



MIT Açık Ders malzemeleri

<http://ocw.mit.edu>

8.01 Fizik I: Klasik Mekanik, Güz 1999

Bu materyallerden alıntı yapmak veya kullanım şartları hakkında bilgi almak için

<http://ocw.mit.edu/terms> ve <http://www.acikders.org.tr> sitesini ziyaret ediniz.

MIT Açık Ders malzemeleri

<http://ocw.mit.edu>

8.01 Fizik I: Klasik Mekanik, Güz 1999

Transkript – Ders 27

Bu gün konu değiştireceğiz.

Bugün sizlerle akışkanlar, hidrostatik basınç ve barometrik basınç hakkında konuşacağım.

Şimdilik eğer, yerçekimini bir tarafa bırakırsak ve kapalı bir bölmem var ve akışkan ile dolu ise,

Bu gaz ya da sıvı olabilir.

Burası A alanı olsun.

Ve bu yönde ona bir kuvvet uygularsam, bu durumda bir basınç uygulayacağım.

Basınç kuvvet bölü alan olarak tanımlanır ve birimi Newton bölü metre karedir. Aynı zamanda Pascal olarak adlandırılır.

Bir Newton bölü metre kare bir Pascaldır.

Şimdi yerçekiminin yokluğunda, basınç bu kabın her yerinde aynıdır.

Ve bu Pascal prensibi olarak adlandırılan şeydir.

Pascal prensibi bir kapalı kutudaki bir sıvıya basınç uygulandığında bu basıncın sıvıdaki her noktaya ve kabın duvarlarının her yerine azalmadan iletileceğini söyler.

Basıncın skaler olduğunu, bir yönü olmadığını unutmayın.

Kuvvetin bir yönü vardır ve sıvı tarafından her yere iletilen, bundan dolayı duvara da iletilen kuvvet, her yerde duvara dik olmalıdır. Çünkü eğer kuvvetin herhangi bir teğet bileşeni olursa, bu durumda sıvı hareket etmeye başlar.

Etki tepkiye eşittir. Böylece sıvı hareket etmeye başlar. Ve bizler burada statik akışkanlar hakkında konuşuyoruz.

Eğer herhangi bir yüzey elemanı alırsam, bunu yüzeye yakın bir yerde alıyorum, küçük bir ΔA elemanı. Ve kuvvet, ΔF kuvveti, bu yüzeye dik olmalıdır, Böylece ΔF bölü ΔA , ΔA sıfıra gittiğindeki limit durumunda P basıncına eşittir.

Bunun gerçekten çok kolay anlaşılmayan oldukça şaşırtıcı sonuçları vardır.

Hidrolik krikonun temeli budur.

Burada tuhaf bir şekli olan bir kabım var.

Ve burada A_1 ve A_2 alanları olan pistonlar olsun.

Her yer sıvı ile doldurulmuştur ve buraya F_1 ve buraya da F_2 kuvveti uyguluyorum.

Böylece buraya uyguladığım basınç F_1 bölü A_1 dir.

Böylece, Pascal prensibine göre, sıvının her yerindeki basınç aynı olmalıdır.

Şimdilik, birazdan anlatacağım yerçekimi etkisinin önemli bir değişiklik yapmayacağını kabul ediyorum.

Fakat yerçekimini birazdan ele alacağım.

Böylece basınç, bu durumda, her yerde aynı olacaktır. Fakat bu tarafta olan basınç F_2 bölü A_2 dir.

Ve böylece eğer sıvı hareket etmezse, bu ikisi aynı olacaktır.

A_2 nin A_1 e oranının 100 olması demek, bu kuvvetin bundan 100 kat daha az olması demektir.

Diğer bir deyişle, eğer buraya 10 kilogram kütleli bir ağırlık koyarsam ve buraya da 1.000 kilogram koyarsam, bu tamamen dengede olur.

Bunu anlamak çok kolay değil.

Bu tüm tamirhanelerde kullanılır.

Yaptıkları şey, bunun üzerine arabayı koyarlar;

Bunu buraya çizersem, platform budur, bunun üzerinde bir çubuk var ve araba da onun üzerindedir.

Ve birileri buradan baskı uygular ve bu durumda burası yükselir.

Araba yukarı kalkar.

Eğer buradan 10 kilogramdan biraz fazla bir bir kuvvetle itersem

Bu yaklaşık 100 Newton olacaktır.

Bu seviye yukarı kalkar.

Böylece ilk düşünceniz, “aman Allahım, enerjinin korunumu kanunu ihlal edilmiyor mu? Hiçbirşey yapmaksızın birşeyler elde etmiyor muyum?” şeklinde olur. Aslında, bu doğru değildir.

Bunu d_1 mesafesi kadar aşağı ittiğimi düşünelim, bu durumda yer değiştirdiğim sıvı miktarı yani hacmi, A_1 çarpı d_1 kadardır.

Akışkan buraya gelir.

Böylece burası d_2 mesafesi kadar yukarı çıkar.

Fakat buradan ayrılan aynı miktardaki sıvı oraya eklenir.

Diğer bir deyişle, $A_1 d_1$, $A_2 d_2$ olmalıdır.

Şimdi, eğer buradaki kuvvet oradaki kuvvetten birkaç yüz kez daha az ise, sol tarafta yaptığım iş F_1 çarpı d_1 dir.

Eğer buradaki kuvvet bundan yüz kat daha az ise, hareket ettirdiğim mesafe d_2 mesafesinden 100 kat daha fazladır. Çünkü A_2 bölü A_1 100 dür.

Ve böylece $F_1 d_1$ ile $F_2 d_2$ aynı olacaktır.

100 kat daha az kuvvet fakat 100 kat daha fazla mesafe. Ve çarpım aynıdır.

Böylece, bunu aşağı doğru ittiğim zaman yapmış olduğum işi, arabayı yukarı doğru kaldırmak suretiyle potansiyel enerji cinsinden elde ederim.

Böylece arabayı 1 metre yukarı kaldırmak istiyorsam ve eğer oran 100 e bir ise, bunu aşağı doğru 100 metre hareket ettirmem gereklidir.

Bu biraz kullanışsızdır. Bu yüzden bu hidrolik presler her zaman böyle krikoyla yukarı kaldırılacak şekilde tasarlanır ve her zaman krikoyu yükselttikçe sıvı hidrolik krikonun bu tarafına doğru tekrar akar.

Fakat eğer oran 100 e 1 ise, Bu durumda gerçekten etkili bir şekilde 100 metre gitmek zorundasınız ki araba 1 metre yukarı kalsın.

Şimdi, tabii ki yerçekiminin akışkanların basıncı üzerine etkisi vardır.

Eğer okyanuslarda derinlere dalarsanız, basıncın artacağını biliyoruz ve bu yerçekiminin bir sonucudur.

Ve basınç artışını türetmek istiyorum.

Bu y nin artış yönü olsun ve ben bir sıvı elemanı seçiyorum. Ve bu eleman sıvının içerisinde.

Onu istediğim herhangi bir şekilde seçebilirim.

Burada güzel yatay bir levha olarak seçiyorum.

Ve bu alan A dır. Bundan dolayı taban alanı da A dır.

Ve burası y artı Δy yüksekliğinde olsun ve burası y yüksekliğidir.

Ve buradaki basınç $P_{y+\Delta y}$ ve buradaki basınç P_y dir.

Ve bu cisim Δm kütlesine sahiptir. Ve sıvı y ile değişebilen ρ yoğunluğuna sahiptir.

Şimdilik bu bizi ilgilendirmiyor.

Ve böylece bunun kütlesi hacim çarpı yoğunluktur.

Ve hacim ise bu A alanı çarpı Δy dir. Bu durumda kütle, alan çarpı Δy çarpı ρ olur ve ρ, y ile değişebilir.

Böylece şimdi eğer bütün kuvvetleri buraya yerleştirirsem, yerçekimi kuvveti vardır ve bu, Δm çarpı g dir ve bu yöndedir.

Bu durumda sıvının basıncından dolayı yukarı doğru bir kuvvetim söz konusudur.

Ve bu elde etmek istediğim şeydir.

Ve bu her zaman yüzeylere diktir.

Bunun hakkında daha önce konuşmuştuk.

Böylece bu kenarda kuvvet bu şekilde etkir. Ve burada kuvvet bu şekilde etkir.

Tabandan, bu şekilde etkir. Ve yukarıdan bu şekilde etkir ve bunu F_2 olarak adlandırıyorum.

Sadece dikey yönde olanları alıyorum. Çünkü yatay düzlemde olan tüm kuvvetler bilinen nedenlerden dolayı birbirini yok eder.

Şimdi, denge olmalıdır.

Bu akışkan elemanı hiçbir yere gitmiyor.

O sadece sıvının içinde duruyor.

Ve böylece bu yönde F_1 eksi F_2 eksi $\Delta m g$ eşit sıfır olmalıdır.

Sadece bu durumda akışkan eleman statik dengededir.

Fakat F_1 bu basınç çarpı alana eşittir.

Böylece bu, y seviyesinde P basıncı çarpı alan ve F_2 ise y artı Δy seviyesindeki P basıncı çarpı alan, eksi Δm yerine A çarpı Δy çarpı ρ çarpı g yazılabilir.

Burada ρ y nin fonksiyonu olabilir. Ve bu sıfıra eşittir.

Alanlarımın yok olduğuna dikkat edin.

Bunu biraz farklı bir şekilde yeniden düzenleyeceğim ve Δy ye böleceğim.

Ve böylece y artı Δy seviyesindeki P basıncı, eksi y seviyesindeki P basıncı bölü Δy ,

Eğer bunları o tarafa götürürsem

eşit eksi p_y çarpı g elde ederim.

Ve eğer bunun Δy sıfıra gitmesi durumu için limitini alırsam--

Bu durumda bunu dP/dy olarak adlandırırız.

Ve bu sizlere y nin artan değerlerine giderseniz basıncın azalacağını söylemektedir. Eksi işaretlidir.

Bu çok doğaldır.

Eğer y nin azalan değerlerine doğru giderseniz, bu durumda basınç artar.

Ve biz bunu hidrostatik basınç olarak adlandırırız.

Bu yerçekiminden dolayıdır. Yerçekimi yok ise, hidrostatik basınç yoktur.

Çoğu akışkanlar, çoğu sıvılar sıkıştırılmazlar.

Başka bir deyişle, sıvıların yoğunlukları aslında değiştirilemez.

Ve bundan dolayı, bunu silebilirsiniz ve her zaman aynı yoğunluğu kullanırsınız.

Bu son derece zordur.

Gazların aksine, sıvının yoğunluğunu değiştirmek için son derece büyük kuvvetler ve basınçlar gereklidir.

Bir gaz sıkıştırılabilir ve bir gazın yoğunluğunu kolayca değiştirebilirsiniz.

Sıvılar sıkıştırılmaz.

Eğer burada bir pistonum varsa ve burada da bir sıvı varsa ve ben de buraya bir kuvvet uygularsam, benim için bu hacmi küçültmek imkânsızdır.

Hatta yüzde belli bir değer küçültmek bile mümkün değildir.

Fakat eğer bu gaz ise, bu durumda benim için bunu içeri doğru itmek ve hacmi değiştirmek, yani hacmi daha küçük yapmak ve dolayısıyla gazın yoğunluğunu artırmak çok kolaydır.

Eğer bir balyoz alırsam ve bir plastik yastığa vurursam, yastık hava ile doludur. Bu bir yastık gibi davranır ve onu sıkıştırabilirim.

Eğer balyozu bir mermer zemine vurursam, onu sıkıştırıramam ve mermer zemin üzerindeki ve balyozdaki kuvvet çok daha büyük olur. Çünkü bu yastık etkisi söz konusu değildir.

Eğer bir boya kutusu alırsam--

Ve burada bir tane, iki tane var--

Ve bu boya kutularının biri ağzına kadar su ile dolu ve diğeri hava ile doludur. Bir balyozla ona vurursam bu durumda bu bir yastık gibi davranır.

Fakat bu hacminin azalmasını istemez. Bundan dolayı kuvvet, aynen mermer zeminde olduğu gibi daha büyük olacaktır.

Fakat kuvvet bölü alanın basınç olduğunu hatırlayın ve Pascal prensibine göre, bu basınç tüm sıvı içerisine azalmaksızın yayılır.

Ve böylece eğer buraya bir kurşun atarsam, bu durumda kocaman bir kuvvet elde ederim.

Son derece küçük yüzey alanlı bir kurşun.

Ve böylece sıvı içerisindeki basınç muazzam bir şekilde artar ve teneke kutu, ağzına kadar su ile dolu olmak koşulu ile patlayabilir. Çünkü içinde hava boşluğu kalmış ise, bu durumda bu yastık etkisi söz konusudur.

Şimdi, havanın bunda mı yoksa onda mı olduğunu hatırlamıyorum.

Karar vermeyi sizlere bırakıyorum.

Bu yüzden bu kenardan mermiyi ateşleyeceğiz ve bu durumda hangi kutunun patladığını ve hangisinin patlamadığını göreceğiz.

Ve patlamayan içinde hava olandır

Ve patlayan ise içinde su olandır. Onu ağzına kadar su ile doldurmuş olmamız şartıyla.

Oo, içinde hala bir şeyler var.

Tamam.

Bir şeyleri yanlış yapmışım ama şimdi herşey yolunda.

Tamam, işte mermiyi koyuyorum.

Tamam, bunun için hazır mıyız? Bana hangi kutunun hava ile ve hangi kutunun su ile dolu olduğunu söyleyin.

Üç, iki, bir, sıfır.

[silah atışı]

Tamam, bu kapalı.

Burada ve orada güzel bir delik var.

Ve bunun burasında ve orasında birer delik var. Fakat kapağın düştüğünü gördünüz.

Böylece, bu arada hangisinin içinde su olduğunu öğrendik ve içinde hala var.

Bunlar o kadar kolay anlaşılır şeyler değil.

Bundan böyle sıvıların tamamen sıkıştırılmaz olduklarını farzedeceğim.

Diğer bir deyişle, orada yazılı olan bu yasayı kullanabilir ve çok basit bir integral alabilirim.

Şimdi dP nin P_1 den P_2 ye kadar integrali alabilirim.

Bu y , ve bu da y_2 seviyesindeki P_2 basıncı, ve bu sıvı içerisindeki y_1 seviyesi için P_1 basıncı, ve şimdi bu eşitlik eksi $\rho g dy$ ye eşittir ve y_1 den y_2 ye integrali alınır.

Şimdi bu oldukça kolay bir integraldir çünkü ρ sabittir--

ρ , y nin bir fonksiyonu değildir.

Dünya atmosferi için bu oldukça zordur. Çünkü atmosferde ρ rakımın bir fonksiyonudur. Fakat sıvılarda değildir.

Ve böylece P_2 eksi P_1 eşittir eksi ρg çarpı y_2 eksi y_1 , elde ederiz ve bu Pascal kanunu olarak adlandırılır.

Bunu biraz farklı bir şekilde yazmayı tercih ederim, fakat aynı şeydir.

Burayı artı olarak almayı tercih ederim. Böylece burayı ρg çarpı y_2 eksi y_1 olarak değiştiririm.

Böylece bu eğer y_2 eksi y_1 pozitif ise, bu bundan daha büyüktür, P_1 deki basıncın P_2 deki basınçtan daha büyük olması demektir. Fakat tabii ki bu ikisi tamamen aynıdır. Böylece bu hidrosatik basınçtır.

Bunun oldukça tuhaf sonuçları vardır.

Sıvı ile dolu bir kabının olduğunu farzedelim.

Bu oldukça değişik, bunun gibi bir şekli olsun.

Oldukça garip bir şekil.

Bunu bu seviyeye kadar sıvı ile dolduruyorum, buradaki seviyesi y_2 dir.

Ve bu kabın altını alalım ve bunu y_1 olarak adlandıralım.

Ve böylece içerisindeki bu noktada basınç P_1 ve buradaki basınç P_2 dir.

Tamam, Şimdi Pascal prensibinin bize söylediği şey, buradaki her yerde basıncın aynı olduğudur. Çünkü y_2 eksi y_1 farkı buradaki bütün noktalar için aynıdır.

Ve böylece sizler, bunun bir şekilde anlaşılır olduğunu söyleyeceksiniz. Eğer burada bir sütun alırsam,

A alanına sahip oldukça düzgün silindirik şekilli dik bir sütun ve bu aradaki mesafeyi kolaylık olsun diye h olarak seçiyorum.

Bu durumda bu sütunun ağırlığı--

Bu sıvının ağırlığıdır ve alan çarpı bu h yüksekliği olacaktır.

Bu hacimdir. Böylece ağırlık, hacim çarpı sıvının ρ yoğunluğu çarpı g olacaktır. Ve böylece bunun kuvvet olduğunu, ağırlık olduğunu söyleyeceksiniz. Buradaki taban bu ağırlığı taşımak zorundadır ve böylece tabandaki basınç ağırlığın alana bölünmesidir ve bu da $p = \frac{F}{A}$ eder.

Böylece bunun çok açık olduğunu söyleyebilirsiniz. Evet olabilir, fakat buraya ne dersiniz?

Basınç aynıdır; farklı olamaz.

Eğer buradaki basınç farkı olsaydı, bu durumda sıvı akmaya başlardı.

Fakat burada bu sütun h yüksekliğine sahip değildir.

Sadece buradaki yükseklik h dir.

Peki buraya ne dersiniz? Pascal Prensibi sonuç olarak, eğer bu şekilde bir kap varsa ve onu tamamen sıvı ile doldurursanız, bunun en alt noktasındaki basıncın, dibe kadar sıvı ile dolu olan böyle bir kaptaki basınç ile tamamen aynı olduğunu söylemektedir.

Fakat bunun ağırlığı bunun ağırlığından çok daha fazladır.

Fakat Pascal prensibine göre, basınç farkları aynıdır.

Anlaşılması çok kolay değil.

Bizler bir hava okyanusunun en alt bölgesinde yaşıyoruz.

Burası dünya ve burası da atmosfer.

Ve bizler y yönünde yukarı doğru gittiğimiz zaman, bu durumda basıncın azalacağını bekleriz.

Sıvılarda olduğunun aksine, atmosferde basınç doğrusal bir şekilde azalmaz.

Sıvılarda doğrusal olarak değişir. Çünkü ρ değişmez.

Atmosfer ortamında, yoğunluk yükseklik ile değişir.

Fakat eğer, aynen burada sıvılarda yaptığım gibi, bir santimetre karelik bir silindiri atmosferin üzerine kadar alırsam.

Bir santimetre kare alıyorum.

A alanı aldım.

Ve tüm havayı tartarsam, bu durumda buradaki basınç için doğru cevabı elde ederim, Çünkü eğer orada yapıyorsam ve orada geçerli ise, burada da geçerli olmalıdır.

Ve bu durumda bulacağım şey, tabanda, yani deniz seviyesinde bulacağım şey, kabaca santimetre kare başına bir kilogramlık bir kuvvet yani 10 Newtondur.

Yani atmosferin yukarısına kadar uzanan birkaç yüz kilometre uzunluğunda, bir santimetre karelik bir tübün ağırlığı sadece bir kilogramdır; tüm hava sadece bir kilogram gelir.

Santimetre kare başına bir kilogram.

Eğer bunu metre kare başına Newton a dönüştürürsek, bu durumda yaklaşık olarak 10 üzeri 5 pascal elde ederiz.

Ve bu genellikle bir atmosfer olarak adlandırılır.

Atmosferik basınç olarak adlandırılır.

Böylece atmosfer üzerimize baskı uygular ve bu bizlere atmosferik basıncı verir.

Aşağı doğru gittikçe sıvının ağırlığından dolayı sıvının uyguladığı artan basınçtan çok da farklı olmayan bir basıncı atmosfer de uygular.

Bu atmosferik basınç sık sık barometrik basınç olarak da adlandırılır.

Barometrenin çalışma ilkesi.

İşte elim ve elim aşağı yukarı 150 santimetre karelik bir alana sahiptir.

Kuvvet her zaman yüzeye diktir.

Bunu birkaç kez anlattım.

Üzerimizdeki atmosferden dolayı, her santimetre kare başına bir kilogramlık bir basınç söz konusudur.

Bu benim elime aşağı yönlü 150 kilogram uygulanıyor demektir.

Neden elim aşağı doğru gitmiyor? Çünkü aynı zamanda onu yukarı doğru iten 150 kilogram vardır. Bu nedenle kendimi çok rahat hissedirim.

Hatta bu yönde ve şu yönde çok büyük bir kuvvetin olduğunu fark bile etmiyorum.

Öyleyse, eğer atmosferik basıncı hissedemiyorsam, peki onu nasıl ölçebilirim?

Bunu ölçmenin yolu, şu deneyi yapmaktır.

Birazdan yapacağım gibi, bir sıvı alırsınız ve bu sıvıya bir hortum yerleştirirsiniz.

Bu kızılçık suyu ve bu da hortum.

Ve bu hortumu tamamen sıvı ile dolması için bütününüyle sıvının içine daldıracağız.

Ve sonra onun ucunu dışarı çıkaracağız ve biz ucunu dışarı çıkardıkça, sıvının hortumun içerisinde kalacağını görecekiz.

Sıvının hortumun içinde kalmasını sağlayan barometrik basınçtır.

Ve onu dışarı çekerim, dışarı çekerim, dışarı çekerim ve dışarı çekerim ve öyle an gelir ki sıvı artık içinde kalmaz.

Böylece o aşağıya doğru kabın içine akar.

Ve bu durumda içi boşalır; sıvı buradadır.

Bu barometrik basıncı ölçebilmemizin bir yoludur ve nasıl olduğunu birazdan göstereceğim.

Fakat ilk olarak, bu kızılçık suyunun bu tüpün içine gireceği konusunda sizleri ikna edeyim.

Tüpün üzerine parmağımı yerleştiriyorum ve onu dışarı doğru çekiyorum.

Kızılçık suyunun içinde kaldığına dikkat edin.

Aşağıya doğru hareket etmiyor.

Sadece parmağımı üzerinden kaldırdığımda vusşt aşağı doğru gider.

Fakat parmağımı üzerinde tuttuğum sürece, aşağı doğru hareket etmez.

Eğer hortumum yeterince uzunsa, ve birazdan ne kadar uzun olacağını öğreneceğiz; 10 metreden daha uzun olacak gibi.

Bu durumda kızılçık suyunun yukarıdan aktığını görecekiz.

Ve bu atmosferik basıncı ölçebilmenin bir yoludur ve şimdi bunun hakkında daha nicel olacağım.

Bu denklemi silmeyeceğim. Çünkü bu denklemi seviyorum.

Böyle bir deneyin eskiden plastik hortumlarla yapılmadığını, cam borularla yapıldığını hayal edin.

Ve burada bir sıvının olduğunu ve burada da tüpümün olduğunu varsayalım. Ve sıvı buraya kadar yükselmiş olsun. Böylece burası boştur.

Ve buraları sıvıyla doludur.

Bu y_1 , bu y_2 dir, bu basınç P_1 ve buradaki iç basınç P_2 dir ve bu basınç sıfırdır. Çünkü boştur, birşey yoktur.

Çok az miktarda buhar basıncı vardır. Fakat bu oldukça küçüktür.

Ve bu mesafe h olsun.

Ve şimdi buradaki P_1 basıncı nedir? Tabii ki, barometrik basınçtır. Sadece atmosfere maruz kalmaktadır.

Tamam, P_1 eksi P_2 , sıvının ρ yoğunluğu çarpı g çarpı y_2 eksi y_1 e eşit olan h ye eşittir

Fakat P_2 sıfırdır, Böylece P_1 , ρgh ye eşittir ve bu barometrik basınçtır.

Böylece tek yapmam gereken yoğunluğunu bildiğim bir sıvıyı almak ve hortumdan su boşalmadan önce sıvıyı ne kadar yükseğe çıkardığımı ölçmektir. Ve bu durumda barometrik basıncın ne olduğunu öğrenirim.

Bu çok önceleri 17. yüzyılda Torricelli tarafından yapıldı, o civa kullandı ...

Yeri gelmişken civanın yoğunluğu 13.6 çarpı 10 üzeri 3 kilogram bölü metre küptür.

Bu civadır.

Ve Torricelli h yi yaklaşık olarak 76 santimetre buldu-- 0.76 metre.

Bu doğrudur.

Günden güne çok az değişir.

Birkaç santimetreye kadar değişebilir-- Biraz aşağı, biraz yukarı

Eğer yukarı ise, bu durumda barometrik basınç aşağı olduğundan daha yüksektir.

Ve bu durumda P_1 barometrik basıncı, 13.6 çarpı 10 üzeri 3 çarpı g --

Ve g yi 10 alacağım--

Ve çarpı yükseklik 0.76, ve bu bize 1.03 çarpı 10 üzeri 5 Pascal verir.

Ve bu biraz önce sizlere bahsettiğim santimetre kare başına bir kilogramlık kuvvete oldukça yakındır.

Bir atmosferlik basınç, daha güzel bir yolla, daha doğru bir şekilde tanımlanır.

Yani, bu civa kullanıldığında, buradaki sütunun yüksekliğinin tam olarak 760 milimetre olduğu durumdur.

Bu durumda buradaki basıncı, bir atmosfer olarak tanımlarız.

Şimdi aynı deneyi su ile de yapabilirsiniz. Hâlbuki biz bu deneyi kızılçık suyu ile yapmayı denedik.

Suyun yoğunluğu civaninkinden 13.6 kat daha azdır, bu yüzden sütunun yüksekliği 76 santimetreden 13.6 kat daha yüksek, yaklaşık olarak 10 metre olmak zorundadır.

Böylece bunu yukarı doğru 10 metre yükselttikten sonra bu akacaktır.

Bu durumda kendinize bir su barometresi yapmış olursunuz.

Eğer bunu civa ile yaparsanız, bu durumda bir civa barometresi elde edersiniz.

Bu seviyenin aşağı doğru düştüğünü göreceksiniz.

Ve eğer basınç yüksek ise, hava iyidir; ve eğer basınç düşükse, hava iyi değildir.

Böylece kendi başınıza 10 metre uzunluğunda olan bir su barometresi yapabilirsiniz

Hikayeye göre Fransız olan Pascal'ın bunu kırmızı şarap ile yaptığı söylenir.

Böylece o kırmızı şarap barometresine sahipti.

10 metre suyun bir atmosferlik hidrostatik basınç oluşturduğunu hatırlamak oldukça iyidir.

Eğer okyanuslarda 100 metreye kadar aşağıya dalarsanız, bu durumda hidrostatik basınç 10 atmosfer kadar artar.

Böylece her 10 metre 1 atmosferdir.

Cornelis Van Drebbel, bunu nasıl telafuz edeceğimi biliyorum çünkü ben de Hollandalıyım, 17. yüzyılın başlarında, yaklaşık 1622 lerde ilk denizaltını yapması ile bilinir. O bir Holandalı mucit idi.

Ve o bu denizaltıyı yaklaşık 5 metre derinlikte çalıştırmayı başardı.

5 metreyi göz önüne alın.

Orada hidrostatik basınç bir atmosferin yarısı kadardır.

On metre, bir atmosfer-- Beş metre, yarım atmosfer.

Şimdilerde, denizaltıların ne kadar derine gittikleri sırdır ama, onlar hidrostatik basıncın 90 atmosfer olduğu 900 metre yani 3.000 feet kadar derine giderler.

Eğer deniz altı 900 metrede ise, deniz altının her bir metrekaresi başına kuvvet 900 tondur.

900.000 kilogram.

Şimdi, Van Drebbel' in deniz altısı 17. yüzyılda elde edilen büyük bir başarı idi. Çünkü denizaltının içindeki basınç 1 atmosfer ise, dışarıdan nasıl koruyacaksınız?

Bu teneffüs etmiş olduğu hava.

Deniz seviyesinden beş metre aşağıdaki hava 1.5 atmosferdedir? Yani anlayacağınız, 1 atmosferlik barometrik basınç ve yarım atmosferlik hidrostatik basınç var.

Böylece burada deniz altına yarım atmosferlik daha fazla basınç etkimektedir.

Bu her santimetre kare başına içeri doğru yarım kilogram ağırlığa denk olan yarım kilogramlık bir basınç var demektir.

Kuvvet yüzeye her zaman diktir ve eğer bu denizaltısını iki metre kare olarak alırsanız, bu 10.000 kilogramlık bir kuvvet olacaktır.

Bunu başarmış olması ve denizaltını gerçekten başarılı bir biçimde çalıştırmış olması oldukça şaşırtıcıdır.

Sizlere bu ders salonunda Van Drebbel'in ne tür bir kuvvet ile ilgilenmiş olduğunu gösterebilirim.

Orada önünüzdeki boya kutusunu görüyorsunuz.

Ve ben onu buharlaştıracam.

Pardon buharlaştırmayacağım; kutunun içindeki havayı boşaltacağım.

Havayı dışarı çıkaracağım.

Ve burada 25 e 15 santimetre boyutlarında bir boya kutusu var.

Ve bu kutu dengededir.

Dışarıda da, içeride de bir atmosfer basınç var ve boya kutusu mutlu.

İçindeki havayı dışarı çıkaracağım, böylece burada düşük basınç elde edeceğim.

Diğer bir deyişle, aynen Van Drebbel in karşılaştığı gibi, dışarıdaki basınç içeridekinden daha yüksek olacak.

Dışarıdaki basınç içeridekinden daha fazla.

İçeriye doğru bir çökme elde edersiniz.

O denizaltını yeterince sağlam yaparak bunun üstesinden gelmişti.

Buradaki havayı dışarıya attığımız zaman, bu durumda fazlalık basıncın 1 atmosfer olacağını ileri sürebilirsiniz. O sadece yarım atmosfer ile ilgilenmişti.

Bunda vakumu elde etmeden önce, onun zaten içeri doğru çökeceği konusunda bana inanın.

Böylece, bizim çalışacağımız kuvvet, Van Drebbel' in kendi denizaltısını yaparken ilgilendiği kuvvet ile kıyaslanabilir olacak.

Ve böylece bu kutudan havayı dışarı aldığımızda, kutu içeri doğru çökecektir. Ve bu gerçekten atmosferik basıncı görmenizin diğer bir yoludur.

Böylece kutunun içerisindeki basıncı dışarı alırsam, etrafımızda bulunan ve bizleri aşağı doğru iten havadan dolayı kutu kelimenin tam anlamıyla ezilecektir.

Tamam.

Bunun tamamen kapatılması her zaman bir problem oluşturur.

Ve burada bir vakum pompası var ve şimdi kutuyu pompalayalım.

Ezilme seslerini hali hazırda duyabilirsiniz.

375 santimetre kare olan ön taraftaki kapak üzerindeki kuvvet, eğer içerisindeki basınç sıfır ise, 375 kilogramlık bir kuvvet olacaktır.

Fakat bakın, bu kutu pek mutlu görünmüyor.

Ve bunlar Van Drebbel 17.yüzyılda ilgilenmiş olduğu kuvvetler ile oldukça kıyaslanabilir. Ve Van Drebbel içeriye doğru çökme olmaksızın deniz altısını bu kuvvetlerin varlığında çalıştırmayı başardı.

Tamam, bunu bir hatıra olarak almak ister misin?. Oh, hayır, bunu henüz sana veremem.

İlk olarak bunu çıkarmalıyız. Fakat daha sonra alabilirsin.

O ağzına takılan parça bizim için oldukça değerlidir, çünkü kesinlikle yeniden kullanmak zorundayız.

Böylece barometrik basınçla ilgilendiğiniz zaman çok büyük kuvvetlerin söz konusu olduğunu görürsünüz.

Skuba diving yani tüplü dalmaya gidiyorsunuz ve 10 metre derinliğe dalacaksınız.

Ağzınıza su yüzeyine kadar uzanan bir hortum takarsanız nefes alabilir misiniz? Bu imkansızdır.

Eğer buradaysanız ve bir hortumunuz varsa..

Burası da su seviyesi ise,

Ve burası da 10 metre ise, bu durumda ciğerleriniz ve su seviyesi arasındaki fazlalık basınç bir atmosferdir. Fazlalık basınç.

Burası bir atmosfer barometrik basınçtır.

Burası bir atmosfer hidrostatik basınç artı bir barometrik basınç, böylece burada iki atmosfer basıncı söz konusudur.

Bundan dolayı göğüs kafesinize oldukça büyük bir basınç etki eder.

Ciğerlerin içinde bir atmosferlik basınç, dışarıda iki atmosferlik basınç ve bu durumda nefes alabilmenin hiçbir yolu yoktur.

Eğer göğsümün alanı 30 a 30 santimetre ise--

Bu yaklaşık 1.000 santimetre karedir--

Bu göğüs kafesimizin üzerine 100 kilogramlık bir ağırlık etkimesi demektir. Ayrıca arkadan da etkiyecektir. Her iki yönde de--

Bu kuvvet bu şekilde, bu şekilde, bu şekilde ve bu şekilde itecektir.

Böylece siz gerçekten ölümüne sıkıştırılırsınız.

Bu yüzden tüplü dalmaya giderseniz ne yaparsınız? Bu durumda tankın içerisinde sıkıştırılmış havaya ihtiyacınız vardır ve nefes almak için bunu kullanırsınız ve böylece açıkça su tarafından uygulanan hidrostatik basıncı önleyebilirsiniz.

Şimdi suyun yüzeyinde bir boru yani şnorkel vasıtasıyla yüzdüğümüzü düşünelim.

Bu farklıdır.

Bu durumda ağızımızda küçük bir tüp var ve yüzüyoruz.

Snorkeli kullanarak ciğerlerimizin ne kadar derinliğe kadar olan hidrostatik basınca uyum sağlayacağını düşünüyorsunuz? Herhangi bir fikri olan var mı? Snorkeli kullanarak ile 3 metre dalabileceğimizi düşünüyor musunuz? Kimler kolayca 3 metreye dalabileceğimizi düşünüyor? Tamam, kimler sadece 1 metreyi düşünüyor? Kimler 1 metreden çok daha az olduğunu düşünüyor? Tamam, çokta az olmadığını biliyoruz, çünkü şnorkelin kendisi bu kadar uzunluktadır. En azından 30 santimetrede yapabileceğinizi biliyorsunuz, böylece bundan daha az olamaz.

Bizler şnorkel ile ne kadar derine dalabileceğimizi ve akciğerlerimizin hidrostatik basınca dayanabilecek kapasitelerini, kabiliyetlerini ölçebiliriz.

Eğer ben suyun altında isem, bu durumda göğüs kafesimizin üzerine etki eden bir basınç söz konusudur. Ve dışarıya havayı vermek kolaydır.

Sadece kendimi içeri doğru sıkarsam, hava dışarı çıkar, doğru mu?

Fakat nefes almak için, havayı içeri çekmek için

Sudan kaynaklanan kuvvete karşı koyacak bir kuvvet ile göğüs kafesimi dışarıya doğru itmek zorundayım.

Ve böylece soru "hidrostatik basıncın üstesinden gelebilmek için akciğerlerimle ne kadar bir basınç üretmeliyim?" şeklindedir .

Ve bugün biz bu basıncı manometre diye adlandırdığımız bir cihaz ile ölçeceğiz.

Bir manometre basit bir tüptür--

Herhangi bir maddeden yapılabilir, fakat plastik boru daha uygun olacaktır.

Ve içerisinde sıvı vardır.

Burası açık, burası da açık.

Buraya ağzımı yerleştireceğim ve nefesimi üfleyerek akciğerlerim ile ne kadar fazla basınç üretebileceğimi göreceğim.

Ve böylece buradan üfleyeceğim ve bu durumda bu seviye aşağı doğru gidecek ve bu seviye yukarıya doğru çıkacaktır.

Ve bu yükseklik farkına h diyelim.

Ve bu akışkanın yoğunluğu ρ dur.

Bunun için su, boyalı su kullanacağız.

Böylece y_1 seviyesindeki basınç P_1 e eşittir

İşte burada.

Ve y_2 seviyesindeki basınç P_2 ye eşittir.

Ve böylece P_1 eksi P_2 , ρ çarpı h , hala orada yazılı olan yasayı uyguluyorum, çarpı g ye eşittir.

P_2 seviyesinin basıncının 1 atmosfer basıncı olduğunu biliyorum, Bu doğru.

Bu bir atmosferdir--

Çünkü havaya açıktır.

Böylece P_1 1 atmosfer artı $\rho h g$ ye eşittir.

Ve böylece benim manometrem gösterdiği şey, 1 atmosferin üzerinde ne kadar basınç oluşturabildiğimdir. Ve biz bunu fazla basınç olarak adlandırırız.

Bizler sık sık fazla basınç ölçen aletler ile çalışırız.

Benzin istasyonuna gittiğiniz zaman ve lastiğinizin basınçlarını ölçtüğünüz zaman,

Lastiklerinin içindeki basıncı

Burada aynı zamanda fazlalık basıncı ölçen bir alet vardır.

Ve orada böyle bir manometremiz var.

Buradan üfleyeceğim ve bu bize ne kadar derinlikte snorkel ile yüzebileceğimizi hemen söyleyecektir.

Eğer bu yükseklik farkını 10 metre yapabilseydim, bu durumda su içerisinde snorkel ile on metre derinlikte yüzebilirdim. Çünkü bu 1 atmosferin üzerinde bir fazlalık basınç oluşturabildiğim anlamına gelir

Eğer bu sadece 5 metre olursa, bu durumda snorkel ile sadece 5 metre derinlikte yüzebilirim.

Eğer bu sadece üzücü bir şekilde 1 metre ise, bu durumda gerçekten yüzeyden bir metre aşağıda rahat nefes alabilirim.

Ve işte burada gördüğünüz şey manometredir.

Oldukça çok yükseğe çıkamayacağını zaten biliyorsunuz.

Aksi takdirde bu hortumlar daha uzun olmalıdır.

Şimdilik sahip olduğumuz seviye budur.

Bu taraftaki basınç atmosfer basıncıdır. Burası açıktır. Ve bu tarafta atmosfer basıncındadır. Bu taraf da açık.

Seviyelerin aynı olmasının nedeni budur.

Bu işaret buranın 50 santimetre üzerindedir ve buranın 50 santimetre aşağısındadır.

Böylece eğer bir atmosferin onda biri kadar fazlalık basıncı akciğerlerimde oluşturabilirsem, bu durumda bu 50 santimetre yukarı kalkar ve bu 50 santimetre aşağı iner.

Bu 1 metre su demektir.

1 metre su bir atmosfer basıncının onda birine eşittir. Hatırlıyor musunuz? 10 metre su bir atmosfer hidrostatik basıncına eşittir.

Eğer ben akciğerlerimde atmosferin 10 da 1 i kadar bir fazlalık basınç oluşturmayı başarabilirsem, bu durumda 1 metre derinlikte snorkel ile yüzebilirim.

Bunu deneyeyim.

1 metre imkansız.

Birkaç saniye elde edebilirsiniz fakat çok uzun süre değil

Bu çok hayal kırıcı.

Bu yüzden snorkel ile bir metre bile dalamazsınız.

Eğer biriniz denemek istiyorsa, burasını keseceğim, bu oldukça hijyenik.

Belki bazılarınız daha iyi yapabilir.

Sen güçlü adamdın, hatırlıyor musun?

Şimdi, üflediğin zaman sıvının salınmamasına çalış. Çünkü bu durumda, sıvının dışarı sıçramasına sebep olursun.

Oldukça derin bir nefes alman ve daha sonra yapabildiğin kadar kuvvetli bir şekilde üfleme gerek.

Başla.

Güçlü adam! Yaklaşık olarak 1 metre 20 santim elde ettin.

Bu çok iyi, mükemmel.

Havayı içeri doğru emme hakkında ne düşünüyorsunuz? Akciğerlerimde ne kadar düşük basınç oluşturabilirim? Peki, düşük basıncı da bu aletle ölçebiliriz.

Bu şekilde yaparım ve şüphesiz bu durumda sıvı tersine doğru hareket edecektir.

Belki de fazlalık basınç durumuna kıyasla düşük basınç durumunda daha iyi yapabilirim.

Haydi deneyelim.

Yaklaşık aynı. Yine bir metre.

Suyun altında olduğunuz zaman, havayı dışarı vermek hiç problem değildir. Hidrostatik basınçtan dolayı, göğüs kafeslerinizin üzerine bir kuvvet etki eder.

Böylece havayı dışarı vermek kolaydır.

Fakat göğüs kafeslerinizi, akciğerlerinizi genişletmek problemidir.

Bu havayı akciğerlerinize almanın problem olacağı anlamına gelir.

Ve böylece bu ikinci yapmış olduğumuz deney gerçekten suyun altında ne kadar derinlikte şnorkel yapabileceğinizi belirler. Ve biz bunu 1 metre olarak bulduk.

Yani problem havayı dışarı vermek değil, havayı içeri almaktır.

Ve bu haftasonu, bu bir gerçek hikayedir.

Kendi kendime şöyle dedim.

Birinci katta oturan ve büyük bir bardakta meyve suyu, şarap, bira yada her ne ise bulunduran birinin bu içeceğini, ikinci kattan bir pipet ile çekerek çalmayı düşündüğümü varsayın.

Bunu yapabilir miyim? Ve bu durumda

Burada ayakta duruyor olayım.

Burada duran adam içinde oldukça güzel içecekler olan bardaktan haberi yok.

Bu benim pipetim ve bu içeceği böyle çekeceğim.

Ve haftasonu pipetin orada gördüğünüz bu 1 metreden daha fazla uzun olamayacağına karar verdim,

Bu düşük basınç durumuydu.

Gerçekte, süpermarkete gittiğinizde çocuklar için olan bu malzemeyi aldığınız zaman bunun yapılabileceğini anlarsınız.

En azından çekebilirsiniz.

Bu belki 40, 50 santimetredir.

Bununla çekebilmeniz gerekir. Aksi takdirde bunları satmalarının bir anlamı olmaz.

Fakat bunu 1 metreden fazla yapabileceğimi düşünmedim.

Ve böylece markete gittim ve kendime 2 metre uzunluğunda bir hortum satın aldım.

Ve mutfakta bu şekilde durdum.

Ve orada bir bardağım vardı ve bunu içmeyi başardım.

Ve bu beni şaşırttı.

Ve supermarkete tekrar gittim ve kendime üç metrelik bir hortum, bir boru aldım.

Bunu yapmamın imkânsız olduğundan emindim. Böylece evimin ikinci katına çıktım.

Birinci kattan aşağı doğru bakabilirim;

Benim evim bu şekilde yapılmıştır.

Ve inanmadım, inanmadım--

Nasıl oluyor da içeceğimi hala içebiliyorum.

Sanki sizlere göstermiş olduğum şeyin ihlali gibi görünüyor, Ve bu yüzden birilerinin yardımına ihtiyacım var.

Ve sizlere birilerinin içeceğini çalma konusunda ne kadar iyi olduğumu göstereceğim.

Bana bu konuda yardımcı olabilir misiniz? Çünkü pipetimi meyve suyumun içinde tutmak zorundasınız, Göreceğiniz gibi çok yükseğe çıkacağım.

Sadece burada dur ve hemen sana hortumu atacağım.

Sınıfın seni görebilmesi için biraz kenarda duruver.

Birazdan seni göreceğim.

Merhaba.

Tamam, işte bu benim pipetim.

Onu içine koyabilirmisin? Şimdi, bu sıvıyı bana doğru çekmeyi denerken, neden bunu yapabildiğimi düşünmenizi istiyorum. Hâlbuki orada sadece bir metre yapabildim.

Çok özel olan bir şey var.

Burası neredeyse 5 metre yükseklikte.

Akciğerlerimde yarım atmosferden daha düşük basınç oluşturmam mümkün değildir. Bu imkânsızdır.

Böylece bir şekilde bunu akciğerlerimle yapmıyorum. Ve belki de ilk denememde bunu yapamayacağım.

Bunu yaptığım zaman konuşamam.

Konuşamam.

İşte başlıyoruz.

Mmm.

Mımm.

Tamam, kızılıcak suyu içtim, ister inanın ister inanmayın.

Bunun hakkında düşünün ve evde deneyin, eğlencelidir.

Kendinize daha da uzun olan bir hortum alabilirsiniz

Şimdi dikkat edin.

Dikkat edin. Olduğunuz yerde durun.

Eğer parmağımı kaldırırsam, kızılıcak suyuna ne olacağını düşünüyorsunuz? Aşağı doğru akacaktır. İşte akıyor.

Tamam, teşekkür ederim.

Gelecek derste görüşürüz.