

Comentários críticos sobre cinco questões de Física na prova de Ciências da Natureza – Enem 2013

Fernando Lang da Silveira

IF-UFRGS

lang@if.ufrgs.br

Introdução

Reuni em um único documento os comentários realizados durante três dias (27 a 29 de outubro de 2013) a respeito de cinco questões de Física com equívocos de formulação na prova de Ciências da Natureza – Enem 2013.

As questões e os comentários foram postados e se encontram disponíveis na seção *Pergunte!* do Centro de Referência para o Ensino de Física (CREF) do IF-UFRGS no endereço <http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=indice>. Durante os três dias houve mais de 25.000 visualizações nas diversas postagens.

Infelizmente o ENEM apresenta, de forma recorrente, graves problemas de formulação em diversas questões. Muitos desses problemas decorrem da ideologia da “*contextualização a qualquer custo*”, notória nos enunciados das questões. A tentativa de “*sempre contextualizar*” não raro conduz a enunciados esdrúxulos, de fato completamente desconectados da realidade, como, por exemplo, aquele da menina que se deita de biquíni em seu quarto para se bronzear sob a luz de uma lâmpada incandescente comum (questão de 2012).

É vergonhosa para o nós brasileiros, e em particular para MEC e seu INEP, a existência de DIVERSAS questões mal formuladas, algumas sem respostas possíveis. Pior ainda é a total ignorância, reiterada pela publicação de um gabarito que insiste em atribuir uma resposta quando de fato não há nenhuma resposta possível a uma questão, simplesmente porque seu enunciado propõe algo impossível tanto na teoria quanto na prática. Refiro-me especificamente à questão 57 do Caderno Azul da Prova de Ciências da Natureza em 2013 (vide adiante meus comentários).

Além destas cinco de 2013, na prova de 2012 encontrei outras seis questões mal elaboradas, criticadas em https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Quest_Fisica.pdf.

Nos comentários que faço à presente prova, um aspecto que julgo positivo foi a possibilidade, concretizada através das redes sociais do Facebook, de muitas pessoas acessarem as postagens conforme indica o grande número de visualizações no CREF. Aproveitei para tentar “transformar os limões em limonada”, sempre transmitindo ensinamentos de Física, ensejados pelas cinco “pérolas” do ENEM.

Ao leitor que discordar com meus comentários agradeço antecipadamente por qualquer manifestação que porventura fizer.

Questão 82 (Prova Azul) de Ciências da Natureza - 2013

Prof. Lang

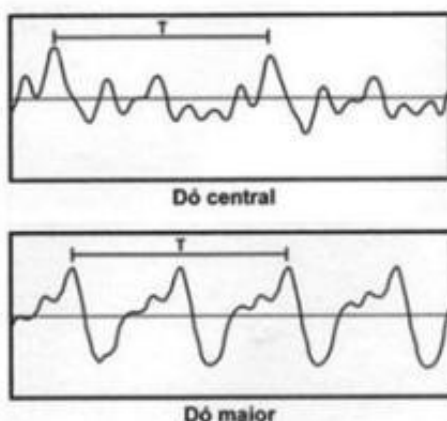
Muitas pessoas, inclusive músicos, estão indignados com o enunciado da questão 82, alegando que o Dó Maior não é uma nota mas um acorde.

Gostaria que o senhor comentasse.

Grato

Questão88

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).



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

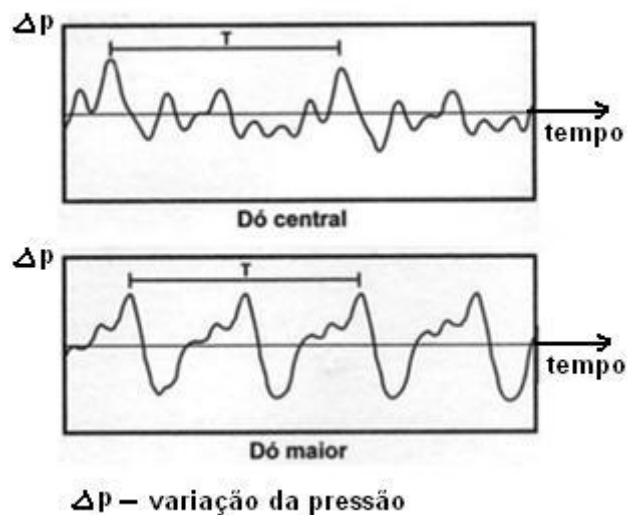
Comentários sobre a questão 82

De fato o Dó Maior é um ACORDE e não uma NOTA, ou seja, uma composição de diversas notas (frequências) a partir do Dó, guardando entre si uma proporção bem definida entre as frequências.

Entretanto este não é o único equívoco no enunciado da questão. Outra terminologia inadequada é se referir aos dois gráficos como ONDAS.

Uma ONDA ocorre no espaço e no tempo, sendo a variável dependente (deslocamento, variação da pressão, intensidade de campo, ou alguma outra variável) expressa com uma função de uma ou mais coordenadas espaciais e do tempo. Quando uma onda sonora atinge, por exemplo, o microfone ela produz um SINAL. Nota que o microfone tem uma localização espacial definida e o que ele registra é uma informação que depende exclusivamente do tempo.

É notório nos gráficos apresentados que em um dois eixos, o eixo das abscissas, está representado o tempo. No outro eixo, o eixo das ordenadas, está sendo registrada outra variável (não identificada na questão), por exemplo, a variação de pressão produzida pela onda no ponto de captação.



Desta forma os dois gráficos representam SINAIS e não representam ondas pois não há nenhuma informação espacial no eixo das abscissas. Os SINAIS representados são consequentes da chegada de ONDAS sonoras no microfone. Acho que ninguém ao representar a vibração de um oscilador massa-mola (usualmente em um gráfico de deslocamento contra tempo) por uma senóide dirá que está representando uma onda. Ora, o microfone (parte do microfone) é um oscilador cujas oscilações dependem do som que sobre ele incide!

Assim sendo, vemos muita Física interessante nesta questão **mal formulada**. Relevando os problemas de formulação, a resposta à questão é óbvia!

Questão 77 (Prova Azul) de Ciências da Natureza - 2013: enunciado incompleto?

Boa tarde!

Eles deveriam dizer ele estava com velocidade constante pelo menos, né ?

Jean

Questão 77

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 desta 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) Paralela ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- c) Paralela ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- d) Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- e) Vertical e sentido para cima.

Comentários sobre a questão 77

De fato o enunciado está incompleto pois pode-se subir por uma rampa com velocidade constante ou com velocidade variável.

Se a velocidade for variável, a aceleração em um dado momento pode ser orientada rampa acima ou rampa abaixo.

Se a velocidade for constante ou se variar de forma que a aceleração seja orientada rampa acima, então a única força que poderia estar orientada rampa acima é a força de atrito. É necessário portanto que a força de atrito seja **orientada rampa acima** para que sua intensidade se iguale à (no caso da velocidade constante) ou exceda a (no caso de a aceleração ser orientada rampa acima) intensidade da força orientada rampa abaixo (componente do peso paralela à rampa somada à força de resistência do ar).

Caso a velocidade seja orientada rampa acima e a aceleração tiver o sentido rampa abaixo (então a velocidade da pessoa está diminuindo em módulo) é possível que a orientação da força de atrito seja orientada ou rampa acima, ou rampa abaixo ou que nem exista a força de atrito.

Portanto para que a resposta seja "*c) Paralela ao plano e no mesmo sentido do movimento.*" **o enunciado deveria especificar ou que a velocidade é constante ou que a aceleração da pessoa tem orientação rampa acima.**

Questão 75

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 de 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.

Comentários sobre a questão 75

O enunciado da questão admite que a segunda "resistência" (na verdade o segundo resistor, pois resistência elétrica é a propriedade de condutor, no presente caso do fio!) seja feita do mesmo material que o material do primeiro fio. Entretanto é bem sabido que a resistência de um condutor metálico rigorosamente depende da temperatura e, ao trocar um fio pelo outro, ainda que a potência dissipada permaneça inalterada, a temperatura do fio pode se alterar. Se o fio for mais fino, diminuirá a área de dissipação (área lateral do fio) e **para a mesma potência dissipada o fio operará em temperatura mais alta, afetando desta forma a resistividade**. Então, faz-se necessário no enunciado da questão uma complementação simplificadora, **a de que a resistividade do fio não seja afetada pela temperatura**. Desta forma no enunciado da questão deveria ser dito:

*...é trocar a resistência por outra de mesmo material (**admitindo-se que a resistividade não dependa da temperatura**) e com o (a) ...*

Um amigo e ex aluno, o Lxxx, considera um preciosismo o que acima coloquei entre parênteses. Abaixo comentarei a necessidade de tal preciosismo.

É bem sabido que a resistência de um fio depende da área da seção transversal do fio e do seu comprimento. Qualquer uma das duas características sendo variada, **mantida a outra constante**, alterará a resistência.

No caso em pauta, para manter a potência constante, dado que a tensão (ddp) foi duplicada, a resistência elétrica do fio deve ser quadruplicada pois a potência é igual ao quadrado da tensão dividido pela resistência.

Uma das formas de quadruplicar a resistência elétrica é reduzir a um quarto a área da seção transversal, **mantido o comprimento do segundo fio igual ao do primeiro**.

Desta forma, para que a resposta correta seja a alternativa e), é necessária a seguinte redação:

e) quarta parte da área da seção reta do fio original e igual comprimento do fio original.

Todas as outras alternativas devem fazer referência explícita à característica do primeiro fio que é mantida inalterada no segundo fio!

Outra forma de garantir a cláusula *ceteris paribus* (todo o resto constante) é modificar o enunciado da questão para:

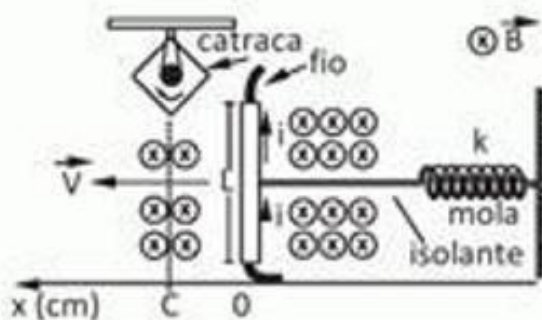
Uma das maneiras de fazer esta adaptação é por trocar uma resistência por outra, sendo que a segunda resistência é de mesmo material que a original e difere da primeira apenas no comprimento do fio ou na área da seção transversal. Então a segunda resistência deve ter o(a)
...

Quanto ao preciosismo alegado pelo Lxxx: Há que se ser detalhista quando se trata de um concurso, mormente uma prova com a magnitude do ENEM. Se o redator de uma questão não atentar para os detalhes, abre a guarda para a impugnação da questão!

Questão 85 (Prova Azul) de Ciências da Natureza – 2013 SEM RESPOSTA ÚNICA!

Questão 85

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 $k = 5 \cdot 10^{-2} \text{ N/cm}$. O sistema mola-condutor está imerso em um campo magnético uniforme perpendicular ao plano. Quando acionado o botão, a barra sairá da posição de equilíbrio a uma velocidade média de 5 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) $5 \cdot 10^{-1} \text{ T}$.
- b) $5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$.
- c) $5 \cdot 10^1 \text{ T}$.
- d) $2 \cdot 10^{-2} \text{ T}$.
- e) $2 \cdot 10^0 \text{ T}$.

Comentários sobre a questão 85

A questão 85 NÃO possui informações suficientes para que se chegue a uma ÚNICA resposta pelas razões explicitadas a seguir:

- Os dados sobre a velocidade média e o intervalo de tempo de aceleração da barra até atingir a catraca permitem calcular a deformação sofrida pela mola até no momento do impacto: $5,0 \text{ m/s} \times 0,006 \text{ s} = 0,030 \text{ m} = 3,0 \text{ cm}$.

- A seguir podemos calcular a intensidade da força elástica na mola no momento do impacto pois conhecemos a deformação e a constante elástica: $5 \times 10^{-2} \text{ N/cm} \times 3,0 \text{ cm} = 0,15 \text{ N}$.

- Um complicador adicional é que ao mover a barra através do campo magnético surge uma fem induzida que reduzirá a intensidade da corrente.

- Mesmo que admitamos constante a intensidade da corrente (desprezando os efeitos indutivos), **há que se fazer uma suposição sobre a intensidade da força magnética no momento do impacto** para bem de se resolver o problema. Se o enunciado da questão explicitasse o que se entende por "*dispositivo funcione corretamente*" talvez houvesse uma solução única para a questão.

- Se supusermos que a intensidade da força magnética é 10 vezes a intensidade força elástica (ou talvez igual à intensidade força elástica, ou talvez ... sabe-se lá qual valor), então poderemos encontrar a intensidade do campo magnético (na verdade intensidade da INDUÇÃO MAGNÉTICA). Fazendo o cálculo com o fator resulta

$$10 \times 0,15\text{N} = 6,0\text{A} \times 0,05\text{m} \times B,$$

$$B = 5,0\text{T}.$$

Admitida outra hipótese, por exemplo, que a intensidade da força magnética seja igual à da força elástica, resultaria $B = 0,5\text{T}$.

Se a intensidade da força magnética fosse igual a um décimo da intensidade da força elástica, resultaria $B = 0,05\text{T}$.

E assim por diante ...

Das três possibilidades acima, arbitrariamente, e tendo-se em conta que o dispositivo deve produzir uma indução magnética uniforme sobre no mínimo uma região com área de $3,0\text{cm} \times 5,0\text{cm} = 15 \text{ cm}^2$ e dado que uma característica inelutável das questões do ENEM é a "*contextualização a qualquer custo*", a terceira possibilidade ($B = 0,05\text{T}$) seria a mais realista.

De qualquer forma há MUITAS respostas possíveis (virtualmente infinitas) para esta questão!

Questão 57 (Prova Azul) de Ciências da Natureza - 2013 SEM RESPOSTA!

A questão 57 da Prova Azul de Ciências da Natureza NÃO tem resposta entre as alternativas oferecidas e, adicionalmente, a figura e o enunciado da questão propõem ABSURDOS sobre aquilo que de fato acontece em uma garrafa pet, cheia de água e com três pequenos orifícios na sua lateral.

Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia d'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.

Comentários sobre a questão 57

A figura representando os jatos de água que saem de uma garrafa pet com três pequenos orifícios é **inconsistente** com a teoria sobre tal situação e com a experimentação. **É fácil se demonstrar teoricamente que o alcance do jato é máximo na metade da altura da coluna de água interna à garrafa**: se a garrafa estiver cheia até o gargalo, o alcance máximo acontece aproximadamente para a água que sai do orifício superior da figura da questão.

Os experimentos corroboram que o alcance da água que sai do orifício na região mediana da coluna de água interna à garrafa é **MAIOR** do que próximo à base da garrafa. Vide por exemplo http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2013_Geraldo_Plauska/dissertacao_Geraldo_Plauska.pdf ou a foto abaixo gentilmente enviada por Simone Benvenuti (ou ainda mais adiante em outra foto que eu realizei).



Ainda que se ignore o **ABSURDO** da figura na questão, **há outra inconsistência no enunciado, inexistindo resposta correta a esta questão, e sendo enunciado da questão duplamente ABSURDO.**

Vou a seguir argumentar sobre o segundo **ABSURDO** do enunciado.

Quando a garrafa está fechada e admitindo que a água **NÃO** escoe, a situação é do domínio da ESTÁTICA DE FLUIDOS.

A **LEI DE STEVIN** ou **LEI FUNDAMENTAL DA ESTÁTICA DE FLUIDOS** afirma que **NÃO** há diferença de pressão entre pontos de um fluido estático se tais pontos estiverem no

mesmo nível, isto é, se estiverem sobre uma superfície equipotencial gravitacional (neste caso uma superfície horizontal).

Portanto se a **pressão externa à garrafa junto a um orifício for maior do que a pressão interna, o ar seria forçado para dentro da garrafa. E sendo menor, a água é forçada para fora da garrafa. Para a água não sair por um orifício, a pressão externa e a pressão interna no orifício devem ter o mesmo valor.** Entretanto não existe uma única pressão interna à garrafa pois a pressão dentro da garrafa é variável espacialmente, ao longo da coluna de água. Entre dois pontos em níveis diferentes de um fluido, o ponto superior se encontra a uma pressão MENOR que o ponto inferior (Lei de Stevin).

Na figura abaixo vemos uma garrafa pet sem a tampa com três pequenos orifícios pelos quais a água vaza em acordo com o discutido anteriormente, demonstrando mais uma vez que a figura da questão está errada. Nota-se nesta foto que de fato o alcance máximo ocorre no orifício intermediário.



A próxima figura mostra uma garrafa cheia de água, com a tampa atarraxada e os três orifícios lacrados com parafina.



Sendo o lacre de parafina retirado do orifício mediano a foto seguinte comprova que NÃO vaza água para fora da garrafa .



A última foto mostra a garrafa VAZANDO após o orifício de cima também ter sido aberto **demonstrando experimentalmente a impossibilidade de não vazar água quando existe mais de um orifício aberto.**



Vou demonstrar teoricamente que a suposição de, havendo mais de um orifício aberto, não ocorrer o vazamento de água conduz a um ABSURDO.

1 – Como a pressão interna a cada orifício deve ser igual à externa, internamente à garrafa dever-se-ia ter a mesma pressão junto aos orifícios.

2 – A Lei de Stevin garante que dois pontos em níveis diferentes dentro da garrafa estão a pressões diferentes.

3 – **Portanto é impossível se obter a situação estática com mais de um orifício aberto.** Ou seja, acontece o que de fato vemos na foto anterior: a água vaza da garrafa pelo orifício mediano quando o orifício superior é aberto, entrando ar na garrafa pelo orifício superior.

Quando se abre o terceiro orifício no pé da garrafa, vê-se água vazando pelos dois orifícios inferiores e ar entrando na garrafa pelo orifício superior.

Portanto o problema envolve em seu enunciado duas suposições ABSURDAS sendo **IMPOSSÍVEL QUE A ÁGUA NÃO VAZE DA GARRAFA TAPADA COM OS TRÊS ORIFÍCIOS ABERTOS!**