

PROFI Pneumatic II

- Begleitheft • Activity booklet • Manuel d'accompagnement
- Begeleidend boekje • Cuaderno adjunto • Folheto



fischertechnik®



(D) Seite 1 – 8

Profi Pneumatic II

Das Begleitheft zum Baukasten.

Für alle, die wissen wollen, „was dahinter steckt“.

(GB+USA) Page 9 – 16

Profi Pneumatic II

Activity Booklet for the Assembly Kit.

For everyone who wants to know “what’s behind it.”

(F) Page 17 – 24

Profi Pneumatic II

Le manuel d’accompagnement du jeu de construction.

Pour tous ceux qui veulent savoir « ce qu’il y a derrière ».

(NL) Pagina 25 – 32

Profi Pneumatic II

Begeleidend boekje bij de bouwdoos.

Voor iedereen die wil weten wat „erachter zit“.

(E) Página 33 – 40

Profi Pneumatic II

Cuaderno adjunto a la caja de construcción.

Para todos aquellos que quieren saber «qué hay detrás de las cosas».

(P) Página 41 – 48

Profi Pneumatic II

O auxiliar do kit.

Para todos osque querem saber «como a coisa funciona por dentro».

1. Ein wenig Geschichte	Seite 2
2. Einführung in die Pneumatik	Seite 2
2.1 Mit Luft Bewegungen erzeugen	Seite 2
2.2 Luft kann man zusammendrücken	Seite 3
2.3 Mehr Kraft durch mehr Druck	Seite 3
2.4 Das Rückschlagventil	Seite 3
2.5 Das Handventil	Seite 4
2.6 Der Kompressor	Seite 4
2.7 Mehr Kraft durch mehr Fläche	Seite 5
3. Pneumatische Funktionsmodelle	Seite 5
3.1 Katapult	Seite 5
3.2 Schiebetür	Seite 5
3.3 Drehtisch mit Presse	Seite 6
3.4 Linear-Vorschub	Seite 6
4. Pneumatische Spielmodelle	Seite 7
5. Noch mehr Pneumatik	Seite 7
6. Wenn etwas nicht richtig funktioniert	Seite 8

1. Ein wenig Geschichte

Schon seit Jahrtausenden verwendet der Mensch Luft als Hilfsmittel, beispielsweise um mit einem Blasebalg Feuer zu machen.

Der Grieche Ktesibios baute ca. 260 v. Chr. erste Druckluftgeschütze. Dabei benutzte er zusätzlich zu einer gespannten Sehne Luft, die in einem Zylinder zusammengepresst wurde, und vergrößerte so die Reichweite der Geschosse enorm. Kein Wunder also, dass das griechische Wort „pneuma“, was übersetzt „Luft“ bedeutet, dieser Technik, der „Pneumatik“, ihren Namen gegeben hat.

Mit Beginn der Industrialisierung wurden im 19. Jahrhundert druckluftbetriebene Geräte vor allem im Straßen- und Bergbau eingesetzt. Aus der modernen Industrie ist die Pneumatik nicht mehr wegzudenken. Überall findet man pneumatisch angetriebene Maschinen und Automaten, die z. B. verschiedene Einzelteile montieren, sortieren oder Waren verpacken.

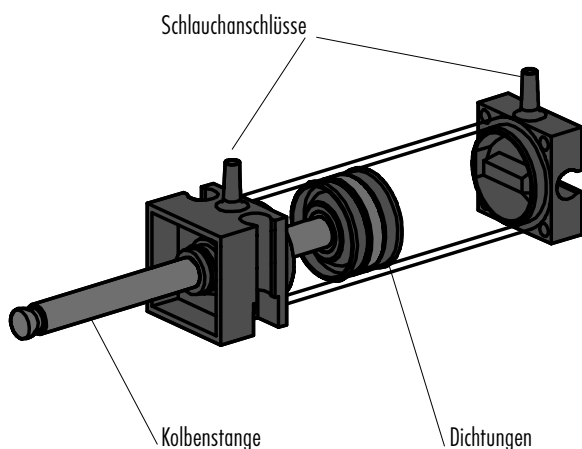
2. Einführung in die Pneumatik

Dass man mit Luft eine ganze Menge anstellen kann, hast du sicher auch schon mehrfach festgestellt. Luft kann z. B. ein Windrad antreiben, mit Luft kann man einen Luftballon aufblasen oder eine Kerze ausblasen.

In der Pneumatik geht es vor allem darum, mit Luft Bewegungen zu erzeugen und Kräfte zu übertragen. Mit unserem Baukasten Profi Pneumatic II wollen wir vor allem erläutern wie pneumatische Komponenten funktionieren. Dazu erklären wir dir Schritt für Schritt die einzelnen Bauteile und zeigen wie sie arbeiten. Außerdem sind im Baukasten zahlreiche Modellbeispiele enthalten, die darstellen wie Pneumatik eingesetzt werden kann.

2.1 Mit Luft Bewegungen erzeugen

Als Erstes erzeugen wir nun mit Luft eine Bewegung. Dazu verwenden wir einen sog. Pneumatikzylinder.

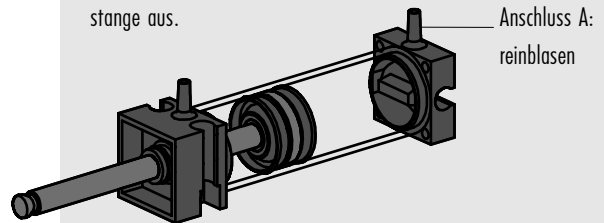


Im Baukasten sind zwei verschiedene Zylinder enthalten, ein kleinerer mit schwarzer Kolbenstange und ein größerer mit blauer Kolbenstange. Auf den Unterschied kommen wir später zu sprechen. Wir verwenden zuerst den mit der blauen Kolbenstange.

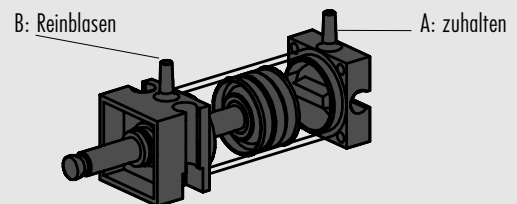
Die Kolbenstange ist beweglich und gegenüber der Zylinderwand abgedichtet. Bläst man durch einen der beiden Schlauchanschlüsse Luft in den Zylinder, bewegt sich die Kolbenstange. Der Anschluss, über den man die Kolbenstange ausfährt, wird mit „A“ bezeichnet, der Anschluss zum Einfahren mit „B“.

Versuch:

Befestige an dem Anschluss A ein Stück des blauen Schlauches und blase kräftig hinein. Wenn du genug Puste hast, fährt die Kolbenstange aus.



Blase jetzt Luft durch den Schlauchanschluss B und halte dabei den Anschluss A mit einem Finger zu.



Was passiert jetzt?

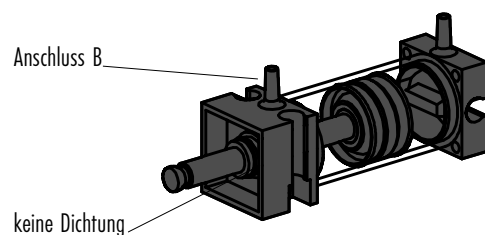
Richtig, es passiert gar nichts. Kannst du dir erklären warum das so ist?

Erklärung:

Die Luft im unteren Teil des Zylinders kann nicht entweichen. Deshalb bewegt sich die Kolbenstange nicht. Wenn du also Luft in den einen Anschluss bläst, muss der zweite Anschluss immer offen sein, nur dann bewegt sich die Kolbenstange. Man sagt, der zweite Anschluss muss „entlüftet“ sein.

Den Zylinder, den wir verwendet haben und dessen Kolbenstange mit Luft sowohl aus- als auch eingefahren werden kann, nennt man „doppelt wirkender Zylinder“.

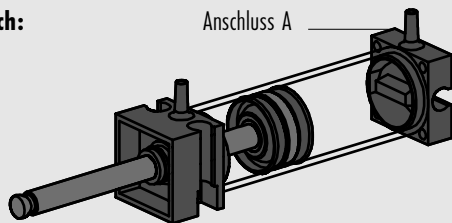
Es gibt auch „einfach wirkende Zylinder“. Deren Kolbenstange kann mit Luft nur in eine Richtung bewegt werden. Für die Bewegung in die andere Richtung verwendet man oft eine Feder. Der kleine Zylinder mit der schwarzen Kolbenstange ist ein einfach wirkender Zylinder. Er ist an der Stelle, wo die Kolbenstange aus dem Gehäuse heraus kommt, nicht abgedichtet.



Dort entweicht die Luft, wenn man durch den Anschluss B Luft in den Zylinder bläst. Dafür lässt sich seine Kolbenstange leichter bewegen als die blaue Stange. Wofür das gut ist, wirst du gleich erfahren.

2.2 Luft kann man zusammendrücken

Versuch:



Nimm noch einmal den Zylinder mit der blauen Kolbenstange und ziehe diese ganz heraus. Halte dann den Anschluss A zu und versuche die Kolbenstange hinein zu drücken. Was beobachtest du?

Beobachtung:

Die Kolbenstange lässt sich nur ein Stück weit hinein drücken. Lässt man sie los, federt sie wieder zurück.

Ergebnis:

Die Luft im Zylinder lässt sich zusammendrücken. Je mehr sie zusammengepresst wird, desto größer wird der Druck im Zylinder. Diesen Druck kann man auch messen und berechnen. Die Einheit für den Druck ist „bar“ oder „Pascal“

Die Formel zur Berechnung der Höhe des Drucks lautet

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}} \quad \text{oder kurz gesagt} \quad p = \frac{F}{A}$$

Die Höhe des Drucks hängt also davon ab, wieviel Kraft wir auf die runde Fläche im Inneren des Zylinders ausüben.

Hebebühne Versuch 2 (siehe Bauanleitung S. 7):

Verwende nun einen zweiten Zylinder mit blauer Kolbenstange, befestige ihn auf der Bauplatte neben der Hebebühne, fahre die Kolbenstange ganz aus und schließe am Anschluss A den Schlauch an, der zum Zylinder der Hebebühne führt

Drücke die Kolbenstange hinein. Was passiert? – Die Hebebühne geht nach oben. Ziehe die Kolbenstange wieder heraus und du wirst sehen, dass die Hebebühne sich wieder nach unten bewegt. So weit so gut.

Was passiert aber, wenn du auf die Hebebühne z. B. ein Buch legst und dann versuchst, es nach oben zu bewegen?

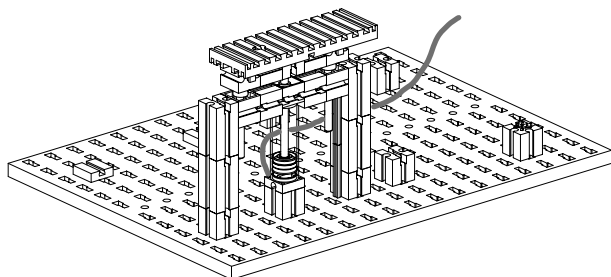
Du musst die Luft im Zylinder erst ein ganzes Stück zusammendrücken, bevor sich das Buch nach oben bewegt. Außerdem lässt sich die Hebebühne nicht mehr ganz ausfahren. Wie kommt das?

Um das schwere Buch nach oben zu heben, benötigt man mehr Kraft. Diese Kraft erreicht man nur, indem man den Druck in dem Zylinder der Hebebühne erhöht. Die zusammengedrückte Luft benötigt weniger Platz im Zylinder. Es ist dann nicht mehr genügend „zusammengedrückte Luft“ im Zylinder vorhanden um die Hebebühne ganz auszufahren. Wir müssten in der Lage sein mehr zusammengedrückte Luft in den Zylinder zu pumpen.

Dazu verwenden wir das sogenannte Rückschlagventil.

2.3 Mehr Kraft durch mehr Druck

Als nächstes wollen wir feststellen, welche Kräfte wir mit unserem Zylinder ausüben können. Baue dir dazu, wie in der Bauanleitung ab Seite 5 beschrieben, eine kleine Hebebühne auf.

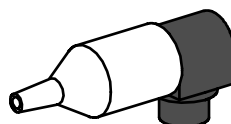


Mit diesem Modell führen wir nun einige Versuche durch:

Hebebühne Versuch 1 (siehe Bauanleitung S. 5):

Versuche zunächst die Hebebühne nach oben zu bewegen, indem du durch einen Schlauch Luft in den Zylinder pustest. Trotz größter Anstrengung wird das nicht funktionieren.

2.4 Das Rückschlagventil



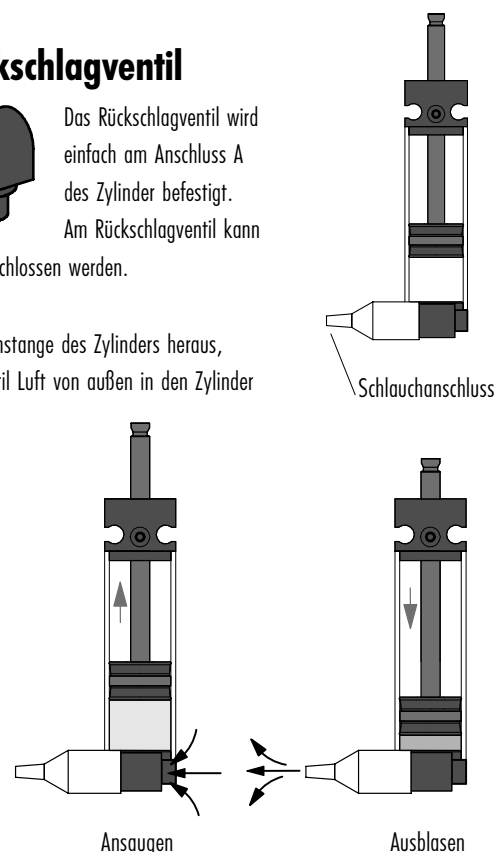
Das Rückschlagventil wird einfach am Anschluss A des Zylinders befestigt.

Am Rückschlagventil kann dann der Schlauch angeschlossen werden.

Zieht man nun die Kolbenstange des Zylinders heraus, saugt das Rückschlagventil Luft von außen in den Zylinder hinein. Schiebt

man die Kolbenstange wieder hinein, wird die Luft durch die zweite Öffnung im Rückschlagventil hinaus in den Schlauch gepumpt, während der erste Anschluss verschlossen bleibt. Wir haben uns jetzt

eine Luftpumpe gebaut, ähnlich wie du sie an deinem Fahrrad hast.



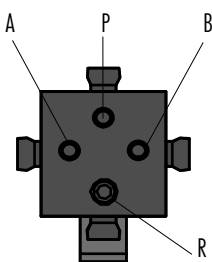
Hebebühne Versuch 3 (siehe Bauanleitung S. 7):

Schließe die Handpumpe nun an den Schlauch an, der zur Hebebühne führt. Damit kannst du jetzt so viel Luft in den Zylinder der Hebebühne pumpen, dass diese ganz ausfährt.

Jetzt haben wir nur noch ein Problem. Wenn wir die Hebebühne nach oben fahren wollen, muss die Luft durch den unteren Anschluss in den Zylinder gepumpt werden. Soll die Hebebühne wieder nach unten fahren, muss die Luft durch den oberen Anschluss geleitet werden. Natürlich ist es uns viel zu lästig, ständig den Schlauch umzustecken. Es gibt eine viel bessere Lösung.

2.5 Das Handventil

Dieses Ventil besitzt 4 Anschlüsse:

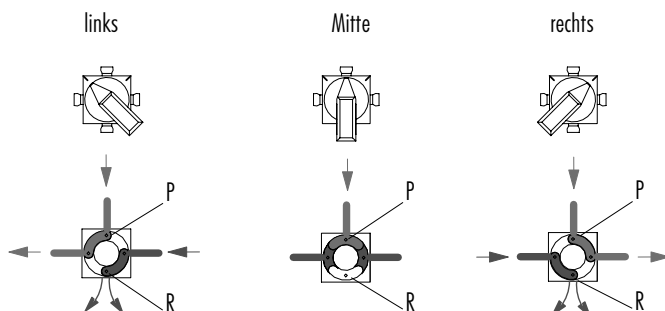


Der mittlere Anschluss ist die Zuleitung für die Druckluft (Anschluss „P“ genannt). Der linke und rechte Stutzen (A und B) sind für die Schläuche zum Zylinder. Der kurze Anschluss an der unteren Seite ist die Entlüftung „R“. Durch sie kann die Luft entweichen, die vom Zylinder zurückkommt (die sog. Abluft). Das Ventil besitzt drei Schaltstellungen (Mitte – links – rechts). Ein Ventil mit 4 Anschlüssen und drei Schaltstellungen nennt man in der Pneumatik 4/3-Wege-Ventil.

Hebebühne Versuch 4 (siehe Bauanleitung S. 8):

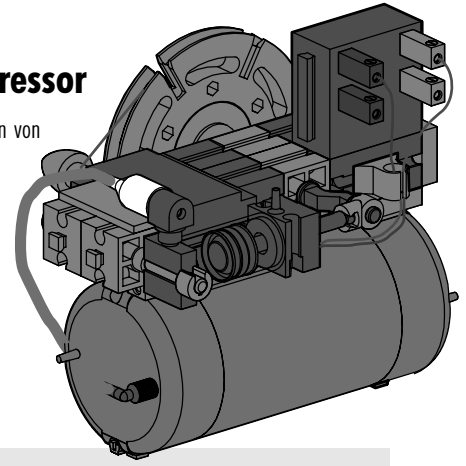
Schließe das Ventil wie in der Bauanleitung beschrieben an. Befindet sich der Schalter in Mittelstellung, sind alle Anschlüsse verschlossen, die Hebebühne bewegt sich nicht. Drehst du den Schalter des Ventils nach links und pumpst dann mit der Luftpumpe, fährt die Hebebühne nach oben. Drehst du den Schalter nach rechts, kannst du die Bühne wieder nach unten bewegen.

Wie die Luft in den verschiedenen Schaltstellungen durch das Ventil fließt, kannst du folgender Abbildung entnehmen:



2.6 Der Kompressor

Mit der Zeit ist das Pumpen von Hand natürlich ermüdend. Es gibt dafür eine viel elegantere Lösung: den Kompressor. Baue den Kompressor wie in der Bauanleitung auf S. 11 beschrieben.



Hebebühne Versuch 5 (siehe Bauanleitung S. 9):

Befestige den Kompressor nun auf der Grundplatte des Modells Hebebühne an den beiden dafür vorgesehenen roten Bausteinen. Danach schließt du den Kompressor anstatt der Handpumpe an die Hebebühne an.

Es ist wichtig, dass du als Stromversorgung eine 9V-Alkaline-Batterie verwendest. Ein „normaler“ 9V-Block gibt schon nach wenigen Minuten den Geist auf. Noch besser eignet sich natürlich das fischertechnik Accu Set (Art.-Nr. 34969), das wesentlich mehr Leistung als der 9V-Block hat, viel länger hält und sich immer wieder aufladen lässt.

Nach dem Einschalten des Kompressors musst du ca. 15 Sekunden warten, bis der Luftspeicher gefüllt ist. Dann kannst du die Hebebühne rauf- und runterbewegen, ohne dass du ständig gleichzeitig von Hand pumpen musst.

Für den Kompressor verwenden wir als Pumpe den kleinen Pneumatikzylinder mit der schwarzen Kolbenstange. Die Kolbenstange dieses einfach wirkenden Zylinders lässt sich leichter bewegen als die des großen Zylinders und kann so über den fischertechnik-Motor angetrieben werden. Der Luftspeicher stellt sicher, dass immer genügend Druckluft zum Betätigen der Pneumatikzylinder vorhanden ist. Der vom Kompressor erzeugte Druck beträgt ca. 0,5 bar. Der Kolben des Kompressorzylinders muss sich stets leichtgängig bewegen lassen. Er kann bei Bedarf mit einem kleinen Tropfen säurefreiem Öl (z. B. Siliconöl) sparsam geschmiert werden. Wenn der Kompressor längere Zeit nicht benutzt wird, empfiehlt es sich, den Antriebsriemen zu entfernen, da dieser mit der Zeit ausleiert und dann durchrutschen kann.

Hebebühne Versuch 6 (siehe Bauanleitung S. 9):

Verwende den Kompressor ohne Luftspeicher. Dazu verlegst du einen 20cm langen Schlauch vom Rückschlagventil direkt zum Anschluss P des Handventils.

Was ändert sich beim Betrieb der Hebebühne?

Beobachtung:

Sowohl beim Ausfahren als auch beim Einfahren ruckelt die Hebebühne, weil die Pumpe stoßweise die Luft in das System pumpt. Der Luftspeicher gleicht diese Druckstöße aus. Deshalb ist die Bewegung mit Luftspeicher viel gleichmäßiger.

2.7 Mehr Kraft durch mehr Fläche

Aufgabe:

Versuche herauszufinden, mit welchem Gewicht du die Hebebühne belasten kannst, damit sie das Gewicht gerade noch anheben kann.

Wie kannst du noch schwerere Gewichte heben?

Hebebühne Versuch 7 (siehe Bauanleitung S. 10):

Zum Heben schwererer Gewichte verwendest du einen zweiten Pneumatikzylinder. Baue wie in der Bauanleitung gezeigt den zweiten Zylinder in die Hebebühne ein und schließe ihn gemäß dem dort abgebildeten Schlauchplan an.

Aufgabe:

Warum ist das Gewicht, das man anheben kann, etwa doppelt so hoch wie mit einem Zylinder?

Lösung:

Aus unserer Formel $p = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$ erhält man durch Umstellen die Formel $F = p \cdot A$

Die Kraft, die man ausüben kann, hängt also vom Druck ab und von der Fläche, auf die der Druck wirkt. Der Druck, den der Kompressor erzeugt, ist immer konstant. Verwenden wir zwei Zylinder anstatt einem Zylinder, ist die Fläche, auf die der Druck wirkt, doppelt so groß. Damit verdoppelt sich auch die Kraft, und damit das Gewicht das man anheben kann.

Zu kompliziert? Macht nichts, merk dir einfach, wenn die Kraft eines Zylinders nicht ausreicht, nimm einen zweiten dazu.

Damit sind wir am Ende unseres Einführungskapitels. Du siehst, die Pneumatik hat es ganz schön in sich. Sie ist aber auch unglaublich spannend. Deshalb wenden wir uns sofort den weiteren Modellen des Baukastens zu. Viel Spaß.

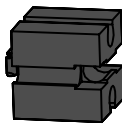
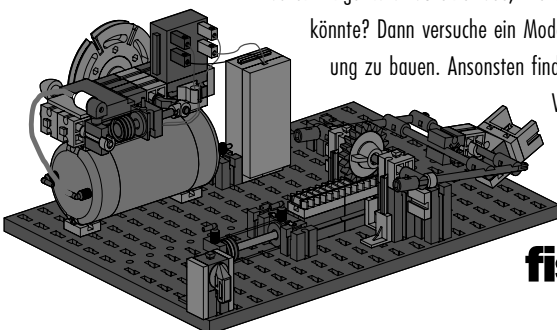
3. Pneumatische Funktionsmodelle

In diesem Kapitel wollen wir uns mit einigen Funktionen beschäftigen, die in der „richtigen Technik“ auch oft pneumatisch ausgeführt werden. Wir bauen uns dazu jeweils ein Modell, um besser zu verstehen wie alles funktioniert.

3.1 Katapult

Im ersten Kapitel wurde erwähnt, dass bereits der Grieche Ktesibios 260 v. Chr. erste Druckluftgeschütze baute. Was der konnte, können wir schon lange. Hast du eine Idee, wie es funktionieren könnte? Dann versuche ein Modell ohne Anleitung zu bauen. Ansonsten findest du unseren

Vorschlag in der Bauanleitung auf S. 13.



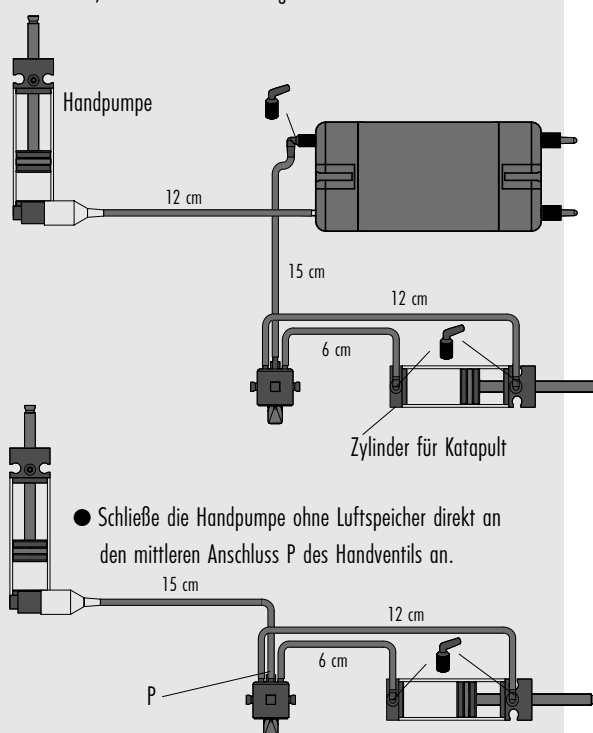
In unserem Modell wird die Druckluft über den Kompressor erzeugt. Bevor du das Katapult zum ersten Mal betätigst, musst du ca. 15 Sekunden warten, bis der Luftspeicher voll ist und du den vollen Druck zur Verfügung hast. Dann schieße einfach einen schwarzen Baustein 15 durch die Gegend.

Aufgabe:

Zwar funktioniert das Katapult hoffentlich gut, aber versuche nun, den Stein noch weiter zu befördern. Überlege, welche verschiedenen Möglichkeiten es gibt. Was funktioniert am Besten?

Möglichkeiten:

- Verwende anstatt des Kompressors die Handpumpe und pumpe damit den Luftspeicher voll. Öffne dann das Handventil und beobachte, wie weit der Stein fliegt.



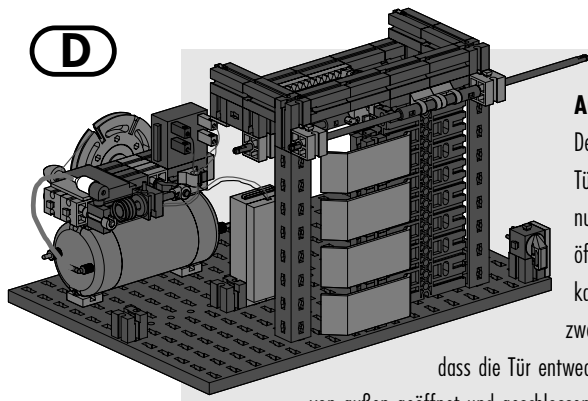
- Schließe die Handpumpe ohne Luftspeicher direkt an den mittleren Anschluss P des Handventils an.

Öffne das Ventil, so dass der Zylinder des Katapults ausfahren kann und drücke danach die Kolbenstange der Handpumpe so schnell du kannst nach unten.

Womit erzielst du das beste Ergebnis?

3.2 Schiebetür

Sicher bist du auch schon oft durch eine Schiebetür gegangen. Diese Türen werden entweder elektrisch oder pneumatisch betätigt. Die Türen bei Omnibussen werden z. B. häufig mit Druckluft geöffnet und geschlossen. Man hört dann das typische Zischen wenn die Druckluft entweicht. Baue dir nun auch eine solche Schiebetür, die zunächst über ein Ventil geöffnet und geschlossen wird. Die Anleitung dafür findest du auf S. 17 des Bauanleitungsheftes.

D**Aufgabe:**

Der Nachteil unserer Tür ist, dass man sie nur von einer Seite öffnen und schließen kann. Baue nun ein zweites Ventil so ein,

dass die Tür entweder von innen oder von außen geöffnet und geschlossen werden kann.

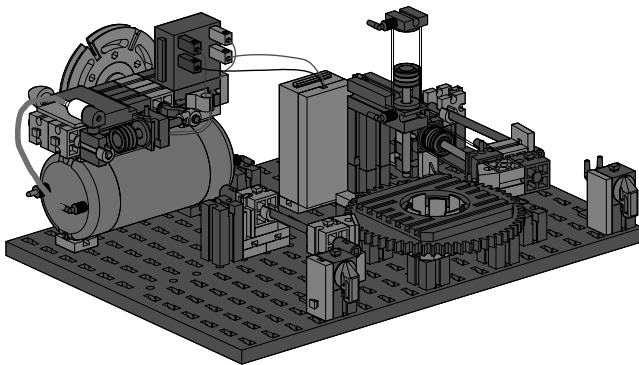
Lösung:

Siehe Bauanleitung S. 21

Dabei musst du beachten, dass jedes Ventil nach dem Betätigen wieder in die Mittelstellung zurückgestellt wird. Sonst kann die Tür über das zweite Ventil nicht betätigt werden.

3.3 Drehtisch mit Presse

Maschinen, mit denen man in Fabriken Teile fertigt oder montiert, werden sehr häufig pneumatisch angetrieben. Unsere Maschine besteht aus einem Drehtisch und einer Presse. Baue das Modell wie in der Bauanleitung auf S. 22. beschrieben auf.



Jede der beiden Funktionen wird mit einem eigenen Ventil betätigt. Der Drehtisch ist so konstruiert, dass er bei jedem Ausfahren des Zylinders einen Schritt weitertaktet ohne sich beim Einfahren des Zylinders wieder zurück zu drehen.

Versuch:

Die beiden Funktionen „Drehen“ und „Pressen“ sollen nacheinander ausgeführt werden. Wieviele Teile kannst du in einer Minute bearbeiten? Betätige die Ventile nacheinander und stoppe die Zeit.

Schaffst du es so schnell zu sein, dass dem Kompressor „die Puste ausgeht“, d.h. er nicht genug Luft produzieren kann, um in dieser Geschwindigkeit die Zylinder zu betätigen?

Aufgabe:

In der Realität werden ja solche Anlagen nicht von Hand gesteuert. Wie steuert man solche Anlagen automatisch?

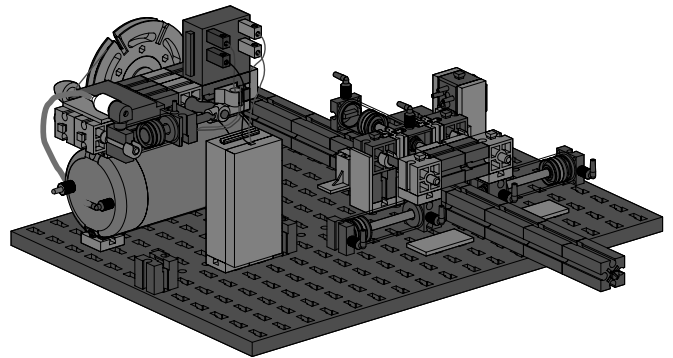
Lösung:

Anstatt der Handventile werden Ventile benutzt, die über einen elektrischen Impuls geöffnet und geschlossen werden können. Diese erhalten Ihre Impulse von einer programmierbaren Steuerung, **SPS** genannt (**Speicher-Programmierbare Steuerung**). Der Programmierer gibt ein, in welcher Reihenfolge die Ventile betätigt werden sollen, speichert das Ganze ab, und schon funktioniert die Anlage, ohne dass jemand ständig die Ventile öffnen und schließen muss.

Wie man solche Anlagen mit Fischertechnik automatisieren kann, behandeln wir im Kapitel 5.

3.4 Linear-Vorschub

Beim vorigen Modell wurde der Drehtisch beim Betätigen des Ventils jeweils um einen Schritt weiter getaktet. Es besteht auch die Möglichkeit, eine geradlinige Bewegung schrittweise weiter zu takteten. Baue das Modell „Linear-Vorschub“, siehe Bauanleitung S.26.



Du siehst, dass dieser lineare Vorschub viel aufwendiger zu realisieren ist als der Drehtisch. Wir benötigen nun drei Pneumatik-Zylinder.

Aufgabe:

Kannst du dir vorstellen, wo so ein Vorschub in der Realität eingesetzt wird?

Lösung:

Z. B. in Sägewerken zum Transport von Baumstämmen, die auf eine bestimmte Länge abgesägt werden.

Selbstverständlich würde man in echten Anlagen die Funktion auch automatisieren. Um zu verstehen wie das Prinzip funktioniert, reicht unsere manuelle Bedienung aber völlig aus.

4. Pneumatische Spielmodelle

Der Baukasten Profi Pneumatic enthält neben den Funktionsmodellen, mit denen wir uns im 3. Kapitel beschäftigt haben, vier weitere Modelle mit spannenden Spielfunktionen. Es handelt sich um die Modelle Rohrleger, Schneepflug, Schaufellader und Bagger. Funktionen, wie sie in diesen Modellen vorkommen, werden in der Realität nicht pneumatisch sondern mit Hydraulik ausgeführt. In der Hydraulik verwendet man Öl anstatt Luft um die Zylinder zu bewegen. Im Gegensatz zu Luft lässt sich Öl nicht zusammendrücken. Dadurch kann man mit Hydraulik wesentlich höhere Kräfte übertragen als mit Luft.

Für unsere Spielmodelle reicht die Kraft der Pneumatik völlig aus. Außerdem kannst du dir vielleicht vorstellen, dass man mit Öl beim Spielen eine ordentliche Schweinerei anrichten könnte, besonders wenn es z. B. auf den Teppichboden gelangt. Würde man anstatt Öl Wasser verwenden, bestünde die Gefahr, dass die Zylinder verkalken. Der Gebrauch von destilliertem Wasser ist auch nicht zu empfehlen, da dies beim Verschlucken Gesundheits-schäden nach sich ziehen würde. Bleiben wir also lieber bei der Druckluft und freuen uns darüber, wie der Kompressor rattert und es beim Betätigen der Ventile zischt, wenn die Abluft aus den Zylindern entweicht. Diese Modelle lassen sich natürlich ideal mit anderen Baukästen kombinieren, so z. B. kannst du mit dem Pneumatikbagger prima den Kipper aus Cars & Trucks beladen, oder mit dem Tieflader aus Super Trucks kannst du Rohre transportieren, die mit einem der Hafenkräne entladen und dann mit dem pneumatischen Rohrleger verlegt werden. Viel Spaß beim Bauen und Spielen.

5. Noch mehr Pneumatik

Das faszinierende Thema Pneumatik ist mit diesem Baukasten Profi Pneumatik noch nicht zu Ende. Wenn du jetzt Lust dazu bekommen hast, die pneumatischen Modelle auch noch zu automatisieren, dann ist der Baukasten Pneumatic Robots Art.-Nr. 34948 genau das Richtige. Dort werden die Modelle nicht mehr mit Handventilen gesteuert, sondern mit elektromagnetischen Ventilen, die an das Intelligent Interface angeschlossen werden. Mit der Software LLWin kann man diese Modelle dann über den PC programmieren und steuern. Das ist Technik vom Feinsten. Die Bauteile aus dem Profi Pneumatic Baukasten kannst du natürlich mit verwenden und die Modelle erweitern und ausbauen. Du kannst dir z. B. auch einen „doppelten Kompressor“ mit zwei Motoren und zwei Luftspeichern bauen, der die doppelte Luftmenge produzieren kann. Das eröffnet Möglichkeiten ohne Ende.

Falls du dich noch genauer über das Thema Pneumatik informieren willst, können wir das Buch „Faszination Pneumatik“ empfehlen. Es ist beim Vogel-Verlag erschienen und im Buchhandel erhältlich (ISBN 3-8023-1886-2). Es gewährt auf ca. 200 Seiten einen umfassenden Einblick in die Welt der Pneumatik, ihre Geschichte, zahlreiche Anwendungen und Entwicklungen.

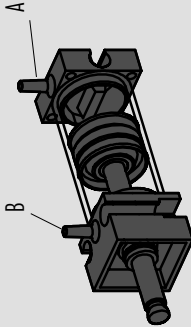
Vielleicht begegnet dir die Pneumatik wieder einmal während der Ausbildung oder im Beruf. Dann wirst du feststellen, dass die „echte Pneumatik“ im Prinzip genauso funktioniert wie im fischertechnik-Baukasten und dass dir dieses Thema längst vertraut ist.

Hinweise:

- Besonders beim Bagger ist es wichtig, dass du nach dem Einschalten des Kompressors ca. 15 Sekunden wartest, bis der Luftspeicher ganz gefüllt ist und der volle Druck zum Heben des Baggerarms zur Verfügung steht. Sonst bewegt er sich womöglich nicht. Wenn du mehrere Funktionen mehrmals nacheinander ausgeführt hast, solltest du dem Kompressor auch wieder eine Pause gönnen, damit der Luftspeicher wieder gefüllt werden kann.
- Wenn du diese Modelle längere Zeit in Betrieb hast, lohnt es sich auf jeden Fall, als Stromversorgung anstatt des 9V-Blocks das Accu Set Art.-Nr. 34969 zu verwenden. Der Accu Pack hält wesentlich länger als ein 9V-Block und kann immer wieder aufgeladen werden. Der Einbau in die Modelle ist problemlos möglich.

6. Wenn etwas nicht richtig funktioniert

Was gibt es Schlimmeres als ein Modell, das fertig gebaut und angeschlossen wurde und dann nicht funktioniert? Deshalb wollen wir dir an dieser Stelle ein paar Tipps geben, woran das im Einzelfall liegen könnte und wie du den Fehler beheben kannst.

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Der Kompressor läuft nur sehr langsam. Der Motor bleibt stehen, sobald Druck erzeugt werden soll.	Es wurde keine Alkaline Batterie verwendet. Der Kompressorzylinder ist trockengelassen und lässt sich auch mit der Hand nur schwer bewegen. In diesem Fall ist im Zylinderrohr deutlicher Abrieb zu erkennen.	9V-Block-Alkaline-Batterie verwenden oder fischertechnik Accu Set Art.-Nr. 34969 Falls die Dichtung im Kolben noch nicht ungeknickt ist, Zylinder mit einem kleinen Tropfen säurefreien Öl schmieren. Ansonsten verschlissenen Zylinder austauschen.
Motor des Kompressors läuft, das Schwungrad bewegt sich nicht.	Der Gummiring ist ausgeleiert oder fettig und rutscht durch.	Gummiring und Adapterspitze am Motor mit etwas Wasser und Seife reinigen. Eventuell verschlissenen Gummiring austauschen.
Kompressor läuft scheinbar normal, der angesteuerte Pneumatikzylinder bewegt sich nur sehr langsam oder gar nicht.	Luftspeicher leer Kompressor baut keinen oder zu wenig Druck auf. Prüfung: Am Luftspeicher alle Ausgänge verschließen, Luftspeicher mit Druckluft füllen (ca. 15 sec.). Öffnet man einen Stutzen, muss ein lautes Zischen zu hören sein. Zischt es nur ganz leicht oder gar nicht, ist zu wenig Druck vorhanden. Mögliche Ursachen für defekten Kompressor: Luftspeicher undicht. Prüfung: wie oben mit Druckluft füllen und ins Wasser halten. Steigen Blasen auf, ist er undicht. Rückschlagventil defekt. Prüfung: Mit Handpumpe (siehe S. 11 in einen Zylinder mit 5-6 Stößen Luft hinein pumpen. Durch Prüfen im Wasser sicherstellen, dass der vollgepumpte Zylinder dicht ist (keine Luftblasen sichtbar). Lässt sich die Kolbenstange des vollgepumpten Zylinders leicht wieder zurückschieben, oder fährt sie erst gar nicht richtig aus, ist das Rückschlagventil defekt.  Kompressorzylinder undicht. Prüfung: Über Handpumpe (siehe S. 3) den Kompressorzylinder am Anschluss A mit Druck beaufschlagen und ins Wasser halten. Steigen Blasen auf, ist der Zylinder undicht. Achtung: Prüft man am Anschluss B, steigen immer Blasen auf. Handventil undicht. Prüfung: Ventil in Mittelstellung bringen. Nacheinander alle 3 Anschlüsse mit Druck beaufschlagen und ins Wasser halten. Steigen viele Blasen auf, ist das Ventil undicht. Pneumatikzylinder undicht. Prüfung: Beide Anschlüsse nacheinander mit Druck beaufschlagen und ins Wasser halten. Steigen viele Blasen auf, ist der Zylinder undicht.	Alle Ventile in Mittelstellung bringen und ca. 15 Sekunden warten, bis der Luftspeicher gefüllt ist Mögliche Ursachen für defekten Kompressor überprüfen Luftspeicher austauschen Rückschlagventil austauschen Kompressorzylinder austauschen Handventil austauschen Pneumatikzylinder austauschen
Kompressor und alle Zylinder in Ordnung. Trotzdem fährt einer der Zylinder nicht aus	Schlauch an einer Stelle verstopft. Prüfung: Jeden Schlauch einzeln an Kompressor anschließen. Ob Luft durchgeht, kann man hören und fühlen.	Gegebenenfalls verstopften Schlauch austauschen

1. A bit of history	Page 10
2. Introduction to pneumatics	Page 10
2.1 Generating motion with air	Page 10
2.2 You can compress air	Page 11
2.3 More power through more pressure	Page 11
2.4 The check valve	Page 11
2.5 The hand valve	Page 12
2.6 The compressor	Page 12
2.7 More power through more surface area	Page 13
3. Pneumatic functional models	Page 13
3.1 Catapult	Page 13
3.2 Sliding door	Page 13
3.3 Turntable with press	Page 14
3.4 Linear feed	Page 15
4. Pneumatic play models	Page 15
5. Even more pneumatics	Page 15
6. If something does not function properly	Page 16

1. A bit of history

For thousands of years man has utilized air as a helpful resource, for instance in order to make a fire with a bellows.

The Greek Ctesibios built the first compressed air cannons about 260 B.C. While doing so, he used air which had been compressed into a cylinder in addition to taut strings, and he was thus able to enormously extend the range of the cannon. Therefore it's no wonder that the Greek word "pneuma" – which translates into English as "air" – has lent its name to this technique: "Pneumatics".

Compressed air-driven devices were utilized – above all in the construction of roads and mining – with the beginning of the industrialization in the 19th century. Modern industry would be hard to image without pneumatics. One finds pneumatically-driven machines and automatic machines everywhere; for instance, they sort and mount various individual components or package commodities.

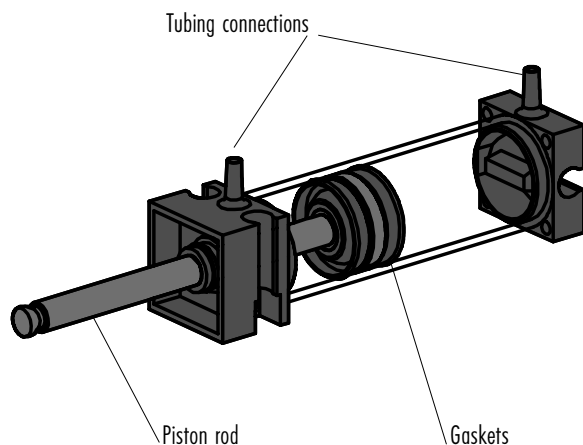
2. Introduction to pneumatics

Certainly you have also noticed time and again that one can do quite a bit with air. For instance, air can propel a windmill; with air one can inflate a balloon or blow out a candle.

In the science of pneumatics it especially concerns generation motion with air and transferring forces. With our Profi Pneumatic II construction kit we especially would like to explain how pneumatic components function. And for that purpose we will explain to you – step for step – the individual components, and we will also illustrate how they function. In addition, numerous examples of models are included in the construction kit, and they explain how pneumatics are able to be utilized.

2.1 Generating motion with air

First of all, we will now generate a motion with air. And for this purpose we will utilize a so-called pneumatic cylinder.

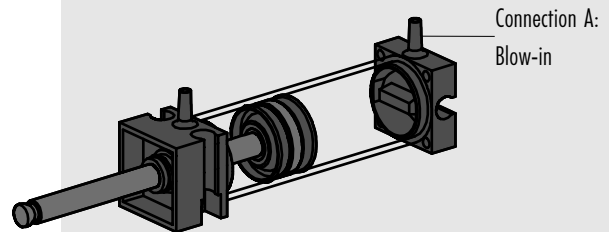


Two different cylinders are included in the construction kit: A smaller cylinder with a black piston rod, and a larger one with a blue piston rod. We will speak about the difference later. We will utilize the cylinder with the blue piston rod to start with.

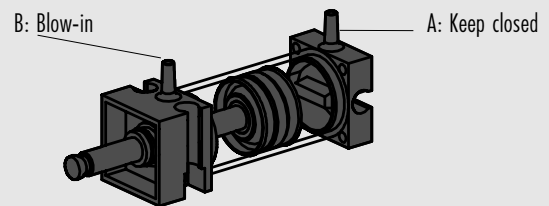
The piston rod is mobile, and sealed with respect to the cylinder wall. The piston rod moves if one blows air into the cylinder through one of the two tubing connections. The connection through which the piston rod travel is marked with "A", while the connection for retraction is marked with "B".

Experiment:

Attach a piece of the blue tubing to Connection A, and blow strongly into it. If you have enough breath, the piston rod will travel through.



Now, blow air through the tubing Connection B, and keep Connection A closed with one finger at the same time.



What happens now?

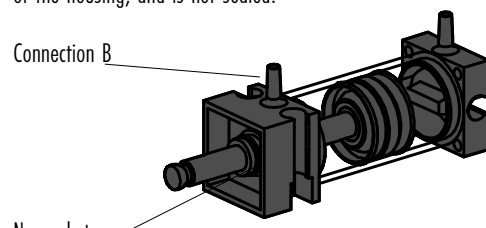
Right, nothing happens. Can you explain to yourself why this is so?

Explanation:

The air in the power part of the cylinder is not able to escape. That's why the piston rod does not move. And so when you blow air into the first connection, the second connection always has to be open – only then is the piston rod able to move. One says that the second connection has to be "de-aerated".

The cylinders which we have utilized, and in which the piston rod can be moved as well as filled with air, are called "double-acting cylinders".

There are also "single-acting", or "unidirectional cylinders". Their piston rod can only be moved in one direction with air. One often utilizes a spring for the motion in the other direction. The small cylinder with the black piston rod is a unidirectional cylinder. It is located where the piston rod comes out of the housing, and is not sealed.

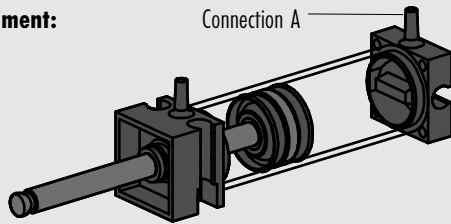


No gasket

Here the air escapes if one blows air into the cylinder through Connection B. That's why its piston rod is able to be moved easier than the blue rod. You will soon learn what this is good for.

2.2 You can compress air

Experiment:



Once again, take the cylinder with the blue piston rod, and pull this completely out. Keep Connection A closed, and try to push the piston rod through. What did you observe?

Observation:

The piston rod is only able to be pushed in a short distance. If you let go, it springs back.

Answer:

The air in the cylinder is able to be compressed. The more it is pressed together, the larger the pressure in the cylinder is. You can also measure and calculate this pressure. The unit for pressure is called "bar" or "Pascal".

The formula for calculating the amount of pressure is:

$$\text{Pressure} = \frac{\text{Force}}{\text{Area}} \quad \text{or, in short:} \quad p = \frac{F}{A}$$

Therefore, the amount of pressure depends on how much force we exert on the round area in the inside of the cylinder.

Lifting Platform Experiment 2 (see Construction Manual p. 7):

Now, utilize a second cylinder with blue piston rod, attach it to the building board next to the lifting platform; extract the piston rod completely, and connect the tube to Connection A, which leads to the lifting platform's cylinder.

Push the piston rod through. What happens? — The lifting platform moves upward. Pull the piston rod out again, and you will see that the lifting platform moves downward again. So far so good.

But what happens, for instance, if you place a book on the lifting platform, and then try to lift it upward?

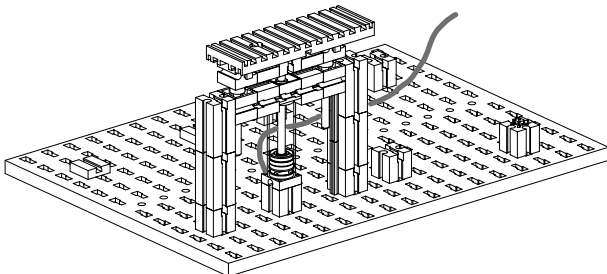
First, you have to compress the air in the cylinder quite a bit before the book moves upward. In addition, the lifting platform is no longer able to be completely extracted. How does that come about?

More force is required in order to lift the heavy book upward. You can only obtain this force by increasing the pressure in the lifting platform's cylinder. The compressed air requires less space in the cylinder. Thus said, there is no longer enough "compressed air" available in the cylinder in order to completely extend the lifting platform. We must be able to pump more compressed air into the cylinder.

And for this purpose we will utilize the so-called check valve.

2.3 More power through more pressure

Next, we want to determine which forces we are able to exert with our cylinder. For this purpose you will construct a small lifting platform — as is described in the Construction Manual starting on page 5.

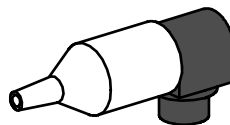


Now we will conduct a few experiments with this model:

Lifting Platform Experiment 1 (see Construction Manual p. 5):

First of all, try to move the lifting platform upward by breathing air into the cylinders through a tube. Despite maximum effort this will not function.

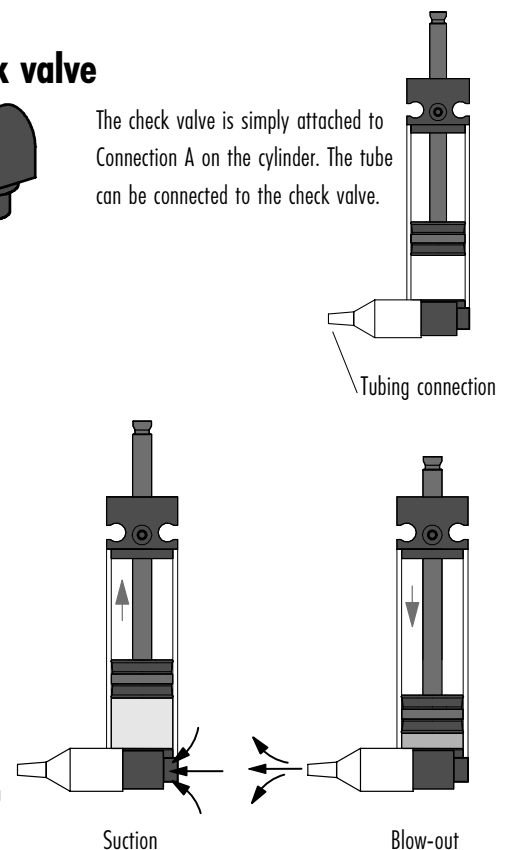
2.4 The check valve



The check valve is simply attached to Connection A on the cylinder. The tube can be connected to the check valve.

Now, if you extract the piston rod from the cylinder, the check valve sucks outside air into the cylinder.

If you push the piston rod further inward, the air is pumped out into the tube through the second opening in the check valve, while the first connection remains closed. Now we have constructed an air pump similar to that which you have on your bicycle.



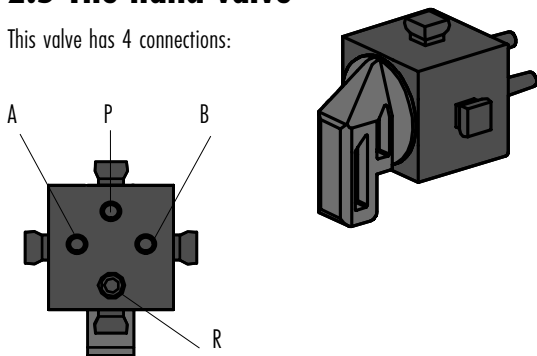
Lifting Platform Experiment 3 (see Construction Manual p. 7):

Now connect the hand pump to the tube which leads to the lifting platform. As a result, now you can pump so much air into the lifting platform's cylinder that this (cylinder) is completely extended.

Now we have only one problem. If we want to lift the lifting platform upward, the air has to be pumped into the cylinder through the lower connection. If the lifting platform is to be lowered again, the air has to be directed through the upper connection. Of course, it is much too troublesome to constantly change and reconnect the tube. There is a much better solution.

2.5 The hand valve

This valve has 4 connections:



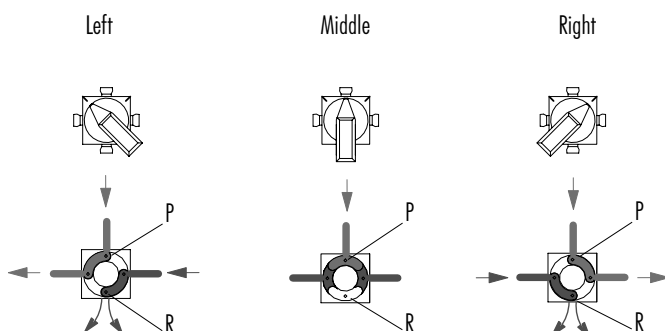
The middle connection (called Connection "P") is the supply for the compressed air. The left and right connection pieces (A and B) are for the tubes to the cylinder. The short connection on the lower side is the deaeration ("R"). This enables the air to escape, which comes back from the cylinder (the so-called "exhaust" or "outgoing" air). The valve has three switch positions (middle – left – right). In the science of pneumatics, a valve with 4 connections and three switch positions is called a 4/3-way valve.

Lifting Platform Experiment 4 (see Construction Manual p. 8):

Close the valve as described in the Construction Manual.

If the switch is in the middle position, all connections are closed, and the lifting platform does not move. If you turn the valve switch to the left, and then pump with the air pump, the lifting platform lifts upward. If you turn the switch to the right, you can move the platform downward again.

The following figures explain how the air flows into the different switch positions through the valve:

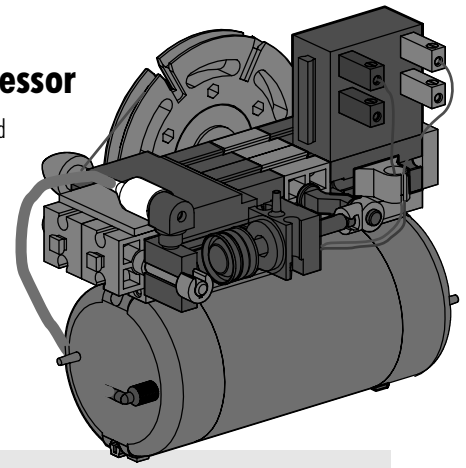


2.6 The compressor

Of course, pumping by hand is tiring after a while.

There is a much more elegant solution for this.

Build the compressor as described in the Construction Manual on page 11.

**Lifting Platform Experiment 5** (see Construction Manual p. 9):

Now attach the compressor on the base plate of the lifting platform model to the two specially provided red modules. After that, connect the compressor to the lifting platform instead of the hand pump. It is important that you utilize a 9V alkaline battery as power supply. A "normal" 9V block conks out after only a few minutes. Of course, the "fischertechnik Accu Set" (Art. No. 34969) — which has considerably more power than the 9V block, holds much longer and is able to be charged over and over again — is much more suitable.

After turning on the compressor, you have to wait ca. 15 seconds until the air chamber is filled. Then you can move the lifting platform up and down without having to constantly pump by hand at the same time.

We utilize the small pneumatic cylinder with the black piston rod as a pump for the compressor. The piston rod of this unidirectional cylinder is able to be moved easier than the piston rod of the large cylinder, and is thus able to be propelled by means of the fischertechnik motor. The air chamber ensures that there is always enough compressed air available for operating the pneumatic cylinder. The pressure generated by the compressor amounts to ca. 0.5 bar. The compressor cylinder piston always has to be able to move smoothly. If necessary, it can be sparingly lubricated with a small drop of acid-free oil (e.g. silicone oil). If the compressor will not be used for a lengthier time span, it is recommended to remove the drive belt, because this wears out over time and can thus slip through.

Lifting Platform Experiment 6 (see Construction Manual p. 9):

Utilize the compressor without air chamber. In addition, lay out a 20 cm-long tube, which extends from the check valve directly to Connection P of the hand valve.

What changes during operation of the lifting platform?

Observation:

The lifting platform "bucks" during extension as well as during retraction, because the pump intermittently pumps air into the system. The air chamber equalizes this pressure surge. That's why the motion with the air chamber is much more uniform.

2.7 More power through more surface area

Exercise:

Try to find out with what weight the lifting platform can be loaded so that the weight can just barely be lifted.

How can you lift even heavier weights?

Lifting Platform Experiment 7

(see Construction Manual p. 10):

You will utilize a second pneumatic cylinder for lifting heavier weights. As illustrated in the Construction Manual, install the second cylinder in the lifting platform, and connect it in accordance with the Tubing Plan illustrated there.

Exercise:

Why is the weight which you can lift about twice as much as with one cylinder?

Answer:

Based on our formula $p = \frac{F}{A}$ you attain the formula $F = p \cdot A$

through conversion. The force which one is able to exert is therefore dependent on pressure and on the area which the pressure affects. The pressure which the compressor generates is always constant. If we utilize two cylinders instead of one cylinder, the area which the pressure affects is twice as large. As a result, the force as well as the weight which one can lift are doubled.

Too complicated? It doesn't matter. Just remember: If the power of one cylinder is not enough, add a second cylinder.

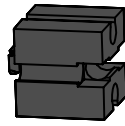
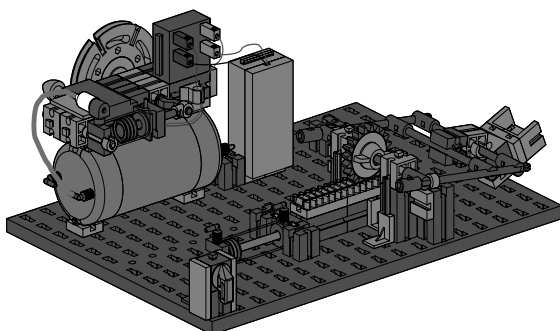
And with that we are at the end of our introductory chapter. As you can see, the science of pneumatics is actually quite challenging. But it is also incredibly exciting. That's why we will immediately turn to the construction kit's other models. Lots of fun!

3. Pneumatic play models

In this chapter we want to deal with a few other functions which are often pneumatically-conducted in the "right technique". We will also build ourselves a model of each specific function in order to better understand how everything functions.

3.1 Catapult

In the first chapter it was mentioned that the Greek Ctesibios constructed the first compressed air cannons as early as 260 B.C. We have long since been able to do what he could. Do you have any idea how this was able to function? Then try to build a model without any instructions. Otherwise, you'll find our proposal in the Construction Manual on p. 13.



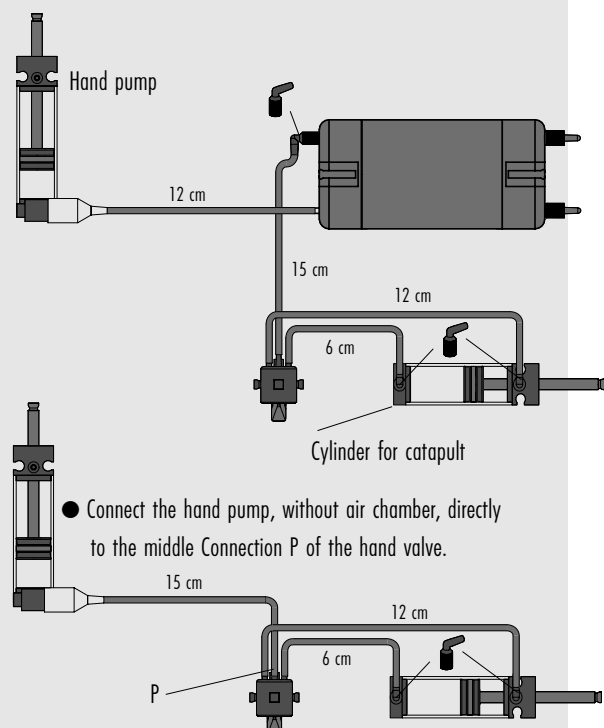
In our model the compressed air is generated by means of the compressor. Before you operate the catapult for the first time, you have to wait ca. 15 seconds until the air chamber is full and the full pressure is available to you. Then you can simply hurl a black module (15) throughout the area.

Exercise:

Hopefully the catapult functions well. But now try to propel the module block even further. Think about what the various possibilities are. What functions best?

Possibilities:

- Instead of the compressor, utilize the hand pump, and pump the air chamber full with that. Then open the hand valve and observe how far the module block flies.



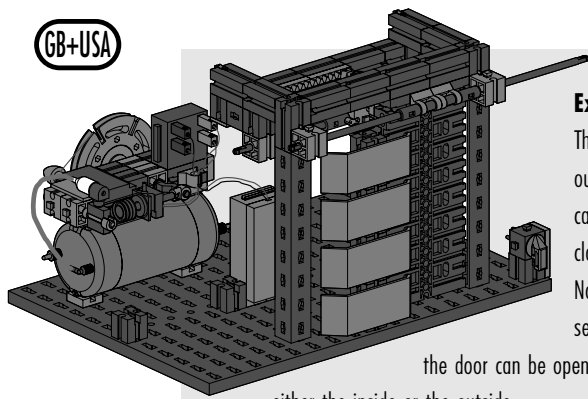
- Connect the hand pump, without air chamber, directly to the middle Connection P of the hand valve.

Open the valve so that the catapult's cylinder can extend, and thereafter press the hand pump's piston rod downward as quickly as you can.

With what did you achieve the best result?

3.2 Sliding door

Certainly you have also walked through a sliding door quite often. These doors are either electrically or pneumatically operated. For instance, the doors in public transportation buses are frequently opened and closed with compressed air. You can even hear the typical "hissing" when the compressed air escapes. Now you will also build a sliding door, which will be initially opened and closed by means of a valve. You will find the instructions for this on page 17 of the Construction Manual.

**Exercise:**

The disadvantage of our door is that you can only open and close it from one side. Now you will install a second valve so that

the door can be opened and closed from either the inside or the outside.

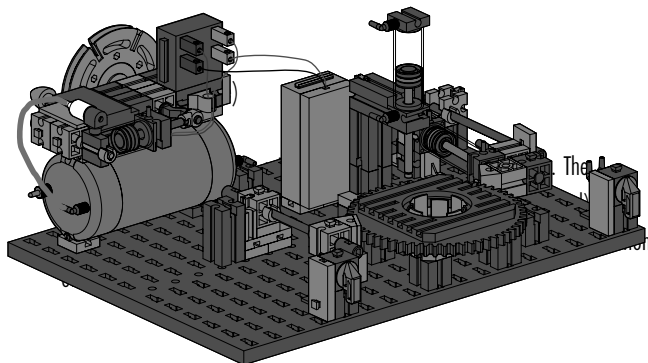
Answer:

See Construction Manual page 21 .

While doing so, you have to pay attention that every valve is returned to the middle position after operation. Otherwise the door cannot be operated by means of the second valve.

3.3 Turntable with press

Machines with which one is able to produce or assemble components in factories are quite frequently pneumatically driven. Our machine consists of a turntable and a press. You will build the model as is described in the Construction Manual on page 22.

**Experiment:**

The two functions "turning" and "pressing" shall be executed in succession. How many components can you process in one minute? Operate the valves successively and do the necessary timing.

Are you able to do this so quickly that the compressor "runs out of breath"; i.e. that it cannot produce enough air to operate the cylinder at this speed?

Exercise:

In reality such systems are not actually controlled by hand. How does one actually control such systems?

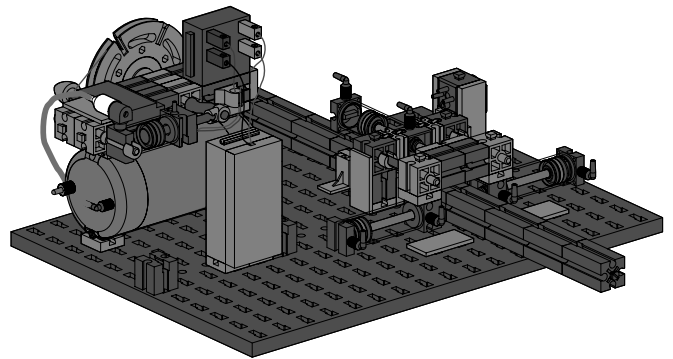
Answer:

Instead of the hand valves, valves which can be opened or closed by means of an electric impulse are used. These (valves) receive their impulses from a programmable control mechanism called "SPC" (Stored Program Control). The programmer provides input concerning the sequence in which the valves are to be operated, stores (saves) all of the information — and, "lo and behold", the system functions without someone having to constantly open and close the valves.

We will deal with how you can automate such systems with fischertechnik in Chapter 5.

3.4 Linear feed

In the previous model the turntable was always "clocked" a step further during operation of the valve. The possibility also exists to gradually clock the motion forward in a straight line. For information concerning construction of the "Linear Feed" model, see the Construction Manual on page 26.



You can see that the linear feed requires much more effort to realize than the turntable. Now we need three pneumatic cylinders.

Exercise:

Can you imagine how such a feed mechanism is utilized in reality?

Answer:

For instance, in sawmills for transporting logs which will be sawn off at a specific length.

Of course, in real systems the function would also be automated. But our manual operation is completely sufficient for understanding how this principle functions.

4. Pneumatic play models

In addition to the functional models which we dealt with in Chapter 3, the Profi Pneumatic construction kit includes four other models with exciting game functions. This concerns the models "Pipelayer", "Snowplow", "Shovel Loader" and "Excavator". In reality, functions as they appear in these models are not executed pneumatically but rather hydraulically. In the science of hydraulics one utilizes oil instead of air in order to move cylinders. In contrast to air, oil is not able to be compressed. As a result, one can transfer substantially greater forces with hydraulics than with air.

The force of pneumatics is completely sufficient for our play models. In addition, perhaps you can imagine that one could create quite a mess when playing around with oil, especially if it gets onto the wall-to-wall carpeting, for example. If one would utilize water instead of oil, the danger exists that the cylinders would calcify. The utilization of distilled water is also not to be recommended, since this could lead to health injury in the event of being swallowed. Therefore we will remain instead with compressed air and be pleased at how the compressor rattles, and at how the valves hiss when the outgoing air escapes from the cylinders during operation. Of course, these models are able to be combined ideally with other construction kits. And so, for instance, you can load the "dumper" from the Cars&Trucks kit quite well with the pneumatic Excavator, or with the "low-loader" vehicle from "Super Trucks" you can transport pipes which are unloaded with one of the harbor cranes and then laid with the pneumatic Pipelayer. Have lots of fun while building and playing.

Remarks:

- Especially with the Excavator it is important that you wait ca. 15 seconds after turning on the compressor until the air chamber is completely filled and the full pressure for lifting the excavator arm is available. Otherwise it is possible that it won't be able to move. When you have repeatedly carried out several functions successively, you should also allow the compressor to take a break so that the air chamber can be filled again.
- At any rate, if you have had these models in operation for a longer period, it is worth it to utilize the "Accu Set" (Art. No. 34969) as power supply instead of the 9V block. The battery pack holds power considerably longer than a 9V block, and can be repeatedly charged. Installation in the models is possible without problem.

5. Even more pneumatics

The fascinating subject of pneumatics is not yet at an end with this Profi Pneumatic construction kit. If you are also now anxious to automate the pneumatic models, then the Pneumatic Robots (Art. No. 34938) construction kit is just the right thing. There the models are no longer controlled with hand valves, but rather with electromagnetic valves which are connected to the "Intelligent Interface". These models can then be programmed and controlled by means of PC with the LLWin software. This is technology at its finest. Of course, you can utilize the components from the Profi Pneumatic construction kit, and also upgrade and expand the models. For instance, you can also build a "double compressor" with two motors and two air chambers which are able to produce twice the amount of air. This enables endless possibilities.

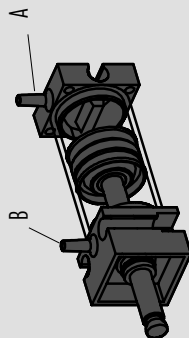
In case you want to obtain more specific information on the subject of pneumatics, we recommend the book "The amazing world of pneumatics". It is published by the Vogel publishing house and is available in bookstores (ISBN 3-8259-1912-9). It provides extensive insights into the world of pneumatics and its history, as well as numerous applications and developments throughout the approximate 200 page length.

Maybe you will once again encounter the science of pneumatics during your schooling or your profession. Then you will notice that "genuine pneumatics" also function just as well in principle as in the fischertechnik construction kits, and that this subject has been familiar for quite a while.

6. If something does not function properly

What is worse than a model which has been built to completion and connected, and then doesn't function? That's why we would like to provide a few tips at this point regarding what the cause could be in isolated cases and how you can eliminate the flow.

Flaw	Possible cause	Remedy
The compressor only functions very slowly. The motor comes to a standstill as soon as pressure should be generated.	You did not use an alkaline battery. The compressor cylinder has "run dry", and is also only able to be moved by hand with difficulty. In this case considerable abrasion is detected in the cylinder pipe.	Utilize a 9V block alkaline battery or the fischertechnik Akku Set (Art. No. 34969) In case the gasket in the piston is not warped yet, lubricate the cylinder with a small drop of acid-free oil. Otherwise replace the worn out cylinder.
The compressor motor is running, but the flywheel does not move.	The rubber sealing ring is worn-out or greasy and slips through.	Clean the rubber sealing ring and the tip of the adapter with a bit of soap and water. If necessary, replace the worn-out rubber sealing ring.
The compressor appears to run normally, but the triggered pneumatic cylinder moves only very slowly or not at all.	Air chamber is empty. The compressor does not build up enough pressure or doesn't build any pressure at all. Check: Close all exits on the air chamber, and fill the air chamber with compressed air (ca. 15 seconds). If you open a connection piece, you should be able to hear a loud hissing. If the hissing is only very slight, or if there is not any hissing at all, there isn't enough pressure available. Possible causes for defective compressor: The air chamber leaks. Check: As above, fill (air chamber) with compressed air and hold it under water. If bubbles rise it is leaky. Check valve is defective. Check: Using a hand pump (see p. 11), pump air into a cylinder with 5-6 strokes. By checking in the water, ensure that the fully-pumped cylinder is sealed (no air bubbles visible). If the piston rod of the fully-pumped cylinder slides back slightly, or if it does not extend properly, the check valve is defective. The compressor cylinder leaks. Check: Using the hand pump (see p. 3), build pressure in the compressor cylinder at Connection A, and hold it under water. If bubbles rise, the cylinder is leaky. Note: If you check at Connection B, bubbles continue to rise. Hand valve leaks. Check: Place the valve into the middle position. Successively build pressure at all 3 connections, and hold the valve under water. If lots of bubbles rise to the surface, the valve is leaky. Pneumatic cylinder leaks. Check: Successively build pressure on both connections, and hold the cylinder under water. If lots of bubbles rise to the surface, the cylinder is leaky.	Place all valves into the middle position and wait ca. 15 seconds until the air chamber is filled. Check possible causes for the defective compressor. Replace air chamber. Replace check valve. Replace compressor cylinder. Replace hand valve. Replace pneumatic cylinder.
The compressor and all cylinders are in working order. Nevertheless, one of the cylinders does not extend.	The tube is clogged at one point. Check: Connect every tube individually to the compressor. You can hear and feel whether air flows through.	If necessary, replace the clogged tube.



F S O M M A I R E

1. Un peu d'histoire	Page 18
2. Introduction à la pneumatique	Page 18
2.1 Engendrer des mouvements avec de l'air	Page 18
2.2 L'air se laisse comprimer	Page 19
2.3 Hausser la pression pour accroître la force	Page 19
2.4 La vanne à clapet anti-retour	Page 19
2.5 La vanne manuelle	Page 20
2.6 Le compresseur	Page 20
2.7 Augmenter la surface pour accroître la force	Page 21
3. Maquettes pneumatiques fonctionnelles	Page 21
3.1 Catapulte	Page 21
3.2 Porte coulissante	Page 21
3.3 Plateau tournant avec presse	Page 22
3.4 Mécanisme d'avance linéaire	Page 22
4. Maquettes de jeu pneumatiques	Page 23
5. En savoir plus sur la pneumatique	Page 23
6. Lorsque quelque chose ne fonctionne pas correctement	Page 24

1. Un peu d'histoire

Depuis des millénaires, l'homme utilise l'air comme un outil, par exemple pour faire du feu en s'aidant d'un soufflet.

En 260 av. J.C. environ, le Grec Ktesibios construisit le premier engin de tir à air comprimé. Outre un tendon, cet appareil faisait appel à de l'air comprimé dans un cylindre, ce qui accroissait énormément la portée du projectile. Rien d'étonnant, par conséquent, à ce que le mot grec „pneuma“, qui signifie „air“, ait donné son nom à cette technique, la „pneumatique“.

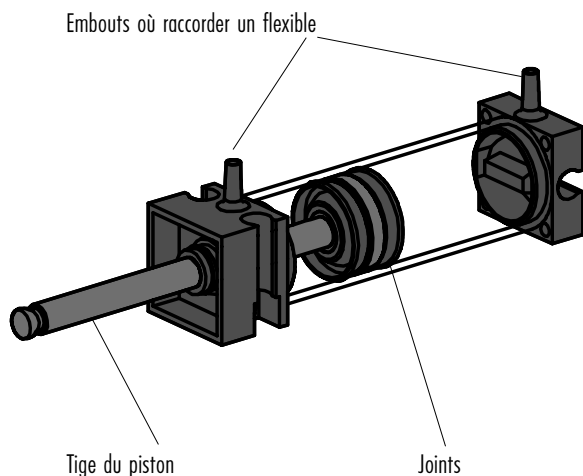
Au 19^{ème} siècle, avec l'industrialisation naissante, des appareils à commande pneumatique ont été utilisés principalement dans la construction des routes et dans les mines. L'industrie moderne n'existerait pas sans la pneumatique. Partout l'on trouve des machines et appareils automatique entraînées par l'air comprimé, chargés par ex. de monter et trier diverses pièces détachées, ou d'emballer des marchandises.

2. Introduction à la pneumatique

Tu l'as sûrement déjà constaté, on peut faire beaucoup de choses avec l'air. L'air peut par ex. entraîner une éolienne ; avec l'air, on peut gonfler un ballon ou bien souffler une bougie. La pneumatique a principalement pour but d'engendrer des mouvements à l'aide de l'air, et de transmettre des forces. Avec notre coffret Profi Pneumatic II, nous voulons surtout t'expliquer comment fonctionnent les organes pneumatiques. Dans ce but, nous allons te les décrire pas à pas et t'expliquer comment ils fonctionnent. En outre, le coffret contient de nombreux exemples de maquettes illustrant comment utiliser concrètement la pneumatique.

2.1 Engendrer des mouvements avec de l'air

Nous commencerons par générer un mouvement avec de l'air. Dans ce but, nous nous allons nous servir d'un appareil appelé vérin pneumatique.

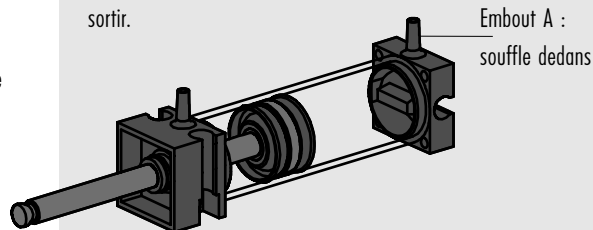


Le coffret contient deux vérins différents, le petit présente une tige de piston noire, le grand une tige de piston bleue. Nous reviendrons plus loin sur cette différence. Utilisons pour commencer la tige de piston bleue.

La tige de piston se déplace et sa jonction avec la paroi du vérin est étanche. Si tu insuffles de l'air dans le vérin par l'un des deux embouts, cela fera bouger la tige du piston. Nous appellerons „A“ l'embout provoquant la sortie de la tige de piston, et „B“ l'embout provoquant sa rentrée.

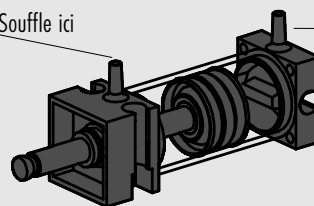
Essai :

Sur l'embout A, fixe un tronçon du flexible bleu et souffle vigoureusement dedans. Si tu as suffisamment de souffle, la tige de piston va sortir.



Souffle maintenant dans l'embout B tout en obturant l'embout A avec un doigt.

B : Souffle ici A : Obture cet embout avec un doigt



Que ce passe-t-il ?

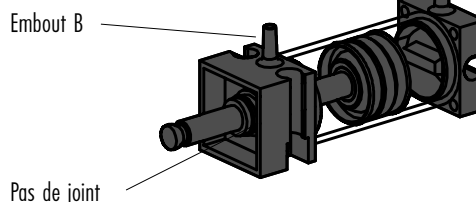
Exact : il ne se passe rien du tout. T'expliques-tu pourquoi ?

Explications :

L'air situé dans la partie inférieure du vérin ne peut pas s'échapper. Pour cette raison, la tige du piston ne se déplace pas. Si donc tu insuffles de l'air par un embout, il faut que l'autre embout reste toujours dégagé, sinon le piston ne pourra pas se déplacer. Le second embout doit pouvoir laisser l'air s'échapper.

Le vérin que nous avons utilisé et dont la tige de piston peut aussi bien sortir que rentrer, s'appelle un „vérin à double effet“.

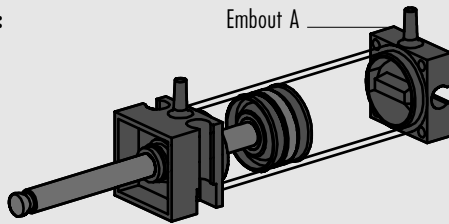
Il existe aussi des „vérins à simple effet“. Leur tige de piston ne peut se déplacer que dans un sens sous l'effet de la pression. Pour générer un mouvement dans l'autre sens, on utilise souvent un ressort. Le petit vérin, celui avec la tige de piston noire, est un tel vérin à simple effet. Il ne présente pas de joint d'étanchéité à l'endroit où la tige du piston sort du corps du vérin.



Sur ce vérin, l'air s'échappe par là quand tu insuffles de l'air par l'embout B. Par contre, sa tige de piston se laisse déplacer plus facilement que la tige bleue. Nous allons t'expliquer plus loin l'intérêt du vérin à simple effet.

2.2 L'air se laisse comprimer

Essai :



Prend à nouveau en main le vérin équipé de la tige de piston bleue et sort complètement la tige. Bouche ensuite l'embout A avec un doigt et essaie de faire rentrer la tige de piston. Qu'observes-tu ?

Observation :

La tige de piston se laisse enfoncer un peu mais pas beaucoup. Si tu la relâches, elle revient comme un ressort sur sa position d'origine.

Résultat :

L'air que contient le vérin se laisse comprimer. Plus tu le comprimes et plus la pression régnant dans le vérin s'accroît. Cette pression, on peut la mesurer et aussi la calculer. L'unité exprimant la pression est le „bar“ ou le „pascal“.

La formule servant à calculer la pression s'écrit comme ceci :

$$\text{Pression} = \frac{\text{Force}}{\text{Surface}} \quad \text{ou, en abrégé} \quad p = \frac{F}{A}$$

La valeur de la pression dépend donc de la force que tu appliques sur la surface ronde à l'intérieur du vérin.

Plateforme élévatrice, essai 2 (reporte-toi aux instructions de montage page 7) : Utilise maintenant un deuxième vérin, celui à la tige de piston bleue et fixe-le sur la plaque de montage à côté de la plateforme élévatrice. Sors complètement la tige de piston et raccorde à l'embout A le flexible qui aboutit au vérin de la plateforme élévatrice.

Appuie sur la tige de piston. Que se passe-t-il ? La plateforme se soulève. Fait sortir entièrement à nouveau la tige de piston, et tu verras la plateforme redescendre. Jusqu'ici, aucun problème.

Mais que se passe-t-il si tu poses par ex. un livre sur la plateforme et que tu essaies ensuite de la faire monter ?

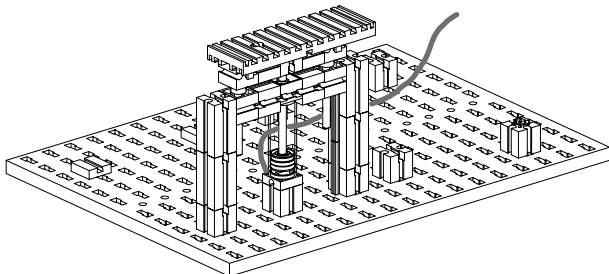
Tu constates qu'il faut enfoncer la tige de piston assez profondément dans le vérin avant que le livre daigne se déplacer vers le haut. En outre, la plateforme élévatrice refuse désormais de sortir complètement. Pourquoi cela ?

Pour faire monter ce livre, qui est lourd, il faut une force plus élevée. Tu ne parviens à atteindre cette force qu'en augmentant la pression dans le vérin de la plateforme élévatrice. L'air comprimé occupe moins de place dans le vérin. Il n'y a plus assez d'air „comprimé“ dans le vérin pour faire sortir complètement la plateforme élévatrice. Il faudrait que nous puissions pomper plus d'air comprimé dans le vérin.

Dans ce but, nous allons nous servir d'une vanne à clapet anti-retour.

2.3 Hausser la pression pour accroître la force

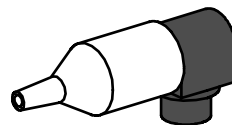
Nous voulons commencer par constater quelles forces le vérin nous permet d'exercer. Commence dans ce but par construire une petite plateforme élévatrice conformément aux instructions de montage figurant à partir de la page 5.



Nous allons effectuer quelques essais avec cette maquette :

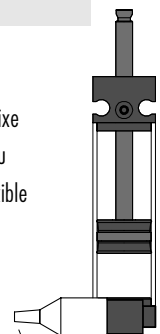
Plateforme élévatrice, essai 1 (reporte-toi aux instructions de montage page 5) : Essaie d'abord de déplacer la plateforme élévatrice vers le haut : insuffle de l'air dans le vérin à l'aide d'un flexible. Tu auras beau t'efforcer, cela ne marchera pas.

2.4 La vanne à clapet anti-retour

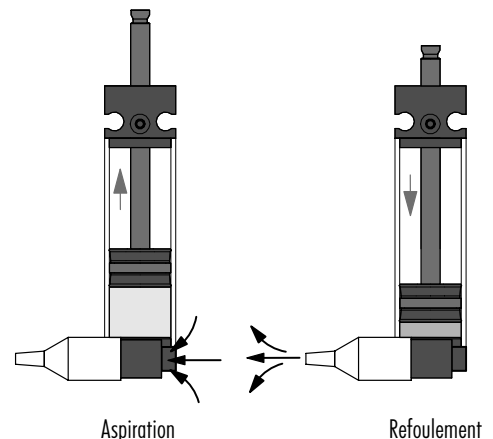


La vanne à clapet anti-retour se fixe tout simplement sur l'embout A du vérin. Tu peux ensuite fixer le flexible sur l'embout libre de la vanne.

Si maintenant tu fais sortir la tige de piston du vérin, la vanne à clapet anti-retour aspire de l'air ambiant et l'envoie dans le vérin. Une fois que tu repousses à nouveau la tige de piston vers l'intérieur du vérin, l'air est chassé par le second orifice ménagé sur la vanne à clapet anti-retour, et gagne le flexible, tandis que le premier orifice reste obturé. Nous venons de construire une pompe à air ressemblant à celle que tu utilises pour gonfler les pneus de ta bicyclette.



Embout où brancher le flexible

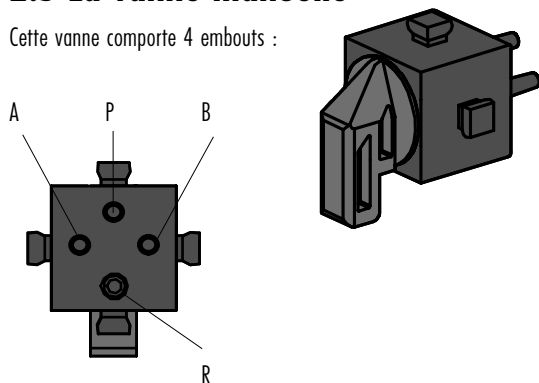


Plateforme élévatrice, essai 3 (reporte-toi aux instructions de montage page 7) : Raccorde maintenant cette pompe à main au flexible qui aboutit à la plateforme élévatrice. Maintenant, tu peux pomper dans le vérin de la plateforme élévatrice autant d'air que nécessaire pour qu'elle se soulève complètement.

Maintenant, il ne reste plus qu'un problème à résoudre : lorsque nous voulons faire monter la plateforme élévatrice, il suffit que l'air pénètre par l'embout inférieur dans le vérin. Pour que la plateforme élévatrice redescende, il faut que l'air pénètre par l'embout supérieur. Débrancher et rebrancher chaque fois le flexible est une opération énervante. Il existe en fait une bien meilleure solution.

2.5 La vanne manuelle

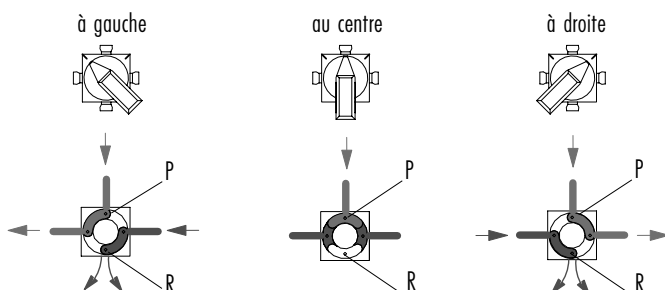
Cette vanne comporte 4 embouts :



L'embout du milieu est celui par lequel arrive l'air comprimé (nous l'appelons l'embout „P“). Les embouts gauche et droit (A et B) reçoivent les flexibles aboutissant au vérin. L'embout court au bas de la vanne est l'embout „R“, il sert à l'évacuation de l'air. Cet embout permet à l'air revenant du vérin de s'échapper (il s'agit donc d'air sortant). La vanne manuelle est commutable sur trois positions (centrale - gauche - droite). Une vanne à 4 embouts et trois positions de commutation s'appelle une vanne à 4/3 voies.

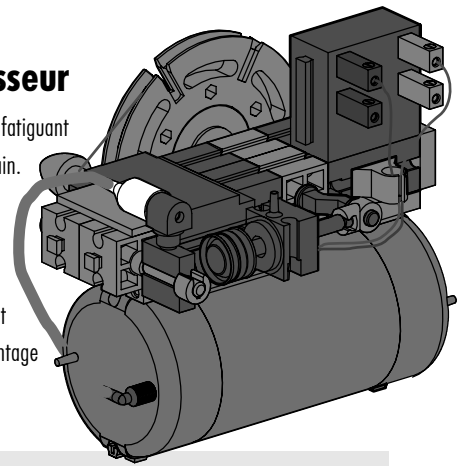
Plateforme élévatrice, essai 4 (reporte-toi aux instructions de montage page 8) : Raccorde la vanne comme décrit dans les instructions de montage. Lorsque le commutateur se trouve sur la position centrale, tous les embouts sont obturés, la plateforme élévatrice ne bouge pas. Si tu tournes le commutateur vers la gauche et pompes en même temps avec la pompe à air, la plateforme élévatrice monte. Si tu tournes le commutateur vers la droite, tu peux la faire redescendre.

La figure ci-après t'explique comment l'air circule dans la vanne en fonction des différentes positions du commutateur :



2.6 Le compresseur

Avec le temps, cela devient fatigant bien sûr de pomper à la main. Il existe une solution bien plus élégante : le compresseur. Assemble le compresseur comme décrit dans les instructions de montage à la page 11.



Plateforme élévatrice, essai 5 (reporte-toi aux instructions de montage page 9) : Fixe maintenant le compresseur sur la plaque de montage de la plateforme élévatrice, contre les deux briques rouges prévues à cet effet. Ensuite, raccorde à la plateforme élévatrice le compresseur à la place de la pompe à main.

Il est important que tu utilises, comme alimentation électrique, une pile alcaline de 9 V. Une pile-bloc „normale“ de 9 volts rendrait l'âme au bout de quelques minutes seulement. Il serait cependant encore préférable que tu utilises l'accu en kit fischertechnik (Réf. 34969), car il offre considérablement plus de puissance qu'une pile-bloc, son autonomie est bien plus longue et tu peux le recharger chaque fois qu'il faiblit.

Après l'enclenchement du compresseur, attend env. 15 secondes, temps nécessaire à ce que le réservoir d'air se soit rempli. Ensuite, tu peux faire monter et descendre la plateforme élévatrice sans devoir pomper constamment à la main.

Pour faire marcher le compresseur, nous utiliserons, comme pompe, le petit vérin pneumatique, celui équipé de la tige de piston noire. La tige de ce vérin à simple effet se laisse plus facilement déplacer que celle du grand vérin, ce qui permet au moteur fischertechnik de l'entraîner. Le réservoir d'air assure qu'il y aura toujours suffisamment d'air comprimé pour actionner le vérin pneumatique. La pression générée par le compresseur s'élève à 0,5 bar. Le piston du cylindre du compresseur doit toujours se déplacer facilement. Tu peux le lubrifier - parcimonieusement - avec une petite goutte d'huile sans acide (de l'huile au silicone). Si le compresseur reste assez longtemps sans servir, nous te recommandons d'enlever la courroie d'entraînement car elle pourrait se détendre et finir par patiner.

Plateforme élévatrice, essai 6 (reporte-toi aux instructions de montage page 9) : Utilise le compresseur sans réservoir d'air. Pour ce faire, pose un flexible de 20 cm de longueur, allant de la vanne à clapet anti-retour directement à l'embout P de la vanne manuelle. Qu'est-ce qui change dans le fonctionnement de la plateforme élévatrice ?

Observe bien : Autant en montée qu'en descente, la plateforme avance par à-coups parce que la pompe injecte de l'air par à-coups dans le circuit pneumatique. Le réservoir a pour but d'égaliser ces coups de bélier. Pour cette raison, les mouvements de la plateforme sont plus réguliers si tu intercales le réservoir d'air.

2.7 Augmenter la surface pour accroître la force

Problème :

Essaie de déterminer le poids maximal que tu peux poser sur la plateforme élévatrice et auquel elle se laisse encore tout juste déplacer.

Comment faire pour soulever des poids encore plus importants ?

Plateforme élévatrice, essai 7 (reporte-toi aux instructions de montage page 10) : Pour soulever de lourdes charges, utilise un second vérin pneumatique. Incorpore ce second vérin dans la plateforme élévatrice comme indiqué dans les instructions de montage puis branche-le conformément au plan illustré des flexibles.

Problème :

Pour quelle raison le poids que tu peux soulever double-t-il approximativement comparé au montage avec un seul vérin ?

Solution :

La formule $p = \frac{F}{A}$ donne, par permutation des termes : $F = p \cdot A$.

La force que tu peux exercer dépend donc de la pression et de la surface sur laquelle agit cette pression. La pression que le compresseur génère est toujours constante.

Si nous utilisons deux vérins au lieu d'un, la surface sur laquelle la pression s'exerce double par conséquent. Avec elle double aussi la force, donc le poids que tu peux soulever.

Cela te paraît trop compliqué ? Cela ne fait rien. Souviens-toi seulement de prendre un second vérin lorsque la force d'un seul ne suffit pas.

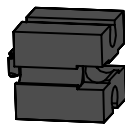
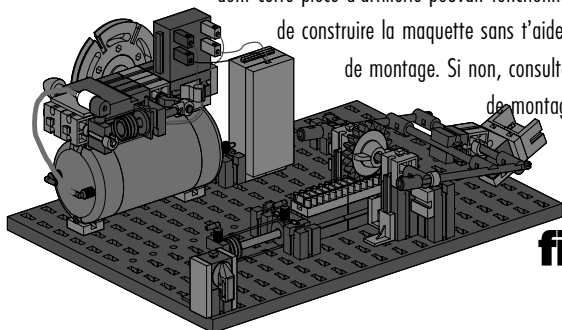
Nous voici parvenus à la fin du chapitre introductif. Comme tu le vois, la pneumatique est une discipline complexe mais aussi furieusement passionnante. Pour cette raison, passons tout de suite aux autres maquettes contenues dans le coffret. Divertis-toi bien.

3. Maquettes pneumatiques fonctionnelles

Dans ce chapitre, nous allons examiner quelques applications dont la réalisation, en „technique réelle“, fait souvent appel à la pneumatique. Nous allons construire une maquette illustrant chaque application, pour mieux comprendre comment tout cela fonctionne.

3.1 Catapulte

Au premier chapitre, nous avons indiqué que le Grec Ktesibios, en 260 av. J.C. env., avait construit la première pièce d'artillerie à air comprimé. Ce qu'il a inventé, nous l'appliquons depuis longtemps. As-tu idée de la façon dont cette pièce d'artillerie pouvait fonctionner ? Si oui, essaie de construire la maquette sans t'aider des instructions de montage. Si non, consulte notre proposition de montage dans les instructions situées à la page 13.



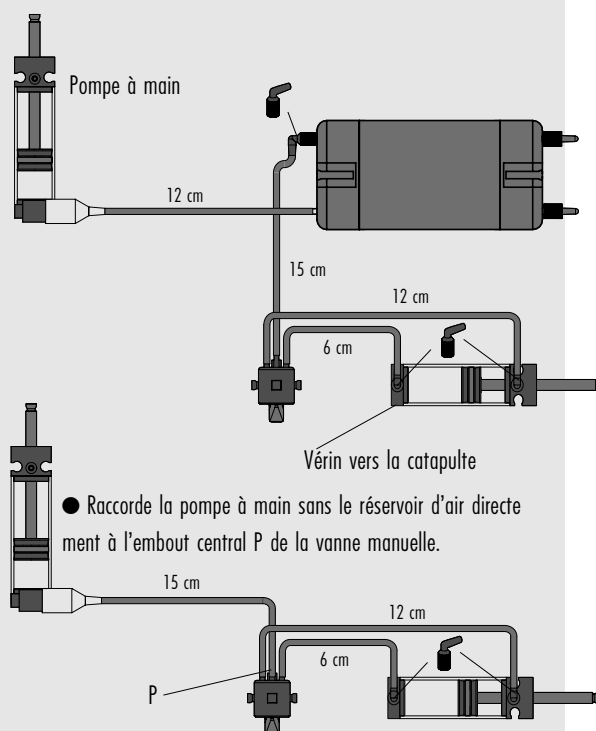
Dans notre modèle, l'air comprimé est généré par un compresseur. Avant d'actionner la catapulte pour la première fois, attend une quinzaine de seconde, temps nécessaire au réservoir d'air pour se remplir et pour débiter la pression maximale. Ensuite, catapulte simplement une brique noire 15 dans la pièce.

Problème :

La catapulte fonctionne sans doute bien, nous l'espérons, mais essaie maintenant de catapulter la brique encore plus loin. Réfléchis aux possibilités d'y parvenir. Quelle méthode fonctionne le mieux ?

Moyens :

- A la place du compresseur, utilise la pompe à main et remplis avec le réservoir d'air. Ouvre ensuite la vanne manuelle et observe à quelle distance la brique est catapultée.



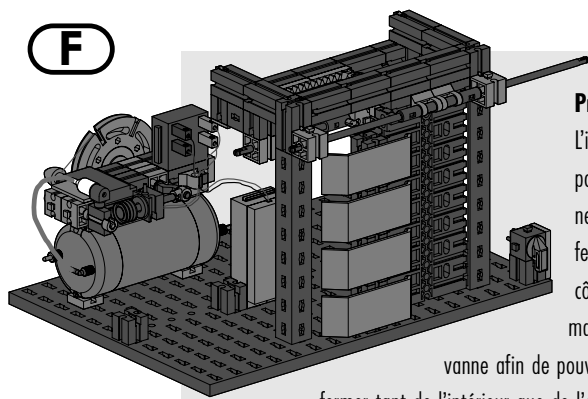
- Raccorde la pompe à main sans le réservoir d'air directement à l'embout central P de la vanne manuelle.

Ouvre la vanne de sorte que le vérin de la catapulte puisse sortir et enfonce ensuite le plus rapidement possible la tige de piston de la pompe à main.

De quelle manière obtiens-tu le meilleur résultat ?

3.2 Porte coulissante

Tu es certainement déjà passé de nombreuses fois par une porte coulissante. Ces portes sont entraînées par un mécanisme soit électrique soit pneumatique. Les portes des cars par ex. comportent fréquemment une commande pneumatique qui les fait s'ouvrir et se fermer. On entend un sifflement typique lorsque l'air s'échappe. Construis-toi maintenant une telle porte coulissante qui dans un premier temps s'ouvrira et se fermera au moyen d'une vanne. Tu trouveras les instructions de montage à la page 17 du manuel contenant les instructions de montage.

**Problème :**

L'inconvénient de cette porte, c'est que tu ne peux l'ouvrir et la fermer que d'un seul côté. Incorpore maintenant une seconde

vanne afin de pouvoir l'ouvrir ou la fermer tant de l'intérieur que de l'extérieur.

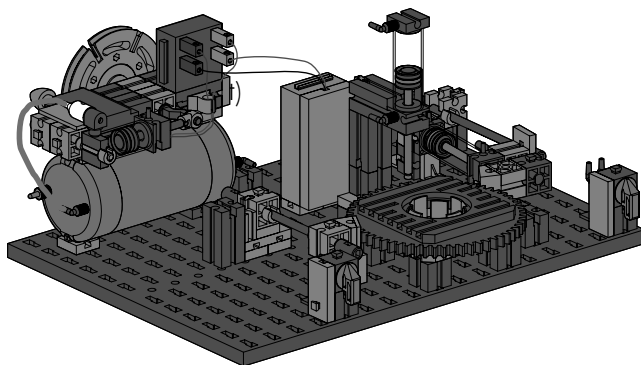
Solution :

Reporte-toi aux instructions de montage page 21.

Souviens-toi de ramener chaque vanne en position centrale après l'avoir actionnée. Sinon tu ne pourras pas actionner la porte au moyen de la seconde vanne.

3.3 Plateau tournant avec presse

Les machines avec lesquelles on fabrique des pièces dans les entreprises sont très fréquemment entraînées par de l'air comprimé. Notre machine se compose d'un plateau tournant et d'une presse. Assemble la maquette comme indiqué dans les instructions de montage, à la page 22.



Chacune des deux fonctions est commandée par sa propre vanne. Le plateau tournant a été conçu de telle sorte qu'à chaque sortie du vérin il avance d'un cran sans revenir en arrière lorsque le vérin s'escamote.

Essai :

Les deux fonctions, „Tourner“ et „Presser“, doivent être exécutées les unes après les autres. Combien de pièces peux-tu usiner en une minute ? Actionne les vannes l'une après l'autre et chronomètre ton temps.

Parviens-tu à les actionner avec une rapidité telle que le compresseur „s'essouffle“, c'est-à-dire qu'il ne parvient pas à produire suffisamment d'air comprimé pour commander les vérins à cette vitesse ?

Problème :

Dans la réalité d'une usine, de telles installations ne sont pas commandées à la main. Comment les commande-t-on automatiquement ?

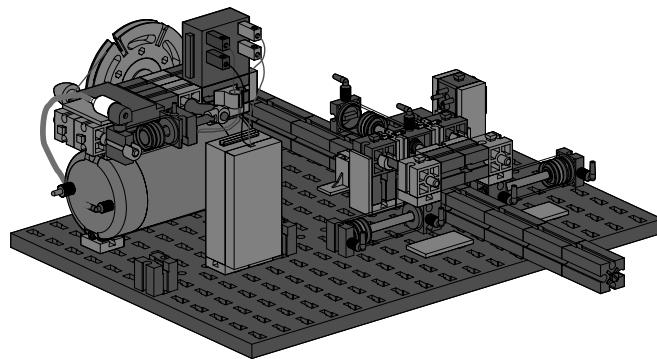
Solution :

À la place des vannes manuelles, on utilise des vannes qui s'ouvrent et se ferment lorsqu'elles reçoivent une impulsion. Ces vannes reçoivent leurs impulsions d'une commande programmable dite API (**A**utomate **P**rogrammable **I**ndustriel). Le programmeur indique selon quelle chronologie les vannes doivent être actionnées, il mémorise sa programmation et l'installation fonctionne sans que personne n'ait à ouvrir ni fermer de vannes manuellement en permanence.

Au chapitre 5, nous examinerons comment automatiser de telles installations avec fischertechnik.

3.4 Mécanisme d'avance linéaire

Sur la maquette précédente, tu as fait avancer le plateau tournant d'un cran chaque fois que tu actionnais la vanne. Il est également possible de générer un mouvement linéaire avec avancée cran par cran. À cette fin, construis la maquette „d'avance linéaire“ en suivant les instructions de montage page 26.



Comme tu le vois, cette maquette d'avance linéaire est bien plus difficile à réaliser que le plateau tournant. Il nous faut maintenant trois vérins pneumatiques.

Problème :

Peux-tu t'imaginer les applications faisant appel, dans la réalité, à ce dispositif d'avance linéaire ?

Solution :

Dans les scieries par exemple, pour transporter les troncs d'arbres qui doivent être sciés à une certaine longueur.

Il va de soi que dans des installations réelles on automatiserait ici aussi le fonctionnement. Mais les manipulations à la main suffisent amplement pour comprendre le principe de fonctionnement.

4. Maquettes de jeu pneumatiques

Le coffret „Profi Pneumatic“ contient, outre les maquettes fonctionnelles que nous avons examinées au chapitre 3, quatre autres maquettes, de jeu cette fois, aux fonctions fascinantes. Il s'agit des quatre applications suivantes : pose de conduites, chasse-neige, pelleuse et excavateur. Les fonctions employées sur ces maquettes ne sont pas, dans la pratique, exécutées sous pression pneumatique mais sous pression hydraulique. En pratique, on emploie de l'huile hydraulique à la place d'air comprimé pour déplacer les vérins. A la différence de l'air, l'huile est incompressible, raison pour laquelle on peut transmettre grâce à elle des forces beaucoup plus élevées qu'avec l'air.

Mais dans nos maquettes de jeu, la force de l'air comprimé suffit amplement. En outre, tu peux t'imaginer quelles salissures tu provoquerais de jouer avec de l'huile, surtout s'il en tombait par ex. sur la maquette. Si l'on employait de l'eau à la place de l'huile, les vérins risqueraient de s'entarter. L'emploi d'eau distillée n'est pas recommandable lui non plus en raison du risque sanitaire qu'elle poserait en cas d'avalent. Restons-en donc bien sagement à l'air comprimé et réjouissons-nous d'entendre les pétarades du compresseur, les sifflements des vannes au moment de les actionner, et ceux de l'air qui s'échappe des vérins. Ces maquettes se laissent bien sûr idéalement combiner avec d'autres coffrets. Ainsi par exemple l'excavateur pneumatique convient à merveille pour charger le camion benne de Cars&Trucks. Avec le camion à plateau surbaissé de Super Trucks, tu peux aussi transporter des conduites qui seront déchargées avec l'une des grues portuaires, et ensuite poser ces canalisations avec la maquette pneumatique à cet effet. A toi le plaisir de construire et de jouer.

Remarques :

- Il est particulièrement important, avec l'excavateur, que tu attendes env. 15 secondes après avoir enclenché le compresseur. C'est le temps nécessaire au réservoir d'air pour se remplir et pour débiter la pression maximale nécessaire au levage du bras de l'excavateur. Si la pression est insuffisante, le bras risque de ne pas se déplacer. Si tu viens d'exécuter plusieurs fonctions successives, laisse au compresseur le temps de recharger le réservoir d'air comprimé.
- Si tu fais marcher ces maquettes assez longtemps d'affilée, cela vaudra absolument le coup d'utiliser le kit d'accus (Réf. 34969) à la place d'une pile-bloc de 9 volts. Le pack d'accus a une autonomie nettement plus grande qu'une pile-bloc de 9 volts et peut se recharger périodiquement. Son intégration dans les maquettes ne pose aucun problème.

5. En savoir plus sur la pneumatique

Le thème fascinant de la pneumatique ne prend pas fin avec la dernière maquette de ce coffret „Profi Pneumatic“. Si maintenant tu as envie d'automatiser en plus les maquettes, le coffret Pneumatic Robots (Réf. 34948) est exactement ce qu'il te faut. Dans ce coffret, les maquettes ne sont plus commandées par des vannes manuelles mais par des vannes électromagnétiques raccordées à l'interface intelligente. Le logiciel LLWin permet ensuite de programmer et piloter ces maquettes par le biais d'un PC. Il s'agit d'une technique parmi les plus fines. Tu pourras réutiliser bien sûr les composants du coffret „Profi Pneumatic“, pour étendre et agrandir les maquettes. Tu peux par ex. te construire un „double compresseur“ équipé de deux moteurs, de deux réservoirs d'air et qui produira donc deux fois plus d'air. Ceci ouvre une infinité de possibilités.

Peut être retrouveras-tu de nouveau la pneumatique pendant ta formation ou dans l'exercice de ta profession. Tu constateras alors que la „pneumatique réelle“ fonctionne fondamentalement comme celle du coffret de maquettes fischertechnik, et que ce thème t'est depuis longtemps familier.

6. Que faire lorsque quelque chose ne fonctionne pas ?

Qu'y a-t-il de pire qu'une maquette finie de monter et de raccorder, mais qui refuse de marcher ? Pour cette raison, nous allons te donner ici quelques conseils sur les causes spécifiques possibles du dysfonctionnement, et t'expliquer comment tu pourrais le supprimer toi-même.

Défaut	Cause possible	Remède
Le compresseur ne tourne que très lentement. Le moteur s'immobilise dès qu'il faut comprimer de l'air.	Tu n'as pas utilisé de piles alcalines. Le cylindre du compresseur a marché à sec et ne se laisse déplacer que difficilement à la main. Dans ce cas, de la poussière d'abrasion apparaît bien visible dans le tube du vérin.	Utilise une pile-bloc alcaline de 9V ou les accus fischertechnik en kit (Réf. 34969). Vérifie les causes possibles de défaut du compresseur. Si le joint du piston ne s'est pas encore replié, lubrifie le vérin avec une petite goutte d'huile sans acide. Si le joint s'est retourné, change le vérin usé.
Le moteur du compresseur tourne mais le volant cinétique ne tourne pas.	L'anneau en caoutchouc est détendu ou graissé et patine	Nettoie l'anneau en caoutchouc et la pointe d'adaptation, contre le moteur, avec un peu d'eau et du savon. Change l'anneau en caoutchouc s'il est usé.
Le compresseur marche normalement en apparence, mais le vérin pneumatique qui lui est raccordé ne se déplace que très lentement ou pas du tout.	Le réservoir d'air est vide. Le compresseur ne provoque aucune montée en pression, ou alors insuffisante. Vérification : Sur le réservoir d'air, obture toutes les sorties. Remplis le réservoir d'air (pendant env. 15 secondes). Lorsque tu ouvres un embout, un sifflement fort doit se faire entendre. S'il n'est que léger ou s'il n'y a pas de sifflement du tout, cela signifie que la pression est insuffisante. Causes possibles d'un compresseur défectueux Fuite dans le réservoir d'air. Vérification : comme ci-dessus, remplis le réservoir puis mets-le dans l'eau. Si des bulles apparaissent, c'est qu'il présente une fuite. Vanne à clapet anti-retour défectueuse Vérification : avec la pompe à main (voir page 11), donne 5 à 6 coups de pompe dans un vérin. Place ensuite le vérin dans l'eau pour vérifier si le vérin rempli d'air est étanche (aucune bulle ne doit apparaître). Si la tige de piston du vérin plein d'air se laisse facilement reculer, ou si elle ne sort pas correctement, cela signifie que la vanne à clapet anti-retour est défectueuse. Cylindre du compresseur pas étanche. Vérification : à l'aide de la pompe à main (voir page 3), pompe de l'air dans le indre du compresseur en te servant de l'embout A. Mets-le ensuite dans l'eau. Si des bulles montent, c'est que le cylindre n'est pas étanche. Attention : si tu injectes de l'air par l'embout B, des bulles monteront toujours. Vanne manuelle non étanche. Vérification : amène la vanne en position centrale. Mets successivement les 3 embouts sous pression puis maintiens la vanne sous l'eau. Si beaucoup de bulles jaillissent, c'est que la vanne fuit. Vérin pneumatique non étanche. Vérification : mets les deux embouts successivement sous pression puis maintiens le vérin sous l'eau. Si beaucoup de bulles jaillissent, c'est que le vérin fuit.	Amène toutes les vannes en position médiane et attend 15 secondes, temps nécessaire au réservoir pour se remplir. Vérifie les causes possibles de défectuosité du compresseur. Change le réservoir d'air. Change la vanne à clapet anti-retour. Change le cylindre du compresseur. Change la vanne manuelle. Change le vérin pneumatique.
Le compresseur et tous les vérins sont en ordre. Néanmoins, la tige de piston de l'un des vérins ne sort pas	Flexible bouché à un endroit. Vérification : raccorde chaque flexible l'un après l'autre au compresseur. Tu peux entendre et sentir si de l'air traverse le flexible.	Le cas échéant, change le flexible s'il est obstrué.

1. Een beetje geschiedenis	Pagina 26
2. Inleiding tot de pneumatica	Pagina 26
2.1 Met lucht bewegingen maken	Pagina 26
2.2 Lucht kan worden samengeperst	Pagina 27
2.3 Meer kracht door meer druk	Pagina 27
2.4 De terugslagklep	Pagina 27
2.5 De handklep	Pagina 28
2.6 De compressor	Pagina 28
2.7 Meer kracht door meer oppervlakte	Pagina 29
3. Pneumatische functiemodellen	Pagina 29
3.1 Katapult	Pagina 29
3.2 Schuifdeur	Pagina 29
3.3 Draaitafel met pers	Pagina 30
3.4 Lineaire voortbeweging	Pagina 30
4. Pneumatische speelmodellen	Pagina 31
5. Nog meer pneumatica	Pagina 31
6. Wanneer iets niet juist functioneert	Pagina 32

1. Een beetje geschiedenis

Al eeuwenlang gebruikt de mens lucht als hulpmiddel, bijvoorbeeld om met een blaasbalg vuur te maken.

De Oude Griek Ktesibios bouwde ca. 260 voor Christus het eerste druklucht-projectiel. Hierbij gebruikte hij naast een gespannen koord lucht, die in een cilinder werd samengeperst, en zo kon hij de reikwijdte van de projectielen enorm vergroten. Geen wonder dus dat het Griekse woord „pneuma“, wat vertaald „lucht“ betekent, de naamgever is voor deze techniek, de „pneumatica“.

Met het begin van de industrialisering werden in de 19^{de} eeuw door druklucht aangedreven toestellen hoofdzakelijk in de wegen- en mijnbouw gebruikt. Uit de moderne industrie is de pneumatica niet meer weg te denken. Overal vind je pneumatisch aangedreven machines en automaten die bijvoorbeeld verschillende afzonderlijke delen monteren, sorteren of goederen verpakken.

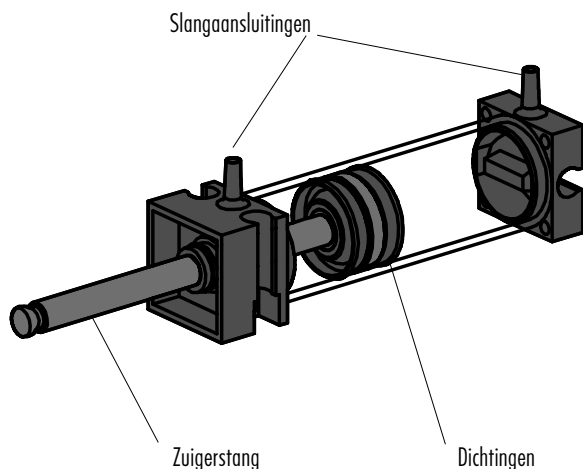
2. Inleiding tot de pneumatica

Dat lucht een heleboel mogelijkheden biedt heb je vast zelf meermaals kunnen vaststellen. Lucht kan bijvoorbeeld een windrad aandrijven, met lucht kan je een luchtballon opblazen of een kaars uitblazen.

In de pneumatica gaat het er vooral om, met lucht bewegingen te maken en krachten over te dragen. Met ons bouw pakket Profi Pneumatic II willen we in de eerste plaats uitleggen hoe pneumatische componenten functioneren. Hiertoe verklaren we je stap voor stap de afzonderlijke onderdelen en tonen we je hoe deze functioneren. Bovendien bevatten de bouwpakketten talrijke modelvoorbeelden die tonen hoe pneumatica kan worden gebruikt.

2.1 Met lucht bewegingen maken

Eerst maken wij nu met lucht een beweging. Hiervoor gebruiken wij een zogenaamde pneumatische cilinder.



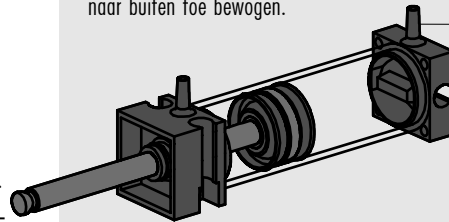
Het bouw pakket bevat twee verschillende cilinders, een kleine met een zwarte zuigerstang en een grotere met een blauwe zuigerstang. Op het verschil tussen de twee komen we later terug. We gebruiken eerst die met de blauwe zuigerstang.

De zuigerstang is beweeglijk en tegen de cilinderwand afgedicht. Als je door een van de twee slangaansluitingen lucht in de cilinder blaast, beweegt de zuigerstang. De aansluiting, waarlangs de zuigerstang naar buiten toe beweegt, wordt met „A“ aangeduid, de aansluiting om naar binnen toe te bewegen met „B“.

Opgave:

Bevestig aan aansluiting A een stuk van de blauwe slang en blaas er krachtig in. Als je voldoende adem hebt, wordt de zuigerstang naar buiten toe bewogen.

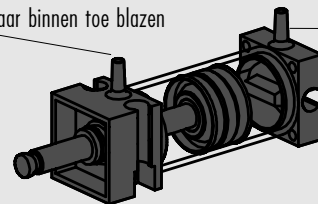
Aansluiting A:
naar binnen toe
blazen



Blaas nu lucht door de slangaansluiting B en houd daarbij aansluiting A met een vinger dicht.

B: naar binnen toe blazen

A: dicht houden



Wat gebeurt er nu?

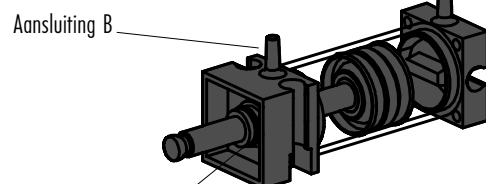
Inderdaad, helemaal niets. Kun je uitleggen waarom dat zo is?

Verklaring:

De lucht in het onderste gedeelte van de cilinder kan niet ontsnappen. Daarom beweegt de zuigerstang niet. Als je dus lucht in de ene aansluiting blaast, dient de tweede aansluiting altijd open te zijn, enkel dan wordt de zuigerstang bewogen. Men zegt dat de tweede aansluiting „ontlucht“ moet zijn.

De cilinder die we hebben gebruikt en waarvan de zuigerstang met lucht zowel naar binnen als naar buiten toe kan worden bewogen, wordt de „dubbelwerkende cilinder“ genoemd.

Er bestaat ook een „enkelvoudig werkende cilinder“. De zuigerstang daarvan kan enkel in een richting worden bewogen. Voor de beweging in de andere richting wordt vaak een veer gebruikt. De kleine cilinder met de zwarte zuigerstang is een enkelvoudig werkende cilinder. Deze is niet afgedicht op de plaats waar de zuigerstang uit de behuizing komt.

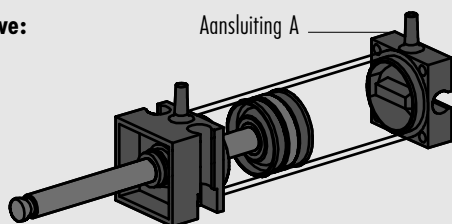


Geen afdichting

Langs daar ontsnapt lucht als je door aansluiting B lucht in de cilinder blaast. Hiervoor kan de zuigerstang ervan makkelijker worden bewogen dan de blauwe stang. Waarvoor dit goed is, kom je snel te weten.

2.2 Lucht kan worden samengeperst

Opgave:



Neem nog een keer de cilinder met de blauwe zuigerstang en trek deze volledig naar buiten toe. Houd vervolgens aansluiting A dicht en probeer de zuigerstang naar binnen toe te drukken. Wat stel je vast?

Vaststelling:

De zuigerstang kan maar voor een gedeelte naar binnen toe worden gedrukt. Als je deze los laat, veert deze weer terug.

Resultaat:

De lucht in de cilinder kan worden samengedrukt. Hoe meer deze wordt samengedrukt, hoe groter de druk in de cilinder. Deze druk kun je ook meten en berekenen. De eenheid voor de druk is „bar“ of „Pascal“

De formule voor de berekening van de drukhoogte luidt als volgt

$$\text{Druk} = \frac{\text{Kracht}}{\text{Oppervlakte}} \quad \text{of kortweg} \quad p = \frac{F}{A}$$

De drukhoogte hangt derhalve af van hoeveel kracht op het ronde vlak binnenin de cilinder wordt uitgeoefend.

Hefplatform opgave 2 (zie montagehandleiding pag. 7):

Gebruik nu een tweede cilinder met een blauwe zuigerstang, bevestig deze op de bouwplaat naast het hefplatform, beweeg de zuigerstang volledig naar buiten toe en sluit op aansluiting A een slang aan die naar de cilinder van het hefplatform voert.

Druk de zuigerstang naar binnen toe. Wat gebeurt er nu? – Het hefplatform stijgt. Trek de zuigerstang weer naar buiten toe en je zult zien dat het hefplatform weer zakt. Tot dusver gaat alles goed.

Wat gebeurt er nu als je op het hefplatform bijvoorbeeld een boek legt en daarna probeert dit naar boven toe te bewegen?

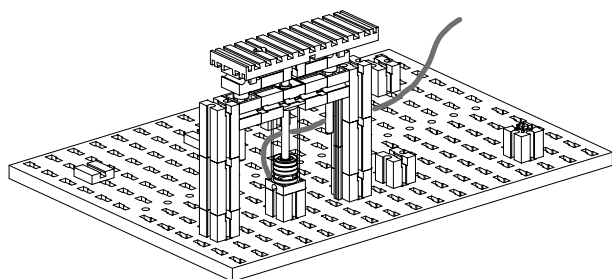
Je dient eerst de lucht in de cilinder voor een groot stuk samen te persen alvorens het boek stijgt. Bovendien kan het hefplatform niet meer volledig naar buiten toe worden bewogen. Hoe komt dit?

Om het zware boek te tillen, heb je meer kracht nodig. Deze kracht bereik je enkel als je de druk in de cilinder van het hefplatform verhoogt. De samengedrukte lucht heeft minder plaats nodig in de cilinder. Er is dan niet langer voldoende „samengedrukte lucht“ in de cilinder aanwezig om het hefplatform volledig naar buiten toe te bewegen. We zouden in staat moeten zijn om meer samengeperste lucht in de cilinder te pompen.

Hiervoor gebruiken we de zogenaamde terugslagklep.

2.3 Meer kracht door meer druk

Vervolgens willen wij vaststellen welke krachten we met onze cilinder kunnen uitoefenen. Bouw hiervoor, zoals beschreven in de montagehandleiding vanaf pagina 5, een klein hefplatform.

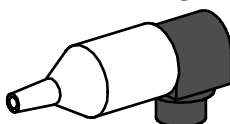


Met dit model voeren we enkele opgaven uit:

Hefplatform opgave 1 (zie montagehandleiding pag. 5):

Probeer in eerste instantie het hefplatform naar boven toe te bewegen, door met behulp van een slang lucht in de cilinder te blazen. Ondanks grote inspanningen zal dit niet lukken.

2.4 De terugslagklep

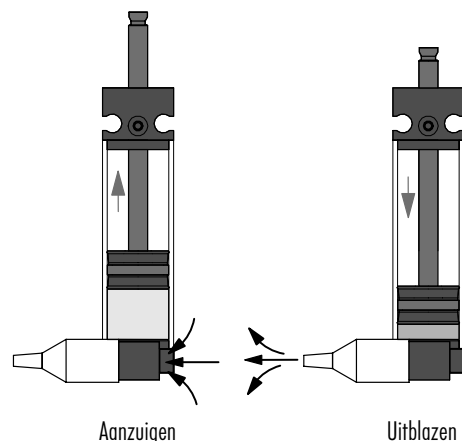
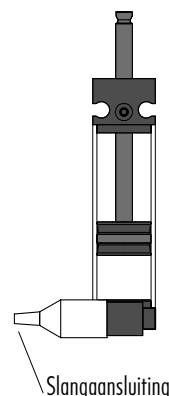


de slang worden aangesloten.

De terugslagklep wordt gewoon aan aansluiting A van de cilinder bevestigd. Op de terugslagklep kan

Indien nu de zuigerstang van de cilinder naar buiten toe wordt getrokken, zuigt de terugslagklep lucht van buiten in de cilinder.

Indien de zuigerstang weer naar binnen wordt geschoven, wordt de lucht door de tweede opening in de terugslagklep naar de slang gepompt, terwijl de eerste aansluiting gesloten blijft. We hebben nu een luchtpomp gebouwd zoals je er een aan je fiets hebt hangen.



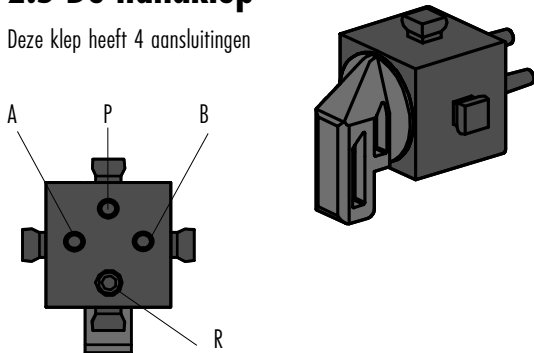
Hefplatform opgave 3 (zie montagehandleiding pag. 7):

Sluit de handpomp nu aan op de slang die naar het hefplatform leidt. Hiermee kun je nu zo veel lucht in de cilinder van het hefplatform pompen dat dit volledig naar buiten toe wordt bewogen.

Nu hebben nog maar een probleem. Als we het hefplatform naar boven toe willen bewegen, dient de lucht door de onderste aansluiting naar de cilinder te worden gepompt. Als het hefplatform weer naar onder dient te worden bewogen, dient de lucht door de bovenste aansluiting te worden geleid. Uiteraard is het voor ons veel te lastig om altijd weer de slang te verwisselen. Er bestaat een veel betere oplossing.

2.5 De handklep

Deze klep heeft 4 aansluitingen

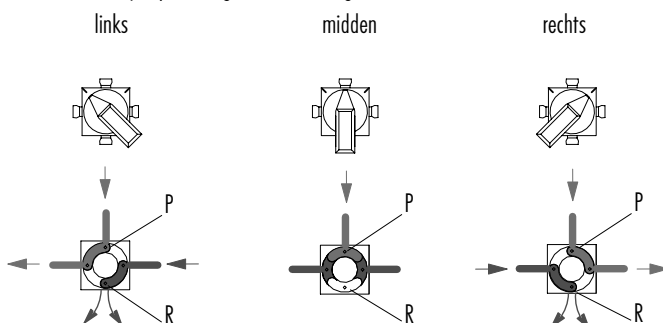


De middelste aansluiting is de toevoerleiding voor de druklucht (aansluiting „P“ genaamd). De linker- en rechtersteunen (A en B) dienen voor de slangen naar de cilinder. De korte aansluiting aan de onderkant is de ontluchting „R“. Hierlangs kan de lucht ontsnappen die van de cilinder terugkomt (de zogenaamde uitlaatlucht). De klep heeft drie schakelposities (centraal – links – rechts). Een klep met 4 aansluitingen en drie schakelposities wordt in de pneumatica een 4/3-wegsklep genoemd.

Hefplatform opgave 4 (zie montagehandleiding pag. 8):

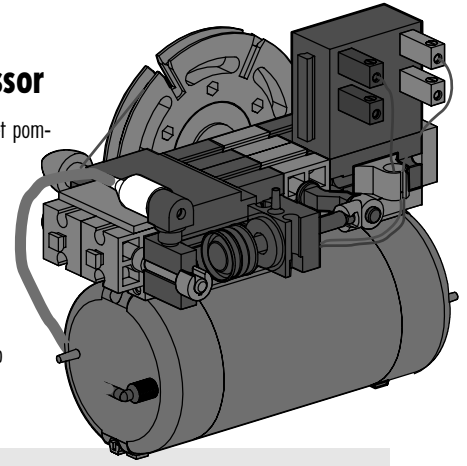
Sluit de klep aan zoals beschreven in de montagehandleiding. Indien de schakelaar zich in de middelste positie bevindt, en alle aansluitingen gesloten zijn, beweegt het hefplatform niet. Als je nu de klep-schakelaar naar links draait en vervolgens met de luchtpomp pompt, wordt het hefplatform naar boven toe bewogen. Als je de schakelaar naar rechts draait, kun je het platform weer naar beneden toe bewegen.

Hoe lucht in de verschillende schakelposities door de klep stroomt, wordt duidelijk op de volgende afbeelding:



2.6 De compressor

Na verloop van tijd wordt het pompen met de hand uiteraard vermoeiend. Er bestaat een veel elegantere oplossing: de compressor. Bouw de compressor zoals beschreven in de montagehandleiding op pag. 11.



Hefplatform opgave 5 (zie montagehandleiding pag. 9):

Bevestig de compressor nu op de bodemplaat van het model hefplatform aan de beide hiervoor voorziene rode bouwstenen. Daarna sluit je de compressor in plaats van de handpomp aan op het hefplatform. Het is belangrijk dat je voor de stroomtoevoer een 9V-alkaline-batterij gebruikt. Een normale 9V-blok geeft er al na een paar minuten de brui aan. Nog beter is de accuset van fischertechnik (art.-nr. 34969), die aanzienlijk meer vermogen dan de 9V-blok heeft, duurzamer is en altijd weer kan worden opgeladen.

Nadat de compressor is ingeschakeld, dien je ca. 15 seconden te wachten tot het luchtreservoir is gevuld. Dan kun je het hefplatform naar boven en beneden toe bewegen, zonder dat je constant tegelijk met de hand dient te pompen.

Voor de compressor gebruiken we als pomp de kleine pneumatische cilinder met de zwarte zuigerstang. De zuigerstang van deze enkelvoudig werkende cilinder kan eenvoudiger worden bewogen dan die van de grote cilinder en kan door middel van de fischertechnik-motor worden aangedreven. Het luchtreservoir zorgt ervoor dat er altijd voldoende druklucht met het oog op de activering van de pneumatische cilinder aanwezig is. De door de compressor gerealiseerde druk bedraagt ca. 0,5 bar. De stang van de compressorcilinder dient altijd vlot te kunnen bewegen. Deze kan indien nodig met een druppeltje zuurvrije olie (b.v. silicone-olie) spaarzaam worden gesmeerd. Als de compressor voor langere tijd niet wordt gebruikt, is het raadzaam de aandrijfriem te verwijderen omdat deze na verloop van tijd kan verslappen en daarna kan doorroesten.

Hefplatform opgave 6 (zie montagehandleiding pag. 9):

Gebruik de compressor zonder luchtreservoir. Hiervoor installeer je een 20cm lange slang van de terugslagklep direct naar aansluiting P van de handklep.

Wat verandert er aan de werking van het hefplatform?

Vaststelling:

Zowel bij het naar buiten als het naar binnen toe bewegen schokt het hefplatform, omdat de pomp met stoten lucht in het systeem pompt. Het luchtreservoir compenseert deze drukstoten. Daarom is de beweging met het luchtreservoir veel gelijkmatiger.

2.7 Meer kracht door meer oppervlakte

Opgave:

Probeer te weten te komen met welk gewicht je het hefplatform kunt belasten, en wel zo dat het platform het gewicht nog kan tillen.

Hoe kun je nog zwaardere gewichten tillen?

Hefplatform opgave 7 (zie montagehandleiding pag. 10):

Om zwaardere gewichten te tillen dien je een tweede pneumatische cilinder te gebruiken. Monteer zoals in de montagehandleiding de tweede cilinder in het hefplatform en sluit deze conform het afgebeelde slangenschema aan.

Opgave:

Waarom is het gewicht, dat kan worden getild, ongeveer dubbel zo zwaar als met een cilinder?

Oplossing:

Als je onze formule $p = \frac{F}{A}$ aanpast, krijg je $F = p \cdot A$

De kracht die kan worden uitgeoefend hangt dus af van de druk en het oppervlak waarop de druk wordt uitgeoefend. De druk, die door de compressor wordt gerealiseerd, is altijd constant. Als we twee cilinders in plaats van een cilinder gebruiken, is het oppervlak, waarop de druk wordt uitgeoefend, dubbel zo groot. Zo wordt ook de kracht verdubbeld en derhalve het gewicht dat kan worden getild.

Te ingewikkeld allemaal? Geef niets, bedenk gewoon dat als de kracht van een cilinder niet voldoende is, je een tweede dient te nemen.

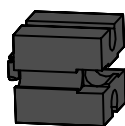
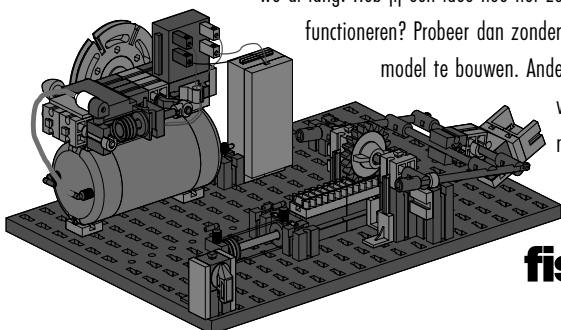
Hiermee zijn we aan het einde van onze inleiding. Je ziet, de pneumatica doet het 'm. Pneumatica is ongelooflijk spannend. Daarom behandelen we nu de andere modellen van het bouw pakket. Veel plezier.

3. Pneumatische funtiemodellen

In dit hoofdstuk willen we enkele functies behandelen, die in de „echte techniek“ ook vaak pneumatisch in de praktijk worden gebracht. Hiervoor bouwen we telkens een model om beter te kunnen begrijpen hoe alles functioneert.

3.1 Katapult

In het eerste hoofdstuk werd al vermeld dat de Oude Griek Ktesibios in 260 voor Christus het eerste luchtdrukprojectiel bouwde. Wat hij kon, kunnen we al lang. Heb jij een idee hoe het zou kunnen functioneren? Probeer dan zonder handleiding een model te bouwen. Anders vind je ons voorstel in de montagehandleiding op pag. 13.



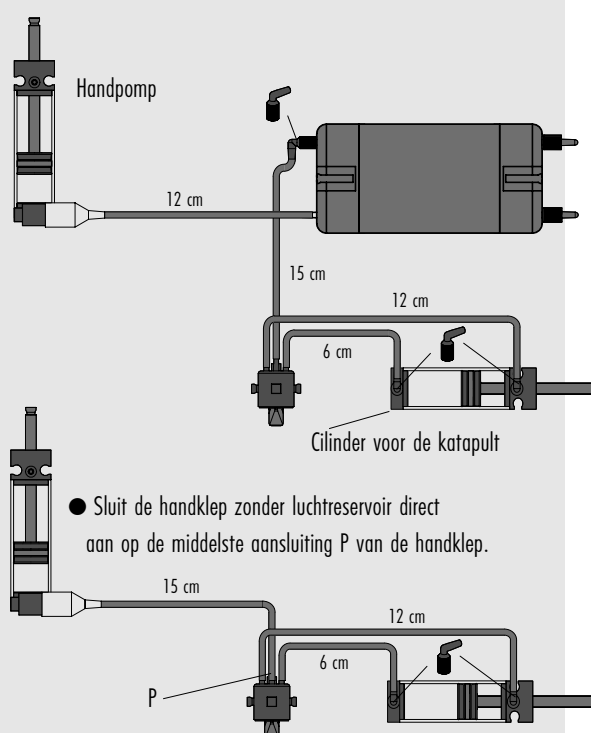
In ons model wordt de druklucht door middel van de compressor gerealiseerd. Voor je de katapult voor de eerste keer activeert, dien je ca. 15 seconden te wachten tot het luchtreservoir vol is en je over de volledige druk kunt beschikken. Daarna schiet je gewoon een zwarte bouwsteen in de lucht.

Opgave:

Hopelijk werkt de katapult goed, maar probeer nu de steen nog verder te schieten. Denk na over welke mogelijkheden er bestaan. Wat functioneert het best?

Mogelijkheden:

- Gebruik in plaats van de compressor de handpomp en pomp hiermee het luchtreservoir vol. Open de handklep en stel vast hoe de steen vliegt.



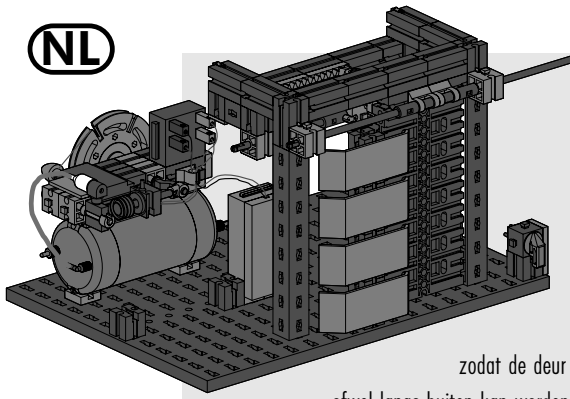
- Sluit de handklep zonder luchtreservoir direct aan op de middelste aansluiting P van de handklep.

Open de klep zodat de cilinder van de katapult naar buiten toe kan worden bewogen en druk daarna de zuigerstang van de handpomp zo snel je kunt naar achteren toe.

Waarmee bereik je het beste resultaat?

3.2 Schuifdeur

Je bent vast al langs een schuifdeur gepasseerd. Deze deuren worden ofwel elektrisch ofwel pneumatisch geactiveerd. De deuren bij bussen worden bv. vaak met druklucht geopend en gesloten. Je hoort dan het typische sissgeluid wanneer de druklucht ontsnapt. Bouw nu zelf ook een dergelijke schuifdeur, die in eerste instantie door middel van een klep wordt geopend en gesloten. De handleiding hiervoor vind je op pagina 17 van de bouwbrochure.



Opgave:

Het nadeel van onze deur is dat deze enkel langs een kant kan worden geopend en gesloten. Monteer nu een tweede klep

zodat de deur ofwel langs binnen ofwel langs buiten kan worden geopend en gesloten.

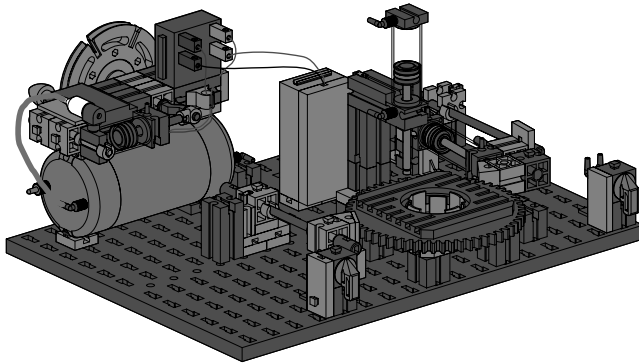
Oplossing:

Zie gebruikershandleiding pag. 21.

Hierbij dient erop te worden gelet dat elke klep na activering weer naar de middelste positie wordt teruggeschakeld. Anders kan de deur door middel van de tweede klep niet meer worden geactiveerd.

3.3 Draaideur met pers

Machines, waarmee in fabrieken onderdelen worden geproduceerd of gemonteerd, worden erg vaak pneumatisch aangedreven. Onze machine bestaat uit een draaitafel en een pers. Bouw het model zoals beschreven in de montagehandleiding op pagina 22.



Elk van de beide functies wordt met een eigen klep geactiveerd. De draaitafel is zo geconstrueerd dat deze telkens als de cilinder naar buiten toe beweegt een stap verder beweegt zonder zich terug te draaien wanneer de cilinder weer naar binnen toe wordt bewogen.

Opgave:

De beide functies „draaien“ en „drukken“ dienen na elkaar te worden uitgevoerd. Hoeveel onderdelen kun je in een minuut verwerken. Activeer de kleppen na elkaar en stop de tijd.

Kun je zo snel zijn dat de compressor „buiten adem raakt“, d.w.z. dat deze niet voldoende lucht kan produceren, om tegen deze snelheid de cilinder te activeren?

Opgave:

In de realiteit worden dergelijke installaties niet met de hand bediend. Hoe bedien je dergelijke installaties automatisch?

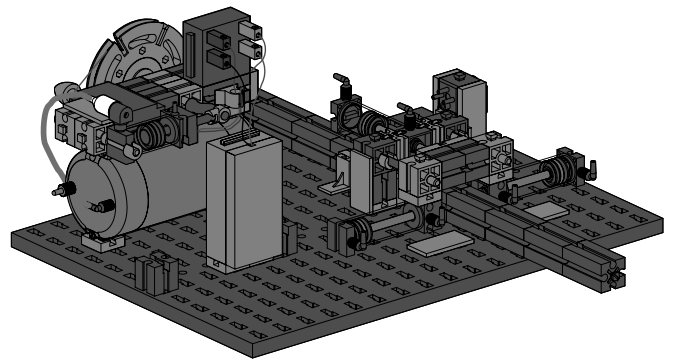
Oplossing:

In plaats van handkleppen worden kleppen gebruikt die door middel van een elektrische impuls kunnen worden geopend en gesloten. Deze ontvangen hun impulsen van een programmeerbare besturing, SPS genaamd. De programmeur voert in in welke volgorde de kleppen dienen te worden geactiveerd, slaat alles op en de installatie kan functioneren zonder dat iemand de kleppen continu dient te openen en sluiten.

Hoe je dergelijke installaties met fischertechnik kunt automatiseren, behandelen we in hoofdstuk 5.

3.4 Lineaire voortbeweging

Bij het vorige model werd de draaitafel bij de activering van de klep telkens een stap verder bewogen. De mogelijkheid bestaat ook om een rechte lijnige beweging stapsgewijs verder te bewegen. Bouw het model „lineaire voortbeweging“, zie montagehandleiding pag. 26.



Je merkt dat deze lineaire voortbeweging veel grootschaliger dient te worden gerealiseerd dan de draaitafel. Hiervoor hebben wij nu drie pneumatische cilinders nodig.

Opgave:

Kun je je voorstellen waar een dergelijke voortstuwing in de realiteit wordt gebruikt?

Oplossing:

Bijvoorbeeld in zagerijen voor het transport van boomstammen, die op een bepaalde lengte dienen te worden afgezaagd.

Uiteraard zou men in echte installaties de werking ook wel automatiseren. Om te begrijpen hoe het principe werkt, volstaat onze manuele bediening meer dan genoeg.

4. Pneumatische speelmodellen

Het bouwpakket Profi Pneumatic bevat naast de functiemodellen, die we in hoofdstuk 3 hebben behandeld, nog vier modellen met spannende speelfuncties. Hierbij gaat het om de modellen buizenleginstallatie, sneeuwruimer, graafmachine en bagger. De werking zoals die bij deze modellen voorkomt gebeurt in de realiteit niet pneumatisch maar hydraulisch. In de hydraulica wordt olie in plaats van lucht gebruikt om de cilinder te bewegen. In tegenstelling tot lucht kan olie niet worden samengeperst. Hierdoor kunnen met hydraulica aanzienlijk grotere krachten dan met lucht worden overgedragen.

Voor onze speelmodellen is de kracht van de pneumatica echter ruim voldoende. Bovendien kun je je misschien voorstellen dat spelen met olie wel eens een vuile boel kan worden, vooral als de olie b.v. op het tapijt valt. Indien in plaats van olie water wordt gebruikt, bestaat het gevaar dat de cilinders verkalken. Het gebruik van gedistilleerd water is eveneens niet raadzaam omdat dit een gevaar voor de gezondheid betekent als het wordt ingeslikt. Laat ons daarom liever bij druklucht blijven en ons verheugen over het feit dat de compressor ratelt en bij de activering van de kleppen een siggeluid afgeeft, wanneer de uitlaatlucht uit de cilinders ontsnapt. Deze modellen kunnen uiteraard ook met andere bouwpakketten worden gecombineerd, zo kun je bijvoorbeeld met de pneumatische bagger prima de kipauto uit de reeks Cars&Trucks laden, of met de dieplader uit de reeks Super Trucks kun je buizen transporteren die met een van de havenkranen worden gelost en daarna met de pneumatische buizenleginstallatie worden geïnstalleerd. Veel plezier bij het bouwen en spelen.

5. Nog meer pneumatica

Het fascinerende onderwerp van de pneumatica neemt met dit bouwpakket Profi Pneumatic nog geen einde. Als je nu zin hebt om de pneumatische modellen ook nog te automatiseren, is het bouwpakket Pneumatic Robots Art.-Nr. 34948 écht iets voor jou. Daar worden de modellen niet meer met handkleppen bestuurd, maar met elektromagnetische kleppen, die op de Intelligent Interface worden aangesloten. Met de software LLWin kun je deze modellen dan door middel van de PC programmeren en besturen. Dit is spits technologie. De onderdelen van het bouwpakket Profi Pneumatic kun je uiteraard ook gebruiken en de modellen uitbreiden en uitbouwen. Je kunt eveneens bijvoorbeeld een „dubbele compressor“ met twee motoren en twee luchtreservoirs bouwen die een dubbele luchthoeveelheid kan produceren. Dit biedt onbegrensde mogelijkheden.

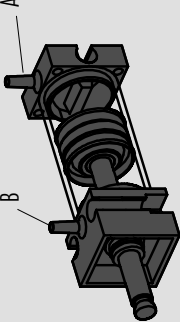
Misschien kom je de pneumatica nog wel eens tegen tijdens je opleiding of beroep. Dan zul je kunnen vaststellen dat de „echte pneumatica“ in principe precies zo functioneert als bij het fischertechnik-bouwpakket en dat je al lang vertrouwd bent met dit onderwerp.

Richtlijnen:

- In het bijzonder bij de bagger is het belangrijk dat je na de inschakeling van de compressor ca. 15 seconden wacht tot het luchtreservoir volledig is gevuld en je over de volledige druk voor het tillen van de baggerarm beschikt. Anders beweegt deze mogelijkerwijs niet. Als je meerdere functies meerdere keren na elkaar hebt uitgevoerd, moet je de compressor een beetje rust gunnen, opdat het luchtreservoir weer kan worden gevuld.
- Als je deze modellen langere tijd laat werken, is het in elk geval raadzaam als stroombron in plaats van de 9V-blok de accuset art.-nr. 34969 te gebruiken. Het Accu Pack is aanzienlijk duurzamer dan een 9V-blok en kan altijd opnieuw worden opgeladen. De montage in de modellen is zonder problemen mogelijk.

6. Wanneer iets niet juist functioneert

Wat is er erger dan een model dat werd gebouwd en aangesloten en dan niet werkt? Daarom willen we je hier een paar tips geven over welke oorzaken in individuele gevallen storingen kunnen veroorzaken en hoe je deze storingen kunt verhelpen

Storing	Mogelijke oorzaak	Remedie
De compressor loopt maar erg langzaam. De motor blijft staan zodra deze druk wil aanmaken.	Er werd geen alkalinebatterij gebruikt. De compressorcilinder is drooggelopen en kan ook met de hand maar erg moeizaam worden bewogen. In dit geval kan in de cilinderbuis duidelijk een aandrijving worden herkend.	9V-blok-alkaline-batterij gebruiken of fischertechnik accu set art.-nr. 34969 Indien de dichting in de zuiger niet is omgeknakt, de cilinder met een druppeltje zuurvrije olie smeren. Anders de versleten cilinders vervangen.
De motor van de compressor loopt, het vlieg-wiel beweegt niet.	De rubberen ring is uitgerekt of vet en glijdt weg.	De rubberen ring en de adapterpunt aan de motor met een beetje water en zeep reinigen. Eventueel de versleten rubberen ring vervangen.
De compressor loopt schijnbaar normaal, de gestuurde pneumatische cilinder beweegt enkel erg langzaam of helemaal niet.	Luchtreservoir leeg De compressor bouwt geen of te weinig druk op. Controle: aan het luchtreservoir alle uitgangen afsluiten, het luchtreservoir met druklucht vullen (ca. 15 sec.). Als je een van de steunen opent, dient een luid siggeluid hoorbaar te zijn. Als dit geluid maar zachtjes of helemaal niet sist, is er te weinig druk. Mogelijke oorzaken voor een defecte compressor: Luchtreservoir ondicht. Controle: zoals hierboven met druklucht vullen en onder water houden. Als er luchtbellen opstijgen, is deze ondicht. Terugslagklep defect Controle: met de handpomp (zie pag. 11) in een cilinder met 5-6 stoten lucht naar binnen pompen. Door de controle onder water garanderen dat de volgepompte cilinder dicht is (geen luchtbellen zichtbaar). Als de zuigerstang van de volgepompte cilinder eenvoudig weer kan worden teruggeschoven, of deze niet juist naar buiten toe wordt bewogen, is de terugslagklep defect  Compressorcilinder ondicht. Controle: door middel van de handpomp (zie pag. 3) de compressorcilinder aan de aansluiting A van druk voorzien en onder water houden. Als luchtbellen opstijgen, is de cilinder ondicht. Let op: als je aan aansluiting B controleert, stijgen er altijd bellen op.	Alle kleppen naar de middelste positie brengen en ca. 15 seconden wachten tot het luchtreservoir is gevuld. De mogelijke oorzaken voor de defecte compressor controleren Luchtreservoir vervangen Terugslagklep vervangen Compressorcilinder vervangen
	Handklep ondicht. Controle: de klep naar de middelste positie brengen. Na elkaar alle 3 aansluitingen van druk voorzien en onder water houden. Als veel bellen opstijgen, is de klep ondicht. Pneumatische cilinder ondicht Controle: de beide aansluitingen na elkaar van druk voorzien en onder water houden. Als veel bellen opstijgen, is de cilinder ondicht.	Handklep vervangen Pneumatische cilinder vervangen
Compressor en alle cilinders in orde. Toch kan een van de cilinders niet naar buiten toe worden bewogen.	Slang is op een plaats verstopt Controle: elke slang afzonderlijk aan de compressor aansluiten. Of er lucht doorstroomt, kun je horen of voelen.	Eventueel een verstopte slang vervangen.

E CONTENIDO

1. Un poco de historia	Página 34
2. Introducción a la neumática	Página 34
2.1 Generación de movimientos con aire	Página 34
2.2 El aire puede comprimirse	Página 35
2.3 Más fuerza a mayor presión	Página 35
2.4 La válvula de retén	Página 35
2.5 La válvula de mano	Página 36
2.6 El compresor	Página 36
2.7 Más fuerza con mayor superficie	Página 37
3. Modelos neumáticos funcionales	Página 37
3.1 Catapulta	Página 37
3.2 Puerta corrediza	Página 37
3.3 Mesa giratoria con prensa	Página 38
3.4 Avance lineal	Página 38
4. Modelos neumáticos de juego	Página 39
5. Más neumática aún	Página 39
6. Cuando algo no funciona bien	Página 40

1. Un poco de historia

Desde hace ya milenios el hombre ha empleado el aire como medio auxiliar, por ejemplo, para avivar el fuego con un fuelle.

El griego Ktesibios construyó aprox. en el 260 antes de nuestra era una pieza de artillería de aire comprimido. Adicionalmente a una cuerda tensada, utilizó para ello aire que era comprimido en un cilindro, con lo cual aumentaba el alcance de los proyectiles. O sea, que no es por casualidad que la palabra griega „neuma“, que quiere decir „aire“, le haya dado el nombre a esta técnica, la „neumática“.

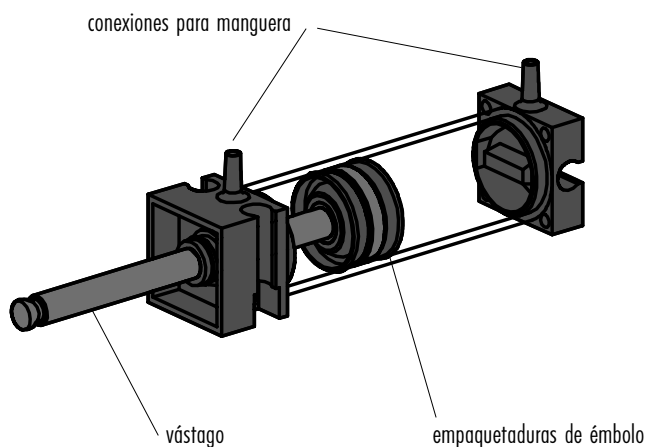
Al principio de la industrialización, en el siglo 19, se emplearon aparatos accionados por aire comprimido, sobre todo en la construcción vial y en la minería. La industria moderna no se concibe ahora sin la neumática. Por todas partes se ven máquinas y aparatos automáticos de accionamiento neumático que, p. ej., montan diferentes piezas, clasifican o empaacan productos.

2. Introducción a la neumática

Que con el aire pueden hacerse muchas cosas, eso lo habrás constatado ya seguramente muchas veces. P. ej., el aire puede accionar una rueda de viento, con aire puede inflarse un globo o puede apagarse una vela. En la neumática se trata, sobre todo, de generar movimientos y transmitir fuerzas con el aire. Con nuestra caja de construcción Profi Pneumatic II queremos demostrar, ante todo, cómo funcionan los componentes neumáticos. Para ello te describiremos paso a paso las diferentes piezas constructivas y te mostraremos cómo trabajan. Además, en la caja de construcción van numerosos ejemplos de modelos que muestran la forma en que puede ser empleada la neumática.

2.1 Generación de movimientos con aire

En primer lugar produciremos un movimiento con aire. Para ello empleamos un cilindro neumático.

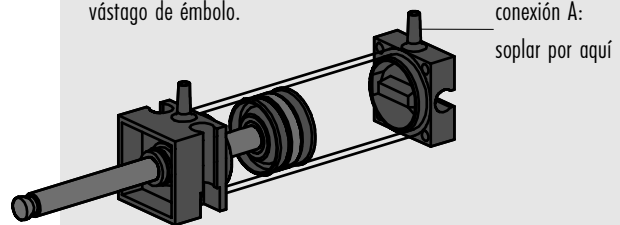


En la caja de construcción van dos cilindros distintos, uno más pequeño con vástago de émbolo negro y otro mayor con vástago de émbolo azul. Más adelante hablaremos de la diferencia entre ellos. Primeramente utilizaremos el del vástago de émbolo azul.

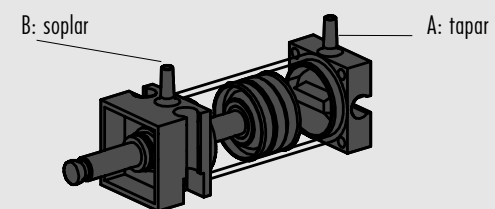
El vástago de émbolo es movable y hermetizado respecto a la pared del cilindro. Si se sopla aire en el cilindro por una de las conexiones para manguera, se mueve entonces el vástago de émbolo. La conexión a partir de la cual avanza el vástago de émbolo se designa como „A“ y la conexión desde la que se retrae se designa como „B“.

Ensayo:

Coloca en la conexión A un pedazo de la manguera azul y sopla fuertemente por ella. Si tienes buenos pulmones harás que avance el vástago de émbolo.



Sopla ahora por la conexión de manguera B y tapa la conexión A con un dedo.



¿Qué sucede?

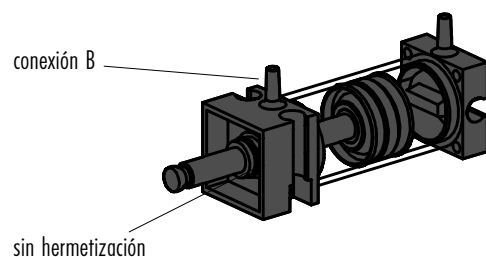
¡Correcto, no pasa nada! ¿Puedes explicártelo?

Explicación:

El aire no puede escapar de la parte inferior del cilindro. Por eso es que no se mueve el vástago de émbolo. Cuando soplas por una de las conexiones, la otra tiene que estar siempre abierta, solo así es que se mueve el vástago de émbolo. Se dice que la segunda conexión tiene que estar „aireada“.

El cilindro que hemos empleado y su vástago de émbolo que puede hacerse avanzar y retraerse por medio de aire se llama „cilindro de doble efecto“.

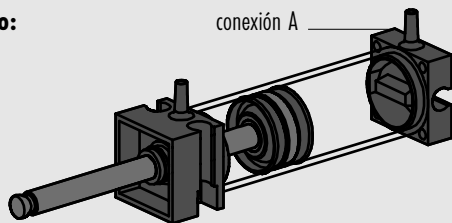
Hay también „cilindros de efecto simple“. Su vástago de émbolo solo puede moverse en una dirección. Para el movimiento en la otra dirección se emplea frecuentemente un resorte. El cilindro pequeño con el vástago de émbolo negro es un cilindro de efecto simple. No está hermetizado por el lado de donde sale de la caja el vástago de émbolo.



Por allí se escapa el aire al soplar en el cilindro por la conexión B. Por eso es que su vástago de émbolo puede moverse más fácilmente que el vástago azul. Para qué sirve ésto, eso lo vas a ver ahora mismo.

2.2 El aire puede comprimirse

Ensayo:



Toma otra vez el cilindro con el vástago de émbolo azul y extráelo completamente. Mantén tapada la conexión A e intenta oprimirlo hacia atrás. ¿Qué puedes apreciar?

Observación:

El vástago de émbolo solo puede moverse un poco hacia atrás. Si se suelta, salta de regreso.

Resultado:

El aire en el cilindro se deja comprimir. Cuanto más se oprima, tanto mayor es la presión en el cilindro. Esa presión puede medirse y calcularse. La unidad para la presión es „bar“ o „Pascal“. La fórmula para el cálculo de la presión es

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}} \quad \text{o abreviando} \quad p = \frac{F}{A}$$

O sea, que el nivel de la presión depende de la fuerza que hagamos sobre la superficie en el interior del cilindro.

Ensayo 2, plataforma de elevación (ver manual de construcción pág. 7): Emplea un segundo cilindro con vástago de émbolo azul, fíjalo a la placa de montaje junto a la plataforma de elevación, extrae el vástago de émbolo completamente y conecta a la conexión A la manguera que conduce al cilindro de la plataforma de elevación.

Empuja el vástago de émbolo hacia adentro. ¿Qué pasa? – La plataforma de elevación va hacia arriba. Extrae de nuevo el vástago de émbolo y verás que la plataforma de elevación desciende de nuevo. Hasta aquí, todo bien.

¿Qué pasa si colocas en la plataforma, p. ej., un libro e intentas moverla hacia arriba?

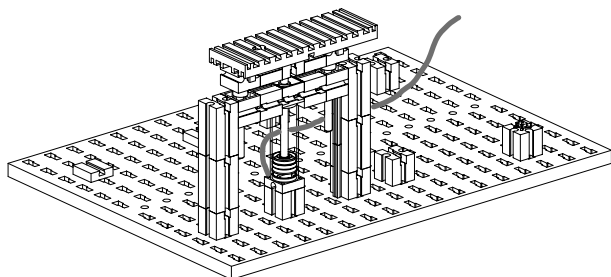
Tu tienes que comprimir bastante el aire en el cilindro antes de que el libro se mueva hacia arriba. Además, la plataforma de elevación no puede extraerse ya completamente. ¿A qué se debe eso?

Para levantar el libro hacia arriba se necesita una fuerza mayor. Esa fuerza solo se consigue aumentando la presión en el cilindro de la plataforma de elevación. El aire comprimido requiere menos espacio en el cilindro. No existe ya „aire comprimido“ suficiente para extraer la plataforma completamente. Tenemos que poder bombear más aire comprimido en el cilindro.

Para ello empleamos la llamada válvula de retén.

2.3 Más fuerza a mayor presión

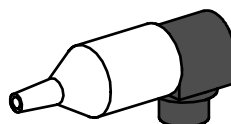
Ahora vamos a comprobar qué fuerzas podemos ejercer con nuestro cilindro. Para ello construye una pequeña plataforma de elevación en la forma descrita en la pág. 5 del manual de construcción.



Con éste modelo vamos a hacer ahora algunos ensayos:

Ensayo 1, plataforma de elevación (ver manual de construcción pág. 5): Intenta primeramente mover la plataforma hacia arriba soplando aire en el cilindro por una manguera. A pesar de todo el esfuerzo que hagas, eso no funcionará.

2.4 La válvula de retén

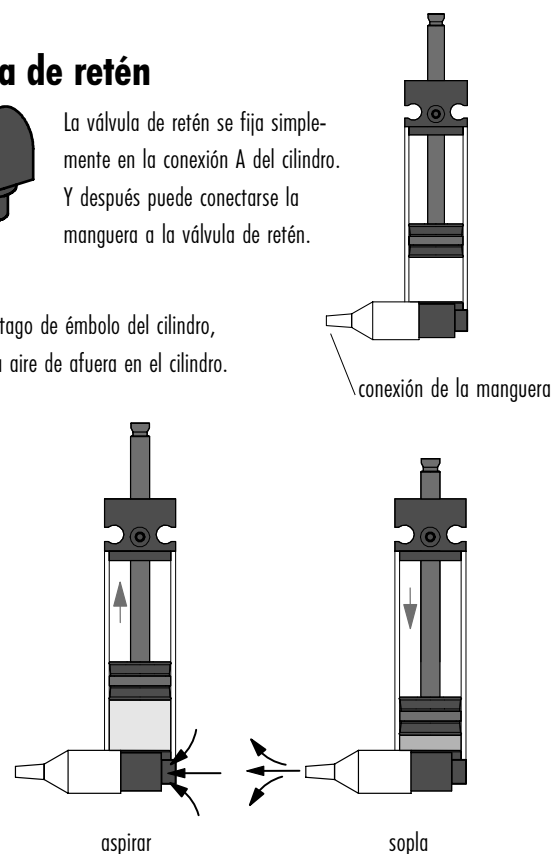


La válvula de retén se fija simplemente en la conexión A del cilindro. Y después puede conectarse la manguera a la válvula de retén.

Si se extrae ahora el vástago de émbolo del cilindro, la válvula de retén aspira aire de afuera en el cilindro.

Si se introduce de nuevo el vástago de émbolo bombea el aire hacia afuera en la manguera por la segunda abertura de la válvula de retén, mientras que la primera conexión permanece cerrada.

Con esto hemos construido una bomba de aire similar a la de tu bicicleta.

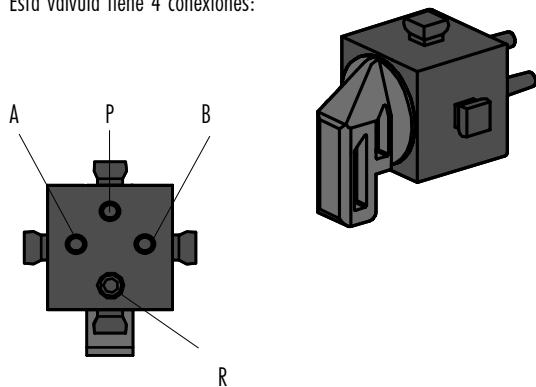


Ensayo 3, plataforma de elevación (ver manual de construcción pág. 7): Conecta ahora la bomba de mano a la manguera que va a la plataforma de elevación. Con esto puedes bombear ahora en el cilindro de la plataforma de elevación tanto aire como sea necesario para hacer que se extraiga completamente.

Pero ahora tenemos todavía un problema. Al subir la plataforma de elevación tiene que ser bombeado el aire en el cilindro por la conexión inferior. Si se desea que la plataforma vuelva a bajar, es necesario conducir el aire por la conexión superior. Claro que es muy engorroso tener que cambiar constantemente el enchufe de la manguera. Pero hay una buena solución.

2.5 La válvula de mano

Esta válvula tiene 4 conexiones:



La conexión del centro es la entrada del aire comprimido (llamada conexión „P“). Las tubuladuras izquierda y derecha (A y B) son para la manguera que va al cilindro. La conexión corta en la parte inferior es la aireación „R“. Por ella puede escapar el aire que regresa del cilindro (aire de escape). La válvula tiene tres conmutaciones (centro – izquierda – derecha). Una válvula con 4 conexiones y tres conmutaciones se llama en neumática válvula de 4/3 pasos.

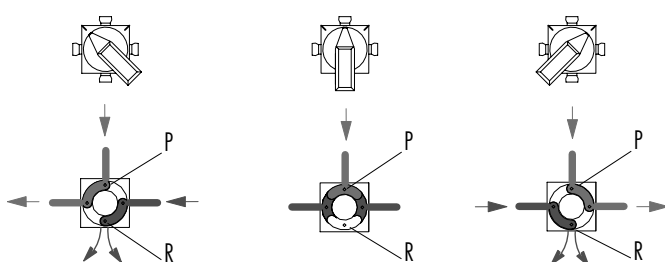
Ensayo 4, plataforma de elevación (ver manual de construcción pág. 8): Conecta la válvula en la forma descrita en el manual de construcción. Con el conmutador en posición central están cerradas todas las conexiones, y la plataforma de elevación no se mueve. Si giras el conmutador de la válvula hacia la izquierda y bombas después con la bomba de mano, la plataforma se desplaza hacia arriba. Si lo giras hacia la derecha, puedes mover de nuevo la plataforma hacia abajo.

Por la siguiente ilustración puedes ver cómo corre el aire con las diferentes posiciones de conmutación:

izquierda

centro

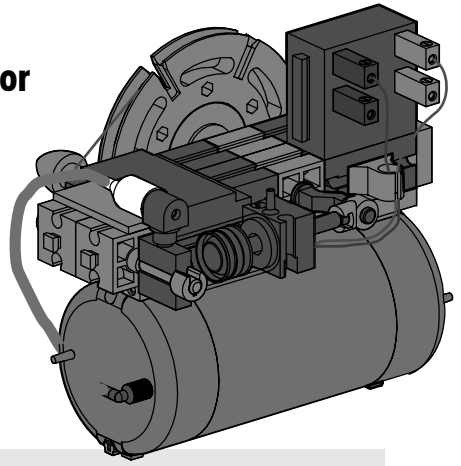
derecha



2.6 El compresor

A la larga se cansa uno de bombear el aire a mano.

Para esto hay una solución muy elegante: el compresor. Monta el compresor en la forma descrita en la pág. 11 del manual de construcción.



Ensayo 5, plataforma de elevación (ver manual de construcción pág. 9): Fija ahora el compresor a la placa de base del modelo de la plataforma de elevación utilizando para ello las piezas constructivas rojas previstas. Conecta después el compresor a la plataforma de elevación en lugar de la bomba de mano. Es importante que emplees una batería alcalina de 9 V para la alimentación de corriente. Un bloque „normal“ de 9 V se agota en tan solo unos minutos. Mejor aún es, naturalmente, el juego de acumulador de fischertechnik (Art. N° 34969), el cual tiene un rendimiento mayor que el bloque de 9V, dura más y puede cargarse siempre que se necesite.

Después de conectar el compresor tienes que esperar unos 15 segundos hasta que se cargue el depósito del aire. Después puedes mover la plataforma de elevación hacia arriba y hacia abajo sin necesidad de bombear el aire a mano.

Para el compresor empleamos como bomba el cilindro neumático pequeño con el vástago de émbolo negro. El vástago de émbolo de éste cilindro de accionamiento sencillo puede moverse más fácilmente que el del cilindro grande, con lo cual puede ser accionado con el motor de fischertechnik. El depósito de aire garantiza que haya siempre aire comprimido suficiente para accionar el cilindro neumático. La presión generada por el compresor es de 0,5 bar. El émbolo del cilindro del compresor debe poderse mover siempre con facilidad. En caso de necesidad puede lubricarse ligeramente con una pequeña gota de aceite no ácido (p. ej., aceite de silicona). En caso de no utilizar el compresor durante largo tiempo es recomendable quitar la correa de accionamiento, pues, con el tiempo, puede estirarse y patinar después.

Ensayo 6, plataforma de elevación (ver manual de construcción pág. 9): Emplea el compresor sin depósito de aire.

Para ello, coloca una manguera de 20 cm de largo desde la válvula de retén hasta la conexión P de la válvula de mano.

¿Qué ha cambiado en el funcionamiento de la plataforma de elevación?

Observación: Tanto al salir, como al retraerse, la plataforma se mueve a saltos, porque la bomba bombea a golpes de presión el aire en el sistema. El depósito de aire compensa al mismo tiempo esos golpes de presión. Por eso es que el movimiento con depósito de aire es mucho más uniforme.

2.7 Más fuerza con mayor superficie

Tarea:

Intenta averiguar con qué peso puedes sobrecargar la plataforma de elevación para que ésta consiga aún levantar el peso.

¿Cómo puedes tú levantar pesos aún mayores?

Ensayo 7, plataforma de elevación (ver manual de construcción pág. 10): Para levantar pesos mayores empleas tú un segundo cilindro neumático. Monta el segundo cilindro en la plataforma de elevación en la forma que muestra el manual de construcción y conéctalo de acuerdo a la forma ilustrada en el esquema de mangueras.

Tarea:

¿Por qué es el peso casi el doble de lo que puede levantarse con un cilindro?

Solución:

Por inversión de la fórmula $p = \frac{F}{A}$ se obtiene la fórmula $F = p \cdot A$. O sea, que la fuerza que puede ejercerse depende de la presión y de la superficie sobre la que actúa la presión. La presión que genera el compresor es siempre constante. Si empleamos dos cilindros en vez de uno, la superficie sobre la cual actúa la presión es entonces el doble de grande. Con eso se duplica también la fuerza y, por consiguiente, el peso que puede levantarse.

¿Muy complicado? No importa; recuerda simplemente que si la fuerza de un cilindro no alcanza, puedes agregar un segundo cilindro.

Y con esto llegamos al final del capítulo introductorio. Como ves, la neumática se las trae. Pero es increíblemente emocionante. Por eso es que a continuación nos vamos a ocupar de otros modelos de la caja de construcción. ¡Que te diviertas!

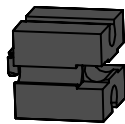
3. Modelos neumáticos funcionales

En éste capítulo nos vamos a ocupar de algunas funciones que en la „técnica real” frecuentemente son realizadas neumáticamente. Para cada caso construiremos un modelo para comprender mejor cómo funciona todo eso.

3.1 Catapulta

En el primer capítulo dijimos ya que el griego Ktesibios había construido en el 260 antes de nuestra era una pieza de artillería de aire comprimido. Lo

que él consiguió podemos hacerlo nosotros también. ¿Puedes imaginarte cómo funcionaba? Pues intenta construir un modelo sin mirar las instrucciones. De lo contrario, en la pág.13 del manual de construcción hallarás nuestra propuesta.



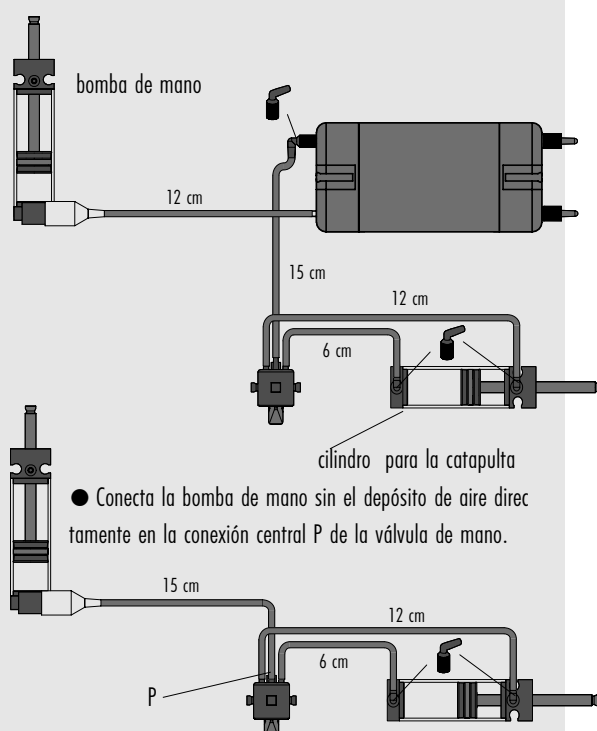
En nuestro modelo, el aire comprimido es generado por el compresor. Antes de accionar la catapulta por primera vez tienes que esperar unos 15 segundos, hasta que se cargue el depósito de aire y puedas disponer de toda la presión. Después, lanza por el aire una pieza constructiva negra 15.

Tarea:

La catapulta habrá de funcionar bien, pero intenta lanzar la pieza más lejos aún. Piensa en las diferentes posibilidades que existen para ello. ¿Qué es lo que mejor funciona?

Posibilidades:

- En lugar del compresor utiliza la bomba de mano y carga con ella el depósito del aire completamente. Abre después la válvula de mano y observa a qué distancia es lanzada la pieza.

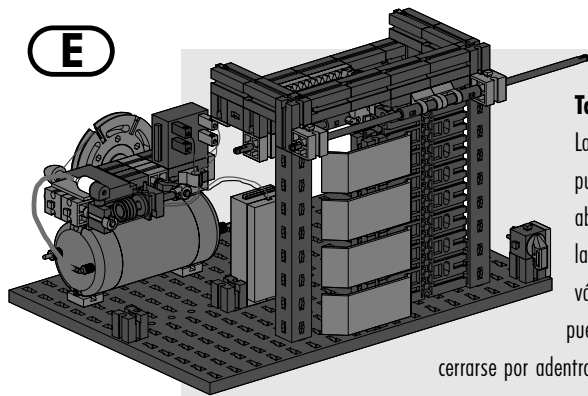


Abre la válvula de forma que pueda salir el cilindro de la catapulta y empuja después hacia abajo el vástago de émbolo de la bomba de mano lo más rápido que puedas.

¿Dónde has obtenido el mejor resultado?

3.2 Puerta corrediza

Seguro que has pasado ya alguna vez por una puerta corrediza. Esas puertas son accionadas eléctrica o neumáticamente. P. ej., las puertas de los autobuses son frecuentemente abiertas y cerradas por aire comprimido. En ese caso se oye el silbido que produce el aire comprimido al escaparse. Construye una puerta de ese tipo que primeramente abra y cierre por medio de una válvula. Las instrucciones para ello podrás verlas en la pág. 17 del cuaderno de construcción.

**Tarea:**

La desventaja de nuestra puerta es que solo puede abrirse y cerrarse por un lado. Monta una segunda válvula de forma que la puerta pueda abrirse y cerrarse por adentro o por afuera.

Solución:

Ver manual de construcción pág. 21.

Aquí tienes que observar que cada una de las válvulas sea colocada después del accionamiento de nuevo en la posición central. De lo contrario no será accionada la puerta a través de la segunda válvula.

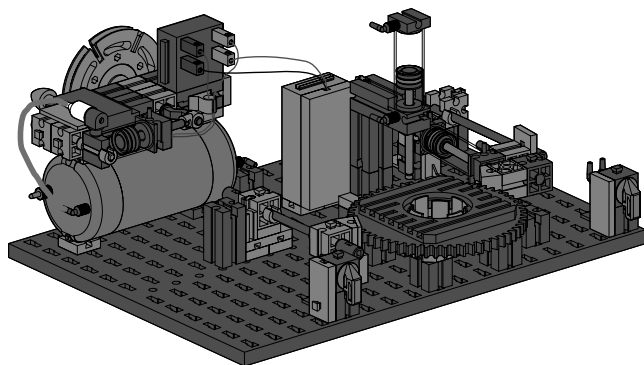
Solución:

En lugar de la válvula manual se emplean válvulas que pueden ser abiertas y cerradas por medio de un impulso eléctrico. Estas obtienen los impulsos de un mando programable, llamado SPM (sistema programable de memoria). El programador entra en la memoria el orden por el cual deben ser accionadas las válvulas, memoriza todo y ya funciona la instalación sin que nadie esté abriendo y cerrando constantemente las válvulas.

La forma de automatizar este tipo de instalaciones con fischertechnik la trataremos en el capítulo 5.

3.3 Mesa giratoria con prensa

Las máquinas con que se producen o montan piezas en las fábricas son con frecuencia accionadas neumáticamente. Nuestra máquina consta de una mesa giratoria y una prensa. Arma el modelo en la forma que describe el manual de construcción en la pág. 22.



Cada una de ambas funciones es accionada con una válvula propia. La mesa está construida de forma tal que a cada salida del cilindro da un paso más sin girar de regreso al retraerse el cilindro.

Ensayo:

Ambas funciones „girar“ y „prensar“ deben ser ejecutadas una a continuación de la otra. ¿Cuántas piezas puedes procesar tú en un minuto? Acciona las válvulas una a continuación de la otra y controla el tiempo.

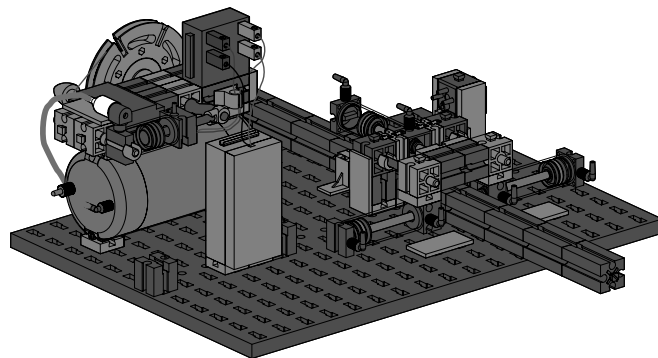
¿Consigues hacerlo tan rápidamente que le haces „sacar la lengua“ al compresor, es decir, que no consigue producir aire suficiente para accionar los cilindros a esa velocidad?

Tarea:

En la realidad, estas instalaciones no son controladas manualmente. ¿Cómo se controla este tipo de instalaciones automáticamente?

3.4 Avance lineal

En el modelo anterior se hacía avanzar la mesa giratoria un paso más a cada accionamiento de la válvula. Existe también la posibilidad de hacer un movimiento recto paso a paso, a tacts. Arma el modelo „Avance lineal“, ver manual de construcción pág. 26.



Como puedes ver, cuesta más trabajo realizar este avance lineal que la mesa giratoria. Para ello necesitamos tres cilindros neumáticos.

Tarea:

¿Puedes imaginarte dónde se emplea en la realidad un avance de éste tipo?

Solución:

P. ej., en aserraderos, para transportar troncos de árboles que deben ser cortados en una longitud determinada.

Naturalmente que en las instalaciones reales se automatizaría el funcionamiento. Pero, para comprender el principio funcional es absolutamente suficiente nuestro manejo manual.

4. Modelos neumáticos de juego

Además de los modelos funcionales, de los cuales tratamos en el capítulo 3, la caja de construcción Profi Pneumatic II contiene otros cuatro modelos con emocionantes funciones de juego. Se trata de modelos tales como tendedor de tuberías, quitanieves, cargadora de pala y excavadora. Las funciones que se dan en estos modelos no son ejecutadas en la realidad neumáticamente, sino con hidráulica. En la hidráulica se emplea aceite en lugar de aire para mover los cilindros. Contrariamente a lo que sucede con el aire, el aceite no puede comprimirse. Por eso es que con la hidráulica pueden transmitirse fuerzas considerablemente mayores que con el aire.

Pero, para nuestros modelos es absolutamente suficiente la fuerza neumática. Además, como podrás imaginarte, con el aceite para jugar se haría una verdadera suciedad, especialmente si, p. ej., se cae en la alfombra. Si, en lugar del aceite se empleara agua, existiría el peligro de calcinación en los cilindros. Tampoco es recomendable el empleo de agua destilada, ya que, con la deglución, puede acarrear peligros para la salud. Así que, lo mejor es quedarse con el aire comprimido y disfrutar del tableteo del compresor y el silbido de las válvulas al ser accionadas y escaparse el aire de los cilindros. Naturalmente que estos modelos pueden ser combinados en forma ideal con otras cajas de construcción, así p. ej., tu puedes cargar con la excavadora neumática el camión volquete de Cars&Trucks o con la plataforma baja de carga de Super Trucks puedes transportar tubos, los cuales pueden ser descargados con grúas de puerto y ser tendidos después con el tendedor de tuberías neumático. ¡Que te diviertas con la construcción y el juego!

¡Observaciones!

- Especialmente por lo que respecta a la excavadora es importante que después de conectar el compresor esperes unos 15 segundos para que se cargue el depósito de aire comprimido y puedas disponer después de una presión plena para levantar el brazo de la excavadora. De lo contrario, es posible que ni se mueva. Si has ejecutado repetidamente varias funciones seguidas, deberías darle una pequeña pausa al compresor para que cargue de nuevo el depósito de aire.
- Si pones en servicio estos modelos durante largo tiempo, será más ventajoso utilizar como alimentación de corriente el juego de acumulador Art. N° 34969 en lugar del bloque de 9 V. El acumulador tiene carga para más tiempo que el bloque de 9 V y puede cargarse siempre que se desee. El montaje en estos modelos es posible sin complicación alguna.

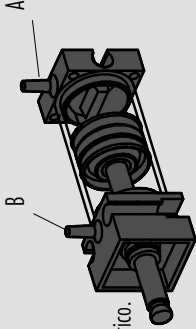
5. Más neumática aún

El fascinante tema de la neumática no se acaba con la caja de construcción Profi Pneumatik. Si le has encontrado el sabor y quieres automatizar los modelos neumáticos, entonces, la caja de construcción Pneumatic Robots, Art. N° 34948 es exactamente lo que necesitas. Allí no se controlan ya los modelos con válvulas manuales, sino con válvulas electromagnéticas que son conectadas al Intelligent Interface (interfaz inteligente). Con el Software LLWin pueden programarse y controlarse esos modelos por medio del ordenador. Esta es técnica de lo más fino. Naturalmente que puedes utilizar las piezas constructivas de la caja de construcción Profi Pneumatic, y ampliar y perfeccionar los modelos. Tu puedes construir, p. ej., un „compresor doble“ con dos motores y dos depósitos de aire, el cual puede producir el doble de aire comprimido. Y esto abre un sin fin de posibilidades.

Tal vez vuelvas a encontrarte con la neumática durante tu formación profesional o en la profesión. Entonces podrás constatar que, en principio, la „verdadera neumática“ funciona exactamente como la de la caja de construcción de fischertechnik, cuyo tema te será ya familiar.

6. Cuando algo no funciona bien

¿Qué cosa hay peor que un modelo que no funcione después de terminado de construir y conectado? Por eso es que vamos a darle aquí algunas ideas sobre dónde puede estar el fallo en casos particulares y sobre la forma de eliminar esos fallos.

Fallo	Posible causa	Remedio
El compresor solo trabaja muy lentamente. El motor se para cuando debe generarse presión.	No se han empleado baterías alcalinas El cilindro del compresor ha funcionado en seco y solo puede ser movido pesadamente, incluso con la mano. En este caso se aprecia claramente un desgaste en el tubo del cilindro.	Emplear bloque de baterías alcalinas de 9 V o el acumulador de fischertechnik Art. N° 34969 Si la empaquetadura en el émbolo no está aún doblada, lubricar el cilindro con una pequeña gota de aceite no ácido. De lo contrario, cambiar el cilindro gastado.
El motor del compresor funciona pero la rueda volante no se mueve.	El anillo de caucho se ha estirado o está grasiento y resbala	Limpia el anillo de caucho y la punta del adaptador en el motor con un poco de agua y jabón. Eventualmente, cambiar el anillo de caucho gastado.
Aparentemente el compresor funciona normal pero el correspondiente cilindro neumático solo se mueve muy lentamente o no se mueve nada.	Depósito de aire vacío El compresor produce muy poca presión o ninguna. Control: Cerrar todas las salidas del depósito de aire, cargar éste con aire comprimido (aprox. 15 seg.). Si se abre una tubuladura debe oírse un silbido fuerte. Si solo sucede eso ligeramente o nada, es que la presión es muy baja. Posibles causas de compresor defectuoso: Depósito de aire no hermético. Control: cargarlo con aire comprimido y meterlo en el agua. Si salen burbujas, es que no está hermético. Válvula de retén defectuosa. Control: con una bomba de mano (ver pág. 11) bombear aire en un cilindro con 5-6 golpes de bomba. Controlar en el agua si el cilindro cargado está hermético (no deben verse burbujas de aire). Si el vástago de émbolo del cilindro cargado se deja empujar fácilmente hacia atrás o no sale absolutamente nada, es que la válvula de retén está defectuosa.  Cilindro del compresor no hermético. Control: Cargar presión en el cilindro del compresor con la bomba de mano (ver pág. 3) por la conexión A der am conexión A y meterlo en el agua. Si salen burbujas es que el cilindro no está hermético. ¡Atención! Si se controla, por la conexión B salen siempre burbujas. Bomba de mano no hermética. Control: Colocar la válvula en posición central. Una a continuación de la otra, cargar las 3 conexiones con aire comprimido y meterlas en el agua. Si salen burbujas, es que la válvula no está hermética. Cilindro neumático no hermético. Control: Una a continuación de la otra, cargar ambas conexiones con presión y meterlas en el agua. Si salen burbujas, es que el cilindro no está hermético.	Colocar todas las válvulas en posición central y esperar unos 15 segundos hasta que se cargue el depósito de aire Controlar las posibles causas de compresor defectuoso. Cambiar el depósito de aire. Cambiar la válvula de retén. Cambiar el cilindro del compresor. Cambiar la válvula de mano. Cambiar el cilindro neumático.
Compresor y todos cilindros correctos. Pero uno de ellos no sale.	Manguera atascada en algún punto. Control: Conectar todas las mangueras individualmente al compresor. Si sale aire, eso puede oírse y sentirse.	Eventualmente cambiar la manguera atascada.



1. Um pouco de história	Página 42
2. Introdução à pneumática	Página 42
2.1 Gerar movimento com a ajuda do ar	Página 42
2.2 O ar é compressível	Página 43
2.3 Gerar mais força por mais pressão	Página 43
2.4 A válvula de retenção	Página 43
2.5 A válvula manual	Página 44
2.6 O compressor	Página 44
2.7 Gerar mais força por mais área	Página 45
3. Modelos que exemplificam utilizações pneumáticas	Página 45
3.1 Catapulta	Página 45
3.2 Porta de correr	Página 45
3.3 Mesa giratória com prensa	Página 46
3.4 Avanço linear	Página 46
4. Modelos pneumáticos para brincar	Página 47
5. E mais pneumática	Página 47
6. Remoção de perturbações	Página 48

1. Um pouco de história

Já há milhares de anos o homem usa o ar como força motora, por exemplo para atizar um fogo com a ajuda de um fole.

O grego Ktesibios construiu cerca de 260 a Cristo as primeiras peças de artilharia a ar comprimido, utilizando, além de uma corda armada, ar comprimido no interior de um cilindro. Pelo efeito do ar comprimido conseguiu aumentar enormemente o alcance das balas. Por esta razão não é de estranhar que a palavra grega „pneuma“ que significa „ar“ deu o nome à „pneumática“.

Com o início da industrialização no século XIX, os aparelhos pneumáticos começaram a ser empregados no arruamento e nas minas. Hoje em dias é impossível imaginar-se uma indústria moderna sem sistemas pneumáticos. Por toda a parte se encontram máquinas e autómatos pneumáticos que p. ex. montam e classificam peças ou embalam mercadorias.

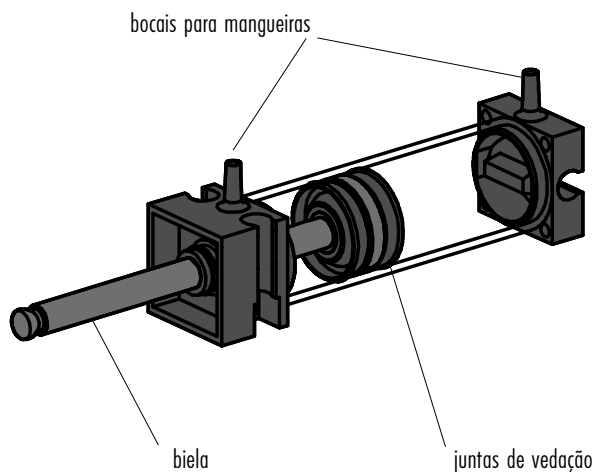
2. Introdução à pneumática

Certamente já viste várias vezes que com o ar se pode fazer muitas coisas. O ar, p. ex., consegue mover uma roda eólica, com o ar se pode inflar um balão aerostático ou apagar uma vela.

A pneumática tem em primeiro lugar por objetivo gerar movimento e transmitir forças por ar. A nossa caixa de construções „Profi Pneumatic II“ serve sobretudo para explicar como os componentes pneumáticos funcionam. Para esse efeito vamos explicar passo a passo as peças, mostrando como operam. Mais a caixa de construções contém numerosos modelos que exemplificam algumas das utilizações pneumáticas.

2.1 Gerar movimento com a ajuda do ar

Vamos começar por gerar um movimento com a ajuda do ar, empregando um cilindro pneumático.

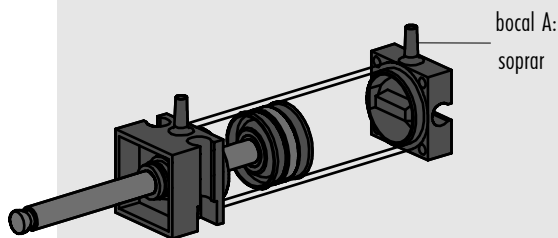


Na caixa vais encontrar dois diferentes cilindros, um pequeno com biela preta e um grande provido de biela azul. Voltamos a falar abaixo sobre esta diferença. Para este exercício usamos o cilindro que tem a biela azul.

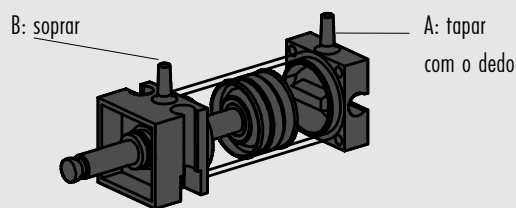
A biela apresenta uma junta movediça que a veda contra a parede interior do cilindro. Ao soprar ar pelo um dos bocais, a biela movimentar-se dentro do cilindro. Vamos designar „A“ o bocal através do qual a biela sai, e „B“ o bocal através do qual a biela entra.

Experiência:

Liga ao bocal A a mangueira azul e sopra fortemente. Quando sopras bem, a biela sai.



Sopra depois ar pelo bocal B, fechando a abertura do bocal A com um dedo.



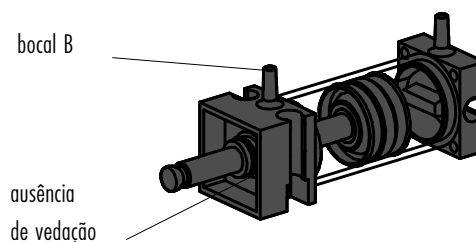
Que é que se passa?

Tens razão. Nada se passa. Podes explicar porquê?

Vamos explicá-lo.

O ar existente na parte inferior do cilindro não pode escapar de maneira que a biela não executa movimento nenhum. Consequentemente, quando sopras ar por um dos bocais, a outra deve apresentar-se sempre aberta para que a biela se desloque. Costuma-se dizer que o cilindro deve ter o segundo bocal „purgado“. O cilindro provido de uma biela que pode sair e entrar pela acção do ar chama-se „cilindro de efeito dupolo“.

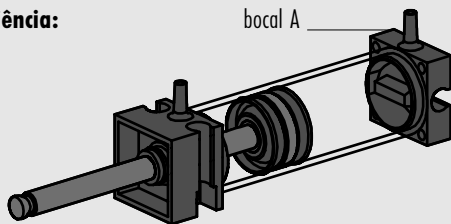
É claro que existem também „cilindros de efeito simples“ cuja biela o ar pode movimentar numa só direcção. Para obter o deslocamento no sentido contrário, usa-se frequentemente uma mola de chamada. O pequeno cilindro com a biela preta é de efeito simples. No ponto onde a biela sai da carcaça não apresenta nenhuma vedação.



O ar evade-se pelo lado não vedado quando sopras ar pelo bocal B no interior do cilindro. A biela preta pode ser movida mais facilmente que a azul. Este fenómeno tem uma grande vantagem que vamos explicitar abaixo.

2.2 O ar é compressível

Experiência:



Pega no cilindro com a biela azul e extrai-a o máximo possível. Tapa o bocal A com um dedo e trata pressionar a biela adentro. Que é que podes observar?

Observação:

A biela pode ser introduzida apenas um pouco. Ao largá-la, recua.

Resultado:

O ar contido no cilindro pode ser comprimido. Quanto maior a compressão, maior será a pressão existente no cilindro. Esta pressão pode ser medida e calculada. A unidade da pressão é „bar“ ou „pascal“.

A fórmula para calcular o valor da pressão é

$$\text{pressão} = \frac{\text{força}}{\text{área}} \quad \text{ou} \quad p = \frac{F}{A}$$

Como podes ver, o valor da pressão é sujeito ao valor da força que opera na superfície circular no interior do cilindro

Dispositivo de elevação – experiência 2 (vê as instruções, página 7):

Usa agora o outro cilindro que tem a biela azul. Fixa-o sobre a base, ao lado do dispositivo de elevação. Faz toda a biela sair e liga ao bocal A a mangueira que estabelece a comunicação com o cilindro do dispositivo de elevação.

Pressiona a biela adentro. Qué é que se passa? A placa do dispositivo de elevação sobe. Em seguida, extrai a biela. Verás que a placa do dispositivo de elevação desce. Até aqui chegámos bem.

Mas, que é que acontece quando colocas uma carga, p. ex. um livro, sobre a placa do dispositivo de elevação e tratas subir tudo?

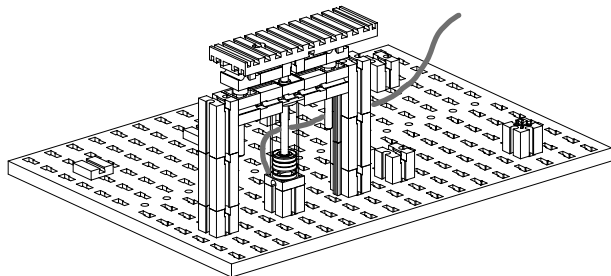
Será necessário que comprimias bastante o ar no cilindro até que o livro se mova para cima. Além disso, a placa do dispositivo deixará de subir totalmente. Como se explica isto?

Para elevar o livro pesado deve-se aplicar mais força que deve ser produzida aumentando a pressão no cilindro pneumático do dispositivo de elevação. O ar comprimido exige, porém, menor espaço no cilindro de forma que já não existe „ar comprimido“ em quantidade suficiente no interior do cilindro para subir totalmente a placa do dispositivo. Para resolver este problema não há outro remédio que introduzir mais ar comprimido no cilindro.

Para conseguir este resultado serve a válvula de retenção.

2.3 Gerar mais força por mais pressão

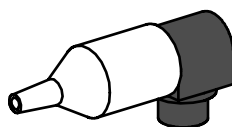
Ora vamos verificar quais os esforços que podemos exercer com o cilindro pneumático. Para esse efeito debes construir um pequeno dispositivo de elevação, conforme descrito nas instruções a partir da página 5.



É com este dispositivo que vamos fazer algumas experiências:

Dispositivo de elevação – experiência 1 (vê as instruções, página 5): Trata primeiramente subir a placa do dispositivo de elevação, soprando ar pela mangueira no cilindro. Por mais que te esforces, não vais conseguir.

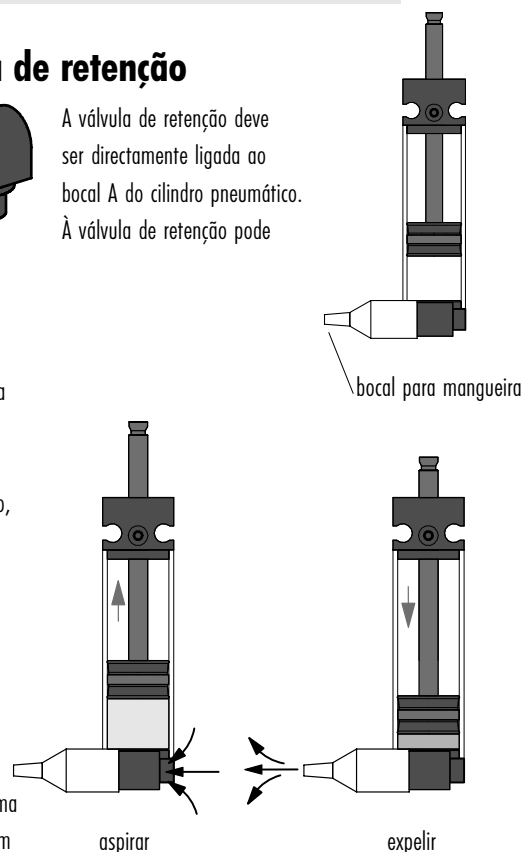
2.4 A válvula de retenção



A válvula de retenção deve ser directamente ligada ao bocal A do cilindro pneumático. À válvula de retenção pode

ser unida a mangueira.

Ao puxar na biela, a válvula de retenção aspira ar do ambiente para o interior do cilindro. Ao pressionar a biela adentro, o ar contido no cilindro é obrigado a atravessar a segunda abertura na válvula e deslocar-se para a mangueira, permanecendo a segunda abertura tapada. Acabamos de construir uma bomba de ar parecida com a que tens na bicicleta.

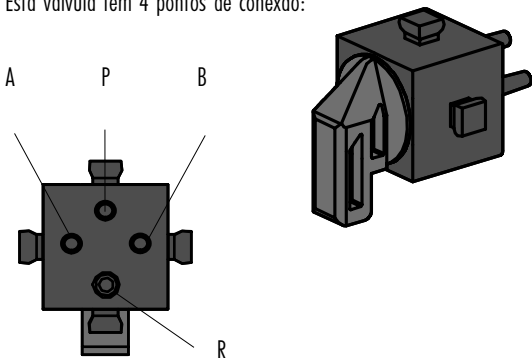


Dispositivo de elevação – experiência 3 (vê as instruções, página 7): Liga a bomba manual à mangueira que conduz ao dispositivo de elevação. Ora podes introduzir a quantidade necessária de ar comprimido no cilindro do dispositivo de maneira que a biela sai completamente.

Por fim está ainda um problema por resolver. Para subir a placa do dispositivo de elevação, o ar deve entrar pela abertura inferior no cilindro. Para baixar a placa, o ar deve percorrer a abertura superior. Chateia-nos muito ligar continuamente a mangueira à abertura correcta. Existe uma solução muito melhor.

2.5 A válvula manual

Esta válvula tem 4 pontos de conexão:



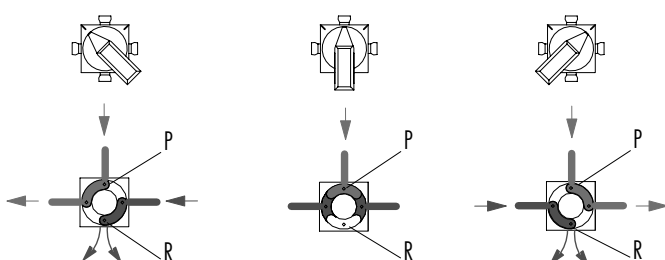
O bocal central serve para introduzir o ar comprimido (é designado pela letra „P“). Os bocais esquerdo e direito („A“ e „B“) estão destinados à ligação das mangueiras conducentes ao cilindro pneumático. O bocal curto disposto à face inferior é o ponto de purga „R“ pelo qual pode escapar o ar que retorna do cilindro (ar usado). A válvula permite três posições operacionais (central – à esquerda – à direita). Em termos pneumáticos, uma válvula com 4 bocais e três posições operacionais chama-se válvula de vias 4/3.

Dispositivo de elevação – experiência 4 (vê as instruções, página 8): Liga a válvula conforme descrito nas instruções.

Com a posição central do selector, todos os bocais estão fechados. O dispositivo de elevação está parado. Quando levas o manípulo do selector para a posição esquerda e dás à bomba, podes observar que a placa do dispositivo sobe. Na posição direita do manípulo do selector, a placa do dispositivo desce.

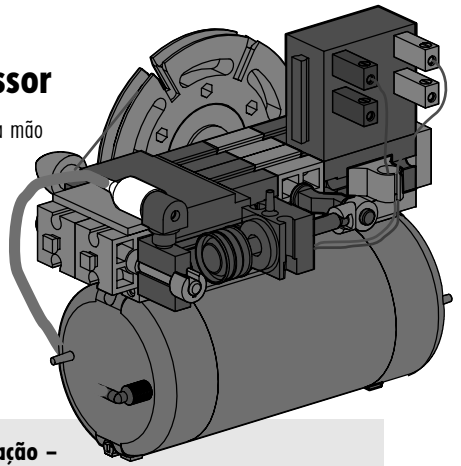
A seguinte figura mostra a via que o ar percorre a válvula nas distintas posições operacionais do selector:

à esquerda central à direita



2.6 O compressor

Com o tempo, a bombada à mão resultará fatigante. Pode ser substituída por uma solução bem sofisticada – o compressor. Compõe o compressor de acordo com a descrição na página 11.



Dispositivo de elevação – experiência 5 (vê as instruções, página 9):

Fixa o compressor sobre a base do dispositivo de elevação, aos dois elementos vermelhos previstos para este fim. Em lugar da bomba manual, deves unir o compressor ao dispositivo de elevação. É importante que uses uma pilha alcalina de 9 V como fonte de alimentação eléctrica. Um bloco „normal“ de 9 V falhará já após poucos minutos de operação. Se possível, deves dar preferência ao conjunto de alimentação „fischertechnik Accu Set (nº de referência: 34969) que possui muito mais potência que o bloco de 9 V, tem uma vida útil muito mais longa e é recarregável.

A seguir à ligação do compressor deves aguardar cerca de 15 segundos até que o acumulador de ar comprimido se apresente cheio. Ora podes subir e baixar o dispositivo de elevação sem dar simultaneamente à bomba manual.

Para equipar o compressor com a bomba necessária, utilizamos o cilindro pneumático pequeno, provido da biela preta. A biela deste cilindro de efeito simples pode ser movida com mais facilidade que a do cilindro grande o que permite accioná-la pelo motor „fischertechnik“. O acumulador de ar garante que há sempre ar comprimido em suficiência para operar o cilindro pneumático. A pressão produzida pelo compressor é de cerca de 0,5 bar. O êmbolo do cilindro do compressor deve ter sempre boa mobilidade. Em caso de necessidade pode ser lubrificado ligeiramente com umas gotas de um óleo desprovido de ácido (p. ex. silicone). Se pretenderes manter o compressor por muito tempo em repouso, afigura-se pertinente retirar a correa de tracção por ser capaz de se distender e patinar.

Dispositivo de elevação – experiência 6 (vê as instruções, página 9): Usa o compressor sem acumulador de ar comprimido. Para esse efeito deves unir uma extremidade da mangueira de 20 cm de comprimento à válvula de retenção e a outra ao bocal P da válvula manual.

Quais os efeitos sobre a operação do dispositivo de elevação?

Observação:

Com a biela a sair e a entrar no cilindro, o dispositivo de elevação opera aos estícos já que a bomba impele aos soluços o ar pelo sistema pneumático. O uso do acumulador de ar compensa tais golpes de pressão. Eis porque o movimento através do acumulador de ar resulta muito mais uniforme.

2.7 Gerar mais força por mais área

Tarefa:

Trata averiguar a carga máxima que o dispositivo de elevação ainda consiga elevar.

Como podes elevar cargas ainda mais pesadas?

Dispositivo de elevação – experiência 7 (vê as instruções, página 10): Para elevar cargas pesadas utiliza o segundo cilindro pneumático. Monta o segundo cilindro no dispositivo de elevação conforme descrito nas instruções. Liga-o como mostrado no esquema de mangueira.

Pergunta:

Porque é que a carga que consegues elevar corresponde duas vezes ao valor da carga que podes levantar por meio de um cilindro?

Solução:

A conversão da fórmula $p = \frac{F}{A}$ dá a fórmula $F = p \cdot A$.

Por conseguinte, a força que pode ser exercida depende da pressão e da área sobre a qual esta pressão esteja a actuar. A pressão gerada pelo compressor é sempre constante. Quando usamos dois cilindros em vez de um, a área exposta à pressão corresponde duas vezes ao valor de um cilindro. Consequentemente, a força e, na consequência, a carga que pode ser levantada duplicam.

Demasiado complicado? Não faz mal, fica sabendo que deves empregar mais um cilindro quando a força de um só cilindro resulta insuficiente.

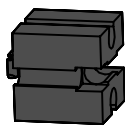
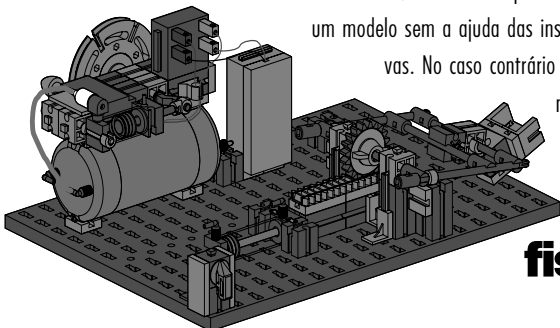
Chegámos ao final do capítulo de introdução. Como estás a ver, a pneumática é coisa bastante exigente e extremamente interessante. Por este motivo debruçamo-nos imediatamente sobre os outros modelos contidos na caixa de construções. Diverte-te!

3. Modelos que exemplificam utilizações pneumáticas

Neste capítulo vamos analisar algumas funções que com a „técnica correcta” frequentemente podem ser executadas pelo sistema pneumático adequado. Vamos construir para cada caso um modelo que nos facilitará compreender o funcionamento.

3.1 Catapulta

No primeiro capítulo fizemos menção de que o grego Ktesibios construiu 260 a Cristo as primeiras peças de artilharia a ar comprimido. Que ele sabia fazer também sabemos fazer nós. Tens uma ideia de como poderia funcionar isto? Quando achas que sim, trata construir um modelo sem a ajuda das instruções construtivas. No caso contrário vais encontrar a nossa proposta na página 13 das instruções.



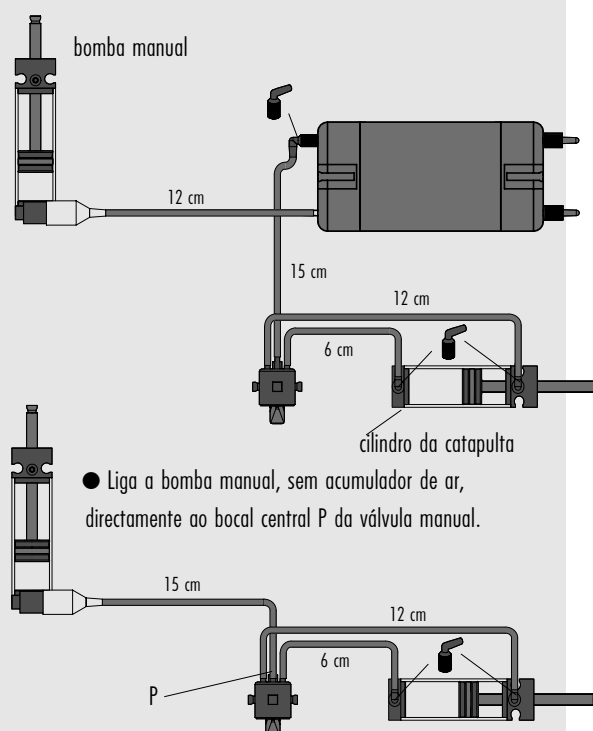
No modelo, o ar comprimido é gerado pelo compressor. Antes de disparar a catapulta, deves esperar por cerca de 15 segundos até o acumulador de ar se apresentar cheio e poder fornecer a plena pressão. Utiliza simplesmente um dos elementos pretos 15 como bala

Tarefa:

Estás satisfeito com o funcionamento da catapulta? Muito bem. Então procura agora aumentar o alcance de tiro da catapulta. Imagina as possibilidades que existem. Selecciona a melhor.

Possibilidades:

- Utiliza a bomba manual em lugar do compressor e enche o acumulador de ar. Abre depois a válvula manual e observa até que ponto a bala é lançada.



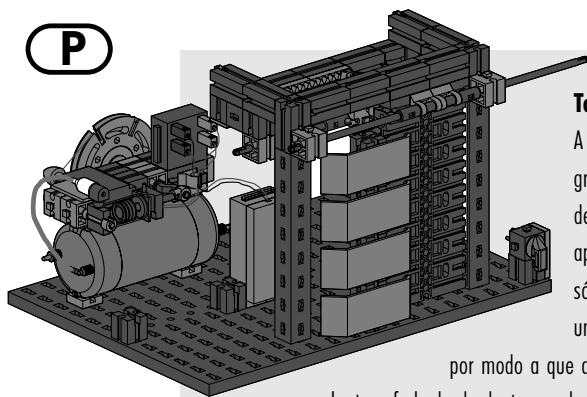
- Liga a bomba manual, sem acumulador de ar, directamente ao bocal central P da válvula manual.

Abre a válvula de forma que a biela do cilindro da catapulta é obrigada a sair. Pressiona depois o mais depressa possível a biela da bomba manual para baixo.

Que maneira dá o melhor resultado?

3.2 Porta de correr

Certamente já passaste muitas vezes por uma porta de correr. Tais portas são accionadas por sistema eléctrico ou pneumático. As portas de autocarros, p. ex., frequentemente são abertas e fechadas por ar comprimido. Ouve-se o sibilar característico quando o ar comprimido escapa. Propomos que passas a construir uma tal porta de correr que é aberta e fechada por uma válvula pneumática. Vais encontrar a descrição nas instruções, página 17.



Tarefa:

A nossa porta tem a grande desvantagem de ser aberta e fechada apenas a partir de um só lado. Instala agora uma segunda válvula

por modo a que a porta possa ser aberta e fechada de dentro ou de fora.

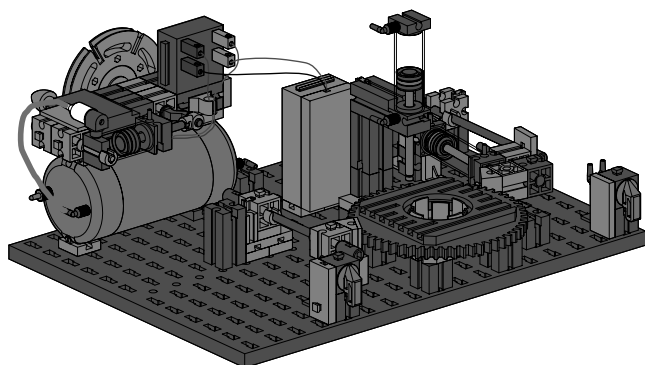
Solução:

Vê as instruções, página 21.

Deves ter em conta que cada válvula, depois de manobrada, seja reposta para a posição central. Contrariamente, a porta não pode ser accionada pela segunda válvula.

3.3 Mesa giratória com prensa

As máquinas que na indústria servem para fabricar ou montar peças muitas vezes apresentam sistemas pneumáticos. A máquina que utilizamos nós compõe-se de uma mesa giratória e uma prensa. Segue na construção do modelo a descrição contida nas instruções, página 22.



Cada uma das funções é executada por uma válvula própria. A estrutura da mesa giratória foi concebida de tal forma que continua a seguir um passo para a frente com cada movimento da biela para fora, sem que a mesa gire para trás quando a biela volta a entrar.

Experiência:

Convém executar consecutivamente as duas funções „Girar” e „Prensar”. Toma nota quantas peças consegues „maquinar” dentro de um minuto. Manobra consecutivamente as válvulas e cronometra o tempo.

Conseguirás trabalhar com tanta velocidade que o compressor „perde o fôlego”, i. é, o compressor deixa de poder produzir ar comprimido em suficiência para manobrar a essa velocidade os cilindros?

Pergunta:

Na realidade, tais aparelhos não são controlados à mão. Como é que se controlam automaticamente tais aparelhos?

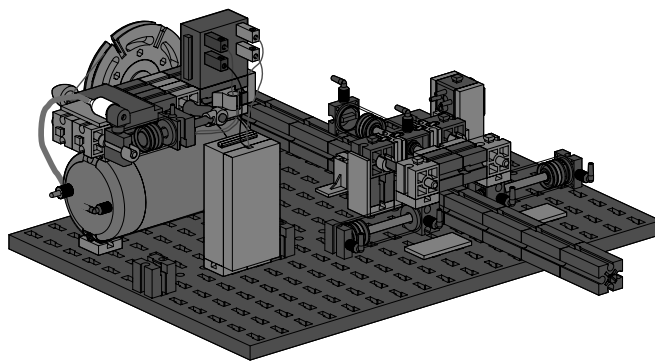
Solução:

Em lugar das válvulas manuais utilizam-se outras que podem ser abertas e fechadas através de impulsos eléctricos. Os impulsos são emitidos pelo sistema de controlo programável CLP (Controlador Lógico Programável). O programador programa a ordem na qual as válvulas disparam. Depois, os dados são guardados na memória do sistema de controlo da instalação e esta funciona sem que alguém abra e feche continuamente as válvulas.

No capítulo 5 veremos como podemos automatizar tais instalações mediante „fischertechnik”.

3.4 Avanço linear

No modelo anterior, toda manobra da válvula obrigou a mesa giratória a seguir um passo para a frente. É também possível fazer um movimento rectilíneo avançar a passos. Para ver como isto funciona, deves construir o modelo „avanço linear” conforme descrito nas instruções, página 26.



Como estas a ver, o modelo do avanço linear é muito mais complicado que o do circular (mesa giratória). Precisamos de três cilindros pneumáticos.

Pergunta:

Sabes ou tens uma ideia onde tal avanço linear é utilizado na prática?

Solução:

P. ex. na serração para transportar troncos que devem ser serrados ao comprimento.

É claro que as instalações reais têm esta função automatizada. Para entender o funcionamento deste princípio, o nosso modelo manual será suficiente.

4. Modelos pneumáticos para brincar

Além dos modelos que explicam o funcionamento (vê o capítulo 3), a caixa de construções „Profi Pneumatic“ contém mais quatro modelos interessantes para brincar. São os modelos „assentador de tubos“, „limpa-neve“, „pá-carregadora“ e „escavadora“. As funções executadas por estes modelos são, na realidade, hidráulicas e não pneumáticas. Em vez do ar, os sistemas hidráulicos utilizam óleo para movimentar os cilindros. O óleo, em contrapartida ao ar, não é compressível de maneira que sistemas hidráulicos são capazes de transmitir esforços muito mais altos do que sistemas pneumáticos.

Para os modelos destinados para brincar a pneumática é suficiente. Imagina-te a contaminação que pode ser provocada ao brincar com óleo quando, p. ex., este deixa manchas no pavimento alcatifado. A substituição do óleo por água iria comprometer o cilindro que se pode calcificar. O uso de água destilada não é recomendável visto que a ingestão acidental é nociva à saúde. Por esta razão damos preferência ao ar comprimido, achando graça ao compressor crepitante e às válvulas silbantes no momento de serem manobradas, escapando o ar dos cilindros. Pode ser feita uma combinação ideal com outras caixas de construções. Podes, p. ex., carregar o camião basculante Cars&Trucks pela escavadora. Com o veículo de plataforma rebaixada Super Truck podes transportar tubos que são descarregados por uma das grúas portuárias e colocados com o assentador de tubos. Diverte-te bem ao construir e brincar.

Nota:

- Antes de brincar com a escavadora deves aguardar 15 segundos após a ligação do compressor até que o acumulador de ar esteja enchido de maneira que podes aproveitar a plena pressão para elevar o braço da máquina. Contrariamente, a escavadora não trabalhará. Depois de executadas várias vezes algumas das funções, é razoável fazeres uma pausa para que o compressor possa voltar a encher o acumulador de ar.

- Se brincar frequentemente com os modelos, valerá em todo o caso a pena usar como fonte de energia o conjunto „Accu Set“, nº de referência 34969, em vez do bloco de 9 V. O „Accu Set“ tem uma vida útil muito superior à do bloco de 9 V e pode ser recarregado. A instalação nos modelos é fácil.

5. E mais pneumática

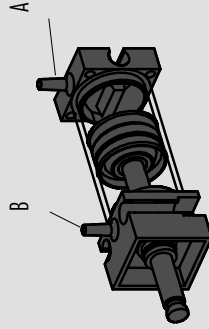
O tema fascinante da pneumática não acaba com esta caixa de construções „Profi Pneumatic“. Caso te apeteça automatizar ainda os modelos pneumáticos, podemos recomendar a caixa „Pneumatic Robots“, nº de referência 34948. Os modelos deixam de ser controlados por válvulas manuais, mas sim por válvulas de solenóide conectadas à Intelligent Interface. O software LLWin permite programar e controlar os modelos através de um computador. Esta técnica é das mais aprimoradas. Entende-se que poderás usar também os componentes da caixa „Profi Pneumatic“ para ampliar os modelos existentes. Podes compor, p. ex., um compressor duplo provido de dois motores e dois acumuladores que fornece a quantidade dupla de ar comprimido. Isto sugere possibilidades infinitas.

Talvez voltes a encontrar a pneumática durante a aprendizagem ou a actividade profissional. Verás que o princípio de funcionamento da „pneumática real“ corresponde aos modelos contidos na caixa de construções „fischertechnik“ e que já estás familiarizado com este tema.

6. Remoção de perturbações

Na pior das hipóteses acabaste a construção e conexão do modelo e este não funciona. Por esta razão vamos dar abaixo algumas dicas e indicações para localizares e eliminares depressa a causa da perturbação.

perturbação	causa provável	remédio
O compressor opera muito devagar. O motor pára logo que pretendes gerar pressão.	Não estás a utilizar pilhas alcalinas. O cilindro do compressor operou a seco, opondo muita resistência à rotação manual. Em tal caso existe forte abrasão no interior do tubo cilíndrico.	Deves usar pilhas alcalinas de 9 V ou o „fischertechnik Accu Set“, n.º de referência 34969 No caso de a junta de vedação do êmbolo ainda não se apresentar dobrado, aplica uma pequena gota de óleo desprovido de ácido ao interior do cilindro. Se isto não surtir efeito, renova o cilindro.
Motor do compressor funciona, o volante fica parado.	O anel de borracha está desgastado ou oleoso e patina.	Limpa com um pouco de água tépida e sabão o anel de borracha e a ponta adaptadora do motor. Substituir anel eventualmente gasto por novo.
O compressor parece operar normalmente, o cilindro pneumático accionado move-se devagar ou fica parado.	Acumulador de ar comprimido vazio O compressor não gera pressão ou a pressão produzida não chega. Verificação: Tamponar todos os pontos de saída do acumulador, encher o acumulador com ar comprimido (cerca de 15 s). Ao abrir um dos bocais, deve-se ouvir um silbar alto. No caso de um silbar baixo ou da ausência dele, há falta de pressão. Causas possíveis do compressor defeituoso: Fugas no acumulador de ar comprimido. Verificação: Encher de ar comprimido conforme descrito acima e mergulhar em água. A subida de bolhas indica a presença de fugas. Válvula de retenção defeituosa. Verificação: Com a bomba manual (vé página 11) introduzir 5 – 6 bombadas de ar num cilindro. Mergulhar em água para controlar que o cilindro enchido de ar não tem fugas (ausência de bolhas de ar). Quando a biela opõe só pouca resistência à entrada manual no cilindro cheio ou quando não saiu, a válvula de retenção é defeituosa. Cilindro furado do compressor. Verificação: Mediante a bomba manual (vé página 3), submeter o cilindro à pressão, através do bocal A e mergulhar em água. A subida de bolhas de ar indica um cilindro defeituoso. Cuidado: Não fazer a verificação no bocal B porque dele saem sempre bolhas de ar. Válvula manual defeituosa. Verificação: Levantar o manípulo da válvula à posição central. Submeter consecutivamente todos os três bocais a pressão e mergulhar em água. A subida de bolhas de ar indica um cilindro defeituoso. Cilindro pneumático defeituoso. Verificação: Submeter consecutivamente os dois bocais a pressão e mergulhar em água. A subida de bolhas de ar indica um cilindro defeituoso.	Levar o manípulo de todas as válvulas à posição central e esperar por 15 s até o acumulador se apresentar enchido. Localizar as causas prováveis do compressor perturbado Substituir o acumulador por novo Substituir a válvula de retenção por nova Substituir o cilindro do compressor por novo Substituir a válvula manual por nova Substituir o cilindro pneumático por novo
Compressor e todos os cilindros operam bem. Não obstante, um dos cilindros não consegue obrigar a biela a sair.	Mangueira entupida Verificação: Unir cada uma das mangueiras ao compressor. A passagem de ar pode-se ouvir e sentir.	Se preciso, renovar a mangueira entupida



PROFI Pneumatic II

- Begleitheft • Activity booklet • Manuel d'accompagnement
- Begeleidend boekje • Cuaderno adjunto • Folheto



fischerwerke
Artur Fischer GmbH & Co. KG
Weinhalde 14-18
D-72178 Waldachtal
Telefon: 0 74 43/12-43 69
Fax: 0 74 43/12-45 91
email: info@fischertechnik.de
<http://www.fischertechnik.de>

fischertechnik®

