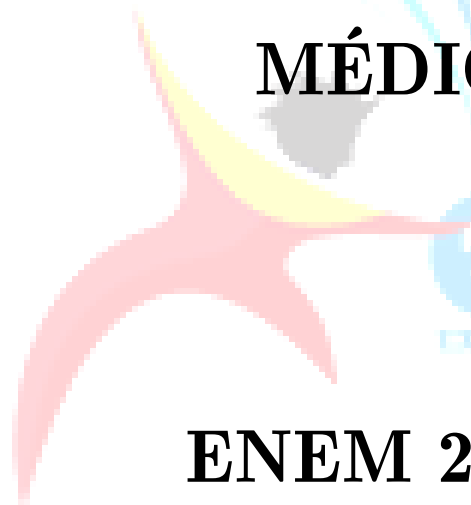


**MATERIAL DE APOIO**

**FÍSICA**

**EXAME NACIONAL DO ENSINO**

**MÉDIO**



**enem**  
EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

**ENEM 2009**

**SANDRO FERNANDES**

# Índice

Aula I	(Conhecimentos Básicos e o Movimento).....	Pág 3.
Aula II	(O Equilíbrio e a descoberta das Leis Físicas).....	Pág 20.
Aula III	(A Mecânica e o Funcionamento do Universo).....	Pág 35.
Aula IV	(O Calor e os Fenômenos Térmicos).....	Pág 48.
Aula V	(Energia, Trabalho e Potência).....	Pág 63.
Aula VI	(Fenômenos Elétricos e Magnéticos).....	Pág 79.
Aula VII	(Oscilações, Ondas, ópticas e Radiação).....	Pág 94.
Gabarito	.....	Pág 108.

Esse material tem como objetivo facilitar os estudos dos candidatos que irão prestar o ENEM 2009. As aulas estão separadas de acordo com o conteúdo programado na Matriz de Referência.

Leia os textos de apoio e só então passe para os exercícios.

Os textos e exercícios também serão de valor para os candidatos ao Exame de Qualificação da UERJ, contudo, neste caso algumas aulas não devem ser estudadas já que o conteúdo cobrado na primeira fase do vestibular da UERJ é mais condensado, privilegiando principalmente a mecânica, a termologia e a eletrodinâmica.

Bons estudos!

De acordo com a Matriz de Referências para o Enem 2009.

Professor: Sandro Fernandes

Tema: Conhecimentos Básicos e o Movimento

## Aula I de Física

### (I) Como Aristóteles e Galileu Analisavam O Movimento?

Para Aristóteles (384 – 322 a.C) havia dois tipos de movimento:

- O natural – Cada um dos quatro elementos possui um lugar bem definido no universo. O movimento natural de um corpo consiste em uma busca pelo seu lugar natural. O movimento de queda de uma pedra ou da água, por exemplo, é um movimento natural, pois visa retornar aos seus lugares naturais.
- O forçado – Deve estar associado à presença constante de uma força. Para ele o meio também desempenha um papel fundamental no movimento, oferecendo resistência e sustentação ao movimento.

Apesar de nunca ter analisado matematicamente suas idéias, podemos concluir que para ele:

- A velocidade é diretamente proporcional à força aplicada no corpo. Quanto maior a força maior a velocidade. Ao cessar a força cessa o movimento.
- A velocidade é inversamente proporcional à resistência oferecida pelo meio. De acordo com suas idéias, um corpo abandonado longe de seu lugar natural retorna a ele tanto mais rápido quanto o meio permitir. Vale frisar que a idéia de um vácuo hipotético implicaria em uma velocidade infinita o que era (e continua sendo) uma idéia absurda.

Já Galileu descreve o movimento através do princípio que hoje chamamos de inércia de um corpo. A inércia (*apatia*, inerte) é uma propriedade intrínseca da matéria. Com outras palavras, a matéria tem a propriedade de resistir às acelerações. A massa é uma medida dessa inércia. Não devemos confundir a massa inercial com a massa gravitacional dada pela lei da gravitação universal de Newton, que indica a capacidade de atração entre duas massas quaisquer separadas por uma dada distância.

Ao contrário do que muitos pensam, quando medimos a massa de um corpo não estamos medindo a quantidade de matéria que há no corpo. Quantidade de matéria se mede em mol.

A principal consequência disso é que não há a necessidade de uma força para manter um movimento, ele se mantém por si só. Forças servem para alterar esse movimento.

Além de inaugurar a dinâmica com essa lei que mais tarde foi utilizada por Newton para descrever sua mecânica, Galileu também descreveu o movimento pendular, a proporcionalidade entre o deslocamento e o quadrado do tempo. No trecho abaixo podemos verificar um diálogo encontrado em um de seus livros e que mostra com grande riqueza de detalhes a sua análise do movimento de um pêndulo.

Logo na primeira jornada dos **Discorsi intorno a due nuovo scienze**, temos o seguinte diálogo entre Salviati (isto é, Galileu) e seu discípulo Sagredo.

*Salvati: ... Ora, nada disso acontece, mas o tempo mais breve, e conseqüentemente o movimento mais veloz, é aquele que se faz pelo arco, do qual a linha reta é a corda. Quanto à proporção entre os tempos de oscilação de móveis suspenso por fios de diferentes comprimentos, esses tempos estão entre si na mesma proporção que as raízes quadradas dos comprimentos desses fios, o que quer dizer que os comprimentos estão entre si como os quadrados dos tempos...; do que se segue que os comprimentos dos fios estão entre si na proporção inversa dos quadrados os números de oscilações realizadas no mesmo tempo.*

*Sagredo: Se entendi bem, eu poderia, portanto, conhecer rapidamente o comprimento de uma corda pendente de qualquer altura, ainda que o ponto a que esta atada fosse invisível e somente se visse sua extremidade inferior. Com efeito, se amarro à parte inferior da corda em questão um peso bastante grande, ao qual comunico um movimento de vaivém, e se um amigo conta o número de suas oscilações enquanto ao mesmo tempo conto também as oscilações de outro móvel, atado a uma corda com o comprimento exato de um côvado, a partir dos números de oscilações desses pêndulos, efetuadas ao mesmo tempo, encontro o comprimento da corda: suponhamos, por exemplo, que no tempo em que um amigo tenha contado vinte oscilações da corda comprida, eu conto duzentos e quarenta da minha: ... direi que a corda comprida contém 57.600 unidades das quais a minha contém 400; ... direi que aquela corda tem 144 côvados de comprimento.*

*Salviati: V. As. Não teria errado nem mesmo de um palmo, especialmente se tomasse um grande número de oscilações. [1]*

Esse texto mostra que Galileu foi um dos pioneiros no estudo da teoria da semelhança física e dos modelos. O pêndulo constituído pela corda comprida com um corpo pesado amarrado à sua extremidade inferior é o “protótipo”, e o pequeno pêndulo, seu “modelo reduzido”. Galileu percebeu, no caso das oscilações de pêndulos, que a escala do tempo é igual à raiz quadrada da escala geométrica, permitindo prever o comportamento do protótipo a partir de observações realizadas sobre o modelo: por exemplo, conhecida a escala do tempo, graças à comparação dos períodos de oscilação do modelo e do protótipo, é possível deduzir o comprimento do pêndulo-protótipo partindo apenas do conhecimento do comprimento do pêndulo-modelo. No exemplo dado por Galileu, determinar o comprimento do pêndulo-protótipo seria difícil, pois a extremidade superior da corda está fixada em uma altura muito grande. A utilização do modelo em escala reduzida permite a

determinação direta desse comprimento. É exatamente essa a “filosofia” do emprego de modelos reduzidos nas pesquisas experimentais.

No exemplo dado por Galileu a escala do tempo é determinada da seguinte forma: é igual ao inverso da relação entre os números de oscilações, isto é, ao inverso de  $240/20$ , e, portanto 1:12. A escala geométrica, igual ao quadrado da escala do tempo, será 1:144, e o comprimento do pêndulo-protótipo, igual a 144 vezes o do pêndulo-modelo. Neste caso a condição de semelhança física corresponde à lei de Galileu segundo a qual o período de oscilação  $T$  de um pêndulo é proporcional à raiz quadrada do seu comprimento.

## (II) Sistema de Unidades

A necessidade de medir é muito antiga e remonta à origem das civilizações. Por longo tempo cada país, cada região, teve o seu próprio sistema de medidas, baseado em unidades arbitrárias e imprecisas, como por exemplo, aquelas baseadas no corpo humano: palmo, pé, polegada, braça, côvado.

Isso criava muitos problemas para o comércio, porque as pessoas de uma região não estavam familiarizadas com o sistema de medida das outras regiões. Imagine a dificuldade em comprar ou vender produtos cujas quantidades eram expressas em unidades de medida diferentes e que não tinham correspondência entre si.

Em 1789, numa tentativa de resolver o problema, o Governo Republicano Francês pediu à Academia de Ciências da França que criasse um sistema de medidas baseado numa "constante natural". Assim foi criado o Sistema Métrico Decimal. Posteriormente, muitos outros países adotaram o sistema, inclusive o Brasil, aderindo à "Convenção do Metro". O Sistema Métrico Decimal adotou, inicialmente, três unidades básicas de medida: o metro, o litro e o quilograma.

Entretanto, o desenvolvimento científico e tecnológico passou a exigir medições cada vez mais precisas e diversificadas. Por isso, em 1960, o sistema métrico decimal foi substituído pelo Sistema Internacional de Unidades - SI, mais complexo e sofisticado, adotado também pelo Brasil em 1962 e ratificado pela Resolução nº 12 de 1988 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, tornando-se de uso obrigatório em todo o Território Nacional.

*FONTE: [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)*

## (III) A Força da Ciência está na sua Universalidade

Dada a complexidade do mundo em nossa volta, não é nada surpreendente que os cientistas usem simplificações aparentemente drásticas no estudo de fenômenos naturais. Por exemplo, se quisermos estudar a órbita da Lua em torno da Terra, é irrelevante incluímos em nossa descrição que a Terra tem montanhas, oceanos e atmosfera, ou que a Lua tem crateras de todos os tamanhos. Basta sabermos a massa da Terra e a da Lua e a distância entre elas.

O balanço de uma folha ao vento, o vaivém de uma criança num balanço, um sino soando: todos esses "sistemas" podem ser modelados, com maior ou menor precisão, pelo movimento de um pêndulo sujeito a uma força externa. No caso da folha, a força externa vem do vento, no caso da criança, dos empurrões de seu pai e, no caso do sino, do padre puxando a corda.

Numa primeira aproximação, o modelo matemático que descreve o movimento desses sistemas é essencialmente o mesmo. Pela descrição matemática dos fenômenos, os físicos revelam a belíssima unidade que existe na natureza. Modelos imitam a natureza, recriando suas sutilezas de forma compreensível.

Descrever o comportamento de sistemas complexos por fórmulas simples é um ingrediente fundamental no trabalho científico e um de seus maiores desafios. Há um equilíbrio delicado entre simplificar demais \_ignorando dados fundamentais sobre um sistema\_ e incluir detalhes irrelevantes que compliquem desnecessariamente seu estudo.

Para testarmos a eficiência de um modelo, comparamos suas previsões com medidas obtidas por cuidadosas observações. No exemplo da folha balançando ao vento, podemos medir o tempo que a folha demora para voltar a um determinado ponto. Se o resultado medido não for semelhante à previsão do modelo, este tem de ser modificado.

Isso é verdade tanto para o balançar de uma folha quanto para qualquer modelo matemático de descrição de algum fenômeno, de escalas subatômicas até o Universo como um todo. E aqui a intuição do cientista é fundamental. Como encontrar as modificações corretas? Para mim, a construção de modelos é uma arte: a de modelar a natureza.

Pelo seu processo criativo, o cientista viabiliza sua visão do mundo. Para mim, assim como a obra de um artista, a obra de um cientista é um reflexo de sua personalidade. Claro, o veículo de expressão é completamente diferente, pois as linguagens são diferentes. Mas o momento que existe entre o surgimento de uma idéia e sua expressão, seja por uma equação ou por uma aquarela, é essencialmente idêntico.

Ao recriar o mundo matematicamente, o cientista reinventa a realidade a sua volta, representando-a por símbolos universais. Mesmo que o processo criativo científico seja tão subjetivo quanto o processo criativo artístico, o produto final do trabalho do cientista é acessível a qualquer outro que domine o vocabulário técnico da ciência. (E, espero, também ao público não especializado por um esforço dos cientistas de transmitir suas idéias de modo acessível.)

Em princípio, não deve haver subjetividade na interpretação de uma obra científica. Os modelos criados por cientistas são universais. Por meio da universalidade de sua linguagem, esses modelos são gradativamente corrigidos e aprimorados (o progresso científico raramente caminha em linha reta), chegando eventualmente a uma formulação aceita pela comunidade científica.

É nessa universalidade que reside a força da ciência. As equações que descrevem um fenômeno são idênticas para todos os cientistas, independentemente de qualquer diferença religiosa, racial ou política. A natureza não se presta a nossos tolos jogos de poder. A Ciência, em sua versão mais pura, é uma das formas mais humanas de conhecimento.

Fonte: <http://marcelogleiser.blogspot.com>

#### (IV) Os Problemas sobre o cálculo da idade do Universo

Em 1929, o astrônomo americano Edwin Hubble concluiu, a partir de suas observações, que o Universo está em expansão, com as galáxias se afastando umas das outras com velocidades proporcionais a suas distâncias. Hubble raciocinou que, como as galáxias estão se afastando cada vez mais agora, em algum instante no passado elas estavam praticamente se superpondo. Medindo as velocidades de várias galáxias e as distâncias entre elas, ele concluiu que esse instante ocorreu há cerca de 2 bilhões de anos.

O problema com essa estimativa é que já se sabia que a Terra tinha mais de 2 bilhões de anos. Como ela pode ser mais velha que o Universo? A questão roubou o sono de vários cosmólogos até 1952, quando Walter Baade demonstrou, com medidas mais precisas, que o Universo teria pelo menos 5 bilhões de anos. A idade da Terra hoje é estimada em torno de 4,5 bilhões de anos.

Mas a questão da idade do Universo está longe de ser resolvida. Existem três métodos usados para se estimar a idade do Universo. O primeiro deles é o usado por Hubble e Baade, que estima distâncias entre galáxias remotas e suas velocidades, extraíndo delas a idade do Universo.

Em Astronomia, distâncias são estimadas a partir de uma lei que diz que a luminosidade de uma fonte cai com o quadrado da distância. Se temos duas fontes iguais em lugares distintos, sabendo-se a distância até o lugar mais próximo, podemos estimar a distância até o lugar mais distante. Assim, Hubble estimou a distância até a galáxia Andrômeda, que está a aproximadamente 2 milhões de anos-luz do Sol.

Esses "indicadores de distância" são fundamentais para se obter medidas precisas de distância. Em suas observações, Hubble usou um tipo de estrela conhecida como variável Cefeida, cuja luminosidade varia periodicamente. Mas encontrar variáveis Cefeida ou outros indicadores de distância em galáxias muito distantes não é nada fácil. E aí é que começa o problema dos astrônomos modernos. Diferentes indicadores de distância resultam em estimativas diferentes de distância e, portanto, em estimativas diferentes da idade do Universo. Valores atuais variam entre 8 e 25 bilhões de anos!

O segundo método utilizado para se estimar a idade do Universo vem do estudo de aglomerados estelares, conjuntos de milhares de estrelas atraídas entre si pela gravidade. A idéia é que nesses aglomerados podem ser encontradas algumas das estrelas mais velhas que existem. Como nós conhecemos razoavelmente bem como uma estrela se desenvolve queimando seu hidrogênio como combustível, podemos estimar sua idade a partir dos diferentes estágios durante sua evolução. A idade do Universo tem de ser maior do que a idade de suas estrelas mais velhas, ecoando o problema de Hubble com a idade da Terra.

Estimativas da idade desses aglomerados estelares variam entre 10 e 14 bilhões de anos. Finalmente, pode-se usar a "nucleocosmocronologia", que se baseia em medidas da abundância e da produção de isótopos radioativos e em estudos da evolução química de nossa galáxia para se estimar a época de formação dos elementos químicos encontrados no sistema solar. As estimativas indicam uma idade para a Via Láctea de pelo menos 9,6 bilhões de anos, com erros que tendem a aumentar esse valor em mais de 1 bilhão ou 2 bilhões de anos.

O que podemos concluir agora? Que o Universo tem de 10 a 20 bilhões de anos; que problemas com as várias medidas de distância, evolução estelar e abundância isotópica serão, em princípio, resolvidos na próxima década. Que boatos jornalísticos recentes dizendo que o modelo do Big Bang está errado devido a problemas com a idade do Universo não têm sentido. E que a Ciência está longe de progredir em linha reta ou de forma previsível.

Fonte: <http://marcelogleiser.blogspot.com>

### Algumas Aplicações...

1) A tabela a seguir nos mostra a evolução dos tempos na corrida dos 100m rasos ao longo da história das olimpíadas:

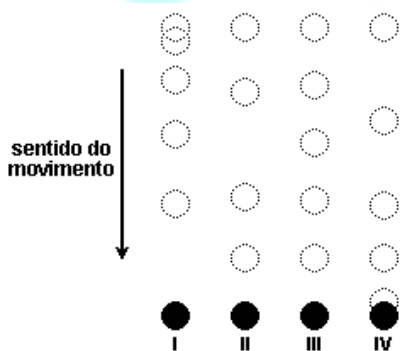
Olimpíadas	Tempo (seg)
Atenas 96	12.0
Paris 00	11.0
St. Louis 04	11.0
Londres 08	10.8
Estocolmo 12	10.8
Antuérpia 20	10.8
Amsterdam 28	10.6
Los Angeles 32	10.8
Berlim 36	10.3
Londres 48	10.3
Melbourne 56	10.79
Roma 60	10.62
Tóquio 64	10.32
Cid. México 68	10.06
Munique 72	9.95
Montreal 76	10.14
Moscú 80	10.06
Los Angeles 84	10.25
Seul 88	9.99
Barcelona 92	9.92
Atlanta 96	9.84 - Donovan Bailey - Canadá
Sydney 00	9.87

Fonte: <http://esporte.uol.com.br/olimpiadas/modalidades/atletismo/evolucao.jhtm>

Observando a tabela, pode-se constatar que, ao recorde mundial, associa-se uma velocidade escalar média, em m/s, de:

- a) 10,16                      b) 10,12                      c) 10,08                      d) 10,04                      e) 10,02
- 2) Um caminhão percorre três vezes o mesmo trajeto. Na primeira, sua velocidade média é de 15 m/s e o tempo de viagem é  $t_1$ . Na segunda, sua velocidade média é de 20 m/s e o tempo de viagem é  $t_2$ . Se, na terceira, o tempo de viagem for igual a  $(t_1 + t_2)/2$ , qual será a velocidade média do caminhão nessa vez?
- a) 20,00 m/s.                      b) 17,50 m/s.                      c) 17,14 m/s.                      d) 15,00 m/s.                      e) 15,34 m/s

3) As figuras a seguir representam as posições sucessivas, em intervalos de tempo iguais, e fixos, dos objetos I, II, III e IV em movimento.



O objeto que descreveu um movimento retilíneo uniforme foi

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

4) Quando a água da chuva corre pelo rio Tiête, na cidade de São Paulo, ela inicia um percurso de 700 km até desembocar no rio Paraná.

Supondo que a velocidade da água, em média, é de 4 km/h, o tempo que deverá ser gasto no percurso para a água chegar ao rio Paraná, aproximadamente, é:

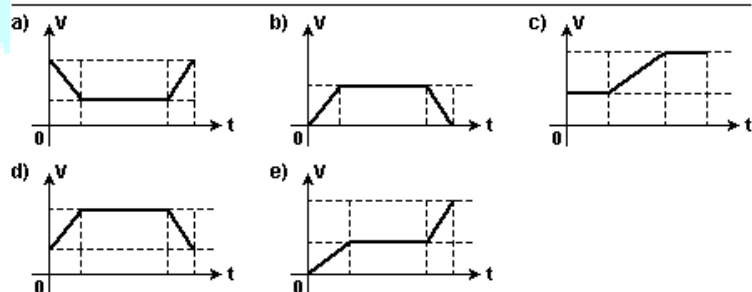
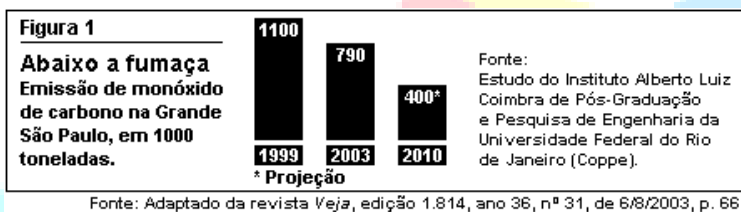
- a) 5 dias                      b) 6 dias                      c) 7 dias                      d) 8 dias                      e) 9 dias

5) O IDH é um indicador social que considera a qualidade de vida da população, observando também o impacto dos poluentes no meio ambiente nas cidades brasileiras. O gráfico a seguir sintetiza os estudos referentes à concentração de monóxido de carbono na Grande São Paulo. Nele pode-se verificar que o ar que se respira na cidade de São Paulo também está mais limpo, devido a algumas medidas adotadas para a redução da poluição ambiental, tais como:

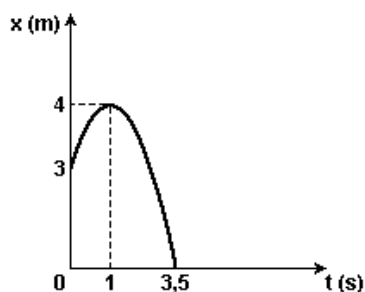
- instalação de filtros nos escapamentos dos veículos automotores,
- melhoria na qualidade dos combustíveis,
- ampliação da rede de transportes metropolitanos sobre trilhos,
- adoção do sistema de rodízio de veículos automotores.

A ampliação da rede de trem metropolitano (metrô) na cidade de São Paulo visa reduzir o caos do congestionamento urbano, melhorar o transporte coletivo da população e contribuir com a melhoria da qualidade do ar.

Considere uma composição do trem em movimento entre duas estações seguidas, partindo do repouso na Estação Tiradentes e parando na Estação Luz. O esboço gráfico velocidade  $\times$  tempo que melhor representa o movimento é:

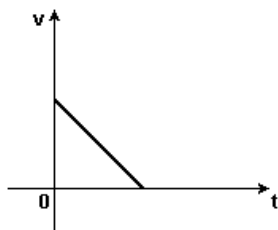


6) O gráfico representa a posição (X) de uma partícula, em função do tempo (t).



Sobre essa partícula, é INCORRETO afirmar que sua

- a) velocidade é máxima em  $t=1s$ .
  - b) posição é nula no instante  $t=3,5s$ .
  - c) aceleração é constante no intervalo de 0 a 1s.
  - d) velocidade muda de sentido na posição  $x=4m$ .
  - e) sua aceleração é negativa.
- 7) O gráfico a seguir mostra como varia a velocidade de um móvel, em função do tempo, durante parte do seu movimento.



O movimento representado pelo gráfico pode ser o de uma

- a) esfera que desce um plano inclinado e continua rolando por um plano horizontal.
  - b) fruta caindo de uma árvore.
  - c) composição de metrô, que se aproxima de uma estação e pára.
  - d) bala no interior de um cano de arma, logo após o disparo.
  - e) um carro de fórmula I em uma arrancada.
- 8) Em uma bicicleta que se movimenta com velocidade constante, considere um ponto A na periferia da catraca e um ponto B na periferia da roda. Analise as afirmações:
- I. A velocidade escalar de A é igual à de B.
  - II. A velocidade angular de A é igual à de B.
  - III. O período de A é igual ao de B.
- Está correto SOMENTE o que se afirma em:
- a) I
  - b) II
  - c) III
  - d) I e III
  - e) II e III

- 9) Leia a tira abaixo.



Calvin, o garotinho assustado da tira, é muito pequeno para entender que pontos situados a diferentes distâncias do centro de um disco em rotação têm

- a) mesma frequência, mesma velocidade angular e mesma velocidade linear.
- b) mesma frequência, mesma velocidade angular e diferentes velocidades lineares.
- c) mesma frequência, diferentes velocidades angulares e diferentes velocidades lineares.
- d) diferentes frequências, mesma velocidade angular e diferentes velocidades lineares.
- e) diferentes frequências, diferentes velocidades angulares e mesma velocidade linear.

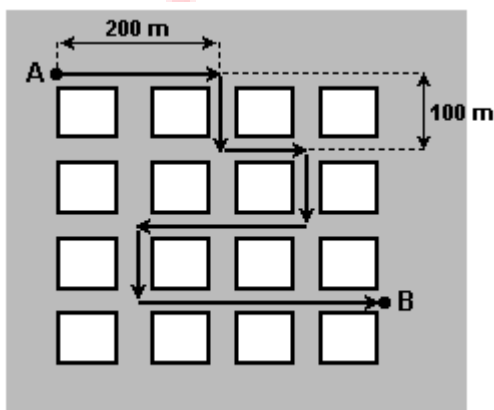
10) No site [www.agespacial.gov.br](http://www.agespacial.gov.br), da Agência Espacial Brasileira, aparece a seguinte informação:

**"O Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) vem sendo construído desde a década de 80 e está atualmente preparado para lançar foguetes de sondagem e veículos lançadores de satélites de pequeno porte. Localizado na costa do nordeste brasileiro, próximo ao Equador, a posição geográfica do CLA aumenta as condições de segurança e permite menores custos de lançamento."**

Um dos fatores determinantes dessa redução de custos se deve à inércia do movimento de rotação da Terra. Graças a essa inércia, o veículo lançador consome menos energia para fazer com que o satélite adquira a sua velocidade orbital. Isso ocorre porque, nas proximidades do Equador, onde se encontra o CLA,

- a) a velocidade tangencial da superfície da Terra é maior do que em outras latitudes.
- b) a velocidade tangencial da superfície da Terra é menor do que em outras latitudes.
- c) a velocidade tangencial da superfície da Terra é igual à velocidade orbital do satélite.
- d) a aceleração da gravidade na superfície da Terra é menor do que em outras latitudes.
- e) a aceleração da gravidade na superfície da Terra é maior do que em outras latitudes.

11) Um ônibus percorre em 30 minutos as ruas de um bairro, de A até B, como mostra a figura:



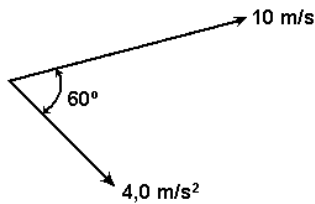
Considerando a distância entre duas ruas paralelas consecutivas igual a 100 m, analise as afirmações:

- I. A velocidade vetorial média nesse percurso tem módulo 1 km/h.
- II. O ônibus percorre 1500 m entre os pontos A e B.
- III. O módulo do vetor deslocamento é 500 m.
- IV. A velocidade vetorial média do ônibus entre A e B tem módulo 3 km/h.

Estão corretas:

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

12) Num certo instante, estão representadas a aceleração e a velocidade vetoriais de uma partícula. Os módulos dessas grandezas estão também indicados na figura



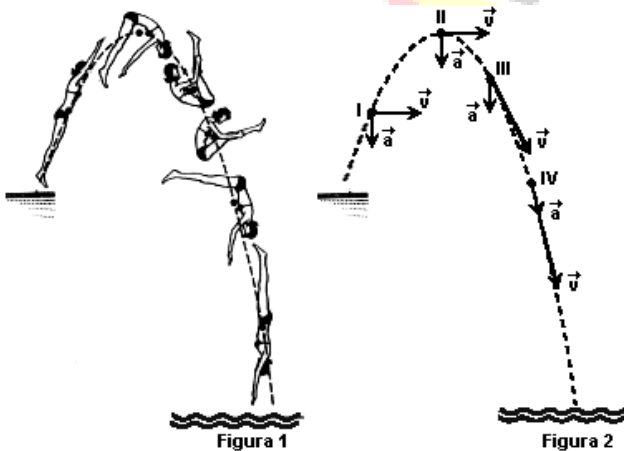
Dados:  $\sin 60^\circ = 0,87$

$\cos 60^\circ = 0,50$

No instante considerado, o módulo da aceleração escalar, em  $m/s^2$ , e o raio de curvatura, em metros, são, respectivamente,

- a) 3,5 e 25                      b) 2,0 e 2,8                      c) 4,0 e 36                      d) 2,0 e 29

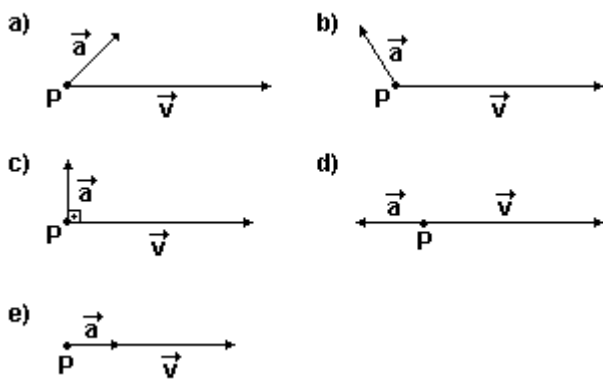
13) A figura 1 representa uma sucessão de fotografias de uma atleta durante a realização de um salto ornamental numa piscina. As linhas tracejadas nas figuras 1 e 2 representam a trajetória do centro de gravidade dessa atleta para este mesmo salto. Nos pontos I, II, III e IV da figura 2, estão representados os vetores velocidade,  $V$ , e aceleração,  $a$ , do centro de gravidade da atleta.



Os pontos em que os vetores velocidade,  $V$ , e aceleração,  $a$ , estão representados corretamente são

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

14) Nos esquemas estão representadas a velocidade  $V$  e a aceleração  $a$  do ponto material P. Assinale a alternativa em que o módulo da velocidade desse ponto material permanece constante.



15) No jogo final do Campeonato Paulista de Futebol 2004, Taça 450 Anos, entre os times São Caetano - Paulista Jundiaí, o goleiro Sílvio Luís chuta a bola no tiro de meta para o alto e centro do campo. A trajetória descrita pela bola, desprezando a resistência do ar, é:

- a) semicircunferência
- b) parábola
- c) semi-elipse
- d) segmento de reta
- e) hipérbole

16) Uma caminhonete move-se, com aceleração constante, ao longo de uma estrada plana e reta, como representado na figura:

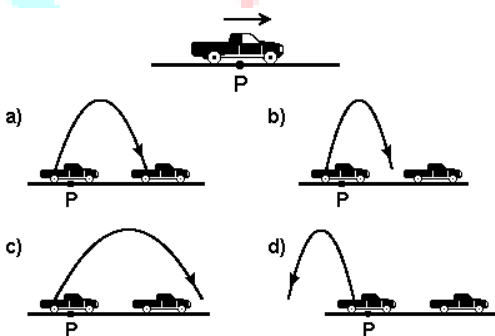
A seta indica o sentido da velocidade e o da aceleração dessa caminhonete.

Ao passar pelo ponto P, indicado na figura, um passageiro, na carroceria do veículo, lança uma bola para cima, verticalmente em relação a ele.

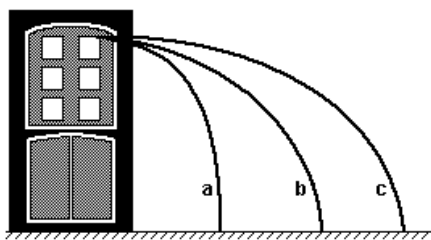
Despreze a resistência do ar.

Considere que, nas alternativas a seguir, a caminhonete está representada em dois instantes consecutivos.

Assinale a alternativa em que está MAIS BEM representada a trajetória da bola vista por uma pessoa, parada, no acostamento da estrada.



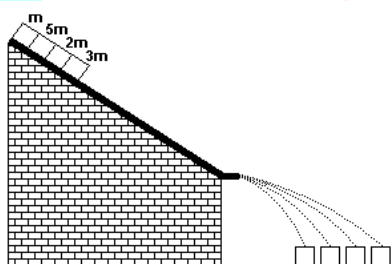
17) Três pedras são atiradas horizontalmente, do alto de um edifício, tendo suas trajetórias representadas a seguir.



Admitindo-se a resistência do ar desprezível, é correto afirmar que, durante a queda, as pedras possuem:

- a) acelerações diferentes.
- b) tempos de queda diferentes.
- c) componentes horizontais das velocidades constantes.
- d) componentes verticais das velocidades diferentes, a uma mesma altura.
- e) carga elétrica diferentes.

- 18) Os quatro blocos, representados na figura com suas respectivas massas, são abandonados em um plano inclinado que não apresenta atrito e termina voltado para a direção horizontal.



Os blocos, ao deixarem a plataforma, descrevem trajetórias parabólicas em queda livre e alcançam o solo, formando, da esquerda para a direita, a seqüência:

- a)  $m$ ;  $5m$ ;  $2m$ ;  $3m$
- b)  $m$ ;  $2m$ ;  $3m$ ;  $5m$
- c)  $3m$ ;  $2m$ ;  $5m$ ;  $m$
- d)  $3m$ ;  $5m$ ;  $m$ ;  $2m$
- e)  $2m$ ;  $m$ ;  $5m$ ;  $3m$

- 19) O homem sempre desafiou ares, buscando realizar um de seus mais antigos desejos: voar. Descobrir um aparelho capaz de levá-lo às alturas representou uma verdadeira obsessão.

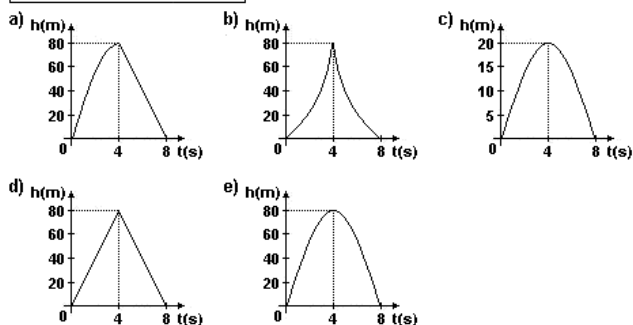
Um longo caminho foi percorrido até a engenhosidade de Santos Dumont materializar esse sonho.

Justamente por voar, o avião caía, já que tudo que sobe, desce.

PARANÁ, "Física - Mecânica" - vol. 1 [adapt.]

A partir das idéias do texto e também de seus conhecimentos, assinale a alternativa com o gráfico que representa a posição, em função do tempo, de uma pedra lançada para cima, que, após 4s, atinge a altura máxima.

Despreze a resistência do ar e considere  $g=10\text{m/s}^2$ .



- 20) Suponha que Cebolinha, para vencer a distância que o separa da outra margem e livrar-se da ira da Mônica, tenha conseguido que sua velocidade de lançamento, de valor  $10 \text{ m/s}$ , fizesse com a horizontal um ângulo  $\theta$ , cujo  $\sin \theta = 0,6$  e  $\cos \theta = 0,8$ . Desprezando-se a resistência do ar, o intervalo de tempo decorrido entre o instante em que Cebolinha salta e o instante em que atinge o alcance máximo do outro lado é



- a) 2,0 s      b) 1,8 s      c) 1,6 s      d) 1,2 s      e) 1,6 s

21)

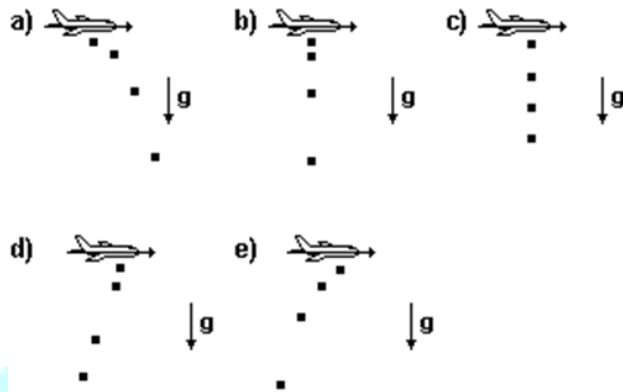
### Jobim confirma queda do avião da Air France

O ministro da Defesa, Nelson Jobim, confirmou nesta terça-feira (2) que os destroços encontrados durante a madrugada no Oceano Atlântico são do Airbus da Air France. De manhã, a Aeronáutica informou que não poderia confirmar a origem do material. Airbus da Air France desapareceu após decolar do Rio de Janeiro no domingo (31) em direção a Paris e desapareceu. O voo AF 447 levava 228 pessoas. Jobim disse que não é possível saber se há sobreviventes.

Segundo o ministro, o avião Hércules da Força Aérea Brasileira identificou diversos materiais em uma faixa de 5 km. "Fios, metais, enfim, elementos que compõem a aeronave", esclareceu. O local fica dentro da área em torno do arquipélago de São Pedro e São Paulo.

[www.globo.com\(02/06/09, 19h44min\)](http://www.globo.com(02/06/09, 19h44min))

O avião Hércules sobrevoou a região onde os destroços foram encontrados com velocidade horizontal constante, largando 4 esferas sinalizadoras, em intervalos de tempos iguais, para marcar a área da possível queda, já que a noite se aproximava e as buscas deveriam continuar. No caso em questão, a atmosfera na região estava muito estável e tranqüila de maneira que a RESISTÊNCIA DO AR PUDESSE SER DESPREZADA. A figura que melhor poderia representar as posições aproximadas do avião e das esferas sinalizadoras, em um mesmo instante, é:



22) Com suas descobertas astronômicas, Galileu derrubou uma concepção que dominava a cosmologia desde os tempos de Aristóteles, no século 4 a.C. O antigo filósofo grego dividira o cosmo em duas regiões diferentes. A Terra e suas imediações seriam formadas por uma mistura variável de quatro "elementos": terra, água, ar e fogo. Daí estarem sujeitas a mudanças constantes. A partir da órbita da Lua, porém, outro tipo de matéria, a nobre "quintessência", tornava os corpos celestes perfeitos, eternos e imutáveis. Antes de Galileu, essa falsa idéia foi contestada por filósofos como Nicolau de Cusa (1401-1464) e Giordano Bruno (1548-1600) e astrônomos como Ticho Brahe (1546-1601) e Johannes Kepler (1571-1630). Faltava-lhes, porém, uma prova irrefutável, que pudesse contrapor à enorme autoridade de Aristóteles.

Foi publicada recentemente em uma revista Britânica uma carta aberta à população na qual um grupo de cosmólogos critica a postura dos defensores do modelo cosmológico do Big Bang. *Os cientistas argumentam que hoje em dia, na cosmologia, não se tolera a dúvida e a discordância. Eles também criticam que essa postura totalitária faz com que as observações astrofísicas sejam interpretadas de modo distorcido. Assim, quando surgem dados observacionais discordantes daquele modelo, em vez de colocarem em cheque, eles são ignorados ou ridicularizados pelos defensores do referido modelo.*

Com base nessas informações, conclui-se que esse grupo de cosmólogos está chamando a atenção para o fato de que:

- a) a ciência lida com a realidade última, por isso os modelos não podem estar errados e correspondem a essa realidade.
- b) a ciência lida com modelos, os quais podem estar errados na interpretação da realidade, mesmo quando são aceitos por muitos cientistas.
- c) a pesquisa científica não comete erros ao interpretar a realidade, mesmo quando os cientistas estão em desacordo entre si sobre qual modelo é verdadeiro.
- d) a pesquisa científica é feita por cientistas imparciais e objetivos, os quais querem encontrar testes observacionais para mostrar que os modelos estão errados.
- e) a ciência em momento algum lida com modelos, e sim com a realidade última, por isso os modelos não são aceitos por esse grupo de cientistas.

23) Este ano além de comemorarmos 400 anos das primeiras observações astronômicas feitas por Galileu em 1609 (Ano Internacional da Astronomia), também comemoramos em julho, 40 anos da primeira ida do homem à lua. O astronauta Neil Armstrong foi o primeiro homem a pisar na superfície da Lua, em 1969. Na ocasião, realizou uma experiência que consistia em largar, ao mesmo tempo e a partir do repouso, um martelo e uma pena, deixando-os cair sobre a superfície lunar, e observou que o(s):

- a) martelo caiu e a pena subiu.
- b) martelo caiu mais rápido do que a pena.
- c) dois corpos ficaram flutuando em repouso.
- d) dois corpos tocaram o solo lunar ao mesmo tempo.
- e) dois corpos começaram a subir, afastando-se da superfície lunar.

24)

**2009. Ano internacional da astronomia. Ano em que comemoramos 400 das primeiras observações astronômicas de Galileu.**

*Verão de 1609: um texto curioso chega às mãos do matemático e físico italiano Galileu Galilei (1564-1642). Era a descrição de um instrumento, construído na Holanda, que permitia enxergar coisas distantes como se estivessem próximas. Tomando por modelo essa luneta holandesa, Galileu fabrica, ele mesmo, um aparelho semelhante, capaz de aumentar nove vezes o tamanho aparente dos objetos. Tinha, na época, 45 anos, e, embora desfrutasse de certo prestígio, como professor de matemática da Universidade de Pádua, não havia publicado ainda nenhum trabalho de peso. Sempre lutando com dificuldades financeiras, precisava dar aulas particulares para complementar o salário. Mas estava destinado a voar alto. Nos meses seguintes, não parou de aperfeiçoar o telescópio e apontou-o para o céu. As descobertas que realizou revolucionaram a cosmologia e elevaram sua fama à altura das estrelas.*

(...) Depois de longas investigações, convenci-me por fim de que o Sol é uma estrela fixa rodeada de planetas que giram em volta dela e de que ela é o centro e a chama. Que, além dos planetas principais, há outros de segunda ordem que circulam primeiro como satélites em redor dos planetas principais e com estes em redor do Sol. (...) Não duvido de que os matemáticos sejam da minha opinião, se quiserem dar-se ao trabalho de tomar conhecimento, não superficialmente, mas duma maneira aprofundada, das demonstrações que darei nesta obra. Se alguns homens ligeiros e ignorantes quiserem cometer contra mim o abuso de invocar alguns passos da Escritura (sagrada), a que torçam o sentido, desprezarei os seus ataques: as verdades matemáticas não devem ser julgadas senão por matemáticos.

(COPÉRNICO, N. De Revolutionibus orbium caelestium)

Aqueles que se entregam à prática sem ciência são como o navegador que embarca em um navio sem leme nem bússola. Sempre a prática deve fundamentar-se em boa teoria. Antes de fazer de um caso uma regra geral, experimente-o duas ou três vezes e verifique se as experiências produzem os mesmos efeitos. Nenhuma investigação humana pode se considerar verdadeira ciência se não passa por demonstrações matemáticas.

(VINCI, Leonardo da. Carnets.)

O aspecto a ser ressaltado em ambos os textos para exemplificar o racionalismo moderno é

- a) a fé como guia das descobertas.
- b) o senso crítico para se chegar a Deus.
- c) a limitação da ciência pelos princípios bíblicos.
- d) a importância da experiência e da observação.
- e) o princípio da autoridade e da tradição.

25) As grandezas físicas A e B são medidas, respectivamente, em newtons (N) e em segundos (s). Uma terceira grandeza C, definida pelo produto de A por B, tem dimensão de:

- a) aceleração.
- b) força.
- c) trabalho de uma força.
- d) momento de força.
- e) impulso de uma força.

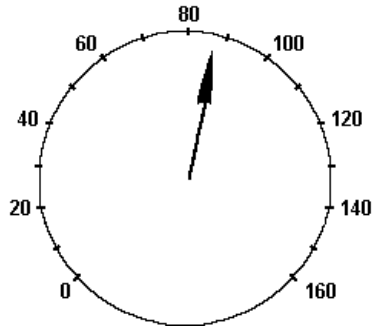
26) Nas transformações adiabáticas, podemos relacionar a pressão  $p$  de um gás com o seu volume  $V$  através da expressão  $p.V^y = K$  onde  $y$  e  $K$  são constantes. Para que  $K$  tenha dimensão de trabalho,  $y$ :

- a) deve ter dimensão de força.
- b) deve ter dimensão de massa.
- c) deve ter dimensão de temperatura.
- d) deve ter dimensão de deslocamento.
- e) deve ser adimensional.

27) Uma técnica muito empregada para medir o valor da aceleração da gravidade local é aquela que utiliza um pêndulo simples. Para se obter a maior precisão no valor de  $g$  deve-se:

- a) usar uma massa maior.
- b) usar um comprimento menor para o fio.
- c) medir um número maior de períodos.
- d) aumentar a amplitude das oscilações.
- e) fazer várias medidas com massas diferentes.

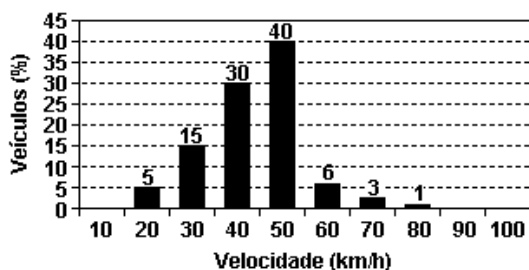
28) O velocímetro indica a velocidade instantânea de um veículo. Num certo instante, a indicação do aparelho está representada a seguir.



A MELHOR leitura da velocidade, em km/h é

- a) 80                      b) 84                      c) 87                      d) 90                      e) 92

29) Um sistema de radar é programado para registrar automaticamente a velocidade de todos os veículos trafegando por uma avenida, onde passam em média 300 veículos por hora, sendo 55km/h a máxima velocidade permitida. Um levantamento estatístico dos registros do radar permitiu a elaboração da distribuição percentual de veículos de acordo com sua velocidade aproximada.

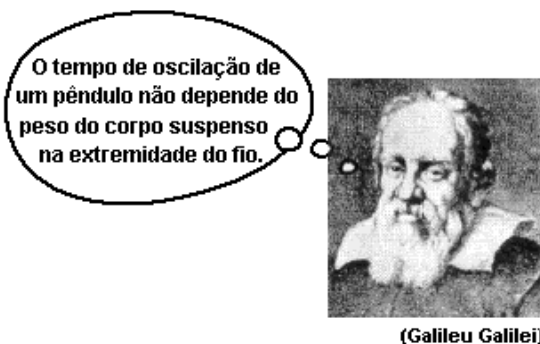


A velocidade média dos veículos que trafegam nessa avenida é de:

- a) 35 km/h                      b) 44 km/h                      c) 55 km/h                      d) 76 km/h                      e) 85 km/h

30) Com base neste conhecimento, Galileu, antes mesmo de realizar seu famoso experimento da torre de Pisa, afirmou que uma pedra leve e outra pesada, quando abandonadas livremente de uma mesma altura, deveriam levar o mesmo tempo para chegar ao solo.

Tal afirmação é um exemplo de:



(Galileu Galilei)

- a) lei                      b) teoria                      c) modelo                      d) hipótese                      e) fórmula

De acordo com a Matriz de Referências para o Enem 2009.

Professor: Sandro Fernandes

Tema: O Equilíbrio e a descoberta das Leis Físicas

## Aula II de Física

### *A Evolução das Idéias*

Os físicos estão interessados nas regularidades que se revelam na observação das coisas e dos fenômenos. Suas teorias só conseguem descrever a enorme complexidade do mundo físico porque existem certas correlações entre fenômenos, regularidades, certas proporções que convencionamos chamar leis naturais. O trabalho e o esforço dos físicos consistem em descobrir essas leis e as condições iniciais que permitem encontrar as soluções e, através das próprias leis, estabelecer predições.

A pesquisa do conhecimento através da contemplação da variedade das coisas conduziu já na Grécia clássica, à noção de necessidade, de proporção entre os elementos, à idéia da existência de elementos constitutivos da matéria.

### **A Escola de Mileto**

Tales foi um dos primeiros a enunciar a idéia da existência de um elemento fundamental, de uma *substância primordial*. Segundo ele, todas as coisas seriam feitas de água. Como a água contém átomos de hidrogênio, essa concepção não está em contradição com as idéias modernas de astrofísica: da observação de material cósmico, deduz-se que os elementos predominantes no estágio inicial do Universo eram o hidrogênio e o hélio, em uma proporção de abundância de hidrogênio dez vezes superior à do hélio. Já Anaximandro, outro filósofo da escola de Mileto, afirmava que a substância primordial de todas as coisas não é a água, nem, efetivamente, nenhum outro corpo material conhecido. Para ele, o elemento fundamental de todas as coisas é infinito e eterno e está subjacente em todos os mundos. Essa substância se transforma em objetos materiais que nós percebemos. Segundo Anaximandro, no mundo material existe uma proporção definida de ar, de fogo, de água e de terra. A competição entre esses elementos concebidos como deuses, ou seja, a proporção de tais elementos, é regulamentada por uma fatalidade, por uma certa necessidade — necessidade de proporção entre esses elementos — que constituiria, segundo certos filósofos, a origem da noção da lei da natureza. Para Anaxímenes, terceiro pensador da Escola de Mileto, a substância primordial é o ar. A alma do homem é feita de ar, o fogo é o ar rarefeito; ao condensar, o ar se transforma em água que, por sua vez, se condensa em terra, em pedras.

Segundo essas especulações, por assim dizer, pioneira da química, as forças de coesão seriam uma espécie de respiração: visto que nossa alma, feita de ar, nos mantém unidos e estáveis, também o ar e a respiração universal asseguram a coesão, a estabilidade do mundo — o ar seria substituído no século XIX pelo éter, que transmitiria as ações físicas.

## Pitágoras

Atribui-se a Pitágoras a origem da palavra *teoria*: palavra que queria dizer *estado de contemplação com afinidade e paixão*. Segundo Pitágoras, a contemplação com afinidade e paixão é uma atividade intelectual que dá origem ao conhecimento matemático. Devemos a ele a afirmação de que *todas as coisas são números*, afirmação essa que, depois de Galileu e Newton, incorporou-se à física e pode ser encontrada nos trabalhos de Maxwell e Lorentz, de Einstein, de Schrödinger e Dirac, assim como no trabalho dos físicos contemporâneos sobre as teorias dos campos. Eis um resumo de um apanhado geral da filosofia dos Pitagóricos feito por Alexander Polyhistor no século I a.C. e reproduzido por Diógenes de Laerta: "O primeiro princípio de todas as coisas é o Um. Do Um proveio um Dois indefinido, enquanto Matéria para o Um que é causa. Do Um e do indefinido Dois provieram os números; dos números, os pontos; dos pontos, as linhas; das linhas, as figuras planas; das figuras planas, as figuras sólidas; das figuras sólidas, os corpos sensíveis. Os elementos deste último são quatro: fogo, água, terra, ar; esses elementos mudam e se transformam e deles resulta um *Cosmo*, animado, inteligente, esférico, que compreende a terra que é, ela própria, esférica e habitada por todos os lados" (citação de Cornford).

## Heráclito e Parmênides

Belas divagações filosóficas também nos foram legadas por Heráclito (século V a.C.). Ele considerava o fogo como substância primordial, visto que ele tem as propriedades da menos corporal e *mais sutil* matéria. Tal a chama do fogo, tudo nasce da morte de algo; diríamos hoje: fótons são emitidos (nascem) na aniquilação (morte) elétron-pósitron; pares partícula-antipartícula nascem da morte de um fóton. Assim, afirmava Heráclito, os seres mortais são imortais, os imortais são mortais, um vive a morte do outro e morre a vida de um outro.

Com Parmênides de Eléa, um pitagórico dissidente, foi introduzida a noção do Um, de um ser substancial eterno e imutável. Ele rejeitou o postulado de Pitágoras segundo o qual do Um original provêm dois e, em seguida, vários. Eis algumas de suas premissas:

- 1) *O que é, é, e não pode não ser; o que não é, não é, e não pode ser.*
- 2) *O que é, pode ser pensado ou conhecido, expresso ou realmente nomeado; o que não é, não o pode.*

Naturalmente, o ponto fraco do sistema de Parmênides é que seus postulados rejeitam o mundo, a variedade das coisas resultante do Um. Essa variedade, assim como nascer, tornar-se, mudança, movimento, é, segundo ele, irreal. De sua filosofia restou, entretanto o conceito de *substância fundamental permanente*, de uma realidade indestrutível.

Os sucessores de Parmênides deviam restabelecer a questão da realidade das coisas, da pluralidade, do mundo que nos é dado por nossas percepções e que, para Parmênides, seria apenas uma ilusão, visto que não poderia ser subtraído da unidade. Empédocles admitiu que o Um é sempre vários, visto que seria constituído de quatro partes, uma mistura de quatro elementos diferentes que podem deslocar-se — os quatro elementos de Anaximandro, o fogo, o ar, a água, e a terra. Esses elementos são eternos, imutáveis,

movem-se uns através dos outros — assim como para Parmênides, o vazio também não existe para Empédocles. Para Anaxágoras, se os elementos não podem ser criados ou perecer, o aparecimento de uma coisa é o resultado de uma nova combinação dos quatro elementos, seu desaparecimento resulta de uma dissolução de uma dada combinação. Assim, Empédocles e Anaxágoras substituíram o *monismo absoluto* de Parmênides por uma pluralidade de elementos permanentes que podem ter movimento e, dessa forma, ocasionar mudanças.

### A cosmogonia de Platão

A cosmogonia de Platão está exposta em seu diálogo *Timeu*: o que é permanente, imutável, é adquirido pela inteligência; o que está em transformação é adquirido pelo que ele chama de opinião. Visto que o mundo é apreendido por nossas sensações, ele não pode ser eterno, deve ter sido criado por Deus.

Os quatro elementos — fogo, ar, água, terra — são representados por números que mantêm uma certa proporção entre si. O tempo e o céu foram criados juntos. Mas os verdadeiros elementos primordiais não são os quatro elementos citados acima; são, antes, duas espécies de triângulo retângulo, sendo um a metade de um quadrado e o outro a metade de um triângulo equilátero; essas são as mais belas formas. Devido à sua beleza, Deus os utilizou para constituir a matéria. Cada átomo de um dos quatro elementos é um sólido regular (conexo) construído a partir desses triângulos: os átomos da terra são cubos, os do fogo são tetraedros, os do ar, octaedros, os da água, icosaedros. O quinto, o dodecaedro, não pode ser construído pelos dois triângulos de Platão — mas sim a partir de pentágonos regulares. Segundo Platão, Deus o utilizou no esquema do Universo — que seria, apesar dessa afirmação, esférico.

No *Teeteto*, Platão critica a concepção segundo a qual o conhecimento é a mesma coisa que a percepção. Apenas o pensamento pode nos fazer conhecer o que existe, ou seja, as idéias; o conhecimento consiste, portanto, em reflexões, e não, de forma alguma, em impressões e percepções.

Em Platão, como em Pitágoras, encontramos, então, as origens da concepção segundo a qual a matemática descreve o mundo, uma concepção que será incorporada na física com Galileu.

### A física de Aristóteles

Como sabemos, a física e a cosmogonia de Aristóteles não contribuíram para a ciência moderna. Mas têm uma importância histórica indubitável, porque dominaram as especulações sobre o mundo até Galileu, até o século XVII. Segundo Aristóteles, existem duas espécies de movimento: o dos corpos terrestres e o dos corpos celestes. O céu consiste em dez esferas concêntricas, tendo a esfera da lua o menor raio. No interior dessa esfera, tudo o que está sob a Lua está sujeito à corrupção e à desintegração. Fora da esfera da Lua, tudo é indestrutível.

O movimento dos corpos terrestres se produz como o dos animais, com uma finalidade. Os corpos celestes, ao contrário, são caracterizados pela regularidade de seus movimentos, produzidos pela vontade de um Deus. Além das esferas de Mercúrio, de Vênus, do Sol, de Marte, de Júpiter e de Saturno, existe a esfera das estrelas fixas, o *Primum Mobile*. Além do *Primum Mobile*, não há movimento, tempo ou lugares. Deus,

o Motor Primordial, ele próprio imóvel, produz a rotação do *Primum Mobile* que transmite seu movimento para a esfera das estrelas fixas e esse movimento é transmitido até a esfera da Lua: essa é a concepção do mundo cristão da Idade Média, herdada de Aristóteles e apresentada no *Paraíso* de Dante. Quanto à física de Aristóteles, era um corpo teórico logicamente coerente e construído para descrever os movimentos de nossa experiência de todos os dias: um corpo pesado cai para baixo; a chama se move para cima. Segundo Aristóteles, acima de tudo, cada corpo tem um lugar determinado no mundo e opõe resistência a qualquer esforço que tende a retirá-lo daquele lugar. Daí, a idéia de movimento como resultado de uma violência e, uma vez cessada a violência, os corpos em movimento voltam ao repouso. Em termos modernos, podemos dizer que a dinâmica de Aristóteles define a força como sendo a impulsão. A equação de movimento de Aristóteles é a seguinte:

Segundo Aristóteles, o vazio não existe. No vazio, assim como no espaço geométrico, não existem lugares nem direções privilegiadas. Conseqüentemente, as figuras geométricas não podem descrever os corpos materiais: a física não pode ser descrita pela matemática. Seria até mesmo perigoso, segundo Aristóteles, misturar física e geometria, aplicar o raciocínio matemático ao estudo da realidade física.

### **A crítica de Aristóteles**

Os críticos e os adversários da dinâmica de Aristóteles chamavam a atenção para o fato de que o movimento continua, assim que cessou a força, ação motriz que lhe deu origem. Dentre eles, citemos Jean Phi-lopon, Jean Buridan e Nicole Oresme, da Escola dos Nominalistas de Paris (século XIV), Leonardo da Vinci, Benedetti e Galileu (séculos XVI e XVII).

Essa crítica produziu a teoria do *impetus*: ao invés de considerar o ar ao mesmo tempo como resistência e motor dos movimentos, por que não admitir que alguma coisa é transmitida àquilo que se move pela ação motriz, alguma coisa que foi, então, denominada *virtus motiva*, *virtus impressa*, *impetus*, *impetus impressus*, que faz com que o movimento continue? Durante mil anos, essa noção de *impetus* permaneceu ambígua e confusa.

### **A revolução cristalizada em Galileu**

Uma revolução na concepção física do mundo, a formulação de uma nova linguagem e de uma nova filosofia foram necessárias para a eclosão da física moderna. A concepção aristotélica e medieval do Cosmo finito, constituído de um certo número de esferas hierarquicamente ordenada teve de ser substituída pela idéia de um Cosmo aberto, um Universo infinito.

Se no mundo de Aristóteles havia lugar para leis aplicáveis ao Céu e leis descritivas apenas das coisas da Terra, no novo sistema do mundo existiria apenas um único tipo de leis, as leis físicas universais, válidas em toda a parte.

O novo sistema do mundo, que adquiriu forma mais precisa a partir de Galileu, estabeleceu, então, a identificação do espaço físico com o espaço infinito da geometria euclidiana, onde é possível pensar um corpo isolado do resto do Universo, ingrediente do princípio da inércia. O movimento e o repouso são, então, considerados como estados em um mesmo nível existencial, ontológico.

Em linguagem moderna, pode-se expressar a equivalência ontológica dos estados de repouso e de movimento retilíneo e uniforme dizendo-se que a mecânica clássica admite o grupo de Galileu: já que o repouso não precisa de nenhuma causa para se manter, o mesmo acontece com um movimento retilíneo e uniforme que se deduz do estado de repouso pela aplicação de uma transformação desse grupo.

Em 1543, Copérnico retirou a Terra de seu repouso abaixo do Paraíso e lançou-a ao espaço. Entre 1609 e 1619, Kepler formulou as leis de movimento dos corpos celestes, destruindo, portanto, a hierarquia das esferas do Cosmo fechado de Aristóteles. E Galileu, observando o Céu com os primeiros telescópios, descobriu novos corpos celestes não previstos no modelo aristotélico preestabelecido por Deus. Descobrendo o princípio da inércia, assim como a lei da queda livre dos corpos, Galileu abriu o caminho para a grande síntese de Newton e, como Pitágoras e Platão, declarou que o livro da natureza está escrito em linguagem matemática.

### **O sistema do mundo newtoniano**

A física moderna adquiriu, então, sua primeira forma com o sistema de Newton, em seus *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*. Sua equação do movimento, que estabelece que a força é o produto da massa do corpo por sua aceleração, esteve na base da física até a descoberta da mecânica quântica em 1925. Sua lei de gravitação universal foi a intuição de um gênio que completou a tarefa de Galileu assimilando os movimentos dos corpos terrestres aos movimentos dos corpos celestes submetidos a uma mesma força, a força de gravitação. O fato de que essa força fosse transmitida instantaneamente — uma ação à distância — era certamente um mistério que inquietou o próprio Newton. Os sucessos da mecânica newtoniana, os trabalhos de pesquisa de homens como Maupertuis, D'Alembert, Euler, Lagrange, Laplace, fizeram esquecer a dificuldade de interpretação da força de gravitação. Segundo Ernest Mach, a atração gravitacional perdeu seu caráter de *incompreensão extraordinária* para ter apenas uma *incompreensão ordinária*.

No século XVIII, graças à filosofia de Locke e às cartas filosóficas de Voltaire, o newtoniano se tornou o dogma do sistema físico do mundo.

O sistema de Newton incorporou as idéias atômicas. Pois, como se pode notar, não mencionei até aqui as geniais intuições dos atomistas gregos do século IV a.C., de Leucipo e de Demócrito, influenciados pelo monismo de Parmênides e de Zenão. Talvez, com a preocupação de fazer uma síntese entre os sistemas de Parmênides e de Empédocles, eles postularam que todas as coisas são compostas por átomos que se movem incessantemente no vazio, no espaço vazio; que os átomos são indivisíveis, que sempre estiveram em movimento e que estarão sempre em movimento. Os atomistas admitiam o determinismo: nada pode acontecer por acaso. O sistema filosófico de Leucipo e de Demócrito foi retomado por Gassendi no começo do século XVII; ele é um dos inspiradores da física moderna.

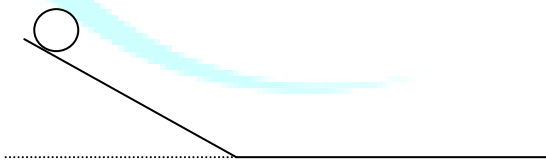
Está claro que essa concepção se associava harmoniosamente ao sistema do mundo de Galileu e Newton, sendo as leis do movimento de Newton responsáveis pelo movimento dos átomos.

(Devemos destacar o físico inglês Robert Boyle, que tentou opor o atomismo ao sistema de Galileu-Newton: em vez de ser escrito em linguagem matemática, o livro da Natureza seria um romance imaginado em termos corpusculares.)

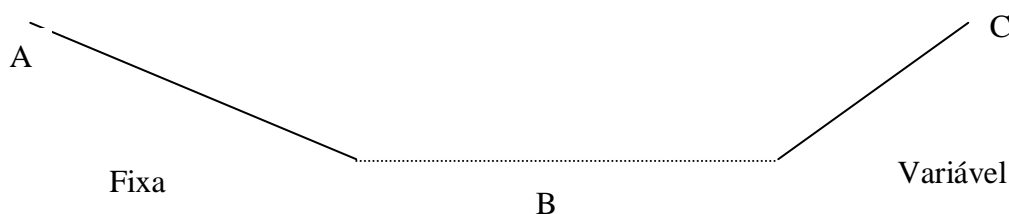
Pela primeira vez, um antigo dualismo conceitual, que consistiria na oposição entre as noções de um e de vários adquire uma forma explícita e precisa do objeto material e de seu movimento e que agora se exprime no dualismo *matéria-força*.

### Inicialmente algumas situações para se analisar...

- 1) Imagine uma superfície horizontal ilimitada. Você lança horizontalmente um corpo e ele se move ao longo dela. O que ocorre normalmente com o corpo? Por quê? Caso a superfície seja cada vez mais lisa e se desprezarmos os efeitos da resistência do ar qual seria a tendência do corpo?
- 2) Um corpo preso à extremidade de um fio é posto a girar pela outra extremidade, num plano horizontal. O que ocorre com o corpo caso o fio arrebente?
- 3) Pode existir movimento sem que haja força? Explique.
- 4) Você está sentado numa poltrona de um veículo que se desloca com movimento retilíneo uniforme. De repente você lança verticalmente para cima uma bola. Onde ela deverá cair? Explique.
- 5) A bola da figura é solta em A (topo de uma rampa). Como se comporta a velocidade da bola no trecho inclinado e no trecho horizontal? Por quê?



- 6) Considere uma rampa inclinada fixa ligada por um trecho horizontal à outra rampa de inclinação variável. Uma bolinha é solta em A (topo da rampa) e percorre o trecho ABC.



Considerando todas as superfícies lisas e desprezando a resistência do ar, compare as distâncias percorridas pela bolinha ao subir a rampa da direita. Explique.

Caso a inclinação da rampa seja gradativamente diminuída, como fica afetada a distância percorrida pela bolinha ao longo dela? Se a rampa ficar alinhada na horizontal com o trecho horizontal e se considerássemos ilimitada, o que ocorre com a bolinha? Explique.

7) Imagine uma pedra sendo jogada num local aonde não existe gravidade. Como será o movimento da pedra? Explique.

8) Recentemente, o astronauta brasileiro, Cel. Marcos César Pontes, esteve em órbita e passou alguns dias na Estação Espacial Internacional (EEI) a 402 km de altitude, onde experimentou um ambiente de microgravidade. O ambiente de microgravidade é a condição de quase ausência de efeitos gravitacionais que é encontrada na órbita da Terra. A falta de impacto gravitacional do ambiente espacial provoca perda de massa muscular nos astronautas, uma vez que a resistência a ser vencida, para mover-se, é sempre bem menor do que na Terra. Em relação a este assunto, analise as proposições a seguir.

I. No ambiente de microgravidade da EEI, não há aceleração, desta forma não existem forças atuando sobre ela.

II. A Terra atrai a EEI com uma força de mesma direção, mesmo sentido e mesma intensidade da força com a qual a EEI atrai a Terra.

III. Em relação à Terra, o Cel. Marcos César Pontes, mesmo sem apresentar movimento, pode estar sob a ação de forças.

IV. Na Terra, a resistência, para mover-se e vencer nossa inércia, é maior, face os acentuados efeitos gravitacionais e atritos.

Com base na análise feita:

a) II e III são verdadeiras

b) I, III e IV são falsas

c) I, II e IV são falsas

d) apenas I é falsa

e) IV é verdadeira

9) Leia atentamente as afirmativas a seguir e marque a opção CORRETA.

I. Se a aceleração de uma partícula for nula, a partícula não pode estar em movimento.

II. Se a aceleração de uma partícula tiver módulo constante, a direção de seu movimento pode variar.

III. Se a aceleração de uma partícula for diferente de zero, a partícula pode ter velocidade nula.

a) Todas as afirmativas são corretas.

b) Apenas as afirmativas I e II são corretas.

c) Apenas as afirmativas I e III são corretas.

d) Apenas as afirmativas II e III são corretas.

e) Todas as afirmativas são falsas.

10) Um homem está puxando uma caixa sobre uma superfície, com velocidade constante, conforme indicado na figura 1.

Escolha, dentre as opções a seguir, os vetores que poderiam representar as resultantes das forças que a superfície exerce na caixa e no homem.

**Figura 1**

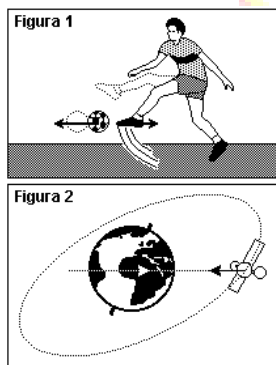
	superfície na caixa	superfície no homem	superfície na caixa	superfície no homem
a)	↑	↑	d) ↑	↗
b)	↗	↙	e) ←	↑
c)	↖	↗		

11) "A palavra 'pesado', em latim, é 'gravis'. Vem daí o termo "mulher grávida". É por isso que a força peso é chamada gravitacional".

"Aprendendo Física 1" - Chiquetto e outros - pág. 136-243. Ed. Scipione.

Um jogador chuta a bola: uma das forças é aplicada na bola e a outra no pé, conforme figura 1.

Satélite: uma força é aplicada no satélite e a outra, na Terra, conforme figura 2.



Observe agora a situação a seguir, que envolve a mesma lei física presente nos exemplos anteriores.

Sobre uma mesa horizontal, repousa um livro de Física de 1,2kg de massa. Sobre ele, está um livro de Geografia, também em equilíbrio, de massa igual a 0,8kg. Considere a aceleração da gravidade na Terra igual a  $10\text{m/s}^2$  e, na Lua, aproximadamente um sexto desse valor.

Em relação à situação apresentada, é correto afirmar que

- a) o módulo da força exercida, na Terra, pelo livro de Física sobre o de Geografia vale 12N.
- b) o módulo da força exercida, na Terra, pelo livro de Física sobre a mesa vale 4N.
- c) o módulo da força exercida, na Terra, pelo livro de Física sobre a mesa vale 20N.
- d) o módulo da força exercida, na Lua, pelo livro de Física sobre o de Geografia é zero.
- e) o módulo da força exercida pelo livro de Física sobre o livro de Geografia será menor na Lua, já que suas massa diminuem.

12) A brasileira Maria Esther Bueno foi a primeira tenista a se tornar campeã de duplas nos quatro torneios mais importantes do mundo (o da Austrália, o de Wimbledon, o de Roland Garros e o dos Estados Unidos), numa mesma temporada.

([http://www.tennisfame.org/enshrines/maria\\_bueno.html](http://www.tennisfame.org/enshrines/maria_bueno.html))

Imagine que a tenista consiga golpear a bolinha com sua raquete de modo a fazê-la passar sobre a rede e atingir a quadra de sua adversária.

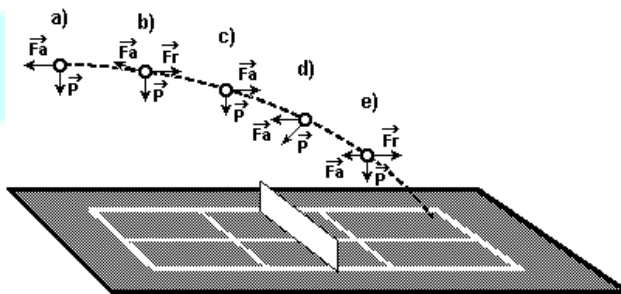
Considere as seguintes forças:

P - força vertical para baixo devido à gravidade

Fr - força devido à raquetada

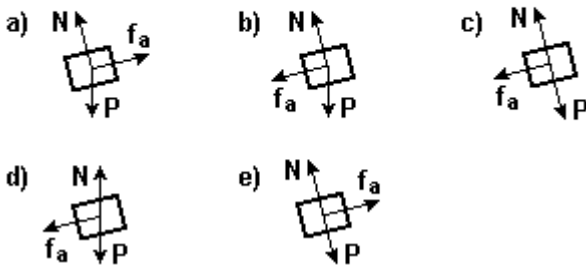
Fa - força devido à presença da atmosfera

Assinale a opção que melhor representa as forças, dentre as três acima, que atuam sobre a bolinha, após a raquetada.



13) Uma caminhonete sobe uma rampa inclinada com velocidade constante, levando um caixote em sua carroceria, conforme ilustrado na figura a seguir.

Sabendo-se que P é o peso do caixote, N a força normal do piso da caminhonete sobre o caixote e f(a) a força de atrito entre a superfície inferior do caixote e o piso da caminhonete, o diagrama de corpo livre que melhor representa as forças que atuam sobre o caixote é:



14) É comum as embalagens de mercadorias apresentarem a expressão "Peso líquido". O termo líquido sugere que o valor indicado na embalagem corresponde apenas ao seu conteúdo. Em um pote de mel pode-se ler a frase: "Peso líquido 500g". Nesse sentido, analise quanto à coerência com os sistemas de unidades adotados na Física, se as afirmativas a seguir são falsas ou verdadeiras, na medida em que a frase indicada na embalagem:

- I) está errada, porque o peso é uma força e só pode ser expresso em newtons (N).
- II) estaria certa, se o peso líquido fosse expresso em gf (grama-força).
- III) está certa, porque  $g$  é o campo gravitacional e  $P = mg$ .
- IV) está errada, porque o peso não pode ser expresso em gramas.

Considerando as afirmativas, a combinação correta é:

- a) I e II verdadeiras / III e IV falsas
- b) I e III falsas / II e IV verdadeiras
- c) I e IV falsas / II e III verdadeiras
- d) I, II e III falsas / IV verdadeira
- e) I, III e IV verdadeiras / II falsa

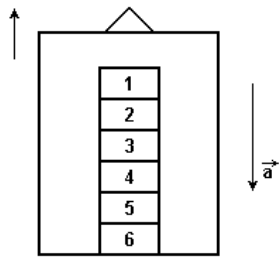
15) Apesar de Giordano Bruno ter sido levado à fogueira em 1600 por sustentar que o espaço é infinito, Newton (1642-1727) admite essa possibilidade, implicitamente, em algumas de suas leis, cujos enunciados são:

- I - Na ausência de resultante de forças, um corpo em repouso continua em repouso e um corpo em movimento mantém-se em movimento retilíneo com velocidade constante.
- II - A aceleração que um corpo adquire é diretamente proporcional à resultante das forças que atuam nele e tem a mesma direção e o mesmo sentido desta resultante.
- III - Quando um corpo exerce uma força sobre outro corpo, este reage sobre o primeiro com uma força de mesmo módulo, mesma direção e sentido oposto.
- IV - Dois corpos quaisquer se atraem com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

As leis que, implicitamente, pressupõem a existência do espaço infinito são:

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

16) Uma pilha de seis blocos iguais, de mesma massa  $m$ , repousa sobre o piso de um elevador, como mostra a figura. O elevador está subindo em movimento uniformemente retardado com uma aceleração de módulo  $a$ . O módulo da força que o bloco 3 exerce sobre o bloco 2 é dado por



- a)  $3m(g + a)$ .      b)  $3m(g - a)$ .      c)  $2m(g + a)$ .      d)  $2m(g - a)$ .      e)  $3m(a - g)$

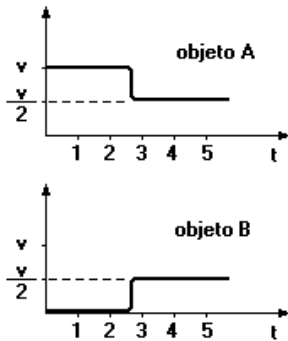
17) "O mais audacioso passo da aeronáutica (e astronáutica) brasileira desde Santos-Dumont."



Coincidentemente, em 2006, comemoramos os 100 anos do histórico vôo de Alberto Santos Dumont (1873-1932) com o 14-Bis. Em 23 de outubro de 1906, ele voou cerca de 60 m a uma altura de 2 a 3 metros, no Campo de Bagatelle em Paris. Por este feito, Santos Dumont é considerado por parte da comunidade científica e da aeronáutica, e principalmente em seu país de origem, o Brasil, como o "Pai da Aviação". Cem anos depois, outro brasileiro entra para a história. Marcos César Pontes, em 2006, tornou-se o primeiro astronauta brasileiro a participar de uma missão na Estação Espacial Internacional (EEI), denominada "missão centenário". Com base nestas informações, é INCORRETO afirmar:

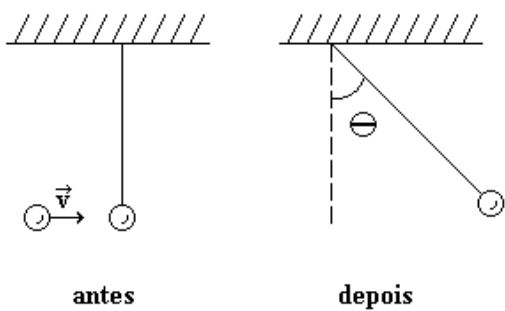
- a) O princípio básico, tanto para a propulsão de foguetes quanto para o vôo de um avião a jato, é a terceira lei de Newton.
- b) Comentou-se muito na imprensa que a gravidade no espaço é zero. Isso é uma contradição, pois é ela que mantém a EEI "presa" à Terra.
- c) A magnitude do empuxo do foguete no lançamento depende da variação temporal da sua quantidade de movimento.
- d) Um astronauta verificaria que, na EEI ( $g = 8,6 \text{ m/s}^2$ ), a parte submersa de um mesmo cubo de gelo em um copo seria maior que na Terra.
- 18) Um sistema de massas, que se encontra sob a ação da gravidade terrestre, é formado por duas esferas homogêneas, X e Y, cujos centros estão afastados 0,8 m um do outro. A esfera X tem massa de 5 kg, e a esfera Y tem massa de 3 kg. A que distância do centro da esfera X se localiza o centro de gravidade do sistema?
- a) A 0,2 m.      b) A 0,3 m.      c) A 0,4 m.      d) A 0,5 m.      e) A 0,6 m.

19) Os gráficos a seguir representam as velocidades, em função do tempo, de dois objetos esféricos homogêneos idênticos, que colidem frontalmente. Se  $p$  é a quantidade de movimento do sistema formado pelos dois objetos e  $E$  a energia cinética deste mesmo sistema, podemos afirmar que na colisão:



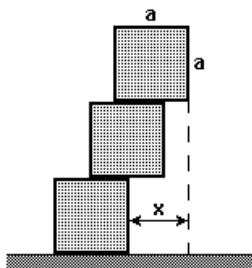
- a)  $p$  se conservou e  $E$  não se conservou.
- b)  $p$  se conservou e  $E$  se conservou.
- c)  $p$  não se conservou e  $E$  se conservou.
- d)  $p$  não se conservou e  $E$  não se conservou.
- e)  $(p + E)$  se conservou.

20) Um projétil de 450g é disparado horizontalmente com velocidade  $20^{1/2}$  m/s, contra um corpo de massa 0,45kg suspenso por um fio de 2m de comprimento. Em um choque perfeitamente elástico e frontal, o corpo sobe até uma altura  $h$ . Qual é o ângulo máximo formado pelo fio com a vertical?



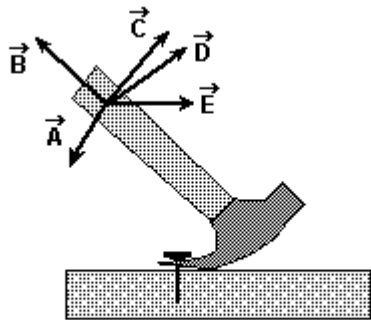
- a)  $30^\circ$
- b)  $45^\circ$
- c)  $60^\circ$
- d)  $75^\circ$
- e)  $90^\circ$

21) Três blocos cúbicos iguais estão empilhados, conforme sugere a figura. Nestas condições, a máxima distância  $x$ , para que ainda se tenha equilíbrio, é:



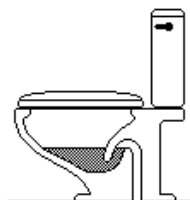
- a)  $a/2$
- b)  $(3/4)a$
- c)  $(7/8)a$
- d)  $(11/12)a$
- e)  $a$

22) Pretendendo-se arrancar um prego com um martelo, conforme mostra a figura, qual das forças indicadas (todas elas têm o mesmo módulo), será mais eficiente, na posição considerada?



- a)  $\vec{A}$     b)  $\vec{B}$     c)  $\vec{C}$     d)  $\vec{D}$     e)  $\vec{E}$

23) Quando algum objeto cai dentro da água contida no vaso sanitário, imediatamente, o sifão se encarrega de reestabelecer o nível da água, permitindo que parte dela transborde para o esgoto.



Considerando uma situação de equilíbrio entre a água do vaso sanitário e um objeto sólido que nela foi depositado suavemente, analise:

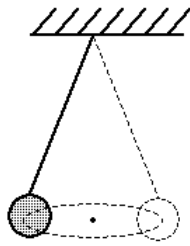
- I. Flutuando parcialmente ou permanecendo completamente mergulhado, qualquer sólido dentro da água do vaso sanitário está sujeito a uma força resultante vertical voltada para cima.
- II. Independentemente de o corpo flutuar ou não, a força de empuxo tem intensidade igual à do peso do líquido derramado para o esgoto.
- III. Um objeto que afunde completamente tem seu peso maior que o empuxo que recebe e densidade maior que a densidade da água.
- IV. Quando um objeto afunda totalmente na água, pode-se concluir que o peso do líquido que escorre pelo sifão é igual ao peso do objeto.

Está correto o contido em

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



- 27) A figura a seguir representa um pêndulo cônico ideal que consiste em uma pequena esfera suspensa a um ponto fixo por meio de um cordão de massa desprezível.



Para um observador inercial, o período de rotação da esfera, em sua órbita circular, é constante. Para o mesmo observador, a resultante das forças exercidas sobre a esfera aponta

- a) verticalmente para cima.  
b) verticalmente para baixo.  
c) tangencialmente no sentido do movimento.  
d) para o ponto fixo.  
e) para o centro da órbita.
- 28) Um caminhão, com massa total de 10.000kg está percorrendo uma curva circular plana e horizontal a 72km/h (ou seja, 20m/s) quando encontra uma mancha de óleo na pista e perde completamente a aderência. O caminhão encosta então no muro lateral que acompanha a curva que o mantém em trajetória circular de raio igual a 90m. O coeficiente de atrito entre o caminhão e o muro vale 0,3. Podemos afirmar que, ao encostar no muro, o caminhão começa a perder velocidade à razão de, em  $m/s^2$ , aproximadamente,
- a) 0,07                      b) 1,3                      c) 3,0                      d) 10                      e) 67
- 29) Referindo-se à estrutura física, uma das causas importantes da degradação do solo na agricultura é a sua compactação por efeito das máquinas e da chuva. Um trator tem rodas de grande diâmetro e largura para que exerça contra o solo, pequeno(a)
- a) pressão.                      b) força.                      c) peso.                      d) energia.                      e) atrito.
- 30) Uma pistola dispara um projétil contra um saco de areia que se encontra em repouso, suspenso a uma estrutura que o deixa plenamente livre para se mover. O projétil fica alojado na areia. Logo após o impacto, o sistema formado pelo saco de areia e o projétil move-se na mesma direção do disparo com velocidade de módulo igual a 0,25 m/s. Sabe-se que a relação entre as massas do projétil e do saco de areia é de 1/999.
- Qual é o módulo da velocidade com que o projétil atingiu o alvo?
- a) 25 m/s.                      b) 100 m/s.                      c) 250 m/s.                      d) 999 m/s.                      e) 1000 m/s.

De acordo com a Matriz de Referências para o Enem 2009.

Professor: Sandro Fernandes

Tema: A Mecânica e o Funcionamento do Universo

## Aula III de Física

### (I) Dos Mitos ao Big Bang.

**Mitos** - Os mitos cosmogônicos, foram utilizados por todos os povos, que buscaram encontrar respostas para os questionamentos de quem somos? De onde viemos? Para onde vamos? Para isso, tentou-se explicar a origem do mundo ou do universo, mas para que chegassem ao resultado, criaram mitos, aos quais conseguiram dar respostas a esses questionamentos. Os mitos conseguiram explicar não somente a origem do universo como também dos animais, plantas e outros seres animados e inanimados.

· **Visão Pré Socrática de origem do universo** - Os pré-socráticos são filósofos que viveram na Grécia Antiga e nas suas colônias. Assim são chamados, pois são os que vieram antes de Sócrates, considerado um divisor de águas na filosofia. Muito pouco de suas obras está disponível, restando apenas fragmentos e/ou doxografia. Frente ao pequeno "número de informações sobre esses filósofos, qualquer tentativa de descrever seu pensamento será apenas uma tentativa". São chamados de filósofos da natureza, pois investigaram questões pertinentes a esta, como de que é feito o mundo, e ainda romperam com a visão mítica e religiosa da natureza que prevalecia na época, adotando uma forma científica de pensar. Alguns se propuseram a explicar as transformações da natureza apresentavam ainda uma grande preocupação cosmológica.

· **Origem do universo segundo Timeu** - Segundo o pensamento de Timeu sobre a origem do universo, "o criador" ou "artesão do universo" lhe deu um movimento circular, em torno do próprio centro, por ser este o movimento mais perfeito. A idéia de que a forma esférica e o movimento circular são os mais perfeitos e os únicos adequados para a constituição do universo, teve enorme influência durante séculos. Tal qual os Pitagóricos, Timeu admitia que tudo teria sido criado por leis matemáticas, inclusive colocando a música entre as matemáticas e ainda admite um valor, a esse conhecimento, muito grande para a compreensão da origem do universo

*"já que a alma do mundo teria sido criada da combinação entre a substância do indivisível que, é sempre a mesma, e do divisível que nasce nos corpos, compôs a terceira" (...) Depois de aprestar uma unidade a estes três elementos, dividiu-a em tantas partes quantas era conveniente haver, cada uma constante de uma liga do Mesmo, do Outro e da Existência".*

· **Origem do Universo Segundo os Relatos Bíblicos** - Não podemos negar a influencia da Bíblia sob a visão de origem do universo dos pensadores ocidentais. O livro bíblico do gênesis, fala sobre a origem do universo, que podemos dividir em duas tríades que estão relacionadas entre si. Na primeira tríade são criados: no primeiro dia a luz; no segundo dia o céu e águas; e no terceiro dia a terra (a parte seca) e os vegetais. Na segunda tríade são criados: no quarto dia os luzeiros (o Sol, a Lua e as estrelas); no quinto dia as aves e os peixes; e no sexto dia os animais e os seres humanos. Observe que na primeira tríade se relaciona com a segunda para se completar: Luz à luzeiros; céu e águas à aves e peixes; e terra e vegetais à animais e seres humanos.

· **Origem do Universo Segundo Descartes** - A Cosmo visão de Descartes, ou seja, sua visão integrada do mundo inanimado, do reino animal e do homem, deveria ser publicada na obra chamada de *Tratado do mundo e da luz*, porém pouco antes de publicá-la, soube que Galileu havia sido condenado por admitir o movimento da Terra, idéia, aliás, que era compartilhada por Descartes. Na teoria de Descartes sobre a origem do universo Deus tem um papel fundamental em sua criação. Sua contribuição é relevante e ocorreria na criação da matéria inicial e em seu movimento. Todo o restante ocorreria como consequência das leis naturais, que também teriam sido criadas por Ele. Inicialmente Descartes imagina o universo como um espaço totalmente preenchido por uma matéria homogênea, sólida, como um imenso bloco de cristal. Essa matéria foi agitada por Deus, de modo desordenado, em todas as direções, fragmentando-a em pequenos blocos.

· **Origem do Universo Segundo o Big Bang** - O TERMO “Big Bang” foi utilizado pela primeira vez, pelo astrônomo inglês Fred Hoyle, em uma série de conferências sobre astronomia na BBC de Londres, no ano de 1915. O termo se traduzido de forma literal dar a idéia de uma grande explosão, essa teoria a respeito da origem do universo possui grande aceitação nos meios científicos. O Big Bang é uma teoria cosmológica segundo a qual toda a matéria do universo, em seu estado inicial, se apresentava bastante condensada. Segundo esse modelo a matéria sofreu uma violenta explosão, dando origem a tudo o que existe hoje no espaço e no tempo. O processo poderia ter se dado devido a algumas condições: Primeiro pela redução da temperatura pela expansão do espaço e, conseqüentemente, diminuição da densidade o que foram condições necessárias para o surgimento dos materiais mais leves da natureza. (Hidrogênio, Hélio, fótons, quarks e radiação).

<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef>

## (II) Newton a Lei da Gravitação e o efeito das Marés

Newton, após chegar à expressão da força gravitacional, a usou para realizar estudos e interpretar uma variedade de fenômenos que ocorrem na natureza como, por exemplo, as marés. Muitos dos fenômenos que ele estudou já eram conhecidos, só não havia uma explicação científica para eles. O sucesso que Newton obteve na explicação desses fenômenos constituiu um grande triunfo para a teoria da Gravitação Universal.

*A forma matemática da Lei da Gravitação Universal mostra como calcular o módulo da força de atração gravitacional entre duas massas.*

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2}$$

A maré é um dos fenômenos naturais mais conhecidos. Esse fenômeno ocorre em razão do movimento periódico de subida e descida do nível da água, produzindo dessa maneira as chamadas marés altas e marés baixas. Foi Isaac Newton que, a partir da expressão da força gravitacional, deu a explicação para esse fenômeno natural. Segundo as explicações do físico e matemático Newton, as marés são causadas pela atração do Sol e da Lua e da Lua sobre as águas do mar.

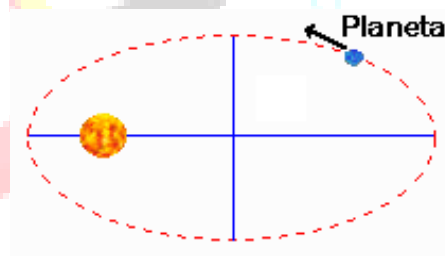
As Forças que atuam sobre as marés ocorrem porque a Terra é um corpo extenso e que o campo gravitacional que é produzido pelo Sol ou pela Lua não é homogêneo em todos os pontos, pois tem alguns pontos da Terra que estão mais próximos e outros mais distantes destes corpos celestes. Esses campos gravitacionais provocam acelerações que atuam na superfície terrestre com diferentes intensidades. Dessa forma as massas de água que estão mais próximas da Lua ou do Sol sofrem aceleração com intensidades maiores que as massas de água que estão mais afastadas desses astros. É essa diferença de pontos mais próximos e mais afastados do Sol e da Lua que dão origem às marés

### (III) Kepler e a Harmonia dos Mundos

Afirmar hoje que a órbita dos planetas descreve uma elipse ou que seu movimento não é uniforme não é nenhuma novidade - é apenas enunciar duas leis básicas da astronomia moderna. Não era bem assim na época em que Johannes Kepler (1571-1630) fez suas descobertas. Numa Europa convulsionada pelos conflitos da Contra-Reforma, o melhor era não proclamar nada em voz alta, mesmo que décadas antes Copérnico já tivesse previsto que a Terra girava em torno do Sol.

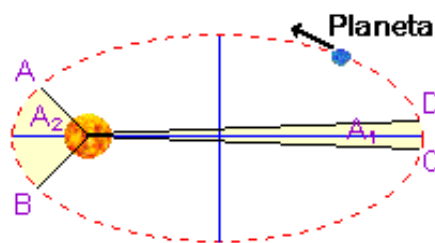
#### Primeira Lei de Kepler ou Lei das Órbitas

Os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, que ocupa um dos focos da elipse descrita.



#### Segunda Lei de Kepler ou Lei das Áreas

O segmento imaginário que une o centro do Sol e o centro do planeta varre áreas proporcionais aos intervalos de tempo dos percursos.



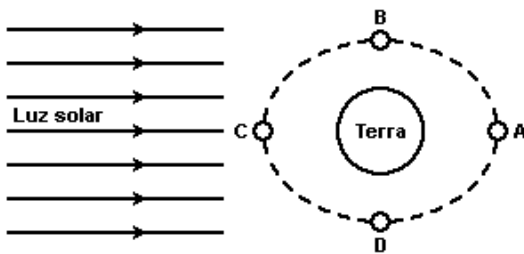
### Terceira Lei de Kepler ou Lei dos Períodos

O quadrado do período de revolução de cada planeta é proporcional ao cubo do raio médio da respectiva órbita.

$$\frac{T^2}{R^3} = K$$

### *Algumas aplicações...*

- 1) Um eclipse ocorre quando um astro é ocultado, total ou parcialmente, por um outro astro que se interpõe entre ele e um observador. O eclipse entre o Sol, a Lua e a Terra pode ser solar ou lunar, conforme a posição relativa entre eles. Na figura a seguir representamos as fases da Lua (posições: A, B, C, D), a Terra e um feixe de luz solar.



Considerando a Terra como referencial, analise as afirmativas a seguir.

- I - A fase da Lua é cheia quando ela se encontra na posição A.
- II - Quando ocorre o eclipse do Sol, a Lua encontra-se na posição C.
- III - Durante um eclipse lunar, a Lua encontra-se na posição A.

Sobre essas afirmativas, pode-se afirmar que

- a) todas são corretas.
  - b) apenas I e II são corretas.
  - c) apenas II e III são corretas.
  - d) todas são incorretas.
  - e) apenas a I é correta.
- 2) Analise as afirmativas sobre a gravitação universal.

- I - Os planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do sol, que ocupa um dos focos da elipse.
- II - O peso de um corpo diminui quando ele é afastado da superfície da Terra.
- III - A velocidade de translação de um planeta aumenta quando ele se afasta do sol.

Sobre essas afirmativas é correto afirmar que

- a) todas são verdadeiras.
- b) todas são falsas.
- c) apenas I e II são verdadeiras.
- d) apenas I e III são verdadeiras.
- e) apenas a I é verdadeira.

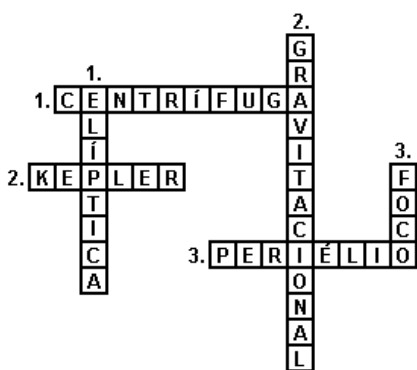
3) Observe o gabarito com a resolução de uma cruzadinha temática em uma revista de passatempo.

**HORIZONTAIS**

- 1. Força presente na trajetória circular.
- 2. Astrônomo alemão adepto ao heliocentrismo.
- 3. Ponto mais próximo ao Sol no movimento de translação da Terra.

**VERTICAIS**

- 1. Órbita que um planeta descreve em torno do Sol.
- 2. Atração do Sol sobre os planetas.
- 3. Lugar geométrico ocupado pelo Sol na trajetória planetária.



Um leitor, indignado com o "furo" na elaboração e revisão da cruzadinha, em uma carta aos editores, destacou, baseando-se nas leis da Mecânica Clássica, a ocorrência de erro

- a) na vertical 2, apenas.
  - b) na horizontal 1, apenas.
  - c) nas verticais 1 e 2, apenas.
  - d) nas horizontais 1 e 3, apenas.
  - e) na horizontal 3 e na vertical 3, apenas.
- 4) Em 1973, o Pink Floyd, uma famosa banda do cenário musical, publicou seu disco "The Dark Side of the Moon", cujo título pode ser traduzido como "O Lado Escuro da Lua". Este título está relacionado ao fato de a Lua mostrar apenas uma de suas faces para nós, os seres humanos. Este fato ocorre porque
- a) os períodos de translação da Lua e da Terra em torno do Sol são iguais.
  - b) o período de rotação da Lua em torno do próprio eixo é igual ao período de rotação da Terra em torno de seu eixo.
  - c) o período de rotação da Lua em torno do próprio eixo é igual ao seu período de translação em torno da Terra.
  - d) o período de translação da Lua em torno da Terra é igual ao período de rotação desta em relação ao seu próprio eixo.
  - e) a luz do Sol não incide sobre o "lado escuro" da Lua.





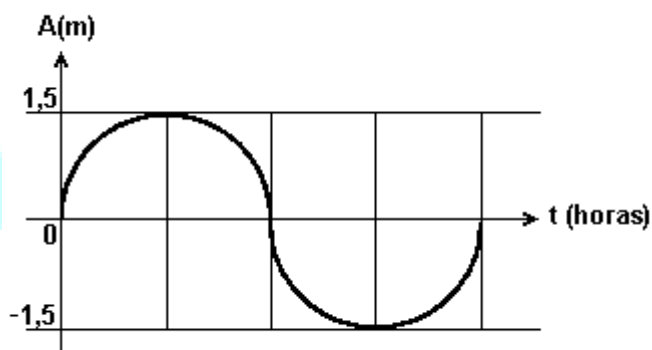
11) Depois de anos de interrupção, ocorreu neste ano (2005) a retomada de lançamentos do ônibus espacial pela NASA, desta vez com sucesso. Nas imagens divulgadas do dia-a-dia no ônibus espacial girando ao redor da Terra, pudemos ver os astronautas realizando suas atividades, tanto fora da nave como no seu interior. Considerando que as órbitas da nave e dos astronautas sejam circulares, analise as afirmações seguintes.

- I. Não há trabalho realizado pela força gravitacional para manter um astronauta em órbita ao redor da Terra.
- II. A aceleração de um astronauta girando ao redor da Terra deve-se exclusivamente à ação da força gravitacional.
- III. A velocidade vetorial do astronauta ao redor da Terra é constante.

Estão corretas as afirmações:

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

12) O subir e descer das marés é regulado por vários fatores, sendo o principal deles a atração gravitacional entre Terra e Lua. Se desprezásemos os demais fatores, teríamos sempre o intervalo de 12,4 horas entre duas marés altas consecutivas, e também sempre a mesma altura máxima de maré, por exemplo, 1,5 metros. Nessa situação, o gráfico da função que relacionaria tempo ( $t$ ) e altura de maré ( $A$ ) seria semelhante a este:



O fato do intervalo de tempo entre duas marés altas sucessivas ser de 12,4 horas e não de 12 horas exatas explica-se pelo fato de que

- a) o período de rotação da Terra em torno de seu eixo não é de 24 horas, e sim de 24,8 horas.
- b) a Lua gira em torno da Terra completando uma volta em, aproximadamente, 28 dias.
- c) a água do mar tem uma inércia muito grande que atrasa seu movimento.
- d) a órbita da Terra em torno do Sol é elíptica.
- e) o eixo de rotação da Terra é inclinado.

13) Todas as diferentes forças que se observam na natureza podem ser explicadas em termos de quatro interações básicas das partículas elementares:

1. a força gravitacional
2. a força eletromagnética
3. a força nuclear forte
4. a força nuclear fraca

As forças observadas na vida diária entre os corpos macroscópicos se devem ou à força gravitacional ou à força eletromagnética. Ambas comportam-se segundo a lei do inverso do quadrado da distância entre os corpos que interagem.

(Adaptado de Paul Tipler. "Física". v. 1. Rio de Janeiro: LTC. p.83)

Um pequeno ímã atrai um prego colocado a uma distância  $x$  com uma força  $F$  cujo módulo é inversamente proporcional ao quadrado de  $x$ . Isso significa que, quando se duplicar a distância  $x$ , o valor da força magnética  $F$  passará a ser

- a) quatro vezes menor.
- b) duas vezes menor.
- c) a mesma.
- d) duas vezes maior.
- e) quatro vezes maior.

14) Sabe-se que o peso de um corpo na superfície da Terra (considerada como esférica e de raio  $R$ ) é o resultado da interação entre as massas da Terra e do corpo. Para que a força de interação entre a Terra e o corpo seja metade do seu peso, a distância  $d$ , do corpo ao centro da Terra deverá ser de

- a)  $4R$ .
- b)  $2R$ .
- c)  $R/2$ .
- d)  $R \cdot 2^{1/2}$ .
- e)  $R \cdot 3^{1/2}$ .

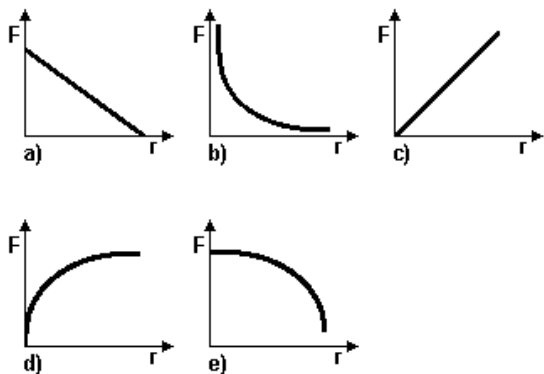
15) Imagine que, no final deste século XXI, os habitantes da Lua vivam em um grande complexo pressurizado, em condições equivalentes às da Terra, tendo como única diferença a aceleração da gravidade, que é menor na Lua. Considere as situações imaginadas bem como as possíveis descrições de seus resultados, se realizadas dentro desse complexo, na Lua:

- I. Ao saltar, atinge-se uma altura maior do que quando o salto é realizado na Terra.
- II. Se uma bola está boiando em uma piscina, essa bola manterá maior volume fora da água do que quando a experiência é realizada na Terra.
- III. Em pista horizontal, um carro, com velocidade  $V_0$ , consegue parar completamente em uma distância maior do que quando o carro é freado na Terra.

Assim, pode-se afirmar que estão corretos apenas os resultados propostos em

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

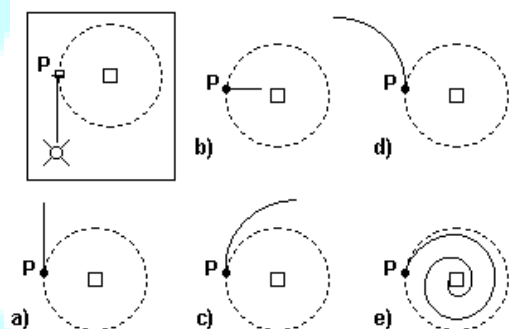
16) Considere duas massas puntiformes sob ação da força gravitacional mútua. Assinale a alternativa que contém a melhor representação gráfica da variação do módulo da força gravitacional sobre uma das massas, em função da distância entre ambas.



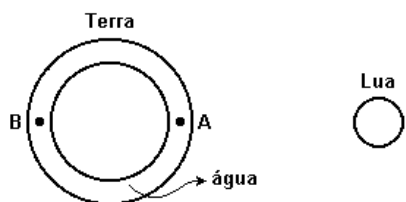
17) Uma sonda espacial aproxima-se de um corpo celeste desconhecido, em repouso em relação a um referencial inercial mantendo uma velocidade de 90km/h. Considere que, a partir do ponto P, a sonda está sujeita ao campo gravitacional do planeta e entra em órbita circular, conforme a figura adiante.

Caso o módulo da velocidade da sonda seja menor do que 90km/h, a figura que mostra o que deverá acontecer com a trajetória da sonda ao entrar no campo gravitacional é:

Despreze possíveis efeitos atmosféricos e suponha que o campo gravitacional do corpo celeste atuará a partir do ponto P.



18) Sabe-se que a atração gravitacional da lua sobre a camada de água é a principal responsável pelo aparecimento de marés oceânicas na Terra. A figura mostra a Terra, supostamente esférica, homogeneamente recoberta por uma camada de água.



Nessas condições, considere as seguintes afirmativas:

- I. As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés altas simultaneamente.
- II. As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés opostas, isto é, quando A tem maré alta, B tem maré baixa e vice-versa.
- III. Durante o intervalo de tempo de um dia ocorrem duas marés altas e duas marés baixas.



21) Um satélite de massa  $m$ , usado para comunicações, encontra-se estacionário a uma altura  $h$  de um ponto da superfície do planeta Terra, de massa  $M_T$ , cujo raio é  $R_T$ . Com base nesses dados, assinale falsa (F) ou verdadeira (V) em cada uma das alternativas, considerando  $G$  a constante de gravitação universal.

( ) **Velocidade linear** =  $\frac{2\pi(h + R_T)}{24}$  (km/h)

( ) **Peso** =  $m \frac{GM_T}{(R_T + h)^2}$  (N)

( ) **Peso** =  $m \cdot 9,8$  (N)

( ) **Velocidade linear** =  $\frac{2\pi R_T}{24}$  (km/h)

A seqüência correta é

- a) V - V - F - F.                      b) V - V - V - F.                      c) F - V - F - V.  
d) F - V - V - V.                      e) F - F - V - F.

22) Segundo a lei da gravitação universal de Newton, a força gravitacional entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre seus centros de gravidade.

Mesmo que não seja obrigatoriamente conhecido pelos artistas, é possível identificar o conceito básico dessa lei na seguinte citação:

- a) "Trate a natureza em termos do cilindro, da esfera e do cone, todos em perspectiva" (Paul Cézanne)  
b) "Hoje, a beleza é o único meio que nos manifesta puramente a força universal que todas as coisas contêm." (Piet Mondrian)  
c) Na natureza jamais vemos coisa alguma isolada, mas tudo sempre em conexão com algo que lhe está diante, ao lado, abaixo ou acima." (Goethe)  
d) "Ocorre na natureza alguma coisa semelhante ao que acontece na música de Wagner, que embora tocada por uma grande orquestra, é intimista." (Van Gogh)  
e) "A vida é feita de certezas e possibilidades." (Sandro Fernandes)

23) O raio do horizonte de eventos de um buraco negro corresponde à esfera dentro da qual nada, nem mesmo a luz, escapa da atração gravitacional por ele exercida. Por coincidência, esse raio pode ser calculado não-relativisticamente como o raio para o qual a velocidade de escape é igual à velocidade da luz. Qual deve ser o raio do horizonte de eventos de um buraco negro com uma massa igual à massa da Terra?

- a) 9  $\mu$ m.                      b) 9 mm.                      c) 30 cm.                      d) 90 cm.                      e) 3 km.

24) Uma pessoa relacionou abaixo os seguintes fenômenos naturais observados no nosso planeta:

I - movimento das marés

II - chuva

III - terremoto

IV - relâmpago

O(s) fenômeno(s) afetado(s) diretamente pela posição da Lua em relação à Terra é(são):

a) apenas III.

b) apenas I.

c) apenas I e III.

d) apenas II e III.

e) apenas I e IV.

25) O período de oscilação de um pêndulo simples pode ser calculado por  $T=2\pi(L/g)^{1/2}$ , onde L é o comprimento do pêndulo e g a aceleração da gravidade (ou campo gravitacional) do local onde o pêndulo se encontra.

Um relógio de pêndulo marca, na Terra, a hora exata.

É correto afirmar que, se este relógio for levado para a Lua,

a) atrasará, pois o campo gravitacional lunar é diferente do terrestre.

b) não haverá alteração no período de seu pêndulo, pois o tempo na Lua passa da mesma maneira que na Terra.

c) seu comportamento é imprevisível, sem o conhecimento de sua massa.

d) adiantará, pois o campo gravitacional lunar é diferente do terrestre.

e) não haverá alteração no seu período, pois o campo gravitacional lunar é igual ao campo gravitacional terrestre.

De acordo com a Matriz de Referências para o Enem 2009.

Professor: Sandro Fernandes

Tema: O Calor e os Fenômenos Térmicos

## Aula IV de Física

### (I) Do calórico a termodinâmica moderna.

Tudo começou no século XII. Avançou até o século XVI. Foi uma devastação total nas florestas inglesas. A lenha era usada para aquecer as casas no inverno e também para as indústrias que começavam a se instalar.

No século XVII já não havia mais lenha suficiente. Os ingleses recorreram ao carvão de pedra. E aqui começa um importante capítulo da história Física.

As minas de carvão de então eram superficiais, mas, com o esgotamento dessas jazidas, começaram a abrir buracos e galerias cada vez mais profundos. Essas minas frequentemente ficavam inundadas de água (devido aos lençóis subterrâneos) e era necessário bombear essa água para fora para extrair o carvão.

A máquina a vapor foi inventada para este fim específico. Bombear a água para esvaziar as minas.

**O que é o calor?**

**Quanto calor é necessário fornecer a um corpo para aumentar sua temperatura?**

**Como se pode realizar trabalho, produzir energia, a partir do calor?**

Estas perguntas são respondidas pela *Termodinâmica*, que é uma parte da Física que se desenvolveu justamente da tentativa de compreender e de aperfeiçoar a máquina a vapor.

Da Grécia antiga há relatos sobre como produzir movimento por meio do calor. Há citações sobre como as portas de um templo se abriam "sozinhas" quando era aceso um fogo no altar (o ar dentro do altar era aquecido e se expandia, assim causava o movimento das portas). Você pode construir uma "engenhoca" dessas para abrir portas "misteriosamente". Eis o plano de construção:

Todavia, não havia máquinas que funcionassem continuamente à base de calor.

Havia moinhos e indústrias incipientes que eram movidas por rodas d'água, mas isto só era possível em locais onde havia quedas d'água.

A primeira máquina a vapor foi construída em 1698, mas era pouco eficiente e só se tornou de importância econômica e social depois de aperfeiçoada durante cerca de setenta anos. Foi nesse período também que as idéias fundamentais do estudo do calor se tornaram mais claras. Ainda não havia uma distinção entre temperatura e quantidade de calor. Depois ficou evidente que eram necessárias estas duas grandezas para que se pudessem descreverem coerentemente os fenômenos observados. Ficou patente que: para aumentar a temperatura de um corpo deve-se fornecer calor a ele, como, por exemplo, uma panela com água no fogo. Quanto mais calor a panela receber do fogo, mais alta será sua temperatura.

Constatou-se que, para atingir certa temperatura, por exemplo, para fazer a água ferver, a quantidade de calor necessária vai depender da quantidade de água: para fazer ferver dois litros, o tempo (a quantidade de calor) será aproximadamente o dobro do que para um litro. Isto mostra que quantidade de calor e temperatura são coisas distintas. Além do mais, se em vez de água houver óleo ou outra substância na panela, o calor que precisa ser fornecido para atingir a mesma temperatura é novamente diferente: as diferentes substâncias, mesmo em volumes (ou pesos) iguais, precisam de diferentes quantidades de calor para atingir a mesma temperatura final.

### **O que é então o calor?**

Acreditava-se, no século XVIII, que era uma substância invisível que podia penetrar em qualquer corpo, chamada *calórico*. As explicações de então era algo assim:

*O calórico era atraído pelos átomos das substâncias, mas era auto-repelente. Formava-se uma nuvem de calórico em torno de cada átomo e estas nuvens se repeliavam entre si, evitando assim que os átomos se aproximassem demais. A temperatura dependia da densidade de calórico na superfície do corpo. Para aumentar a temperatura, fornecia-se calórico ao corpo. Isto aumentava não só o calórico na superfície, mas também a repulsão entre os átomos, fazendo com que o corpo aumentasse de volume.*

Explicava-se assim o fato de os corpos se dilatarem quando a temperatura aumenta. A teoria do calórico explicava quase todos os fenômenos térmicos e foi aceita durante todo o século XVIII. Ainda hoje a parcela da população não científica (e que pensa sobre estes fenômenos) julga o calor como se fosse um fluido, e mesmo entre os cientistas muitas palavras e muitas idéias vêm dessa teoria. No entanto, ela foi abandonada, em meados do século XIX, porque ficou claro que o calor é uma forma de energia que passa de um corpo a outro e que é devida às energias de movimento de todos os átomos do corpo. Se o corpo é sólido, o movimento de seus átomos é de vibração em torno de uma posição de equilíbrio: quanto maior a temperatura, mais intensas estas vibrações. Se for um gás ou um líquido, seus átomos (ou moléculas) se deslocam com velocidades tanto maiores, quanto maior for a temperatura.

Há muitas transformações possíveis de outras formas de energia em calor e vice-versa. Por exemplo, quando dois corpos sólidos são esfregados um sobre outro, produz-se o calor: era assim que os índios faziam fogo. Uma observação famosa deste tipo foi feita pelo conde Rumford, um aventureiro e cientista americano, na Bavária, em fins do século XVIII.

Ele estava fabricando canhões para o potentado local, e para isto um tarugo de bronze precisava ser furado por uma broca de aço, para se fazer a alma do canhão (o furo do cano). Ele observou que o atrito da broca com o canhão produzia calor continuamente, mesmo quando a broca já tinha perdido o seu corte. Parecia haver um reservatório infinitamente grande de calórico que fornecia o fluido à broca e ao canhão enquanto os dois estivessem se movimentando com atrito.

Aliás, quem já utilizou uma furadeira elétrica, sabe que sempre a broca esquenta e precisa ser resfriada com água para não se destemperar a altas temperaturas.

Quando a broca está cega (sem corte), ela esquenta muito mais. A energia que é gasta no motor que faz a broca girar (Rumford usava uma parelha de cavalos em vez de motor) aparece como calor que aquece a broca e a peça que está sendo furada.

Quando um ferro de passar roupa é ligado, a corrente elétrica que passa dentro o faz ficar quente: é energia elétrica sendo transformada diretamente em calor. Reações químicas também liberam calor: quando comemos alimentos, a digestão (que consiste numa série de reações químicas) produz calor que, entre outras coisas, mantém a nossa temperatura próxima de  $37^{\circ}\text{C}$ .

Se não houvesse fornecimento contínuo de calor ao nosso corpo, ele logo se resfriaria até ficar à mesma temperatura do ambiente, por exemplo,  $20^{\circ}\text{C}$ : é o que acontece na morte. Um cadáver adquire a mesma temperatura dos objetos em volta dele, como se fosse uma pedra ou um pedaço de madeira. Os corpos vivos só mantêm uma temperatura mais alta do que o ambiente graças à energia que recebem pela alimentação.

O calor pode dar lugar a outras formas de energia: a máquina a vapor produz trabalho ou energia mecânica a partir do calor.

Um termopar é um dispositivo que produz energia elétrica quando é aquecido; é utilizado (nos termostatos) para controlar a temperatura e mantê-la constante. Por exemplo, pode se fazer com que seja ligado a um aquecedor sempre que a temperatura de um local aquecido caia abaixo de um valor preestabelecido.

O calor é uma forma de energia. Assim como existe energia mecânica, elétrica, química, nuclear, existe também energia térmica e calor.

Entretanto desde o início da termodinâmica ficou claro que calor é uma forma especial de energia, diferente das outras. É energia em forma caótica, desordenada. É possível transformar energia mecânica totalmente em energia térmica (e, posteriormente, em calor); também é possível transformar energia elétrica totalmente em calor. Mas não é possível transformar totalmente calor em energia mecânica ou em energia elétrica.

Para se produzir trabalho ou eletricidade a partir do calor, é necessário sempre ter-se um excesso de calor e jogar-se grande parte dele fora. Isto foi percebido, já em 1824, por um jovem cientista francês, **Sadi Carnot**, que procurava um jeito de tornar a máquina a vapor mais eficiente: gastar menos carvão ou lenha e realizar mais trabalho. Na caldeira, o fogo aquece a água transformando-a em vapor a alta temperatura e, conseqüentemente, a alta pressão. Esse vapor se expande no cilindro, forçando o pistão a recuar  $\frac{3}{4}$  é nesse movimento que há realização de trabalho. A expansão esfria um pouco o vapor, mas ele continua quente; para continuar o processo e fechar o ciclo, fazendo a água voltar à caldeira, é necessário esfriar o vapor ainda mais e liquefazê-lo, o que ocorre no condensador.

O que Carnot percebeu é que o condensador é indispensável em um processo cíclico, e que ele representa uma ineficiência intrínseca, irremovível, do processo, pois nele parte do calor que a caldeira forneceu, e que não foi transformada em trabalho no pistão, é transferida para fora da máquina, por exemplo, para a água do rio que resfria o condensador.

Não é possível construir-se uma máquina, seja a vapor ou de outro tipo, que transforme totalmente em trabalho (energia mecânica) certa quantidade de calor fornecida por uma chama ou por outra forma: parte do calor sempre sobra e precisa ser retirada. Esta impossibilidade é uma lei da natureza, que se chama **Segundo Princípio da termodinâmica** (o Primeiro Princípio afirma que o calor é uma forma de energia).

Os movimentos estudados na Mecânica são todos reversíveis, isto é, podem decorrer de trás para frente: a Terra poderia girar de leste para oeste em vez de como ela efetivamente gira; uma bola que rola rampa abaixo, acelerada, poderia rolar para cima, desacelerada, se assim fosse lançada. Quando vemos um filme de cinema projetado de trás para frente, muitas vezes demoramos para percebê-lo se só aparecerem

movimentos puramente mecânicos, reversíveis. Só quando aparece um processo irreversível, onde há produção de calor, a coisa fica óbvia: um homem que salta do trampolim e cai numa piscina não pode voltar para cima, pois, quando cai na água, sua energia mecânica (de movimento) desaparece para dar lugar a pequenos movimentos desordenados da água, e a calor, e este processo é irreversível.

Os processos em que intervém o calor são irreversíveis. Uma xícara de café quente colocada sobre a mesa perde calor até que sua temperatura se iguale à do ar circundante. Nunca ocorre o inverso uma xícara de café frio sobre a mesa não se aquece espontaneamente, retirando calor do ar em volta. A impossibilidade deste processo também leva ao Segundo Princípio.

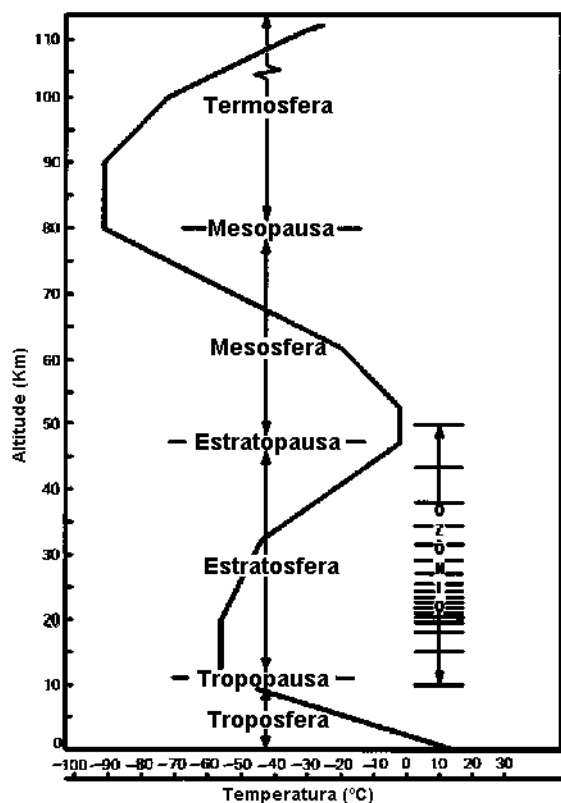
A energia térmica, que pode ser transferida a outro corpo sob a forma de calor, consiste na soma das energias de movimento *desordenado* de bilhões de átomos. Já a energia de movimento da Terra quando gira ou de uma bola que rola é soma de energias de movimento *ordenado* de muitos e muitos átomos. Nos dois casos, são os movimentos dos átomos que detêm (armazenam) a energia, mas num caso todos se movem em conjunto, coordenados, quando o corpo todo se move, e noutra caso cada átomo se move em uma direção diferente, com velocidade diferente e mudando rapidamente. O quente de uma xícara de café consiste no movimento desordenado, mas rápido de todos os seus átomos, uns vibrando sem sair do lugar, outros indo para cima, outros para baixo, para o lado, e assim por diante. Quando o café esfria, estes movimentos continuam, mais devagar, entretanto, com menos energia. A figura mostra como seria o caminho de uma partícula em um movimento desordenado desses.

É interessante notar que este movimento foi descoberto por um botânico chamado Brown, quando observava grãos de pólen de flores, com um microscópio. Depois se percebeu que tais movimentos ocorrem para quaisquer partículas no ar ou em um líquido. Nos sólidos, os movimentos das partículas, devido à energia térmica, são diferentes da figura, pois são deslocamentos em torno de uma posição fixa, como uma corda de violão que vibra para um lado e para outro de sua posição de equilíbrio.

<http://www.feiradeciencias.com.br>

## (II) Perfil vertical da variação de temperatura na nossa atmosfera e seus efeitos.

Por conveniência de estudo a atmosfera é usualmente subdividida em camadas concêntricas, de acordo com o perfil vertical médio de temperatura (Fig.1).



A camada inferior, onde a temperatura decresce com a altitude, é a troposfera, que se estende a uma altitude média de 12 km. Nesta camada a taxa de variação vertical da temperatura tem valor médio de  $6,5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . Esta taxa na realidade é bastante variável. De fato, algumas vezes a temperatura cresce em finas camadas, caracterizando uma inversão de temperatura. A troposfera é o principal domínio de estudo dos meteorologistas, pois é nesta camada que ocorrem essencialmente todos os fenômenos que em conjunto caracterizam o tempo. Na troposfera as propriedades atmosféricas são facilmente transferidas por turbulência de grande escala e mistura. O seu limite superior é conhecido como tropopausa.

A camada seguinte, a estratosfera, se estende até 50 km. Inicialmente, por uns 20 km, a temperatura permanece quase constante e depois cresce até o topo da estratosfera, a estratopausa. Temperaturas mais altas ocorrem na estratosfera porque é nesta camada que o ozônio está concentrado. Conforme mencionamos, o ozônio absorve radiação ultravioleta do sol. Conseqüentemente, a estratosfera é aquecida.

Na mesosfera a temperatura novamente decresce com a altura, até a mesopausa, que está em torno de 80 km, onde atinge  $-90^{\circ}\text{C}$ . Acima da mesopausa, e sem limite superior definido, está a termosfera, onde a temperatura é inicialmente isotérmica e depois cresce rapidamente com a altitude, como resultado da absorção de ondas muito curtas da radiação solar por átomos de oxigênio e nitrogênio. Embora as temperaturas atinjam valores muito altos, estas temperaturas não são exatamente comparáveis àquelas experimentadas próximo a superfície da Terra. Temperaturas são definidas em termos da velocidade média

das moléculas. Como as moléculas dos gases da termosfera se movem com velocidades muito altas, a temperatura é obviamente alta. Contudo, a densidade é tão pequena que muito poucas destas moléculas velozes colidiriam com um corpo estranho; portanto, só uma quantidade insignificante de energia seria transferida. Portanto, a temperatura de um satélite em órbita seria determinada principalmente pela quantidade de radiação solar que ele absorve e não pela temperatura do ar circundante.

Entre as altitudes de 80 a 900 km (na termosfera) há uma camada com concentração relativamente alta de íons, a ionosfera. Nesta camada a radiação solar de alta energia de ondas curtas (raios X e radiação ultravioleta) tira elétrons de moléculas e átomos de nitrogênio e oxigênio, deixando elétrons livres e íons positivos. A maior densidade de íons ocorre próximo a 300 km. A concentração de íons é pequena abaixo de 80 km porque nestas regiões muito da radiação de ondas curtas necessária para ionização já foi esgotada. Acima de 400 km a concentração é pequena por causa da extremamente pequena densidade do ar, possibilitando a produção de poucos íons.

A estrutura da ionosfera consiste de 3 camadas de densidade variável de íons: as camadas D, E e F, com altitude e densidade de íons crescente. Como a produção de íons requer a radiação solar direta, a concentração de íons diminui do dia para a noite, particularmente nas camadas D e E, onde os elétrons se recombinam com íons positivos durante a noite. A taxa de recombinação depende da densidade do ar, isto é, quanto mais denso o ar maior a probabilidade de colisão e recombinação das partículas. Assim, a camada D desaparece à noite, a camada E se enfraquece consideravelmente, mas a camada F continua presente à noite, embora enfraquecida, pois a densidade nesta camada é muito pequena.

A ionosfera tem pequeno impacto sobre o tempo, mas tem grande influência sobre a transmissão de ondas de rádio na banda AM. Durante o dia as ondas de rádio tendem a ser absorvidas nas duas camadas mais baixas, especialmente na camada D. A camada F reflete as ondas de rádio durante o dia e a noite. Contudo, mesmo que as ondas consigam atravessar as camadas D e E e ser refletidas na camada F, elas serão absorvidas no seu caminho de volta para a Terra. À noite, contudo, a camada absorvedora D desaparece e as ondas podem atingir a camada F mais facilmente e ser refletidas para a superfície da Terra. Isto explica porque à noite os sinais de rádio atingem grandes distâncias sobre a Terra (Fig. 1.4).

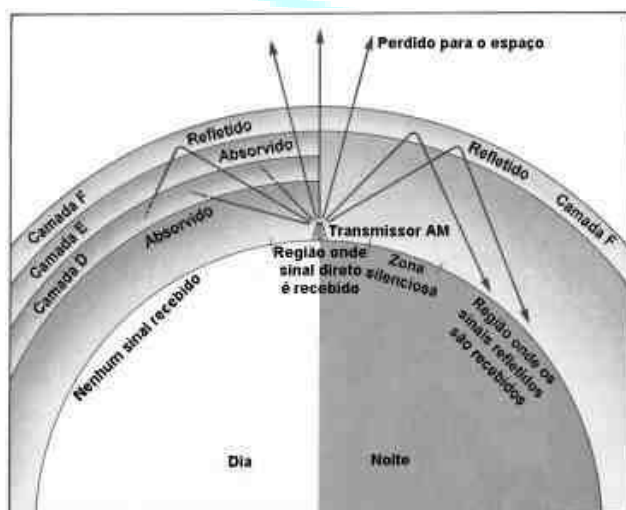


Fig. 1.4 - Influência da Ionosfera sobre a transmissão de ondas de rádio.

Na ionosfera ocorre também o fenômeno da aurora boreal (no Hemisfério Norte) ou austral (no Hemisfério Sul). As auroras estão relacionadas com o vento solar, um fluxo de partículas carregadas, prótons e elétrons, emanadas do sol com alta energia. Quando estas partículas se aproximam da Terra, elas são capturadas pelo campo magnético da Terra. Sob a ação da força exercida pelo campo magnético sobre cargas em movimento, elas descrevem trajetórias espiraladas ao longo das linhas de indução do campo magnético terrestre, movendo-se para frente e para trás entre os pólos magnéticos sul e norte, onde são "refletidas" devido ao aumento do campo magnético. Estes elétrons e prótons aprisionados constituem os chamados "cinturões radioativos de Van Allen". Algumas partículas acompanham o campo magnético da Terra em direção aos pólos geomagnéticos, penetrando na ionosfera, onde colidem com átomos e moléculas de oxigênio e nitrogênio, que são temporariamente energizados. Quando estes átomos e moléculas retornam do seu estado energético excitado, eles emitem energia na forma de luz, o que constitui as auroras. As zonas de maior ocorrência das auroras situam-se em torno de 20-30° ao redor dos pólos geomagnéticos (76°N, 102°W; 68°S, 145°E). A atividade auroral varia com a atividade do sol. Quando o sol está calmo, a zona auroral diminui; quando o sol está ativo (com explosões solares), intensificando o vento solar, a zona auroral se expande em direção ao equador.

Fonte: <http://fisica.ufpr.br>

### (III) O EFEITO ESTUFA: FATO OU FICÇÃO?

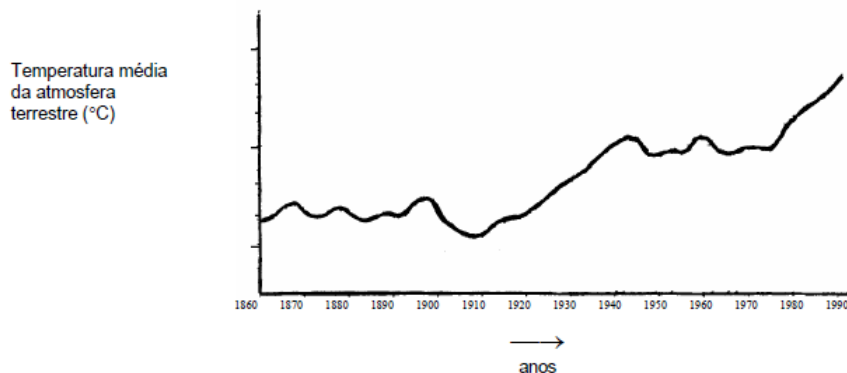
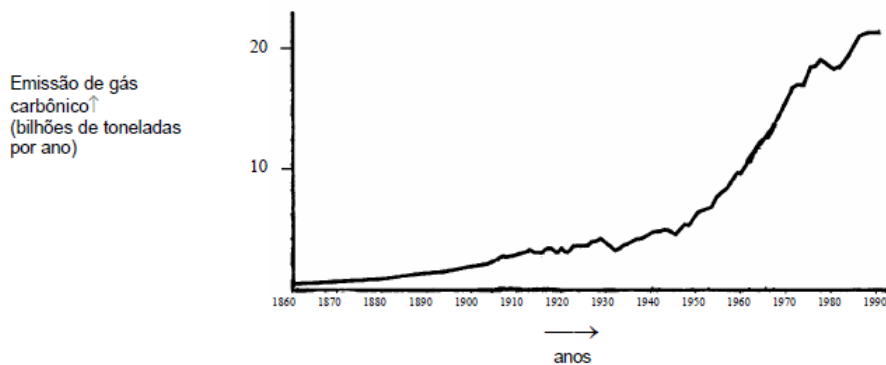
Os seres vivos necessitam de energia para sobreviver. A energia que mantém a vida sobre a Terra vem do Sol, que irradia energia para o espaço por ser muito quente. Uma proporção minúscula dessa energia alcança a Terra.

A atmosfera terrestre funciona como uma camada protetora sobre a superfície de nosso planeta, impedindo as variações de temperatura que existiriam em um mundo sem ar.

A maior parte da energia irradiada pelo Sol passa pela atmosfera terrestre. A Terra absorve parte dessa energia e a outra parte é refletida pela superfície terrestre. Parte dessa energia refletida é absorvida pela atmosfera.

Como resultado disso, a temperatura média acima da superfície da Terra é mais alta do que seria se não existisse atmosfera. A atmosfera terrestre funciona como uma estufa, daí o termo *efeito estufa*.

O efeito estufa teria tornado-se mais evidente durante o Século XX. Os gráficos abaixo indicam a relação entre a emissão de gás carbônico e o aumento da temperatura média da atmosfera terrestre. Em jornais e revistas, o aumento da emissão do gás carbônico é freqüentemente apontado como o principal responsável pela elevação da temperatura no Século XX.

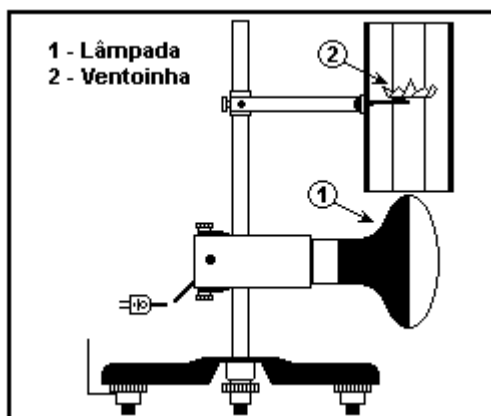


Fonte: Questão do PISA

### Algumas Aplicações...

- 1) Analisando os dois gráficos e texto sobre o efeito estufa, analise as afirmativas abaixo indicando a única correta.
  - a) A pequena parte da energia irradiada pelo sol reflete na atmosfera aumentando assim a temperatura na camada de ozônio e acarretando no aumento da temperatura média do planeta.
  - b) De acordo com os gráficos desde 1860 já percebemos um aumento progressivo e constante da temperatura na atmosfera terrestre e por esse motivo não podemos relacionar a emissão de gás carbônico com esse aumento de temperatura.
  - c) De acordo com os gráficos podemos verificar que ao longo das décadas analisadas, o aumento da emissão de carbono sempre esteve acompanhado do aumento da temperatura da nossa atmosfera.
  - d) De acordo com o texto: **A atmosfera terrestre funciona como uma estufa, daí o termo efeito estufa.** Logo, se nosso planeta não tivesse atmosfera não teríamos este efeito e com isso as temperaturas seriam mais amenas ao longo das várias décadas analisadas.
  - e) O título, **O efeito estufa: Fato ou Ficção?**, juntamente com a análise dos dois gráficos durante as primeiras décadas do século XX nos leva a refletir sobre a real responsabilidade do gás carbônico no aumento da temperatura da nossa atmosfera e no efeito estufa.

- 2) Na figura a seguir tem-se um dispositivo que nos ajuda a entender as formas pelas quais o calor se propaga.

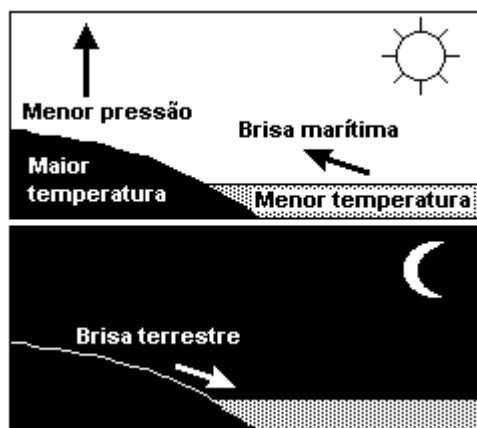


Observa-se que, em um local livre de correntes de ar, ao ligar a lâmpada - transformação de energia elétrica em térmica -, a ventoinha acima da lâmpada começa a girar. Isto se deve, principalmente, devido à (às):

- irradiação térmica próxima à lâmpada aquecida
  - convecção térmica do ar próximo à lâmpada aquecida
  - condução térmica que predomina nos metais
  - força de atração gravitacional entre a ventoinha e a lâmpada
  - forças de ação e de reação
- 3) Analise as afirmativas a seguir e em seguida marque a alternativa correta:
- Um corpo pode permanecer com sua temperatura inalterada, mesmo que esteja ganhando ou perdendo energia térmica.
  - A quantidade de calor que altera a temperatura de um corpo chama-se calor sensível.
  - A energia do Sol não pode chegar até nós através dos processos de condução e convecção térmica.
- Apenas as afirmativas II e III são corretas
  - Apenas as afirmativas I e III são corretas
  - Apenas a afirmativa III está correta
  - Apenas as afirmativas I e II são corretas
  - Todas as afirmativas são corretas
- 4) A história da maioria dos municípios gaúchos coincide com a chegada dos primeiros portugueses, alemães, italianos e de outros povos. No entanto, através dos vestígios materiais encontrados nas pesquisas arqueológicas, sabemos que outros povos, anteriores aos citados, protagonizaram a nossa história.

Diante da relevância do contexto e da vontade de valorizar o nosso povo nativo, "o índio", foi selecionada a área temática CULTURA e as questões foram construídas com base na obra "Os Primeiros Habitantes do Rio Grande do Sul" (Custódio, L. A. B., organizador. Santa Cruz do Sul: EDUNISC; IPHAN, 2004).





À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia.

Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre) pode ser explicado da seguinte maneira:

- O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.
- O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.
- O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.
- O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.
- O ar sobre o solo, mais quente, é deslocado para o mar, equilibrando a baixa temperatura do ar que está sobre o mar.

8) Analise as afirmações referentes à condução térmica

I - Para que um pedaço de carne cozinhe mais rapidamente, pode-se introduzir nele um espeto metálico. Isso se justifica pelo fato de o metal ser um bom condutor de calor.

II - Os agasalhos de lã dificultam a perda de energia (na forma de calor) do corpo humano para o ambiente, devido ao fato de o ar aprisionado entre suas fibras ser um bom isolante térmico.

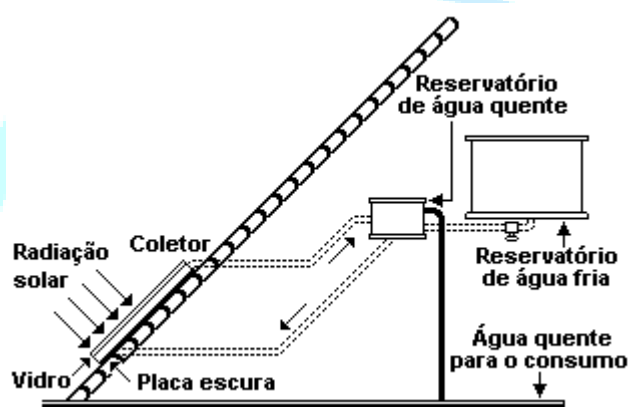
III - Devido à condução térmica, uma barra de metal mantém-se a uma temperatura inferior à de uma barra de madeira colocada no mesmo ambiente.

Podemos afirmar que

- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| a) I, II e III estão corretas.   | b) I, II e III estão erradas. |
| c) Apenas I está correta.        | d) Apenas II está correta.    |
| e) Apenas I e II estão corretas. |                               |

9) Uma garrafa de vidro e uma lata de alumínio, cada uma contendo 330mL de refrigerante, são mantidas em um refrigerador pelo mesmo longo período de tempo. Ao retirá-las do refrigerador com as mãos desprotegidas, tem-se a sensação de que a lata está mais fria que a garrafa. É correto afirmar que:

- a) a lata está realmente mais fria, pois a capacidade calorífica da garrafa é maior que a da lata.
- b) a lata está de fato menos fria que a garrafa, pois o vidro possui condutividade menor que o alumínio.
- c) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, possuem a mesma condutividade térmica, e a sensação deve-se à diferença nos calores específicos.
- d) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do alumínio ser maior que a do vidro.
- e) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do vidro ser maior que a do alumínio.
- 10) O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



Fonte: Adaptado de PALZ, Wolfgang, "Energia solar e fontes alternativas". Hemus, 1981.

São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I                      b) I e II                      c) II                      d) I e III                      e) II e III
- 11) A água de um rio encontra-se a uma velocidade inicial  $V$  constante, quando despenca de uma altura de 80 m, convertendo toda a sua energia mecânica em calor. Este calor é integralmente absorvido pela água, resultando em um aumento de 1 K de sua temperatura. Considerando  $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$ , aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e calor específico da água  $c = 1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ , calcula-se que a velocidade inicial da água  $V$  é de
- a) 10 m/s.                      b) 20 m/s.                      c) 50 m/s.                      d) 70 m/s.                      e) 80 m/s.

12) Numa aula de Física, o Professor Sandro apresenta a seus alunos esta experiência: dois blocos - um de alumínio e outro de ferro -, de mesma massa e, inicialmente, à temperatura ambiente, recebem a mesma quantidade de calor, em determinado processo de aquecimento.

O calor específico do alumínio e o do ferro são, respectivamente,  $0,90 \text{ J}/(\text{g}^\circ\text{C})$  e  $0,46 \text{ J}/(\text{g}^\circ\text{C})$ .

Questionados quanto ao que ocorreria em seguida, dois dos alunos, Alexandre e Lorena, fazem, cada um deles, um comentário:

- Paulo: "Ao final desse processo de aquecimento, os blocos estarão à mesma temperatura."

- Priscilla: "Após esse processo de aquecimento, ao se colocarem os dois blocos em contato, fluirá calor do bloco de ferro para o bloco de alumínio."

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- a) apenas o comentário de Paulo está certo.
- b) apenas o comentário de Priscilla está certo.
- c) ambos os comentários estão certos.
- d) nenhum dos dois comentários está certo.
- e) são necessários mais dados para responder.

13) Uma "bala perdida" disparada com velocidade de  $200,0 \text{ m/s}$  penetrou na parede ficando nela incrustada. Considere que 50% da energia cinética da bala foi transformada em calor, ficando nela retida. A variação de temperatura da bala, em  $^\circ\text{C}$ , imediatamente ao parar, é  
(Considere: Calor específico da bala:  $250 \text{ J} / \text{kg } ^\circ\text{C}$ )

- a) 10
- b) 20
- c) 40
- d) 80
- e) 160

14) No banheiro, de sua casa de Petrópolis, Santos Dumont fez um chuveiro de água quente tendo o álcool por combustível. O calor da chama faz a água entrar em ebulição, subindo para um balde que possui duas alavancas: uma para misturar a água quente com a fria e outra para abrir o fundo de um balde, perfurado como regador de plantas. Assim, ele podia repetir o movimento quantas vezes julgasse necessário, tornando a ducha aquecida, um luxo inédito para a época.

(Adaptado de "<http://novaescola.abril.com.br/index.htm>")



Considere que para um banho quente com o chuveiro descrito, um visitante da casa utiliza 4 kg de água fria a 20 °C e 2 kg de água quente a 80 °C. Sendo o sistema termicamente isolado, a temperatura da mistura das águas, em °C é

Dados:

Calor Específico da água:  $c = 1 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

- a) 20.                      b) 30.                      c) 40.                      d) 50.                      e) 60.

- 15) Qualquer dos seus leitores que tenha a ventura de residir em meio ao romântico cenário do País de Gales ou da Escócia poderia, não tenho dúvida, confirmar meus experimentos medindo a temperatura no topo e na base de uma cascata. Se minhas observações estão corretas, uma queda de 817 pés deve gerar um grau de calor, e a temperatura do rio Niágara deve subir cerca de um quinto de grau por causa de sua queda de 160 pés.

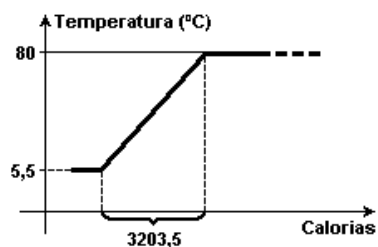
Esse trecho foi publicado em 1845 por James P. Joule na seção de cartas da revista inglesa "Philosophical Magazine" e ilustra os resultados por ele obtidos em suas experiências para a determinação do equivalente mecânico do calor.

Sendo  $c(\text{água}) = 4\,200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$  o calor específico da água, adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $817\text{pés} = 250 \text{ m}$  e  $160\text{pés} = 50 \text{ m}$ , pode-se afirmar que, ao se referir a "um grau de calor" e a "um quinto de grau", Joule está exprimindo valores de temperatura que, em graus Celsius, valem aproximadamente

- a) 5,0 e 1,0.                      b) 1,0 e 0,20.                      c) 0,60 e 0,12.  
d) 0,30 e 0,060.                      e) 0,10 e 0,020.

- 16) Na tabela é possível ler os valores do calor específico de cinco substâncias no estado líquido, e no gráfico é representada a curva de aquecimento de 100 g de uma dessas substâncias.

Substância	Calor específico (cal/g °C)
Água	1,00
Álcool etílico	0,58
Ácido acético	0,49
Acetona	0,52
Benzeno	0,43



A curva de aquecimento representada é a

- a) da água.                      b) do álcool etílico.                      c) do ácido acético.  
d) da acetona.                      e) do benzeno.

- 17) Considere seus conhecimentos sobre mudanças de fase e analise as afirmações I, II e III, referentes à substância água, um recurso natural de alto valor.
- I. Durante a transição de sólido para líquido, a temperatura não muda, embora uma quantidade de calor tenha sido fornecida à água.
- II. O calor latente de condensação da água tem um valor diferente do calor latente de vaporização.
- III. Em determinadas condições, a água pode coexistir na fase sólida, líquida e gasosa.
- Pode-se afirmar que
- a) apenas a afirmação I é correta.  
b) apenas as afirmações I e II são corretas.  
c) apenas as afirmações I e III são corretas.  
d) apenas as afirmações II e III são corretas.  
e) as afirmações I, II e III são corretas.
- 18) Em 1883, um vapor inglês de nome Tramandataí naufragou no rio Tietê encontrando-se, hoje, a 22 metros de profundidade em relação à superfície. O vapor gerado pela queima de lenha na caldeira fazia girar pesadas rodas laterais, feitas de ferro, que, ao empurrarem a água do rio, movimentavam o barco.
- Considere que na caldeira do Tramandataí sejam aquecidos 5000 litros de água inicialmente a  $20^{\circ}\text{C}$ . Para que metade dessa água seja transformada em vapor d'água, são necessários, joules,
- a) 5,4                      b) 6,2                      c) 7,0                      d) 7,5                      e) 8,0
- 19) A Terra é cercada pelo vácuo espacial e, assim, ela só perde energia ao irradiá-la para o espaço. O aquecimento global que se verifica hoje decorre de pequeno desequilíbrio energético, de cerca de 0,3%, entre a energia que a Terra recebe do Sol e a energia irradiada a cada segundo, algo em torno de  $1 \text{ W/m}^2$ . Isso significa que a Terra acumula, anualmente, cerca de  $1,6 \times 10^{22} \text{ J}$ . Considere que a energia necessária para transformar 1 kg de gelo a  $0^{\circ}\text{C}$  em água líquida seja igual a  $3,2 \times 10^5 \text{ J}$ . Se toda a energia acumulada anualmente fosse usada para derreter o gelo nos pólos (a  $0^{\circ}\text{C}$ ), a quantidade de gelo derretida anualmente, em trilhões de toneladas, estaria entre
- a) 20 e 40.                      b) 40 e 60.                      c) 60 e 80.                      d) 80 e 100.                      e) 100 e 120.
- 20) Um bloco de gelo com 725 g de massa é colocado num calorímetro contendo 2,50 kg de água a uma temperatura de  $5,0^{\circ}\text{C}$ , verificando-se um aumento de 64 g na massa desse bloco, uma vez alcançado o equilíbrio térmico. Considere o calor específico da água ( $c = 1,0 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ ) o dobro do calor específico do gelo, e o calor latente de fusão do gelo de  $80 \text{ cal/g}$ . Desconsiderando a capacidade térmica do calorímetro e a troca de calor com o exterior, assinale a temperatura inicial do gelo.
- a)  $-191,4^{\circ}\text{C}$                       b)  $-48,6^{\circ}\text{C}$                       c)  $-34,5^{\circ}\text{C}$                       d)  $-24,3^{\circ}\text{C}$                       e)  $-14,1^{\circ}\text{C}$

De acordo com a Matriz de Referências para o Enem 2009.

Professor: Sandro Fernandes

Tema: Energia, Trabalho e Potência

## Aula V de Física

### (I) Panorama energético atual e perspectivas futuras

A demanda projetada de **energia** no mundo aumentará 1,7% ao ano, de 2000 a 2030, quando alcançará 15,3 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (TEP, ou toe, na sigla internacional, em inglês) por ano, de acordo com o cenário base traçado pelo Instituto Internacional de Economia (Mussa, 2003). Em condições *ceteris paribus*, sem alteração da matriz energética mundial, os combustíveis fósseis responderiam por 90% do aumento projetado na demanda mundial, até 2030.

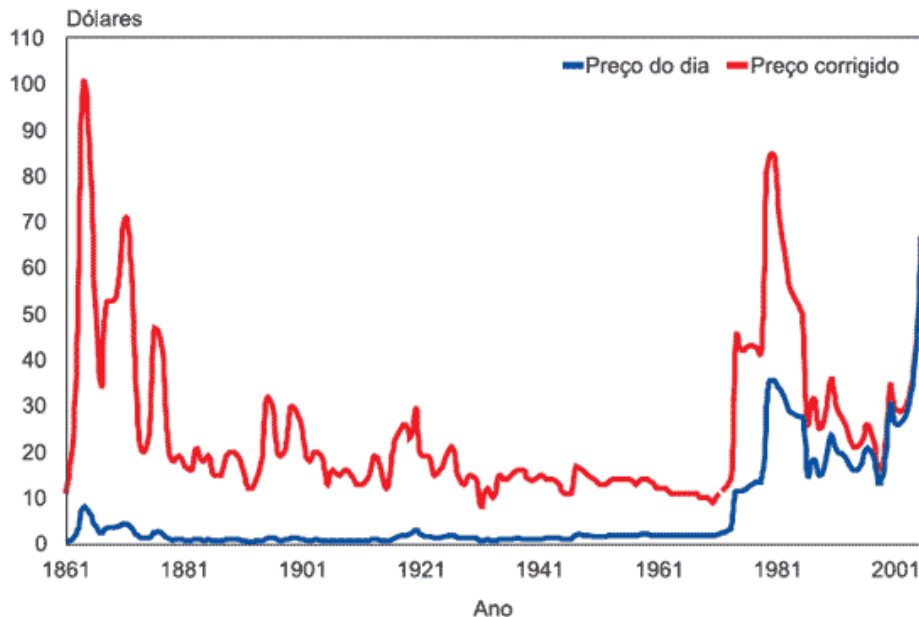
Entretanto, o esgotamento progressivo das reservas mundiais de petróleo é uma realidade cada vez menos contestada. A Bristish Petroleum, em seu estudo “Revisão Estatística de Energia Mundial de 2004”, afirma que atualmente as reservas mundiais de petróleo durariam em torno de 41 anos, as de gás natural, 67 anos, e as reservas brasileiras de petróleo, 18 anos.

A matriz energética mundial tem participação total de 80% de fontes de carbono fóssil, sendo 36% de petróleo, 23% de carvão e 21% de gás natural (**Tabela 1, abaixo**). O Brasil se destaca entre as economias industrializadas pela elevada participação das fontes renováveis em sua matriz energética. Isso se explica por alguns privilégios da natureza, como uma **bacia hidrográfica** contando com vários rios de planalto, fundamental a produção de eletricidade (14%), e o fato de ser o maior país tropical do mundo, um diferencial positivo para a produção de energia de biomassa (23%).

Fonte	Mundo	Brasil
Petróleo	35,3	43,1
Carvão mineral	23,2	6,0
Gás natural	21,1	7,5
Biomassa tradicional	9,5	8,5
Energia Nuclear	6,5	1,8
Energia Hidroelétrica	2,2	14,0
Biomassa moderna	1,7	23,0
Outras energias renováveis	0,5	0,1

A **Figura 1** apresenta a cotação do barril de petróleo, no período 1861 - 2005 (valores de 1/7 de cada ano). Do gráfico é possível inferir, com clareza, que o período de 100 anos de petróleo barato (cotação entre US\$10-20/barril), que vigiu até 1970, está definitivamente superado. Por questões conjunturais, eventualmente o preço spot poderá oscilar abaixo de US\$60,00/barril, porém a tendência de médio prazo é de valores crescentes. É perfeitamente razoável traçar cenários com o piso da cotação em US\$100,00 a partir do início da próxima década.

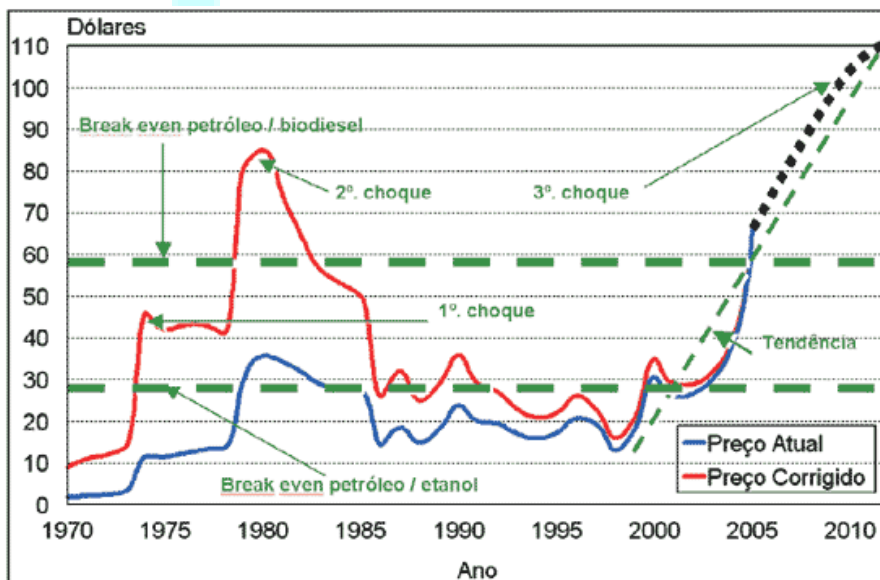
**Figura 1.** Preço internacional do barril de petróleo.



Fonte: Elaboração D. L. Gazzoni

Nesse contexto, passa a ser fundamental a relação de preços entre matérias primas (petróleo, etanol na usina, óleo vegetal). O *break even*, em condições *ceteris paribus*, entre o preço do álcool e da gasolina (tributação exclusiva) oscila entre US\$30 e US\$35,00. Por ser uma tecnologia ainda imatura, a mesma relação é estimada em torno de US\$60,00 para biocombustíveis derivados de óleo vegetal (**Figura 2**).

**Figura 2.** Preço internacional do petróleo e eventos conexos.



Fonte: Elaboração D. L. Gazzoni

Como a maioria dos cenários traçados para o preço internacional do petróleo prevê a continuidade da escalada de preços, consolida-se o programa do etanol combustível e ficam criadas as condições para alavancar o programa de biodiesel.

Entende-se que as condições comerciais estão delineadas, em forma estrutural, para a viabilização da agroenergia enquanto componente de alta densidade do agronegócio. As pressões de cunho social (emprego, renda, fluxos migratórios) e ambiental (mudanças climáticas, poluição) apenas reforçam e consolidam essa postura, além de antecipar cronogramas.

Nesse particular, o mundo está cada vez mais temeroso dos impactos negativos dos combustíveis fósseis sobre o clima. Consolidando de forma reducionista a percepção de autoridades e cientistas, verifica-se que os extremos climáticos (secas, cheias, furacões, etc.) tornaram-se mais freqüentes e mais severos. Assad et al. (2004) apresentaram modelos matemáticos, que projetam alterações profundas na temperatura do planeta e desastrosas conseqüências para o agronegócio.

As alterações do clima acarretam modificações na incidência de pragas agrícolas, com sérias conseqüências econômicas, sociais e ambientais. O cenário fitossanitário atual seria significativamente alterado, expondo a vulnerabilidade da agropecuária a essas mudanças e a necessidade de desenvolver estratégias adaptativas de longo prazo.

Embora não exista um estudo definitivo comparando a geração de emprego e renda e sua distribuição, cotejando as cadeias de energia de carbono fóssil e de bioenergia, a experiência brasileira e o senso comum indicam que é possível gerar 10-20 vezes mais empregos na agricultura de energia, comparativamente à cadeia de petróleo – com a vantagem de que os empregos seriam gerados internamente, auxiliando na solução de um dos mais sérios desafios brasileiros.

A produção agrícola desconcentra renda mais intensamente que a extração de petróleo ou gás, podendo tornar o Brasil um paradigma mundial de como enfrentar três grandes desafios do século XXI, com uma única política pública: através do incentivo à agricultura de energia, é possível enfrentar os desafios da produção de energia sustentável, da proteção ambiental e da geração de emprego e renda, com distribuição mais eqüitativa.

Além da temática ambiental, a questão sanitária também possui interface com a temática da agroenergia. O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e utilização dos resíduos é o grande desafio para as regiões com alta concentração de suínos e aves. De um lado, existe a pressão pelo aumento do número de animais em pequenas áreas de produção, e pelo aumento da produtividade e, do outro, que esse aumento não provoque a destruição do meio ambiente e esteja de acordo com o MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo).

Ressalta-se que a recente crise energética e a alta dos preços do petróleo têm determinado uma procura por alternativas energéticas no meio rural (Lucas Junior, 1994). O processo de digestão anaeróbica (biometanização) consiste de um complexo de cultura mista de microorganismos, capazes de metabolizar materiais orgânicos complexos, tais como carboidratos, lipídios e proteínas para produzir metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e material celular (Lucas Junior, 1994; Santos, 2001).

Projetando o médio prazo, é importante alinhar os principais aspectos positivos e negativos das principais fontes energéticas, para tornar mais transparente a percepção da evolução futura da matriz energética e as reais possibilidades de participação de cada fonte no *market share* da energia (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Análise das principais fontes da matriz energética.

Combustível	Aspectos positivos	Aspectos negativos
<b>Carvão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundante, economicamente acessível, uso seguro</li> <li>• Fácil de transportar e de armazenar</li> <li>• Amplamente distribuído</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta emissão de gases de efeito estufa</li> <li>• Necessita portentosos investimentos para desenvolvimento de tecnologias que reduzam as emissões de gases de efeito estufa (GEE) a níveis aceitáveis</li> <li>• Extração perigosa</li> </ul>
<b>Petróleo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conveniente</li> <li>• Alta densidade energética</li> <li>• Fácil de transportar e de armazenar</li> <li>• Co-evolução da fonte energética com os equipamentos para seu uso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortemente poluidor da atmosfera</li> <li>• Preços voláteis</li> <li>• Concentração geográfica das jazidas</li> <li>• Produto cartelizado e mercado manipulável</li> <li>• Vulnerabilidade de interrupção de oferta e instabilidade geopolítica</li> <li>• Riscos de transporte e armazenamento</li> <li>• Reservas em esgotamento</li> </ul>
<b>Gás</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiente e conveniente</li> <li>• Combustível multiuso</li> <li>• Alta densidade energética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produto emissor de gases de efeito estufa</li> <li>• Transporte e armazenamento caro e arriscado</li> <li>• Requer infra-estrutura cara, própria e inflexível</li> <li>• Volatilidade de preços</li> <li>• Jazidas concentradas geograficamente</li> <li>• Produto cartelizado e mercado manipulável</li> </ul>
<b>Energia Nuclear</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há emissões de gases de efeito estufa</li> <li>• Poucas limitações de recursos</li> <li>• Alta densidade energética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa aceitação da sociedade</li> <li>• Sem solução para eliminação dos resíduos</li> <li>• Operação arriscada e perigosa</li> <li>• Muito intensivo em capital</li> </ul>
<b>Energia Renovável</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixas emissões de gases de efeito estufa</li> <li>• Sustentabilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos altos</li> <li>• Fontes intermitentes</li> <li>• Distribuição desigual</li> <li>• Estágio tecnológico inferior às demais fontes em uso</li> </ul>

<http://www.biodieselbr.com/energia/agro-energia.htm>

## **(II) Instalada Primeira Turbina Eólica Oceânica Flutuante**

Acaba de ser instalada, na costa da Noruega, a primeira turbina eólica oceânica de grande porte. Localizada a 12 km a leste da cidade de Karmoy, a turbina tem um rotor com um diâmetro de 82 metros e será capaz de gerar sozinha 2,3 MegaWatts de energia.

A turbina eólica flutuante, chamada de HyWind, será conectada à rede elétrica do país e deverá servir como um laboratório de testes em escala real para a tecnologia de turbinas eólicas flutuantes. Ela começará a gerar eletricidade em Julho próximo.

### **Sem necessidade de fundações**

Construir fundações para turbinas eólicas torna-se muito caro quando a profundidade oceânica supera os 50 metros, o que poderia limitar a exploração oceânica da energia eólica. Já a HyWind pode flutuar, tendo sido projetada para ser instalada em locais com profundidades entre 120 e 700 metros. O local onde a primeira HyWind foi instalada tem 220 metros de profundidade. O mastro da turbina estende-se por 65 metros acima da linha d'água. Seu flutuador é construído em aço, indo até 100 metros de profundidade. Três cabos de aço ancoram a turbina eólica flutuante ao fundo do mar, para que sua posição se mantenha constante.

Um sistema avançado de controle permite que a turbina anule parcialmente os movimentos induzidos pelas ondas, mantendo-se mais estável, o que aumenta sua capacidade de geração de energia. A HyWind é um projeto conjunto das empresas StatoilHydro e Siemens.

<http://www.inovacaotecnologica.com.br>

## **(III) Motor Bate Recorde Mundial, Superando 1 Milhão de RPM.**

Motores construídos industrialmente já alcançam velocidades de 250.000 rpm, depois de progressos recentes bastante acelerados. Agora, contudo, pesquisadores do Instituto Federal de Tecnologia da Suíça superaram de longe este recorde, construindo um motor que atinge 1.000.000 de rpm.

Para suportar a extrema força centrífuga gerada durante seu funcionamento, o minúsculo motor foi acondicionado no interior de uma carcaça de titânio e usou rolamentos de esferas otimizados para velocidades extremamente altas.

### **Motores de alta rotação**

No futuro, motores elétricos de alta eficiência serão necessários para o processamento de materiais e para equiparem inúmeros mecanismos, como os compressores de automóveis e aviões. Essas aplicações exigirão motores capazes de atingirem altíssimas rotações e fornecer potências adequadas - o novo motor gera uma potência na saída de 100 watts.

A regra básica no projeto de motores elétricos é que, quanto maior a rotação, maiores são as perdas. Mas os pesquisadores suíços resolveram esse problema projetando um estator que apresenta um nível muito baixo de perdas.

As bobinas elétricas foram construídas com fios de cobre ultrafinos e inseridas em um compartimento de ferro especial, cuja composição não foi detalhada pelos pesquisadores, mas que eles afirmam ser de um tipo até hoje não utilizado em motores.

### Módulo eletrônico de controle do motor

Outro elemento-chave para o estabelecimento do novo recorde de velocidade foi a construção do módulo eletrônico de controle do motor, projetado para lidar com altíssimas velocidades. "Nosso objetivo de quebrar a barreira de um milhão de rpm estava clara, mas o avanço somente foi possível graças a esta nova tecnologia," diz o engenheiro Christof Zwysig.

O recorde anterior de velocidade de um motor elétrico pertencia à mesma equipe, com uma versão inicial do mesmo projeto, capaz de atingir 500.000 rpm.

<http://www.inovacaotecnologica.com.br>

### *Algumas Aplicações...*

- 1) Considere uma sala à noite iluminada apenas por uma lâmpada fluorescente. Assinale a alternativa correta.
  - a) A iluminação da sala é proveniente do campo magnético gerado pela corrente elétrica que passa na lâmpada.
  - b) Toda potência da lâmpada é convertida em radiação visível.
  - c) A iluminação da sala é um fenômeno relacionado a ondas eletromagnéticas originadas da lâmpada.
  - d) A energia de radiação que ilumina a sala é exatamente igual à energia elétrica consumida pela lâmpada.
  - e) A iluminação da sala deve-se ao calor dissipado pela lâmpada.
  
- 2) O Brasil utiliza o represamento das águas dos rios para a construção de usinas hidroelétricas na geração de energia elétrica. Porém, isso causa danos ao meio ambiente, como por exemplo:

- imensa quantidade de madeira nobre submersa nas águas;
- alteração do habitat da vida animal;
- assoreamento dos leitos dos rios afluentes.

Numa usina hidroelétrica existe uma transformação seqüencial de energia.

Esta seqüência está indicada na alternativa

- a) cinética - potencial - elétrica;
- b) química - cinética - elétrica;
- c) cinética - elástica - elétrica;
- d) potencial - cinética - elétrica;
- e) potencial - química - elétrica.

- 3) Neste momento milhares de pessoas estão passando fome no Brasil e no mundo. A fome é consequência da pobreza e também sua causadora. Para romper esse círculo vicioso, é fundamental unir toda a sociedade. Só dessa forma será possível garantir a condição básica de direito à vida: viver sem fome.

(ONU - "8 Objetivos do Milênio - 8 Jeitos de mudar o Mundo")

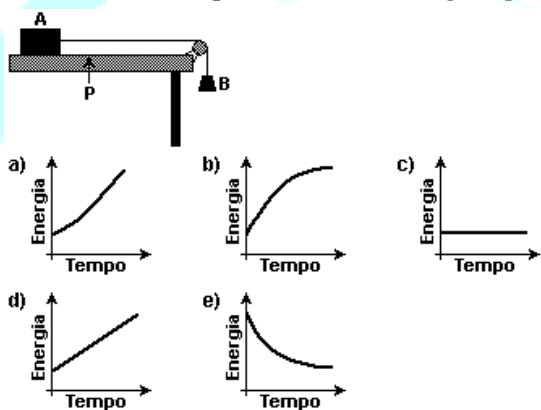
A alimentação diária de um jovem deve conter 2400 quilocalorias (kcal) de nutrientes energéticos para que os seus órgãos possam desenvolver suas funções.

A unidade caloria (cal) é utilizada no campo da Física relacionada com o conceito de trabalho e energia. Outra unidade relacionada com a noção de trabalho e energia é conhecida por

- a) ampere                      b) joule.                      c) newton.                      d) volt.                      e) watt.

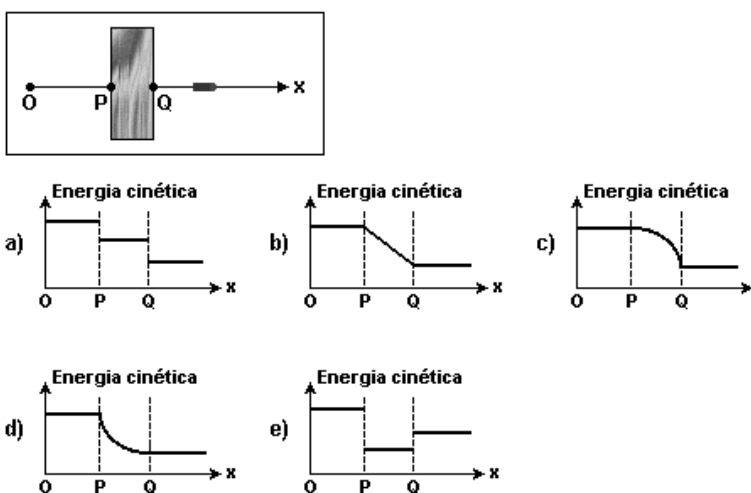
- 4) O bloco A da figura desliza sobre uma superfície horizontal sem atrito puxado pelo bloco B. O fio e a polia são ideais.

O gráfico que representa qualitativamente a energia cinética do sistema em função do tempo a partir do instante em que o bloco A atinge o ponto P é



- 5) A figura representa um projétil logo após ter atravessado uma prancha de madeira, na direção x perpendicular à prancha.

Supondo que a prancha exerça uma força constante de resistência ao movimento do projétil, o gráfico que melhor representa a energia cinética do projétil, em função de x, é

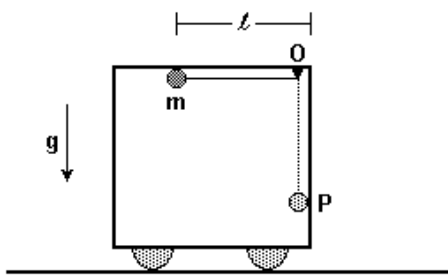


- 6) O setor de transporte, que concentra uma grande parcela da demanda de energia no país, continuamente busca alternativas de combustíveis.

Investigando alternativas ao óleo diesel, alguns especialistas apontam para o uso do óleo de girassol, menos poluente e de fonte renovável, ainda em fase experimental. Foi constatado que um trator pode rodar, NAS MESMAS CONDIÇÕES, mais tempo com um litro de óleo de girassol, que com um litro de óleo diesel.

Essa constatação significaria, portanto, que usando óleo de girassol,

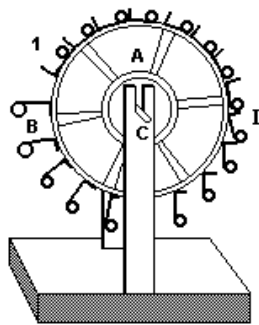
- o consumo por km seria maior do que com óleo diesel.
  - as velocidades atingidas seriam maiores do que com óleo diesel.
  - o combustível do tanque acabaria em menos tempo do que com óleo diesel.
  - a potência desenvolvida, pelo motor, em uma hora, seria menor do que com óleo diesel.
  - a energia liberada por um litro desse combustível seria maior do que por um de óleo diesel.
- 7) O carrinho da figura a seguir repousa sobre uma superfície horizontal lisa e no seu interior há um pêndulo simples, situado inicialmente em posição horizontal. O pêndulo é liberado e sua massa  $m$  se move até colidir com a parede do carrinho no ponto P, onde fica colada. A respeito desse fato, considere as seguintes afirmações.



- A lei de conservação da quantidade de movimento assegura que, cessada a colisão, o carrinho estará se movendo para a direita com velocidade constante.
- A ausência de forças externas horizontais atuando sobre o sistema (carrinho+pêndulo) assegura que, cessada a colisão, o carrinho estará em repouso à esquerda de sua posição inicial.
- A energia mecânica ( $mgl$ ) é quase totalmente transformada em energia térmica.

Assinale a alternativa correta.

- Apenas I é verdadeira.
  - Apenas II é verdadeira.
  - Apenas III é verdadeira.
  - Apenas I e III são verdadeiras.
  - Apenas II e III são verdadeiras.
- 8) Durante muito tempo, a partir da Idade Média, foram projetadas máquinas, como a da figura a seguir, que seriam capazes de trabalhar perpetuamente.



(FRISCH, Otto R. "A natureza da matéria". Lisboa: Verbo, 1972.)

O fracasso desses projetos levou à compreensão de que o trabalho não poderia ser criado do nada e contribuiu para a elaboração do conceito físico de:

- a) força
- b) energia
- c) velocidade
- d) momento angular
- e) momento linear

9) Um pára-quedista está caindo com velocidade constante. Durante essa queda, considerando-se o pára-quedista em relação ao nível do solo, é correto afirmar que

- a) sua energia potencial gravitacional se mantém constante.
- b) sua energia potencial gravitacional está aumentando.
- c) sua energia cinética se mantém constante.
- d) sua energia cinética está diminuindo.
- e) a soma da energia cinética e da energia potencial gravitacional é constante.

10) Analise as seguintes situações:

- 1. Um corpo cai em queda livre.
- 2. Um corpo desce, com velocidade constante, ao longo de um plano inclinado.
- 3. Um corpo move-se ao longo de um plano horizontal, até parar.
- 4. Um corpo é mantido em repouso sobre um plano horizontal.
- 5. Um corpo é empurrado ao longo de um plano horizontal sem atrito, aumentando a sua velocidade.

Das situações acima, as únicas nas quais a energia mecânica total do corpo diminui, são:

- a) 1 e 5
- b) 1 e 4
- c) 2 e 4
- d) 2 e 3
- e) 2 e 5

11) Energia é um dos conceitos mais importantes de toda a Física e, basicamente, significa a capacidade de realização de alguma forma de trabalho. O conceito de energia está presente em vários ramos da Física, como na Mecânica, na Termodinâmica e no Eletromagnetismo. As afirmações a seguir dizem respeito a diversas aplicações do conceito de energia na Física.

Assinale a alternativa que contém uma informação INCORRETA:

- a) Se duplicarmos a velocidade de um corpo material, sua energia cinética também dobrará.
- b) Numa transformação termodinâmica cíclica, a variação da energia interna é nula.
- c) Quando uma mola é comprimida, o trabalho realizado para tal é convertido em energia potencial elástica da mola.

- d) Se fizermos a carga de um capacitor cair à metade de seu valor, a energia elétrica armazenada no capacitor diminuirá à quarta parte.
- e) Quando um objeto cai de uma determinada altura, sua energia potencial gravitacional é convertida gradualmente em energia cinética.

12) Vários processos físicos envolvem transformações entre formas diferentes de energia. Associe a coluna superior com a coluna inferior, e assinale a alternativa que indica corretamente as associações entre as colunas:

Dispositivo mecânico ou gerador:

1. Pilha de rádio
2. Gerador de usina hidrelétrica
3. Chuveiro elétrico
4. Alto-falante
5. Máquina a vapor

Transformação de tipo de energia:

- a. Elétrica em Mecânica
- b. Elétrica em Térmica
- c. Térmica em Mecânica
- d. Química em Elétrica
- e. Mecânica em Elétrica

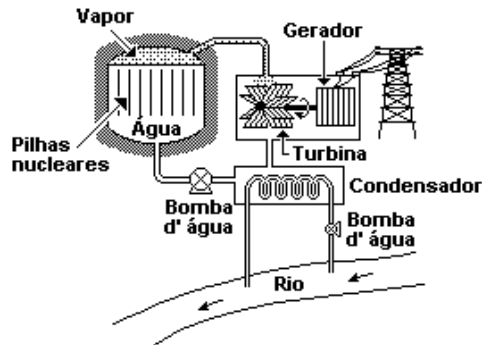
- a) 1-d, 2-e, 3-b, 4-a, 5-c
- c) 1-b, 2-e, 3-d, 4-a, 5-c
- e) 1-b, 2-a, 3-d, 4-e, 5-c

- b) 1-d, 2-a, 3-b, 4-e, 5-c
- d) 1-d, 2-b, 3-c, 4-a, 5-e

13) Uma partícula está submetida a uma força com as seguintes características: seu módulo é proporcional ao módulo da velocidade da partícula e atua numa direção perpendicular àquela do vetor velocidade. Nestas condições, a energia cinética da partícula deve

- a) crescer linearmente com o tempo.
- b) crescer quadraticamente com o tempo.
- c) diminuir linearmente com o tempo.
- d) diminuir quadraticamente com o tempo.
- e) permanecer inalterada.

14) A energia térmica liberada em processos de fissão nuclear pode ser utilizada na geração de vapor para produzir energia mecânica que, por sua vez, será convertida em energia elétrica. Abaixo está representado um esquema básico de uma usina de energia nuclear.



A partir do esquema são feitas as seguintes afirmações:

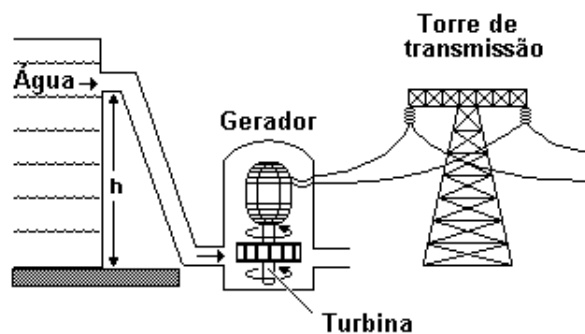
- I. a energia liberada na reação é usada para ferver a água que, como vapor a alta pressão, aciona a turbina.
- II. a turbina, que adquire uma energia cinética de rotação, é acoplada mecanicamente ao gerador para produção de energia elétrica.
- III. a água depois de passar pela turbina é pré-aquecida no condensador e bombeada de volta ao reator.

Dentre as afirmações acima, somente está(ão) correta(s):

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

15) No processo de obtenção de eletricidade, ocorrem várias transformações de energia. Considere duas delas:

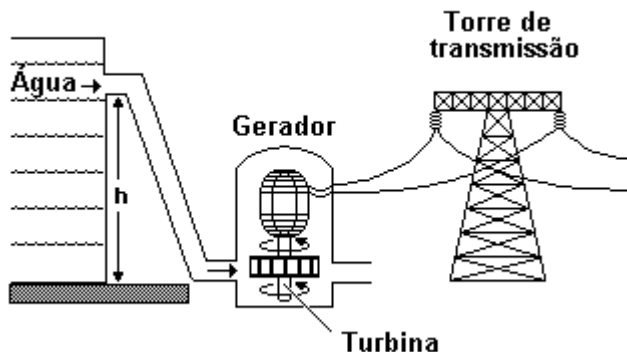
- I. cinética em elétrica
- II. potencial gravitacional em cinética



Analisando o esquema a seguir, é possível identificar que elas se encontram, respectivamente, entre:

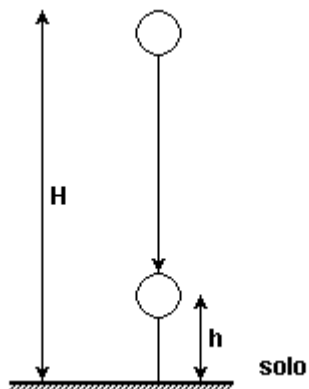
- a) I - a água no nível h e a turbina, II - o gerador e a torre de distribuição.
- b) I - a água no nível h e a turbina, II - a turbina e o gerador.
- c) I - a turbina e o gerador, II - a turbina e o gerador.
- d) I - a turbina e o gerador, II - a água no nível h e a turbina.
- e) I - o gerador e a torre de distribuição, II - a água no nível h e a turbina.

16) Na figura a seguir está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.



Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:

- a) hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.
  - b) hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água.
  - c) termoeétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.
  - d) eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.
  - e) nuclear, porque a energia é obtida do núcleo das moléculas de água.
- 17) Jean deixa cair uma bola de tênis de uma altura  $H$  medida a partir do solo, considerado como o nível zero de energia potencial gravitacional. Ao passar pelo ponto de altura  $h = H/4$  sua energia cinética vale 12 J.

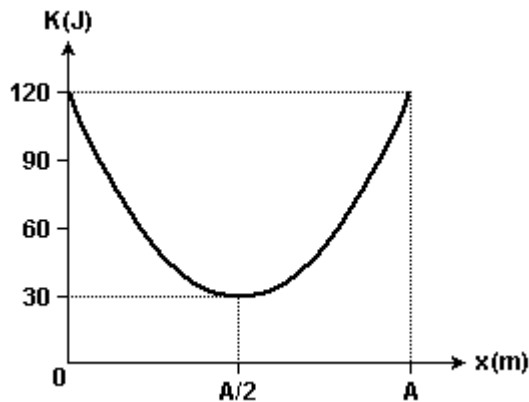


Desprezando-se a resistência do ar, a energia potencial da bola, em joules, no ponto de altura  $H$ , vale

- a) 3,0.
  - b) 12.
  - c) 16.
  - d) 48.
  - e) 56.
- 18) Um menino desce a rampa de acesso a um terraço dirigindo um carrinho de lomba (carrinho de rolemã). A massa do sistema menino-carrinho é igual a 80 kg. Utilizando o freio, o menino mantém, enquanto desce, a energia cinética do sistema constante e igual a 160 J. O desnível entre o início e o fim da rampa é de 8 m. Qual é o trabalho que as forças de atrito exercidas sobre o sistema realizam durante a descida da rampa?  
(Considere a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ ).

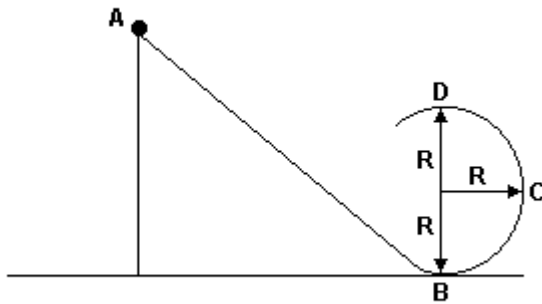
- a) -6.560 J.
- b) -6.400 J.
- c) -5.840 J.
- d) -800 J.
- e) -640 J.

19) Uma bola de massa  $m = 500 \text{ g}$  é lançada do solo, com velocidade  $v_0$  e ângulo de lançamento  $\theta_0$ , menor que  $90^\circ$ . Despreze qualquer movimento de rotação da bola e a influência do ar. O valor da aceleração da gravidade, no local, é  $g=10 \text{ m/s}^2$ . O gráfico adiante mostra a energia cinética  $K$  da bola como função do seu deslocamento horizontal,  $x$ . Analisando o gráfico, podemos concluir que a altura máxima atingida pela bola é:



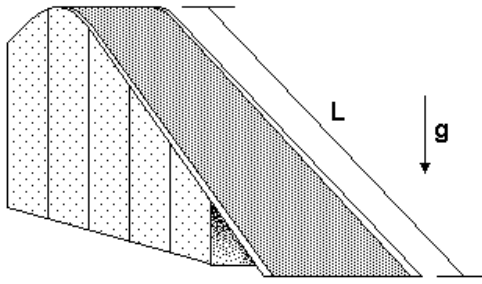
- a) 60 m      b) 48 m      c) 30 m      d) 18 m      e) 15 m

20) Uma partícula de massa  $m$  é abandonada do repouso em A e desliza, sem atrito, ao longo de um trilho, conforme a figura. O raio da parte circular,  $R$ , é equivalente a  $1/3$  da altura do ponto A. As expressões que determinam a energia cinética nos pontos B, C e D são, respectivamente,



- a)  $3 \text{ mgR}$ ;  $2 \text{ mgR}$ ;  $\text{mgR}$   
 b)  $2 \text{ mgR}$ ;  $\text{mgR}$ ;  $0$   
 c)  $3 \text{ mgR}$ ;  $\text{mgR}$ ;  $2 \text{ mgR}$   
 d)  $\text{mgR}$ ;  $2 \text{ mgR}$ ;  $3 \text{ mgR}$   
 e)  $0$ ;  $2 \text{ mgR}$ ;  $3 \text{ mgR}$

21) Um jovem escorrega por um tobogã aquático, com uma rampa retilínea, de comprimento  $L$ , como na figura, podendo o atrito ser desprezado. Partindo do alto, sem impulso, ele chega ao final da rampa com uma velocidade de cerca de  $6 \text{ m/s}$ .



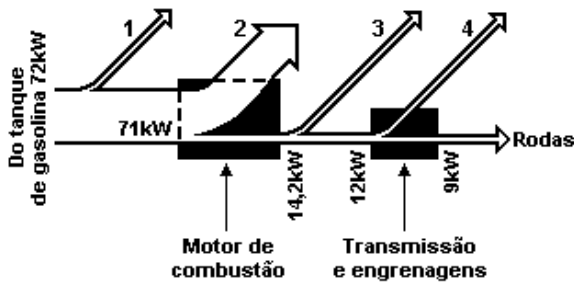
Para que essa velocidade passe a ser de 12 m/s, mantendo-se a inclinação da rampa, será necessário que o comprimento dessa rampa passe a ser aproximadamente de

- a)  $L/2$                       b)  $L$                       c)  $1,4 L$                       d)  $2 L$                       e)  $4 L$

22) Um bloco com massa de 0,20kg, inicialmente em repouso, é derrubado de uma altura de  $h=1,20\text{m}$  sobre uma mola cuja constante de força é  $k=19,6\text{N/m}$ . Desprezando a massa da mola, a distância máxima que a mola será comprimida é

- a) 0,24                      b) 0,32                      c) 0,48                      d) 0,54                      e) 0,60

23) O esquema abaixo mostra, em termos de potência (energia/tempo), aproximadamente, o fluxo de energia, a partir de certa quantidade de combustível vinda do tanque de gasolina, em um carro viajando com velocidade constante.



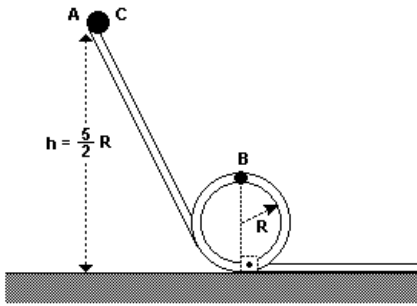
1. Evaporação 1kW
2. Energia dos hidrocarbonetos não queimados, energia térmica dos gases de escape e transferida ao ar ambiente 56,8kW
3. Luzes, ventilador, gerador, direção, bomba hidráulica, etc. 2,2kW
4. Energia térmica 3kW

O esquema mostra que, na queima da gasolina, no motor de combustão, uma parte considerável de sua energia é dissipada. Essa perda é da ordem de:

- a) 80%                      b) 70%                      c) 50%                      d) 30%                      e) 20%

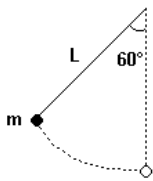
24) O corpo C, de massa  $m$ , é abandonado do repouso no ponto A do trilho liso abaixo e, após realizar o "looping" de raio  $R$ , atinge o trecho horizontal. Desprezando qualquer resistência ao deslocamento e

sabendo que a aceleração gravitacional local é  $g$ , o módulo da quantidade de movimento desse corpo, ao passar pelo ponto B do trilho, é:



- a)  $m \cdot (R \cdot g)^{1/2}$                       b)  $m \cdot R^{1/2} g$                       c)  $m \cdot g^{1/2} R$   
 d)  $5 m \cdot R \cdot g / 2$                       e)  $2 m \cdot R \cdot g / 5$

25) A massa  $m$  de um pêndulo simples, cujo fio tem comprimento  $L=0,90m$ , é abandonada a partir do repouso quando o fio forma ângulo de  $60^\circ$  com a vertical, como mostra a figura.

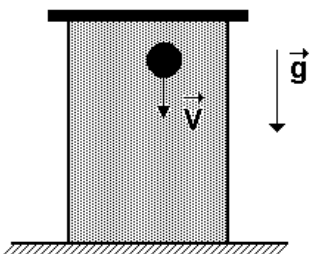


$g = 10m/s^2$

Desprezando a resistência do ar, a velocidade de  $m$ , quando o fio fica na posição vertical, é, em m/s,

- a) 1,0                      b) 2,0                      c) 3,0                      d) 4,0                      e) 5,0

26) Um objeto de massa  $8,0kg$  e volume  $1,0$  litro está imerso em um líquido de densidade igual à da água, contido num grande recipiente, como mostra a figura. O objeto se move para baixo com velocidade constante  $v=0,20m/s$ , devido à ação conjunta da gravidade, do empuxo e da resistência viscosa do líquido ao movimento. Podemos afirmar que a quantidade de energia transformada em calor, a cada segundo, no sistema "objeto-líquido" é de:



- a) 0,0 J                      b) 0,14 J                      c) 0,16 J                      d) 14 J                      e) 16 J

27) Uma pedra é lançada verticalmente para cima com uma energia cinética de  $25J$ , a partir de um ponto A, subindo até um ponto B e retornando ao ponto do lançamento. Em B, a energia potencial da pedra, com relação ao ponto A, é de  $15J$ . Entre as afirmativas a seguir, aponte a que está ERRADA, segundo os dados apresentados.

- a) A energia mecânica total da pedra, no ponto A, é de 25J.
- b) No trajeto de ida e volta da pedra, o trabalho total realizado pela força de resistência do ar é nulo.
- c) Durante a subida da pedra, o trabalho realizado pela força de resistência do ar é de -10J.
- d) Durante a descida da pedra, o trabalho realizado pela força de resistência do ar é de -10J.
- e) A energia cinética da pedra, ao retornar ao ponto de lançamento, é de 5J.

28) Uma esteira rolante transporta 15 caixas de bebida por minuto, de um depósito no sub-solo até o andar térreo. A esteira tem comprimento de 12m, inclinação de  $30^\circ$  com a horizontal e move-se com velocidade constante. As caixas a serem transportadas já são colocadas com a velocidade da esteira. Se cada caixa pesa 200N, o motor que aciona esse mecanismo deve fornecer a potência de:

- a) 20 W
- b) 40 W
- c) 300 W
- d) 600 W
- e) 1800 W

29) Leia com atenção e analise as afirmativas a seguir:

- I. O trabalho total realizado sobre um corpo que se desloca entre dois pontos é igual à variação da energia cinética do corpo entre esses mesmos dois pontos.
- II. Quando sobre um corpo em movimento atuam somente forças conservativas, sua energia mecânica apresenta o mesmo valor em todos os pontos da trajetória.
- III. Se a resultante das forças externas que atuam sobre um sistema de partículas for nula, a quantidade de movimento total do sistema se conserva.
- IV. O trabalho realizado por uma força conservativa sobre um corpo, que se desloca entre dois pontos, depende da trajetória seguida pelo corpo.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) somente estão corretas as afirmativas I, II e III;
- b) somente está correta a afirmativa IV;
- c) somente estão corretas as afirmativas I, III e IV;
- d) somente estão corretas as afirmativas I, II e IV;
- e) todas as afirmativas estão corretas.

30) A casa de Dona Maria fica no alto de uma ladeira. O desnível entre sua casa e a rua que passa no pé da ladeira é de 20 metros. Dona Maria tem 60kg e sobe a rua com velocidade constante. Quando ela sobe a ladeira trazendo sacolas de compras, sua velocidade é menor. E seu coração, quando ela chega à casa, está batendo mais rápido. Por esse motivo, quando as sacolas de compras estão pesadas, Dona Maria sobe a ladeira em ziguezague.

O fato de Dona Maria subir a ladeira em ziguezague e com velocidade menor está diretamente associado à redução de:

- a) potência.
- b) aceleração.
- c) deslocamento.
- d) energia.
- e) trabalho.

De acordo com a Matriz de Referências para o Enem 2009.

Professor: Sandro Fernandes

Tema: Fenômenos Elétricos e Magnéticos

## Aula VI de Física

### (I) O ELETROMAGNETISMO

Parte da física que estuda as propriedades elétricas e magnéticas da matéria, em particular as relações estabelecidas entre elas. Conta uma lenda grega que o pastor Magnes se surpreendeu ao ver como a bola de ferro de seu bastão era atraída por uma pedra misteriosa, o âmbar (em grego, elektron). A história demonstra como é antigo o interesse pelos fenômenos eletromagnéticos.

Denomina-se eletromagnetismo a disciplina científica que estuda as propriedades elétricas e magnéticas da matéria e, em especial, as relações que se estabelecem entre elas. A existência de forças naturais de origem elétrica e magnética fora observada em contextos históricos independentes, mas só na primeira metade do século XIX um grupo de pesquisadores conseguiu unificar os dois campos de estudo e assentar os alicerces de uma nova concepção da estrutura física dos corpos.

No final do século XVIII Charles-Augustin de Coulomb e Henry Cavendish haviam determinado as leis empíricas que regiam o comportamento das substâncias eletricamente carregadas e o dos ímãs. Embora a similaridade entre as características dos dois fenômenos indicasse uma possível relação entre eles, só em 1820 se obteve prova experimental dessa relação, quando o dinamarquês Hans Christian Oersted, ao aproximar uma bússola de um fio de arame que unia os dois pólos de uma pilha elétrica, descobriu que a agulha imantada da bússola deixava de apontar para o norte, orientando-se para uma direção perpendicular ao arame.

Pouco depois, André-Marie Ampère demonstrou que duas correntes elétricas exerciam mútua influência quando circulavam através de fios próximos um do outro. Apesar disso, até a publicação, ao longo do século XIX, dos trabalhos do inglês Michael Faraday e do escocês James Clerk Maxwell, o eletromagnetismo não foi - nem começou a ser - considerado um autêntico ramo da física.

Os fenômenos eletromagnéticos são produzidos por cargas elétricas em movimento. A carga elétrica, assim como a massa, é uma qualidade intrínseca da matéria e apresenta a particularidade de existir em duas variedades, convencionalmente denominadas positiva e negativas. A unidade elementar da carga é o elétron, partícula atômica de sinal negativo, embora sua magnitude não resulte em entidade suficiente para cálculos macroscópicos normais. Como unidade usual de carga usa-se então o coulomb; o valor da carga de um elétron equivale a  $1,60 \times 10^{-19}$  coulombs.

Duas cargas elétricas de mesmo sinal se repelem, e quando de sinais contrários se atraem. A força destas interações é diretamente proporcional a sua quantidade de carga e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. Para explicar a existência dessas forças adotou-se a noção de campo elétrico criado em torno de uma carga, de modo que a força elétrica que vai atuar sobre outra carga distanciada da primeira corresponde ao produto da quantidade de carga desta primeira por uma grandeza chamada intensidade de campo elétrico. A energia que este campo transmite à unidade de carga chama-se potencial elétrico e geralmente se mede em volts.

Uma das variáveis magnéticas fundamentais é a indução magnética, intimamente relacionada com a intensidade do campo magnético. A indução representa a força magnética exercida sobre um corpo por unidade de carga elétrica e de velocidade. A unidade de indução magnética é o tesla, que equivale a um weber por metro quadrado; o weber é uma medida de fluxo magnético (grandeza que reflete a densidade dos campos magnéticos). Tanto a intensidade de campo elétrico e magnético quanto a indução magnética apresentam um caráter vetorial e, por conseguinte, para descrevê-las adequadamente devem-se definir, para cada uma, sua magnitude, direção e sentido.

Por correlacionar a eletricidade e o magnetismo, adquiriu função especial no campo da física a noção de corrente elétrica, entendida como a circulação de cargas livres ao longo de um material condutor. Sua magnitude é determinada pela intensidade da corrente, que é a quantidade de cargas elétricas livres que circulam pelo condutor em um tempo determinado. Chama-se ampère a unidade de intensidade de corrente resultante da passagem em um condutor de um coulomb de carga durante um segundo. Essa unidade tornou-se a mais importante do ponto de vista eletromagnético, levando o sistema internacional de unidades a ter a notação MKSA: metro, quilograma, segundo, ampère.

No decorrer do século XIX, as experiências de Ørsted e Ampère demonstraram a influência que as correntes elétricas exercem sobre os materiais imantados, enquanto Faraday e Joseph Henry determinaram a natureza das correntes elétricas induzidas por campos magnéticos variáveis no espaço. Os resultados de suas pesquisas, fundamento da indução eletromagnética, constituem a base do eletromagnetismo. Outros postulados enunciam a existência de dois pólos elétricos, positivo e negativo, independentes e separados, e de dois pólos magnéticos inseparáveis de nomes diferentes (norte e sul).

Ampère, estimulado pelas descobertas de Ørsted, aprofundou-se na pesquisa das forças magnéticas provocadas nas proximidades de uma corrente elétrica e demonstrou que esses impulsos se incrementam na razão direta da corrente e na razão inversa da distância ao fio pelo qual ela circula. Comprovou, além disso, que as forças induzidas estão em grande medida condicionadas pela orientação do fio condutor.

Ao aproximar-se um ímã de uma pilha elétrica observa-se uma variação em sua força eletromotriz, que é a medida da energia fornecida a partir de cada unidade de carga elétrica nela contida. Essa alteração é interrompida quando se imobiliza o ímã, e adquire sinal contrário quando este é afastado. Deduz-se daí que os campos magnéticos produzem correntes elétricas em um circuito e que o sentido de seu fluxo tende a compensar a perturbação exterior, com a indução simultânea de um campo magnético oposto ao inicial.

Analogamente, uma corrente elétrica que circula em um condutor gera um campo magnético associado que, como efeito derivado, induz no condutor uma corrente de sentido contrário ao da inicial. Esse fenômeno é conhecido como auto-indução, e a relação entre o campo magnético e a intensidade da corrente induzida por ele é fornecida por um coeficiente denominado indutância, que depende das características físicas e geométricas do material condutor. A unidade de medida de indução é o henry, definido como a grandeza gerada entre dois circuitos dispostos de forma tal que quando num deles a intensidade varia em um ampère por segundo seja induzida no outro uma força eletromotriz de um volt.

Desde o advento das idéias inovadoras de Isaac Newton, estabeleceu-se uma interpretação causal do universo segundo a qual todo efeito observado obedeceria a forças exercidas por objetos situados a certa distância. Nesse contexto histórico nasceu a teoria eletromagnética, segundo a qual as atrações e repulsões elétricas e magnéticas resultavam da ação de corpos distantes. Era preciso, pois, encontrar a verdadeira causa final dessas forças, buscando-se uma analogia com a massa gravitacional de Newton e,

simultaneamente, explicar de forma rigorosa os mecanismos de interação eletromagnética entre os corpos. Coube a Ampère, a partir de seus trabalhos sobre correntes elétricas, expor a teoria da existência de partículas elétricas elementares que, ao se deslocar no interior das substâncias, causariam também os efeitos magnéticos. No entanto, em suas experiências, ele não conseguiu encontrar essas partículas.

Por outro lado, Faraday introduziu a noção de campo, que teve logo grande aceitação e constituiu um marco no desenvolvimento da física moderna. Concebeu o espaço como cheio de linhas de força -- correntes invisíveis de energia que governavam o movimento dos corpos e eram criadas pela própria presença dos objetos. Assim, uma carga elétrica móvel produz perturbações eletromagnéticas a seu redor, de modo que qualquer outra carga próxima detecta sua presença por meio das linhas do campo. Esse conceito foi desenvolvido matematicamente pelo britânico James Clerk Maxwell, e a força de seus argumentos acabou com a da idéia de forças que agiam sob controle remoto, vigente em sua época.

Os múltiplos trabalhos teóricos sobre o eletromagnetismo culminaram em 1897, quando Sir Joseph John Thomson descobriu o elétron, cuja existência foi deduzida do desvio dos raios catódicos na presença de um campo elétrico. A natureza do eletromagnetismo foi confirmada ao se determinar a origem das forças magnéticas no movimento orbital dos elétrons ao redor dos núcleos dos átomos.

O conceito de onda eletromagnética, apresentado por Maxwell em 1864 e confirmado experimentalmente por Heinrich Hertz em 1886, é utilizado para demonstrar a natureza eletromagnética da luz.

Quando uma carga elétrica se desloca no espaço, a ela se associam um campo elétrico e outro magnético, interdependentes e com linhas de força perpendiculares entre si. O resultado desse conjunto é uma onda eletromagnética que emerge da partícula e, em condições ideais - isto é, sem a intervenção de qualquer fator de perturbação - se move a uma velocidade de 299.793km/s, em forma de radiação luminosa. A energia transportada pela onda é proporcional à intensidade dos campos elétrico e magnético da partícula emissora e fixa as diferentes frequências do espectro eletromagnético.

A teoria eletromagnética é muito usada na construção de geradores de energia elétrica, dentre estes se destacam os alternadores ou geradores de corrente alternada, que propiciam maior rendimento que os de corrente contínua por não sofrerem perdas mediante atrito. A base do alternador é o eletroímã, núcleo em geral de ferro doce e em torno do qual se enrola um fio condutor revestido de cobertura isolante. O dispositivo gira a grande velocidade, de modo que os pólos magnéticos mudam de sentido e induzem correntes elétricas que se invertem a cada instante. Com isso, as cargas circulam várias vezes pela mesma seção do condutor. Os eletroímãs também são utilizados na fabricação de elevadores e instrumentos cirúrgicos e terapêuticos. Seu uso abrange diversos campos industriais, uma vez que os campos que geram podem mudar de direção e de intensidade

<http://www.sbf1.sbfsica.org.br/eventos/ebm>

## (II) CAPACITORES

Um Capacitor ou Condensador é constituído por duas placas metálicas condutoras (as armaduras), dispostas uma paralela à outra e separadas por um material isolante (o dielétrico). Utiliza-se como dielétrico o papel, a cerâmica, a mica, os materiais plásticos, vidro, parafina ou mesmo o ar. O Capacitor é dispositivo muito usado em circuitos elétricos. Este aparelho é destinado a armazenar cargas elétricas e é constituído por dois condutores separados por um isolante: os condutores são chamados armaduras (ou placas) do capacitor e o isolante é o dielétrico do capacitor.

A quantidade de carga armazenada na placa de um capacitor é diretamente proporcional à diferença de potencial entre as placas. O quociente entre carga ( $Q$ ) e diferença de potencial ( $U$ ) é então uma constante para um determinado capacitor e recebe o nome de *capacitância* ( $C$ ).

$$C = \frac{Q}{U}$$

$C$  = Capacitância medida em Farad (F)

$Q$  = Carga elétrica medida em Coulomb (C)

$U$  = Tensão elétrica medida em Volt (U)

Os capacitores são empregados nos mais variados circuitos elétricos e desempenham sempre um papel muito importante, que é o de armazenar cargas elétricas para depois descarregá-las em um determinado momento específico. Eles são utilizados, por exemplo, em circuitos retificadores, **circuitos ressonantes** e em divisores de frequências. Em um rádio, a antena capta as ondas que são emitidas pelas estações transmissoras e cada estação possui uma frequência determinada. Na antena há um receptor que sintoniza inúmeras estações graças ao circuito ressonante. Esse circuito transforma corrente alternada em corrente contínua e é constituído basicamente por um capacitor variável que fica em paralelo com uma bobina. Para cada valor de capacitância do capacitor, o receptor ajusta o aparelho de rádio ao comprimento de onda que é transmitido pela emissora de rádio, ou seja, ele sintoniza a estação de rádio que corresponde a uma frequência de onda específica.

Os capacitores têm uma propriedade que é a de bloquear correntes contínuas e alternadas de baixas frequências e facilitar a passagem de correntes alternadas de altas frequências. Essa propriedade é utilizada para separar sons agudos de uma música, por exemplo, encaminhando esses sons para os alto-falantes que são adequados para fazer a reprodução desse tipo de som. Esses auto-falantes são chamados de tweeter. Os sons graves são sons de baixas frequências, e eles são reproduzidos pelos chamados woofers. Um capacitor, com capacitância e tipo adequado, faz o bloqueio dessas baixas frequências deixando passar somente os sons de frequências mais elevadas, que são os sons agudos. Dessa forma, ocorre a separação de sons agudos e graves

### (III) QUAL A DIFERENÇA ENTRE CORRENTE CONTÍNUA E CORRENTE ALTERNADA?

A diferença é o sentido da tal corrente. Uma corrente elétrica nada mais é que um fluxo de elétrons (partículas que carregam energia) passando por um fio, algo como a água que circula dentro de uma mangueira. Se os elétrons se movimentam num único sentido, essa corrente é chamada de contínua. Se eles mudam de direção constantemente, estamos falando de uma corrente alternada. Na prática, a diferença entre elas está na capacidade de transmitir energia para locais distantes. A energia que usamos em casa é produzida por alguma usina e precisa percorrer centenas de quilômetros até chegar à tomada. Quando essa energia é transmitida por uma corrente alternada, não há muita perda no meio caminho. Já na contínua o desperdício é muito grande. Isso porque a corrente alternada pode, facilmente, ficar com uma voltagem muito mais alta que a contínua, e quanto maior é essa voltagem, mais longe a energia chega sem perder força no trajeto.

Se todos os sistemas de transmissão fossem em corrente contínua, seria preciso uma usina em cada bairro para abastecer as casas com eletricidade. O único problema da alta voltagem transportada pela corrente alternada é que ela poderia provocar choques fatais dentro das residências. "Por isso, a alta voltagem é transformada no final em tensões baixas. As mais comuns são as de 127 ou 220 volts", diz o físico Cláudio Furukawa, da USP. Portanto, a corrente que chega à tomada de sua casa continua sendo alternada, mas com uma voltagem bem mais baixa. Já a corrente contínua sai, por exemplo, de pilhas e baterias, pois a energia gerada por elas, usada nos próprios aparelhos que as carregam, não precisa ir longe. Também há muitos equipamentos eletrônicos que só funcionam com corrente contínua, possuindo transformadores internos, que adaptam a corrente alternada que chega pela tomada.

*Mão simples e mão dupla*

*Modo como os elétrons se movem determina o tipo de corrente*

#### **Alternada**

Nesse tipo de corrente, o fluxo de elétrons que carrega a energia elétrica dentro de um fio não segue um sentido único. Ora os elétrons vão para frente, ora para trás, mudando de rota 120 vezes por segundo. Essa variação é fundamental, pois os transformadores que existem numa linha de transmissão só funcionam recebendo esse fluxo de elétrons alternado. Dentro do transformador, a voltagem da energia transmitida é aumentada, permitindo que ela viaje longe, desde uma usina até a sua casa

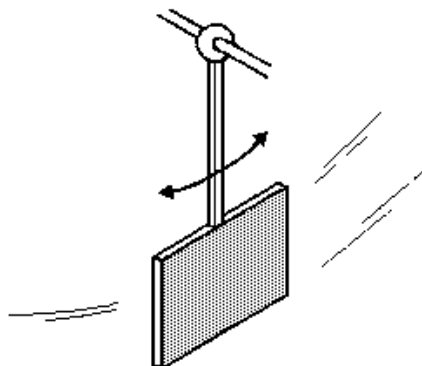
#### **Contínua**

Aqui o fluxo de elétrons passa pelo fio sempre no mesmo sentido. Como não há alternância, essa corrente não é aceita pelos transformadores e não ganha voltagem maior. Resultado: a energia elétrica não pode seguir muito longe. Por isso, a corrente contínua é usada em pilhas e baterias ou para percorrer circuitos internos de aparelhos elétricos, como um chuveiro. Mas ela não serve para transportar energia entre uma usina e uma cidade

Fonte: [http://mundoestranho.abril.com.br/ciencia/pergunta\\_286391.shtml](http://mundoestranho.abril.com.br/ciencia/pergunta_286391.shtml)

### Algumas Aplicações...

- 1) Este diagrama mostra um pêndulo com uma placa de cobre presa em sua extremidade.



Esse pêndulo pode oscilar livremente, mas, quando a placa de cobre é colocada entre os pólos de um ímã forte, ele pára de oscilar rapidamente.

Isso ocorre porque

- a) a placa de cobre fica ionizada.
  - b) a placa de cobre fica eletricamente carregada.
  - c) correntes elétricas são induzidas na placa de cobre.
  - d) os átomos de cobre ficam eletricamente polarizados.
  - e) os elétrons livres da placa de cobre são atraídos eletrostaticamente pelos pólos do ímã
- 2) Pares de ímãs em forma de barra são dispostos conforme indicam as figuras a seguir:

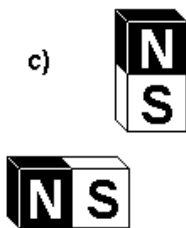
a)



b)



c)



A letra N indica o pólo Norte e o S o pólo Sul de cada uma das barras. Entre os ímãs de cada um dos pares anteriores (a), (b) e (c) ocorrerão, respectivamente, forças de:

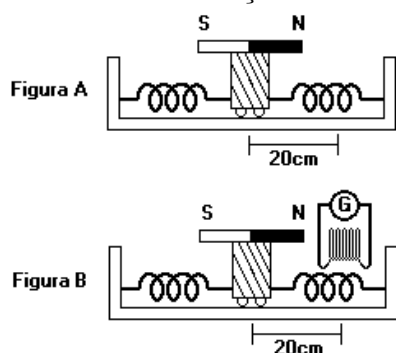
- a) atração, repulsão, repulsão;
  - b) atração, atração, repulsão;
  - c) atração, repulsão, atração;
  - d) repulsão, repulsão, atração;
  - e) repulsão, atração, atração.
- 3) Considere os experimentos:

#### EXPERIMENTO 1

Um carrinho de material isolante é colocado sobre trilhos e preso a duas molas. Sobre ele é fixado um ímã, conforme a figura A. O conjunto é deslocado 20 cm à direita, em seguida liberado. Ocorre então, um movimento oscilatório, diminuindo gradativamente de amplitude até o repouso, devido às forças de atrito.

## EXPERIMENTO 2

O experimento é repetido fixando-se uma bobina (figura B). Isto faz com que, durante o movimento oscilatório, o ímã penetre no interior da bobina, sem no entanto tocá-la, não havendo portanto nenhuma força adicional de atrito. G é um galvanômetro ligado à bobina.



Analise as proposições:

- I- O experimento 2 proporcionará o aparecimento de uma corrente induzida na bobina.
- II- O experimento 2 proporcionará o aparecimento, na bobina, de uma corrente induzida sempre no mesmo sentido.
- III- A presença da bobina dará origem a forças magnéticas, diminuindo o tempo para o sistema entrar em repouso relativamente ao experimento 1.
- IV- O tempo para o sistema entrar em repouso no primeiro experimento é o mesmo que no segundo experimento.

Está correta ou estão corretas:

- a) Somente II.
- b) I e IV.
- d) II e IV.
- e) Somente I.

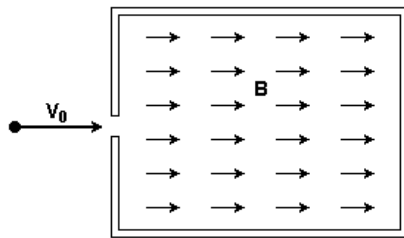
4) Considere as seguintes afirmativas

- I. Um prego será atraído por um ímã somente se já estiver imantado.
- II. As linhas de força de um campo magnético são fechadas.
- III. Correntes elétricas fluindo por dois condutores paralelos provocam força magnética entre eles.

Pode-se afirmar que SOMENTE

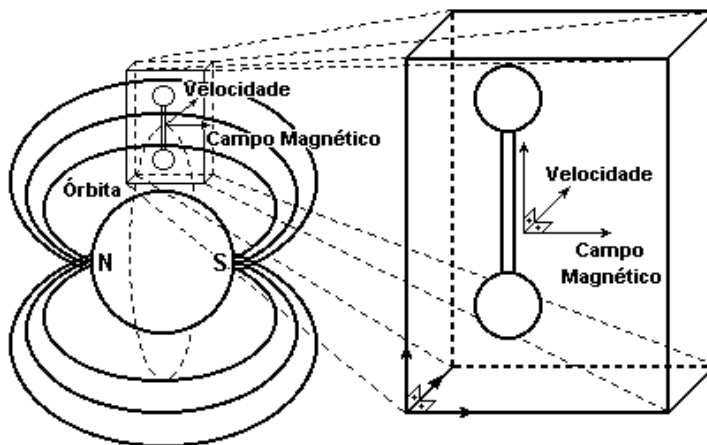
- a) I é correta
- b) II é correta.
- c) III é correta.
- d) I e II são corretas.
- e) II e III são corretas.

5) Uma partícula de carga  $q$  entra com velocidade  $V_0$  numa região onde existe um campo magnético uniforme  $B$ .



No caso em que  $V_0$  e  $B$  possuem a mesma direção, podemos afirmar que a partícula

- sofrerá um desvio para sua direita.
  - sofrerá um desvio para sua esquerda.
  - será acelerada na direção do campo magnético uniforme  $B$ .
  - não sentirá a ação do campo magnético uniforme  $B$ .
  - será desacelerada na direção do campo magnético uniforme  $B$ .
- 6) A utilização de cabos eletrodinâmicos no espaço tem sido considerada como uma das alternativas para a geração da energia elétrica necessária em satélites e estações espaciais. Isso pode ser conseguido com a utilização de duas massas, separadas por um cabo metálico de alguns quilômetros. Os satélites devem se mover em uma órbita baixa, situada entre 200 e 2000 km da superfície terrestre. Nessa região, existe um campo magnético terrestre suficientemente forte para induzir corrente elétrica no cabo, a atmosfera é muito rarefeita e perdas por atrito são mínimas. Desconsiderando-se detalhes técnicos do processo, alguns elementos fundamentais a um projeto deste tipo podem ser visualizados na figura a seguir. Nesta, as duas massas ligadas por um fio vertical descrevem órbitas com mesma velocidade angular no plano equatorial. O vetor campo magnético terrestre e o vetor velocidade do fio, em um de seus pontos, estão representados.



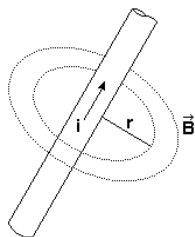
(a) Desenho esquemático geral

(b) Região ampliada

Com base na figura e nos conhecimentos sobre o tema, é correto afirmar que estabelecer-se-á uma corrente para:

- Cima e o fio condutor sofrerá a influência de uma força magnética na direção e sentido de sua velocidade.
- Baixo e o fio condutor sofrerá a influência de uma força magnética na direção e sentido de sua velocidade.

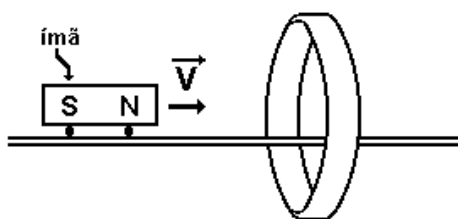
- c) Cima e o fio condutor sofrerá a influência de uma força magnética na direção de sua velocidade e de sentido contrário a esta.
- d) Baixo e o fio condutor sofrerá a influência de uma força magnética na direção de sua velocidade e de sentido contrário a esta.
- e) Baixo e o fio condutor não sofrerá a influência de nenhuma força magnética na direção de sua velocidade.
- 7) Um velho caminhão a gasolina necessita de alta tensão nas velas, para produzir as faíscas que iniciam o processo de queima desse combustível nas câmaras de combustão, sendo essa tensão obtida por meio de uma bobina de indução. A transformação de baixa tensão para alta tensão está baseada na lei de
- a) Coulomb.                      b) Ohm.                      c) Kirchhoff.  
d) Ampère.                      e) Faraday.
- 8) Uma interessante e histórica experiência foi realizada pelo físico dinamarquês Hans Christian Oersted, em 1820, ao utilizar uma pilha conectada aos extremos de um condutor metálico nas proximidades de uma bússola, cuja agulha estava orientada inicialmente na direção norte-sul do campo magnético terrestre. Com o estabelecimento da corrente elétrica no condutor, Oersted pôde perceber que a agulha da bússola se desviava em relação a sua orientação inicial. Os resultados dessa experiência permitiram concluir corretamente que
- a) uma mesma teoria passaria a dar conta de fenômenos elétricos e magnéticos, até então considerados independentes um do outro.  
b) os pólos da agulha da bússola são inseparáveis.  
c) as correntes elétricas são estabelecidas apenas em condutores metálicos.  
d) os pólos da pilha são os responsáveis pela alteração do alinhamento original da bússola.  
e) o campo magnético terrestre afeta a corrente elétrica no condutor.
- 9) Grande parte dos aparelhos elétricos que usamos têm a função de produzir movimento, a partir da eletricidade. Entre eles, estão: batedeira, liquidificador, ventilador, aspirador de pó... além de inúmeros brinquedos movidos a pilha, como robôs, carrinhos... Outros são igualmente utilizados para o conforto humano, como os aquecedores de ambiente e de água. O alto consumo de energia elétrica, porém aliado à pouca quantidade de chuvas, levou algumas regiões do país, em 2001, ao famoso "acionamento de energia", que trouxe, como lição, a indispensabilidade do consumo racional e consciente da energia elétrica.
- GRAF. "Eletricidade". vol. 3 [adapt.]
- Com base no texto, considere que um fio condutor é percorrido por uma corrente constante, " $i$ " e que o campo magnético gerado por essa corrente, a uma distância " $r$ ", é " $B$ ".



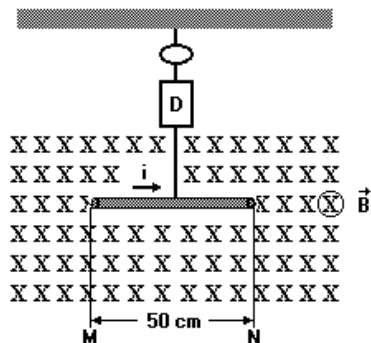
Esse campo magnético, se a distância for reduzida à terça parte ( $r/3$ ), terá o valor de

- a) B.                      b) B/3.                      c) 6B.                      d) 3B.                      e) B/6.

- 10) Um ímã, preso a um carrinho, desloca-se com velocidade constante ao longo de um trilho horizontal. Envolvendo o trilho há uma espira metálica, como mostra a figura adiante. Pode-se afirmar que, na espira, a corrente elétrica:



- a) é sempre nula.  
 b) existe somente quando o ímã se aproxima da espira.  
 c) existe somente quando o ímã está dentro da espira.  
 d) existe somente quando o ímã se afasta da espira.  
 e) existe quando o ímã se aproxima ou se afasta da espira.
- 11) Das afirmativas a seguir, a mais correta é:
- a) A f.e.m. induzida num circuito é igual ao quociente da variação do fluxo magnético pelo inverso do tempo decorrido nesta variação.  
 b) O sentido da corrente induzida é tal que seus efeitos são a favor da variação do fluxo que lhe deu origem.  
 c) O fluxo magnético é o  $n^0$  de linhas de campo que não passa através da superfície da espira.  
 d) O  $n^0$  de linhas de campo que atravessam uma espira só depende do vetor campo magnético.  
 e) Dois fios paralelos, percorridos por correntes elétricas de sentidos contrários atraem-se.
- 12) Um fio metálico retilíneo de massa 50g e comprimento  $MN=50$  cm, é suspenso por um dinamômetro D de massa desprezível e mantido em equilíbrio na direção horizontal numa região onde existe um campo de indução magnética uniforme B de intensidade 0,040T. Se o fio se encontra perpendicularmente às linhas de indução, quando a intensidade da corrente elétrica indicada na figura é 20A, o dinamômetro assinala:



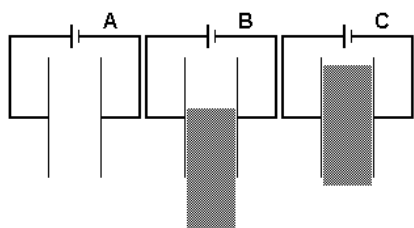
Adote  $g = 10\text{m/s}^2$

- a) 0,1 N.      b) 0,2 N.      c) 0,4 N.      d) 0,5 N.      e) 0,9 N.

13) Se no laboratório dispomos somente de capacitores de  $2\text{nF}$ , então o número mínimo destes dispositivos que devemos associar para obtermos uma capacitância equivalente de  $9\text{nF}$  é:

- a) 4      b) 3      c) 5      d) 7      e) 6

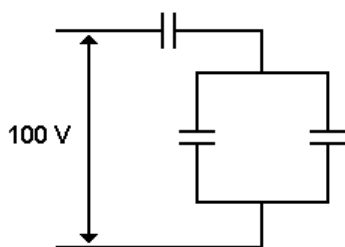
14) Um capacitor de placas planas e paralelas é totalmente carregado utilizando-se uma fonte de 12 volts em três situações diferentes. Na situação A, ele permanece vazio. Em B, um dielétrico preenche metade do volume entre as placas e, em C, o mesmo dielétrico preenche todo o volume entre as placas.



Assim, com relação às cargas acumuladas, é CORRETO afirmar que:

- a) as cargas em A, B e C terão o mesmo valor.  
 b) A terá a maior carga e C, a menor.  
 c) A terá a menor carga e C, a maior.  
 d) B terá a maior carga e A, a menor.  
 e) B terá a menor carga e C, a maior.

15) A energia armazenada pela associação de 3 capacitores de mesmo valor nominal, mostrada a seguir, é  $0,1\text{J}$ . A capacitância de cada capacitor é:



- a)  $10\ \mu\text{F}$       b)  $15\ \mu\text{F}$       c)  $20\ \mu\text{F}$       d)  $25\ \mu\text{F}$       e)  $30\ \mu\text{F}$

16) Um capacitor ideal de placas planas paralelas é carregado mediante a aplicação de uma d.d.p. entre suas placas. A distância entre as placas é então duplicada, mantendo-se a mesma d.d.p. entre elas. Nessa nova situação, a carga nas placas \_\_\_\_\_ e a energia eletrostática armazenada no capacitor \_\_\_\_\_.

Preencher CORRETAMENTE as lacunas, na seqüência em que aparecem na frase acima:

- a) dobra - reduz-se à metade
- b) não se altera - dobra
- c) reduz-se à metade - reduz-se à metade
- d) dobra - dobra
- e) reduz-se à metade - não se altera

17) A foto mostra uma lanterna sem pilhas, recentemente lançada no mercado. Ela funciona transformando em energia elétrica a energia cinética que lhe é fornecida pelo usuário - para isso ele deve agitá-la fortemente na direção do seu comprimento. Como o interior dessa lanterna é visível, pode-se ver como funciona: ao agitá-la, o usuário faz um ímã cilíndrico atravessar uma bobina para frente e para trás. O movimento do ímã através da bobina faz aparecer nela uma corrente induzida que percorre e acende a lâmpada.



O princípio físico em que se baseia essa lanterna e a corrente induzida na bobina são, respectivamente:

- a) indução eletromagnética; corrente alternada.
- b) indução eletromagnética; corrente contínua.
- c) lei de Coulomb; corrente contínua.
- d) lei de Coulomb; corrente alternada.
- e) lei de Ampere; correntes alternada ou contínua podem ser induzidas.

## 18) ENERGIA

A quase totalidade da energia utilizada na Terra tem sua origem nas radiações que recebemos do Sol. Uma parte é aproveitada diretamente dessas radiações (iluminação, aquecedores e baterias solares, etc.) e outra parte, bem mais ampla, é transformada e armazenada sob diversas formas antes de ser usada (carvão, petróleo, energia eólica, hidráulica, etc).

A energia primitiva, presente na formação do universo e armazenada nos elementos químicos existentes em nosso planeta, fornece, também, uma fração da energia que utilizamos (reações nucleares nos reatores atômicos, etc).

(Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. "Curso de Física". v.2. S. Paulo: Scipione, 1997. p. 433)

A enguia elétrica ou poraquê, peixe de água doce da região amazônica chega a ter 2,5 m de comprimento e 25 cm de diâmetro. Na cauda, que ocupa cerca de quatro quintos do seu comprimento, está situada a sua fonte de tensão - as eletroplacas. Dependendo do tamanho e da vitalidade do animal, essas eletroplacas podem gerar uma tensão de 600V e uma corrente de 2,0A, em pulsos que duram cerca de 3,0 milésimos de segundo, descarga suficiente para atordoar uma pessoa ou matar pequenos animais.

(Adaptado de Alberto Gaspar. "Física". v.3. São Paulo: Ática, 2000, p. 135)

Numa descarga elétrica da enguia sobre um animal, o número de cargas elétricas elementares que percorre o corpo do animal, a cada pulso, pode ser estimado em:

Dado: carga elementar =  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

- a)  $5 \cdot 10^6$       b)  $1 \cdot 10^9$       c)  $2 \cdot 10^{12}$       d)  $4 \cdot 10^{16}$       e)  $8 \cdot 10^{18}$

19) Quando uma corrente elétrica passa por um condutor ela provoca alguns efeitos muito importantes. Considere os seguintes efeitos da corrente elétrica:

I. Efeito Joule ou térmico: um condutor percorrido por corrente elétrica sofre um aquecimento.

II. Efeito químico: uma solução eletrolítica sofre decomposição quando é percorrida por corrente elétrica.

III. Efeito luminoso: a passagem da corrente elétrica através de um gás rarefeito, sob baixa pressão.

IV. Efeito fisiológico: a corrente elétrica ao atravessar organismos vivos produz contrações musculares.

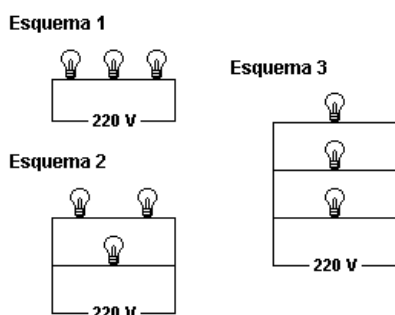
V. Efeito magnético: um condutor percorrido por corrente elétrica cria, na região próxima a ele, um campo magnético.

Na nossa residência, os efeitos que sempre acompanham a corrente elétrica são

- a) I e II      b) II e III      c) III e IV      d) IV e V      e) V e I

20) Um electricista tem uma tarefa para resolver: precisa instalar três lâmpadas, cujas especificações são 60W e 110V, em uma residência onde a tensão é 220V.

A figura a seguir representa os três esquemas considerados por ele.



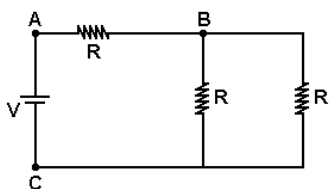
Analisando os elementos da figura, é correto concluir que, no esquema

- a) 1, todas as lâmpadas queimarão.
- b) 2, duas lâmpadas queimarão, e a outra terá seu brilho diminuído.
- c) 3, todas as lâmpadas terão seu brilho diminuído.
- d) 1, só uma das lâmpadas queimará, e as outras não acenderão.
- e) 2, duas lâmpadas exibirão brilho normal.

21) No lustre da sala de uma residência, cuja tensão de entrada é de 110 V, estão colocadas duas lâmpadas "queimadas" de potência nominal igual a 200 W cada, fabricadas para funcionarem ligadas à rede de 220 V. Para substituir as "queimadas" por uma única, que ilumine o ambiente da mesma forma que as duas lâmpadas anteriores iluminavam, será preciso que a especificação desta nova lâmpada seja de

- a) 400 W - 110 V    b) 200 W - 110 V    c) 200 W - 220 V    d) 100 W - 110 V    e) 100 W - 220 V

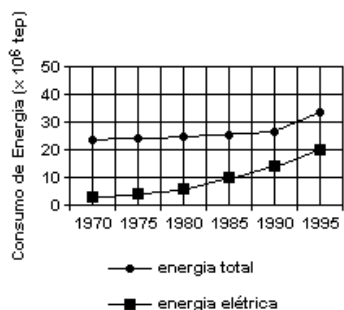
22) Um circuito com 3 resistores iguais é submetido a uma diferença de potencial  $V$  entre os pontos A e C, conforme mostra a figura.



A diferença de potencial que se estabelece entre os pontos A e B é

- a)  $V/4$     b)  $V/3$     c)  $V/2$     d)  $2/3 V$     e)  $3/2 V$

23) O consumo total de energia nas residências brasileiras envolve diversas fontes, como eletricidade, gás de cozinha, lenha, etc. O gráfico mostra a evolução do consumo de energia elétrica residencial, comparada com o consumo total de energia residencial, de 1970 a 1995.



Verifica-se que a participação percentual da energia elétrica no total de energia gasto nas residências brasileiras cresceu entre 1970 e 1995, passando, aproximadamente, de

- a) 10% para 40%.
- b) 10% para 60%.
- c) 20% para 60%.
- d) 25% para 35%.
- e) 40% para 80%.

24) As companhias de eletricidade geralmente usam medidores calibrados em quilowatt-hora (kWh). Um kWh representa o trabalho realizado por uma máquina desenvolvendo potência igual a 1 kW

durante 1 hora. Numa conta mensal de energia elétrica de uma residência com 4 moradores, lêem-se, entre outros, os seguintes valores:

CONSUMO (kWh) - 300

TOTAL A PAGAR (R\$) - 75,00

Cada um dos 4 moradores toma um banho diário, um de cada vez, num chuveiro elétrico de 3 kW. Se cada banho tem duração de 5 minutos, o custo ao final de um mês (30 dias) da energia consumida pelo chuveiro é de

a) R\$ 4,50.      b) R\$ 7,50.      c) R\$ 15,00.      d) R\$ 22,50.      e) R\$ 45,00.

25) Seguem a seguir alguns trechos de uma matéria da revista Superinteressante, que descreve hábitos de um morador de Barcelona (Espanha), relacionando-os com o consumo de energia e efeitos sobre o ambiente.

I. Apenas no banho matinal, por exemplo, um cidadão utiliza cerca de 50 litros de água, que depois terá que ser tratada. Além disso, a água é aquecida consumindo 1,5 quilowatt-hora (cerca de 1,3 milhões de calorias), e para gerar essa energia foi preciso perturbar o ambiente de alguma maneira...

II. Na hora de ir para o trabalho, o percurso médio dos moradores de Barcelona mostra que o carro libera 90 gramas do venenoso monóxido de carbono e 25 gramas de óxidos de nitrogênio... Ao mesmo tempo, o carro consome combustível equivalente a 8,9kwh.

III. Na hora de recolher o lixo doméstico... quase 1kg por dia. Em cada quilo há aproximadamente 240 gramas de papel, papelão e embalagens; 80 gramas de plástico; 55 gramas de metal, 40 gramas de material biodegradável e 80 gramas de vidro.

Com relação ao trecho I, supondo a existência de um chuveiro elétrico, pode-se afirmar que:

- a) a energia usada para aquecer o chuveiro é de origem química, transformando-se em energia elétrica.
- b) a energia elétrica é transformada no chuveiro em energia mecânica e, posteriormente, em energia térmica.
- c) o aquecimento da água deve-se à resistência do chuveiro, onde a energia elétrica é transformada em energia térmica.
- d) a energia térmica consumida nesse banho é posteriormente transformada em energia elétrica.
- e) como a geração da energia perturba o ambiente, pode-se concluir que sua fonte é algum derivado do petróleo.

De acordo com a Matriz de Referências para o Enem 2009.

Professor: Sandro Fernandes

Tema: Oscilações, Ondas, ópticas e Radiação.

## Aula VII de Física

### (I) A Luneta, Galileu e o ano de 2009

A Astronomia é provavelmente a ciência natural mais antiga, datando a épocas da antiguidade, com suas origens em praticas religiosas pré-históricas: vestígios dessas práticas que ainda são encontrados na astrologia, uma disciplina que por muito tempo foi entrelaçada com a astronomia e, no mundo ocidental, não muito diferente da mesma até aproximadamente 1750-1800. A astronomia antiga envolvia-se em observar os padrões regulares dos movimentos de objetos celestiais visíveis, especialmente o Sol, a Lua, estrelas, e os planetas vistos à olho nu. Um exemplo da astronomia antiga poderia envolver o estudo da mudança da posição do Sol ao longo do horizonte ou as mudanças nos aparecimentos de estrelas no curso de um ano, o que poderia ser usado para estabelecer um calendário ritualístico ou agrícola. Em algumas culturas os dados obtidos eram usados em prognósticos astrológicos.

Astrônomos da antiguidade eram capazes de diferenciar entre uma estrela e uma planeta, já que as estrelas permaneciam relativamente fixas durante os séculos enquanto planetas moviam-se consideravelmente em um tempo comparativamente menor.

Há apenas uma década a Igreja Católica se posicionou contra um erro do passado: perdoou o italiano Galileu Galilei, que foi excomungado durante a Inquisição por causa de suas descobertas astronômicas. O reconhecimento, mesmo que tardio, só reforça a importância do cientista no campo do conhecimento. Em homenagem aos quatro séculos de observações telescópicas feitas por Galileu, 2009 foi declarado como o Ano Internacional de Astronomia. Coincidentemente, também vai lembrar dos 40 anos da conquista da Lua pelos tripulantes do Apollo 8, em 1969.

Galileu é um marco da astronomia não só pelos seus feitos, mas também porque conseguiu expor suas ideias durante uma época atribulada. Quase foi queimado em praça pública, mas se livrou do castigo porque aceitou afirmar, mesmo sabendo não ser verdade, que era a Terra que estava no centro do Universo. Mas teve de ficar em prisão domiciliar até morrer.

Com a luneta que Galileu conseguiu fabricar a partir da justaposição de duas lentes de óculos, ele fez as primeiras observações das manchas solares – o que lhe custou a visão de um dos olhos. Analisou ainda Vênus, os anéis de Saturno e as Luas de Júpiter.

Para resgatar as descobertas de Galileu, o Ano Internacional da Astronomia está com uma série de programações especiais mundo afora. Há uma meta para ser atingida: colocar um milhão de brasileiros, ao longo do ano, olhando por telescópios os mesmos astros observados por Galileu.

Segundo o engenheiro Bertoldo Schneider, professor pesquisador da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), além de levar a Astronomia à população, a área enfrenta outros desafios. “Continuamos a buscar vidas em outros planetas, porque são grandes as chances de isso acontecer”, diz. Há outra questão ainda não respondida, que é o grande mistério do século: cientistas descobriram que o universo está crescendo de forma acelerada, que as estrelas estão cada vez mais distantes umas das outras. Não se sabe, entretanto, por que isso está acontecendo. “O que conhecemos é apenas 5% de tudo o que existe. Precisamos desvendar as entidades energia e matéria escura”, explica Schneider

<http://portal.rpc.com.br/gazetadopovo/vidaecidadania>

## (II) Funcionamento de um RADAR

Radar, do termo em inglês Radia Detection and Rangig, é um aparelho utilizado para localizar objetos a longa distância. A detecção de objetos é feita a partir das ondas eletromagnéticas que os objetos emitem, permitindo que os mesmos sejam localizados. Esse equipamento começou a ser utilizado na década de 30 para descobrir e localizar objetos a longa distância utilizando para isso a reflexão das ondas de rádio, principalmente para fins militares.

O princípio de funcionamento do radar é bem simples. Eles funcionam através das ondas de rádio. Elas se descolam a uma velocidade de 300 000 km/s, uma velocidade muito rápida, e são capazes de cobrir grandes distâncias. O radar é constituído de uma antena transmissora receptora de sinais de alta frequência, a transmissão ocorre através de pulsos eletromagnéticos de alta potência, curto período e feixe curto. Esse feixe ao ser propagado se alarga, ganhando a forma de um cone até atingir o alvo que está sendo monitorado. Após atingir o alvo, o sinal é então refletido e a antena passa a ser receptora de sinais. Com a velocidade de propagação do pulso e o tempo gasto para o eco chegar, é possível calcular com exata precisão a localização do objeto.

O radar tem aplicação em muitas áreas, principalmente na militar. No exército, na aeronáutica, na meteorologia e na marinha esse equipamento é muito utilizado. Na área das aplicações científicas eles são utilizados para localizar objetos espaciais como satélites ou qualquer outro objeto que esteja na órbita da Terra.

## (III) Radiação Eletromagnética

As ondas de radiação eletromagnética são uma junção de campo magnético com campo elétrico que se propagam no vácuo transportando energia. A luz é um exemplo de radiação eletromagnética. Esse conceito foi primeiramente estudado por James Clerk Maxwell e depois afirmado por Heinrich Hertz. Maxwell foi físico e matemático escocês que ficou conhecido por dar forma final à teoria do eletromagnetismo, teoria essa que une o magnetismo, a eletricidade e a óptica. Dessa teoria surgem as equações de Maxwell, assim chamadas em sua homenagem e porque ele foi o primeiro a descrevê-las, juntando a lei de Ampère, a lei de Gauss e a Lei da indução de Faraday.

A radiação eletromagnética se propaga no espaço. Ela possui campo magnético e campo elétrico que se geram mutuamente e se propagam perpendicularmente um em relação ao outro e na direção de propagação da energia, transportando assim energia sob a forma de radiação eletromagnética. A

radiação eletromagnética varia conforme a frequência da onda. A luz visível aos olhos humanos é uma radiação eletromagnética, assim como os raios x, a única diferença entre essas duas formas de radiação está na faixa de frequência que o olho humano consegue visualizar, ou seja, os raios x têm faixa de frequência que fica fora do alcance da visão humana. As ondas do forno de microondas também são ondas eletromagnéticas.

Os campos magnéticos e elétricos obedecem ao princípio da superposição. Os vetores campo magnético e campo elétrico se cruzam e criam o fenômeno da reflexão e refração. A luz é uma onda eletromagnética e em um meio não linear como um cristal, por exemplo, pode sofrer interferências e causar o efeito Faraday aonde a onda pode ser dividida em duas partes com velocidades diferentes. Na refração, uma onda ao passar de um meio para outro, com densidade diferente, tem a sua velocidade e direção alterada. Uma fonte de radiação, como o Sol, por exemplo, pode emitir luz dentro de um espectro variável. A luz solar ao ser decomposta em um prisma possibilita a visualização de espectros de várias cores, como no arco-íris.

#### **(IV) Cientistas Tentam Recriar o Big Bang**

Cientistas de mais de 50 países participaram da construção do maior acelerador de partículas do mundo, uma máquina gigantesca que levou cerca de quatorze anos para ser construída e um gasto de aproximadamente US\$ 8 bilhões. Essa parece ser a mais ambiciosa experiência de todos os tempos, experiência que tem como foco principal a recriação do Big Bang, a explosão que teria dado origem ao Universo. Localizada entre a França e a Suíça, essa máquina está construída em uma profundidade de cem metros e tem extensão de pouco mais de 27 quilômetros. Essa aparelhagem possui quatro pontos principais nos quais foram construídos gigantes detectores construídos especialmente para poder detectar e visualizar as partículas tão pequenas que é preciso juntar milhões delas para formar um grão de areia.

Essa ambiciosa experiência tem a participação de cientistas de vários países, dentre eles o brasileiro Carley Martins. Nenhum país está disposto a gastar sozinho uma quantia tão exorbitante quanto essa que foi gasta na construção desse incrível e gigantesco equipamento, isso faz ver que o espírito de cooperação e colaboração é de grande importância para que o projeto realmente seja concluído.

No dia 10 de setembro de 2008 os túneis do maior acelerador de partículas do mundo, denominado LHC (sigla para Grande Colisor de Hádrões), foram carregados com os primeiros feixes de prótons, que é uma das partículas que formam o átomo. A grosso modo, o LHC funciona como um “rodoanel” para prótons, onde eles poderão ser acelerados até 99,99% da velocidade da luz. Esses túneis possuem imensos e poderosíssimos ímãs supercondutores que têm a capacidade de acelerar e fazer o desvio da rota dessas partículas, fazendo com que elas girem em sentidos opostos e se choquem. Com esse choque dos prótons os cientistas esperam recriar o big bang, a explosão que deu origem ao universo. Após o choque, os prótons despedaçados devem liberar milhões de partículas menores que os cientistas teorizam que possam existir. Essas partículas originadas do choque dos prótons foram denominadas pelos cientistas de partículas de Deus ou Bóson Higgs. Segundo as teorias dos cientistas elas seriam as responsáveis pela criação de todo o universo.

Apesar do grande gasto nessa mais nova e gigantesca experiência, existem grupos que buscam na justiça fazer com que o experimento seja interrompido. Eles alegam que essa experiência pode ocasionar o fim do mundo, pois a colisão dos prótons pode formar um buraco negro com uma concentração de energia tão grande capaz de sugar tudo que está ao seu redor.

[www.brasilecola.com](http://www.brasilecola.com)

## **(V) A Física E A Evolução Dos Meios De Armazenamento De Informações.**

A humanidade, com o passar dos tempos, vem se evoluindo de modo rápido e gradativo, no que diz respeito às formas de armazenagem de informações, e junto a essa revolução está inserida a física, que busca diferentes maneiras para facilitar e aumentar a capacidade dos meios de armazenamento.

Guardar informações é uma tarefa muito antiga realizada pelo ser humano. Seja através da escrita, fala ou até mesmo através das lendas e histórias passadas de geração em geração, as civilizações mais antigas buscavam sempre um meio de preservar as suas culturas e dar continuidade aos seus costumes. Contudo, mesmo com toda evolução tecnológica, as histórias e as lendas ainda são muito utilizadas pelos povos indígenas como forma de armazenar e transmitir informações de uma geração para outra.

Apesar de toda evolução tecnológica, ainda hoje a escrita é o principal meio de guardar informações, seja por meio de livros, jornais e até mesmo revistas. Contudo, com o avanço tecnológico surgiram novos meios e formas de armazenamento de informações como, por exemplo, vídeos, filmes, DVDs, computadores e mais atualmente os revolucionários celulares, mp4, HDs portáteis, entre tantos outros que são cada vez menores, mas com alta capacidade de armazenamento.

A ciência física se encontra inserida nesse processo de evolução tecnológica. É por meio da nanotecnologia e da física de partículas, entre várias outras áreas das ciências, que os cientistas e pesquisadores têm conseguido construir equipamentos cada vez mais compactos e de alta capacidade de armazenamento de dados. A física de partículas é uma área da física que estuda os constituintes da matéria. Já a área da nanotecnologia se baseia no princípio básico da construção de estruturas e materiais a partir dos átomos como, por exemplo, os chips e os semicondutores. Tanto a física de partículas quanto a nanotecnologia, são duas áreas em grande evolução que buscam, incessantemente, meios cada vez mais eficazes para o armazenamento das informações.

[www.brasilecola.com](http://www.brasilecola.com)

## Algumas Aplicações...

- 1) Dizem que o segredo de Kelly Slater é colocar o Surf antes de tudo, até mesmo da família. O único hexacampeão do WCT passa meses treinando nas ondas do Hawaii. Inovou o surfe mundial, incorporando ao esporte manobras radicais do skate, como o aéreo. É um surfista que se adapta e se supera em qualquer tipo de mar. Nasceu na Flórida, cresceu na beira da praia, começou a competir com 8 anos. Aos 14 anos já tinha mais de dez títulos. Aos 18 anos se profissionalizou, mergulhou de cabeça no treinamento e se tornou a maior lenda do Surf mundial.

(<http://www.sobresites.com/surf/surfistas.htm>)

Analise as afirmativas abaixo que relacionam alguns conceitos físicos que podem ser identificados na prática do surf.

- (I) A onda do mar que conduzirá o surfista não possui nenhuma energia.  
(II) Tanto a energia cinética como a energia potencial gravitacional são formas relevantes para o fenômeno da prática do surf numa prancha.  
(III) Por ser um tipo de onda mecânica, a onda do mar pode ser útil para gerar energia para consumo no dia-a-dia.

Dentre as alternativas, podemos afirmar que pode (em) estar correta (s):

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

- 2) Logo na primeira jornada dos **Discorsi intorno a due nuovo scienze**, de Galileu Galilei, temos o seguinte diálogo entre Salviati (isto é, Galileu) e seu discípulo Sagredo.

*Salviati: ... Quanto à proporção entre os tempos de oscilação de móveis suspenso por fios de diferentes comprimentos, esses tempos estão entre si na mesma proporção que as raízes quadradas dos comprimentos desses fios, o que quer dizer que os comprimentos estão entre si como os quadrados dos tempos...; do que se segue que os comprimentos dos fios estão entre si na proporção inversa dos quadrados os números de oscilações realizadas no mesmo tempo.*

*Sagredo: Se entendi bem, eu poderia, portanto, conhecer rapidamente o comprimento de uma corda pendente de qualquer altura, ainda que o ponto a que esta atada fosse invisível e somente se visse sua extremidade inferior. Com efeito, se amarro à parte inferior da corda em questão um peso bastante grande, ao qual comunico um movimento de vaivém, e se um amigo conta o número de suas oscilações enquanto ao mesmo tempo conto também as oscilações de outro móvel, atado a uma corda com o comprimento exato de um côvado, a partir dos números de oscilações desses pêndulos, efetuadas ao mesmo tempo, encontro o comprimento da corda.*

*Salviati: E não teria errado nem mesmo de um palmo, especialmente se tomasse um grande número de oscilações.*

Esse texto coloca Galileu como um dos pioneiros no estudo da teoria da semelhança física e dos modelos. O pêndulo constituído pela corda comprida com um corpo pesado amarrado à sua extremidade inferior é o “protótipo”, e o pequeno pêndulo, seu “modelo reduzido”. Galileu percebeu, no caso das oscilações de pêndulos, que:

- a) Quanto maior o comprimento do pêndulo, menor será o seu tempo de oscilação.
  - b) O comportamento do protótipo poderia ser descrito a partir de observações realizadas sobre o modelo.
  - c) Não era possível relacionar o período de oscilação do protótipo se o comprimento do fio fosse muito longo.
  - d) Os comprimentos dos fios estão entre si na proporção direta dos quadrados dos números de oscilações realizadas em um tempo qualquer.
  - e) Pegando um grande número de oscilações o erro das medidas obtidas aumentaria.
- 3) Observando uma onda unidimensional, que se propaga com velocidade constante e sem perda de energia, produzida pela sucessão de uma série de abalos de mesma frequência, tem-se que o afastamento entre duas cristas consecutivas representa a grandeza física denominada
- a) altura.
  - b) amplitude.
  - c) frequência.
  - d) comprimento de onda.
  - e) velocidade de propagação da onda.
- 4) Em 2005, Ano Mundial da Física, comemora-se o centenário da Teoria da Relatividade de Albert Einstein. Entre outras conseqüências esta teoria poria fim à idéia do éter, meio material necessário, semelhantemente ao som, através do qual a luz se propagava. O jargão popular "tudo é relativo" certamente não se deve a ele, pois seus postulados estão fundamentados em algo absoluto: a velocidade da luz no vácuo - 300000 km/s.

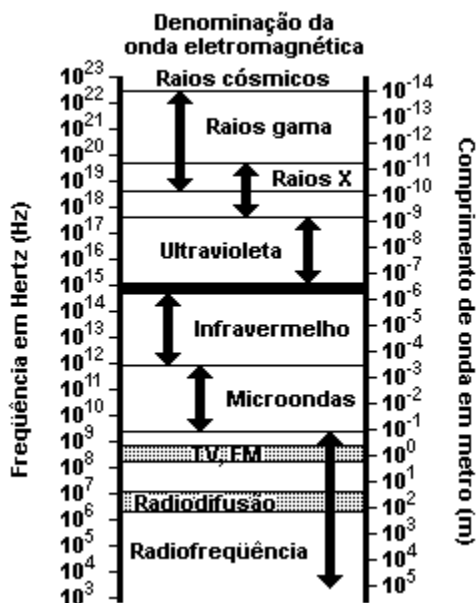
Hoje sabe-se que:

- I. O som propaga-se no vácuo.
- II. A luz propaga-se no vácuo.
- III. A velocidade da luz no vácuo é a velocidade limite do universo.

É (são) verdadeira(s):

- a) todas
- b) nenhuma
- c) somente II
- d) II e III
- e) somente III

5) Analise o quadro a seguir:



A emissora de TV utiliza ondas eletromagnéticas para sua transmissão e recepção e possui uma frequência de vibração. A frequência emitida das ondas da emissora de TV é:

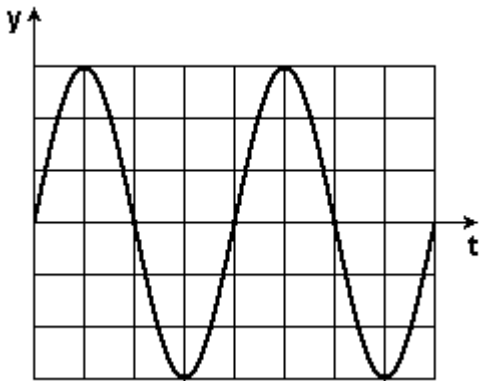
- inferior à da radiodifusão e superior à das microondas.
  - inferior à das microondas e superior à dos infravermelhos.
  - inferior à da luz visível (faixa preta) e superior à da radiodifusão.
  - inferior à da luz visível (faixa preta) e superior à dos raios X.
  - inferior à das ultravioletas e superior à das microondas.
- 6) Um trem de ondas senoidais, gerado por um dispositivo mecânico oscilante, propaga-se ao longo de uma corda. A tabela a seguir descreve quatro grandezas que caracterizam essas ondas mecânicas.

Grandeza	Descrição
1	número de oscilações completas por segundo de um ponto da corda
2	duração de uma oscilação completa de um ponto da corda
3	distância que a onda percorre durante uma oscilação completa
4	deslocamento máximo de um ponto da corda

As grandezas 1, 2, 3 e 4 são denominadas, respectivamente,

- frequência, fase, amplitude e comprimento de onda.
- fase, frequência, comprimento de onda e amplitude.
- período, frequência, velocidade de propagação e amplitude.
- período, frequência, amplitude e comprimento de onda.
- frequência, período, comprimento de onda e amplitude.

- 7) O gráfico do movimento de subida e descida de uma rolha, na superfície de um lago ondulado, é mostrado na figura a seguir, em que  $y$  é a altura da rolha em relação ao nível da água parada e  $t$  é o tempo transcorrido.



Se a rolha leva 1,0 s para sair do nível zero e atingir, pela primeira vez, a altura máxima, a frequência do movimento é igual a

- a) 0,125 Hz      b) 0,25 Hz      c) 0,50 Hz      d) 1,0 Hz      e) 4,0 Hz
- 8) Ao iluminar a caverna, o espeleologista descobre um lago cristalino e observa que a água de uma infiltração através das rochas goteja periodicamente sobre o lago, provocando pulsos ondulatórios que se propagam em sua superfície. Ele é capaz de estimar a distância ( $d$ ) entre dois pulsos consecutivos, assim como a velocidade ( $v$ ) de propagação dos mesmos. Com o aumento da infiltração, o gotejamento aumenta e a quantidade de gotas que cai sobre a superfície do lago, por minuto, torna-se maior.
- Comparando essa nova situação com a anterior, o espeleologista observa que:
- a)  $v$  permanece constante e  $d$  aumenta;  
b)  $v$  aumenta e  $d$  diminui;  
c)  $v$  aumenta e  $d$  permanece constante;  
d)  $v$  permanece constante e  $d$  diminui;  
e)  $v$  e  $d$  diminuem.
- 9) Cientistas descobriram que a exposição das células humanas endoteliais à radiação dos telefones celulares pode afetar a rede de proteção do cérebro. As microondas emitidas pelos celulares deflagram mudanças na estrutura da proteína dessas células, permitindo a entrada de toxinas no cérebro.

("Folha de S.Paulo", 25.07.2002)

As microondas geradas pelos telefones celulares são ondas de mesma natureza que

- a) o som, mas de menor frequência.  
b) a luz, mas de menor frequência.  
c) o som, e de mesma frequência.  
d) a luz, mas de maior frequência.  
e) o som, mas de maior frequência.

10) Uma cena comum em filmes de ficção científica é a passagem de uma nave espacial em alta velocidade, no espaço vazio, fazendo manobras com a ajuda de foguetes laterais, tudo isso acompanhado e um forte ruído.

Assinale a alternativa CORRETA.

- a) A cena é correta, pois não há problema com o fato de uma nave voar no espaço vazio.
- b) A cena é correta, porque é perfeitamente perceptível o ruído de uma nave no espaço vazio.
- c) A cena não é correta, pois o som não se propaga no vácuo.
- d) A cena não é correta, pois não é possível que uma nave voe no espaço vazio.
- e) A cena não é correta, pois não é possível fazer manobras no espaço vazio.

11) Os versos a seguir lembram uma época em que a cidade de São Paulo tinha iluminação a gás:

"Lampião de gás!

Lampião de gás!

Quanta saudade

Você me traz.

Da sua luzinha verde azulada

Que iluminava a minha janela

Do almofadinha, lá na calçada

Palheta branca, calça apertada"

(Zica Bergami)

Quando uma "luzinha cor verde azulada" incide sobre um cartão vermelho, a cor da luz absorvida é:

- a) verde e a refletida é azul
- b) azul e a refletida é verde
- c) verde e a refletida é vermelha
- d) verde azulada e nenhuma é refletida
- e) azul e a refletida é vermelha

12) "O mundo permanecia na escuridão. Deus disse: 'Faça-se Newton', e tudo foi luz" (tradução livre).

Com esse verso, um poeta inglês homenageia Sir Isaac Newton. Newton, o brilhante cientista, formulou leis físicas em vários campos, EXCETO no campo da

- a) ressonância magnética.
- b) inércia dos corpos.
- c) gravitação.
- d) dinâmica.
- e) teoria corpuscular da luz.

A astúcia faz com que os polvos não percam tempo diante de um inimigo. Apesar de serem surdos, como todos os membros da família cefalópode, eles enxergam com impressionante nitidez. Seus olhos possuem 50 000 receptores de luz por milímetro quadrado, o que lhes dá uma visão melhor do que a humana.

Os adversários também são reconhecidos pelo olfato. As pontas dos oito tentáculos funcionam como narizes, com células especializadas em captar odores. Provavelmente, o bicho percebe pelo cheiro que o outro animal está liberando hormônios relacionados ao comportamento agressivo. Ou seja, pretende atacá-lo. Então lança uma tinta escura e viscosa para despistar o agressor. E escapa numa velocidade impressionante para um animal aquático.

"SUPER INTERESSANTE". Ano 10, n. 2. fevereiro 1996. p. 62.

Esse procedimento usado pelos polvos tem por objetivo dificultar a visão de seus inimigos. No entanto esse recurso das cores pode ser usado também com a finalidade de comunicação. Para haver essa comunicação, é necessário, porém, que ocorra o fenômeno físico da

- a) refração da luz.                      b) absorção da luz.                      c) reflexão da luz.  
d) indução da luz.                      e) dispersão da luz.

14) Num dia sem nuvens, ao meio-dia, a sombra projetada no chão por uma esfera de 1,0cm de diâmetro é bem nítida se ela estiver a 10cm do chão. Entretanto, se a esfera estiver a 200cm do chão, sua sombra é muito pouco nítida. Pode-se afirmar que a principal causa do efeito observado é que:

- a) o Sol é uma fonte extensa de luz.  
b) o índice de refração do ar depende da temperatura.  
c) a luz é um fenômeno ondulatório.  
d) a luz do Sol contém diferentes cores.  
e) a difusão da luz no ar "borra" a sombra.

15) Admita que o sol subitamente "morresse", ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. 24 horas após este evento, um eventual sobrevivente, olhando para o céu, sem nuvens, veria:

- a) a Lua e estrelas.                      b) somente a Lua.                      c) somente estrelas.  
d) uma completa escuridão.                      e) somente os planetas do sistema solar.

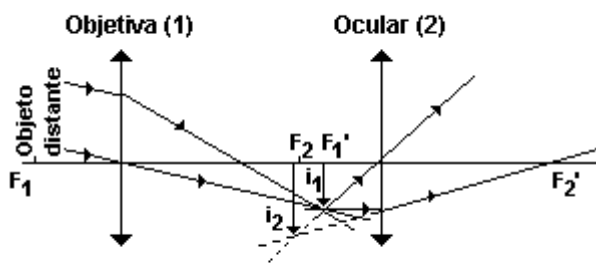
16) Às 18h, uma pessoa olha para o céu e observa que metade da Lua está iluminada pelo Sol. Não se tratando de um eclipse da Lua, então é correto afirmar que a fase da Lua, nesse momento:

- a) só pode ser quarto crescente  
b) só pode ser quarto minguante  
c) só pode ser lua cheia.  
d) só pode ser lua nova.  
e) pode ser quarto crescente ou quarto minguante.

17) Quando o Sol está a pino, uma menina coloca um lápis de  $7,0 \times 10^{-3}$  m de diâmetro, paralelamente ao solo, e observa a sombra por ele formada pela luz do Sol. Ela nota que a sombra do lápis é bem nítida quando ele está próximo ao solo mas, à medida que vai levantando o lápis, a sombra perde a nitidez até desaparecer, restando apenas a penumbra. Sabendo-se que o diâmetro do Sol é de  $14 \times 10^8$  m e a distância do Sol à Terra é de  $15 \times 10^{10}$  m, pode-se afirmar que a sombra desaparece quando a altura do lápis em relação ao solo é de:

- a) 1,5 m.                      b) 1,4 m.                      c) 0,75 m.                      d) 0,30 m.                      e) 0,15 m.

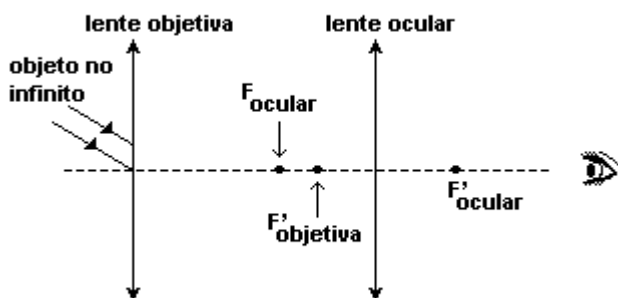
18) O esquema a seguir mostra a formação da imagem em uma luneta astronômica.



Numa certa luneta as distâncias focais da objetiva e da ocular são de 60cm e 30cm, respectivamente, e a distância entre elas é de 80cm. Nessa luneta a imagem final de um astro distante se formará a

- a) 30cm da objetiva.                      b) 30cm da ocular.  
c) 40cm da objetiva.                      d) 60cm da objetiva.  
e) 60cm da ocular.

19) A utilização da luneta astronômica de Galileu auxiliou a construção de uma nova visão do Universo. Esse instrumento óptico, composto por duas lentes - objetiva e ocular - está representado no esquema a seguir.



Considere a observação de um objeto no infinito por meio da luneta astronômica de Galileu. Nesse caso, as imagens do objeto formado pelas lentes objetiva e ocular são, respectivamente:

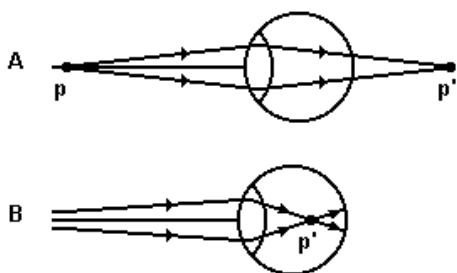
- a) real e direita; virtual e direita                      b) real e invertida; virtual e invertida  
c) virtual e invertida; real e invertida                      d) virtual e direita; real e direita  
e) real e invertida; virtual e direita

20) O tipo de lente da história do Bidu é usado para corrigir:



- a) miopia e astigmatismo.
- b) hipermetropia e miopia.
- c) presbiopia e hipermetropia.
- d) presbiopia e miopia.
- e) astigmatismo e estrabismo.

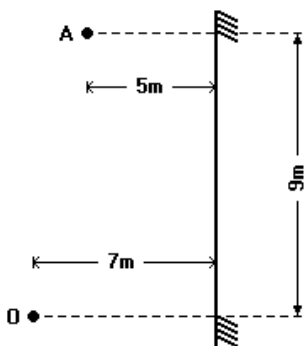
21) A figura a seguir mostra esquematicamente dois defeitos de visão, que podem ser corrigidos pelo uso das seguintes lentes:



- a) convergentes para os casos A e B.
- b) divergentes para os casos A e B.
- c) convergente para o caso A e divergente para o B.
- d) divergente para o caso A e convergente para o B.
- e) um dos defeitos mostrados não pode ser corrigido com o uso de lentes.

22) A figura a seguir mostra um objeto A colocado a 5m de um espelho plano, e um observador O, colocando a 7m deste mesmo espelho.

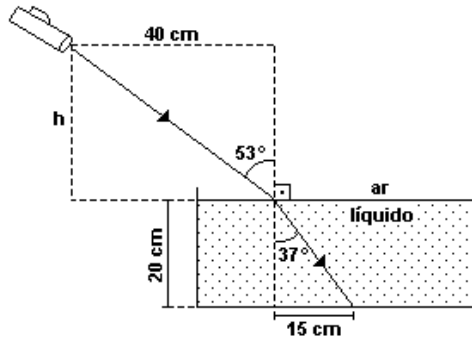
Um raio de luz que parte de A e atinge o observador O por reflexão no espelho percorrerá, neste trajeto de A para O.



- a) 9m
- b) 12m
- c) 15m
- d) 18m
- e) 21m

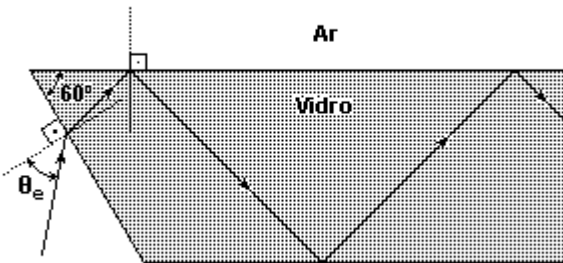


- 27) De uma lanterna colocada no ar sai um estreito feixe de luz que incide na superfície de separação entre o ar e um líquido transparente, refratando-se conforme mostra a figura abaixo.



O índice de refração do líquido é

- a) 1,28                      b) 1,33                      c) 1,39                      d) 1,46                      e) 1,51
- 28) A figura mostra uma placa de vidro com índice de refração  $n(v) = 2^{1/2}$  mergulhada no ar, cujo índice de refração é igual a 1,0. Para que um feixe de luz monocromática se propague pelo interior do vidro através de sucessivas reflexões totais, o seno do ângulo de entrada,  $\sin \theta(e)$ , deverá ser menor ou igual a

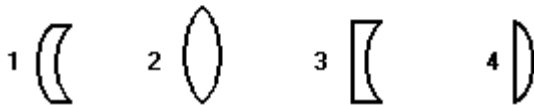


- a) 0,18                      b) 0,37                      c) 0,50                      d) 0,71                      e) 0,87

- 29) A lente da historinha do Bidu pode ser representada por quais das lentes cujos perfis são mostrados a seguir?



Criação de Maurício de Souza



- a) 1 ou 3                      b) 2 ou 4                      c) 1 ou 2                      d) 3 ou 4                      e) 2 ou 3

## Gabarito

	Aula I	Aula II	Aula III	Aula IV	Aula V	Aula VI	Aula VII
1	A	X	A	E	C	C	C
2	C	X	C	B	D	A	B
3	C	X	B	E	B	B	D
4	C	X	C	E	A	E	D
5	B	X	E	C	B	D	C
6	A	X	B	B	E	D	E
7	C	X	B	A	E	E	B
8	E	E	B	E	B	A	D
9	B	D	B	D	C	D	B
10	A	C	A	E	D	E	C
11	A	C	C	E	A	A	D
12	D	A	B	B	A	A	A
13	A	A	A	C	E	E	C
14	C	B	D	C	D	C	A
15	B	B	C	C	D	E	C
16	B	B	B	E	B	C	A
17	C	D	A	C	C	A	C
18	C	B	E	C	B	D	E
19	E	A	B	B	D	E	B
20	C	C	B	B	A	E	C
21	B	B	A	X	E	D	C
22	B	C	C	X	E	D	C
23	D	C	B	X	A	B	B
24	D	C	B	X	A	B	D
25	E	C	A	X	C	C	C
26	E	E	X	X	D	X	B
27	C	E	X	X	B	X	B
28	C	B	X	X	C	X	B
29	B	A	X	X	A	X	B
30	D	C	X	X	A	X	X