



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

THAIANA MAGNA MOURA SALDANHA

BINGO TRE

**JUAZEIRO DO NORTE - CE
2021**

THAIANA MAGNA MOURA SALDANHA

BINGO TRE

Produto educacional desenvolvido como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri.

Orientador: Prof. Dr. Jamil Saade

SUMÁRIO

1	INSTRUÇÕES	3
1.1	MANUAL DO BINGO TRE	3
1.2	PERGUNTAS E RESPOSTAS ABORDADAS NO BINGO TRE	4
1.3	SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO DO BINGO TRE	7
1.3.1	Primeiro Encontro	7
1.3.2	Segundo Encontro	8
1.3.3	Terceiro Encontro	8
1.4	INSTRUÇÕES PARA QUEM DESEJA IMPRIMIR E UTILIZAR O BINGO TRE	9
	REFERÊNCIAS	10
	APÊNDICES	11
	APÊNDICE A – CARTELAS DO BINGO TRE	12
	APÊNDICE B – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA T	18
	APÊNDICE C – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA R	20
	APÊNDICE D – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA E	22

1 INSTRUÇÕES

É sugerido que este jogo seja utilizado em sala de aula, após a explicação de todo o conteúdo de Teoria da Relatividade Especial (TRE), tais como o Princípio da Relatividade de Galileu (PRG), Transformações de Galileu (TG), os postulados de Einstein, dilatação temporal, contração do espaço, Transformações de Lorentz (TL), entre outros conceitos abordados nos livros didáticos do Ensino Médio.

A seguir, constam o manual do Bingo TRE e todas as perguntas e respostas abordadas nesta dinâmica. Aconselha-se que o docente veja todas as combinações antes de iniciar a abordagem do referido conteúdo, para assim, saber o que tratar nas aulas anteriores a dinâmica. Apresentamos, também, a sequência didática utilizada durante a intervenção pedagógica, como uma sugestão de sequência didática para a aplicação do Bingo TRE, e as instruções para quem deseja imprimir e utilizar este material didático em sala de aula.

1.1 MANUAL DO BINGO TRE

Este jogo contém quarenta e oito cartelas, três listas com as trinta perguntas, um globo e trinta bolinhas com a numeração das trinta perguntas a serem sorteadas. As perguntas foram separadas de forma que fiquem dez perguntas para cada coluna da cartela, obedecendo à seguinte ordem:

Na coluna **T**: Estão as respostas das perguntas de 1 a 10;

Na coluna **R**: Estão as respostas das perguntas de 11 a 20;

Na coluna **E**: Estão as respostas das perguntas de 21 a 30.

Número de jogadores: Pode-se jogar em grupo ou individual e a quantidade de cartela por pessoa/grupo fica a depender do número de jogadores, sabendo-se que quanto maior for o número de cartela, mais chance o jogador terá de ganhar.

Jogando: Inicialmente serão distribuídas as cartelas para os jogadores. Em seguida, será conferido, se a quantidade de bolas do globo é de trinta bolas, inserido-as no globo, para serem misturadas e dar início ao bingo. Ressalto que ao sortear a bolinha a pessoa, tem que informar apenas a coluna (letra) que está à resposta desta pergunta e posteriormente ditar a pergunta para que os participantes verifiquem se contém a resposta em sua cartela. Por fim, o (os) jogador (es) que preencher (em) primeiro a cartela, terá que falar TRE, entregar a cartela para conferir, se foi realmente sorteadas todas as perguntas das respostas contidas na

mesma. Se a cartela estiver, marcada corretamente este (es) jogador (es) será (ão) o (os) vencedor (es), caso contrario, informamos a inconsistência e daremos continuidade até que uma cartela seja preenchida corretamente.

1.2 PERGUNTAS E RESPOSTAS ABORDADAS NO BINGO TRE

1) Ano da publicação da Teoria da Relatividade Especial?

R: 1905.

2) Cientista que publicou a Teoria da Relatividade Especial?

R: Albert Einstein.

3) Teoria que substitui a noção de espaço e tempo absolutos pela noção de espaço e tempo relativos?

R: Teoria da Relatividade Especial.

4) Possui a maior velocidade no universo?

R: Luz no vácuo.

5) A partir da publicação da Teoria da Relatividade Especial, quais conceitos fundamentais ganharam uma nova interpretação?

R: Espaço e tempo.

6) A constatação de Einstein de que diferentes observadores em movimento relativo entre si com velocidade constante medem a mesma velocidade para a luz contraria que princípio físico?

R: Adição de velocidades de Galileu.

7) Uma das consequências da Relatividade Especial?

R: Dilatação do tempo.

8) O espaço-tempo na Relatividade Especial é uma estrutura constituída de quantas dimensões?

R: Três espaciais e uma temporal.

9) A Teoria da Relatividade Especial mostrou que um novo conjunto de transformações era necessário para que a invariância das leis físicas fosse mantida no estudo de fenômenos eletromagnéticos, qual é o nome desse conjunto de transformações?

R: Transformações de Lorentz.

10) Equação da dilatação do tempo, onde Δt_B é o tempo medido no relógio em repouso?

R:
$$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

11) De acordo com qual princípio, a velocidade da luz no vácuo (c) é a mesma em todas as direções e em todos os referenciais inerciais e é independente do movimento da fonte?

R: Princípio da Constância da Velocidade da Luz.

12) Qual a velocidade da luz no vácuo?

R: 300.000 km/s.

13) Qual a outra denominação da Teoria da Relatividade Especial?

R: Teoria da Relatividade Restrita.

14) Quais são as transformações, na mecânica clássica, que relacionam quantidades físicas em dois sistemas de referência em movimento relativo com velocidade constante?

R: Transformações de Galileu.

15) São desprezíveis para as velocidades do nosso cotidiano, ou seja, para movimentos com velocidades muito pequenas, quando comparada à velocidade da luz?

R: Efeitos relativísticos.

16) Transformação de Galileu que relaciona a posição de uma partícula observada por A, em repouso na estação, com a posição da mesma observada por B num trem em movimento com velocidade constante em relação a A?

R: $x_A = x_B + v \cdot t$.

17) Na Relatividade de Galileu, mecânica clássica, o tempo possui a característica de ser?

R: Absoluto.

18) Quantos postulados sustentam a Teoria da Relatividade Especial?

R: Dois.

19) Qual princípio diz que as leis físicas são as mesmas em todos os referenciais inerciais?

R: Princípio da Relatividade Especial.

20) É o intervalo de tempo medido pelo observador para o qual os eventos ocorrem num mesmo ponto em seu referencial?

R: Intervalo de tempo próprio.

21) Equação da contração do espaço, onde L_A é o comprimento medido pelo observador que vê o objeto em repouso?

$$\mathbf{R: } L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A.$$

22) Relógios extremamente precisos que comprovaram o efeito da dilatação temporal?

R: Atômicos.

23) Uma das aplicações da Teoria da Relatividade muito usadas no nosso cotidiano?

R: GPS.

24) Comprimento medido pelo observador em movimento em relação ao evento?

R: Comprimento relativo.

25) Transformação de Lorentz para a posição X, no movimento paralelo ao eixo X?

$$\mathbf{R: } x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B).$$

26) Transformação de Lorentz para o tempo?

$$\mathbf{R: } t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B).$$

27) Transformação de Lorentz para as posições Y e Z, no movimento paralelo ao eixo X

$$\mathbf{R: } y_A = y_B \text{ e } z_A = z_B.$$

28) Fator de Lorentz?

$$\mathbf{R: } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

29) Eventos que ocorrem simultaneamente em um referencial inercial não são necessariamente simultâneos em outro referencial em movimento relativo, tal enunciado corresponda a?

R: Relatividade da Simultaneidade.

30) Se os sinais de dois eventos atingirem um observador equidistante num mesmo instante de tempo podemos dizer que tais eventos são?

R: Simultâneos

1.3 SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO DO BINGO TRE

1.3.1 Primeiro Encontro

Para este momento inicial, sugerimos que apresente alguns jogos didáticos para o Ensino da Física, seja em slides ou com os próprios materiais em sala. Neste trabalho, por exemplo, é exposta uma pequena diversidade de materiais didáticos para o Ensino da Física que podem ser apresentados aos estudantes. Segundo Gardner (2013, p. 130), este momento é caracterizando como ponto de entrada estético, pois “alguns indivíduos são inspirados por obras de artes ou materiais organizados de maneira que demonstrem equilíbrio, harmonia, uma composição cuidadosamente projetada”.

Durante a apresentação dos materiais sugerimos que explique a dinâmica e adaptação de cada jogo para a área, além de comunicar aos alunos que eles participarão posteriormente da dinâmica, chamada de Bingo TRE e que para isso, primeiramente, é necessário a explicação do conteúdo desta teoria, que será ministrado no próximo encontro, pois para participação no referido jogo é preciso conhecer o conteúdo abordado, neste caso a TRE. Com relação à utilização dos materiais didáticos é válido evidenciar que os jogos “como recurso educativo não é tão recente, Platão já afirmava que os primeiros anos da criança deveriam ser ocupados com jogos didáticos” (OLIVEIRA; SILVA; EFERREIRA, 2010, p. 169).

Posteriormente, como forma de introduzir a TRE, sugerimos uma discussão sobre o PRG e o Eletromagnetismo. Para este momento, pode-se elaborar slides para apresentar as TG, a partir de figuras que possam facilitar a visualização dos resultados. Aqui, também podem ser apresentadas as grandezas físicas que são ou não invariantes sob uma TG, além do PRG. Após essa breve exposição, Maxwell pode ser apresentado aos alunos como o físico que formulou quatro equações, capazes de explicar todos os fenômenos elétricos e magnéticos da época. Depois, questione os discentes sobre a invariância das equações de Maxwell sobre uma TG, deixando espaço para eles se expressarem e darem suas opiniões. Este momento é caracterizado como uma das linhas de ataque com um foco progressivo, do ponto de vista das inteligências múltiplas (GARDNER, 2013).

Após as discussões, esclareça que as TG e o princípio da relatividade no caso do eletromagnetismo são incompatíveis. Informando assim, que para solucionar este conflito, deve ser modificada a mecânica newtoniana e as TG substituídas, pois as equações de Maxwell e o PRG estão corretos. Por fim, informe aos discentes que o conteúdo que tem a finalidade de resolver este conflito é a TRE, modificando a mecânica newtoniana e substituindo as TG, tomando dois postulados formulados por Albert Einstein em 1905, como ponto de partida.

1.3.2 Segundo Encontro

Este encontro será dedicado a explicação expositiva do conteúdo propriamente dito, tais como, os postulados de Einstein, dilatação temporal, contração do espaço e transformações de Lorentz. Mas antes de iniciar a explicação instigue um momento caracterizado por Gardner (2013) como ponto de entrada narrativo, onde foram introduzidos aspectos gerais do conteúdo a partir da realização de questionamentos a cerca de alguns paradoxos e da promoção de um debate com os estudantes.

Durante a explanação do conteúdo, vale ressaltar para os alunos que além da importância da TRE para o conhecimento sobre a física moderna é necessário entendê-la para se saírem bem na dinâmica que será realizada posteriormente.

1.3.3 Terceiro Encontro

Com a explicação do conteúdo finalizada, pode-se aplicar o produto educacional, Bingo TRE, que aborda o conteúdo da TRE. Para isto, sugerimos que inicialmente explique

aos discentes a dinâmica e adaptação do Bingo TRE para o conteúdo abordado no mesmo. Depois da explicação, pergunte se todos estão com suas cartelas, para iniciar a aplicação do material. Após a confirmação, inicie a dinâmica conforme instruções no manual.

No fim da aplicação, sugerimos que solicite aos alunos que façam seus próprios jogos abordando a TRE, pois no ponto de entrada prático, segundo Gardner (2013, p. 130) “muitos indivíduos, particularmente os jovens, consideram mais fácil abordar um tema por meio de uma atividade em que possam se envolver ativamente – em que possam construir algo, manipular materiais, realizar experimentos”.

Sugerimos, também, que a confecção dos jogos didáticos seja realizada em grupo, pois para Gardner o trabalho em equipe é um ponto de entrada social, onde muitos dos envolvidos “aprendem melhor em um ambiente de grupo, no qual têm a oportunidade de assumir papéis diferentes, observar as perspectivas de outras pessoas, interagir regularmente e complementarem uns aos outros” (GARDNER, 2013, p. 130).

Vale ressaltar que é interessante que o docente se coloque a disposição para orientar os discentes a respeito da ação a ser realizada. Além disso, deve-se combinar um dia para os alunos apresentarem os materiais confeccionados e sua dinâmica. Neste momento, o docente deverá corrigir o conteúdo físico abordado nos materiais e verificar se a dinâmica é válida. Após as apresentações, deixe a turma a vontade para explorar os materiais construídos e jogá-los de acordo com as orientações de quem desenvolveu.

1.4 INSTRUÇÕES PARA QUEM DESEJA IMPRIMIR E UTILIZAR O BINGO TRE

As quarenta oito cartelas que contém o Apêndice A são as cartelas que devem ser distribuídas entre os participantes da dinâmica. Essas são as cartelas que serão marcadas pelos jogadores. Já as listas que estão nos Apêndices B, C e D são as que ficarão com quem está sorteando as bolas do Bingo TRE. Cada uma dessas deverá ser impressa em frente e verso, para que a letra correspondente a coluna fique no verso da lista de perguntas e assim os alunos visualizarem a coluna sorteada enquanto a pessoa dita à pergunta.

REFERÊNCIAS

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **Física: volume único**. 2ª edição. São Paulo: Moderna, 2003.

GARDNER, H. Abordagens múltiplas à inteligência. In: ILLERIS, K. (ORG.). **Teorias contemporâneas da aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2013.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física: Ensino Médio**. São Paulo: Ática, 2010.

MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIAS, H. C.; SANT'ANNA, B. **Conexões com a Física**. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2016.

OLIVEIRA, L. M. S.; SILVA, O. G. de; FERREIRA, U. V. d. S. Desenvolvendo jogos didáticos para o ensino de química. **HOLOS**, v. 5, p. 166–175, 2010. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/567/397>. Acesso em: 05 out. 2019.

TORRES, C. M. A. *et al.* **Física – ciência e tecnologia**. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CARTELAS DO BINGO TRE

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Teoria da Relatividade Restrita	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein	Dois	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$t_A = \gamma \left(t_B - \frac{v}{c^2} x_B \right)$
Albert Einstein	300.000 km/s	GPS
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Teoria da Relatividade Restrita	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein	$x_A = x_B + v \cdot t$	Atômicos
Luz no vácuo	Dois	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Transformações de Galileu	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$
Albert Einstein	300.000 km/s	Comprimento relativo
Luz no vácuo	Absoluto	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Teoria da Relatividade Restrita	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein	Dois	Atômicos
Luz no vácuo	$x_A = x_B + v \cdot t$	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Princípio da Relatividade Especial	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Transformações de Galileu	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
1905	300.000 km/s	Atômicos
Espaço e tempo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Transformações de Galileu	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	$x_A = x_B + v \cdot t$	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	Simultaneidade
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$
Albert Einstein	300.000 km/s	GPS
Espaço e tempo	Absoluto	Simultâneos
Dilatação do tempo	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Três espaciais e uma temporal	300.000 km/s	Atômicos
1905	Absoluto	Simultâneos
Transformações de Lorentz	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Luz no vácuo	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Dilatação do tempo	300.000 km/s	Atômicos
1905	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Espaço e tempo	300.000 km/s	Atômicos
1905	Absoluto	Simultâneos
Dilatação do tempo	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
1905	300.000 km/s	Atômicos
Espaço e tempo	Absoluto	Simultâneos
Teoria da Relatividade Especial	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Dilatação do tempo	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS

T	R	E
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
1905	Dois	GPS

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Relatividade Especial	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein	$x_A = x_B + v \cdot t$	Atômicos
Luz no vácuo	Dois	Simultâneos
Dilatação do tempo	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Espaço e tempo	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Espaço e tempo	Dois	GPS
Dilatação do tempo	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Dilatação do tempo	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Transformações de Galileu	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS

T	R	E
Luz no vácuo	Intervalo de tempo próprio	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Efeitos relativísticos	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Dilatação do tempo	Intervalo de tempo próprio	Comprimento relativo
Adição de velocidades de Galileu	Efeitos relativísticos	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Relatividade Especial	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Luz no vácuo	Absoluto	GPS
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Transformações de Lorentz	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
1905	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Espaço e tempo	Absoluto	Simultâneos
Adição de velocidades de Galileu	Intervalo de tempo próprio	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
Transformações de Lorentz	Dois	Relatividade da Simultaneidade
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	GPS

T	R	E
Luz no vácuo	Transformações de Galileu	Simultâneos
Espaço e tempo	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Dilatação do tempo	Efeitos relativísticos	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
1905	$x_A = x_B + v \cdot t$	GPS
Transformações de Lorentz	Princípio da Relatividade Especial	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

APÊNDICE B – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA T

1) Ano da publicação da Teoria da Relatividade Especial?

R: 1905.

2) Cientista que publicou a Teoria da Relatividade Especial?

R: Albert Einstein.

3) Teoria que substitui a noção de espaço e tempo absolutos pela noção de espaço e tempo relativos?

R: Teoria da Relatividade Especial.

4) Possui a maior velocidade no universo?

R: Luz no vácuo.

5) A partir da publicação da Teoria da Relatividade Especial, quais conceitos fundamentais ganharam uma nova interpretação?

R: Espaço e tempo.

6) A constatação de Einstein de que diferentes observadores em movimento relativo entre si com velocidade constante medem a mesma velocidade para a luz contraria que princípio físico?

R: Adição de velocidades de Galileu.

7) Uma das consequências da Relatividade Especial?

R: Dilatação do tempo.

8) O espaço-tempo na Relatividade Especial é uma estrutura constituída de quantas dimensões?

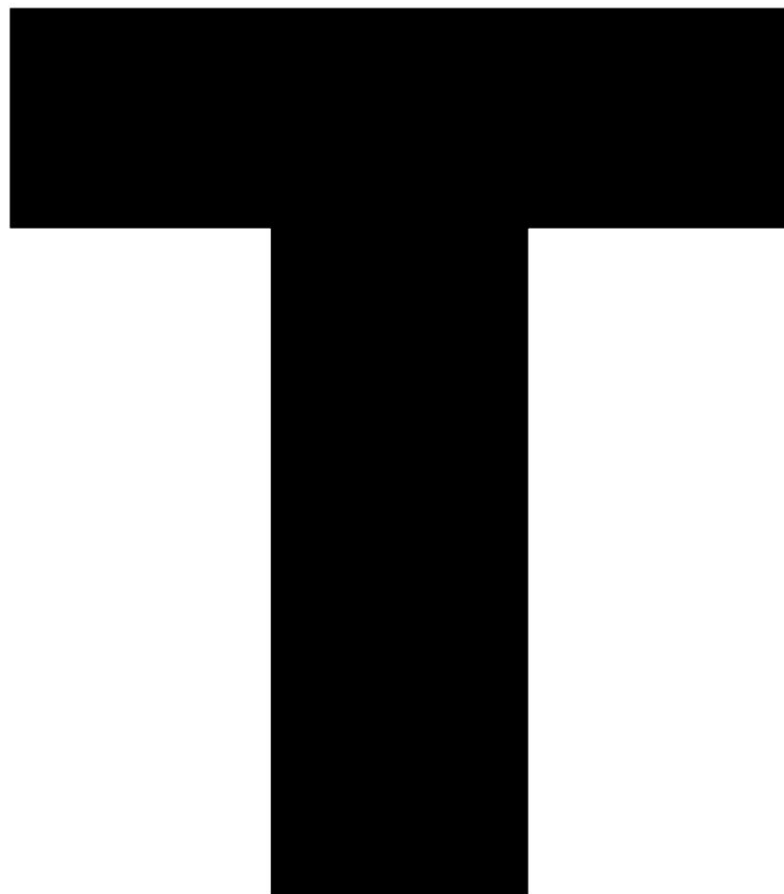
R: Três espaciais e uma temporal.

9) A Teoria da Relatividade Especial mostrou que um novo conjunto de transformações era necessário para que a invariância das leis físicas fosse mantida no estudo de fenômenos eletromagnéticos, qual é o nome desse conjunto de transformações?

R: Transformações de Lorentz.

10) Equação da dilatação do tempo, onde Δt_B é o tempo medido no relógio em repouso?

R:
$$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$



APÊNDICE C – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA R

11) De acordo com qual princípio, a velocidade da luz no vácuo (c) é a mesma em todas as direções e em todos os referenciais inerciais e é independente do movimento da fonte?

R: Princípio da Constância da Velocidade da Luz.

12) Qual a velocidade da luz no vácuo?

R: 300.000 km/s.

13) Qual a outra denominação da Teoria da Relatividade Especial?

R: Teoria da Relatividade Restrita.

14) Quais são as transformações, na mecânica clássica, que relacionam quantidades físicas em dois sistemas de referência em movimento relativo com velocidade constante?

R: Transformações de Galileu.

15) São desprezíveis para as velocidades do nosso cotidiano, ou seja, para movimentos com velocidades muito pequenas, quando comparada à velocidade da luz?

R: Efeitos relativísticos.

16) Transformação de Galileu que relaciona a posição de uma partícula observada por A, em repouso na estação, com a posição da mesma observada por B num trem em movimento com velocidade constante em relação a A?

R: $x_A = x_B + v \cdot t$.

17) Na Relatividade de Galileu, mecânica clássica, o tempo possui a característica de ser?

R: Absoluto.

18) Quantos postulados sustentam a Teoria da Relatividade Especial?

R: Dois.

19) Qual princípio diz que as leis físicas são as mesmas em todos os referenciais inerciais?

R: Princípio da Relatividade Especial.

20) É o intervalo de tempo medido pelo observador para o qual os eventos ocorrem num mesmo ponto em seu referencial?

R: Intervalo de tempo próprio.

R

APÊNDICE D – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA E

21) Equação da contração do espaço, onde L_A é o comprimento medido pelo observador que vê o objeto em repouso?

$$\mathbf{R}: L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A.$$

22) Relógios extremamente precisos que comprovaram o efeito da dilatação temporal?

R: Atômicos.

23) Uma das aplicações da Teoria da Relatividade muito usadas no nosso cotidiano?

R: GPS.

24) Comprimento medido pelo observador em movimento em relação ao evento?

R: Comprimento relativo.

25) Transformação de Lorentz para a posição X, no movimento paralelo ao eixo X?

$$\mathbf{R}: x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B).$$

26) Transformação de Lorentz para o tempo?

$$\mathbf{R}: t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B).$$

27) Transformação de Lorentz para as posições Y e Z, no movimento paralelo ao eixo X

$$\mathbf{R}: y_A = y_B \text{ e } z_A = z_B.$$

28) Fator de Lorentz?

$$\mathbf{R}: \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

29) Eventos que ocorrem simultaneamente em um referencial inercial não são necessariamente simultâneos em outro referencial em movimento relativo, tal enunciado corresponda a?

R: Relatividade da Simultaneidade.

30) Se os sinais de dois eventos atingirem um observador equidistante num mesmo instante de tempo podemos dizer que tais eventos são?

R: Simultâneos.

