

CHAMA O FÍSICO

# ***RAIO-X DO ENEM***

PROF. THALES RODRIGUES





## Sobre o autor

Thales Rodrigues é formado em Física pela UFMG. Desde 2013 é professor Colégio Bernoulli, em Belo Horizonte, e em 2017 tornou-se youtuber no canal de educação Chama o Físico!!

Em 2019 fundou o curso online Chama o Físico, uma plataforma completa, atualmente com quase 500 alunos, com a melhor preparação para as provas de Física do país.

# RAIO-X DO ENEM

## Olá estudante!

Fico muito feliz em saber que esse material tenha chegado até você! Você vai ficar impressionado com a qualidade desse e-book!

Ele é resultado de um esforço de vários dias analisando as mais de **360 questões** de **TODAS** as provas do Enem!

Além de diversas estatísticas detalhadas, eu organizei todas as questões na ordem da matéria e indiquei o grau de dificuldade de cada uma delas.

## ATENÇÃO

Entre os dias **06 e 10 de Julho** vai acontecer o **Treinamento Raio-X do ENEM**. Neste treinamento eu vou te ensinar os principais conteúdos cobrados na prova do Enem, te mostrar onde você deve investir mais ou menos tempo de estudos e as melhores estratégias para aumentar o seu número de acertos em Física!

O treinamento será **GRATUITO** e, para participar, basta você fazer a sua inscrição no site:

[www.chamaofisico.com.br/raio-x](http://www.chamaofisico.com.br/raio-x)

Faça a sua inscrição o mais rápido possível, pois nas semanas anteriores do Treinamento eu vou disponibilizar outros materiais exclusivos os alunos inscritos no treinamento. Não perca!

## I. ESTATÍSTICAS

<i>Número de Questões de Física</i>	5
<i>Grau de Dificuldade da Prova</i>	6
<i>O que mais cai no Enem?</i>	8
<i>Estilo das Questões</i>	10
<i>Quais são as fórmulas mais importantes?</i>	11
<i>O que chutar na hora do desespero?</i>	13
<i>Estatística por Assunto</i>	14

## II. QUESTÕES DO ENEM

<i>Cinemática</i>	44
<i>Dinâmica</i>	55
<i>Trabalho e Energia</i>	64
<i>Impulso e Quantidade de Movimento</i>	75
<i>Equilíbrio de Corpos Extensos</i>	79
<i>Gravitação</i>	82
<i>Hidrostatica</i>	86
<i>Termologia</i>	97
<i>Óptica Geométrica</i>	125
<i>Movimento Harmônico Simples</i>	138
<i>Ondulatória</i>	139
<i>Eletrostática</i>	163
<i>Eletrodinâmica</i>	166
<i>Eletromagnetismo</i>	197
<i>Física Moderna</i>	202

<b>III. GABARITOS</b>	205
-----------------------	-----

## O que é o Enem?

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) avalia o desempenho escolar ao final da educação básica. Realizado anualmente pelo Inep, desde 1998, o Enem colabora para o acesso à educação superior – por meio do Sisu, do Prouni e de convênios com instituições portuguesas – e a programas de financiamento e apoio estudantil, caso do Fies. Os resultados também permitem o desenvolvimento de estudos e indicadores educacionais. Qualquer pessoa pode fazer o Enem, entretanto, participantes “treineiros” podem usar o resultado somente para autoavaliação de conhecimentos.

O Enem é aplicado em dois domingos. Os participantes fazem provas de linguagens, códigos e suas tecnologias; ciências humanas e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias; e matemática e suas tecnologias, que somam 180 questões. Os participantes também são avaliados por meio de uma redação, que exige o desenvolvimento de um texto dissertativo-argumentativo a partir de uma situação-problema. A Política de Acessibilidade e Inclusão do Inep garante atendimento especializado e tratamento pelo nome social, além de diversos recursos de acessibilidade. Em 2020, pela primeira vez, o Inep realizará o Enem Digital. A prova em computador será aplicada para 100 mil participantes.

## Provas Anteriores

Apesar de ter sido criado em 1998, o Enem passou por uma transformação em 2009 e começou a ser usado com a principal forma de ingresso nas universidades públicas do país. Além do **Enem regular**, também chamado de **1ª aplicação**, outras versões foram aplicadas desde 2009. Inclusive, a primeira prova do Enem 2009 foi cancelada devido ao vazamento do exame.

As provas do **Enem PPL**, também chamado de **2ª aplicação**, têm o mesmo nível de dificuldade do Enem regular. A única diferença é a aplicação, que acontece dentro de unidades prisionais e socioeducativas indicadas pelos respectivos órgãos de administração prisional e socioeducativa, de cada unidade da Federação. Só podem participar aqueles que assinam Termo de Adesão, Responsabilidade e Compromisso, por meio de um sistema on-line. A aplicação é posterior ao Enem regular e ocorre em dias úteis.

Em 2014 e 2016 o Enem teve uma **3ª aplicação**. Em 2014, a 3ª aplicação ocorreu para apenas 30 candidatos que tiveram problemas na primeira aplicação (falta de energia elétrica). Em 2016, em função das ocupações de escolas e Instituições de Ensino Superior (IES) ocorridas em final de outubro e início de novembro, foram necessárias três aplicações do Enem.

Em 2017, o INEP passou a oferecer a videoprova em **Libras**. Apenas nesse ano houve uma versão exclusiva nesse formato.

**Esse material é resultado da análise das 25 provas do Enem (desde 2009).**

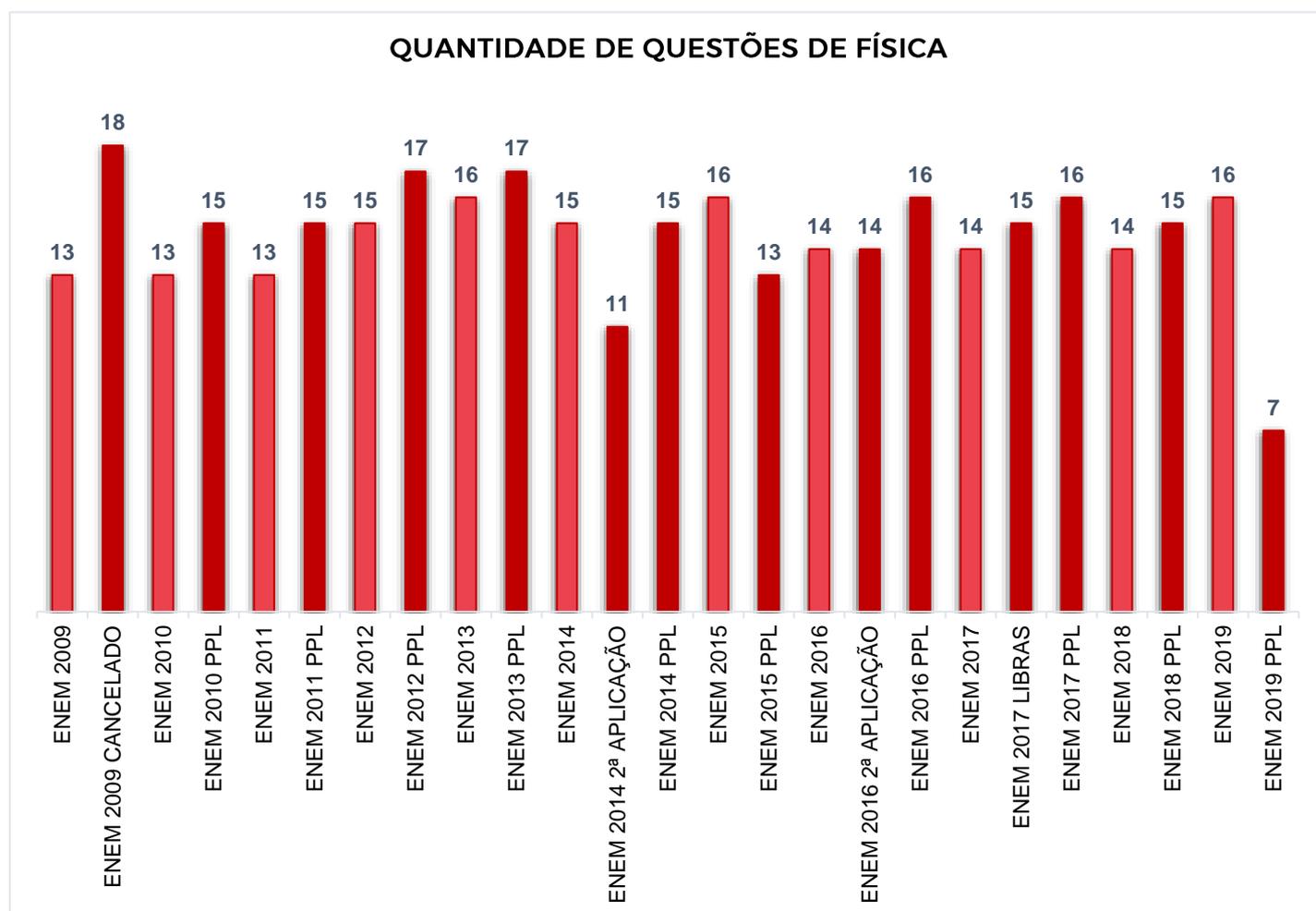
## Número de Questões de Física

As questões de Física no Enem são aplicadas na prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que é composta por questões de Física, Química e Biologia. Essas questões são apresentadas, frequentemente, de forma contextualizada e interdisciplinar, reunindo conceitos de múltiplas áreas do conhecimento.

A prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias possui **45 questões** e é realizada no segundo dia de exame juntamente à prova de Matemática e suas Tecnologias, também com 45 questões. Ao todo, o candidato terá o tempo máximo de **5 horas** para responder a todas as questões. Logo, o **tempo médio** para responder cada questão é de **3 minutos**.

A divisão das questões não é, necessariamente, igualitária (15 de Física, 15 de Química e 15 de Biologia). Entretanto, o valor médio fica entre 14 e 15 questões por prova.

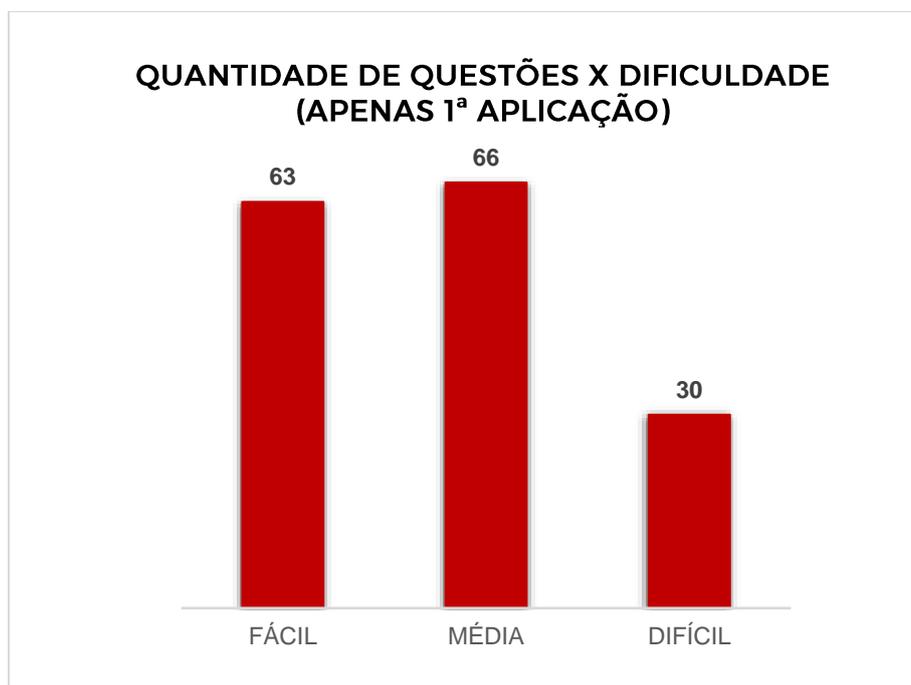
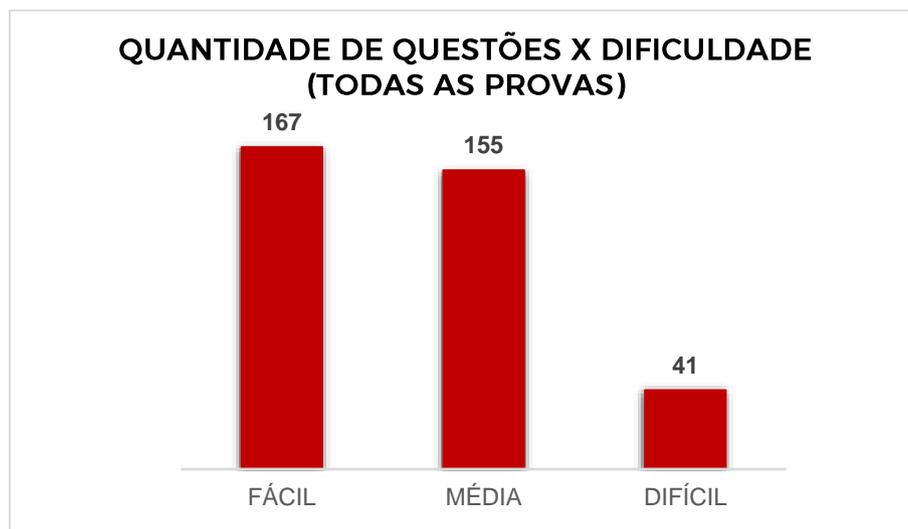
O gráfico abaixo mostra o número de questões de Física nas provas do Enem.



## Grau de Dificuldade da Prova

De 2009 a 2015 as questões de Física eram caracterizadas por situações-problemas do cotidiano, textos mais extensos e, muitas vezes, raciocínio lógico. A partir de 2016 a prova se tornou mais conteudista, com textos menores e um maior grau de dificuldade.

Os gráficos abaixo mostram o grau de dificuldade das questões de física (são mais 360 questões).



PROVA	FÁCIL	MÉDIA	DIFÍCIL	TOTAL
ENEM 2009	3	8	2	13
ENEM 2019 PPL	4	3	0	7
ENEM 2019	7	5	4	16
ENEM 2018 PPL	6	7	2	15
ENEM 2018	3	8	3	14
ENEM 2017 PPL	6	8	2	16
ENEM 2017 LIBRAS	7	8	0	15
ENEM 2017	4	5	5	14
ENEM 2016 PPL	6	10	0	16
ENEM 2016 2ª APLICAÇÃO	6	7	1	14
ENEM 2016	5	5	4	14
ENEM 2015 PPL	2	7	4	13
ENEM 2015	5	7	4	16
ENEM 2014 PPL	8	7	0	15
ENEM 2014 2ª APLICAÇÃO	5	5	1	11
ENEM 2014	9	5	1	15
ENEM 2013 PPL	10	7	0	17
ENEM 2013	2	11	3	16
ENEM 2012 PPL	14	3	0	17
ENEM 2012	9	4	2	15
ENEM 2011 PPL	11	4	0	15
ENEM 2011	8	3	2	13
ENEM 2010 PPL	10	5	0	15
ENEM 2010	8	5	0	13
ENEM 2009 CANCELADO	9	8	1	18
<b>MÉDIA (TODAS AS PROVAS)</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	
<b>MÉDIA (APENAS 1ª APLICAÇÃO)</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	

## O que mais cai na prova do Enem?

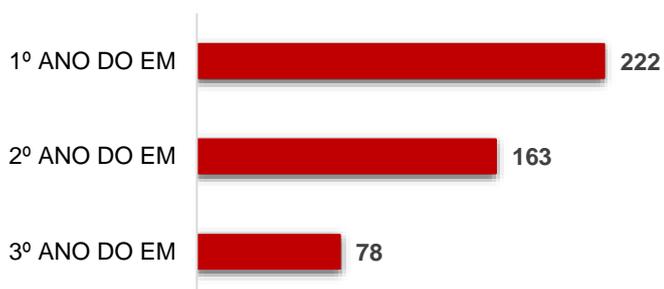
A prova do Enem possui um desequilíbrio na quantidade de questões relacionadas a cada ano do Ensino Médio. A prova possui mais conteúdos do 1º ano do Ensino Médio (Cinemática, Dinâmica, Energia...). Os conteúdos de 2º ano do Ensino Médio também aparecem com boa frequência (Termologia, Óptica Geométrica e Ondulatória). Os conteúdos do 3º ano do Ensino Médio são menos frequentes (Eletrostática, Eletrodinâmica, Eletromagnetismo e Física Moderna).



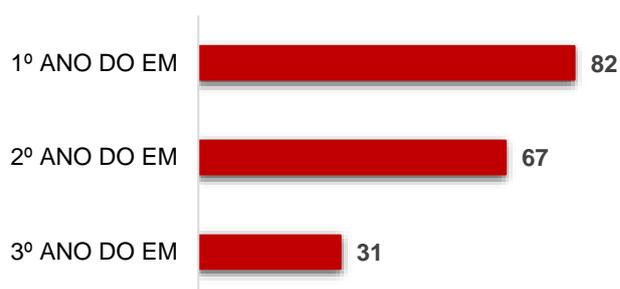
### QUANTIDADE DE QUESTÕES POR ÁREA (APENAS 1ª APLICAÇÃO)



### QUESTÕES POR ANO DO EM (TODAS AS PROVAS)

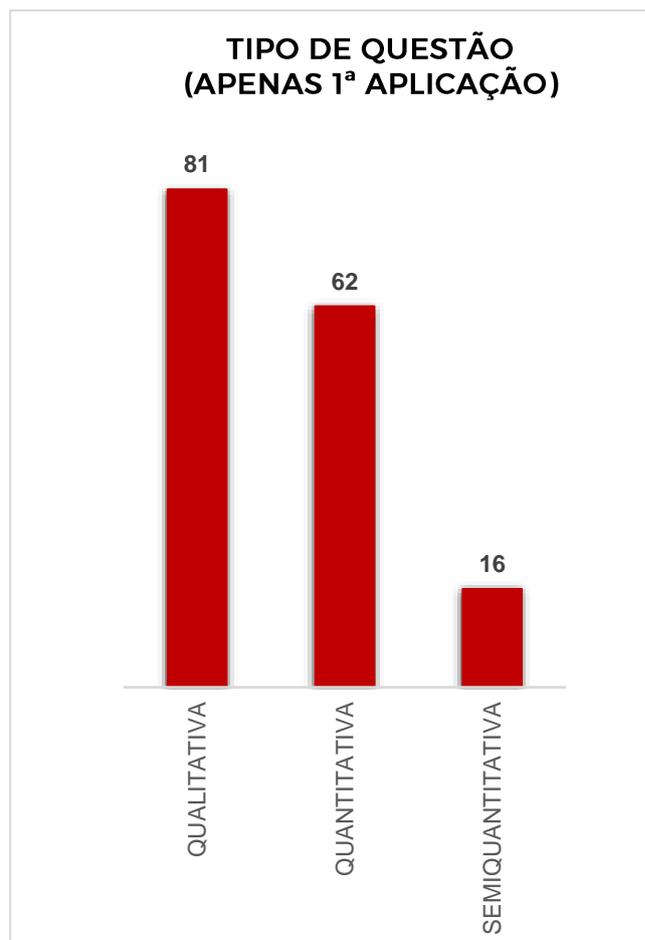
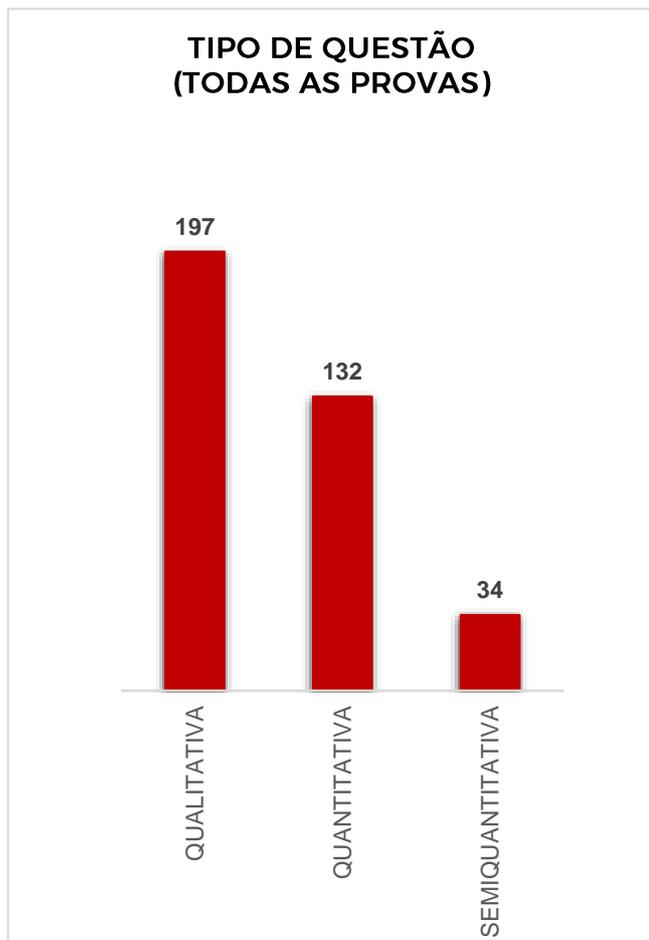


### QUESTÕES POR ANO DO EM (APENAS 1ª APLICAÇÃO)



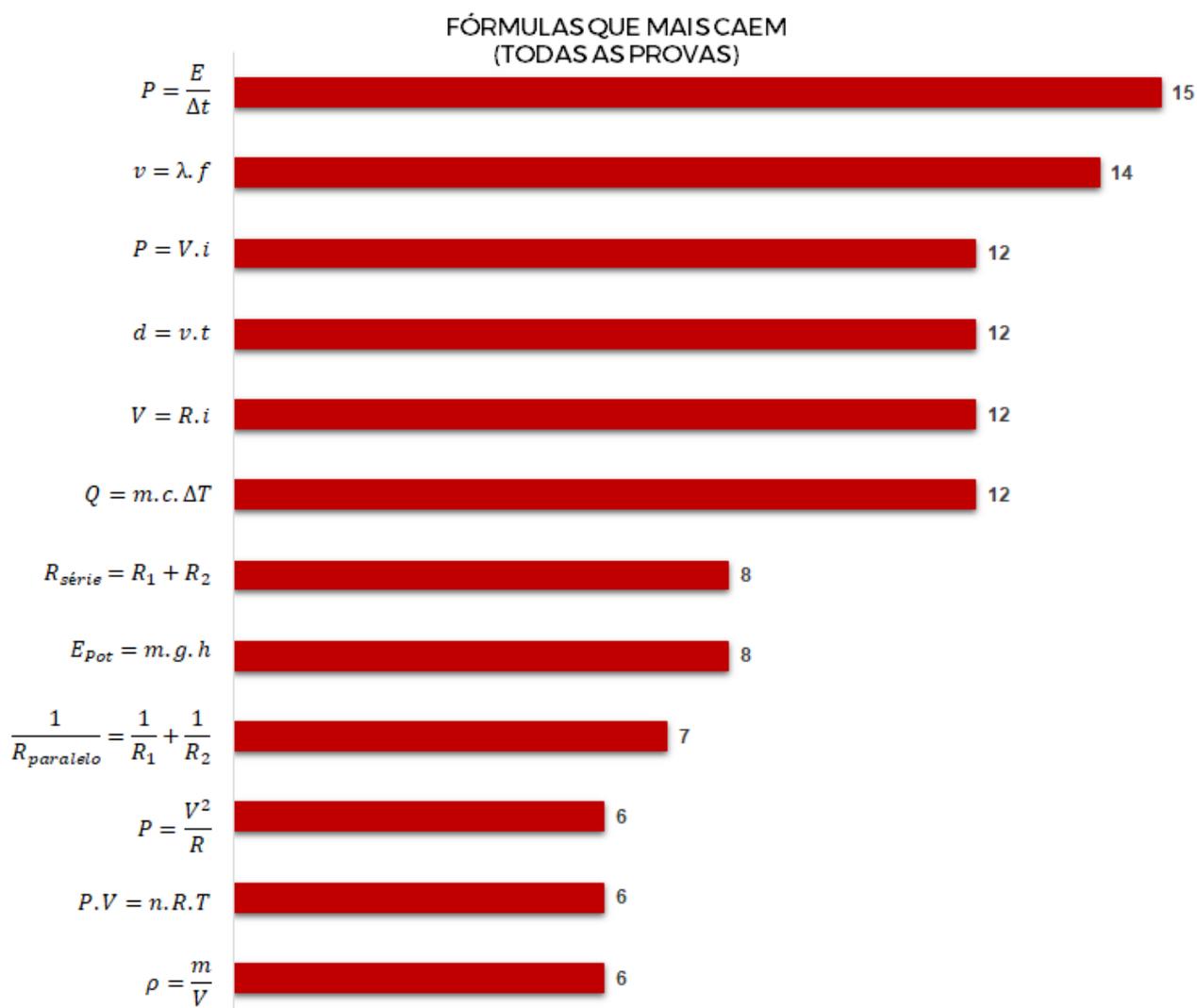
## Estilo das Questões

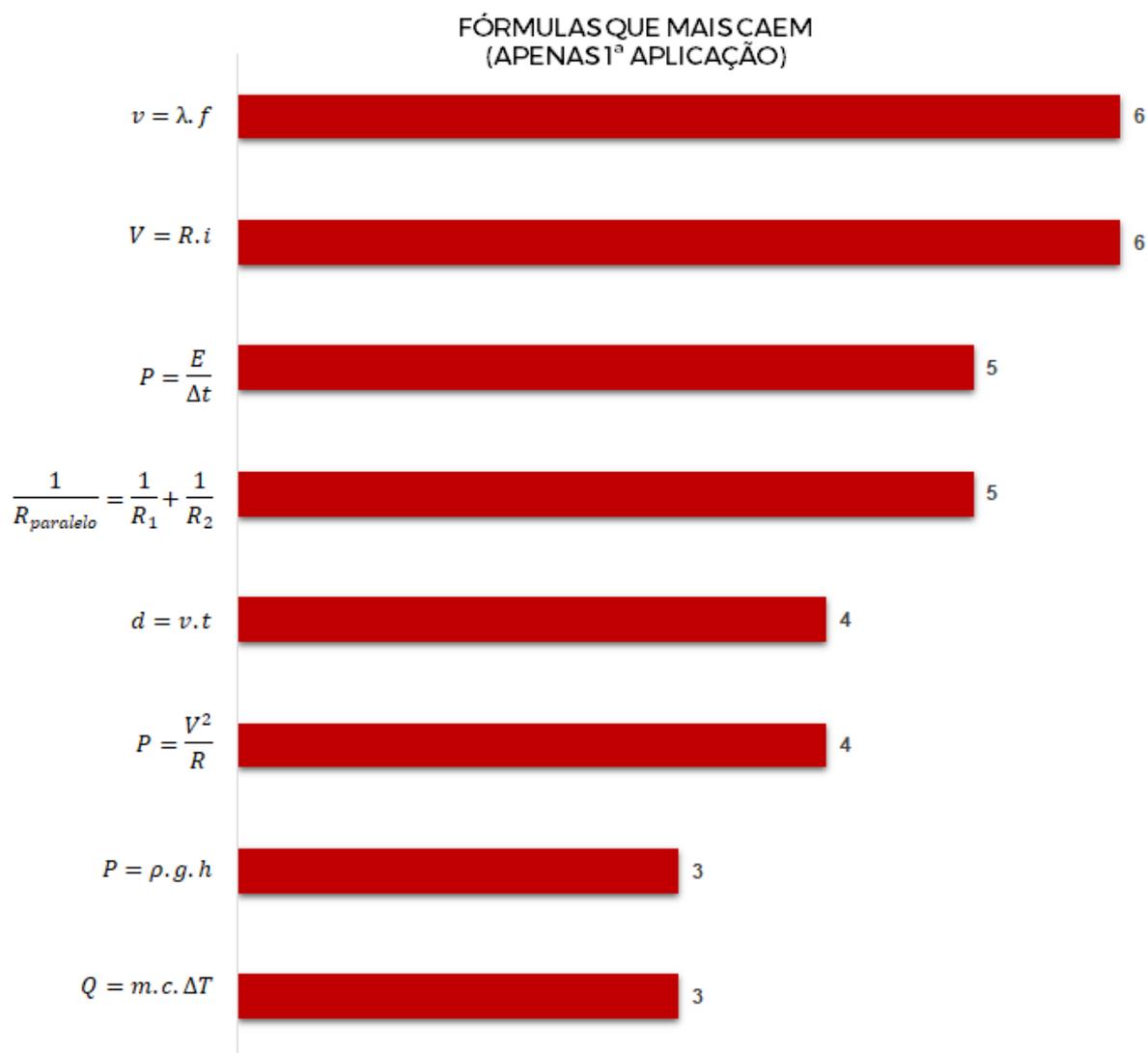
A prova de física no Enem possui mais questões do tipo **Qualitativa (QL)**, ou seja, não há necessidade de fórmulas ou contas para marcar a opção correta. Mas não estou dizendo que o Enem não cobra fórmulas! Existem muitas questões **Quantitativas (QT)**, ou seja, muitas contas! Algumas questões são do tipo **Semiquantitativa (SQT)**, ou seja, não há a necessidade de fazer a conta, mas é preciso conhecer a fórmula para chegar a uma determinada conclusão.



## Quais são as fórmulas mais importantes?

O Enem não fornece as fórmulas para resolver a questão, ou seja, o aluno precisa conhecer as principais fórmulas da Física. Analisando as 25 provas do Enem, eu separei as fórmulas mais frequentes no exame.





Pronto! Agora você já conhece bem a prova de Física no Enem. A partir de agora eu vou te mostrar as 363 questões analisadas por mim. Eu separei essas questões por assunto e sequência da matéria. Além disso, marque o grau de dificuldade considerado em cada questão.

◆◆◆ Questão Fácil

◆◆◇ Questão Média

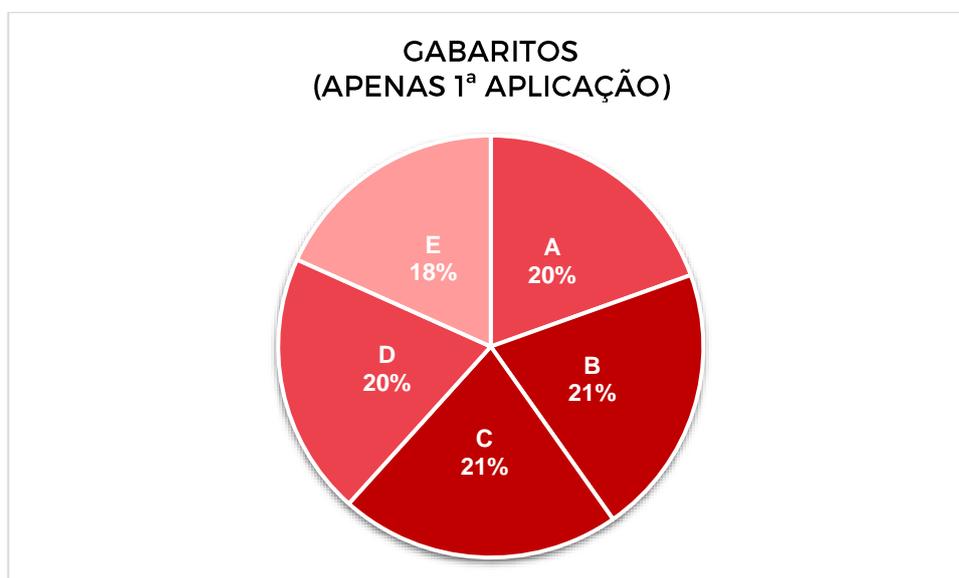
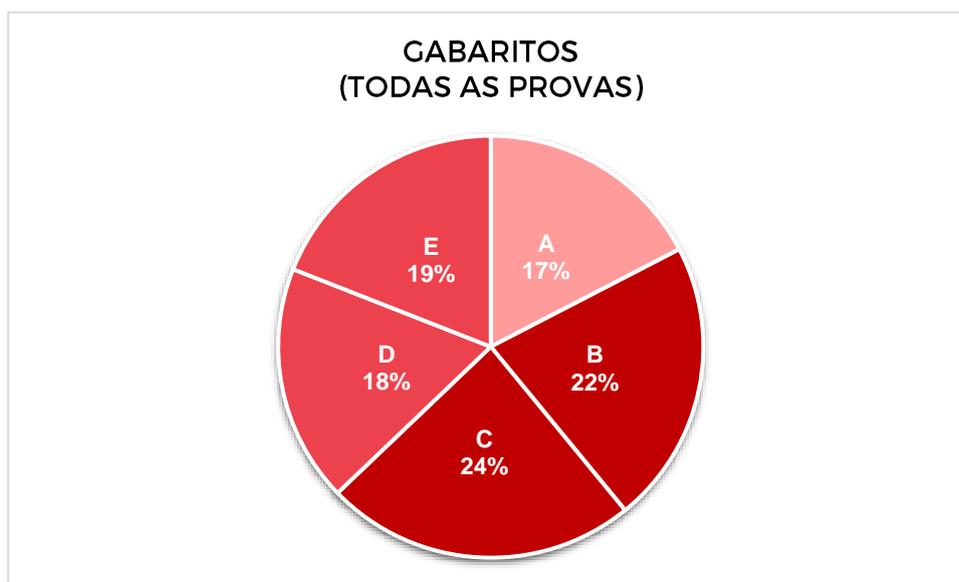
◆◆◆ Questão Difícil

**Espero que faça bom uso desse material! Foram vários dias para prepara-lo especialmente para você!**

## O que chutar na hora do desespero? (Extra)

Esse é um tópico extra e totalmente aleatório. Após analisar as 363 questões de Física do Enem e levantar várias estatísticas **importantes**, me veio a seguinte curiosidade: qual letra é mais comum no gabarito do Enem?

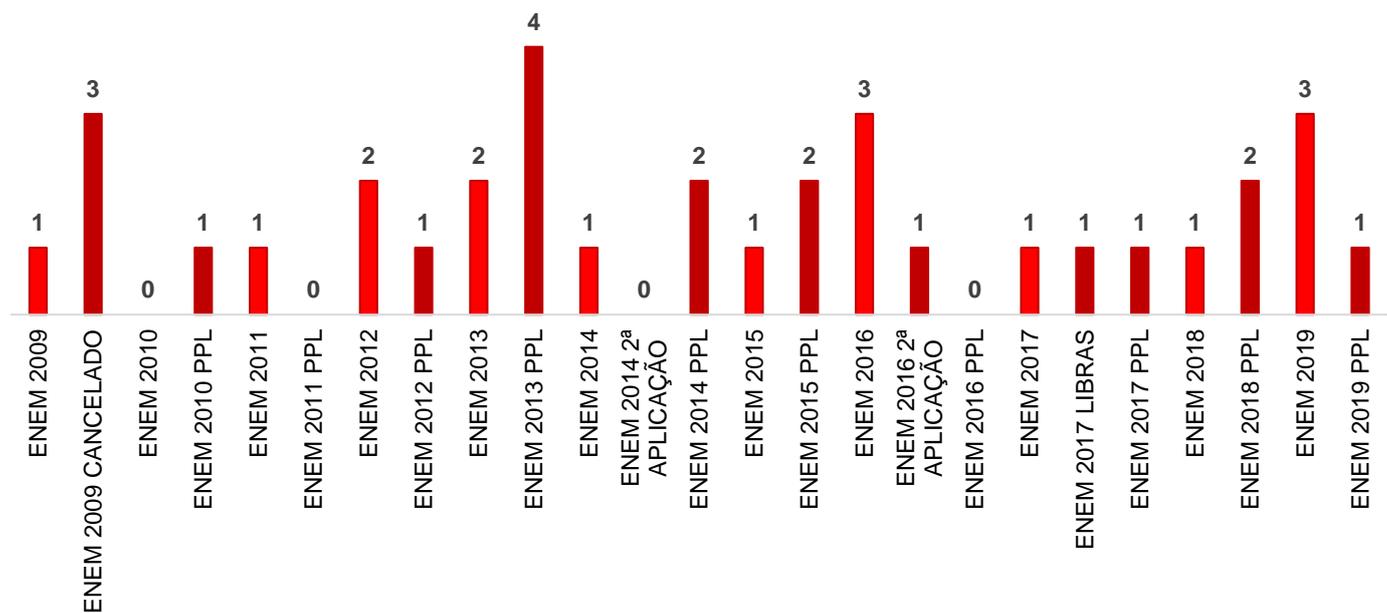
Como esse é o material mais completo que você vai encontrar sobre Física para o Enem na internet, resolvi trazer essa informação também! Observe abaixo:



**Conclusão: na dúvida, C de Cristo!!!**

◆ Ignore essa estatística e confie nos seus estudos =) ◆

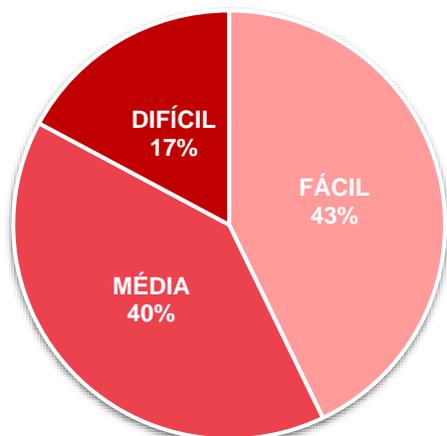
## CINEMÁTICA



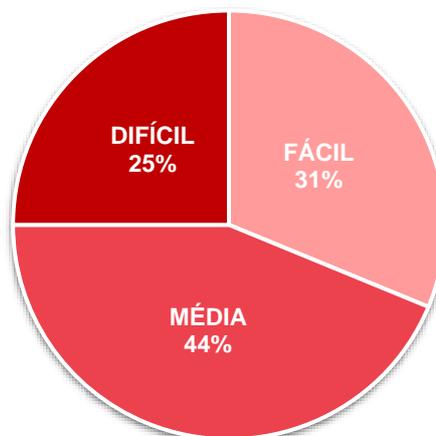
## ANÁLISE POR ASSUNTO



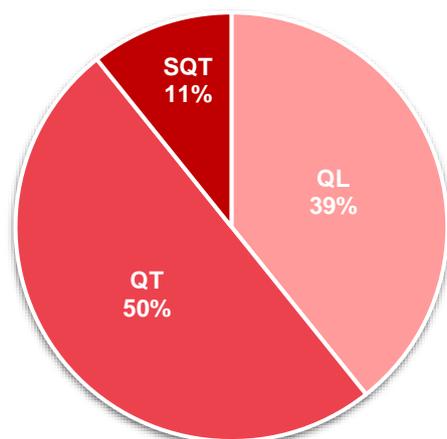
**CINEMÁTICA  
(TODAS AS PROVAS)**



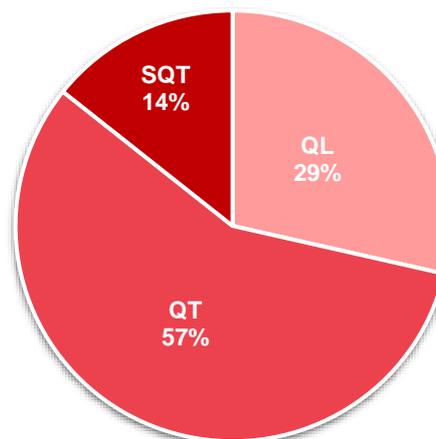
**CINEMÁTICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



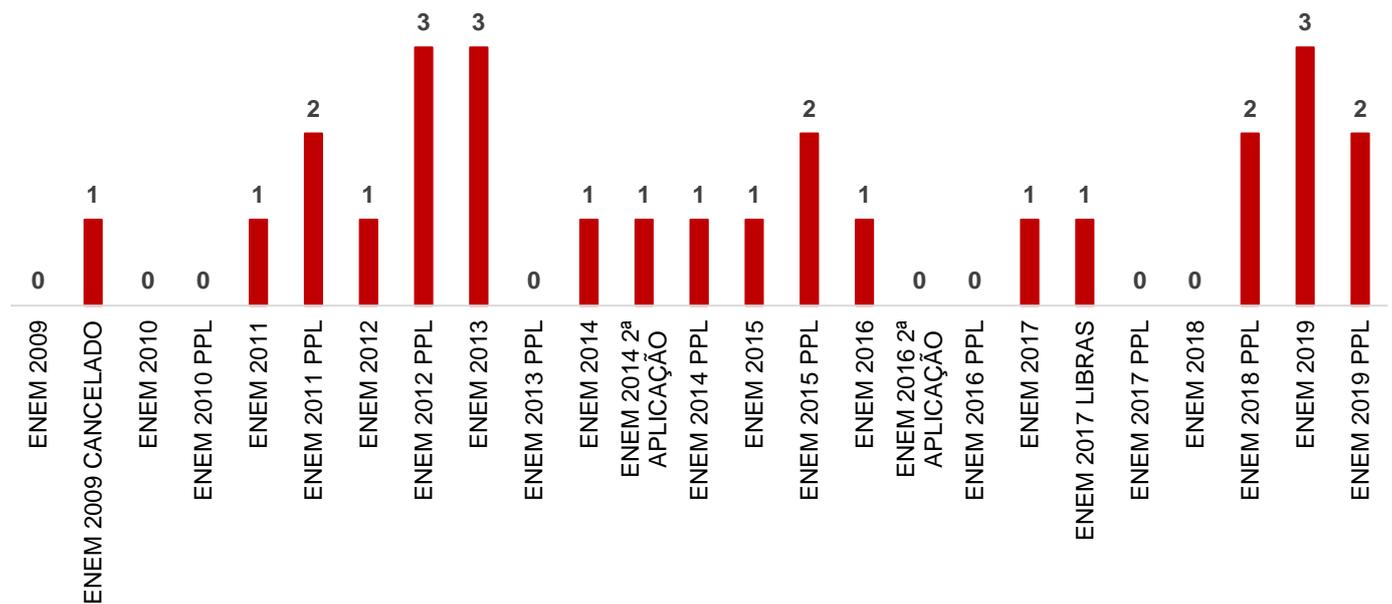
**CINEMÁTICA  
(TODAS AS PROVAS)**



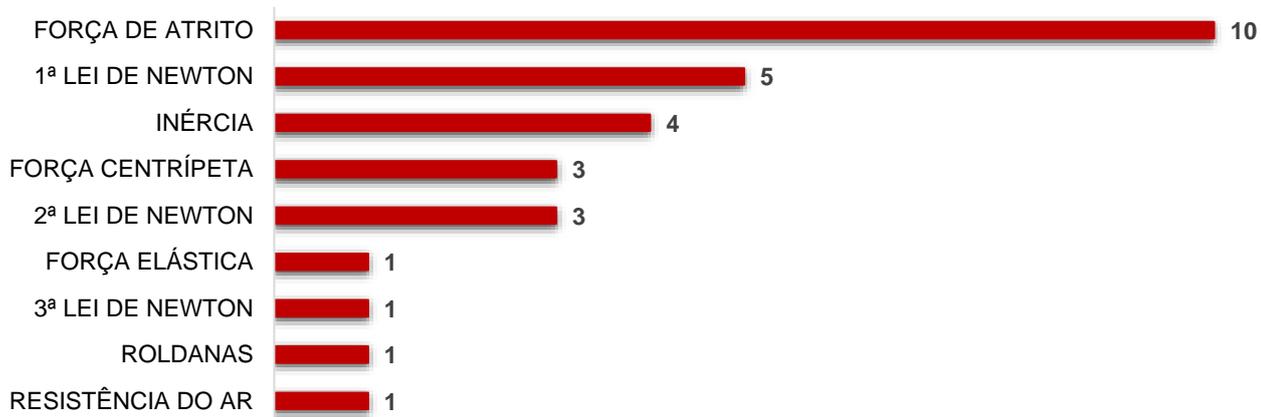
**CINEMÁTICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



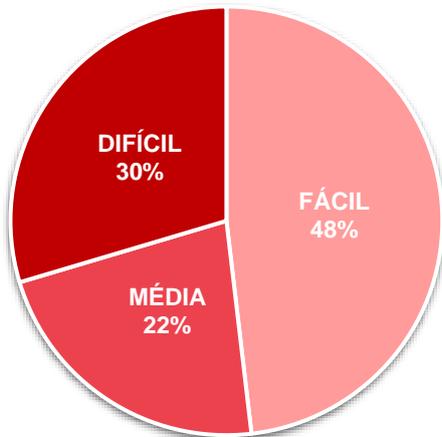
## DINÂMICA



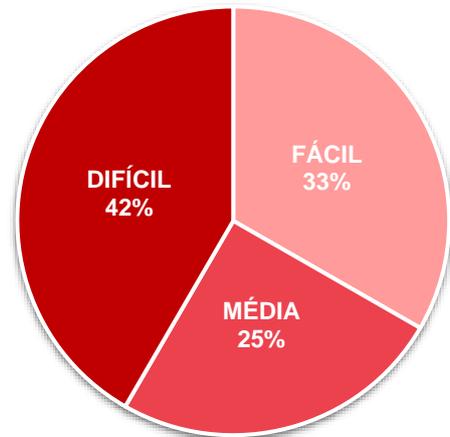
## ANÁLISE POR ASSUNTO



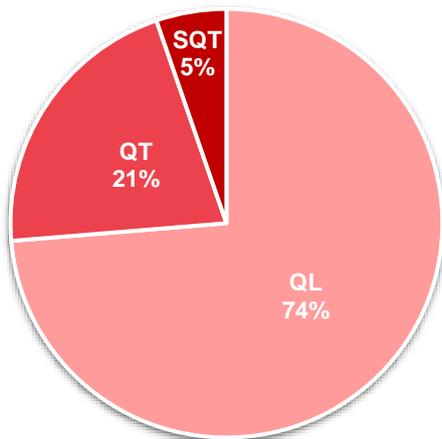
**DINÂMICA  
(TODAS AS PROVAS)**



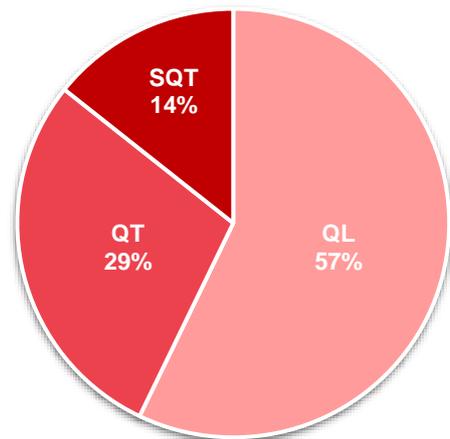
**DINÂMICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



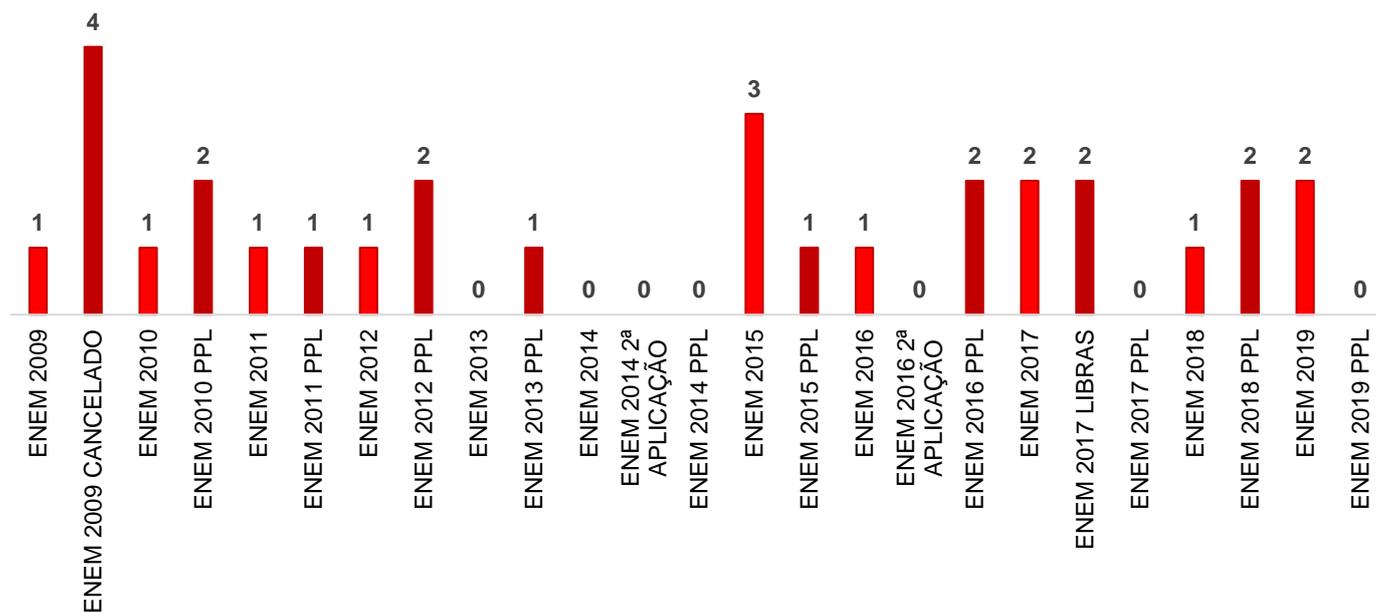
**DINÂMICA  
(TODAS AS PROVAS)**



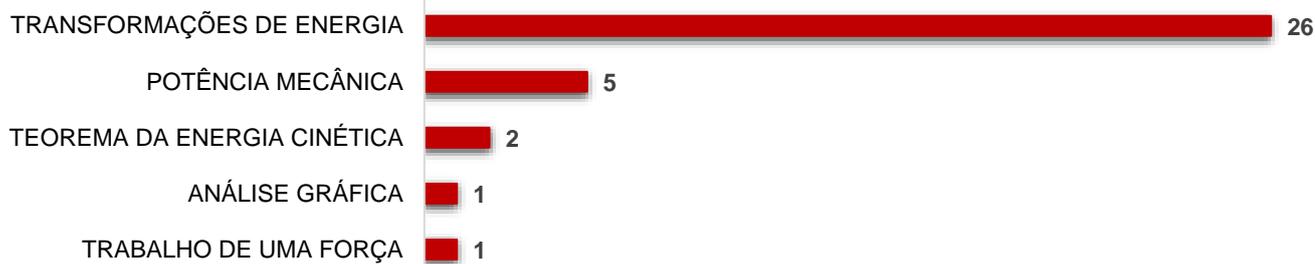
**DINÂMICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



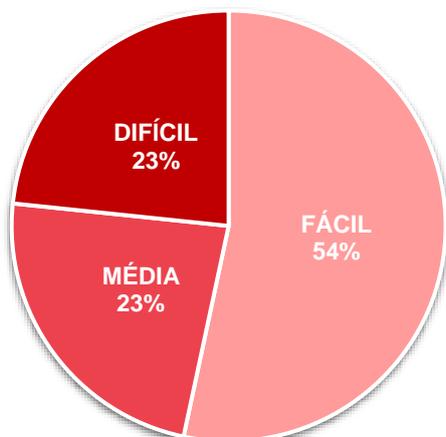
## TRABALHO E ENERGIA



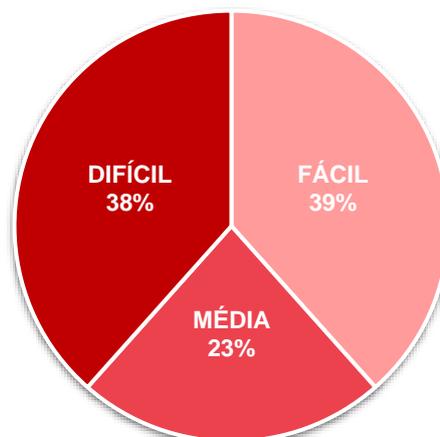
## ANÁLISE POR ASSUNTO



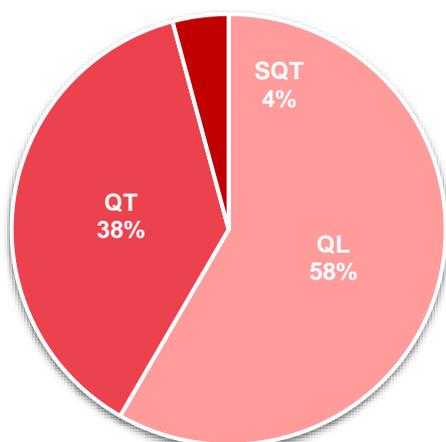
TRABALHO E ENERGIA  
(TODAS AS PROVAS)



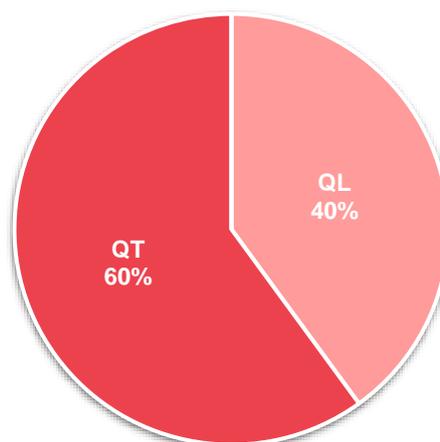
TRABALHO E ENERGIA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)



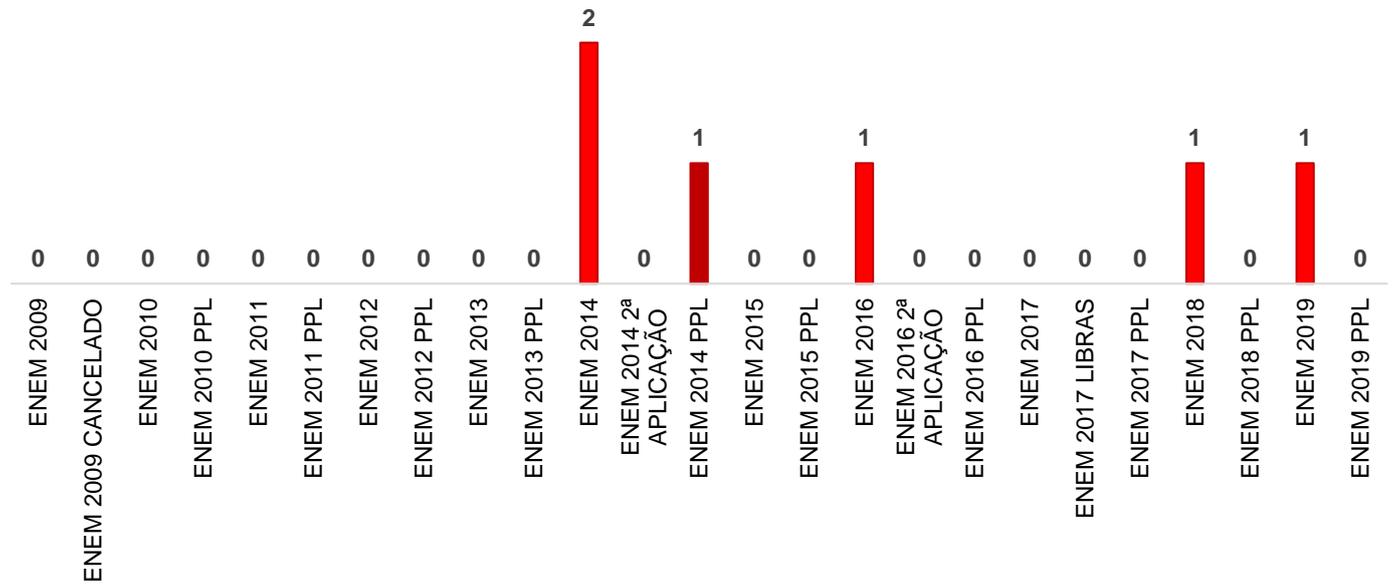
TRABALHO E ENERGIA  
(TODAS AS PROVAS)



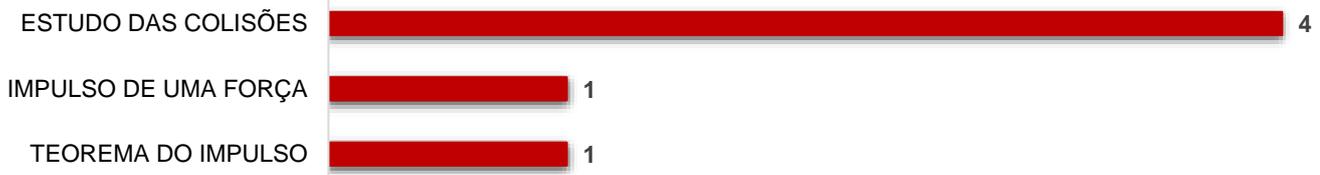
TRABALHO E ENERGIA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)



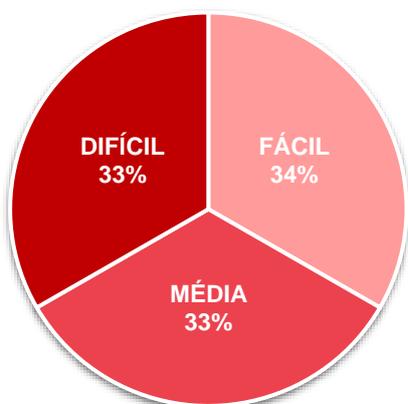
## IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO



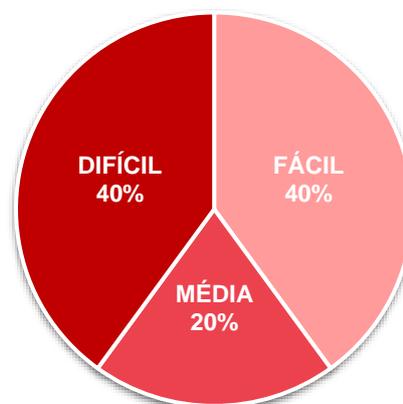
## ANÁLISE POR ASSUNTO



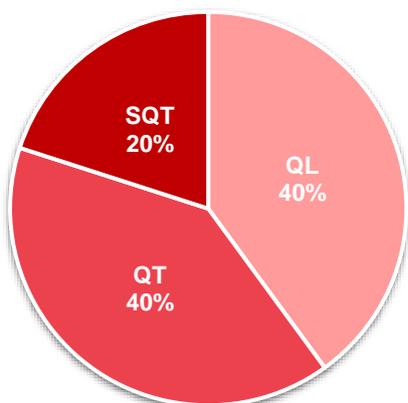
IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO  
(TODAS AS PROVAS)



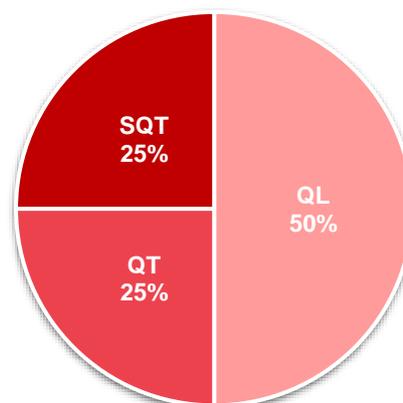
IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO (APENAS 1ª APLICAÇÃO)



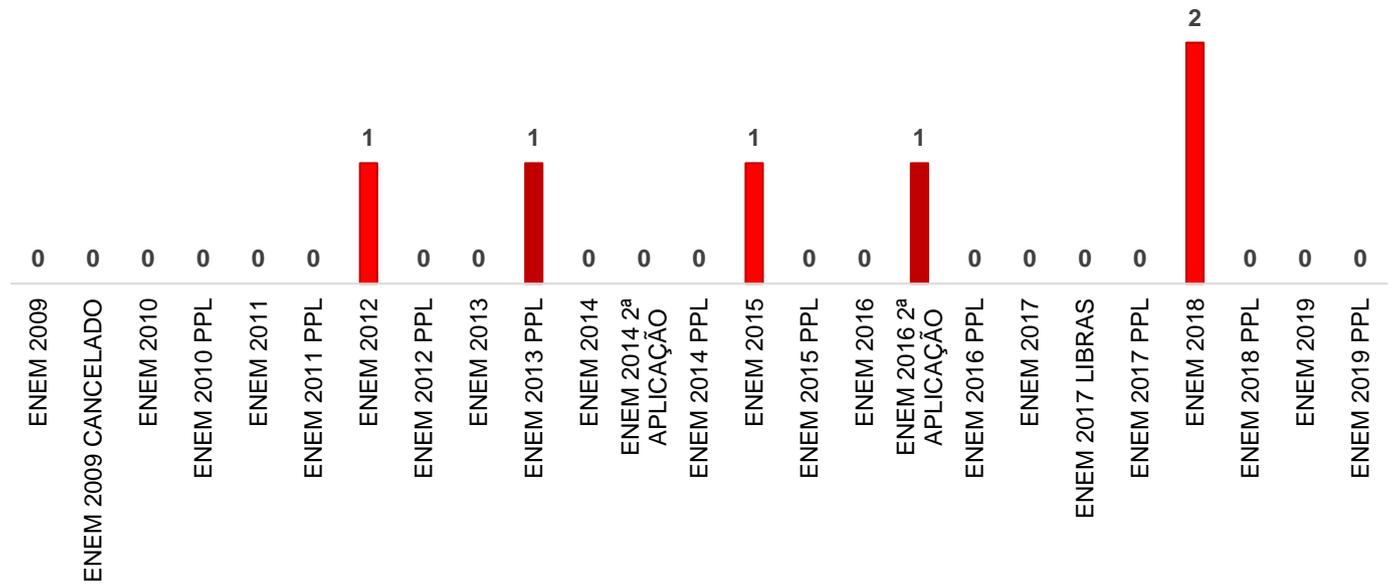
IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO  
(TODAS AS PROVAS)



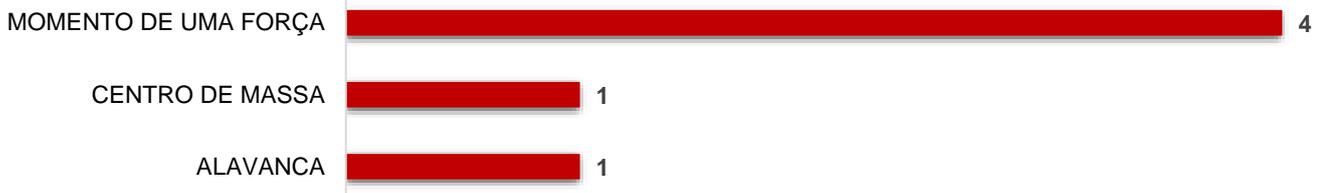
IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)

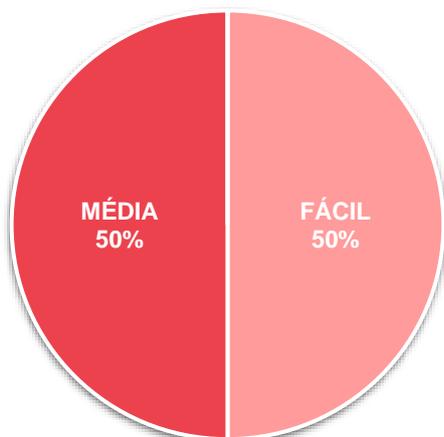
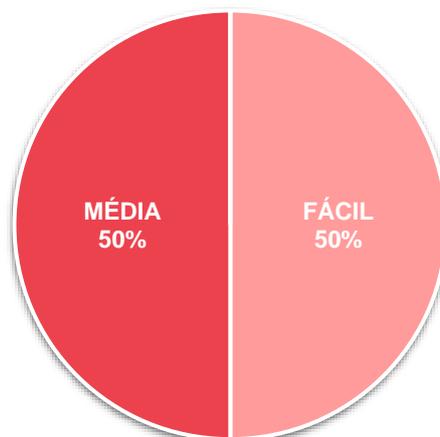
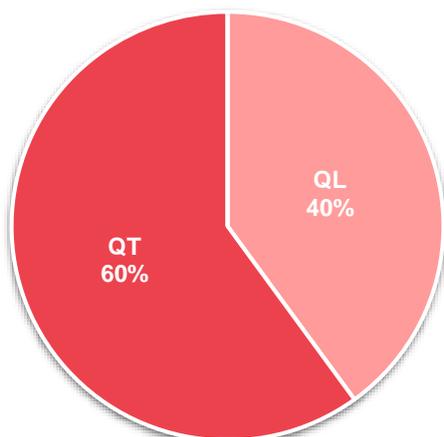
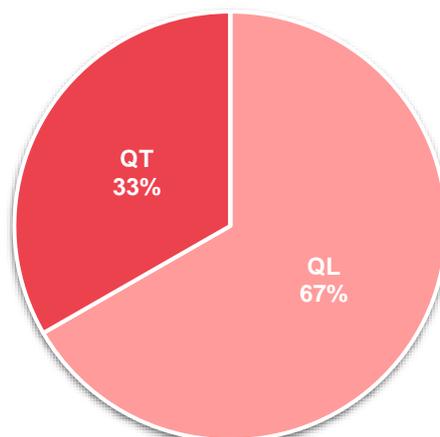


## ESTÁTICA DE CORPOS EXTENSOS

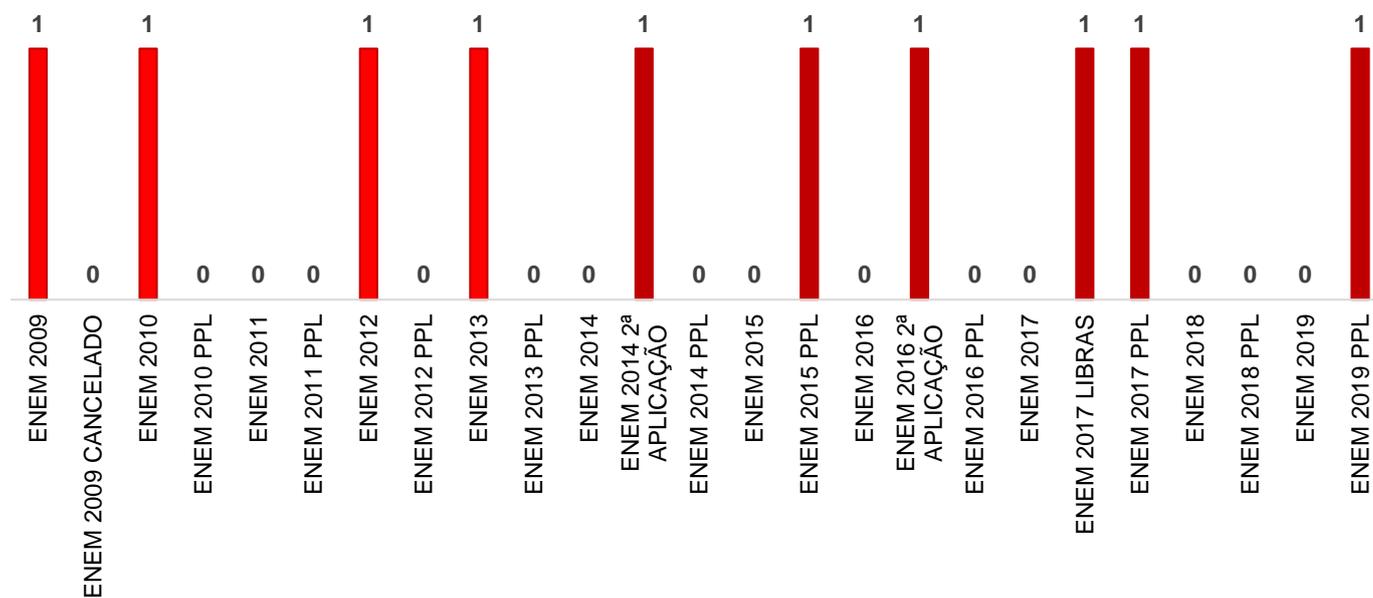


## ANÁLISE POR ASSUNTO

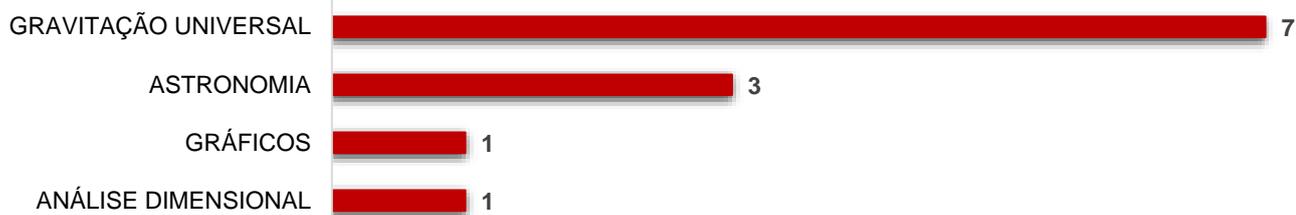


ESTÁTICA DE CORPOS EXTENSOS  
(TODAS AS PROVAS)ESTÁTICA DE CORPOS EXTENSOS  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)ESTÁTICA DE CORPOS EXTENSOS  
(TODAS AS PROVAS)ESTÁTICA DE CORPOS EXTENSOS  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)

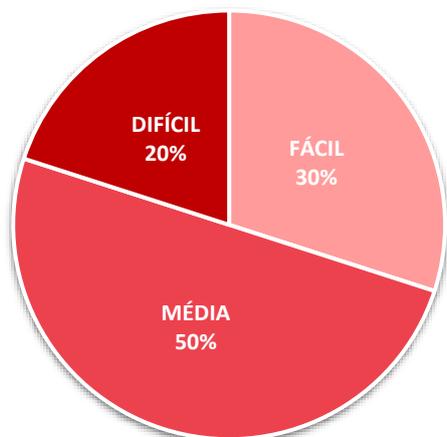
## GRAVITAÇÃO



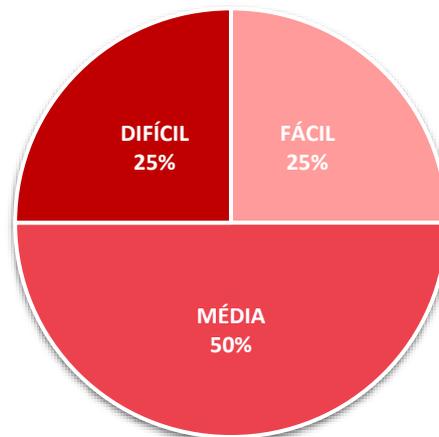
## ANÁLISE POR ASSUNTO



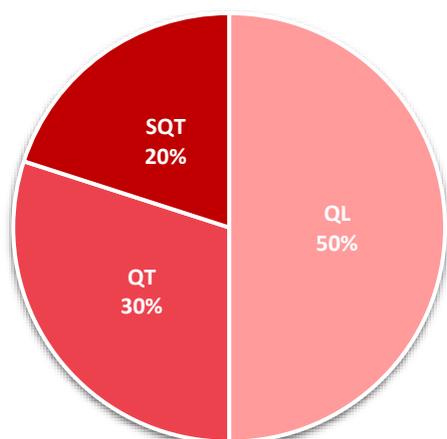
**GRAVITAÇÃO  
(TODAS AS PROVAS)**



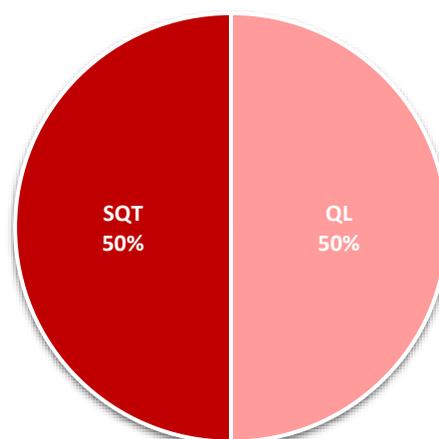
**GRAVITAÇÃO  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



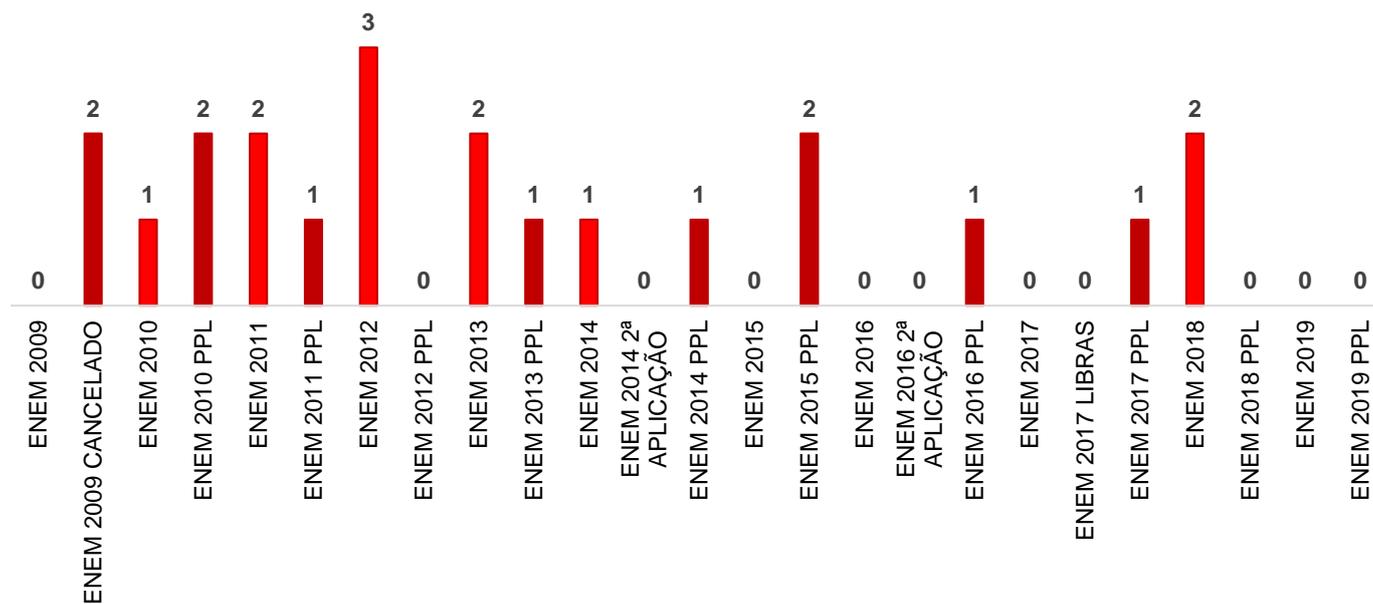
**GRAVITAÇÃO  
(TODAS AS PROVAS)**



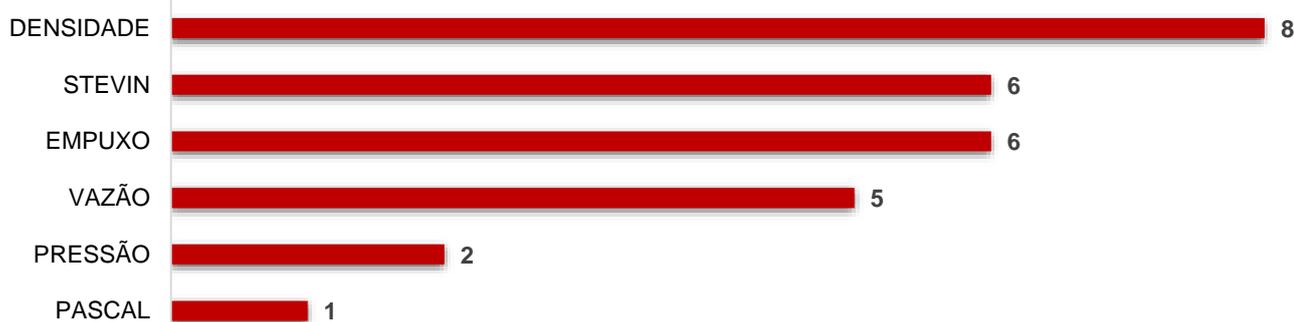
**GRAVITAÇÃO  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



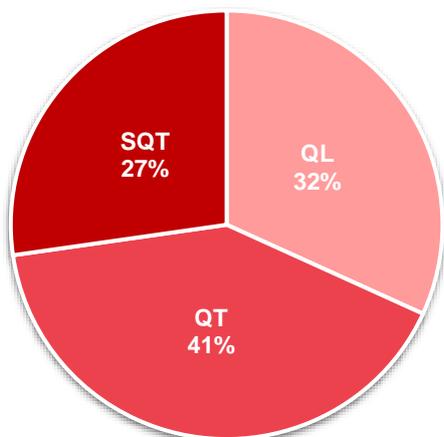
## HIDROSTÁTICA



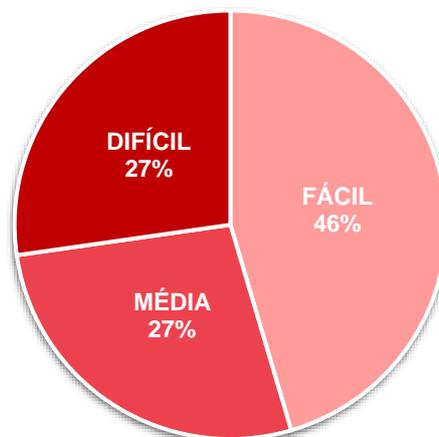
## ANÁLISE POR ASSUNTO



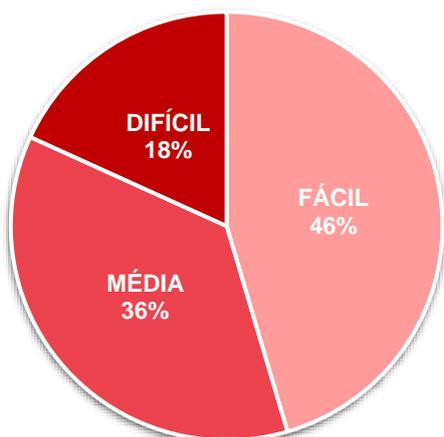
**HIDROSTÁTICA  
(TODAS AS PROVAS)**



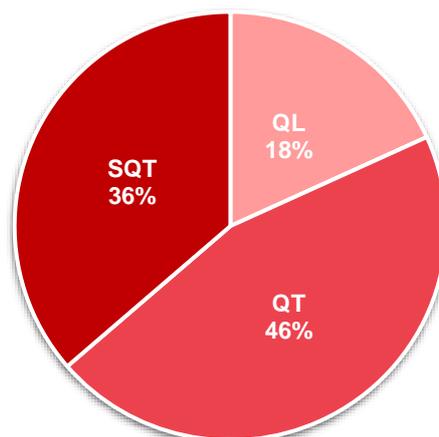
**HIDROSTÁTICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



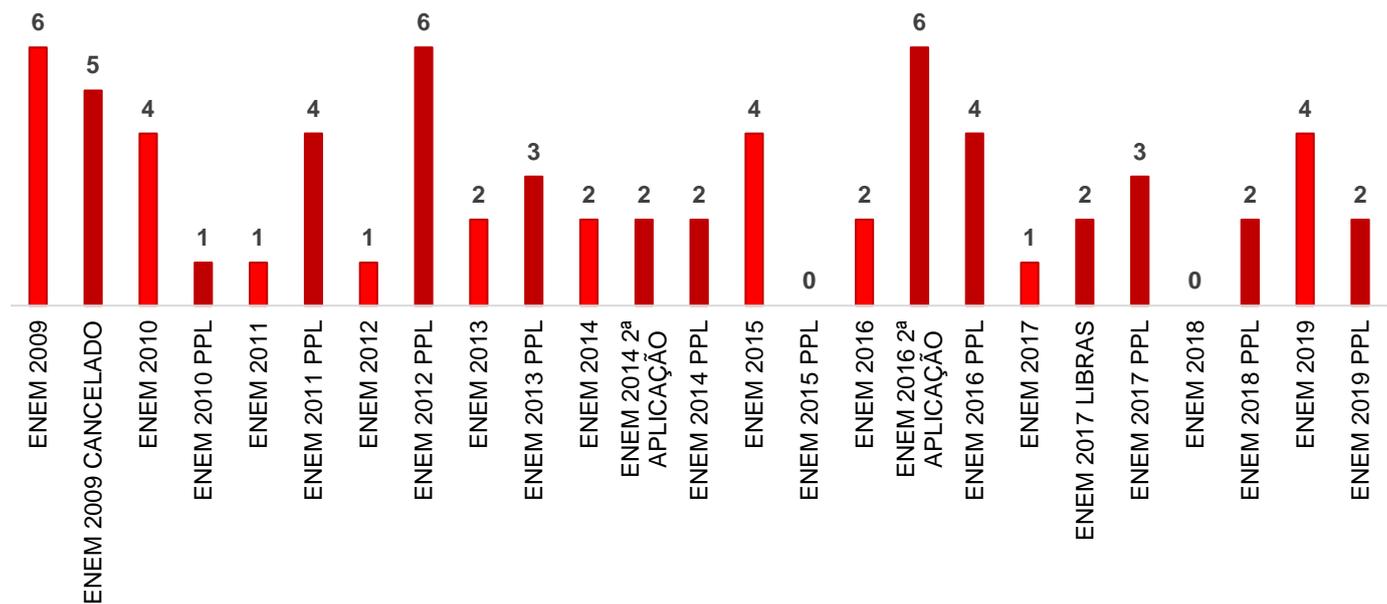
**HIDROSTÁTICA  
(TODAS AS PROVAS)**



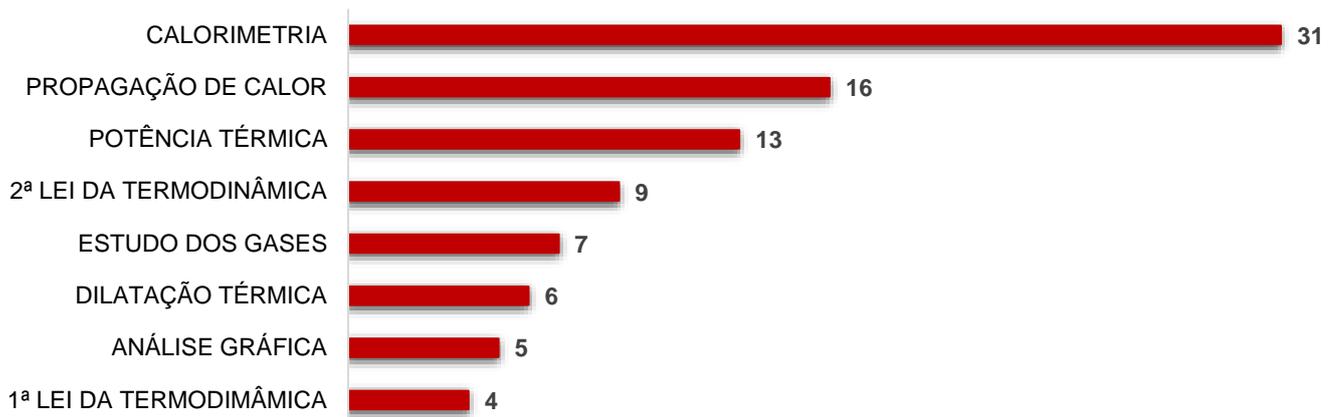
**HIDROSTÁTICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



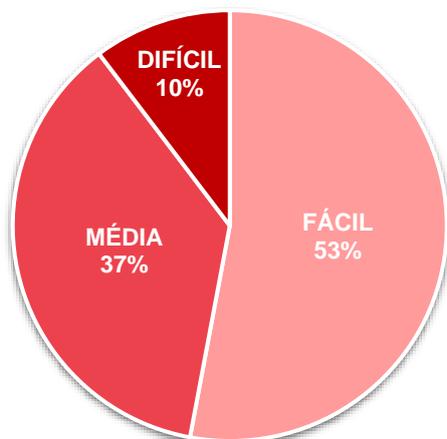
## TERMOLOGIA



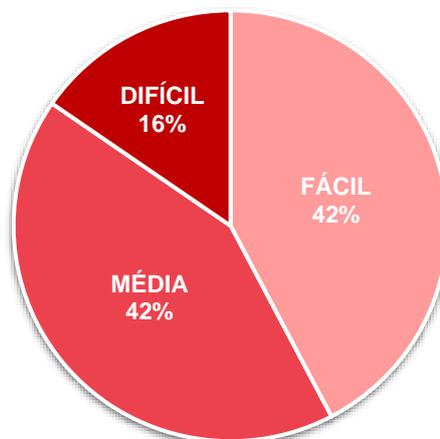
## ANÁLISE POR ASSUNTO



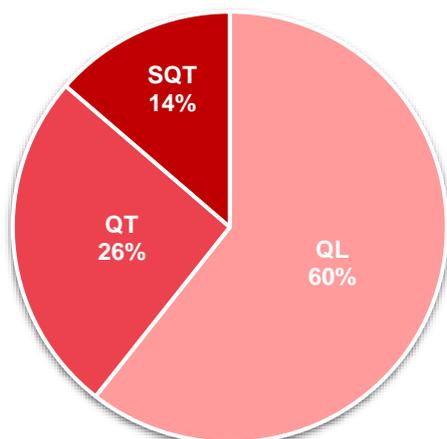
**TERMOLOGIA  
(TODAS AS PROVAS)**



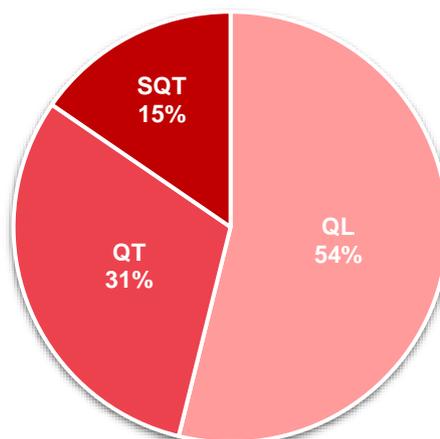
**TERMOLOGIA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



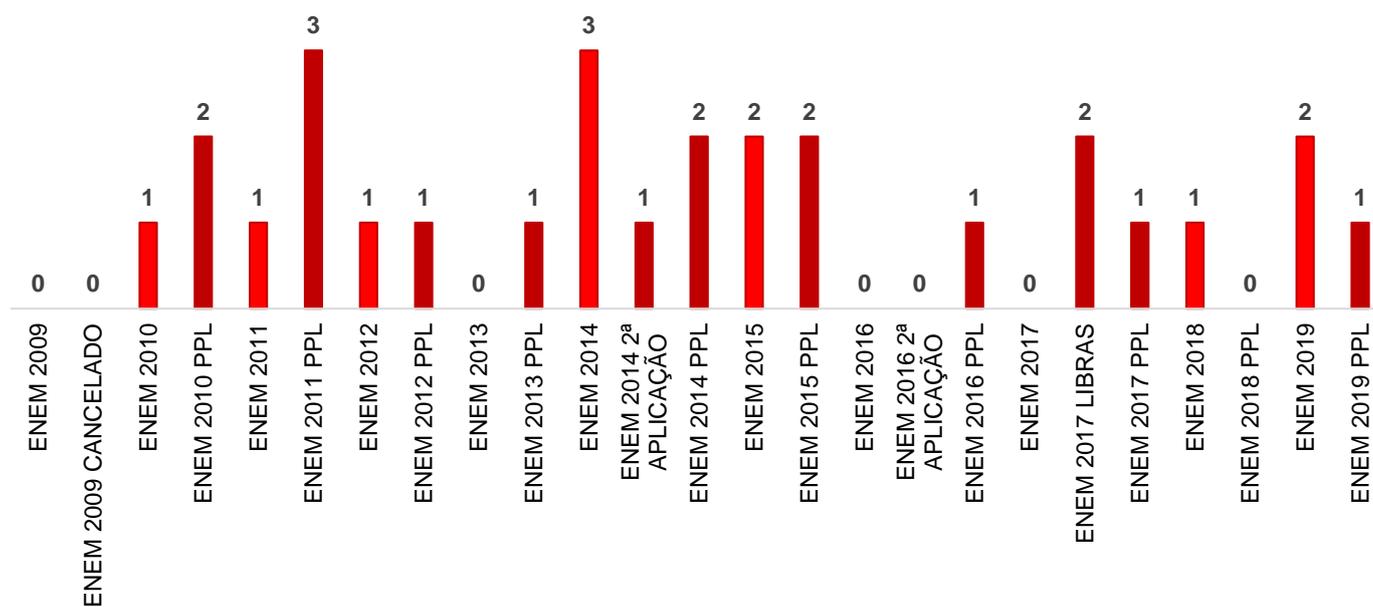
**TERMOLOGIA  
(TODAS AS PROVAS)**



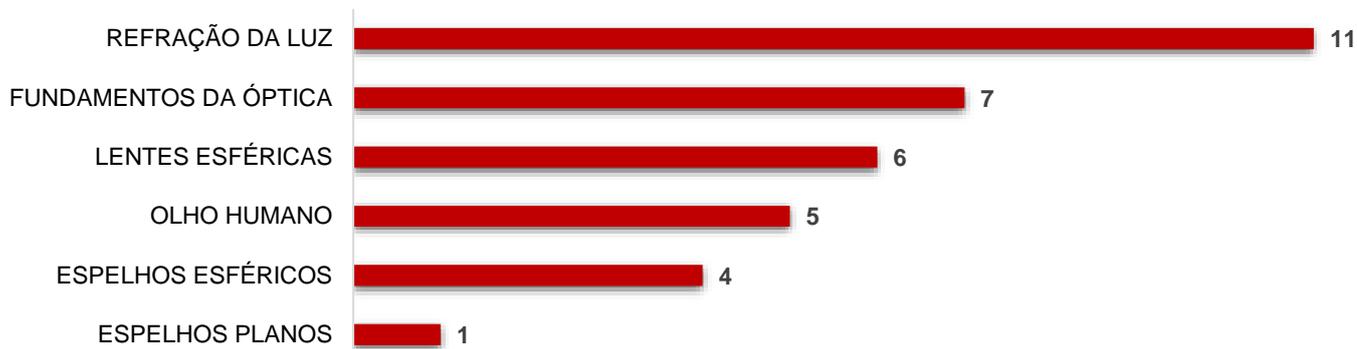
**TERMOLOGIA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



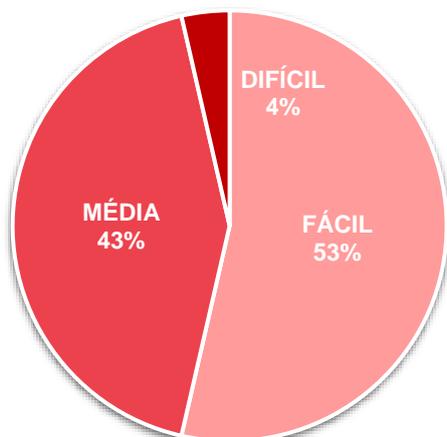
## ÓPTICA GEOMÉTRICA



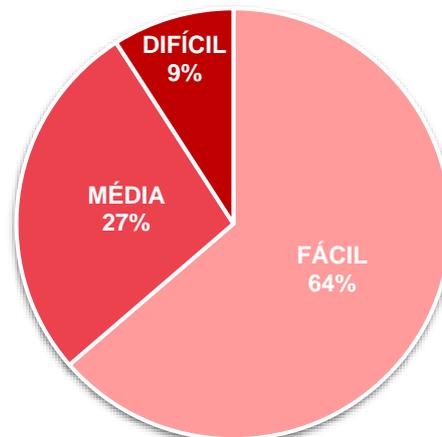
## ANÁLISE POR ASSUNTO



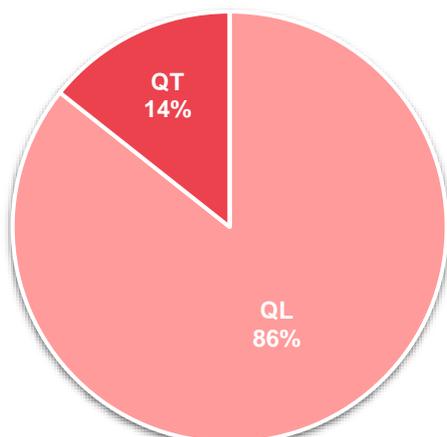
ÓPTICA GEOMÉTRICA  
(TODAS AS PROVAS)



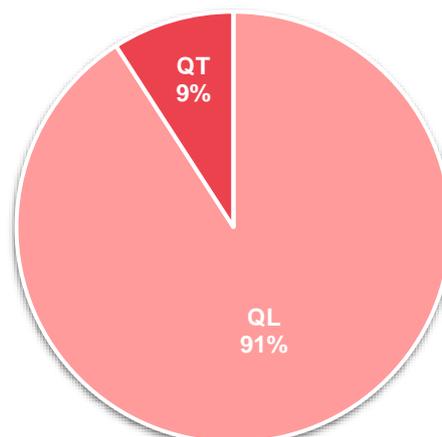
ÓPTICA GEOMÉTRICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)



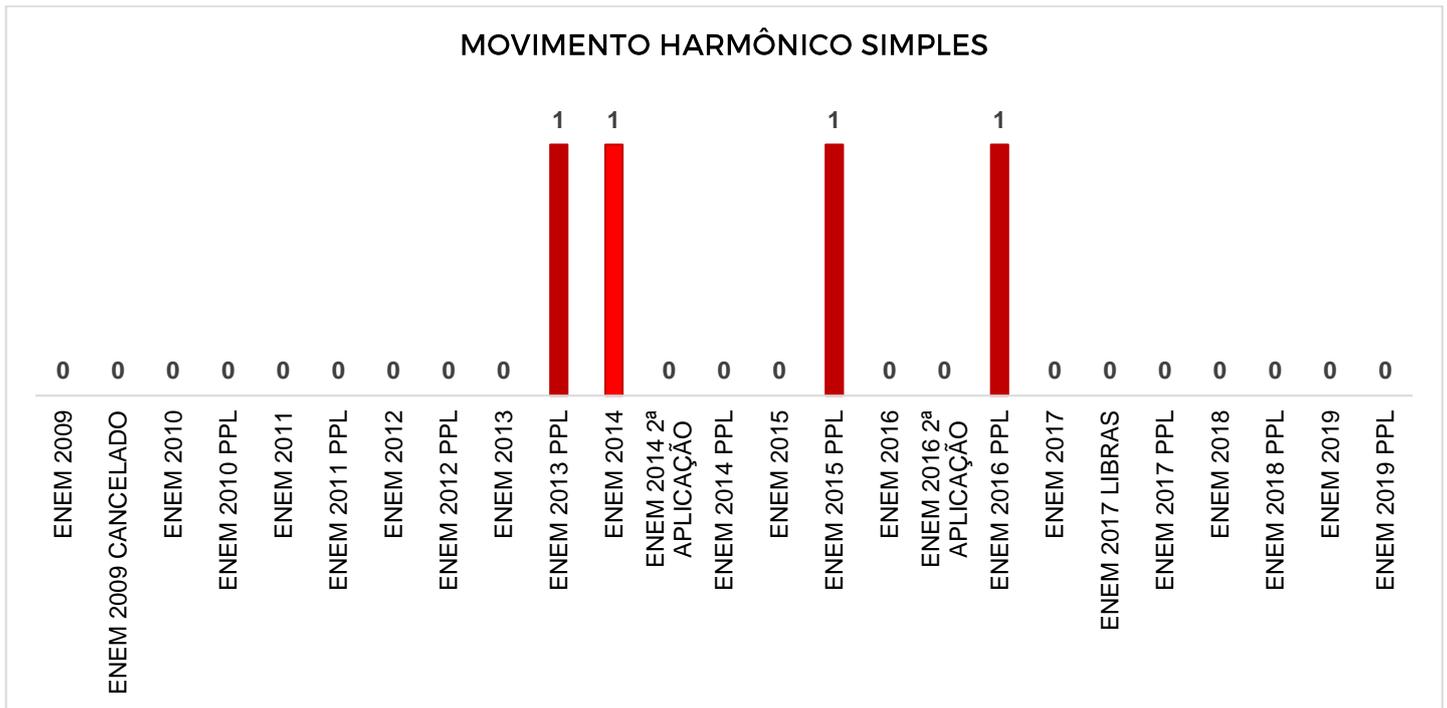
ÓPTICA GEOMÉTRICA  
(TODAS AS PROVAS)



ÓPTICA GEOMÉTRICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)



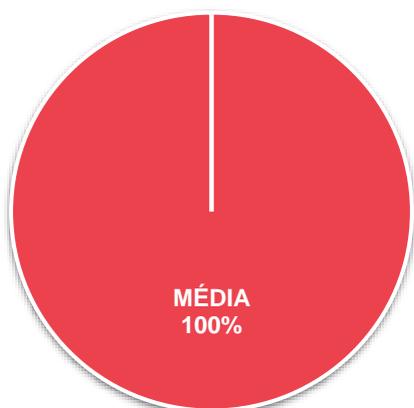
## MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES



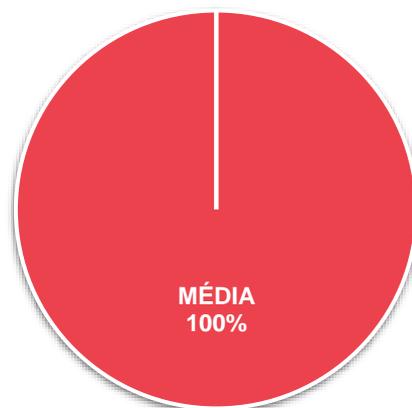
## ANÁLISE POR ASSUNTO



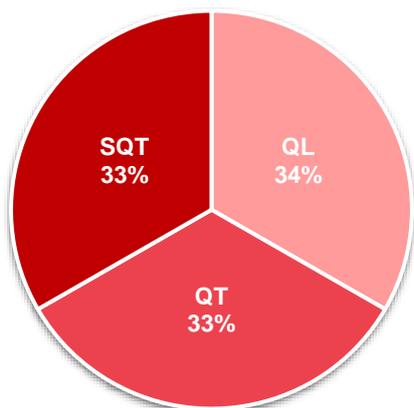
MOVIMENTO HARMÔNICO  
SIMPLES  
(TODAS AS PROVAS)



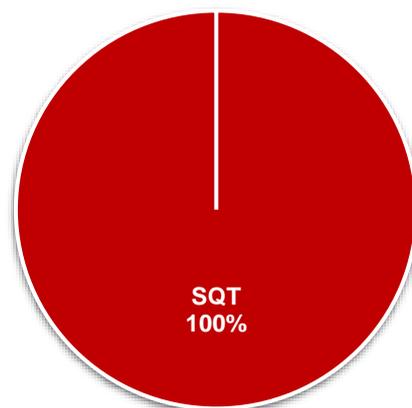
MOVIMENTO HARMÔNICO  
SIMPLES  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)



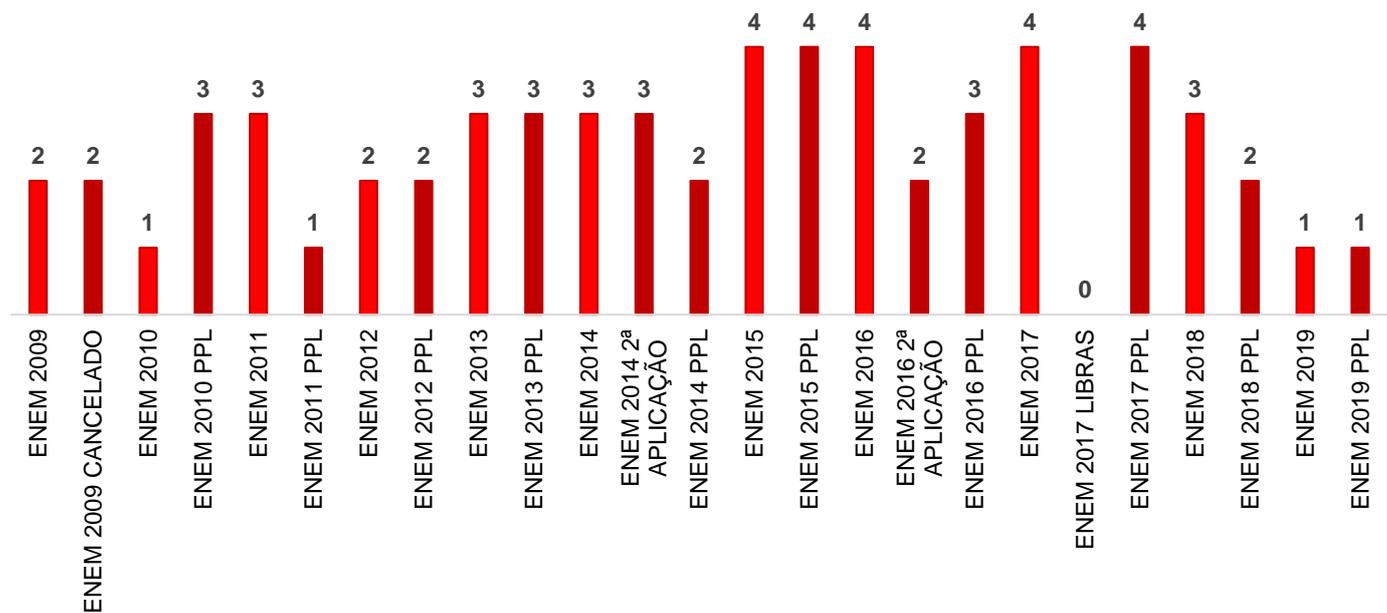
MOVIMENTO HARMÔNICO  
SIMPLES  
(TODAS AS PROVAS)



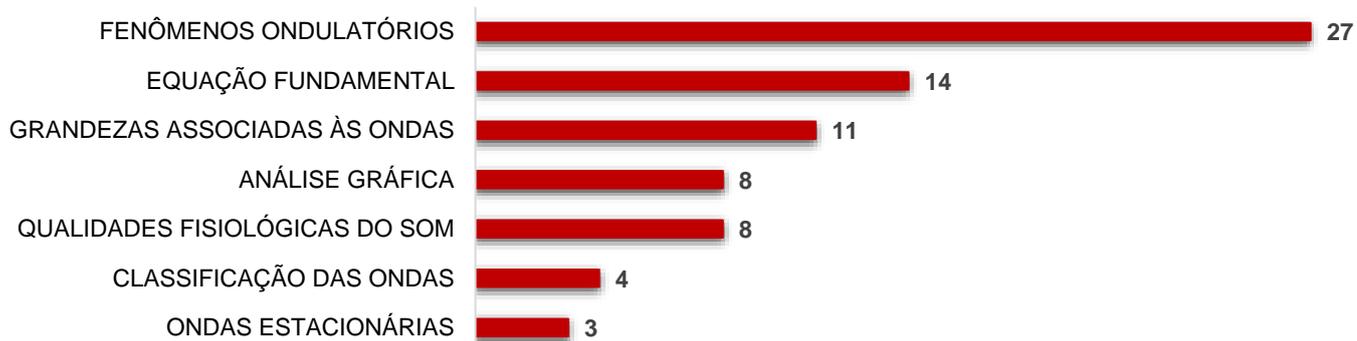
MOVIMENTO HARMÔNICO  
SIMPLES  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)



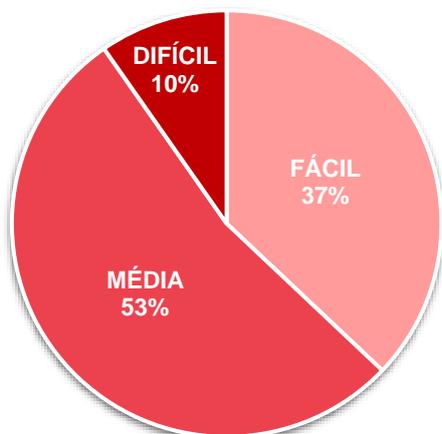
## ONDULATÓRIA



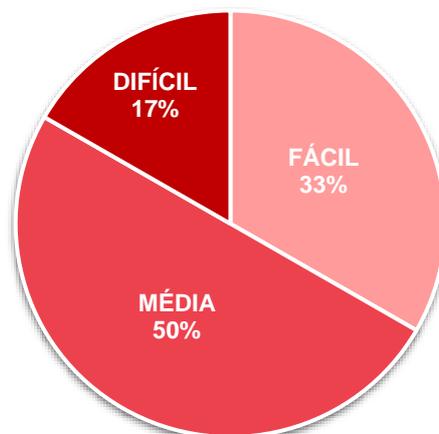
## ANÁLISE POR ASSUNTO



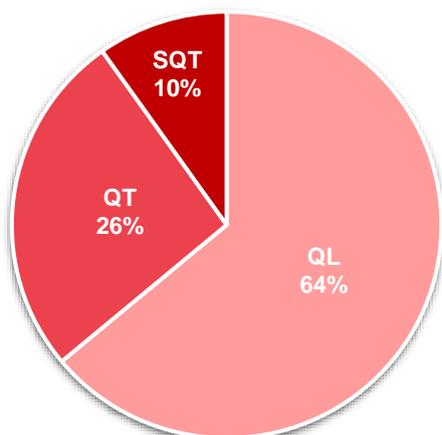
**ONDULATÓRIA  
(TODAS AS PROVAS)**



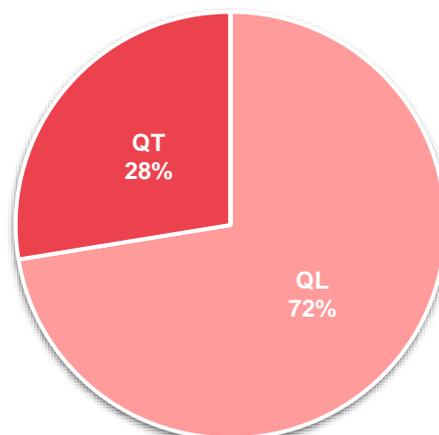
**ONDULATÓRIA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



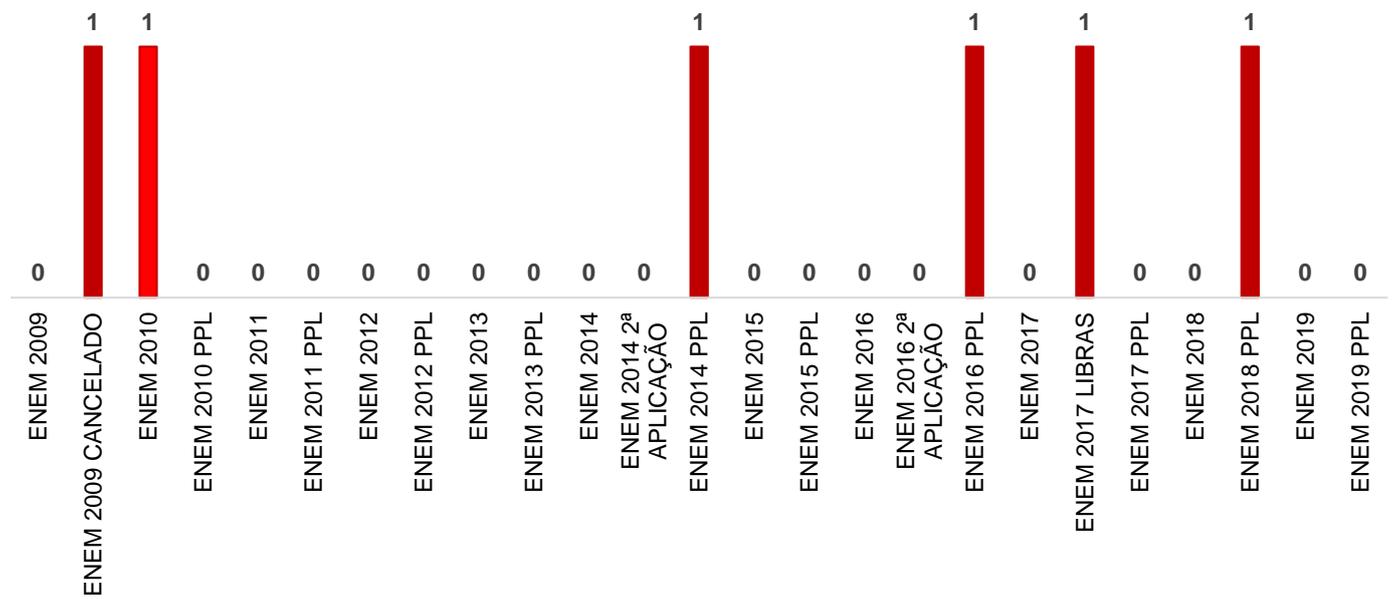
**ONDULATÓRIA  
(TODAS AS PROVAS)**



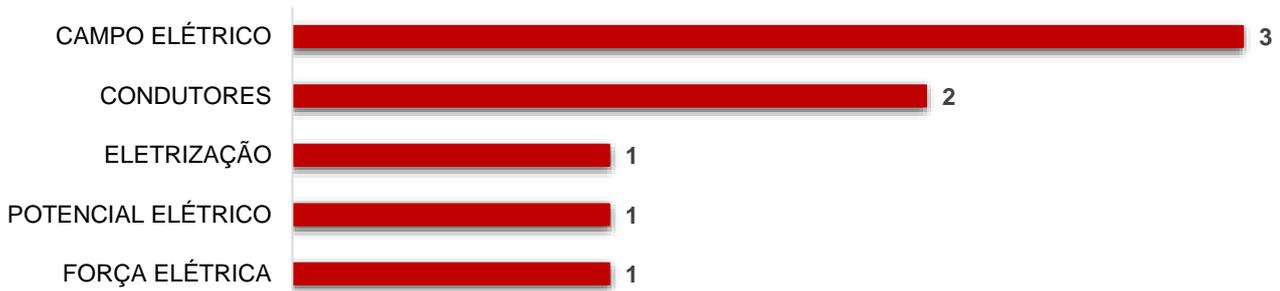
**ONDULATÓRIA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**

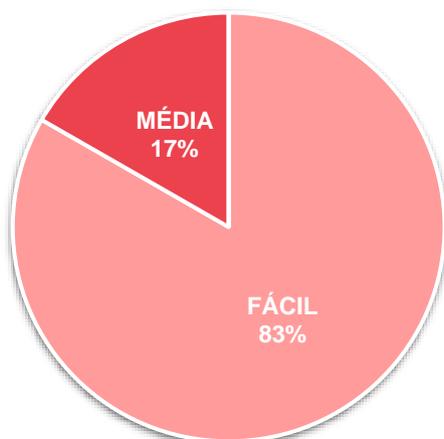
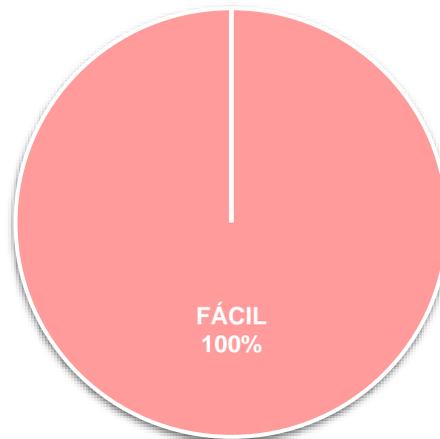
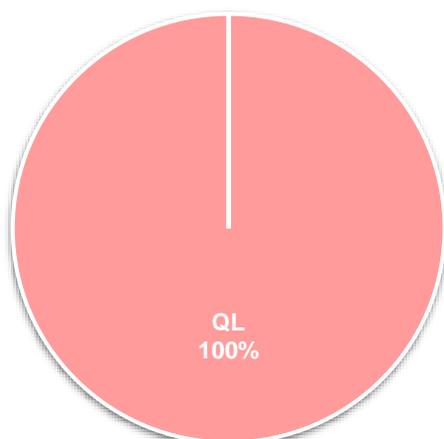
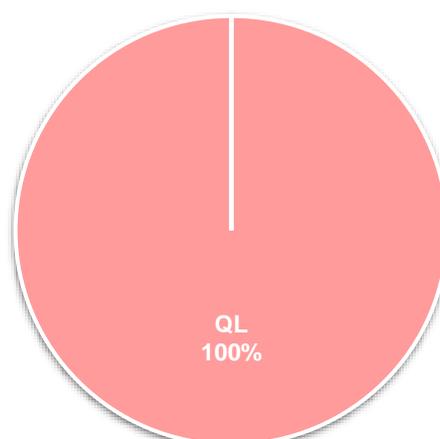


## ELETROSTÁTICA

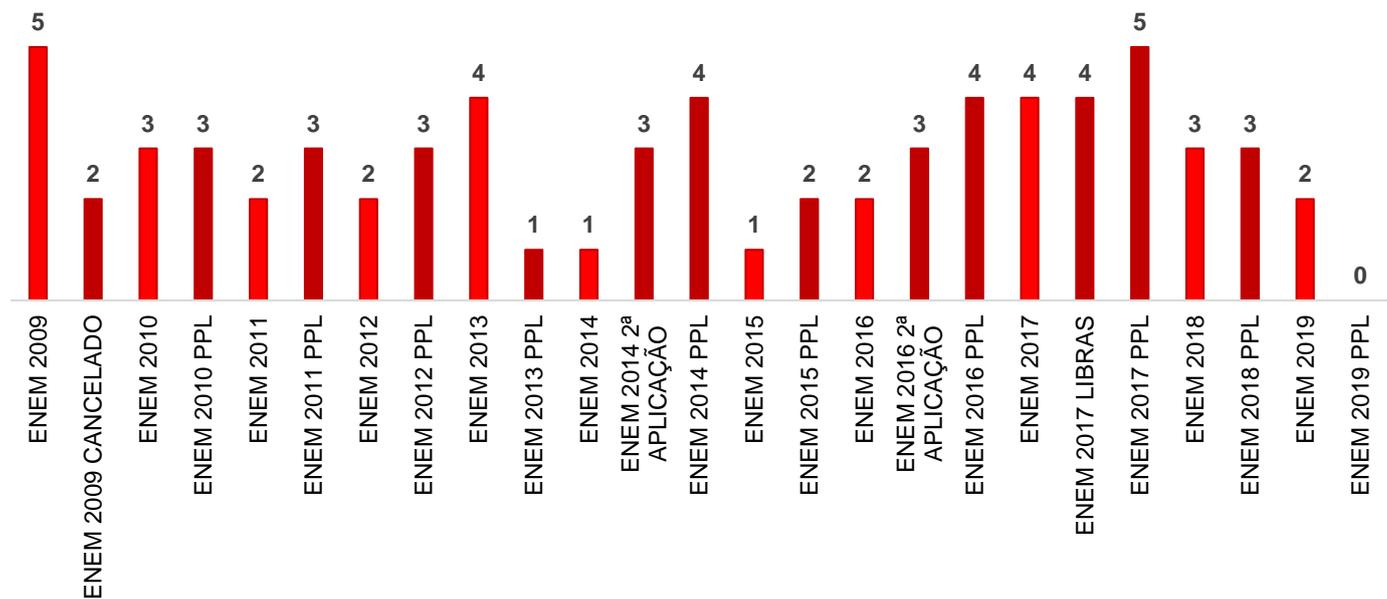


## ANÁLISE POR ASSUNTO

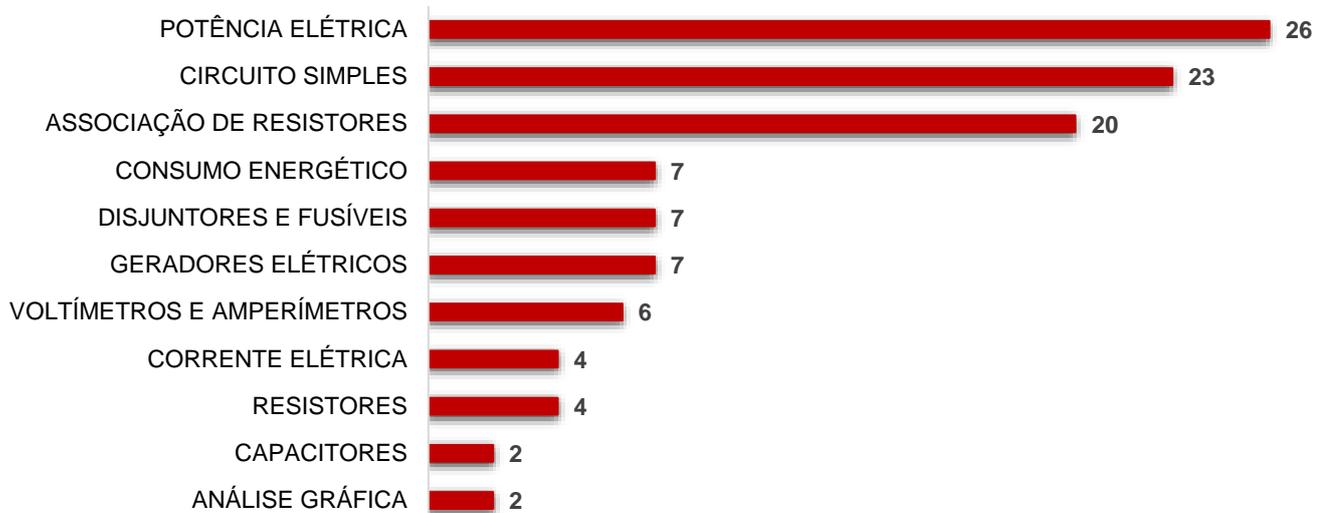


**ELETRÓSTÁTICA  
(TODAS AS PROVAS)****ELETRÓSTÁTICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)****ELETRÓSTÁTICA  
(TODAS AS PROVAS)****ELETRÓSTÁTICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**

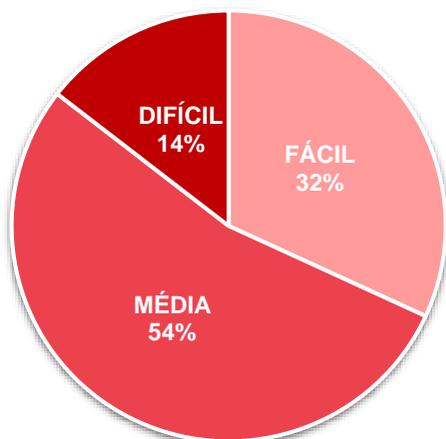
## ELETRODINÂMICA



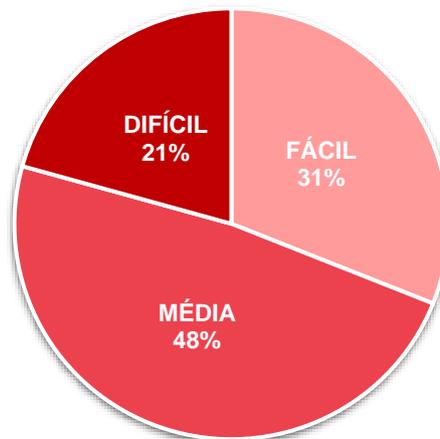
## ANÁLISE POR ASSUNTO



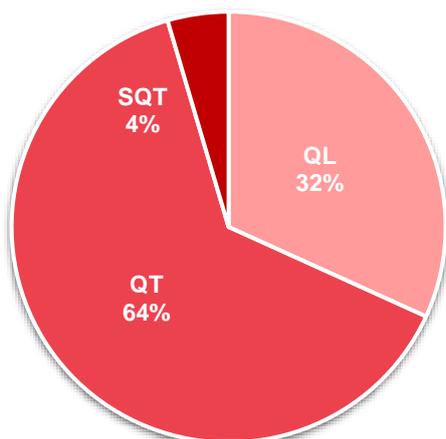
**ELETRODINÂMICA  
(TODAS AS PROVAS)**



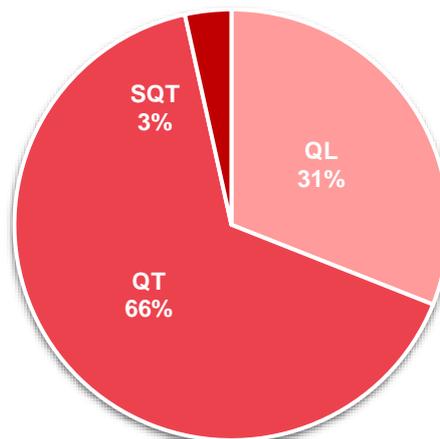
**ELETRODINÂMICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



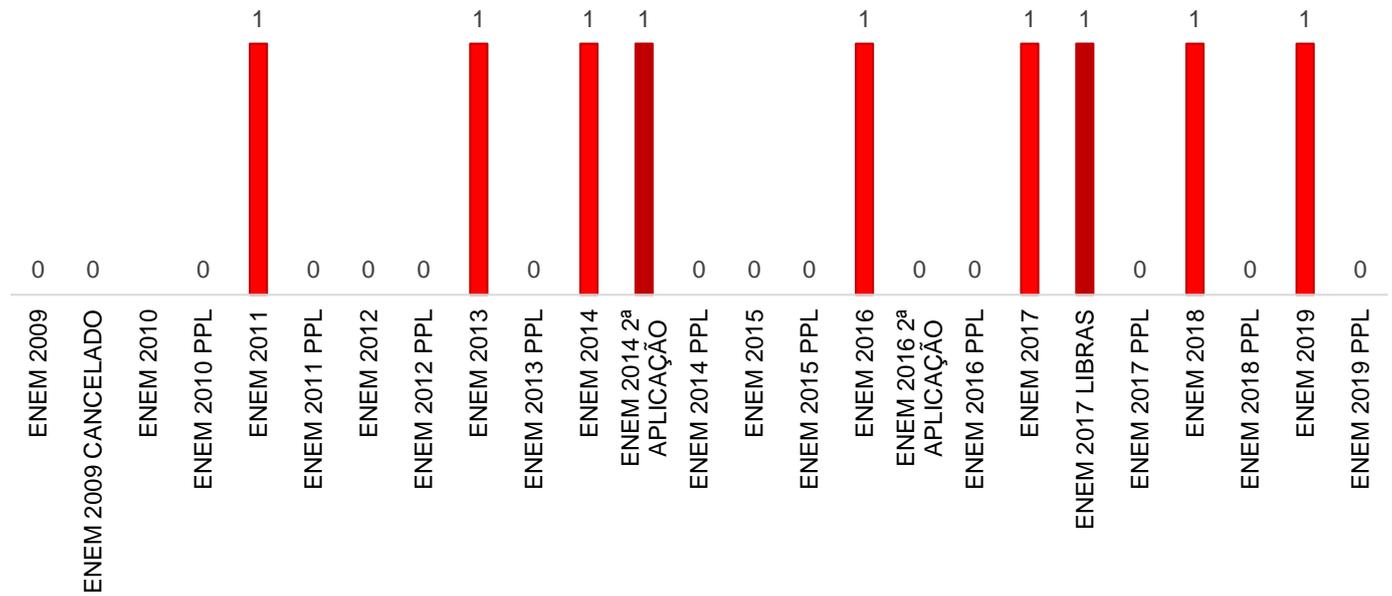
**ELETRODINÂMICA  
(TODAS AS PROVAS)**



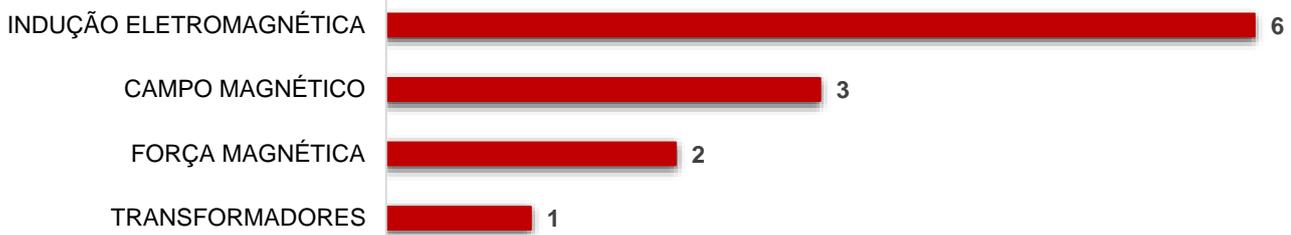
**ELETRODINÂMICA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



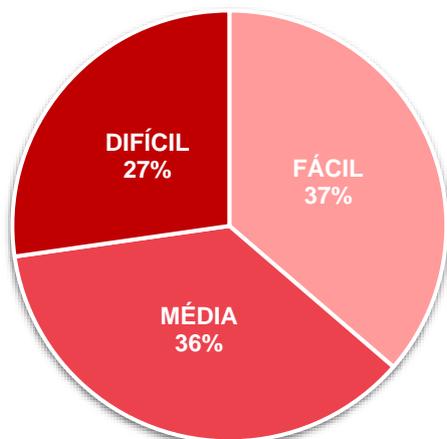
## ELETROMAGNETISMO



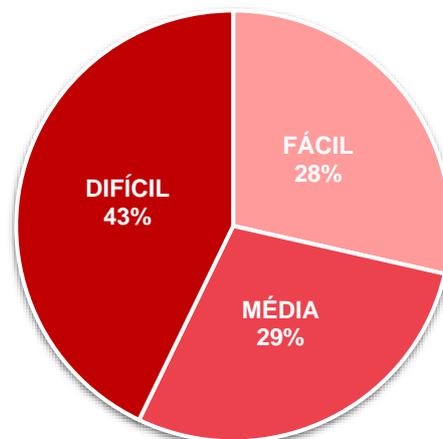
## ANÁLISE POR ASSUNTO



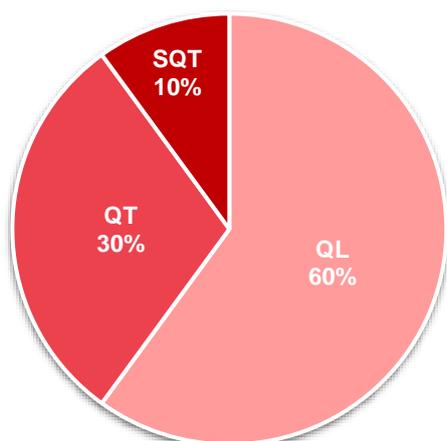
**ELETROMAGNETISMO  
(TODAS AS PROVAS)**



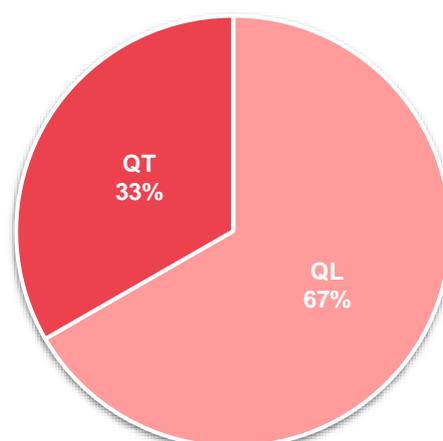
**ELETROMAGNETISMO  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



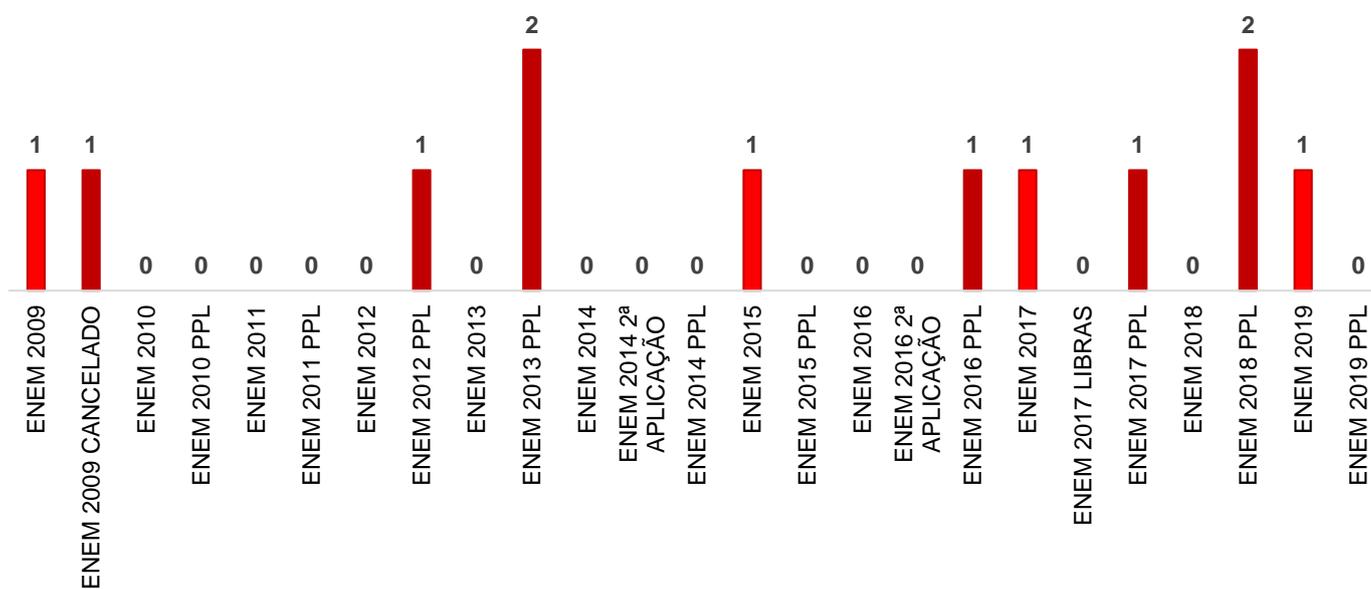
**ELETROMAGNETISMO  
(TODAS AS PROVAS)**



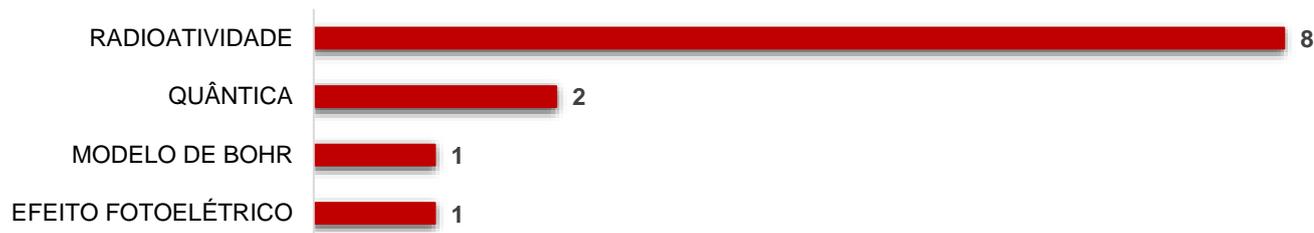
**ELETROMAGNETISMO  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)**



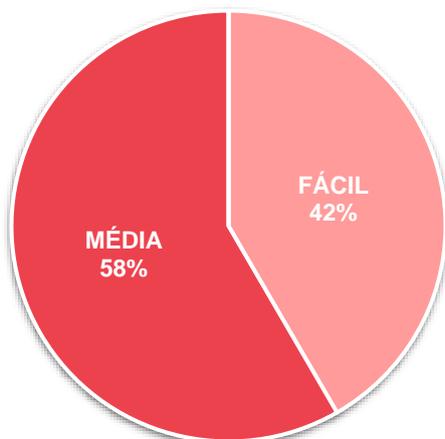
## FÍSICA MODERNA



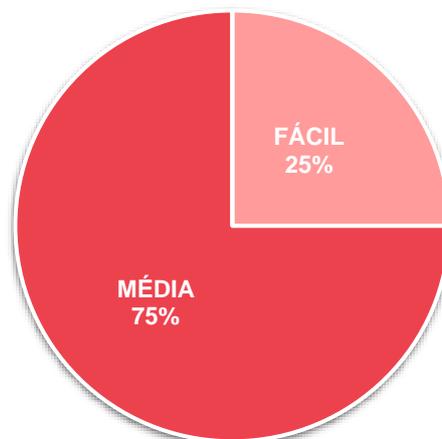
## ANÁLISE POR ASSUNTO



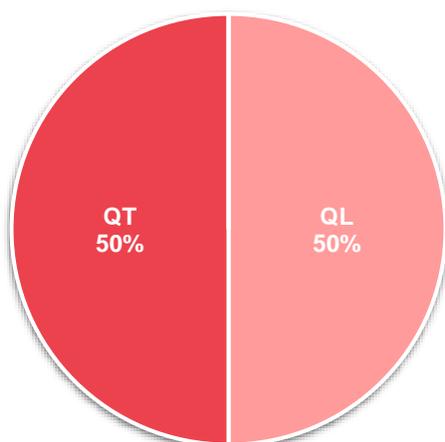
FÍSICA MODERNA  
(TODAS AS PROVAS)



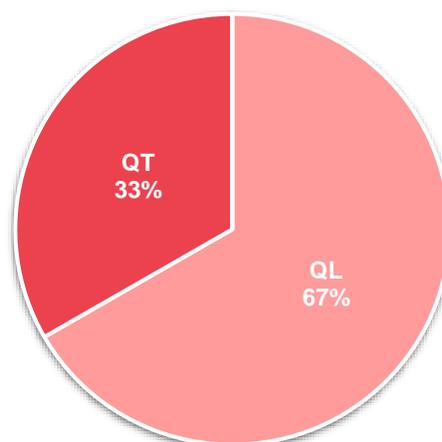
FÍSICA MODERNA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)



FÍSICA MODERNA  
(TODAS AS PROVAS)



FÍSICA MODERNA  
(APENAS 1ª APLICAÇÃO)



# CINEMÁTICA

## Questão 01



(Enem PPL 2013) Antes das lombadas eletrônicas, eram pintadas faixas nas ruas para controle da velocidade dos automóveis. A velocidade era estimada com o uso de binóculos e cronômetros. O policial utilizava a relação entre a distância percorrida e o tempo gasto, para determinar a velocidade de um veículo. Cronometrava-se o tempo que um veículo levava para percorrer a distância entre duas faixas fixas, cuja distância era conhecida. A lombada eletrônica é um sistema muito preciso, porque a tecnologia elimina erros do operador. A distância entre os sensores é de 2 metros, e o tempo é medido por um circuito eletrônico.

O tempo mínimo, em segundos, que o motorista deve gastar para passar pela lombada eletrônica, cujo limite é de 40 km/h, sem receber uma multa, é de

- A 0,05.
- B 11,1.
- C 0,18.
- D 22,2.
- E 0,50.

## Questão 02



(Enem 2012) Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80 km/h e a distância a ser percorrida é de 80 km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km, a velocidade máxima permitida é 120 km/h.

Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

- A 0,7
- B 1,4
- C 1,5
- D 2,0
- E 3,0

## Questão 03



(Enem cancelado 2009) No mundial de 2007, o americano Bernard Lagat, usando pela primeira vez uma sapatilha 34% mais leve do que a média, conquistou o ouro na corrida de 1.500 metros com um tempo de 3,58 minutos. No ano anterior, em 2006, ele havia ganhado medalha de ouro com um tempo de 3,65 minutos nos mesmos 1.500 metros.

*Revista Veja*, São Paulo, ago. 2008 (adaptado).

Sendo assim, a velocidade média do atleta aumentou em aproximadamente

- A 1,05 %
- B 2,00 %
- C 4,11 %
- D 4,19 %
- E 7,00 %

## Questão 04



(Enem PPL 2012) Em apresentações musicais realizadas em espaços onde o público fica longe do palco, é necessária a instalação de alto-falantes adicionais a grandes distâncias, além daqueles localizados no palco. Como a velocidade com que o som se propaga no ar ( $v_{\text{som}} = 3,4 \times 10^2$  m/s) é muito menor do que a velocidade com que o sinal elétrico se propaga nos cabos ( $v_{\text{sinal}} = 2,6 \times 10^8$  m/s), é necessário atrasar o sinal elétrico de modo que este chegue pelo cabo ao alto-falante no mesmo instante em que o som vindo do palco chega pelo ar. Para tentar contornar esse problema, um técnico de som pensou em simplesmente instalar um cabo elétrico com comprimento suficiente para o sinal elétrico chegar ao mesmo tempo que o som, em um alto-falante que está a uma distância de 680 metros do palco.

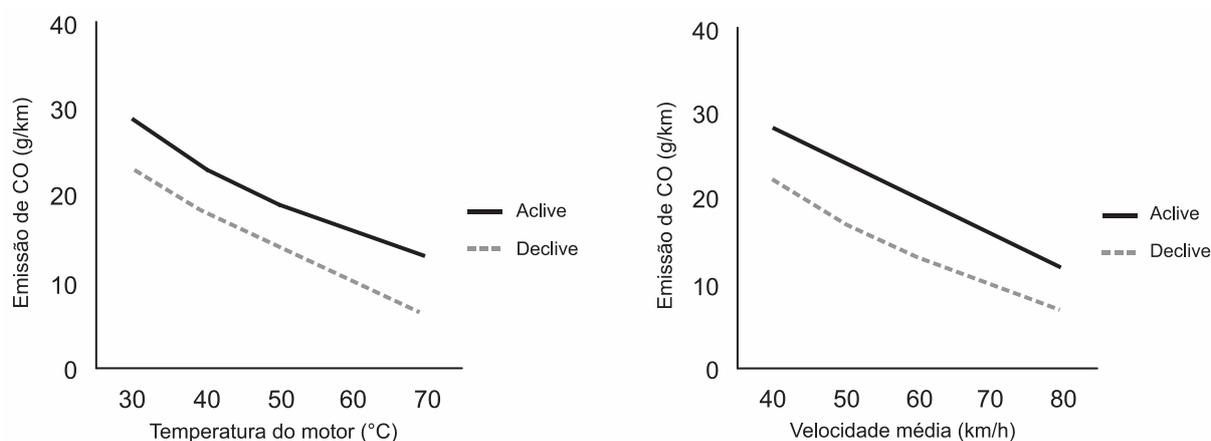
A solução é inviável, pois seria necessário um cabo elétrico de comprimento mais próximo de

- A  $1,1 \times 10^3$  km
- B  $8,9 \times 10^4$  km
- C  $1,3 \times 10^5$  km
- D  $5,2 \times 10^5$  km
- E  $6,0 \times 10^{13}$  km

## Questão 05



(Enem PPL 2014) Um pesquisador avaliou o efeito da temperatura do motor (em velocidade constante) e da velocidade média de um veículo (com temperatura do motor constante) sobre a emissão de monóxido de carbono (CO) em dois tipos de percurso, aative e declive, com iguais distâncias percorridas em linha reta. Os resultados são apresentados nas duas figuras.



Disponível em: [www.producao.ufrgs.br](http://www.producao.ufrgs.br). Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).

A partir dos resultados, a situação em que ocorre maior emissão de poluentes é aquela na qual o percurso é feito com o motor

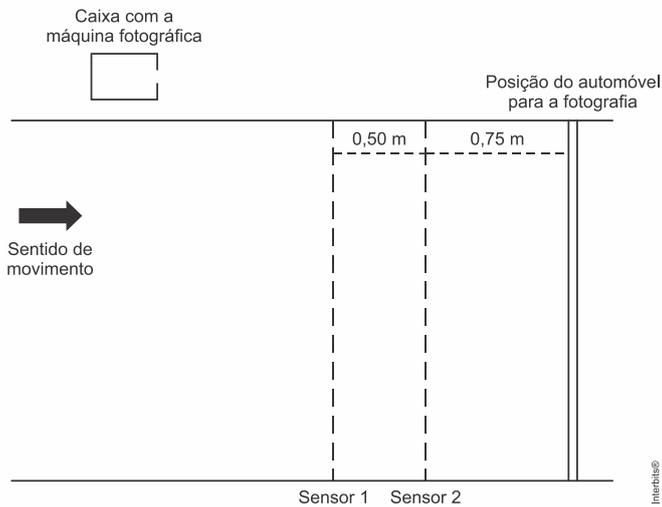
- A** aquecido, em menores velocidades médias e em pista em declive.
- B** aquecido, em maiores velocidades médias e em pista em aative.
- C** frio, em menores velocidades médias e em pista em declive.
- D** frio, em menores velocidades médias e em pista em aative.
- E** frio, em maiores velocidades médias e em pista em aative.

## Questão 06



(Enem (Libras) 2017) No Brasil, a quantidade de mortes decorrentes de acidentes por excesso de velocidade já é tratada como uma epidemia. Uma forma de profilaxia é a instalação de aparelhos que medem a velocidade dos automóveis e registram, por meio de fotografias, os veículos que trafegam acima do limite de velocidade permitido. O princípio de funcionamento desses aparelhos consiste na instalação de dois sensores no solo, de forma a registrar os instantes em que o veículo passa e, em caso de excesso de velocidade, fotografar o veículo quando ele passar sobre uma marca no solo, após o segundo sensor.

Considere que o dispositivo representado na figura esteja instalado em uma via com velocidade máxima permitida de 60 km/h.



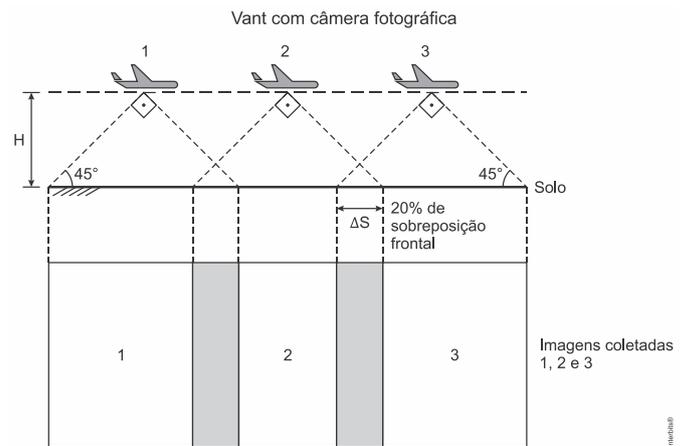
No caso de um automóvel que trafega na velocidade máxima permitida, o tempo, em milissegundos, medido pelo dispositivo, é

- A 8,3
- B 12,5
- C 30,0
- D 45,0
- E 75

## Questão 07



(Enem 2019) A agricultura de precisão reúne técnicas agrícolas que consideram particularidades locais do solo ou lavoura a fim de otimizar o uso de recursos. Uma das formas de adquirir informações sobre essas particularidades é a fotografia aérea de baixa altitude realizada por um veículo aéreo não tripulado (vant). Na fase de aquisição é importante determinar o nível de sobreposição entre as fotografias. A figura ilustra como uma sequência de imagens é coletada por um vant e como são formadas as sobreposições frontais.



O operador do vant recebe uma encomenda na qual as imagens devem ter uma sobreposição frontal de 20% em um terreno plano. Para realizar a aquisição das imagens, seleciona uma altitude  $H$  fixa de voo de 1.000 m, a uma velocidade constante de  $50 \text{ ms}^{-1}$ . A abertura da câmera fotográfica do vant é de  $90^\circ$ . Considere  $\text{tg}(45^\circ) = 1$ .

Natural Resources Canada. Concepts of Aerial Photography.  
Disponível em: [www.nrcan.gc.ca](http://www.nrcan.gc.ca). Acesso em: 26 abr. 2019  
(adaptado).

Com que intervalo de tempo o operador deve adquirir duas imagens consecutivas?

- A 40 segundos
- B 32 segundos
- C 28 segundos
- D 16 segundos
- E 9 segundos

## Questão 08



(Enem PPL 2013) Conta-se que um curioso incidente aconteceu durante a Primeira Guerra Mundial. Quando voava a uma altitude de dois mil metros, um piloto francês viu o que acreditava ser uma mosca parada perto de sua face. Apanhando-a rapidamente, ficou surpreso ao verificar que se tratava de um projétil alemão.

PERELMAN, J. *Aprenda física brincando*. São Paulo: Hemus, 1970.

O piloto consegue apanhar o projétil, pois

- A** ele foi disparado em direção ao avião francês, freado pelo ar e parou justamente na frente do piloto.
- B** o avião se movia no mesmo sentido que o dele, com velocidade visivelmente superior.
- C** ele foi disparado para cima com velocidade constante, no instante em que o avião francês passou.
- D** o avião se movia no sentido oposto ao dele, com velocidade de mesmo valor.
- E** o avião se movia no mesmo sentido que o dele, com velocidade de mesmo valor.

## Questão 09



(Enem PPL 2013) O trem de passageiros da Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM), que circula diariamente entre a cidade de Cariacica, na Grande Vitória, e a capital mineira Belo Horizonte, está utilizando uma nova tecnologia de frenagem eletrônica. Com a tecnologia anterior, era preciso iniciar a frenagem cerca de 400 metros antes da estação. Atualmente, essa distância caiu para 250 metros, o que proporciona redução no tempo de viagem.

Considerando uma velocidade de 72 km/h, qual o módulo da diferença entre as acelerações de frenagem depois e antes da adoção dessa tecnologia?

- A** 0,08 m/s<sup>2</sup>
- B** 0,30 m/s<sup>2</sup>
- C** 1,10 m/s<sup>2</sup>
- D** 1,60 m/s<sup>2</sup>
- E** 3,90 m/s<sup>2</sup>

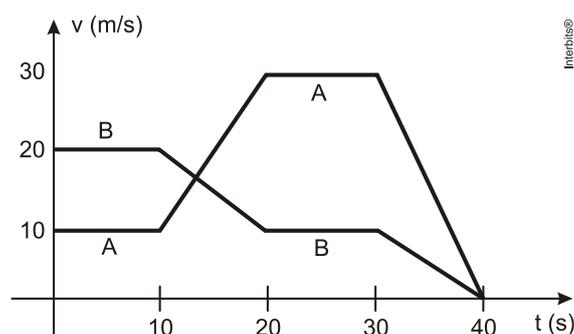
## Questão 10



(Enem PPL 2010) **Rua da Passagem**

*Os automóveis atrapalham o trânsito.  
Gentileza é fundamental.  
Não adianta esquentar a cabeça.  
Menos peso do pé no pedal.*

O trecho da música, de Lenine e Arnaldo Antunes (1999), ilustra a preocupação com o trânsito nas cidades, motivo de uma campanha publicitária de uma seguradora brasileira. Considere dois automóveis, A e B, respectivamente conduzidos por um motorista imprudente e por um motorista consciente e adepto da campanha citada. Ambos se encontram lado a lado no instante inicial  $t = 0$  s, quando avistam um semáforo amarelo (que indica atenção, parada obrigatória ao se tornar vermelho). O movimento de A e B pode ser analisado por meio do gráfico, que representa a velocidade de cada automóvel em função do tempo.



As velocidades dos veículos variam com o tempo em dois intervalos: (I) entre os instantes 10 s e 20 s; (II) entre os instantes 30 s e 40 s. De acordo com o gráfico, quais são os módulos das taxas de variação da velocidade do veículo conduzido pelo motorista imprudente, em m/s<sup>2</sup>, nos intervalos (I) e (II), respectivamente?

- A** 1,0 e 3,0
- B** 2,0 e 1,0
- C** 2,0 e 1,5
- D** 2,0 e 3,0
- E** 10,0 e 30,0

## Questão 11



(Enem 2017) Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a  $1,00 \text{ m/s}^2$ . Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração igual a  $5,00 \text{ m/s}^2$ . O motorista atento aciona o freio à velocidade de  $14,0 \text{ m/s}$ , enquanto o desatento, em situação análoga, leva  $1,00$  segundo a mais para iniciar a frenagem.

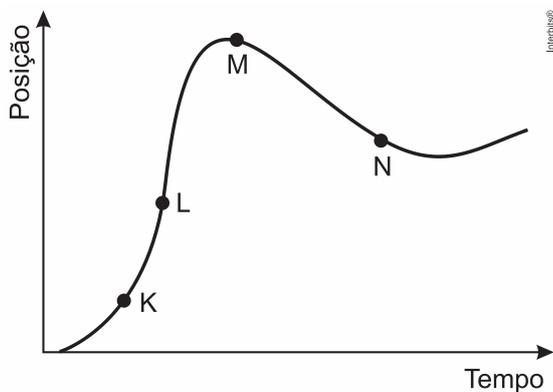
Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

- A 2,90 m
- B 14,0 m
- C 14,5 m
- D 15,0 m
- E 17,4 m

## Questão 12



(Enem PPL 2018) Um piloto testa um carro em uma reta longa de um autódromo. A posição do carro nessa reta, em função do tempo, está representada no gráfico.



Os pontos em que o módulo da velocidade do carro é menor e maior são, respectivamente,

- A K e M.
- B N e K.
- C M e L.
- D N e L.
- E N e M.

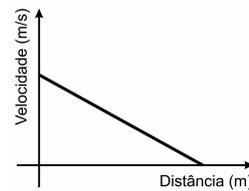
## Questão 13



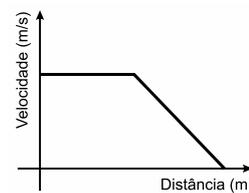
(Enem 2016) Dois veículos que trafegam com velocidade constante em uma estrada, na mesma direção e sentido, devem manter entre si uma distância mínima. Isso porque o movimento de um veículo, até que ele pare totalmente, ocorre em duas etapas, a partir do momento em que o motorista detecta um problema que exige uma freada brusca. A primeira etapa é associada à distância que o veículo percorre entre o intervalo de tempo da detecção do problema e o acionamento dos freios. Já a segunda se relaciona com a distância que o automóvel percorre enquanto os freios agem com desaceleração constante.

Considerando a situação descrita, qual esboço gráfico representa a velocidade do automóvel em relação à distância percorrida até parar totalmente?

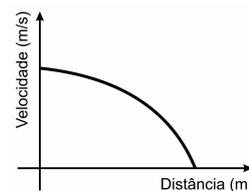
A



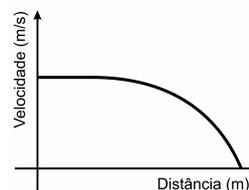
B



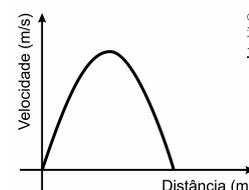
C



D



E



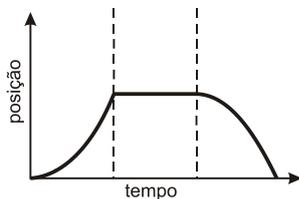
### Questão 14



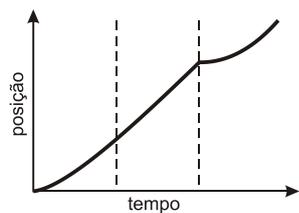
(Enem 2012) Para melhorar a mobilidade urbana na rede metroviária é necessário minimizar o tempo entre estações. Para isso a administração do metrô de uma grande cidade adotou o seguinte procedimento entre duas estações: a locomotiva parte do repouso em aceleração constante por um terço do tempo de percurso, mantém a velocidade constante por outro terço e reduz sua velocidade com desaceleração constante no trecho final, até parar.

Qual é o gráfico de posição (eixo vertical) em função do tempo (eixo horizontal) que representa o movimento desse trem?

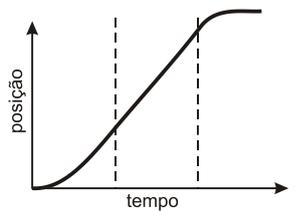
**A**



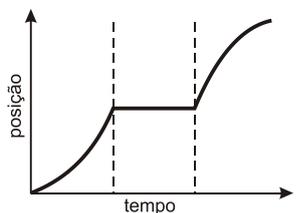
**B**



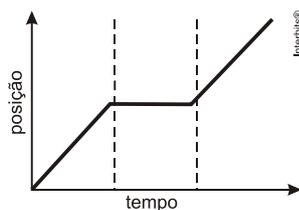
**C**



**D**



**E**



### Questão 15



(Enem PPL 2018) Ao soltar um martelo e uma pena na Lua em 1973, o astronauta David Scott confirmou que ambos atingiram juntos a superfície. O cientista italiano Galilei Galilei (1564-1642), um dos maiores pensadores de todos os tempos, previu que, se minimizarmos a resistência do ar, os corpos chegariam juntos à superfície.

OLIVEIRA, A. *A influência do olhar* Disponível em: [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br). Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Na demonstração, o astronauta deixou cair em um mesmo instante e de uma mesma altura um martelo de 1,32 kg e uma pena de 30 g. Durante a queda no vácuo, esses objetos apresentam iguais

- A** inércias.
- B** impulsos.
- C** trabalhos.
- D** acelerações.
- E** energias potenciais.

### Questão 16



(Enem PPL 2013) Em uma experiência didática, cinco esferas de metal foram presas em um barbante, de forma que a distância entre esferas consecutivas aumentava em progressão aritmética. O barbante foi suspenso e a primeira esfera ficou em contato com o chão. Olhando o barbante de baixo para cima, as distâncias entre as esferas ficavam cada vez maiores. Quando o barbante foi solto, o som das colisões entre duas esferas consecutivas e o solo foi gerado em intervalos de tempo exatamente iguais.

A razão de os intervalos de tempo citados serem iguais é que a

- A** velocidade de cada esfera é constante.
- B** força resultante em cada esfera é constante.
- C** aceleração de cada esfera aumenta com o tempo.
- D** tensão aplicada em cada esfera aumenta com o tempo.
- E** energia mecânica de cada esfera aumenta com o tempo.

## Questão 17



(Enem 2011) Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

- I. Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.
- II. A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.
- III. Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

Distância percorrida pela régua durante a queda (metro)	Tempo de reação (segundo)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

Disponível em: <http://br.geocities.com>. Acesso em: 1 fev. 2009.

A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a

- A energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.
- resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.
- aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.
- força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.
- velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.

## Questão 18



(Enem cancelado 2009) **O Super-homem e as leis do movimento**

Uma das razões para pensar sobre física dos super-heróis é, acima de tudo, uma forma divertida de explorar muitos fenômenos físicos interessantes, desde fenômenos corriqueiros até eventos considerados fantásticos. A figura seguinte mostra o Super-homem lançando-se no espaço para chegar ao topo de um prédio de altura  $H$ . Seria possível admitir que com seus superpoderes ele estaria voando com propulsão própria, mas considere que ele tenha dado um forte salto. Neste caso, sua velocidade final no ponto mais alto do salto deve ser zero, caso contrário, ele continuaria subindo. Sendo  $g$  a aceleração da gravidade, a relação entre a velocidade inicial do Super-homem e a altura atingida é dada por:  $v^2 = 2gH$ .



KAKALIOS, J. *The Physics of Superheroes*. Gotham Books, USA, 2005.

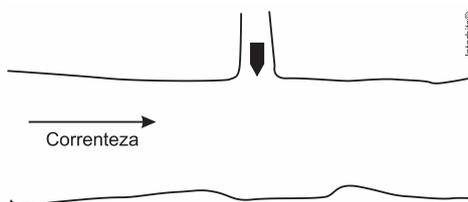
A altura que o Super-homem alcança em seu salto depende do quadrado de sua velocidade inicial porque

- a altura do seu pulo é proporcional à sua velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar ao quadrado.
- o tempo que ele permanece no ar é diretamente proporcional à aceleração da gravidade e essa é diretamente proporcional à velocidade.
- o tempo que ele permanece no ar é inversamente proporcional à aceleração da gravidade e essa é inversamente proporcional à velocidade média.
- a aceleração do movimento deve ser elevada ao quadrado, pois existem duas acelerações envolvidas: a aceleração da gravidade e a aceleração do salto.
- a altura do seu pulo é proporcional à sua velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar, e esse tempo também depende da sua velocidade inicial.

## Questão 19



(Enem PPL 2017) Um longo trecho retilíneo de um rio tem um afluente perpendicular em sua margem esquerda, conforme mostra a figura. Observando de cima, um barco trafega com velocidade constante pelo afluente para entrar no rio. Sabe-se que a velocidade da correnteza desse rio varia uniformemente, sendo muito pequena junto à margem e máxima no meio. O barco entra no rio e é arrastado lateralmente pela correnteza, mas o navegador procura mantê-lo sempre na direção perpendicular à correnteza do rio e o motor acionado com a mesma potência.



Pelas condições descritas, a trajetória que representa o movimento seguido pelo barco é:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

## Questão 20



(Enem 2ª aplicação 2016) Para um salto no Grand Canyon usando motos, dois paraquedistas vão utilizar uma moto cada, sendo que uma delas possui massa três vezes maior. Foram construídas duas pistas idênticas até a beira do precipício, de forma que no momento do salto as motos deixem a pista horizontalmente e ao mesmo tempo. No instante em que saltam, os paraquedistas abandonam suas motos e elas caem praticamente sem resistência do ar.

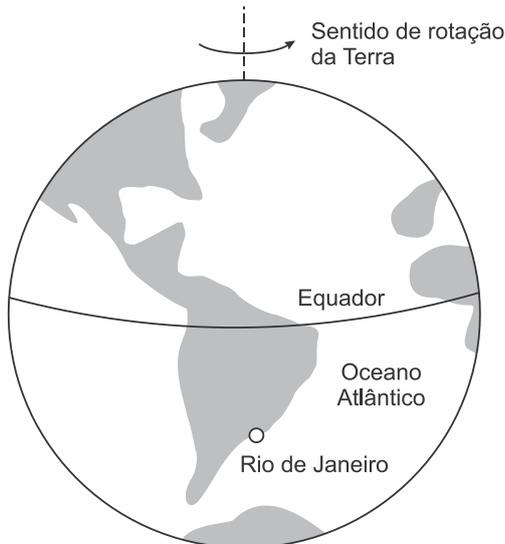
As motos atingem o solo simultaneamente porque

- A** possuem a mesma inércia.
- B** estão sujeitas à mesma força resultante.
- C** têm a mesma quantidade de movimento inicial.
- D** adquirem a mesma aceleração durante a queda.
- E** são lançadas com a mesma velocidade horizontal.

## Questão 21



(Enem 2019) Na madrugada de 11 de março de 1978, partes de um foguete soviético reentraram na atmosfera acima da cidade do Rio de Janeiro e caíram no Oceano Atlântico. Foi um belo espetáculo, os inúmeros fragmentos entrando em ignição devido ao atrito com a atmosfera brilharam intensamente, enquanto “cortavam o céu”. Mas se a reentrada tivesse acontecido alguns minutos depois, teríamos uma tragédia, pois a queda seria na área urbana do Rio de Janeiro e não no oceano.



LAS CASAS, R. *Lixo espacial*. Observatório Astronômico Frei Rosário, ICEX, UFMG. Disponível em: [www.observatorio.ufmg.br](http://www.observatorio.ufmg.br). Acesso em: 27 set. 2011 (adaptado).

De acordo com os fatos relatados, a velocidade angular do foguete em relação à Terra no ponto de reentrada era

- A** igual à da Terra e no mesmo sentido.
- B** superior à da Terra e no mesmo sentido.
- C** inferior à da Terra e no sentido oposto.
- D** igual à da Terra e no sentido oposto.
- E** superior à da Terra e no sentido oposto.

## Questão 22



(Enem 2014) Um professor utiliza essa história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelho, considerando o módulo da velocidade constante.



SOUSA, M. *Cebolinha*, n. 240. jun. 2006.

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelho, no terceiro quadrinho, é

- A** nulo.
- B** paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
- C** paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
- D** perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
- E** perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

### Questão 23



(Enem 2009) O Brasil pode se transformar no primeiro país das Américas a entrar no seleto grupo das nações que dispõem de trens-bala. O Ministério dos Transportes prevê o lançamento do edital de licitação internacional para a construção da ferrovia de alta velocidade Rio-São Paulo. A viagem ligará os 403 quilômetros entre a Central do Brasil, no Rio, e a Estação da Luz, no centro da capital paulista, em uma hora e 25 minutos.

Disponível em: <http://oglobo.globo.com>. Acesso em: 14 jul. 2009.

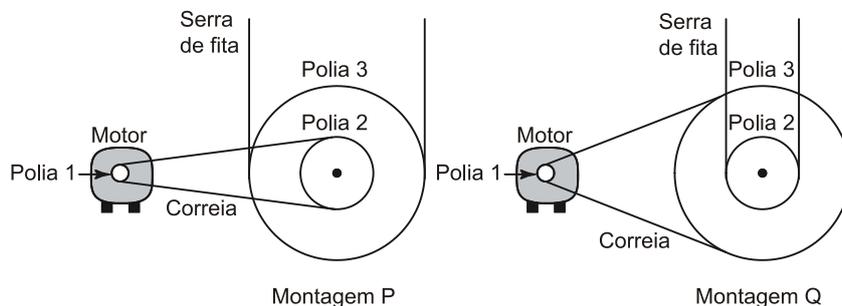
Devido à alta velocidade, um dos problemas a ser enfrentado na escolha do trajeto que será percorrido pelo trem é o dimensionamento das curvas. Considerando-se que uma aceleração lateral confortável para os passageiros e segura para o trem seja de  $0,1g$ , em que  $g$  é a aceleração da gravidade (considerada igual a  $10 \text{ m/s}^2$ ), e que a velocidade do trem se mantenha constante em todo o percurso, seria correto prever que as curvas existentes no trajeto deveriam ter raio de curvatura mínimo de, aproximadamente,

- A** 80 m.
- B** 430 m.
- C** 800 m.
- D** 1.600 m.
- E** 6.400 m.

### Questão 24



(Enem 2013) Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.



Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

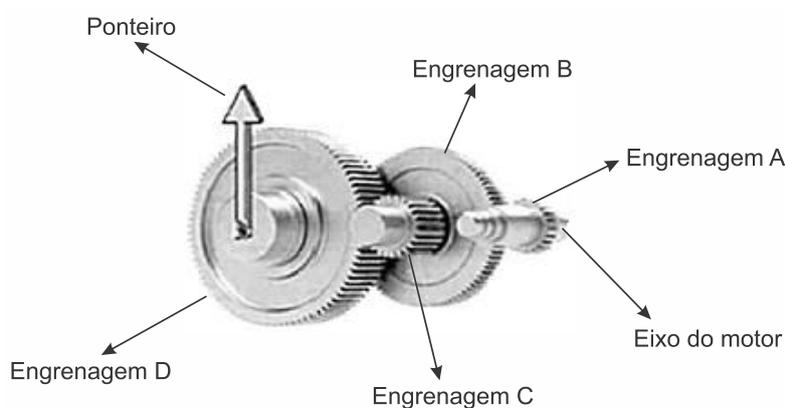
- A** Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
- B** Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- C** P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- D** P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
- E** Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

## Questão 25



(Enem 2016) A invenção e o acoplamento entre engrenagens revolucionaram a ciência na época e propiciaram a invenção de várias tecnologias, como os relógios. Ao construir um pequeno cronômetro, um relojoeiro usa o sistema de engrenagens mostrado. De acordo com a figura, um motor é ligado ao eixo e movimentando as engrenagens fazendo o ponteiro girar. A frequência do motor é de 18 rpm e o número de dentes das engrenagens está apresentado no quadro.

Engrenagem	Dentes
A	24
B	72
C	36
D	108



A frequência de giro do ponteiro, em rpm, é

- A** 1
- B** 2
- C** 4
- D** 81
- E** 162

# DINÂMICA

## Questão 01



(Enem PPL 2012) Em 1543, Nicolau Copérnico publicou um livro revolucionário em que propunha a Terra girando em torno do seu próprio eixo e rodando em torno do Sol. Isso contraria a concepção aristotélica, que acredita que a Terra é o centro do universo. Para os aristotélicos, se a Terra gira do oeste para o leste, coisas como nuvens e pássaros, que não estão presas à Terra, pareceriam estar sempre se movendo do leste para o oeste, justamente como o Sol. Mas foi Galileu Galilei que, em 1632, baseando-se em experiências, rebateu a crítica aristotélica, confirmando assim o sistema de Copérnico. Seu argumento, adaptado para a nossa época, é se uma pessoa, dentro de um vagão de trem em repouso, solta uma bola, ela cai junto a seus pés. Mas se o vagão estiver se movendo com velocidade constante, a bola também cai junto a seus pés. Isto porque a bola, enquanto cai, continua a compartilhar do movimento do vagão.

O princípio físico usado por Galileu para rebater o argumento aristotélico foi

- A** lei da inércia.
- B** ação e reação.
- C** a segunda lei de Newton.
- D** a conservação da energia.
- E** o princípio da equivalência.

## Questão 02



(Enem PPL 2011) Segundo Aristóteles, uma vez deslocados de seu local natural, os elementos tendem espontaneamente a retornar a ele, realizando movimentos chamados de naturais.

Já em um movimento denominado forçado, um corpo só permaneceria em movimento enquanto houvesse uma causa para que ele ocorresse. Cessada essa causa, o referido elemento entraria em repouso ou adquiriria um movimento natural.

PORTO, C. M. A física de Aristóteles: uma construção ingênua? *Revista Brasileira de Ensino de Física*. V. 31, n° 4 (adaptado).

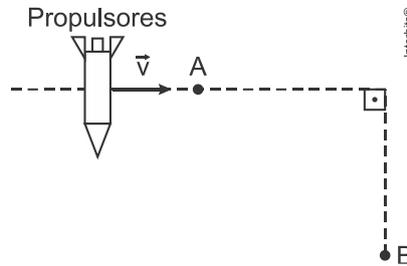
Posteriormente, Newton confrontou a ideia de Aristóteles sobre o movimento forçado através da lei da

- A** inércia.
- B** ação e reação.
- C** gravitação universal.
- D** conservação da massa.
- E** conservação da energia.

Questão 03



(Enem PPL 2019) Um foguete viaja pelo espaço sideral com os propulsores desligados. A velocidade inicial  $\vec{v}$  tem módulo constante e direção perpendicular à ação dos propulsores, conforme indicado na figura. O piloto aciona os propulsores para alterar a direção do movimento quando o foguete passa pelo ponto A e os desliga quando o módulo de sua velocidade final é superior a  $\sqrt{2} \cdot |\vec{v}|$  o que ocorre antes de passar pelo ponto B. Considere as interações desprezíveis.



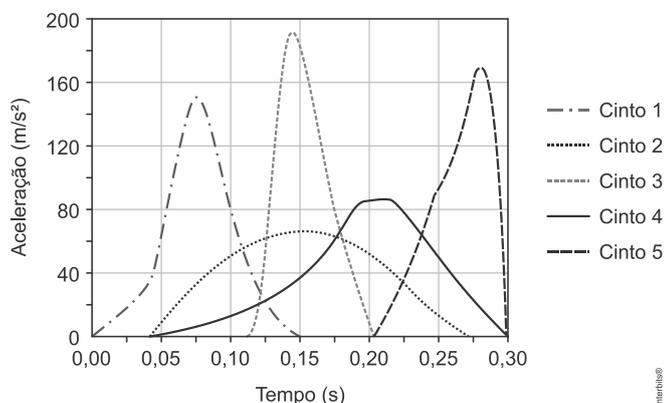
A representação gráfica da trajetória seguida pelo foguete, antes e depois de passar pelo ponto B, é:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

## Questão 04



(Enem 2017) Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a força que o cinto de segurança exerce sobre o tórax e abdômen do motorista pode causar lesões graves nos órgãos internos. Pensando na segurança do seu produto, um fabricante de automóveis realizou testes em cinco modelos diferentes de cinto. Os testes simularam uma colisão de 0,30 segundo de duração, e os bonecos que representavam os ocupantes foram equipados com acelerômetros. Esse equipamento registra o módulo da desaceleração do boneco em função do tempo. Os parâmetros como massa dos bonecos, dimensões dos cintos e velocidade imediatamente antes e após o impacto foram os mesmos para todos os testes. O resultado final obtido está no gráfico de aceleração por tempo.



Qual modelo de cinto oferece menor risco de lesão interna ao motorista?

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

## Questão 05



(Enem PPL 2014) Na Antiguidade, algumas pessoas acreditavam que, no lançamento oblíquo de um objeto, a resultante das forças que atuavam sobre ele tinha o mesmo sentido da velocidade em todos os instantes do movimento. Isso não está de acordo com as interpretações científicas atualmente utilizadas para explicar esse fenômeno.

Desprezando a resistência do ar, qual é a direção e o sentido do vetor força resultante que atua sobre o objeto no ponto mais alto da trajetória?

- A** Indefinido, pois ele é nulo, assim como a velocidade vertical nesse ponto.
- B** Vertical para baixo, pois somente o peso está presente durante o movimento.
- C** Horizontal no sentido do movimento, pois devido à inércia o objeto mantém seu movimento.
- D** Inclinado na direção do lançamento, pois a força inicial que atua sobre o objeto é constante.
- E** Inclinado para baixo e no sentido do movimento, pois aponta para o ponto onde o objeto cairá.

## Questão 06



(Enem PPL 2012) Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento.

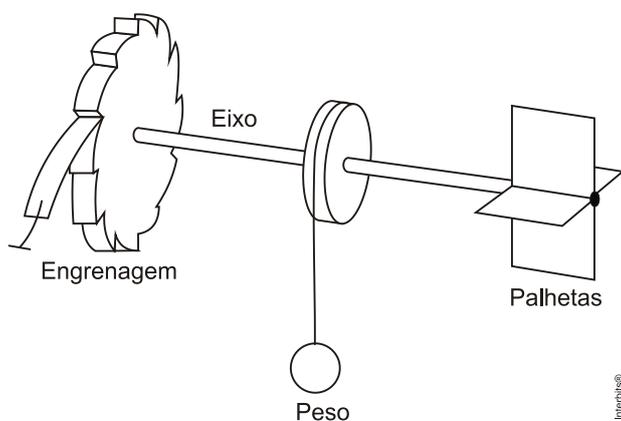
Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

- A** A força de ação é aquela exercida pelo garoto.
- B** A força resultante sobre o móvel é sempre nula.
- C** As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.
- D** A força de ação é um pouco maior que a força de reação.
- E** O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

## Questão 07



(Enem 2011) Partículas suspensas em um fluido apresentam contínua movimentação aleatória, chamado movimento browniano, causado pelos choques das partículas que compõe o fluido. A ideia de um inventor era construir uma série de palhetas, montadas sobre um eixo, que seriam postas em movimento pela agitação das partículas ao seu redor. Como o movimento ocorreria igualmente em ambos os sentidos de rotação, o cientista concebeu um segundo elemento, um dente de engrenagem assimétrico. Assim, em escala muito pequena, este tipo de motor poderia executar trabalho, por exemplo, puxando um pequeno peso para cima. O esquema, que já foi testado, é mostrado a seguir.



Inovação Tecnológica. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

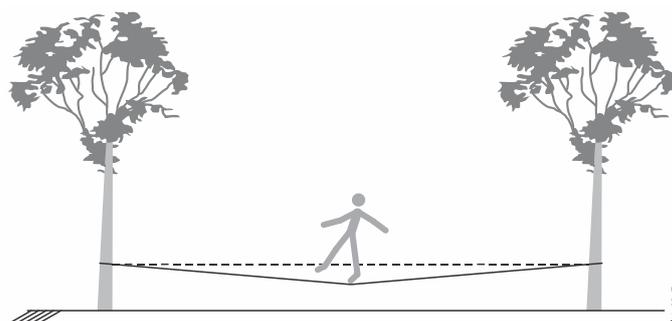
A explicação para a necessidade do uso da engrenagem com trava é:

- A** O travamento do motor, para que ele não se solte aleatoriamente.
- B** A seleção da velocidade, controlada pela pressão nos dentes da engrenagem.
- C** O controle do sentido da velocidade tangencial, permitindo, inclusive, uma fácil leitura do seu valor.
- D** A determinação do movimento, devido ao caráter aleatório, cuja tendência é o equilíbrio.
- E** A escolha do ângulo a ser girado, sendo possível, inclusive, medi-lo pelo número de dentes da engrenagem.

## Questão 08



(Enem 2019) *Slackline* é um esporte no qual o atleta deve se equilibrar e executar manobras estando sobre uma fita esticada. Para a prática do esporte, as duas extremidades da fita são fixadas de forma que ela fique a alguns centímetros do solo. Quando uma atleta de massa igual a 80 kg está exata mente no meio da fita, essa se desloca verticalmente, formando um ângulo de  $10^\circ$  com a horizontal, como esquematizado na figura. Sabe-se que a aceleração da gravidade é igual a  $10 \text{ ms}^{-2}$ ,  $\cos(10^\circ) = 0,98$  e  $\text{sen}(10^\circ) = 0,17$ .



Qual é a força que a fita exerce em cada uma das árvores por causa da presença da atleta?

- A**  $4,0 \times 10^2 \text{ N}$
- B**  $4,1 \times 10^2 \text{ N}$
- C**  $8,0 \times 10^2 \text{ N}$
- D**  $2,4 \times 10^3 \text{ N}$
- E**  $4,7 \times 10^2 \text{ N}$

### Questão 09



(Enem PPL 2019) O *curling* é um dos esportes de inverno mais antigos e tradicionais. No jogo, dois times com quatro pessoas têm de deslizar pedras de granito sobre uma área marcada de gelo e tentar colocá-las o mais próximo possível do centro. A pista de *curling* é feita para ser o mais nivelada possível, para não interferir no decorrer do jogo. Após o lançamento, membros da equipe varrem (com vassouras especiais) o gelo imediatamente à frente da pedra, porém sem tocá-la. Isso é fundamental para o decorrer da partida, pois influi diretamente na distância percorrida e na direção do movimento da pedra. Em um lançamento retilíneo, sem a interferência dos varredores, verifica-se que o módulo da desaceleração da pedra é superior se comparado à desaceleração da mesma pedra lançada com a ação dos varredores.



Foto: Arnd Wiegmann/Reuters

Disponível em: <http://cbdg.org.br>. Acesso em: 29 mar. 2016 (adaptado).

A menor desaceleração da pedra de granito ocorre porque a ação dos varredores diminui o módulo da

- A** força motriz sobre a pedra.
- B** força de atrito cinético sobre a pedra.
- C** força peso paralela ao movimento da pedra.
- D** força de arrasto do ar que atua sobre a pedra.
- E** força de reação normal que a superfície exerce sobre a pedra.

### Questão 10



(Enem PPL 2018) Com um dedo, um garoto pressiona contra a parede duas moedas, de R\$0,10 e R\$1,00, uma sobre a outra, mantendo-as paradas. Em contato com o dedo está a moeda de R\$0,10 e contra a parede está a de R\$1,00. O peso da moeda de R\$0,10 é 0,05 N e o da de R\$1,00 é 0,09 N. A força de atrito exercida pela parede é suficiente para impedir que as moedas caiam.

Qual é a força de atrito entre a parede e a moeda de R\$1,00?

- A** 0,04 N
- B** 0,05 N
- C** 0,07 N
- D** 0,09 N
- E** 0,14 N

### Questão 11



(Enem (Libras) 2017) Em dias de chuva ocorrem muitos acidentes no trânsito, e uma das causas é a aquaplanagem, ou seja, a perda de contato do veículo com o solo pela existência de uma camada de água entre o pneu e o solo, deixando o veículo incontrolável.

Nesta situação, a perda do controle do carro está relacionada com redução de qual força?

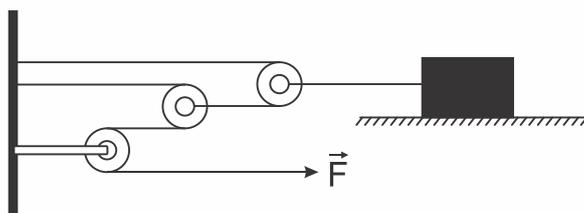
- A** Atrito.
- B** Tração.
- C** Normal.
- D** Centrípeta.
- E** Gravitacional.

## Questão 12



(Enem 2016) Uma invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma polia fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens. Suponha que a massa do navio era de 3.000 kg que o coeficiente de atrito estático entre o navio e a areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força  $\vec{F}$ , paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N.

Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e que a superfície da praia é perfeitamente horizontal.



Disponível em: [www.histedbr.fae.unicamp.br](http://www.histedbr.fae.unicamp.br).  
Acesso em: 28 fev. 2013 (adaptado).

O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi

- A 3
- B 6
- C 7
- D 8
- E 10

## Questão 13



(Enem 2013) Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés.

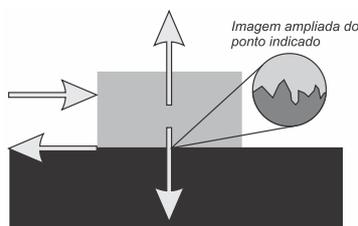
Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?

- A Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- B Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- C Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- D Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- E Vertical e sentido para cima.

### Questão 14



(Enem PPL 2011) A força de atrito é uma força que depende do contato entre corpos. Pode ser definida como uma força de oposição à tendência de deslocamento dos corpos e é gerada devido a irregularidades entre duas superfícies em contato. Na figura, as setas representam forças que atuam no corpo e o ponto ampliado representa as irregularidades que existem entre as duas superfícies.



Na figura, os vetores que representam as forças que provocam o deslocamento e o atrito são, respectivamente:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

### Questão 15



(Enem PPL 2012) O freio ABS é um sistema que evita que as rodas de um automóvel sejam bloqueadas durante uma frenagem forte e entrem em derrapagem. Testes demonstram que, a partir de uma dada velocidade, a distância de frenagem será menor se for evitado o bloqueio das rodas.

O ganho na eficiência da frenagem na ausência de bloqueio das rodas resulta do fato de

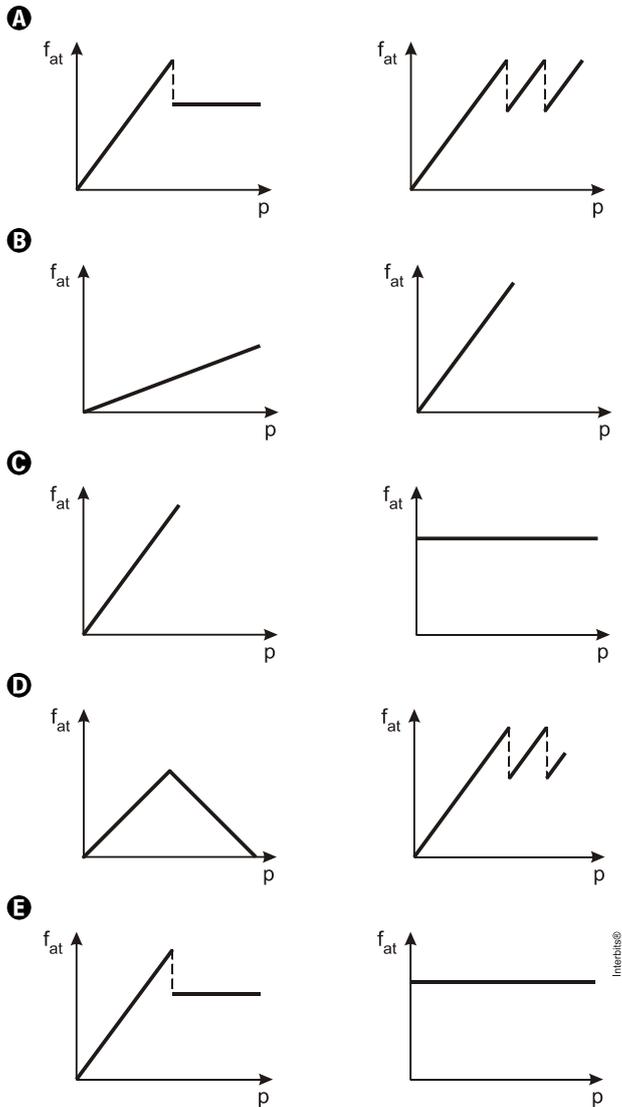
- A** o coeficiente de atrito estático tornar-se igual ao dinâmico momentos antes da derrapagem.
- B** o coeficiente de atrito estático ser maior que o dinâmico, independentemente da superfície de contato entre os pneus e o pavimento.
- C** o coeficiente de atrito estático ser menor que o dinâmico, independentemente da superfície de contato entre os pneus e o pavimento.
- D** a superfície de contato entre os pneus e o pavimento ser maior com as rodas desbloqueadas, independentemente do coeficiente de atrito.
- E** a superfície de contato entre os pneus e o pavimento ser maior com as rodas desbloqueadas e o coeficiente de atrito estático ser maior que o dinâmico.

## Questão 16



(Enem 2012) Os freios ABS são uma importante medida de segurança no trânsito, os quais funcionam para impedir o travamento das rodas do carro quando o sistema de freios é acionado, liberando as rodas quando estão no limiar do deslizamento. Quando as rodas travam, a força de frenagem é governada pelo atrito cinético.

As representações esquemáticas da força de atrito  $f_{at}$  entre os pneus e a pista, em função da pressão  $p$  aplicada no pedal de freio, para carros sem ABS e com ABS, respectivamente, são:



### Questão 17



(Enem PPL 2015) Num sistema de freio convencional, as rodas do carro travam e os pneus derrapam no solo, caso a força exercida sobre o pedal seja muito intensa. O sistema ABS evita o travamento das rodas, mantendo a força de atrito no seu valor estático máximo, sem derrapagem. O coeficiente de atrito estático da borracha em contato com o concreto vale  $\mu_e = 1,0$  e o coeficiente de atrito cinético para o mesmo par de materiais é  $\mu_c = 0,75$ . Dois carros, com velocidades iniciais iguais a 108 km/h iniciam a frenagem numa estrada perfeitamente horizontal de concreto no mesmo ponto. O carro 1 tem sistema ABS e utiliza a força de atrito estática máxima para a frenagem; já o carro 2 trava as rodas, de maneira que a força de atrito efetiva é a cinética. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

As distâncias, medidas a partir do ponto em que iniciam a frenagem, que os carros 1 ( $d_1$ ) e 2 ( $d_2$ ) percorrem até parar são, respectivamente,

- A**  $d_1 = 45 \text{ m}$  e  $d_2 = 60 \text{ m}$ .
- B**  $d_1 = 60 \text{ m}$  e  $d_2 = 45 \text{ m}$ .
- C**  $d_1 = 90 \text{ m}$  e  $d_2 = 120 \text{ m}$ .
- D**  $d_1 = 5,8 \times 10^2 \text{ m}$  e  $d_2 = 7,8 \times 10^2 \text{ m}$ .
- E**  $d_1 = 7,8 \times 10^2 \text{ m}$  e  $d_2 = 5,8 \times 10^2 \text{ m}$ .

### Questão 18



(Enem 2ª Aplicação 2014) Uma criança está em um carrossel em um parque de diversões. Este brinquedo descreve um movimento circular com intervalo de tempo regular.

A força resultante que atua sobre a criança

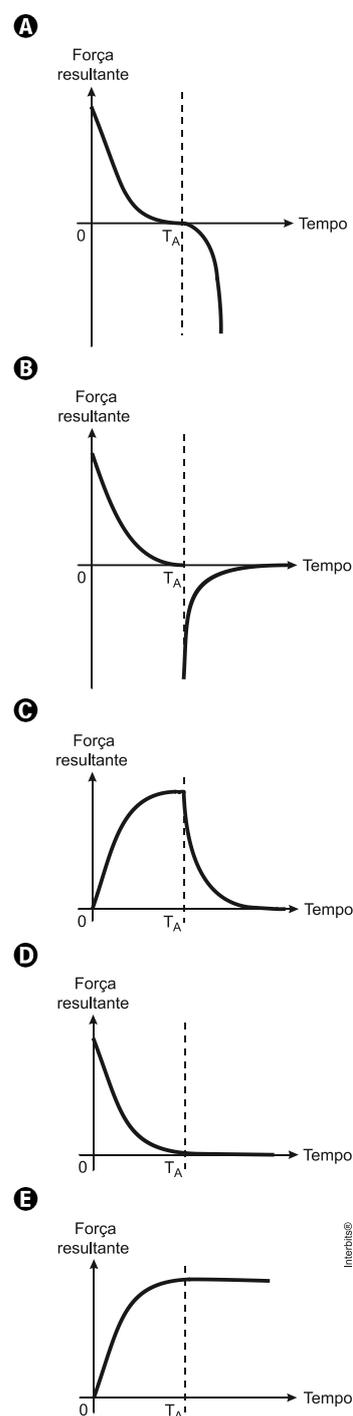
- A** é nula.
- B** é oblíqua à velocidade do carrossel.
- C** é paralela à velocidade do carrossel.
- D** está direcionada para fora do brinquedo.
- E** está direcionada para o centro do brinquedo.

### Questão 19



(Enem 2013) Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante  $T_A$ ), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.

Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?



# TRABALHO E ENERGIA

## Questão 01 ◆◆◆

(Enem PPL 2018) Para que se faça a reciclagem das latas de alumínio são necessárias algumas ações, dentre elas:

- 1) recolher as latas e separá-las de outros materiais diferentes do alumínio por catação;
- 2) colocar as latas em uma máquina que separa as mais leves das mais pesadas por meio de um intenso jato de ar;
- 3) retirar, por ação magnética, os objetos restantes que contêm ferro em sua composição.

As ações indicadas possuem em comum o fato de

- A** exigirem o fornecimento de calor.
- B** fazerem uso da energia luminosa.
- C** necessitarem da ação humana direta.
- D** serem relacionadas a uma corrente elétrica.
- E** ocorrerem sob a realização de trabalho de uma força.

## Questão 02 ◆◆◆

(Enem 2016) A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência total instalada, apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de 690 m<sup>3</sup>/s por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local (10 m/s<sup>2</sup>) e a densidade da água (1.000 kg/m<sup>3</sup>). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

Disponível em: [www.itaipu.gov.br](http://www.itaipu.gov.br). Acesso em: 11 mai. 2013 (adaptado).

Qual é a potência, em MW, não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

- A** 0
- B** 1,18
- C** 116,96
- D** 816,96
- E** 13.183,04

## Questão 03 ◆◆◆

(Enem PPL 2016) Para reciclar um motor de potência elétrica igual a 200 W, um estudante construiu um elevador e verificou que ele foi capaz de erguer uma massa de 80 kg a uma altura de 3 metros durante 1 minuto. Considere a aceleração da gravidade 10 m/s<sup>2</sup>.

Qual a eficiência aproximada do sistema para realizar tal tarefa?

- A** 10%
- B** 20%
- C** 40%
- D** 50%
- E** 100%

## Questão 04 ◆◆◆

(Enem PPL 2015) Para irrigar sua plantação, um produtor rural construiu um reservatório a 20 metros de altura a partir da barragem de onde será bombeada a água. Para alimentar o motor elétrico das bombas, ele instalou um painel fotovoltaico. A potência do painel varia de acordo com a incidência solar, chegando a um valor de pico de 80 W ao meio-dia. Porém, entre as 11 horas e 30 minutos e as 12 horas e 30 minutos, disponibiliza uma potência média de 50 W. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s<sup>2</sup> e uma eficiência de transferência energética de 100%.

Qual é o volume de água, em litros, bombeado para o reservatório no intervalo de tempo citado?

- A** 150
- B** 250
- C** 450
- D** 900
- E** 1.440

### Questão 05



(Enem 2015) Uma análise criteriosa do desempenho de Usain Bolt na quebra do recorde mundial dos 100 metros rasos mostrou que, apesar de ser o último dos corredores a reagir ao tiro e iniciar a corrida, seus primeiros 30 metros foram os mais velozes já feitos em um recorde mundial, cruzando essa marca em 3,78 segundos. Até se colocar com o corpo reto, foram 13 passadas, mostrando sua potência durante a aceleração, o momento mais importante da corrida. Ao final desse percurso, Bolt havia atingido a velocidade máxima de 12 m/s.

Disponível em: <http://esporte.uol.com.br>. Acesso em: 5 ago. 2012 (adaptado)

Supondo que a massa desse corredor seja igual a 90 kg, o trabalho total realizado nas 13 primeiras passadas é mais próximo de

- A**  $5,4 \times 10^2$  J
- B**  $6,5 \times 10^3$  J
- C**  $8,6 \times 10^3$  J
- D**  $1,3 \times 10^4$  J
- E**  $3,2 \times 10^4$  J

### Questão 06



(Enem 2015) Um carro solar é um veículo que utiliza apenas a energia solar para a sua locomoção. Tipicamente, o carro contém um painel fotovoltaico que converte a energia do Sol em energia elétrica que, por sua vez, alimenta um motor elétrico. A imagem mostra o carro solar Tokai Challenger, desenvolvido na Universidade de Tokai, no Japão, e que venceu o World Solar Challenge de 2009, uma corrida internacional de carros solares, tendo atingido uma velocidade média acima de 100 km/h.



Disponível em: [www.physics.hku.hk](http://www.physics.hku.hk). Acesso em: 3 jun. 2015.

Considere uma região plana onde a insolação (energia solar por unidade de tempo e de área que chega à superfície da Terra) seja de  $1.000 \text{ W/m}^2$  que o carro solar possua massa de 200 kg e seja construído de forma que o painel fotovoltaico em seu topo tenha uma área de  $9,0 \text{ m}^2$  e rendimento de 30%.

Desprezando as forças de resistência do ar, o tempo que esse carro solar levaria, a partir do repouso, para atingir a velocidade de 108 km/h é um valor mais próximo de

- A** 1,0 s
- B** 4,0 s
- C** 10 s
- D** 33 s
- E** 300 s

## Questão 07



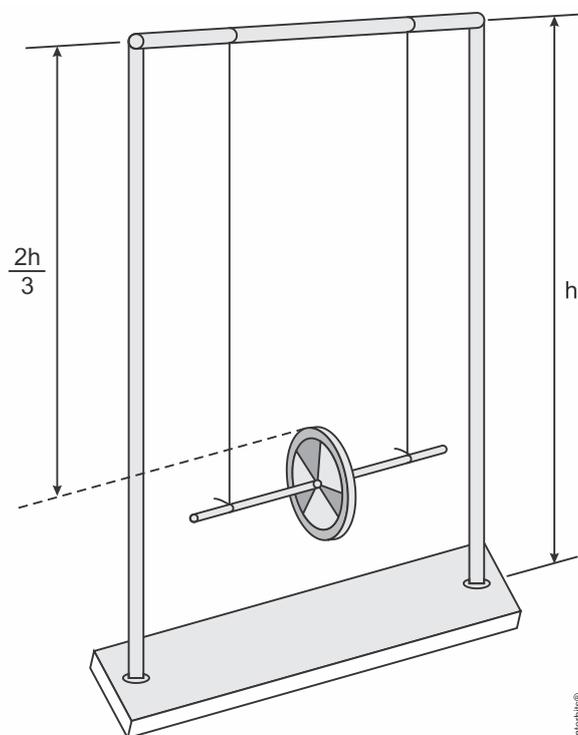
(Enem 2019) Numa feira de ciências, um estudante utilizará o disco de Maxwell (ioiô) para demonstrar o princípio da conservação da energia. A apresentação consistirá em duas etapas.

Etapa 1 – a explicação de que, à medida que o disco desce, parte de sua energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética de translação e energia cinética de rotação;

Etapa 2 – o cálculo da energia cinética de rotação do disco no ponto mais baixo de sua trajetória, supondo o sistema conservativo.

Ao preparar a segunda etapa, ele considera a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ ms}^{-2}$  e a velocidade linear do centro de massa do disco desprezível em comparação com a velocidade angular. Em seguida, mede a altura do topo do disco em relação ao chão no ponto mais baixo de sua trajetória, obtendo  $\frac{1}{3}$  da altura da haste do brinquedo.

As especificações de tamanho do brinquedo, isto é, de comprimento (C), largura (L) e altura (A), assim como da massa de seu disco de metal, foram encontradas pelo estudante no recorte de manual ilustrado a seguir.



Conteúdo: base de metal, hastes metálicas, barra superior, disco de metal.

Tamanho (C x L x A) = 300 mm x 100 mm x 410 mm;

Massa do disco de metal: 30 g

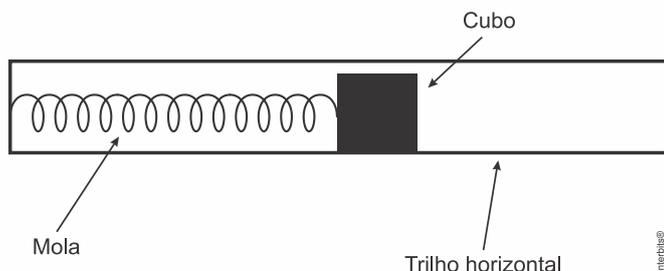
O resultado do cálculo da etapa 2, em joule, é:

- A**  $4,10 \times 10^{-2}$
- B**  $8,20 \times 10^{-2}$
- C**  $1,23 \times 10^{-1}$
- D**  $8,20 \times 10^4$
- E**  $1,23 \times 10^5$

**Questão 08**



(Enem 2018) Um projetista deseja construir um brinquedo que lance um pequeno cubo ao longo de um trilho horizontal, e o dispositivo precisa oferecer a opção de mudar a velocidade de lançamento. Para isso, ele utiliza uma mola e um trilho onde o atrito pode ser desprezado, conforme a figura.



Para que a velocidade de lançamento do cubo seja aumentada quatro vezes, o projetista deve

- A** manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
- B** manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.
- C** manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
- D** trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a deformação.
- E** trocar a mola por outra de constante elástica quatro vezes maior e manter a deformação.

**Questão 09**



(Enem 2017) O brinquedo pula-pula (cama elástica) é composto por uma lona circular flexível horizontal presa por molas à sua borda. As crianças brincam pulando sobre ela, alterando e alternando suas formas de energia. Ao pular verticalmente, desprezando o atrito com o ar e os movimentos de rotação do corpo enquanto salta, uma criança realiza um movimento periódico vertical em torno da posição de equilíbrio da lona ( $h = 0$ ) passando pelos pontos de máxima e de mínima altura,  $h_{\text{máx}}$  e  $h_{\text{mín}}$ , respectivamente.

Esquemáticamente, o esboço do gráfico da energia cinética da criança em função de sua posição vertical na situação descrita é:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

**Questão 10** ◆◆◆

(Enem 2012) Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.

O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em

- A um dínamo.
- B um freio de automóvel.
- C um motor a combustão.
- D uma usina hidroelétrica.
- E uma atiradeira (estilingue).

**Questão 11** ◆◆◆

(Enem PPL 2012) Um automóvel, em movimento uniforme, anda por uma estrada plana, quando começa a descer uma ladeira, na qual o motorista faz com que o carro se mantenha sempre com velocidade escalar constante.

Durante a descida, o que ocorre com as energias potencial, cinética e mecânica do carro?

- A A energia mecânica mantém-se constante, já que a velocidade escalar não varia e, portanto, a energia cinética é constante.
- B A energia cinética aumenta, pois a energia potencial gravitacional diminui e quando uma se reduz, a outra cresce.
- C A energia potencial gravitacional mantém-se constante, já que há apenas forças conservativas agindo sobre o carro.
- D A energia mecânica diminui, pois a energia cinética se mantém constante, mas a energia potencial gravitacional diminui.
- E A energia cinética mantém-se constante, já que não há trabalho realizado sobre o carro.

**Questão 12** ◆◆◆

(Enem 2015) Um garoto foi à loja comprar um estilingue e encontrou dois modelos: um com borracha mais “dura” e outro com borracha mais “mole”. O garoto concluiu que o mais adequado seria o que proporcionasse maior alcance horizontal,  $D$ , para as mesmas condições de arremesso, quando submetidos à mesma força aplicada. Sabe-se que a constante elástica  $k_d$  (do estilingue mais “duro”) é o dobro da constante elástica  $k_m$  (do estilingue mais “mole”).

A razão entre os alcances  $\frac{D_d}{D_m}$  referentes aos estilingues com borrachas “dura” e “mole”, respectivamente, é igual a

- A  $\frac{1}{4}$
- B  $\frac{1}{2}$
- C 1
- D 2
- E 4

**Questão 13** ◆◆◆

(Enem PPL 2018) Um carrinho de brinquedo funciona por fricção. Ao ser forçado a girar suas rodas para trás, contra uma superfície rugosa, uma mola acumula energia potencial elástica. Ao soltar o brinquedo, ele se movimenta sozinho para frente e sem deslizar.

Quando o carrinho se movimenta sozinho, sem deslizar, a energia potencial elástica é convertida em energia cinética pela ação da força de atrito

- A dinâmico na roda, devido ao eixo.
- B estático na roda, devido à superfície rugosa.
- C estático na superfície rugosa, devido à roda.
- D dinâmico na superfície rugosa, devido à roda.
- E dinâmico na roda, devido à superfície rugosa.

**Questão 14**



(Enem (Libras) 2017) Bolas de borracha, ao caírem no chão, quicam várias vezes antes que parte da sua energia mecânica seja dissipada. Ao projetar uma bola de futsal, essa dissipação deve ser observada para que a variação na altura máxima atingida após um número de quiques seja adequada às práticas do jogo. Nessa modalidade é importante que ocorra grande variação para um ou dois quiques. Uma bola de massa igual a 0,40 kg é solta verticalmente de uma altura inicial de 1,0 m e perde, a cada choque com o solo, 80% de sua energia mecânica. Considere desprezível a resistência do ar e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

O valor da energia mecânica final, em joule, após a bola quicar duas vezes no solo, será igual a

- A** 0,16
- B** 0,80
- C** 1,60
- D** 2,56
- E** 3,20

**Questão 15**



(Enem 2011) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



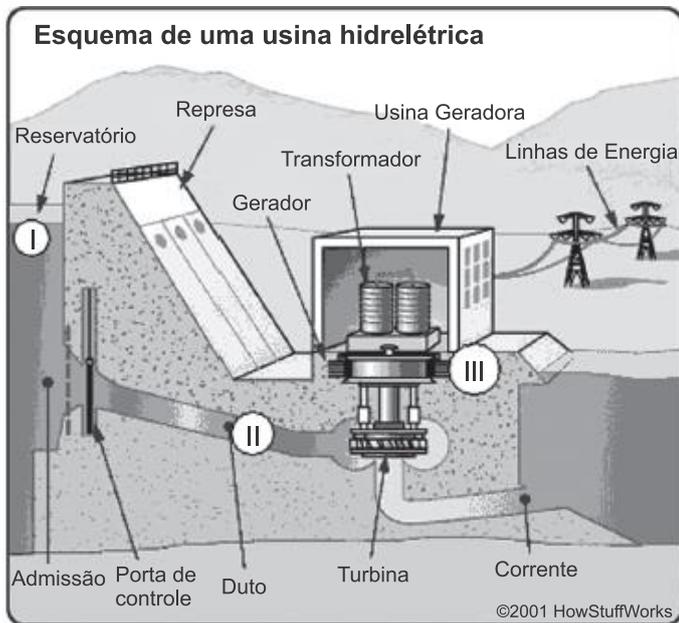
Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

- A** a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
- B** a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.
- C** a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.
- D** a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.
- E** a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

## Questão 16



(Enem PPL 2011)

Disponível em: <http://static.hsw.com.br>. Acesso em: 26 abr. 2010 (adaptado).

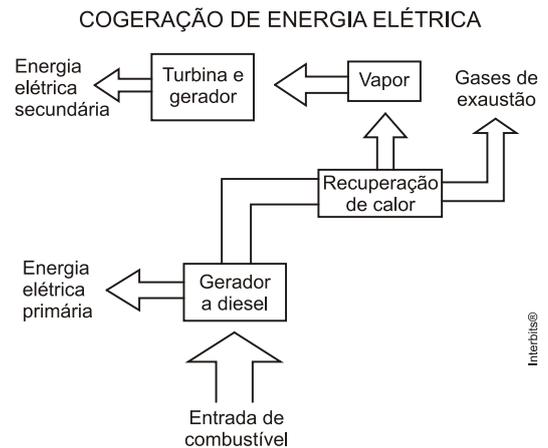
A figura representa o processo mais usado nas hidrelétricas para obtenção de energia elétrica no Brasil. As transformações de energia nas posições I→II e II→III da figura são, respectivamente,

- A** energia cinética → energia elétrica e energia potencial → energia cinética.
- B** energia cinética → energia potencial e energia cinética → energia elétrica.
- C** energia potencial → energia cinética e energia cinética → energia elétrica.
- D** energia potencial → energia elétrica e energia potencial → energia cinética.
- E** energia potencial → energia elétrica e energia cinética → energia elétrica.

## Questão 17



(Enem PPL 2010) No nosso dia a dia, deparamo-nos com muitas tarefas pequenas e problemas que demandam pouca energia para serem resolvidos e, por isso, não consideramos a eficiência energética de nossas ações. No global, isso significa desperdiçar muito calor que poderia ainda ser usado como fonte de energia para outros processos. Em ambientes industriais, esse reaproveitamento é feito por um processo chamado de cogeração. A figura a seguir ilustra um exemplo de cogeração na produção de energia elétrica.



HINRICH, R. A.; KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Em relação ao processo secundário de aproveitamento de energia ilustrado na figura, a perda global de energia é reduzida por meio da transformação de energia

- A** térmica em mecânica.
- B** mecânica em térmica.
- C** química em térmica.
- D** química em mecânica.
- E** elétrica em luminosa.

## Questão 18



(Enem cancelado 2009) A eficiência de um processo de conversão de energia, definida como sendo a razão entre a quantidade de energia ou trabalho útil e a quantidade de energia que entra no processo, é sempre menor que 100% devido a limitações impostas por leis físicas. A tabela a seguir, mostra a eficiência global de vários processos de conversão.

**Tabela**  
**Eficiência de alguns sistemas de conversão de energia**

Sistema	Eficiência
Geradores elétricos	70 – 99%
Motor elétrico	50 – 95%
Fornalha a gás	70 – 95%
Termelétrica a carvão	30 – 40%
Usina nuclear	30 – 35%
Lâmpada fluorescente	20%
Lâmpada incandescente	5%
Célula solar	5 – 28%

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente*.

São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Se essas limitações não existissem, os sistemas mostrados na tabela, que mais se beneficiariam de investimentos em pesquisa para terem suas eficiências aumentadas, seriam aqueles que envolvem as transformações de energia

- A** mecânica ↔ energia elétrica.
- B** nuclear → energia elétrica.
- C** química ↔ energia elétrica.
- D** química → energia térmica.
- E** radiante → energia elétrica.

## Questão 19



(Enem PPL 2010) Usando pressões extremamente altas, equivalentes às encontradas nas profundezas da Terra ou em um planeta gigante, cientistas criaram um novo cristal capaz de armazenar quantidades enormes de energia. Utilizando-se um aparato chamado bigorna de diamante, um cristal de difluoreto de xenônio ( $XeF_2$ ) foi pressionado, gerando um novo cristal com estrutura supercompacta e enorme quantidade de energia acumulada.

*Inovação Tecnológica*. Disponível em:  
<http://www.inovacaotecnologica.com.br>.  
Acesso em: 07 jul. 2010 (adaptado).

Embora as condições citadas sejam diferentes do cotidiano, o processo de acumulação de energia descrito é análogo ao da energia

- A** armazenada em um carrinho de montanha russa durante o trajeto.
- B** armazenada na água do reservatório de uma usina hidrelétrica.
- C** liberada na queima de um palito de fósforo.
- D** gerada nos reatores das usinas nucleares.
- E** acumulada em uma mola comprimida.

## Questão 20



(Enem cancelado 2009) A energia geotérmica tem sua origem no núcleo derretido da Terra, onde as temperaturas atingem 4.000 °C. Essa energia é primeiramente produzida pela decomposição de materiais radiativos dentro do planeta. Em fontes geotérmicas, a água, aprisionada em um reservatório subterrâneo, é aquecida pelas rochas ao redor e fica submetida a altas pressões, podendo atingir temperaturas de até 370°C sem entrar em ebulição. Ao ser liberada na superfície, à pressão ambiente, ela se vaporiza e se resfria, formando fontes ou gêiseres. O vapor de poços geotérmicos é separado da água e é utilizado no funcionamento de turbinas para gerar eletricidade. A água quente pode ser utilizada para aquecimento direto ou em usinas de dessalinização.

HINRICHS, Roger A. *Energia e Meio Ambiente*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Sob o aspecto da conversão de energia, as usinas geotérmicas

- A) funcionam com base na conversão de energia potencial gravitacional em energia térmica.
- B) transformam inicialmente a energia solar em energia cinética e, depois, em energia térmica.
- C) podem aproveitar a energia química transformada em térmica no processo de dessalinização.
- D) assemelham-se às usinas nucleares no que diz respeito à conversão de energia térmica em cinética e, depois, em elétrica.
- E) utilizam a mesma fonte primária de energia que as usinas nucleares, sendo, portanto, semelhantes os riscos decorrentes de ambas.

## Questão 21



(Enem cancelado 2009) Considere a ação de se ligar uma bomba hidráulica elétrica para captar água de um poço e armazená-la em uma caixa d'água localizada alguns metros acima do solo. As etapas seguidas pela energia entre a usina hidroelétrica e a residência do usuário podem ser divididas da seguinte forma:

- I — na usina: água flui da represa até a turbina, que aciona o gerador para produzir energia elétrica;
- II — na transmissão: no caminho entre a usina e a residência do usuário a energia elétrica flui por condutores elétricos;
- III — na residência: a energia elétrica aciona um motor cujo eixo está acoplado ao de uma bomba hidráulica e, ao girar, cumpre a tarefa de transferir água do poço para a caixa.

As etapas I, II e III acima mostram, de forma resumida e simplificada, a cadeia de transformações de energia que se processam desde a fonte de energia primária até o seu uso final. A opção que detalha o que ocorre em cada etapa é:

- A) Na etapa I, energia potencial gravitacional da água armazenada na represa transforma-se em energia potencial da água em movimento na tubulação, a qual, lançada na turbina, causa a rotação do eixo do gerador elétrico e a correspondente energia cinética, dá lugar ao surgimento de corrente elétrica.
- B) Na etapa I, parte do calor gerado na usina se transforma em energia potencial na tubulação, no eixo da turbina e dentro do gerador; e também por efeito Joule no circuito interno do gerador.
- C) Na etapa II, elétrons movem-se nos condutores que formam o circuito entre o gerador e a residência; nessa etapa, parte da energia elétrica transforma-se em energia térmica por efeito Joule nos condutores e parte se transforma em energia potencial gravitacional.
- D) Na etapa III, a corrente elétrica é convertida em energia térmica, necessária ao acionamento do eixo da bomba hidráulica, que faz a conversão em energia cinética ao fazer a água fluir do poço até a caixa, com ganho de energia potencial gravitacional pela água.
- E) Na etapa III, parte da energia se transforma em calor devido a forças dissipativas (atrito) na tubulação; e também por efeito Joule no circuito interno do motor; outra parte é transformada em energia cinética da água na tubulação e potencial gravitacional da água na caixa d'água.

### Questão 22



(Enem PPL 2012) A usina termelétrica a carvão é um dos tipos de unidades geradoras de energia elétrica no Brasil. Essas usinas transformam a energia contida no combustível (carvão mineral) em energia elétrica.

Em que sequência ocorrem os processos para realizar essa transformação?

- A** A usina transforma diretamente toda a energia química contida no carvão em energia elétrica, usando reações de fissão em uma célula combustível.
- B** A usina queima o carvão, produzindo energia térmica, que é transformada em energia elétrica por dispositivos denominados transformadores.
- C** A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para transformar água em vapor. A energia contida no vapor é transformada em energia mecânica na turbina e, então, transformada em energia elétrica no gerador.
- D** A queima do carvão produz energia térmica, que é transformada em energia potencial na torre da usina. Essa energia é então transformada em energia elétrica nas células eletrolíticas.
- E** A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para aquecer água, transformando-se novamente em energia química, quando a água é decomposta em hidrogênio e oxigênio, gerando energia elétrica.

### Questão 23



(Enem (Libras) 2017) A energia elétrica nas instalações rurais pode ser obtida pela rede pública de distribuição ou por dispositivos alternativos que geram energia elétrica, como os geradores indicados no quadro.

Tipo	Geradores	Funcionamento
I	A gasolina	Convertem energia térmica da queima da gasolina em energia elétrica
II	Fotovoltaicos	Convertem energia solar em energia elétrica e armazenam-na em baterias
III	Hidráulicos	Uma roda-d'água é acoplada a um dínamo, que gera energia elétrica
IV	A carvão	Com a queima do carvão, a energia térmica transforma-se em energia elétrica

Disponível em: [www.ruralnews.com.br](http://www.ruralnews.com.br). Acesso em: 20 ago. 2014.

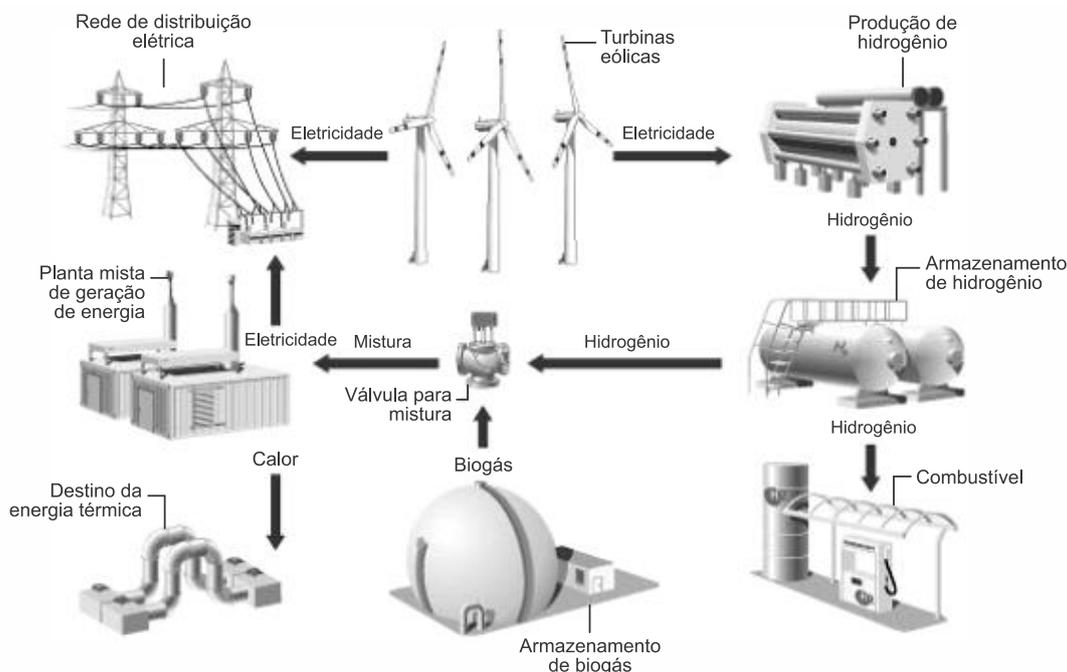
Os geradores que produzem resíduos poluidores durante o seu funcionamento são

- A** I e II.
- B** I e III.
- C** I e IV.
- D** II e III.
- E** III e IV.

## Questão 24



(Enem 2017) A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



Disponível em: [www.enertrag.com](http://www.enertrag.com). Acesso em: 24 abr. 2015 (adaptado).

Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a)

- A** planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.
- B** hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.
- C** conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.
- D** combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.
- E** planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.

## Questão 25



(Enem 2010) Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado.

Qual forma de obtenção de energia, entre as apresentadas, é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental?

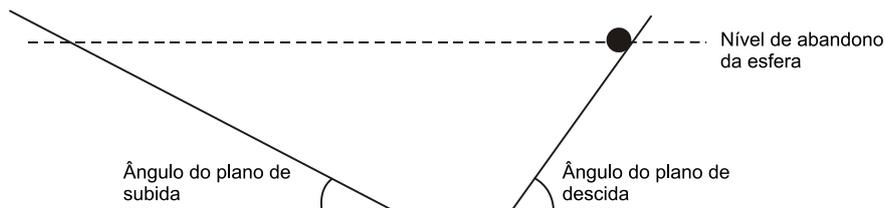
- A** Termelétrica, pois é possível utilizar a água do rio no sistema de refrigeração.
- B** Eólica, pois a geografia do local é própria para a captação desse tipo de energia.
- C** Nuclear, pois o modo de resfriamento de seus sistemas não afetaria a população.
- D** Fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície do local.
- E** Hidrelétrica, pois o rio que corta o município é suficiente para abastecer a usina construída.

# IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

## Questão 01



(Enem 2014) Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.



Galileu e o plano inclinado. Disponível em: [www.fisica.ufpb.br](http://www.fisica.ufpb.br). Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera

- A** manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.
- B** manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.
- C** diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.
- D** diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.
- E** aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.

## Questão 02



(Enem 2019) Em qualquer obra de construção civil é fundamental a utilização de equipamentos de proteção individual, tal como capacetes. Por exemplo, a queda livre de um tijolo de massa 2,5 kg, de uma altura de 5 m, cujo impacto contra um capacete pode durar até 0,5 s, resulta em uma força impulsiva média maior do que o peso do tijolo. Suponha que a aceleração gravitacional seja  $10 \text{ m/s}^2$  e que o efeito de resistência do ar seja desprezível.

A força impulsiva média gerada por esse impacto equivale ao peso de quantos tijolos iguais?

- A** 2
- B** 5
- C** 10
- D** 20
- E** 50

## Questão 03



(Enem PPL 2014) Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa 90 kg, substitui uma bomba do sistema de refrigeração, de massa 360 kg, que estava danificada. Inicialmente, o cosmonauta e a bomba estão em repouso em relação à estação. Quando ele empurra a bomba para o espaço, ele é empurrado no sentido oposto. Nesse processo, a bomba adquire uma velocidade de 0,2 m/s em relação à estação.

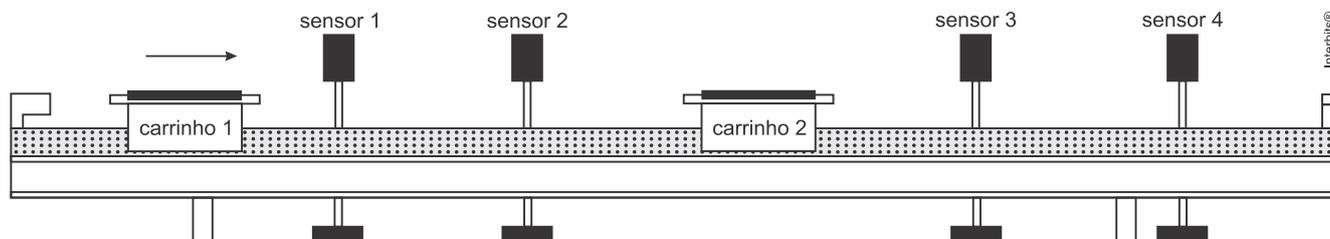
Qual é o valor da velocidade escalar adquirida pelo cosmonauta, em relação à estação, após o empurrão?

- A** 0,05 m/s
- B** 0,20 m/s
- C** 0,40 m/s
- D** 0,50 m/s
- E** 0,80 m/s

## Questão 04



(Enem 2016) O trilho de ar é um dispositivo utilizado em laboratórios de física para analisar movimentos em que corpos de prova (carrinhos) podem se mover com atrito desprezível. A figura ilustra um trilho horizontal com dois carrinhos (1 e 2) em que se realiza um experimento para obter a massa do carrinho 2. No instante em que o carrinho 1, de massa 150,0 g passa a se mover com velocidade escalar constante, o carrinho 2 está em repouso. No momento em que o carrinho 1 se choca com o carrinho 2, ambos passam a se movimentar juntos com velocidade escalar constante. Os sensores eletrônicos distribuídos ao longo do trilho determinam as posições e registram os instantes associados à passagem de cada carrinho, gerando os dados do quadro.



Carrinho 1		Carrinho 2	
Posição (cm)	Instante (s)	Posição (cm)	Instante (s)
15,0	0,0	45,0	0,0
30,0	1,0	45,0	1,0
75,0	8,0	75,0	8,0
90,0	11,0	90,0	11,0

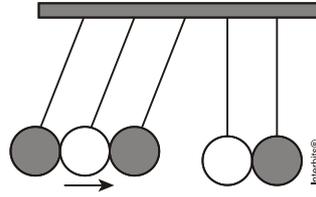
Com base nos dados experimentais, o valor da massa do carrinho 2 é igual a:

- A** 50,0 g
- B** 250,0 g
- C** 300,0 g
- D** 450,0 g
- E** 600,0 g

Questão 05



(Enem 2014) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente estavam paradas.



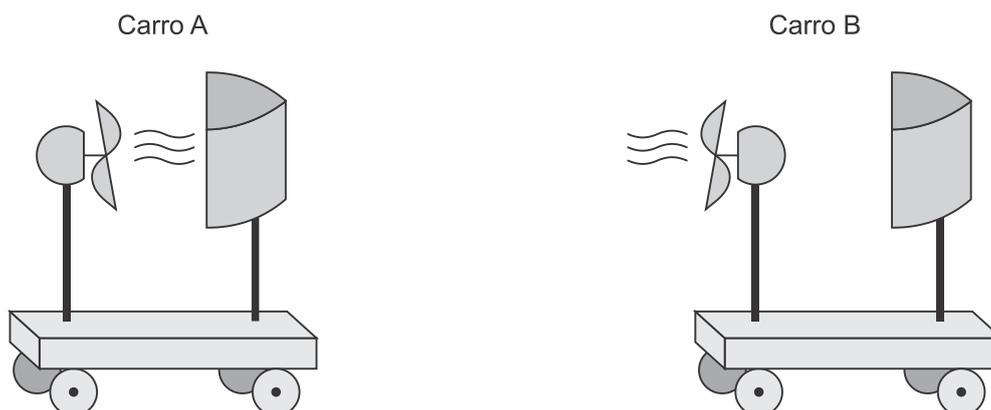
O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

## Questão 06



(Enem 2018) Em desenhos animados é comum vermos a personagem tentando impulsionar um barco soprando ar contra a vela para compensar a falta de vento. Algumas vezes usam o próprio fôlego, foles ou ventiladores. Estudantes de um laboratório didático resolveram investigar essa possibilidade. Para isso, usaram dois pequenos carros de plástico. A e B, instalaram sobre estes pequenas ventoinhas e fixaram verticalmente uma cartolina de curvatura parabólica para desempenhar uma função análoga à vela de um barco. No carro B inverteu-se o sentido da ventoinha e manteve-se a vela, a fim de manter as características do barco, massa e formato da cartolina. As figuras representam os carros produzidos. A montagem do carro A busca simular a situação dos desenhos animados, pois a ventoinha está direcionada para a vela.



Com os carros orientados de acordo com as figuras, os estudantes ligaram as ventoinhas, aguardaram o fluxo de ar ficar permanente e determinaram os módulos das velocidades médias dos carros A ( $V_A$ ) e B ( $V_B$ ) para o mesmo intervalo de tempo.

A respeito das intensidades das velocidades médias e do sentido de movimento do carro A, os estudantes observaram que:

- A**  $V_A = 0$ ;  $V_B > 0$ ; o carro A não se move.
- B**  $0 < V_A < V_B$ ; o carro A se move para a direita.
- C**  $0 < V_A < V_B$ ; o carro A se move para a esquerda.
- D**  $0 < V_B < V_A$ ; o carro A se move para a direita.
- E**  $0 < V_B < V_A$ ; o carro A se move para a esquerda.

# EQUILÍBRIO DE CORPOS EXTENSOS

## Questão 01



(Enem 2018) Visando a melhoria estética de um veículo, o vendedor de uma loja sugere ao consumidor que ele troque as rodas de seu automóvel de aro 15 polegadas para aro 17 polegadas, o que corresponde a um diâmetro maior do conjunto roda e pneu.

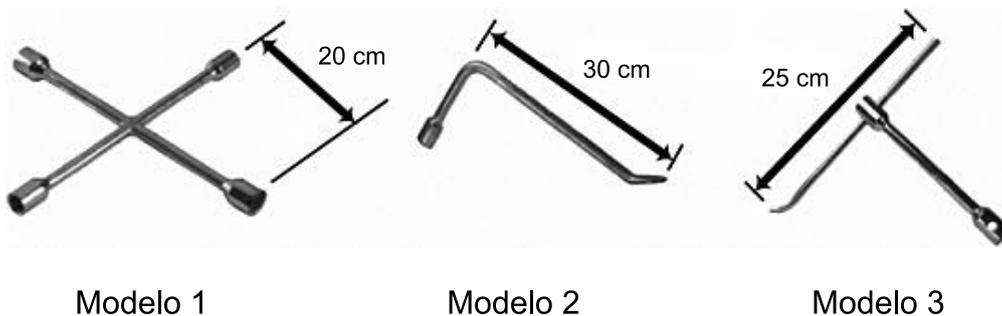
Duas consequências provocadas por essa troca de aro são:

- A** Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- B** Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- C** Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- D** Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- E** Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.

## Questão 02



(Enem PPL 2013) Retirar a roda de um carro é uma tarefa facilitada por algumas características da ferramenta utilizada, habitualmente denominada chave de roda. As figuras representam alguns modelos de chaves de roda:



Em condições usuais, qual desses modelos permite a retirada da roda com mais facilidade?

- A** 1, em função de o momento da força ser menor.
- B** 1, em função da ação de um binário de forças.
- C** 2, em função de o braço da força aplicada ser maior.
- D** 3, em função de o braço da força aplicada poder variar.
- E** 3, em função de o momento da força produzida ser maior.

## Questão 03



(Enem 2018) As pessoas que utilizam objetos cujo princípio de funcionamento é o mesmo do das alavancas aplicam uma força, chamada de força potente, em um dado ponto da barra, para superar ou equilibrar uma segunda força, chamada de resistente, em outro ponto da barra. Por causa das diferentes distâncias entre os pontos de aplicação das forças, potente e resistente, os seus efeitos também são diferentes. A figura mostra alguns exemplos desses objetos.



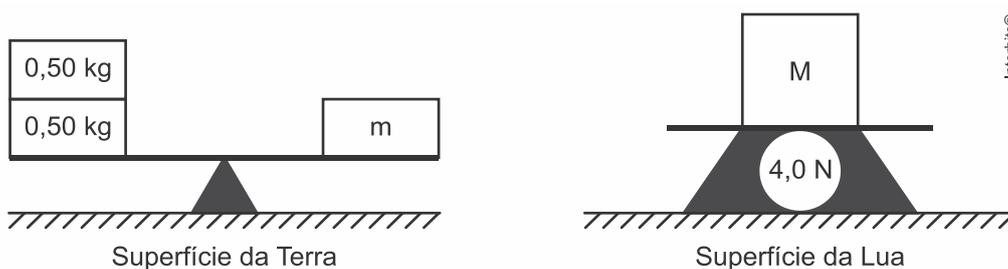
Em qual dos objetos a força potente é maior que a força resistente?

- A** Pinça.
- B** Alicate.
- C** Quebra-nozes.
- D** Carrinho de mão.
- E** Abridor de garrafa.

## Questão 04



(Enem 2ª aplicação 2016) A figura mostra uma balança de braços iguais, em equilíbrio, na Terra, onde foi colocada uma massa  $m$ , e a indicação de uma balança de força na Lua, onde a aceleração da gravidade é igual a  $1,6 \text{ m/s}^2$  sobre a qual foi colocada uma massa  $M$ .



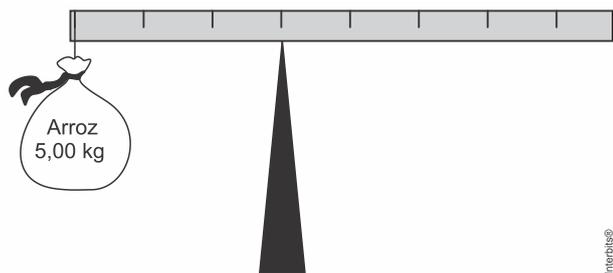
A razão das massas  $\frac{M}{m}$  é

- A** 4,0
- B** 2,5
- C** 0,4
- D** 1,0
- E** 0,25

## Questão 05



(Enem 2015) Em um experimento, um professor levou para a sala de aula um saco de arroz, um pedaço de madeira triangular e uma barra de ferro cilíndrica e homogênea. Ele propôs que fizessem a medição da massa da barra utilizando esses objetos. Para isso, os alunos fizeram marcações na barra, dividindo-a em oito partes iguais, e em seguida apoiaram-na sobre a base triangular, com o saco de arroz pendurado em uma de suas extremidades, até atingir a situação de equilíbrio.



Ineabitae®

Nessa situação, qual foi a massa da barra obtida pelos alunos?

- A** 3,00 kg
- B** 3,75 kg
- C** 5,00 kg
- D** 6,00 kg
- E** 12,00 kg

## Questão 06



(Enem 2012) O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.

No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

Ineabitae®

# GRAVITAÇÃO

## Questão 01



(Enem PPL 2017) Sabe-se que a posição em que o Sol nasce ou se põe no horizonte muda de acordo com a estação do ano. Olhando-se em direção ao poente, por exemplo, para um observador no Hemisfério Sul, o Sol se põe mais à direita no inverno do que no verão.

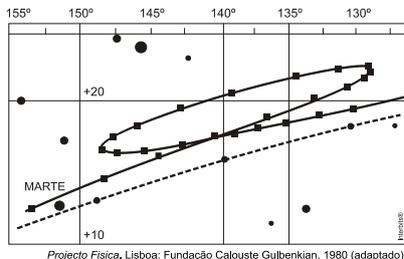
O fenômeno descrito deve-se à combinação de dois fatores: a inclinação do eixo de rotação terrestre e a

- A precessão do periélio terrestre.
- B translação da Terra em torno do Sol.
- C nutação do eixo de rotação da Terra.
- D precessão do eixo de rotação da Terra.
- E rotação da Terra em torno de seu próprio eixo.

## Questão 02



(Enem 2012) A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente. A figura destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado da Terra.



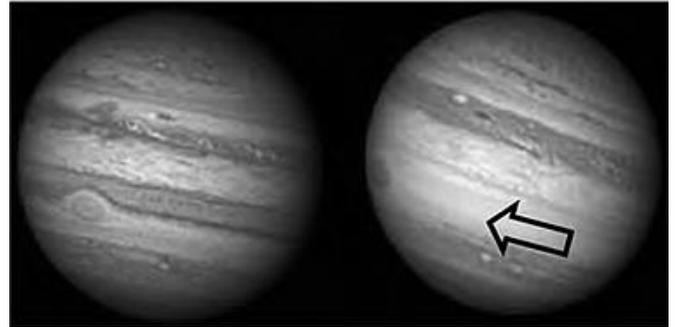
Qual a causa da forma da trajetória do planeta Marte registrada na figura?

- A A maior velocidade orbital da Terra faz com que, em certas épocas, ela ultrapasse Marte.
- B A presença de outras estrelas faz com que sua trajetória seja desviada por meio da atração gravitacional.
- C A órbita de Marte, em torno do Sol, possui uma forma elíptica mais acentuada que a dos demais planetas.
- D A atração gravitacional entre a Terra e Marte faz com que este planeta apresente uma órbita irregular em torno do Sol.
- E A proximidade de Marte com Júpiter, em algumas épocas do ano, faz com que a atração gravitacional de Júpiter interfira em seu movimento.

## Questão 03



(Enem 2010) Júpiter, conhecido como o gigante gasoso, perdeu uma das suas listras mais proeminentes, deixando o seu hemisfério sul estranhamente vazio. Observe a região em que a faixa sumiu, destacada pela seta.



Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 12 maio 2010 (adaptado).

A aparência de Júpiter é tipicamente marcada por duas faixas escuras em sua atmosfera – uma no hemisfério norte e outra no hemisfério sul. Como o gás está constantemente em movimento, o desaparecimento da faixa no planeta relaciona-se ao movimento das diversas camadas de nuvens em sua atmosfera. A luz do Sol, refletida nessas nuvens, gera a imagem que é captada pelos telescópios, no espaço ou na Terra.

O desaparecimento da faixa sul pode ter sido determinado por uma alteração

- A na temperatura da superfície do planeta.
- B no formato da camada gasosa do planeta.
- C no campo gravitacional gerado pelo planeta.
- D na composição química das nuvens do planeta.
- E na densidade das nuvens que compõem o planeta.

**Questão 04**



(Enem PPL 2019) Astrônomos medem a velocidade de afastamento de galáxias distantes pela detecção da luz emitida por esses sistemas. A Lei de Hubble afirma que a velocidade de afastamento de uma galáxia (em km/s) é proporcional à sua distância até a Terra, medida em megaparsec (Mpc). Nessa lei, a constante de proporcionalidade é a constante de Hubble ( $H_0$ ) e seu valor mais aceito é de 72 km/s/Mpc. O parsec (pc) é uma unidade de distância utilizada em astronomia que vale aproximadamente  $3,0 \times 10^{16}$  m. Observações astronômicas determinaram que a velocidade de afastamento de uma determinada galáxia é de 1.440 km/s.

Utilizando a Lei de Hubble, pode-se concluir que a distância até essa galáxia, medida em km, é igual a:

- A**  $20 \times 10^0$
- B**  $20 \times 10^6$
- C**  $6 \times 10^{20}$
- D**  $6 \times 10^{23}$
- E**  $6 \times 10^{26}$

**Questão 05**

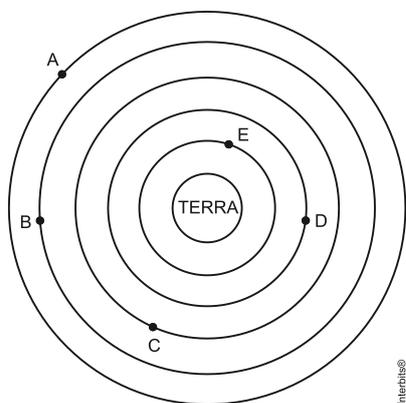


(Enem 2013) A Lei da Gravitação Universal, de Isaac Newton, estabelece a intensidade da força de atração entre duas massas. Ela é representada pela expressão:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

onde  $m_1$  e  $m_2$  correspondem às massas dos corpos,  $d$  à distância entre eles,  $G$  à constante universal da gravitação e  $F$  à força que um corpo exerce sobre o outro.

O esquema representa as trajetórias circulares de cinco satélites, de mesma massa, orbitando a Terra.



Qual gráfico expressa as intensidades das forças que a Terra exerce sobre cada satélite em função do tempo?

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

## Questão 06



(Enem 2009) O ônibus espacial *Atlantis* foi lançado ao espaço com cinco astronautas a bordo e uma câmera nova, que iria substituir uma outra danificada por um curto-circuito no telescópio *Hubble*. Depois de entrarem em órbita a 560 km de altura, os astronautas se aproximaram do *Hubble*. Dois astronautas saíram da *Atlantis* e se dirigiram ao telescópio.

Ao abrir a porta de acesso, um deles exclamou: “Esse telescópio tem a massa grande, mas o peso é pequeno.”



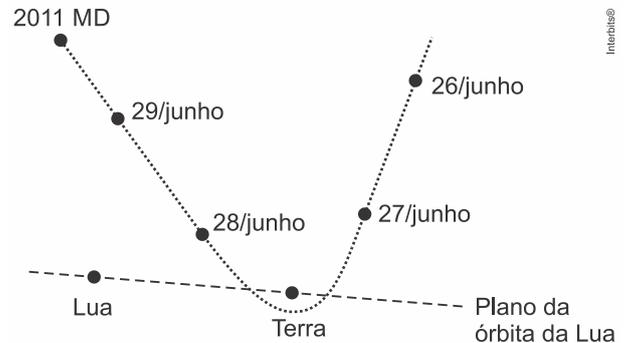
Considerando o texto e as leis de Kepler, pode-se afirmar que a frase dita pelo astronauta

- A** se justifica porque o tamanho do telescópio determina a sua massa, enquanto seu pequeno peso decorre da falta de ação da aceleração da gravidade.
- B** se justifica ao verificar que a inércia do telescópio é grande comparada à dele próprio, e que o peso do telescópio é pequeno porque a atração gravitacional criada por sua massa era pequena.
- C** não se justifica, porque a avaliação da massa e do peso de objetos em órbita tem por base as leis de Kepler, que não se aplicam a satélites artificiais.
- D** não se justifica, porque a força-peso é a força exercida pela gravidade terrestre, neste caso, sobre o telescópio e é a responsável por manter o próprio telescópio em órbita.
- E** não se justifica, pois a ação da força-peso implica a ação de uma força de reação contrária, que não existe naquele ambiente. A massa do telescópio poderia ser avaliada simplesmente pelo seu volume.

## Questão 07



(Enem 2ª aplicação 2016) No dia 27 de junho de 2011, o asteroide 2011 MD, com cerca de 10 m de diâmetro, passou a 12 mil quilômetros do planeta Terra, uma distância menor do que a órbita de um satélite. A trajetória do asteroide é apresentada



A explicação física para a trajetória descrita é o fato de o asteroide

- A** deslocar-se em um local onde a resistência do ar é nula.
- B** deslocar-se em um ambiente onde não há interação gravitacional.
- C** sofrer a ação de uma força resultante no mesmo sentido de sua velocidade.
- D** sofrer a ação de uma força gravitacional resultante no sentido contrário ao de sua velocidade.
- E** estar sob a ação de uma força resultante cuja direção é diferente da direção de sua velocidade.

## Questão 08



(Enem 2ª Aplicação 2014) Dois satélites artificiais,  $S_1$  e  $S_2$ , de massas  $M$  e  $2M$ , respectivamente, estão em órbita ao redor da Terra e sujeitos ao seu campo gravitacional. Quando o satélite  $S_1$  passa por um determinado ponto do espaço, sua aceleração é de  $7,0 \text{ m/s}^2$ .

Qual será a aceleração do satélite  $S_2$ , quando ele passar pelo mesmo ponto?

- A**  $3,5 \text{ m/s}^2$
- B**  $7,0 \text{ m/s}^2$
- C**  $9,8 \text{ m/s}^2$
- D**  $14 \text{ m/s}^2$
- E**  $49 \text{ m/s}^2$

## Questão 09



(Enem (Libras) 2017) Conhecer o movimento das marés é de suma importância para a navegação, pois permite definir com segurança quando e onde um navio pode navegar em áreas, portos ou canais. Em média, as marés oscilam entre alta e baixa num período de 12 horas e 24 minutos. No conjunto de marés altas, existem algumas que são maiores do que as demais.

A ocorrência dessas maiores marés tem como causa

- A** a rotação da Terra, que muda entre dia e noite a cada 12 horas.
- B** os ventos marítimos, pois todos os corpos celestes se movimentam juntamente.
- C** o alinhamento entre a Terra, a Lua e o Sol, pois as forças gravitacionais agem na mesma direção.
- D** o deslocamento da Terra pelo espaço, pois a atração gravitacional da Lua e do Sol são semelhantes.
- E** a maior influência da atração gravitacional do Sol sobre a Terra, pois este tem a massa muito maior que a da Lua.

## Questão 10



(Enem PPL 2015) Observações astronômicas indicam que no centro de nossa galáxia, a Via Láctea, provavelmente exista um buraco negro cuja massa é igual a milhares de vezes a massa do Sol. Uma técnica simples para estimar a massa desse buraco negro consiste em observar algum objeto que orbite ao seu redor e medir o período de uma rotação completa,  $T$ , bem como o raio médio,  $R$ , da órbita do objeto, que supostamente se desloca, com boa aproximação, em movimento circular uniforme. Nessa situação, considere que a força resultante, devido ao movimento circular, é igual, em magnitude, à força gravitacional que o buraco negro exerce sobre o objeto.

A partir do conhecimento do período de rotação, da distância média e da constante gravitacional,  $G$ , a massa do buraco negro é

- A**  $\frac{4\pi^2 R^2}{GT^2}$
- B**  $\frac{\pi^2 R^3}{2GT^2}$
- C**  $\frac{2\pi^2 R^3}{GT^2}$
- D**  $\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$
- E**  $\frac{\pi^2 R^5}{GT^2}$

# HIDROSTÁTICA

## Questão 01



(Enem cancelado 2009) O pó de café jogado no lixo caseiro e, principalmente, as grandes quantidades descartadas em bares e restaurantes poderão transformar em uma nova opção de matéria prima para a produção de biodiesel, segundo estudo da Universidade de Nevada (EUA). No mundo, são cerca de 8 bilhões de quilogramas de pó de café jogados no lixo por ano. O estudo mostra que o café descartado tem 15% de óleo, o qual pode ser convertido em biodiesel pelo processo tradicional. Além de reduzir significativamente emissões prejudiciais, após a extração do óleo, o pó de café é ideal como produto fertilizante para jardim.

*Revista Ciência e Tecnologia no Brasil, nº 155, jan. 2009.*

Considere o processo descrito e a densidade do biodiesel igual a  $900 \text{ kg/m}^3$ . A partir da quantidade de pó de café jogada no lixo por ano, a produção de biodiesel seria equivalente a

- A 1,08 bilhão de litros.
- B 1,20 bilhão de litros.
- C 1,33 bilhão de litros.
- D 8,00 bilhões de litros.
- E 8,80 bilhões de litros.

## Questão 02



(Enem PPL 2017) Um estudante construiu um densímetro, esquematizado na figura, utilizando um canudinho e massa de modelar. O instrumento foi calibrado com duas marcas de flutuação, utilizando água (marca A) e etanol (marca B) como referências.



Em seguida, o densímetro foi usado para avaliar cinco amostras: vinagre, leite integral, gasolina (sem álcool anidro), soro fisiológico e álcool comercial ( $92,8 \text{ }^\circ\text{GL}$ ).

Que amostra apresentará marca de flutuação entre os limites A e B?

- A Vinagre.
- B Gasolina.
- C Leite integral.
- D Soro fisiológico.
- E Álcool comercial.

**Questão 03**



(Enem PPL 2013) Os densímetros instalados nas bombas de combustível permitem averiguar se a quantidade de água presente no álcool hidratado está dentro das especificações determinadas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). O volume máximo permitido de água no álcool é de 4,9%. A densidade da água e do álcool anidro são de  $1,00 \text{ g/cm}^3$  e  $0,80 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente.

Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br>. Acesso em: 5 dez. 2011 (adaptado).

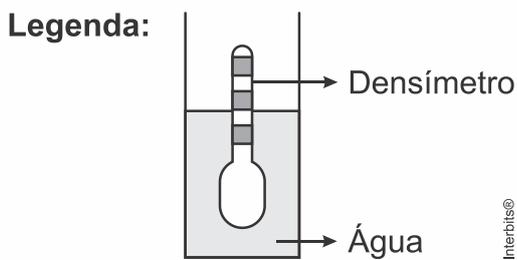
A leitura no densímetro que corresponderia à fração máxima permitida de água é mais próxima de

- A**  $0,20 \text{ g/cm}^3$ .
- B**  $0,81 \text{ g/cm}^3$ .
- C**  $0,90 \text{ g/cm}^3$ .
- D**  $0,99 \text{ g/cm}^3$ .
- E**  $1,80 \text{ g/cm}^3$ .

**Questão 04**



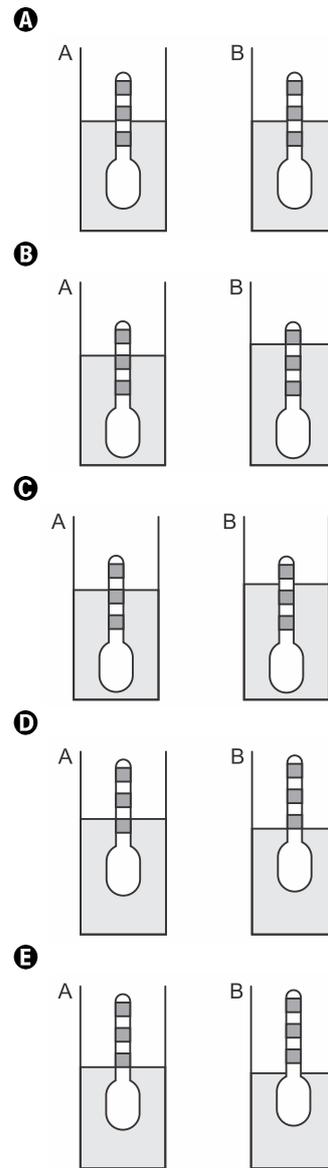
(Enem 2018) Usando um densímetro cuja menor divisão da escala, isto é, a diferença entre duas marcações consecutivas, é de  $5,0 \times 10^{-1} \text{ g.cm}^{-3}$ , um estudante realizou um teste de densidade: colocou este instrumento na água pura e observou que ele atingiu o repouso na posição mostrada.



Em dois outros recipientes A e B contendo 2 litros de água pura, em cada um, ele adicionou 100 g e 200 g de NaCl, respectivamente.

Quando o cloreto de sódio é adicionado à água pura ocorre sua dissociação formando os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Considere que esses íons ocupam os espaços intermoleculares na solução.

Nestes recipientes, a posição de equilíbrio do densímetro está representada em:



## Questão 05



(Enem PPL 2014) Em um experimento, foram separados três recipientes A, B e C, contendo 200 mL de líquidos distintos: o recipiente A continha água, com densidade de 1,00 g/mL; o recipiente B, álcool etílico, com densidade de 0,79 g/mL; e o recipiente C, clorofórmio, com densidade de 1,48 g/mL. Em cada um desses recipientes foi adicionada uma pedra de gelo, com densidade próxima a 0,90 g/mL.

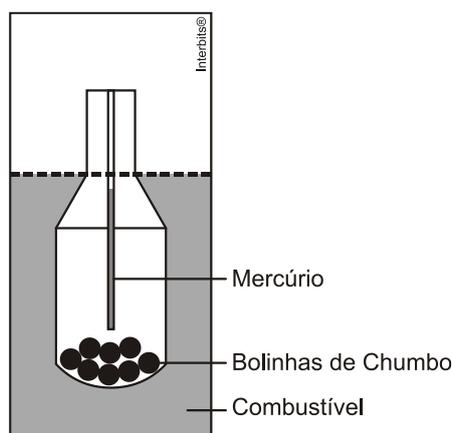
No experimento apresentado, observou-se que a pedra de gelo

- A flutuou em A, flutuou em B e flutuou em C.
- B flutuou em A, afundou em B e flutuou em C.
- C afundou em A, afundou em B e flutuou em C.
- D afundou em A, flutuou em B e afundou em C.
- E flutuou em A, afundou em B e afundou em C.

## Questão 06



(Enem PPL 2010) Com a frequente adulteração de combustíveis, além de fiscalização, há necessidade de prover meios para que o consumidor verifique a qualidade do combustível. Para isso, nas bombas de combustível existe um densímetro, semelhante ao ilustrado na figura. Um tubo de vidro fechado fica imerso no combustível, devido ao peso das bolinhas de chumbo colocadas no seu interior. Uma coluna vertical central marca a altura de referência, que deve ficar abaixo ou no nível do combustível para indicar que sua densidade está adequada. Como o volume do líquido varia com a temperatura mais que o do vidro, a coluna vertical é preenchida com mercúrio para compensar variações de temperatura.



De acordo com o texto, a coluna vertical de mercúrio, quando aquecida,

- A indica a variação da densidade do combustível com a temperatura.
- B mostra a diferença de altura da coluna a ser corrigida.
- C mede a temperatura ambiente no momento do abastecimento.
- D regula a temperatura do densímetro de acordo com a do ambiente.
- E corrige a altura de referência de acordo com a densidade do líquido.

**Questão 07**



(Enem 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

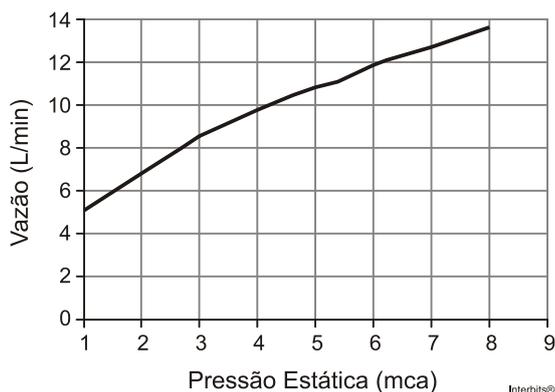
Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- A** largos, reduzindo pressão sobre o solo.
- B** estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- C** largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- D** estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
- E** altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

**Questão 08**



(Enem 2014) Uma pessoa, lendo o manual de uma ducha que acabou de adquirir para a sua casa, observa o gráfico, que relaciona a vazão na ducha com a pressão, medida em metros de coluna de água (mca).



Nessa casa residem quatro pessoas. Cada uma delas toma um banho por dia, com duração média de 8 minutos, permanecendo o registro aberto com vazão máxima durante esse tempo. A ducha é instalada em um ponto seis metros abaixo do nível da lâmina de água, que se mantém constante dentro do reservatório.

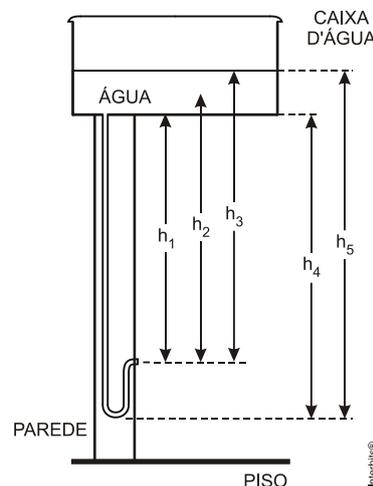
Ao final de 30 dias, esses banhos consumirão um volume de água, em litros, igual a

- A** 69.120.
- B** 17.280.
- C** 11.520.
- D** 8.640.
- E** 2.880.

**Questão 09**



(Enem 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

- A**  $h_1$ .
- B**  $h_2$ .
- C**  $h_3$ .
- D**  $h_4$ .
- E**  $h_5$ .

## Questão 10

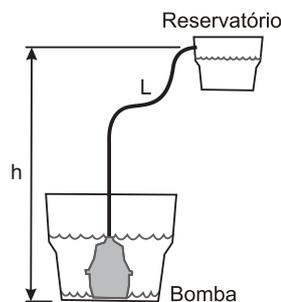
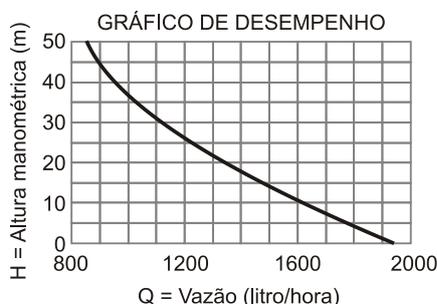


(Enem cancelado 2009) O uso da água do subsolo requer o bombeamento para um reservatório elevado. A capacidade de bombeamento (litros/hora) de uma bomba hidráulica depende da pressão máxima de bombeio, conhecida como altura manométrica  $H$  (em metros), do comprimento  $L$  da tubulação que se estende da bomba até o reservatório (em metros), da altura de bombeio  $h$  (em metros) e do desempenho da bomba (exemplificado no gráfico).

De acordo com os dados a seguir, obtidos de um fabricante de bombas, para se determinar a quantidade de litros bombeados por hora para o reservatório com uma determinada bomba, deve-se:

- 1 - Escolher a linha apropriada na tabela correspondente à altura ( $h$ ), em metros, da entrada da água na bomba até o reservatório.
- 2 - Escolher a coluna apropriada, correspondente ao comprimento total da tubulação ( $L$ ), em metros, da bomba até o reservatório.
- 3 - Ler a altura manométrica ( $H$ ) correspondente ao cruzamento das respectivas linha e coluna na tabela.
- 4 - Usar a altura manométrica no gráfico de desempenho para ler a vazão correspondente.

		L = Comprimento total da tubulação (em metro), da bomba até o reservatório.												
		10	20	40	60	80	100	125	150	175	200	225	250	300
h = Altura (em metro) da entrada da água na bomba até o reservatório.		H = Altura manométrica total, em metro.												
		5	6	7	8	10	11	13	14	16	18	20	22	24
	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	29	33
	15		17	18	20	21	23	24	26	28	30	32	34	38
	20		22	23	25	26	28	29	31	33	35	37	39	43
	25			28	30	31	33	34	36	38	40	42	44	48
	30			33	35	36	38	39	41	43	45	47	50	50
	35			38	40	41	43	44	46	48	50	50		
	40			43	45	46	50	50	50	50				
	50				50	50								



Disponível em: <http://www.anauger.com.br>.  
Acesso em: 19 mai. 2009 (adaptado).

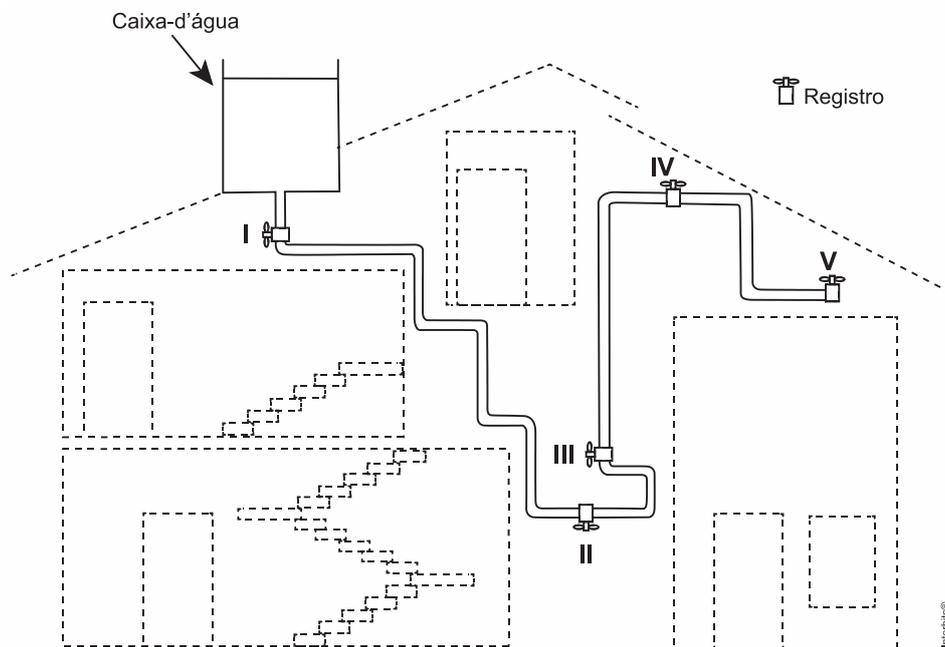
Considere que se deseja usar uma bomba, cujo desempenho é descrito pelos dados acima, para encher um reservatório de 1.200 L que se encontra 30 m acima da entrada da bomba. Para fazer a tubulação entre a bomba e o reservatório seriam usados 200 m de cano. Nessa situação, é de se esperar que a bomba consiga encher o reservatório

- entre 30 e 40 minutos.
- em menos de 30 minutos.
- em mais de 1 h e 40 minutos.
- entre 40 minutos e 1 h e 10 minutos.
- entre 1 h e 10 minutos e 1 h e 40 minutos.

## Questão 11



(Enem PPL 2018) A figura apresenta o esquema do encanamento de uma casa onde se detectou a presença de vazamento de água em um dos registros. Ao estudar o problema, o morador concluiu que o vazamento está ocorrendo no registro submetido à maior pressão hidrostática.



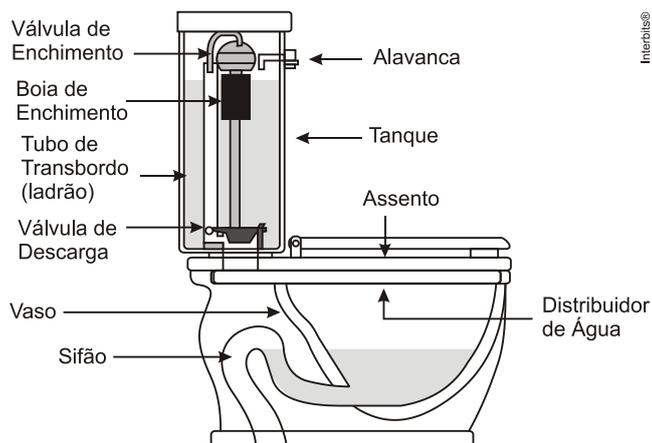
Em qual registro ocorria o vazamento?

- A** I
- B** II
- C** III
- D** IV
- E** V

## Questão 12



(Enem 2011) Um tipo de vaso sanitário que vem substituindo as válvulas de descarga está esquematizado na figura. Ao acionar a alavanca, toda a água do tanque é escoada e aumenta o nível no vaso, até cobrir o sifão. De acordo com o Teorema de Stevin, quanto maior a profundidade, maior a pressão. Assim, a água desce levando os rejeitos até o sistema de esgoto. A válvula da caixa de descarga se fecha e ocorre o seu enchimento. Em relação às válvulas de descarga, esse tipo de sistema proporciona maior economia de água.



Faça você mesmo. Disponível em: <http://www.faca voce mesmo.net>. Acesso em: 22 jul. 2010.

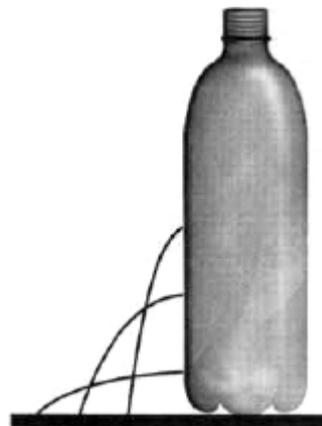
A característica de funcionamento que garante essa economia é devida

- A** à altura do sifão de água.
- B** ao volume do tanque de água.
- C** à altura do nível de água no vaso.
- D** ao diâmetro do distribuidor de água.
- E** à eficiência da válvula de enchimento do tanque.

## Questão 13



(Enem 2013) Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia de água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água, conforme ilustrado na figura.



Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?

- A** Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
- B** Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- C** Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- D** Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; regula a velocidade de escoamento, que só depende da pressão atmosférica.
- E** Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

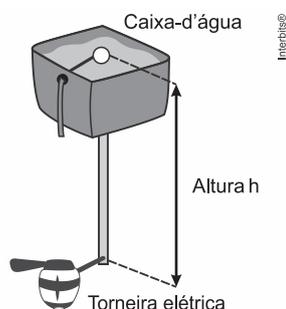
## Questão 14



(Enem PPL 2015) No manual de uma torneira elétrica são fornecidas instruções básicas de instalação para que o produto funcione corretamente:

- Se a torneira for conectada à caixa-d'água domiciliar, a pressão da água na entrada da torneira deve ser no mínimo 18 kPa e no máximo 38 kPa.
- Para pressões da água entre 38 kPa e 75 kPa ou água proveniente diretamente da rede pública, é necessário utilizar o redutor de pressão que acompanha o produto.
- Essa torneira elétrica pode ser instalada em um prédio ou em uma casa.

Considere a massa específica da água  $1.000 \text{ kg/m}^3$  e a aceleração da gravidade  $10 \text{ m/s}^2$ .



Para que a torneira funcione corretamente, sem o uso do redutor de pressão, quais deverão ser a mínima e a máxima altura entre a torneira e a caixa-d'água?

- A** 1,8 m e 3,8 m
- B** 1,8 m e 7,5 m
- C** 3,8 m e 7,5 m
- D** 18 m e 38 m
- E** 18 m e 75 m

## Questão 15



(Enem 2018) Talvez você já tenha bebido suco usando dois canudinhos iguais. Entretanto, pode-se verificar que, se colocar um canudo imerso no suco e outro do lado de fora do líquido, fazendo a sucção simultaneamente em ambos, você terá dificuldade em bebê-lo.

Essa dificuldade ocorre porque o(a)

- A** força necessária para a sucção do ar e do suco simultaneamente dobra de valor.
- B** densidade do ar é menor que a do suco, portanto, o volume de ar aspirado é muito maior que o volume de suco.
- C** velocidade com que o suco sobe deve ser constante nos dois canudos, o que é impossível com um dos canudos de fora.
- D** peso da coluna de suco é consideravelmente maior que o peso da coluna de ar, o que dificulta a sucção do líquido.
- E** pressão no interior da boca assume praticamente o mesmo valor daquela que atua sobre o suco.

## Questão 16



(Enem 2013) Para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldade de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de  $10 \text{ m/s}^2$ , deseja-se elevar uma pessoa de 65kg em uma cadeira de rodas de 15kg sobre a plataforma de 20kg.

Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?

- A** 20N
- B** 100N
- C** 200N
- D** 1000N
- E** 5000N

**Questão 17** ◆◆◆

(Enem PPL 2016) Um navio petroleiro é capaz de transportar milhares de toneladas de carga. Neste caso, uma grande quantidade de massa consegue flutuar.

Nesta situação, o empuxo é

- A** maior que a força peso do petroleiro.
- B** igual à força peso do petroleiro.
- C** maior que a força peso da água deslocada.
- D** igual à força peso do volume submerso do navio.
- E** igual à massa da água deslocada.

**Questão 18** ◆◆◆

(Enem 2010) Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso.

Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a

- A** escultura flutuará. Dessa forma, os homens não precisarão fazer força para remover a escultura do fundo.
- B** escultura ficará com peso menor. Dessa forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.
- C** água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
- D** água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.
- E** água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura.

**Questão 19** ◆◆◆

(Enem PPL 2010) Um brinquedo chamado ludião consiste em um pequeno frasco de vidro, parcialmente preenchido com água, que é emborcado (virado com a boca para baixo) dentro de uma garrafa PET cheia de água e tampada. Nessa situação, o frasco fica na parte superior da garrafa, conforme mostra a figura 1.



FIGURA 1

Quando a garrafa é pressionada, o frasco se desloca para baixo, como mostrado na figura 2.



FIGURA 2

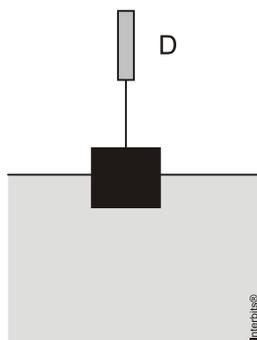
Ao apertar a garrafa, o movimento de descida do frasco ocorre porque

- A** diminui a força para baixo que a água aplica no frasco.
- B** aumenta a pressão na parte pressionada da garrafa.
- C** aumenta a quantidade de água que fica dentro do frasco.
- D** diminui a força de resistência da água sobre o frasco.
- E** diminui a pressão que a água aplica na base do frasco.

### Questão 20



(Enem 2011) Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro D com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro.



Considerando que a aceleração da gravidade local é de  $10 \text{ m/s}^2$ , a densidade da água do lago, em  $\text{g/cm}^3$ , é

- A** 0,6.
- B** 1,2.
- C** 1,5.
- D** 2,4.
- E** 4,8.

### Questão 21



(Enem 2012) Um consumidor desconfia que a balança do supermercado não está aferindo corretamente a massa dos produtos. Ao chegar a casa resolve conferir se a balança estava descalibrada. Para isso, utiliza um recipiente provido de escala volumétrica, contendo 1,0 litro d'água. Ele coloca uma porção dos legumes que comprou dentro do recipiente e observa que a água atinge a marca de 1,5 litro e também que a porção não ficara totalmente submersa, com  $\frac{1}{3}$  de seu volume fora d'água. Para concluir o teste, o consumidor, com ajuda da internet, verifica que a densidade dos legumes, em questão, é a metade da densidade da água, onde,  $\rho_{\text{água}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ . No supermercado a balança registrou a massa da porção de legumes igual a 0,500 kg (meio quilograma).

Considerando que o método adotado tenha boa precisão, o consumidor concluiu que a balança estava descalibrada e deveria ter registrado a massa da porção de legumes igual a

- A** 0,073 kg.
- B** 0,167 kg.
- C** 0,250 kg.
- D** 0,375 kg.
- E** 0,750 kg.

## Questão 22



(Enem PPL 2015) Sabe-se que nas proximidades dos polos do planeta Terra é comum a formação dos *icebergs*, que são grandes blocos de gelo, flutuando nas águas oceânicas. Estudos mostram que a parte de gelo que fica emersa durante a flutuação corresponde a aproximadamente 10% do seu volume total. Um estudante resolveu simular essa situação introduzindo um bloquinho de gelo no interior de um recipiente contendo água, observando a variação de seu nível desde o instante de introdução até o completo derretimento do bloquinho.

Com base nessa simulação, verifica-se que o nível da água no recipiente

- A** subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível subirá ainda mais.
- B** subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível descera, voltando ao seu valor inicial.
- C** subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível permanecerá sem alteração.
- D** não sofrerá alteração com a introdução do bloquinho de gelo, porém, após seu derretimento, o nível subirá devido a um aumento em torno de 10% no volume de água.
- E** subirá em torno de 90% do seu valor inicial com a introdução do bloquinho de gelo e, após seu derretimento, o nível descera apenas 10% do valor inicial.

# TERMOLOGIA

## Questão 01



(Enem PPL 2013) É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta.

No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?

- A** Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- B** Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- C** Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- D** Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.
- E** Não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes.

## Questão 02



(Enem PPL 2014) Para a proteção contra curtos-circuitos em residências são utilizados disjuntores, compostos por duas lâminas de metais diferentes, com suas superfícies soldadas uma à outra, ou seja, uma lâmina bimetálica. Essa lâmina toca o contato elétrico, fechando o circuito e deixando a corrente elétrica passar. Quando da passagem de uma corrente superior à estipulada (limite), a lâmina se curva para um dos lados, afastando-se do contato elétrico e, assim, interrompendo o circuito. Isso ocorre porque os metais da lâmina possuem uma característica física cuja resposta é diferente para a mesma corrente elétrica que passa no circuito.

A característica física que deve ser observada para a escolha dos dois metais dessa lâmina bimetálica é o coeficiente de

- A** dureza.
- B** elasticidade.
- C** dilatação térmica.
- D** compressibilidade.
- E** condutividade elétrica.

## Questão 03



(Enem PPL 2013) A palha de aço, um material de baixo custo e vida útil pequena, utilizada para lavar louças, é um emaranhado de fios leves e finos que servem para a remoção por atrito dos resíduos aderidos aos objetos.

A propriedade do aço que justifica o aspecto físico descrito no texto é a

- A** ductilidade.
- B** maleabilidade.
- C** densidade baixa.
- D** condutividade elétrica.
- E** condutividade térmica.

## Questão 04



(Enem PPL 2012)



O quadro oferece os coeficientes de dilatação linear de alguns metais e ligas metálicas:

Substância	Aço	Alumínio	Bronze	Chumbo	Níquel	Latão	Ouro	Platina	Prata	Cobre
Coeficiente de dilatação linear $\times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	1,2	2,4	1,8	2,9	1,3	1,8	1,4	0,9	2,4	1,7

GRAF. Física 2; calor e ondas. São Paulo: Edusp, 1993.

Para permitir a ocorrência do fato observado na tirinha, a partir do menor aquecimento do conjunto, o parafuso e a porca devem ser feitos, respectivamente, de

- A aço e níquel
- B alumínio e chumbo.
- C platina e chumbo.
- D ouro e latão.
- E cobre e bronze.

## Questão 05



(Enem 2009) Durante uma ação de fiscalização em postos de combustíveis, foi encontrado um mecanismo inusitado para enganar o consumidor. Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R\$ 0,50/litro, a uma temperatura de  $5 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de  $35 \text{ } ^\circ\text{C}$ , sendo o litro de álcool revendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a  $5 \text{ } ^\circ\text{C}$  e os revende.

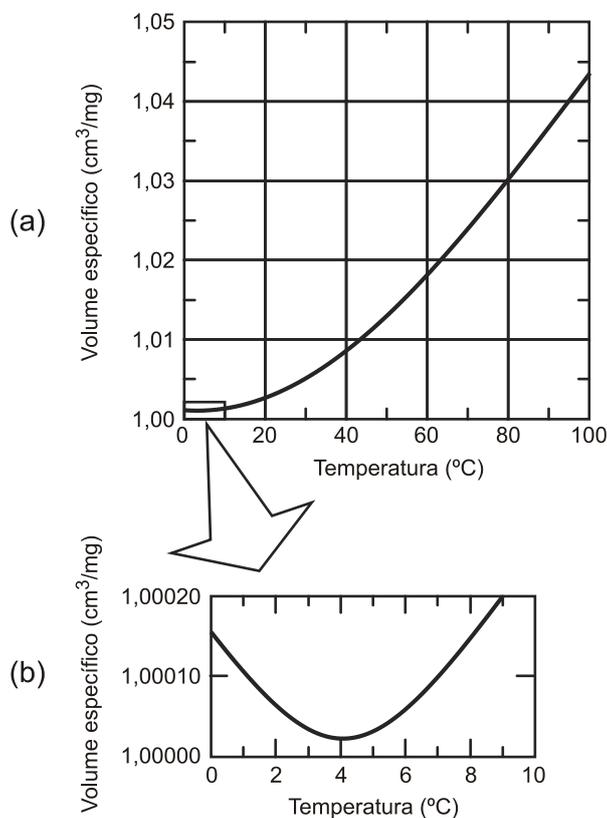
Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de  $1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao aquecimento do álcool após uma semana de vendas estaria entre

- A R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00.
- B R\$ 1.050,00 e R\$ 1.250,00.
- C R\$ 4.000,00 e R\$ 5.000,00.
- D R\$ 6.000,00 e R\$ 6.900,00.
- E R\$ 7.000,00 e R\$ 7.950,00.

## Questão 06



(Enem cancelado 2009) De maneira geral, se a temperatura de um líquido comum aumenta, ele sofre dilatação. O mesmo não ocorre com a água, se ela estiver a uma temperatura próxima a de seu ponto de congelamento. O gráfico mostra como o volume específico (inverso da densidade) da água varia em função da temperatura, com uma aproximação na região entre 0 °C e 10 °C, ou seja, nas proximidades do ponto de congelamento da água.



HALLIDAY & RESNICK. **Fundamentos de Física:**  
Gravitação, ondas e termodinâmica. v. 2.  
Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.

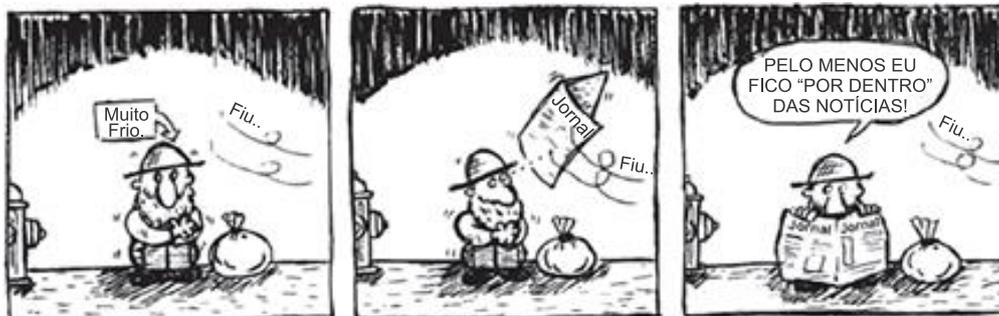
A partir do gráfico, é correto concluir que o volume ocupado por certa massa de água

- A** diminui em menos de 3% ao se resfriar de 100°C a 0°C.
- B** aumenta em mais de 0,4% ao se resfriar de 4°C a 0°C.
- C** diminui em menos de 0,04% ao se aquecer de 0°C a 4°C.
- D** aumenta em mais de 4% ao se aquecer de 4°C a 9°C.
- E** aumenta em menos de 3% ao se aquecer de 0°C a 100°C.

## Questão 07



(Enem PPL 2011)

Disponível em: <http://seguindocurso.wordpress.com>. Acesso em: 28 jul. 2010.

A tirinha faz referência a uma propriedade de uma grandeza Física, em que a função do jornal utilizado pelo homem é a de

- A** absorver a umidade que dissipa calor.
- B** impedir que o frio do ambiente penetre.
- C** manter o calor do homem concentrado.
- D** restringir a perda de calor para o ambiente.
- E** bloquear o vento que sopra trazendo frio.

## Questão 08



(Enem PPL 2012) Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles.

A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque

- A** possui a propriedade de gerar calor.
- B** é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.
- C** diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo.
- D** tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.
- E** está em contato direto com o corpo humano, facilitando a transferência de calor por condução.

## Questão 09



(Enem PPL 2012) Um aquecedor solar consiste essencialmente em uma serpentina de metal, a ser exposta ao sol, por meio da qual flui água a ser aquecida. A parte inferior da serpentina é soldada a uma chapa metálica, que é o coletor solar. A forma da serpentina tem a finalidade de aumentar a área de contato com o coletor e com a própria radiação solar sem aumentar muito o tamanho do aquecedor. O metal, sendo bom condutor, transmite e energia da radiação solar absorvida para as paredes internas e, daí, por condução, para a água. A superfície deve ser recoberta com um material, denominado material seletivo quente, para que absorva o máximo de radiação solar e emita o mínimo de radiação infravermelha. Os quadros relacionam propriedades de alguns metais/ligas metálicas utilizados na confecção de aquecedores solares:

Material metálico	Condutividade térmica (W/m K)
Zinco	116,0
Aço	52,9
cobre	411,0

Material seletivo quente	Razão entre a absorvância de radiação solar e a emitância de radiação infravermelha
A. Óxido e sulfeto de níquel e zinco aplicados sobre zinco	8,45
B. Óxido e sulfeto de níquel e zinco sobre ferro galvanizado	7,42
C. Óxido de cobre em alumínio anodizado	7,72

ACIOLI, J. L. *Fontes de energia*. Brasília: UnB, 1994. Adaptado.

Os aquecedores solares mais eficientes e, portanto, mais atrativos do ponto de vista econômico, devem ser construídos utilizando como material metálico e material seletivo quente, respectivamente,

- A aço e material seletivo quente A.
- B aço e material seletivo quente B.
- C cobre e material seletivo quente C.
- D zinco e material seletivo quente B.
- E cobre e material seletivo quente A.

## Questão 10



(Enem 2016) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá

- A** mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
- B** mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
- C** mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
- D** mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
- E** com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

## Questão 11



(Enem 2ª aplicação 2016) Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a)

- A** roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
- B** roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.
- C** roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.
- D** calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
- E** calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

## Questão 12



(Enem (Libras) 2017) É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e temos a sensação de que ela está mais fria que o ambiente. Um fato semelhante pode ser observado se colocarmos uma faca metálica com cabo de madeira dentro de um refrigerador. Após longo tempo, ao encostarmos uma das mãos na parte metálica e a outra na parte de madeira, sentimos a parte metálica mais fria.

Fisicamente, a sensação térmica mencionada é explicada da seguinte forma:

- A** A madeira é um bom fornecedor de calor e o metal, um bom absorvedor.
- B** O metal absorve mais temperatura que a madeira.
- C** O fluxo de calor é maior no metal que na madeira.
- D** A madeira retém mais calor que o metal.
- E** O metal retém mais frio que a madeira.

### Questão 13



(Enem 2ª aplicação 2014) O aquecimento da água em residências com o uso de energia solar é uma alternativa ao uso de outras fontes de energia. A radiação solar, ao incidir nas placas, promove o aquecimento da água. O cobre é um dos materiais empregados na produção dos tubos que conduzem a água nos coletores solares. Outros materiais poderiam também ser empregados.

A tabela a seguir apresenta algumas propriedades de metais que poderiam substituir o cobre:

Propriedades	Metal				
	Alumínio	Chumbo	Ferro	Níquel	Zinco
Calor de fusão, kJ/mol	10,7	4,8	13,8	17,5	7,3
Condutividade térmica, W/(m·K)	237	35	80	91	116
Capacidade calorífica, J/(mol·K)	24,2	26,6	25,1	26,1	25,5

De acordo com as propriedades dos metais listadas na tabela, o melhor metal para substituir o cobre seria o

- A** alumínio.
- B** chumbo.
- C** ferro.
- D** níquel.
- E** zinco.

### Questão 14



(Enem 2019) Em 1962, um *jingle* (vinheta musical) criado por Heitor Carillo fez tanto sucesso que extrapolou as fronteiras do rádio e chegou à televisão ilustrado por um desenho animado. Nele, uma pessoa respondia ao fantasma que batia em sua porta, personificando o “frio”, que não o deixaria entrar, pois não abriria a porta e compraria lãs e cobertores para aquecer sua casa. Apesar de memorável, tal comercial televisivo continha incorreções a respeito de conceitos físicos relativos à calorimetria.

DUARTE, M. *Jingle é a alma do negócio*: livro revela os bastidores das músicas de propagandas. Disponível em: <https://guiadoscuriosos.uol.com.br>. Acesso em: 24 abr. 2019 adaptado).

Para solucionar essas incorreções, deve-se associar à porta e aos cobertores, respectivamente, as funções de:

- A** Aquecer a casa e os corpos.
- B** Evitar a entrada do frio na casa e nos corpos.
- C** Minimizar a perda de calor pela casa e pelos corpos.
- D** Diminuir a entrada do frio na casa e aquecer os corpos.
- E** Aquecer a casa e reduzir a perda de calor pelos corpos.

## Questão 15



(Enem 2019) O objetivo de recipientes isolantes térmicos é minimizar as trocas de calor com o ambiente externo. Essa troca de calor é proporcional à condutividade térmica  $k$  e à área interna das faces do recipiente, bem como à diferença de temperatura entre o ambiente externo e o interior do recipiente, além de ser inversamente proporcional à espessura das faces.

A fim de avaliar a qualidade de dois recipientes A (40 cm x 40 cm x 40 cm) e B (60 cm x 40 cm x 40 cm) de faces de mesma espessura, uma estudante compara suas condutividades térmicas  $k_A$  e  $k_B$ . Para isso suspende, dentro de cada recipiente, blocos idênticos de gelo a 0 °C de modo que suas superfícies estejam em contato apenas com o ar. Após um intervalo de tempo, ela abre os recipientes enquanto ambos ainda contêm um pouco de gelo e verifica que a massa de gelo que se fundiu no recipiente B foi o dobro da que se fundiu no recipiente A.

A razão  $\frac{k_A}{k_B}$  é mais próxima de

- A 0,50
- B 0,67
- C 0,75
- D 1,33
- E 2,00

## Questão 16



(Enem 2ª aplicação 2016) Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e sofrem um deslocamento descendente.

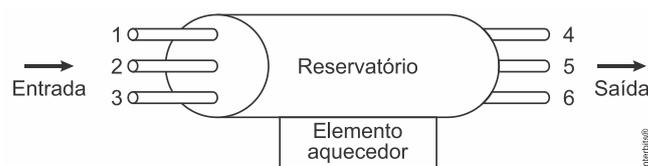
A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque

- A diminui a umidade do ar dentro do cômodo.
- B aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.
- C torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.
- D facilita a circulação das correntes de ar frio e quente dentro do cômodo.
- E diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.

## Questão 17



(Enem PPL 2019) Em uma residência com aquecimento central, um reservatório é alimentado com água fria, que é aquecida na base do reservatório e, a seguir, distribuída para as torneiras. De modo a obter a melhor eficiência de aquecimento com menor consumo energético, foram feitos alguns testes com diferentes configurações, modificando-se as posições de entrada de água fria e de saída de água quente no reservatório, conforme a figura. Em todos os testes, as vazões de entrada e saída foram mantidas iguais e constantes.



A configuração mais eficiente para a instalação dos pontos de entrada e saída de água no reservatório é, respectivamente, nas posições

- A 1 e 4.
- B 1 e 6.
- C 2 e 5.
- D 3 e 4.
- E 3 e 5.

## Questão 18



(Enem PPL 2018) Duas jarras idênticas foram pintadas, uma de branco e a outra de preto, e colocadas cheias de água na geladeira. No dia seguinte, com a água a 8 °C foram retiradas da geladeira e foi medido o tempo decorrido para que a água, em cada uma delas, atingisse a temperatura ambiente. Em seguida, a água das duas jarras foi aquecida até 90 °C e novamente foi medido o tempo decorrido para que a água nas jarras atingisse a temperatura ambiente.

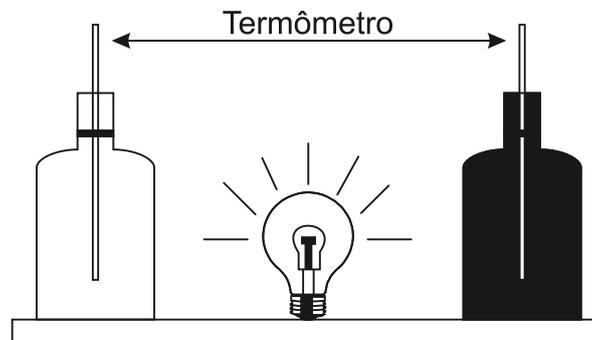
Qual jarra demorou menos tempo para chegar à temperatura ambiente nessas duas situações?

- A A jarra preta demorou menos tempo nas duas situações.
- B A jarra branca demorou menos tempo nas duas situações.
- C As jarras demoraram o mesmo tempo, já que são feitas do mesmo material.
- D A jarra preta demorou menos tempo na primeira situação e a branca, na segunda.
- E A jarra branca demorou menos tempo na primeira situação e a preta, na segunda.

### Questão 19



(Enem 2013) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- A** igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- B** maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- C** menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- D** maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- E** maior no aquecimento e maior no resfriamento.

### Questão 20



(Enem PPL 2013)



Disponível em: <http://casadosnoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?

- A** Convecção e condução.
- B** Convecção e irradiação.
- C** Condução e convecção.
- D** Irradiação e convecção.
- E** Irradiação e condução.

**Questão 21**

(Enem 2009) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura a seguir.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

- A** absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- B** maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- C** maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- D** maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- E** maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

**Questão 22**

(Enem 2015) As altas temperaturas de combustão e o atrito entre suas peças móveis são alguns dos fatores que provocam o aquecimento dos motores à combustão interna. Para evitar o superaquecimento e consequentes danos a esses motores, foram desenvolvidos os atuais sistemas de refrigeração, em que um fluido arrefecedor com propriedades especiais circula pelo interior do motor, absorvendo o calor que, ao passar pelo radiador, é transferido para a atmosfera.

Qual propriedade o fluido arrefecedor deve possuir para cumprir seu objetivo com maior eficiência?

- A** Alto calor específico.
- B** Alto calor latente de fusão.
- C** Baixa condutividade térmica.
- D** Baixa temperatura de ebulição.
- E** Alto coeficiente de dilatação térmica.

**Questão 23**

(Enem PPL 2012) Em um centro de pesquisa de alimentos, um técnico efetuou a determinação do valor calórico de determinados alimentos da seguinte forma: colocou uma massa conhecida de água em um recipiente termicamente isolado. Em seguida, dentro desse recipiente, foi queimada uma determinada massa do alimento. Como o calor liberado por essa queima é fornecido para a água, o técnico calculou a quantidade de calor que cada grama do alimento libera.

Para a realização desse teste, qual aparelho de medida é essencial?

- A** Cronômetro.
- B** Dinamômetro.
- C** Termômetro.
- D** Radiômetro.
- E** Potenciômetro.

### Questão 24



(Enem cancelado 2009) A água apresenta propriedades físico-químicas que a coloca em posição de destaque como substância essencial à vida. Dentre essas, destacam-se as propriedades térmicas biologicamente muito importantes, por exemplo, o elevado valor de calor latente de vaporização. Esse calor latente refere-se à quantidade de calor que deve ser adicionada a um líquido em seu ponto de ebulição, por unidade de massa, para convertê-lo em vapor na mesma temperatura, que no caso da água é igual a 540 calorias por grama.

A propriedade físico-química mencionada no texto confere à água a capacidade de

- A** servir como doador de elétrons no processo de fotossíntese.
- B** funcionar como regulador térmico para os organismos vivos.
- C** agir como solvente universal nos tecidos animais e vegetais.
- D** transportar os íons de ferro e magnésio nos tecidos vegetais.
- E** funcionar como mantenedora do metabolismo nos organismos vivos.

### Questão 25



(Enem cancelado 2009) Em grandes metrópoles, devido a mudanças na superfície terrestre — asfalto e concreto em excesso, por exemplo — formam-se ilhas de calor. A resposta da atmosfera a esse fenômeno é a precipitação convectiva.

Isso explica a violência das chuvas em São Paulo, onde as ilhas de calor chegam a ter 2 a 3 graus centígrados de diferença em relação ao seu entorno.

*Revista Terra da Gente. Ano 5, nº 60, Abril 2009 (adaptado).*

As características físicas, tanto do material como da estrutura projetada de uma edificação, são a base para compreensão de resposta daquela tecnologia construtiva em termos de conforto ambiental. Nas mesmas condições ambientais (temperatura, umidade e pressão), uma quadra terá melhor conforto térmico se

- A** pavimentada com material de baixo calor específico, pois quanto menor o calor específico de determinado material, menor será a variação térmica sofrida pelo mesmo ao receber determinada quantidade de calor.
- B** pavimentada com material de baixa capacidade térmica, pois quanto menor a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor.
- C** pavimentada com material de alta capacidade térmica, pois quanto maior a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor.
- D** possuir um sistema de vaporização, pois ambientes mais úmidos permitem uma mudança de temperatura lenta, já que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).
- E** possuir um sistema de sucção do vapor d'água, pois ambientes mais secos permitem uma mudança de temperatura lenta, já que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).

**Questão 26** ◆◆◆

(Enem 2019) Em uma aula experimental de calorimetria, uma professora queimou 2,5 g de castanha-de-caju crua para aquecer 350 g de água, em um recipiente apropriado para diminuir as perdas de calor. Com base na leitura da tabela nutricional a seguir e da medida da temperatura da água, após a queima total do combustível, ela concluiu que 50% da energia disponível foi aproveitada. O calor específico da água é  $1 \text{ calg}^{-1}\text{C}^{-1}$  e sua temperatura inicial era de  $20^\circ\text{C}$ .

Quantidade por porção de 10 g (2 castanhas)	
Valor energético	70 kcal
Carboidratos	0,8 g
Proteínas	3,5 g
Gorduras totais	3,5 g

Qual foi a temperatura da água, em grau Celsius, medida ao final do experimento?

- A** 25
- B** 27
- C** 45
- D** 50
- E** 70

**Questão 27** ◆◆◆

(Enem PPL 2016) A utilização de placas de aquecimento solar como alternativa ao uso de energia elétrica representa um importante mecanismo de economia de recursos naturais. Um sistema de aquecimento solar com capacidade de geração de energia de 1,0 MJ/dia por metro quadrado de placa foi instalado para aquecer a água de um chuveiro elétrico de potência de 2 kW, utilizado durante meia hora por dia.

A área mínima da placa solar deve ser de

- A**  $1,0 \text{ m}^2$
- B**  $1,8 \text{ m}^2$
- C**  $2,0 \text{ m}^2$
- D**  $3,6 \text{ m}^2$
- E**  $6,0 \text{ m}^2$

**Questão 28** ◆◆◆

(Enem PPL 2016) Os raios X utilizados para diagnósticos médicos são uma radiação ionizante. O efeito das radiações ionizantes em um indivíduo depende basicamente da dose absorvida, do tempo de exposição e da forma da exposição, conforme relacionados no quadro.

Efeitos de uma radioexposição aguda em adulto		
Forma	Dose absorvida	Sintomatologia
Infraclínica	menor que $1 \text{ J/kg}$	Ausência de sintomas
Reações gerais leves	de 1 a $2 \text{ J/kg}$	Astenia, náuseas e vômito, de 3h a 6h após a exposição
DL <sub>50</sub>	de 4 a $4,5 \text{ J/kg}$	Morte de 50% dos indivíduos irradiados
Pulmonar	de 8 a $9 \text{ J/kg}$	Insuficiência respiratória aguda, coma e morte, de 14h a 36h
Cerebral	maior que $10 \text{ J/kg}$	Morte em poucas horas

Disponível em: [www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br). Acesso em: 3 set. 2012 (adaptado).

Para um técnico radiologista de 90 kg que ficou exposto, por descuido, durante 5 horas a uma fonte de raios X, cuja potência é de  $10 \text{ mJ/s}$ , a forma do sintoma apresentado, considerando que toda radiação incidente foi absorvida, é

- A** DL<sub>50</sub>
- B** cerebral.
- C** pulmonar.
- D** infraclínica.
- E** reações gerais leves.

### Questão 29



(Enem PPL 2012) Os fornos domésticos de micro-ondas trabalham com uma frequência de ondas eletromagnéticas que atuam fazendo rotacionar as moléculas de água, gordura e açúcar e, conseqüentemente, fazendo com que os alimentos sejam aquecidos. Os telefones sem fio também usam ondas eletromagnéticas na transmissão do sinal. As especificações técnicas desses aparelhos são informadas nos quadros 1 e 2, retirados de seus manuais.

**Quadro 1 – Especificações técnicas do telefone**

Frequência de operação	2 409,60 MHz a 2 420,70 MHz
Modulação	FM
Frequência	60 Hz
Potência máxima	1,35 W

**Quadro 2 – Especificações técnicas do forno de micro-ondas**

Capacidade	31 litros
Frequência	60 Hz
Potência de saída	1 000 W
Frequência do micro-ondas	2 450 MHz

O motivo de a radiação do telefone não aquecer como a do micro-ondas é que

- A** o ambiente no qual o telefone funciona é aberto.
- B** a frequência de alimentação é 60 Hz para os dois aparelhos.
- C** a potência do telefone sem fio é menor que a do forno.
- D** o interior do forno reflete as micro-ondas e as concentra.
- E** a modulação das ondas no forno é maior do que no telefone.

### Questão 30



(Enem 2010) Com o objetivo de se testar a eficiência de fornos de micro-ondas, planejou-se o aquecimento em 10°C de amostras de diferentes substâncias, cada uma com determinada massa, em cinco fornos de marcas distintas. Nesse teste, cada forno operou à potência máxima.

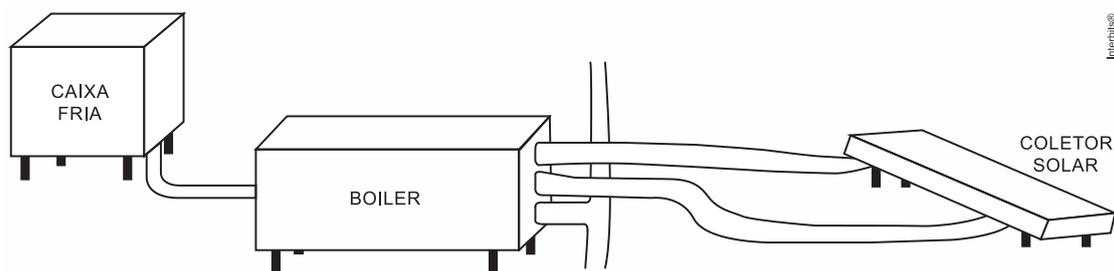
O forno mais eficiente foi aquele que

- A** forneceu a maior quantidade de energia às amostras.
- B** cedeu energia à amostra de maior massa em mais tempo.
- C** forneceu a maior quantidade de energia em menos tempo.
- D** cedeu energia à amostra de menor calor específico mais lentamente.
- E** forneceu a menor quantidade de energia às amostras em menos tempo.

## Questão 31



(Enem PPL 2014) Um engenheiro decidiu instalar um aquecedor solar em sua casa, conforme mostra o esquema.



De acordo com as instruções de montagem, para se ter um aproveitamento máximo da incidência solar, as placas do coletor solar devem ser instaladas com um ângulo de inclinação determinado.

O parâmetro que define o valor do ângulo de inclinação dessas placas coletoras é a

- A** altitude.
- B** latitude.
- C** longitude.
- D** nebulosidade.
- E** umidade relativa do ar.

## Questão 32



(Enem PPL 2018) Para preparar uma sopa instantânea, uma pessoa aquece em um forno micro-ondas 500 g de água em uma tigela de vidro de 300 g. A temperatura inicial da tigela e da água era de  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Com o forno de micro-ondas funcionando a uma potência de 800 W, a tigela e a água atingiram a temperatura de  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  em 2,5 min. Considere que os calores específicos do vidro e da sopa são, respectivamente,  $0,2\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$  e  $1,0\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ , e que  $1\text{ cal} = 4,25\text{ J}$ .

Que percentual aproximado da potência usada pelo micro-ondas é efetivamente convertido em calor para o aquecimento?

- A** 11,8%
- B** 45,0%
- C** 57,1%
- D** 66,7%
- E** 78,4%

### Questão 33



(Enem PPL 2017) O aproveitamento da luz solar como fonte de energia renovável tem aumentado significativamente nos últimos anos. Uma das aplicações é o aquecimento de água ( $\rho_{\text{água}} = 1,0 \text{ kg/L}$ ) para uso residencial. Em um local, a intensidade da radiação solar efetivamente captada por um painel solar com área de  $1 \text{ m}^2$  é de  $0,03 \text{ kW/m}^2$ . O valor do calor específico da água é igual  $4,2 \text{ kJ/(kg}^\circ\text{C)}$ .

Nessa situação, em quanto tempo é possível aquecer 1 litro de água de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  até  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

- A** 490 s
- B** 2.800 s
- C** 6.300 s
- D** 7.000 s
- E** 9.800 s

### Questão 34



(Enem PPL 2017) As especificações de um chuveiro elétrico são: potência de  $4.000 \text{ W}$ , consumo máximo mensal de  $21,6 \text{ kWh}$  e vazão máxima de  $3 \text{ L/min}$ . Em um mês, durante os banhos, esse chuveiro foi usado com vazão máxima, consumindo o valor máximo de energia especificado. O calor específico da água é de  $4.200 \text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$  e sua densidade é igual a  $1 \text{ kg/L}$ .

A variação da temperatura da água usada nesses banhos foi mais próxima de

- A**  $16 \text{ }^\circ\text{C}$
- B**  $19 \text{ }^\circ\text{C}$
- C**  $37 \text{ }^\circ\text{C}$
- D**  $57 \text{ }^\circ\text{C}$
- E**  $60 \text{ }^\circ\text{C}$

### Questão 35



(Enem PPL 2012) Chuveiros elétricos possuem uma chave para regulagem da temperatura verão/inverno e para desligar o chuveiro. Além disso, é possível regular a temperatura da água, abrindo ou fechando o registro. Abrindo, diminui-se a temperatura e fechando, aumenta-se.

Aumentando-se o fluxo da água há uma redução na sua temperatura, pois

- A** aumenta-se a área da superfície da água dentro do chuveiro, aumentando a perda de calor por radiação.
- B** aumenta-se o calor específico da água, aumentando a dificuldade com que a massa de água se aquece no chuveiro.
- C** diminui-se a capacidade térmica do conjunto água/chuveiro, diminuindo também a capacidade do conjunto de se aquecer.
- D** diminui-se o contato entre a corrente elétrica do chuveiro e a água, diminuindo também a sua capacidade de aquecê-la.
- E** diminui-se o tempo de contato entre a água e a resistência do chuveiro, diminuindo a transferência de calor de uma para a outra.

## Questão 36



(Enem 2009) O Sol representa uma fonte limpa e inesgotável de energia para o nosso planeta. Essa energia pode ser captada por aquecedores solares, armazenada e convertida posteriormente em trabalho útil. Considere determinada região cuja insolação — potência solar incidente na superfície da Terra — seja de  $800 \text{ watts/m}^2$ .

Uma usina termossolar utiliza concentradores solares parabólicos que chegam a dezenas de quilômetros de extensão. Nesses coletores solares parabólicos, a luz refletida pela superfície parabólica espelhada é focalizada em um receptor em forma de cano e aquece o óleo contido em seu interior a  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ . O calor desse óleo é transferido para a água, vaporizando-a em uma caldeira. O vapor em alta pressão movimenta uma turbina acoplada a um gerador de energia elétrica.



Considerando que a distância entre a borda inferior e a borda superior da superfície refletora tenha  $6 \text{ m}$  de largura e que focaliza no receptor os  $800 \text{ watts/m}^2$  de radiação provenientes do Sol, e que o calor específico da água é  $1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{ }^\circ\text{C}^{-1} = 4.200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , então o comprimento linear do refletor parabólico necessário para elevar a temperatura de  $1 \text{ m}^3$  (equivalente a  $1 \text{ t}$ ) de água de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  para  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , em uma hora, estará entre

- A 15 m e 21 m.
- B 22 m e 30 m.
- C 105 m e 125 m.
- D 680 m e 710 m.
- E 6.700 m e 7.150 m.

## Questão 37



(Enem PPL 2019) Uma das formas de se obter energia elétrica é usar uma lente convergente circular para concentrar os raios de sol em um único ponto, aquecendo um dispositivo localizado nesse ponto a uma temperatura elevada. Com a transformação da energia luminosa em energia térmica, pode ser criado vapor d'água que moverá uma turbina e gerará energia elétrica. Para projetar um sistema de geração de energia elétrica, a fim de alimentar um chuveiro elétrico de  $2.000 \text{ W}$  de potência, sabe-se que, neste local, a energia recebida do Sol é  $1.000 \text{ W/m}^2$ . Esse sistema apresenta taxa de eficiência de conversão em energia elétrica de  $50\%$  da energia solar incidente. Considere  $\sqrt{\pi} = 1,8$ .

Qual deve ser, em metro, o raio da lente para que esse sistema satisfaça aos requisitos do projeto?

- A 0,28
- B 0,32
- C 0,40
- D 0,80
- E 1,11

## Questão 38



(Enem 2016) Durante a primeira fase do projeto de uma usina de geração de energia elétrica, os engenheiros da equipe de avaliação de impactos ambientais procuram saber se esse projeto está de acordo com as normas ambientais. A nova planta está localizada a beira de um rio, cuja temperatura média da água é de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , e usará a sua água somente para refrigeração. O projeto pretende que a usina opere com  $1,0 \text{ MW}$  de potência elétrica e, em razão de restrições técnicas, o dobro dessa potência será dissipada por seu sistema de arrefecimento, na forma de calor. Para atender a resolução número 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, com uma ampla margem de segurança, os engenheiros determinaram que a água só poderá ser devolvida ao rio com um aumento de temperatura de, no máximo,  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  em relação à temperatura da água do rio captada pelo sistema de arrefecimento. Considere o calor específico da água igual a  $4 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{C})$ .

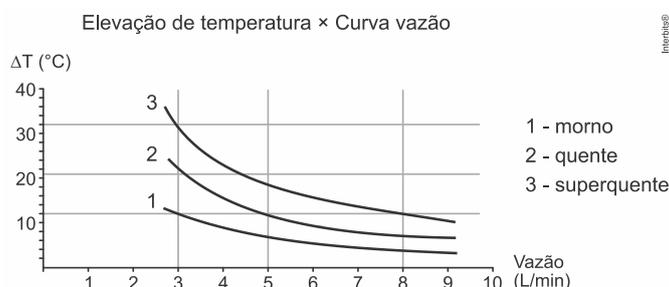
Para atender essa determinação, o valor máximo do fluxo de água, em  $\text{kg/s}$ , para a refrigeração da usina deve ser mais próximo de

- A 42
- B 84
- C 167
- D 250
- E 500

## Questão 39



(Enem 2017) No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de 220 V é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de 6.500 W. Considere o calor específico da água igual a 4.200 J/(kg°C) e densidade da água igual a 1 kg/L.



Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

- A  $\frac{1}{3}$
- B  $\frac{1}{5}$
- C  $\frac{3}{5}$
- D  $\frac{3}{8}$
- E  $\frac{5}{8}$

## Questão 40



(Enem 2014) A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- A Fissão do material radioativo.
- B Condensação do vapor-d'água no final do processo.
- C Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- D Aquecimento da água líquida para gerar vapor d'água.
- E Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

## Questão 41



(Enem 2010) As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o  $\text{CO}_2$ , o principal gás causador do efeito estufa. Isso ocorre por causa da quantidade de combustíveis fósseis queimados, principalmente no transporte, mas também em caldeiras industriais. Além disso, nessas cidades concentram-se as maiores áreas com solos asfaltados e concretados, o que aumenta a retenção de calor, formando o que se conhece por “ilhas de calor”. Tal fenômeno ocorre porque esses materiais absorvem o calor e o devolvem para o ar sob a forma de radiação térmica.

Em áreas urbanas, devido à atuação conjunta do efeito estufa e das “ilhas de calor”, espera-se que o consumo de energia elétrica

- A) diminua devido à utilização de caldeiras por indústrias metalúrgicas.
- B) aumente devido ao bloqueio da luz do sol pelos gases do efeito estufa.
- C) diminua devido à não necessidade de aquecer a água utilizada em indústrias.
- D) aumente devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.
- E) diminua devido à grande quantidade de radiação térmica reutilizada.

## Questão 42



(Enem PPL 2011) Considera-se combustível aquele material que, quando em combustão, consegue gerar energia. No caso dos biocombustíveis, suas principais vantagens de uso são a de serem oriundos de fontes renováveis e a de serem menos poluentes que os derivados de combustíveis fósseis. Por isso, no Brasil, tem-se estimulado o plantio e a industrialização de sementes oleaginosas para produção de biocombustíveis.

No quadro, estão os valores referentes à energia produzida pela combustão de alguns biocombustíveis:

BIOCOMBUSTÍVEL	kcal/kg
Biodiesel (mamona)	8.913
Biodiesel (babaçu)	9.049
Biodiesel (dendê)	8.946
Biodiesel (soja)	9.421
Etanol (cana-de-açúcar)	5.596

Disponível em: <http://www.biodieselecooleo.com.br>.  
Acesso em: 8 set. 2010 (adaptado).

Entre os diversos tipos de biocombustíveis apresentados no quadro, aquele que apresenta melhor rendimento energético em massa é proveniente

- A) da soja.
- B) do dendê.
- C) do babaçu.
- D) da mamona.
- E) da cana-de-açúcar.

## Questão 43



(Enem PPL 2011) O quadro seguinte foi extraído da seção de solução de problemas de um manual de fogão a gás.

Problemas	Causas	Correções
<i>O forno não funciona (não liga)</i>	Botões de comando não foram selecionados corretamente para o cozimento. Na instalação elétrica da residência o disjuntor está desligado ou falta energia elétrica. O registro do gás está fechado. Chama amarela/vermelha.	Verifique os botões e repita as operações indicadas no item “Como Usar”. Ligue o disjuntor ou chame um electricista de sua confiança. Abra o registro. Verifique se o gás não está no fim.
<i>O forno solta fumaça</i>	Forno sujo de gordura ou molho.	Limpe o forno após cada utilização conforme item “Limpeza e Manutenção”.
<i>Há formação de umidade nos alimentos no interior do forno</i>	Os alimentos são deixados muito tempo no interior do forno após o término do cozimento.	Não deixe os alimentos no forno por mais de 15 minutos após a finalização do cozimento.
<i>Assa muito lento / assa muito rápido</i>	Os tempos de cozimento e a temperatura selecionada não estão corretos.	Consulte o item tempo na Tabela de Tempos e Temperaturas. Verifique se o gás não está no fim.
<i>Queimador não permanece aceso</i>	O sistema bloqueia gás não foi desativado corretamente.	Após acender o queimador, permaneça com o botão de controle pressionado por 10 segundos até desativar o sistema bloqueia gás.

Ao saborear um alimento preparado no fogão a gás, o consumidor observa que, embora devidamente assado, o alimento contém mais água que o esperado.

Sabendo que a receita foi preparada de forma correta, então, de acordo com o fabricante do fogão, o problema é que o

- A** gás estava no final, o que reduziu a temperatura da chama, deixando-a amarela.
- B** cozinheiro demorou muito para retirar o alimento do forno após o cozimento.
- C** botão de comando não foi selecionado corretamente para o cozimento.
- D** tempo de cozimento e a temperatura selecionada estavam incorretos.
- E** forno estava sujo de gordura ou molho, necessitando de limpeza.

## Questão 44



(Enem PPL 2011) Uma opção não usual, para o cozimento do feijão, é o uso de uma garrafa térmica. Em uma panela, coloca-se uma parte de feijão e três partes de água e deixa-se ferver o conjunto por cerca de 5 minutos, logo após transfere-se todo o material para uma garrafa térmica. Aproximadamente 8 horas depois, o feijão estará cozido.

O cozimento do feijão ocorre dentro da garrafa térmica, pois

- Ⓐ a água reage com o feijão, e essa reação é exotérmica.
- Ⓑ o feijão continua absorvendo calor da água que o envolve, por ser um processo endotérmico.
- Ⓒ o sistema considerado é praticamente isolado, não permitindo que o feijão ganhe ou perca energia.
- Ⓓ a garrafa térmica fornece energia suficiente para o cozimento do feijão, uma vez iniciada a reação.
- Ⓔ a energia envolvida na reação aquece a água, que mantém constante a temperatura, por ser um processo exotérmico.

## Questão 45



(Enem (Libras) 2017) Alguns fenômenos observados no cotidiano estão relacionados com as mudanças ocorridas no estado físico da matéria. Por exemplo, no sistema constituído por água em um recipiente de barro, a água mantém-se fresca mesmo em dias quentes.

A explicação para o fenômeno descrito é que, nas proximidades da superfície do recipiente, a

- Ⓐ condensação do líquido libera energia para o meio.
- Ⓑ solidificação do líquido libera energia para o meio.
- Ⓒ evaporação do líquido retira energia do sistema.
- Ⓓ sublimação do sólido retira energia do sistema.
- Ⓔ fusão do sólido retira energia do sistema.

## Questão 46



(Enem cancelado 2009) A Constelação Vulpécua (Raposa) encontra-se a 63 anos-luz da Terra, fora do sistema solar. Ali, o planeta gigante HD 189733b, 15% maior que Júpiter, concentra vapor de água na atmosfera. A temperatura do vapor atinge 900 graus Celsius. “A água sempre está lá, de alguma forma, mas às vezes é possível que seja escondida por outros tipos de nuvens”, afirmaram os astrônomos do Spitzer Science Center (SSC), com sede em Pasadena, Califórnia, responsável pela descoberta. A água foi detectada pelo espectrógrafo infravermelho, um aparelho do telescópio espacial Spitzer.

*Correio Braziliense*, 11 dez. 2008 (adaptado).

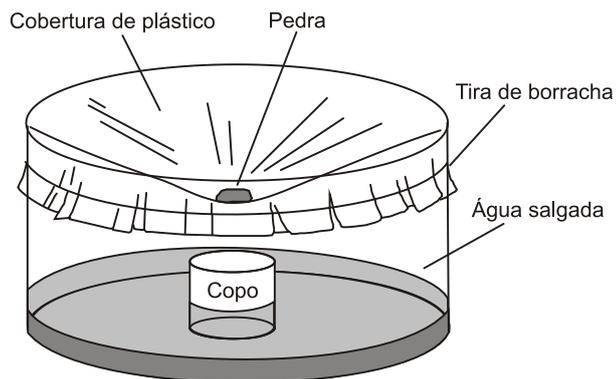
De acordo com o texto, o planeta concentra vapor de água em sua atmosfera a 900 graus Celsius. Sobre a vaporização infere-se que

- Ⓐ se há vapor de água no planeta, é certo que existe água no estado líquido também.
- Ⓑ a temperatura de ebulição da água independe da pressão, em um local elevado ou ao nível do mar, ela ferve sempre a 100 graus Celsius.
- Ⓒ o calor de vaporização da água é o calor necessário para fazer 1 kg de água líquida se transformar em 1 kg de vapor de água a 100 graus Celsius.
- Ⓓ um líquido pode ser superaquecido acima de sua temperatura de ebulição normal, mas de forma nenhuma nesse líquido haverá formação de bolhas.
- Ⓔ a água em uma panela pode atingir a temperatura de ebulição em alguns minutos, e é necessário muito menos tempo para fazer a água vaporizar completamente.

## Questão 47



(Enem cancelado 2009) Além de ser capaz de gerar eletricidade, a energia solar é usada para muitas outras finalidades. A figura a seguir mostra o uso da energia solar para dessalinizar a água. Nela, um tanque contendo água salgada é coberto por um plástico transparente e tem a sua parte central abaixada pelo peso de uma pedra, sob a qual se coloca um recipiente (copo). A água evaporada se condensa no plástico e escorre até o ponto mais baixo, caindo dentro do copo.



Nesse processo, a energia solar cedida à água salgada

- A** fica retida na água doce que cai no copo, tornando-a, assim, altamente energizada.
- B** fica armazenada na forma de energia potencial gravitacional contida na água doce.
- C** é usada para provocar a reação química que transforma a água salgada em água doce.
- D** é cedida ao ambiente externo através do plástico, onde ocorre a condensação do vapor.
- E** é reemitida como calor para fora do tanque, no processo de evaporação da água salgada.

## Questão 48



(Enem 2010) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- A** A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- B** Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- C** A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- D** A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- E** Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

## Questão 49



(Enem PPL 2016) O quadro apresenta alguns exemplos de combustíveis empregados em residências, indústrias e meios de transporte.

Combustíveis	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Butano	-135	-0,5
Etanol	-112	78
Metano	-183	-162
Metanol	-98	65
Octano	-57	126

São combustíveis líquidos à temperatura ambiente de 25 °C:

- A** Butano, etanol e metano.
- B** Etanol, metanol e octano.
- C** Metano, metanol e octano.
- D** Metanol e metano.
- E** Octano e butano.

## Questão 50



(Enem 2ª aplicação 2016) O quadro apresenta o consumo médio urbano de veículos do mesmo porte que utilizam diferentes combustíveis e seus respectivos preços. No caso do carro elétrico, o consumo está especificado em termos da distância percorrida em função da quantidade de energia elétrica gasta para carregar suas baterias.

Combustível	Consumo na cidade	Preço* (R\$)
Eleticidade	6 km/kWh	0,40/kWh
Gasolina	13 km/L	2,70/L
Diesel	12 km/L	2,10/L
Etanol	9 km/L	2,10/L
Gás natural	13 km/m <sup>3</sup>	1,60/m <sup>3</sup>

\* Valores aferidos em agosto de 2012.

Considerando somente as informações contidas no quadro, o combustível que apresenta o maior custo por quilômetro rodado é o(a)

- A** diesel.
- B** etanol.
- C** gasolina.
- D** eletricidade.
- E** gás natural.

## Questão 51



(Enem 2ª aplicação 2016) Num dia em que a temperatura ambiente é de 37 °C uma pessoa, com essa mesma temperatura corporal, repousa à sombra. Para regular sua temperatura corporal e mantê-la constante, a pessoa libera calor através da evaporação do suor. Considere que a potência necessária para manter seu metabolismo é 120 W e que, nessas condições, 20% dessa energia é dissipada pelo suor, cujo calor de vaporização é igual ao da água (540 cal/g). Utilize 1 cal igual a 4 J.

Após duas horas nessa situação, que quantidade de água essa pessoa deve ingerir para repor a perda pela transpiração?

- A** 0,08 g
- B** 0,44 g
- C** 1,30 g
- D** 1,80 g
- E** 80,0 g

## Questão 52



(Enem 2015) Uma garrafa térmica tem como função evitar a troca de calor entre o líquido nela contido e o ambiente, mantendo a temperatura de seu conteúdo constante. Uma forma de orientar os consumidores na compra de uma garrafa térmica seria criar um selo de qualidade, como se faz atualmente para informar o consumo de energia de eletrodomésticos. O selo identificaria cinco categorias e informaria a variação de temperatura do conteúdo da garrafa, depois de decorridas seis horas de seu fechamento, por meio de uma porcentagem do valor inicial da temperatura de equilíbrio do líquido na garrafa.

O quadro apresenta as categorias e os intervalos de variação percentual da temperatura.

Tipo de selo	Varição de temperatura
A	menor que 10%
B	entre 10% e 25%
C	entre 25% e 40%
D	entre 40% e 55%
E	maior que 55%

Para atribuir uma categoria a um modelo de garrafa térmica, são preparadas e misturadas, em uma garrafa, duas amostras de água, uma a 10 °C e outra a 40 °C, na proporção de um terço de água fria para dois terços de água quente. A garrafa é fechada. Seis horas depois, abre-se a garrafa e mede-se a temperatura da água, obtendo-se 16 °C.

Qual selo deveria ser posto na garrafa térmica testada?

- A** A
- B** B
- C** C
- D** D
- E** E

### Questão 53



(Enem 2013) Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até 70 °C. No entanto, a temperatura ideal da água para um banho é de 30 °C. Por isso, deve-se misturar a água aquecida com a água à temperatura ambiente de um outro reservatório, que se encontra a 25 °C.

Qual a razão entre a massa de água quente e a massa de água fria na mistura para um banho à temperatura ideal?

- A** 0,111.
- B** 0,125.
- C** 0,357.
- D** 0,428.
- E** 0,833.

### Questão 54



(Enem 2019) Dois amigos se encontram em um posto de gasolina para calibrar os pneus de suas bicicletas. Uma das bicicletas é de corrida (bicicleta A) e a outra, de passeio (bicicleta B). Os pneus de ambas as bicicletas têm as mesmas características, exceto que a largura dos pneus de A é menor que a largura dos pneus de B. Ao calibrarem os pneus das bicicletas A e B, respectivamente com pressões de calibração  $p_A$  e  $p_B$ , os amigos observam que o pneu da bicicleta A deforma, sob mesmos esforços, muito menos que o pneu da bicicleta B. Pode-se considerar que as massas de ar comprimido no pneu da bicicleta A,  $m_A$  e no pneu da bicicleta B,  $m_B$  são diretamente proporcionais aos seus volumes.

Comparando as pressões e massas de ar comprimido nos pneus das bicicletas, temos:

- A**  $p_A < p_B$  e  $m_A < m_B$
- B**  $p_A > p_B$  e  $m_A < m_B$
- C**  $p_A > p_B$  e  $m_A = m_B$
- D**  $p_A < p_B$  e  $m_A = m_B$
- E**  $p_A > p_B$  e  $m_A > m_B$

### Questão 55



(Enem 2015) Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual.

A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o (a)

- A** volume de ar dentro da geladeira diminuiu.
- B** motor da geladeira está funcionando com potência máxima.
- C** força exercida pelo ímã fixado na porta da geladeira aumenta.
- D** pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa.
- E** temperatura no interior da geladeira é inferior ao valor existente antes de ela ser aberta.

### Questão 56



(Enem 2015) O ar atmosférico pode ser utilizado para armazenar o excedente de energia gerada no sistema elétrico, diminuindo seu desperdício, por meio do seguinte processo: água e gás carbônico são inicialmente removidos do ar atmosférico e a massa de ar restante é resfriada até -198 °C. Presente na proporção de 78% dessa massa de ar, o nitrogênio gasoso é liquefeito, ocupando um volume 700 vezes menor. A energia excedente do sistema elétrico é utilizada nesse processo, sendo parcialmente recuperada quando o nitrogênio líquido, exposto à temperatura ambiente, entra em ebulição e se expande, fazendo girar turbinas que convertem energia mecânica em energia elétrica.

MACHADO, R. Disponível em [www.correiobraziliense.com.br](http://www.correiobraziliense.com.br) Acesso em: 9 set. 2013 (adaptado).

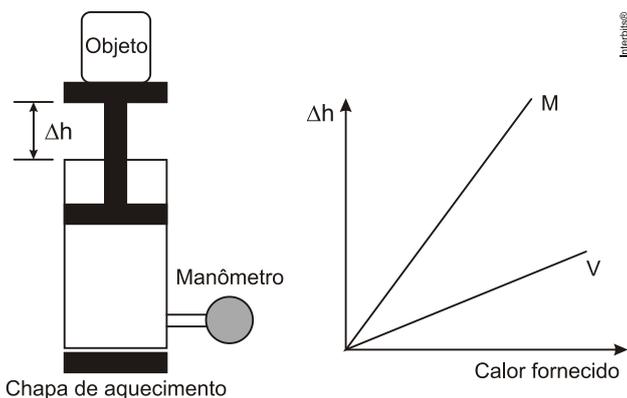
No processo descrito, o excedente de energia elétrica é armazenado pela

- A** expansão do nitrogênio durante a ebulição.
- B** absorção de calor pelo nitrogênio durante a ebulição.
- C** realização de trabalho sobre o nitrogênio durante a liquefação.
- D** retirada de água e gás carbônico da atmosfera antes do resfriamento.
- E** liberação de calor do nitrogênio para a vizinhança durante a liquefação.

## Questão 57



(Enem 2014) Um sistema de pistão contendo um gás é mostrado na figura. Sobre a extremidade superior do êmbolo, que pode movimentar-se livremente sem atrito, encontra-se um objeto. Através de uma chapa de aquecimento é possível fornecer calor ao gás e, com auxílio de um manômetro, medir sua pressão. A partir de diferentes valores de calor fornecido, considerando o sistema como hermético, o objeto elevou-se em valores  $\Delta h$ , como mostrado no gráfico. Foram estudadas, separadamente, quantidades equimolares de dois diferentes gases, denominados M e V.



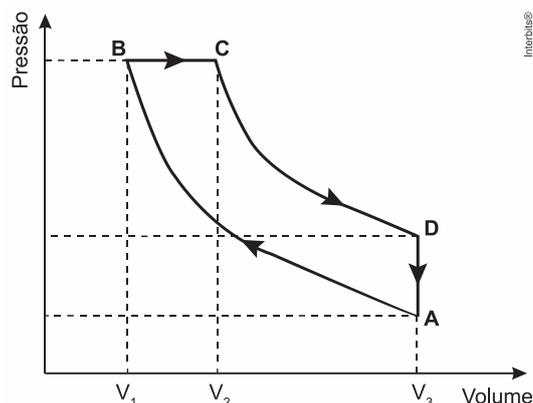
A diferença no comportamento dos gases no experimento decorre do fato de o gás M, em relação ao V, apresentar

- A** maior pressão de vapor.
- B** menor massa molecular.
- C** maior compressibilidade.
- D** menor energia de ativação.
- E** menor capacidade calorífica.

## Questão 58



(Enem PPL 2017) Rudolph Diesel patenteou um motor a combustão interna de elevada eficiência, cujo ciclo está esquematizado no diagrama pressão  $\times$  volume. O ciclo Diesel é composto por quatro etapas, duas das quais são transformações adiabáticas. O motor de Diesel é caracterizado pela compressão de ar apenas, com a injeção de combustível no final.



No ciclo Diesel, o calor é absorvido em:

- A** A  $\rightarrow$  B e C  $\rightarrow$  D, pois em ambos ocorre realização de trabalho.
- B** A  $\rightarrow$  B e B  $\rightarrow$  C, pois em ambos ocorre elevação da temperatura.
- C** C  $\rightarrow$  D, pois representa uma expansão adiabática e o sistema realiza trabalho.
- D** A  $\rightarrow$  B, pois representa uma compressão adiabática em que ocorre elevação de temperatura.
- E** B  $\rightarrow$  C, pois representa expansão isobárica em que o sistema realiza trabalho e a temperatura se eleva.

## Questão 59



(Enem 2010) Sob pressão normal (ao nível do mar), a água entra em ebulição à temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tendo por base essa informação, um garoto residente em uma cidade litorânea fez a seguinte experiência:

- Colocou uma caneca metálica contendo água no fogareiro do fogão de sua casa.
- Quando a água começou a ferver, encostou cuidadosamente a extremidade mais estreita de uma seringa de injeção, desprovida de agulha, na superfície do líquido e, erguendo o êmbolo da seringa, aspirou certa quantidade de água para seu interior, tapando-a em seguida.
- Verificando após alguns instantes que a água da seringa havia parado de ferver, ele ergueu o êmbolo da seringa, constatando, intrigado, que a água voltou a ferver após um pequeno deslocamento do êmbolo.

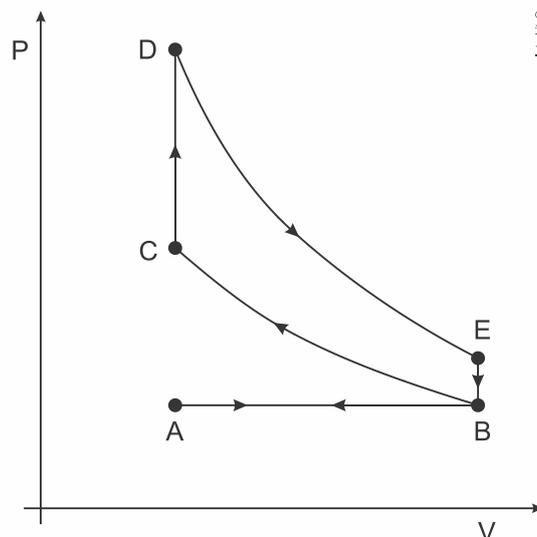
Considerando o procedimento anterior, a água volta a ferver porque esse deslocamento

- A** permite a entrada de calor do ambiente externo para o interior da seringa.
- B** provoca, por atrito, um aquecimento da água contida na seringa.
- C** produz um aumento de volume que aumenta o ponto de ebulição da água.
- D** proporciona uma queda de pressão no interior da seringa que diminui o ponto de ebulição da água.
- E** possibilita uma diminuição da densidade da água que facilita sua ebulição.

## Questão 60



Enem 2ª aplicação 2016) O motor de combustão interna, utilizado no transporte de pessoas e cargas, é uma máquina térmica cujo ciclo consiste em quatro etapas: admissão, compressão, explosão/expansão e escape. Essas etapas estão representadas no diagrama da pressão em função do volume. Nos motores a gasolina, a mistura ar/combustível entra em combustão por uma centelha elétrica.



Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

- A** A
- B** B
- C** C
- D** D
- E** E

## Questão 61



(Enem 2ª aplicação 2014) As máquinas térmicas foram aprimoradas durante a primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII. O trabalho do engenheiro francês Nicolas Léonard Sadi Carnot, que notou a relação entre a eficiência da máquina a vapor e a diferença de temperatura entre o vapor e o ambiente externo, foi fundamental para esse aprimoramento.

A solução desenvolvida por Carnot para aumentar a eficiência da máquina a vapor foi

- A** reduzir o volume do recipiente sob pressão constante.
- B** aumentar o volume do recipiente e reduzir a pressão proporcionalmente.
- C** reduzir o volume do recipiente e a pressão proporcionalmente.
- D** reduzir a pressão dentro do recipiente e manter seu volume.
- E** aumentar a pressão dentro do recipiente e manter seu volume.

## Questão 62



(Enem 2012) Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores à combustão e reduzir suas emissões de poluentes são a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: [www.inovacaotecnologica.com.br](http://www.inovacaotecnologica.com.br).  
Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

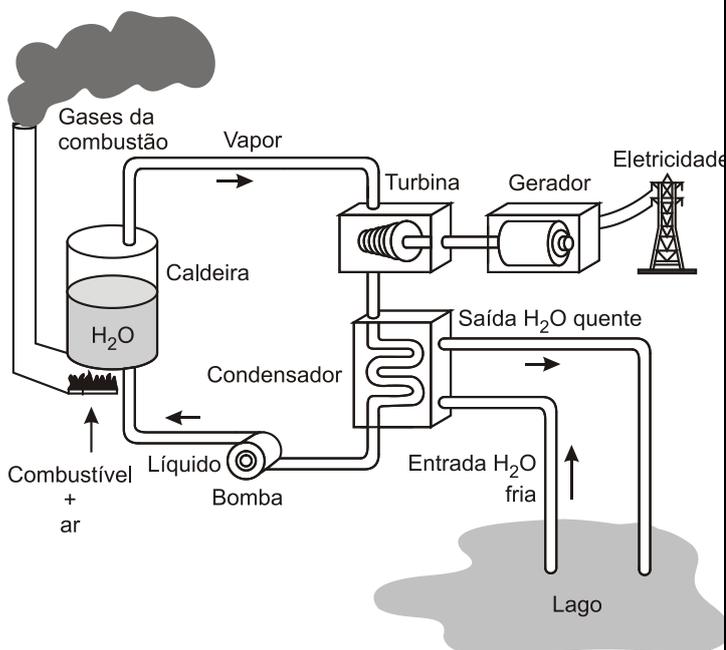
No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante

- A** o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.
- B** um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.
- C** o funcionamento cíclico de todo os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.
- D** as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.
- E** a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

### Questão 63



(Enem 2009) O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.



HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado)

Se fosse necessário melhorar o rendimento dessa usina, que forneceria eletricidade para abastecer uma cidade, qual das seguintes ações poderia resultar em alguma economia de energia, sem afetar a capacidade de geração da usina?

- A** Reduzir a quantidade de combustível fornecido à usina para ser queimado.
- B** Reduzir o volume de água do lago que circula no condensador de vapor.
- C** Reduzir o tamanho da bomba usada para devolver a água líquida à caldeira.
- D** Melhorar a capacidade dos dutos com vapor conduzirem calor para o ambiente.
- E** Usar o calor liberado com os gases pela chaminé para mover um outro gerador.

### Questão 64



(Enem 2011) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

- A** liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- B** realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- C** conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- D** transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- E** utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

### Questão 65



(Enem 2ª aplicação 2016) Até 1824 acreditava-se que as máquinas térmicas, cujos exemplos são as máquinas a vapor e os atuais motores a combustão, poderiam ter um funcionamento ideal. Sadi Carnot demonstrou a impossibilidade de uma máquina térmica, funcionando em ciclos entre duas fontes térmicas (uma quente e outra fria), obter 100% de rendimento.

Tal limitação ocorre porque essas máquinas

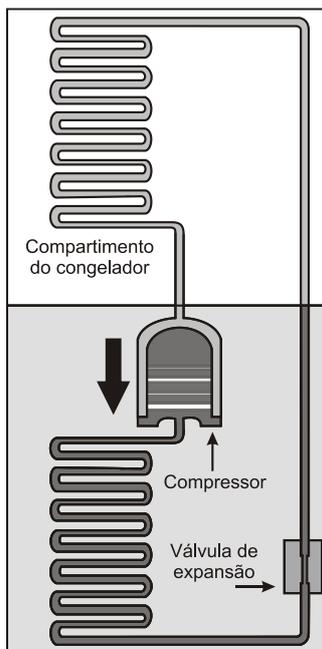
- A** realizam trabalho mecânico.
- B** produzem aumento da entropia.
- C** utilizam transformações adiabáticas.
- D** contrariam a lei da conservação de energia.
- E** funcionam com temperatura igual à da fonte quente.

## Questão 66



(Enem 2009) A invenção da geladeira proporcionou uma revolução no aproveitamento dos alimentos, ao permitir que fossem armazenados e transportados por longos períodos. A figura apresentada ilustra o processo cíclico de funcionamento de uma geladeira, em que um gás no interior de uma tubulação é forçado a circular entre o congelador e a parte externa da geladeira. É por meio dos processos de compressão, que ocorre na parte externa, e de expansão, que ocorre na parte interna, que o gás proporciona a troca de calor entre o interior e o exterior da geladeira.

Disponível em: <http://home.howstuffworks.com>. Acesso em: 19 out. 2008 (adaptado).



Nos processos de transformação de energia envolvidos no funcionamento da geladeira,

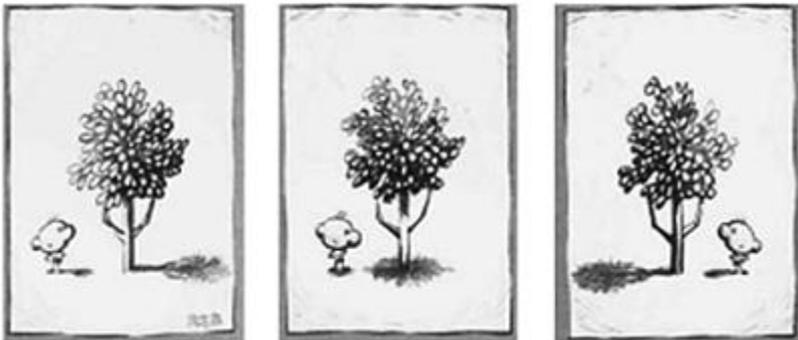
- A** a expansão do gás é um processo que cede a energia necessária ao resfriamento da parte interna da geladeira.
- B** o calor flui de forma não espontânea da parte mais fria, no interior, para a mais quente, no exterior da geladeira.
- C** a quantidade de calor cedida ao meio externo é igual ao calor retirado da geladeira.
- D** a eficiência é tanto maior quanto menos isolado termicamente do ambiente externo for o seu compartimento interno.
- E** a energia retirada do interior pode ser devolvida à geladeira abrindo-se a sua porta, o que reduz seu consumo de energia.

# ÓPTICA GEOMÉTRICA

## Questão 01



(Enem PPL 2010)



*Ciência Hoje*. v. 5, nº 27, dez. 1986. Encarte.

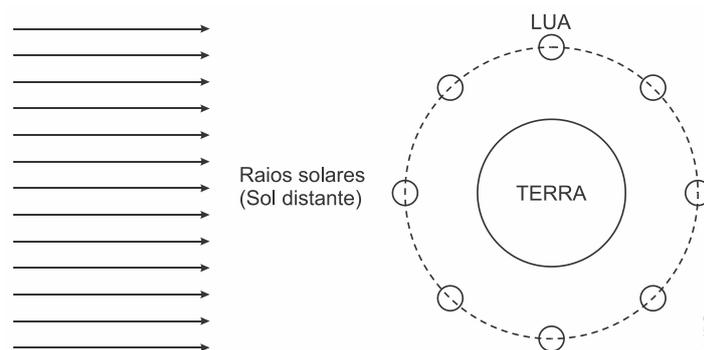
Os quadrinhos mostram, por meio da projeção da sombra da árvore e do menino, a sequência de períodos do dia: matutino, meio-dia e vespertino, que é determinada

- A** pela posição vertical da árvore e do menino.
- B** pela posição do menino em relação à árvore.
- C** pelo movimento aparente do Sol em torno da Terra.
- D** pelo fuso horário específico de cada ponto da superfície da Terra.
- E** pela estação do ano, sendo que no inverno os dias são mais curtos que no verão.

## Questão 02



(Enem PPL 2019) A figura mostra, de forma esquemática, uma representação comum em diversos livros e textos sobre eclipses. Apenas analisando essa figura, um estudante pode concluir que os eclipses podem ocorrer duas vezes a cada volta completa da Lua em torno da Terra. Apesar de a figura levar a essa percepção, algumas informações adicionais são necessárias para se concluir que nem o eclipse solar, nem o lunar ocorrem com tal periodicidade.



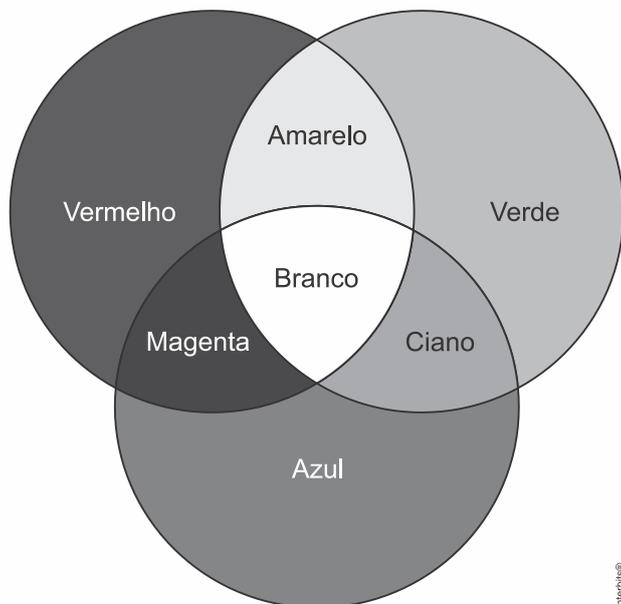
A periodicidade dos eclipses ser diferente da possível percepção do estudante ocorre em razão de

- A** eclipses noturnos serem imperceptíveis da Terra.
- B** planos das órbitas da Terra e da Lua serem diferentes.
- C** distância entre a Terra e a Lua variar ao longo da órbita.
- D** eclipses serem visíveis apenas em parte da superfície da Terra.
- E** o Sol ser uma fonte de luz extensa comparado ao tamanho da lua.

## Questão 03



(Enem 2019) Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.



A protanopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor vermelha. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de protanopia. Nesse teste, eles devem escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura.

Para qual cartão os dois voluntários identificarão a mesma cor?

- A** Vermelho.
- B** Magenta.
- C** Amarelo.
- D** Branco.
- E** Azul.

## Questão 04



(Enem PPL 2016) Algumas crianças, ao brincarem de esconde-esconde, tapam os olhos com as mãos, acreditando que, ao adotarem tal procedimento, não poderão ser vistas.

Essa percepção da criança contraria o conhecimento científico porque, para serem vistos, os objetos

- A** refletem partículas de luz (fótons), que atingem os olhos.
- B** geram partículas de luz (fótons), convertidas pela fonte externa.
- C** são atingidos por partículas de luz (fótons), emitidas pelos olhos.
- D** refletem partículas de luz (fótons), que se chocam com os fótons emitidos pelos olhos.
- E** são atingidos pelas partículas de luz (fótons), emitidas pela fonte externa e pelos olhos.

## Questão 05



(Enem 2014) É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contêm uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade da luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica. Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul.

Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt>. Acesso em 20 maio 2014 (adaptado).

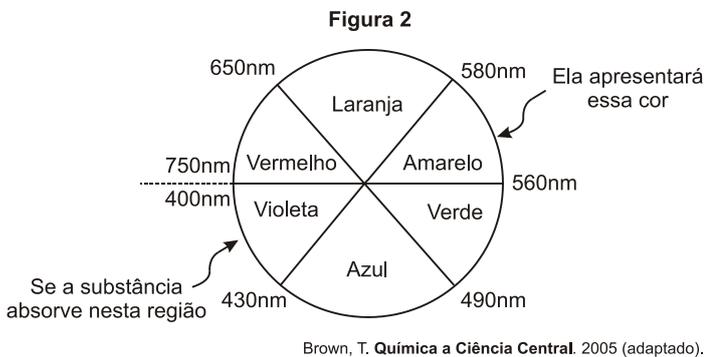
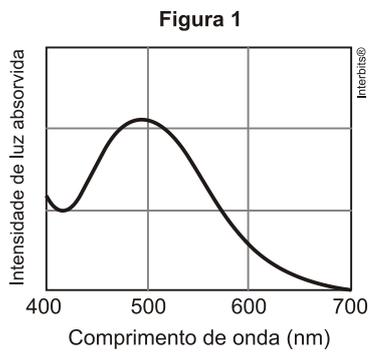
Na situação descrita, qual deve ser o filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?

- A** Ciano.
- B** Verde.
- C** Amarelo.
- D** Magenta.
- E** Vermelho.

**Questão 06**



(Enem 2011) Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.



Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?

- A** Azul.
- B** Verde.
- C** Violeta.
- D** Laranja.
- E** Vermelho.

**Questão 07**



(Enem PPL 2011)



Disponível em: <http://www.deltateta.com>. Acesso em: 30 abr. 2010.

A figura mostra uma superfície refletora de formato parabólico, que tem sido utilizada como um fogão solar. Esse dispositivo é montado de tal forma que a superfície fique posicionada sempre voltada para o Sol. Neste, a panela deve ser colocada em um ponto determinado para maior eficiência do fogão.

Disponível em: <http://www.deltateta.com>. Acesso em: 30 abr. 2010.

Considerando que a panela esteja posicionada no ponto citado, a maior eficiência ocorre porque os raios solares

- A** refletidos passam por esse ponto, definido como ponto de reflexão.
- B** incidentes passam por esse ponto, definido como vértice da parábola.
- C** refletidos se concentram nesse ponto, definido como foco da parábola.
- D** incidentes se concentram nesse ponto, definido como ponto de incidência.
- E** incidentes e refletidos se interceptam nesse ponto, definido como centro de curvatura.

## Questão 08



(Enem 2ª aplicação 2014)



A ilustração representa uma das mais conhecidas obras do artista gráfico holandês M. C. Escher. Seu trabalho tem como características as figuras geométricas e ilusões de óptica.

Disponível em: [www.myspace.com](http://www.myspace.com). Acesso em: 20 out. 2011.

Pelas características da imagem formada na gravura, o artista representou um espelho esférico do tipo

- A** convexo, pois as imagens de todos os objetos, formadas na esfera, inclusive a do artista, são virtuais.
- B** côncavo, pois as imagens são direitas, indicando que todos os objetos visualizados estão entre o foco e o espelho.
- C** côncavo, devido ao pequeno campo de visão, não é possível observar todos os detalhes do local onde se encontra o artista.
- D** convexo, pois as imagens são formadas pelo cruzamento dos raios de luz refletidos pela esfera, por isso as imagens são direitas e não invertidas.
- E** côncavo, devido às imagens formadas por este espelho serem todas reais, ou seja, formadas pelo cruzamento dos raios de luz refletidos pela esfera.

## Questão 09



(Enem PPL 2010) Os espelhos retrovisores, que deveriam auxiliar os motoristas na hora de estacionar ou mudar de pista, muitas vezes causam problemas. É que o espelho retrovisor do lado direito, em alguns modelos, distorce a imagem, dando a impressão de que o veículo está a uma distância maior do que a real.

Este tipo de espelho, chamado convexo, é utilizado com o objetivo de ampliar o campo visual do motorista, já que no Brasil se adota a direção do lado esquerdo e, assim, o espelho da direita fica muito mais distante dos olhos do condutor.

Disponível em: <http://noticias.vrum.com.br>. Acesso em: 3 nov. 2010 (adaptado).

Sabe-se que, em um espelho convexo, a imagem formada está mais próxima do espelho do que este está do objeto, o que parece estar em conflito com a informação apresentada na reportagem. Essa aparente contradição é explicada pelo fato de

- A** a imagem projetada na retina do motorista ser menor do que o objeto.
- B** a velocidade do automóvel afetar a percepção da distância.
- C** o cérebro humano interpretar como distante uma imagem pequena.
- D** o espelho convexo ser capaz de aumentar o campo visual do motorista.
- E** o motorista perceber a luz vinda do espelho com a parte lateral do olho.

**Questão 10** ◆◆◆

(Enem PPL 2014) Folhas de papel, como as utilizadas para a impressão de documentos, são opacas e permeáveis aos líquidos. Esse material é constituído de microfibras entrelaçadas de celulose, que são transparentes à luz. Quando sobre elas se derrama glicerina, elas se tornam translúcidas. Uma imagem da superfície de uma folha de papel, ampliada por um microscópio eletrônico de varredura, pode ser vista na figura. No quadro é apresentada a razão ( $n$ ) entre a velocidade da luz no vácuo e no respectivo material (celulose, glicerina ou ar).



Material	$n$
celulose	1,46
glicerina	1,47
ar	1,00

Nessa situação, o papel se tornou translúcido porque a luz é

- A** mais refletida.
- B** mais absorvida.
- C** mais espalhada.
- D** menos refratada.
- E** menos transmitida.

**Questão 11** ◆◆◆

(Enem 2014) As lentes fotocromáticas escurecem quando expostas à luz solar por causa de reações químicas reversíveis entre uma espécie incolor e outra colorida. Diversas reações podem ser utilizadas, e a escolha do melhor reagente para esse fim se baseia em três principais aspectos: (i) o quanto escurece a lente; (ii) o tempo de escurecimento quando exposta à luz solar; e (iii) o tempo de esmaecimento em ambiente sem forte luz solar. A transmitância indica a razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide sobre ele.

Durante um teste de controle para o desenvolvimento de novas lentes fotocromáticas, foram analisadas cinco amostras, que utilizam reagentes químicos diferentes. No quadro, são apresentados os resultados.

Amostra	Tempo de escurecimento (segundo)	Tempo de esmaecimento (segundo)	Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%)
1	20	50	80
2	40	30	90
3	20	30	50
4	50	50	50
5	40	20	95

Considerando os três aspectos, qual é a melhor amostra de lente fotocromática para se utilizar em óculos?

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

## Questão 12



(Enem PPL 2012) Em um experimento, coloca-se glicerina dentro de um tubo de vidro liso. Em seguida, parte do tubo é colocada em um copo de vidro que contém glicerina e a parte do tubo imersa fica invisível.

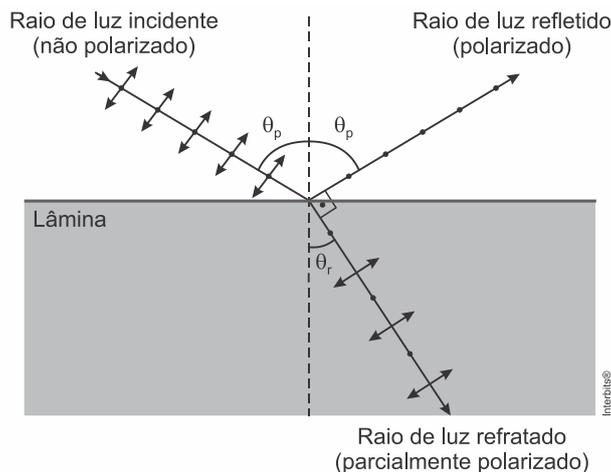
Esse fenômeno ocorre porque a

- A) intensidade da luz é praticamente constante no vidro.
- B) parcela de luz refletida pelo vidro é praticamente nula.
- C) luz que incide no copo não é transmitida para o tubo de vidro.
- D) velocidade da luz é a mesma no vidro e na glicerina.
- E) trajetória da luz é alterada quando ela passa da glicerina para o vidro.

## Questão 13



(Enem PPL 2015) A fotografia feita sob luz polarizada é usada por dermatologistas para diagnósticos. Isso permite ver detalhes da superfície da pele que não são visíveis com o reflexo da luz branca comum. Para se obter luz polarizada, pode-se utilizar a luz transmitida por um polaroide ou a luz refletida por uma superfície na condição de Brewster, como mostra a figura. Nessa situação, o feixe da luz refratada forma um ângulo de  $90^\circ$  com o feixe da luz refletida, fenômeno conhecido como Lei de Brewster. Nesse caso, o ângulo da incidência  $\theta_p$ , também chamado de ângulo de polarização, e o ângulo de refração  $\theta_r$  estão em conformidade com a Lei de Snell.



Considere um feixe de luz não polarizada proveniente de um meio com índice de refração igual a 1, que incide sobre uma lâmina e faz um ângulo de refração  $\theta_r$  de  $30^\circ$ .

Nessa situação, qual deve ser o índice de refração da lâmina para que o feixe refletido seja polarizado?

- A)  $\sqrt{3}$
- B)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- C) 2
- D)  $\frac{1}{2}$
- E)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

**Questão 14**



(Enem 2010) Um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, construiu o primeiro metamaterial que apresenta valor negativo do índice de refração relativo para a luz visível. Denomina-se metamaterial um material óptico artificial, tridimensional, formado por pequenas estruturas menores do que o comprimento de onda da luz, o que lhe dá propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Esse material tem sido chamado de “canhoto”.

Disponível em: <http://inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

Considerando o comportamento atípico desse metamaterial, qual é a figura que representa a refração da luz ao passar do ar para esse meio?

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

**Questão 15**



(Enem 2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível.

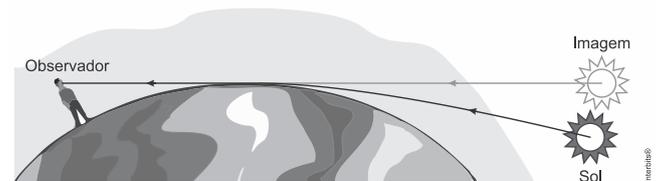
Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

- A** Mudou de sentido.
- B** Sofreu reflexão total.
- C** Atingiu o valor do ângulo limite.
- D** Direcionou-se para a superfície de separação.
- E** Aproximou-se da normal à superfície de separação.

**Questão 16**



(Enem (Libras) 2017) No Hemisfério Sul, o solstício de verão (momento em que os raios solares incidem verticalmente sobre quem se encontra sobre o Trópico de Capricórnio) ocorre no dia 21 ou 23 de dezembro. Nessa data, o dia tem o maior período de presença de luz solar. A figura mostra as trajetórias da luz solar nas proximidades do planeta Terra quando ocorre o fenômeno óptico que possibilita que o Sol seja visto por mais tempo pelo observador.



Qual é o fenômeno óptico mostrado na figura?

- A** A refração da luz solar ao atravessar camadas de ar com diferentes densidades.
- B** A polarização da luz solar ao incidir sobre a superfície dos oceanos.
- C** A reflexão da luz solar nas camadas mais altas da ionosfera.
- D** A difração da luz solar ao contornar a superfície da Terra.
- E** O espalhamento da luz solar ao atravessa a atmosfera.

## Questão 17



(Enem 2012) Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.

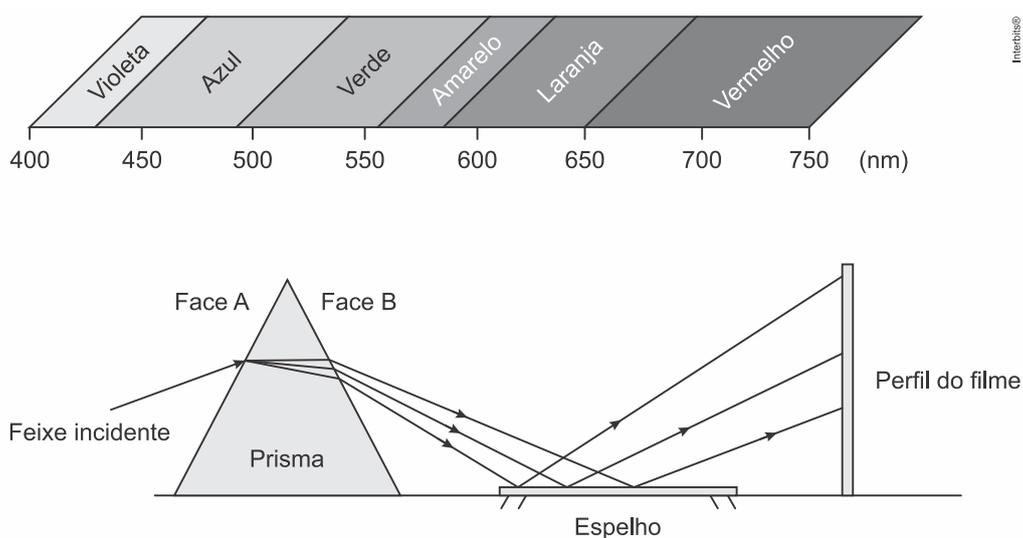
Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz

- Ⓐ refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
- Ⓑ emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
- Ⓒ espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
- Ⓓ emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
- Ⓔ refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

## Questão 18



(Enem 2018) A figura representa um prisma óptico, constituído de um material transparente, cujo índice de refração é crescente com a frequência da luz que sobre ele incide. Um feixe luminoso, composto por luzes vermelha, azul e verde, incide na face A, emerge na face B e, após ser refletido por um espelho, incide num filme para fotografia colorida, revelando três pontos.



Observando os pontos luminosos revelados no filme, de baixo para cima, constatam-se as seguintes cores:

- Ⓐ Vermelha, verde, azul.
- Ⓑ Verde, vermelha, azul.
- Ⓒ Azul, verde, vermelha.
- Ⓓ Verde, azul, vermelha.
- Ⓔ Azul, vermelha, verde.

**Questão 19** ◆◆◆

(Enem 2015) Será que uma miragem ajudou a afundar o Titanic? O fenômeno ótico conhecido como Fata Morgana pode fazer com que uma falsa parede de água apareça sobre o horizonte molhado. Quando as condições são favoráveis, a luz refletida pela água fria pode ser desviada por uma camada incomum de ar quente acima, chegando até o observador, vinda de muitos ângulos diferentes. De acordo com estudos de pesquisadores da Universidade de San Diego, uma Fata Morgana pode ter obscurecido os *icebergs* da visão da tripulação que estava a bordo do Titanic. Dessa forma, a certa distância, o horizonte verdadeiro fica encoberto por uma névoa escurecida, que se parece muito com águas calmas no escuro.

Disponível em: <http://apod.nasa.gov>. Acesso em: 6 set. 2012 (adaptado).

O fenômeno ótico que, segundo os pesquisadores, provoca a Fata Morgana é a

- A** ressonância.
- B** refração.
- C** difração.
- D** reflexão.
- E** difusão.

**Questão 20** ◆◆◆

(Enem PPL 2014) As miragens existem e podem induzir à percepção de que há água onde não existe. Elas são a manifestação de um fenômeno óptico que ocorre na atmosfera.

Disponível em: [www.invivo.fiocruz.br](http://www.invivo.fiocruz.br). Acesso em: 29 fev. 2012.

Esse fenômeno óptico é consequência da

- A** refração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
- B** reflexão da luz ao incidir no solo quente.
- C** reflexão difusa da luz na superfície rugosa.
- D** dispersão da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
- E** difração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.

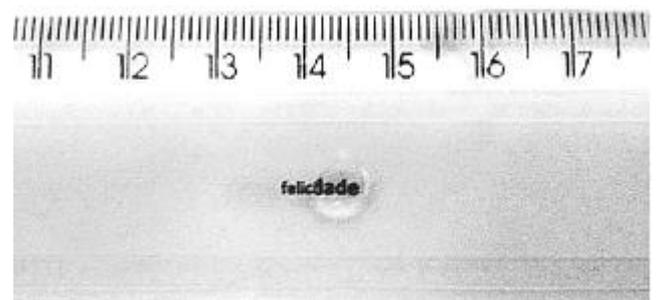
**Questão 21** ◆◆◆

(Enem PPL 2013) A banda larga brasileira é lenta. No Japão já existem redes de fibras ópticas, que permitem acessos à internet com velocidade de 1 gigabit por segundo (Gbps), o suficiente para baixar em um minuto, por exemplo, 80 filmes. No Brasil a maioria das conexões ainda é de 1 megabit por segundo (Mbps), ou seja, menos de um milésimo dos acessos mais rápidos do Japão. A fibra óptica é composta basicamente de um material dielétrico (sílica ou plástico), segundo uma estrutura cilíndrica, transparente e flexível. Ela é formada de uma região central envolta por uma camada, também de material dielétrico, com índice de refração diferente ao do núcleo. A transmissão em uma fibra óptica acontecerá de forma correta se o índice de refração do núcleo, em relação ao revestimento, for

- A** superior e ocorrer difração.
- B** superior e ocorrer reflexão interna total.
- C** inferior e ocorrer reflexão interna parcial.
- D** inferior e ocorrer interferência destrutiva.
- E** inferior e ocorrer interferência construtiva.

**Questão 22** ◆◆◆

(Enem (Libras) 2017) Um experimento bastante interessante no ensino de ciências da natureza constitui em escrever palavras em tamanho bem pequeno, quase ilegíveis a olho nu, em um pedaço de papel e cobri-lo com uma régua de material transparente. Em seguida, pinga-se uma gota d'água sobre a régua na região da palavra, conforme mostrado na figura, que apresenta o resultado do experimento. A gota adquire o formato de uma lente e permite ler a palavra de modo mais fácil em razão do efeito de ampliação.



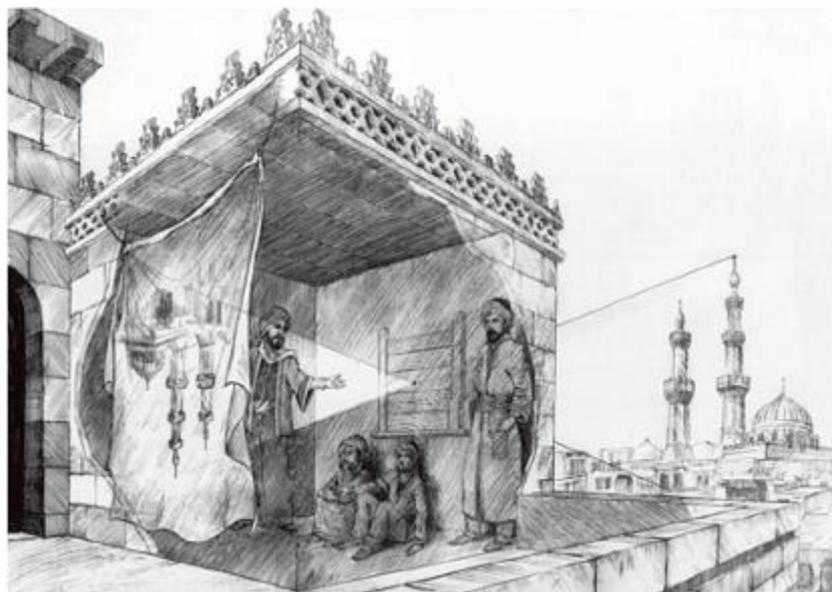
Qual é o tipo de lente formada pela gota d'água no experimento descrito?

- A** Biconvexa.
- B** Bicôncava.
- C** Plano-convexa.
- D** Plano-côncava.
- E** Convexa-côncava.

## Questão 23



(Enem 2015) Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham: 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o *Livro da Óptica*, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em tecido utilizado como anteparo.



Zewail, A. H. Micrographia of twenty-first century: from camera obscura to 4D microscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 368, 2010 (adaptado)

Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(à)

- A** íris
- B** retina
- C** pupila
- D** córnea
- E** cristalino

## Questão 24



(Enem 2019) A maioria das pessoas fica com a visão embaçada ao abrir os olhos debaixo d'água. Mas há uma exceção: o povo moken, que habita a costa da Tailândia. Essa característica se deve principalmente à adaptabilidade do olho e à plasticidade do cérebro, o que significa que você também, com algum treinamento, poderia enxergar relativamente bem debaixo d'água. Estudos mostraram que as pupilas de olhos de indivíduos moken sofrem redução significativa debaixo d'água, o que faz com que os raios luminosos incidam quase paralelamente ao eixo óptico da pupila.

GISLÉN, A. et al. Visual Training Improves Underwater Vision in Children. *Vision Research*, n. 46, 2006 (adaptado).

A acuidade visual associada à redução das pupilas é fisicamente explicada pela diminuição

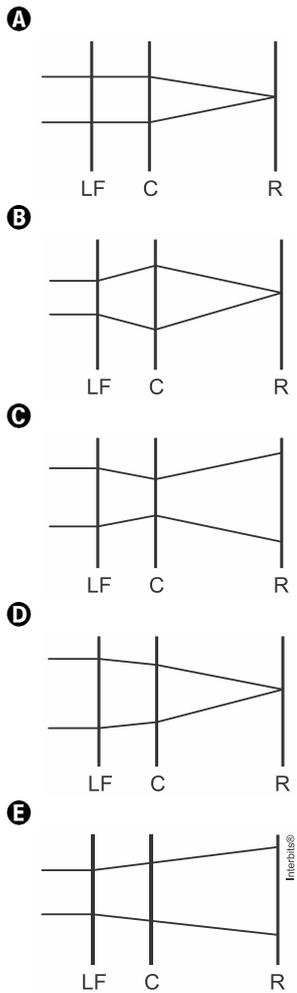
- A** da intensidade luminosa incidente na retina.
- B** da difração dos feixes luminosos que atravessam a pupila.
- C** da intensidade dos feixes luminosos em uma direção por polarização.
- D** do desvio dos feixes luminosos refratados no interior do olho.
- E** das reflexões dos feixes luminosos no interior do olho.

Questão 25



(Enem PPL 2015) O avanço tecnológico da medicina propicia o desenvolvimento de tratamento para diversas doenças, como as relacionadas à visão. As correções que utilizam *laser* para o tratamento da miopia são consideradas seguras até 12 dioptrias, dependendo da espessura e curvatura da córnea. Para valores de dioptria superiores a esse, o implante de lentes intraoculares é mais indicado. Essas lentes, conhecidas como lentes fálicas (LF) são implantadas junto à córnea, antecedendo o cristalino (C) sem que esse precise ser removido, formando a imagem correta sobre a retina (R).

O comportamento de um feixe de luz incidindo no olho que possui um implante de lentes fálicas para correção do problema de visão apresentado é esquematizado por



## Questão 26



(Enem PPL 2011) Indivíduos míopes têm dificuldade de enxergar objetos distantes. Para correção desse problema com lentes, o oftalmologista deve medir a distância máxima que o indivíduo pode enxergar nitidamente, que corresponde à distância focal da lente. A vergência ( $V$ ) de uma lente é numericamente igual ao inverso da distância focal ( $f$ ), dada em metros ( $V = 1/f$ ). A vergência é medida em dioptria (di), comumente denominada de graus de uma lente.

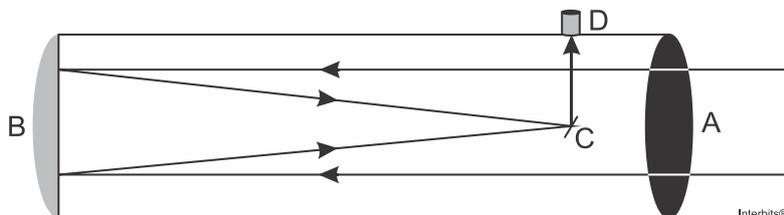
Se a distância máxima a que o indivíduo míope enxerga nitidamente for 50 cm, para corrigir o problema, o oftalmologista receitará lentes de vergência

- A** – 2,00 di
- B** – 0,02 di
- C** 0,02 di
- D** 0,20 di
- E** 2,00 di

## Questão 27



(Enem PPL 2011) A figura seguinte representa, esquematicamente, um telescópio refletor:



A luz emitida por um astro penetra no telescópio pelo orifício na posição A, reflete no espelho parabólico localizado na posição B, é novamente refletida pelo espelho C em direção às lentes localizadas na ocular do telescópio (local onde o observador aproxima o olho) na posição D. Essa lente forma uma imagem real e maior do objeto observado, um pouco à frente de D. Por isso, o observador não deve encostar seus olhos na lente para enxergar essa imagem.

Considerando uma situação em que apenas uma lente é colocada na posição D, qual o tipo de espelho utilizado e qual o tipo de lente utilizada nas posições B e D respectivamente?

- A** Convexo e bifocal.
- B** Convexo e divergente.
- C** Côncavo e convergente.
- D** Côncavo e divergente.
- E** Plano e convergente.

## Questão 28



(Enem PPL 2017) A aquisição de um telescópio deve levar em consideração diversos fatores, entre os quais estão o aumento angular, a resolução ou o poder de separação e a magnitude limite. O aumento angular informa quantas vezes mais próximo de nós percebemos o objeto observado e é calculado como sendo a razão entre as distâncias focais da objetiva ( $F_1$ ) e da ocular ( $F_2$ ). A resolução do telescópio ( $P$ ) informa o menor ângulo que deve existir entre dois pontos observados para que seja possível distingui-los. A magnitude limite ( $M$ ) indica o menor brilho que um telescópio pode captar. Os valores numéricos de  $P$  e  $M$  pelas expressões:  $P = \frac{12}{D}$  e  $M = 7,1 + 5(\log D)$ , em que  $D$  é o valor numérico do diâmetro da objetiva do telescópio, expresso em centímetro.

Disponível em: [www.telescopiosastronomicos.com.br](http://www.telescopiosastronomicos.com.br). Acesso em: 13 maio 2013 (adaptado).

Ao realizar a observação de um planeta distante e de luminosidade, não se obteve uma imagem nítida. Para melhorar a qualidade dessa observação, os valores de  $D$ ,  $F_1$  e  $F_2$  devem ser, respectivamente,

- A** aumentado, aumentado e diminuído.
- B** aumentado, diminuído e aumentado.
- C** aumentado, diminuído e diminuído.
- D** diminuído, aumentado e aumentado.
- E** diminuído, aumentado e diminuído.

# MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

## Questão 01



(Enem PPL 2013) Um enfeite para berço é constituído de um aro metálico com um ursinho pendurado, que gira com velocidade angular constante. O aro permanece orientado na horizontal, de forma que o movimento do ursinho seja projetado na parede pela sua sombra.

Enquanto o ursinho gira, sua sombra descreve um movimento

- A circular uniforme.
- B retilíneo uniforme.
- C retilíneo harmônico simples.
- D circular uniformemente variado.
- E retilíneo uniformemente variado.

## Questão 02



(Enem PPL 2016) A corrida dos 100 m rasos é uma das principais provas do atletismo e qualifica o homem mais rápido do mundo. Um corredor de elite foi capaz de percorrer essa distância em 10 s, com 41 passadas. Ele iniciou a corrida com o pé direito.

O período de oscilação do pé direito desse corredor foi mais próximo de

- A 1/10 s
- B 1/4 s
- C 1/2 s
- D 2 s
- E 4 s

## Questão 03



(Enem 2014) Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

YODER, J. G. *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (adaptado).

Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a)

- A comprimento da haste seja mantido constante.
- B massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
- C material da haste possua alta condutividade térmica.
- D amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
- E energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

# ONDULATÓRIA

## Questão 01



(Enem 2ª aplicação 2014) Durante a formação de uma tempestade, são observadas várias descargas elétricas, os raios, que podem ocorrer das nuvens para o solo (descarga descendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. Normalmente, observa-se primeiro um clarão no céu (relâmpago) e somente alguns segundos depois ouve-se o barulho (trovão) causado pela descarga elétrica. O trovão ocorre devido ao aquecimento do ar pela descarga elétrica que sofre uma expansão e se propaga em forma de onda sonora.

O fenômeno de ouvir o trovão certo tempo após a descarga elétrica ter ocorrido deve-se

- A** à velocidade de propagação do som ser diminuída por conta do aquecimento do ar.
- B** à propagação da luz ocorrer através do ar e a propagação do som ocorrer através do solo.
- C** à velocidade de propagação da luz ser maior que a velocidade de propagação do som no ar.
- D** ao relâmpago ser gerado pelo movimento de cargas elétricas, enquanto o som é gerado a partir da expansão do ar.
- E** ao tempo de duração da descarga elétrica ser menor que o tempo gasto pelo som para percorrer a distância entre o raio e quem o observa.

## Questão 02



(Enem PPL 2017)



DAVIS, J. Disponível em: <http://garfield.com>. Acesso em: 15 ago. 2014.

A faixa espectral da radiação solar que contribui fortemente para o efeito mostrado na tirinha é caracterizada como

- A** visível.
- B** amarela.
- C** vermelha.
- D** ultravioleta.
- E** infravermelha.

## Questão 03



(Enem 2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. *Sensores*. Disponível em: [www2.feg.unesp.br](http://www2.feg.unesp.br). Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

- A** da luz visível.
- B** do ultravioleta.
- C** do infravermelho.
- D** das micro-ondas.
- E** das ondas longas de rádio.

## Questão 04



(Enem 2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- A** baixa intensidade.
- B** baixa frequência.
- C** um espectro contínuo.
- D** amplitude inadequada.
- E** curto comprimento de onda.

## Questão 05



(Enem PPL 2016) Em mídias ópticas como CDs, DVDs e *blue-rays*, a informação é representada na forma de *bits* (zeros e uns) e é fisicamente gravada e lida por feixes de luz *laser*. Para gravar um valor “zero”, o *laser* brilha intensamente, de modo a “queimar” (tomar opaca) uma pequena área do disco, de tamanho comparável a seu comprimento de onda. Ao longo dos anos, as empresas de tecnologia vêm conseguindo aumentar a capacidade de armazenamento de dados em cada disco; em outras palavras, a área usada para se representar um *bit* vem se tornando cada vez mais reduzida.

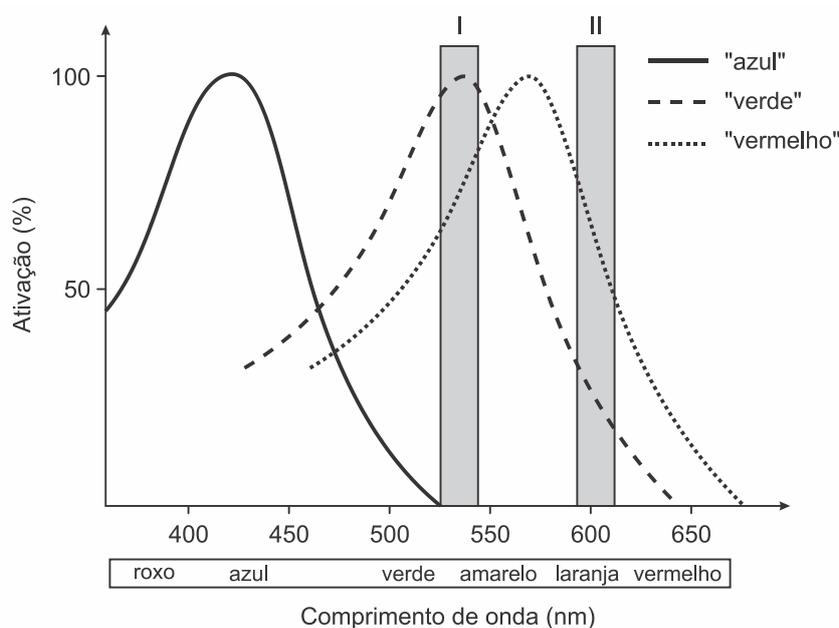
Qual alteração da onda eletromagnética que constitui o *laser* permite o avanço tecnológico citado no texto?

- A** A diminuição de sua energia.
- B** O aumento de sua frequência.
- C** A diminuição de sua amplitude.
- D** O aumento de sua intensidade.
- E** A diminuição de sua velocidade.

## Questão 06



(Enem 2018) Muitos primatas, incluindo nós humanos, possuem visão tricromática: têm três pigmentos visuais na retina sensíveis à luz de uma determinada faixa de comprimentos de onda. Informalmente, embora os pigmentos em si não possuam cor, estes são conhecidos como pigmentos “azul”, “verde” e “vermelho” e estão associados à cor que causa grande excitação (ativação). A sensação que temos ao observar um objeto colorido decorre da ativação relativa dos três pigmentos. Ou seja, se estimulássemos a retina com uma luz na faixa de 530 nm (retângulo I no gráfico), não excitaríamos o pigmento “azul”, o pigmento “verde” seria ativado ao máximo e o “vermelho” seria ativado em aproximadamente 75%, e isso nos daria a sensação de ver uma cor amarelada. Já uma luz na faixa de comprimento de onda de 600 nm (retângulo II) estimularia o pigmento “verde” um pouco e o “vermelho” em cerca de 75% e isso nos daria a sensação de ver laranja-avermelhado. No entanto, há características genéticas presentes em alguns indivíduos, conhecidas coletivamente como Daltonismo, em que um ou mais pigmentos não funcionam perfeitamente.



Disponível em: [www.comprehensivephysiology.com](http://www.comprehensivephysiology.com). Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).

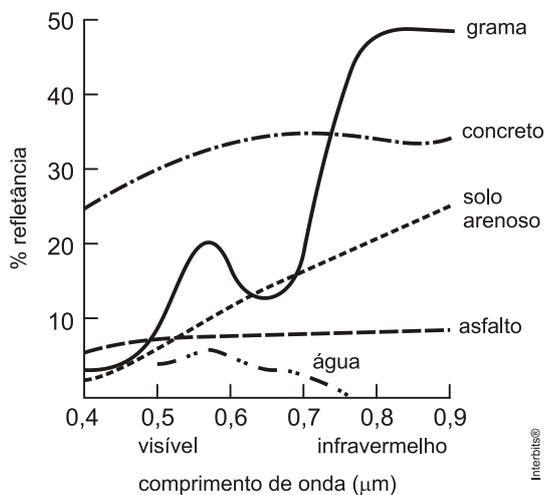
Caso estimulássemos a retina de um indivíduo com essa característica, que não possuísse o pigmento conhecido como “verde”, com as luzes de 530 nm e 600 nm na mesma intensidade luminosa, esse indivíduo seria incapaz de

- A** identificar o comprimento de onda do amarelo, uma vez que não possui o pigmento “verde”.
- B** ver o estímulo de comprimento de onda laranja, pois não haveria estimulação de um pigmento visual.
- C** detectar ambos os comprimentos de onda, uma vez que a estimulação dos pigmentos estaria prejudicada.
- D** visualizar o estímulo do comprimento de onda roxo, já que este se encontra na outra ponta do espectro.
- E** distinguir os dois comprimentos de onda, pois ambos estimulam o pigmento “vermelho” na mesma intensidade.

## Questão 07



(Enem 2011) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia é por meio da quantidade de energia refletida pelos objetos. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostrado na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. *Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos*. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br>. Acesso em: 3 maio 2009.

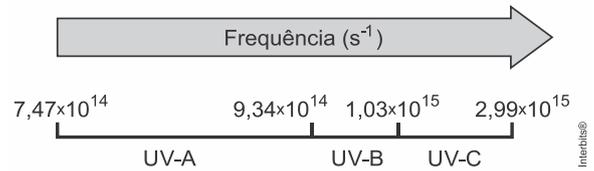
De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentadas na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros ( $\mu\text{m}$ )?

- A** 0,4 a 0,5.
- B** 0,5 a 0,6.
- C** 0,6 a 0,7.
- D** 0,7 a 0,8.
- E** 0,8 a 0,9.

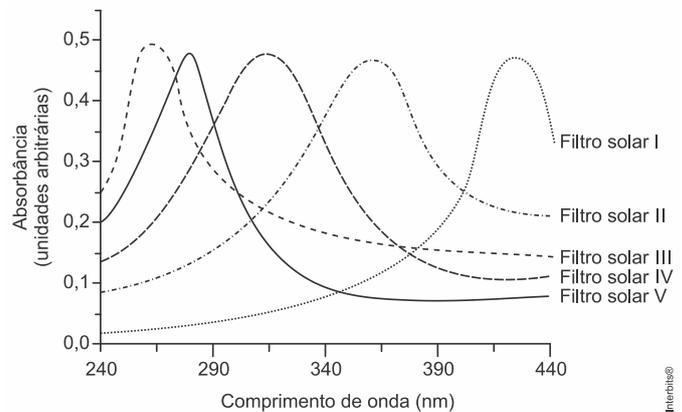
## Questão 08



(Enem 2015) A radiação ultravioleta (UV) é dividida, de acordo com três faixas de frequência, em UV-A, UV-B e UV-C, conforme a figura.



Para selecionar um filtro solar que apresente absorção máxima na faixa UV-B, uma pessoa analisou os espectros de absorção da radiação UV de cinco filtros solares:



Considere:

velocidade da luz =  $3,0 \times 10^8$  m/s e  $1 \text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9}$  m

O filtro solar que a pessoa deve selecionar é o

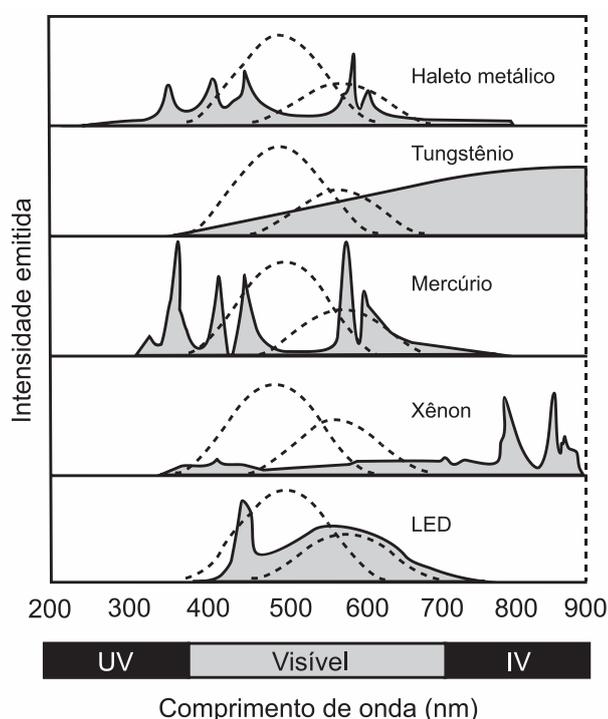
- A** V.
- B** IV.
- C** III.
- D** II.
- E** I.

## Questão 09



(Enem 2017) A figura mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente.

Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente.



Disponível em: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>.  
Acesso em: 8 maio 2017 (adaptado).

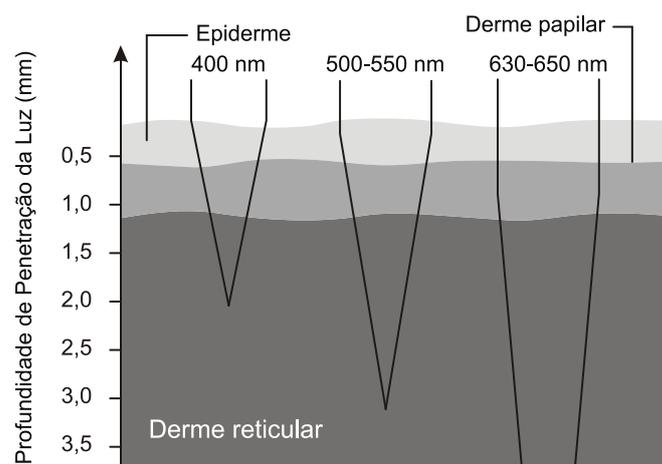
Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

- A** Haleto metálico.
- B** Tungstênio.
- C** Mercúrio.
- D** Xênon.
- E** LED

## Questão 10



(Enem PPL 2012) A terapia fotodinâmica é um tratamento que utiliza luz para cura de câncer através da excitação de moléculas medicamentosas, que promovem a desestruturação das células tumorais. Para a eficácia do tratamento, é necessária a iluminação na região do tecido a ser tratado. Em geral, as moléculas medicamentosas absorvem as frequências mais altas. Por isso, as intervenções cutâneas são limitadas pela penetração da luz visível, conforme a figura:



LANE, N. Profundidade de penetração de feixes de luz de diferentes comprimentos de onda da luz incidente. *Scientific American Brasil*, fev. 2003 (adaptado).

A profundidade de até 2 mm em que o tratamento cutâneo é eficiente se justifica porque a luz de

- A** curto comprimento de onda é mais refletida pela pele.
- B** maior energia é mais absorvida pelo tecido orgânico.
- C** menor energia é absorvida nas regiões mais profundas.
- D** todos os comprimentos de onda terão alta intensidade.
- E** cada comprimento de onda percebe um índice de refração diferente.

## Questão 11



(Enem PPL 2019) Um professor percebeu que seu apontador a *laser*, de luz monocromática, estava com o brilho pouco intenso. Ele trocou as baterias do apontador e notou que a intensidade luminosa aumentou sem que a cor do *laser* se alterasse. Sabe-se que a luz é uma onda eletromagnética e apresenta propriedades como amplitude, comprimento de onda, fase, frequência e velocidade.

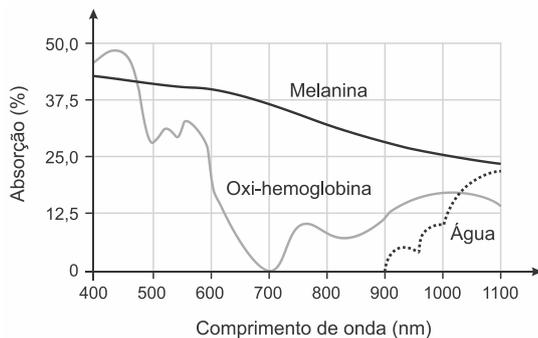
Dentre as propriedades de ondas citadas, aquela associada ao aumento do brilho do *laser* é o(a)

- A** amplitude.
- B** frequência.
- C** fase da onda.
- D** velocidade da onda.
- E** comprimento de onda.

## Questão 12



(Enem 2017) A epilação a *laser* (popularmente conhecida como depilação a *laser*) consiste na aplicação de uma fonte de luz para aquecer e causar uma lesão localizada e controlada nos folículos capilares. Para evitar que outros tecidos sejam danificados, selecionam-se comprimentos de onda que são absorvidos pela melanina presente nos pelos, mas que não afetam a oxihemoglobina do sangue e a água dos tecidos da região em que o tratamento será aplicado. A figura mostra como é a absorção de diferentes comprimentos de onda pela melanina, oxihemoglobina e água.



MACEDO, F. S.; MONTEIRO, E. O. *Epilação com laser e luz intensa pulsada*. *Revista Brasileira de Medicina*. Disponível em: [www.moreirajr.com.br](http://www.moreirajr.com.br). Acesso em: 4 set. 2015 (adaptado).

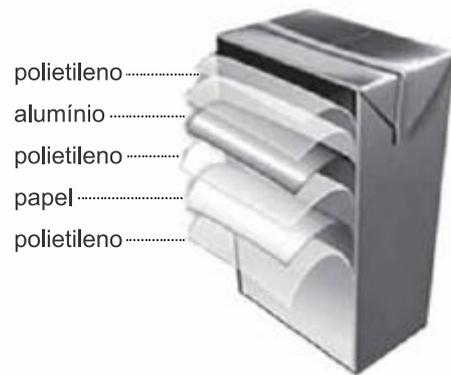
Qual é o comprimento de onda, em nm, ideal para a epilação a *laser*?

- A** 400
- B** 700
- C** 1.100
- D** 900
- E** 500

## Questão 13



(Enem PPL 2015) A figura representa uma embalagem cartonada e sua constituição em multicamadas. De acordo com as orientações do fabricante, essas embalagens não devem ser utilizadas em fornos micro-ondas.



NASCIMENTO, R. M. M. et al. *Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo?* *Química Nova na Escola*, n. 25, maio 2007 (adaptado).

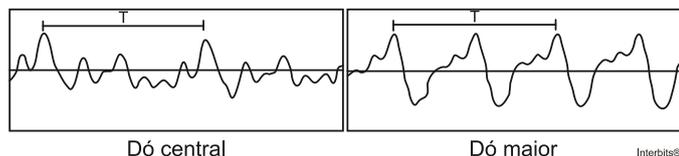
A restrição citada deve-se ao fato de a

- A** embalagem aberta se expandir pela pressão do vapor formado em seu interior.
- B** Camada de polietileno se danificar, colocando o alumínio em contato com o alimento.
- C** fina camada de alumínio blindar a radiação, não permitindo que o alimento se aqueça.
- D** absorção de radiação pelo papel, que se aquece e pode levar à queima da camada de polietileno.
- E** geração de centelhas na camada de alumínio, que pode levar à queima da camada de papel e de polietileno.

## Questão 14



(Enem 2013) Em um piano, o Dó central e a próxima nota Dó (Dó maior) apresentam sons parecidos, mas não idênticos. É possível utilizar programas computacionais para expressar o formato dessas ondas sonoras em cada uma das situações como apresentado nas figuras, em que estão indicados intervalos de tempo idênticos (T).



A razão entre as frequências do Dó central e do Dó maior é de:

- A  $\frac{1}{2}$
- B 2
- C 1
- D  $\frac{1}{4}$
- E 4

## Questão 15



(Enem 2018) O sonorizador é um dispositivo físico implantado sobre a superfície de uma rodovia de modo que provoque uma trepidação e ruído quando da passagem de um veículo sobre ele, alertando para uma situação atípica à frente, como obras, pedágios ou travessia de pedestres. Ao passar sobre os sonorizadores, a suspensão do veículo sofre vibrações que produzem ondas sonoras, resultando em um barulho peculiar. Considere um veículo que passe com velocidade constante igual a 108 km/h sobre um sonorizador cujas faixas são separadas por uma distância de 8 cm.

Disponível em: [www.denatran.gov.br](http://www.denatran.gov.br). Acesso em: 2 set. 2015 (adaptado).

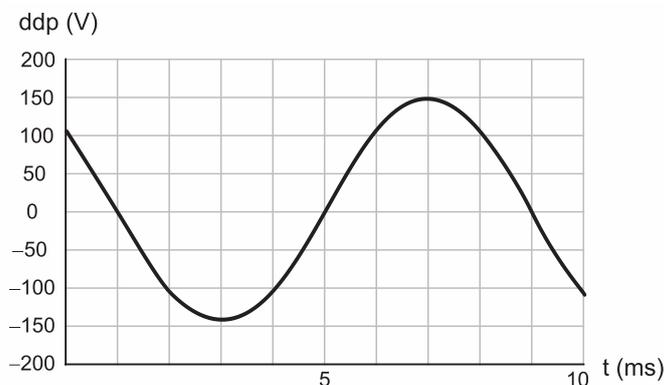
A frequência da vibração do automóvel percebida pelo condutor durante a passagem nesse sonorizador é mais próxima de

- A 8,6 hertz
- B 13,5 hertz
- C 375 hertz
- D 1.350 hertz
- E 4.860 hertz

## Questão 16



(Enem PPL 2017) O osciloscópio é um instrumento que permite observar uma diferença de potencial (ddp) em um circuito elétrico em função de tempo ou em função de outra ddp. A leitura do sinal é feita em uma tela sob a forma de um gráfico tensão  $\times$  tempo.



BOMFIM, M. Disponível em: [www.ufpr.br](http://www.ufpr.br). Acesso em: 14 ago. 2012 (adaptado).

A frequência de oscilação do circuito elétrico estudado é mais próxima de

- A 300 Hz
- B 250 Hz
- C 200 Hz
- D 150 Hz
- E 125 Hz

## Questão 17



(Enem PPL 2016) Em 26 de dezembro de 2004, um *tsunami* devastador, originado a partir de um terremoto na costa da Indonésia, atingiu diversos países da Ásia, matando quase 300 mil pessoas. O grau de devastação deveu-se, em boa parte, ao fato de as ondas de um *tsunami* serem extremamente longas, com comprimento de onda de cerca de 200 km. Isto é muito maior que a espessura da lâmina de líquido,  $d$ , típica do Oceano Índico, que é de cerca de 4 km. Nessas condições, com boa aproximação, a sua velocidade de propagação toma-se dependente de  $d$ , obedecendo à relação  $v = \sqrt{gd}$ . Nessa expressão,  $g$  é a aceleração da gravidade, que pode ser tomada como  $10 \text{ m/s}^2$ .

SILVEIRA, F. L.; VARRIALE, M. C. Propagação das ondas marítimas e dos *tsunami*. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, n. 2, 2005 (adaptado).

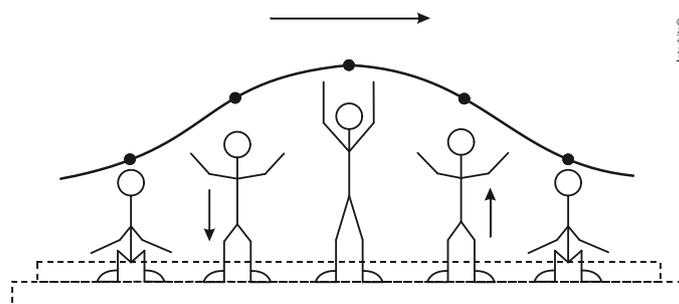
Sabendo-se que o *tsunami* consiste em uma série de ondas sucessivas, qual é o valor mais próximo do intervalo de tempo entre duas ondas consecutivas?

- A 1 min
- B 3,6 min
- C 17 min
- D 60 min
- E 2160 min

## Questão 18



(Enem 2013) Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a ola mexicana. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa “onda humana” é de  $45 \text{ km/h}$ , e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por  $80 \text{ cm}$ .

Disponível em: [www.ufsm.br](http://www.ufsm.br). Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

Nessa ola mexicana, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de

- A 0,3.
- B 0,5.
- C 1,0.
- D 1,9.
- E 3,7.

### Questão 19



(Enem PPL 2011) Na câmara de cozimento de um forno de micro-ondas, a flutuação do campo elétrico é adequada para o aquecimento da água. Esse tipo de forno utiliza micro-ondas com frequência de 2,45 GHz para alterar a orientação das moléculas de água bilhões de vezes a cada segundo. Essa foi a frequência escolhida, porque ela não é usada em comunicações e, também porque dá às moléculas de água o tempo necessário para completar uma rotação. Dessa forma, um forno de micro-ondas funciona através do processo de ressonância, transferindo energia para os alimentos.

TORRES, C. M. A. *et al. Física: ciência e tecnologia*. São Paulo: Moderna, 2001 (adaptado).

Sabendo que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no meio é de cerca de  $3 \times 10^8$  m/s, qual é, aproximadamente, o comprimento de onda da micro-onda presente no forno, em cm?

- A 0,12
- B 1,22
- C 8,17
- D 12,2
- E 817

### Questão 20



(Enem PPL 2014) O sonar é um equipamento eletrônico que permite a localização de objetos e a medida de distâncias no fundo do mar, pela emissão de sinais sônicos e ultrassônicos e a recepção dos respectivos ecos. O fenômeno do eco corresponde à reflexão de uma onda sonora por um objeto, a qual volta ao receptor pouco tempo depois de o som ser emitido. No caso do ser humano, o ouvido é capaz de distinguir sons separados por, no mínimo, 0,1 segundo.

Considerando uma condição em que a velocidade do som no ar é 340 m/s, qual é a distância mínima a que uma pessoa deve estar de um anteparo refletor para que se possa distinguir o eco do som emitido?

- A 17 m
- B 34 m
- C 68 m
- D 1700 m
- E 3400 m

### Questão 21



(Enem 2010) As ondas eletromagnéticas, como a luz visível e as ondas de rádio, viajam em linha reta em um meio homogêneo.

Então, as ondas de rádio emitidas na região litorânea do Brasil não alcançariam a região amazônica do Brasil por causa da curvatura da Terra. Entretanto sabemos que é possível transmitir ondas de rádio entre essas localidades devido à ionosfera.

Com ajuda da ionosfera, a transmissão de ondas planas entre o litoral do Brasil e a região amazônica é possível por meio da

- A reflexão.
- B refração.
- C difração.
- D polarização.
- E interferência.

### Questão 22



(Enem cancelado 2009) A ultrassonografia, também chamada de ecografia, é uma técnica de geração de imagens muito utilizada em medicina. Ela se baseia na reflexão que ocorre quando um pulso de ultrassom, emitido pelo aparelho colocado em contato com a pele, atravessa a superfície que separa um órgão do outro, produzindo ecos que podem ser captados de volta pelo aparelho. Para a observação de detalhes no interior do corpo, os pulsos sonoros emitidos têm frequências altíssimas, de até 30 MHz, ou seja, 30 milhões de oscilações a cada segundo.

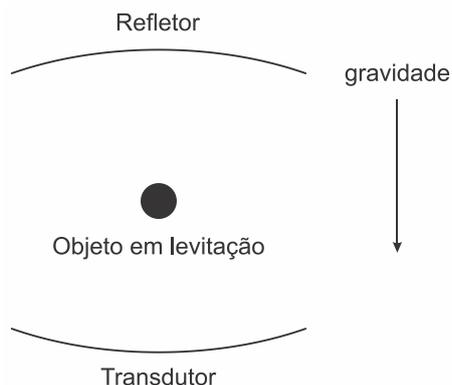
A determinação de distâncias entre órgãos do corpo humano feita com esse aparelho fundamenta-se em duas variáveis imprescindíveis:

- A a intensidade do som produzido pelo aparelho e a frequência desses sons.
- B a quantidade de luz usada para gerar as imagens no aparelho e a velocidade do som nos tecidos.
- C a quantidade de pulsos emitidos pelo aparelho a cada segundo e a frequência dos sons emitidos pelo aparelho.
- D a velocidade do som no interior dos tecidos e o tempo entre os ecos produzidos pelas superfícies dos órgãos.
- E o tempo entre os ecos produzidos pelos órgãos e a quantidade de pulsos emitidos a cada segundo pelo aparelho.

## Questão 23



(Enem 2ª aplicação 2014) O fenômeno da levitação de corpos ocorre, na Terra, quando a força gravitacional é equilibrada, fazendo com que um objeto paira no ar. O som pode fazer objetos levitarem, fenômeno chamado de levitação acústica. Um levitador acústico deve conter um transdutor, que é uma superfície vibratória que emite o som, e um refletor. Ambos têm superfícies côncavas para focalizar o som, conforme a ilustração:



Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>.  
Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Para que haja a levitação indicada na figura, a força que equilibra o peso do objeto deve ser decorrente da

- A** ação mecânica direta do transdutor sobre o objeto.
- B** ressonância que ocorre entre a onda sonora e o objeto.
- C** pressão que o som emitido pelo transdutor aplica no objeto.
- D** interferência destrutiva do som que anula o movimento do objeto.
- E** diferença de pressão dos sons emitido e refletido aplicada no objeto.

## Questão 24



(Enem 2011) Uma equipe de cientistas lançará uma expedição ao Titanic para criar um detalhado mapa 3D que “vai tirar, virtualmente, o Titanic do fundo do mar para o público”. A expedição ao local, a 4 quilômetros de profundidade no Oceano Atlântico, está sendo apresentada como a mais sofisticada expedição científica ao Titanic.

Ela utilizará tecnologias de imagem e sonar que nunca tinham sido aplicadas ao navio, para obter o mais completo inventário de seu conteúdo. Esta complementação é necessária em razão das condições do navio, naufragado há um século.

O Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.estadao.com.br>.  
Acesso em: 27 jul. 2010 (adaptado).

No problema apresentado para gerar imagens através de camadas de sedimentos depositados no navio, o sonar é mais adequado, pois a

- A** propagação da luz na água ocorre a uma velocidade maior que a do som neste meio.
- B** absorção da luz ao longo de uma camada de água é facilitada enquanto a absorção do som não.
- C** refração da luz a uma grande profundidade acontece com uma intensidade menor que a do som.
- D** atenuação da luz nos materiais analisados é distinta da atenuação de som nestes mesmos materiais.
- E** reflexão da luz nas camadas de sedimentos é menos intensa do que a reflexão do som neste material.

## Questão 25



(Enem PPL 2018) O princípio básico de produção de imagens em equipamentos de ultrassonografia é a produção de ecos. O princípio pulso-eco refere-se à emissão de um pulso curto de ultrassom que atravessa os tecidos do corpo. No processo de interação entre o som e órgãos ou tecidos, uma das grandezas relevantes é a impedância acústica, relacionada à resistência do meio à passagem do som, definida pelo produto da densidade ( $\rho$ ) do material pela velocidade ( $v$ ) do som nesse meio. Quanto maior a diferença de impedância acústica entre duas estruturas, maior será a intensidade de reflexão do pulso e mais facilmente será possível diferenciá-las. A tabela mostra os diferentes valores de densidade e velocidade para alguns órgãos ou tecidos.

Estruturas	$\rho \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$	$v \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$
Cérebro	1.020	1.530
Músculo	1.040	1.580
Gordura	920	1.450
Osso	1.900	4.040

CAVALCANTE, M. A.; PEÇANHA, R. ; LEITE, V. F. Princípios básicos de imagens ultrassônicas e a determinação da velocidade do som no ar através do eco. *Física na Escola*, n. 1, 2012 (adaptado).

Em uma imagem de ultrassom, as estruturas mais facilmente diferenciáveis são

- A** osso e gordura.
- B** cérebro e osso.
- C** gordura e cérebro.
- D** músculo e cérebro.
- E** gordura e músculo.

## Questão 26



(Enem 2012) Em um dia de chuva muito forte, constatou-se uma goteira sobre o centro de uma piscina coberta, formando um padrão de ondas circulares. Nessa situação, observou-se que caíam duas gotas a cada segundo. A distância entre duas cristas consecutivas era de 25 cm e cada uma delas se aproximava da borda da piscina com velocidade de 1,0 m/s. Após algum tempo a chuva diminuiu e a goteira passou a cair uma vez por segundo.

Com a diminuição da chuva, a distância entre as cristas e a velocidade de propagação da onda se tornaram, respectivamente,

- A** maior que 25 cm e maior que 1,0 m/s.
- B** maior que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- C** menor que 25 cm e menor que 1,0 m/s.
- D** menor que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- E** igual a 25 cm e igual a 1,0 m/s.

## Questão 27



(Enem PPL 2014) Ao assistir a uma apresentação musical, um músico que estava na plateia percebeu que conseguia ouvir quase perfeitamente o som da banda, perdendo um pouco de nitidez nas notas mais agudas. Ele verificou que havia muitas pessoas bem mais altas à sua frente, bloqueando a visão direta do palco e o acesso aos alto-falantes. Sabe-se que a velocidade do som no ar é 340 m/s e que a região de frequências das notas emitidas é de, aproximadamente, 20 Hz a 4.000 Hz.

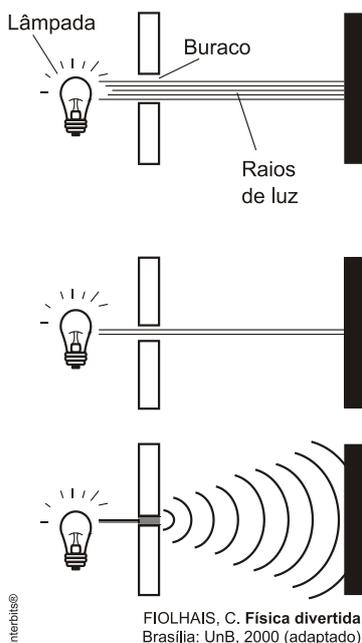
Qual fenômeno ondulatório é o principal responsável para que o músico percebesse essa diferenciação do som?

- A** Difração.
- B** Reflexão.
- C** Refração.
- D** Atenuação.
- E** Interferência.

## Questão 28



(Enem 2011) Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.



Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

- A** Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- B** Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
- C** Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
- D** Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- E** Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

## Questão 29



(Enem PPL 2010) Ao contrário dos rádios comuns (AM ou FM), em que uma única antena transmissora é capaz de alcançar toda a cidade, os celulares necessitam de várias antenas para cobrir um vasto território. No caso dos rádios FM, a frequência de transmissão está na faixa dos MHz (ondas de rádio), enquanto, para os celulares, a frequência está na casa dos GHz (micro-ondas). Quando comparado aos rádios comuns, o alcance de um celular é muito menor.

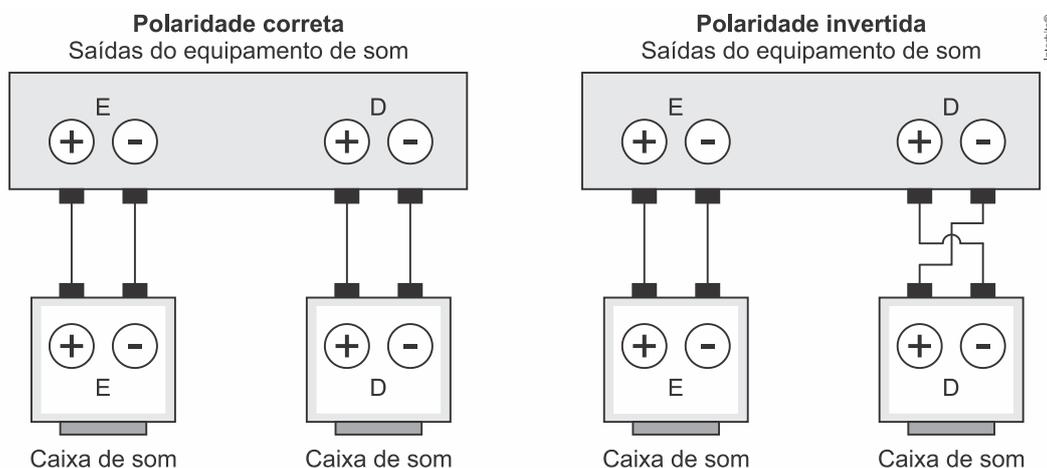
Considerando-se as informações do texto, o fator que possibilita essa diferença entre propagação das ondas de rádio e as de micro-ondas é que as ondas de rádio são

- A** facilmente absorvidas na camada da atmosfera superior conhecida como ionosfera.
- B** capazes de contornar uma diversidade de obstáculos como árvores, edifícios e pequenas elevações.
- C** mais refratadas pela atmosfera terrestre, que apresenta maior índice de refração para as ondas de rádio.
- D** menos atenuadas por interferência, pois o número de aparelhos que utilizam ondas de rádio é menor.
- E** constituídas por pequenos comprimentos de onda que lhes conferem um alto poder de penetração em materiais de baixa densidade.

## Questão 30



(Enem 2018) Nos manuais de instalação de equipamentos de som há o alerta aos usuários para que observem a correta polaridade dos fios ao realizarem as conexões das caixas de som. As figuras ilustram o esquema de conexão das caixas de som de um equipamento de som mono, no qual os alto-falantes emitem as mesmas ondas. No primeiro caso, a ligação obedece às especificações do fabricante e no segundo mostra uma ligação na qual a polaridade está invertida.



O que ocorre com os alto-falantes E e D se forem conectados de acordo com o segundo esquema?

- A** O alto-falante E funciona normalmente e o D entra em curto-circuito e não emite som.
- B** O alto-falante E emite ondas sonoras com frequências ligeiramente diferentes do alto-falante D provocando o fenômeno de batimento.
- C** O alto-falante E emite ondas sonoras com frequências e fases diferentes do alto-falante D provocando o fenômeno conhecido como ruído.
- D** O alto-falante E emite ondas sonoras que apresentam um lapso de tempo em relação às emitidas pelo alto-falante D provocando o fenômeno de reverberação.
- E** O alto-falante E emite ondas sonoras em oposição de fase às emitidas pelo alto-falante D provocando o fenômeno de interferência destrutiva nos pontos equidistantes aos alto-falantes.

## Questão 31



(Enem PPL 2018) Alguns modelos mais modernos de fones de ouvido contam com uma fonte de energia elétrica para poderem funcionar. Esses novos fones têm um recurso, denominado “Cancelador de Ruídos Ativo”, constituído de um circuito eletrônico que gera um sinal sonoro semelhante ao sinal externo de frequência fixa. No entanto, para que o cancelamento seja realizado, o sinal sonoro produzido pelo circuito precisa apresentar simultaneamente características específicas bem determinadas.

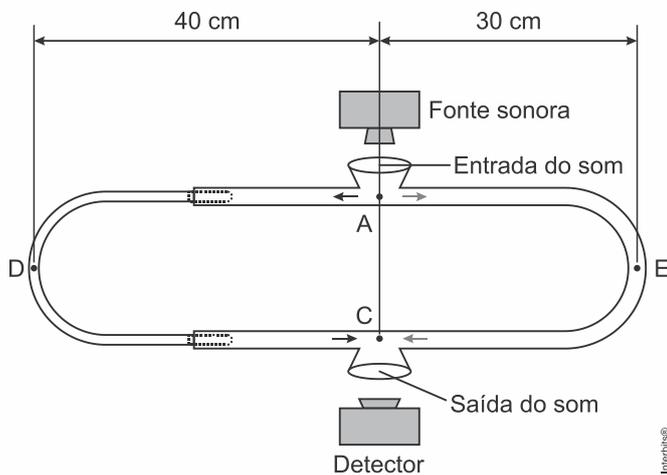
Quais são as características do sinal gerado pelo circuito desse tipo de fone de ouvido?

- A** Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a  $90^\circ$  em relação ao sinal externo.
- B** Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a  $180^\circ$  em relação ao sinal externo.
- C** Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a  $45^\circ$  em relação ao sinal externo.
- D** Sinal de amplitude maior, mesma frequência e diferença de fase igual a  $90^\circ$  em relação ao sinal externo.
- E** Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e mesma fase do sinal externo.

## Questão 32



(Enem 2017) O trombone de Quincke é um dispositivo experimental utilizado para demonstrar o fenômeno da interferência de ondas sonoras. Uma fonte emite ondas sonoras de determinada frequência na entrada do dispositivo. Essas ondas se dividem pelos dois caminhos (ADC e AEC) e se encontram no ponto C, a saída do dispositivo, onde se posiciona um detector. O trajeto ADC pode ser aumentado pelo deslocamento dessa parte do dispositivo. Com o trajeto ADC igual ao AEC, capta-se um som muito intenso na saída. Entretanto, aumentando-se gradativamente o trajeto ADC, até que ele fique como mostrado na figura, a intensidade do som na saída fica praticamente nula. Desta forma, conhecida a velocidade do som no interior do tubo (320 m/s) é possível determinar o valor da frequência do som produzido pela fonte.



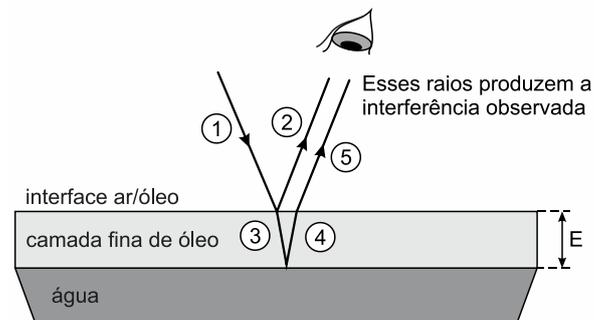
O valor da frequência, em hertz, do som produzido pela fonte sonora é

- A** 3.200
- B** 1.600
- C** 800
- D** 640
- E** 400

## Questão 33



(Enem 2015) Certos tipos de superfícies na natureza podem refletir luz de forma a gerar um efeito de arco-íris. Essa característica é conhecida como iridescência e ocorre por causa do fenômeno da interferência de película fina. A figura ilustra o esquema de uma fina camada iridescente de óleo sobre uma poça d'água. Parte do feixe de luz branca incidente (1) reflete na interface ar/óleo e sofre inversão de fase (2), o que equivale a uma mudança de meio comprimento de onda. A parte refratada do feixe (3) incide na interface óleo/água e sofre reflexão sem inversão de fase (4). O observador indicado enxergará aquela região do filme com coloração equivalente à do comprimento de onda que sofre interferência completamente construtiva entre os raios (2) e (5), mas essa condição só é possível para uma espessura mínima da película. Considere que o caminho percorrido em (3) e (4) corresponde ao dobro da espessura  $E$  da película de óleo.



Disponível em: <http://2011.igem.org>. Acesso em: 18 nov. 2014 (adaptado).

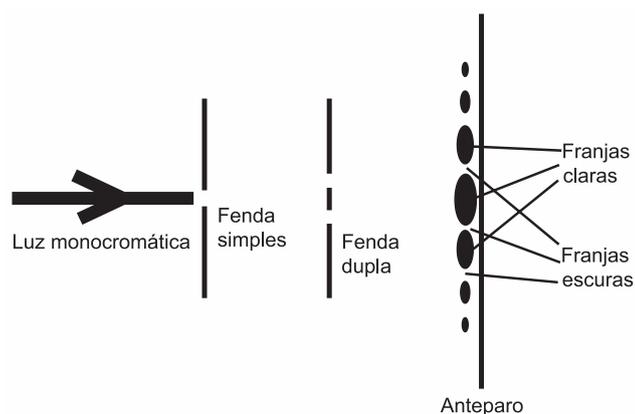
Expressa em termos do comprimento de onda ( $\lambda$ ) a espessura mínima é igual a

- A**  $\frac{\lambda}{4}$
- B**  $\frac{\lambda}{2}$
- C**  $\frac{3\lambda}{4}$
- D**  $\lambda$
- E**  $2\lambda$

## Questão 34



(Enem PPL 2017) O debate a respeito da natureza da luz perdurou por séculos, oscilando entre a teoria corpuscular e a teoria ondulatória. No início do século XIX, Thomas Young, com a finalidade de auxiliar na discussão, realizou o experimento apresentado de forma simplificada na figura. Nele, um feixe de luz monocromática passa por dois anteparos com fendas muito pequenas. No primeiro anteparo há uma fenda e no segundo, duas fendas. Após passar pelo segundo conjunto de fendas, a luz forma um padrão com franjas claras e escuras.



SILVA, F. W. O. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, n. 1, 2007 (adaptado).

Com esse experimento, Young forneceu fortes argumentos para uma interpretação a respeito da natureza da luz, baseada em uma teoria

- A** corpuscular, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer dispersão e refração.
- B** corpuscular, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer dispersão e reflexão.
- C** ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer difração e polarização.
- D** ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer interferência e reflexão.
- E** ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer difração e interferência.

## Questão 35



(Enem 2019) Quando se considera a extrema velocidade com que a luz se espalha por todos os lados e que, quando vêm de diferentes lugares, mesmo totalmente opostos, os raios luminosos se atravessam uns aos outros sem se atrapalharem, compreende-se que, quando vemos um objeto luminoso, isso não poderia ocorrer pelo transporte de uma matéria que venha do objeto até nós, como uma flecha ou bala atravessa o ar; pois certamente isso repugna bastante a essas duas propriedades da luz, principalmente a última.

HUYGENS, C. in: MARTINS, R. A. Tratado sobre a luz, de Cristian Huygens. *Caderno de História e Filosofia da Ciência*, supl. 4, 1986.

O texto contesta que concepção acerca do comportamento da luz?

- A** O entendimento de que a luz precisa de um meio de propagação, difundido pelos defensores da existência do éter.
- B** O modelo ondulatório para a luz, o qual considera a possibilidade de interferência entre feixes luminosos.
- C** O modelo corpuscular defendido por Newton, que descreve a luz como um feixe de partículas.
- D** A crença na velocidade infinita da luz, defendida pela maioria dos filósofos gregos.
- E** A ideia defendida pelos gregos de que a luz era produzida pelos olhos.

## Questão 36



(Enem PPL 2017) Ao sintonizar uma estação de rádio AM, o ouvinte está selecionando apenas uma dentre as inúmeras ondas que chegam à antena receptora do aparelho. Essa seleção acontece em razão da ressonância do circuito receptor com a onda que se propaga.

O fenômeno físico abordado no texto é dependente de qual característica da onda?

- A** Amplitude.
- B** Polarização.
- C** Frequência.
- D** Intensidade.
- E** Velocidade.

## Questão 37



(Enem PPL 2015) Em altos-fornos siderúrgicos, as temperaturas acima de  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$  são mensuradas por meio de pirômetros óticos. Esses dispositivos apresentam a vantagem de medir a temperatura de um objeto aquecido sem necessidade de contato. Dentro de um pirômetro ótico, um filamento metálico é aquecido pela passagem de corrente elétrica até que sua cor seja a mesma que a do objeto aquecido em observação. Nessa condição, a temperatura conhecida do filamento é idêntica à do objeto aquecido em observação.

Disponível em: [www.if.usp.br](http://www.if.usp.br). Acesso em: 4 ago. 2012 (adaptado).

A propriedade da radiação eletromagnética avaliada nesse processo é a

- A** amplitude.
- B** coerência.
- C** frequência.
- D** intensidade.
- E** velocidade.

## Questão 38



(Enem 2014) Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.

O fenômeno descrito é a

- A** difração.
- B** refração.
- C** polarização.
- D** interferência.
- E** ressonância.

## Questão 39



(Enem 2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- A** terem fases opostas.
- B** serem ambas audíveis.
- C** terem intensidades inversas.
- D** serem de mesma amplitude.
- E** terem frequências próximas.

## Questão 40



(Enem 2ª aplicação 2010) Um garoto que passeia de carro com seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência de megahertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência que interfere no sinal da emissora do centro em algumas regiões da cidade.

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata interfere no sinal da rádio pirata interfere no sinal da rádio do centro devido à

- A** atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.
- B** maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
- C** diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.
- D** menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
- E** semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.

## Questão 41



(Enem PPL 2013) As moléculas de água são dipolos elétricos que podem se alinhar com o campo elétrico, da mesma forma que uma bússola se alinha com um campo magnético. Quando o campo elétrico oscila, as moléculas de água fazem o mesmo. No forno de micro-ondas, a frequência de oscilação do campo elétrico é igual à frequência natural de rotação das moléculas de água. Assim, a comida é cozida quando o movimento giratório das moléculas de água transfere a energia térmica às moléculas circundantes.

HEWITT, P. *Física conceitual*. Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).

A propriedade das ondas que permite, nesse caso, um aumento da energia de rotação das moléculas de água é a

- A** reflexão.
- B** refração.
- C** ressonância.
- D** superposição.
- E** difração.

## Questão 42



(Enem PPL 2015) Durante uma aula experimental de física, os estudantes construíram um sistema ressonante com pêndulos simples. As características de cada pêndulo são apresentadas no quadro. Inicialmente, os estudantes colocaram apenas o pêndulo A para oscilar.

Pêndulo	Massa	Comprimento do barbante
A	M	L
1	M	L
2	$\frac{M}{2}$	2L
3	2M	$\frac{L}{2}$
4	$\frac{M}{2}$	$\frac{L}{2}$
5	2M	L

Quais pêndulos, além desse, passaram também a oscilar?

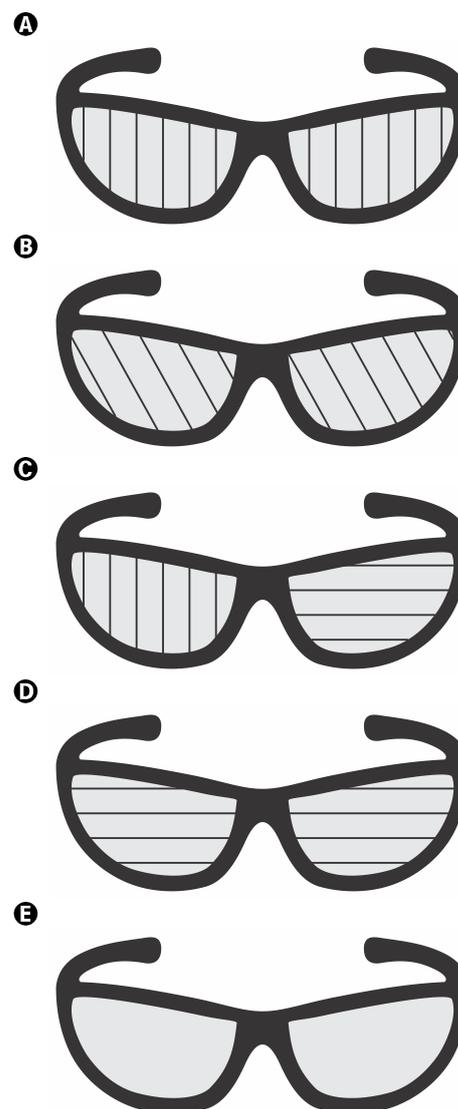
- A** 1, 2, 3, 4 e 5.
- B** 1, 2 e 3.
- C** 1 e 4.
- D** 1 e 5.
- E** 3 e 4.

## Questão 43



(Enem 2ª aplicação 2016) Nas rodovias, é comum motoristas terem a visão ofuscada ao receberem a luz refletida na água empoçada no asfalto. Sabe-se que essa luz adquire polarização horizontal. Para solucionar esse problema, há a possibilidade de o motorista utilizar óculos de lentes constituídas por filtros polarizadores. As linhas nas lentes dos óculos representam o eixo de polarização dessas lentes.

Quais são as lentes que solucionam o problema descrito?



## Questão 44



(Enem PPL 2010) O efeito *Tyndall* é um efeito óptico de turbidez provocado pelas partículas de uma dispersão coloidal. Foi observado pela primeira vez por Michael Faraday em 1857 e, posteriormente, investigado pelo físico inglês John Tyndall. Este efeito é o que torna possível, por exemplo, observar as partículas de poeira suspensas no ar por meio de uma réstia de luz, observar gotículas de água que formam a neblina por meio do farol do carro ou, ainda, observar o feixe luminoso de uma lanterna por meio de um recipiente contendo gelatina.

REIS, M. *Completamente Química: Físico-Química*. São Paulo: FTD, 2001(adaptado).

Ao passar por um meio contendo partículas dispersas, um feixe de luz sofre o efeito *Tyndall* devido

- A** à absorção do feixe de luz por este meio.
- B** à interferência do feixe de luz neste meio.
- C** à transmissão do feixe de luz neste meio.
- D** à polarização do feixe de luz por este meio.
- E** ao espalhamento do feixe de luz neste meio.

## Questão 45



(Enem 2ª aplicação 2016) As notas musicais podem ser agrupadas de modo a formar um conjunto. Esse conjunto pode formar uma escala musical. Dentre as diversas escalas existentes, a mais difundida é a escala diatônica, que utiliza as notas denominadas *dó*, *ré*, *mi*, *fá*, *sol*, *lá* e *si*. Essas notas estão organizadas em ordem crescente de alturas, sendo a nota *dó* a mais baixa e a nota *si* a mais alta.

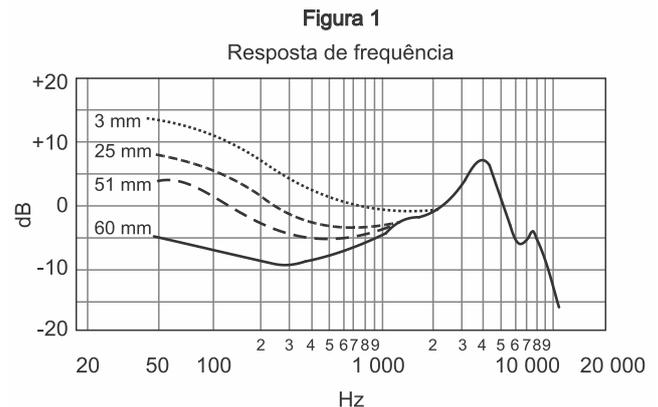
Considerando uma mesma oitava, a nota *si* é a que tem menor

- A** amplitude.
- B** frequência.
- C** velocidade.
- D** intensidade.
- E** comprimento de onda.

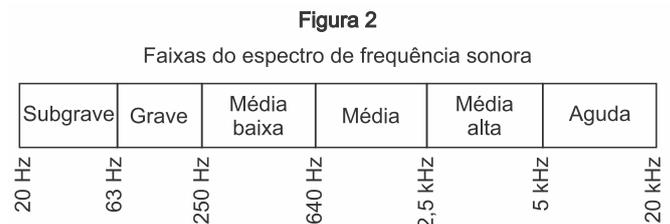
## Questão 46



(Enem 2016) A Figura 1 apresenta o gráfico da intensidade, em decibels (dB), da onda sonora emitida por um alto-falante, que está em repouso, e medida por um microfone em função da frequência da onda para diferentes distâncias: 3 mm, 25 mm, 51 mm e 60 mm. A Figura 2 apresenta um diagrama com a indicação das diversas faixas do espectro de frequência sonora para o modelo de alto-falante utilizado neste experimento.



Disponível em: [www.balera.com.br](http://www.balera.com.br). Acesso em: 8 fev. 2015.



Disponível em: [www.somsc.com.br](http://www.somsc.com.br). Acesso em: 2 abr. 2015.

Relacionando as informações presentes nas figuras 1 e 2, como a intensidade sonora percebida é afetada pelo aumento da distância do microfone ao alto-falante?

- A** Aumenta na faixa das frequências médias.
- B** Diminui na faixa das frequências agudas.
- C** Diminui na faixa das frequências graves.
- D** Aumenta na faixa das frequências médias altas.
- E** Aumenta na faixa das frequências médias baixas.

**Questão 47** ◆◆◆

(Enem 2015) Ao ouvir uma flauta e um piano emitindo a mesma nota musical, consegue-se diferenciar esses instrumentos um do outro.

Essa diferenciação se deve principalmente ao(a)

- A** intensidade sonora do som de cada instrumento musical.
- B** potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
- C** diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical
- D** timbre do som, que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.
- E** altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais.

**Questão 48** ◆◆◆

(Enem 2014) Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. *O cérebro do meu professor de acordeão*. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 15 ago. 2012 (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

- A** frequência.
- B** intensidade.
- C** forma da onda.
- D** amplitude da onda.
- E** velocidade de propagação.

**Questão 49** ◆◆◆

(Enem PPL 2013) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas.

Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

- A** A altura da onda sonora.
- B** A amplitude da onda sonora.
- C** A frequência da onda sonora.
- D** A velocidade da onda sonora.
- E** O timbre da onda sonora.

**Questão 50** ◆◆◆

(Enem PPL 2012) Para afinar um violão, um músico necessita de uma nota para referência, por exemplo, a nota Lá em um piano. Dessa forma, ele ajusta as cordas do violão até que ambos os instrumentos toquem a mesma nota. Mesmo ouvindo a mesma nota, é possível diferenciar o som emitido pelo piano e pelo violão.

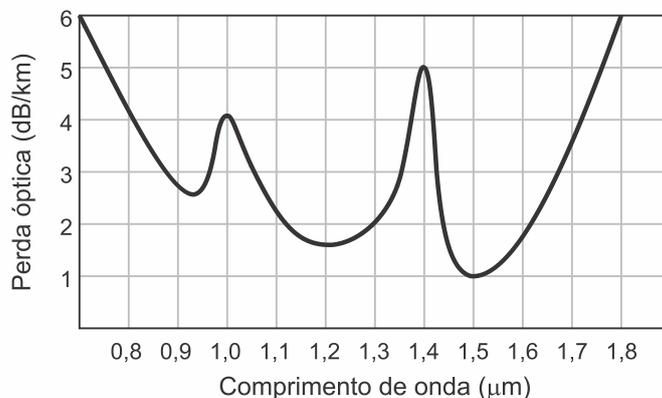
Essa diferenciação é possível, porque

- A** a ressonância do som emitido pelo piano é maior.
- B** a potência do som emitido pelo piano é maior.
- C** a intensidade do som emitido por cada instrumento é diferente.
- D** o timbre do som produzido por cada instrumento é diferente.
- E** a amplitude do som emitido por cada instrumento é diferente.

## Questão 51



(Enem 2017) Em uma linha de transmissão de informações por fibra óptica, quando um sinal diminui sua intensidade para valores inferiores a 10 dB, este precisa ser retransmitido. No entanto, intensidades superiores a 100 dB não podem ser transmitidas adequadamente. A figura apresenta como se dá a perda de sinal (perda óptica) para diferentes comprimentos de onda para certo tipo de fibra óptica.



*Atenuação e limitações das fibras ópticas. Disponível em: [www.gta.ufrj.br](http://www.gta.ufrj.br). Acesso em: 25 maio 2017 (adaptado).*

Qual é a máxima distância, em km, que um sinal pode ser enviado nessa fibra sem ser necessária uma retransmissão?

- A** 6
- B** 18
- C** 60
- D** 90
- E** 100

## Questão 52



(Enem PPL 2016) A telefonia móvel no Brasil opera com celulares cuja potência média de radiação é cerca de 0,6 W. Por recomendação do ANSI/IEEE, foram estipulados limites para exposição humana à radiação emitida por esses aparelhos. Para o atendimento dessa recomendação, valem os conselhos: segurar o aparelho a uma pequena distância do ouvido, usar fones de ouvido para as chamadas de voz e utilizar o aparelho no modo viva voz ou com dispositivos *bluetooth*. Essas medidas baseiam-se no fato de que a intensidade da radiação emitida decai rapidamente conforme a distância aumenta, por isso, afastar o aparelho reduz riscos.

COSTA, E. A. F. *Efeitos na saúde humana da exposição aos campos de radiofrequência*. Disponível em: [www.ced.ufsc.br](http://www.ced.ufsc.br). Acesso em: 16 nov. 2011 (adaptado).

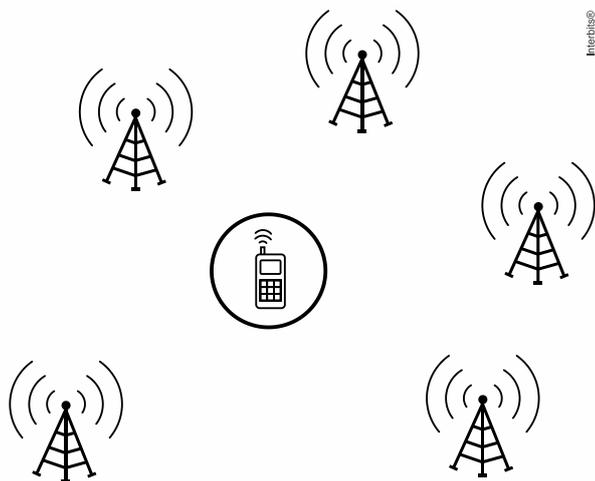
Para reduzir a exposição à radiação do celular de forma mais eficiente, o usuário deve utilizar

- A** fones de ouvido, com o aparelho na mão.
- B** fones de ouvido, com o aparelho no bolso da calça.
- C** fones *bluetooth*, com o aparelho no bolso da camisa.
- D** o aparelho mantido a 1,5 cm do ouvido, segurado pela mão.
- E** o sistema viva voz, com o aparelho apoiado numa mesa de trabalho.

### Questão 53



(Enem 2015) Para obter a posição de um telefone celular, a polícia baseia-se em informações do tempo de resposta do aparelho em relação às torres de celular da região de onde se originou a ligação. Em uma região, um aparelho está na área de cobertura de cinco torres, conforme o esquema.



Considerando que as torres e o celular são puntiformes e que estão sob o mesmo plano, qual o número mínimo de torres necessárias para se localizar a posição do telefone celular que originou a ligação?

- A** Uma.
- B** Duas.
- C** Três.
- D** Quatro.
- E** Cinco.

### Questão 54



(Enem 2009) O progresso da tecnologia introduziu diversos artefatos geradores de campos eletromagnéticos. Uma das mais empregadas invenções nessa área são os telefones celulares e *smartphones*. As tecnologias de transmissão de celular atualmente em uso no Brasil contemplam dois sistemas. O primeiro deles é operado entre as frequências de 800 MHz e 900 MHz e constitui os chamados sistemas TDMA/CDMA. Já a tecnologia GSM, ocupa a frequência de 1.800 MHz.

Considerando que a intensidade de transmissão e o nível de recepção “celular” sejam os mesmos para as tecnologias de transmissão TDMA/CDMA ou GSM, se um engenheiro tiver de escolher entre as duas tecnologias para obter a mesma cobertura, levando em consideração apenas o número de antenas em uma região, ele deverá escolher:

- A** a tecnologia GSM, pois é a que opera com ondas de maior comprimento de onda.
- B** a tecnologia TDMA/CDMA, pois é a que apresenta Efeito Doppler mais pronunciado.
- C** a tecnologia GSM, pois é a que utiliza ondas que se propagam com maior velocidade.
- D** qualquer uma das duas, pois as diferenças nas frequências são compensadas pelas diferenças nos comprimentos de onda.
- E** qualquer uma das duas, pois nesse caso as intensidades decaem igualmente da mesma forma, independentemente da frequência.

## Questão 55



(Enem 2016) O morcego emite pulsos de curta duração de ondas ultrassônicas, os quais voltam na forma de ecos após atingirem objetos no ambiente, trazendo informações a respeito das suas dimensões, suas localizações e dos seus possíveis movimentos. Isso se dá em razão da sensibilidade do morcego em detectar o tempo gasto para os ecos voltarem, bem como das pequenas variações nas frequências e nas intensidades dos pulsos ultrassônicos. Essas características lhe permitem caçar pequenas presas mesmo quando estão em movimento em relação a si. Considere uma situação unidimensional em que uma mariposa se afasta, em movimento retilíneo e uniforme, de um morcego em repouso.

A distância e velocidade da mariposa, na situação descrita, seriam detectadas pelo sistema de um morcego por quais alterações nas características dos pulsos ultrassônicos?

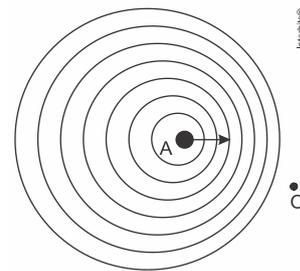
- A** Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida diminuída.
- B** Intensidade aumentada, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida diminuída.
- C** Intensidade diminuída, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida aumentada.
- D** Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.
- E** Intensidade aumentada, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

## Questão 56



(Enem 2016) Uma ambulância A em movimento retilíneo e uniforme aproxima-se de um observador O, em repouso. A sirene emite um som de frequência constante  $f_A$ . O desenho ilustra as frentes de onda do som emitido pela ambulância.

O observador possui um detector que consegue registrar, no esboço de um gráfico, a frequência da onda sonora detectada em função do tempo  $f_o(t)$  antes e depois da passagem da ambulância por ele.



Qual esboço gráfico representa a frequência  $f_o(t)$  detectada pelo observador?

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

## Questão 57



(Enem 2ª aplicação 2014) Um tipo de radar utilizado para medir a velocidade de um carro baseia-se no efeito Doppler. Nesse caso, as ondas eletromagnéticas são enviadas pelo radar e refletem no veículo em movimento e, posteriormente, são detectadas de volta pelo radar.

Um carro movendo-se em direção ao radar reflete ondas com

- A altura menor.
- B amplitude menor.
- C frequência maior.
- D intensidade maior.
- E velocidade maior.

## Questão 58



(Enem cancelado 2009) Os radares comuns transmitem micro-ondas que refletem na água, gelo e outras partículas na atmosfera. Podem, assim, indicar apenas o tamanho e a distância das partículas, tais como gotas de chuva. O radar Doppler, além disso, é capaz de registrar a velocidade e a direção na qual as partículas se movimentam, fornecendo um quadro do fluxo de ventos em diferentes elevações.

Nos Estados Unidos, a Nexrad, uma rede de 158 radares Doppler, montada na década de 1990 pela Diretoria Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA), permite que o Serviço Meteorológico Nacional (NWS) emita alertas sobre situações do tempo potencialmente perigosas com um grau de certeza muito maior.

O pulso da onda do radar ao atingir uma gota de chuva, devolve uma pequena parte de sua energia numa onda de retorno, que chega ao disco do radar antes que ele emita a onda seguinte. Os radares da Nexrad transmitem entre 860 a 1300 pulsos por segundo, na frequência de 3000 MHz.

FISCHETTI, M., Radar Meteorológico: Sinta o Vento. *Scientific American Brasil*. nº- 08, São Paulo, jan. 2003.

No radar Doppler, a diferença entre as frequências emitidas e recebidas pelo radar é dada por  $\Delta f = f_0 \left( \frac{2u_r}{c} \right)$  onde  $u_r$  é a velocidade relativa entre a fonte e o receptor,  $c = 3,0 \times 10^8$  m/s é a velocidade da onda eletromagnética, e  $f_0$  é a frequência emitida pela fonte. Qual é a velocidade, em km/h, de uma chuva, para a qual se registra no radar Doppler uma diferença de frequência de 300 Hz?

- A 1,5 km/h.
- B 5,4 km/h.
- C 15 km/h.
- D 54 km/h.
- E 108 km/h.

## Questão 59



(Enem PPL 2013) Em um violão afinado, quando se toca a corda Lá com seu comprimento efetivo (harmônico fundamental), o som produzido tem frequência de 440 Hz.

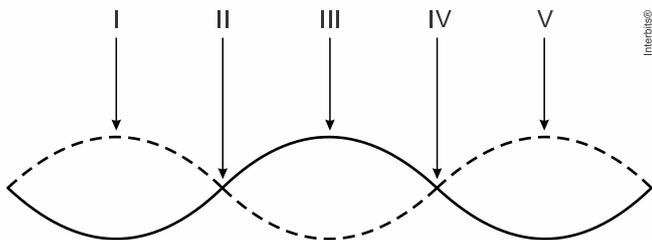
Se a mesma corda do violão é comprimida na metade do seu comprimento, a frequência do novo harmônico

- A** se reduz à metade, porque o comprimento de onda dobrou.
- B** dobra, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
- C** quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
- D** quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à quarta parte.
- E** não se modifica, porque é uma característica independente do comprimento da corda que vibra.

## Questão 60



(Enem 2016) Um experimento para comprovar a natureza ondulatória da radiação de micro-ondas foi realizado da seguinte forma: anotou-se a frequência de operação de um forno de micro-ondas e, em seguida, retirou-se sua plataforma giratória. No seu lugar, colocou-se uma travessa refratária com uma camada grossa de manteiga. Depois disso, o forno foi ligado por alguns segundos. Ao se retirar a travessa refratária do forno, observou-se que havia três pontos de manteiga derretida alinhados sobre toda a travessa. Parte da onda estacionária gerada no interior do forno é ilustrada na figura.



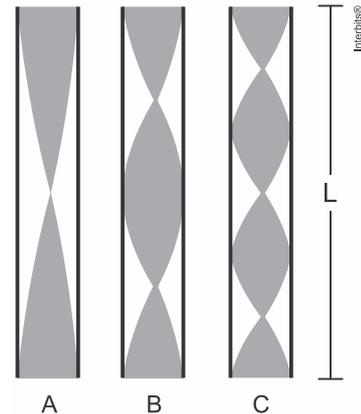
De acordo com a figura, que posições correspondem a dois pontos consecutivos da manteiga derretida?

- A** I e III
- B** I e V
- C** II e III
- D** II e IV
- E** II e V

## Questão 61



(Enem PPL 2015) Em uma flauta, as notas musicais possuem frequências e comprimentos de onda ( $\lambda$ ) muito bem definidos. As figuras mostram esquematicamente um tubo de comprimento  $L$ , que representa de forma simplificada uma flauta, em que estão representados: em A o primeiro harmônico de uma nota musical (comprimento de onda  $\lambda_A$ ) em B seu segundo harmônico (comprimento de onda  $\lambda_B$ ) e em C o seu terceiro harmônico (comprimento de onda  $\lambda_C$ ) onde  $\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$ .



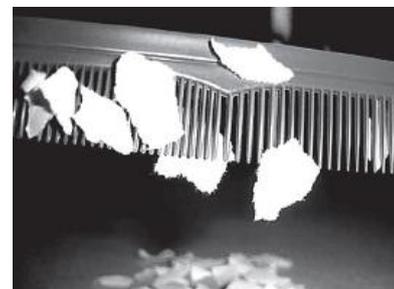
Em função do comprimento do tubo, qual o comprimento de onda da oscilação que forma o próximo harmônico?

- A**  $\frac{L}{4}$
- B**  $\frac{L}{5}$
- C**  $\frac{L}{2}$
- D**  $\frac{L}{8}$
- E**  $\frac{6L}{8}$

# ELETRÓSTÁTICA

## Questão 01

(Enem (Libras) 2017) Um pente plástico é atritado com papel toalha seco. A seguir ele é aproximado de pedaços de papel que estavam sobre a mesa. Observa-se que os pedaços de papel são atraídos e acabam grudados ao pente, como mostra a figura.



Disponível em: <http://ogostoamargodometal.wordpress.com>. Acesso em: 10 ago. 2012.

Nessa situação, a movimentação dos pedaços de papel até o pente é explicada pelo fato de os papeizinhos

- A** serem influenciados pela força de atrito que ficou retida no pente.
- B** serem influenciados pela força de resistência do ar em movimento.
- C** experimentarem um campo elétrico capaz de exercer forças elétricas.
- D** experimentarem um campo magnético capaz de exercer forças magnéticas.
- E** possuírem carga elétrica que permite serem atraídos ou repelidos pelo pente.

## Questão 02

(Enem PPL 2014) Em museus de ciências, é comum encontrarem-se máquinas que eletrizam materiais e geram intensas descargas elétricas. O gerador de Van de Graaff (Figura 1) é um exemplo, como atestam as faíscas (Figura 2) que ele produz. O experimento fica mais interessante quando se aproxima do gerador em funcionamento, com a mão, uma lâmpada fluorescente (Figura 3). Quando a descarga atinge a lâmpada, mesmo desconectada da rede elétrica, ela brilha por breves instantes. Muitas pessoas pensam que é o fato de a descarga atingir a lâmpada que a faz brilhar. Contudo, se a lâmpada for aproximada dos corpos da situação (Figura 2), no momento em que a descarga ocorrer entre eles, a lâmpada também brilhará, apesar de não receber nenhuma descarga elétrica.

Figura 1



Gerador de Van de Graaff

Figura 2



Descarga elétrica no gerador

Figura 3



Lâmpada fluorescente

Disponível em: <http://naveastro.com>. Acesso em: 15 ago. 2012.

A grandeza física associada ao brilho instantâneo da lâmpada fluorescente, por estar próxima a uma descarga elétrica, é o(a)

- A** carga elétrica.
- B** campo elétrico.
- C** corrente elétrica.
- D** capacitância elétrica.
- E** condutividade elétrica.

## Questão 03



(Enem PPL 2016) Durante a formação de uma tempestade, são observadas várias descargas elétricas, os raios, que podem ocorrer: das nuvens para o solo (descarga descendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. As descargas ascendentes e descendentes podem ocorrer por causa do acúmulo de cargas elétricas positivas ou negativas, que induz uma polarização oposta no solo.

Essas descargas elétricas ocorrem devido ao aumento da intensidade do(a)

- A** campo magnético da Terra.
- B** corrente elétrica gerada dentro das nuvens.
- C** resistividade elétrica do ar entre as nuvens e o solo.
- D** campo elétrico entre as nuvens e a superfície da Terra.
- E** força eletromotriz induzida nas cargas acumuladas no solo.

## Questão 04



(Enem PPL 2018) Em uma manhã ensolarada, uma jovem vai até um parque para acampar e ler. Ela monta sua barraca próxima de seu carro, de uma árvore e de um quiosque de madeira. Durante sua leitura, a jovem não percebe a aproximação de uma tempestade com muitos relâmpagos.

A melhor maneira de essa jovem se proteger dos relâmpagos é

- A** entrar no carro.
- B** entrar na barraca.
- C** entrar no quiosque.
- D** abrir um guarda-chuva.
- E** ficar embaixo da árvore.

## Questão 05



(Enem 2010) Duas irmãs que dividem o mesmo quarto de estudos combinaram de comprar duas caixas com tampas para guardarem seus pertences dentro de suas caixas, evitando, assim, a bagunça sobre a mesa de estudos. Uma delas comprou uma metálica, e a outra, uma caixa de madeira de área e espessura lateral diferentes, para facilitar a identificação. Um dia as meninas foram estudar para a prova de Física e, ao se acomodarem na mesa de estudos, guardaram seus celulares ligados dentro de suas caixas.

Ao longo desse dia, uma delas recebeu ligações telefônicas, enquanto os amigos da outra tentavam ligar e recebiam a mensagem de que o celular estava fora da área de cobertura ou desligado.

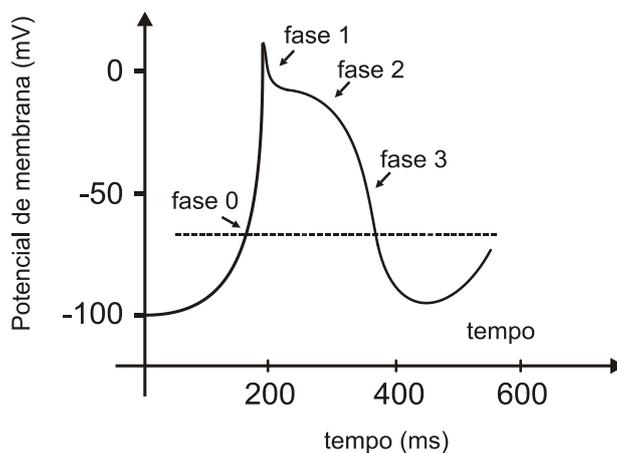
Para explicar essa situação, um físico deveria afirmar que o material da caixa, cujo telefone celular não recebeu as ligações é de

- A** madeira e o telefone não funcionava porque a madeira não é um bom condutor de eletricidade.
- B** metal e o telefone não funcionava devido à blindagem eletrostática que o metal proporcionava.
- C** metal e o telefone não funcionava porque o metal refletia todo tipo de radiação que nele incidia.
- D** metal e o telefone não funcionava porque a área lateral da caixa de metal era maior.
- E** madeira e o telefone não funcionava porque a espessura desta caixa era maior que a espessura da caixa de metal.

## Questão 06



(Enem cancelado 2009) As células possuem potencial de membrana, que pode ser classificado em repouso ou ação, e é uma estratégia eletrofisiológica interessante e simples do ponto de vista físico. Essa característica eletrofisiológica está presente na figura a seguir, que mostra um potencial de ação disparado por uma célula que compõe as fibras de Purkinje, responsáveis por conduzir os impulsos elétricos para o tecido cardíaco, possibilitando assim a contração cardíaca. Observa-se que existem quatro fases envolvidas nesse potencial de ação, sendo denominadas fases 0, 1, 2 e 3.



O potencial de repouso dessa célula é  $-100$  mV e quando ocorre influxo de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$  a polaridade celular pode atingir valores de até  $+10$  mV, o que se denomina despolarização celular. A modificação no potencial de repouso pode disparar um potencial de ação quando a voltagem da membrana atinge o limiar de disparo que está representado na figura pela linha pontilhada. Contudo, a célula não pode se manter despolarizada, pois isso acarretaria a morte celular. Assim, ocorre a repolarização celular, mecanismo que reverte a despolarização e retorna a célula ao potencial de repouso. Para tanto, há o efluxo celular de íons  $\text{K}^+$ .

Qual das fases, presentes na figura, indica o processo de despolarização e repolarização celular, respectivamente?

- A** Fases 0 e 2.
- B** Fases 0 e 3.
- C** Fases 1 e 2.
- D** Fases 2 e 0.
- E** Fases 3 e 1.

# ELETRODINÂMICA

## Questão 01



(Enem PPL 2018) Com o avanço das multifunções dos dispositivos eletrônicos portáteis, como os *smartphones*, o gerenciamento da duração da bateria desses equipamentos torna-se cada vez mais crítico. O manual de um telefone celular diz que a quantidade de carga fornecida pela sua bateria é de 1.500 mAh.

A quantidade de carga fornecida por essa bateria, em coulomb, é de

- A 90
- B 1.500
- C 5.400
- D 90.000
- E 5.400.000

## Questão 02



(Enem PPL 2017) A figura mostra a bateria de um computador portátil, a qual necessita de uma corrente elétrica de 2 A para funcionar corretamente.



Quando a bateria está completamente carregada, o tempo máximo, em minuto, que esse *notebook* pode ser usado antes que ela “descarregue” completamente é

- A 24,0
- B 36,7
- C 132
- D 333
- E 528

## Questão 03



(Enem (Libras) 2017) O manual de utilização de um computador portátil informa que a fonte de alimentação utilizada para carregar a bateria do aparelho apresenta as características:

Fonte de alimentação  
 Entrada: 100-240 V ~ 1,5 A 50-60 Hz  
 Saída: 19 V 3,16 A

Interchange

Qual é a quantidade de energia fornecida por unidade de carga, em J/C, disponibilizada à bateria?

- A 6
- B 19
- C 60
- D 100
- E 240

## Questão 04



(Enem 2013) Um circuito em série é formado por uma pilha, uma lâmpada incandescente e uma chave interruptora. Ao se ligar a chave, a lâmpada acende quase instantaneamente, irradiando calor e luz. Popularmente, associa-se o fenômeno da irradiação de energia a um desgaste da corrente elétrica, ao atravessar o filamento da lâmpada, e à rapidez com que a lâmpada começa a brilhar. Essa explicação está em desacordo com o modelo clássico de corrente.

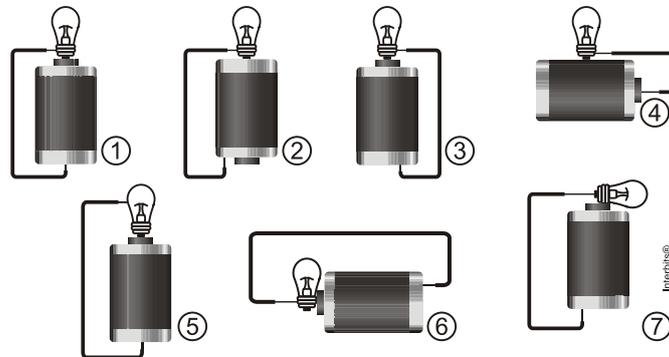
De acordo com o modelo mencionado, o fato de a lâmpada acender quase instantaneamente está relacionado à rapidez com que

- A o fluido elétrico se desloca no circuito.
- B as cargas negativas móveis atravessam o circuito.
- C a bateria libera cargas móveis para o filamento da lâmpada.
- D o campo elétrico se estabelece em todos os pontos do circuito.
- E as cargas positivas e negativas se chocam no filamento da lâmpada.

### Questão 05



(Enem 2011) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

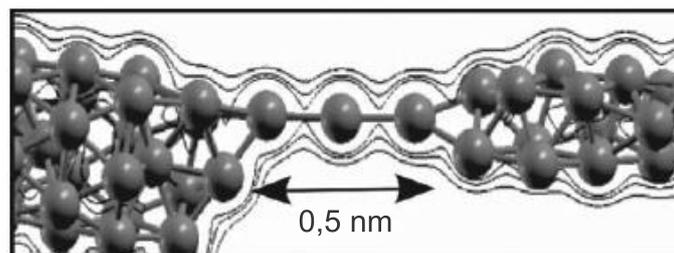
Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- A** (1), (3), (6)
- B** (3), (4), (5)
- C** (1), (3), (5)
- D** (1), (3), (7)
- E** (1), (2), (5)

### Questão 06



(Enem PPL 2014) Recentemente foram obtidos os fios de cobre mais finos possíveis, contendo apenas um átomo de espessura, que podem, futuramente, ser utilizados em microprocessadores. O chamado nanofio, representado na figura, pode ser aproximado por um pequeno cilindro de comprimento  $0,5 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). A seção reta de um átomo de cobre é  $0,05 \text{ nm}^2$  e a resistividade do cobre é  $17 \text{ } \Omega \cdot \text{nm}$ . Um engenheiro precisa estimar se seria possível introduzir esses nanofios nos microprocessadores atuais.



AMORIM, E. P. M.; SILVA, E. Z. Ab initio study of linear atomic chains in copper nanowires. *Physical Review B*, v. 81, 2010 (adaptado).

Um nanofio utilizando as aproximações propostas possui resistência elétrica de

- A**  $170 \text{ n}\Omega$
- B**  $0,17 \text{ n}\Omega$
- C**  $1,7 \text{ n}\Omega$
- D**  $17 \text{ n}\Omega$
- E**  $170 \text{ } \Omega$

## Questão 07



(Enem 2ª aplicação 2010) A resistência elétrica de um fio é determinada pelas suas dimensões e pelas propriedades estruturais do material. A condutividade ( $\sigma$ ) caracteriza a estrutura do material, de tal forma que a resistência de um fio pode ser determinada conhecendo-se  $L$ , o comprimento do fio e  $A$ , a área de seção reta. A tabela relaciona o material a sua respectiva resistividade em temperatura ambiente.

Tabela de condutividade	
Material	Condutividade (S-m/mm <sup>2</sup> )
Alumínio	34,2
Cobre	61,7
Ferro	10,2
Prata	62,5
Tungstênio	18,8

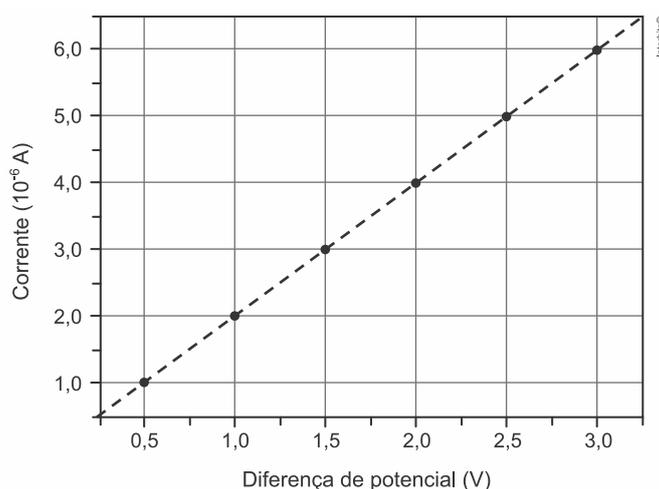
Mantendo-se as mesmas dimensões geométricas, o fio que apresenta menor resistência elétrica é aquele feito de

- A** tungstênio.
- B** alumínio.
- C** ferro.
- D** cobre.
- E** prata.

## Questão 08



(Enem 2017) Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.



O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a

- A**  $0,5 \times 10^0$
- B**  $0,2 \times 10^0$
- C**  $2,5 \times 10^5$
- D**  $5,0 \times 10^5$
- E**  $2,0 \times 10^6$

## Questão 09



(Enem PPL 2016) O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto até a morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa resistência varia de  $1.000 \Omega$  quando a pele está molhada, até  $100.000 \Omega$  quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de  $120 \text{ V}$ .

Qual a intensidade máxima de corrente elétrica que passou pelo corpo da pessoa?

- A** 1,2 mA
- B** 120 mA
- C** 8,3 A
- D** 833 A
- E** 120 kA

## Questão 10



(Enem 2ª aplicação 2014) No território brasileiro, existem períodos do ano que apresentam queda na umidade do ar, fazendo com que o ar fique bastante seco. Nessa época, é comum observar que as pessoas, ao saírem do carro e tocarem a maçaneta da porta, levam pequenos choques elétricos. Além disso, pessoas que ficam muito tempo em contato com aparelhos eletrodomésticos, ou que dormem com roupas feitas de determinados materiais, como a seda, ao tocarem objetos metálicos, também sentem as descargas elétricas, ou seja, levam um choque elétrico.

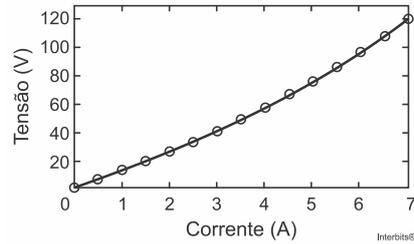
O corpo humano sofre com esse fenômeno de descarga elétrica, comportando-se como um condutor, pois

- A** oferece resistência nula ao movimento da quantidade líquida de carga através do corpo.
- B** permite que uma quantidade de carga se desloque com facilidade através do corpo.
- C** permite que uma quantidade de carga se desloque com dificuldade através do corpo.
- D** reduz o deslocamento da quantidade líquida de carga em função do aumento da diferença potencial.
- E** alterna a capacidade de deslocamento da quantidade de carga no corpo, facilitando ou dificultando o fenômeno.

## Questão 11

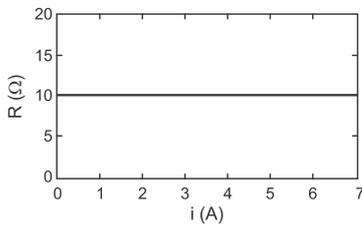


(Enem 2018) Ao pesquisar um resistor feito de um novo tipo de material, um cientista observou o comportamento mostrado no gráfico tensão *versus* corrente.

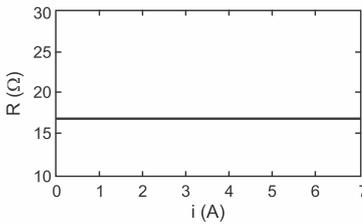


Após a análise do gráfico, ele concluiu que a tensão em função da corrente é dada pela equação  $V = 10i + i^2$ . O gráfico da resistência elétrica ( $R$ ) do resistor em função da corrente ( $i$ ) é

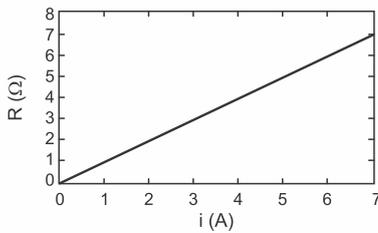
A



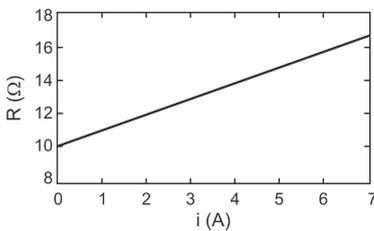
B



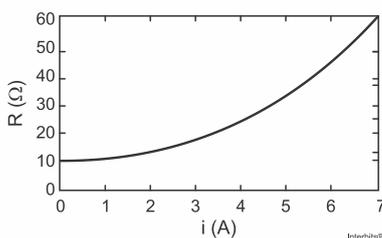
C



D



E



### Questão 12



(Enem 2018) Alguns peixes, como o poraquê, a enguia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts.

O quadro apresenta a potência aproximada de equipamentos elétricos.

Equipamento elétrico	Potência aproximada (watt)
Exaustor	150
Computador	300
Aspirador de pó	600
Churrasqueira elétrica	1.200
Secadora de roupas	3.600

O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a)

- A** exaustor.
- B** computador.
- C** aspirador de pó.
- D** churrasqueira elétrica.
- E** secadora de roupas.

### Questão 13



(Enem PPL 2017) A capacidade de uma bateria com acumuladores, tal como a usada no sistema elétrico de um automóvel, é especificada em ampère-hora (Ah). Uma bateria de 12 V e 100 Ah fornece 12 J para cada coulomb de carga que flui através dela.

Se um gerador, de resistência interna desprezível, que fornece uma potência elétrica média igual a 600 W, fosse conectado aos terminais da bateria descrita, quanto tempo ele levaria para recarregá-la completamente?

- A** 0,5 h
- B** 2 h
- C** 12 h
- D** 50 h
- E** 100 h

### Questão 14



(Enem PPL 2017) As lâmpadas econômicas transformam 80% da energia elétrica consumida em luz e dissipam os 20% restantes em forma de calor. Já as incandescentes transformam 20% da energia elétrica consumida em luz e dissipam o restante em forma de calor. Assim, quando duas dessas lâmpadas possuem luminosidades equivalentes, a econômica apresenta uma potência igual a um quarto de potência da incandescente.

Quando uma lâmpada incandescente de 60 W é substituída por uma econômica de mesma luminosidade, deixa-se de transferir para o ambiente, a cada segundo, uma quantidade de calor, em joule, igual a

- A** 3
- B** 12
- C** 15
- D** 45
- E** 48

### Questão 15



(Enem (Libras) 2017) As células fotovoltaicas transformam luz em energia elétrica. Um modelo simples dessas células apresenta uma eficiência de 10%. Uma placa fotovoltaica quadrada com 5 cm de lado, quando exposta ao sol do meio-dia, faz funcionar uma pequena lâmpada, produzindo uma tensão de 5,0 V e uma corrente 100 mA. Essa placa encontra-se na horizontal em uma região onde os raios solares, ao meio dia, incidem perpendicularmente à superfície da Terra, durante certo período do ano.

A intensidade da luz solar, em  $W/m^2$ , ao meio-dia, nessa região é igual a

- A**  $1 \times 10^2$
- B**  $2 \times 10^2$
- C**  $2 \times 10^3$
- D**  $1 \times 10^6$
- E**  $2 \times 10^6$

**Questão 16** ◆◆◆

(Enem 2ª aplicação 2016) Uma lâmpada LED (diodo emissor de luz), que funciona com 12 V e corrente contínua de 0,45 A, produz a mesma quantidade de luz que uma lâmpada incandescente de 60 W de potência.

Qual é o valor da redução da potência consumida ao se substituir a lâmpada incandescente pela de LED?

- A 54,6 W
- B 27,0 W
- C 26,6 W
- D 5,4 W
- E 5.0 W

**Questão 17** ◆◆◆

(Enem PPL 2015) A rede elétrica de uma residência tem tensão de 110 V e o morador compra, por engano, uma lâmpada incandescente com potência nominal de 100 W e tensão nominal de 220 V.

Se essa lâmpada for ligada na rede de 110 V, o que acontecerá?

- A A lâmpada brilhará normalmente, mas como a tensão é a metade da prevista, a corrente elétrica será o dobro da normal, pois a potência elétrica é o produto de tensão pela corrente.
- B A lâmpada não acenderá, pois ela é feita para trabalhar apenas com tensão de 220 V, e não funciona com tensão abaixo desta.
- C A lâmpada irá acender dissipando uma potência de 50 W, pois como a tensão é metade da esperada, a potência também será reduzida à metade.
- D A lâmpada irá brilhar fracamente, pois com a metade da tensão nominal, a corrente elétrica também será menor e a potência dissipada será menos da metade da nominal.
- E A lâmpada queimará, pois como a tensão é menor do que a esperada, a corrente será maior, ultrapassando a corrente para a qual o filamento foi projetado.

**Questão 18** ◆◆◆

(Enem 2010) Observe a tabela seguinte. Ela traz especificações técnicas constantes no manual de instruções fornecido pelo fabricante de uma torneira elétrica.

**Especificações Técnicas**

Modelo	Torneira				
	127		220		
Tensão Nominal (volts)					
Potência Nominal (Watts)	Desligado				
	(Frio)	2	3	2	3200
	(Morno)	800	200	800	
(Quente)	4	5	4	5500	
	500	500	500		
Corrente Nominal (Ampères)	35,4	43,3	20,4	25,0	
Fiação Mínima (Até 30m)	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	
Fiação Mínima (Acima 30 m)	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	
Disjuntor (Ampère)	40	50	25	30	

Disponível em:  
<http://www.cardeal.com.br.manualprod/Manuais/Torneira%20Suprema/Manual...Torneira...Suprema...roo.pdf>

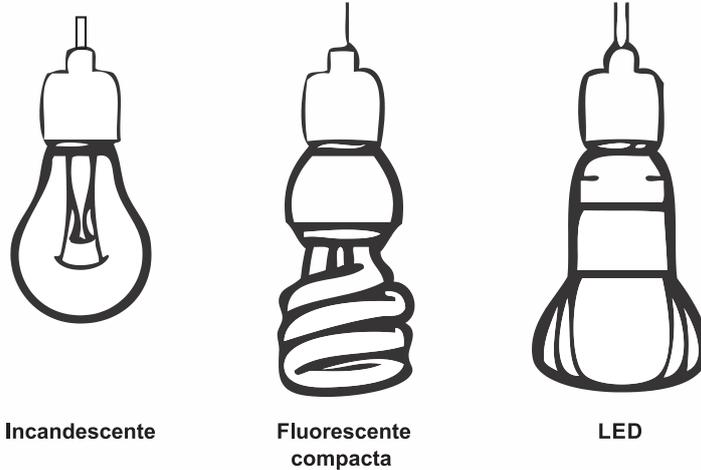
Considerando que o modelo de maior potência da versão 220 V da torneira suprema foi inadvertidamente conectada a uma rede com tensão nominal de 127 V, e que o aparelho está configurado para trabalhar em sua máxima potência. Qual o valor aproximado da potência ao ligar a torneira?

- A 1.830 W
- B 2.800 W
- C 3.200 W
- D 4.030 W
- E 5.500 W

## Questão 19



(Enem PPL 2014) A figura apresenta a comparação dos gastos de três tipos de lâmpadas residenciais de mesmo brilho, durante cinco anos. Considera-se a utilização média de vinte pontos de luz, utilizando em média dez lâmpadas acesas durante 6 horas ao custo de R\$0,30 para cada 1 kWh consumido.



Investimento na compra	R\$ 60,00	R\$ 360,00	R\$ 2 800,00
Potência média de cada lâmpada	60 W	16 W	8 W
Consumo de energia	6 480 kWh	1 728 kWh	864 kWh
Lâmpadas trocadas	110	20	Zero
Gasto com energia	R\$ 1 944,00	R\$ 518,40	R\$ 259,20
Gasto com lâmpadas trocadas	R\$ 330,00	R\$ 360,00	Zero

Ano-base = 360 dias

Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br>. Acesso em: 2 jul. 2012 (adaptado).

Com base nas informações, a lâmpada energeticamente mais eficiente, a mais viável economicamente e a de maior vida útil são, respectivamente

- A** fluorescente compacta, LED, LED.
- B** LED, fluorescente compacta, LED.
- C** fluorescente compacta, incandescente, LED.
- D** LED, incandescente, fluorescente compacta.
- E** fluorescente compacta, fluorescente compacta, LED.

## Questão 20



(Enem 2013) O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110 V pode ser adaptado para funcionar em 220 V, de modo a manter inalterada sua potência.

Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a)

- A dobro do comprimento do fio.
- B metade do comprimento do fio.
- C metade da área da seção reta do fio.
- D quádruplo da área da seção reta do fio.
- E quarta parte da área da seção reta do fio.

## Questão 21



(Enem 2012) A eficiência das lâmpadas pode ser comparada utilizando a razão, considerada linear, entre a quantidade de luz produzida e o consumo. A quantidade de luz é medida pelo fluxo luminoso, cuja unidade é o lúmen (lm). O consumo está relacionado à potência elétrica da lâmpada que é medida em watt (W). Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 40 W emite cerca de 600 lm, enquanto uma lâmpada fluorescente de 40 W emite cerca de 3000 lm.

Disponível em: <http://tecnologia.terra.com.br>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

A eficiência de uma lâmpada incandescente de 40 W é

- A maior que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz menor quantidade de luz.
- B maior que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que produz menor quantidade de luz.
- C menor que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz a mesma quantidade de luz.
- D menor que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, pois consome maior quantidade de energia.
- E igual a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que consome a mesma quantidade de energia.

## Questão 22



(Enem 2009) É possível, com 1 litro de gasolina, usando todo o calor produzido por sua combustão direta, aquecer 200 litros de água de 20 °C a 55 °C. Pode-se efetuar esse mesmo aquecimento por um gerador de eletricidade, que consome 1 litro de gasolina por hora e fornece 110 V a um resistor de 11  $\Omega$ , imerso na água, durante um certo intervalo de tempo. Todo o calor liberado pelo resistor é transferido à água.

Considerando que o calor específico da água é igual a 4,19 Jg<sup>-1</sup>C<sup>-1</sup>, aproximadamente qual a quantidade de gasolina consumida para o aquecimento de água obtido pelo gerador, quando comparado ao obtido a partir da combustão?

- A A quantidade de gasolina consumida é igual para os dois casos.
- B A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é duas vezes maior que a consumida na combustão.
- C A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é duas vezes menor que a consumida na combustão.
- D A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é sete vezes maior que a consumida na combustão.
- E A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é sete vezes menor que a consumida na combustão.

## Questão 23



(Enem 2009) A instalação elétrica de uma casa envolve várias etapas, desde a alocação dos dispositivos, instrumentos e aparelhos elétricos, até a escolha dos materiais que a compõem, passando pelo dimensionamento da potência requerida, da fiação necessária, dos eletrodutos\*, entre outras.

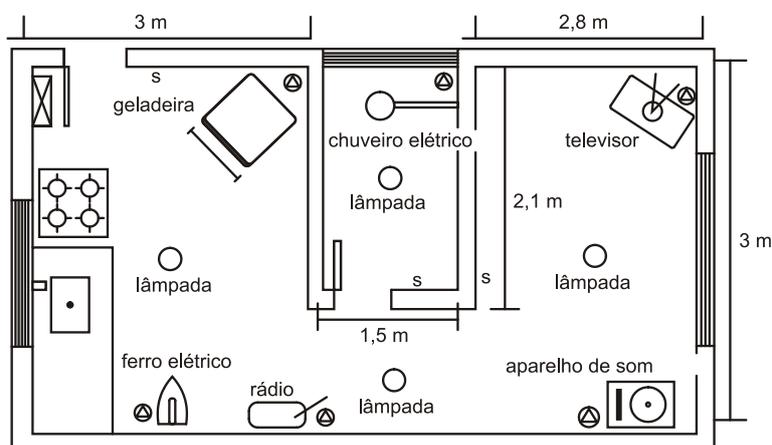
Para cada aparelho elétrico existe um valor de potência associado. Valores típicos de potências para alguns aparelhos elétricos são apresentados no quadro seguinte:

Aparelhos	Potência (W)
Aparelho de som	120
Chuveiro elétrico	3.000
Ferro elétrico	500
Televisor	200
Geladeira	200
Rádio	50

\*Eletrodutos são condutos por onde passa a fiação de uma instalação elétrica, com a finalidade de protegê-la.

A escolha das lâmpadas é essencial para obtenção de uma boa iluminação. A potência da lâmpada deverá estar de acordo com o tamanho do cômodo a ser iluminado. O quadro a seguir mostra a relação entre as áreas dos cômodos (em  $m^2$ ) e as potências das lâmpadas (em W), e foi utilizado como referência para o primeiro pavimento de uma residência.

Área do Cômodo ( $m^2$ )	Potência da Lâmpada (W)		
	Sala/copa /cozinha	Quarto, varanda e corredor	banheiro
Até 6,0	60	60	60
6,0 a 7,5	100	100	60
7,5 a 10,5	100	100	100



Obs.: Para efeitos dos cálculos das áreas, as paredes são desconsideradas.

Considerando a planta baixa fornecida, com todos os aparelhos em funcionamento, a potência total, em watts, será de

- A 4.070.
- B 4.270.
- C 4.320.
- D 4.390.
- E 4.470.

## Questão 24



(Enem cancelado 2009) Os motores elétricos são dispositivos com diversas aplicações, dentre elas, destacam-se aquelas que proporcionam conforto e praticidade para as pessoas. É inegável a preferência pelo uso de elevadores quando o objetivo é o transporte de pessoas pelos andares de prédios elevados. Nesse caso, um dimensionamento preciso da potência dos motores utilizados nos elevadores é muito importante e deve levar em consideração fatores como economia de energia e segurança.

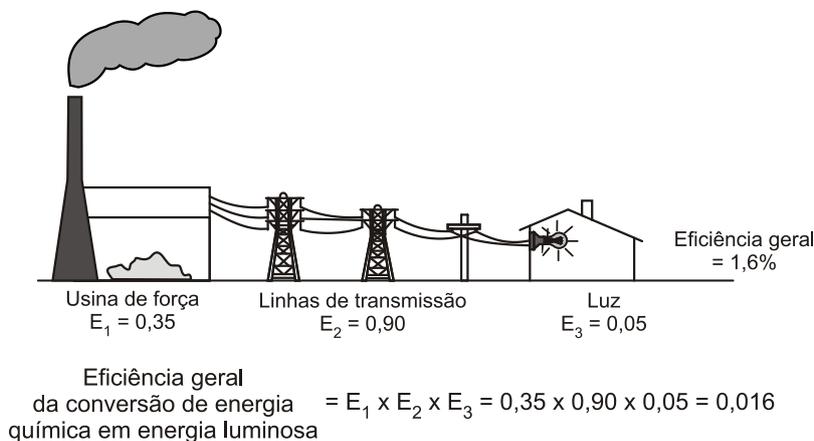
Considere que um elevador de 800 kg, quando lotado com oito pessoas ou 600 kg, precisa ser projetado. Para tanto, alguns parâmetros deverão ser dimensionados. O motor será ligado à rede elétrica que fornece 220 volts de tensão. O elevador deve subir 10 andares, em torno de 30 metros, a uma velocidade constante de 4 metros por segundo. Para fazer uma estimativa simples de potência necessária e da corrente que deve ser fornecida ao motor do elevador para ele operar com lotação máxima, considere que a tensão seja contínua, que a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$  e que o atrito pode ser desprezado. Nesse caso, para um elevador lotado, a potência média de saída do motor do elevador e a corrente elétrica máxima que passa no motor serão respectivamente de

- A 24 kW e 109 A.
- B 32 kW e 145 A.
- C 56 kW e 255 A.
- D 180 kW e 818 A.
- E 240 kW e 1090 A.

## Questão 25



(Enem 2009) A eficiência de um processo de conversão de energia é definida como a razão entre a produção de energia ou trabalho útil e o total de entrada de energia no processo. A figura mostra um processo com diversas etapas. Nesse caso, a eficiência geral será igual ao produto das eficiências das etapas individuais. A entrada de energia que não se transforma em trabalho útil é perdida sob formas não utilizáveis (como resíduos de calor).



HINRICHES, R. A. *Energia e Meio Ambiente*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Aumentar a eficiência dos processos de conversão de energia implica economizar recursos e combustíveis. Das propostas seguintes, qual resultará em maior aumento da eficiência geral do processo?

- A Aumentar a quantidade de combustível para queima na usina de força.
- B Utilizar lâmpadas incandescentes, que geram pouco calor e muita luminosidade.
- C Manter o menor número possível de aparelhos elétricos em funcionamento nas moradias.
- D Utilizar cabos com menor diâmetro nas linhas de transmissão a fim de economizar o material condutor.
- E Utilizar materiais com melhores propriedades condutoras nas linhas de transmissão e lâmpadas fluorescentes nas moradias.

### Questão 26



(Enem (Libras) 2017) O Brasil vive uma crise hídrica que também tem trazido consequências na área de energia. Um estudante do ensino médio resolveu dar sua contribuição de economia, usando para isso conceitos que ele aprendeu nas aulas de física. Ele convence sua mãe a tomar banho com a chave do chuveiro na posição verão e diminuir o tempo de banho para 5 minutos, em vez de 15 minutos. Sua alegação baseou-se no seguinte argumento: se a chave do chuveiro estiver na posição inverno (potência de 6.000 W) o gasto será muito maior do que com a chave na posição verão (potência de 3.600 W).

A economia por banho, em kWh, apresentada pelo estudante para sua mãe foi de

- A** 0,3
- B** 0,5
- C** 1,2
- D** 1,5
- E** 1,8

### Questão 27



(Enem PPL 2016) Uma família adquiriu um televisor e, no manual do usuário, constavam as especificações técnicas, como apresentado no quadro. Esse televisor permaneceu 30 dias em repouso (*stand-by*). Considere que a eficiência entre a geração e a transmissão de eletricidade na usina é de 30%.

Tensão de entrada	AC 100 – 240V 50 / 60Hz
Consumo de potência	45 W
Potência em repouso	1 W

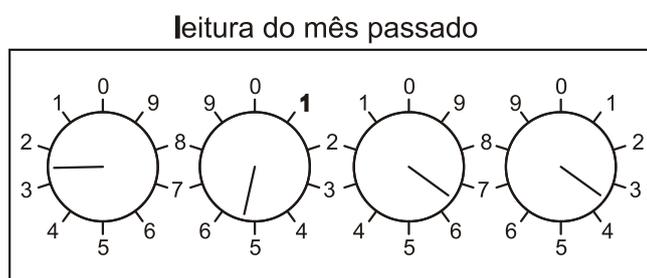
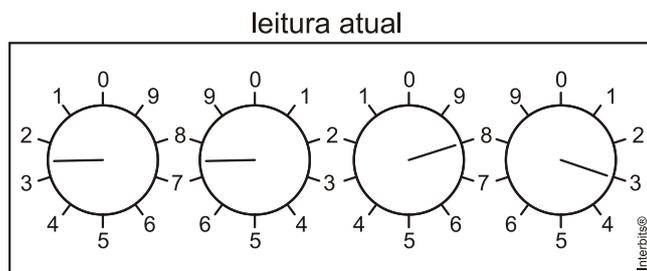
Que quantidade de energia, em joules, foi produzida na usina para manter o televisor em *stand-by*?

- A** 2,59 MJ
- B** 6,05 MJ
- C** 8,64 MJ
- D** 117 MJ
- E** 377 MJ

## Questão 28



(Enem 2010) A energia elétrica consumida nas residências é medida, em quilowatt-hora, por meio de um relógio medidor de consumo. Nesse relógio, da direita para esquerda, tem-se o ponteiro da unidade, da dezena, da centena e do milhar. Se um ponteiro estiver entre dois números, considera-se o último número ultrapassado pelo ponteiro. Suponha que as medidas indicadas nos esquemas seguintes tenham sido feitas em uma cidade em que o preço do quilowatt-hora fosse de R\$ 0,20.



FILHO, A.G.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica*. São Paulo: Scipione, 1997.

O valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica registrado seria de

- A** R\$ 41,80.
- B** R\$ 42,00
- C** R\$ 43,00.
- D** R\$ 43,80.
- E** R\$ 44,00.

## Questão 29



(Enem cancelado 2009) Uma estudante que ingressou na universidade e, pela primeira vez, está morando longe da sua família, recebe a sua primeira conta de luz:

Medidor			Consumo	Leitura		Cód	Emissão	Id. Bancária		
Número 713131 2	Consumidor 951672	Leitura 7295	kWh 260	Dia 31	Mês 03	21	01/04/2009	Banco 222	Agência 999-7	Município S. José das Moças
<b>Consumo dos últimos 12 meses em kWh</b>								<b>Descrição</b>		
253 Mar/08		278 Jun/08		272 Set/08		265 Dez/08		Fornecimento ICMS		
247 Abr/08		280 Jul/08		270 Out/08		266 Jan/09				
255 Mai/08		275 Ago/08		260 Nov/08		268 Fev/09				
<b>Base de Cálculo ICMS</b>		<b>Alíquota</b>		<b>Valor</b>				<b>Total</b>		
R\$ 130,00		25%		R\$ 32,50				R\$ 162,50		

Se essa estudante comprar um secador de cabelos que consome 1000 W de potência e considerando que ela e suas 3 amigas utilizem esse aparelho por 15 minutos cada uma durante 20 dias no mês, o acréscimo em reais na sua conta mensal será de

- A** R\$ 10,00.
- B** R\$ 12,50.
- C** R\$ 13,00.
- D** R\$ 13,50.
- E** R\$ 14,00.

## Questão 30



(Enem 2ª aplicação 2014) Uma pessoa quer instalar uma iluminação decorativa para as festas de final de ano. Para isso, ela adquire um conjunto de 44 lâmpadas ligadas em série. Na sua residência a tensão da rede elétrica é de 220 V e a tomada utilizada pode fornecer o máximo de 4 A de intensidade de corrente.

Quais as especificações das lâmpadas que devem ser utilizadas para obter o máximo de potência na iluminação?

- A 5 V e 4 W
- B 5 V e 20 W
- C 55 V e 4 W
- D 220 V e 20 W
- E 220 V e 880 W

## Questão 31



(Enem PPL 2013) Um grupo de amigos foi passar o fim de semana em um acampamento rural, onde não há eletricidade. Uma pessoa levou um gerador a *diesel* e outra levou duas lâmpadas, diferentes fios e bocais. Perto do anoitecer, iniciaram a instalação e verificaram que as lâmpadas eram de 60 W – 110 V e o gerador produzia uma tensão de 220 V.

Para que as duas lâmpadas possam funcionar de acordo com suas especificações e o circuito tenha menor perda possível, a estrutura do circuito elétrico deverá ser de dois bocais ligados em

- A série e usar fios de maior espessura.
- B série e usar fios de máximo comprimento.
- C paralelo e usar fios de menor espessura.
- D paralelo e usar fios de maior espessura.
- E paralelo e usar fios de máximo comprimento.

## Questão 32



(Enem PPL 2014) Os manuais dos fornos micro-ondas desaconselham, sob pena de perda da garantia, que eles sejam ligados em paralelo juntamente a outros aparelhos eletrodomésticos por meio de tomadas múltiplas, popularmente conhecidas como “benjamins” ou “tês”, devido ao alto risco de incêndio e derretimento dessas tomadas, bem como daquelas dos próprios aparelhos.

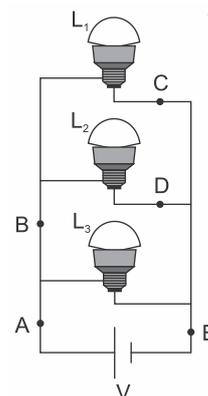
Os riscos citados são decorrentes da

- A resistividade da conexão, que diminui devido à variação de temperatura do circuito.
- B corrente elétrica superior ao máximo que a tomada múltipla pode suportar.
- C resistência elétrica elevada na conexão simultânea de aparelhos eletrodomésticos.
- D tensão insuficiente para manter todos os aparelhos eletrodomésticos em funcionamento.
- E intensidade do campo elétrico elevada, que causa o rompimento da rigidez dielétrica da tomada múltipla.

## Questão 33



(Enem 2016) Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas correntes de  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $I_D$  e  $I_E$ , respectivamente.



O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são

- A  $I_A = I_E$  e  $I_C = I_D$
- B  $I_A = I_B = I_E$  e  $I_C = I_D$
- C  $I_A = I_B$ , apenas.
- D  $I_A = I_B = I_E$ , apenas.
- E  $I_C = I_D$ , apenas.

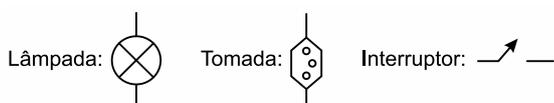
**Questão 34**



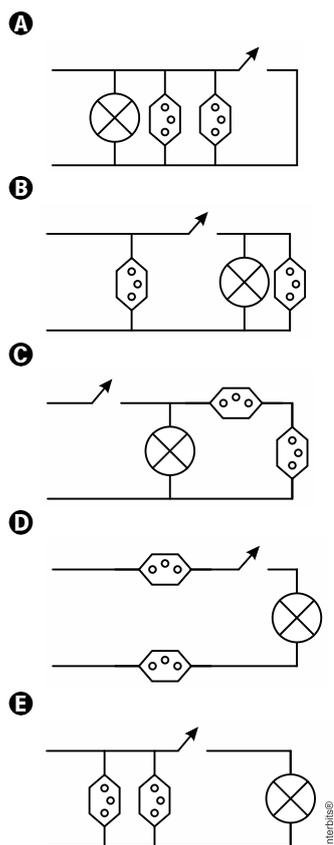
(Enem 2015) Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico.

“O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos” — pensou.

Símbolos adotados:



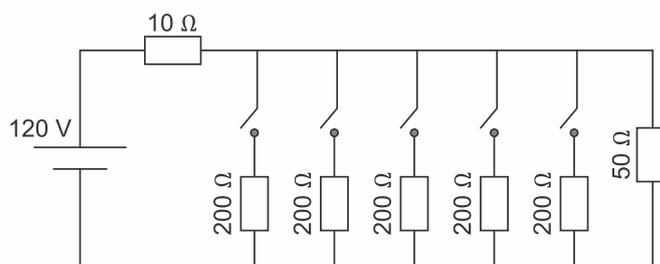
Qual dos circuitos esboçados atende às exigências?



**Questão 35**



(Enem 2019) Uma casa tem um cabo elétrico mal dimensionado, de resistência igual a  $10 \Omega$  que a conecta à rede elétrica de  $120 \text{ V}$ . Nessa casa, cinco lâmpadas, de resistência igual a  $200 \Omega$ , estão conectadas ao mesmo circuito que uma televisão de resistência igual a  $50 \Omega$ , conforme ilustrado no esquema. A televisão funciona apenas com tensão entre  $90 \text{ V}$  e  $130 \text{ V}$ .



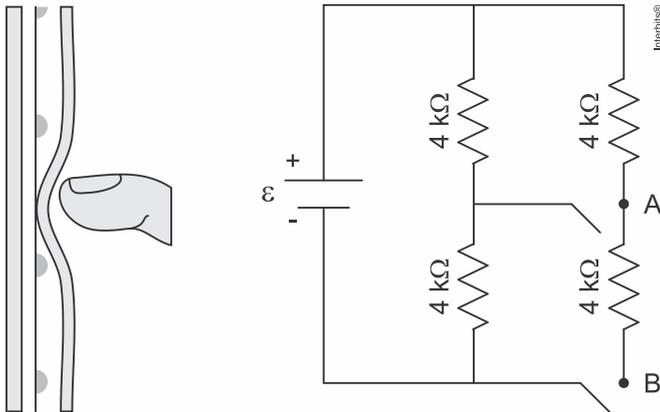
O número máximo de lâmpadas que podem ser ligadas sem que a televisão pare de funcionar é:

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

## Questão 36



(Enem 2018) Muitos *smartphones* e *tablets* não precisam mais de teclas, uma vez que todos os comandos podem ser dados ao se pressionar a própria tela. Inicialmente essa tecnologia foi proporcionada por meio das telas resistivas, formadas basicamente por duas camadas de material condutor transparente que não se encostam até que alguém as pressione, modificando a resistência total do circuito de acordo com o ponto onde ocorre o toque. A imagem é uma simplificação do circuito formado pelas placas, em que A e B representam pontos onde o circuito pode ser fechado por meio do toque.



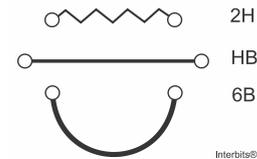
Qual é a resistência equivalente no circuito provocada por um toque que fecha o circuito no ponto A?

- A** 1,3 kΩ
- B** 4,0 kΩ
- C** 6,0 kΩ
- D** 6,7 kΩ
- E** 12,0 kΩ

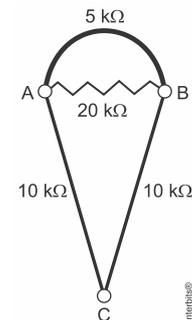
## Questão 37



(Enem 2016) Por apresentar significativa resistividade elétrica, o grafite pode ser utilizado para simular resistores elétricos em circuitos desenhados no papel, com o uso de lápis e lapiseiras. Dependendo da espessura e do comprimento das linhas desenhadas, é possível determinar a resistência elétrica de cada traçado produzido. No esquema foram utilizados três tipos de lápis diferentes (2H, HB e 6B) para efetuar três traçados distintos.



Munida dessas informações, um estudante pegou uma folha de papel e fez o desenho de um sorvete de casquinha utilizando-se desses traçados. Os valores encontrados nesse experimento, para as resistências elétricas ( $R$ ) medidas com o auxílio de um ohmímetro ligado nas extremidades das resistências, são mostrados na figura. Verificou-se que os resistores obedeciam a Lei de Ohm.



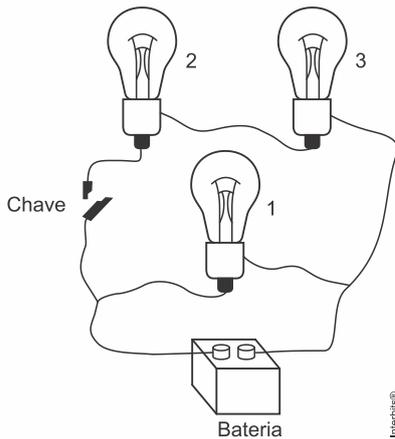
Na sequência, conectou o ohmímetro nos terminais A e B do desenho e, em seguida, conectou-o nos terminais B e C, anotando as leituras  $R_{AB}$  e  $R_{BC}$ , respectivamente. Ao estabelecer a razão  $\frac{R_{AB}}{R_{BC}}$  qual resultado o estudante obteve?

- A** 1
- B**  $\frac{4}{7}$
- C**  $\frac{10}{27}$
- D**  $\frac{14}{81}$
- E**  $\frac{4}{81}$

### Questão 38



(Enem PPL 2015) Um electricista projeta um circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, conectadas conforme a figura. Deseja-se que uma delas fique sempre acesa, por isso é ligada diretamente aos polos da bateria, entre os quais se mantém uma tensão constante. As outras duas lâmpadas são conectadas em um fio separado que contém uma chave. Com a chave aberta (desligada), a bateria fornece uma potência  $X$ .



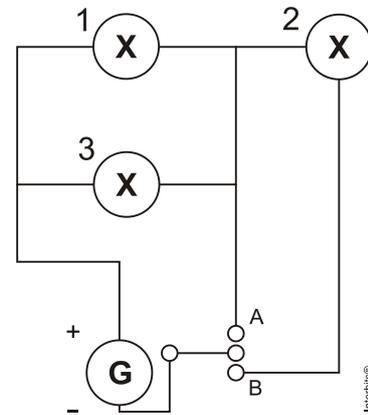
Assumindo que as lâmpadas obedeçam à Lei de Ohm, com a chave fechada, a potência fornecida pela bateria, em função de  $X$ , é:

- A**  $\frac{2}{3}X$
- B**  $X$
- C**  $\frac{3}{2}X$
- D**  $2X$
- E**  $3X$

### Questão 39



(Enem 2014) Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



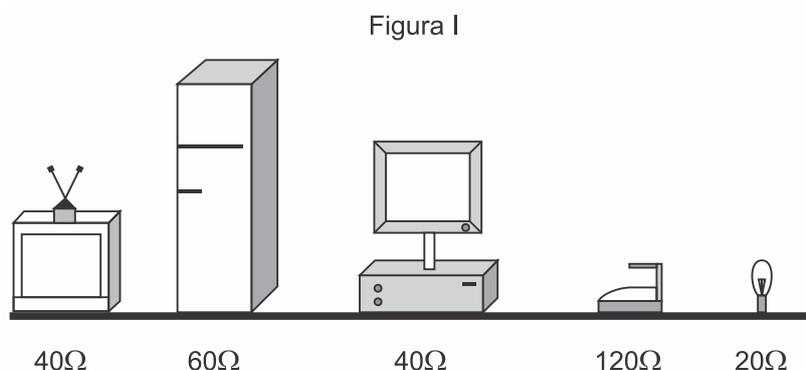
Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

- A** B, pois a corrente será maior nesse caso.
- B** B, pois a potência total será maior nesse caso.
- C** A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- D** B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- E** A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

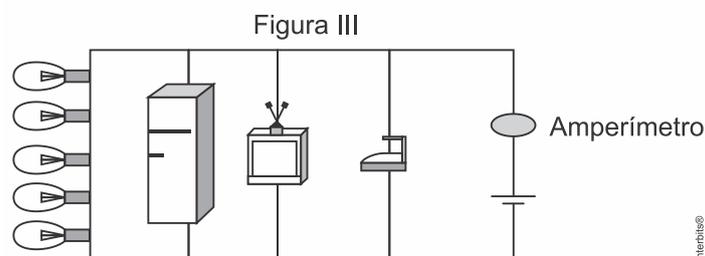
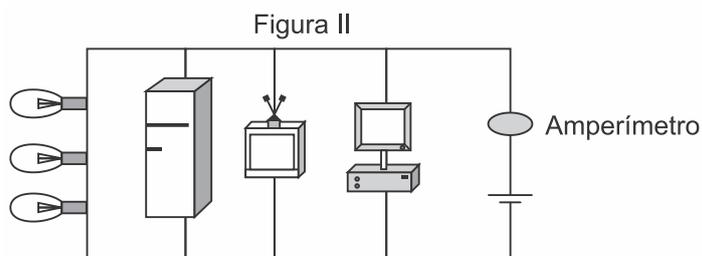
## Questão 40



(Enem PPL 2011) Uma residência possui dois aparelhos de TV, duas geladeiras, um computador, um ferro elétrico e oito lâmpadas incandescentes. A resistência elétrica de cada equipamento está representada pela figura I. A tensão elétrica que alimenta a rede da residência é de 120 V.



Um eletricista fez duas ligações, que se encontram representadas pelas figuras II e III.



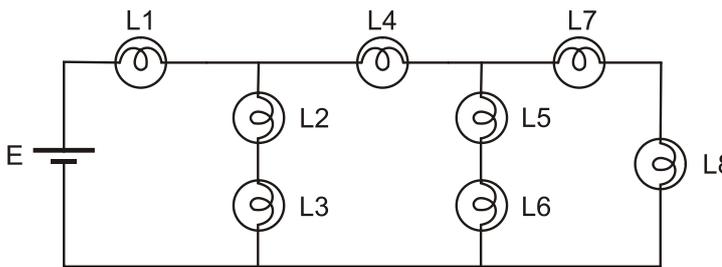
Com base nas informações, verifica-se que a corrente indicada pelo amperímetro da figura

- A** II registrará uma corrente de 10 A.
- B** II registrará uma corrente de 12 A.
- C** II registrará uma corrente de 0,10 A.
- D** III registrará uma corrente de 16,6 A.
- E** III registrará uma corrente de 0,14 A.

### Questão 41



(Enem 2009) Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos, que instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura.



Nessa situação, quais são as três lâmpadas que acendem com o mesmo brilho por apresentarem igual valor de corrente fluindo nelas, sob as quais devem se posicionar os três atores?

- A** L1, L2 e L3.
- B** L2, L3 e L4.
- C** L2, L5 e L7.
- D** L4, L5 e L6.
- E** L4, L7 e L8.

### Questão 42



(Enem PPL 2018) Ao dimensionar circuitos elétricos residenciais, é recomendado adequadamente bitolas dos fios condutores e disjuntores, de acordo com a intensidade de corrente elétrica demandada. Esse procedimento é recomendado para evitar acidentes na rede elétrica. No quadro é especificada a associação para três circuitos distintos de uma residência, relacionando tensão no circuito, bitolas de fios condutores e a intensidade de corrente elétrica máxima suportada pelo disjuntor.

Dimensionamento – Circuito residencial				
Identificação	Tensão (volt)	Bitola do fio (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor máximo (A)	Equipamento a ser ligado (W)
Circuito 1	110	2,5	20	4.200
Circuito 2	220	2,5	20	4.200
Circuito 3	220	6,0	35	6.600

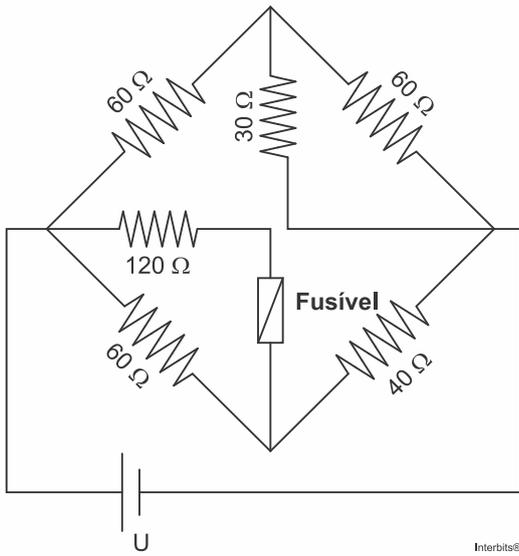
Com base no dimensionamento do circuito residencial, em qual(is) do(s) circuito(s) o(s) equipamento(s) é(estão) ligado(s) adequadamente?

- A** Apenas no Circuito 1.
- B** Apenas no Circuito 2.
- C** Apenas no Circuito 3.
- D** Apenas nos Circuitos 1 e 2.
- E** Apenas nos Circuitos 2 e 3.

## Questão 43



(Enem 2017) Fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Quando a corrente que passa por esse componente elétrico é maior que sua máxima corrente nominal, o fusível queima. Dessa forma, evita que a corrente elevada danifique os aparelhos do circuito. Suponha que o circuito elétrico mostrado seja alimentado por uma fonte de tensão  $U$  e que o fusível suporte uma corrente nominal de 500 mA.



Qual é o máximo valor da tensão  $U$  para que o fusível não queime?

- A 20 V
- B 40 V
- C 60 V
- D 120 V
- E 185 V

## Questão 44



(Enem 2ª aplicação 2016) Um electricista deve instalar um chuveiro que tem as especificações 220 V – 4.400 W a 6.800 W. Para a instalação de chuveiros, recomenda-se uma rede própria, com fios de diâmetro adequado e um disjuntor dimensionado a potência e a corrente elétrica previstas, com uma margem de tolerância próxima de 10%. Os disjuntores são dispositivos de segurança utilizados para proteger as instalações elétricas de curtos-circuitos e sobrecargas elétricas e devem desarmar sempre que houver passagem de corrente elétrica superior a permitida no dispositivo.

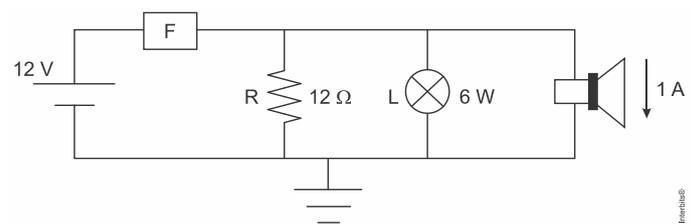
Para fazer uma instalação segura desse chuveiro, o valor da corrente máxima do disjuntor deve ser

- A 20 A
- B 25 A
- C 30 A
- D 35 A
- E 40 A

## Questão 45



(Enem PPL 2014) Fusíveis são dispositivos de proteção de um circuito elétrico, sensíveis ao excesso de corrente elétrica. Os modelos mais simples consistem de um filamento metálico de baixo ponto de fusão, que se funde quando a corrente ultrapassa determinado valor, evitando que as demais partes do circuito sejam danificadas. A figura mostra um diagrama de um circuito em que o fusível  $F$  protege um resistor  $R$  de  $12\ \Omega$  uma lâmpada  $L$  de 6 W e um alto-falante que conduz 1 A.



Sabendo que esse fusível foi projetado para trabalhar com uma corrente até 20% maior que a corrente nominal que atravessa esse circuito, qual é o valor, em ampères, da corrente máxima que o fusível  $F$  permite passar?

- A 1,0
- B 1,5
- C 2,0
- D 2,5
- E 3,0

## Questão 46



(Enem 2011) Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo			A	B
Tensão (V~)			127	220
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas		0	0
			244 0	254 0
			440 0	440 0
			550 0	600 0
Disjuntor ou fusível (Ampere)			50	30
Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )			10	4

Uma pessoa adquiriu um chuveiro do modelo A e, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 amperes. No entanto, intrigou-se com o fato de que o disjuntor a ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro do modelo B devia possuir amperagem 40% menor.

Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4400 W, a razão entre as suas respectivas resistências elétricas,  $R_A$  e  $R_B$  que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores, é mais próxima de:

- A** 0,3.
- B** 0,6.
- C** 0,8.
- D** 1,7.
- E** 3,0.

## Questão 47



(Enem 2010) Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aquela que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados.

Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de 55 W de potência que opera com 36 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível. Dessa forma, admitindo-se que a fiação suporte a carga dos dois faróis, o menor valor de fusível adequado para proteção desse novo circuito é o

- A** azul.
- B** preto.
- C** laranja.
- D** amarelo.
- E** vermelho.

## Questão 48



(Enem PPL 2010) Quando ocorre um curto-circuito em uma instalação elétrica, como na figura, a resistência elétrica total do circuito diminui muito, estabelecendo-se nele uma corrente muito elevada.



O superaquecimento da fiação, devido a esse aumento da corrente elétrica, pode ocasionar incêndios, que seriam evitados instalando-se fusíveis e disjuntores que interrompem essa corrente, quando a mesma atinge um valor acima do especificado nesses dispositivos de proteção.

Suponha que um chuveiro instalado em uma rede elétrica de 110 V, em uma residência, possua três posições de regulagem da temperatura da água. Na posição verão utiliza 2.100 W, na posição primavera, 2.400 W e na posição inverno, 3.200 W.

GRAF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: EDUSP, 1993 (adaptado).

Deseja-se que o chuveiro funcione em qualquer uma das três posições de regulagem de temperatura, sem que haja riscos de incêndio. Qual deve ser o valor mínimo adequado do disjuntor a ser utilizado?

- A** 40 A
- B** 30 A
- C** 25 A
- D** 23 A
- E** 20 A

## Questão 49



(Enem 2009) O manual de instruções de um aparelho de ar-condicionado apresenta a seguinte tabela, com dados técnicos para diversos modelos:

Capacidade de refrigeração kW/(BTU/h)	Potência (W)	Corrente elétrica - ciclo frio (A)	Eficiência energética COP (W/W)	Vazão de ar (m <sup>3</sup> /h)	Frequência (Hz)
3,52/(12.000)	1.193	5,8	2,95	550	60
5,42/(18.000)	1.790	8,7	2,95	800	60
5,42/(18.000)	1.790	8,7	2,95	800	60
6,45/(22.000)	2.188	10,2	2,95	960	60
6,45/(22.000)	2.188	10,2	2,95	960	60

Considere-se que um auditório possua capacidade para 40 pessoas, cada uma produzindo uma quantidade média de calor, e que praticamente todo o calor que flui para fora do auditório o faz por meio dos aparelhos de ar-condicionado.

Nessa situação, entre as informações listadas, aquelas essenciais para se determinar quantos e/ou quais aparelhos de ar-condicionado são precisos para manter, com lotação máxima, a temperatura interna do auditório agradável e constante, bem como determinar a espessura da fiação do circuito elétrico para a ligação desses aparelhos, são

- A vazão de ar e potência.
- B vazão de ar e corrente elétrica - ciclo frio.
- C eficiência energética e potência.
- D capacidade de refrigeração e frequência.
- E capacidade de refrigeração e corrente elétrica – ciclo frio.

## Questão 50



(Enem 2019) As redes de alta tensão para transmissão de energia elétrica geram campo magnético variável o suficiente para induzir corrente elétrica no arame das cercas. Tanto os animais quanto os funcionários das propriedades rurais ou das concessionárias de energia devem ter muito cuidado ao se aproximarem de uma cerca quando esta estiver próxima a uma rede de alta tensão, pois, se tocarem no arame da cerca, poderão sofrer choque elétrico.

Para minimizar este tipo de problema, deve-se:

- A Fazer o aterramento dos arames da cerca.
- B Acrescentar fusível de segurança na cerca.
- C Realizar o aterramento da rede de alta tensão.
- D Instalar fusível de segurança na rede de alta tensão.
- E Utilizar fios encapados com isolante na rede de alta tensão.

## Questão 51



(Enem PPL 2012) No manual de uma máquina de lavar, o usuário vê o símbolo:



Este símbolo orienta o consumidor sobre a necessidade de a máquina ser ligada a

- A** um fio terra para evitar sobrecarga elétrica.
- B** um fio neutro para evitar sobrecarga elétrica.
- C** um fio terra para aproveitar as cargas elétricas do solo.
- D** uma rede de coleta de água da chuva.
- E** uma rede de coleta de esgoto doméstico.

## Questão 52



(Enem PPL 2011) O manual de instruções de um computador apresenta as seguintes recomendações para evitar que o cabo de alimentação de energia elétrica se rompa:

- Ao utilizar a fonte de alimentação, acomode adequadamente o cabo que vai conectado à tomada, evitando dobrá-lo.
- Ao conectar ou desconectar o computador da tomada elétrica, segure o cabo de alimentação pelo plugue e não pelo fio.

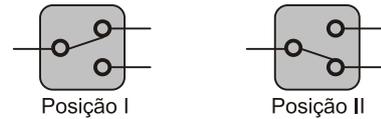
Caso o usuário não siga essas recomendações e ocorra o dano previsto, a consequência para o funcionamento do computador será a de que

- A** os seus componentes serão danificados por uma descarga elétrica.
- B** a velocidade de processamento de dados diminuirá sensivelmente.
- C** a sua fiação interna passará a sofrer um aquecimento excessivo.
- D** o monitor utilizado passará a apresentar um brilho muito fraco.
- E** os seus circuitos elétricos ficarão sem circulação de corrente.

## Questão 53

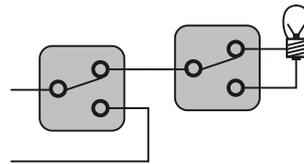


(Enem 2012) Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida como interruptores paralelos. Este interruptor é uma chave de duas posições constituída por um polo e dois terminais, conforme mostrado nas figuras de um mesmo interruptor. Na Posição I a chave conecta o polo ao terminal superior, e na Posição II a chave o conecta ao terminal inferior.

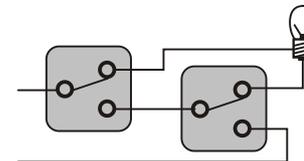


O circuito que cumpre a finalidade de funcionamento descrita no texto é:

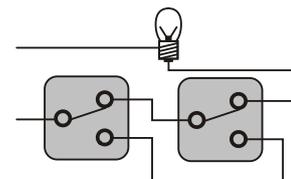
**A**



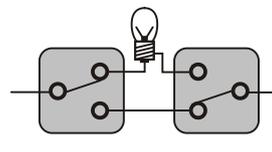
**B**



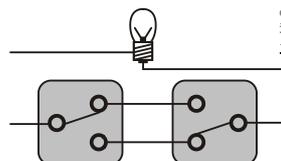
**C**



**D**



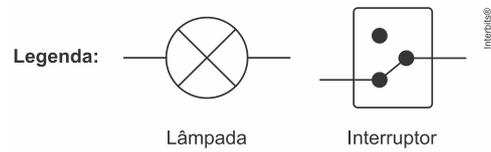
**E**



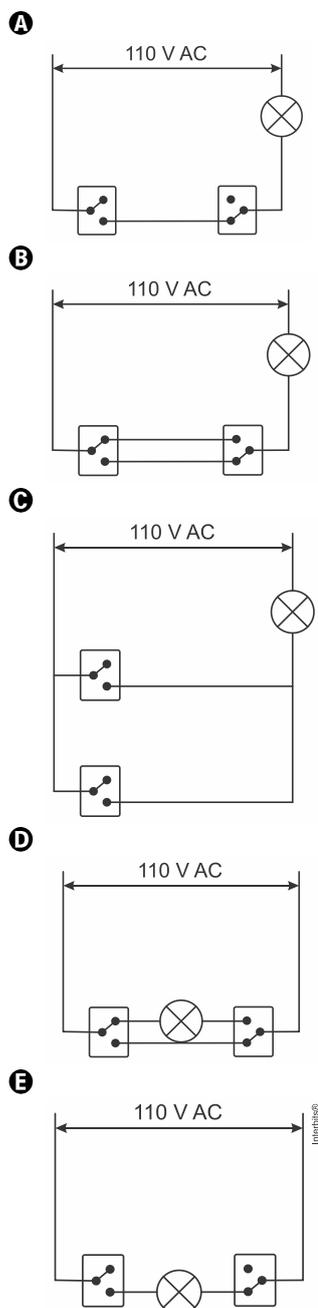
## Questão 54



(Enem (Libras) 2017) Durante a reforma de sua residência, um casal decidiu que seria prático poder acender a luz do quarto acionando um interruptor ao lado da porta e apagá-la com outro interruptor próximo à cama. Um eletrotécnico explicou que esse sistema usado para controlar uma lâmpada a partir de dois pontos é conhecido como circuito de interruptores paralelos.



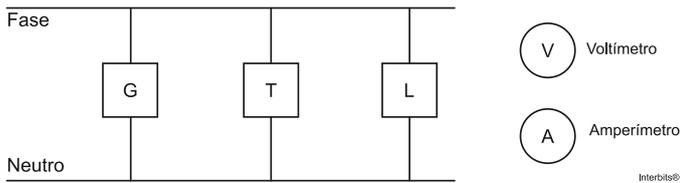
Como deve ser feita a montagem do circuito da lâmpada no quarto desse casal?



**Questão 55**



(Enem 2013) Um electricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O electricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).



Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

**Questão 56**



(Enem PPL 2012) Um electricista precisa medir a resistência elétrica de uma lâmpada. Ele dispõe de uma pilha, de uma lâmpada (L), de alguns fios e de dois aparelhos: um voltímetro (V), para medir a diferença de potencial entre dois pontos, e um amperímetro (A), para medir a corrente elétrica.

O circuito elétrico montado pelo electricista para medir essa resistência é

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

## Questão 57



(Enem PPL 2011) Um detector de mentiras consiste em um circuito elétrico simples do qual faz parte o corpo humano. A inserção do corpo humano no circuito se dá do dedo indicador da mão direita até o dedo indicador da mão esquerda. Dessa forma, certa corrente elétrica pode passar por uma parte do corpo. Um medidor sensível (amperímetro) revela um fluxo de corrente quando uma tensão é aplicada no circuito. No entanto, a pessoa que se submete ao detector não sente a passagem da corrente. Se a pessoa mente, há uma ligeira alteração na condutividade de seu corpo, o que altera a intensidade da corrente detectada pelo medidor.

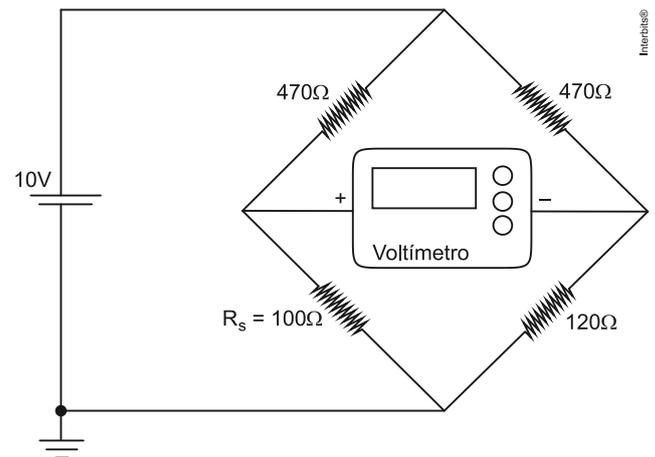
No dimensionamento do detector de mentiras, devem ser levados em conta os parâmetros: a resistência elétrica dos fios de ligação, a tensão aplicada no circuito e a resistência elétrica do medidor. Para que o detector funcione adequadamente como indicado no texto, quais devem ser as características desses parâmetros?

- A Pequena resistência dos fios de ligação, alta tensão aplicada e alta resistência interna no medidor.
- B Alta resistência dos fios de ligação, pequena tensão aplicada e alta resistência interna no medidor.
- C Alta resistência dos fios de ligação, alta tensão aplicada e resistência interna desprezível no medidor.
- D Pequena resistência dos fios de ligação, alta tensão aplicada e resistência interna desprezível no medidor.
- E Pequena resistência dos fios de ligação, pequena tensão aplicada e resistência interna desprezível no medidor.

## Questão 58



(Enem 2013) Medir temperatura é fundamental em muitas aplicações, e apresentar a leitura em mostradores digitais é bastante prático. O seu funcionamento é baseado na correspondência entre valores de temperatura e de diferença de potencial elétrico. Por exemplo, podemos usar o circuito elétrico apresentado, no qual o elemento sensor de temperatura ocupa um dos braços do circuito ( $R_s$ ) e a dependência da resistência com a temperatura é conhecida.



Para um valor de temperatura em que  $R_s = 100 \Omega$ , a leitura apresentada pelo voltímetro será de

- A +6,2 V.
- B +1,7 V.
- C +0,3 V.
- D -0,3 V.
- E -6,2 V.

## Questão 59



(Enem 2017) Em algumas residências, cercas eletrificadas são utilizadas com o objetivo de afastar possíveis invasores. Uma cerca eletrificada funciona com uma diferença de potencial elétrico de aproximadamente 10.000 V. Para que não seja letal, a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior do que 0,01 A. Já a resistência elétrica corporal entre as mãos e os pés de uma pessoa é da ordem de 1.000  $\Omega$ .

Para que a corrente não seja letal a uma pessoa que toca a cerca eletrificada, o gerador de tensão deve possuir uma resistência interna que, em relação à do corpo humano, é

- A** praticamente nula.
- B** aproximadamente igual.
- C** milhares de vezes maior.
- D** da ordem de 10 vezes maior.
- E** da ordem de 10 vezes menor.

## Questão 60



(Enem PPL 2017) Uma lâmpada é conectada a duas pilhas de tensão nominal 1,5 V, ligadas em série. Um voltímetro, utilizado para medir a diferença de potencial na lâmpada, fornece uma leitura de 2,78 V e um amperímetro indica que a corrente no circuito é de 94,2 mA.

O valor da resistência interna das pilhas é mais próximo de

- A** 0,021  $\Omega$
- B** 0,22  $\Omega$
- C** 0,26  $\Omega$
- D** 2,3  $\Omega$
- E** 29  $\Omega$

## Questão 61



(Enem PPL 2016) Todo ano, cresce a demanda mundial de energia com o aumento das populações e do consumo. É cada vez mais necessário buscar fontes alternativas que não degradem os recursos do planeta nem comprometam a sobrevivência das espécies. Ainda há muito o que se descobrir sobre o uso eficiente de recursos energéticos provenientes de fontes renováveis, mas elas estão mais próximas do que parece da adoção em larga escala.

BARBOSA, M. A sustentabilidade da energia renovável. *Superinteressante*, n. 102, 1996.

Os recursos energéticos do tipo citado são provenientes de

- A** pilhas e baterias.
- B** usinas nucleares e hidrelétricas.
- C** células solares e geradores eólicos.
- D** centrais geotérmicas e termoelétricas.
- E** usinas maremotrizes e combustíveis fósseis.

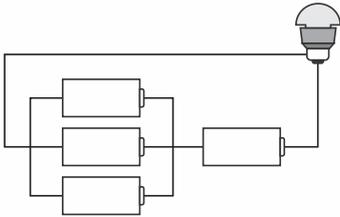
### Questão 62



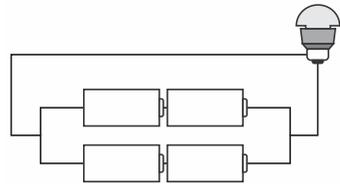
(Enem PPL 2016) Em um laboratório, são apresentados aos alunos uma lâmpada, com especificações técnicas de 6 V e 12 W, e um conjunto de 4 pilhas de 1,5 V cada.

Qual associação de geradores faz com que a lâmpada produza maior brilho?

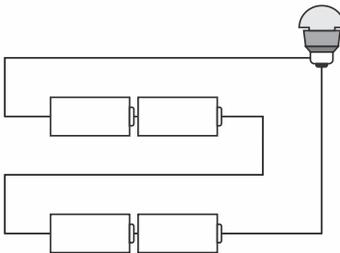
**A**



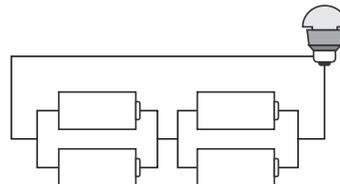
**B**



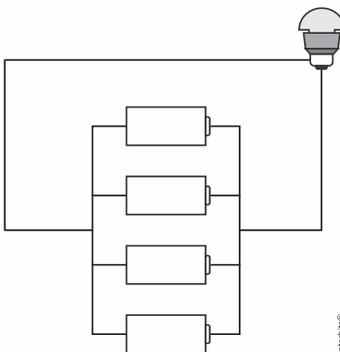
**C**



**D**



**E**



memphis®

### Questão 63



(Enem PPL 2018) Baterias de lítio, utilizadas em dispositivos eletrônicos portáteis, são constituídas de células individuais com ddp de 3,6 V. É comum os fabricantes de computadores utilizarem as células individuais para a obtenção de baterias de 10,8 V ou 14,4 V. No entanto, fazem a propaganda de seus produtos fornecendo a informação do número de células da bateria e sua capacidade de carga em mAh, por exemplo, 4.400 mAh.

Disponível em: <http://laptopbattery.net>. Acesso em: 15 nov. 2011 (adaptado).

Dentre as baterias de 10,8 V e 14,4 V constituídas por 12 células individuais, qual possui maior capacidade de carga?

- A** A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em paralelo de 4 conjuntos com 3 células em série.
- B** A bateria de 14,4 V, porque possui combinações em paralelo de 3 conjuntos com 4 células em série.
- C** A bateria de 14,4 V, porque possui combinações em série de 3 conjuntos com 4 células em paralelo.
- D** A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em série de 4 conjuntos com 3 células em paralelo.
- E** A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em série de 3 conjuntos com 4 células em série.

## Questão 64



(Enem PPL 2010) Atualmente, existem inúmeras opções de celulares com telas sensíveis ao toque (*touchscreen*). Para decidir qual escolher, é bom conhecer as diferenças entre os principais tipos de telas sensíveis ao toque existentes no mercado. Existem dois sistemas básicos usados para reconhecer o toque de uma pessoa:

- O primeiro sistema consiste de um painel de vidro normal, recoberto por duas camadas afastadas por espaçadores. Uma camada resistente a riscos é colocada por cima de todo o conjunto. Uma corrente elétrica passa através das duas camadas enquanto a tela está operacional. Quando um usuário toca a tela, as duas camadas fazem contato exatamente naquele ponto. A mudança no campo elétrico é percebida, e as coordenadas do ponto de contato são calculadas pelo computador.
- No segundo sistema, uma camada que armazena carga elétrica é colocada no painel de vidro do monitor. Quando um usuário toca o monitor com seu dedo, parte da carga elétrica é transferida para o usuário, de modo que a carga na camada que a armazena diminui. Esta redução é medida nos circuitos localizados em cada canto do monitor. Considerando as diferenças relativas de carga em cada canto, o computador calcula exatamente onde ocorreu o toque.

Disponível em: <http://eletronicos.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 18 set. 2010 (adaptado).

O elemento de armazenamento de carga análogo ao exposto no segundo sistema e a aplicação cotidiana correspondente são, respectivamente,

- A** receptores — televisor.
- B** resistores — chuveiro elétrico.
- C** geradores — telefone celular.
- D** fusíveis — caixa de força residencial.
- E** capacitores — *flash* de máquina fotográfica.

## Questão 65



(Enem 2ª aplicação 2016) Um cosmonauta russo estava a bordo da estação espacial MIR quando um de seus rádios de comunicação quebrou. Ele constatou que dois capacitores do rádio de  $3 \mu\text{F}$  e  $7 \mu\text{F}$ , ligados em série estavam queimados. Em função da disponibilidade, foi preciso substituir os capacitores defeituosos por um único capacitor que cumpria a mesma função.

Qual foi a capacitância, medida em  $\mu\text{F}$ , do capacitor utilizado pelo cosmonauta?

- A** 0,10
- B** 0,50
- C** 2,1
- D** 10
- E** 21

# ELETROMAGNETISMO

## Questão 01



(Enem 2016) A magnetohipertermia é um procedimento terapêutico que se baseia na elevação da temperatura das células de uma região específica do corpo que estejam afetadas por um tumor. Nesse tipo de tratamento, nanopartículas magnéticas são fagocitadas pelas células tumorais, e um campo magnético alternado externo é utilizado para promover a agitação das nanopartículas e consequente aquecimento da célula.

A elevação de temperatura descrita ocorre porque

- A** o campo magnético gerado pela oscilação das nanopartículas é absorvido pelo tumor.
- B** o campo magnético alternado faz as nanopartículas girarem, transferindo calor por atrito.
- C** as nanopartículas interagem magneticamente com as células do corpo, transferindo calor.
- D** o campo magnético alternado fornece calor para as nanopartículas que o transfere às células do corpo.
- E** as nanopartículas são aceleradas em um único sentido em razão da interação com o campo magnético, fazendo-as colidir com as células e transferir calor.

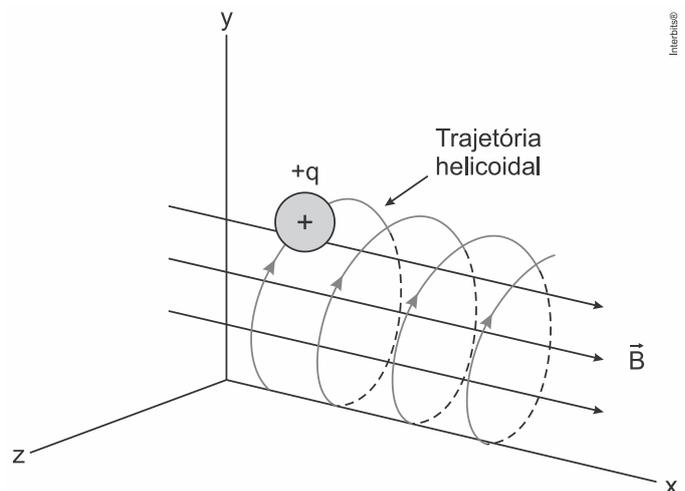
## Questão 02



(Enem 2019) O espectrômetro de massa de tempo de voo é um dispositivo utilizado para medir a massa de íons. Nele, um íon de carga elétrica  $q$  é lançado em uma região de campo magnético constante  $\vec{B}$ , descrevendo uma trajetória helicoidal, conforme a figura. Essa trajetória é formada pela composição de um movimento circular uniforme no plano  $yz$  e uma translação ao longo do eixo  $x$ . A vantagem desse dispositivo é que a velocidade angular do movimento helicoidal do íon é independente de sua velocidade inicial. O dispositivo então mede o tempo  $t$  de voo para  $N$  voltas do íon. Logo, com base nos valores  $q$ ,  $B$ ,  $N$  e  $t$ , pode-se determinar a massa do íon.

A massa do íon medida por esse dispositivo será

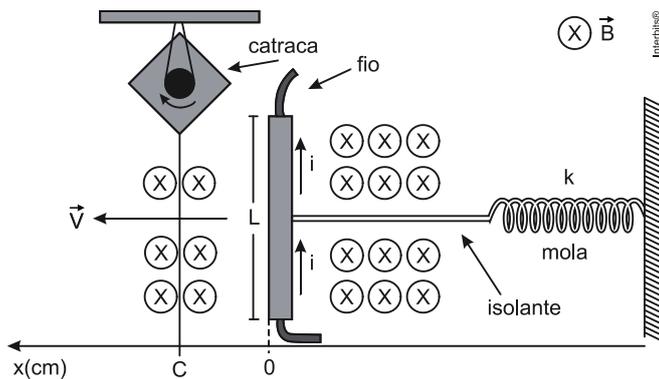
- A**  $\frac{qBt}{2\pi N}$
- B**  $\frac{qBt}{\pi N}$
- C**  $\frac{2qBt}{\pi N}$
- D**  $\frac{qBt}{N}$
- E**  $\frac{2qBt}{N}$



## Questão 03



(Enem 2013) Desenvolve-se um dispositivo para abrir automaticamente uma porta no qual um botão, quando acionado, faz com que uma corrente elétrica  $i = 6 \text{ A}$  percorra uma barra condutora de comprimento  $L = 5 \text{ cm}$ , cujo ponto médio está preso a uma mola de constante elástica  $k = 5,0 \times 10^{-2} \text{ N/cm}$ . O sistema mola-condutor está imerso em um campo magnético uniforme perpendicular ao plano. Quando acionado o botão, a barra sairá da posição do equilíbrio a uma velocidade média de  $5 \text{ m/s}$  e atingirá a catraca em  $6$  milissegundos, abrindo a porta.



A intensidade do campo magnético, para que o dispositivo funcione corretamente, é de

- A  $5 \times 10^{-1} \text{ T}$
- B  $5 \times 10^{-2} \text{ T}$
- C  $5 \times 10^1 \text{ T}$
- D  $2 \times 10^{-2} \text{ T}$
- E  $2 \times 10^0 \text{ T}$

## Questão 04



(Enem (Libras) 2017) Um guindaste eletromagnético de um ferro-velho é capaz de levantar toneladas de sucata, dependendo da intensidade da indução em seu eletroímã. O eletroímã é um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético, sendo geralmente construído enrolando-se um fio condutor ao redor de um núcleo de material ferromagnético (ferro, aço, níquel, cobalto).

Para aumentar a capacidade de carga do guindaste, qual característica do eletroímã pode ser reduzida?

- A Diâmetro do fio condutor.
- B Distância entre as espiras.
- C Densidade linear de espiras.
- D Corrente que circula pelo fio.
- E Permeabilidade relativa do núcleo.

## Questão 05



(Enem 2018) A tecnologia de comunicação da etiqueta RFID (chamada de etiqueta inteligente) é usada há anos para rastrear gado, vagões de trem, bagagem aérea e carros nos pedágios. Um modelo mais barato dessas etiquetas pode funcionar sem baterias e é constituído por três componentes: um microprocessador de silício; uma bobina de metal, feita de cobre ou de alumínio, que é enrolada em um padrão circular; e um encapsulador, que é um material de vidro ou polímero envolvendo o microprocessador e a bobina. Na presença de um campo de radiofrequência gerado pelo leitor, a etiqueta transmite sinais. A distância de leitura é determinada pelo tamanho da bobina e pela potência da onda de rádio emitida pelo leitor.

Disponível em: <http://eleletronicos.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

A etiqueta funciona sem pilhas porque o campo

- A elétrico da onda de rádio agita elétrons da bobina.
- B elétrico da onda de rádio cria uma tensão na bobina.
- C magnético da onda de rádio induz corrente na bobina.
- D magnético da onda de rádio aquece os fios da bobina.
- E magnético da onda de rádio diminui a ressonância no interior da bobina.

## Questão 06



(Enem 2011) O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante.

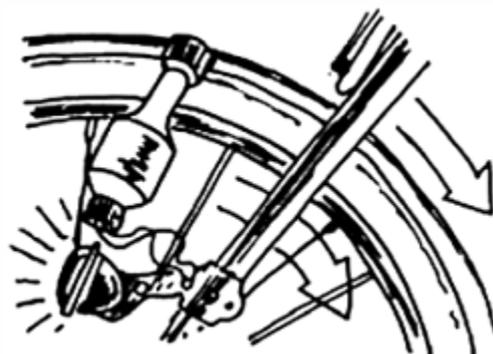
Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon

- A** isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
- B** varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
- C** apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
- D** induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
- E** oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.

## Questão 07



(Enem PPL 2010) Os dínamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que a parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada energia elétrica para acender a lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um ímã e uma bobina.



Disponível em: <http://www.if.usp.br>. Acesso em: 1 maio 2010.

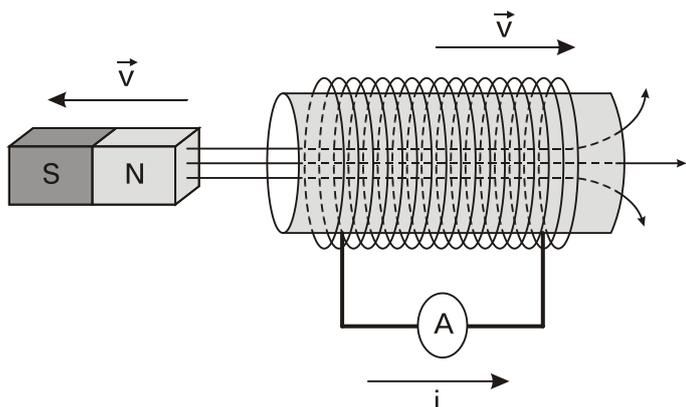
O princípio de funcionamento desse equipamento é explicado pelo fato de que a

- A** corrente elétrica no circuito fechado gera um campo magnético nessa região.
- B** bobina imersa no campo magnético em circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- C** bobina em atrito com o campo magnético no circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- D** corrente elétrica é gerada em circuito fechado por causa da presença do campo magnético.
- E** corrente elétrica é gerada em circuito fechado quando há variação do campo magnético.

## Questão 08



(Enem 2014) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a  $v$ , induzindo uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a

- Ⓐ esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.
- Ⓑ direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.
- Ⓒ esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.
- Ⓓ direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.
- Ⓔ esquerda e manter o ímã em repouso com mesma polaridade.

## Questão 09



(Enem 2ª aplicação 2010) Há vários tipos de tratamentos de doenças cerebrais que requerem a estimulação de partes do cérebro por correntes elétricas. Os eletrodos são introduzidos no cérebro para gerar pequenas correntes em áreas específicas. Para se eliminar a necessidade de introduzir eletrodos no cérebro, uma alternativa é usar bobinas que, colocadas fora da cabeça, sejam capazes de induzir correntes elétricas no tecido cerebral.

Para que o tratamento de patologias cerebrais com bobinas seja realizado satisfatoriamente, é necessário que

- Ⓐ haja um grande número de espiras nas bobinas, o que diminui a voltagem induzida.
- Ⓑ o campo magnético criado pelas bobinas seja constante, de forma a haver indução eletromagnética.
- Ⓒ se observe que a intensidade das correntes induzidas depende da intensidade da corrente nas bobinas.
- Ⓓ a corrente nas bobinas seja contínua, para que o campo magnético possa ser de grande intensidade.
- Ⓔ o campo magnético dirija a corrente elétrica das bobinas para dentro do cérebro do paciente.

## Questão 10



(Enem 2017) Para demonstrar o processo de transformação de energia mecânica em elétrica, um estudante constrói um pequeno gerador utilizando:

- um fio de cobre de diâmetro  $D$  enrolado em  $N$  espiras circulares de área  $A$ ;
- dois ímãs que criam no espaço entre eles um campo magnético uniforme de intensidade  $B$ , e
- um sistema de engrenagens que lhe permite girar as espiras em torno de um eixo com uma frequência  $f$ .

Ao fazer o gerador funcionar, o estudante obteve uma tensão máxima  $V$  e uma corrente de curto-circuito  $i$ .

Para dobrar o valor da tensão máxima  $V$  do gerador mantendo constante o valor da corrente de curto  $i$ , o estudante deve dobrar o(a)

- Ⓐ número de espiras.
- Ⓑ frequência de giro.
- Ⓒ intensidade do campo magnético.
- Ⓓ área das espiras.
- Ⓔ à diâmetro do fio.

**Questão 11**

(Enem 2ª aplicação 2014) Cercas elétricas instaladas nas zonas urbanas são dispositivos de segurança planejados para inibir roubos e devem ser projetadas para, no máximo, assustar as pessoas que toquem a fiação que delimita os domínios de uma propriedade. A legislação vigente que trata sobre as cercas elétricas determina que a unidade de controle deverá ser constituída, no mínimo, de um aparelho energizador de cercas que apresente um transformador e um capacitor. Ela também menciona que o tipo de corrente elétrica deve ser pulsante.

Considere que o transformador supracitado seja constituído basicamente por um enrolamento primário e outro secundário, e que este último está ligado indiretamente à fiação. A função do transformador em uma cerca elétrica é

- A** reduzir a intensidade de corrente elétrica associada ao secundário.
- B** aumentar a potência elétrica associada ao secundário.
- C** amplificar a energia elétrica associada a este dispositivo.
- D** proporcionar perdas de energia do primário ao secundário.
- E** provocar grande perda de potência elétrica no secundário.

# FÍSICA MODERNA

## Questão 01



(Enem PPL 2013) Quando a luz branca incide em uma superfície metálica, são removidos elétrons desse material. Esse efeito é utilizado no acendimento automático das luzes nos postes de iluminação, na abertura automática das portas, no fotômetro fotográfico e em sistemas de alarme.

Esse efeito pode ser usado para fazer a transformação de energia

- A** nuclear para cinética.
- B** elétrica para radiante.
- C** térmica para química.
- D** radiante para cinética.
- E** potencial para cinética.

## Questão 02



(Enem PPL 2013) Devido à sua resistência mecânica, baixa condutividade térmica e transparência à luz, o vidro tem sido cada vez mais utilizado na construção civil, aplicado em portas, janelas e telhados. Sua transparência é importante porque resulta em uma grande economia da energia elétrica usada na iluminação interna do ambiente. Microscopicamente, a transparência ocorre devido à forma com que a luz incidente interage com os elétrons dos átomos que compõem o material vítreo.

A transparência pode ser explicada, considerando-se que a luz

- A** é absorvida pelos elétrons e transformada em calor.
- B** é absorvida pelos elétrons e reemitida em todas as direções.
- C** não é absorvida pelos elétrons e é espalhada em diversas direções.
- D** não é absorvida pelos elétrons e continua seu caminho em trajetórias regulares.
- E** é absorvida pelos elétrons e reemitida de volta pela mesma trajetória de onde veio.

## Questão 03



(Enem 2019) Um teste de laboratório permite identificar alguns cátions metálicos ao introduzir uma pequena quantidade do material de interesse em uma chama de bico de Bunsen para, em seguida, observar a cor da luz emitida.

A cor observada é proveniente da emissão de radiação eletromagnética ao ocorrer a

- A** mudança da fase sólida para a fase líquida do elemento metálico.
- B** combustão dos cátions metálicos provocada pelas moléculas de oxigênio da atmosfera.
- C** diminuição da energia cinética dos elétrons em uma mesma órbita na eletrosfera atômica.
- D** transição eletrônica de um nível mais externo para outro mais interno na eletrosfera atômica.
- E** promoção dos elétrons que se encontram no estado fundamental de energia para níveis mais energéticos.

## Questão 04



(Enem PPL 2017) O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.

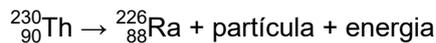
A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

- A** Beta.
- B** Alfa.
- C** Gama.
- D** Raios X.
- E** Ultravioleta.

## Questão 05



(Enem PPL 2018) O elemento radioativo tório (Th) pode substituir os combustíveis fósseis e baterias. Pequenas quantidades desse elemento seriam suficientes para gerar grande quantidade de energia. A partícula liberada em seu decaimento poderia ser bloqueada utilizando-se uma caixa de aço inoxidável. A equação nuclear para o decaimento do  ${}_{90}^{230}\text{Th}$  é:



Considerando a equação de decaimento nuclear, a partícula que fica bloqueada na caixa de aço inoxidável é o(a)

- A** alfa.
- B** beta.
- C** próton.
- D** nêutron.
- E** pósitron.

## Questão 06



(Enem PPL 2018) O terremoto e o *tsunami* ocorridos no Japão em 11 de março de 2011 romperam as paredes de isolamento de alguns reatores da usina nuclear de Fukushima, o que ocasionou a liberação de substâncias radioativas. Entre elas está o iodo-131, cuja presença na natureza está limitada por sua meia-vida de oito dias.

O tempo estimado para que esse material se desintegre até atingir 1/16 da sua massa inicial é de

- A** 8 dias.
- B** 16 dias.
- C** 24 dias.
- D** 32 dias.
- E** 128 dias.

## Questão 07



(Enem 2017) A técnica do carbono-14 permite a datação de fósseis pela medição dos valores de emissão beta desse isótopo presente no fóssil. Para um ser em vida, o máximo são 15 emissões beta/min.g. Após a morte, a quantidade de  ${}^{14}\text{C}$  se reduz pela metade a cada 5.730 anos.

A prova do carbono 14. Disponível em: <http://noticias.terra.com.br>. Acesso em: 9 nov. 2013 (adaptado).

Considere que um fragmento fóssil de massa igual a 30 g foi encontrado em um sítio arqueológico, e a medição de radiação apresentou 6.750 emissões beta por hora. A idade desse fóssil, em anos, é

- A** 450
- B** 1.433
- C** 11.460
- D** 17.190
- E** 27.000

## Questão 08



(Enem PPL 2016) A obtenção de energia por meio da fissão nuclear do  ${}^{235}\text{U}$  é muito superior quando comparada à combustão da gasolina. O calor liberado na fissão do  ${}^{235}\text{U}$  é  $8 \times 10^{10}$  J/g e na combustão da gasolina é  $5 \times 10^4$  J/g.

A massa de gasolina necessária para obter a mesma energia na fissão de 1 kg de  ${}^{235}\text{U}$  é da ordem de

- A**  $10^3$  g
- B**  $10^4$  g
- C**  $10^5$  g
- D**  $10^6$  g
- E**  $10^9$  g

## Questão 09



(Enem 2015)

A bomba  
reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da  
reação em cadeia.

ANDRADE C. D. *Poesia completa e prosa*. Rio de Janeiro. Aguilar, 1973 (fragmento).

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita “em cadeia” porque na

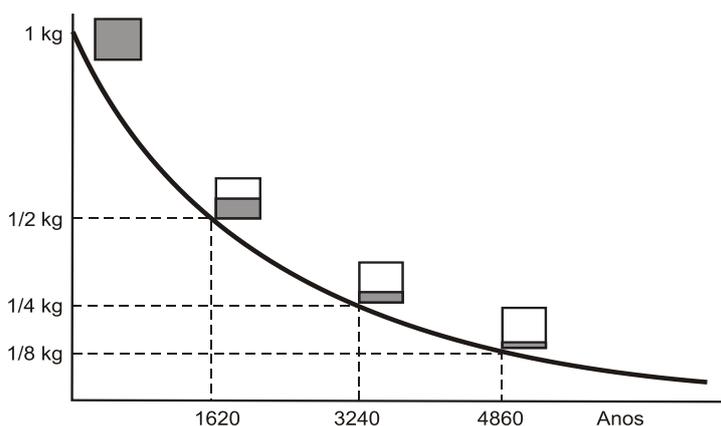
- A** fissão do  $^{235}\text{U}$  ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- B** fissão de  $^{235}\text{U}$  ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo  $^{238}\text{U}$ , enriquecendo-o em mais  $^{235}\text{U}$ .
- C** fissão do  $^{235}\text{U}$  ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- D** fusão do  $^{235}\text{U}$  com  $^{238}\text{U}$  ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.
- E** fusão do  $^{235}\text{U}$  com  $^{238}\text{U}$  ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão.

## Questão 10



(Enem cancelado 2009) O lixo radioativo ou nuclear é resultado da manipulação de materiais radioativos, utilizados hoje na agricultura, na indústria, na medicina, em pesquisas científicas, na produção de energia etc. Embora a radioatividade se reduza com o tempo, o processo de decaimento radioativo de alguns materiais pode levar milhões de anos.

Por isso, existe a necessidade de se fazer um descarte adequado e controlado de resíduos dessa natureza. A taxa de decaimento radioativo é medida em termos de um tempo característico, chamado meia-vida, que é o tempo necessário para que uma amostra perca metade de sua radioatividade original. O gráfico seguinte representa a taxa de decaimento radioativo do rádio-226, elemento químico pertencente à família dos metais alcalinos terrosos e que foi utilizado durante muito tempo na medicina.



As informações fornecidas mostram que

- A** quanto maior é a meia-vida de uma substância mais rápido ela se desintegra.
- B** apenas 1/8 de uma amostra de rádio-226 terá decaído ao final de 4.860 anos.
- C** metade da quantidade original de rádio-226, ao final de 3.240 anos, ainda estará por decair.
- D** restará menos de 1% de rádio-226 em qualquer amostra dessa substância após decorridas 3 meias-vidas.
- E** a amostra de rádio-226 diminui a sua quantidade pela metade a cada intervalo de 1.620 anos devido à desintegração radioativa.

# Gabarito

CINEMÁTICA									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	C	B	D	D	C	B	E	B	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
E	C	D	C	D	B	D	E	D	D
21	22	23	24	25					
B	A	E	A	B					

DINÂMICA									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	A	C	B	B	E	D	D	B	E
11	12	13	14	15	16	17	18	19	
A	B	C	A	B	A	A	E	B	

TRABALHO E ENERGIA									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	C	B	D	B	D	B	B	C	E
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	B	B	A	C	C	A	E	E	D
21	22	23	24	25					
E	C	C	B	D					

IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO					
1	2	3	4	5	6
A	A	E	C	C	B

EQUILÍBRIO DE CORPOS EXTENSOS					
1	2	3	4	5	6
A	B	A	B	E	D

GRAVITAÇÃO									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	A	E	C	B	D	E	B	C	D

HIDROSTÁTICA									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	E	B	D	B	E	A	C	C	E
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	B	A	A	E	C	B	E	C	B
21	22								
D	C								

## Gabarito

TERMOLOGIA									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	C	A	C	D	C	D	C	E	A
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	C	A	C	B	D	D	A	E	E
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
B	A	C	B	C	C	D	E	C	C
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
B	D	D	B	E	A	E	C	D	B
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
D	A	B	B	C	C	D	A	B	B
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
E	D	B	B	D	C	E	E	D	C
61	62	63	64	65	66				
E	B	E	C	B	B				

ÓPTICA GEOMÉTRICA									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	B	E	A	D	E	C	A	C	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	D	A	D	E	A	E	A	B	A
21	22	23	24	25	26	27	28		
B	C	B	D	B	A	C	A		

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES		
1	2	3
C	C	A

ONDULATÓRIA									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	D	C	B	B	E	E	B	E	B
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	B	E	A	C	E	C	C	D	A
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	D	E	D	A	B	A	A	B	E
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
B	C	A	E	C	C	C	E	E	E
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
C	D	A	E	E	C	D	A	B	D
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
D	E	C	E	A	D	C	D	B	A
61									
C									

## Gabarito

### ELETROSTÁTICA

1	2	3	4	5	6
C	B	D	A	B	B

### ELETRODINÂMICA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	C	B	D	D	E	E	E	B	B
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	D	B	D	C	A	D	A	B	E
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
C	D	D	C	E	C	C	E	B	B
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
A	B	A	E	B	C	B	C	C	A
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
B	E	D	D	E	A	C	B	E	A
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
A	E	E	B	E	C	E	D	C	D
61	62	63	64	65					
C	C	A	E	C					

### ELETROMAGNETISMO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	A	A	B	C	C	E	A	C	A
11									
A									

### FÍSICA MODERNA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	D	D	C	A	D	C	E	C	E