

MANUAL DO EXPERIMENTO FORÇA EM ÂNGULO

RESULTANTE DE FORÇAS

A Figura 1 apresenta duas forças, \vec{F}_1 e \vec{F}_2 , atuando simultaneamente sobre um corpo. A experiência nos mostra que estas duas forças podem ser substituídas por uma força única, \vec{R} , que é a resultante de \vec{F}_1 e \vec{F}_2 . A resultante \vec{R} é determinada, em módulo, direção e sentido, pela regra do paralelogramo.

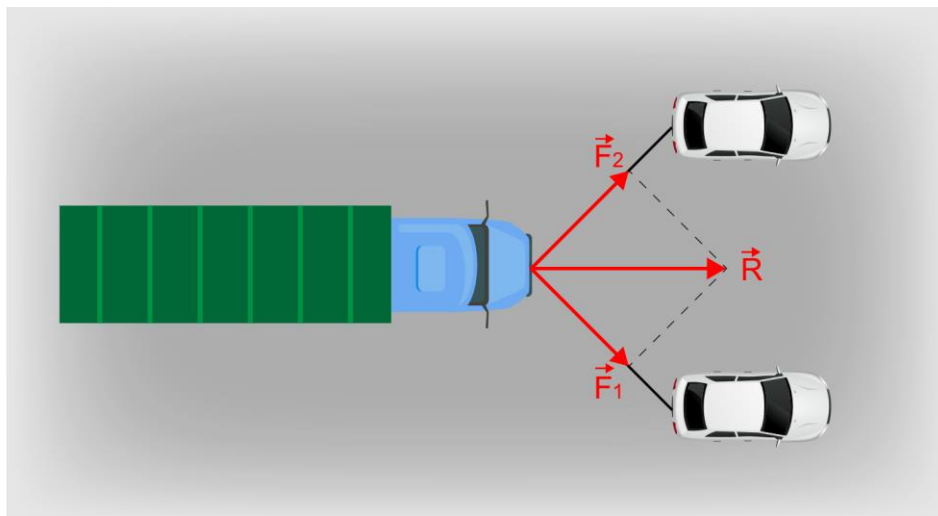


Figura 1 - A resultante de duas forças é uma força única que produz o mesmo efeito que as forças consideradas.

De maneira geral, se várias forças \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 etc. Estiverem atuando em uma partícula, elas poderão ser substituídas por sua resultante, \vec{R} , obtida pela soma vetorial destas forças, ou seja,

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots \dots \dots \text{ou} \quad \vec{R} = \sum \vec{F}$$

A força \vec{R} , atuando sozinha, produz na partícula o mesmo efeito, a mesma modificação em seu movimento que o sistema de forças que ela representa. Se a resultante \vec{R} for nula, tudo se passa como se não existisse nenhuma força atuando na partícula. Portanto,

na 1ª lei de Newton, estas duas situações podem ser consideradas equivalentes e poderemos enuncia-la, de maneira mais geral, do seguinte modo:

Quando a resultante das forças que atuam em um corpo for nula, se ele estiver em repouso continuará em repouso e, se ele estiver em movimento, estará se deslocando com movimento retilíneo uniforme.

CONDIÇÃO DE EQUILÍBRIO DE UMA PARTÍCULA

Dizemos que uma partícula está em equilíbrio quando ela se encontra em uma das seguintes situações:

- 1º) a partícula está em repouso;
- 2º) a partícula está em movimento retilíneo uniforme.

Como vimos na 1ª lei de Newton, qualquer uma dessas situações ocorre quando é nula a resultante das forças que atuam na partícula. Consequentemente,

A condição para que uma partícula esteja em equilíbrio é que seja nula a resultante das forças que nela atuam.

$$\vec{R} = 0 \quad \sum \vec{F} = 0$$

EQUAÇÕES DO EQUILÍBRIO

Consideremos uma partícula sob a ação de um sistema de forças $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ etc. Figura 2. Decompondo estas forças segundo os eixos OX e OY .

sobre OX : $\vec{F}_{1x}, \vec{F}_{2x}, \vec{F}_{3x}$ etc. sobre OY : $\vec{F}_{1y}, \vec{F}_{2y}, \vec{F}_{3y}$ etc.

Se a resultante das componentes sobre OX for nula ($\sum \vec{F}_x = 0$) e a das componentes sobre OY for também nula ($\sum \vec{F}_y = 0$), evidentemente será nula a resultante \vec{R} das forças

que atuam sobre a partícula. Consequentemente, nestas condições, a partícula estará em equilíbrio. Por exemplo, na Figura 2, teremos:

Sobre OX : $\sum \vec{F}_x = 0$ significa que $\vec{F}_{1x} + \vec{F}_{2x} + \vec{F}_{3x} = 0$ ou, considerando os módulos, $\vec{F}_{1x} - \vec{F}_{2x} - \vec{F}_{3x} = 0$, isto é, a componente \vec{F}_{1x} deve anular-se com \vec{F}_{2x} e \vec{F}_{3x} .

Sobre OY : $\sum \vec{F}_y = 0$ significa que $\vec{F}_{1y} + \vec{F}_{2y} + \vec{F}_{3y} = 0$ ou, considerando os módulos, $\vec{F}_{1y} + \vec{F}_{2y} - \vec{F}_{3y} = 0$, isto é, a componente \vec{F}_{1y} e \vec{F}_{2y} devem anular-se com \vec{F}_{3y} .

Assim, considerando os eixos OX e OY , podemos dizer que

A condição para que uma partícula esteja em equilíbrio é que $\sum \vec{F}_x = 0$ e $\sum \vec{F}_y = 0$. Estas equações são equivalentes à equação $\vec{R} = 0$.

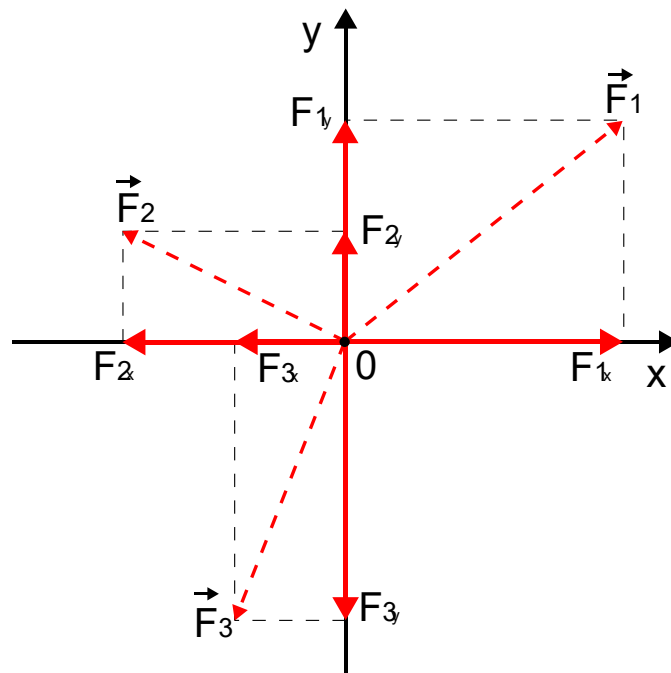


Figura 2 - As forças que atuam em uma partícula podem ser substituídas por suas componentes sobre os eixos OX e OY .

EXPERIMENTO – MONTAGEM

Componentes para realização do experimento

- 1 AttoBox
- 1 Celular ou Tablet
- 1 Sensor de Força
- 1 Botão
- 1 Módulo Bluetooth USB
- Linhas
- Peças Kit Atto para montagem do experimento

Este experimento consiste em fazer duas estruturas em formato de torre para que o sensor de força possa ficar fixo no alto de uma das estruturas conforme a Figura 3.

Na primeira estrutura é fixado o sensor de força e na ponta do sensor, é colocado um gancho com uma linha até o objeto que está suspenso. Na segunda estrutura, é possível colocar uma polia fixado direto na estrutura e uma segunda linha sai do objeto suspenso, passa para a polia e é fixado em uma manivela, a qual irá fazer o objeto subir e descer conforme for girando.

A AttoBox neste experimento pode ficar ao lado da primeira estrutura para que fique próximo do sensor de força e não atrapalhe da hora de fazer o experimento.

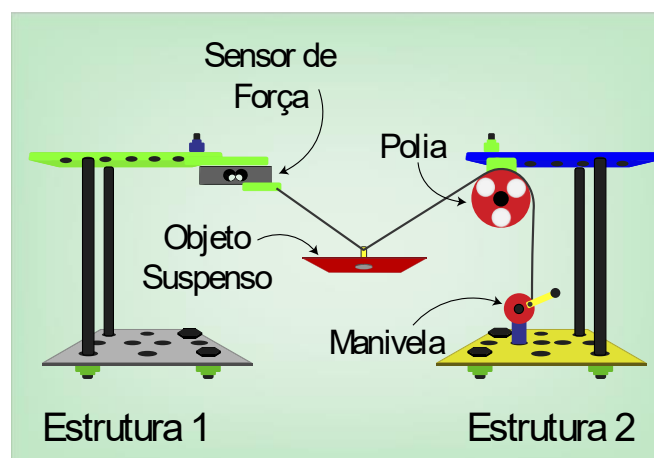


Figura 3 - Exemplo do experimento de Força em Ângulo

UTILIZANDO ARDUBLOCK

Com a utilização dos componentes Atto, sendo eles, sensor de força, botão, módulo bluetooth, celular ou tablet, e também a AttoBox, agora é necessário a programação para que o usuário possa realizar o experimento, e para essa atividade será utilizado o software Ardublock.

Com o Ardublock aberto, do lado esquerdo é possível encontrar a aba “ATTO FÍSICA” onde dentro dessa aba existe um bloco pronto, chamado de Força em Ângulo”, representado na Figura 4.

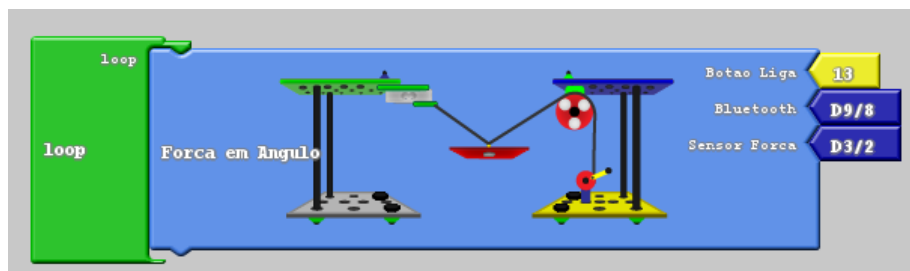


Figura 4 - Bloco de programação para o experimento

Fazendo as conexões na AttoBox, do botão, sensor de força e do módulo bluetooth conforme as portas estão selecionadas no bloco de programação, é hora de carregar o programa na placa e para que o aluno possa visualizar os resultados para fazer os cálculos, é necessário a integração com o software Phythox, que irá gerar um gráfico com os valores da força (em Newton) que estão conectados no sensor de força, e também informações referente ao experimento que está sendo utilizado.

UTILIZANDO O PHYPHOX

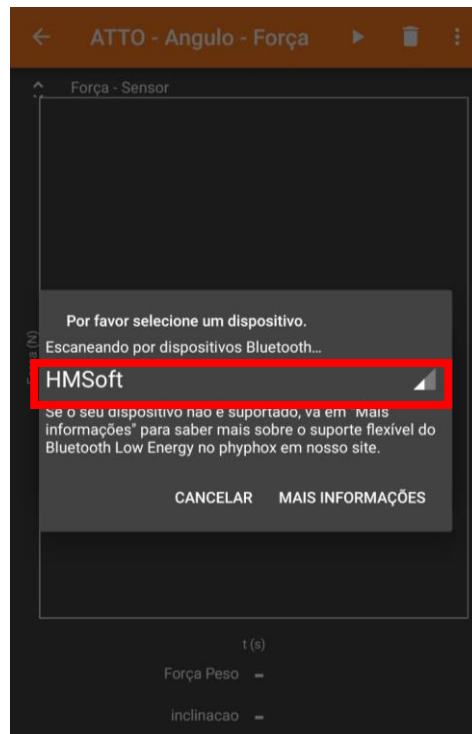
Inicialmente o aluno deverá pegar o celular ou tablet e abrir o aplicativo nele instalado chamado pelo nome Phyphox, após isso, deverá procurar pela seção “ATTO - Ciência” onde encontrará alguns experimentos disponíveis como visto na Figura 5. Neste momento o aluno deverá estar com o bluetooth do dispositivo ligado para que seja possível localizar o módulo bluetooth que foi conectado na AttoBox. Sendo assim, seguindo os passos abaixo a conexão com o módulo bluetooth será realizada para obtenção dos dados corretamente.

Passo 1 – Na seção “ATTO – Ciência” acesse o experimento “ATTO – Ângulo – Força” conforme visto na Figura 5.



Figura 5 - Primeiro passo no phyphox

Passo 2 – Se a AttoBox estiver ligada e o módulo bluetooth estiver conectado corretamente, o nome deste módulo irá aparecer nesse próximo passo conforme mostra a Figura 6, onde o nome do dispositivo está como “HmSoft”.



**Módulo
bluetooth**

Figura 6 - Conexão com o módulo bluetooth

Passo 3 – Após os passos anteriores serem feitos corretamente, o aluno deverá apertar o botão de start, o qual ficará esperando o início do experimento e seus devidos valores obtidos através do sensor de força para mostrar o gráfico e os valores resultantes, conforme visto na Figura 7

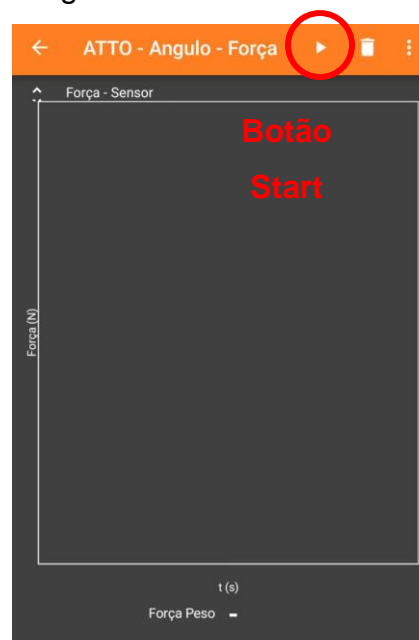


Figura 7 - Iniciar gravação

EXPERIMENTO – PRÁTICA

Inicialmente o aluno deverá deixar a estrutura firme o suficiente para não ter problemas na hora do experimento, nessas horas trabalhar em grupo é uma boa solução. Após a estrutura montada conforme o exemplo da figura 3, todos os sensores podem ser fixados na estrutura e conectados na AttoBox. Nesse momento o cuidado que tem que ser tomado, é que o **peso que ficará suspenso, só deve ser conectado no sensor de força, depois de carregar o programa na placa.**

Após estar com o experimento todo posicionado e com o programa carregado na placa, agora é hora de começar a coletar os dados: Já com o phyphox iniciado e pronto para receber os valores do experimento, o aluno poderá apertar o Botão “Liga/Desl.” E logo em seguida pode observar que os valores da força que está sendo exercida no sensor de força, irão começar a aparecer no programa phyphox.

Na Figura 8 pode ser observado que o programa phyphox tem o valor da Força, e também o valor da inclinação, e os dois serão explicados logo a seguir:

- O valor da força - É a força que está sendo exercido no sensor de força sempre na orientação vertical e no sentido para baixo. (Figura 9)

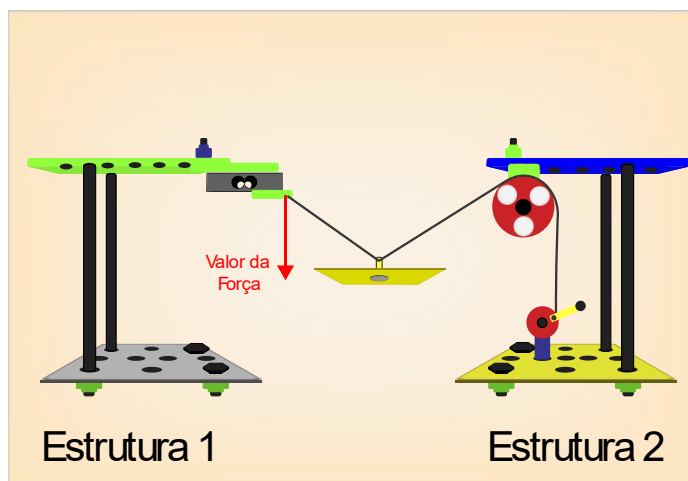


Figura 9 - Sentido que a força do sensor é medida

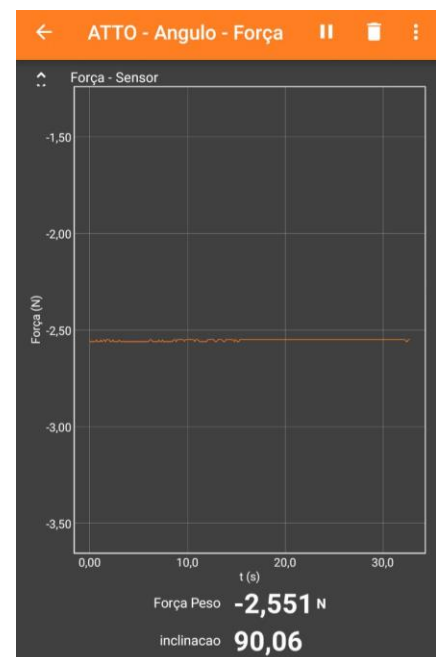


Figura 8 - Força peso e Inclinação

- A inclinação – Nessa parte, o aluno deverá utilizar o celular para medir a inclinação do fio que está conectado no sensor de força até o objeto que está suspenso. Essa inclinação pode ser medida deixando o celular inicialmente na vertical onde o ângulo será 90° (noventa graus) Figura 10, e conforme o aluno estiver

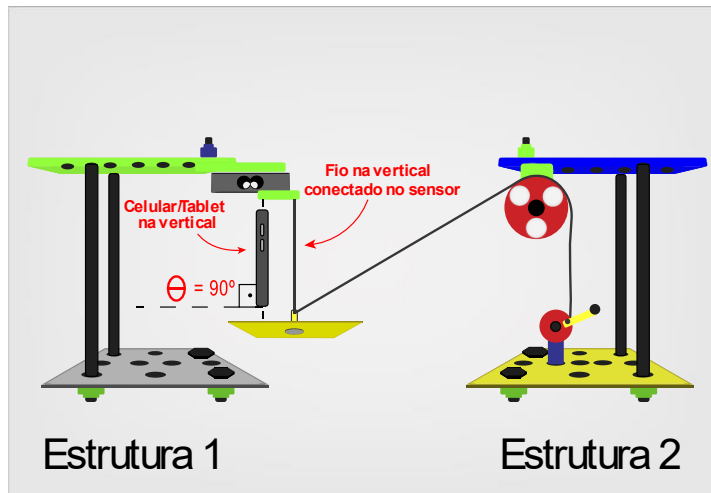


Figura 10 - Celular na vertical para medir inclinação

inclinando o celular acompanhando a inclinação do fio (Figura 11), a inclinação vai diminuindo chegando até 0° (zero graus). E essa inclinação ocorre quando o aluno começa a girar a manivela, para que o fio que está na estrutura 2 possa elevar o objeto pendurado.

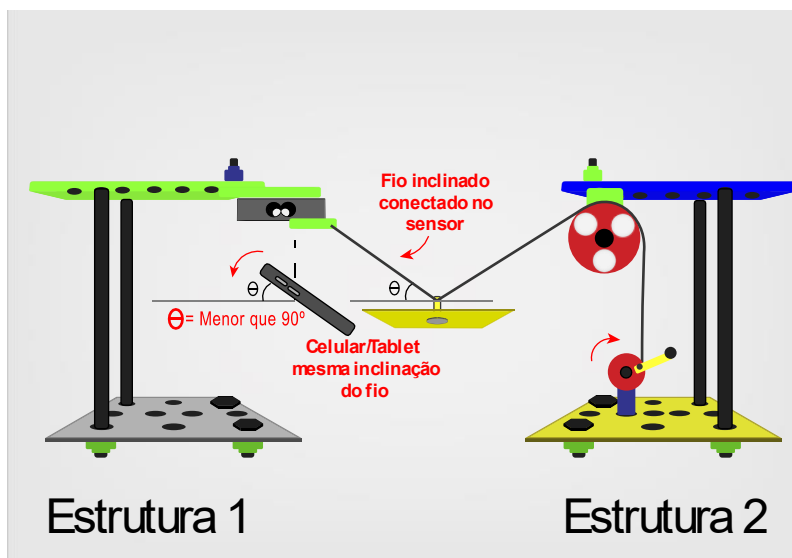


Figura 11 - Celular na mesma inclinação do fio

E para finalizar, conforme o aluno vai girando a manivela da estrutura 2, o objeto suspenso vai subindo e o fio vai ficando cada vez mais inclinado. O aluno pode

girar um pouco e parar e medir a inclinação do fio, fazer os cálculos e depois continuar girando para obter novos **valores de força** e de inclinação. A Figura 12, é um exemplo de um objeto suspenso que inicialmente seu **valor de força** tem uma força peso de -2,551N, e conforme foi sendo girado a manivela e o peso foi suspenso, o fio ficou com uma inclinação de $68,28^\circ$ e o **valor de força** representado pelo sensor foi de -1,893N.

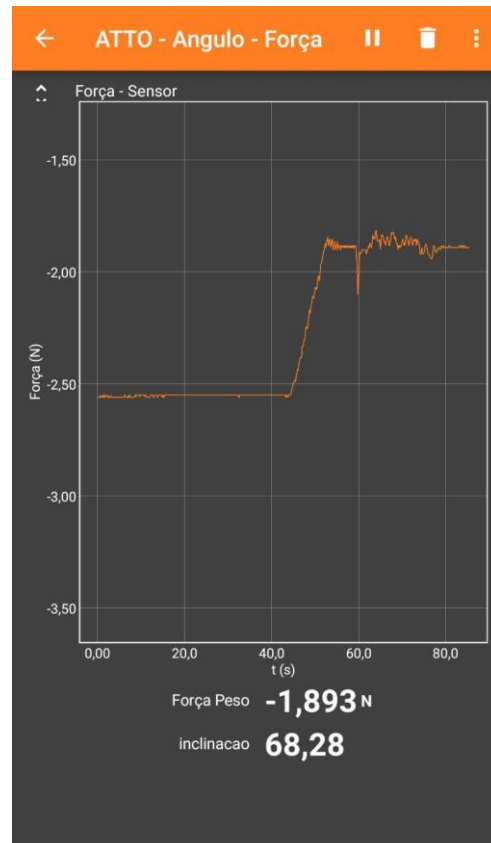


Figura 12 - Experimento na prática

Este foi um exemplo da captura de valores utilizando o kit de física da Atto para o experimento Força em Ângulo. Após obtenção dos valores, os alunos poderão decompor os vetores necessários e calcular a Tensão empregada no fio que liga o objeto suspenso até o sensor de força.