



DISCIPLINA: FÍSICA MODERNA	PROFESSOR(A): DIÂNGELO C. GONÇALVES	BIMESTRE	VERIFICAÇÃO
		4º	ATIVIDADE DE FIXAÇÃO
DATA: ____ / 11 / 2017		RECUPERAÇÃO SEMESTRAL	
ALUNO (A): _____ Nº: _____		2º SEMESTRE	
		SÉRIE/ANO: 3º	TURMA(S): A, B, C, D, E, F, G e H

TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

Uma área importante da física é a relatividade, o campo de estudo dedicado à medida de eventos (acontecimentos): onde e quando ocorrem e qual a distância que os separa no espaço e no tempo. Além disso, a relatividade tem a ver com a relação entre os valores medidos em referenciais que estão se movendo um em relação ao outro (daí o nome relatividade).

A relação entre os resultados de medidas executadas em diferentes referenciais, era um assunto conhecido e tratado rotineiramente pelos físicos em 1905, ano em que Albert Einstein propôs a **teoria da relatividade restrita**. O adjetivo restrita é usado para indicar que a teoria se aplica apenas a referenciais inerciais, isto é, a referenciais em que as leis de Newton são válidas.

Partindo de dois postulados aparentemente simples, Einstein surpreendeu o mundo científico ao mostrar que as velhas ideias a respeito da relatividade estavam erradas, embora todos estivessem tão acostumados com elas que pareciam óbvias. O fato de parecerem óbvias era uma consequência do fato de que estamos acostumados a observar corpos que se movem com velocidades relativamente pequenas. A teoria da relatividade de Einstein, que fornece resultados corretos para todas as velocidades possíveis, previa muitos efeitos que, à primeira vista, pareciam estranhos justamente porque ninguém jamais os havia observado.

Em particular, Einstein demonstrou que o espaço e o tempo estão interligados, isto é, que o intervalo de tempo entre dois eventos depende da distância que os separa e vice-versa. Além disso, a relação entre espaço e tempo é diferente para observadores que estão em movimento um em relação ao outro. Uma consequência é o fato de que o tempo não transcorre a uma taxa fixa, como se fosse marcado com regularidade mecânica por algum relógio-mestre que controla o universo. Na realidade, o fluxo do tempo é ajustável: o movimento relativo modifica a rapidez com que o tempo passa. Antes de 1905, essa ideia seria impensável para a maioria das pessoas.

Os Postulados da Relatividade

Vejamos agora os dois postulados em que se baseia a teoria de Einstein.

1 - Postulado da Relatividade: As leis da física são as, mesmas para todos os observadores situados em referenciais inerciais. Não existe um referencial absoluto.

Galileu postulou que as Leis da mecânica eram as mesmas em todos os referenciais inerciais. Einstein ampliou a ideia para incluir todas as leis da física, especialmente as do eletromagnetismo e da ótica.

II - Postulado da Velocidade da Luz: A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor e em todas as direções e em todos os referenciais inerciais.

Outra forma de enunciar este postulado é dizer que existe na natureza uma velocidade limite c , que é a mesma em todas as direções e em todos os referenciais inerciais. A luz se propaga com essa velocidade limite. Nenhuma entidade capaz de transportar energia ou informação pode exceder esse limite. Além disso, nenhuma partícula com massa diferente de zero pode atingir esse limite, mesmo que seja acelerada por um tempo muito longo. (Isso significa que, infelizmente, as naves que se movem mais depressa que a luz em muitas histórias de ficção científica provavelmente jamais serão construídas.)

Embora os dois postulados tenham sido exaustivamente testados, nenhuma exceção até hoje foi descoberta.

A Relatividade da Simultaneidade

Suponha que um observador (João) observa que dois eventos independentes (evento Vermelho e evento Azul) ocorreram simultaneamente. Suponha também que outro observador (Maria), que está se movendo com velocidade constante v em relação a João, também registra os dois eventos. Os eventos também são simultâneos para Maria? A resposta, em geral, é negativa.

Dois observadores em movimento relativo não concordam em geral, quanto à simultaneidade de dois eventos. Se um dos observadores os considera simultâneos, o outro em geral conclui que não são simultâneos.

Não podemos dizer que um observador está certo e o outro está errado; as observações de ambos são igualmente válidas e não há motivo para dar razão a um deles.

O fato de que duas afirmações contraditórias a respeito de um mesmo evento podem estar corretas é uma das conclusões aparentemente ilógicas da teoria de Einstein. Entretanto, discutimos outra forma pela qual o movimento pode afetar os resultados de uma medida sem nos espantarmos com os resultados contraditórios: no efeito Doppler, a frequência de uma onda sonora medida por um observador depende do movimento relativo entre o observador e a fonte. Assim, dois observadores em movimento relativo podem medir frequências diferentes para a mesma onda e as duas medidas estão corretas.

Chegamos, portanto, à seguinte conclusão:

A simultaneidade não é um conceito absoluto e sim um conceito relativo, que depende do movimento do observador.

Se a velocidade relativa dos observadores é muito menor que a velocidade da luz os desvios em relação à simultaneidade são tão pequenos que não podem ser observados. É o que acontece na vida cotidiana; é por isso que a relatividade da simultaneidade nos parece tão estranha.

Os Postulados A teoria da relatividade restrita de Einstein se baseia em dois postulados:

- 1. As leis das físicas são as mesmas em todos os referenciais inerciais. Não existe um referencial absoluto.*
- 2. A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor e em todas as direções e em todos os referenciais inerciais.*

A velocidade da luz no vácuo, c , é uma velocidade limite que não pode ser excedida por nenhuma entidade capaz de transportar energia ou informação.

Dilatação do tempo

A dilatação do tempo propõe que o intervalo de tempo marcado por um observador parado é maior que aquele marcado por alguém em movimento.

Antes das propostas feitas por Albert Einstein sobre movimentos com velocidades próximas à da luz, o tempo era tratado como algo absoluto, ou seja, a passagem do tempo deveria ocorrer da mesma forma em todos os lugares e para todos os possíveis observadores.

A Teoria da Relatividade, proposta por Einstein no início do século XX, mostrou que o tempo é relativo e mantém uma relação de interdependência com o espaço. De acordo com essa teoria, dois observadores que possuem movimento relativo entre si marcam intervalos de tempo diferentes ao observarem a ocorrência de dois fenômenos sucessivos.

Em tese, a relatividade propõe a dilatação do tempo. Os intervalos de tempo marcados por um observador em repouso são sempre maiores que os intervalos de tempo marcados por um observador em movimento com velocidade próxima à da luz.

Paradoxo dos gêmeos

O paradoxo dos gêmeos é uma forma simples de exemplificar a relatividade do tempo. Caso um homem faça uma viagem pelo espaço em uma nave que consiga viajar na velocidade da luz, quando ele retornar, parecerá mais jovem que seu irmão gêmeo que ficou na Terra.

Se a velocidade da nave fosse de 80% da velocidade da luz e o tempo da viagem fosse de quatro anos, o tempo marcado pelo gêmeo que ficou na Terra seria de dez anos. O tempo para o referencial parado sempre é maior que para o referencial em movimento. Nesse caso, a diferença de idade entre os irmãos gêmeos seria de seis anos.

A Contração do Espaço

Outra consequência notável da teoria da Relatividade Especial é que os comprimentos que medimos de corpos em movimento são relativos, isto é, diferem dependendo do movimento em relação aos observadores considerados.

Quando queremos medir o comprimento de um corpo que se encontra em repouso em nosso referencial, podemos, com toda a calma, medir as coordenadas das extremidades do corpo usando uma régua estacionária e subtrair uma leitura da outra. Quando o corpo está em movimento, porém,

precisamos observar a simultaneamente (em nosso referencial) as coordenadas das extremidades do corpo para que o resultado de nossas medidas seja válido.

O comprimento, de um corpo medido no referencial em que o corpo se encontra estacionário é chamado de comprimento próprio ou comprimento de repouso. O comprimento medido em outro referencial em relação ao qual o corpo está se movendo (na direção da dimensão que está sendo medida) é sempre menor que o comprimento próprio.

A contração da distância ocorre apenas na direção do movimento relativo. Além disso, a distância medida não precisa ser o comprimento de um corpo; pode ser também a distância entre dois corpos no mesmo referencial, como o Sol e uma estrela vizinha (que estão, pelo menos aproximadamente, em repouso um em relação ao outro).

Massa Relativística

Quando aplicamos em um corpo uma força de intensidade F , fazemos com que ele adquira velocidade, ou melhor, podemos aumentar sua velocidade de forma indefinida. Agora, se um corpo atingisse a velocidade da luz no vácuo, a força não mais seria capaz de acelerá-lo, pelo fato de ter sido atingida a velocidade limite, isto levando em conta a Teoria da Relatividade.

Nesse caso, poderíamos dizer que a inércia desse corpo seria finita. Sendo assim, cada vez que aumentamos a velocidade de um corpo, aumentamos também sua inércia. Caso continuemos a aumentar sua velocidade, tendendo à velocidade da luz, a sua inércia tenderá a ficar infinitamente grande.

ROTEIRO DE ESTUDOS

01 – Defina os termos ou conceitos a seguir:

a) Simultaneidade _____

b) Referencial inercial _____

2 - Sobre a Teoria da Relatividade são feitas as afirmações abaixo.

I. Corpos em movimento sofrem contração na direção desse movimento em relação ao tamanho que possuem quando medidos em repouso.

II. Um relógio em movimento funciona mais lentamente que o relógio em repouso, para um observador em repouso.

III. A velocidade de qualquer objeto em relação a qualquer referencial não pode ser maior que a velocidade da luz no vácuo.

Está correto o que se afirma em

- a) III, somente. b) I e II, somente. c) I e III, somente.
d) II e III, somente. e) I, II e III.

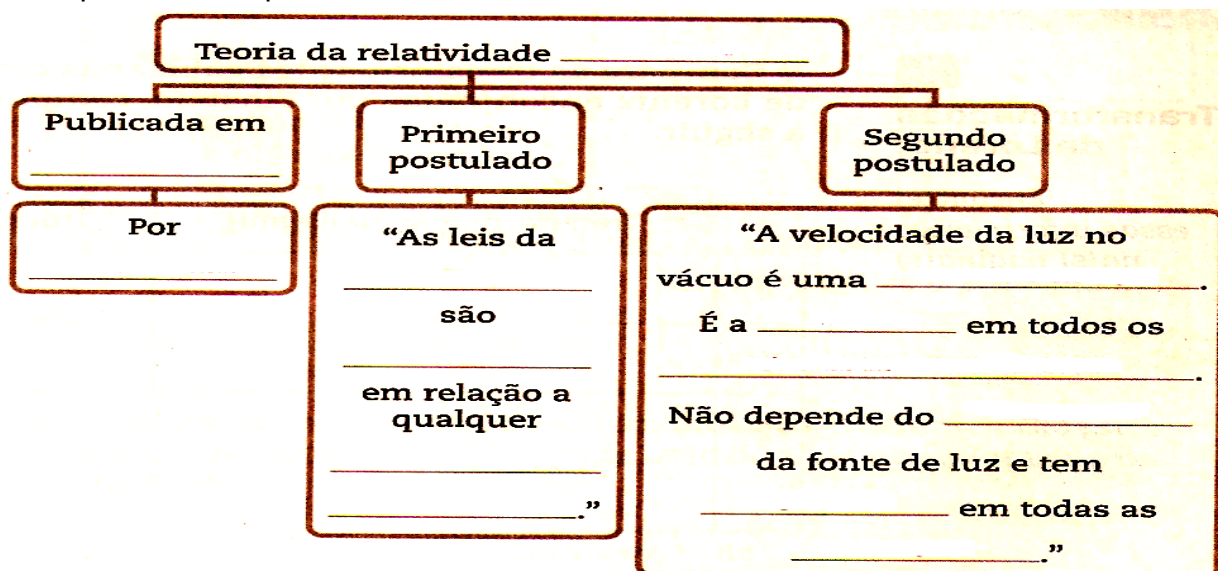
03 - Antes mesmo de ter uma ideia mais correta do que é a luz, o homem percebeu que ela era capaz de percorrer muito depressa enormes distâncias. Tão depressa que levou Aristóteles - famoso pensador grego que viveu no século IV a.C. e cujas obras influenciaram todo o mundo ocidental até a Renascença - a admitir que a velocidade da luz seria infinita.

GUIMARÃES, L. A.; BOA, M. F. "Termologia e óptica". São Paulo: Harbra, 1997. p. 177

Hoje sabe-se que a luz tem velocidade de aproximadamente 300.000 km/s, que é uma velocidade muito grande, porém finita. A teoria moderna que admite a velocidade da luz constante em qualquer referencial e, portanto, torna elásticas as dimensões do espaço e do tempo é:

- a) a teoria da relatividade.
- b) a teoria da dualidade onda - partícula.
- c) a teoria atômica de Bohr.
- d) o princípio de Heisenberg.
- e) a lei da entropia.

04 – Resuma os dois primeiros postulados da teoria da relatividade especial completando os quadros abaixo.



05 - A teoria da Relatividade Restrita, proposta por Albert Einstein (1879 – 1955) em 1905, é revolucionária porque mudou as ideias sobre o espaço e o tempo, mas em perfeito acordo com os resultados experimentais. Ela é aplicada, entretanto, somente a referenciais inerciais. Em 1915, Einstein propôs a Teoria Geral da Relatividade, válida não só para referenciais inerciais, mas também para referenciais não-inerciais.

Sobre os referenciais inerciais, considere as seguintes afirmativas:

- I. São referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade constante.
- II. São referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade variável.
- III. Observadores em referenciais inerciais diferentes medem a mesma aceleração para o movimento de uma partícula.

Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- b) Apenas a afirmativas II é verdadeira.
- c) As afirmativas I e II são verdadeiras.
- d) As afirmativas II e III são verdadeiras.
- e) As afirmativas I e III são verdadeiras.

06 - A teoria da Relatividade Especial prediz que existem situações nas quais dois eventos que acontecem em instantes diferentes, para um observador em um dado referencial inercial, podem acontecer no mesmo instante, para outro observador que está em outro referencial inercial. Ou seja, a noção de simultaneidade é relativa e não absoluta.

A relatividade da simultaneidade é consequência do fato de que:

- a) a teoria da Relatividade Especial só é válida para velocidades pequenas em comparação com a velocidade da luz.
- b) a velocidade de propagação da luz no vácuo depende do sistema de referência inercial em relação ao qual ela é medida.
- c) a teoria da Relatividade Especial não é válida para sistemas de referência inerciais.
- d) a velocidade de propagação da luz no vácuo não depende do sistema de referência inercial em relação ao qual ela é medida.

07 - Nos dias atuais, há um sistema de navegação de alta precisão que depende de satélites artificiais em órbita em torno da Terra. Para que não haja erros significativos nas posições fornecidas por esses satélites, é necessário corrigir relativisticamente o intervalo de tempo medido pelo relógio a bordo de cada um desses satélites. A Teoria da Relatividade Especial prevê que, se não for feito esse tipo de correção, um relógio a bordo não marcará o mesmo intervalo de tempo que outro relógio em repouso na superfície da Terra, mesmo sabendo-se que ambos os relógios estão sempre em perfeitas condições de funcionamento e foram sincronizados antes do o satélite se lançado. Se não for feita a correção relativística para o tempo medido pelo relógio de bordo:

- a) ele se adiantará em relação ao relógio em Terra enquanto ele for acelerado em relação à Terra.
- b) ele ficará cada vez mais adiantado em relação ao relógio em Terra.
- c) ele atrasará em relação ao relógio em Terra durante metade de sua órbita e se adiantará durante a metade da outra órbita.
- d) ele ficará cada vez mais atrasado em relação ao relógio em Terra.

08 - O conceito de éter surgiu na Grécia antiga, significando uma espécie de fluido sutil e rarefeito que preenchia o espaço e envolvia a Terra. Esse conceito evoluiu para representar um referencial privilegiado, a partir do qual se poderia descrever toda a Física, inclusive seria o meio material no qual se propagariam as ondas eletromagnéticas (a luz). No entanto, as experiências de Michaelson-Morley, realizadas em 1887, mostraram a inconsistência desse conceito, uma vez que seus resultados implicavam que ou a Terra estava sempre estacionária em relação ao éter ou a noção de que o éter representava um sistema de referência absoluto era errônea, devendo, portanto, ser rejeitada. As inconsistências do conceito de éter levaram Einstein a elaborar a teoria de que a velocidade da luz:

- a) é constante para qualquer observador e dependente de qualquer movimento da fonte ou do observador.
- b) é constante para qualquer observador e independente de qualquer movimento da fonte ou do observador.
- c) é constante e dependente do observador, porém independente de qualquer movimento relativo da fonte.

d) é constante e independente do observador, porém dependente de qualquer movimento relativo da fonte.

09 - Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.

De acordo com a relatividade restrita, é _____ atravessarmos o diâmetro da Via Láctea, uma distância de aproximadamente 100 anos-luz (equivalente a 10^{18} m), em um intervalo de tempo bem menor que 100 anos. Isso pode ser explicado pelo fenômeno de _____ do comprimento, como visto pelo viajante, ou ainda pelo fenômeno de _____ temporal, como observado por quem está em repouso em relação à galáxia.

- a) impossível - contração – dilatação b) possível - dilatação – contração
c) possível - contração - dilatação d) impossível - dilatação – contração
e) impossível - contração – contração

10 - Albert Einstein revolucionou o modo de pensar o espaço e o tempo ao lançar, no início do século XX, as bases da Teoria da Relatividade.

Analise as seguintes afirmações:

I. A Mecânica Clássica não impõe limite para o valor da velocidade que uma partícula pode adquirir, pois enquanto durar a ação de uma força sobre ela haverá aceleração e sua velocidade poderá aumentar indefinidamente.

II. Corpos em movimento, com velocidades próximas à da luz, sofrem contrações em suas três dimensões em relação às que possuem quando em repouso.

III. A velocidade de um objeto, em relação a qualquer referencial, não pode superar a velocidade da luz no vácuo.

É correto o que se afirma SOMENTE em

- a) I. b) II. c) III.
d) I e II. e) I e III.

11 - Com base na Teoria da Relatividade de Albert Einstein, publicada em 1905, analise as afirmações:

I. O tempo dilata, isto é, um mesmo evento pode transcorrer em intervalos de tempo diferentes quando medido por dois observadores, um em repouso e o outro em movimento retilíneo uniforme em relação ao primeiro.

II. O comprimento contrai, isto é, um mesmo corpo pode ter comprimentos diferentes quando medido por dois observadores, um em repouso e o outro em movimento retilíneo uniforme em relação ao primeiro.

III. A velocidade da luz no vácuo tem seu valor aproximado de 300.000 km/s, independente do referencial.

Qual(is) está(ão) correta(s):

- a) I e II estão corretas b) I e III estão corretas c) II e III estão corretas
d) todas estão corretas e) nenhuma está correta

12 - A teoria da relatividade de Einstein formaliza adequadamente a mecânica para os corpos que viajam a velocidades muito altas, evidenciando as limitações da Mecânica Newtoniana. De acordo com essa teoria, analise as informações em V (verdadeiro) e F (falso):

- () A velocidade limite para qualquer corpo é a velocidade da luz no vácuo, aproximadamente, $3,0 \cdot 10^8$ m/s.

- () O tempo pode passar de maneira diferente para observadores a diferentes velocidades.
- () As dimensões de um objeto são sempre as mesmas, quer ele esteja em repouso, que em movimento.
- () A massa de um elétron viajando à metade da velocidade da luz é maior que a do elétron em repouso.
- () A célebre equação $E = mc^2$ pode explicar a energia que o sol emite quando parte da sua massa se converte em energia.

13 - Considere as afirmativas a seguir.

I. O tempo transcorre da mesma maneira em qualquer referencial inercial, independente da sua velocidade.

II. O comprimento dos corpos diminui na direção do movimento.

III. Quando a velocidade de um corpo tende à velocidade da luz (c), sua massa tende ao infinito.

De acordo com seus conhecimentos sobre Física Moderna e as informações dadas, está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s)

- a) I e III.
- b) I e II.
- c) II e III.
- d) I, II e III.
- e) II.

14 - A Física moderna é o estudo da Física desenvolvido no final do século XIX e início do século XX. Em particular, é o estudo da Mecânica Quântica e da Teoria da Relatividade Restrita.

Assinale as proposições em V (verdadeiro) e F (falso):

- () Demonstra limitações da Física Newtoniana na escala microscópica.
- () Nega totalmente as aplicações das leis de Newton.
- () Explica o efeito fotoelétrico e o laser.
- () Afirma que as leis da Física são as mesmas em todos os referenciais inerciais.
- () Comprova que a velocidade da luz é diferente para quaisquer observadores em referenciais inerciais.
- () Demonstra que a massa de um corpo independe de sua velocidade.

15 - Uma excelente ilustração da virtude da ciência fundamental e prova da utilidade de teorias antes consideradas exóticas é a aplicação da Teoria da Relatividade de Einstein ao Sistema de Posicionamento Global, conhecido pelas iniciais GPS (Global Positioning System). Sem as correções introduzidas pela teoria da relatividade na medição do tempo, não seria possível definir com precisão a localização dos aviões, barcos ou automóveis que dispõem de um receptor GPS.

Com relação à Teoria da Relatividade Especial ou Restrita assinale a alternativa INCORRETA:

- a) A relatividade da noção de simultaneidade deriva do fato de que a velocidade da luz no vácuo independe do sistema referencial inercial em relação ao qual ela é medida.
- b) A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor c em todos os referenciais inerciais, independentemente da velocidade do observador ou da velocidade da fonte que a emite. Nenhuma partícula pode se mover com uma velocidade maior do que a da luz no vácuo.

- c) As leis da Física são as mesmas para todos os observadores situados em diferentes referenciais.
- d) O comprimento próprio de um corpo é definido como a distância no espaço entre os pontos extremos do corpo, medida por um observador em repouso em relação ao corpo. O comprimento próprio do corpo é máximo, quando medido em repouso em relação ao observador.
- e) A energia de um corpo (E) e seu equivalente em massa (m) estão matematicamente relacionados pela equação $E=m.c^2$, onde c é a velocidade da luz no vácuo. Isto significa que, ao aquecer uma esfera de ferro de 1,0 kg, inicialmente à temperatura de 10,0 °C e alcançando a temperatura de 90,0 °C, obtém-se um aumento da massa da esfera.

16 - Observe a seguinte sequência de figuras:



Na sequência indicada, estão representadas várias imagens do logo do Núcleo de Seleção da Universidade Estadual de Goiás, cada uma viajando com uma fração da velocidade da luz (c). O fenômeno físico exposto nessa sequência de figuras é explicado:

- a) pela ilusão de ótica com lentes. b) pela lei de proporções múltiplas.
 c) pelo efeito Compton da translação. d) pela teoria da relatividade especial.

17 - Qual das afirmações a seguir é correta para a teoria da relatividade de Einstein?

- a) No vácuo, a velocidade da luz depende do movimento da fonte de luz e tem igual valor em todas as direções.
 b) Elétrons são expulsos de uma superfície quando ocorre a incidência de uma radiação eletromagnética (luz).
 c) Em determinados fenômenos, a luz apresenta natureza de partícula e, em outros, natureza ondulatória.
 d) Na natureza, não podem ocorrer interações de velocidades superiores à velocidade da luz c .

ATIVIDADE DE RECUPERAÇÃO SEMESTRAL

2º SEMESTRE

Atividade: Responder as questões acima (na própria folha).

Data da entrega: **24/11/2017** (Somente na 1ª aula para a Coordenadora Edna)

Valor: 2,0 Pontos

Esta atividade se destina apenas aos alunos (as) que ao final dos quatro bimestres não venham a alcançar 240 pontos, valendo como atividade de recuperação semestral.