



Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas - Edição Especial



Realização



Apoio



Prova Nível A – alunos do 9º ano do Ensino Fundamental

Nome do(a) aluno(a): _____

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO

- 1) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Ela contém **quinze (15) questões objetivas**.
- 2) Cada questão contém quatro alternativas das quais **apenas uma é correta**. Assinale a alternativa que julgar correta no **Cartão-Resposta**.
- 3) Leia atentamente as instruções no **Cartão-Resposta** antes de iniciar a prova.
- 4) A duração desta prova é de no máximo **três horas** devendo o aluno permanecer na sala por, no mínimo, **sessenta minutos**.

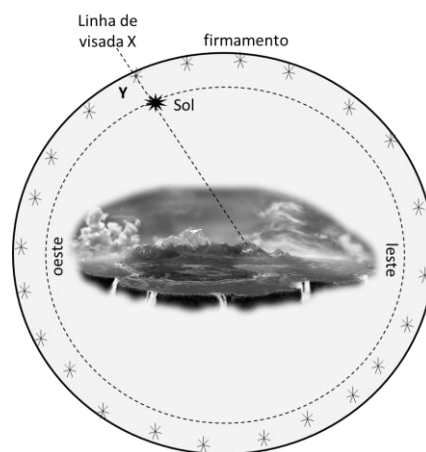
A Física na História

Boa Prova!

A.1) No século XVIII e XVII antes de Cristo (a.C.), os babilônicos acreditavam que as estrelas estavam presas a uma esfera que girava em torno da Terra em 23 h e 56 min. O Sol também girava em torno da Terra no mesmo sentido que o firmamento. Adotando esse modelo de universo como referência, vamos imaginar que uma pessoa, em algum lugar da Terra, em certo momento do ano, olhou para o Sol. Chamaremos de linha de visada X a linha imaginária que passa por essa pessoa e pelo Sol nesse momento. Nesse momento, existia uma estrela fixa Y que se encontra nessa linha.

Com base nesse modelo geocêntrico, podemos afirmar que:

- a) Do ponto de vista angular, a estrela Y é mais lenta que o Sol.
- b) No final do terceiro dia, a estrela Y passou pela linha de visada X exatamente 12 min depois do Sol.
- c) Depois de 360 dias, a estrela Y e o Sol passam simultaneamente pela linha de visada X.
- d) Durante o ano, a estrela Y e o Sol passam simultaneamente pela linha de visada X doze vezes.



A.2) No século VI a.C., o pensador grego Aristóteles acreditava que a Terra era esférica e procurou evidências disso. Uma delas é o que se vê no eclipse lunar, um fenômeno bem conhecido pelos gregos. Na imagem anexa, vemos uma foto da Lua em um momento durante o eclipse lunar. Relatos de eclipses lunares descrevem:

- 1) A parte escurecida que aparece na Lua tem sempre uma forma circular;
- 2) O eclipse lunar ocorre durante um pedaço de uma mesma noite;
- 3) A Lua já sofreu eclipses próxima do Nascente, no zênite e próxima do poente.
- 4) Visto da Terra, o Sol é mais rápido que a Lua.



Sobre o eclipse lunar e a forma da Terra, determine a proposição mais próxima da verdade.

- Esse fenômeno ocorre na fase de lua nova.
- A parte escurecida da Lua é a sombra da Terra. Para que sempre essa sombra projetada tenha uma forma circular, a Terra deve ser esférica.
- Esse fenômeno ocorre quando a fase de quarto crescente ou quarto minguante chega mais cedo ou mais tarde que o normal.
- Esse fenômeno ocorre devido à rotação da Lua que, de tempos em tempos, mostra sua face não iluminada pelo Sol.

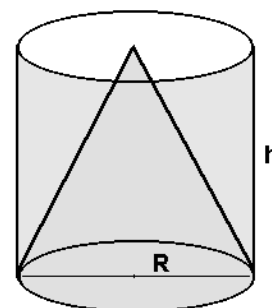
A.3)No século IV a.C. até o século II d.C., na cidade de Alexandria egípcia, a fusão das intelectualidades grega e egípcia gerou conhecimentos fantásticos. Vale ressaltar que, antes dos alexandrinos, os astrônomos consideravam que as estrelas (fixas ou errantes) eram minúsculos pontos brilhantes no céu presos no firmamento e que o Sol e a Lua eram muito menores que a Terra, o que justificava a posição da Terra como centro do universo. Vejamos algumas observações feitas por dois astrônomos alexandrinos:

- Heráclides notou que Mercúrio e Vênus só eram vistos no Nascente um pouco antes do Sol nascer ou no Poente, um pouco depois do Sol se pôr.
- Entre “a Terra estática e o firmamento em movimento” e o inverso, Heráclides conclui que a primeira hipótese exigiria uma velocidade enorme já que o Firmamento era bem maior que a Terra e o ciclo do movimento dos corpos celestes observado da Terra dura cerca de 1 dia.
- Aristarco verificou que o Sol, além de ser a fonte de luz e calor, era pelo menos sete vezes maior que a Terra.

Essas observações foram usadas como premissas para criar argumentos que defendiam novas concepções acerca do universo. Sobre argumentos que podem ser criados a partir dessas premissas, determine a proposição **incoerente**.

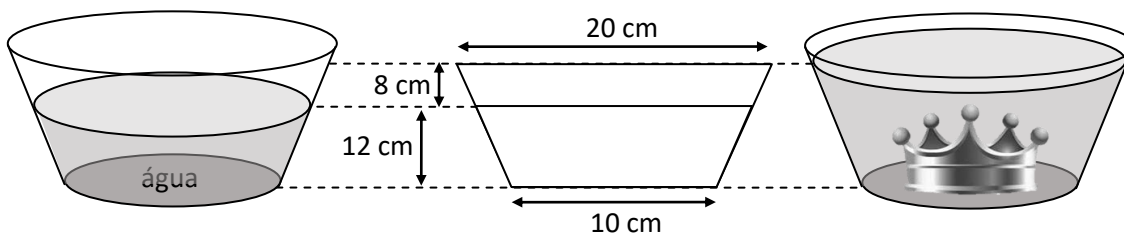
- A premissa (1) pode ser usada para defender que duas estrelas errantes orbitem o Sol, mas não pode ser usada para defender que a Terra translade em torno do Sol.
- A premissa (2) pode ser usada para defender que a Terra sofre rotação e o firmamento está parado, mas não pode ser usada para defender que a Terra translade em torno do Sol.
- A premissa (3) pode ser usada para defender que a Terra tem o tamanho semelhante aos dos planetas.
- A premissa (3) pode ser usada para defender que o Sol deve estar no centro do universo ao invés da Terra (heliocentrismo).

A.4)No século III a.C., Arquimedes, um dos maiores expoentes da ciência alexandrina, descobriu que o volume dos cones é $1/3$ do volume do cilindro que teria a mesma base e mesma altura. Certa vez, um rei pediu para Arquimedes verificar se a coroa que mandou fazer era de puro ouro. Entretanto, a coroa não poderia ser danificada. Arquimedes pediu que lhe fosse entregue uma quantidade de ouro em pó que pesasse exatamente igual à coroa. Mesmo tendo forma irregular, o volume da coroa seria igual ao dessa quantidade de ouro em pó, caso também fosse feita de ouro puro. A grande dificuldade seria medir o volume da coroa.



Para comparar os volumes, Arquimedes mergulhou, em momentos diferentes, a coroa e o ouro em pó em um mesmo vasilhame com uma mesma quantidade de água. Os níveis de água com cada amostra totalmente mergulhada deveria ser o mesmo.

Nesse problema, sua tarefa será mais sofisticada que distinguir níveis de água. Usando as medidas abaixo, calcule o volume aproximado da coroa em litros. Considere $\pi \cong 3$ e $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$

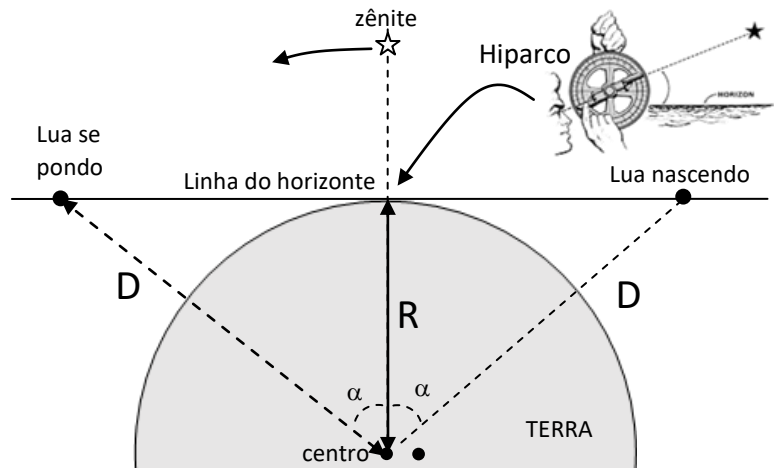


- 2,0 L
- 1,8 L
- 1,5 L
- 1,2 L

A.5) Em 150 a.C., o alexandrino Hiparco, medindo ângulos entre os astros e o centro da Terra, verificou que a cada ciclo de uma estrela fixa, faltam $13,7^\circ$ para a Lua completar o seu ciclo. Certo dia, no exato momento que viu a Lua se pôr, identificou a estrela que passava pelo zênite do local que morava. A cada ciclo que a estrela completava, a Lua encontrava-se mais distante do Poente e mais próxima do Nascente. Quando a estrela completou exatamente 13 ciclos, a Lua apareceu exatamente no Nascente. O esquema abaixo define ângulo α . Como triângulos retângulos foram bastante estudados por Pitágoras e o raio da Terra R tinha sido calculado por Eratóstenes, em 244 a.C., foi possível Hiparco determinar a distância D do centro da Terra até a Lua.

Logo abaixo, foram apresentados os tamanhos de D em função do tamanho de R caso o ângulo α assumisse algum desses valores. Conforme o enunciado, podemos afirmar que Hiparco descobriu que:

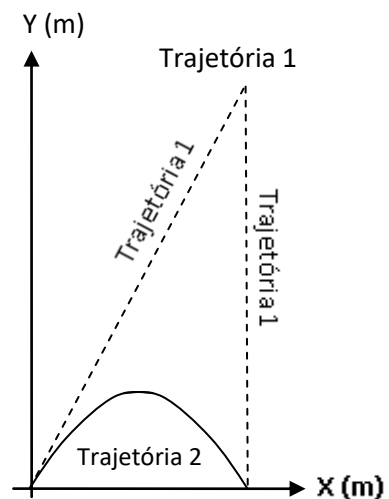
- a) $D = 7,5 \times R$ para $\alpha = 82,35^\circ$
- b) $D = 22,5 \times R$ para $\alpha = 87,45^\circ$
- c) $D = 60,3 \times R$ para $\alpha = 89,05^\circ$
- d) $D = 286,5 \times R$ para $\alpha = 89,80^\circ$



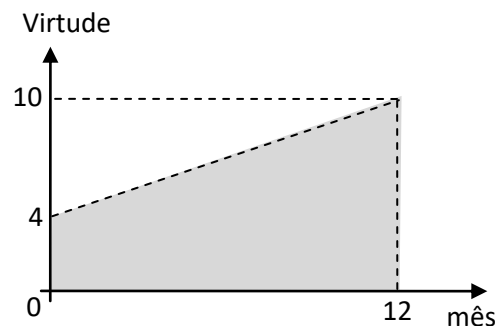
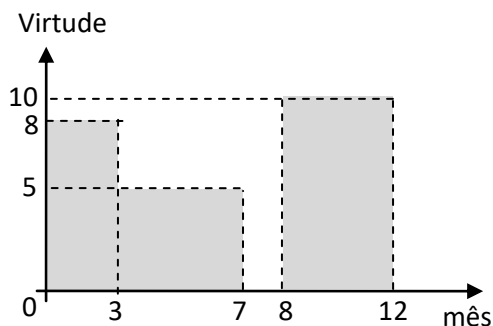
A.6) No século VI, João Filoponos, inspirado nos princípios aristotélicos, sugeriu que uma flecha subia em linha reta até o momento que a força motriz própria, cedida pelo arco, acabava. Logo após, a flecha caía naturalmente, ou seja, na direção vertical. A Trajetória 1 da figura anexa representa essa descrição. Na mesma figura, vemos a Trajetória 2, construída conforme orientações de Galileu Galilei (século XVII), as quais adotamos até hoje ao desprezarmos a influência do ar.

Digamos que uma flecha tenha sido lançada na direção da Trajetória 1 cujas coordenadas x e y de cada ponto da sua parte ascendente obedece a equação $y_1 = 6x_1$. Nesse caso, as coordenadas x e y de cada ponto da trajetória 2 obedeceriam a equação $y_2 = 6x_2 - 0,05x_2^2$. A maior altura da trajetória 2 mediria 180 m. Qual a diferença entre as alturas máximas das duas trajetórias?

- a) 390 m
- b) 420 m
- c) 480 m
- d) 540 m



A.7) No século XII, começaram a surgir universidades na Europa, dentre elas, *Oxford*, na Inglaterra. O *Merton College*, uma unidade de *Oxford*, desenvolveu uma representação geométrica para a virtude. Definindo a intensidade da virtude entre 0 a 10, eles mostravam comportamentos da virtude durante o ano em gráficos semelhantes a esses abaixo. O período de maior virtude seria representado por uma altura maior. Para definir a virtude média anual, eles calculavam a área escurecida e dividiam por 12. Séculos mais tarde, esse raciocínio foi usado por Galileu trocando virtude por velocidade.



Sobre esses gráficos, determine a proposição **falsa**.

- As áreas escurecidas para os dois comportamentos são iguais a 84.
- A virtude média anual para os dois comportamentos mede 7.
- A média dos valores máximo e mínimo da virtude no segundo gráfico é 7.
- A virtude média anual é sempre igual à média dos valores máximo e mínimo da virtude.

A.8) Em 1609, Galileu Galilei verificou que Júpiter tinha satélites naturais (luas galileanas), opondo-se às ideias da igreja Católica. No mesmo ano, Joannes Kepler encontrou uma relação matemática entre os períodos T e os respectivos raios de órbita R dos planetas. Essa relação é chamada de **3ª lei de Kepler**. Sessenta anos depois, Isaac Newton provou que as leis que comandam o sistema orbital dos planetas são as mesmas que comandam qualquer sistema orbital. Isso significa que a **3ª lei de Kepler** vale para qualquer sistema orbital, inclusive aquele constituído pelas luas galileanas.

Use os dados das luas galileanas para descobrir qual das proposições abaixo é a **3ª lei de Kepler**. O próprio Kepler fez esse mesmo procedimento usando os dados dos cinco planetas do sistema solar que são vistos sem ajuda de luneta.

Obs.: Como existe certo nível de erro nas medidas acima, os resultados obtidos pela relação correta aplicadas a cada Lua poderão apresentar uma diferença de até 5 % entre eles.

Dados das luas galileanas:

	Período T	Raio R
Io	2,0 dias	0,4 T_m
Europa	3,6 dias	0,6 T_m
Ganimesdes	7,8 dias	1,0 T_m
Calisto	22 dias	2,0 T_m

Dados: 1 T_m é um terâmetro, uma unidade de comprimento equivalente a um trilhão de metros.

- A operação T/R para cada astro do sistema orbital terá o mesmo resultado.
- A operação T^2/R para cada astro do sistema orbital terá o mesmo resultado.
- A operação T/R^2 para cada astro do sistema orbital terá o mesmo resultado.
- A operação T^2/R^3 para cada astro do sistema orbital terá o mesmo resultado.

A.9) Em 1633, Galileu Galilei, descobriu que esferas descendo planos inclinados, a partir do abandono, gastaria o mesmo tempo para percorrer deslocamentos sucessivos se o segundo deslocamento fosse igual a 3 vezes o primeiro, o terceiro deslocamento fosse igual a 5 vezes o primeiro, o quarto deslocamento fosse igual a 7 vezes o primeiro e assim, sucessivamente, obedecendo a sequência dos números ímpares. Depois dessa revelação, Galileu criou uma hipótese: “caindo” no plano inclinado, esferas desenvolvem movimentos uniformemente variados (MUV).

Vamos testar essa hipótese. Ele colocou um pequeno sino a 10 cm do local de abandono. Digamos que uma esfera gastasse 1 s para atingi-lo após o abandono. Ele colocou outros sinos no final de cada deslocamento. Baseado no que foi dito nesse enunciado, determine a proposição **falsa**.

- Se considerarmos que esse movimento é um MUV e usarmos a equação horária correspondente, obteremos uma aceleração de $0,2 \text{ m/s}^2$ para o primeiro deslocamento.
- De acordo com a regra obtida por Galileu sobre essa situação, a esfera atinge o 3º sino passados 3 s e percorre 90 cm, a partir do abandono.
- Se usarmos a equação horária do MUV, a aceleração calculada para o intervalo de 0 s até 3 s é diferente da aceleração calculada de 0 s até 1 s.
- A hipótese de Galileu está correta. Apesar de não ser uma queda totalmente livre, essa situação sugere que corpos caem aumentando a velocidade proporcionalmente ao tempo.

A.10) Em 1638, Galileu sugere um experimento para verificar se a luz gastava tempo percorrendo distâncias (velocidade finita) ou se ela as percorria instantaneamente (velocidade infinita). Para realizar o experimento de Galileu era necessário reunir, à noite, três pessoas: o experimentador e dois auxiliares. Cada pessoa teria uma lamparina coberta por um capuz. Ao olhar para uma mesma direção, o experimentador deveria ver os dois auxiliares praticamente na mesma linha, estando um a 1 milha (1609 m) do outro. O experimentador tiraria o capuz de sua lamparina. Quando os auxiliares vissem a lamparina do experimentador, tirariam os respectivos capuzes de suas lamparinas. O que o experimentador visse a partir daí, definiria se a velocidade da luz é finita ou infinita.

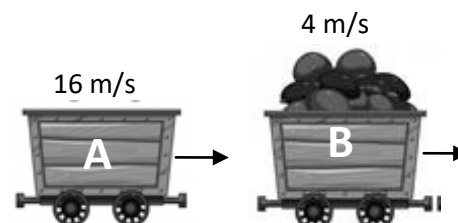
Um bom experimentador saberia que um auxiliar gastaria um intervalo de tempo para receber a luz da lamparina do experimentador e reagir puxando o capuz da sua lamparina. Galileu esperava que esse tempo, em relação ao tempo que a luz percorreria 1 milha seria insignificante. Se isso fosse verdade, quando o experimentador retirasse o seu capuz, veria a lamparina do auxiliar mais distante em um intervalo de tempo significativamente maior que o tempo de reação desse auxiliar.

Se algum experimentador fizesse essa experiência naquela época e visse a lamparina do auxiliar mais distante depois da lamparina do auxiliar mais próximo, poderia concluir que a luz teria uma velocidade finita? Dados: velocidade da luz = $3,00 \times 10^8$ m/s

- Não, pois essa diferença depende do tempo que os auxiliares levam para tirar seus capuzes.
- Não. A conclusão seria oposta: “a velocidade da luz é infinita”.
- Sim, pois essa diferença independe do tempo que os auxiliares levam para tirar seus capuzes.
- Sim, pois o tempo que os auxiliares levam para tirar seus capuzes é insignificante para a situação.

A.11) Em 1668, o inglês John Wallis apresentou lei da conservação da quantidade de movimento como recurso teórico capaz de resolver situações de colisão. Duas décadas depois, com essa lei já consolidada, um outro inglês, Sir Isaac Newton, elaborou a 3ª lei do movimento que é equivalente à lei da conservação da quantidade de movimento. Sendo assim, podemos aplicar a 3ª lei de Newton em uma colisão. Vejamos isso na colisão da figura onde dois carrinhos, A e B, de massas 100 kg e 200 kg, respectivamente, foram observados seguindo o mesmo sentido.

IMEDIATAMENTE ANTES DA COLISÃO



Aplicando as leis de Newton nessa situação, determine a proposição **verdadeira**.

- A força que o carrinho A fará no carrinho B é menor que a força que o carrinho B fará no carrinho A por causa da diferença das massas.
- O carrinho A vai desacelerar e o carrinho B vai acelerar. As acelerações deles terão sentidos opostos e mesmo módulo.
- O intervalo de tempo que o carrinho A desacelera é o dobro do intervalo de tempo que o carrinho B acelera por causa da diferença das massas.
- Se o carrinho A tiver uma aceleração média de 5 m/s^2 , o carrinho B sofrerá uma força média de 500 N, conforme as leis de Newton.

A.12) Em 1687, Isaac Newton apresentou a lei da gravitação universal no livro “*Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*”, considerada por muitos a publicação científica mais importante da civilização ocidental. Segundo Newton, a Lua se mantém orbitando a Terra por causa da força de atração gravitacional que a massa da Terra produz na massa da Lua.

Para Newton, todo movimento obedece a três leis do movimento, também apresentadas nessa mesma obra. Portanto, independente do que a lei da gravitação universal determine, as três leis do movimento devem ser obedecidas, seja em uma colisão, seja no movimento orbital da Lua.

Dentro desse contexto, determine a proposição **verdadeira**.

- A Terra exerce força de atração gravitacional na Lua, mas a Lua não produz força de atração gravitacional na Terra.
- A aceleração que a Lua sofre devido à interação gravitacional com a Terra é maior que a aceleração que a Terra sofre devido à mesma interação.
- A intensidade da força que a Terra produz na Lua é maior que a intensidade da força que a Lua produz na Terra porque a Lua possui menos massa.
- Para esse caso, a 3ª lei de Newton vale (a Terra também é atraída gravitacionalmente), mas a 2ª lei de Newton não é válida (a Terra não adquire aceleração).

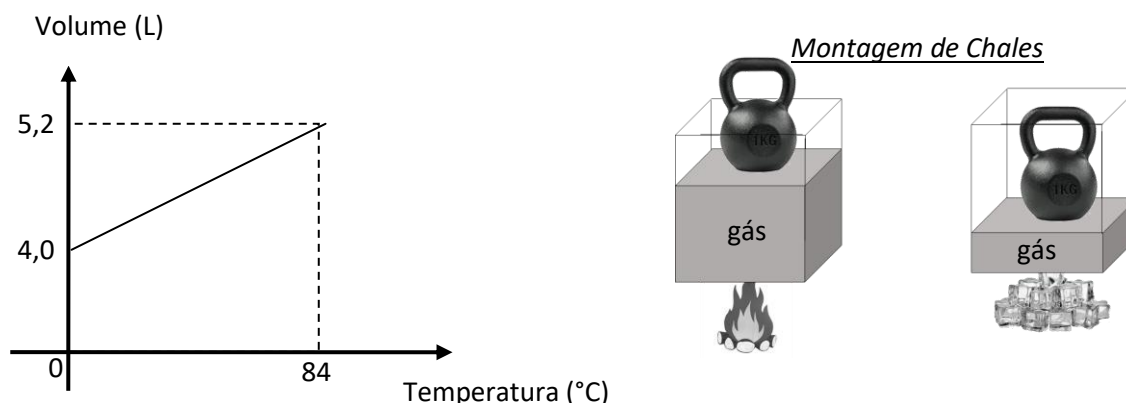
A.13) Em meados do século XVIII, Joseph Black mostra que calor e temperatura são conceitos diferentes na medida que amostras de mesma massa e substâncias diferentes reagem à mesma quantidade de calor de forma diferente. Graças ao trabalho de Black ficou claro que a definição da unidade de calor, a caloria (cal), deveria ser vinculada a uma substância. Isso foi feito em 1824, adotando-se a água como referência: 1 cal é a quantidade de calor que 1g de água precisaria receber para aumentar 1°C .

A diferença apresentada pelas substâncias quanto à sensibilidade ao calor transformou-se em uma proporção, o calor específico. Cada grama de aço, por exemplo, precisa receber 0,1 cal para aumentar 1°C ou perder 0,1 cal para diminuir 1°C , portanto seu calor específico é $0,1 \text{ cal por } ^\circ\text{C}$.

Coloca-se 100 g de areia a 70°C dentro de 100 g de água a 10°C . O conjunto foi muito bem isolado e atingiu o equilíbrio térmico quando a temperatura mediu 20°C . Baseando-se no enunciado, determine a proposição **falsa**.

- A areia sofreu uma variação de temperatura igual a 5 vezes a variação de temperatura da água, em módulo.
- A areia perdeu uma quantidade de calor igual a 5 vezes a quantidade de calor recebido pela água.
- Devido à definição da caloria, o calor específico da água é 1 cal por g por °C.
- O calor específico da areia é 1/5 do calor específico da água.

A.14) Em 1787, Jacques Charles colocou em um recipiente com tampa móvel (êmbolo) um punhado de gás. Ele colocou um peso sobre o êmbolo, conforme figura, para manter a pressão do gás. O volume do gás aumentava com o aumento da temperatura e diminuía com a diminuição da temperatura. Para certo punhado de gás, os valores de temperatura e volume obedeciam ao gráfico abaixo.



Em 1848, William Thomson (Lord Kelvin), analisando os trabalhos de Charles, propôs a existência de um limite inferior para a temperatura. Se, em um processo de resfriamento, uma amostra de gás atingir o volume nulo, sua temperatura não poderá ser reduzida, logo ela estará na temperatura mínima. Usando medidas mais precisas que as apresentadas aqui, Lord Kelvin calculou a temperatura mínima: $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$. Feito isso, ele propôs uma nova escala de temperatura adotando o valor zero para a temperatura $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, mantendo o tamanho da unidade Celsius. Assim, surgiu a escala termométrica Kelvin.

Observe que a montagem de Charles pode ser considerada um termômetro que usa o volume como grandeza termométrica. Usando os dados do gráfico acima, determine qual seria o valor do limite inferior de temperatura na escala Celsius.

- $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $-280\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $-290\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $-300\text{ }^{\circ}\text{C}$

A.15) Em 1847, o alemão Hermann Helmholtz apresentou para o mundo uma formulação genérica para a conservação da energia que englobava fenômenos químicos, mecânicos, eletromagnéticos, térmicos e biológicos. Esse trabalho o consagrou como um dos cientistas mais importantes do século XIX. Entretanto, não podemos esquecer as contribuições fornecidas por Euler, em 1744, no processo de formulação da energia mecânica, e por Joule, em meados do século XIX, no equivalente mecânico do calor e no efeito térmico existente nos circuitos elétricos (efeito Joule).

Compreender o conceito de energia é reconhecer as suas transformações, enxergando-as como condição fundamental para a dinâmica da natureza, para a existência da vida e para os processos planetários e astronômicos.

Dentro dessa perspectiva, cada proposição abaixo apresenta um fenômeno e uma possível transformação energética que ocorre nesse fenômeno. Identifique a proposição que essa associação está errada.

- Quando um atleta está correndo, a energia térmica é transformada em energia química.
- Na queda de um meteorito, a energia cinética é transformada em energia térmica.
- Ao lançar uma pedra usando um estilingue, a energia potencial elástica é transformada em energia cinética.
- Na combustão da gasolina, a energia química é transformada em energia térmica.