

Secretaria de Estado de Educação do Estado de Minas Gerais

SEE-MG

Professor de Educação Básica – PEB – Nível I Grau A - Física

Edital SEE Nº. 07/2017, de 27 de dezembro de 2017

DZ152-2017

DADOS DA OBRA

Título da obra: Secretaria de Estado de Educação do Estado de Minas Gerais - SEE-MG

Cargo: Professor de Educação Básica – PEB – Nível I Grau A - Física

(Baseado no Edital SEE Nº. 07/2017, de 27 de dezembro de 2017)

- Conhecimentos Específicos

Gestão de Conteúdos

Emanuela Amaral de Souza

Diagramação

Elaine Cristina
Igor de Oliveira
Camila Lopes

Produção Editorial

Suelen Domenica Pereira

Capa

Joel Ferreira dos Santos

Editoração Eletrônica

Marlene Moreno

SUMÁRIO

Conhecimentos Específicos

I - ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS: notação científica; algarismos significativos; operações com algarismos significativos.....	01
II - FUNÇÕES E GRÁFICOS: proporção direta; variação linear; função potência; função inversa.....	01
III - CINEMÁTICA RETILÍNEA: movimento retilíneo uniforme- equações e gráficos; movimento retilíneo uniformemente variado- equações e gráficos; queda livre- equações e gráficos.....	01
IV - VETORES: grandezas vetoriais e escalares; método geométrico de soma de vetores; método analítico de soma de vetores.....	01
V - CINEMÁTICA CURVILÍNEA: movimento circular uniforme - equações e gráficos; composição de velocidades.....	01
VI - DINÂMICA: Conceito de força; 1ª, 2ª e 3ª leis de Newton; massa e peso; equilíbrio de partículas; força de atrito; força centrípeta; torque (momento de uma força); equilíbrio de corpos rígidos; movimento de projéteis;.....	01
VII - GRAVITAÇÃO UNIVERSAL: sistema planetário de Ptolomeu e Copérnico; Leis de Kepler; Lei da gravitação universal - aplicações; variação da aceleração da gravidade.....	01
VIII - HIDROSTÁTICA: massa específica; pressão; pressão atmosférica; experiência de Torricelli; equação fundamental da hidrostática (lei de Stevin); princípio de Pascal; princípio de Arquimedes;.....	01
IX - TRABALHO ENERGIA: trabalho de uma força; energia cinética; energia potencial gravitacional; energia potencial elástica; potência; princípio da conservação da energia.....	01
X - IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO: Impulso; Quantidade de movimento; Forças conservativas e dissipativas; princípio da conservação da quantidade de movimento; colisões; limitações da física clássica; massa e energia.....	01
XI - TEMPERATURA E DILATAÇÃO: temperatura; escalas termométricas (Celsius, Kelvin e Fahrenheit, etc.); dilatação dos sólidos; dilatação dos líquidos; comportamento dos gases ideais; Transformação isotérmica, isobárica, isovolumétrica e geral; lei de Avogadro; equação de estado de um gás ideal; modelo cinético de um gás; cálculo cinético da pressão; interpretação cinética da temperatura.....	01
XII - CALOR: energia calorífica; transferência de calor; capacidade térmica e calor específico; trabalho em uma variação de volume; 1ª Lei da termodinâmica- aplicações; 2ª Lei da termodinâmica; ciclo de Carnot - aplicações.....	63
XIII - MUDANÇA DE FASE: estados sólido, líquido e gasoso; forças de aderência e coesão; fusão e solidificação; vaporização e condensação; sublimação; comportamento de um gás real;.....	63
XIV - ONDAS: movimento harmônico simples; pêndulo simples; ondas em uma dimensão; ondas em duas dimensões; elementos de uma onda (comprimento de onda, período, frequência, amplitude); velocidade de propagação da onda; reflexão de ondas; refração de ondas; difração de ondas; ondas estacionárias; caráter ondulatório da luz; interferência luminosa; velocidade da luz; interpretação da luz segundo Newton e Huyghens; ondas sonoras; efeito Doppler; interferência sonora (tubos sonoros).....	71
XV - ÓPTICA: princípios de propagação da luz; reflexão da luz; espelhos planos; espelhos esféricos; formação de imagens nos espelhos - aplicações; refração da luz; reflexão total da luz; dispersão da luz- cores; lentes esféricas; formação de imagens nas lentes esféricas; Instrumentos ópticos; o olho humano e a formação de imagens.....	84
XVI - CARGA ELÉTRICA- LEI DE COULOMB: carga elétrica; processos de eletrização; polarização; condutores e isolantes; lei de Coulomb- aplicações.....	88
XVII - CAMPO ELÉTRICO: conceito de campo elétrico; cálculo do campo elétrico criado por cargas puntiformes; linhas de força; blindagem eletrostática; poder das pontas.....	88
XVIII - POTENCIAL ELÉTRICO: diferença de potencial; voltagem em um campo elétrico uniforme; voltagem em campos elétricos criados por cargas puntiformes; superfícies equipotenciais; gerador de Van de Graff.....	88
XIX - CAPACITORES: capacitores; associação de capacitores; energia armazenada em capacitores.....	88
XX - CIRCUITOS ELÉTRICOS: corrente elétrica contínua e alternada; circuitos de corrente contínua; geradores de corrente contínua; resistores e resistência elétrica; Lei de Ohm; associação de resistores; Semi condutores e supercondutores.....	88
XXI - FORÇA ELETROMOTRIZ: força eletromotriz; equação do circuito; voltagem nos terminais de um gerador; aplicações; associações de geradores, resistores e capacitores.....	88
XXII - CAMPO MAGNÉTICO: magnetismo e eletromagnetismo; campo magnético; movimento de cargas em um campo magnético; força magnética em condutores - aplicações; Lei de Biot - Savart; Campo magnético de condutores retilíneos; campo magnético no centro de espiras circulares; campo magnético de solenoides (bobinas); meios paramagnéticos, diamagnéticos e ferromagnéticos; aplicações das bobinas.....	88
XXIII - INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA: força eletromotriz induzida; Lei de Faraday; Lei de Lenz; o transformador; ondas eletromagnéticas; a usina elétrica; aplicações.....	88
XXIV - FÍSICA MODERNA: noções da teoria da relatividade restrita; efeitos fotoelétrico; radiações e suas aplicações; noções dos processos de fusão e fissão nuclear e suas aplicações.....	113

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Professor de Educação Básica – Peb – Nível I Grau A - Física

I - ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS: notação científica; Algarismos significativos; operações com algarismos significativos.....	01
II - FUNÇÕES E GRÁFICOS: proporção direta; variação linear; função potência; função inversa.....	01
III - CINEMÁTICA RETILÍNEA: movimento retilíneo uniforme- equações e gráficos; movimento retilíneo uniformemente variado- equações e gráficos; queda livre- equações e gráficos.....	01
IV - VETORES: grandezas vetoriais e escalares; método geométrico de soma de vetores; método analítico de soma de vetores.....	01
V - CINEMÁTICA CURVILÍNEA: movimento circular uniforme - equações e gráficos; composição de velocidades.....	01
VI - DINÂMICA: Conceito de força; 1ª, 2ª e 3ª leis de Newton; massa e peso; equilíbrio de partículas; força de atrito; força centrípeta; torque (momento de uma força); equilíbrio de corpos rígidos; movimento de projéteis;.....	01
VII - GRAVITAÇÃO UNIVERSAL: sistema planetário de Ptolomeu e Copérnico; Leis de Kepler; Lei da gravitação universal - aplicações; variação da aceleração da gravidade.....	01
VIII - HIDROSTÁTICA: massa específica; pressão; pressão atmosférica; experiência de Torricelli; equação fundamental da hidrostática (lei de Stevin); princípio de Pascal; princípio de Arquimedes;.....	01
IX - TRABALHO ENERGIA: trabalho de uma força; energia cinética; energia potencial gravitacional; energia potencial elástica; potência; princípio da conservação da energia.....	01
X - IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO: Impulso; Quantidade de movimento; Forças conservativas e dissipativas; princípio da conservação da quantidade de movimento; colisões; limitações da física clássica; massa e energia.....	01
XI - TEMPERATURA E DILATAÇÃO: temperatura; escalas termométricas (Celsius, Kelvin e Fahrenheit, etc.); dilatação dos sólidos; dilatação dos líquidos; comportamento dos gases ideais; Transformação isotérmica, isobárica, isovolumétrica e geral; lei de Avogadro; equação de estado de um gás ideal; modelo cinético de um gás; cálculo cinético da pressão; interpretação cinética da temperatura.....	01
XII - CALOR: energia calorífica; transferência de calor; capacidade térmica e calor específico; trabalho em uma variação de volume; 1ª Lei da termodinâmica- aplicações; 2ª Lei da termodinâmica; ciclo de Carnot - aplicações.....	63
XIII - MUDANÇA DE FASE: estados sólido, líquido e gasoso; forças de aderência e coesão; fusão e solidificação; vaporização e condensação; sublimação; comportamento de um gás real;.....	63
XIV - ONDAS: movimento harmônico simples; pêndulo simples; ondas em uma dimensão; ondas em duas dimensões; elementos de uma onda (comprimento de onda, período, frequência, amplitude); velocidade de propagação da onda; reflexão de ondas; refração de ondas; difração de ondas; ondas estacionárias; caráter ondulatório da luz; interferência luminosa; velocidade da luz; interpretação da luz segundo Newton e Huyghens; ondas sonoras; efeito Doppler; interferência sonora (tubos sonoros).....	71
XV - ÓPTICA: princípios de propagação da luz; reflexão da luz; espelhos planos; espelhos esféricos; formação de imagens nos espelhos - aplicações; refração da luz; reflexão total da luz; dispersão da luz- cores; lentes esféricas; formação de imagens nas lentes esféricas; Instrumentos ópticos; o olho humano e a formação de imagens.....	84
XVI - CARGA ELÉTRICA- LEI DE COULOMB: carga elétrica; processos de eletrização; polarização; condutores e isolantes; lei de Coulomb- aplicações.....	88
XVII - CAMPO ELÉTRICO: conceito de campo elétrico; cálculo do campo elétrico criado por cargas puntiformes; linhas de força; blindagem eletrostática; poder das pontas.....	88
XVIII - POTENCIAL ELÉTRICO: diferença de potencial; voltagem em um campo elétrico uniforme; voltagem em campos elétricos criados por cargas puntiformes; superfícies equipotenciais; gerador de Van de Graff.....	88
XIX - CAPACITORES: capacitores; associação de capacitores; energia armazenada em capacitores.....	88
XX - CIRCUITOS ELÉTRICOS: corrente elétrica contínua e alternada; circuitos de corrente contínua; geradores de corrente contínua; resistores e resistência elétrica; Lei de Ohm; associação de resistores; Semi condutores e supercondutores.....	88
XXI - FORÇA ELETROMOTRIZ: força eletromotriz; equação do circuito; voltagem nos terminais de um gerador; aplicações; associações de geradores, resistores e capacitores.....	88
XXII - CAMPO MAGNÉTICO: magnetismo e eletromagnetismo; campo magnético; movimento de cargas em um campo magnético; força magnética em condutores - aplicações; Lei de Biot - Savart; Campo magnético de condutores retilíneos; campo magnético no centro de espiras circulares; campo magnético de solenoides (bobinas); meios paramagnéticos, diamagnéticos e ferromagnéticos; aplicações das bobinas.....	88
XXIII - INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA: força eletromotriz induzida; Lei de Faraday; Lei de Lenz; o transformador; ondas eletromagnéticas; a usina elétrica; aplicações.....	88
XXIV - FÍSICA MODERNA: noções da teoria da relatividade restrita; efeitos fotoelétrico; radiações e suas aplicações; noções dos processos de fusão e fissão nuclear e suas aplicações.....	113

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS
Professor de Educação Básica – Peb – Nível I Grau A - Física

- I - ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS:** notação científica; Algarismos significativos; operações com algarismos significativos.
- II - FUNÇÕES E GRÁFICOS:** proporção direta; variação linear; função potência; função inversa.
- III - CINEMÁTICA RETILÍNEA:** movimento retilíneo uniforme- equações e gráficos; movimento retilíneo uniformemente variado- equações e gráficos; queda livre- equações e gráficos.
- IV - VETORES:** grandezas vetoriais e escalares; método geométrico de soma de vetores; método analítico de soma de vetores.
- V - CINEMÁTICA CURVILÍNEA:** movimento circular uniforme - equações e gráficos; composição de velocidades.
- VI - DINÂMICA:** Conceito de força; 1ª, 2ª e 3ª leis de Newton; massa e peso; equilíbrio de partículas; força de atrito; força centrípeta; torque (momento de uma força); equilíbrio de corpos rígidos; movimento de projéteis;
- VII - GRAVITAÇÃO UNIVERSAL:** sistema planetário de Ptolomeu e Copérnico; Leis de Kepler; Lei da gravitação universal - aplicações; variação da aceleração da gravidade.
- VIII - HIDROSTÁTICA:** massa específica; pressão; pressão atmosférica; experiência de Torricelli; equação fundamental da hidrostática (lei de Stevin); princípio de Pascal; princípio de Arquimedes;
- IX - TRABALHO ENERGIA:** trabalho de uma força; energia cinética; energia potencial gravitacional; energia potencial elástica; potência; princípio da conservação da energia.
- X - IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO:** Impulso; Quantidade de movimento; Forças conservativas e dissipativas; princípio da conservação da quantidade de movimento; colisões; limitações da física clássica; massa e energia.
- XI - TEMPERATURA E DILATAÇÃO:** temperatura; escalas termométricas (Celsius, Kelvin e Fahrenheit, etc.); dilatação dos sólidos; dilatação dos líquidos; comportamento dos gases ideais; Transformação isotérmica, isobárica, isovolumétrica e geral; lei de Avogadro; equação de estado de um gás ideal; modelo cinético de um gás; cálculo cinético da pressão; interpretação cinética da temperatura.

Grandezas Escalares e Vetoriais

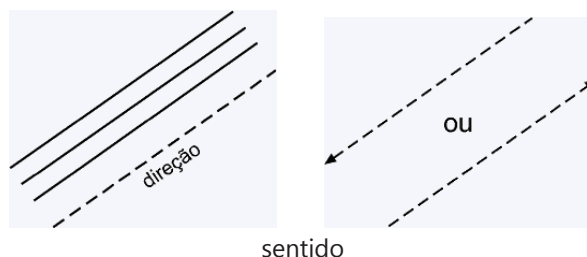
A Física lida com um amplo conjunto de grandezas. Dentro dessa gama enorme de grandezas existem algumas, cuja caracterização completa requer tão somente um número seguido de uma unidade de medida. Tais grandezas são chamadas grandezas escalares. Exemplos dessas grandezas são a **massa** e a **temperatura**. Uma vez especificado que a massa é 1kg ou a temperatura é 32°C, não precisamos de mais nada para caracterizá-las.

Outras grandezas há que requerem três atributos para a sua completa especificação como, por exemplo, a posição de um objeto. Não basta dizer que o objeto está a 200 metros. Se você disser que está a 200 metros existem muitas possíveis localizações desse objeto (para cima, para baixo, para os lados, por exemplo). Dizer que um objeto está a 200 metros é necessário, porém não é suficiente. A distância (200 metros) é o que denominamos, em Física, **módulo** da grandeza. Para localizar o objeto, é preciso especificar também a **direção** e o **sentido** em que ele se encontra. Isto é, para encontrar alguém a 200 metros, precisamos abrir os dois braços indicando a direção e depois fechar um deles especificando o sentido. Na vida cotidiana, fazemos os dois passos ao mesmo tempo, economizando abrir os dois braços.

Resumindo: Uma grandeza vetorial é tal que sua caracterização completa requer um conjunto de três atributos: o **módulo**, a **direção** e o **sentido**.

Direção: é aquilo que existe de comum num feixe de retas paralelas.

Sentido: podemos percorrer uma direção em dois sentidos.



CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Professor de Educação Básica – Peb – Nível I Grau A - Física

Portanto, para cada direção existem dois sentidos. Além da posição, a velocidade, a aceleração e a força são, por exemplo, grandezas vetoriais relevantes na Mecânica.

Através de atividades realizadas numa mesa de forças, identificaremos e determinaremos a equilibrante de um sistema de duas forças colineares ou não-colineares e calcular a resultante de duas forças utilizando método algébrico e geométrico. Comprovar o efeito de mudança de ângulo no módulo da força resultante. Forças são definidas como grandezas vetoriais em Física. Com efeito, uma força tem módulo, direção e sentido e obedecem as leis de soma, subtração e multiplicação vetoriais da Álgebra. Este é um conceito de extrema valia, pois comumente o movimento ou comportamento de um corpo pode ser estudado em função da somatória vetorial das forças atuantes sobre ele, e não de cada uma individualmente. Por outro lado, uma determinada força pode também ser decomposta em subvetores, segundo as regras da Álgebra, de modo a melhor analisar determinado comportamento. Advém da compreensão da força como uma grandeza vetorial a definição da Primeira Lei de Newton. Esta lei postula que:

Considerando um corpo no qual não atue nenhuma força resultante, este corpo manterá seu estado de movimento: se estiver em repouso, permanecerá em repouso; se estiver em movimento com velocidade constante, continuará neste estado de movimento. Assim, pode-se de fato aplicar várias forças a um corpo, mas se a resultante vetorial destas for nula, o corpo agirá como se nenhuma força estivesse sendo aplicada a ele. Este é o estado comum de "equilíbrio" da quase totalidade dos corpos no cotidiano, já que sempre há, na proximidade da Terra, a força da gravidade ou peso atuando sobre todos os corpos. Um livro deitado sobre uma mesa está na verdade sofrendo a ação de pelo menos duas forças, que se equilibram ou anulam e dão-lhe a aparência de estar parado. Os experimentos a seguir ajudarão a demonstrar o comportamento algébrico e geométrico de duas forças. A discussão, quando apropriado, far-se-á intercalada à descrição dos experimentos.

Composição de Forças Colineares

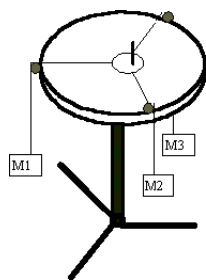


Figura 1: Mesa de Forças.

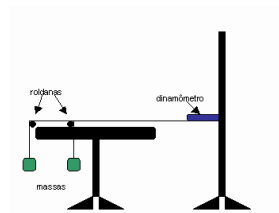


Figura 2: Mesa de forças e suporte para dinamômetro.

Procedimento e Discussão

Determinou-se o peso F_1 de um conjunto de massa m formado por um gancho lastro mais duas massas acopláveis.
 $F_1 = 1,154 \text{ N}$

Uma roldana foi afixada na posição 0° da mesa de forças, e o conjunto de massa m , através do cordão, foi passado por ela e afixado no anel central. Ver Figura 3.

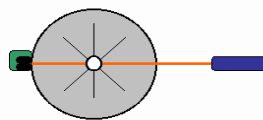


Figura 3: Vista superior da mesa de forças.

A fim de conferir equilíbrio ao sistema, uma segunda força F_e , denominada **equilibrante**, será aplicada segundo direção e sentido apropriados. A fim de obter tal façanha, prendeu-se o conjunto de suporte com o dinamômetro na ponta oposta da massa m , de modo que o anel central que prende os ganchos com fios ficasse centrado no pino existente no meio do disco de forças. Alinhou-se a altura do dinamômetro com a altura da mesa de forças, de modo a que os fios de ligação ficassem paralelos à mesa, mas que não a tocassem, evitando assim forças de atrito indesejáveis. Batendo com o dedo levemente sobre a mesa e sobre a capa de proteção do dinamômetro, tensões foram aliviadas enquanto movia-se o conjunto do dinamômetro, mantendo o anel centrado no meio da mesa. Ver novamente a Figura 3.

Criou-se, assim, um sistema de duas forças de mesma direção, mesmo módulo e sentidos opostos, que equilibraram o conjunto de massa m numa ponta. Uma das forças é a força peso exercida pelo conjunto de massa, e a outra força é exercida pelo dinamômetro. Fazendo a leitura do dinamômetro, obteve-se o valor: $F_e = 1,18 \text{ N}$

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Professor de Educação Básica – Peb – Nível I Grau A - Física

Este valor é muito próximo da força F_1 anteriormente medida do conjunto de massa, que foi de 1,154N. Imprecisões do dinamômetro e influência de forças de atrito e inércia rotacional da roldana e fio resultam na diferença encontrada, uma vez que a teoria prevê valores idênticos. Entretanto, o fato de que o sistema não se movimentou indica a existência do equilíbrio, independente dos valores lidos no dinamômetro. Veja Figura 4 para uma ilustração das forças atuantes.

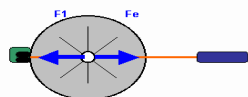


Figura 4: Forças em equilíbrio.

Se o sistema está em equilíbrio e não apresenta movimento, conclui-se que nenhuma força resultante deverá estar agindo sobre ele. Assim, a força equilibrante F_e anula completamente a força peso F_1 . Acrescentando outra massa de peso 0,5N ao conjunto de massa m , novamente movimentou-se o dinamômetro de modo a posicionar o anel no centro da mesa de forças. Fez-se nova leitura então do dinamômetro, que representa a força equilibrante F_e .

$$F_e = 1,68 \text{ N}$$

Conclui-se que esse peso de 0,5N foi somado em módulo à força F_e , que apresentou um aumento de precisos 0,5N. É lícito então afirmar que duas forças colineares de sentidos opostos se subtraem.

No experimento acima, como os módulos eram idênticos, o resultado foi um vetor zero. Da mesma maneira, é possível afirmar que o vetor força resultante de duas ou mais forças colineares de mesmos sentidos é a **somatória** dos módulos de cada vetor força. É precisamente o que ocorreu na adição de um peso de 0,5N ao conjunto de massa m no experimento acima. Um vetor força peso de módulo 0,5N, de mesmo sentido e direção que o vetor peso anterior de 1,154N foi a ele somado. Graficamente, isso pode ser representado conforme observado na Figura 5.

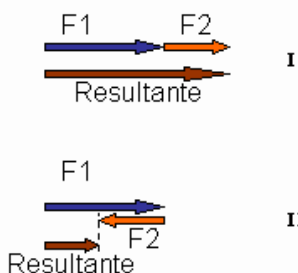


Figura 5: Soma e subtração de vetores força.

Em **I**, os vetores F_1 e F_2 são somados, posicionando-se a origem do vetor F_2 coincidente com a extremidade do vetor F_1 . O vetor resultante então é traçado da origem de F_1 à extremidade de F_2 , conforme as regras geométricas da

somatória vetorial. Na subtração, em **II**, F_2 é subtraído de F_1 , posicionando-se pois a origem de F_2 na extremidade de F_1 e traçando-se então o vetor resultante da origem de F_1 à extremidade de F_2 . Observar que F_2 em **II** é o mesmo vetor F_2 em **I**, porém de sentido oposto. A resultante é portanto menor. Tomando-se F_1 e F_2 de mesmo módulo, é óbvio que a resultante seria zero, conforme demonstrou-se no experimento.

Composição de Forças Ortogonais

Procedimento e Discussão

Tomou-se dois conjuntos de massa com pesos F_1 e F_2 , medidos com o dinamômetro, conforme abaixo:

$$F_1 = 0,66 \text{ N}$$

$$F_2 = 0,66 \text{ N}$$

Montou-se esses pesos na mesa de forças conforme a Figura 6.

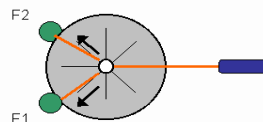


Figura 6: Vista superior.

O dinamômetro foi movimentado até que o anel ficasse centrado no pino da mesa de forças.

Inicialmente escolheu-se um ângulo qualquer entre F_1 e F_2 e fez-se uma leitura no dinamômetro. À medida em que o ângulo entre estas forças foi sendo ajustado de modo a aumentar, percebeu-se que o dinamômetro tendia a indicar forças menores. Chegou-se a um ângulo de 180° entre as forças, e o dinamômetro indicou zero. Isso é consistente com a regra de soma vetorial. Vejamos a Figura 7.

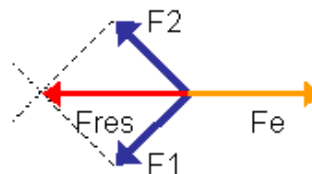


Figura 7: Vetores em 90 graus.

O vetor resultante de F_1 e F_2 , traçado com auxílio de um paralelogramo conforme indicado na figura, tem mesmo módulo, direção e sentido oposto ao vetor F_e , que é o valor indicado no dinamômetro. Ao aumentar o ângulo entre F_1 e F_2 , este vetor resultante vai diminuindo em módulo, conforme foi indicado no dinamômetro. Se este ângulo chega a 180° , isso significaria vetores colineares e de sentidos opostos. Como têm o mesmo módulo, anular-se-iam mutuamente e o resultante seria zero.

Por outro lado, diminuindo-se o ângulo entre F_1 e F_2 até chegar a 0° , a resultante seria a soma dos módulos de ambos. Assim sendo, tomando a equação vetorial:

$$F_r = F_1 + F_2$$

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS
Professor de Educação Básica – Peb – Nível I Grau A - Física

F_r atinge valor máximo quando o ângulo entre os vetores F_1 e F_2 for de 0° , sendo F_1 e F_2 de mesmo sentido. F_r atinge seu valor mínimo, ou zero, quando o ângulo é 180° .

Forças Concorrentes Quaisquer

Procedimento e Discussão

O objetivo deste experimento é determinar o ângulo a entre duas forças F_1 e F_2 , de mesmo módulo, de modo que uma terceira força F_3 de módulo igual às anteriores equilibre o sistema. Usando a Lei dos Cossenos adaptada para o formato abaixo:

$$F_3^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha$$

É possível determinar algebricamente este ângulo. Esta é uma equação modificada da Lei dos Cossenos, pois considera o menor ângulo formado pelos vetores (que são posicionados de forma a terem a mesma origem). Este menor ângulo é o suplemento do maior ângulo formado se se posicionar a origem de um vetor na extremidade de outro. Como $\cos(180-\alpha) = -\cos(\alpha)$, o sinal do termo $2F_1F_2 \cos \alpha$ é positivo, ao invés do esperado negativo da Lei dos Cossenos. Ver Figura 8.



Figura 8: Representação geométrica da Lei dos Cossenos adaptada.

Determinou-se então algebricamente o ângulo necessário para estabelecer equilíbrio entre as forças. Tomando $F_3 = F_2 = F_1 = F$, vem:

$$F^2 = F^2 + F^2 + 2F \cdot F \cos \alpha$$

$$F^2 = 2F^2 + 2F^2 \cos \alpha$$

$$2F^2 \cos \alpha = -F^2$$

$$\therefore \cos \alpha = -\frac{1}{2} \therefore \alpha = 120^\circ$$

A fim de comprovar este valor experimentalmente, tomou-se dois pesos F de módulos iguais, **0,66N**, e montou-se todo o conjunto sobre a mesa de forças de modo que o ângulo entre todas as forças fosse de 120° . Ver Figura 9.

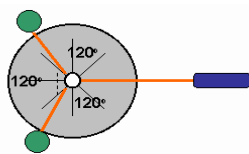


Figura 9: Sistema em equilíbrio de forças de módulos iguais.

Obteve para a leitura do dinamômetro o valor da força equilibrante F_e .

$$F_e = 0,65N$$

Usando-se a Lei dos Cossenos, calculou-se o valor teórico a ser obtido no sistema para o módulo da força F_e . Assim,

$$F_e^2 = 0,66^2 + 0,66^2 + 2 \cdot 0,66 \cdot 0,66 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)$$

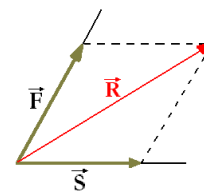
$$\therefore F_e = 0,66N$$

Comparando-se este valor com o achado experimentalmente, vem:

$$\text{Erro} = \frac{|0,65 - 0,66|}{0,66} \cdot 100 = 1,52\%$$

Um erro consideravelmente baixo, levando em conta que desconsiderou-se para efeito de cálculo influência do atrito das roldanas, inércia rotacional das mesmas e erros de leitura e precisão do dinamômetro. De fato, pois, o ângulo de 120° é o indicado para equilibrar três forças de iguais módulos e mesma origem.

A equação $F_3^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha$ pode portanto ser usada para calcular o módulo da força resultante de quaisquer forças coplanares, sabendo-se o menor ângulo entre elas e tendo a origem dos vetores num ponto comum.



Os experimentos realizados puderam demonstrar as fórmulas e teorias algébricas da composição e decomposição de vetores, ou seja, a soma vetorial e a resultante de vetores. Foi possível experimentar várias configurações diferentes de pesos e ângulos e observar de imediato as alterações e influência, registradas no dinamômetro. O experimento com forças concorrentes foi de especial valia, pois com ele podia-se vislumbrar o efeito na resultante do ângulo formado pelas forças e serviu de comprovação irrefutável do ângulo fixo e constante que equilibra três forças de mesmo módulo e origem. Esta é uma configuração comum e importante em geradores de corrente alternada trifásicos, obtendo-se aproximadamente 380 Volts de três fases de 110 V em ângulos de 120° .

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Professor de Educação Básica – Peb – Nível I Grau A - Física

Vetores – Movimento Curvilíneo

Para que se determine uma grandeza escalar, é necessário determinar um valor para todos os problemas que se deseja medir. Por exemplo: dizemos que a área coberta de uma casa é de 300 m², ou que uma criança tem uma febre de 38°C. Podemos então entender que todos as grandezas, ficam mais fáceis de se visualizar quando se estipula apenas o seu valor, denominada de grandezas escalares. A grandeza vetorial, só é determinada quando se conhece o seu módulo, a sua direção e o seu sentido. Podemos considerar como grandeza vetorial, a velocidade, a força, onde deveremos especificar o seu módulo (intensidade) e direção (horizontal ou vertical) e seu sentido (para cima ou para baixo).

As grandezas escalares, se adicionam segundo especificações da álgebra, porém para se operar as grandezas vetoriais, usaremos recursos diferentes. Podemos concluir, com relação as grandezas vetoriais, que:

Considerando um deslocamento de A para B, em seguida de B para C, seu efeito final é levar o carro de A para C. Consideramos então, que o vetor c é a soma ou resultante dos vetores a e b. Esta é a forma de adicionar dois deslocamentos para qualquer grandeza vetorial. Concluímos então conforme o autor que, "para encontrar a resultante, c, de dois vetores a e b traçamos o vetor b de modo que sua origem coincida com a extremidade do vetor a com a extremidade do vetor b, obtendo a resultante c.

Regra do Paralelogramo – Para se determinar o paralelogramo, é necessário fazer com que a resultante c seja dada pela diagonal deste paralelogramo que parte da origem comum dos dois vetores, sendo denominado tal processo de regra do paralelogramo. Resultante de vários vetores – Utilizaremos o mesmo processo para o resultante de dois vetores, porém a sua resultante deverá ser capaz de substituir os deslocamentos sucessivos combinados, que una a sua origem do primeiro vetor com a extremidade do último. Para que se determine os componentes de um vetor, é necessário saber que: o componente de um vetor, segundo uma direção, é a projeção (ortogonal) do vetor naquela direção ao determinarmos as componentes retangulares de um vetor v, encontramos dois vetores, que em conjunto podem substituir o vetor v.

Vetor Velocidade e Vetor Aceleração

Vetor velocidade – Conforme esclarece o autor, "a direção de v é tangente à trajetória no ponto que a partícula ocupa no instante considerado e o seu ponto que a partícula ocupa no instante considerado e o seu sentido é o sentido do movimento da partícula naquele instante".

Aceleração centrípeta – É necessário que sua velocidade permaneça constante, sendo um vetor perpendicular à velocidade e dirigida para o centro da trajetória, também sendo chamada de aceleração normal.

Aceleração tangencial – É aquela onde possui vetores na mesma direção de v (tangente a trajetória), se caracterizando pela variação do módulo de v.

Podemos concluir que: sempre que variar a direção do vetor velocidade de um corpo, este corpo possuirá aceleração centrípeta. Sempre que variar o módulo do vetor velocidade de um corpo possuirá uma aceleração tangencial.

As Ciências chamadas Exatas (a Física, a Química, a Astronomia, etc.) baseiam-se na "medição", sendo esta sua característica fundamental. Em outras Ciências, ao contrário, o principal é a descrição e a classificação. Assim, a Zoologia descreve e classifica os animais, estabelecendo categorias de separação entre os seres vivos existentes. Todos temos uma certa noção do que é medir e o que é uma medida.

O dono de uma quitanda não pode realizar seus negócios se não mede; com uma balança mede a quantidade de farinha ou de feijão pedida. Um lojista, com o metro, mede a quantidade de fazenda que lhe solicitaram. Em uma fábrica mede-se com o relógio o tempo que os operários trabalham. Há diferentes coisas que podem ser medidas; o dono da quitanda mede "pesos", o lojista "comprimentos", a fábrica "tempos". Também podem ser medidos volumes, áreas, temperaturas, etc. Tudo aquilo que pode ser medido chama-se "grandeza", assim, o peso, o comprimento, o tempo, o volume, a área, a temperatura, são "grandezas". Ao contrário, visto que não podem ser medidas, não são grandezas a Verdade ou a Alegria.

Medir é comprar uma quantidade de uma grandeza qualquer com outra quantidade da mesma grandeza que se escolhe como "unidade". Careceria de sentido tentar medir uma quantidade de uma grandeza com uma unidade de outra grandeza. Ninguém, mesmo que esteja louco, pretenderá medir a extensão de um terreno em quilogramas, ou o comprimento de uma rua em litros. A Física não trabalha com números abstratos. O fundamental é medir e o resultado da medição é um número e o nome da unidade que se empregou. Assim, pois, cada quantidade fica expressa por uma parte numérica e outra literal. Exemplos: 10 km; 30 km/h; 8h. Opera-se com as unidades como se fossem números; assim:

$$\text{km} \div \text{h} = \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \div \text{s} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

A Grandeza Tempo

Feche seus olhos por alguns instantes. Abra-os, então, enquanto conta "um, dois, três". Feche-os novamente. Que notou você enquanto seus olhos estavam abertos? Se você estiver numa sala comum, pouca coisa terá acontecido. Nada pareceu sofrer modificação. Mas se você tivesse estado sentado durante algumas horas, mantendo os olhos abertos, veria pessoas indo e vindo, movendo cadeiras, abrindo janelas. O que aconteceu na sala parece depender do intervalo de tempo durante o qual você observa. Olhe durante um ano, e a planta em seu vaso há de crescer, florir e murchar. As medidas de tempo às quais nos referimos nesses exemplos dizem respeito à duração de um acontecimento e são indicadas por um "intervalo de tempo". Entretanto, também usamos medidas de tempo para definirmos quando se deu tal acontecimento e, nesse caso, estamos indicando um "instante de tempo".

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Professor de Educação Básica – Peb – Nível I Grau A - Física

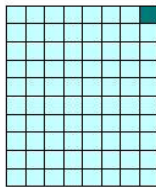
Para medirmos intervalos de tempo podemos usar apenas um cronômetro - ele é destravado, parte do zero, e mede a extensão de um intervalo de tempo. Por outro lado, para medirmos instantes de tempo podem ser medidas com as mesmas unidades e entre elas as mais comumente usadas são a hora, o minuto e o segundo. As relações entre estas três unidades são muito conhecidas, mas vamos mencioná-las aqui:

$$\begin{aligned}1 \text{ h} &= 60 \text{ min} \\1 \text{ s} &= 1/60 \text{ h} \\1 \text{ min} &= 60 \text{ s} \\1 \text{ s} &= 1/3600 \text{ h} \\1 \text{ h} &= 3600 \text{ s} \\1 \text{ min} &= 1/60 \text{ h}\end{aligned}$$

As Grandezas Comprimento, Área e Volume

Comprimento

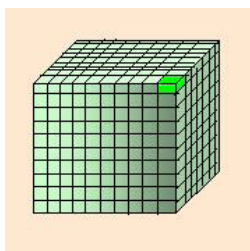
A unidade de comprimento é o metro (m), o qual pode ser dividido em 100 centímetros (cm) ou 1000 milímetros (mm). O múltiplo do metro mais usado é o quilômetro (km), que vale 1000 m.



Área: A unidade de área é o metro-quadrado (m^2). Muitas vezes se faz confusão nas medidas de área, pois um quadrado com 10 unidades de comprimento de lado contém $10 \times 10 = 100$ unidades de área. Assim $1\text{cm} = 10\text{mm}$, entretanto, $1\text{cm}^2 = 100\text{mm}^2$, o que explica ao examinarmos a figura 8. Da mesma forma:

$$\begin{aligned}1 \text{ m}^2 &= 1\text{m} \times 1\text{m} = 100\text{cm} \times 100\text{cm} = 10000 \text{ cm}^2 \\1 \text{ m}^2 &= 1000\text{mm} \times 1000\text{mm} = 1.000.000 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Volume: A unidade é o metro cúbico (m^3). De forma análoga à área, podemos provar que um cubo com 10 unidades de comprimento contém $10 \times 10 \times 10 = 1000$ unidades de volume.



Obtém-se assim que: $1\text{m}^3 = 1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} = 100\text{cm} \times 100\text{cm} \times 100\text{cm} = 1.000.000 \text{ cm}^3$. Uma unidade muito usual de volume é o litro (l), definido como o volume de um cubo com 10 cm de lado. A milésima parte de um litro é o mililitro (ml). A maioria das garrafas tem seu volume, escrito no rótulo, e gravado no fundo das garrafas, expresso em mililitros (ml).

Também estão expressos em ml os volumes de vidros de remédios, mamadeiras, frascos de soro hospitalar, etc.

A Grandeza Massa

O sistema métrico decimal foi criado pela Revolução Francesa, que com isso tentou uma renovação não apenas na vida social, mas também nas Ciências. Originalmente se definiu como unidade de massa, a massa de um litro de água a 150 C. Essa massa foi chamada de um quilograma (1 kg). Mais tarde percebeu-se o inconveniente desta definição, pois o volume da água varia com a pureza da mesma. Passou-se, então, a adotar como padrão de massa um certo objeto chamado "padrão internacional de massa". Tal padrão é conservado no Museu Internacional de Pesos e Medidas, em Sèvres, Paris. A massa deste objeto é de 1 kg. Dentro do possível, fêz-se que a massa deste padrão fosse igual à massa de 1 litro de água destilada a 150 C. Os submúltiplos mais comuns do quilograma são a grama (g) e a miligrama (mg), sendo $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ e $1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$. O múltiplo mais usual do quilograma é a tonelada (t), sendo $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$.

Forças e suas Características

A ideia de força é bastante relacionada com a experiência diária de qualquer pessoa: sempre que puxamos ou empurramos um objeto, dizemos que estamos fazendo uma força sobre ele. É possível encontrar forças que se manifestam sem que haja contato entre os corpos que interagem. Por exemplo: um ímã exerce uma força magnética de atração sobre um prego mesmo que haja certa distância entre eles; um pente eletrizado exerce uma força elétrica de atração sobre os cabelos de uma pessoa sem necessidade de entrar em contato com eles; de forma semelhante a Terra atrai os objetos próximos à sua superfície, mesmo que eles não estejam em contato com ela.

Intensidade, Direção e Sentido de uma Força

Imagine que uma pessoa lhe informe que exerceu sobre uma mola seu esforço muscular, deformando-a. Apenas com essa informação, você não pode fazer ideia de como foi essa deformação, pois o esforço pode ter sido feito inclinadamente, verticalmente ou horizontalmente. Se ela acrescentasse que o esforço foi feito na vertical, ainda assim você poderia ficar na dúvida se o esforço foi dirigido para baixo ou para cima. Assim você só pode ter uma ideia completa da força se a pessoa lhe fornecer as seguintes informações:

- intensidade ou módulo da força
- direção da força
- sentido da força

Sendo fornecidas essas características, módulo, direção e sentido, a força fica completamente conhecida. A força faz parte de um conjunto de grandezas da física, tais como a velocidade e a aceleração, por exemplo, denominadas grandezas vetoriais, que só ficam determinadas quando essas características são indicadas.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Professor de Educação Básica – Peb – Nível I Grau A - Física

Medida de uma Força

Quando vamos medir uma grandeza, precisamos escolher uma unidade para realizar a medida. No caso da força, uma unidade muito usada na prática diária é 1 quilograma-força, que se representa pelo símbolo 1 Kgf. Esta unidade é o peso de um objeto, denominado quilograma-padrão, que é guardado na Repartição Internacional de Pesos e Medidas, em Paris, na França. Obs.: 1 quilograma-força (1Kgf) é a força com que a Terra atrai o quilograma-padrão (isto é, o seu peso) ao nível do mar e a 45° de latitude.

O Kgf não é a unidade de força do SI, a unidade de força nesse sistema é denominada 1newton = 1N, em homenagem a Issac Newton. A relação entre essas duas unidades é: $1Kgf = 9,8N$

Portanto, a força de 1N é aproximadamente igual a 0,1Kgf (praticamente igual à força que a Terra exerce sobre um pacote de 100g).

Inércia

Várias experiências do nosso cotidiano comprovam as afirmações de Galileu. Assim, temos:

- se um corpo está em repouso, ele tende a continuar em repouso. Se uma pessoa estiver em repouso sobre um cavalo, e este partir repentinamente, ela tende a permanecer onde estava.

- se um corpo está em movimento, ele tende a continuar em movimento retilíneo uniforme.

O garoto em movimento, junto com o skate, continua a se mover quando o skate pára repentinamente. Esses exemplos, e vários outros que nós já devemos ter observado, mostram que os corpos têm a tendência de permanecer como estão: continuar em repouso, quando estão em repouso, e continuar em movimento, quando estão se movendo. Esta propriedade dos corpos de se comportarem dessa maneira é denominada inércia. Então:

- por inércia, um corpo em repouso tende a ficar em repouso

- por inércia, um corpo em movimento tende a ficar em movimento

Vários anos mais tarde, após Galileu ter estabelecido o conceito de inércia, Issac Newton, ao formular as leis básicas da mecânica, conhecidas como "as três leis de Newton", concordou com as conclusões de Galileu e usou-as no enunciado de sua primeira lei:

"Na ausência de forças, um corpo em repouso continua em repouso, e um corpo em movimento continua em movimento em linha reta e com velocidade constante."

Logo, tanto Galileu quanto Newton perceberam que um corpo pode estar em movimento sem que nenhuma força atue sobre ele. Observe que, quando isto ocorre, o movimento é retilíneo uniforme.

Resultante de duas Forças

Considere a situação mostrada na figura 1, na qual duas pessoas exercem sobre um bloco as forças F e S mostradas. Quando duas ou mais forças atuam sobre um corpo, muitas vezes temos necessidade de substituí-las por uma força única, capaz de produzir o mesmo efeito que elas, em conjunto, produzem. Esta força única é denominada resultante das forças consideradas.

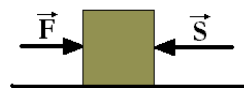
As forças têm a mesma direção e o mesmo sentido

Esta é a situação mostrada na figura 1. Neste caso, a experiência mostra que a resultante R, do sistema, tem a mesma direção e o mesmo sentido das componentes (F e S) e seu módulo é dado por $R = F + S$ (soma dos módulos das componentes).



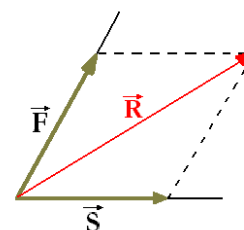
As forças têm a mesma direção e sentidos contrários

Neste caso, a resultante R tem a mesma direção das componentes (F e S), mas seu sentido é aquele da força de maior módulo. O módulo de R é dado por $R = F - S$ (diferença entre os módulos das componentes).



As forças não têm a mesma direção

Suponha que duas forças, F e S, de direções diferentes, estejam atuando sobre uma pequena esfera, formando entre elas um certo ângulo, como mostra a figura 3. Realizando experiências cuidadosas, os físicos chegaram à conclusão de que a resultante R destas forças deve ser determinada da seguinte maneira, conhecida como a regra do paralelogramo: da extremidade da força F traça-se uma paralela à força S e, da extremidade da força S, traça-se uma paralela à força F. Assim, estará construindo um paralelogramo, que tem F e S como lados. A resultante é dada, em módulo, direção e sentido, pela diagonal do paralelogramo, que tem sua origem no ponto de aplicação das duas forças, como mostra a figura.

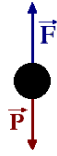


Forças em equilíbrio

Na figura mostramos uma esfera de peso P sendo sustentada por uma pessoa que exerce sobre a esfera uma força F. Suponha que o módulo de F seja tal que $F = P$. Temos assim, atuando sobre a esfera, duas forças de mesmo módulo, mesma direção e sentidos contrários. Pelo que vimos anteriormente, é claro que a resultante das forças que atuam na esfera é nula, isto é, $R = 0$. Esta situação é, então, equivalente àquela em que nenhuma força atua sobre a esfera. Podemos, pois, concluir, pela primeira lei de Newton, que a esfera estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. Quando isto ocorre, dizemos que a esfera está em equilíbrio.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Professor de Educação Básica – Peb – Nível I Grau A - Física



A ordem de grandeza de um número é a potência de dez mais próxima deste número. Ordem de grandeza é uma forma de avaliação rápida, do intervalo de valores em que o resultado deverá ser esperado. Para se determinar com facilidade a ordem de grandeza, deve-se escrever o número em notação científica (isto é, na forma de produto $N \cdot 10^n$) e verificar se N é maior ou menor que $(10)^{1/2}$.

- a) se $N > 3,16$, a ordem de grandeza do número é 10^{n+1} .
 b) se $N < 3,16$, a ordem de grandeza do número é 10^n , onde $(10)^{1/2} = 3,16$

Exemplo 1 - Se formos medir a massa de um homem, é razoável esperarmos que a massa se encontre mais próximo de 100 (10^2) kg do que de 10 (10^1) kg ou 1000 (10^3) kg.

Exemplo 2 – Dê a ordem de grandeza das medidas abaixo.

- a) $2 = 10^0$
 b) $69 = 10^2$
 c) $0,3 = 10^{-1}$
 d) $0,7 = 10^0$
 e) $3 \times 10^{-4} = 10^{-4}$
 f) $4 \times 10^3 = 10^4$
 g) $8 \times 10^5 = 10^6$
 h) $9 \times 10^7 = 10^8$

Exemplo 3 – Qual a ordem de grandeza do número de segundos existentes em um século.

- Solução: 1 hora = $60 \times 60 = 3600$ s
 1 dia = $24 \times 3600 = 86.400 = 8,64 \times 10^4$ s
 1 ano = $365 \times 8,64 \times 10^4 = 3,1436 \times 10^7$ s
 1 século = $100 \times 3,1536 \times 10^7 = 10^9$ s

Obs: A razão do uso de $(10)^{1/2}$ para acrescentar ou não uma unidade ao expoente decorre do fato de se ter uma operação exponencial. O valor médio, que é diferente da média aritmética ao se passar de um expoente 10^0 para outro 10^1 , é $10^{1/2} = 3,16...$

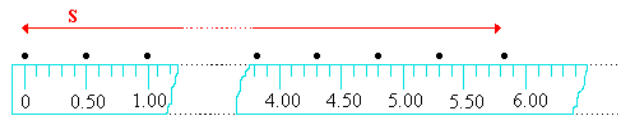
Algarismos Significativos e Erros

Quando realizamos uma medida precisamos estabelecer a confiança que o valor encontrado para a medida representa. Medir é um ato de comparar e esta comparação envolve erros dos instrumentos, do operador, do processo de medida e outros. Podemos ter erros sistemáticos que ocorrem quando há falhas no método empregado, defeito dos instrumentos, etc... e erros acidentais que ocorrem quando há imperícia do operador, erro de leitura em uma escala, erro que se comete na avaliação da menor divisão da escala utilizada etc...

Em qualquer situação deve-se adotar um valor que melhor represente a grandeza e uma margem de erro dentro da qual deve estar compreendido o valor real. Vamos aprender como determinar esse valor e o seu respectivo desvio ou erro.

Valor Médio - Desvio Médio

Quando você realiza uma medida e vai estimar o valor situado entre as duas menores divisões do seu aparelho de medida, você pode obter diferentes valores para uma mesma medida. Como exemplo, vamos medir o espaço (S) percorrido pelo PUCK utilizando uma régua milimetrada (a menor divisão é 1 mm).



Medindo com uma régua milimetrada o espaço S .

Você observa que o valor de S ficou situado entre 5,80 e 5,90. Vamos supor que mentalmente você tenha dividido esse intervalo em 10 partes iguais e fez cinco medidas obtendo os valores de S apresentados na tabela 1.

N	S_N (cm)	$\delta(S)$ (cm)
1	5,82	0,01
2	5,83	0,00
3	5,85	0,02
4	5,81	0,02
5	5,86	0,03
N=5	$\sum S_N = 29,17$	$\sum \delta_N = 0,08$

Valores obtidos para S e os respectivos desvios $\delta(S)$.

De acordo com o postulado de Gauss:

"O valor mais provável que uma série de medidas de igual confiança nos permite atribuir a uma grandeza é a média aritmética dos valores individuais da série". Fazendo a média aritmética dos valores encontrados temos o valor médio, ou seja, o valor mais provável de S como sendo:

Valor médio de $S = (5,82 + 5,83 + 5,85 + 5,81 + 5,86) / 5 = 5,83$ cm.

O erro absoluto ou desvio absoluto (δ_A) de uma medida é calculado como sendo a diferença entre valor experimental ou medido e o valor adotado que no caso é o valor médio: $\delta_A = \text{valor adotado} - \text{valor experimental}$

Calculando os desvios, obtemos:

$$\begin{aligned} \delta_1 &= |5,83 - 5,82| = 0,01 \\ \delta_2 &= |5,83 - 5,83| = 0,00 \\ \delta_3 &= |5,83 - 5,85| = 0,02 \\ \delta_4 &= |5,83 - 5,81| = 0,02 \\ \delta_5 &= |5,83 - 5,86| = 0,03 \end{aligned}$$