

INSTRUÇÕES

1. Aguarde autorização para abrir o caderno de prova. Antes de iniciar a resolução das questões, confira a numeração de todas as páginas.

2. A prova objetiva é composta conforme tabela abaixo:

PROVA OBJETIVA		Número de Questões	Peso	Total de Pontos
Conhecimentos Básicos	Língua Portuguesa	5	2	10
	Legislação	5	1,5	7,5
	Didática	5	1,5	7,5
Conhecimentos Específicos		30	2,5	75
Total		45	-	100

3. Haverá no cartão resposta, para cada questão, cinco campos de marcação: um campo para cada uma das cinco opções (A, B, C, D e E), o candidato deverá preencher apenas aquele correspondente à resposta julgada correta, de acordo com o comando da questão.

4. A interpretação das questões é parte do processo de avaliação, não sendo permitidas perguntas aos aplicadores de prova.

5. Ao receber o cartão-resposta, examine-o e verifique se o nome impresso nele corresponde ao seu. Caso haja qualquer irregularidade, comunique-a imediatamente ao aplicador de prova.

6. O cartão-resposta deverá ser preenchido com caneta esferográfica azul ou preta, tendo-se o cuidado de não ultrapassar o limite do espaço para cada marcação.

7. Não serão permitidos empréstimos, consultas e comunicação entre os candidatos, tampouco o uso de livros, apontamentos e equipamentos eletrônicos ou não, inclusive relógio. Devendo ser desligados e colocados OBRIGATORIAMENTE no saco plástico. O não cumprimento dessas exigências implicará a eliminação do candidato.

8. A duração da prova é de 04 (quatro) horas. Esse tempo inclui a resolução das questões e a transcrição das respostas para o cartão-resposta.

9. Ao concluir a prova, permaneça em seu lugar e comunique ao aplicador de prova. Aguarde autorização para entregar o caderno de prova e o cartão-resposta.

10. Após a terceira hora de aplicação da prova os candidatos poderão levar consigo o respectivo caderno de questões. As matrizes das provas objetivas estarão disponíveis, no site do IFPA, podendo o candidato, anotar o gabarito das questões.

11. Ao final da prova, os 03 (três) últimos candidatos deverão permanecer na sala até que o último candidato termine sua prova, devendo todos assinarem a Ata de Prova.

12. Preencha, abaixo, o seu número de inscrição e assine no local indicado

DURAÇÃO DESTA PROVA: 04 horas

NÚMERO DE INSCRIÇÃO

ASSINATURA DO CANDIDATO

CONHECIMENTOS BÁSICOS

Língua Portuguesa

1. Arquitetura (Texto utilizado nas questões 1 e 2)

Não quero construir nada.
Talvez uma letra de música
da mais vagabunda
para tocar na estrada.

Chegar no meio da vida
sem olhar para trás.
Não quero construir nada
que não, de mim, uma versão
cada dia renovada.

Moro num bairro que não me diz nada.
Para meus vizinhos eu sou o vizinho
que ainda liga o rádio.

Flores que não plantei
enfeiam a frente da casa alugada.
Julguei fizera tudo errado.
Chuva morte erva daninha:
se refaço a matemática,
é tudo dádiva.

Uma perversão, edificar a coisa edificada.
Eu não quero construir nada.
Só transformar em ruínas, todo dia,
o que em mim se faz
parede erguida, nova morada.
(CARRIAS, Eleazar Venancio. Máquina. Urutau, 2021)

Assinale o excerto no qual a palavra destacada não é um pronome:

- a) Flores **que** não plantei
- b) Moro num bairro **que** não me diz nada
- c) Eu sou o vizinho **que** ainda liga o rádio
- d) **Se** refaço a matemática (...)
- e) **Eu** não quero construir nada

2. Depreende-se do texto que:

- a) O eu-lírico, de tão desmotivado, prefere privar-se de construir algo novo. Tal fato é expresso pela repetição de palavras com valores negativos.
- b) A poesia expressa que o eu-lírico é tão desprezível que, no máximo, o que se pode construir é uma poesia de caráter “vagabundo”.

- c) Para o eu-lírico, a edificação, nada mais é, do que uma perversão que precisa ser evitada.
- d) O eu-lírico pretende ressignificar, continuamente, sua vida, a fim de construir algo novo.
- e) A poesia denota um pessimismo com as coisas que os outros fazem, mostrando que só as obras do eu-lírico são boas. Por isso, as flores que ele não plantou estão deixando a frente da casa feia.

3. Assinale a alternativa em que há uso incorreto da vírgula:

- a) Ao se deparar com conteúdo de caráter racista, muitas pessoas, costumam responder com empatia, repudiando a informação.
- b) Todos foram convidados à reunião, entretanto muitos não participaram.
- c) Decidi que não irei à festa do trabalho, pois estou com febre.
- d) Logo no início da reunião, todos confraternizaram, lembrando dos acontecimentos decorrentes do ano, concluindo que são vitoriosos.
- e) Ao se aproximar o dia que seria o mais importante de suas carreiras, Ana e Izabel, consideradas grandes amigas, foram ao tribunal se enfrentar.

4. Assinale a alternativa em que o uso da crase é facultativo:

- a) Carlos e João resolveram sair, impreterivelmente, às 10 horas.
- b) Claudia fez a prova às pressas, pois já sentira as dores do parto.
- c) Manoel, garoto esperto que só ele, fez um maravilhoso gol à Pelé.
- d) Antes da fatídica hora, os amantes saíram à cavalo.
- e) É claro que deves satisfações à tua mãe.

5. A alternativa em que há erro de acentuação gráfica:

- a) Muitas pessoas vêem as campanhas de conscientização do autismo com empatia.
- b) Todos têm que saber as características do autismo, para que se tenha uma sociedade com mais respeito.
- c) A campanha de 2022 vem trazendo o tema “Lugar de autista é em todo lugar”.
- d) Os cartazes da campanha são distribuídos de forma gratuita pelo site.
- e) No dia 2 de abril, as pessoas saíram de azul em homenagem à conscientização do autismo.

CONHECIMENTOS BÁSICOS

Legislação

6. A Constituição Federal de 1988 preceitua que “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. No que concerne ao dever do Estado para com a educação, ele será efetivado através de algumas garantias. Dentre elas, o Estado garantirá:

- a) Educação básica obrigatória e gratuita dos 5 (cinco) aos 17 (dezesete) anos de idade, assegurada inclusive sua oferta gratuita para todos os que a ela não tiveram acesso na idade própria;
 - b) Atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede de Educação Especial;
 - c) Educação infantil, em creche e pré-escola, às crianças até 4 (quatro) anos de idade;
 - d) Oferta de ensino noturno regular, adequado às condições do educando;
 - e) Atendimento ao educando, por meio de programas suplementares de material didático escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde, apenas no ensino fundamental.
7. Pedro é servidor público federal do IFPA, portanto regido pela Lei nº 8.112/1990. Ingressou no cargo de Assistente em Administração há 06 (seis) anos, portanto já estável no serviço público. Nesse ano foi aprovado e nomeado para o cargo de Professor do IFPA em Regime de Dedicção Exclusiva, para isso, solicitou vacância do cargo de Assistente em Administração para tomar posse no cargo inacumulável de Professor EBTT. Ao entrar em exercício, Pedro se submeterá a estágio probatório no desempenho do cargo de Professor. Considerando as informações acima, caso Pedro não seja aprovado no estágio probatório do cargo de professor:
- a) Será exonerado do IFPA;
 - b) Será demitido do IFPA;
 - c) Será reconduzido ao cargo de Assistente em Administração no IFPA que era o cargo anteriormente ocupado por ele;
 - d) Será reintegrado ao cargo de Assistente em Administração no IFPA que era o cargo anteriormente ocupado por ele;
 - e) Será revertido ao cargo de Assistente em Administração no IFPA que era o cargo anteriormente ocupado por ele.
8. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação nacional é um dos principais atos normativos que regulamenta o direito constitucional à Educação. Pela leitura da LDB, pode-se concluir que:
- a) O IFPA, apesar de ser uma Instituição de ensino mantida pela União, faz parte do Sistema Estadual de Ensino por se localizar territorialmente no Estado do Pará;
 - b) Os currículos do ensino médio incluirão, obrigatoriamente, o estudo da língua espanhola e poderão ofertar outras línguas estrangeiras, em caráter optativo, preferencialmente o inglês;
 - c) A Educação Profissional Técnica de Nível médio, além de ser oferecida de forma articulada com o ensino médio, poderá ser oferecida também àqueles que já concluíram tal nível de ensino, através da oferta de cursos técnicos subsequentes;
 - d) Os municípios são responsáveis por assumir o transporte escolar dos estudantes da rede pública estadual e municipal;
 - e) A educação profissional e tecnológica abrangerá, dentre outros, cursos de extensão, abertos a candidatos que atendam aos requisitos estabelecidos em cada caso pelas instituições de ensino.
9. Os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, dentre eles o IFPA, foram criados pela Lei Federal nº 11.892 de 29 de dezembro de 2008. Considerando os objetivos dessas Instituições, é correto afirmar que:

- a) Os Institutos Federais têm dentre seus objetivos a oferta de cursos em vários níveis de ensino, desde o Ensino Médio/Técnico até a Pós-graduação em nível de Mestrado Profissional, não tendo os IFs autorização legal para a oferta de cursos em nível de Doutorado;
 - b) Os Institutos Federais têm dentre seus objetivos a oferta em cada exercício, de no mínimo 15% (quinze por cento) de suas vagas, para cursos de licenciatura, bem como programas especiais de formação pedagógica;
 - c) Os Institutos Federais têm dentre seus objetivos a realização de pesquisa científica básica, estimulando o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas, estendendo seus benefícios à comunidade;
 - d) Os Institutos Federais têm dentre seus objetivos o desenvolvimento de programas de extensão e de divulgação científica e tecnológica;
 - e) Os Institutos Federais têm dentre seus objetivos a oferta de cursos de bacharelado e engenharia, visando à formação de profissionais para os diferentes setores da economia e áreas do conhecimento
10. Márcia tomou posse no cargo de Professora EBTT no IFPA e está regida pelo Plano de Carreira aprovado pela Lei nº 12.772 de 28 de dezembro de 2012. Considerando os direitos, deveres e proibições contidos na citada lei, é correto afirmar que:
- a) Márcia poderá solicitar progressão funcional na carreira mediante alguns requisitos, dentre eles o cumprimento do interstício de 18 (dezoito) meses de efetivo exercício em cada nível da carreira;
 - b) Caso Márcia não possua o título de doutora, ela não poderá progredir ao último nível da carreira, que é a classe Titular, mesmo sendo aprovada no processo de avaliação de desempenho e completado o interstício de 24 meses na classe anterior.
 - c) Logo após entrar em exercício, caso Márcia já possua o título de Mestre ou Doutora, poderá requerer a aceleração da promoção docente.
 - d) Márcia só poderá se afastar das atividades do cargo para cursar o Doutorado depois de 4 (quatro) anos de efetivo exercício incluindo o período do estágio probatório
 - e) Márcia poderá se afastar do IFPA para prestar colaboração técnica ao Ministério da Educação por período não superior a 4 (quatro) anos.

CONHECIMENTOS BÁSICOS

Didática

11. Segundo Libâneo (2013) “a formação profissional é um processo pedagógico, intencional e organizado, de preparação teórico-científica e técnica do professor para dirigir o processo de ensino”. Nessa perspectiva, sobre a didática e a formação profissional do professor, assinale (C) para alternativa CORRETA e (I) para alternativa INCORRETA:
- () A didática efetiva a mediação escolar de objetivos, conteúdos e métodos das matérias de ensino;
 - () A didática não pode constituir-se em teoria de ensino.
 - () A didática se caracteriza como mediação entre as bases teórico-científicas da educação escolar e a prática docente.

() A didática assegura a interpretação e interdependência entre fins e meios da educação escolar.

Assinale a alternativa que contém a sequência CORRETA:

- a) C, I, C, C
- b) C, C, I, C
- c) C, C, C, C
- d) C, C, C, I
- e) I, I, C, C

12. Para Libâneo (2013) o processo didático é caracterizado como mediação escolar de objetivos-conteúdos-métodos apoiada no processo de ensino e aprendizagem, tendo em vista as finalidades da instrução e da educação em nossa sociedade. Sobre Objetivos, conteúdos e métodos de ensino, assinale a alternativa CORRETA:

- I. A elaboração dos objetivos pressupõe, da parte do professor, uma avaliação crítica das referências que utiliza, balizada pelas suas opções em face dos determinantes sociopolíticos da prática educativa.
- II. Os conteúdos de ensino são o conjunto de conhecimentos, habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de atuação social, organizados pedagógica e didaticamente, tendo em vista a assimilação ativa e aplicação pelos alunos na sua prática de vida.
- III. Os conteúdos de ensino não se correlacionam como objeto de estudo da didática pois são instrumentos de herança cultural e da prática social e devem ser assimilados pelas novas gerações como base para o desenvolvimento das capacidades especificamente humanas.
- IV. O método de ensino do professor se caracteriza apenas pelos procedimentos e técnicas de ensino.

- a) Apenas a I está correta
- b) Os itens I e II estão corretos
- c) Os itens I, II e III estão corretos
- d) Apenas o item IV está correto
- e) Os itens III e IV estão corretos

13. Sobre o percurso histórico da Didática segundo Libâneo (2013) enquanto campo de conhecimento, é CORRETO afirmar que:

- a) O resgate histórico da Didática até a atualidade não apresentou mudanças efetivas.
- b) A história da didática não tem relação com o surgimento do ensino no desenvolvimento social.
- c) O ideário escolanovista contribui com o surgimento do campo de estudos da Didática no século XX.
- d) A formação da teoria da didática para investigar as ligações entre ensino e aprendizagem e suas leis ocorre no século XVII, quando Comênio formula a ideia da difusão dos conhecimentos a todos e cria princípios e regras de ensino.

- e) Rousseau teve grande destaque e influência na constituição histórica da Didática, e conseguiu colocar suas ideias em prática e elaborou uma teoria de ensino.

14. Segundo Libâneo (2017) na escola, a aula é a forma predominante de organização do processo de ensino. Na aula, se criam, se desenvolvem e se transformam as condições necessárias para que os alunos assimilem conhecimentos, habilidades, atitudes, convicções e, assim, desenvolvem suas capacidades cognoscitivas. Marque a alternativa que contém a resposta CORRETA sobre as funções que deve ter a aula para atingir os objetivos de ensino.

- a) Dentre outras atividades, ampliar conhecimento científico, desenvolver a individualidade e potencialidades de cada educando; valorizar sua formação anterior sem desenvolver independência de pensamentos; formação de habilidades e hábitos, atitudes que permitam a aplicação de conhecimentos na solução de problemas em situações de vida prática; desenvolvimento de possibilidades de aproveitamento escolar para todos os alunos de acordo com suas especificidades e necessidades.
- b) Dentre outras atividades, ampliar o conhecimento científico somando com conhecimento popular e cultural, mas não focando nas peculiaridades dos alunos e sim na coletividade, visto que a o foco é na resolução de problemas em situações de vida práticas, e formação de métodos e hábitos de estudo; desenvolvimento de possibilidades de aproveitamento escolar para todos os alunos de acordo com suas especificidades e necessidades.
- c) Dentre outras atividades, ampliar o nível cultural e científico dos alunos, selecionar e organizar atividades que possibilitem a independência de pensamento, criatividade e envolvimento pelo estudo, formação de habilidades e hábitos, atitudes que permitam a aplicação de conhecimentos na solução de problemas em situações de vida prática, desenvolvimento de possibilidades de aproveitamento escolar para todos os alunos de acordo com suas especificidades e necessidades, condução da docência na classe, tendo em vista a formação de trabalho coletivo fomentando laços de solidariedade e ajuda mútua, sem prejuízos da atenção às peculiaridades de cada aluno.
- d) Dentre outras atividades, ampliar o nível cultural e social dos alunos, selecionar e organizar atividades que possibilitem a dependência de pensamento, criatividade e envolvimento pelo estudo, formação de habilidades e hábitos, atitudes que permitam a aplicação de conhecimentos na solução de problemas em situações de vida prática, desenvolvimento de possibilidades de aproveitamento escolar para todos os alunos de acordo com suas especificidades e necessidades, condução da docência na classe, tendo em vista a formação de trabalho coletivo fomentando laços de solidariedade e ajuda mútua, sem prejuízos da atenção às peculiaridades de cada aluno.
- e) Dentre outras atividades, ampliar o nível cultural e emocional dos alunos, selecionar e organizar atividades que possibilitem a dependência de pensamento, criatividade e envolvimento pelo estudo, formação de habilidades e hábitos, atitudes que permitam a aplicação de conhecimentos na solução de problemas em situações de vida prática e social, desenvolvimento de possibilidades de aproveitamento escolar para todos os alunos desconsiderando suas especificidades e necessidades; condução da docência na classe, tendo em vista a formação de trabalho coletivo fomentando laços de solidariedade e ajuda mútua, sem prejuízos da atenção às peculiaridades de cada aluno.

15. A avaliação da aprendizagem consubstancia-se no contexto próprio da diversidade. É angustiante saber que milhares de crianças e jovens têm, em pleno século XXI, sua aprendizagem matematicamente avaliada, e tal fato ser considerado (ingenuamente) uma avaliação precisa e justa. O sentido da avaliação é o de promover uma diferença “sensível”, o que não se coaduna com a objetividade, com a padronização. (HOFFMANN, Jussara Maria L. Avaliação Mediadora: uma Relação Dialógica na Construção do Conhecimento. 2011. 2018.)

A partir do enunciado, cujo foco é a avaliação da aprendizagem, analise as proposições:

- I. O processo avaliativo é sempre de caráter singular no que se refere aos estudantes, uma vez que as posturas avaliativas inclusivas ou excludentes afetam seriamente os sujeitos educativos;
- II. O processo avaliativo se desenvolve concomitante ao desenvolvimento das aprendizagens dos alunos;
- III. A avaliação da aprendizagem é um processo objetivo, normativo e padronizado;
- IV. O resultado da avaliação da aprendizagem deve ser o fim do processo, bem como o instrumento para verificar o que foi aprendido.

É correto o que se afirmar:

- a) I, II, III, apenas
- b) I e III, apenas
- c) II e III, apenas
- d) I e II, apenas
- e) II, III e IV, apenas

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

16. A ponte suspensa do *Pipeline Bungy*, na Nova Zelândia, é um excelente local para a prática do bungee jump, pois fica sobre um rio e conta com 100 m de altura de onde o saltadores se lançam. Suponha que um praticante de bungee jump com massa igual a 80 kg realize um salto do alto da ponte, usando uma corda com 30 m de comprimento apropriada para a prática desse esporte. Considere que a corda seja elástica, com constante de elasticidade igual a 40 N/m. A distância, acima da superfície do rio, a qual encontrar-se-á o praticante quando a corda atingir a máxima deformação será de: (adote $g = 10 \text{ m/s}^2$).

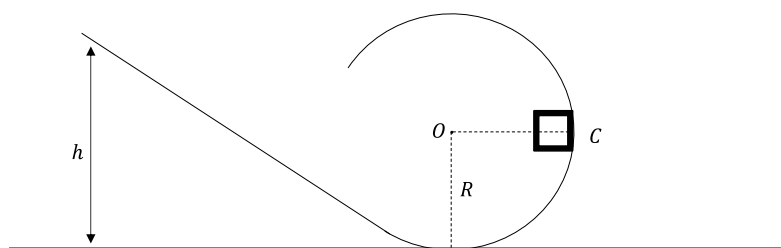
- a) 6,8 m
- b) 10,0 m
- c) 13,0 m
- d) 17,0 m
- e) 20,0 m

17. Uma partícula de massa igual a 4,0 kg encontra-se submetida à ação de uma única força que faz com que sua posição varie com o tempo de acordo com a função $x(t) = 3t^3 - 2t^2 + t + 1$, com x dado em metros e t em segundos. O trabalho realizado por esta força sobre o objeto entre os instantes $t_1 = 0$ e $t_2 = 4 \text{ s}$ vale, em Joules:

- a) $1,32 \times 10^4$

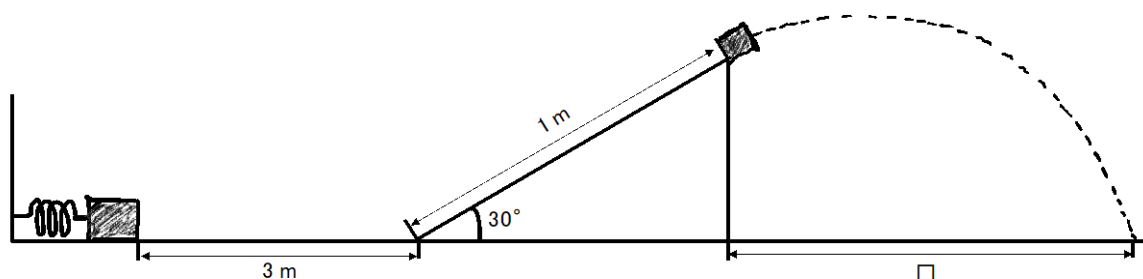
- b) $2,32 \times 10^4$
- c) $3,32 \times 10^4$
- d) $4,32 \times 10^4$
- e) $5,32 \times 10^4$

18. Um bloco de massa m desce uma rampa após ser abandonado de uma altura h , adentrando em uma trajetória semicircular de raio R , como mostra a figura. No ponto C, a força resultante que atua sobre o bloco é igual a $5mg$, sendo g a aceleração da gravidade. Despreze todos os atritos. Com base nas informações dadas, é correto afirmar que h é dado por:



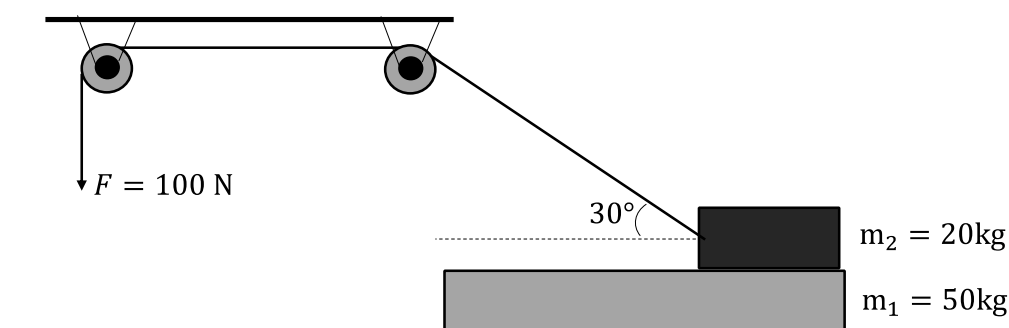
- a) $h = R/2$
- b) $h = 5R/2$
- c) $h = R(\sqrt{6} + 1)$
- d) $h = R(\sqrt{6} - 1)$
- e) $h = R\left(\frac{\sqrt{3} + \sqrt{2}}{2}\right)$

19. Um bloco de massa $1,0 \text{ kg}$ é impulsionado por uma mola de constante elástica igual a 2000 N/m para cima de um plano inclinado de 30° . A mola é comprimida em 20 cm de sua posição de equilíbrio, lançando a massa a partir do repouso, inicialmente, sobre uma superfície horizontal de coeficiente de atrito cinético igual a $0,1$. O plano tem comprimento igual a 1 m e, a distância de sua parte inferior até o ponto de partida do bloco, quando a mola está comprimida, é igual a $3,0 \text{ m}$. Além disso, entre o plano inclinado e o bloco não há atrito. Ao atingir o topo do plano inclinado, o bloco é então arremessado para fora do mesmo, descrevendo uma trajetória parabólica. A distância horizontal, X , atingida pelo bloco, medida a partir da reta vertical que passa pelo ponto de abandono é, aproximadamente: (adote $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,87$).



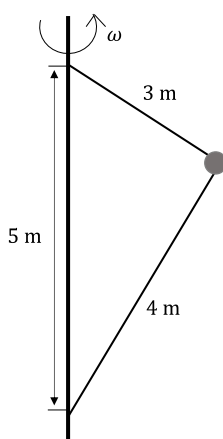
- a) 5,57 m
- b) 6,30 m
- c) 7,00 m
- d) 8,00 m
- e) 8,50 m

20. Na figura abaixo, um bloco de massa $m_2 = 20 \text{ kg}$ encontra-se sobre uma plataforma de madeira de massa $m_1 = 50 \text{ kg}$, que está apoiada sobre um piso horizontal. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e a plataforma de madeira são, respectivamente, 0,50 e 0,30. Não há atrito entre a plataforma de madeira e o piso horizontal. O bloco então é puxado por uma corda inextensível, que forma com a direção horizontal um ângulo de 30° , passando através de duas polias sem atrito, sendo tracionada por uma força de 100 N. Com base na figura e na descrição dada na questão, podemos afirmar que as acelerações do bloco e da plataforma são, respectivamente: (Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,87$)



- a) $2,0 \text{ m/s}^2$ e $1,5 \text{ m/s}^2$
- b) $2,0 \text{ m/s}^2$ e $0,5 \text{ m/s}^2$
- c) $2,0 \text{ m/s}^2$ e $0,75 \text{ m/s}^2$
- d) $2,0 \text{ m/s}^2$ e $0,9 \text{ m/s}^2$
- e) $2,0 \text{ m/s}^2$ e $0,25 \text{ m/s}^2$

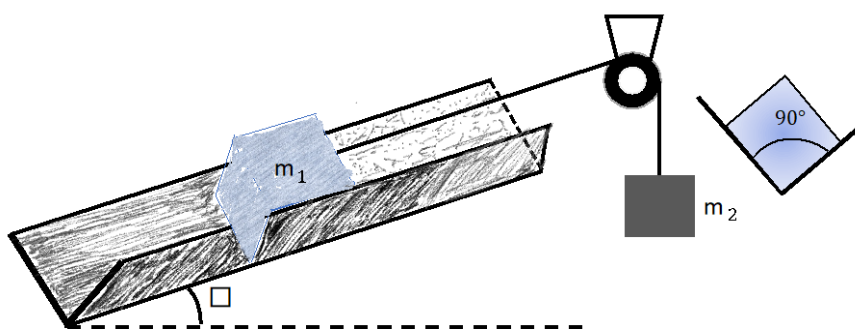
21. Na figura dada, uma esfera de massa igual a 10 kg é conectada através de duas outras hastes a uma haste vertical que gira com velocidade angular constante de 5 rad/s .



A haste superior tem 3 m de comprimento e a inferior, 4 m de comprimento. A distância entre os pontos de conexão das duas hastes e a haste vertical é de 5 m. Podemos afirmar que as tensões nas hastes superior e inferior são, respectivamente, em Newtons: (adote $g = 10 \text{ m/s}^2$).

- a) 100 N e 200 N
- b) 200 N e 100 N
- c) 200 N e 540 N
- d) 540 N e 100 N
- e) 540 N e 280 N

22. Uma caixa de massa m_1 encontra-se sobre uma calha em forma de "V", estando ligada a um bloco de massa m_2 através de um fio inextensível que passa por uma polia fixa e sem atrito, conforme a mostra a figura. O coeficiente de atrito cinético entre a caixa de massa m_1 e a calha é μ_c e a aceleração da gravidade é g . A calha forma um ângulo θ com a direção horizontal. Suponha que o sentido do movimento do sistema seja tal que m_2 esteja descendo em relação à caixa de massa m_1 . A aceleração do sistema em função de m_1 , m_2 , g , μ_c e θ é dada por:



- a) $\frac{g(m_2 - m_1 \sin \theta - 2^{(-0,5)} \mu_c m_1 \cos \theta)}{m_1 + m_2}$
- b) $\frac{g(m_2 - m_1 \cos \theta - 2^{(1,5)} \mu_c m_1 \sin \theta)}{m_1 + m_2}$
- c) $\frac{g(m_2 - m_1 \cos \theta - 2^{(0,5)} \mu_c m_1 \sin \theta)}{m_1 + m_2}$
- d) $\frac{g(m_2 - m_1 \cos \theta - 2^{(-0,5)} \mu_c m_1 \sin \theta)}{m_1 + m_2}$
- e) $\frac{g(m_2 - m_1 \sin \theta - 2^{(0,5)} \mu_c m_1 \cos \theta)}{m_1 + m_2}$

23. Uma força é aplicada a uma polia tangencialmente à sua borda. O módulo dessa força varia com o tempo através da equação $F(t) = t + 2t^2$, com F em Newtons e t em segundos. O raio dessa polia é 50 cm e seu momento de inércia é $5,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ em relação ao eixo da mesma. A polia encontra-se inicialmente em repouso. A aceleração angular da polia em $t = 3 \text{ s}$ é dada por:

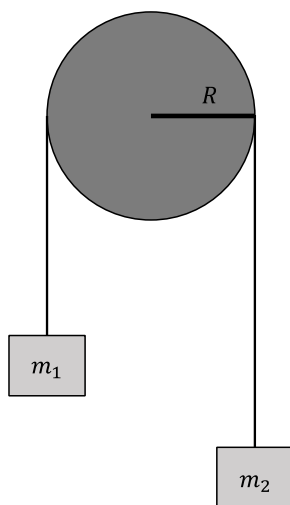
- a) $1,2 \times 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

- b) $2,1 \times 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$
- c) $3,2 \times 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$
- d) $4,2 \times 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$
- e) $5,2 \times 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

24. Uma bola encontra-se localizada através do vetor posição $\vec{r} = 2,5\hat{j} - 3,5\hat{k}$ em relação à origem de um sistema de coordenadas. Uma força dada por $\vec{F} = 0,5\hat{i} + 2,0\hat{k}$ atua sobre a bola. O vetor torque resultante $\vec{\tau}$ que atua sobre a bola em relação ao ponto P dado pelas coordenadas $(1,0; 0,5; -2,0)$ é escrito como:

- a) $\vec{\tau} = 1,0\hat{i} + 3,75\hat{j} - 3,75\hat{k}$
- b) $\vec{\tau} = 5,0\hat{i} - 1,75\hat{j} - 1,25\hat{k}$
- c) $\vec{\tau} = -5,0\hat{i} + 1,75\hat{j} + 1,25\hat{k}$
- d) $\vec{\tau} = -1,0\hat{i} - 3,75\hat{j} + 0,25\hat{k}$
- e) $\vec{\tau} = 5,0\hat{i} + 1,75\hat{j} - 1,25\hat{k}$

25. No arranjo ilustrado na figura abaixo, conhecido por máquina de Atwood, dois blocos de massas $m_1 = 3 \text{ kg}$ e $m_2 = 4 \text{ kg}$ estão conectados por um fio inextensível que passa por uma polia de raio $R = 5 \text{ cm}$, sem que haja atrito e deslizamento.



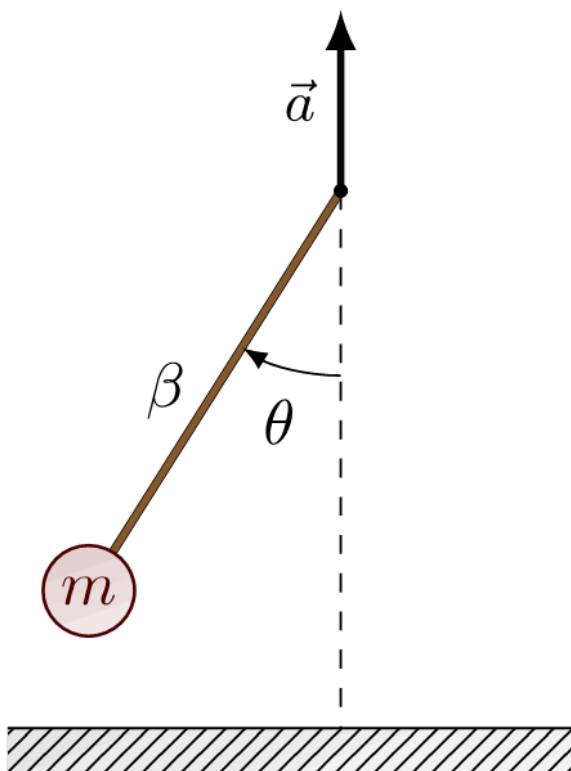
O sistema é abandonado, passando a mover-se sob ação da gravidade, de tal maneira que o bloco de massa $m_2 = 4 \text{ kg}$ desce 4 m em 4 s . Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$. Com base nestas informações, é correto afirmar que o momento de inércia da polia vale:

- a) $1,75 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- b) $2,5 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- c) $5,25 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- d) $3,2 \times 10^{-1} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- e) $4,8 \times 10^{-1} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

26. Considere a função de onda: $\Psi(x, t) = A e^{-2\alpha|x|} e^{-i\omega t}$, onde A , α e ω são constantes reais e positivas. A constante de normalização A e o valor esperado de x^2 são respectivamente:

- a) $\sqrt{2\alpha}$ e $1/8\alpha^2$
- b) $\sqrt{4\alpha}$ e $1/16\alpha^2$
- c) $\sqrt{\alpha}$ e $1/\alpha^2$
- d) $2\sqrt{\alpha}$ e $1/\alpha^2$
- e) $2\sqrt{2\alpha}$ e $1/4\alpha^2$

27. Um pêndulo simples de massa m (2 kg) e comprimento β (2 m) está ligado a um ponto material que se move verticalmente para cima com uma aceleração de 5 m/s^2 . Considere que este pêndulo está próximo à superfície da Terra e que a aceleração da gravidade seja igual a 10 m/s^2 . Na figura abaixo está ilustrado esse pêndulo. Marque a alternativa que apresenta a equação de movimento para este pêndulo e o valor aproximado do período no regime de pequenas oscilações.



- a) $\ddot{\theta} + \frac{a+g}{\beta} \sin\theta = 0$ e $T = 2,29 \text{ s}$
- b) $\ddot{\theta} + \frac{a+g}{\beta} \cos\theta = 0$ e $T = 2,29 \text{ s}$
- c) $\ddot{\theta} + \frac{g-a}{\beta} \sin\theta = 0$ e $T = 3,97 \text{ s}$
- d) $\ddot{\theta} + \frac{g-a}{\beta} \cos\theta = 0$ e $T = 3,97 \text{ s}$
- e) $\ddot{\theta} + \frac{g}{\beta} \cos\theta = 0$ e $T = 2,80 \text{ s}$

28. Considere uma partícula de massa m submetida a um potencial do tipo:

$$V(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } 0 \leq x \leq L, \\ \infty, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Esta partícula pode ser considerada livre, exceto nos dois extremos ($x = 0$ e $x = L$). Um exemplo de sistema que pode ser descrito através do modelo simplificado de potencial são algumas moléculas orgânicas que possuem ligações duplas e simples conjugadas, carbono-carbono, dispostas segundo uma longa série, como o hexatrieno, o benzeno e o naftaleno. Marque a alternativa que mostra a diferença de energia entre os dois primeiros estados excitados para a partícula considerada, em que h é a constante de Planck.

- a) $\frac{1}{8} \frac{h^2}{mL^2}$
- b) $\frac{3}{8} \frac{h^2}{mL^2}$
- c) $\frac{5}{8} \frac{h^2}{mL^2}$
- d) $\frac{7}{8} \frac{h^2}{mL^2}$
- e) $\frac{9}{8} \frac{h^2}{mL^2}$

29. Para que um sistema possa ser descrito através da mecânica quântica, deve ser levado em consideração o comprimento de onda de Broglie, o qual deve ser maior que o tamanho característico do sistema estudado. Além disso, se o sistema está em equilíbrio térmico, a energia cinética de uma partícula deste sistema deve obedecer ao teorema da equipartição da energia. Considere uma partícula em um espaço tridimensional. O espaçamento de rede em um sólido como o ferro por exemplo é $0,28 \text{ nm}$. Marque a alternativa que mostra o valor da temperatura em kelvin, abaixo da qual os elétrons livres neste sólido podem ser considerados quânticos, assim como a temperatura, para que o núcleo do átomo de ferro possa ser também descrito pela mecânica quântica.

Dados:

$$\begin{aligned} h &= 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}; \\ m_{\text{elétron}} &= 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}; \\ m_{\text{próton}} &= 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}; \\ m_{\text{núcleo de Ferro}} &= 55 m_{\text{próton}}; \\ k_B &= 1,38 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}. \end{aligned}$$

- a) $T_{\text{elétron livre}} < 1,45 \times 10^5 \text{ K}$ e $T_{\text{núcleo de ferro}} < 1,41 \text{ K}$
- b) $T_{\text{elétron livre}} < 1,45 \times 10^{-5} \text{ K}$ e $T_{\text{núcleo de ferro}} < 1,41 \times 10^{-5} \text{ K}$
- c) $T_{\text{elétron livre}} < 1,45 \times 10^4 \text{ K}$ e $T_{\text{núcleo de ferro}} < 1,41 \times 10^4 \text{ K}$
- d) $T_{\text{elétron livre}} < 1,45 \text{ K}$ e $T_{\text{núcleo de ferro}} < 1,41 \text{ K}$
- e) $T_{\text{elétron livre}} < 2,45 \times 10^3 \text{ K}$ e $T_{\text{núcleo de ferro}} < 1,41 \text{ K}$

30. A função de onda do estado fundamental do átomo de hidrogênio, já normalizada, é dada pela equação a seguir:

$$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi}a^{3/2}} e^{-r/a}.$$

Onde a é o raio de Bohr. Marque a alternativa que apresenta o valor de r em função do raio de Bohr, para que a densidade de probabilidade seja máxima.

- a) $r = 0$
- b) $r = +\infty$
- c) $r = a$
- d) $r = 2a$
- e) $r = \frac{a}{2}$

31. Considere um sistema de N partículas de spin $1/2$ não interagentes, em contato térmico a uma temperatura T na presença de um campo magnético B . O hamiltoniano desse sistema é dado pela seguinte equação:

$$H = -\mu_0 B \sum_{j=1}^N \sigma_j ,$$

onde $\sigma_j = \pm 1$, para $j = 1, 2, \dots, N$. A partir da função de partição desse sistema, podemos realizar a conexão com a termodinâmica, por meio da energia livre magnética por partícula, dada pela equação abaixo:

$$g(T, B) = -\frac{1}{\beta} \lim_{N \rightarrow \infty} \ln Z.$$

Onde $\beta = \frac{1}{k_B T}$ e Z é a função de partição. Marque a alternativa que apresenta o correto resultado da energia livre magnética por partícula.

- a) $g(T, B) = -k_B T \ln \left[2 \cosh \left(\frac{\mu_0 B}{k_B T} \right) \right]$
- b) $g(T, B) = -k_B T \ln \left[2 \sinh \left(\frac{\mu_0 B}{k_B T} \right) \right]$
- c) $g(T, B) = -k_B T \ln \left[2 \tanh \left(\frac{\mu_0 B}{k_B T} \right) \right]$
- d) $g(T, B) = -2k_B T \ln \left[\sin \left(\frac{\mu_0 B}{k_B T} \right) \right]$
- e) $g(T, B) = -2k_B T \ln \left[\cos \left(\frac{\mu_0 B}{k_B T} \right) \right]$

32. Um sistema de N osciladores quânticos, localizados e independentes, em contato com um reservatório térmico a uma temperatura T . Os níveis de energia de cada oscilador são dados por:

$$\varepsilon_n = \hbar \omega_0 \left(n + \frac{1}{2} \right), \text{ com } n = 1, 3, 5, 7, \dots$$

Marque a alternativa que apresenta a energia interna u por oscilador em função da temperatura:

- a) $u(T) = \frac{3}{2}\hbar\omega_0 + \frac{2\hbar\omega_0}{\left[\frac{\hbar\omega_0}{e^{k_B T}} - 1\right]}$
- b) $u(T) = \frac{3}{2}\hbar\omega_0 + \frac{2\hbar\omega_0}{\left[\frac{\hbar\omega_0}{e^{k_B T}} + 1\right]}$
- c) $u(T) = \frac{1}{2}\hbar\omega_0 + \frac{2\hbar\omega_0}{\left[\frac{\hbar\omega_0}{e^{k_B T}} - 1\right]}$
- d) $u(T) = \frac{1}{2}\hbar\omega_0 + \frac{2\hbar\omega_0}{\left[\frac{\hbar\omega_0}{e^{k_B T}} + 1\right]}$
- e) $u(T) = \hbar\omega_0 + \frac{2\hbar\omega_0}{\left[\frac{\hbar\omega_0}{e^{k_B T}} + \frac{1}{2}\right]}$

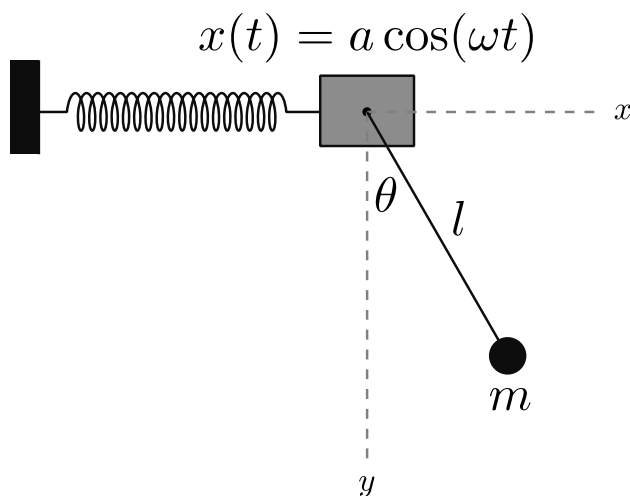
33. Uma partícula de massa m se move em apenas uma dimensão, sob a ação da força, dada pela equação abaixo:

$$F(x, t) = \frac{k}{x^3} e^{-(t/\tau)}$$

Sendo k e τ constantes, marque a alternativa que apresenta a hamiltoniana desse sistema.

- a) $H = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{k}{2} \frac{e^{-t/\tau}}{x^2}$
- b) $H = m\dot{x}^2 + \frac{k}{2} \frac{e^{-t/\tau}}{x^2}$
- c) $H = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{k}{3} \frac{e^{-t/\tau}}{x^2}$
- d) $H = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{k}{4} \frac{e^{-t/\tau}}{x^2}$
- e) $H = \frac{1}{4}m\dot{x}^2 + \frac{k}{2} \frac{e^{-t/\tau}}{x^2}$

34. Um pêndulo de massa m e de comprimento l é preso a um suporte que se desloca horizontalmente, de acordo com a lei $x(t) = a \cos \omega t$, ω e a são constantes. Considere que a aceleração da gravidade seja g e a massa do suporte seja nula. A figura abaixo ilustra o referido sistema.



Marque a alternativa que apresenta a equação de movimento para este pêndulo.

- a) $\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin\theta - \frac{a\omega^2}{l} \cos\omega t \cos\theta = 0$
- b) $\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin\theta - \frac{a\omega^2}{l} \sin\omega t \cos\theta = 0$
- c) $\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin\theta - \frac{a^2\omega^2}{l^2} \cos\omega t \cos\theta = 0$
- d) $\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin\theta - \frac{a^2\omega^2}{l^2} \sin\omega t \cos\theta = 0$
- e) $\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin\theta + \frac{a^2\omega^2}{l^2} \cos\omega t \cos\theta = 0$

35. Uma partícula de massa m está no estado

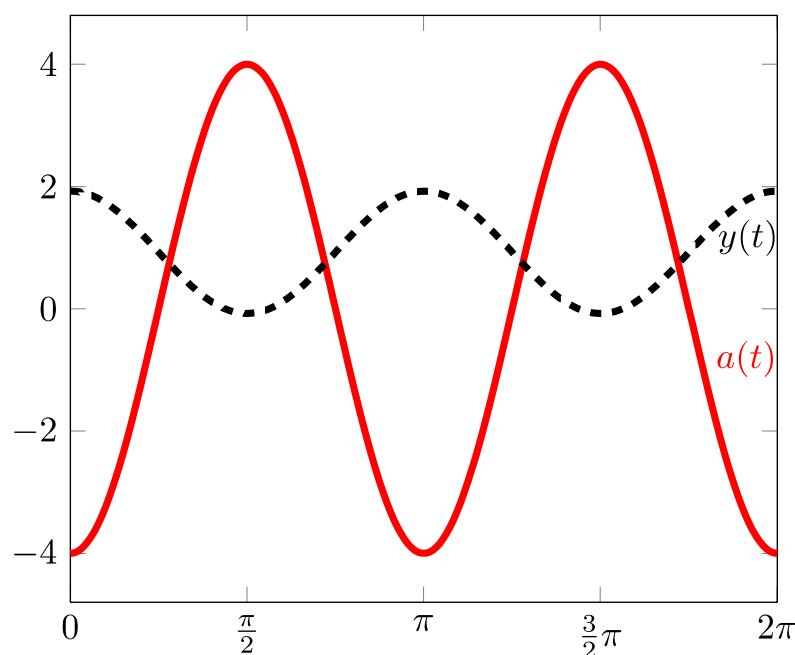
$$\psi(x, t) = Ae^{-b\left[\frac{mx^2}{\hbar} + it\right]}$$

Onde A e b são constantes reais e positivas. Este tipo de solução possui diversas aplicações na física. Após realizar a normalização da função de onda acima, é possível verificar que a função de energia potencial ($V(x)$) e a função de onda $\psi(x, t)$ devem satisfazer a seguinte relação:

- a) $V(x)\psi(x, t) = 2mb^2x^2$
- b) $V(x)\psi(x, t) = 4mb^2x^2$
- c) $V(x)\psi(x, t) = mb^2x^2$
- d) $V(x)\psi(x, t) = \frac{1}{2}mb^2x^2$
- e) $V(x)\psi(x, t) = \frac{1}{4}mb^2x^2$

36. O sistema conhecido como MHS (movimento harmônico simples) é uma das formas mais comuns de oscilações na natureza. Ele surge em vários fenômenos biológicos, químicos e físicos. Considere um sistema massa-mola ideal na vertical, submetido a um campo gravitacional uniforme, vertical para baixo e não-nulo. O gráfico da posição vertical do objeto preso à mola em função do tempo $y(t)$ é a curva tracejada (preta), enquanto que sua aceleração em função do tempo $a(t)$ é a curva sólida-contínua (vermelha). Nestas condições, o objeto foi largado inicialmente e sua massa vale 0,5 kg. Despreze a massa da mola e o atrito com o ar. Com base nestas informações, responda os itens abaixo, (V) para verdadeiro e (F) para falso. Todas as variáveis do problema no texto e gráfico estão em unidades do S.I.

- I. A amplitude desse movimento vale 1 m, e sua frequência angular é 2 rad/s;
- II. A gravidade neste local é aproximadamente igual a 4 m/s², e a constante elástica da mola é 2 N/m;
- III. A energia mecânica total deste sistema massa-mola é constante;
- IV. O módulo da posição de equilíbrio do corpo onde a força resultante é nula vale 1 m.



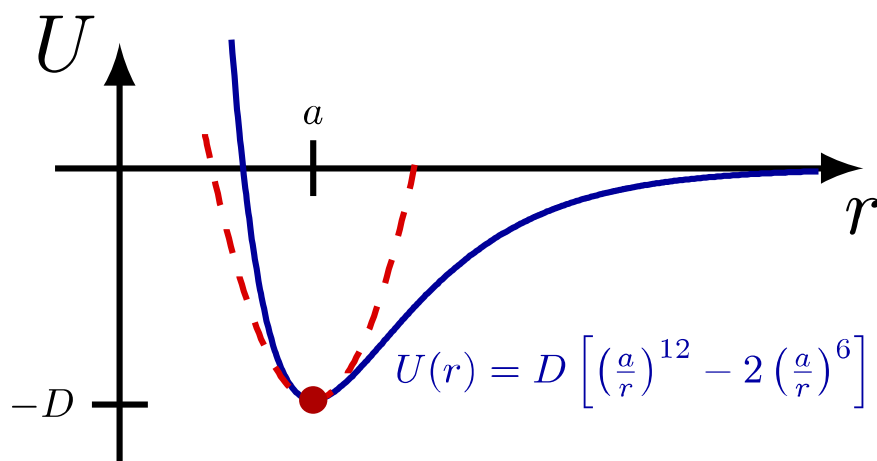
Assinale a seguir, a alternativa correta:

- a) I. (V); II. (V); III. (F); IV. (V)
- b) I. (V); II. (V); III. (V); IV. (V)
- c) I. (V); II. (V); III. (V); IV. (F)
- d) I. (F); II. (V); III. (V); IV. (V)
- e) I. (V); II. (F); III. (V); IV. (V)

37. O monóxido de carbono é um gás levemente inflamável, inodoro e muito perigoso, devido à sua grande toxicidade. É produzido pela queima, em condições de pouco oxigênio e/ou alta temperatura, de carvão ou outros materiais ricos em carbono, como derivados de petróleo, por exemplo, pelos motores dos veículos. A molécula diatômica de monóxido de carbono CO é representada por um átomo de carbono e outro de oxigênio. Na figura, a seguir, a curva sólida mostra o comportamento do potencial $U(r)$ deste arranjo em função da distância entre os átomos r , enquanto que a linha tracejada é uma aproximação parabólica em torno da posição equilíbrio $r = a$. Se tratarmos este problema, do ponto de vista da mecânica clássica, como duas massas distintas atreladas por uma mola horizontal de constante elástica k e massa reduzida μ , qual seria o valor de k e do comprimento de onda λ da vibração mecânica gerada pela molécula de CO?

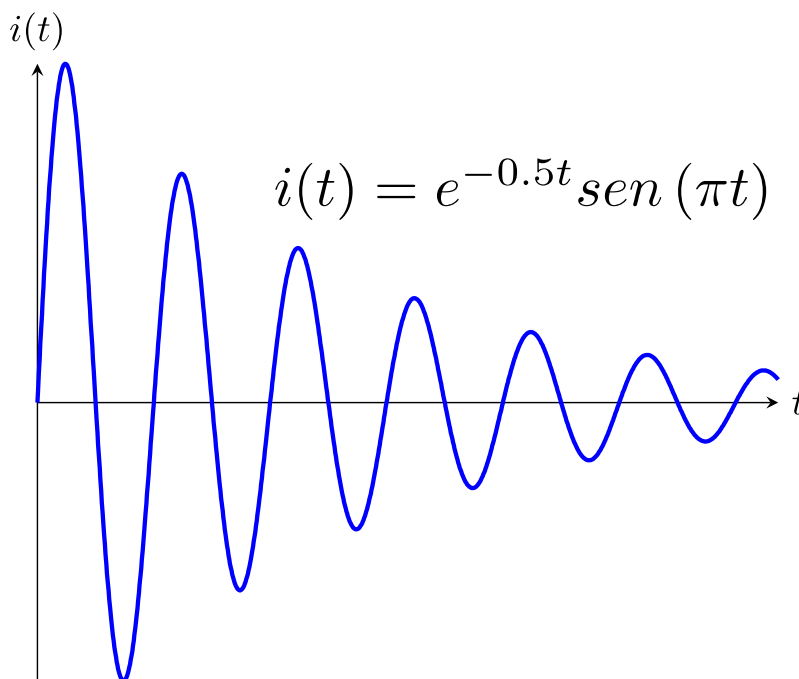
Dados: massa atômica do carbono = 12 u.m.a., massa atômica do oxigênio = 16 u.m.a., raio molecular $r = a = 1,1$ angstrom, energia de dissociação $D = 10$ eV, velocidade da luz no vácuo $c = 300.000$ km/s.

Conversões: 1 u.m.a. = $1,66 \times 10^{-27}$ kg; 1 angstrom = 10^{-10} m; 1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J.



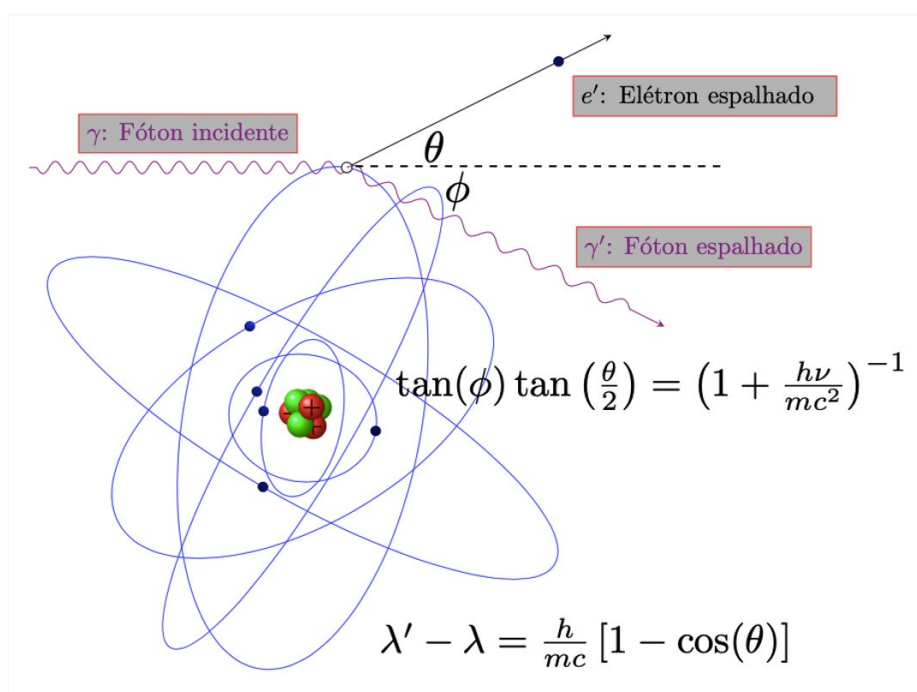
- a) $k = 1,9 \times 10^4$ N/m; $\lambda = 7$ micrometros
- b) $k = 1,7 \times 10^3$ N/m; $\lambda = 5$ micrometros
- c) $k = 1,7 \times 10^3$ N/m; $\lambda = 2$ micrometros
- d) $k = 9,5 \times 10^3$ N/m; $\lambda = 5$ micrometros
- e) $k = 9,5 \times 10^3$ N/m; $\lambda = 2$ micrometros

38. Um circuito de resistência elétrica R , indutância L e capacitância C denominado RLC (resistor-indutor-capacitor), tem sua corrente $i(t)$ em função do tempo, descrita pelo gráfico abaixo. Sabendo que a tensão externa aplicada neste circuito é constante e igual a V_0 , e a condição inicial $i(t = 0) = 0$ A, quais seriam as relações válidas entre as grandezas R , L , C e q_0 (condição inicial para carga elétrica, $q(t = 0) = q_0$)? Com base no gráfico e na equação contida nele, assinale a seguir a alternativa correta para esta oscilação elétrica amortecida.



- a) $R = 2L; LC = \left\{ \pi^2 + \frac{1}{4} \right\}^{-1}; q_0 = -2\pi LC$
- b) $R = 2L; LC = \left\{ \pi^2 + \frac{1}{4} \right\}^{-1}; q_0 = -\pi LC$
- c) $R = L; LC = \left\{ \pi^2 + \frac{1}{4} \right\}^{-1}; q_0 = -\pi LC$
- d) $R = L; LC = \left\{ \pi^2 + \frac{1}{4} \right\}^{-1}; q_0 = -2\pi LC$
- e) $R = L; LC = \left\{ \pi^2 + \frac{1}{4} \right\}^{-1}; q_0 = -2\pi LC$

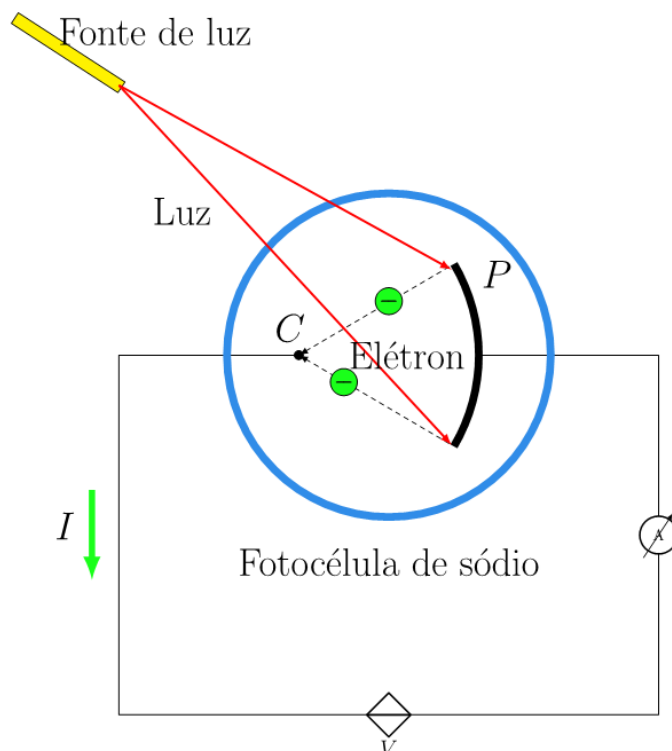
39. Em Física, o efeito Compton, ou também denominado de espalhamento Compton, é o espalhamento de um fóton γ por uma partícula carregada, geralmente um elétron e , que resulta em uma diminuição da energia (aumento do comprimento de onda λ) do fóton espalhado, tipicamente na faixa de raios-X ou de raios gama (como mostrado na figura abaixo). Se o deslocamento compton é a metade do comprimento de onda compton, e a razão entre o comprimento de onda compton e o comprimento de onda do fóton incidente é igual a $\sqrt{3} - 1$, qual será o ângulo de espalhamento do fóton ϕ em graus?



- a) $\phi = 90^\circ$
- b) $\phi = 30^\circ$
- c) $\phi = 60^\circ$
- d) $\phi = 45^\circ$
- e) $\phi = 180^\circ$

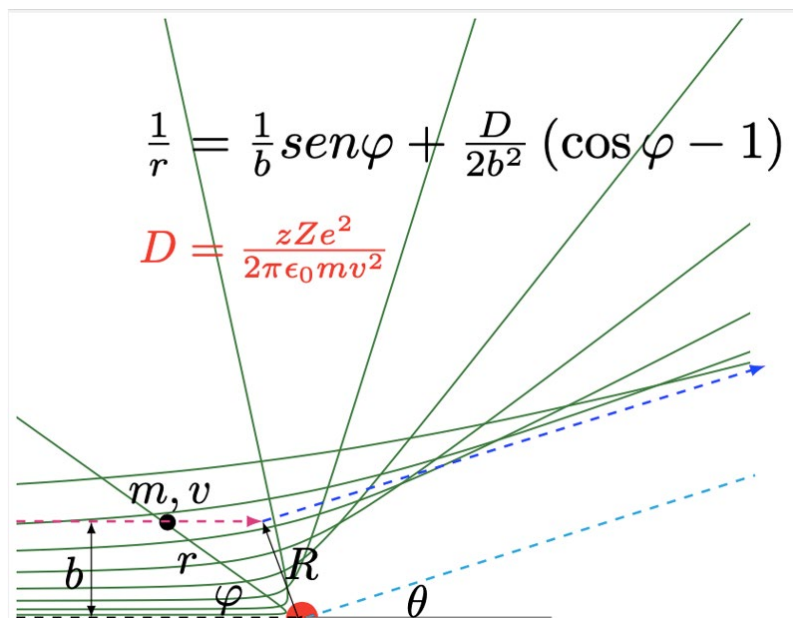
40. A constante de Planck, representada pela letra h , é uma das constantes fundamentais da Física. Tem um papel importante na Física Moderna, aparecendo sempre no estudo de fenômenos em que a explicação por meio da Mecânica Quântica é relevante. Tem o seu nome em homenagem a Max Planck, um dos fundadores da teoria quântica. Uma maneira de medir a constante de Planck é através do efeito Hertz, representado esquematicamente abaixo na figura. Uma fonte de luz atinge uma placa de sódio e cria no circuito uma corrente

elétrica I , medida por um amperímetro A , com tensão externa V . Neste experimento, no qual se usa luz monocromática e um fotocátodo de sódio, encontramos um potencial de corte de 1,85 V para $\lambda = 3000$ angstrom, e de 0,82 V para $\lambda = 4000$ angstrom. Usando estes dados e a velocidade da luz $c = 3 \times 10^8$ m/s, qual o valor da constante de Planck h no S.I.?



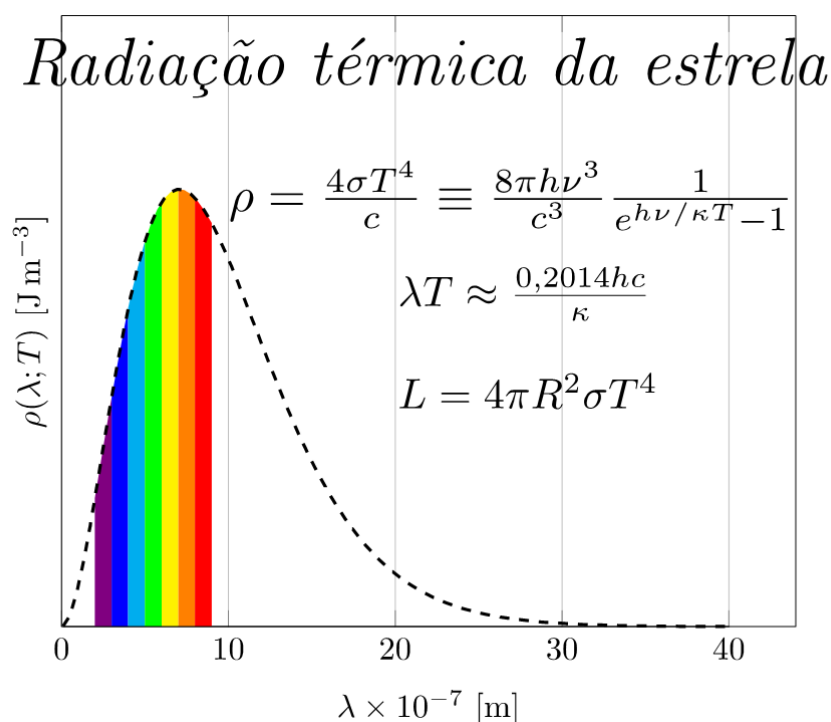
- a) $h = 6,63 \times 10^{-34}$
- b) $h = 6,59 \times 10^{-34}$
- c) $h = 6,45 \times 10^{-34}$
- d) $h = 6,31 \times 10^{-34}$
- e) $h = 6,27 \times 10^{-34}$

41. O espalhamento de Rutherford é o espalhamento elástico de partículas carregadas pela interação de Coulomb. É um fenômeno físico explicado por Ernest Rutherford em 1911, que levou ao desenvolvimento do modelo planetário de Rutherford do átomo e, eventualmente, o modelo de Bohr. O espalhamento de Rutherford foi referido pela primeira vez como espalhamento de Coulomb, porque depende apenas da eletricidade estática (Coulomb) potencial, e a distância mínima entre as partículas é definida inteiramente por este potencial. O processo clássico de espalhamento Rutherford de partículas α (disco preto na figura) contra núcleos de ouro (disco vermelho na figura) é um exemplo de "espalhamento elástico", porque nem as partículas alfa nem os núcleos de ouro são excitados internamente. A figura abaixo mostra este espalhamento e as variáveis físicas relevantes para análise: b - parâmetro de impacto, r - posição da partícula alfa, φ - ângulo da partícula alfa, m - massa da partícula alfa, v - velocidade da partícula alfa, R - distância de maior aproximação da partícula alfa ao núcleo de ouro, e θ - o ângulo de espalhamento da partícula alfa. A variável D é a posição da partícula alfa onde sua energia cinética é igual a sua energia potencial elétrica no vácuo. Considerando a razão $\frac{D}{b} = \frac{2}{\sqrt{3}}$, qual deve ser o valor das variáveis R , θ e φ no ponto de maior aproximação entre a partícula alfa e o núcleo de ouro, respectivamente?



- a) $1,08 \times D$; 60° ; 30°
- b) $3,24 \times D$; 60° ; 45°
- c) $2,66 \times D$; 45° ; 30°
- d) $1,08 \times D$; 30° ; 60°
- e) $1,50 \times D$; 60° ; 60°

42. A radiação de corpo negro é a radiação eletromagnética térmica dentro ou ao redor de um corpo em equilíbrio termodinâmico com seu ambiente, emitida por um corpo negro (um corpo opaco e não refletivo idealizado). Possui um espectro específico de comprimentos de onda, inversamente relacionado à intensidade que depende apenas da temperatura do corpo. A radiação térmica emitida espontaneamente por muitos objetos comuns pode ser aproximada como radiação de corpo negro. Abaixo, temos o espectro térmico de uma estrela com raio R , temperatura absoluta T e luminosidade L , seu comprimento de onda na faixa do visível compreende o intervalo de 400 (violeta) a 700 (vermelho) nanômetros.



Qual a razão entre a temperatura da estrela e do Sol, e também a razão entre os raios da estrela e do Sol, respectivamente, no ponto de máximo na curva tracejada preta da figura, de aproximadamente 600 nanômetros? Dica: faça aproximações.

Dados no S.I.: $h = 6,63 \times 10^{-34}$; $c = 3 \times 10^8$; constante de Boltzmann: $\kappa = 1,38 \times 10^{-23}$; constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$; $L = 3,9 \times 10^{26}$; Temperatura solar = 5 800; Raio solar = $6,96 \times 10^8$.

- a) 17,2 e 33
- b) 0,8 e 1,4
- c) 13,2 e 3,5
- d) 5,7 e 30,2
- e) 25 e 49

43. As equações de Maxwell são um conjunto de equações diferenciais parciais acopladas que, juntamente com a lei de força de Lorentz, formam a base do eletromagnetismo clássico da óptica clássica e dos circuitos. Na Física, um monopolo magnético é uma partícula elementar hipotética que se comportaria como um ímã de um único polo. Em termos gerais, o monopolo magnético teria carga magnética. O monopolo magnético foi primeiramente conjecturado por Pierre Curie em 1894, mas a teoria quântica de uma carga magnética começou em 1931 com um artigo de Paul Dirac. Neste trabalho, Dirac mostrou que a existência de monopolos magnéticos é consistente com as equações de Maxwell somente se as cargas elétricas forem quantizadas, o que é observado. Desde então, diversas buscas foram realizadas. Experimentos realizados em 1975 e 1982 produziram resultados inicialmente interpretados como evidências da existência de monopolos, mas hoje vistos como inconclusivos. O interesse moderno se deve à física de altas energias, principalmente à teoria da grande unificação e à teoria das supercordas, que predizem sua existência. Na figura abaixo temos as quatro equações de Maxwell no sistema de unidades e medidas gaussiano com a inserção de Dirac das variáveis (em vermelho) densidade de corrente magnética $\vec{J}_m$ e densidade de carga magnética ρ_m .

Dado: $\frac{\hbar c}{e^2} = 137$

Com base nestas informações, responda os itens abaixo, (V) para verdadeiro e (F) para falso.

- I. As equações de Maxwell usuais do eletromagnetismo clássico são obtidas igualando $\vec{J}_m = \rho_m \equiv 0$ nas expressões da figura abaixo;
- II. Podemos obter as seguintes equações da continuidade (conservação carga-corrente): $\nabla \cdot \vec{J}_m + \frac{\partial \rho_m}{\partial t} = \frac{4\pi}{c}$ e $\nabla \cdot \vec{J}_e + \frac{\partial \rho_e}{\partial t} = \frac{4\pi}{c}$, onde o subscrito **e** significa elétrica;
- III. Se o resultado de Dirac para quantização da carga elementar e foi: $e = \frac{\hbar c}{2g}$, onde $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, sendo h a constante de Planck, c a velocidade da luz e g é a intensidade do monopolo magnético. Com base nesta informação, um par de monopolos norte e sul (um único ímã) exerceria entre si uma força de atração de aproximadamente 4 692 vezes maior que a força exercida entre duas cargas elétricas opostas separadas pela mesma distância.

- IV. As equações de Dirac abaixo mostram uma simetria entre $\vec{E}$ e $\vec{B}$, sendo invariante sob a substituição,

$$\begin{aligned}\vec{E} &\rightarrow \vec{B}; \vec{J} \rightarrow \vec{J}_m; \rho \rightarrow \rho_m \\ \vec{B} &\rightarrow -\vec{E}; \vec{J}_m \rightarrow -\vec{J}; \rho_m \rightarrow -\rho\end{aligned}$$

conhecida como transformação de dualidade.

$$\frac{4\pi}{c} \mathbf{J} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \nabla \times \mathbf{B} \quad \text{Lei de Ampère-Maxwell}$$

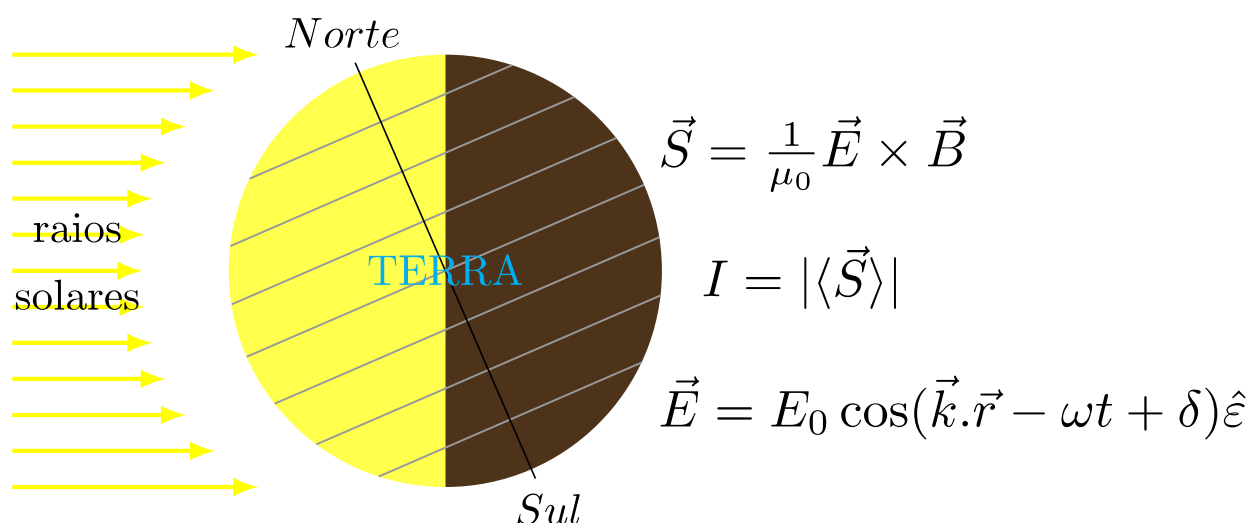
$$\frac{4\pi}{c} \mathbf{J}_m + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -\nabla \times \mathbf{E} \quad \text{Lei de Faraday-Neumann-Lenz}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 4\pi \rho_m \quad \text{Lei de Gauss magnética}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi \rho \quad \text{Lei de Gauss elétrica}$$

- a) I. (V); II. (F); III. (V); IV. (V)
- b) I. (V); II. (V); III. (V); IV. (V)
- c) I. (V); II. (V); III. (V); IV. (F)
- d) I. (F); II. (V); III. (V); IV. (V)
- e) I. (V); II. (V); III. (F); IV. (V)

44. É possível estimarmos o campo eletromagnético proveniente dos raios solares através do experimento na medição da chamada constante solar. Ela é uma densidade de fluxo que mede a radiação eletromagnética solar média (irradiância solar total) por unidade de área, é medida em uma superfície perpendicular aos raios solares, distante 1 unidade astronômica do Sol (aproximadamente a distância do Sol à Terra). A constante solar é uma média de um valor variável. Nos últimos 400 anos, variou menos de 0,2% devido às mudanças periódicas provocadas pela dinâmica da nossa estrela – o ciclo solar, que tem período de 11 anos. Esta constante inclui a radiação em todo o espectro eletromagnético e pode ser medida através de satélites que orbitam a Terra. O Sol está tão distante de nós, que é uma excelente aproximação tratar sua radiação, aqui na Terra, como constituída por ondas planas (veja a figura abaixo).

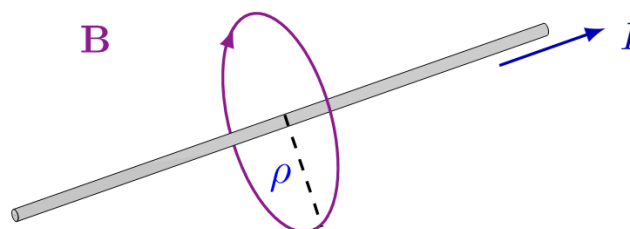


A luz que recebemos tem todas as componentes do espectro visível, mais frequências vizinhas. Não é, de forma alguma, monocromática, porém aqui iremos assumir que seja. Além disso, a radiação não é uma função contínua; recebemos inúmeros pulsos de pouca duração, que interferem uns com os outros. A intensidade da radiação solar I que atinge a atmosfera terrestre vale 2 cal/cm^2 por minuto, então quais são os valores máximos de $|\vec{E}|$ e $|\vec{B}|$ oriundos do Sol e que atingem a Terra, respectivamente?

Dados: $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$; $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$.

- a) $2,5 \times 10^3 \text{ V/m}$; $5,7 \times 10^{-6} \text{ T}$
- b) $7,9 \times 10^3 \text{ V/m}$; $10,6 \times 10^{-6} \text{ T}$
- c) $5,7 \times 10^3 \text{ V/m}$; $2,5 \times 10^{-6} \text{ T}$
- d) $1,02 \times 10^3 \text{ V/m}$; $3,4 \times 10^{-6} \text{ T}$
- e) $0,5 \times 10^3 \text{ V/m}$; $3,1 \times 10^{-6} \text{ T}$

45. Um fio retilíneo muito longo no vácuo é percorrido por uma corrente $I(t) = \alpha t$, para $t \geq 0$, onde α é uma constante (figura abaixo). Quais os valores do campo elétrico e magnético para $\rho = 1 \text{ m}$, respectivamente?



$$\vec{A}(\vec{r}, t) = \frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ t \ln \left[\frac{ct+R}{\rho} \right] - \frac{R}{c} \right\} \hat{k}$$

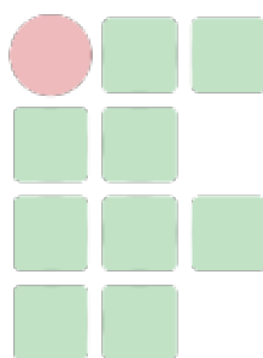
$$R = \sqrt{c^2 t^2 - \rho^2}$$

$$V(\vec{r}, t) = 0$$

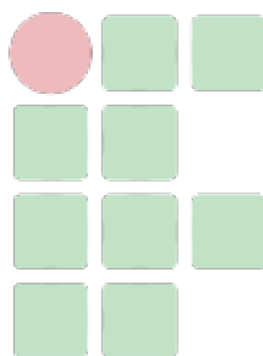
$$\nabla \times \vec{F} = \left[\frac{1}{r} \frac{\partial F_z}{\partial \theta} - \frac{\partial F_\theta}{\partial z} \right] \hat{r} + \left[\frac{\partial F_r}{\partial z} - \frac{\partial F_z}{\partial r} \right] \hat{\theta} + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial(r F_\theta)}{\partial r} - \frac{\partial F_r}{\partial \theta} \right] \hat{k}$$

- a) $\frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ \ln[ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}] \right\} \hat{k} \text{ e } \frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ \frac{t}{\sqrt{c^2 t^2 - 1} [ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}]} + t \right\} \hat{\theta}$
- b) $\frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ \ln[ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}] + \frac{ct + \frac{c^2 t^2}{\sqrt{c^2 t^2 - 1}}}{ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}} \right\} \hat{k} \text{ e } \frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ \frac{t}{\sqrt{c^2 t^2 - 1} [ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}]} + t \right\} \hat{\theta}$
- c) $\frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ \ln[ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}] + \frac{ct + \frac{c^2 t^2}{\sqrt{c^2 t^2 - 1}}}{ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}} - \frac{ct}{\sqrt{c^2 t^2 - 1}} \right\} \hat{k} \text{ e } \frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ \frac{t}{\sqrt{c^2 t^2 - 1} [ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}]} + t - \frac{1}{c\sqrt{c^2 t^2 - 1}} \right\} \hat{\theta}$
- d) $\frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ \frac{ct + \frac{c^2 t^2}{\sqrt{c^2 t^2 - 1}}}{ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}} - \frac{ct}{\sqrt{c^2 t^2 - 1}} \right\} \hat{k} \text{ e } \frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ \frac{t}{\sqrt{c^2 t^2 - 1} [ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}]} + t - \frac{1}{c\sqrt{c^2 t^2 - 1}} \right\} \hat{\theta}$
- e) $\frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ \ln[ct + \sqrt{c^2 t^2 - 1}] - \frac{ct}{\sqrt{c^2 t^2 - 1}} \right\} \hat{k} \text{ e } \frac{\mu_0 \alpha}{2\pi} \left\{ t - \frac{1}{c\sqrt{c^2 t^2 - 1}} \right\} \hat{\theta}$

CÁLCULOS



**INSTITUTO
FEDERAL**
Pará

CÁLCULOS

**INSTITUTO
FEDERAL**
Pará