

LPD 32 De leerlingen verklaren een aantal fysische fenomenen bij balsporten en andere sporten aan de hand van de wet van Bernoulli en het magnuseffect.

- ✓ Het feit dat de wet van Bernoulli een belangrijke rol speelt in balsporten kan interesse opwekken en de leerlingen stimuleren tot meedenken. De essentie van Bernoulli komt erop neer dat stroming van een gas zorgt voor een lagere druk. De som van de statische druk met de dynamische druk is constant.

Voorbeelden die je hier aan bod kan brengen:

- het draaien van een tennisbal bij topspin, backspin en slice waardoor er een verschil van snelheid en dus een verschil van druk ontstaat, waardoor de tennisbal respectievelijk naar beneden, naar boven of naar de zijkant afbuigt;
- een putje in een golfbal en de grote draaisnelheid bij een pingpongbal zorgen ook voor het magnuseffect.

De wet van Bernoulli

a) Inleidende proefjes

Proef 1:

We houden 2 bladen papier bovenaan vast en verticaal op enkele cm van elkaar. Door te blazen zorgen we voor een luchtstroom tussen die bladen.

Wat merken we? Die 2 bladen buigen naar elkaar toe.

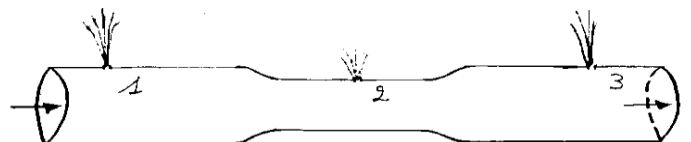
VERKLARING:

- Zonder luchtstroming bewegen de luchtdeeltjes willekeurig door elkaar en botsen zo tegen de bladen papier, zowel tussen als buiten de bladen. De druk tussen de bladen is zo gelijk aan de druk buiten de bladen. Het is namelijk de atmosferische druk.
- Zorgen we nu voor een luchtstroom (door te blazen), dan krijgen de deeltjes tussen de bladen een snelheid evenwijdig met die bladen. De deeltjes tussen de bladen botsen zo minder tegen de bladen, waardoor de druk tussen de bladen kleiner wordt dan de druk buiten de bladen.

Proef 2:

We regelen de waterstroom zodanig dat we bij opening 1 een fonteintje van 5 à 10 cm hoog krijgen. Wat merk je aan de hoogte van het fonteintje bij opening 2?

Het fonteintje bij 2 is minder hoog dan bij 1. Er geldt dus dat $p_2 < p_1$.



BESLUITEN:

- Als een vloeistof (of een gas) een stroming ondergaat, dan geeft dat een lagere druk dan in het geval dat het niet stroomt. Denk hierbij aan de titel van dit hoofdstuk.
- Hoe hoger de snelheid, hoe lager de druk.

Bijkomende illustraties:

- Het aanzuigen van het douchegordijn door de waterstraal.
- Het aanzuigefect bij een voorbijrijdende trein. Dit merk je trouwens ook als je met een personenauto vrij dicht een vrachtwagen kruist.
- Plastic lepeltje aan touwtje met de bolle zijde in de waterstraal van een kraan houden.

b) De vergelijking van Bernoulli

$$p + \rho \cdot g \cdot h + \frac{\rho \cdot v^2}{2} = Cte$$

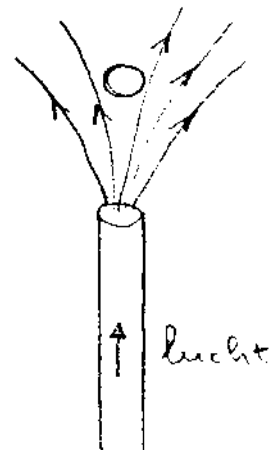
Best nog de hydr. druk laten vallen. Dan kan je zeggen dat de som van de statische druk (1ste term) en de dynamische druk (3de term) een constante is.

c) Een pingpong-balletje in een verticale luchtstroom

Het balletje blijft in de luchtstroom.

Binnenin de luchtstroom is de snelheid van de lucht het grootst en is de druk dus het kleinst. Aan de randen van de luchtstroom is de stroomsnelheid kleiner waardoor de druk groter is.

Wanneer het balletje nu wat afwijkt naar de randen, zal het door die grote druk aan de randen automatisch teruggeduwd worden naar het midden van de luchtstroom.

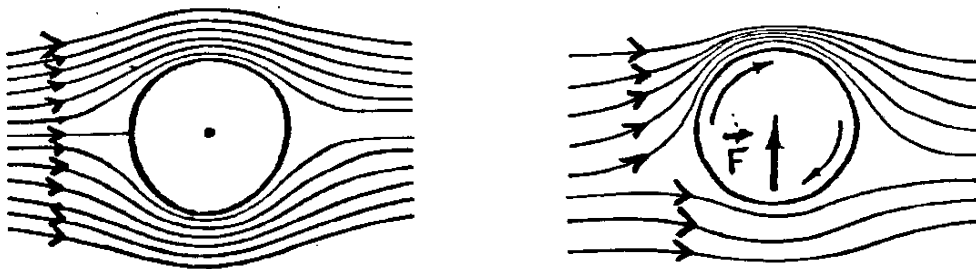


d) De dynamische dwarskracht - Het magnuseffect

* HET VERSCHIJNSEL

Voorwerpen die zowel voorwaarts bewegen als om zichzelf draaien, ondervinden een kracht loodrecht op de draaias. Deze kracht zorgt voor een gekromde baan. We spreken van de dynamische dwarskracht of het magnuseffect.

Om dit verschijnsel gemakkelijk te begrijpen bekijken we een stilstaande cilinder (of een bol) in een stationaire luchtstroom. Dit komt op hetzelfde neer als een cilinder die door de lucht beweegt.



- Indien de cilinder niet om zichzelf draait, dan wijken de stroomlijnen symmetrisch errond zoals een ritssluiting die wordt opengetrokken.
- Indien de cilinder nu om zijn as draait (bv. in wijzerzin), dan gaan de omringende luchtlagen door wrijving enigszins meegesleept worden. In de situatie zoals op de figuur betekent dit dat de luchtlagen bovenaan een grotere snelheid verkrijgen. Zo wordt de druk bovenaan lager dan onderaan, waardoor we een liftkracht verkrijgen.

* VOORBEELDEN

- Vermits het magnuseffect een gevolg is van de wrijving tussen de luchtlagen en het voorwerp is het van groot belang dat het oppervlak van het voorwerp nogal ruw is.

Bij een tennisbal wordt dat verkregen door het harig oppervlak. Denk hierbij aan het “new balls please” om de 8 games op het tennistornooi van Wimbledon. Bij een golfballetje daarentegen wordt dat verkregen door een hele reeks putjes op het oppervlak.

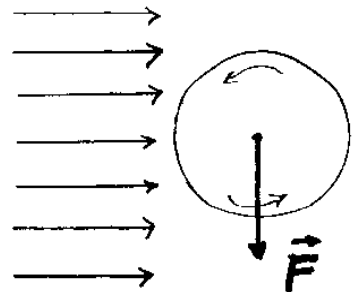
Daartegenover staat een pingpongballetje dat een zeer glad oppervlak heeft. Toch maken goede spelers gebruik van het magnuseffect. Dit kan door de enorme draaisnelheden die het balletje krijgt als gevolg van het rubberen slagvlak van een pingpongpalet.

- Topspin (tennis).

Bij topspin veegt de speler als het ware over de bovenkant van de bal. Door de draaiing die zo ontstaat verkrijgen de luchtlagen die bovenaan voorbijkomen een

lagere snelheid dan onderaan. Dit resulteert in een hogere druk bovenaan dan onderaan, zodat de bal rapper daalt dan in het geval hij even hard maar zonder topspin geslagen wordt.

Dit betekent dat je de bal harder kan slaan, terwijl hij toch nog binnen het speelveld de bodem raakt. Daarenboven zal bij het raken van de bodem de bal heel snel en laag doorschieten, zodat het voor de tegenstrever moeilijk is de bal terug te slaan.



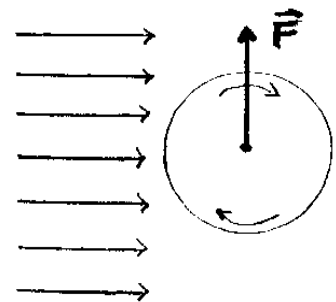
- Backspin (tennis en golf).

Bij backspin of een gekapte bal hebben we juist het omgekeerde. Daar moet je de bal onderaan raken.

Je verkrijgt hier een grotere snelheid bovenaan dan onderaan.

Zo zal de druk bovenaan lager zijn, waardoor je een liftkracht krijgt. De bal zal langer onderweg zijn voor hij de grond raakt.

Toch wordt dit gebruikt omdat bij het raken van de bodem de bal eventueel terugschiet of toch minder ver doorschiet en zo de tegenstrever verrast wordt. Technisch is dit echter een heel moeilijke slag, aangezien het risico dat de bal buiten de lijnen de grond raakt heel groot is.

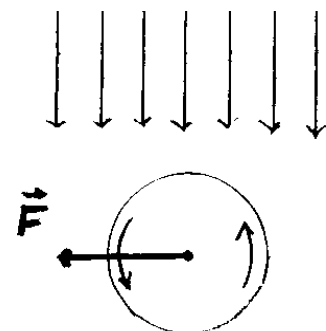


Backspin wordt echter vnl. gebruikt bij golf. Door dit lifteffect kan zo een grotere afstand overbrugd worden. Een professionele golfspeler kan zo afstanden overbruggen van " 200 m. Zonder het magnuseffect komen ze niet verder dan 150 à 160 m.

- Slide spin.

Dit wordt in golf gebruikt om bv. een boom te ontwijken. In tennis spreken we van een "slice". We verkrijgen dit door de bal diagonaal te raken. De bedoeling is het misleiden van de tegenstrever.

Het bekendste voorbeeld is echter het zogenaamde "bananenschot" in voetbal, waarbij een speler met een goede traptechniek bij een vrije trap het muurtje kan omzeilen.



Zie ook bij

<https://www.youtube.com/watch?v=23f1jvGUWJs>

<https://www.quantumuniverse.nl/het-magnuseffect>

Bernoulli effect - lichaam van Coppins:

<https://www.youtube.com/watch?v=IOfM2YKAnDw>

+ boek “Het lichaam van Coppins”: Kan jij een bal krullen zoals Kevin De Bruyne (p 175)

Magnus effect bij verschillende types ballen

[Exercise Ball Magnus Effect from 200m!!](#)

