

PRÁCTICO 8

TORQUE DE UNA FUERZA

EQUILIBRIO ESTÁTICO DE CUERPOS RÍGIDOS.

En los ejercicios a continuación revisaremos el concepto de torque de una fuerza y sus propiedades. Las fuerzas y torques aplicados sobre un cuerpo determinan su dinámica.

Para que un cuerpo rígido se mantenga en equilibrio estático, es necesario que tanto la fuerza externa neta como el torque externo neto se anulen. Veremos que por cuenta propia estas condiciones nos permiten resolver varias situaciones de interés.

Puedes profundizar sobre estos temas en los [apuntes sobre torque y equilibrio](#) disponibles en la página del curso, y también en los capítulos [12](#) y [14](#) del libro del curso. En el cuadro listamos los objetivos principales de los ejercicios.

Objetivos de aprendizaje

- Definir el torque asociado a una fuerza.
- Explicar las condiciones de equilibrio de traslación y rotación para un cuerpo rígido.
- Resolver situaciones de equilibrio a partir de las condiciones de equilibrio estático para el sistema.

Ejercicio 1 (SZ, ejercicio 10.1)

Calcula el torque (módulo, dirección y sentido) con respecto al punto O debido a la fuerza \vec{F} en cada una de las situaciones mostradas en la figura. En todos los casos, la fuerza \vec{F} y la varilla están en el plano del dibujo, la varilla mide 4,00 m de largo y la fuerza tiene módulo $F = 10,0$ N.

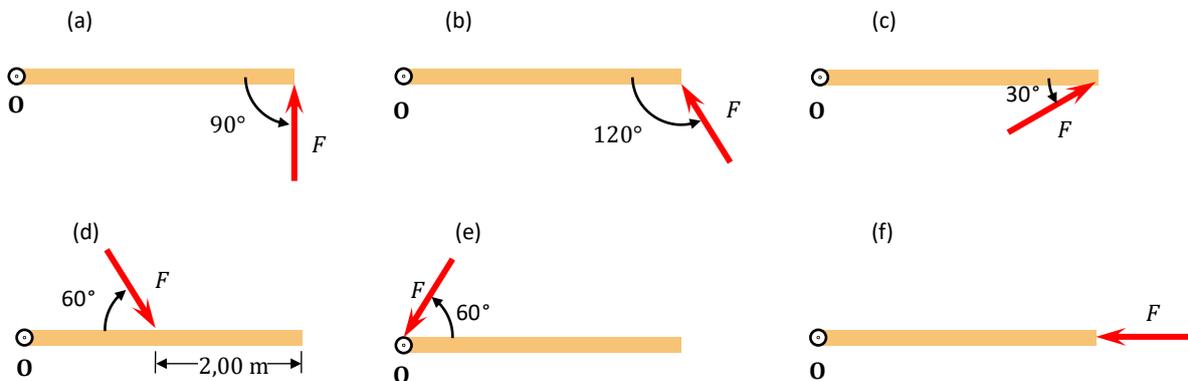
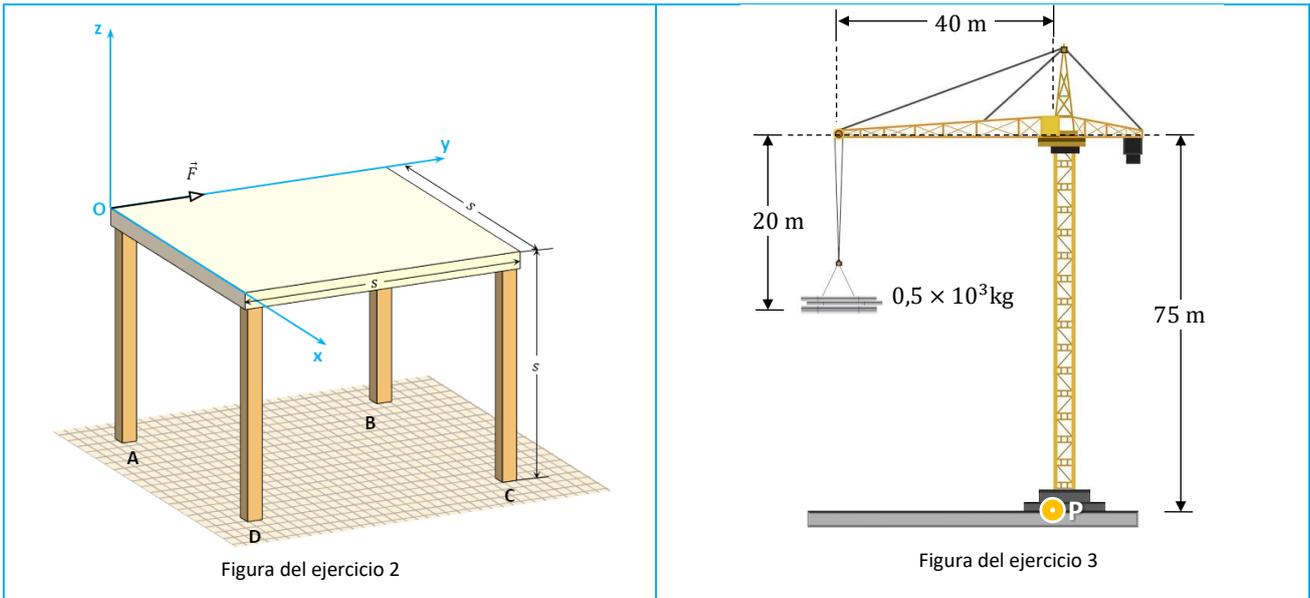


Figura del ejercicio 1

Ejercicio 2

Una mesa cuadrada de lado $s = 1,00$ m se apoya sobre cuatro patas de largo s y grosor despreciable. Se aplica una fuerza horizontal de módulo $F = 5,00$ N en una de las esquinas de la mesa (ver figura), apuntando según uno de los bordes. Calcula el torque debido a esta fuerza con respecto al punto inferior de cada una de las patas de la mesa (puntos A, B, C y D de la figura). Expresa los resultados mediante las componentes de cada vector en el sistema de ejes indicado en la figura $\{\{O; x, y, z\}\}$.



Ejercicio 3

- a) Llamamos *línea de acción* de una fuerza a la recta que pasa por el punto de aplicación y que tiene la misma dirección que la fuerza. Muestra que una fuerza aplicada en distintos puntos de su línea de acción produce siempre el mismo torque con respecto a un punto cualquiera fijo O.
- b) La grúa que muestra la figura está alzando una carga de $0,5 \times 10^3$ kg de masa. Usando las dimensiones que aparecen en el dibujo, determina el torque que el peso de la carga ejerce con respecto al punto P en la base de la grúa. ¿Qué evita que la grúa se caiga por efecto de ese torque?

Ejercicio 4 (RHK, ejercicio 14.11)

Un automóvil estacionado de 1360 kg de masa tiene una base de ruedas (distancia entre el eje delantero y el trasero) de 305 cm. Su centro de gravedad está ubicado a 178 cm detrás del eje delantero. Determina la fuerza hacia arriba ejercida por el suelo en cada rueda delanteras, que se suponen iguales, y en cada rueda trasera, que también se suponen iguales.

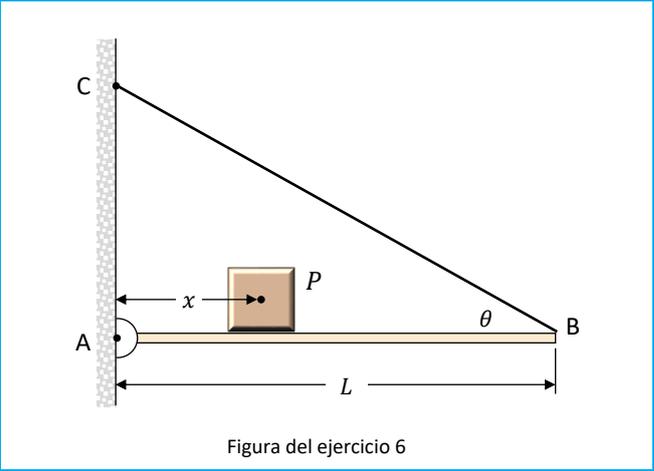
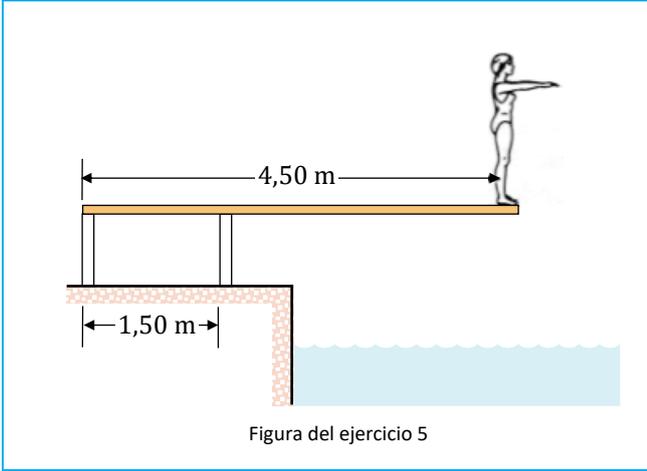
Ejercicio 5 (RHK, ejercicio 14.13)

Una clavadista de 600 N de peso está de pie sobre el extremo de un trampolín uniforme de 4,50 m de longitud y masa despreciable, sujeto por dos pedestales entre los cuales hay una separación de 1,50 m, como muestra la figura. Halla la tensión o compresión en cada pedestal.

Ejercicio 6 (RHK, ejercicio 14.29)

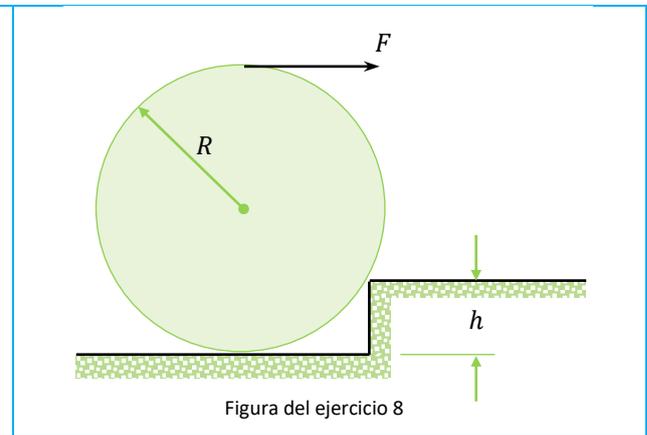
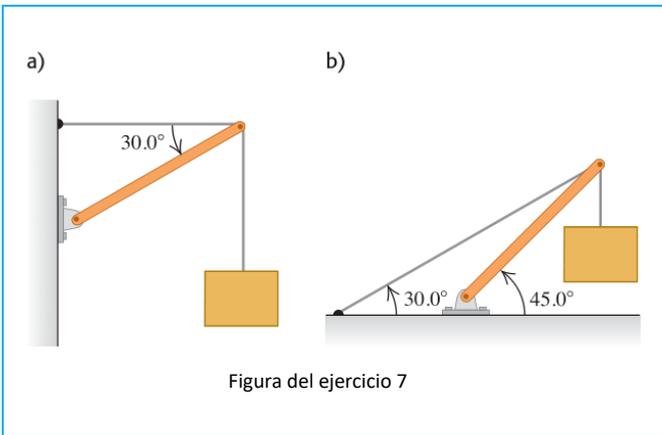
Una barra horizontal delgada AB de peso despreciable y longitud L está unida a una pared vertical mediante una articulación en A y soportada en B por un alambre delgado BC que forma un ángulo θ con la horizontal. Un cuerpo de peso P puede moverse a lo largo de la barra, variando su distancia x a la pared.

- a) Halla la tensión T en el alambre delgado en función de x .
- b) Halla las componentes horizontal y vertical de la fuerza ejercida sobre la barra por la articulación en A.



Ejercicio 7 (SZ, ejercicio 11.13)

Calcula en los sistemas de la figura la tensión en cada cable, así como el módulo y dirección de la fuerza ejercida sobre la barra por la articulación. El bloque y la barra tienen la misma masa.



Ejercicio 8 (TM, ejercicios 12.35 y 12.36)

Un cilindro de masa M y radio R está en contacto con un escalón de altura h como indica la figura. Cuando una fuerza \vec{F} se aplica a la parte más alta del cilindro, este permanece en reposo. Se asume que no hay fricción entre el cilindro y el suelo.

- a) Determina las componentes horizontal y vertical de un vector que va desde el borde del escalón hasta el centro del cilindro. Usando este resultado, encuentra también las componentes de los vectores desde el borde del escalón hasta el punto más alto y hasta el punto más bajo del cilindro.
- b) Calcula, en función de \vec{F} , las componentes horizontales y verticales de las fuerzas sobre el cilindro:
 - i) ¿Cuál es la fuerza normal ejercida por el suelo sobre el cilindro?
 - ii) ¿Cuál es la fuerza horizontal ejercida por el borde del escalón sobre el cilindro?
 - iii) ¿Cuál es la componente vertical de la fuerza ejercida por el borde del escalón sobre el cilindro?

Determina el valor mínimo del módulo de \vec{F} para que el cilindro suba el escalón sin deslizar sobre el borde.

Ejercicio 9

- a) Llamamos un *par de fuerzas* a dos fuerzas de igual módulo y dirección, pero sentido contrario, aplicadas a un mismo sistema en distintos puntos.
- i) Considera un par de fuerzas \vec{F}_A y $\vec{F}_B = -\vec{F}_A$, aplicadas en los puntos A y B. Calcula el torque total producido por el par con respecto al origen de coordenadas O, estando los puntos A y B ubicados respectivamente por los vectores \vec{r}_{OA} y \vec{r}_{OB} .
 - ii) Expresando el resultado mediante el vector $\vec{r}_{AB} = \vec{r}_{OB} - \vec{r}_{OA}$, muestra que el torque total producido por el par de fuerzas no depende de la ubicación del origen O.
- b) Una persona ejerce un par de fuerzas de 20 N de módulo cada una sobre el volante de un auto, con las líneas de fuerza separadas 28 cm. ¿Cuánto vale el módulo del torque que la persona ejerce sobre el volante?

Ejercicio 10 (TM ejercicio 12.44)

Un cubo uniforme de lado a y masa M descansa sobre una superficie horizontal. Una fuerza \vec{F} se aplica en la parte superior del cubo como muestra la figura. Esta fuerza no es suficiente para mover o levantar el cubo.

- a) Muestra que la fuerza de rozamiento estático \vec{f}_s ejercida por la superficie y la fuerza aplicada constituyen un par, y determina el momento ejercido por este par.
- b) Otro par, constituido por la fuerza normal ejercida por la superficie y el peso del cubo, equilibran el par anterior. Utiliza este hecho para determinar el punto efectivo de aplicación de la fuerza normal cuando $F = Mg/3$.
- c) ¿Cuál es el valor máximo de \vec{F} (en módulo), para el cual no se levanta el cubo?

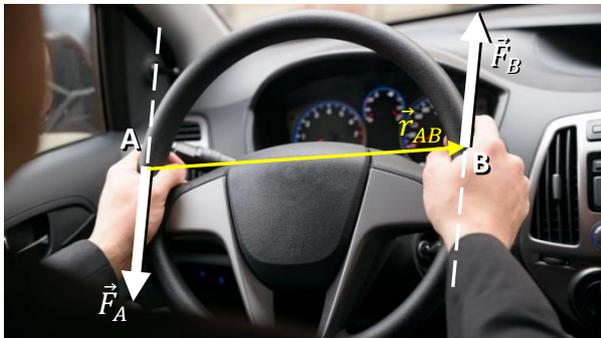


Figura del ejercicio 9

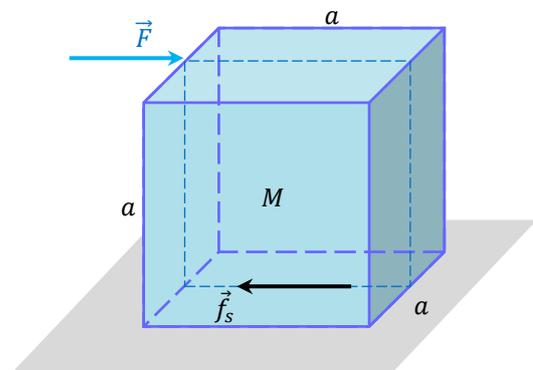


Figura del ejercicio 10

Ejercicio 11 (SB, ejercicio 12.59)

Una pintora de 70,0 kg de masa está parada sobre la escalera de masa despreciable a 3,0 m del punto inferior, como se muestra en la figura. Suponiendo que no hay fricción entre la escalera y el piso, calcula:

- a) la tensión en la barra lateral que conecta las dos partes de la escalera,
- b) la reacción del piso en los puntos A y B,
- c) la reacción que la parte izquierda de la escalera ejerce sobre la parte derecha en el punto C.

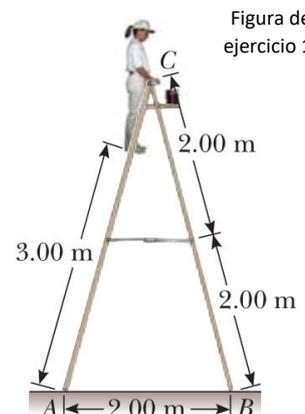


Figura del ejercicio 11