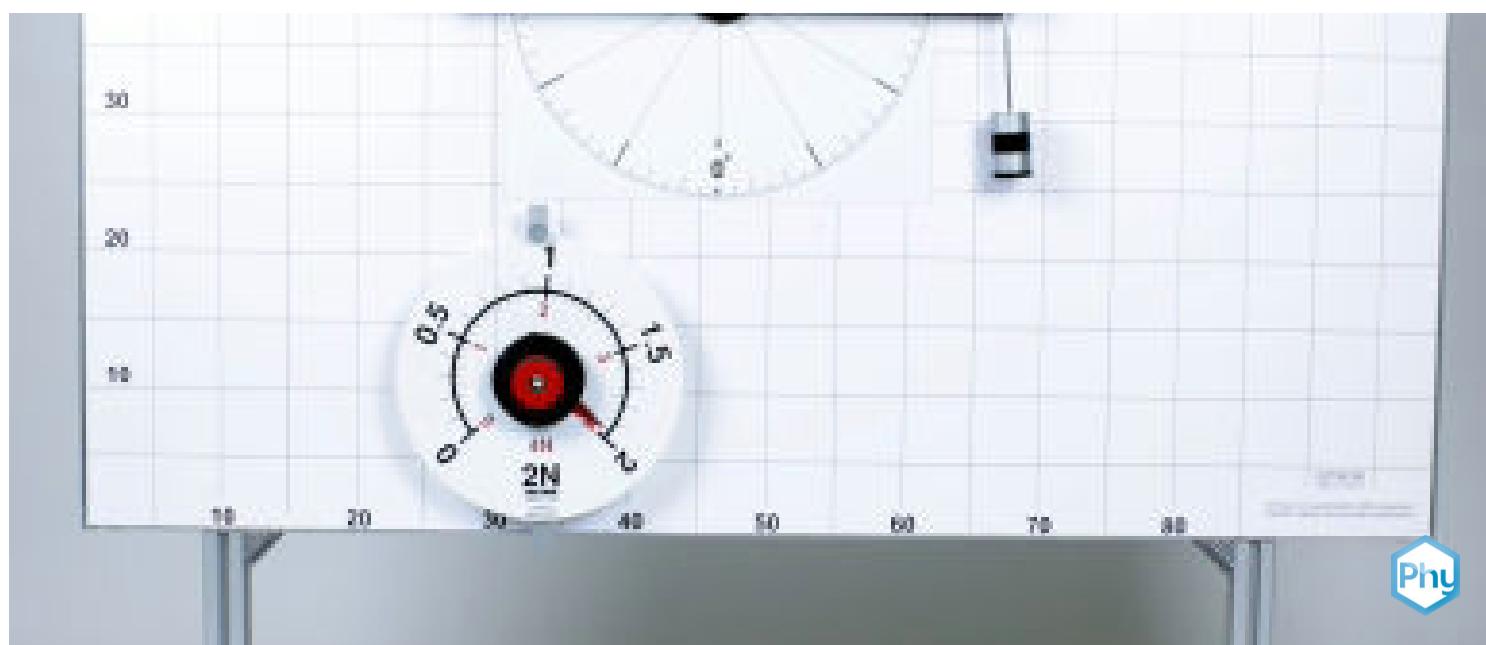


# Momento de rotación (torque)



P1253500

Física → Mecánica → Fuerzas, trabajo, energía y potencia

ciencia aplicada

Ingeniería

Mecánica Aplicada

Estática



Nivel de dificultad

fácil



Tamaño del grupo

-



Tiempo de preparación

10 minutos



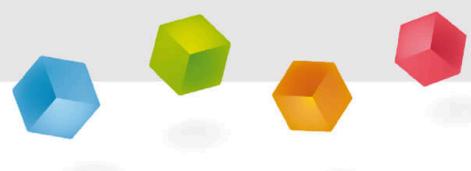
Tiempo de ejecución

10 minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/64e620f45b28040002e9b00e>

**PHYWE**

## Información para el profesor

### Aplicación

**PHYWE**

Fig. 1:Montaje experimental

Un par es la fuerza que actúa externamente en el radio en el que el punto de aplicación de la fuerza se encuentra a una distancia máxima del centro de rotación. El par indica la intensidad con la que una fuerza actúa sobre un cuerpo montado en rotación.

El par de torsión se utiliza en muchas áreas diferentes, como la robótica, la mecánica, la ingeniería eléctrica y la industria del automóvil. En la vida cotidiana, el par se utiliza en todas partes, por ejemplo al apretar tornillos o ejes de motor. Cuando montas en bicicleta, tienes que aplicar un par a los pedales para hacerla avanzar. Un par más alto te permite ir más rápido o subir una pendiente más pronunciada.

## Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



### Conocimiento previo

Los alumnos necesitan conocimientos previos sobre el par de torsión. También es importante conocer el equilibrio del par.



### Principio

Hay que demostrar que un cuerpo que gira alrededor de un eje, sobre el que actúan fuerzas de forma excéntrica, permanece en reposo cuando los pares provocados por las fuerzas se compensan entre sí (equilibrio de par).

## Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



### Objetivo

En este experimento, los alumnos deben entender el par y el equilibrio del par como ejemplo.



### Tareas

La tarea de este experimento es demostrar que la fuerza del peso  $F_1$  la fuerza medida por el dinamómetro  $F_2$  y los brazos de potencia  $l_1, l_2$  observar y comparar para descubrir las relaciones que hay detrás.

## Instrucciones de seguridad

PHYWE



Las instrucciones generales para una experimentación segura en las clases de ciencias se aplican a este experimento.

## Principio (1/2)

PHYWE

Un par es la fuerza que actúa desde el exterior y el radio en el que el punto de aplicación de la fuerza se aleja del centro de rotación. Indica la fuerza que actúa sobre un cuerpo giratorio.

Una fuerza  $\vec{F}$  a una distancia vertical  $\vec{s}$  a partir de un eje de rotación fijo, hace que genere un par  $\vec{M}$  para el que se aplica:

$$\vec{M} = \vec{s} \cdot \vec{F}$$

y

$$M = s \cdot F \cdot \sin\alpha$$

$\alpha$  denota el ángulo entre la dirección de la fuerza y la línea de unión desde el centro de rotación hasta el punto de aplicación de la fuerza.

## Principio (2/2)

PHYWE

En el experimento, un cuerpo que gira alrededor de un eje está en equilibrio, lo que significa que todos los pares que actúan sobre él se equilibran entre sí.

Si la suma de todos los pares que actúan sobre un determinado punto como eje fijo de rotación no es igual a cero, el cuerpo realiza una rotación alrededor de este eje de rotación.

## Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	PHYWE Tablero DEMO-Física con soporte	02150-00	1
2	Varilla con fijación magnética	02151-02	1
3	DINAMOMETRO DE TORSION 2 N/4 N	03069-03	2
4	Regla para demostración	02153-00	1
5	Soporte para pesas con ranura, 10 g	02204-01	2
6	Peso con ranura, 10 g, plateado	02205-03	4
7	Peso con ranura, 10 g, plateado	02205-03	4
8	Peso con ranura, 50 g, platado	02206-03	2
9	Peso con ranura, 50 g, platado	02206-03	2
10	Palanca	03960-00	1
11	DISCO OPTICO,IMAN ADH.,310X310 MM	08270-09	1
12	ROTULADOR, LAVABLE, NEGRO	46402-01	1
13	Abrazadera	02014-01	2

**PHYWE**

# Montaje y ejecución

## Montaje

**PHYWE**

### Montaje 1

- Colocar un disco angular en la placa de demostración.
- Utilizando la escala, trazar por el centro del disco líneas que formen ángulos de  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $60^\circ$  con la línea horizontal y que (vistas desde el centro) midan unos 22 cm (cf. fig. 2).

### Montaje 2

- Colocar el eje y la palanca como en el experimento 1.

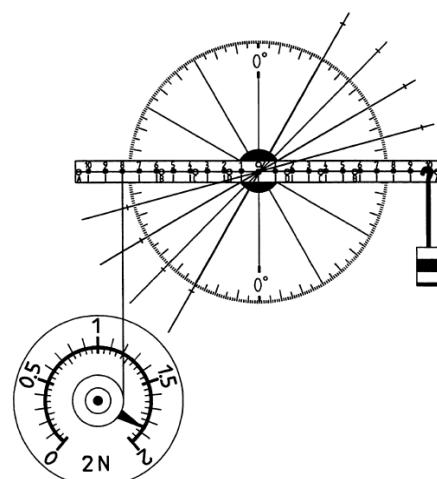


Fig. 2: Montaje experimental

## Ejecución (1/4)

PHYWE

- Cargar un plato de pesas con pesas ranuradas ( $3 \times 50\text{ g}$ ), colocar el dinamómetro en el tablero de demostración y medir la fuerza del peso  $F_1$  para el plato de pesas cargado; anotar  $F_1$  en la Tabla 1.
- Colocar el eje sobre el imán del disco angular de forma que el eje quede exactamente delante del centro del disco.
- Colocar la palanca sobre el eje para que pueda girar alrededor de su centro de gravedad.
- Demostrar que la palanca puede permanecer en cualquier posición (está en equilibrio).
- Enganchar los platos de pesas en el marcador nº 10, a la derecha, y la cuerda de tracción del dinamómetro en el marcador nº 8, a la izquierda.
- Mover el dinamómetro hasta que la palanca quede horizontal y la cuerda de tracción del dinamómetro quede perpendicular a la palanca (Fig.2).

## Ejecución (2/4)

PHYWE

- Observar la fuerza indicada por el dinamómetro  $F_2$ .
- Observar también la longitud de los brazos de fuerza  $l_1 = l_{W1}$  y  $l_2 = l_{W2}$ .
- Girar la palanca en incrementos designados de  $15^\circ$ , no cambiar las marcas en las que encajan  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$ .
- Mover el dinamómetro de modo que su cuerda de tracción quede perpendicular al brazo de fuerza cada vez que haya que medir  $F_2$ ; anotar las fuerzas  $F_2$ .

(Nota: El ángulo entre la fuerza  $\vec{F}_2$  y su brazo de fuerza es recto exactamente cuando el valor indicado por el dinamómetro es un mínimo.)

- Retirar todos los dispositivos excepto el disco angular.

## Ejecución (3/4)

- Utilizando la escala, marcar los respectivos puntos de aplicación de las fuerzas en las líneas que pasan por el centro del disco angular.  $\vec{F}_1$  utilizar el triángulo para dejar caer las perpendiculares sobre la línea horizontal y determinar así los puntos extremos de los brazos de fuerza efectiva.  $l_{W1}$ .
- Medir los brazos de fuerza efectivos para los respectivos ángulos  $\alpha$  (ángulo entre el brazo de fuerza y la fuerza).  $l_{W1}$  para  $F_1$  e introducirlos en la Tabla 1.

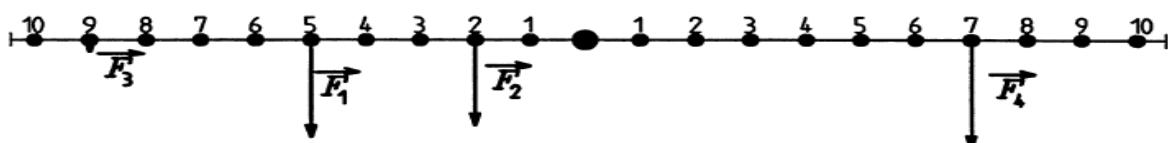


Fig. 3

## Ejecución (4/4)

- Cargar el segundo plato de pesas ( $8 \times 10 \text{ g} + 1 \times 50 \text{ g}$ ) y medir la fuerza del peso.  $F_2$ .
- Anotar  $F_2$  y la fuerza del peso  $F_1$  para la otra placa de peso cargada (1,54 N) en la Tabla 2.
- Colocar ambos dinamómetros en la placa de demostración.
- Enganchar las cuerdas de tracción de los dinamómetros y de ambos platos de pesas en las marcas adecuadas de la palanca (cf. fig. 3 y tabla 2, columna 2).
- Mover el dinamómetro hasta que la palanca quede horizontal y las cuerdas de tracción perpendiculares a ella.
- Medir y anotar  $F_3$  y  $F_4$ . También se incluyen los brazos de potencia que le corresponden.

**PHYWE**

# Resultados

## Tabla

**PHYWE**

$\alpha/1^\circ$	$F_1/N$	$F_2/N$	$l_{W1}/N$	$l_{W2}/N$	$\frac{F_1 \cdot l_{W1}}{N \cdot cm}$	$\frac{F_2 \cdot l_{W2}}{N \cdot cm}$
90	1,54	1,86	20,0	16,0	30,8	29,8
75	1,54	1,79	19,3	16,0	29,7	28,6
60	1,54	1,69	17,3	16,0	26,6	27,0
45	1,54	1,40	14,3	16,0	22,0	22,4
30	1,54	1,00	20,2	16,0	15,7	16,0

Tabla 1

## Resultados 1 (1/2)

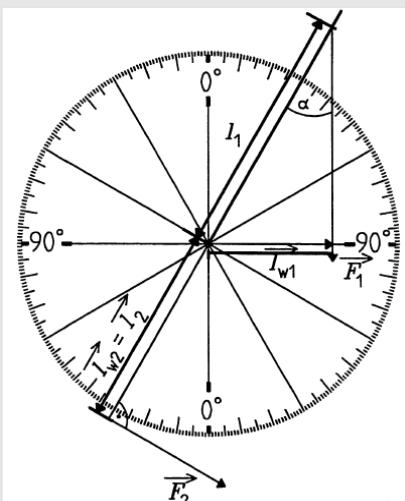


Fig. 4

La tabla 1 muestra en primer lugar que a fuerza constante  $F_1$  los productos  $F_1 \cdot l_{W1}$  son menores, cuanto menor es el ángulo entre la fuerza y su brazo de fuerza y cuanto menor es la distancia (perpendicular) de las líneas de acción de  $\vec{F}_1$  al punto de giro del cuerpo en el que  $\vec{F}_1$  actúa.

Esta distancia se denomina longitud efectiva  $l_W$  del brazo de potencia  $l$  y el producto  $F \cdot l_1$  se denomina par.

Esto se explica completando el esquema en la pizarra de demostración (cf. fig. 4; explicación para el caso  $\alpha = 30^\circ$ ).

## Resultados 1 (2/2)

Debido al par que ejerce la fuerza  $\vec{F}_1$  la palanca giraría en el sentido de las agujas del reloj, es decir, hacia la derecha. Este par es contrarrestado por el  $\vec{F}_2$  causado por la palanca. Si el cuerpo (la palanca) está en reposo, ambos pares son iguales. Si uno forma los productos  $F_1 \cdot l_{W1}$  y  $F_2 \cdot l_{W2} = F_2 \cdot l_2$  se confirma este hecho (ver las columnas 6 y 7 de la tabla 1).

Un cuerpo que gira alrededor de un eje y sobre el que actúan fuerzas excéntricas permanece en reposo cuando los pares causados por las fuerzas se compensan entre sí. Se dice entonces que el cuerpo está en equilibrio de par.

## Observaciones y resultados 2

Potencia	Marca no.	F/N	l/cm ( $l = l_W$ )	$\frac{F \cdot l}{N \cdot cm}$	$\frac{F \cdot l}{N \cdot cm}$
$F_1$	5,izquierda	1,54	10	15,4	
$F_2$	2,izquierda	1,37	4	5,5	
$F_3$	9,izquierda	0,19	18	3,4	
$F_4$	7,derecha	1,72	14	24,1	24,1

Tabla 2

El resultado del experimento 1 también se aplica a más de dos pares que actúan sobre un cuerpo.

## Notas (1/2)

En el experimento 2, se eligió el caso especial  $\alpha = 90^\circ$  sólo para todas las fuerzas debido a la simplificación en la determinación de los brazos de fuerza. Si se dispone de tiempo suficiente, se puede, por ejemplo  $\vec{F}_3$  y  $\vec{F}_4$  o crear el caso especialmente complejo en el que la palanca está en ángulo y las fuerzas también.  $\vec{F}_3$  y  $\vec{F}_4$  no actúan en ángulo recto sobre la palanca. El par es una magnitud vectorial, es decir, el producto cruzado de la fuerza y el brazo de fuerza vectorial:

$$\vec{M} = \vec{F} \cdot \vec{l}$$

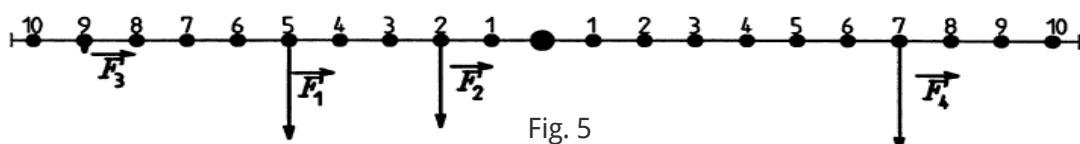


Fig. 5

## Notas (2/2)

PHYWE

Para los importes se aplica:

$$|\vec{M}| = M = |\vec{F} \cdot \vec{l}| = F \cdot l \cdot \sin\alpha ,$$

donde  $\alpha$  es el ángulo que  $\vec{F}$  y  $\vec{l}$  incluyen.  $\vec{F}$  y  $\vec{l}$  abarcan un paralelogramo vectorial en el que el vector  $\vec{M}$  es perpendicular.

La evaluación de los experimentos se facilita enormemente si los alumnos tienen conocimientos adecuados de trigonometría. Entonces se puede calcular la  $l_w$  según  $l_w = \sin\alpha$ . Sin embargo, las líneas auxiliares que pasan por el centro del disco angular también deben trazarse porque facilitan el ajuste exacto de los ángulos.  $\alpha$ .

## Tareas

PHYWE

$$F_1 = 30N$$

$$F_2 = 10N$$

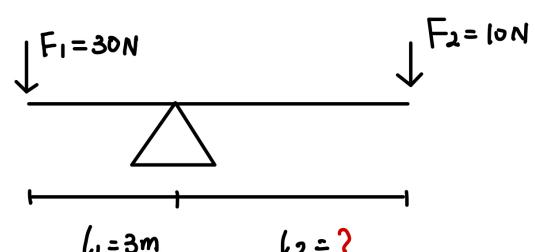
$$l_1 = 3m$$

¿Qué tamaño tiene  $l_2$  para que la palanca permanezca en equilibrio?

$l_2 = 9 \text{ m}$

$l_2 = 7 \text{ m}$

$l_2 = 10 \text{ m}$



Diapositiva

Puntuación / Total

Diapositiva 22: Palanca en equilibrio

0/1

Puntuación total

0/1

 Mostrar soluciones

 Repetir

14/14