

Olimpíada Brasileira de Física 2007



1ª fase

prova para alunos da 3ª série



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos da 3ª série.
- 02) Ela contém **vinte** questões, cada uma cinco alternativas, das quais apenas uma é correta. Assinale na **Folha de Respostas** a alternativa que julgar correta.
- 05) A **Folha de Respostas** com a identificação do aluno encontra-se na última página deste caderno e deverá ser entregue no final da prova.
- 06) A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa minutos**.
- 08) É vedado o uso de quaisquer tipos de calculadoras.
- 09) Quando for o caso, use $g=10 \text{ m/s}^2$ e $\pi = 3$.

Depois de ensinar Física mais de dois anos e meio para avaliar o conhecimento dos alunos, o professor distribuiu o seguinte texto:

Texto 1

A concepção do modelo PRIUS da Toyota é inovadora. Seu Motor Múltiplo Híbrido, que é uma tradução livre de *Hybrid Synergy Drive* (figura ao lado), sintetiza o conhecimento da Física até o fim do século XIX: a Mecânica Clássica, a Termodinâmica e o Eletromagnetismo. O lançamento desse modelo no mercado ocorre devido a existência de um produto típico do século XX, a central eletrônica computadorizada, (representada na figura pelo *eletrônicos*) que controla o Motor de Combustão Interna (MCI) e dois Motores Eletromagnéticos /Geradores, MEG-1 e MEG-2, os quais podem ser usados, conforme a situação, de forma independente ou simultânea.

Observa-se no desenho ao lado que o MCI é representado por 4 pistões que estão envolvidos por cilindros de 1500 cm³. Neste conjunto, cilindro-pistão, é que ocorrem os processos termodinâmicos, sendo que nos motores atuais, ele é o responsável pela movimentação do automóvel. Funcionando paralelamente com o MCI, temos dois MEG, os quais foram projetados para funcionar tanto como motores que consomem eletricidade quanto como geradores de energia elétrica, que é acumulada na bateria. Isto é possível porque o princípio de funcionamento dos MEG em ambas as situações é praticamente o mesmo. Distribuindo a energia mecânica produzida por estes três motores localizamos no desenho o sistema de transmissão planetário, que substitui o atual sistema de marchas.

Segundo engenheiros da Toyota, esse conjunto, apesar de caro, consome uma média de 4,3 litros de gasolina a cada 100 quilômetros. Para se atingir tal eficiência, ao iniciar o movimento, o computador faz uso do MEG-1, enquanto o MCI fica inativo. Ao atingir a velocidade aproximada de 27 km/h, entra em cena o MCI, o qual fará com que o veículo atinja a velocidade ideal para rodovias, ao mesmo tempo em que recarrega as baterias. Em subidas íngremes ou em ultrapassagens perigosas, tanto o MEG quanto o MCI serão acionados. No processo de frenagem foi concebido um mecanismo que aproveita energia cinética do veículo para recarregar as baterias, denominado de freio regenerativo. Dessa maneira, o motor híbrido encontra-se preparado para um novo ciclo, ou seja, as baterias estão devidamente carregadas.

O desempenho deste sistema é controverso, pois certos compradores do Prius afirmam que o consumo real é cerca de 17,0 km/l, semelhante a automóveis de MCI econômicos. Entretanto, outros depoimentos apontam que, dependendo da maneira de dirigir e manter o Prius, é possível obter um consumo de cerca de 42,5 km/l. Seguindo este exemplo, motoristas

conscientes devem usar as leis da natureza – decifradas pelos Físicos – para melhor contribuir com sua preservação, no caso descrito, a minimização da emissão de gases poluentes e a maximização do aproveitamento de combustível.

Questão 1

Depois de ler o texto acima dois alunos ficaram discutindo o que tinham entendido e travaram o seguinte diálogo:

I) – Entendi que o motor híbrido é uma composição de três motores. O movimento inicial é produzido pelo motor eletromagnético e o MCI tem também o papel de recarregar as baterias.

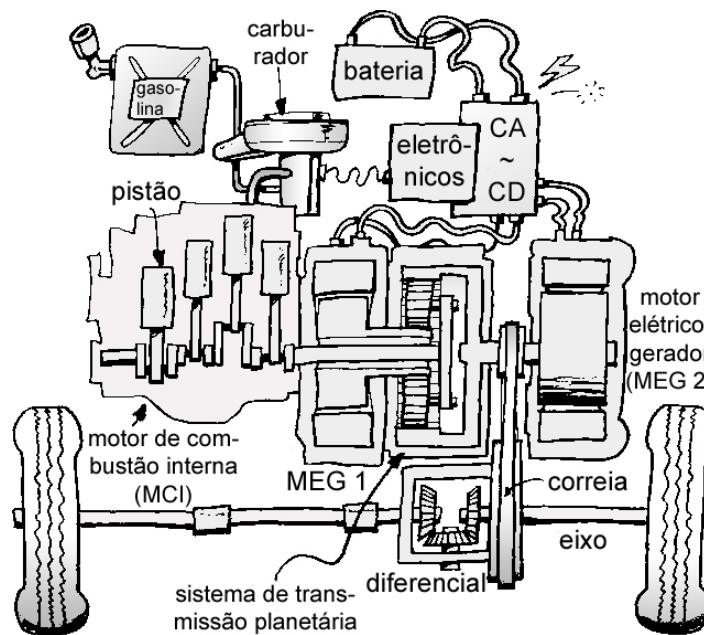
II) – Gostei do que li, principalmente o que dizem os engenheiros da Toyota, que este carro consome apenas um litro de gasolina a cada 42,5 km.

III) – Não é verdade. O valor correto, de acordo com os engenheiros da Toyota, é que o Prius faz, em média, 25 km com um litro de gasolina.

IV) – Porque o MCI só entra em ação aos 7,5 m/s

Podemos dizer das três afirmações acima que:

- a) Apenas as afirmação I e IV estão corretas.
- b) As afirmações I, II e IV estão corretas.
- c) Somente a afirmação III está correta.
- d) Apenas as afirmações I e II estão corretas.
- e) As afirmações I e III estão corretas.



Motor Múltiplo Híbrido

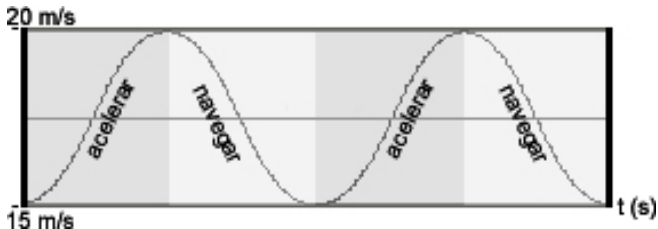
adaptado de: www.imageproduction.nl/peterwelleman

Observando a discussão e o interesse dos estudantes pelo assunto de automóveis, de Física e, principalmente, de economia de combustível, o professor entregou, para complementar, um segundo texto:

Texto 2

Após o lançamento deste veículo, que em parte coincide com aumento repentino do preço dos combustíveis, a perspectiva de declínio da produção de petróleo e, finalmente, a questão do efeito estufa, ocorreu uma mudança de atitude por parte alguns motoristas. Eles passaram a dirigir de tal forma a aproveitar mais o combustível. Colocaram, então, na Internet (<http://www.metrompg.com/posts/pulse-and-glide.htm>) um gráfico da velocidade x tempo de um automóvel PRIUS.

Observa-se, no gráfico acima, uma velocidade de



15 m/s, visando economizar combustível, acelera o automóvel suavemente no início e depois com mais força até atingir a velocidade máxima de 20 m/s. Em seguida, retira o pé do acelerador, sempre de forma gentil, mas o automóvel não fica no estado que muitos motoristas experientes chamam de "banguela", em razão da existência de um sistema de transmissão, chamado de planetário (visto na figura do motor múltiplo híbrido).

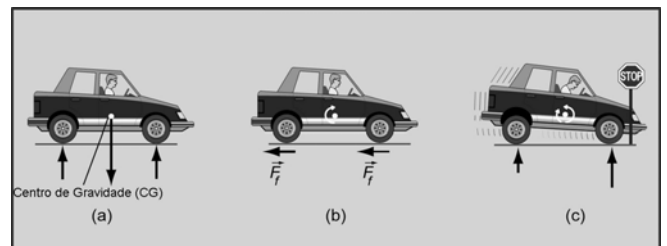
O atrito do automóvel com o ar, ou seja, a sensação de ventania nas mãos quando o carro encontra-se em movimento, e o atrito dissipativo do pneu com chão, e não a força restauradora, fazem com que a velocidade diminua. Nesta fase o MCI fica inativo e o motorista, ao observar que atingiu a velocidade de 15 m/s, volta a acelerar, no início mais suavemente, para um novo ciclo que os usuários do modelo Prius denominam de "pulse and glide" e que podemos traduzir por "acelerar e navegar".

Note também que o gráfico é semelhante ao de uma partícula realizando **M**ovimento **H**armônico **S**imples (MHS) e, como já sabemos, o MHS é a descrição do movimento de um pêndulo em torno de sua posição de equilíbrio (veja a figura complementar a primeira).

Porém, essa comparação se resume apenas ao gráfico, pois no movimento pendular existe uma força restauradora, a qual faz com que ocorra um movimento de vai-e-vem em torno do ponto de equilíbrio, ao levantarmos um pouco a altura do pêndulo.

Este processo parece ser uma aplicação em contexto maior do que deveria ser ensinado nas auto-escolas, nas quais o instrutor deveria dizer que, para dirigir de forma econômica, o automóvel deve estar bem equilibrado. Por exemplo, quando o carro estiver estacionado o peso deve estar bem distribuído pelo

chassi nos quatro pneus. O automóvel BMW 325i Touring, segundo especificação dos fabricantes, tem cerca de "15.000 N de peso, distribuído próximo do ideal de 50% na frente e 50% na traseira (com tanque vazio fica em torno de 53/47, para que, quando abastecido, não haja desequilíbrio)". No caso do Prius, com 12.000 N, esta relação é de 60/40, que é uma óbvia desvantagem para a economia de combustível. Este peso deve continuar bem distribuído numa situação dinâmica. O automóvel, ao ser freado, sofre uma transferência de peso, da parte traseira para a dianteira, ou seja, um desequilíbrio momentâneo, como podemos observar na figura abaixo. A transferência de peso também ocorre ao acelerarmos ou ao fazermos uma curva. Um aluno mais inquisitivo perguntará como pode haver uma transferência de peso, se todas as partes que formam o automóvel são fixas. Podemos responder, resumidamente, que a mesma ocorre devido à ação da inércia e do atrito do pneu sobre o Centro de Gravidade (CG) do automóvel, indicada também na figura abaixo. Assim, houve uma transferência virtual de peso e neste contexto é interessante mencionar que o bom entendimento das Leis de Newton proporciona uma boa dirigibilidade e uma economia de combustível.



A aplicação destas e outras leis da natureza em diferentes situações proporcionará ao futuro motorista uma direção mais prazerosa e uma contribuição à preservação da natureza.

Questão 2

Depois de lerem este segundo texto, os dois alunos o continuaram o diálogo:

I) – Pois é, o MHS é um fenômeno natural onde existe uma força restauradora e o Prius é mais econômico quando realiza MHS.

II) – Uma das desvantagens é que ele pesa 7200 N na frente e 4800 N atrás.

III) – É uma das vantagens do "acelerar e navegar" é que quando o MCI fica inativo, a segunda Lei de Newton permite manter o equilíbrio dinâmico.

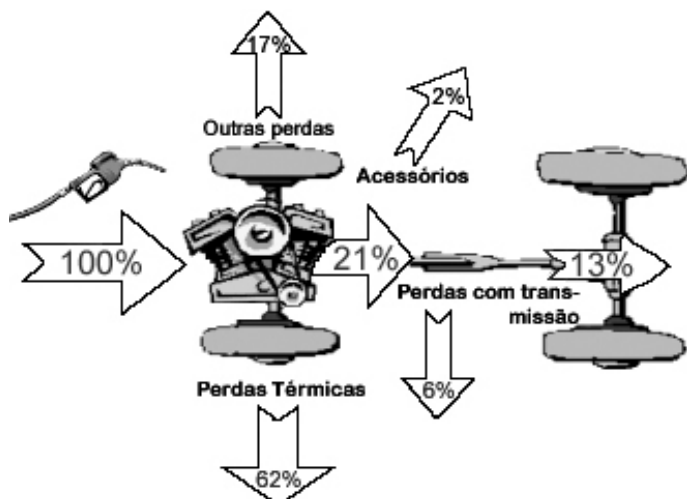
Podemos dizer das quatro afirmações que:

- Todas estão erradas.
- A II e III estão corretas.
- Apenas a II esta correta.
- A I e II estão corretas.
- Todas estão corretas.

Agora, uma discussão sobre "eficiência energética em automóveis".

Texto 3

Estima-se que de cada 100 litros (l) (ou 100%) de gasolina colocados num automóvel (veja o esquema), 62% são usados no MCI ao transformar a energia química da gasolina em energia mecânica; 17% são perdidas nas paradas dos semáforos, congestionamentos etc. Assim, sobraram 21%. Desse valor, 2% são gastos com ar-condicionado, motor de limpador de pára-brisa, rádio etc; 6% com o atrito nos diferentes tipos de transmissão necessários para movimentação do automóvel. Vejam que perda! De cada 100 litros que compramos apenas 13 são usados para girar os pneus do automóvel. Infelizmente, nem toda esta energia é usada, pois 4% são perdidos no atrito cinético dos pneus com o solo e 2% pela resistência do ar quando o automóvel se movimenta, sobrando somente 7% para a movimentação do automóvel. Dessa maneira, o automóvel funciona de forma pouco eficiente. O valor de 17% pode ser bastante reduzido pela maneira de dirigir e pelo local, como estradas, ruas com pouco trânsito etc.



Adaptado de (<http://www.fueleconomy.gov/feg/atv.shtml>)

Questão 3

Pergunto: Qual é a porcentagem aproximada de energia que chega às rodas do veículo e é usada para sua movimentação no asfalto?

- a) 13% b) 35 % c) 46% d) 7% e) 40 %

Questão 4

Aproximando-se a energia química contida em um litro de gasolina para 30×10^6 J e considerando que um automóvel típico de 1000 cm^3 (Uno Mille, por exemplo) faz cerca de 15 km/l na estrada, sabendo-se, ainda, que apenas 13% da energia gerada no MCI vão para os pneus, pergunta-se: qual o valor da força média feita pelos pneus no asfalto para manter o automóvel a velocidade constante durante os 15 km?

- a) 240 N b) 450 N c) 585 N d) 260 N e) 390 N

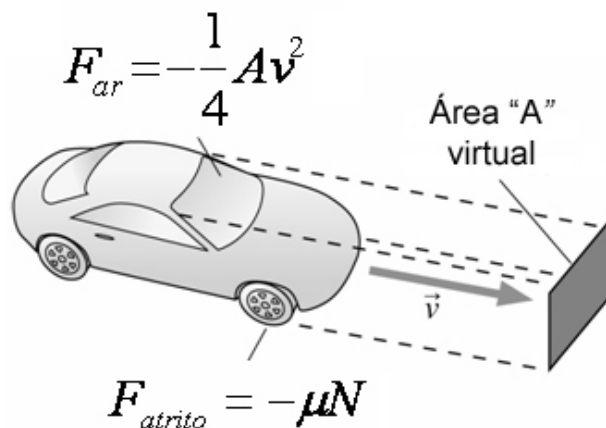
Texto 4

A segunda lei de Newton, aplicada às principais forças que atuam sobre o automóvel é expressa, para o caso unidimensional, como

$$ma = F_{\text{Motor Híbrido}} + F_{\text{atrito}} + F_{\text{ar}}$$

O primeiro termo do lado direito da igualdade é a parte da força, que vem do motor híbrido através do sistema de engrenagens, a qual termina com a aplicação da força pelo pneu ao chão. Depois, vemos as forças chamadas genericamente de forças dissipativas, pois impedem o máximo aproveitamento dos mecanismos de tração do automóvel. A primeira é a força de atrito cinético do pneu com o chão e a segunda é força da resistência do ar. Do lado esquerdo da equação temos a massa m do automóvel e, por fim, a aceleração a do veículo em funcionamento.

Para melhor compreensão, as fórmulas das duas últimas forças acompanham a figura a seguir. A unidade de F_{ar} é Newton e algumas constantes foram simplificadas para aparecer o valor $\frac{1}{4}$ na força de resistência do ar.



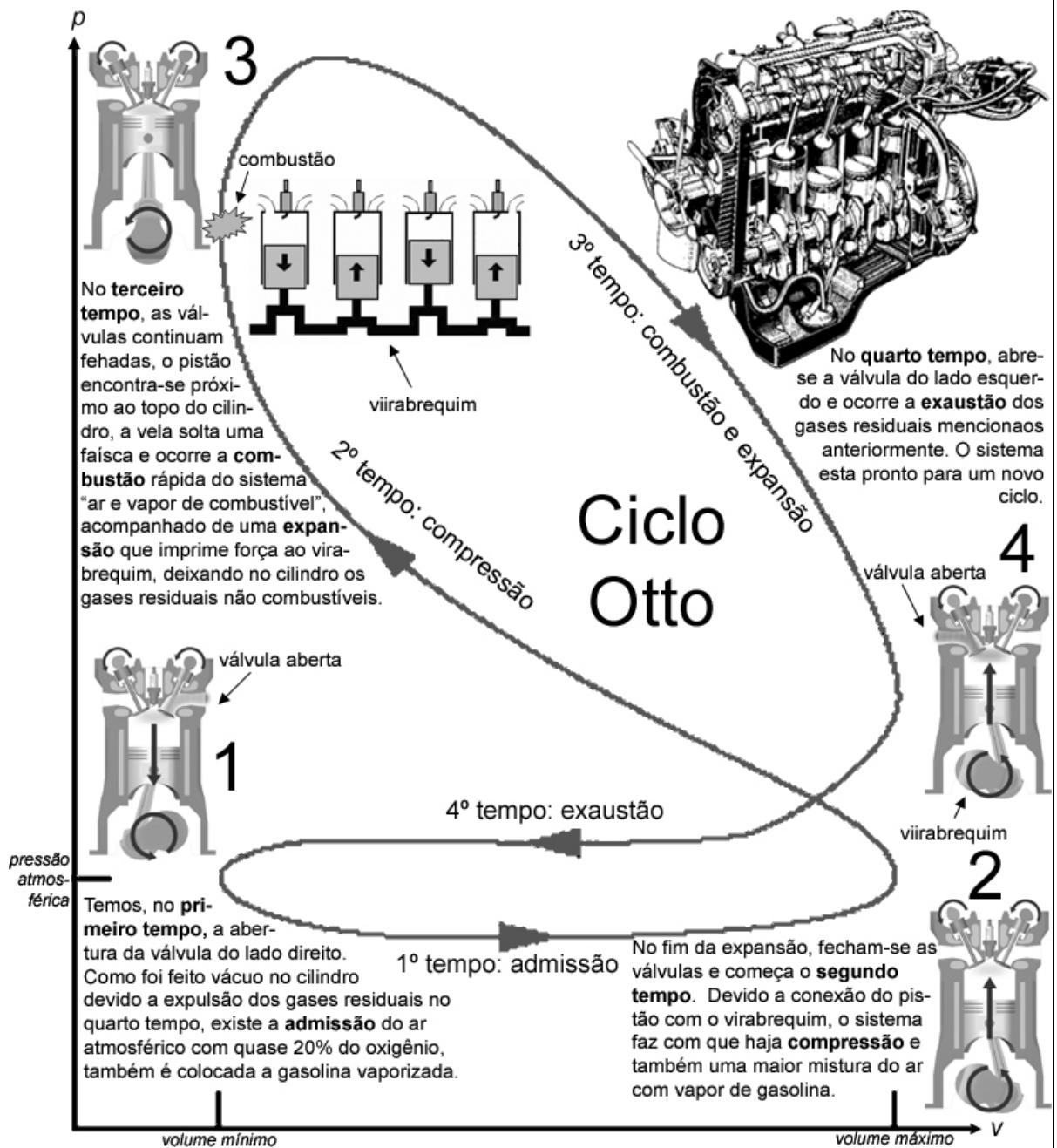
Questão 5

Considere, por **simplicidade**, que o automóvel tem uma área A virtual de 3 m^2 , um coeficiente de atrito cinético $\mu = 0,02$ e uma massa de 1200 kg . Como na fase de navegação discutida no texto 2, vamos considerar que as baterias estão carregadas e o Motor Múltiplo Híbrido está em repouso. Pergunta-se: no ponto de velocidade máxima do gráfico do texto 2, qual o módulo da desaceleração total

- a) $|a| = 0,35 \text{ m/s}^2$
 b) $|a| = 0,45 \text{ m/s}^2$
 c) $|a| = 0,55 \text{ m/s}^2$
 d) $|a| = 0,65 \text{ m/s}^2$
 e) $|a| = 0,40 \text{ m/s}^2$

Texto 5

Apreciem, agora, o corte de um MCI de 4 cilindros. A concatenação dos 4 cilindros e a obtenção de uma boa eficiência do combustível exigiu muito trabalho dos engenheiros automobilísticos, mas o princípio de funcionamento do motor é simples e foi desenvolvido por Nicolaus Otto em 1862. Comece ler o ciclo Otto pelo 1, abaixo a sua esquerda.



Questão 6

Por favor, sintetizem o funcionamento do MCI.

- I) - Em primeiro lugar é importante dizer que o calor resultante da combustão é uma forma de energia.
- II) - Podemos afirmar que parte da energia da fonte quente é transformada em trabalho e o resto do calor é perdido no radiador do automóvel.
- III) - É verdade. Esta é a razão de colocarmos água no radiador, pois seu calor específico é um dos mais altos da natureza.
- IV) - A expressão da eficiência (e) do MCI é sempre $e = 1 - \frac{T_{fria}}{T_{quente}}$ onde $T_{fria}(T_{quente})$ é a Temperatura da fonte Fria(Quente)

Em relação a este diálogo você pode afirmar que:

- a) I, II e III estão corretas
- b) II e III estão corretas.
- c) I e IV estão corretas.
- d) Todas estão certas.
- e) Apenas I está correta.

Questão 7

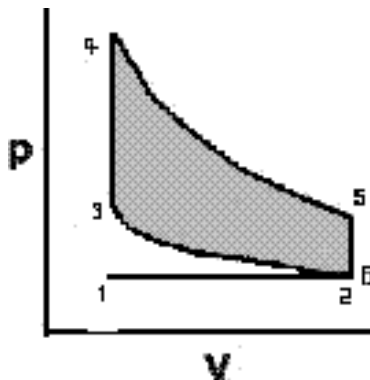
Vimos que no conjunto cilindro-pistão do MCI ocorre um movimento cíclico. Um engenhoso mecanismo de controle das válvulas faz com que o pistão tenha dentro do cilindro, em primeira aproximação, um movimento oscilatório do tipo Movimento Harmônico Simples (MHS).

Considerando A como a amplitude, ω a frequência angular e θ a fase inicial, a velocidade deste pistão dentro do cilindro é expressa pela fórmula:

- a) $v = A \sin(\omega t + \theta)$
- b) $v = A \cos(\omega t + \theta)$
- c) $v = A \omega \cos(\omega t + \theta)$
- d) $v = -A \omega^2 \sin(\omega t + \theta)$
- e) nenhuma das anteriores

Questão 8

No texto 5 aprendemos como funcionam os quatro tempos do ciclo Otto real, é comum simplificar este ciclo de tal forma que o processo de combustão ocorra a volume constante (3→4), seguida de uma expansão (4→5) e as fases de exaustão também a volume (5→6) constante, seguida de outra compressão (6→1) com a mesma pressão do tempo admissão (1→2). Além disso, supõe-se que as fases de compressão (2→3) e expansão (4→5) sejam adiabáticas, ou seja, o processo é tão rápido, que não há troca de calor com o meio ambiente. Estes processos são também chamados de:



- I) (1 → 2) e (6 → 1) são isobáricas.
- II) (4 → 5) e (2 → 3) são isotérmicas
- III) (3 → 4) e (4 → 5) são isocóricos.

Em relação a estas afirmativas dizemos que:

- a) As afirmativas I e III estão corretas.
- b) Todas estão corretas.
- c) Todas estão erradas.
- d) As afirmativas I e II estão corretas.
- e) Nenhuma das anteriores.

Questão 9

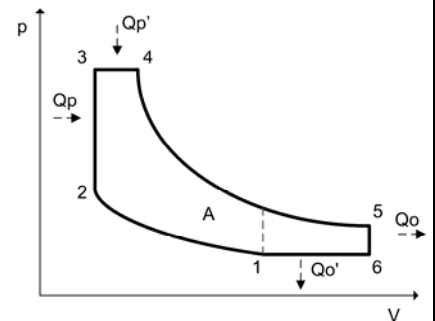
Vamos supor que o motor de 4 cilindros (texto 5) tenha eficiência de 0,21, como no texto 3, e fornece 140 J de por ciclo por cilindro. Se o motor explode a uma taxa de 25 ciclos por segundo e a quantidade de energia é 30×10^6 J por litro, quanto tempo levará uma automóvel para gastar um tanque de 40 litros?

- a) 300 minutos.
- b) 360 minutos.
- c) 280 minutos.
- d) 320 minutos.
- e) 240 minutos.

Questão 10

Talvez a maior vantagem do Motor Múltiplo Híbrido seja usar da melhor forma possível os três motores a sua disposição. Em automóveis convencionais o MCI é projetado para enfrentar situações excepcionais, tais como ultrapassagens com segurança ou subir ladeiras íngremes com facilidade. Esta preferência faz com que o MCI tenha uma eficiência ruim a baixas velocidades. Em geral, a melhor eficiência ocorre quando se exige cerca da metade potência máxima do MCI. Assim, adicionando-se MEGs pode-se colocar MCI com menor potência e projetá-lo de tal forma que o mesmo funcione com maior eficiência. Na realidade o motor do ciclo Otto foi substituído pelo ciclo de Atkinson (veja figura a seguir), que para as mesmas características fornece mais eficiência do que potência, pois se desacopla o virabrequim durante parte do tempo da compressão de tal forma que no momento da combustão o pistão esteja exatamente na parte superior do cilindro. Em relação a este ciclo novo podemos dizer que:

- I) Em comparação ao ciclo Otto, a fonte quente foi separada em duas componentes uma isotérmica e outra isocórica.



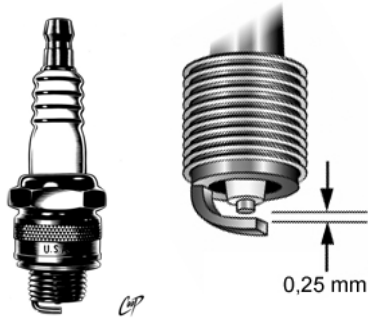
- II) Para as mesmas características do motor, o rendimento no ciclo Atkinson é maior do que no ciclo Otto.
- III) No ciclo Otto a combustão ocorre na fase de ascensão da fase de compressão, enquanto que no de Atkinson esta combustão é realizada no ponto superior do cilindro

Em relação a estas afirmações dizemos que:

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

Questão 11

Vimos que no 3º tempo do ciclo Otto, ocorre uma explosão devido a existência da mistura do vapor de gasolina e ar. Esta explosão é provocada por uma faísca por causa da existência de um campo elétrico extremamente grande, da ordem de $3.0 \cdot 10^6$ N/C entre eletrodos da vela. Veja as fotos das velas a seguir. Se a distância entre os eletrodos for da ordem de 0,25 mm qual será a diferença de potencial entre estes eletrodos?

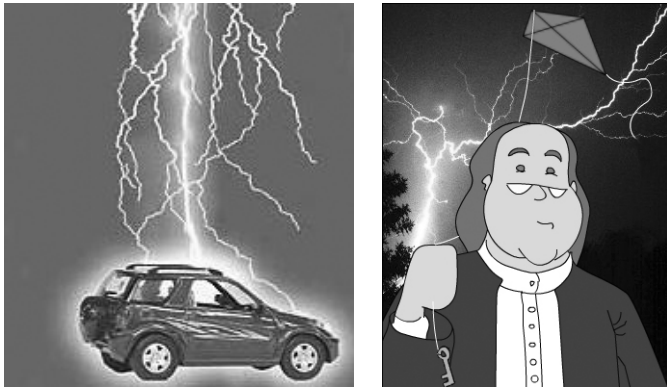


- a) $7,50 \cdot 10^5$ V
- b) $1,20 \cdot 10^7$ V
- c) $1,20 \cdot 10^4$ V
- d) $7,50 \cdot 10^2$ V
- e) $7,50 \cdot 10^4$ V

Obs.: Na questão anterior vimos que a diferença de potencial nos eletrodos da vela é muito maior do que na bateria, que será discutido na questão 14. Isto acontece porque existe uma bobina que tem o papel de aumentar o campo elétrico, mas este assunto não pode ser discutido agora.

Questão 12

Em junho de 1752, Benjamin Franklin (1706 – 1790), realizou a perigosa experiência de empinar uma pipa (ou papagaio) feita de seda, em uma tempestade. Observou pequenas faíscas entre uma chave amarrada no barbante da pipa e seu punho. Esta experiência e outras levaram as seguintes conclusões:



- I) Que o raio tem a mesma natureza da descarga elétrica em que ocorre em experimentos onde se faz atritar um bastão de vidro num pedaço de lã e aproxima o bastão de vidro de pedaços de papel picado.
- II) Que Benjamin Franklin não morreu no experimento como ocorreu com um outro Físico, George Wilhelm Richmann, que tentou reproduzir o experimento de Franklin, porque, provavelmente, estava calçando um sapato isolante, da mesma forma que os pneus de borracha isolam o automóvel impedindo que os ocupantes sofram o impacto dos raios.

III) Diferentes mecanismos atuam dentro das nuvens provocando a formação de agrupamentos de cargas positivas e negativas e quando uma delas é atraída por cargas de sinais opostos na Terra ocorre o raio.

Qual das alternativas abaixo é a correta?

- a) I e III estão corretas.
- b) Apenas I está correta.
- c) Apenas III está correta.
- d) Todas estão corretas.
- e) I e III estão corretas

Questão 13

Nas baterias de chumbo/ácido usadas para fornecer a energia elétrica para as múltiplas necessidades do automóvel, uma delas é a faísca para a combustão ou queima da gasolina vista na questão 11. Dizemos que a diferença de potencial entre seus terminais é de 12 Volts. Em relação a esta diferença de potencial podemos dizer que:

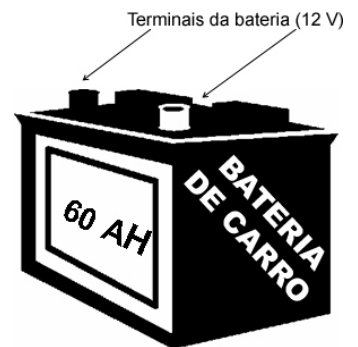
- I) É análogo a diferença de potencial gravitacional.
- II) Não tem nada a ver com a idéia de potencial gravitacional, pois uma se refere a área de eletricidade e a outra a mecânica.
- III) O potencial elétrico é a razão da energia elétrica dividida pela carga elétrica.

Em relação as afirmações acima dizemos que

- a) Apenas a afirmativa II está correta.
- b) As afirmativas II e III são falsas.
- c) Apenas II está correta.
- d) As afirmativas I e III estão corretas.
- e) Apenas III está correta.

Questão 14

A quantidade máxima de carga elétrica a ser acumulada numa bateria de automóvel é indicada na própria bateria. Por exemplo, uma bateria que tem indicada 60 Ah acumula 60x3600 Coulombs de carga elétrica. Para consumir esta carga elétrica é necessário que exista uma diferença de potencial em seus terminais, num automóvel comum é de 12 V. Se as lâmpadas de um automóvel consomem no conjunto a potência de 180 W, quanto tempo duraria a bateria sem recarga?



- a) 6 hs
- b) 4 hs
- c) 3 hs
- d) 2 hs
- e) 5 hs

Questão 15

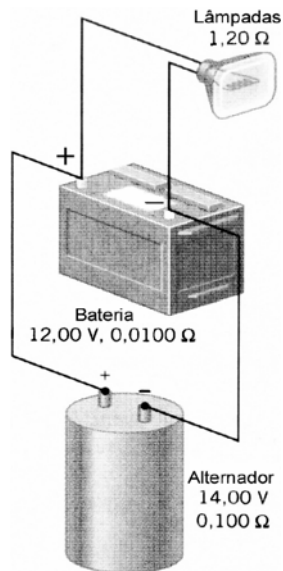
Vocês foram a uma revendedora autorizada da Toyota e receberam as características do Prius apresentadas na tabela abaixo. Desprezando todas as forças dissipativas, em torno de quanto tempo o automóvel poderiam andar para consumir a energia total da bateria usando 1/5 da Potência do MEG-2?

	Especificações do Prius
MCI	1497 cm ³ , 4-cilindros
Potência	53 kW a 4500 min ⁻¹
Torque	115 Nm a 4200 min ⁻¹
MEG-2	Corrente Alternada ^r
Potência	33 kW a 1040 min ⁻¹
Torque	350 Nm a 0-400 min ⁻¹
Velocidade máxima	160 km/h
Aceleração 0-100 km/h	13,4 s
Capacidade da bateria	1778 Wh

- a) 10 min b) 16 min c) 30 min d) 2 hs e) 300 s

Questão 16

Tendo em vista que cada vez mais componentes eletrônicos e itens de conforto, como direção hidráulica e ar condicionado estão sendo adicionados aos automóveis, fica interessante compreender o funcionamento de um dos primeiros circuitos elétricos introduzidos no automóvel: aquele que faz funcionar os faróis do automóvel. Errôneamente, pode-se achar que as lâmpadas dos faróis estão ligadas a bateria, a qual forneceria corrente elétrica necessária para a iluminação. No entanto, observamos que a duração da carga elétrica da bateria é finita, assim, foi preciso a introdução de um gerador de corrente elétrica, chamado de alternador, que recarrega a bateria e ao mesmo fornece corrente elétrica às lâmpadas do automóvel (esquema acima).

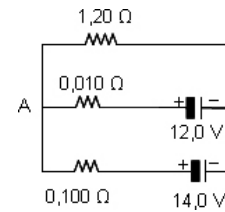


Em relação ao que foi dito, qual das afirmações a seguir é a falsa?

- a) O alternador, gerador de energia elétrica, sempre gera corrente elétrica a bateria e esta tem o papel de fornecer corrente elétrica a lâmpada.
 b) Se a diferença de potencial nos terminais da bateria for de 12,0 V haverá sempre corrente elétrica fluindo em direção ao terminal positivo da mesma, recarregando a bateria.

c) Nesta configuração a origem do fluxo de corrente elétrica para a lâmpada sempre virá do alternador e quando o alternador não estiver funcionando, ou seja, quando o MCI estiver parado, a corrente elétrica virá da bateria.

d) Uma representação do esquema elétrico mencionado pode ser dada pelo diagrama elétrico.



e) Devido a lei de conservação da carga elétrica a soma das correntes junção A é sempre zero.

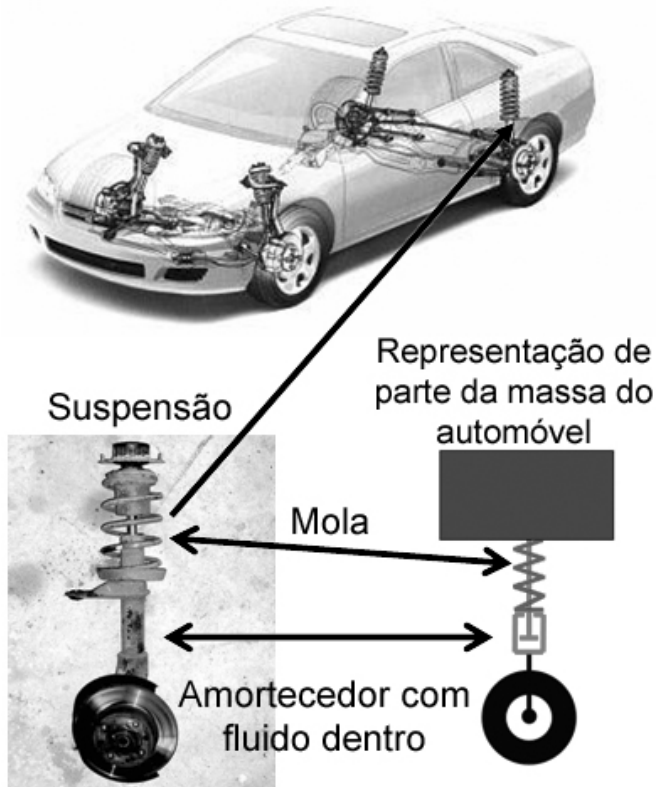
Questão 17

A magnitude corrente que passa pela bateria é aproximadamente:

- a) 10 A b) 6 A c) 9 A d) 5 A e) 4 A

Questão 18

No automóvel, acopladas as quatro rodas, temos o conjunto, genericamente chamado de suspensão (veja figura abaixo). Este conjunto tem o papel de manter o equilíbrio dinâmico do automóvel. E composto da mola e do amortecedor. Quando a mola esta esticada e objeto no fluido esta no ponto mais baixo, a **segunda Lei de Newton** que melhor descreve esta situação a situação é:



- a) $-ma = -kx - bv$
- b) $-ma = kx + bv$
- c) $ma = -kx + bv$
- d) $ma = kx + bv$
- e) $ma = kx - bv$

É conveniente esclarecer que o termo bv tem o mesmo papel exercido pela força de resistência do carro discutido na questão 5, só que a resistência do fluido é proporcional a velocidade.

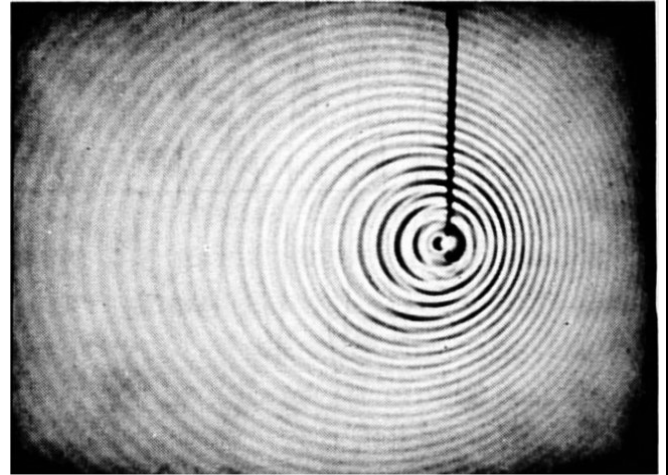
Questão 19

Vamos supor que os quatro amortecedores do carro quebraram você os retirou ficando apenas as molas. Num determinado momento, você foi buscar um livro no automóvel, ao entrar todo sistema ficou em MHS. Desprezando as eventuais forças de atrito do sistema e supondo que a elasticidade do pneu não influencie na oscilação. Qual será o período de oscilação se sua massa for de 80 kg e a constante elástica de cada mola da suspensão for de $k = 500 \text{ N/m}$. Considere por simplicidade que $\pi = 3$?

- a) 1,00 s
- b) 1,50 s
- c) 2,00 s
- d) 1,20 s
- e) 2,40 s

Questão 20

Na figura a seguir você vê um objeto movendo-se da sua esquerda para a sua direita, ao mesmo tempo em que produz ondas superficiais circulares na água. Esta imagem pode representar uma ambulância com a sirene funcionando.



Em relação a este fenômeno, qual das respostas abaixo está incorreta?

- a) Chama-se efeito Doppler.
- b) O som da sirene fica mais grave do lado esquerdo e mais agudo do lado direito
- c) As duas ondas propagam-se, necessariamente, em meios materiais.
- d) A velocidade do som na água e no ar são iguais.
- e) A sirene ao funcionar parado, gera ondas esféricas sonoras.

Olimpíada Brasileira de Física 2007



1ª Fase

FOLHA DE RESPOSTAS DO 3º Série

Preencher usando letra de forma

Nome: _____

Série: ____ E-mail _____

Escola: _____

Município _____ Estado _____

Assinatura _____

	a	b	c	d	e
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					