



Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas 2023



Realização



Apoio



Prova Nível B – alunos da 1ª e 2ª Séries do Ensino Médio

Nome do(a) aluno (a): _____

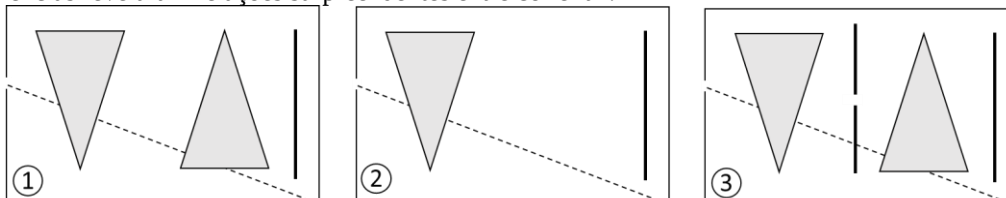
LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO

- 1) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos da 1ª e 2ª séries do Ensino Médio. Ela contém **vinte (20) questões objetivas**. Os alunos da 1ª Série podem escolher **quinze (15) questões**. Os alunos da 2ª Série devem escolher **quinze (15) questões** excetuando aquelas indicadas como **somente para 1ª Série**.
- 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. Para a 1ª Série, se no **Cartão-Resposta** forem marcadas mais que quinze questões, serão consideradas somente as quinze primeiras.
- 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!

B.1) (somente para o 1º ano) No século XVII, a luz solar era vista como uma essência fundamental da natureza. Alguns relatos de luzes coloridas saindo de objetos transparentes quando iluminados pela luz solar eram atribuídas a impurezas desses. Em 1666, Isaac Newton transformou um quarto de sua residência em laboratório ao impedir a entrada da luz solar, exceto por um pequeno orifício em uma parede. No trajeto original desse raio (linha tracejada), Newton colocou anteparos (segmentos de reta mais grossos) e primas (triângulos), conforme imagem abaixo. Os resultados dessas experiências revelaram relações surpreendentes entre cor e luz.



A partir do seu conhecimento sobre o comportamento da luz, analise as afirmações abaixo.

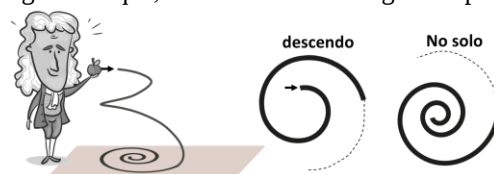
- I) A montagem 1 sugere que a luz solar (branca) seja policromática, mas ainda deixa alguma possibilidade para justificar o que acontece usando a teoria da impureza do vidro.
- II) A montagem 2 prova que a luz solar (branca) é policromática, tornando inviável a justificativa do que acontece a partir da teoria da impureza do vidro.
- III) A montagem 3 prova que uma componente da luz solar não se decompõe, sendo uma essência fundamental da natureza.

Sobre as afirmações acima, podemos concluir que:

- a) Apenas a afirmação I é falsa.
- b) Apenas a afirmação III é verdadeira.
- c) Apenas a afirmação II é verdadeira.
- d) Apenas a afirmação III é falsa.

B.2) (somente para o 1º ano) 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 abaixo. A partir dessa descrição, podemos garantir que, nesse universo imaginado por Newton, o que **NÃO** está funcionando como no nosso universo é:

- a) o atrito.
- b) a necessidade de uma força para produzir aceleração tangencial.
- c) a lei da inércia.
- d) a gravidade.



B.3) (somente para o 1º ano) 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. Para isso, ele montou uma experiência com duas etapas, utilizando uma mesma balança de pratos em que estes estavam à mesma distância do eixo de rotação. Na primeira etapa, ouro em pó foi derramado cuidadosamente em um dos pratos até equilibrar a coroa que tinha sido colocada no outro prato da mesma balança. Na segunda etapa, com a balança equilibrada, toda a montagem foi imersa em água. Nessa situação, a balança se desequilibrou, pendendo para o ouro em pó. A conclusão de Arquimedes foi baseada em outras experiências similares e anteriores a esta, as quais lhe permitiram formular o princípio de hidrostática que leva o seu nome. Se usarmos o princípio de Arquimedes e o que foi revelado na primeira etapa, a segunda etapa dessa experiência comprovou que:

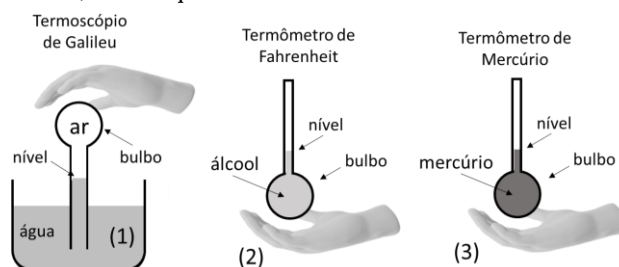
- a) Os pesos absolutos dessas amostras são diferentes.
- b) As massas dessas amostras são iguais.
- c) As massas dessas amostras são diferentes.
- d) Os volumes dessas amostras são diferentes.



B.4) (somente para o 1º ano) Em 1592, Galileu Galilei criou um mecanismo (1) que comparava a temperatura entre pessoas: o nível da água seria diferente se as temperaturas das pessoas fossem diferentes. Porém, uma mudança na pressão atmosférica, por causa do clima, interfere no nível da água. Para neutralizar essa fonte de erro, em 1708, Fahrenheit confinou uma porção de álcool em um recipiente hermeticamente fechado (2). Pessoas com temperaturas diferentes provocava uma diferença no nível do álcool. Entretanto, com as mudanças de temperatura, o álcool se transforma em vapor e vice-versa, o que interfere no nível de álcool. Em 1721, esse problema foi satisfatoriamente contornado quando o álcool foi substituído por mercúrio - um líquido mais raro que dilata menos que o álcool, porém possui um baixo teor de vaporização (3).

Sobre os processos térmicos que ocorrem nesses termômetros, identifique a alternativa correta.

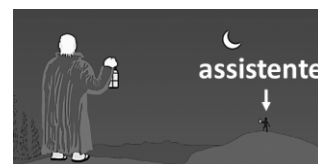
- a) No termoscópio de Galileu, o nível da água será mais alto em pessoas febris.
- b) Quando o termômetro é aquecido, o líquido dilata e o recipiente de vidro não dilata.
- c) Dentro do termômetro, o nível do líquido muda porque o gás contido nele muda sua pressão.
- d) A alteração da pressão atmosférica não interfere no termômetro porque ele é um recipiente fechado.



B.5) (somente para o 1º ano) Para o famoso grego Aristóteles, a luz tinha velocidade infinita, viajando instantaneamente entre dois pontos, independente da distância entre eles. O italiano Galileu não aceitava a ideia de algo percorrer alguma distância sem necessitar de algum intervalo de tempo e criou uma experiência para provar isso. À noite, segurando uma lâmpada, ele mandou um assistente se distanciar 3 km dele. Cada um segurava uma gaiola coberta por um capuz opaco e com uma vela acesa no seu interior. O seu assistente tinha a ordem de tirar o capuz no exato momento que visse a vela acesa de Galileu, o que aconteceria quando a luz percorresse a distância entre eles após Galileu tirar o capuz da gaiola que segurava. Por sua vez, Galileu só viria a vela acesa do seu assistente quando a luz percorresse a distância entre eles no sentido oposto. Como a distância entre eles era grande, a hipótese de Galileu era que passaria um intervalo de tempo significativo entre o momento que tirasse o capuz de sua gaiola e o momento que viria a vela acesa do seu assistente. O fato é que Galileu viu a vela acesa de seu assistente quase que no mesmo instante que tirou o capuz de sua gaiola. Esse resultado obrigou Galileu a concluir que Aristóteles estava correto nesse aspecto.

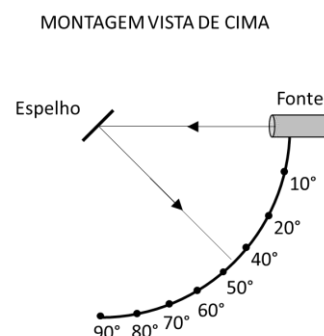
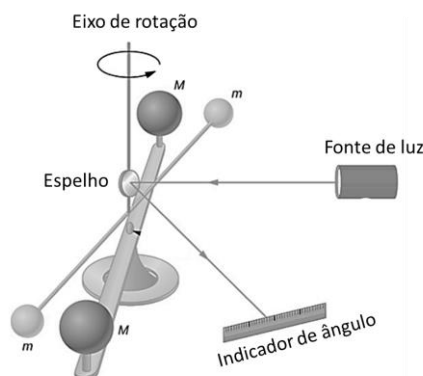
Atualmente, sabemos que a luz possui uma velocidade altíssima (3×10^8 nas unidades do Sistema Internacional), logo, na experiência de Galileu, ela gastaria bem menos que 0,01 s – mínimo intervalo de tempo que a percepção humana é capaz de distinguir. Sendo assim, essa experiência não era capaz de verificar se a velocidade da luz era finita. Quanto tempo levaria para a luz ir e voltar nessa experiência?

- a) 2 centésimos de milésimos de segundo.
- b) 1 centésimo de milésimos de segundo.
- c) 2 décimos de milésimos de segundo.
- d) 1 décimos de milésimos de segundo.



B.6) As forças de atração gravitacional entre os objetos de um laboratório são tão fracas que é muito difícil medi-las. Mesmo assim, no final do século XVIII, Cavendish conseguiu esse feito usando muita criatividade. Ele prendeu um espelho plano a uma balança de torção com duas esferas iguais (**m**) nas extremidades. Uma fonte luminosa foi fixada para que seu raio de luz atingisse o espelho. Duas novas esferas (**M**) foram introduzidas na montagem, o que gerou uma rotação na barra de torção atribuída ao surgimento de forças gravitacionais entre o pares de esferas próximas. O espelho acompanharia a rotação da balança de torção, o que produziria um desvio no raio de luz refletido original. Este atingia uma escala de ângulos colocada distante do espelho, conforme imagens. Devido à grande distância entre o espelho e a escala, era possível identificar pequeníssimos desvios nesse raio. Digamos que o raio refletido atingia a marcação de $45,00^\circ$ quando a montagem não tinha as esferas **M**. Se, ao introduzi-las, o raio refletido sofreu um desvio de 5° até o sistema atingir o novo equilíbrio, qual a nova marcação de ângulo que o raio refletido atingiu?

- 40°
- 35°
- 50°
- 55°

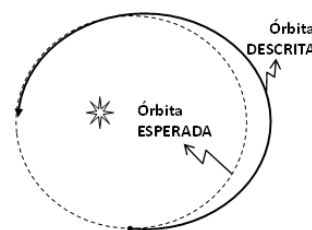


B.7) Um aspecto importantíssimo para qualquer cientista experimental é buscar estratégias que minimizem os erros nas medidas, já que eles são inevitáveis. Nesse aspecto, os espelhos curvos nos proporcionam uma experiência única: a teoria adotada já incorpora tais estratégias. Na Antiguidade, Arquimedes tinha provado que um espelho parabólico possui um foco principal e um espelho esférico possui uma região focal, tornando-o um espelho menos confiável. Em 1840, o físico e matemático alemão Carl Gauss estabeleceu condições para que espelhos esféricos pudessem ser estigmáticos para todos os raios incidentes emitidos pelo objeto. A partir daí, os laboratório passaram a trabalhar com espelhos esféricos gaussianos e cada vez mais a teoria sobre tais espelhos tornou-se a única para espelhos curvos. Se você estudou espelhos curvos, conheceu as relações da óptica gaussiana. Aplique-as para determinar a ampliação linear transversal da imagem de uma vela colocada a 15 cm do centro e a 5 cm do foco, entre esses dois pontos de um espelho esférico côncavo gaussiano.

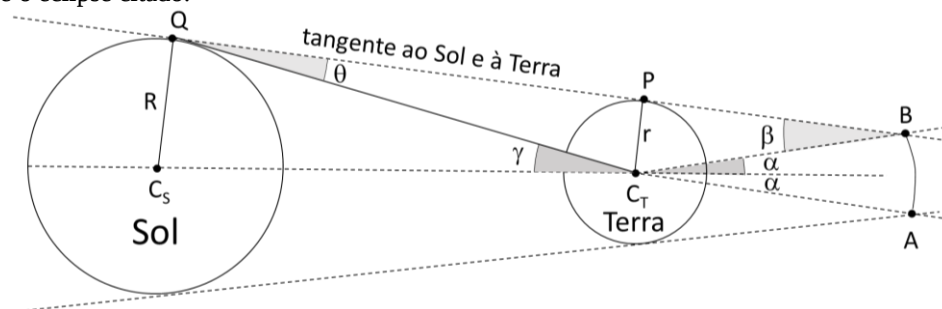
- 5
- 4
- + 4
- + 5

B.8) Em 1781, o astrônomo William Herschell notou um novo planeta que, visto de seu telescópio, tinha a aparência de um pequeníssimo ponto em relação à imensidão do espaço. Assim foi descoberto Urano. Nas 6 décadas seguintes, os astrônomos acompanharam a porção da órbita descrita por Urano e notaram que tinha uma forma diferente da prevista pela teoria vigente, a lei da gravitação universal de Isaac Newton ($F_g = G.M.m/d^2$), considerada infalível. Em 1843, o astrônomo John Adams criou uma hipótese para justificar essa diferença preservando a lei da gravitação universal. Três anos depois, essa hipótese foi validada por diversos astrônomos. Conforme o que foi apresentado no enunciado, qual das alternativas pode ter sido a hipótese sugerida por Adams?

- O valor G reduz para planetas muito afastados do Sol, provocando órbitas mais alongadas.
- Para planetas mais externos, a massa do Sol diminui, o que alongou a órbita de Urano.
- Urano se aproximou de Saturno no trecho que sua órbita ficou mais alongada que a prevista.
- Urano se aproximou de um planeta desconhecido e mais externo, o qual alongou sua órbita.



B.9) O alexandrino Hiparco, conseguiu calcular a distância da Terra à Lua, 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 serviram para determinar o valor de β , com o qual torna-se possível calcular a distância entre a Terra e a Lua. Segundo o enunciado, Hiparco encontrou que valor para essa distância, em função do raio da Terra?

- a) $63r$, pois $\sin 0,90^\circ = 1/63$
- b) $67r$, pois $\sin 0,85^\circ = 1/67$
- c) $76r$, pois $\sin 0,75^\circ = 1/76$
- d) $72r$, pois $\sin 0,80^\circ = 1/72$

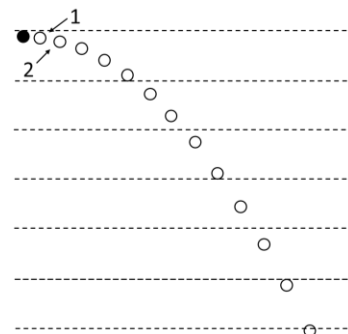
B.10) Experiências escolares para validar as leis de Newton encontram as seguintes dificuldades: (1) são interferidas significativamente pelo atrito; (2) não conseguem manter a força motriz (força que move o sistema) constante e (3) duram um intervalo de tempo muito pequeno, o que prejudica a realização de medições precisas. Essas dificuldades seriam amenizadas se fosse usado o mecanismo mostrado na imagem, o qual foi criado por George de Atwood, em 1784. A máquina de Atwood tinha uma roda ou roldana, a qual girava em torno do seu eixo fixo, e duas cargas, A e B, presas a uma corda apoiada nessa roda. Sobre as características que tornam esse mecanismo um excelente recurso experimental para validar as leis Newton, identifique a alternativa **FALSA**.

- a) A força motriz se mantém constante, já que é produzida por forças constantes – pesos.
- b) Uma corda mais pesada garante que a inércia e a força motriz permaneçam constantes.
- c) Ao utilizar cargas de massas próximas, aumentará o intervalo de tempo do movimento.
- d) Uma roda de massa bem menor que às das cargas reduz a interferência do atrito e de sua inércia.



B.11) Para medir o tempo de um processo muito rápido utiliza-se, em um laboratório apropriado, a fotografia estroboscópica. Essa técnica consiste em deixar o obturador de uma câmera aberto e mirando para o local do processo em um ambiente totalmente escuro. Flashes de luz são emitidos em intervalos de tempo fixos enquanto ocorre o processo. As imagens sucessivas do que foi iluminado intermitentemente ficam registradas em uma única foto. No desenho ao lado, vemos a representação de uma fotografia estroboscópica feita de um lançamento horizontal de uma pequena esfera. O momento que inicia o lançamento foi o flash zero, representado na imagem pela esfera preta. As duas imagens seguintes foram indicadas pelos números 1 e 2. Linhas horizontais distanciadas de 25 cm uma da outra foram adicionadas à foto. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , determine o intervalo de tempo entre dois flashes de luz sucessivos.

- a) $1/24$ de segundo
- b) $2/50$ de segundo
- c) $3/70$ de segundo
- d) $1/18$ de segundo



B.12) No século XVII, Robert Hooke, experimentando o microscópio composto que acabara de inventar, descobriu a célula, ultrapassando os limites da visão humana. Atualmente, em qualquer laboratório de Biologia existe esse tipo de equipamento, cujo funcionamento foi compreendido durante os séculos seguintes. Digamos que um fino pedaço de pele humana (objeto) tenha sido colocado a 5 cm da objetiva (primeira lente) de um microscópio composto. Sabe-se que a imagem formada por essa objetiva fica a 4 cm da ocular (segunda lente), em uma posição entre as lentes. Sabendo que as distâncias focais da objetiva e da ocular medem 4 cm e 5 cm, respectivamente, use o conhecimento sobre lentes para calcular o módulo da ampliação linear transversal que esse microscópio está gerando nessa situação.

- a) 9
- b) 16
- c) 20
- d) 40



B.13) Em 1760, Joseph Black ajudou a criar a seguinte definição: *caloria é o calor que 1 grama de água precisa para aumentar 1°C* . Usando essa definição, Black descobriu o calor latente de fusão do gelo (80 cal/g) e o calor específico do cobre ($0,09 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$). Note que essa definição de caloria usou o grama, o grau Celsius e a água como referência. Se os cientistas do século XVIII definissem a caloria trocando o grama pelo quilograma, o Célsius pelo Fahrenheit e a água pelo cobre, sua intensidade seria equivalente a quantas calorias da definição adotada?

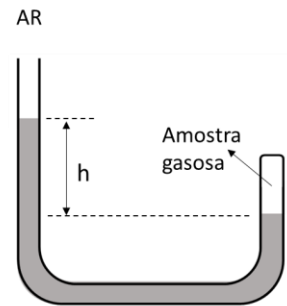
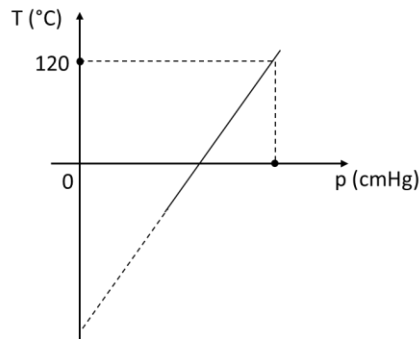
Dados: $0^\circ\text{C} \Leftrightarrow 32^\circ\text{F}$ e $100^\circ\text{C} \Leftrightarrow 212^\circ\text{F}$

- a) 50 cal.
- b) 40 cal
- c) 60 cal
- d) 80 cal

B.14) 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. Ele usou mercúrio para confinar uma amostra gasosa na extremidade fechada de um recipiente, conforme imagem abaixo. Na sua experiência, queria manter o volume dessa amostra. No início, o gás estava a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a coluna de mercúrio tinha $h = 104\text{ cm}$. Ao resfriar o gás para 0°C , precisou retirar mercúrio pela extremidade aberta do recipiente até $h = 44\text{ cm}$ para manter o volume da amostra gasosa. Levando em consideração a pressão atmosférica de 76 cmHg , notou que existia uma linearidade entre a pressão e a temperatura, conforme gráfico.

Para Amontons, a menor pressão possível (0 cmHg) seria conseguida se o gás atingisse o zero absoluto. Apesar de não ter atingido essa temperatura na sua experiência, determinou-a usando a linearidade revelada. Qual a diferença entre o valor obtido por Amontons e o valor atual do zero absoluto ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$)?

- a) $27\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- c) $33\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d) $13\text{ }^{\circ}\text{C}$

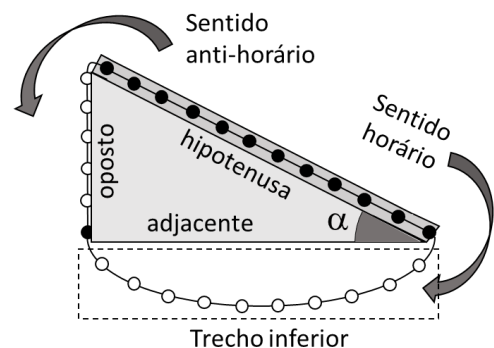


B.15) É comum construir uma câmera escura simples (sem lente) para simular o globo ocular humano conforme às semelhanças propostas por Della Porta, em 1558. A diferença entre essas duas estruturas é o cristalino. Esse elemento do globo ocular é uma lente elástica de bordas finas localizada entre a pupila e a retina. O cristalino já tinha sido identificado pelo iraquiano Al-Hazen, no século XI, mas Della Porta não compreendia o seu papel. Quem explicou como o cristalino é essencial para o funcionamento do globo ocular foi o físico-matemático Joannes Kepler, em 1610.

Sobre os papéis dos elementos que compõem o globo ocular, determine a alternativa **INCORRETA**.

- a) Se a pupila fosse um “furo” pequeno, em relação ao globo ocular, só conseguiríamos ver com intensidade em um ambiente muito iluminado.
- b) Como o cristalino é uma lente convergente, ela consegue direcionar para um ponto da retina todos os raios oriundos de um ponto do objeto que passam pela pupila.
- c) Como a pupila é um “furo” pequeno, em relação ao globo ocular, as imagens projetadas na retina seriam nítidas sem a presença do cristalino.
- d) O cristalino precisa ser flexível para mudar a distância focal a fim de deixar nítidas as imagens de objetos localizados em distância diferentes.

B.16) Desde a Antiguidade, o homem utiliza o plano inclinado para erguer objetos, visto que a força contra a subida na direção do plano inclinado (o peso aparente) é menor que a força contra a subida na direção vertical (peso real). Em 1540, Sigmon Stevin elaborou uma experiência mental que revelou como calcular o peso aparente. Ele imaginou um colar de pérolas pendurado em um apoio na forma de um triângulo retângulo, conforme imagem. As pérolas seriam iguais e estariam equidistantes uma da outra por todo o colar, logo a hipotenusa teria mais pérolas que o cateto oposto ao ângulo da base (α). A porção do colar que está na hipotenusa usaria seu peso aparente para deslocar o colar no sentido horário e a porção do colar rente ao cateto oposto ao ângulo α usaria seu peso real para fazer o oposto. O peso do trecho inferior do colar é inativo quanto a isso.



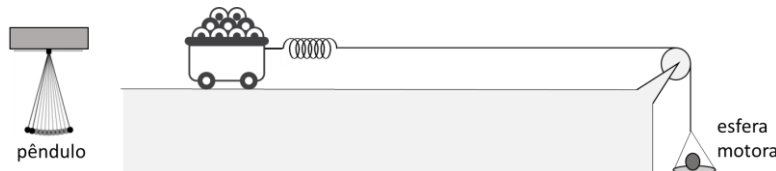
Abandonado o colar, ele só iria rotacionar se esse movimento o levasse a uma posição mais acomodada ou estável. Entretanto, qualquer movimento de rotação levaria o colar a uma situação igual à inicial, logo o movimento não deve ocorrer. A conclusão é que o peso aparente da porção que está na hipotenusa (comprimento do plano inclinado) é igual ao peso real da porção rente ao cateto oposto a α (altura do plano inclinado). A partir dessa experiência mental identifique qual a relação entre o peso aparente e o peso real de um corpo sobre o plano inclinado.

- a) peso aparente/peso real = cateto oposto/hipotenusa
- b) peso aparente – peso real = hipotenusa – cateto oposto
- c) $(\text{peso aparente})^2 = (\text{cateto oposto})^2 + (\text{cateto adjacente})^2$
- d) $\text{peso aparente}^2 = \text{peso real}$

B.17) No século XVII, Robert Hooke, o mesmo inglês que observou uma célula pela primeira vez, percebeu que muitas molas podiam ser usadas como instrumentos de medida de força, já que suas deformações eram proporcionais à força aplicada (lei de Hooke). Sendo assim, quando Isaac Newton apresentou suas leis do movimento, já existia um instrumento que ajudaria a validá-las. Nesse intuito, outro cientista inglês da época, construiu a montagem abaixo. Nela, os atritos eram desprezíveis em relação ao peso da esfera motora e o comprimento natural da mola era 3,0 polegadas. Em uma primeira experiência, o carrinho de 10 libras de massa, partindo do repouso, deslocou 40 polegadas enquanto um pequeno pêndulo oscilava 10 vezes. Durante esse movimento, a mola usada permaneceu com 5,0 polegadas de comprimento. Em uma segunda experiência, o carrinho recebeu mais carga, passando a ter 20 libras e a esfera motora foi trocada. Dessa vez, o comprimento da mola manteve-se com 9,0 polegadas. Para validar a segunda lei de Newton, qual a distância que esse carrinho deveria percorrer nessa segunda experiência durante 10 oscilações do mesmo pequeno pêndulo, caso partisse do repouso?

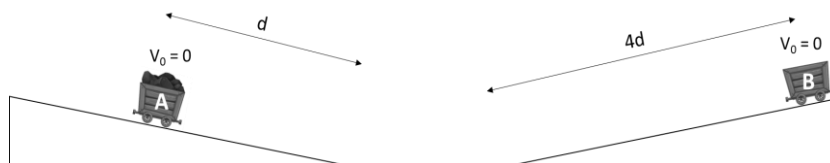
Nota: As unidades são as usadas na Inglaterra do século XVII. Você não precisa convertê-las em unidades conhecidas para resolver essa questão. Você pode relacionar os símbolos das grandezas antes de aplicar os valores.

- a) 80 polegadas
- b) 50 polegadas
- c) 90 polegadas
- d) 60 polegadas



B.18) Quando pensamos em laboratório, imaginamos uma sala fechada cheia de equipamentos. Na prática, não existe essa limitação, como podemos ver nos trabalhos de John Wallis, o físico que identificou experimentalmente a conservação da quantidade de movimento. Para isso, promoveu colisões com carrinhos de carvão em um trecho de ferrovia. Usava ladeiras de mesma inclinação para acelerar os carrinhos, a equação de Torricelli para comparar as velocidades nas colisões e os engates para que as colisões fossem plásticas. No exemplo abaixo, o carrinho A tem o quádruplo da massa do carrinho B. Desprezando atrito e considerando que o carrinho A adquire velocidade V no final da descida, determine a velocidade dos carrinhos quando se engatarem, o que acontece no trecho horizontal.

- a) $0,4 V$
- b) $0,5 V$
- c) 0
- d) V



B.19) 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 passagem desse livro 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, mas produz uma força média contra o movimento da esfera menor igual a 0,05% do seu peso. Se os 2 dedos correspondem a 4 cm, qual a altura da torre de Pisa segundo os valores oferecidos nesse enunciado?

Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 57 m
- b) 80 m
- c) 64 m
- d) 72 m

B.20) Em 1824, o engenheiro Sadi Carnot trouxe uma sugestão para um problema acerca da força motriz do fogo: “Quais as transformações que uma amostra gasosa deveria se submeter em um processo cíclico que convertesse em trabalho a maior quantidade do calor retirado de uma fonte quente?” Tal questionamento equivale a imaginar qual seria a forma que um motor deveria funcionar consumindo a menor quantidade de combustível, uma preocupação típica de um engenheiro, o qual procura aplicar a Física em busca de benefícios práticos. Sua resposta foi um ciclo cujo gás sofreria dois processos isotérmicos para trocar calor com as fontes quente e fria, intercalados por processos adiabáticos. Mesmo sem intenção, ao criar esse ciclo, Carnot deu início a uma linha de pesquisa que resultou na criação da segunda lei da termodinâmica, umas das leis mais importantes das Ciências da Natureza.

Sobre o ciclo de Carnot, determine a alternativa verdadeira.

- a) Como o gás retorna à sua situação inicial, nesse ciclo, não existe perda de calor para o ambiente.
- b) Os calores trocados pelo gás e as fontes térmicas nas duas adiabáticas do ciclo de Carnot são opostos.
- c) Quanto maior a diferença nas temperaturas das fontes, menor será o rendimento desse ciclo.
- d) Se fosse possível atingir o zero absoluto, uma máquina de Carnot poderia atingir 100% de rendimento.