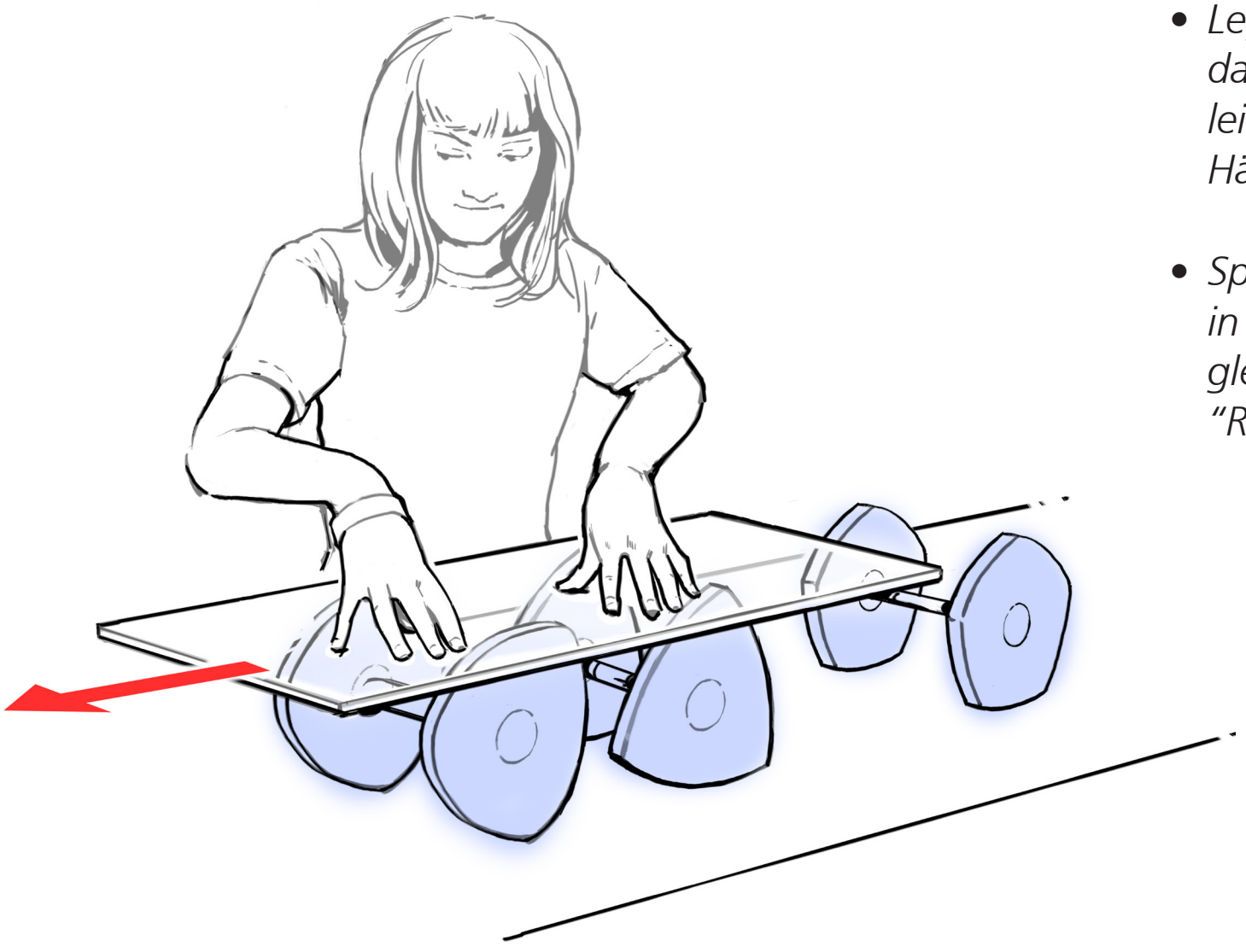
Gleichdicks

Scheibenförmige Körper, die an allen Stellen den gleichen Durchmesser haben, nennt man „Gleichdicks“.



Was tun und beachten:

- *Richten Sie die Achsen von zwei, höchstens drei “Wägelchen” in nicht zu grossem Abstand parallel aus.*
- *Legen Sie die durchsichtige Platte darauf und bringen Sie sie durch leichtes Anschieben mit beiden Händen in Fahrt.*
- *Spüren Sie, dass die Platte immer in der gleichen Höhe bleibt, obgleich sich die doch unrunden “Räder” drehen?*

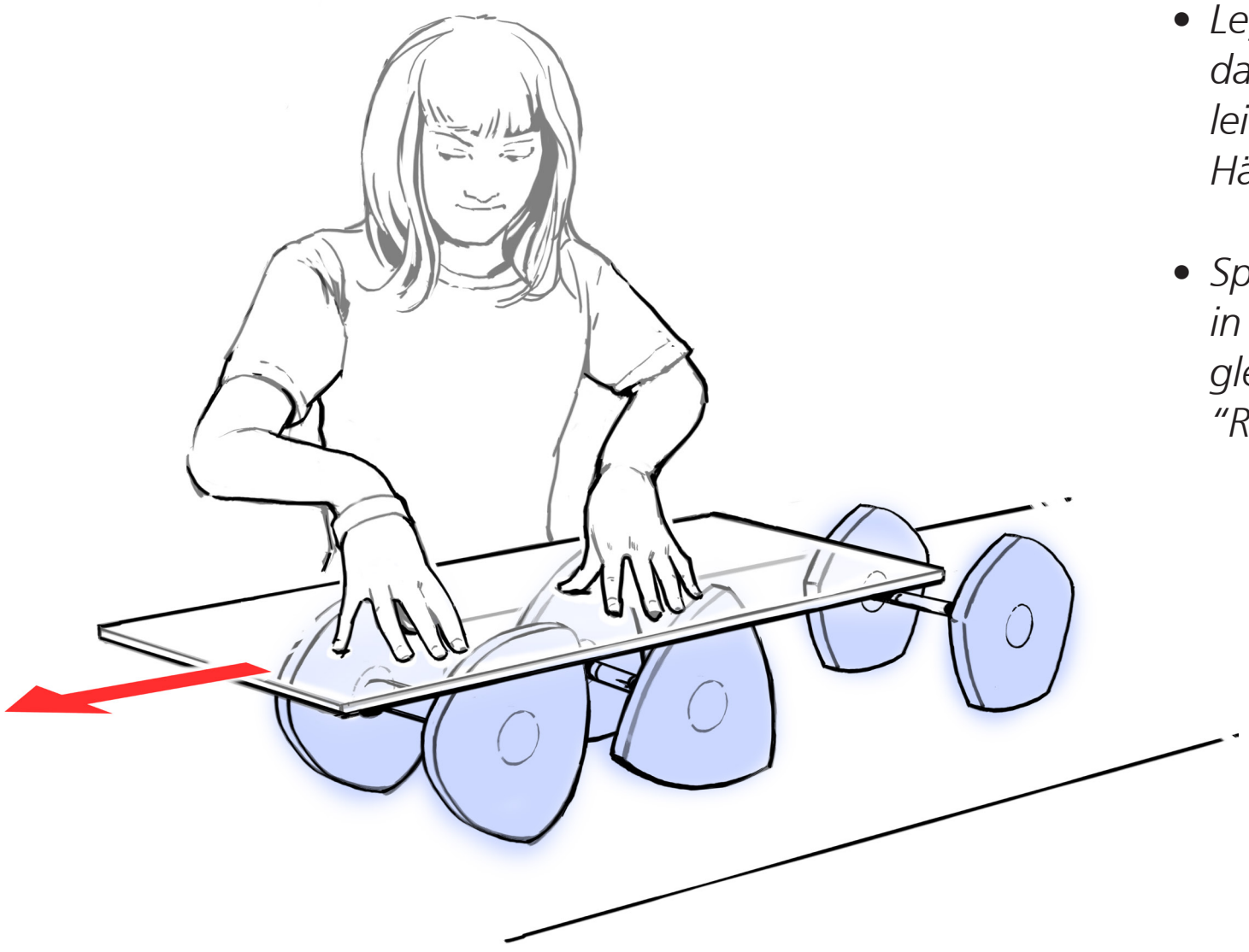
Wer mehr wissen möchte:

lesen Sie den Zusatztext

Nach Franz Reuleaux (1829 - 1905) / Umsetzung: Technorama
“Gleichdicks_DEFI.indd”; Nr. 10161

Gleichdicks

Scheibenförmige Körper, die an allen Stellen den gleichen Durchmesser haben, nennt man „Gleichdicks“.



Was tun und beachten:

- *Richten Sie die Achsen von zwei, höchstens drei “Wägelchen” in nicht zu grossem Abstand parallel aus.*
- *Legen Sie die durchsichtige Platte darauf und bringen Sie sie durch leichtes Anschieben mit beiden Händen in Fahrt.*
- *Spüren Sie, dass die Platte immer in der gleichen Höhe bleibt, obgleich sich die doch unrunden “Räder” drehen?*

Wer mehr wissen möchte:

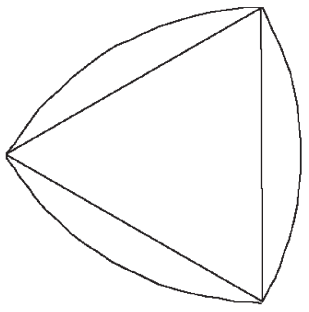
Nach Franz Reuleaux (1829 - 1905) / Umsetzung: Technorama
“Gleichdicks_DEFI.indd”; Nr. 10161

Gleichdicks

Wer mehr wissen möchte

Diese zunächst merkwürdige Eigenschaft ist natürlich beim Kreis gegeben. Es gibt aber beliebig viele solche Körper.

Im Prinzip setzen sich Gleichdicks immer aus mehreren (im Prinzip beliebig vielen) Kreissegmenten zusammen: Das einfachste Gleichdick konstruiert man mit einem gleichseitigen Dreieck als Grundform, in dem man auf die Seiten Bögen mit der Seitenlänge als Radius aufsetzt. Der Durchschnitt - also die gemeinschaftliche Fläche - der drei Kreise bildet das Gleichdick.



Dieses Gleichdick wird übrigens Reulaux-Dreieck genannt (nach dem deutschen Ingenieur Franz Reulaux, der bahnbrechende Arbeiten in der Getriebelehre leistete). Die Konstruktion ist übrigens bei den verschiedenen Gleichdicks immer sehr ähnlich:

Ausgangspunkt ist immer ein Vieleck mit einer ungeraden Anzahl von Seiten (ein Viereck geht also nicht). Über diesen Seiten spannt sich ein Kreisbogen. Die Kreisbögen ergeben dann die eine «Kurve konstanter Dicke», wie die Gleichdicks mathematisch korrekt bezeichnet werden. Der Kreis (als Vieleck mit unendlich vielen Seiten) ist dabei das Gleichdick mit der grössten, das Reuleaux-Dreieck das mit der kleinsten Fläche.

Reuleaux war offenbar durch das Problem von Knöpfen und Knopflöchern motiviert. Ein Knopf sollte ja möglichst unabhängig von der Richtung in der man ihn durch das Knopfloch schiebt gleich gut passen. „Es ist ein Fehler zu glauben, dass Knöpfe, um diese Bedingung zu erfüllen, zwangsläufig rund sein müssen“, bemerkte Reuleaux.

Es gibt auch Anwendungen von Gleichdicks: Neben dem Wankelmotor, dessen «Rotationskolben» ein Gleichdick ist, kann man mit Gleichdicks auch Material sparen. Münzen in Form eines Gleichdicks (wie z.B. die britischen 20- und 50-Pence Münzen) brauchen weniger Material und bereiten keine Probleme bei der Durchmesserbestimmung in Automaten.

Ein Gleichdick berührt übrigens alle vier Seiten eines passenden Quadrates - auch wenn man es dreht. Damit ist also auch ein Bohrer möglich, der (nahezu) quadratische Löcher bohrt!

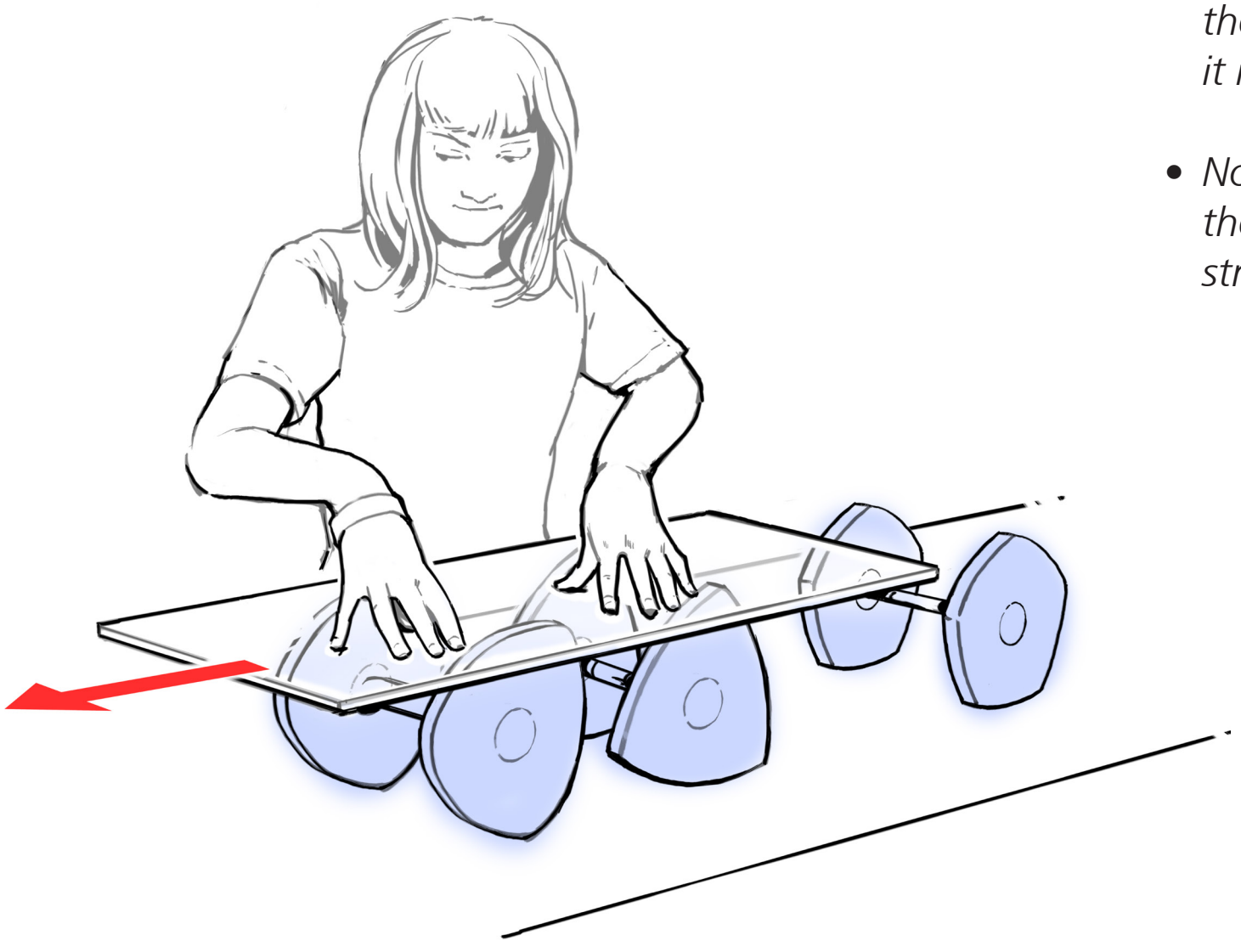
Als Räder für ein Fahrzeug taugen sie aber nur bedingt, da auch bei gleichem Durchmesser die Achse sehr wohl Auf- und Abbewegungen macht!

Was tun und beachten:

Nach Franz Reuleaux (1829 - 1905) / Umsetzung: Technorama
“Gleichdicks_DEFI.indd”; Nr. 10161

Weird Wheels

“Curves of constant width” will act as wheels!



To do and notice:

- *Arrange two or three of the pairs of weird wheels in line, axles parallel and not too far apart.*
- *Lay the transparent plate across them and use both hands to set it in motion.*
- *Notice that the plate travels at the same height despite the strange shapes of the wheels.*

Want to know more?

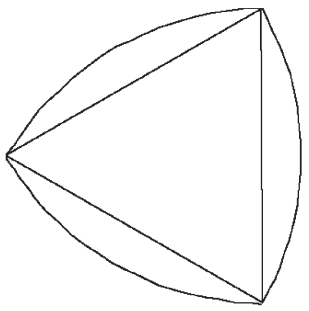
After Franz Reuleaux (1829 - 1905) / Construction: Technorama
“Gleichdicks_DEFI.indd”; Nr. 10161

Weird Wheels

Want to know more?

A circle is the most obvious “curve of constant width”, but there are any number of others!

If you fit any odd number of identical arcs of a circle together, each with its centre at the opposite “corner”, where two other arcs meet, then you have a shape with constant width. The simplest has three sections, and can be thought of as based on an equilateral triangle, the centre of each arc is the opposite vertex (corner) of the triangle.



This shape is usually called the Reuleaux triangle, after Franz Reuleaux (1829 – 1905), the German mechanical engineer who invented it. Reuleaux did important work, both theoretical and practical, in all aspects of machinery for coverting one sort of motion into another.

This “triangle” leads to an easy way of constructing any “curve of constant width”.

Start with a regular polygon with an odd number of sides, and replace each straight side with an arc of circle centred on the opposite vertex. So the simplest form is the Reuleaux “triangle” with three arcs, and the limiting form is the circle, which is what develops as the number of sides of the polygon increases without limit.

Reuleaux was apparently interested in the problem of buttons and buttonholes. A button should be able to pass easily through its buttonhole whatever its orientation. He remarked, ”It is a mistaken belief that in order for this to happen, the button has to be round”.

There are applications of these Reuleaux polygons. The British 20p and 50p coins are 7-sided Reuleaux polygons, which save metal and still fit coin-operated vending machines perfectly.

A Reuleaux triangle fits exactly into a square in any orientation, so that a drill bit of this shape will drill a square hole (very nearly)!

The Wankel engine uses a three-sided rotor which looks like a Reuleaux triangle, but is slightly flatter, designed to rotate in a specially shaped housing and satisfy the needs of a four-stroke engine cycle.

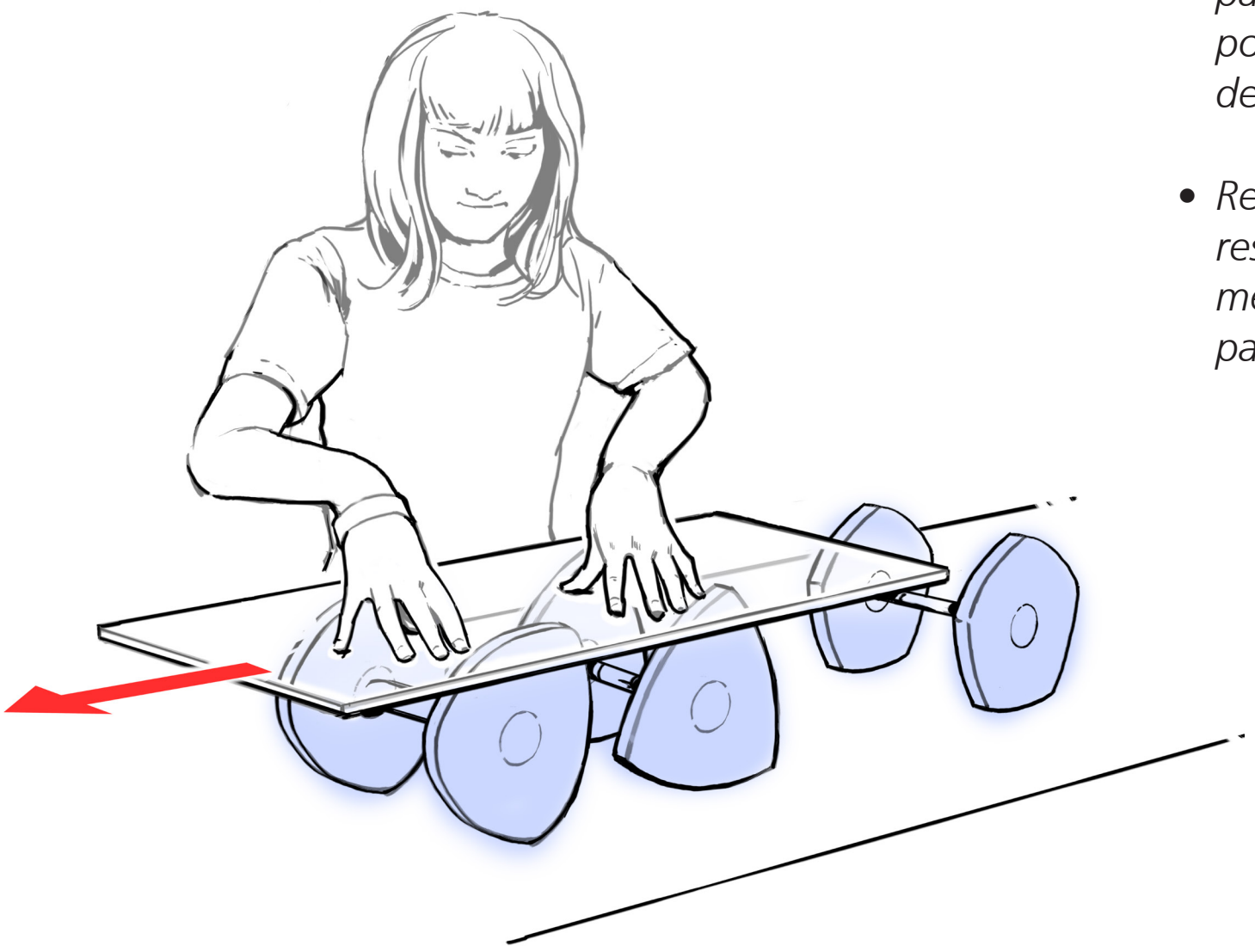
Weird wheels are no use for vehicles – the axles go up and down as they turn round.

To do and notice:

After Franz Reuleaux (1829 - 1905) / Construction: Technorama
“Gleichdicks_DEFI.indd”; Nr. 10161

Courbes de largeur constante

Des corps constitués de courbes planes fermées dont la largeur est la même quelle que soit l'orientation sont appelées «courbes de largeur constante».



A vous de jouer:

- *Orientez parallèlement les axes de maximum trois «chariots» pas trop éloignés les uns des autres.*
- *Posez dessus la plaque transparente et faites-les rouler en poussant légèrement avec les deux mains.*
- *Remarquez-vous que la plaque reste toujours à la même hauteur même si les «roues» irrégulières, pas rondes, tournent?*

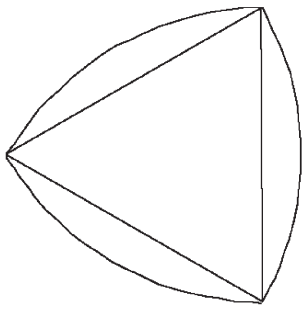
Pour en savoir plus:

D'après Franz Reuleaux (1829 - 1905) / Réalisation: Technorama
"Gleichdicks_DEFI.indd"; Nr. 10161

Courbes de largeur constante

Pour en savoir plus

Cette propriété à première vue très curieuse est évidemment présente pour des formes circulaires. Mais il y a infiniment d'autres corps qui exhibent cela. En fait, les courbes de largeur constante sont toujours composées de plusieurs segments circulaires (en principe, un nombre infini): on peut construire la courbe de largeur constante la plus simple en partant d'un triangle équilatéral comme forme de base et en posant des courbes - ayant comme rayon la langueur des bords du triangle - sur les côtés du triangle. L'intersection – donc la surface commune - des trois cercles forme la courbe de largeur constante.



D'ailleurs cette courbe de largeur constante est appelé un triangle de Reuleaux (d'après l'ingénieur allemand Franz Reuleaux qui a effectué des travaux très importants en génie mécanique). D'ailleurs la construction des différentes courbes de largeur constante est toujours très similaire:

Le point de départ est toujours un polygone avec un nombre impair de cotés (donc pas un rectangle). Au dessus de ces cotés se tend un arc circulaire. Les arcs circulaires donnent ensuite une courbe de largeur constante. Le cercle (un polygone avec un nombre infini de cotés) est ainsi la courbe de largeur constante avec la plus grande surface et le triangle de Reuleaux celle avec la plus petite surface.

Apparemment Reuleaux a été inspiré par le problème de boutons et des boutonnières. Un bouton devrait pouvoir passer également bien à travers la boutonnières indépendamment de la direction avec laquelle on l'introduit dans la boutonnière. «C'est une erreur de croire que le boutons doivent remplir la condition d'être forcément ronds» a remarqué Reuleaux.

Il y a aussi des applications de courbes de largeur constante: Le moteur Wankel dont le «piston rotatif» est une courbe de largeur constante économise du matériau. Des pièces de monnaie en forme d'une courbe de largeur constante (comme par exemple les pièces britanniques à 20 et à 50 pence) nécessitent moins de matériau et ne posent pas de problème de diamètre dans un automate.

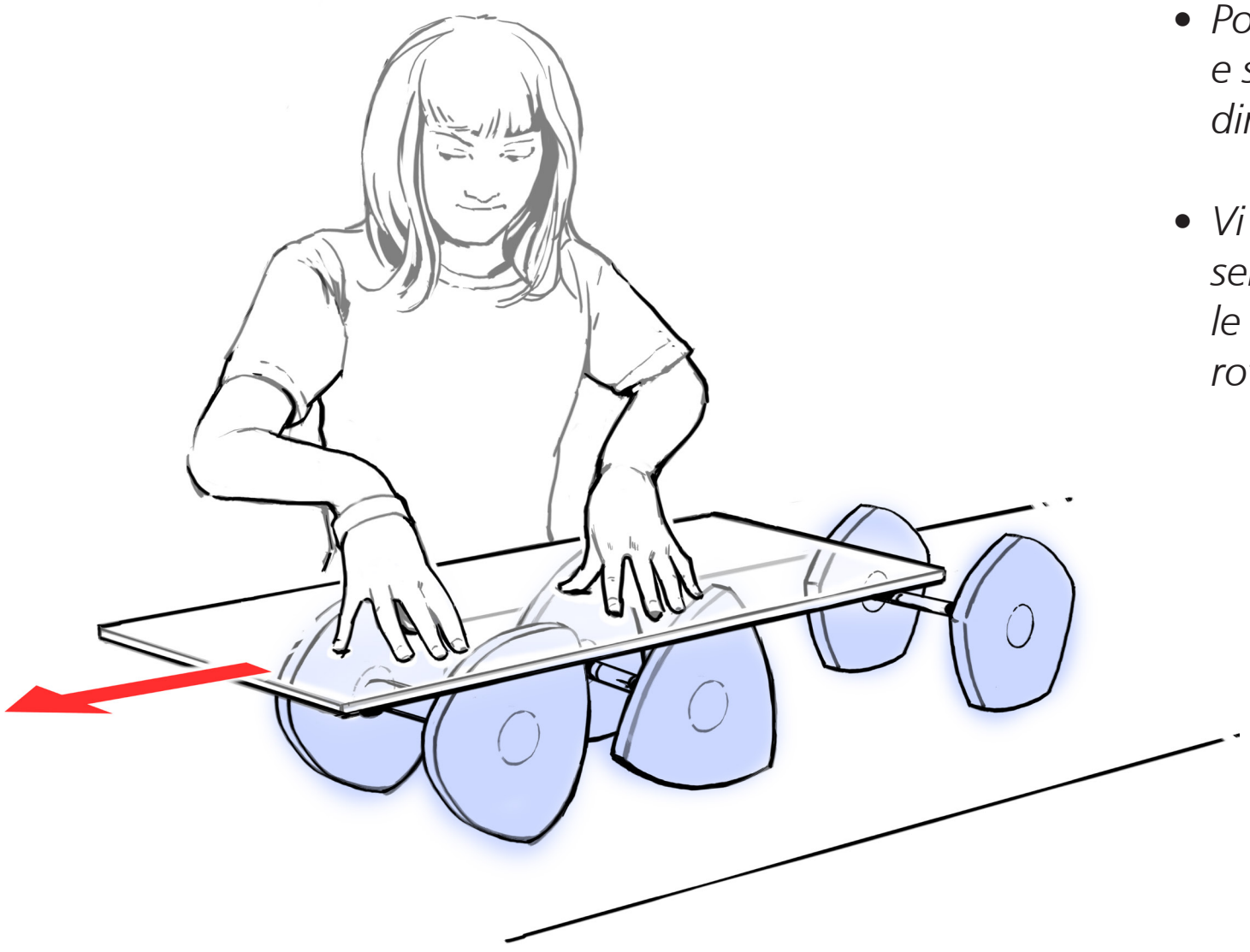
Une courbe de largeur constante touche d'ailleurs tous les quatre cotes d'un carré convenable – même si on le tourne. Donc il est possible pour une perceuse de percer de trous (presque) quadratiques!

A vous de jouer:

D'après Franz Reuleaux (1829 - 1905) / Réalisation: Technorama
"Gleichdicks_DEFI.indd"; Nr. 10161

Curve ad ampiezza costante

Tutti questi dischi hanno una particolarità: due punti opposti dei loro perimetri si trovano alla stessa distanza fra loro.



Che cosa fare:

- *Disponete parallelamente gli assi di due, al massimo tre „carretti“, a intervalli non troppo grandi fra loro.*
- *Posatelo sopra il piano trasparente e spingetelo dolcemente nella direzione di marcia.*
- *Vi accorgerete che il piano si trova sempre la stessa altezza, anche se le „ruote“ che girano non sono rotonde.*

Vuole saperne di più?

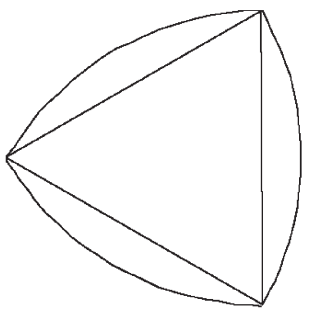
Da Franz Reuleaux (1829 - 1905) / Realizzazione: Technorama
“Gleichdicks_DEFI.indd”; Nr. 10161

Curve ad ampiezza costante

Vuole saperne di più?

Questa caratteristica, che può apparire bizzarra è in realtà naturalmente propria del cerchio. Ma esistono molti altri solidi che presentano curve ad ampiezza costante.

In linea di principio queste figure geometriche sono composte da un numero dispari a piacere di settori circolari. Quella più facile da costruire si ottiene partendo da un triangolo equilatero sui cui lati si sovrappongono degli archi di un cerchio che abbia per raggio il lato del triangolo. Il risultato è un triangolo ad ampiezza costante.



Il punto di partenza è sempre un poligono con un numero dispari di lati (per questo non esiste un quadrangolo a curvatura costante). Sui lati di questo poligono viene teso un arco. Gli archi formano una „curva ad ampiezza costante“, che è la corretta definizione matematica.

La circonferenza (che è poi un poligono con un numero infinito di lati) è la curva ad ampiezza costante che racchiude la massima superficie, mentre il triangolo di Reuleaux è la figura che comprende la minima superficie.

Evidentemente Reuleaux era stato indotto a occuparsi di queste figure da un problema di bottoni e di asole. Un bottone dovrebbe essere il più possibile indipendente dalla direzione in cui si cerca di infilarlo in un‘asola. „È un errore credere che i bottoni, per soddisfare questo requisito, debbano necessariamente essere rotondi“ osservava Reuleaux.

Esistono anche applicazioni delle curve ad ampiezza costante: oltre al motore Wankel, il cui rotore ha una sezione ad ampiezza costante, queste curve possono permettere di risparmiare materiale. Le monete a curvatura costante (per esempio quelle da 20 e 50 pence inglesi) richiedono meno materiale e presentano meno problemi al momento della misurazione del diametro nei distributori automatici.

Una curva ad ampiezza costante tocca tutti e quattro i lati di un quadrato in cui è inscritta, anche quando la si gira. Questo fa sì che sia possibile usare punte di trapano con curvatura ad ampiezza costante per praticare fori pressoché quadrati!

Come ruote per un veicolo sono solo limitatamente adatte, poiché pur avendo diametro costante, la mancanza di una posizione centrale per l‘asse rischia di provocare un continuo movimento sussultorio!

Che cosa fare:

Da Franz Reuleaux (1829 - 1905) / Realizzazione: Technorama
“Gleichdicks_DEFI.indd”; Nr. 10161