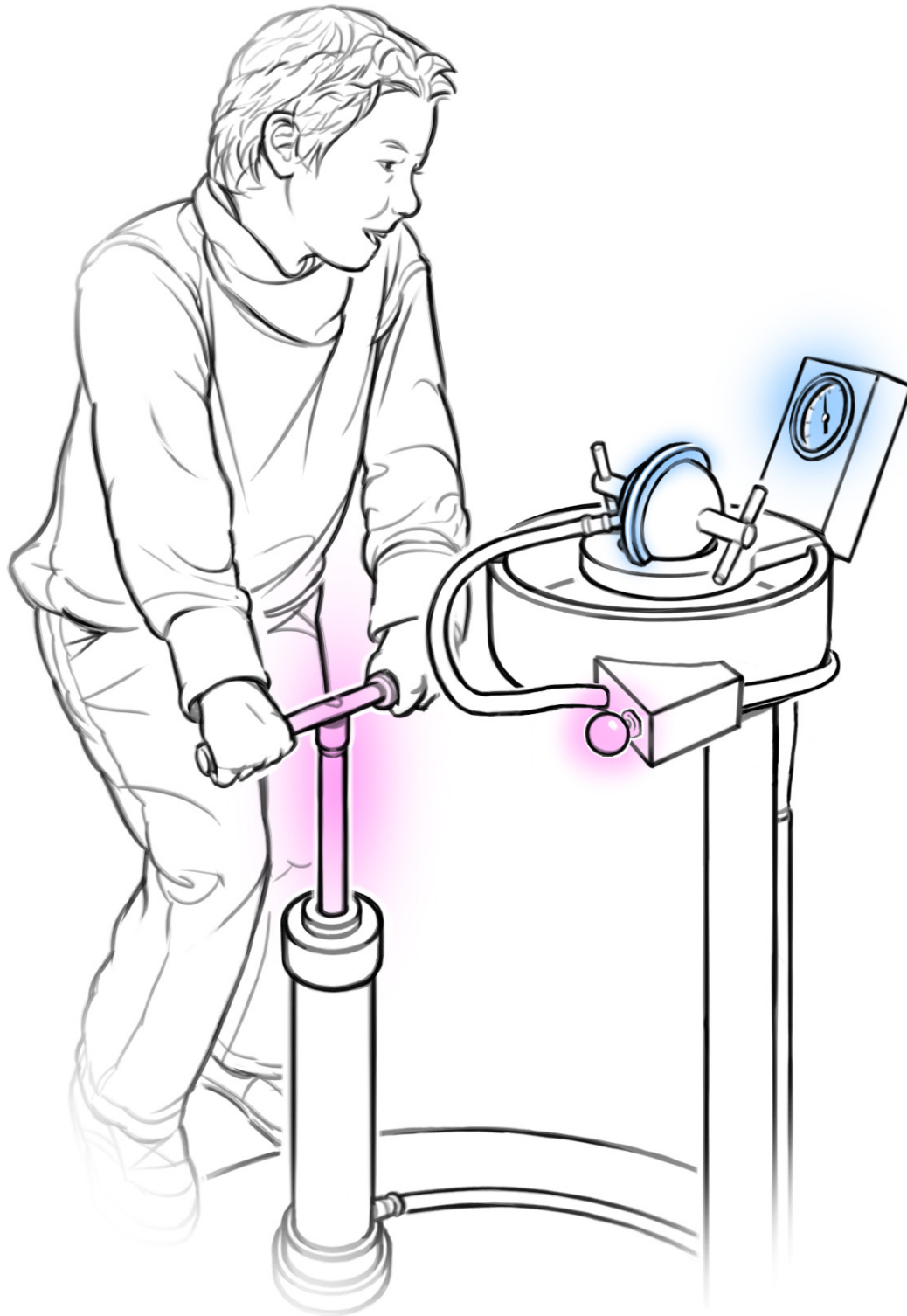




# Magdeburger Kugel



## Was tun und beobachten:

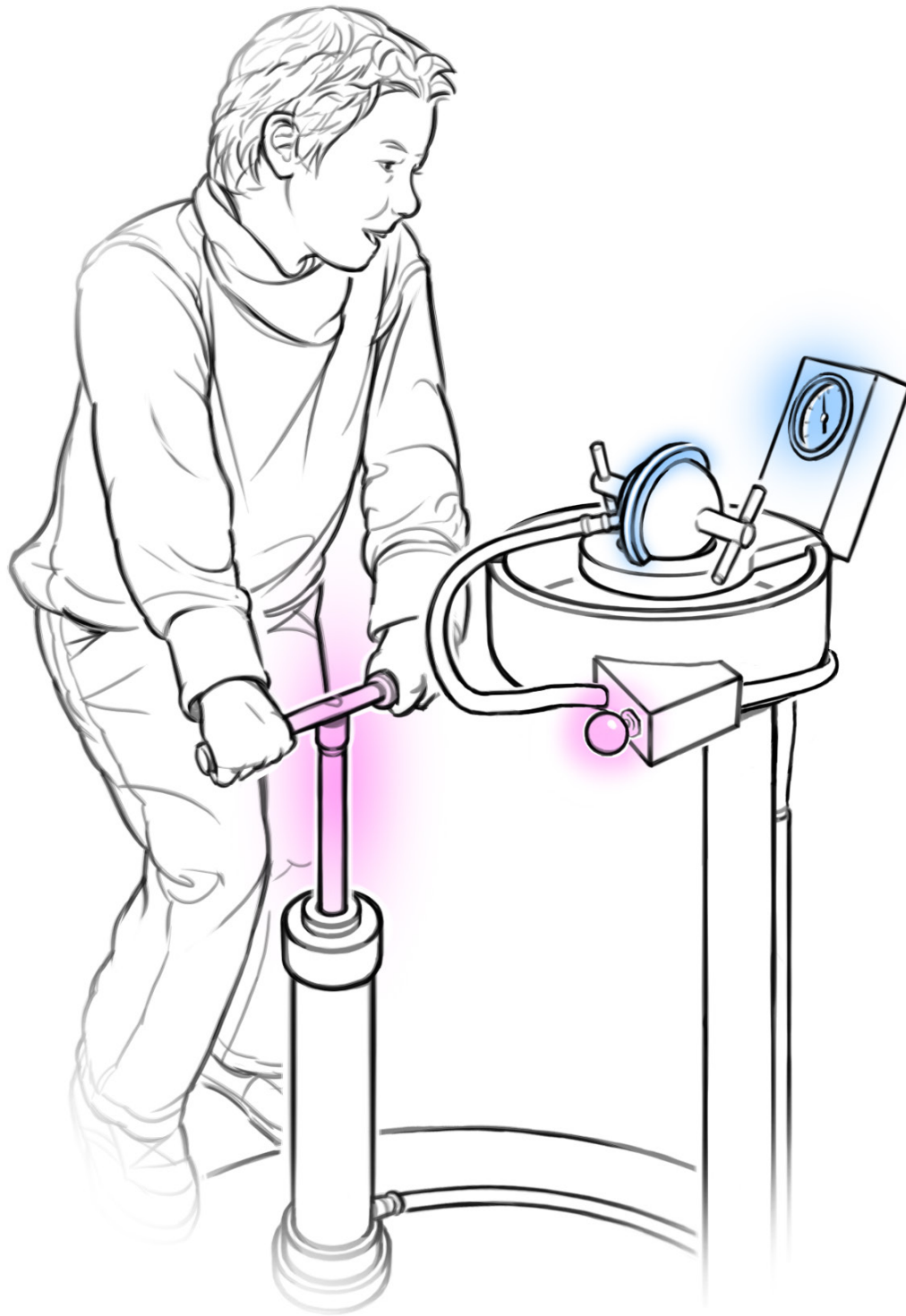
- *Setze die Halbkugeln im dafür vorgesehenen Ring aneinander.*
- *Ziehe nun mit der Pumpe die Luft aus der Kugel.*
- *Kannst du die Halbkugeln jetzt noch voneinander trennen?*
- *Ziehe den roten Knopf und lass die Luft wieder in die Kugel strömen.*

## Wer mehr wissen möchte:

*lesen Sie den Zusatztext*



# Magdeburger Kugel



## Was tun und beobachten:

- *Setze die Halbkugeln im dafür vorgesehenen Ring aneinander.*
- *Ziehe nun mit der Pumpe die Luft aus der Kugel.*
- *Kannst du die Halbkugeln jetzt noch voneinander trennen?*
- *Ziehe den roten Knopf und lass die Luft wieder in die Kugel strömen.*

Wer mehr wissen möchte:





# Magdeburger Kugel



## Wer mehr wissen möchte

Im Kugellinneren herrscht Unterdruck. Der Atmosphärendruck presst beide Kugelhälften aneinander, so dass sie per Hand nicht lösbar sind.

Mit der Pumpe kannst du Luft aus den aneinandergesetzten Halbkugeln saugen. Dadurch entsteht im Kugellinneren ein Unterdruck und damit ein Druckunterschied zwischen Innen und Aussen. Der äussere, höhere Umgebungsdruck übt eine Kraft auf die gesamte Aussenseite der Kugel aus. Diese Kraft presst die beiden Halbkugeln aneinander. Sie ist bei gleichbleibendem Kugelquerschnitt umso stärker, je grösser der Druckunterschied ist.

Hier ist der Kugelquerschnitt relativ klein im Vergleich zum verhältnismässig starken Unterdruck im Inneren. Er reicht aus, um beide Kugelhälften praktisch untrennbar aneinanderzupressen. Bei dem 1654 in Magdeburg durchgeführten Versuch konnten selbst 30 Pferde die Halbkugeln mit einem etwa viermal so grossen Durchmesser nicht voneinander lösen.

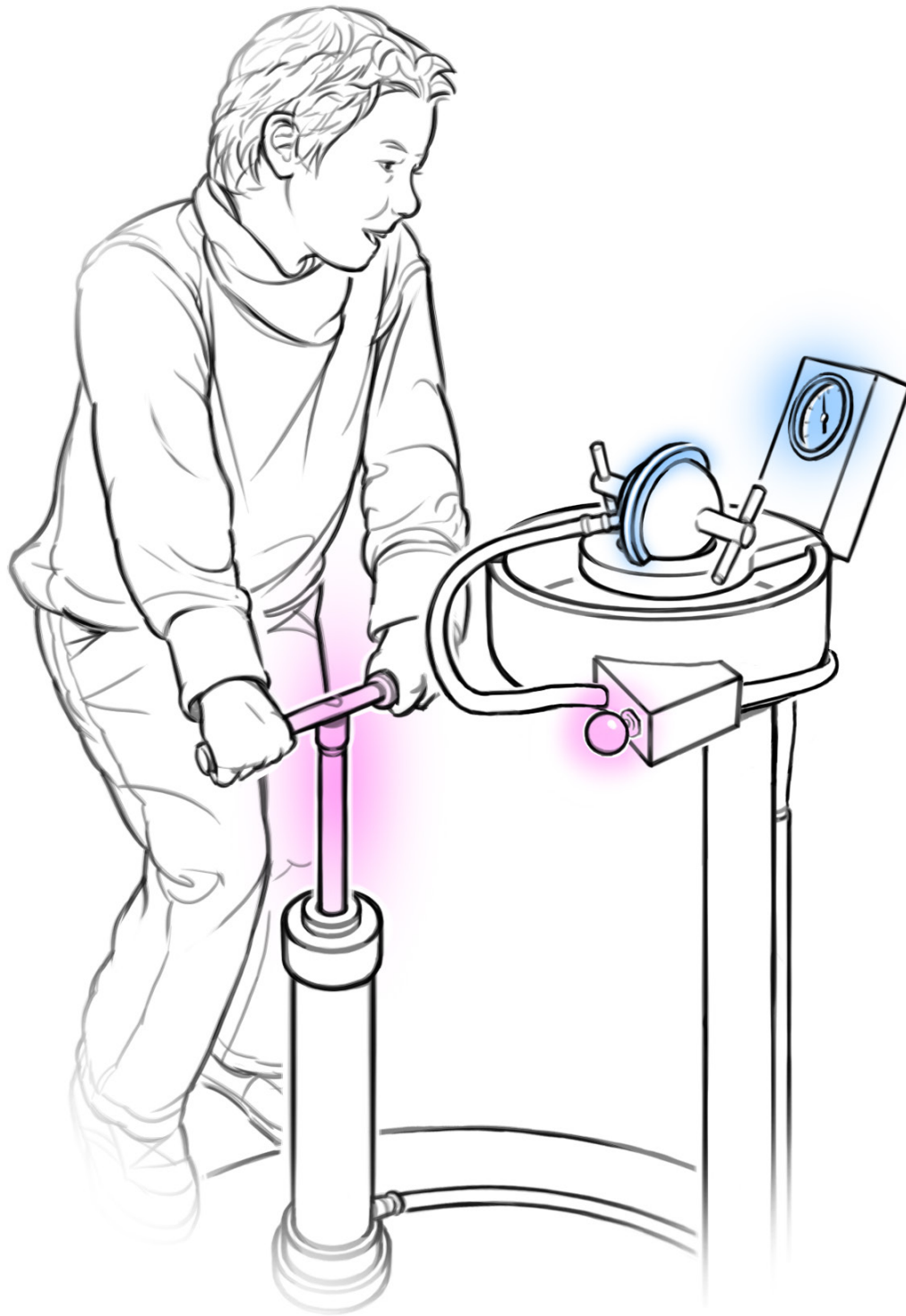
Das gleiche Prinzip nutzt man auch bei der Befestigung von Haken mit Saugnapfen. Durch das Anpressen des Saugnapfs an die Wand entsteht ein Unterdruck, wodurch der Haken an die Wand gepresst wird. Je stärker man den Saugnapf an die Wand presst, desto mehr Gewicht kann der Haken tragen.

Was tun und beobachten:





# Magdeburg Hemispheres



## To do and notice:

- *Fit the hemispheres together in the ring provided.*
- *Now draw the air out of the spheres with the pump.*
- *Are you now able to pull the two hemispheres apart?*
- *Pull the red button and let the air flow back into the sphere.*

Want to know more?





# Magdeburg Hemispheres

## Want to know more?

There is practically a vacuum inside the sphere, so atmospheric pressure pushes the two halves together so that they cannot be pulled apart by hand.

With the pump you can pump air out of the two fitted hemispheres. This results in a partial vacuum inside the sphere and thus a pressure difference between the inside and outside. The outer, higher ambient pressure exerts a force over the entire outer surface of the ball. This force presses the two hemispheres together; the greater the pressure difference, the greater the force.

In this experiment the hemispheres are rather small and they can scarcely be pulled apart. An experiment carried out in Magdeburg in 1654 used hemispheres about four times this diameter. Thirty horses in two teams of fifteen each were unable to pull them apart!

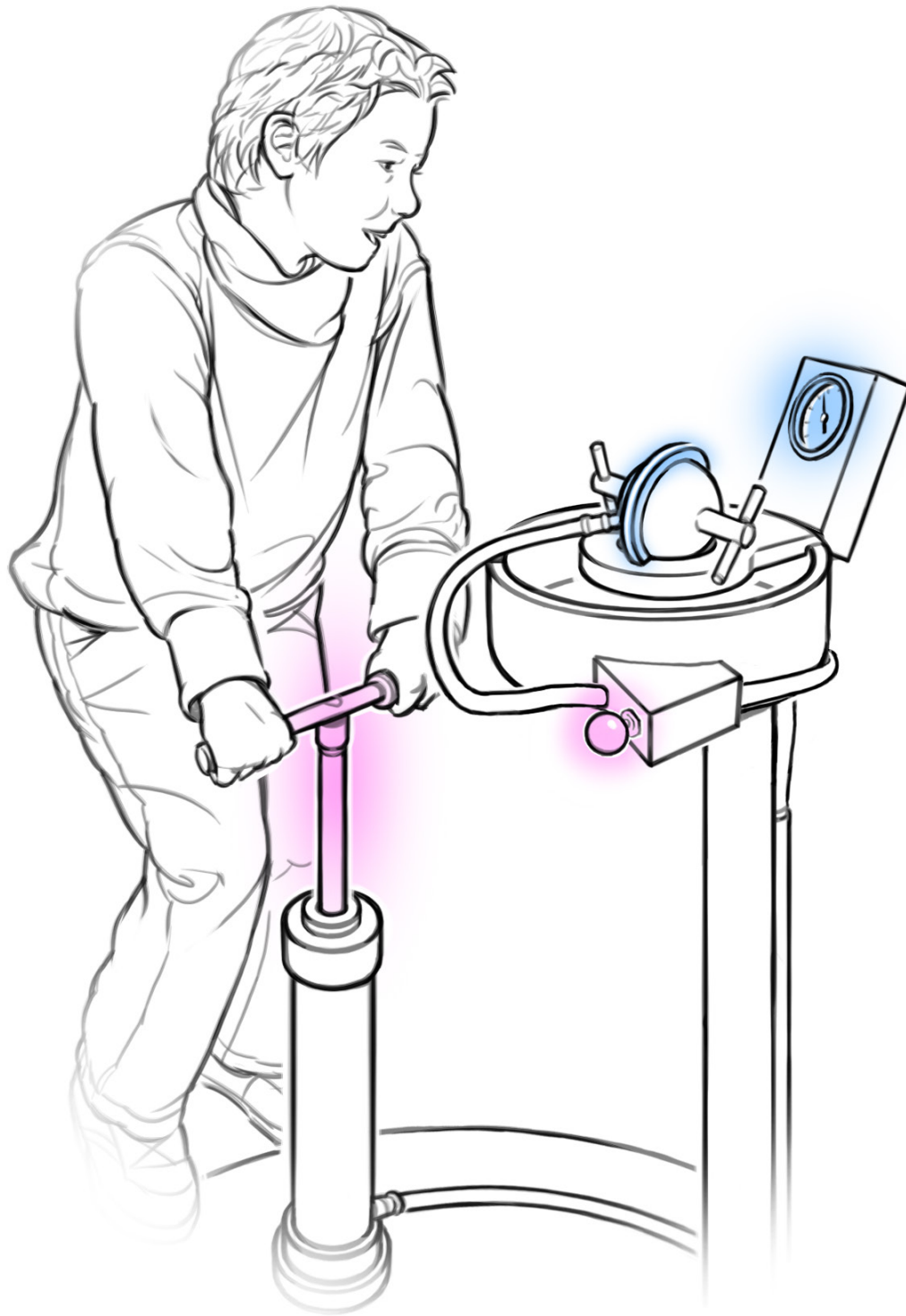
The same principle is used to fix hooks to a smooth wall. The hook has a flexible vacuum cup which is pressed onto the wall to remove the air from inside the cup, so that atmospheric pressure will hold it tightly against the wall. The harder the cup is pressed against the wall, the more weight the hook will carry.

To do and notice:





# Hémisphères de Magdebourg



## A vous de jouer:

- *Placez les deux hémisphères dans l'anneau prévue à cet effet.*
- *Faites le vide à l'intérieur de la sphère ainsi formée à l'aide de la pompe.*
- *Pouvez-vous à présent séparer les hémisphères?*
- *Appuyez sur le bouton rouge pour faire à nouveau rentrer de l'air dans la sphère.*

Pour en savoir plus:





# Hémisphères de Magdebourg



## Pour en savoir plus

Une dépression se forme à l'intérieur de la sphère. La pression atmosphérique presse les deux hémisphères l'un contre l'autre, de sorte qu'ils ne peuvent être séparés manuellement.

La pompe permet d'aspirer l'air contenu à l'intérieur des deux hémisphères réunis. Une dépression se forme ainsi à l'intérieur de la sphère et, de ce fait, une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur. La pression atmosphérique plus élevée exerce une force sur toute la surface de la sphère. Cette force presse les deux hémisphères ensemble. Pour un diamètre de sphère donné, son intensité est proportionnelle à la différence de pression.

En ce cas, le diamètre de la sphère est relativement petit en comparaison avec la dépression à l'intérieur de la sphère qui suffit à rendre les deux hémisphères pratiquement indissociables. Pour cette expérience réalisée pour la première fois à Magdebourg en 1654, 30 chevaux ne sont pas parvenus à dissocier les deux moitiés d'une sphère au diamètre environ quatre fois plus grand.

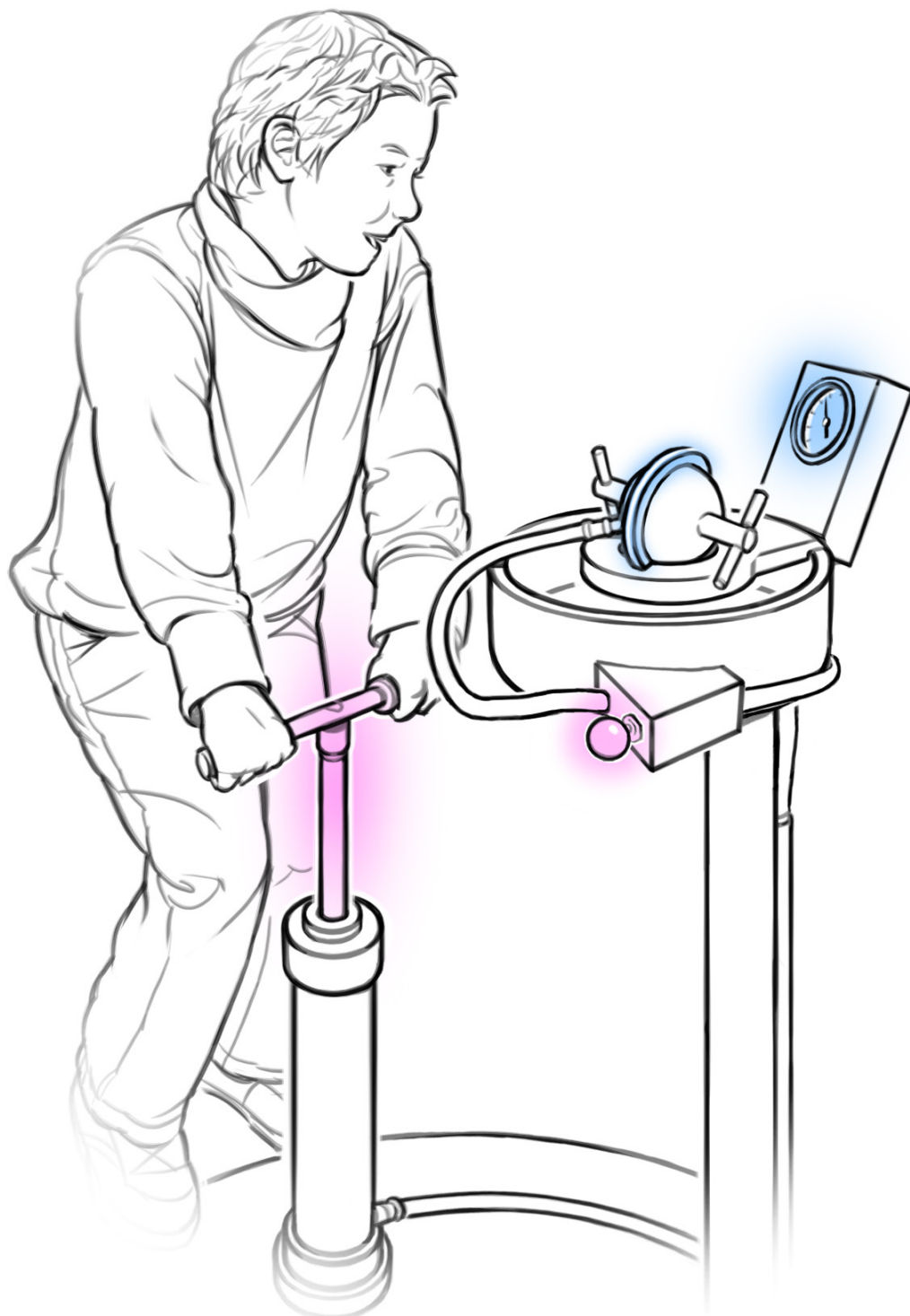
Le même principe est utilisé pour fixer des crochets à ventouse. En pressant la ventouse sur la paroi, une dépression se forme et la pression ambiante fait ainsi adhérer le crochet à la paroi. Plus le diamètre de la ventouse est important, plus le crochet supportera un poids élevé.

A vous de jouer:





# Sfera di Magdeburgo



## Che cosa fare:

- *Unisci le due semisfere lungo l'apposito anello.*
- *Estrai con la pompa l'aria dalla sfera.*
- *Riesci ora a separare le due semisfere?*
- *Tira il pomelo rosso e lascia che l'aria entri nuovamente nella sfera.*

Vuole saperne di più?







# Sfera di Magdeburgo

## Vuole saperne di più?

All'interno della sfera si crea una depressione. La pressione atmosferica all'esterno preme le due semisfere l'una contro l'altra a con una forza tale da rendere impossibile l'operazione di separarle nuovamente.

Grazie alla pompa si riesce a estrarre l'aria dall'interno delle semisfere congiunte. Così facendo si crea una differenza di pressione tra l'interno e l'esterno. La pressione esterna, più alta, esercita una forza su tutta la superficie esterna della sfera. Questa forza spinge le due semisfere l'una contro l'altra. Se il diametro delle semisfere rimane uguale questa forza è tanto maggiore quanto più è forte la differenza di pressione.

Qui il diametro della sfera è relativamente piccolo in confronto alla depressione che si può creare all'interno. È comunque sufficiente a rendere inseparabili le semisfere. Nell'esperimento realizzato a Magdeburgo nel 1645, si tentarono di separare le semisfere usando la forza di 30 cavalli e una sfera quattro volte più grande.

Lo stesso principio viene usato per assicurare i ganci con le ventose. Quando la ventosa viene premea contro una superficie liscia, sotto la ventosa si crea una depressione, grazie a cui tutta la ventosa, con il gancio annesso, viene assicurata alla parete. Quanto più saldamente si preme contro la parete la ventosa, tanto maggiore è il peso che può reggere il gancio che è solidale con essa.

Che cosa fare:

