxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxx
xxxx xxxxxxxxxx xxx, xx xxxxxx xxxxxxxxxx S' S xxx xxxxxxxxxx xxx, xx xx
xxxxxxxxxxx xxx: xx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xx M xx P xxx N xxx xxxxxxxxxx xxx
xxxx xxxxxxxxxx xxxxx

xx, S' S xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx N' xxx xxx, xx S' xx xxxxxxxxxx, xx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx S xx S' xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx
xxx; xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx,
xx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx
xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxx xxxxxx xxx, N xxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx,
xx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx, xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxx xxxxxx xxx,
 N' xxx xxxxxxxxxx, xxx S' xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx M'
xx P' xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx N' xxx
xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxx xxx M' xx P' xxx xxxxxxxxxx
xxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xx
xxxxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxxxxxx S xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxx xxx S' xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx $N M$
xx P xxx xxxxxxxxxx

xxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx S' xxxxxxxxxx N' xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxxxxx S xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx N xxx xxxxxx xxxxxx xxx, xxxxxxxxxx S
xx S' xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx M, N, P xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx, xx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx-
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx, xx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx, xx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxx xxx S' xxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx M', N', P' xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx-xxxxxxx xxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx

xxxxxxxx, xxxxxx xxx xxx S xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx S xxxxxxxxxx xxx, xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx, xxxxxx xxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx,
xxxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx; xxxxxx xxxxxx xxx xxx, xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx N xx P xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

XXXXXXXXXX XXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXX, XXXXXXXX, XX XXXXX XXXXX
XXXXX XXXXXXXXX

XXX XX XX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX; XX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX, XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXX
XXXXX XXXXX XX XXXXX XXXXXXXXXX XXXXX, XXXXXXXXXX XX XX XXXXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX

XXXXX XXXX XXXXXXXXXX XX XXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXXXXXXX XXX
XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XX XXX XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXX, XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XX
XXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXXX XX XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX? XXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXX XXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXX
XX, XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX
XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXX XX XXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXX
XXXXXXXX XX, XX XXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXX XXX XXX XXX XXXXXXXXXX XXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXX XXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXX XXX
XXXXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXX XXX XXXXXXX XXX: XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XX, XX XXXXXXXXXX XX XXXXXXX XXX, XX XXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX
XXX XX XX XXXXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXX XXX XXX; XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX, XXXXXXXXXX, XXXXX
XXXXXXXX XX XXXXXXXXXX XXX, XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX, XXX XXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXX XXX, XXX XXXXXXXXXX XXX XXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXX

XXXXXXXXXX XXX XXX

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

1. 在平面直角坐标系中，点 O 为原点，点 A 在 x 轴上，点 B 在 y 轴上。将 $\triangle OAB$ 绕点 O 逆时针旋转 30° 得到 $\triangle OA_1B_1$ 。求 $\angle A_1OB_1$ 的度数。

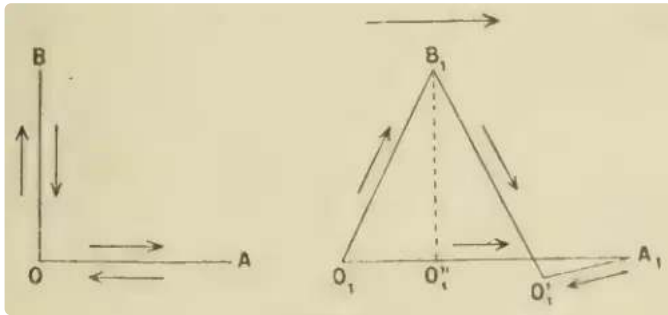


图 7

8.1.

“ $\triangle OAB$ 绕点 O 逆时针旋转 30° ” 与 “ $\triangle OA_1B_1$ 绕点 O 逆时针旋转 30° ”

2. 如图 7 所示，在平面直角坐标系中，点 O 为原点，点 A 在 x 轴上，点 B 在 y 轴上。将 $\triangle OAB$ 绕点 O 逆时针旋转 30° 得到 $\triangle OA_1B_1$ 。求 $\angle A_1OB_1$ 的度数。

8.2.

3. 如图 8 所示，在平面直角坐标系中，点 O 为原点，点 A 在 x 轴上，点 B 在 y 轴上。将 $\triangle OAB$ 绕点 O 逆时针旋转 30° 得到 $\triangle OA_1B_1$ 。求 $\angle A_1OB_1$ 的度数。

4. 如图 9 所示，在平面直角坐标系中，点 O 为原点，点 A 在 x 轴上，点 B 在 y 轴上。将 $\triangle OAB$ 绕点 O 逆时针旋转 30° 得到 $\triangle OA_1B_1$ 。求 $\angle A_1OB_1$ 的度数。

xxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx OB xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx
xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx $O_1 B_1 O_1'$ xxx xxxxxxx xxxxxx OA xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx $O_1 A_1 O_1'$ xxx xxxxxxx xxx (xxxx xxxxxx xxx $O_1' A_1$
xxxx xxxxxxxxxx xxxxxx $O_1 A_1$ xxx xxxxxxx xxxxxxx xxx, xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx, xxx
xxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx) xxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx-
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxx: “xxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxx, xxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx” xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx: “xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx”

xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx-
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxx
xxxxxxx xxx: “xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx” xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx: xxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx; xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxxxxxx
xxx xxx xxx, xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

xxxxxxx xxx-xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx $O_1 B_1 O_1'$,
 $O_1 A_1 O_1'$, xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx, xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx: xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx, xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx-xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx,
xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

1. 在平面内，以点 O 为原点， OB 为 x 轴， OA 为 y 轴，建立直角坐标系。设 $A(0, a)$ ， $B(b, 0)$ ， $C(x, y)$ 。由题意知 $OC \perp AB$ ，即 $\vec{OC} \cdot \vec{AB} = 0$ ，得 $bx - ay = 0$ 。又 C 在 AB 上，故 C 的坐标满足 $\frac{x}{b} + \frac{y}{a} = 1$ 。联立两式，解得 $C(\frac{ab}{a^2+b^2}, \frac{ab^2}{a^2+b^2})$ 。于是 OC 的斜率为 $\frac{y}{x} = \frac{b^2}{a^2}$ 。而 OA 的斜率为 $\frac{a}{0}$ ， OB 的斜率为 $\frac{0}{b}$ 。故 $\angle AOC = \arctan \frac{b^2}{a^2}$ 。同理可得 $\angle BOC = \arctan \frac{a^2}{b^2}$ 。因此 $\angle AOC + \angle BOC = \arctan \frac{b^2}{a^2} + \arctan \frac{a^2}{b^2} = 90^\circ$ 。

§ 8.3.

§ 8.3.1 平面内两条直线的夹角

1. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们的夹角 θ 。

解：设 l_1 的倾斜角为 α ， l_2 的倾斜角为 β 。则 $\tan \alpha = k_1$ ， $\tan \beta = k_2$ 。由两角差的正切公式，得 $\tan(\alpha - \beta) = \frac{k_1 - k_2}{1 + k_1k_2}$ 。因此 $\theta = |\alpha - \beta|$ ， $\tan \theta = \left| \frac{k_1 - k_2}{1 + k_1k_2} \right|$ 。

2. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们的交点 P 的坐标。

解：联立两直线的方程，得 $\begin{cases} y = k_1x + b_1 \\ y = k_2x + b_2 \end{cases}$ 。解得 $x = \frac{b_2 - k_1b_1}{k_2 - k_1}$ ， $y = \frac{k_2b_1 - k_1b_2}{k_2 - k_1}$ 。故交点 P 的坐标为 $(\frac{b_2 - k_1b_1}{k_2 - k_1}, \frac{k_2b_1 - k_1b_2}{k_2 - k_1})$ 。

3. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们之间的距离 d 。

解：若 $l_1 \parallel l_2$ ，即 $k_1 = k_2$ ，则 $d = \frac{|b_2 - b_1|}{\sqrt{1 + k_1^2}}$ 。若 l_1 与 l_2 相交，则 $d = \frac{|k_2b_1 - k_1b_2|}{\sqrt{k_1^2 + k_2^2}}$ 。

4. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们关于 x 轴对称的直线的方程。

解：设 l_1 关于 x 轴对称的直线为 l_1' ， l_2 关于 x 轴对称的直线为 l_2' 。则 l_1' 的方程为 $y = -k_1x + b_1$ ， l_2' 的方程为 $y = -k_2x + b_2$ 。

5. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们关于 y 轴对称的直线的方程。

解：设 l_1 关于 y 轴对称的直线为 l_1' ， l_2 关于 y 轴对称的直线为 l_2' 。则 l_1' 的方程为 $y = k_1x + b_1$ ， l_2' 的方程为 $y = k_2x + b_2$ 。

6. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们关于原点对称的直线的方程。

解：设 l_1 关于原点对称的直线为 l_1' ， l_2 关于原点对称的直线为 l_2' 。则 l_1' 的方程为 $y = -k_1x - b_1$ ， l_2' 的方程为 $y = -k_2x - b_2$ 。

7. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们关于 l_1 对称的直线的方程。

解：设 l_2 关于 l_1 对称的直线为 l_2' 。则 l_2' 的方程为 $y = \frac{k_1k_2 + 1}{k_2 - k_1}x + \frac{k_1b_2 - b_1}{k_2 - k_1}$ 。

8. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们关于 l_2 对称的直线的方程。

解：设 l_1 关于 l_2 对称的直线为 l_1' 。则 l_1' 的方程为 $y = \frac{k_1k_2 + 1}{k_1 - k_2}x + \frac{k_2b_1 - b_2}{k_1 - k_2}$ 。

9. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们关于 l_1 和 l_2 的角平分线的方程。

解：设 l_1 和 l_2 的角平分线为 l 。则 l 的方程为 $y = \frac{k_1 + k_2}{2}x + \frac{b_1 + b_2}{2}$ 。

10. 已知两条直线 $l_1: y = k_1x + b_1$ 和 $l_2: y = k_2x + b_2$ ，求它们关于 l_1 和 l_2 的角平分线的方程。

解：设 l_1 和 l_2 的角平分线为 l 。则 l 的方程为 $y = \frac{k_1 + k_2}{2}x + \frac{b_1 + b_2}{2}$ 。

... , ... , ...
... , ...
... : ...
... , ...
...

...
... OB ... S ...
... , ...
... $O_1 B_1, O_2 B_2 \dots$...
...
... ; ...
... — ... — ...
...

2° ... “...” ...
... , ...
... $O_1 A_1$... $A_1 O_1'$...
... OA ...
... , ...
... A_1 ... $O_1 A_1 O_1'$... , ... A
... $OA O$... , ... S ...
... , ...
... ;
...
... O ... A ... A ... O ...
...
... $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c}$... $\frac{lv}{c}$...

...
... , ...
... , ...
... , ...
... - ... , ... - ...
...
... ? ... O ... A ...
...
... ? ...
... , ...
... , ...
... , ...
... , ...
... , ...
... ? ...

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

S , A' , B' , S' , T , A' , B' , S' ; $L^2 - c^2 T^2$, l^2 , c , S' , l^2 , S

S' , S , S' , A' , B' , $O'Y'$, $O'X'$, x'_1, y'_1 , x'_2, y'_2

$$A'B'^2 = (x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2$$

x'_1, x'_2, y'_1, y'_2 , $(x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2$, $A'B'^2$, A' , B' , $X'O'Y'$, $x'_1, y'_1, z'_1, x'_2, y'_2, z'_2$, O'

① $(x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2 + (z'_2 - z'_1)^2$

A' , B' , S'

S 系中, 事件 A 和 B 发生在同一地点, 时间间隔为 Δt . 在 S' 系中, 事件 A' 和 B' 发生在不同地点, 时间间隔为 $\Delta t'$. 求 $\Delta t'$ 与 Δt 的关系.

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

在 S' 系中, 事件 A' 和 B' 发生在不同地点, 时间间隔为 $\Delta t'$. 求 $\Delta t'$ 与 Δt 的关系.

在 S' 系中, 事件 A' 和 B' 发生在不同地点, 时间间隔为 $\Delta t'$. 求 $\Delta t'$ 与 Δt 的关系.

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

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

在 S' 系中, 事件 A' 和 B' 发生在不同地点, 时间间隔为 $\Delta t'$. 求 $\Delta t'$ 与 Δt 的关系.

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

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

在 S' 系中, 事件 A' 和 B' 发生在不同地点, 时间间隔为 $\Delta t'$. 求 $\Delta t'$ 与 Δt 的关系.

在 S' 系中, 事件 A' 和 B' 发生在不同地点, 时间间隔为 $\Delta t'$. 求 $\Delta t'$ 与 Δt 的关系.

$t_2' - t_1' = 0$; S'

A' B' $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$, x_1, y_1, x_2, y_2 $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$ $4, 5, 6, \dots, n$ A' B' $4, 5, 6, \dots, n$ $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2$

$t = \tau\sqrt{-1}$, $t = \tau\sqrt{-1}$ $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta \tau$ $x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1, \tau_2 - \tau_1$ $x_1, x_2, y_1, y_2, z_1, z_2, \tau_1, \tau_2$ A' B'

$$\Delta s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 + \Delta \tau^2$$

在狭义相对论中，时空的几何结构由度规张量描述。在自然单位制下，度规张量的形式为：

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$$

其中， ds^2 表示时空间隔的平方， c 为光速， t, x, y, z 分别为时间、空间坐标。

考虑两个惯性系 S 和 S' ， S' 相对于 S 以速度 v 沿 x 轴运动。在 S 系中，两个事件 A 和 B 的空间间隔为 Δx 。

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

在 S' 系中，这两个事件的空间间隔为 $\Delta x'$ 。根据狭义相对论的洛伦兹变换，可以推导出：

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

上述公式表明，时空间隔 s 是洛伦兹不变的。在自然单位制下， $c=1$ ，公式简化为：

(1) 在狭义相对论中，时空间隔的平方 $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$ 是洛伦兹不变的。在自然单位制下， $c=1$ ，公式简化为 $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - dt^2$ 。

在狭义相对论中，时空的几何结构由度规张量描述。在自然单位制下，度规张量的形式为：

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$$

其中， ds^2 表示时空间隔的平方， c 为光速， t, x, y, z 分别为时间、空间坐标。

考虑两个惯性系 S 和 S' ， S' 相对于 S 以速度 v 沿 x 轴运动。在 S 系中，两个事件 A 和 B 的空间间隔为 Δx 。

在 S' 系中，这两个事件的空间间隔为 $\Delta x'$ 。根据狭义相对论的洛伦兹变换，可以推导出：

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

上述公式表明，时空间隔 s 是洛伦兹不变的。在自然单位制下， $c=1$ ，公式简化为：

(1) 在狭义相对论中，时空间隔的平方 $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$ 是洛伦兹不变的。在自然单位制下， $c=1$ ，公式简化为 $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - dt^2$ 。

xxxxxxx, xxxxxxx M
xxxxxxx MN xxxxxxx
xxxxxxx
xxxxxxx N xxxxxx-xxxxxx
xxxxxxx
xxxxxxx-xxxxxx
xxxxxxx P xxxxx
xxxxxxx
xxxxxxx P xxxxxxx
xxxxxxx, xxxxxxx
xxxxxxx P xxxxxxx
xxx⁽¹⁾ xxxxxxx, xxxxxxx “xxxxx-xxxxx”⁽²⁾ xxxxx P xxxxx
xxxxxxx, xxxxxxx
xxxxxxx P xxxxxxx
xxxxxxx, “xxxxx-xxxxx” xxxxxxx
xxxxxxx: xxxxxxx; xxxxxx-xxxxxx
xxxxxxx-xxxxxx-xxxx P xxxxx
xxxxxxx, xxxxx
xxxxxxx
xxxxxxx-xxxxxx
xxxxxxx

(1) xxxxxxx

(2) xxxxxxx, “xxxxx-xxxxx”, “xxxxx-xxxxx” xxxxxxx
xxxxxxx, xxxxxxx
xxxxxxx
xxxxxxx

xxxxx, xxxxxx-xxxxxx
xxxxxxx, xxxxxx-xxxxxx
xxxxxxx
xxxxxxx
xxxxxxx
xxxxxxx

xxxxxxx-xxxxxx
xxxxxxx-xxxxxx
xxxxxxx, xxxxx
xxxxxxx
xxxxxxx

xxxxxxx
xxxxxxx?
xxxxxxx, xxxxxxx
xxxxxxx, xxxxxxx

xx, xxx xxxxxx xx xxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxx xxxxxxxxxx xx xxx xxxxx
xxxx xxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xx xxx xxxxxxx xxxxx, xx
xxxx xxxxxxx: “xxxx xxxxx, xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxx xx
xxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx, xxxxxxxxxx xx xxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxx xxxxx xxxxx
xxxxxxx xxxxxx xx xxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxx, xxx xxxxx-xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxx; xxx xxx xxx xxx
xxxxxxx xxxxxx xx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxx xxx xxxxxx xx
xxxx xx, xxx xxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx (xxxx xxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx), xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxx, xx
xxxx-xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx: xxx xxxxxx
xxxx xxx xxxxxxxxxx xxx, xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxx, xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx-
xxxxxxx xxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx ‘xxxx’ xxx xxxxxx xxx
xx, xxxxxx xxx xxx xxx-xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx—xxxxxxx xxx ‘xxxxx’ xxxxxx xxxxx—xxx-
xxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx, xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx ‘xxxx’ xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx; xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxx, xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxx, xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx ‘xxxxx’ xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxx xxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx-xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx”

xxxxxxx, xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxx, xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxxxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxx, xxxxxx xxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx: xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx-xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx

xxx xxx xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx, xxx xxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx, xxx xxxxxxx xxxxxx xxx, xxx
xxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx, xxx xxxxxx
xxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx
xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx

xx xxxxxx xxx xxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx P xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxx
xxxxxxxx xxx, xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx (xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxx xxx xxx) xxx xxxxxxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxx P xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx
xxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxx xxx xxx xxx xxx—xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx—xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxx (xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx), xxx xxxxxx
xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx—xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx—xxxx xxxxxxxxxx
xxx "xxxxxxxx" xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx;
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx; xxx xxx xxxxxx xxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx, xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxx xxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxx xxx xxxxxx—xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx,
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx: xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxx
xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx: xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxx xxxxxx
xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx; xxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx; — xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxx
xxxx? xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx; xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxx xxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx—xxx
xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx

XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX XXXX XXX XXXX XXXXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXXX XXXXX
 XXXX XXXXX XXXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXX
 XXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXX XXXXXXXX XXXX, XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX S XXX S' XXX
 XXXXXXXXXXXX XXXXX XXX XXX XXXXXXXX XXX XXXXXXXX XXX - XXX XXXXXXX XXXXX, XXX XXXXXXXX
 S' XXX, XXXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXX, XXX XXXXXXX XXX XXXXXXXX XXXX XXXXXXX
 XXXXX XXXX XXXXXXX, XXX XXXXXXX XXX XXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXX
 XXXXXXXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXXX XXXX (XXX. 190) XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX
 XXXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX S' XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX
 XXX, XXX XXX XXX XXXXXXX XXXX XXX XXX XXXXXXX XXXXXXX $A'B'$ XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX
 XXXXX XXX XXXXX l XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX S XXX
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXX XXX, XXX XXXXXXX $A'B'$ XXX XXXXXXX XXXXXXX l^2 XXX XXXXXXX XXX
 XXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX; XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX
 XXXXXXXXXXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXX XXXXXXXX L^2 XXX $c^2 T^2$ XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX (L XXX XXXXXXX XXXXXXX
 XXXXXXXXXXX $\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ XXXXXXX XXXX, XXX T XXX XXXXXXX XXXXXXX $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}$ XXXXXXX XXXX, XXX XXX
 XXXXXXX A' XXX B' XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX S' XXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXX
 XXX XXXX XXXX XXXX XXXXXXX XXX) XXX XXX XXX XXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 XXX XXXXXXX XXXX, XXXXX XXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXX XXXXXXX XXX
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXX; XXXXXXXXXXX XXXXXXX-XXXXXX
 XXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXX $A'B'$ XXX XXXXXXX XXXX, XXXXXXX XXXX
 XXX cT XXX XXXXXXX XXXXXXX $B'C'$ XXXXXXX XXXXXXX, XXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX S'
 XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXX $A'B'$ XXX XXXXXXXXXXX XXX
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXX XXX XXXXXXX XXX, XXXX S XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 XXXXX XXXXXXX XXX $B'C'$ XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXX $A'C'$ XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX
 (XXX XXXXXXX XXX): XXXX $A'B'$ XXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX
 XXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX, $\sqrt{A'C'^2 - B'C'^2}$ XXX XXX
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX, XXX XXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX
 XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX, XXX S' XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX S XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 XXX, XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXXX, XXX
 XXX XXX XXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX
 XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXX S' XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XXX, XXX XXXXXXX
 XXX $A'B'$ XXX XXXXXXXXXXX: XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX S XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXX XXXX, XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX $A'C'B'$ XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX:
 XXX XXXXXXX XXXXXXX XXX; XXX XXXXXXX XXXXXXX $A'B'$ XXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX XXX
 XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXX, XXXXXXX XXXXXXX $A'B'$ XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 XXXXXXX XXXXXXX $A'C'B'$ XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX; XXX S' XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 XXXXXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX $A'D'B', A'E'B' \dots$ XXX XXX XXXXXXX
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XXX XXX XXX XXXXXXX XXX XXXXXXX, XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX $A'B'$ XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 XXXXXXX XXXX XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX-XXXX XXXXXXXXXXX, XXXXX XXXXXXX, XXX XXXXXXX

在 S' 系中，A' 和 B' 之间的距离为 l ，在 S 系中，A' 和 B' 之间的距离为 L 。根据狭义相对论，长度收缩公式为 $L = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

(1) 见第 154 页。

在 S' 系中，A' 和 B' 之间的距离为 l ，在 S 系中，A' 和 B' 之间的距离为 L 。根据狭义相对论，长度收缩公式为 $L = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

在 S' 系中，A' 和 B' 之间的距离为 l ，在 S 系中，A' 和 B' 之间的距离为 L 。根据狭义相对论，长度收缩公式为 $L = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

在 S' 系中，A' 和 B' 之间的距离为 l ，在 S 系中，A' 和 B' 之间的距离为 L 。根据狭义相对论，长度收缩公式为 $L = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

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

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

□□□□



CosmicPhilosophy.org

<https://hi.cosmicphilosophy.org/>

22 2025

► [GMODEbate.org](https://gmodebate.org/): ,
" "
" - " "
"
"
"