



Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas 2023



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**.

Física: da experiência à teoria e da teoria à experiência

Boa Prova!

A.1) Em 1847, o cientista alemão Hermann apresentou o conceito de energia que adotamos até hoje. Para tal, relacionou os resultados de experimentos realizados nesse período pelo físico experimental James Joule. Segue abaixo, descrições simplificadas de dois desses experimentos.

Experimento I) Um corpo diminuía a altura, descendo em movimento uniforme, enquanto a temperatura de uma porção de água aumentava. Isso foi possível porque, o corpo estava preso a uma extremidade de um fio cuja outra extremidade estava enrolada ao eixo de uma hélice imersa na água. À medida que o corpo caía, a hélice girava e atritava com a porção de água.

Experimento II) Uma pilha era consumida enquanto a temperatura de uma porção de água aumentava. Isso foi possível porque grande parte de um fio condutor ligado à pilha estava mergulhado na porção de água. Dessa forma, a corrente elétrica mediava a relação entre a pilha e a água.

As descrições dos experimentos I e II evidenciam, respectivamente, as transformações da energia:

- a) mecânica em energia química e da energia elétrica em energia cinética.
- b) mecânica em energia térmica e da energia elétrica em energia térmica.
- c) mecânica em energia química e da energia elétrica em energia térmica.
- d) mecânica em energia térmica e da energia elétrica em energia cinética.

A.2) Na idade do bronze, observatórios astronômicos eram erguidos com a intenção de estabelecer uma conexão com os Deuses, em uma época que o céu era considerado uma região divina. Provavelmente, o mais famoso deles é o de Stonehenge, na Inglaterra. Por meio de alinhamentos de pedras bem pesadas, diversos ciclos e eventos astronômicos foram registrados em Stonehenge. Muitos estudiosos acreditam que todo o conhecimento acumulado durante séculos em Stonehenge, transformou esse observatório em um verdadeiro “computador” astronômico capaz de prever com precisão a localização do Sol e a da Lua, em relação a esse lugar, em qualquer horário de qualquer dia de qualquer ano. Com essa capacidade, os líderes de Stonehenge, em plena pré-história, tinham os recursos para realizar feitos impressionantes, **EXCETO**:

- a) concluir que o tempo do ciclo completo do Sol é algumas horas a mais que exatos 365 dias.
- b) determinar os dias que ocorreriam os eclipses solares e lunares.
- c) determinar os dias de solstícios e equinócios.
- d) calcular o raio da Terra.

A.3) Um ambiente pode se transformar em laboratório de Física, caso exista algo nele que desperte o interesse de algum cientista. Em 1798, Conde Rumford supervisionava uma fábrica de canhões quando notou que os pedaços de bronze lançados pela broca que perfurava o cilindro de bronze que viraria um canhão tinham temperatura bem acima do ponto de ebulição da água. Além disso, esse intenso calor era gerado durante toda a perfuração, a qual demorava até 2 horas. Na época, existia uma discussão acirrada sobre a natureza do calor. De um lado, cientistas como Lavoisier acreditava que o calor era uma substância contida em todos os corpos, expelido por estes ao serem transformados em cinza e fumaça quando em combustão. Do outro lado, tinham cientistas como Isaac Newton que defendiam que o calor estava associado ao movimento microscópico dos átomos. O comportamento que chamou a atenção do Conde Rumford, tornando-se em um divisor de águas para essa polêmica, foi o fato de não existir nada queimando por perto do cilindro de bronze durante sua perfuração. O intenso calor gerado nesse processo era manifestado apenas quando a broca estava em movimento. Podemos afirmar que esse comportamento:



- corroborar com a teoria do calor como uma substância contida no interior dos corpos.
- refuta ambas as teorias sobre o calor: a do movimento atômico e a da substância.
- sugere que a natureza do calor é o movimento, o da broca aumentando o atômico devido ao atrito.
- corroborar com ambas as teorias sobre o calor: a do movimento atômico e a da substância.

A.4) Dizem que Isaac Newton tinha o hábito de compreender melhor nosso universo imaginando outros universos que obedecessem a regras diferentes do nosso. Em um desses exercícios mentais, ele imaginou lançando horizontalmente uma maçã dentro do seu laboratório. Obedecendo as regras desse universo imaginário, a maçã desceu aumentando a sua velocidade à medida que descrevia curvas com raios cada vez maiores. Ao chegar no solo, a maçã passou a frear descrevendo curvas com raios cada vez menores até parar no ponto central da trajetória, conforme imagens.

A partir dessa descrição, podemos garantir que, nesse universo imaginado por Newton, o que não está funcionando como no nosso universo é:

- o atrito.
- a necessidade de força para acelerar ou retardar.
- a lei da inércia.
- a gravidade.



A.5) Os instrumentos de medida possuem faixas específicas de valores para que gerem medidas precisas. Um laboratório, que pesquisa diversos aspectos da natureza, deve possuir vários tipos de instrumentos de medida para uma mesma grandeza, cobrindo inúmeras faixas de valores. Para contextualizar essa problemática, foram listados alguns tipos de termômetros e suas características.

- **Termômetros clínicos.** Usa-se a dilatação de um líquido como fenômeno termométrico. É comum usar o mercúrio como substância termométrica, mas vale ressaltar que os pontos de fusão e ebulição do mercúrio são $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $357\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente.
- **Termômetro a gás.** Usa a pressão de um punhado de gás como grandeza termométrica. O gás usado deve permanecer nesse estado mesmo à temperatura muito baixa. É comum adotar o hélio, cuja temperatura de condensação é $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$. Devido à sensibilidade, esse equipamento pode não responder bem às temperaturas altas.
- **Pirômetros ópticos.** São sensores que leem a radiação térmica emitida por um corpo incandescente (emite luz por estar muito quente).

De acordo com as informações do enunciado, para medir a temperatura dos fornos que fundem metais em uma siderúrgica e a temperatura do entorno de uma estação de pesquisa na Antártida, pode-se usar, respectivamente:

- Pirômetros ópticos e termômetro a gás.
- Termômetro a gás e pirômetros ópticos.
- Termômetro clínico e termômetro a gás.
- Pirômetros ópticos e termômetro clínico.

A.6) Quando se trata de laboratórios impressionantes é impossível não citar o Grande Colisor de Hádrons (LHC), o maior acelerador de partículas do mundo e a maior máquina criada pelo homem. Ele acelera núcleos atômicos em um trajeto circular de 27 km de extensão que fica dentro de um túnel subterrâneo onde é produzido vácuo quase que perfeito. Dois conjuntos de núcleos atômicos seguem em sentidos opostos até atingirem as velocidades programadas para colidirem. As análises dos destroços dessas colisões revelam as partículas que constituem os núcleos atômicos. Tudo tem que ser perfeitamente calculado para que cada experiência seja bem-sucedida. Por exemplo, quando são usados núcleos de chumbo no LHC, eles colidem ao atingirem exatamente 90% da velocidade da luz. Considerando que a velocidade da luz é $3,0 \times 10^8$ no SI, os núcleos de chumbo completam aproximadamente quantas voltas no LHC durante 1 milésimo de segundo mantendo a velocidade que colidirão?

- a) 12 voltas
- b) 10 voltas
- c) 8 voltas
- d) 9 voltas

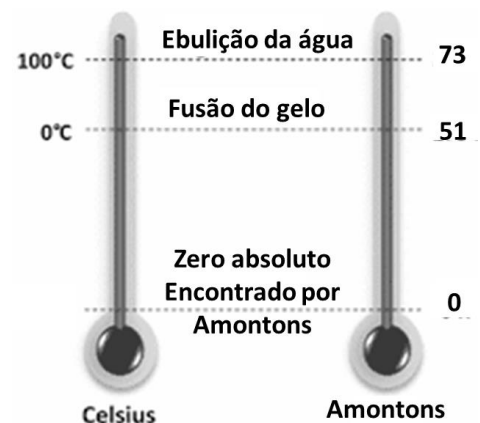
A.7) O físico Arquimedes ficou famoso ao provar que a coroa do rei a quem servia não foi feita totalmente de ouro, como foi dito pelo ourives que a confeccionou. Seu primeiro método de verificação usava uma quantidade de ouro em pó de mesmo peso que a coroa. Arquimedes mergulhou a coroa e o ouro em pó em recipientes totalmente cheios de água. Sua hipótese era que a água transbordada teria o mesmo volume do que foi mergulhado. A coroa foi mergulhada em um recipiente cilíndrico de 20,00 cm de diâmetro que teve seu nível de água reduzido de 2,0 mm, quando a coroa foi retirada. O ouro em pó foi mergulhado em um recipiente prismático de base retangular com lados iguais a 25,00 cm e 5,00 cm. Ao retirá-lo desse recipiente, o nível de água reduzido 4,0 mm. Se o volume do ouro em pó fosse diferente do volume da coroa, esta não seria feita totalmente de ouro. Entretanto, o próprio Aristóteles notou falhas nesse método e, na busca de encontrar um melhor, acabou criando um princípio fundamental para a hidrostática. Utilizando o valor de π que o próprio Aristóteles obteve (3,142) e baseando-se no método descrito acima, qual foi a diferença entre os volumes dessas amostras revelada pelas medidas apresentadas no enunciado?

- a) 13,16 cm³
- b) 11,28 cm³
- c) 10,45 cm³
- d) 12,84 cm³



A.8) O primeiro cientista que tentou descobrir experimentalmente se a natureza possui um limite inferior para a temperatura (zero absoluto), não foi Kelvin, mas o francês Guillaume Amontons, em 1702. As medidas obtidas por Amontons não foram tão precisas quanto as de Kelvin, logo ele não conseguiu encontrar o valor -273 °C para o zero absoluto. Mesmo com esse equívoco, Amontons criou a primeira escala absoluta, onde 51 ° e 73 ° correspondiam aos valores de temperatura para os pontos de solidificação e ebulição da água, respectivamente. Levando em consideração essas informações, determine o valor aproximado da temperatura encontrada por Amontons para o zero absoluto.

- a) -232 °C
- b) -271 °C
- c) -268 °C
- d) -245 °C

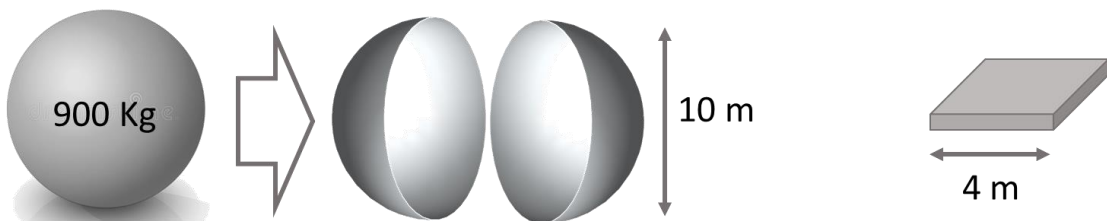


A.9) Quando fazemos uma medida, existe a possibilidade de cometermos algum erro? Como lidamos com isso? Essas preocupações foram ressaltadas pelo astrônomo Tycho Brahe, no século XVI. Graças a isso, ele conseguiu um nível de confiança inquestionável para as medidas que apresentou, o que foi essencial para o matemático Kepler abandonar concepções já estabelecidas sobre o movimento dos planetas e descobrir leis que ajudaram a desvendar os segredos do universo. A teoria das medições ou teoria dos erros foi aprimorada durante séculos e é amplamente usada por toda a Ciência. Digamos que um astrônomo amador estava desejando determinar a localização de Júpiter em relação ao horizonte em certo momento de um dia. Seguindo o rigor da teoria dos erros, ele realizou as 11 medições mostradas abaixo cujo valor mais provável é $32,6^\circ$. Esse astrônomo adotava o seguinte critério: medidas que desviasse de 10 % do valor mais provável seriam consideradas anomalias. Dessa forma, determine o valor apresentado por esse astrônomo para a localização de Júpiter baseado na teoria das medições.

- a) $32,6^\circ$
- b) $29,1^\circ$
- c) $32,0^\circ$
- d) $35,9^\circ$

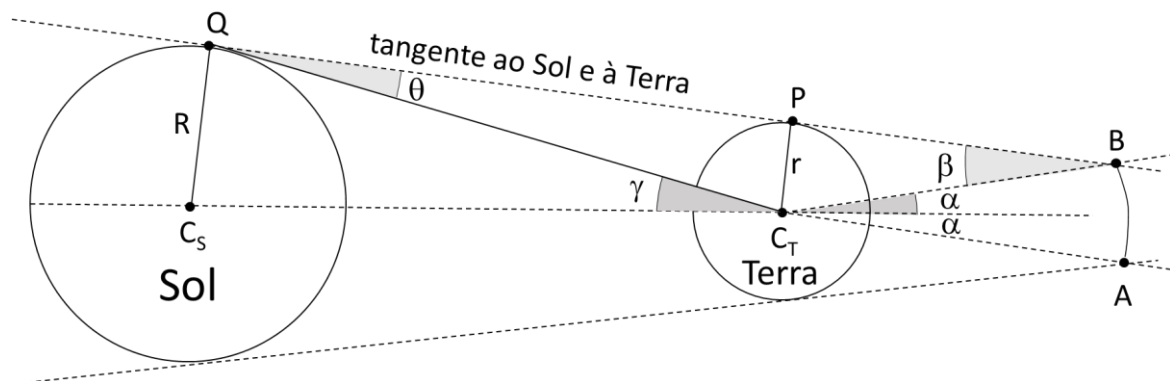
$31,7^\circ$	$31,6^\circ$	$31,9^\circ$
$32,1^\circ$	$32,3^\circ$	$32,2^\circ$
$38,6^\circ$	$32,4^\circ$	$31,8^\circ$
$31,9^\circ$	$32,1^\circ$	

A.10) Não pense que uma teoria nasce sempre no laboratório. As inspirações podem surgir de fontes inusitadas. Diversas relações da eletricidade, por exemplo, foram inspiradas nas da gravidade, devido à semelhança entre suas forças. Nesse contexto, é preciso dominar uma grandeza pouco explorada: a **densidade superficial de massa**. Para um corpo de pequena espessura, define-se a densidade superficial de massa como a razão entre a massa desse corpo e a área de uma de suas grandes faces. Digamos que uma esfera oca de 900 kg de massa cuja face externa possui 5 m de raio possua uma pequena espessura. Deseja-se construir uma chapa quadrada de 4 m de lado e de mesma espessura. Se a face externa da esfera possui uma área igual a quatro círculos de mesmo raio, qual o valor da massa da chapa quadrada para que esta tenha a mesma densidade superficial de massa da esfera? Adote $\pi = 3$.



- a) 36 kg
- b) 54 kg
- c) 32 kg
- d) 48 kg

A.11) Bem antes do homem pousar na Lua, a distância da Terra a seu satélite natural foi determinada com ajuda da trigonometria. O alexandrino Hiparco, conseguiu calcular essa distância, após estudar a passagem da Lua pela sombra da Terra (eclipse lunar), em 150 a.C.. O esquema abaixo representa os ângulos e os triângulos criados por Hiparco durante o eclipse citado. Hiparco sabia que a Lua descrevia toda sua trajetória em torno do centro da Terra (C_T) em 27,3 dias (aproximadamente 40.000 min). Durante o eclipse citado, a Lua percorreu o arco AB em 100 minutos. Visto do centro da Terra, o raio do Sol (R) ocupa um ângulo visual γ . Como a Terra é bem menor que o Sol, ângulo visual θ ocupado pelo raio da Terra (r) visto do ponto Q no Sol é bem menor que o ângulo γ . Quando passa pelo zênite de um observador na superfície da Terra, o Sol ocupa um ângulo visual de $0,6^\circ$, valor aproximadamente igual ao dobro de γ . Como γ é muito pequeno, θ é insignificante para essa situação.



A distância entre a Terra e a Lua que Hiparco obteve difere menos de 10% do valor atual, um feito impressionante para a época. Os ângulos do esquema servem para determinar β , com o qual torna-se possível calcular a distância entre a Terra e a Lua. Segundo o enunciado, qual o valor de β obtido por Hiparco?

- a) $0,75^\circ$
- b) $0,80^\circ$
- c) $0,85^\circ$
- d) $0,90^\circ$

A.12) Existe uma infinidade de ambientes que podem se transformar em laboratórios. O laboratório pode até existir no pensamento, o que é chamado de experiência mental. Nela, imagina-se um experimento que, a partir de comportamentos já validados, são evidenciados novos aspectos. O próprio Galileu Galilei usou esse recurso para avaliar a concepção aristotélica sobre a queda dos corpos, concepção hegemônica da época. Aristóteles afirmava que corpos mais pesados caem mais rápidos. Galileu criou a seguinte experiência mental:

Considere duas pedras, uma com o dobro do peso da outra. Abandone uma de cada vez de uma mesma altura. Segundo Aristóteles, a mais pesada gastaria metade do tempo para chegar ao solo. Em seguida, amarre essas duas pedras. Qual o comportamento para a queda desse conjunto de acordo com a concepção aristotélica? Nesse ponto, essa teoria falha, pois, baseando-se ela, teremos duas respostas possíveis: (I) o conjunto gastaria um tempo maior que o da mais pesada sozinha e menor que o da mais leve sozinha, visto que a mais pesada é freada pela mais leve e a mais leve é acelerada pela mais pesada; (II) o conjunto é um corpo mais pesado que cada pedra sozinha, logo desceria mais rápido que qualquer uma das duas.



Essa experiência mental alertou o erro de Aristóteles, levando Galileu a adotar outro princípio para a queda dos corpos: “todos os corpos caem no mesmo ritmo, independente de suas características”. Se aplicarmos a mesma experiência mental, baseando-se neste princípio, veremos que ele não falha. Qual dos princípios abaixo também não falharia se aplicado nessa experiência mental?

Dica: densidade = massa/volume

- a) Quanto maior a densidade do corpo, mais rápido ele cairá.
- b) Quanto mais átomos de ferro o corpo tiver, mais rápido ele cairá.
- c) Quanto menor o volume do corpo, mais rápido ele cairá.
- d) Quanto mais comprido o corpo for, mais rápido ele cairá.

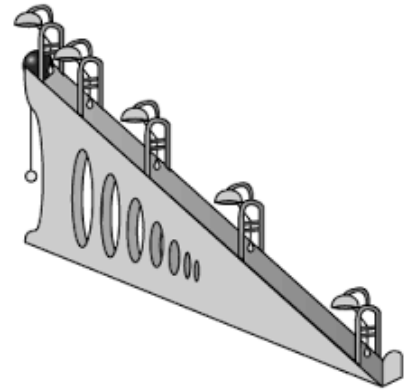
A.13) Às vezes, uma falha em uma experiência revela tanto quanto um acerto. Em um livro de Galileu, um dos seus personagens descreve uma experiência em que duas esferas de ferro, uma 100 vezes mais pesada que a outra, eram abandonadas simultaneamente do alto da torre de Pisa, aquela torre italiana inclinada. Baseando-se na teoria vigente, criada por Aristóteles, a mais pesada teria uma velocidade 100 vezes maior que a mais leve. Galileu tinha outra expectativa: os dois cairiam no mesmo ritmo. O resultado da experiência revela que a esfera mais pesada chegou ao solo quando a mais leve estava a 2 dedos deste. Galileu conclui que essa ínfima diferença não valida a teoria de Aristóteles. Provavelmente, essa descrição foi inspirada na experiência realizada por Simon Stevin. Independentemente de quem a realizou, Galileu esperava que as duas esferas chegassem juntas ao solo. A frustração de Galileu em relação ao resultado esperado impulsionou-lhe para desenvolver um estudo sobre a influência do ar. Esse estudo revelou que, nessa experiência, o ar não interfere significativamente na esfera maior. Considerando que a aceleração da gravidade é 10 m/s^2 , determine a altura aproximada da torre de Pisa se a esfera maior da experiência descrita atingisse o solo com 34 m/s .

- a) 64 m
- b) 52 m
- c) 60 m
- d) 58 m

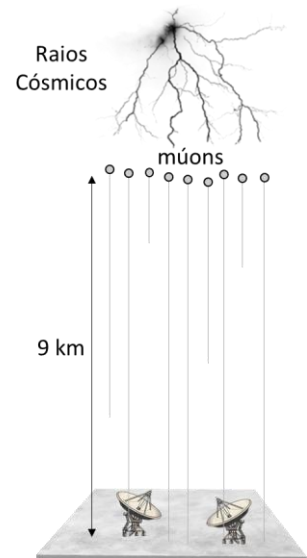


A.14) No século XVII, o italiano Galileu Galilei queria verificar uma hipótese: a velocidade de uma densa esfera descendo um plano inclinado, a partir do repouso, é diretamente proporcional ao tempo de movimento ou instante t . Para solucionar a falta de cronômetro e de velocímetro, aparelhos necessários para essa verificação, Galileu colocou pequenos e leves sinos ao longo do plano inclinado para que a esfera os acionasse sucessivamente durante seu movimento. Por meio do som emitido pelos sinos, é fácil perceber se os intervalos de tempo entre seus acionamentos são iguais ou diferentes. Galileu sabia que, se sua hipótese fosse verdadeira, os sinos, posicionados às distâncias S do ponto de abandono, seriam acionados nos instantes t , conforme a função $S = 0,5a.t^2$, onde a é a aceleração no plano inclinado, a qual depende de sua inclinação. O primeiro sino foi colocado a 10 cm do ponto de abandono, sendo atingido no instante t_1 . Galileu queria que os sinos seguintes fossem acionados em intervalos de tempo iguais a t_1 . Isso foi conseguido apenas quando os sinos foram posicionados conforme sua hipótese, logo ela estava correta. Das distâncias S apresentadas abaixo, identifique a que corresponde à posição S de um dos sinos nessa experiência.

- a) 30 cm
- b) 40 cm
- c) 50 cm
- d) 70 cm



A.15) Será que as medidas de tempo dependem do referencial? De acordo com a relatividade restrita criada por Albert Einstein, a resposta é sim. Vejamos uma situação experimental que evidencia isso. As partículas que veem do espaço sideral são chamadas de raios cósmicos. Dentre elas, existe o Mesón π . Balões científicos registram que os Méson π desfazem-se a 9 km de altitude, dando origem a 100 milhões de múons por segundo com velocidade próxima à da luz em direção à Terra. Os múons, por sua vez, também são instáveis: a cada 2 milionésimos de segundo, metade dos múons transformam-se em outras partículas. Isso significa que, desde o local de nascimento até atingir a superfície da Terra, o número de múons deveria reduzir muito: chegaria na superfície cerca de 3 mil deles por segundo. Entretanto, os instrumentos na superfície da Terra detectam mais de 30 milhões de múons chegando por segundo. Essa contradição pode ser explicada pela relatividade restrita, já que o tempo de 2 milionésimos de segundo seria medido em um referencial que os múons estivessem em repouso. De acordo com a relatividade restrita, como os múons estão com velocidade próxima à da luz em relação à Terra, o tempo de 2 milionésimos de segundo sofreria uma dilatação significativa. O fato é que a teoria da relatividade restrita consegue calcular com precisão a taxa de redução de múons detectada pelos instrumentos.



Aproximando a velocidade dos múons para a da luz (300.000 km/s), calcule quantas vezes metade dos múons existentes seriam transformados em outras partículas desde o nascimento até atingirem a superfície da Terra, caso a relatividade restrita não fosse uma lei da natureza.

- a) 12
- b) 15
- c) 20
- d) 18