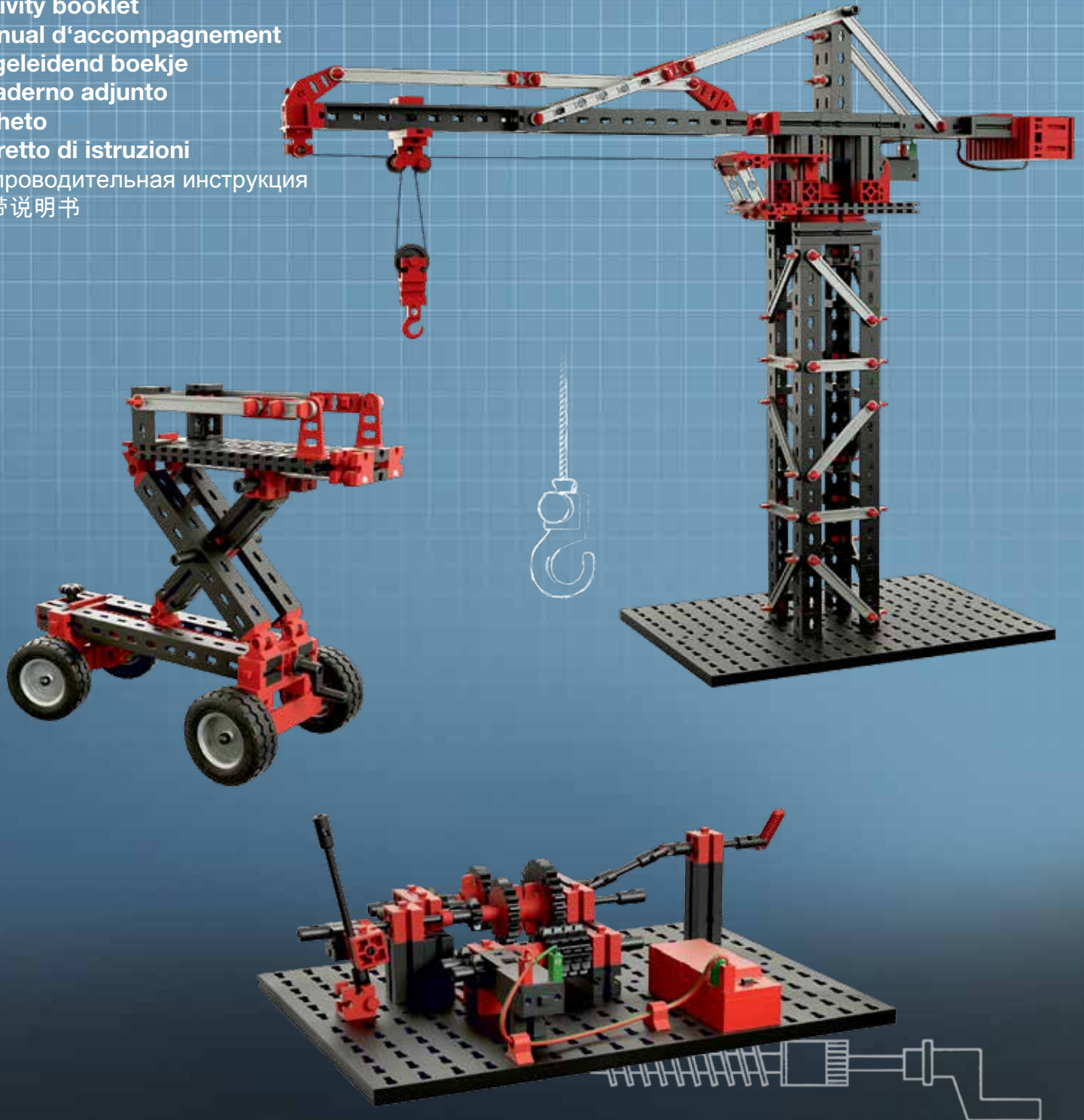




fischertechnik 

PROFI

Begleitheft
Activity booklet
Manual d'accompagnement
Begeleidend boekje
Cuaderno adjunto
Folheto
Libretto di istruzioni
Сопроводительная инструкция
附帶说明书



Mechanic & Static 2

30 MODELS

Contenido



Máquinas en nuestro entorno	2
¿Qué significa el término "mecánica"?	2
El motor eléctrico	2
Engranaje de tornillo sinfín	3
Barrera	3
Mesa giratoria	4
Engranaje de ruedas dentadas	4
Mecanismo de manivela	4
Plano inclinado	6
Accionamientos de vehículos	7
Engranaje de ruedas dentadas con cadenas	7
Comparación de sistemas de dirección	9
Articulación cardán	10
Cambio velocidades con varias marchas	10
El engranaje planetario	12
Engranaje de ruedas cónicas	13
Máquina de cocina	13
Engranaje diferencial	14
Mesa elevadora de pantógrafo	15
Mecanismo de bielas articuladas	16
Limpiaparabrisas	16
Mecanismo de cuatro articulaciones	16
Sierra de arco	17
Palancas	17
Balanza de brazos	17
Balanza con pesa corrediza	18
Polipasto de poleas	18
El mundo de la estática	20
Mesa	20
Escalera de tijera	21
Puente de vigas	21
Puente con viga maestra	22
Puente con viga testera	22
Puente atirantado	23
Grúa	24

Máquinas en nuestro entorno

► ¿A quién se le ocurre llevar hoy en día cargas pesadas sobre la espalda? ¿Quién hace agujeros en la pared valiéndose sólo de su mera fuerza muscular? ¿Quién lava su ropa aún en un restregadero? ¡Casi nadie! El ser humano ha inventado muchos aparatos que le facilitan la vida y el trabajo, empezando por ejemplo con el mecanismo moedor de un molino, pasando por los propulsores de reacción de un jet Jumbo (aviones a chorro) hasta el ordenador.

Aparatos que te facilitan el trabajo o incluso lo hacen por tí, se denominan en el lenguaje técnico "máquinas".

Máquinas pueden:	Ejemplo
● mover cargas	● camión, coche, grúa, excavadora,...
● tratar materiales	● amasadora, hormigonera, mezcladora,...
● convertir energía eléctrica en energía cinética	● motor eléctrico
● procesar datos	● calculadora de bolsillo, ordenador,...

¿Qué significa el término "mecánica"?

► La mecánica trata de los efectos y las fuerzas que influyen en cuerpos rígidos y en movimiento. La mecánica está clasificada en distintos campos, como p. ej. estática, dinámica, cinética o termodinámica. Aquí nos limitaremos a dos campos: la dinámica y la estática.

Desde la Antigüedad los científicos han venido estudiando los campos de la mecánica. Los antiguos constructores de catedrales se dedicaban a sondear el equilibrio de las fuerzas hasta el máximo construyendo iglesias cada vez más altas. Hoy en día es un especialista en estática quien se encarga de los cálculos para determinar la estabilidad de una construcción. Como ya lo dice el nombre, su profesión proviene de un campo parcial mecánico de la estática. Más detalles podrás obtener en la parte temática denominada "Estática".

Cada vez que máquinas o engranajes se ponen en movimiento, nos referimos a su estado "dinámico". Por tanto, la dinámica describe la variación de las magnitudes del movimiento, por ejemplo durante la rotación de un eje, el movimiento de vaivén o una transmisión por ruedas dentadas. Es decir, la dinámica es el estudio de las variaciones del movimiento. Lo que esto significa exactamente, lo aprenderás en los capítulos siguientes.

El motor eléctrico

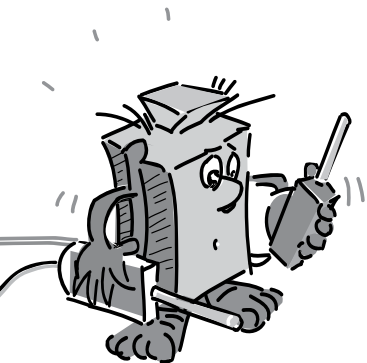


► El motor es una de las diversas posibilidades que tiene el hombre para accionar una máquina. Se distingue entre dos tipos de motores: Motores de combustión y motores eléctricos. Un coche, por ejemplo, es impulsado por un motor de combustión. Naturalmente que

tu kit de construcción modular no lleva un motor tan complicado, pero en su lugar incluye un motor eléctrico o llamado también electromotor.

Motores eléctricos son los accionamientos para la mayoría de las máquinas de la vida cotidiana, y pueden ser utilizados en todo lugar donde se tiene energía eléctrica a disposición.

► El motor eléctrico contenido en tu kit de construcción modular tiene un número de revoluciones muy alto, es decir, éste gira tan rápidamente que no podrás distinguir individualmente una revolución. A pesar de su alta velocidad, tu motor es muy "débil", o sea, no puede levantar cargas ni impulsar un vehículo. Para reducir las revoluciones rápidas y hacer "más fuerte" el motor, se necesita un engranaje (es decir, un sistema de piezas dentadas que engranan mutuamente).



► Para reducir el alto número de revoluciones del motor, lo más idóneo es utilizar un engranaje de tornillo sinfín (este tipo de engranaje se conoce también por el nombre "engranaje helicoidal"). Para tal fin se encaja un tornillo sinfín en el árbol del motor; el "árbol" es una pieza semejante a una barra cilíndrica que sobresale del cárter o carcasa del motor. El tornillo sinfín se encarga de impulsar una rueda dentada. Este tipo de engranaje se aplica allí donde se deben reducir altos números de revoluciones en un espacio estrecho. Un engranaje de tornillo sinfín trabaja de forma irreversible, o sea, la rueda dentada puede ser impulsada por el tornillo sinfín, pero al revés bloquea el engranaje.

► Barreras y grúas utilizan este tipo de engranaje, porque aquí el seguro efecto bloqueador del tornillo sinfín impide que la barrera o la carga suspendida "retrocedan" el accionamiento.

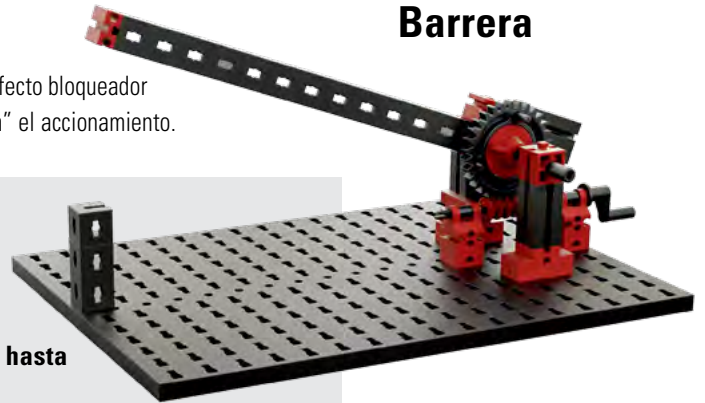
Engranaje de tornillo sinfín

Barrera



Tarea:

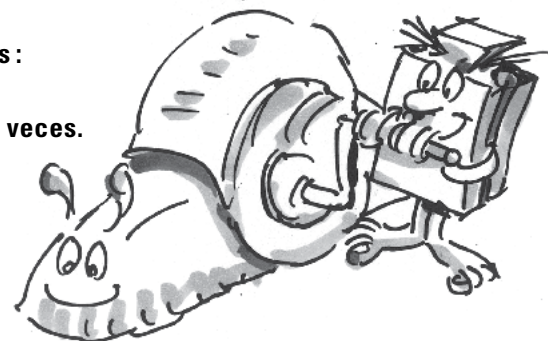
- Construye el modelo de barrera.
- Gira la barrera hacia arriba con la manivela.
- ¿Cuántas veces tienes que dar vuelta a la manivela hasta poner la barrera en posición vertical?
- Intenta tirar de la barrera con los dedos hacia abajo?
¿Qué notas?



Con seguridad que habrás tenido que girar varias veces la manivela para mover la barrera a la posición vertical de 90°. ¿Pudiste tirar de la barrera hacia abajo? Pues bien, como verás, esto se entiende por engranaje irreversible. Con la manivela pequeña pudiste levantar cómodamente la barrera grande, es decir, con el engranaje de tornillo sinfín has podido aumentar la fuerza de accionamiento.

El engranaje de tornillo sinfín tiene muchas ventajas:

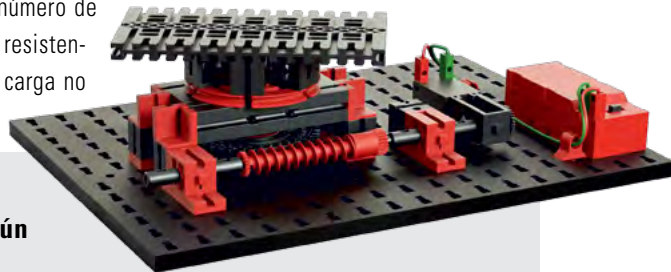
- Ahorra espacio.
- Reduce el número de revoluciones del accionamiento un múltiple de veces.
- Es irreversible.
- Aumenta la fuerza del accionamiento.
- Pero cambia la dirección del movimiento de rotación a 90°.



Mesa giratoria

► El mecanismo del engranaje de tornillo sinfín se utiliza en muchas máquinas. Un ejemplo sencillo es la mesa giratoria, tu siguiente modelo.

En este modelo, la tarea consiste en reducir el número de revoluciones y cambiar el sentido de rotación. La resistencia de la mesa giratoria bajo la influencia de la carga no deberá detener el motor.



Tarea:

- Construye la mesa giratoria según las instrucciones.
- Coloca una olla con agua o tierra sobre el tablero de la mesa giratoria (naturalmente sólo una olla que quepa bien en el tablero).
- ¿El pequeño motor está en condiciones de girar la olla grande?



Engranaje de ruedas dentadas

► En este capítulo llegarás a conocer más detalles del engranaje compuesto de ruedas dentadas. Las ruedas dentadas pertenecen a los elementos de máquina más antiguos y robustos. Las hay en distintos tipos y tamaños.

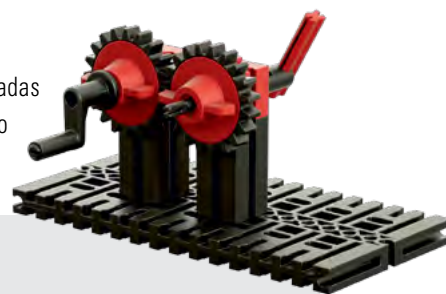
Una función parecida al del engranaje de ruedas dentadas la conoces de tu bicicleta. Eso sí, aquí las ruedas dentadas están reemplazadas por ruedas impulsadas por cadena (denominadas "piñones") y una cadena.

Con los engranajes de ruedas dentadas se pueden transmitir y modificar los movimientos de rotación. Un engranaje de ruedas dentadas puede:

- transmitir un movimiento de rotación,
- cambiar el número de revoluciones,
- aumentar o reducir una fuerza de rotación
- o cambiar un sentido de rotación.

Mécanismo de manivela

► En los siguientes modelos construirás un engranaje con ruedas dentadas rectas. Ruedas dentadas rectas se utilizan siempre cuando el movimiento de rotación debe ser transmitido a un árbol paralelamente horizontal.



Tarea:

- Construye el mecanismo de manivela 1 según las instrucciones.
- Gira la manivela una vez. ¿Cuántas veces gira el árbol con la segunda rueda dentada?
- Gira la manivela en el sentido que indican las agujas del reloj. ¿En qué sentido gira la rueda de salida de fuerza y, por tanto, el segundo árbol?



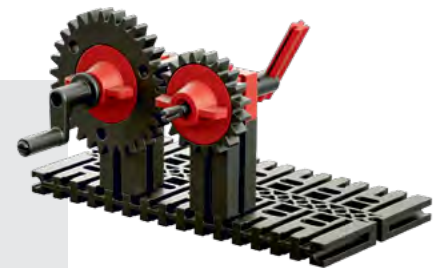
Si quisieses mover un vehículo de ese modo, lo conseguirías sólo de una manera muy lenta. Además, lo retrocederías. Este modelo tiene únicamente la finalidad de enseñarte cómo se construye y se calcula un engranaje simple.

Cálculo de la relación de multiplicación de engranajes de ruedas dentadas

	Rueda motriz	Rueda de salida
Rueda No.	1	2
Número de dientes de una rueda dentada	Z_1	Z_2
Número de revoluciones	n_1	n_2
Sentido de rotación (izquierda / derecha)		

Tarea:

- Construye el mecanismo de manivela 2 según las instrucciones.
- Gira la manivela una vez. ¿Cuántas veces gira el árbol con la segunda rueda dentada?
- Gira la manivela en el sentido que indican las agujas del reloj. ¿En qué sentido gira la rueda de salida de fuerza y, por tanto, el segundo árbol?



Si quisieses mover un vehículo de ese modo, lo conseguirías ahora con una velocidad un poco más rápida que con tu primer modelo. Calcula la multiplicación también para este engranaje.

Cálculo de la relación de multiplicación de engranajes de ruedas dentadas

	Rueda motriz	Rueda de salida
Rueda No.	1	2
Número de dientes de una rueda dentada	Z_1	Z_2
Número de revoluciones	n_1	n_2
Sentido de rotación (izquierda / derecha)		

Plano inclinado

► ¿Has estado con la bicicleta en la cima de una colina, y te has preguntado cuál de los dos caminos debías tomar para descender? El trayecto sumamente inclinado, donde se obtiene una buena velocidad, o el trayecto llano que, si bien es más lento, permite avanzar más. Pero ¿es realmente así? ¿Se avanza en el trayecto llano más rápido que en el trayecto inclinado? Pues, probémoslo realizando un experimento.

Tarea:

- **Monta el modelo "Plano inclinado" con el vehículo correspondiente, como se describe en las instrucciones de construcción.**
- **Coloca con precisión el vehículo arriba, en la posición inicial, de modo que descienda en paralelo a la rampa. Mide el tramo recorrido utilizando un metro, y anota el valor en la tabla. Repite el procedimiento dos veces más, ya que tres valores de medición son mejores que uno solo.**
- **Acorta la rampa aprox. a la mitad de su longitud, quitando algunos bloques de construcción. Repite entonces las tres pruebas, y anota también los nuevos valores en la tabla.**



	Rampa larga	Rampa corta
1. Tramo recorrido en cm:		
2. Tramo recorrido en cm:		
3. Tramo recorrido en cm:		

¿Te sorprende el resultado? No existe (casi) ninguna diferencia entre la rampa inclinada y la llana. ¿Qué influye en la distancia de rodadura? En nuestro experimento, se trata de la energía almacenada*, también llamada energía potencial. Es una energía que tiene un cuerpo debido a la altitud, como el auto sobre la rampa o tú con la bicicleta sobre una colina. Al ascender, la energía de movimiento se ha transformado en energía de almacenamiento. Esta cantidad determinada de energía de almacenamiento se puede reconvertir durante el descenso en energía de movimiento, también llamada energía cinética. No importa si la energía se convierte a una velocidad constante o no; el tramo recorrido será el mismo.

* Otros efectos físicos con reducida influencia sobre el resultado no se toman aquí en consideración.



► Ahora ya has aprendido mucho sobre engranajes y puedes probar tus conocimientos en un modelo. Ensambla el Vehículo 1. Con el motor y el engranaje tienes ahora un verdadero accionamiento de vehículo.



Accionamientos de vehículos



Para que se pueda mover con mayor rapidez, construye el Vehículo 2 según las instrucciones. Tu automóvil se moverá ahora con una velocidad equivalente a 1,5 veces más que la del anterior. En su lugar, sin embargo, esta multiplicación tiene sus problemas cuando el vehículo debe moverse cuesta arriba.

El Vehículo 3 tiene un engranaje con una estructura "inversa" con respecto a la del Vehículo 2. ¿Cómo varía su velocidad en comparación con los otros modelos?

Con los tres engranajes de ruedas dentadas has creado una multiplicación de 1:1 con un número de revoluciones constante y el mismo par motor. Tu segundo modelo tiene una relación de multiplicación de 1:1,5 y un par motor reducido. Esto significa que es más rápido, pero que tiene menos "fuerza". El Vehículo 3 tiene la relación de multiplicación 2:1 y, por consiguiente, se mueve más lentamente que los dos otros modelos; esta relación se denomina por eso "desmultiplicación". Este tipo de transmisión tiene la ventaja de que es "más fuerte", o sea, que tiene un par motor más grande. Este efecto se aprovecha por ejemplo en un tractor: Éste se mueve más lentamente que un coche, pero en su lugar tiene mucho más fuerza.



► Todas las tres multiplicaciones del engranaje las conoces del cambio de velocidades de tu bicicleta. Aquí impulsas el piñón grande en la parte delantera y el piñón pequeño en la parte trasera para desplazarte con mayor rapidez sobre un plano horizontal. Para moverte cuesta arriba seguro que cambias a una relación de multiplicación más pequeña como 1:1, o bien, si la cuesta es muy empinada, a 2:1.

Engranaje de ruedas dentadas con cadenas



Si se deben superar mayores distancias entre dos árboles, se utiliza los llamados engranajes con medios de tracción. Como medio de tracción se emplean correas o cadenas. Éstas unen mutuamente las ruedas motrices y ruedas de salida a lo largo de mayores distancias, manteniendo las partes de la máquina en una determinada acción en conjunto.





Tarea:

- **Construye el vehículo con el accionamiento de cadena según las instrucciones primeramente sólo con una manivela en lugar del motor.**
- **Gira la manivela una vez. ¿Cuántas veces gira la rueda?**
- **Gira la manivela en el sentido indicado por las agujas del reloj. ¿En qué sentido gira la rueda?**

Cálculo de la relación de multiplicación de engranajes de ruedas dentadas

	Rueda motriz	Rueda de salida
Rueda No.	1	2
Número de dientes de una rueda dentada	Z_1	Z_2
Número de revoluciones	n_1	n_2
Sentido de rotación (izquierda / derecha)		

Un engranaje de tal tipo lo tienes también en tu bicicleta. La distancia entre el accionamiento de pedal y la rueda trasera es superada aquí con una cadena. En una bicicleta de montaña (Mountain Bike) o una bicicleta de carrera por su puesto que no tienes sólo un cambio de velocidad, sino puedes elegir entre muchos. Es decir, tú adaptas tu velocidad en función de la fuerza que ha de ser aplicada y transmitida y del número de revoluciones. En este caso, las ruedas dentadas no se llaman más "ruedas dentadas rectas", sino ruedas de cadena.

Construye el motor en tu vehículo con accionamiento por cadena. De la misma manera funciona la transmisión en un velomotor o motocicleta. Con seguridad que ahora podrás construir una motocicleta propia con las partes de tu kit modular de fischertechnik.

► Para que los vehículos cuenten con dirección, existen distintos sistemas.

Examinaremos dos de ellos. La dirección por los pivotes del eje de tu vehículo de motor y la dirección por travesía giratoria del carro.

En la dirección por los pivotes del eje más moderna, las ruedas no giran junto con un eje pasante, como ocurre aún con la dirección por travesía giratoria, sino que ruedas giratorias se conectan a un sistema de dirección.

Se comienza a dirigir con el volante, en el que se encuentra una barra con una rueda dentada pequeña fijada en el extremo. Esta rueda dentada engrana en una cremallera transversal que también tiene dientes. Si giras el volante hacia la izquierda o la derecha, también gira la rueda dentada pequeña y desplaza la cremallera hacia la izquierda o la derecha. En los extremos de la cremallera se encuentran fijadas manguetas basculantes con palanca. La palanca de la mangueta está unida a la cremallera. Si se desplaza la cremallera gira la palanca y, conjuntamente, la mangueta con la rueda fijada a ella.



Comparación de sistemas de dirección



1 **Árbol de dirección**



2 **Rueda dentada**
3 **Cremallera**



4 **Palanca de arrastre**



5 **Pivote giratorio**
6 **Travesaño giratorio**
7 **Eje**



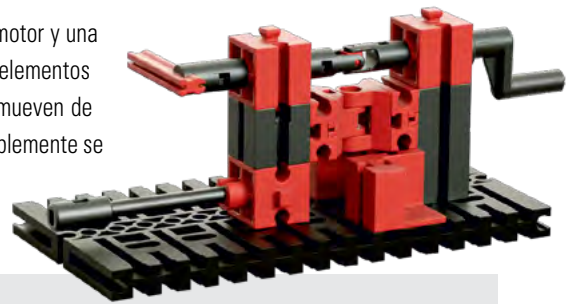
soporte está introducido en un pivote vehículo. La dirección se realiza con giratoria.

► La dirección por travesía giratoria es la dirección más sencilla y antigua desarrollada por el hombre. Es de construcción simple, robusta y hasta puede estar hecha de madera. La desarrollaron los celtas (aprox. 600–30 a. de C.) hace mucho tiempo para sus vehículos. Precisamente porque es sencilla y robusta, aún hoy día se la continúa usando en muchos remolques, carros de mano y coches de caballos.

La dirección por travesía giratoria tiene un soporte de tipo taburete para el eje y las ruedas. Dicho de rodamiento giratorio, en la placa base del una vara (lanza), que está fijada a la travesía

Articulación cardán

► En la técnica de propulsión, se tiene normalmente un motor y una máquina que se debe accionar. A menudo, estos dos elementos están algo distanciados, a distinta altura o, además, se mueven de un lado al otro. Si se los uniera con un árbol rígido, inevitablemente se romperían. Un árbol elástico o flexible, en cambio, sería muy débil como para transmitir grandes fuerzas.



Tarea:

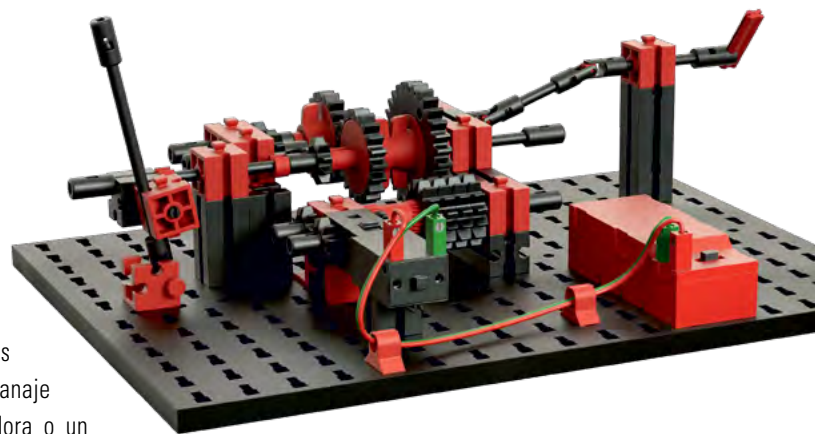
- **Monta la articulación cardán como se describe en las instrucciones de construcción.**
- **Desplaza la pieza accionada en distintas posiciones girando la manivela y observando el movimiento que debe ejecutar la articulación, especialmente en posiciones con ángulos muy cerrados.**



¿No es sorprendente cómo se puede doblar fácilmente en ángulo un movimiento rotatorio? La articulación cardán, también llamada junta universal, es una articulación flexible y a la vez estable. Sin ella, todo dejaría de moverse en muchos ámbitos de nuestra vida cotidiana. Un buen ejemplo de ello es el árbol cardán del modelo siguiente "Cambio de velocidades".

Cambio velocidades con varias marchas

► Con la siguiente construcción ampliarás las transmisiones por ruedas dentadas simples mediante un cambio de velocidad con varias marchas. De ese modo surge un engranaje como el de un coche, una taladradora o un motociclo. En el caso de este modelo se trata de un engranaje compuesto, es decir, un engranaje que consta de más de sólo dos ruedas dentadas. Estudia el efecto de multiplicación de ruedas dentadas y parejas de ruedas dentadas conectadas en serie. El árbol "doblado" dos veces en la salida del engranaje es algo muy especial. Con este árbol cardán es posible desplazar un movimiento de giro en el espacio, conduciéndolo además en ángulo. Eso es necesario, por ejemplo, cuando la pieza a accionar oscila hacia arriba y abajo, como el eje trasero de un coche.



Tarea:

- **Construye el engranaje según las instrucciones.**
- **Activa el motor y mueve la "palanca de cambio" lentamente de la primera a la tercera marcha. Ten cuidado que las ruedas dentadas de una marcha engranen entre sí exactamente.**
- **Anota tus observaciones.**



Observación de las marchas individuales

Marcha número	1	2	3
Observación más rápido / más lento			
Sentido de rotación igual / opuesto			

Este engranaje maniobra en la tercera marcha a otra dirección que en la primera y la segunda marcha. Esto se debe a que aquí hay tres ruedas dentadas en serie.

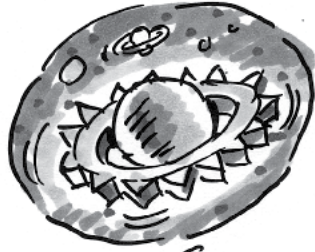
Siempre cuando haya un número impar de ruedas dentadas en serie, la rueda de salida tendrá el mismo sentido de rotación que la rueda de accionamiento. Este efecto se aprovecha en un coche para hacerlo retroceder.

Otros experimentos:

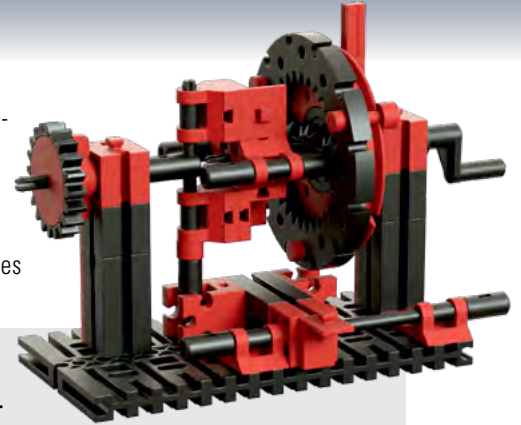
- **Construye tu propio modelo con una cantidad diferente de ruedas dentadas en serie.**
- **Reemplaza la polea de rotación por un tambor de cable. Así tendrás un torno de cable como en una grúa para cargas de diferentes pesos.**
- **¿Puedes instalar más marchas en tu engranaje? Experimenta con las ruedas dentadas de tu kit modular de fischertechnik.**
- **Tarea para expertos: Construye un engranaje con una cadena.**



El engranaje planetario



► Un engranaje planetario es un sistema muy complejo compuesto de distintos tipos de ruedas dentadas. Este tipo de engranaje se utiliza en muchos campos, p. ej. como mecanismo batidor en una máquina de cocina o como cambio automático de marchas en el coche. Eso sí, allí la estructura de este sistema es algo más complicada.



Tarea:

- **Construye el engranaje planetario según las instrucciones.**
- **Gira la manivela –es decir, “el accionamiento”– y observa qué árboles, ruedas dentadas y conjuntos de ruedas dentadas pones en rotación de ese modo.**

Con la corredera (así se llama la palanca en la parte inferior de tu modelo) puedes sujetar ya sea el soporte de las ruedas planetarias o la rueda dentada interior, de tal modo que respectivamente una de las dos partes no pueda girar más.



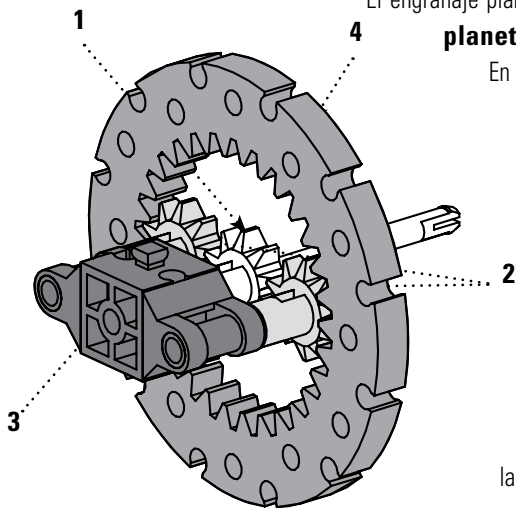
La tarea de un engranaje planetario es sencilla: Éste permite una variación de la relación de multiplicación bajo carga, es decir, sin separación del flujo de fuerza entre el accionamiento y la salida de fuerza. Debido al dentado interior de la rueda anular, las ruedas dentadas están dispuestas de una manera muy compacta. En un engranaje planetario no se requiere un árbol adicional con rueda de marcha atrás para la marcha de retroceso.

El engranaje planetario está compuesto –en el caso más simple– de una **rueda central (1)**, **ruedas planetarias (2)**, soporte de **ruedas planetarias (3)** y **rueda dentada interior (4)**.

En este conjunto simple de ruedas planetarias, una rueda central está unida solidariamente en el centro con una rueda de dentado interior mediante varias ruedas planetarias. Tanto la rueda central, el soporte de ruedas planetarias o la rueda dentada interior pueden impulsar, ser impulsados o también estar detenidos por freno. Para probar ampliamente todas las posibilidades que ofrece tu engranaje, dispones de la corredera.

Sin la necesidad de utilizar una rueda dentada adicional y reteniendo el soporte de **ruedas planetarias (3)**, el engranaje puede ser ajustado de tal modo que la salida de fuerza se efectúe una vez por el soporte de ruedas dentadas y otra por la rueda dentada interior.

Este procedimiento se utiliza en la técnica de los automóviles para conectar una marcha de retroceso. Para esto, el accionamiento (la manivela) tiene que estar unido con la rueda central y el puente trasero con la rueda dentada interior.



Tarea:

- **Prueba las propiedades de tu engranaje planetario reteniendo primeramente el soporte de ruedas planetarias y accionando entonces el engranaje por la rueda dentada interior.**
- **Completa la siguiente tabla:**

Accionamiento	Rueda dentada interior	Soporte de ruedas planetarias
Sentido de rotación		
Desmultiplicación		



► Con la rueda cónica conocerás ahora una transmisión simple de ruedas dentadas.



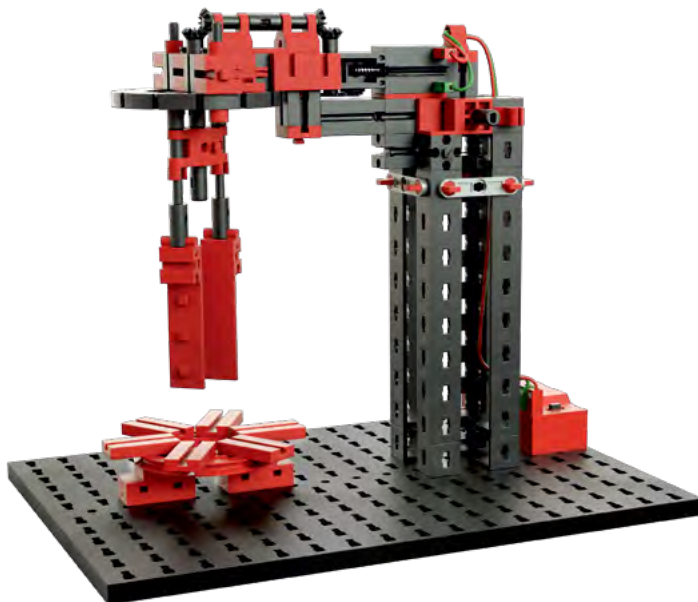
Engranaje de ruedas cónicas

Tarea:

- Construye el modelo de engranaje según las instrucciones.
- Observa cómo varían el número de revoluciones, el sentido de rotación y el par motor en este modelo.



Este tipo de engranaje cambia sólo el sentido del movimiento de rotación en 90°; el número de revoluciones y el par motor permanecen iguales.



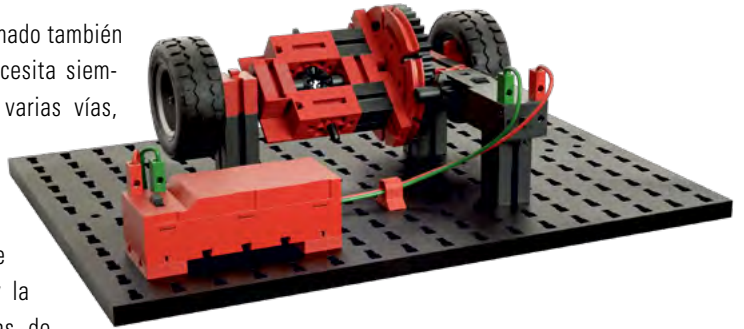
► La batidora de fischer-technik es un modelo para verdaderos profesionales. ¿Conoces todas las ruedas dentadas y tipos de engranaje que actúan aquí en conjunto? La diversidad de variaciones que este modelo ofrece es grande. Modifícalo según tus ideas. Sobre la base puedes colocar un recipiente pequeño (p. ej. un vaso de plástico) cuyo contenido puedes batir.

Máquina de cocina



Engranaje diferencial

► Un engranaje diferencial o llamado también simplemente "diferencial" se necesita siempre cuando en un vehículo de varias vías, como un coche, se tienen que impulsar varias ruedas de un eje. Los diferenciales satisfacen dos tareas: La distribución de la potencia motriz a dos ejes y la compensación de las diferencias de números de revolución entre estos ramales.



En esta función el diferencial se aplica en dos puntos:

Diferencial de eje: Se aplica en el eje para repartir la potencia del árbol Cardán a dos árboles de accionamiento a las ruedas.

Diferencial central: Se utiliza entre dos ejes para distribuir la potencia entre el eje delantero y el eje trasero.

Tarea:

- **Construye este modelo de engranaje según las instrucciones.**
- **Observa cómo varían el número de revoluciones, el sentido de rotación y el par motor en este modelo. Para tal fin, sujeta alternativamente una y la otra rueda de salida de fuerza, luego el cuerpo de rotación (el alojamiento de las ruedas cónicas centrales) en el centro.**
- **Anota tus observaciones en la tabla.**



Sujeción	Rueda de salida 1	Rueda de salida 2
Número de revoluciones		
Sentido de rotación		

El diferencial parece ser un verdadero engranaje mágico.

La aplicación más frecuente la encontramos en el coche: Cuando se conduce un vehículo por una curva, la rueda exterior (es decir, la más alejada de la curva) recorre un tramo más largo que la rueda interior pegada a la curva. Sin un diferencial, cada una de las ruedas impulsadas patinaría al hacer el viraje en cuestión y los neumáticos se gastarían con mayor rapidez.

El diferencial en el eje tiene otra propiedad: Éste reparte los pares motores en la misma relación (50:50) y los transmite a las ruedas.

► La mesa elevadora de pantógrafo te muestra cómo se puede transformar un movimiento de rotación en un movimiento ascendente y descendente paralelo con la ayuda del husillo roscado, articulaciones y palancas.

Mesa elevadora de pantógrafo



Tarea:

- Construye la mesa elevadora de pantógrafo según las instrucciones.
- Coloca un vaso de agua sobre la plataforma.
- ¿Qué movimiento ejecutan la plataforma y el vaso cuando giras la manivela?

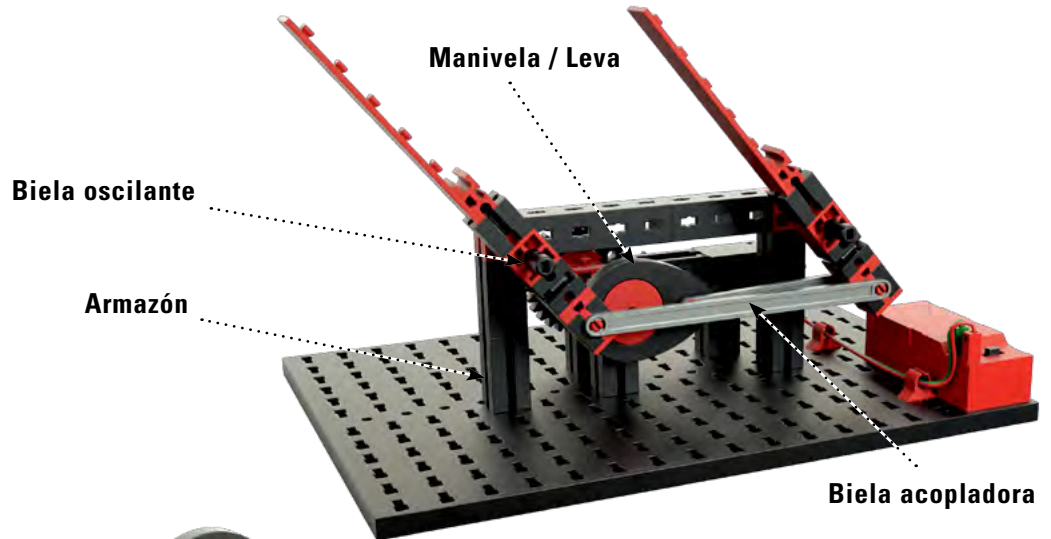


El husillo roscado mueve la tuerca de tornillo sinfín en vaivén. Mediante este movimiento transmitido por la articulación la plataforma se hace subir y bajar la plataforma. Dado que el punto de giro de ambas articulaciones está en el centro común, la carrera –es decir, el movimiento ascendente y descendente de la plataforma– tiene un recorrido paralelo al husillo sin fin. Ambas articulaciones recorren la misma distancia como en el caso de un pantógrafo. De ello proviene el nombre "mesa elevadora de pantógrafo".

Mecanismo de bielas articuladas

► ¿Sabes en realidad cómo funciona un limpiaparabrisas? El siguiente modelo te lo muestra. Aquí, un movimiento de rotación es transformado en un movimiento de vaivén u oscilante. Para ello se necesita una polea de manivela o polea de levas. Este engranaje se denomina mecanismo de cuadrilátero articulado o de manubrio oscilante y se encarga de transformar un movimiento de rotación en un movimiento rectilíneo. Como mecanismo de cuadrilátero articulado está compuesto de las siguientes partes:

Limpiaparabrisas



Mecanismo de cuatro articulaciones



► Como ya lo dice el nombre, el mecanismo de cuadrilátero articulado está compuesto de cuatro articulaciones, o sea, puntos en lo que puede girar algo. Una representación simplificada del mecanismo de cuadrilátero articulado te muestra cómo funciona. ¿Conoces los componentes?

Tarea:

- Construye el mecanismo de cuadrilátero articulado.
- Observa cómo actúan los componentes en conjunto.
- ¿Qué componentes se mueve y cuáles no? Describe el tipo de su movimiento en la tabla:

Componente	Se mueve (sí / no)	Tipo de movimiento
Manivela		
Biel a acopladora		
Biel a oscilante		
Armazón		



La armazón es rígida y absorbe los movimientos. La manivela tiene que ejecutar vueltas completas y la biela acopladora transmite el movimiento de la manivela a la biela oscilante. Durante su movimiento, la biela oscilante describe sólo un arco, ya que está soportada en la armazón.

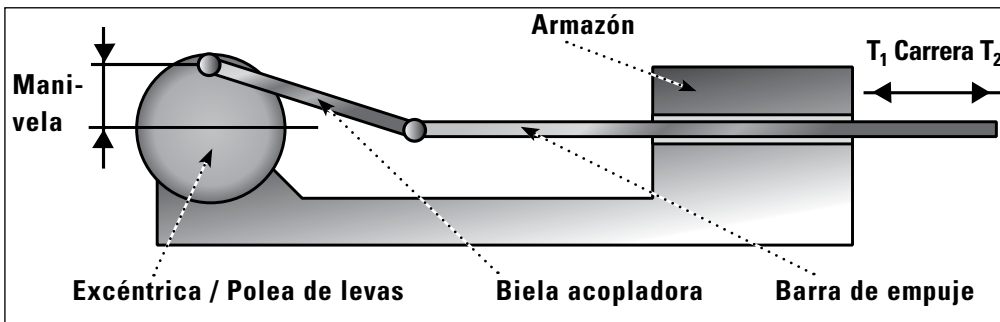
Para que el engranaje funcione, las longitudes de los cuatro componentes del mecanismo de cuadrilátero articulado tienen que estar en una determinada relación mutua.

Mechanic & Static 2



► El efecto de la manivela y biela oscilante existe también en otros campos. La sierra de arco fue, por mucho tiempo, una gran ayuda de los mecanizadores de metales. Su estructura simple te ayudará a comprender mejor el mecanismo de bielas articuladas.

En el caso de este tipo de engranaje se transforma un movimiento de rotación en un movimiento de vaivén rectilíneo. Los respectivos puntos finales en los cuales la sierra ya no puede avanzar más, se denominan puntos muertos (T1 y T2).



Con el trinquete de bloqueo (a la derecha del eje de la sierra de arco), puedes fijar la sierra de arco en la posición superior.

Tarea:



- Construye el modelo de este engranaje según las instrucciones.
- Mide la carrera (distancia recorrida) de tu sierra.

► Para determinar el precio de una mercancía, hace 4000 años se comparaba la cantidad de mercancía con pesas. Esto se hacía con la ayuda de una balanza de brazos, con la cual se medía el equilibrio de dos fuerzas originadas por pesas. En el caso de tu modelo se trata de una barra soportada en el punto de giro central que en sus extremos lleva dos platillos. Los dos indicadores en el centro de la barra de pesaje tienen que coincidir o sea encontrarse en una línea si las fuerzas originadas por las pesas están equilibradas.

Tarea:



- Construye la balanza de brazos según las instrucciones.
- Coloca un elemento de tu kit de fischertechnik en cada uno de los platillos.
- ¿Está equilibrada tu balanza?
- Busca ahora dos objetos que según tu opinión tengan el mismo peso. Colócalos en los platillos.
- ¿Coincide tu suposición con lo que mides?

Esta balanza funciona según el principio de las palancas del mismo largo. Una palanca es una barra recta soportada en un punto de giro, sobre la cual actúan dos fuerzas. Las distancias entre los puntos de ataque de las fuerzas y el punto de giro se llaman "brazos de palanca". Ambos lados a los costados del punto de giro tienen el mismo largo y el mismo peso. El principio de esta balanza lo conoces de un balancín o "subibaja". Para que las palancas estén en equilibrio, los pesos que descansan respectivamente sobre las palancas y su distancia al punto de giro de la balanza tienen que ser iguales.

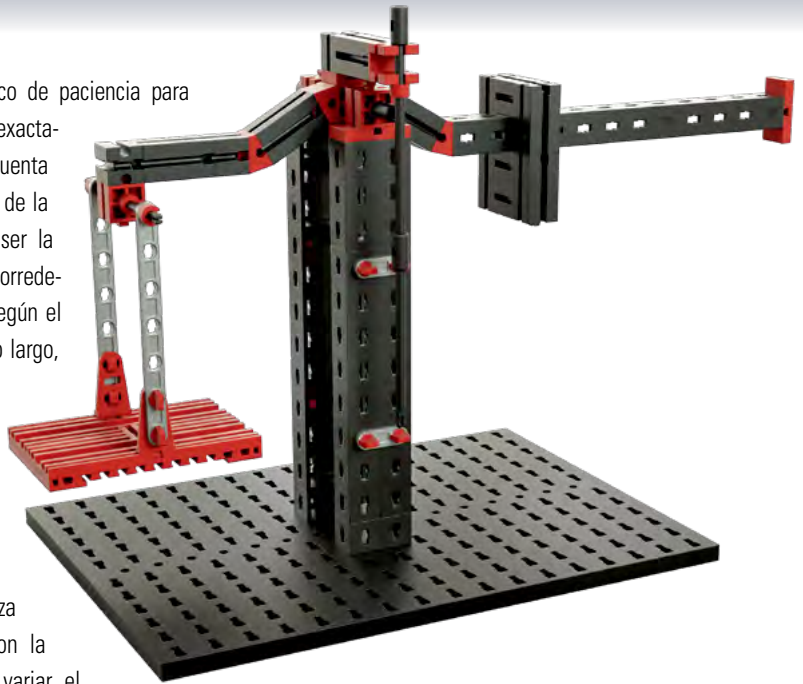


Palancas

Balanza de brazos

Balanza con pesa corrediza

► En realidad se necesita un poco de paciencia para encontrar dos pesas que tengan exactamente el mismo peso. Teniendo en cuenta este aspecto, un perfeccionamiento de la balanza de brazos ha tenido que ser la balanza con una pesa corrediza (o corredera). Esta balanza trabaja también según el principio de las palancas del mismo largo, sólo que aquí se juega con los momentos de giro. Los dos lados al costado del punto de giro son los brazos de palanca. Cuanto más apartado del punto de giro está colgada una pesa del brazo de palanca, más grande será su fuerza (dirigida hacia abajo). Es decir, con la ayuda de la corredera se puede variar el momento de giro en un brazo de palanca. El brazo con el platillo de pesaje se denomina "brazo de carga".



Tarea:

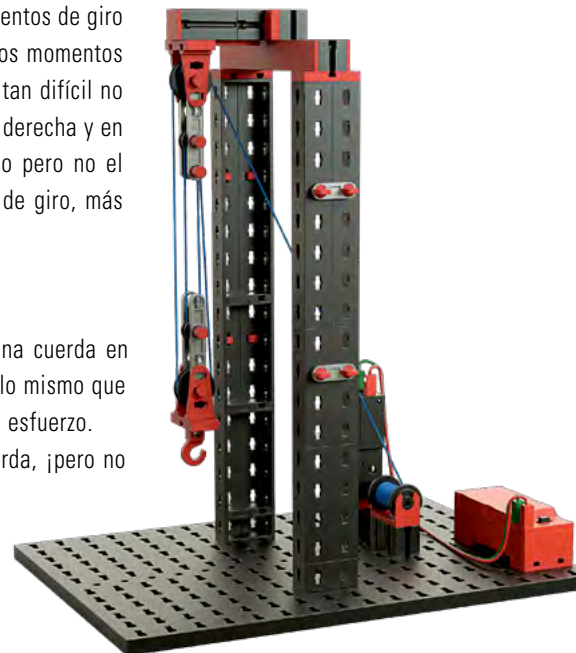
- **Construye la balanza con el brazo de carga, el brazo de palanca y la pesa corrediza según las instrucciones.**
- **Regula (o sea, desplaza) la pesa corrediza de tal modo que la balanza sin carga esté equilibrada. El indicador en el centro de la balanza te ayudará a conseguirlo.**
- **Carga el platillo de pesaje con un peso. Compénsalo con la pesa corrediza.**



Polipasto de poleas

Para que una palanca esté en equilibrio, la suma de los momentos de giro dirigidos a la izquierda tiene que coincidir con la suma de los momentos de giro dirigidos a la derecha. Esto suena complicado, pero tan difícil no es en lo absoluto. La ley física dice que ambos brazos, en la derecha y en la izquierda del punto de giro, han de tener el mismo peso pero no el mismo largo. Cuanto más alejada está una pesa del punto de giro, más grande será la fuerza de la palanca y, por tanto, su peso.

► Imagínate que quieres levantar a tu amigo tirando de una cuerda en cuyo extremo opuesto está sentado él. A pesar que él pesa lo mismo que tú, puede ser que lo consigas, pero sólo haciendo un enorme esfuerzo. La polea fijada al techo te ayudará sólo para retener la cuerda, ¡pero no para levantar a tu amigo! No obstante, el modelo del polipasto te ofrece algunas posibilidades para que puedas conseguir muy fácilmente levantar también cargas pesadas.



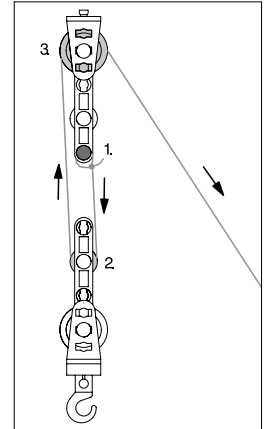


Polipasto con 2 poleas

Tarea:

- Construye el modelo del polipasto con 2 poleas (una polea fija y una polea suelta) según las instrucciones.
- Cuelga un peso del gancho.
- Tira de la cuerda y mide qué distancia tienes que recorrer con la cuerda para levantar tu carga 10 cm. ¿Necesitas para ello mucha fuerza?
- Anota tus observaciones en la tabla.

	Longitud de tracción en cm	Esfuerzo al tacto	Número de partes de la cuerda
2 poleas			



En el caso de este modelo, la fuerza aplicada se ha reducido a la mitad. ¿Qué sucede con la longitud de tracción?

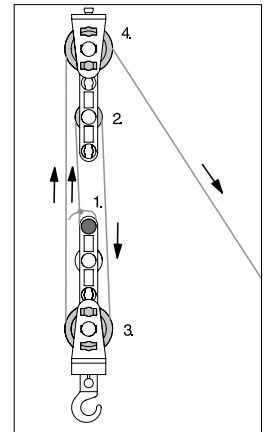


Polipasto con 3 poleas

Tarea:

- Amplía tu primer modelo para convertirlo en un polipasto con 3 poleas. Consulta para ello las instrucciones de montaje.
- Tira otra vez de la cuerda y mide qué distancia tiene que recorrer ahora la cuerda para levantar tu carga 10 cm. ¿Necesitas para ello mucha fuerza?
- Anota y compara tus observaciones en la tabla.

	Longitud de tracción en cm	Esfuerzo al tacto	Número de partes de la cuerda
3 poleas			



Después de haber llegado a conocer ahora el modo de funcionamiento de un polipasto, puedes construir un polipasto con 4 poleas. Además, el motor será montado para reemplazar tu fuerza.



Polipasto con 4 poleas

Tarea:

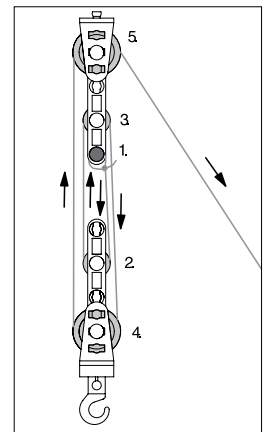
- Amplía el modelo para convertirlo en un polipasto con 4 poleas y motor.
- Sujeta un monedero con monedas del gancho con la ayuda de tiras elásticas.
- ¿El motor consigue levantar las monedas?

Para poder levantar cargas pesadas con poca fuerza se necesitan polipastos con dos, cuatro o seis poleas. Si no consideramos el peso de las poleas ni las fuerzas de fricción, según el número de poleas, el polipasto reducirá la fuerza respectivamente a la mitad, un cuarto, a la sexta parte, y así sucesivamente.

En el caso de este polipasto, el motor tendrá que levantar sólo un cuarto (1/4) de la carga.

Eso sí, una desventaja tiene este polipasto: Si la carga es levantada 10 cm, ¿el motor cuántos centímetros tiene que enrollar el cable?

- 10 cm 20 cm 30 cm 40 cm



La física conoce este modo de trabajo de tu polipasto y ha definido una ley para esto. Esta ley se conoce por el nombre de la "regla dorada", que dice: "Trabajo no se puede ahorrar. ¡Todo lo que se ahorra en fuerza, se tiene que añadir en tiempo y en recorrido!"

El mundo de la estática

► La estática estudia las condiciones bajo las cuales las fuerzas que influyen en un cuerpo están en equilibrio. Por consiguiente, ésta constituye la base de todos los cálculos y el diseño de construcciones y edificaciones como puentes o casas.

Sobre los elementos de construcción de la estática actúan distintos esfuerzos. El peso de una construcción se denomina "carga propia". El peso de personas, muebles, platos o incluso coches se llama "carga móvil".

Mesa

► También tu mesa es un objeto estático. Ésta lleva tanto su propio peso, o sea, la carga propia, como también cargas móviles, que son platos, tazas, comidas o bebidas que se encuentran sobre la mesa, pero también un choque involuntario contra la mesa. Para que la mesa pueda llevar todas estas cargas, necesita una cantidad de particularidades estáticas.

Puntal diagonal

Tirante



Tarea:

- Construye la mesa según las instrucciones.
- Ten cuidado de que los puntales diagonales estén unidos correctamente.
- Somete la mesa a una carga, primeramente por arriba. Luego presionas lateralmente contra el tablero de la mesa, después contra una de las patas de la mesa. ¿Qué sucede en cada caso?



Las características estáticas de tu mesa modelo son las patas acodadas. El ángulo formado por las patas ya les confiere estabilidad hacia dos lados. La estructura del bastidor de la mesa está sujeta adicionalmente por puntales diagonales y tirantes. Con los puntales diagonales amarillos entre las patas de la mesa se estabiliza el bastidor con respecto a la presión y la tracción. Pero eso sí, la coronación de la estática son los puntos de unión que conforman triángulos. Los triángulos siguen conservando su estabilidad también aunque las barras tengan articulaciones móviles en los puntos de unión. Tales triángulos se denominan "triángulos estáticos". Es decir, tu mesa modelo es estáticamente estable en tres aspectos.

En la estática todos los puntos de unión se denominan "nudos".

Tarea:

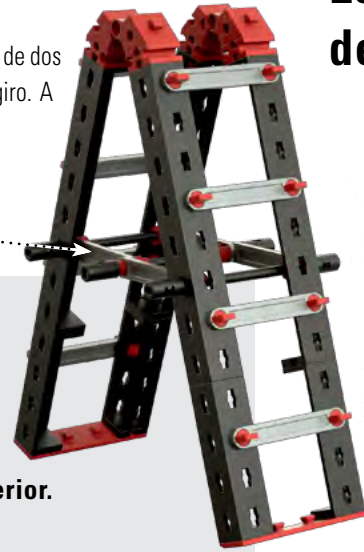
- Desmonta los tirantes y somete la mesa a una carga. ¿Qué repercusiones tiene esto en la estática de la mesa?
- Monta de nuevo los tirantes y desmonta los puntales diagonales. Somete la mesa de nuevo a una carga. ¿Cuál es ahora la estabilidad de la mesa?
- Desmonta de nuevo también los tirantes. Somete la mesa a una carga. ¿Qué puedes observar?



► La escalera de tijera tiene una estructura estática muy simple. Ésta también tiene patas acodadas que van unidas por barras horizontales. Estas barras horizontales sirven como peldaños. La escalera de tijera está compuesta de dos escaleras individuales las cuales se encuentran unidas por arriba en un punto de giro. A ello se añade también un tirante que une las dos escaleras en la parte inferior.

Escalera de tijera

Tirante



Tarea:

- Construye la escalera de tijera primeramente sin el tirante.
- Pon de pie la escalera de tijera y sométela a carga aplicando presión en los peldaños y en el punto de giro superior. ¿Conserva la escalera su estabilidad?
- Monta ahora el tirante en tu escalera de tijera. Repite el ensayo otra vez. ¿Se queda la escalera de tijera ahora parada?



Una escalera de tijera consta de dos mitades iguales que están unidas por arriba en el punto de giro. Según el ángulo de colocación de ambas mitades, la escalera permanecerá parada también sin el tirante. Pero a partir de un determinado punto se resbalan los "pies" de la escalera de tijera y se abren las dos mitades. Con el tirante se estabiliza la escalera de tijera.

► Un puente óptimo tiene cuatro propiedades: Es seguro, largo, barato y tiene buen aspecto. Con tu primer modelo de puente conocerás un "clasico" de la construcción de puentes.

Puente de vigas



Tarea:

- Construye el modelo de puente según las instrucciones.
- Pon una carga en el centro del puente.
- ¿Dónde se podría utilizar este puente?



Para cargas y distancias entre los centros de apoyo pequeñas, este puente de vigas de un campo es excelentemente adecuado, ya que satisface todos los requerimientos. No obstante, si se agranda la distancia entre los apoyos, el puente perderá su estabilidad.

Puente con viga maestra

► El puente con viga maestra recuerda a puentes colgantes que están tendidos por encima de quebradas escabrosas. Sin embargo, con la construcción de un puente colgante casi no tiene nada en común. Porqué es así, te enterarás efectuando los experimentos con el modelo.



Tarea:

- Amplía tu primer modelo de puente para convertirlo en un puente con viga maestra.
- Coloca una carga en el centro del puente. Utiliza esta vez un objeto más pesado.



En los experimentos de carga habrás notado con seguridad que tu puente es muy estable y puede absorber grandes fuerzas de presión. El puente con viga maestra funciona con el tipo de construcción de entramado. Este tipo de construcción es, por cierto, adecuado para resistir grandes cargas, pero no para superar grandes distancias entre los apoyos. Las mayores distancias entre apoyos se consigue con puentes colgantes, los cuales, sin embargo, no pueden recibir fuerzas tan grandes. Es decir, el puente con viga maestra y el puente colgante sólo son parecidos, pero estáticamente se diferencian completamente.

Puente con viga testera

► Distancias considerablemente más largas entre los apoyos y cargas más grandes puede resistir el puente con viga testera. Éste también tiene una construcción de entramado. Puntales diagonales, tirantes y triángulos estáticos estabilizan este puente.



Four empty rectangular boxes with arrows pointing to different parts of the bridge model: the top deck, a diagonal brace, a vertical support, and the base of a support pillar.



Tarea:

- Construye el puente con viga testera según las instrucciones.
- Coloca de nuevo una carga en el centro del puente.
- ¿Cómo ha variado la estabilidad del puente?
- Señala en el dibujo todos los elementos estáticos que conoces: La viga testera, los puntales diagonales, los tirantes y los apoyos.



Esta forma de puente es más resistente a las cargas que el puente de vigas. La fuerza de presión no es transmitida ahora sólo a una viga, sino distribuida a los demás elementos de construcción. La viga testera está compuesta de diagonales cruzadas que van sujetadas respectivamente en los nudos superiores de los elementos laterales. Las diagonales en la viga testera impiden una deformación por retorsión del puente. Si los puntales miran hacia arriba, esta construcción de puente se llama "estructura suspendida".

► ¿Quieres lograr distancias entre los apoyos más largas que en las construcciones de entramado? ¿Qué te parece un puente atirantado? Es muy largo y tiene un aspecto estupendo, pero ¿es también resistente a la carga?

Puente atirantado



Tarea:

- Construye el puente atirantado.
- Carga el puente con peso a la izquierda y derecha del pilar central, y compara la estabilidad con las construcciones de entramado.



¿Y?, ¿cómo le ha ido a tu puente atirantado en la comparación?

¿Cómo puede el puente ser tan estable aunque solo esté suspendido de cables*? Te lo revelaré: el secreto está, precisamente, en los cables y su orden. El puente consta de tres componentes principales: el pilar central (pilones), los cables de acero y el tablero. Y su gran capacidad de carga se debe a su sofisticada construcción.

Las fuerzas verticales, que empujan el tablero del puente hacia abajo, se transmiten por medio de los cables al pilar central, que las deriva hacia el suelo. De tal modo, un puente atirantado no solo tiene un aspecto estupendo, sino que además puede extenderse 1000 metros —de un pilar a otro—.

(*En tu modelo, la función de los cables la cumplen los tirantes)

Grúa

► Con los modelos tratados hasta ahora de los campos de la mecánica, las palancas y la estática pudiste adquirir experiencias en estos sectores. En el modelo final se combinarán ahora estas experiencias mutuamente. La grúa te permitirá distinguir la acción en conjunto de componentes y subunidades y comprobar la capacidad de carga de la estática.

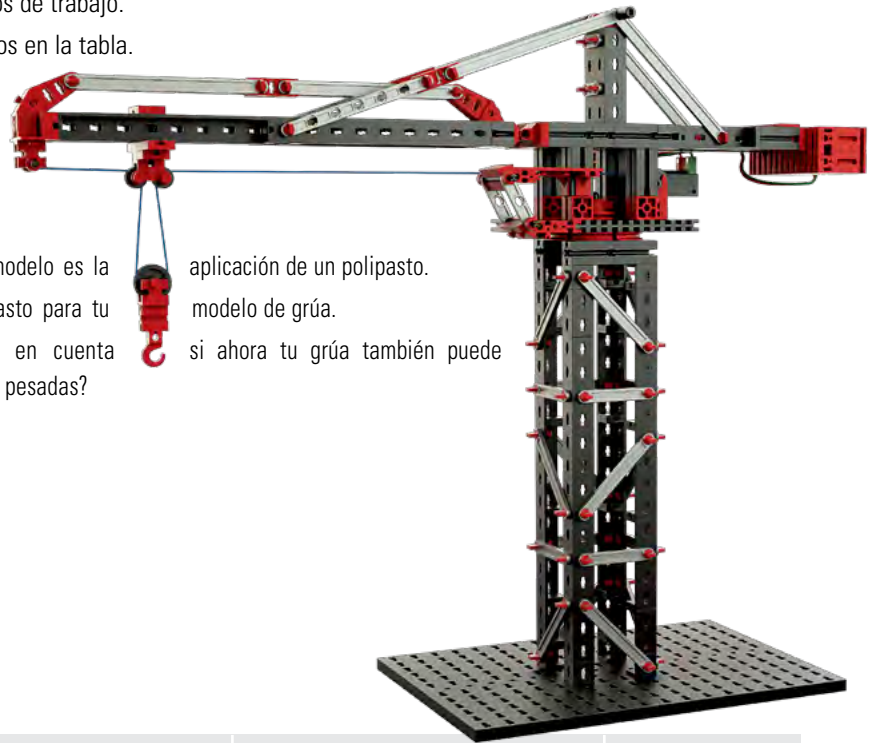
Tarea:

- **Monta la grúa como se describe en las instrucciones de construcción.**
- **Monta primero la torre fija con su estructura de bastidor. ¿Conoces los elementos estáticos que se utilizan? Anótalos en la tabla.**
- **Como siguiente paso, monta el giratorio con la corona giratoria. El brazo giratorio de la grúa es una forma determinada de palanca. ¿Cómo la grúa se mantiene entonces en equilibrio? ¿Cómo se estabiliza el brazo giratorio? Completa también estos datos en la tabla.**
- **¿Para qué sirve el carro del brazo giratorio? Desplázalo y observa qué ocurre con la altura del gancho.**



Para la elevación de cargas se tienen varios tipos de engranajes a disposición.

- Instala los posibles engranajes en tu modelo de grúa.
- Compara sus modos de trabajo.
- Anota los resultados en la tabla.



La coronación de tu modelo es la

- Desarrolla un polipasto para tu
 - ¿Qué debes tener en cuenta
- levantar y bajar cargas pesadas?

aplicación de un polipasto.

modelo de grúa.

si ahora tu grúa también puede

Subunidad	Ventajas / Particularidades	Posibilidades de aplicación	Componentes
Mecánica			
Estática			
Palancas			