TURMA\_\_\_\_\_\_\_ GRUPO Nº. \_\_\_\_\_\_\_ DATA:\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_

NOTA

|  |  |
| --- | --- |
| COMPONENTES | |
| 1.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 4.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| 2. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 5. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| 3. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 6. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

## Conceitos

* Torque
* Condições de equilíbrio de um corpo rígido

## Materiais

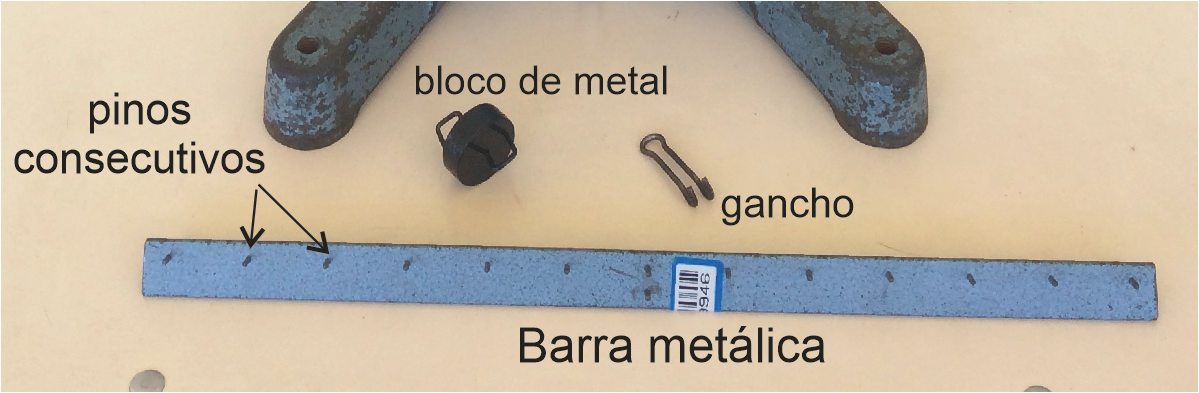
* Tripé, hastes, presilhas e garras universais; Barra de momento e massas aferidas; Régua de   
  1000 mm; dinamômetro.

## Procedimentos / Desenvolvimento

Uma das Leis de Newton, quando aplicadas para objetos puntuais (de pequenas dimensões em relação aos demais, por exemplo, um carro em relação à Terra, uma pessoa em relação ao tamanho de uma cidade, ...) afirma que se a **RESULTANTE** de forças sobre este objeto for **ZERO**, ele estará em **EQUILÍBRIO** estático (repouso) ou dinâmico (m.r.u.).

Mas e quando o objeto não for puntual? Ele estará em equilíbrio caso a soma das forças seja zero? Alguma modificação é necessária na Lei? Para explorar esta questão, faça o que se pede.

1. Sob a mesa do laboratório encontra-se uma barra de metal e um pequeno gancho preso em um suporte (figura abaixo).

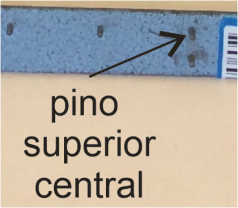


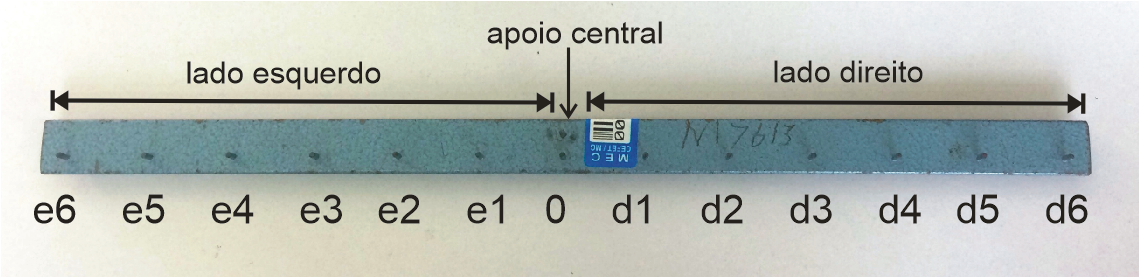
1. Utilize o dinamômetro e meça o peso da barra metálica e do bloco de metal. Com a régua meça a distância entre 2 pinos consecutivos da barra.

Pbarra = \_\_\_\_\_\_\_\_\_ N. Distância **d** entre os pinos consecutivos da barra = **\_\_\_\_\_\_\_** cm.

Pbloco = \_\_\_\_\_\_\_\_\_ N.

1. Pendure a barra pelo pino **superior central** e coloque-a na posição horizontal.

**EXPLIQUE** por que a barra não gira no sentido horário ou anti-horário. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Deixe o gancho para a posição **central superior** no suporte. Faremos algumas explorações com o objetivo de **sempre manter a barra em equilíbrio na posição horizontal**. Para facilitar, numeraremos os pinos da barra de acordo com o desenho abaixo.

Os pinos do lado esquerdo foram numerados com a letra "e" e do lado direito com a letra "d".

A coluna 1 do QUADRO DE RESPOSTAS 1, abaixo, indica a posição em que um determinado número de blocos deve ser colocado. O seu grupo deverá discutir e propor soluções para que, após solta, a barra continue na horizontal, sem girar.

Sua resposta deve explicitar quantos blocos utilizou e em que posição os mesmos devem ser colocados. Quando a instrução pedir 2 blocos juntos, eles devem ser colocados na mesma posição e 2 blocos separados devem ser colocados - necessariamente - em posições diferentes. Sua resposta deve ser colocada na coluna 2.

**QUADRO DE RESPOSTAS 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Coluna 1** | **Coluna 2** |
| Situação 1 | um bloco está na posição e3. | Solução 1 (utilize apenas 1 bloco): |
| Situação 2 | um bloco está na posição e3 e outro na posição d5. | Solução 2 (utilize 2 blocos separados): |
| Situação 3 | um bloco está na posição e4. | Solução 3A (utilize apenas 1 bloco): |
| Solução 3B (utilize 2 blocos juntos): |
| Solução 3C (utilize 2 blocos separados): |
| Situação 4: | um bloco está na posição e2 e outro na posição e4. | Solução 4A (utilize apenas 1 bloco): |
| Solução 4B (utilize 2 blocos juntos): |
| Situação 5: | um bloco está na posição e6 | Solução 5A (utilize 3 blocos juntos): |
| Solução 5B (utilize 2 blocos juntos e um bloco separado): |
| Solução 5C (utilize 3 blocos separados): |

O grupo consegue formular, em termos simples, qual condição geral deve ser satisfeita para que a barra permaneça em equilíbrio, para os casos acima realizados?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## Formulação Matemática

1. Vamos agora escrever as respostas que você desenvolveu no quadro anterior, mas com uma formulação matemática. Uma importante grandeza física no estudo do equilíbrio de corpos extensos é o **momento** ou **torque ()**. O módulo desta grandeza será inicialmente definido[[1]](#footnote-1) pelo produto força x distância, ou seja,  = F . d. Observe que a unidade de torque, no sistema internacional é newton x metro (N.m).

F = módulo da força

d = distância do ponto de aplicação da força ao eixo de rotação



Figura 1: Torquímetro analógico.

O aparelho da figura 1 mostra um torquímetro de relógio, no qual uma pessoa ao apertar um parafuso, pode exercer o torque correto para não danificar o parafuso, prendendo-o com segurança.

1. O QUADRO DE RESPOSTAS 1 do item 4 será refeito, agora substituindo os valores numéricos das forças obtidas em determinadas posições pelo torque correspondente a cada par de forças-distância. Por convenção, consideraremos os torques realizados no sentido horários como negativos e, os realizados no sentido anti-horário, como positivo.

Preencha então, cada parte das colunas 1 e 2, calculando o valor do torque associado a cada uma das forças. Não se esqueça de colocar o sinal adequado. Use como unidade o newton x centímetro (N.cm)

**QUADRO DE RESPOSTAS 2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Coluna 1 | Coluna 2 |
| Situação 1 |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Situação 2 |  |  |

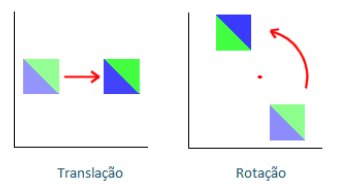
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Situação 3 |  |  |
|  |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Situação 4: |  |  |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Situação 5: |  |  |
|  |
|  |

1. O grupo consegue formular, com suas próprias palavras, qual condição deve ser satisfeita para que a barra permaneça em equilíbrio, para os casos acima realizados, utilizando agora termos como ***torque de uma força, torque total***, ...?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. A figura abaixo representa 2 objetos extensos que realizam o movimento de translação e rotação. De forma simplificada dizemos que na translação o deslocamento dos pontos forma linhas que são retas paralelas entre si, enquanto na rotação, o deslocamento dos pontos formam linhas circulares com centro comum.

Quais devem ser então as condições para que um objeto extenso permaneça em equilíbrio de translação e rotação?

|  |  |
| --- | --- |
| Equilíbrio de translação |  |
| Equilíbrio de rotação |  |

1. O torque é uma grandeza vetorial, além disso, o valor representado por **d** é a distância do braço da força - cuja definição não trabalharemos aqui. No nosso caso, **d** será considerada a distância do ponto de aplicação da força ao eixo de rotação. [↑](#footnote-ref-1)