



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 32

Çocuklukta en küçük yaşlardan beri, bir cismin sıcak veya soğuk olduğunu dokunarak söyleyebiliriz. Eğer bir cismi ısıtmak isterseniz, onu sıcak bir cisimle, örneğin ateş ile temas ettirirsiniz.

Eğer bir cismi soğutmak isterseniz, onu soğuk bir cisim ile temas ettirirsiniz.

Cisimler ısıtıldıkları veya soğutuldukları zaman, sıcaklıkları değişir.

Onların bazı özellikleri değişir ve bu özellikler, “termometrik özellikler” şeklinde adlandırılır: Ter-mo-met-rik özellikler. Oldukça karakteristik termometrik özelliklerden biri, çoğu maddenin ısıtıldığı zaman genleşmesi ve soğutulduğu zaman ise büzülmesidir. Bu konuda yeri geldiğinde daha fazla konuşacağız.

Eğer kapalı bir hacimde bir gazınız varsa ve onu ısıtırsanız, basınç artar. Bu termometrik bir özelliktir.

Eğer bir elektriksel iletken alıp onu ısıtırsanız, genellikle elektriksel direnci değişecektir. Eğer bir demir çubuğu ısıtırsanız, genişleyecektir.

Ve eğer bir demir çubuğu bir başka soğuk demir çubukla temas ettirerseniz, bu durumda sıcak olan çubuk büzülecek ve soğuk olan çubuk ısınarak uzayacaktır. Ve bu olay sıcak çubuğun artık kısalmayacağı ve soğuk çubuğun da artık uzamayacağı noktaya kadar devam eder.

Ve söylediğimiz gibi bu durum iki cismin birbirleriyle ısı dengesinde olduğu ve bu iki cismin sıcaklığının aynı olduğu durumdur. Ve böylece bir cismin uzunluğuna bakarak bir sıcaklık ölçüğü tanımlayabilirsiniz.

Örneğin; burada bir malzemeden yapılmış bir çubuk var ve onu buraya perçinliyorum, uzunluğu L ve sıcaklığını ΔT miktarı kadar artırıyorum. Ve belirli bir ΔL miktarı kadar uzuyor. Bu şeyin tamamını, eriyen buzun üzerine koyabilirim. Eriyen buz.

Ve “işte” bu durumda uzunluk L_1 diyorum. Daha sonra tamamını kaynayan suya atıyorum ve bunu bir atmosfer basınçta yapıyorum ve bu durumda bu uzunluğu L_2 olarak adlandırıyorum. Ve bunlar benim sıcaklık ölçüğüm için referans noktalarımdır.

Celsius, 0 santigrat derece olarak eriyen buz ve 100 santigrat derece olarak da kaynamış su fikrini kullandı.

O bir İsveçli gökbilimci idi, 1742'de bu sıcaklık ölçeğini ortaya koydu.

Böylece şimdi kendiniz, bu çubuğun uzunluğuna karşı sıcaklığın grafiğini çizebilirsiniz ve "tamam, 100 santigrat derecede çubuğun uzunluğu L_2 , 0 santigrat derecede çubuğun uzunluğu L_1 " diyebilir ve bu durumda doğrusal bir çizgi çizebilirsiniz.

İki nokta arasında daima doğrusal bir çizgi çizebilirsiniz, bir noktanız burada, bir noktanız orada.

Ve şimdi eğer çubuğumun uzunluğu bu sıcaklıkta L_T ise, bu durumda burası sıcaklık olacaktır diyerek sıcaklığı tanımlayabilirsiniz. Yani bu şekilde bir doğrusal ölçek ortaya koyabilirsiniz ve bu şey bir termometre gibi çalışabilir.

Sizlere birazdan bunun gösterisini yapacağım.

Centi, Yunancada 100 anlamına gelir ve bu yüzden bu ölçeğe genellikle "santigrat" deriz. Bir Celsius derecesi, genellikle bir santigrat olarak adlandırılır çünkü ölçek, sıfırdan yüze kadar eşit aralıklara bölünür. Bu yüzden biz bunları santigrat derecesi, celsius derecesi olarak adlandırırız.

Bir Alman bilim adamı olan Fahrenheit, civa termometresini icat etti. Biraz sonra civa termometresi hakkında konuşacağız. 1714'de Fahrenheit yeni bir ölçek tanıttı. O zamanlarda Hollanda'da yaşıyordu. Ve genellikle orada yaşadı. Referans noktası olarak 100 Fahrenheit derece olarak adlandırılan vücut sıcaklığını kullandı ve 0 derece olarak da, bir buz ve tuz karışımını kullandı.

Şimdi, bu ikisi de çok kullanılır değildir.

Eğer bir insanı alırsanız, bugünkü sıcaklığı yarınkinden yüksek olabilir. Kişinin ateşi olabilir. Büyük olasılıkla onun denek olarak seçtiği kişinin de birazcık ateşi vardı.

Ve bu yüzden Fahrenheit ölçeği, bu manada çok kullanılabilir değildir ve günümüzde 0 santigrat derece 32 Fahrenheit derece olarak ve 100 santigrat derece de 212 Fahrenheit derece olarak yeniden tanımlanmıştır.

Eğer Fahrenheit' dan santigrada dönüştürmek isterseniz veya tersini yapmak isterseniz, bu durumda Fahrenheit cinsinden sıcaklık 9 bölü 5 çarpı Celsius cinsinden sıcaklık artı 32 şeklindedir.

Eğer oda sıcaklığını alırsanız, bu sıcaklık 20 santigrat derecedir, benim büyümüş olduğum Avrupa'da herkes santigrat kullanır. Bu durumda bu sıcaklığın Fahrenheit cinsinden 68 Fahrenheit derecesi olduğunu görebilirsiniz. 9 bölü 5 çarpı 20 sizlere 36 verir ve buna 32 eklersiniz. Eksi 40 santigrat derece eksi 40 Fahrenheit derece ile aynıdır. Bunu kontrol edin. Bu sıcaklıkta iki ölçek çıkarır. Böylece hemen hemen tüm dünya Celsius ölçeğini kullanır. Bu bizim metrik sisteminin bir parçasıdır.

Amerika Birleşik devletleri, oldukça inatçı bir şekilde hala Fahrenheit derecesini kullanan çok az ülkeden biridir. Ve Fahrenheit derecesi gerçekten bir baş belasıdır;

en azından benim için. Onun dilinden çok az anlıyorum. Sadece oda sıcaklığının 68 olduğunu biliyorum. Çünkü odamdaki termostatımı bu dereceye sabitledim. Hepsi bu. Fahrenheit derecesi cinsinden düşünemem.

Yüksek sıcaklık için bir limit yoktur, oysa düşük sıcaklık için bir limit söz konusudur.

Mutlak bir sıfır vardır. Sizlerin o dereceye inemeyeceğiniz bu ” mutlak sıfır sıcaklığı ”, eksi 273 derece Celsius’tur.

Ve eğer sizler enerjiyi başka bir sisteme transfer edemeyen termal kontak halinde olan bir sistemi alırsanız, bu durumda bu sistem mümkün olan en düşük sıcaklıktadır. Bunu tanımlama şeklimiz budur. Yaklaşık eksi 450 Fahrenheit derecedir.

Ve günümüzde İngiliz bilim adamı olan Lord Kelvin tarafından ortaya konulan üçüncü bir ölçek vardır. Kelvin ısı üzerine birçok araştırmalar yaptı ve ”mutlak ölçeği” ortaya koydu ve mümkün olan en düşük sıcaklığı 0 Kelvin derece olarak tanımladı. Fakat bir derecelik artmayı Celsius ölçeğindeki gibi yaptı. Bu yüzden iki veya üç derecelik Kelvin derece artışı iki veya üç santigrat derecelik artış ile aynıdır.

O halde eğer biz şimdi bu üç skalayı mukayese edersek, Celsius, Fahrenheit ve Kelvin;

Bu durumda 20 santigrat derece, 68 Fahrenheit ve bu 273,15 artı 20 Kelvin olacaktır. Bunu yuvarlayalım ve 293 yapalım.

Ve eğer 0 Kelvin alırsak, bu durumda eksi 273,15 elde ederiz, şimdilik sonrakini atalım, ve bu yaklaşık eksi 460 olur. Fizikte hemen, hemen her zaman, Kelvini kullanırız, ve bunu gelecek derste daha detaylı tartışacağız.

Çoğu madde, onu ısıttığınız zaman genişler ve eğer L uzunluğuna sahip bir cisim ile başlar ve onu ΔT derece kadar ısıtırsak, ΔL miktarı kadar uzar.

Ve bu ΔL , çok basit bir şekilde ifade edilebilir. ΔL eşit α çarpı L çarpı ΔT şeklindedir ve α doğrusal uzama katsayısı olarak adlandırılır. Ve birimi 1 bölü santigrat derecedir veya 1 bölü Kelvin derecedir ki bu aynıdır. Çünkü önemli olan artıştır.

α nın değerleri çok çeşitli farklılıklar gösterir. α için bazı değerleri vereyim.

Sizlere bakır için, pirinç için, payreks için, invar ve çelik için α değerlerini vereceğim ve bunların hepsi 10 üzeri -6 bölü santigrat derece biçimindedir ve bugün onlardan bazılarını kullanacağız.

Pirinç için yaklaşık 19. Bakır için 17.

Payreks için 3.3, İnvar için 0.9 ve çelik için yaklaşık 12, fakat çeliğin çok çeşitli tipleri vardır.

İnvarın icadı harika bir buluştu.

Oldukça düşük bir genleşme katsayısına sahip olduğuna dikkat edin.

19. yüzyılda, hatta bugün bile, saat gibi hassas enstrümanların yapımında oldukça önemliydi.

Saatler dişlilerin genleşmeden etkilenirler.

%64 demir ve %36 nikel karışımı olan invar 1898 yılında fizikçi Guillaume tarafından icat edildi ve bu keşiften dolayı, Guillaume 1920'de Nobel ödülü aldı.

Bu çok düşük genleşme katsayısına sahip bir alaşımın ne kadar önemli olduğunu sizlere anlatmaktadır.

Bu değerleri kullanarak, örneğin demir yollarının genleşmelerine bir göz atalım.

Bir demir yolununda yaklaşık 1000 metre uzunluğunda olan bir ray alıyoruz. Çelik, demiri alıyorum. Bu durumda genleşme katsayısı yaklaşık bu değerdir.

Ve soğuk bir günü, fakat aşırı soğuk olmayan bir günü, bir yaz günüyle kıyaslıyoruz.

Soğuk bir kış günü, eksi 15 santigrat derece, sıcak bir yaz günü ise artı 35 santigrat derece.

Böylece ΔT yaklaşık 50 santigrat derece olacaktır.

O halde ΔL nedir? ΔL , 12 çarpı 10 üzeri eksi 6 çarpı 10 üzeri 3 çarpı 50 dir ve bu da 0.6 metre yani yaklaşık 60 santimetredir.

Şimdi böyle bir problemle nasıl başa çıkacaksınız? Bu nasıl çözülür? Demir uzamak istediğinde uzayamayacak ve ya bu yönde, ya da kenarlara doğru bükülmeye başlayacaktır. Artık hangi yön kolayına gelirse.

Fakat bunu çözmenin yolu oldukça kolaydır. Eğer raylara bakarsanız, aralarında açıklıklar vardır. Bu açıklık yaklaşık 5 santimetredir. Eğer demiryolu boyunca yürürseniz açıklıkları görebilirsiniz. Ve eğer bu açıklıkları, farz edelim 5 santimetre olarak yaparsanız, bu durumda 1000 metre uzunluk için bunlardan 12 taneye ihtiyacınız olur ve bu yüzden her 80 metrede bir açıklığa ihtiyaç duyarsınız. Ve tren bu aralıkların üzerinden geçerken, siz bu aralıkları duyabilirsiniz. Oldukça tipik bir ses çıkarır. Çünkü tekerlekler yolun üzerinde gittiği zaman, özel bir tık sesi duyarsınız. Onları görebilirsiniz ve duyabilirsiniz ve bu şekilde genleşmeleri ve büzölmeleri düzeltiyorlar.

Köprüler kilometrelerce uzunlukta olabilir ve şüphesiz onlar da benzer genleşme sorunlarıyla karşı karşıyadırlar ve bu problemin üstesinden gelme yöntemi de oldukça zeki bir yöntemdir ve şu şekildedir.

Bu resim aslında kitabınızdan kopyaladığım bir resimdir.

Genleşme bağlantısı olarak adlandırılırlar ve köprülerde onlardan çokça bulunur ve bunlar köprünün bu hareketi yapmasına, tabir caizse, nefes almasına, sıcaklığı ayarlamasına izin verirler.

Çok sıcak bir günde rayların eğildiği garip bir resim görmektesiniz. Bunun bu kadar kötü olacağına inanmak zor olmasına rağmen, ben buna inanıyorum. Son derece sıcak olmalı.

Bahsettiğim gibi, eğer bir ray uzayamaz ise, bu durumda onun yapabileceği ya bu yönde, ya da bu yönde, artık hangisi kolayına gelirse, şişmeye başlayacaktır. Ve kesinlikle burada, en kolay yol yanlara doğru gitmektir. Bu yüzden burada beklenmeyen yüksek sıcaklıktan dolayı kayda değer bir yıkıcı etkiyi görüyorsunuz.

Burada yaklaşık 36 cm uzunluğunda olan bir pirinç çubuk var ve bu pirinç çubuğu ısıtacağım.

Sizler oradan da göreceksiniz. Pirinç çubuk tam burada, ve uzama olağanüstü küçük olmasına rağmen, bir milimetrenin sadece küçük bir kesri olmasına rağmen, bunu sizlere göstereceğim bir yöntemimiz var. Bunu sizlere çok rahat bir şekilde gösterebiliriz. Bunu yapmanın yolu bir tür yükseltecimizin olmasıdır.

Eğer bu çubuk ise ve buraya bir ibre koyarsam ve bu ibreyi burada sabitlersem, bu durumda ibreyi şu noktadan iterseniz, etkisini görmek oldukça kolaydır. Bu ibre bu şekilde gidecektir. O halde buradaki çok küçük bir genleşme, sizlere orada büyük bir açılma verecektir. Bunu iki kez yapacağız. Yani iki seviyemiz var.

İşte o ibre bu.

Burada bir vida setimiz var ve bu çubuğu bu yönde hareket ettirebilirim.

Onu uzatmıyorum, fakat hareket ettirdiğimde nasıl bir etki yaptığını görebilirsiniz.

Eğer bu çubuğu bir yönde hareket ettirirsem, yukarı çıkar. Çubuğu geriye hareket ettirirsem, aşağı iner. Bunu bir termometre gibi düşünebilirsiniz.

Şimdiki gibi, 70 derece olacak ve eğer onu ısıtırsam, o uzayacak ve bu ucun yukarı çıktığını göreceksiniz. Bunu deneyebiliriz.

İşte yukarı çıkıyor. Çok zaman almıyor. Metalimiz pirinç. Ve L, 36 santimetredir.

Sadece 150 santigrat derecelik bir sıcaklık artışı için ΔL yaklaşık 1 mm dir. Ve bu sıcaklık değerini hamlaç ile elde etmek çok kolaydır.

Hala sıcak. Onu soğutabilirim.

Onu soğuması için zorlayabilirim ve bu durumda bu noktanın altına bile götürebilirim.

Bu bizim 70 derecemiz idi hatırladınız mı? Oda sıcaklığıydı.

Bunu bazı sıvılarla soğutabilirim ve onun hızla aşağı inip inmediğini görebilirim. Ve hatta bu noktanın altına bile indirebilirim ve bu çubuğun derse başladığımızdakinden daha da kısa olduğunu gösterecektir.

Şimdi daha kısa olduğunu görüyorsunuz. Şimdi baktığınız şey bir milimetre veya bir milimetreden daha kısa olabilir. Fakat biz bunu yükselttiğimizde genleşmeyi oldukça inandırıcı bir biçimde gösterebiliriz.

Metallerin genleşmesinin çok önemli bir uygulaması iki metalin üst üste alaşımı sonucu elde edilir ve bimetal olarak adlandırılır. Bunlardan çevrenizde çok örnek vardır.

Bir bimetalin yapısı şöyledir: Burada L uzunluklu bir invarım olsun.

Ve onun üzerine alaşım yapılmış ve sıkıca tutturulmuş, kaymayan başka bir metal dilimim var ve bu da bakır olsun. Ve bir örnek olarak, onların her birinin kalınlığını iki milimetre yaptığımı varsayıyorum.

Ve bunu ısıtacağım. Bunu ısıtacağım ve sıcaklığı ΔT kadar arttıracacağım.

Bakırın veya invarın ne kadar uzadığıyla ilgilenmiyorum, fakat bu ikisi arasındaki uzunluk farkıyla ilgileniyorum.

Bunun birisi diğerinden daha fazla uzadığı zaman bir şeyler olacaktır.

Ne olacağını düşünüyorsunuz? Metaller birbirlerine yapışık, birbirlerine göre kayamazlar. Ne yapacaklar? Eğilecekler.

Ve invar çok fazla genleşmeyeceği, fakat bakır genleşeceği için eğer siz bunu ısıtırsanız, bu şekli alacaktır.

Ve bunların birçok uygulamasının olduğunu göreceğiz.

İlgilendiğim şey, bakırın ΔL uzunluğu ile invarın ΔL uzunluğu arasındaki farktır.

Bu araştırdığım şeydir.

Ve bu ise α bakır eksi α invar, çarpı L, çarpı delta T ye eşittir. İşte bu fark önemlidir.

O halde fark 17 eksi 1, yani 16 çarpı 10 üzeri eksi 6 çarpı L çarpı ΔT 'dir.

Ve eğer 10 santimetrelilik bir uzunluk alırsam ve sıcaklığı 100 santigrat derece arttırsam, bu durumda kolaylıkla hesaplayabileceğiniz bu fark 0.16 milimetre olur.

0.16 milimetre. Çok küçük. Ve sonuçta bu ciddi şekilde eğilecektir.

Matematiğe ilgisi olanlara, bunu hesaplamak için bir girişimde bulunmalarını öneriyorum. Böylece bunun mükemmel bir çember olduğunu varsayarsınız. Bu kabul edilebilir bir yaklaşımdır. Ve böylece dışarıdaki çemberin içerideki çemberden 0.16 mm daha uzun olacağı bir durum elde edersiniz. Bunu çözmeye çalışırsanız "d" nin

ne olduğunu bulursunuz. Ben bunu çözdüm ve belki sizler de bunu yapmak isteyebilirsiniz, ve bu değerler için bunun 4 milimetre olduğunu buldum. 4 milimetre.

Bu azımsanmayacak bir değerdir.

Sonuçta bu şey termostatlarda kullanılır. Isıtma sisteminde, bir temas kuruyorsunuz ve bu teması bozuyorsunuz. Örneğin, şematik olarak, bu sizin bimetaliniz olsun, Onu duvardaki 110 V gerilime takıyorsunuz. Isıtıcınız burada. Ve bu şekilde bir düzenek elde ediyorsunuz. Soğuduğu zaman bu aşağıya inecektir, bükülmüş değildir ve Isıtıcı çalışacaktır. Odanın sıcaklığı arttığı zaman bu bükülmeye başlar ve devre açık devre olur. İşte bu bir termostattır. Bu termostatin çalışma prensibinin temelindeki düşüncedir. Ve bunlar arabanızda, evinizde, merkezi ısıtma sisteminizde, klimanızda ve ısıtıcınızda vardır. Bunlar her yerde vardır.

Bunlar aynı zamanda güvenlik cihazları olarak da kullanılır. Eğer bir gazlı su ısıtıcınız varsa, pilot alevinde bir bimetal vardır. Ve bu bimetal sıcak olduğu zaman gaz vanası açılır. Fakat bimetal soğuduğu zaman, gaz vanası kapatılır, böylece bir güvenlik cihazı olur.

Aslında Avrupa'da tüm gaz ocakları kanunla bu şekilde korunmuştur.

Birleşik Devletlerde böyle olmaması oldukça şaşırtıcıdır.

Eğer evimdeki fırınının gaz valvını açarsam birdenbire gaz dışarı çıkacaktır. Bunun çıkmasını engellemenin koruması yoktur. Avrupada bu mümkün değildir. Daima bir yerlerde gazı ateşleyecek bir alev olduğunu hisseden bir bimetal vardır. Eğer bu ateş sönerse, gaz vanası kapanacaktır. Böylece bimetaller çok etkili bir şekilde güvenlik cihazları olarak da kullanılabilir.

Burada bir bimetalim var. Bir tarafının alüminyum, diğer tarafının da demir olduğunu tahmin ediyoruz. Ve onu ısıttığımız zaman, bükülmeye başladığını göreceksiniz.

İşte başlıyoruz.

Sanırım bir fikriniz oldu.

Bunu bir termometre olarak kullanabilirsiniz.

Çok kaba birşey, fakat bu kesinlikle termometrenin çalışma prensibidir.

Bu harika gösterileri hazırlayan kişi olan Mark Besset evde bir kahve makinesinin olduğunu söyledi.

Ve kahve makinesi, su haznesinin altında bir bimetal olacak şekilde dizayn edilmiş.

Siz su haznesini ısıtıyorsunuz ve su belli bir sıcaklığa kadar ısındığında bimetal açılıyor ve su çıkarak kahvenin içinden geçiyor.

Bunu size göstermek istiyorum; gerçekten hoş bir şey.

İşte o kahve makinesi burada.

Artık çalışmıyor, çok eski, fakat, sizlere en azından bu bimetalı göstermek istiyorum.

İşte bu bimetal şerit.

Suyu buraya koyuyorsunuz ve onu ısıtıyorsunuz; ve su yeterince ısındığında bimetal yukarı kalkıyor ve buradaki deliği görüyorsunuz.

Bu bir delik.

Ve su bu delikten dışarı akıyor ve bimetal kapandığı zaman bu deliği kapatıyor.

Bu oldukça şaşırtıcı ama çok da basit bir düşünce.

Suyun kahvenin içinden akmasını sağlayan kriter, basitçe, su kaynama sıcaklığına ulaştığı zaman, bimetalin onu kontrol etmesi şeklinde cereyan ediyor.

Bu yüzden bimetaller, cisimleri bir çok şekilde kontrol eder.

Termostatlarda kullanılabilirler bu durumda bimetaller sanki bir vana gibi işlev görür.

Bimetaller termometre olarak da kullanılabilirler.

Aslında burada gördüğünüz şey, bir bimetal tarafından hareket ettirilir.

Eğer bu termometrenin arkasına bakarsanız ve size birazdan göstereceğim, çünkü sizin için birisini kırdım ve açtım. Bu şekilde görünür.

Bir sarmal var.

Sarmalın bu ucu bir plastik yuvaya tutturulmuş.

Ve işte kırmızı ibre burada; burada bir pivot yani eksen sabit var; kırmızı ibreye bağlı.

Ancak bu sabitlenmiş, hareket edemez. Bunu ısıtıyorum.

Onu ısıttığım zaman ne olur? Bu zaten bir bimetaldir ve kıvrık durumda.

Fakat onu ısıttığım zaman, daha da fazla kıvrılacaktır.

Ve gittikçe daha fazla kıvrıldığı zaman bu yöne doğru gidecektir.

Bu sıcaklık arttığı zaman olur.

Ve elbette soğuduğu zaman, kıvrıklığı azalacak ve böylece bu yönde gidecektir.

Bu bütün termometrelerin temelini oluşturur.

Ve bu sarmal arkadadır.

Bu sarmalı görebilesiniz diye sizler için bir tanesini kırıp açtım.

İşte o burada.

Bu arkadaki parçadır bu o bimetaldir.

Bimetalden bir sarmal.

Bu alt kısım ve bu üst kısım ve bu da ona perçinlenmiş olan ibre.

Ve bunu kutusuna koyuyoruz. İbrenin girdiğinden emin olmalıyız. Evet.

Eğer sıcaklığı arttırırsam, bunu görmeye çalışın.

Sarmalın sıkılaştığını görürsünüz. Bakın sarmal daha da sıkılaşıyor.

Ve şimdi sarmalın sıcaklığını, sıkılaşmasını yapay olarak azalttığım zaman, sarmal bu yönde gidiyor.

Şimdi yapabileceğimiz şey, gerçekten onu ısıtabiliriz.

Şimdi sıcaklığı her ne düşünüyorsak ona ayarlamamız gerekir.

Oda yaklaşık 70 derece. 70 dereceyi mi gösteriyor? Yeterince yakın.

Bu fahrenheit ölçeğindedir. Ne berbat bir ölçek.

Evet orada oldukça uygar olan ölçeği de görüyorsunuz.

Fahrenheite ilaveten santigradı da görüyorsunuz.

Yeterice yakın, 70'in çok az üzerinde ve şimdi bunun kutusunun içinde olduğundan emin olmalıyım. Onu ısıtabilirim.

Bimetal gittikçe sıkılaşıyor.

Böylece onu ısıttığım zaman bimetal gittikçe sıkılaşıyor ve onun üzerine hava üflersem, normal soğumasından daha hızlı bir şekilde soğutabilirim.

Bu kadar basit.

Bimetallere sahip olan bu çok basit cihazların birçok uygulamaları vardır.

Kaldığınız yurttaki ısıtma sistemlerinizin termostatları ve belki aynı zamanda klima sistemleri, hemen hemen hepsi buradakine benzer bir sarmala sahiptir.

Oldukça maharetli bir cihazdır. Bir sarmal var ve sarmalın ucunda sadece bir santimetre büyüklüğünde küçük bir cam tüp, tüpün içinde cıva var.

Sarmal bu şekildedir ve bimetal'dendir.

Bunun ucunda cam bir tüp ve içinde biraz cıva vardır; ve cıva bu taraftadır çünkü cam kutuyu bu şekilde biraz bükmüş olduğuma dikkat edin.

Civa sola doğru toplanır.

Ve birisi burada ve diğeri de burada olan ve ısıtma sistemine giden iki tane elektrik teli vardır.

Ve oldukça iyi bir iletken olan civa burada olduğu zaman ısıtıcı açıktır.

Bu durumda oda gittikçe ısınır, ısınır ve ısındıkça bimetal sıkılaşıp daha fazla kıvrılacaktır. Ve bir öyle bir zaman gelir ki bu cam tüp bu şekle gelecektir ve civa diğer tarafa hareket edecektir. Ve civa diğer tarafa gittiği zaman, işte civa burada; bu teller açık devre oluşturacak ve ısıtıcı duracaktır.

Bunlar hemen hemen her odada vardır. Çok zekice yapılmış bir cihazdır.

Şimdi boyca genleşme katsayılarından, hacimce genleşme katsayılarına geçmek istiyorum. Bu değerleri burada bırakacağım, çünkü onlara daha sora ihtiyacım olacak.

Şimdi katı malzemeden yapılmış bir blok alıyorum ve hacim artışını tartışmak istiyorum. Sadece uzunluk artışını değil, fakat hacim artışını.

İşte burada katı bir malzemem var. Onu basitleştirelim, bütün uzunluklar L olsun.

Ve onun sıcaklığını ΔT miktarı kadar artırıyorum.

Evet, eski hacmi L küptür ve sıcaklığı ΔT kadar artırırsam, tüm kenarlar ΔL miktarı kadar uzayacaktır ve yeni hacim $(L + \Delta L)$ nin üçüncü kuvveti olacaktır.

Bu aynı zamanda L küp çarpı, 1 artı ΔL bölü L nin üçüncü kuvveti şeklinde yazılabilir.

Aynı şeydir, doğru mu? Şimdi belki de hatırlarsınız veya en azından hatırlamanız gerekir: 1 artı x 'in n 'inci kuvveti, x in 1 den çok çok küçük olduğu durumlar için yaklaşık olarak 1 artı nx şeklinde kullanılabilir.

Biz bunu Doppler kaymasını anlattığımız zaman, uzaklaşan yıldızlardan gelen ışığı incelerken kullanmıştık. Bu binom serisi, binom açılımı olarak adlandırılır. Bu aslında Taylor açılımının birinci terimidir.

Bir örnek olarak, eğer x 'i 0.05 olarak alırsanız, hesap makinenizle, bunun tam değerini 1.158 olarak bulursunuz.

Eğer bunu bu şekilde yaparsanız 1.15'i bulacaksınız ki bu oldukça yakın bir değerdir.

Bu %1'den daha iyi bir yaklaşımdır.

Bu yüzden aynı yaklaşımı burada da kullanacağım. Böylece L küp, çarpı 1 artı $3\Delta L$ bölü L elde ederiz. Ve bu da L küp, artı $3\Delta L$ çarpı L kareye eşittir.

O halde V hacmi cinsinden farklılık, bu eski hacimdir.

Ve bu hacim V artı ΔV dir. Bu durumda ΔV hacmi bu ikisi arasındaki farka eşittir. Ve $3 \Delta L$ çarpı L kare şeklindedir.

Fakat ΔL nin α çarpı L çarpı ΔT 'ye eşit olduğunu biliyorum.

Ve o halde bunu burada yerine yazabilirim ve ΔV eşit 3α çarpı L kare çarpı L ki bu L küp eder, çarpı ΔT olduğunu elde ederim.

Fakat L küp eski hacim idi. O halde bu durumda ΔV nin 3α çarpı eski hacim V çarpı ΔT ye eşit olduğunu bulurum. Ve bu genellikle β olarak adlandırılır.

β , doğrusal genleşme katsayısının aksine, hacımsal genleşme katsayısıdır.

Sizler “ne fark eder ki” diyeceksiniz

“ Niçin β hakkında konuşuyorsunuz?” diyeceksiniz. Çünkü eğer α nın değerini biliyorsak, hacme geçmek için tek yapmamız gereken β yı 3α olarak almaktır. Ve işimiz biter.

Pekala, sıvılar ile çalıştığınız zaman genelde, α değerlerini tablolarda bulamazsınız.

Sıvılarla çalıştığınız zaman, örneğin bugün kullanmak istediğim cıva için, hacımsal genleşme katsayısının 18 çarpı 10 üzeri -5 bölü santigrat derece olduğunu bulacaksınız.

Eğer bunu payreksin değeri ile mukayese ederseniz, şu değerin üç katını almak zorundasınız, o halde bu yaklaşık olarak 10 üzeri -5 bölü santigrat derecedir.

Ve böylece şimdi bir cıva termometresinin çalışma prensibinin kokusunu almaya başlıyorsunuz.

Payreks cam tüp içerisine biraz cıva koyuyorum ve payreks tüp fazla genleşmeyecek fakat cıva genleşecektir. Ve daha sonra kapalı bir ortamda bulunan cıva genleşecektir ve benim termometremde yukarı doğru genleşecektir ve sıcaklığı bu şekilde okuyacağız.

Burada çok mu çok dar olan bir cam tüp görüyorsunuz. Burası kapalı. Buranın yarıçapı sadece 0.1 milimetre olsun.

Burası cıva haznesi, örnek olarak, onun 1 santimetre küp olduğunu varsayıyoruz.

Oldukça kolay değerler. Sizlere termometrenin çalışma prensibinde yatan temel düşüncüyü göstermek istiyorum.

Bu cıvanın sıcaklığını arttıracam, 10 derece artırdığımı varsayalım. Bu durumda ΔT , 10 santigrat derecedir. O halde bu hacim ne kadara kadar genişleyecektir? ΔV eşit β , yani 18 çarpı 10 üzeri -5 çarpı hacim, ki bu 1 santimetre küptür.

Buraya hacim yazayım. Belki onu metre küp cinsinden yapmak isteyebilirsiniz.

Bunu size bırakıyorum. Çarpı ΔT

Ve böylece santimetre küp cinsinden genleşmeyi 0.0018 santimetre küp olarak bulacaksınız. Eğer V'yi santimetre küp biriminde bırakırsanız, ki bunu yapabilirsiniz, bu durumda şüphesiz cevabınızı da santimetre küp cinsinden elde edersiniz.

Daima MKS biriminde çalışmak zorunda değilsiniz.

O halde bu, hacim olarak son derecede küçük bir artıştır.

Ancak payreks genleşmiyor. Şimdilik onu dikkate almayabilirsiniz.

Ne kadar olduğunu hesaplamak isterseniz, hesaplayabilirsiniz. Fakat bu 18 kat daha azdır. Aslında kabın biraz genleşmesi şüphesiz önemlidir, fakat şimdilik bunu ihmal edeceğim. Ve cıvanın tamamının yukarı doğru yükseleceğini varsayıyorum.

Ve bu durumda eğer cıva yüksekliğini Δh kadar değiştirirse ve eğer bu tüp 0.1 mm yarıçaplı ise, bu durumda bu cıva miktarı π çarpı r kare, çarpı Δh olmalıdır. Bu yeni kolonun hacmidir. Kolondaki yükselme.

Ve eğer yarıçapı 0.1 milimetre alırsanız, seçtiğim bu örnekte Δh yi 5.7 santimetre olarak bulacaksınız. Bu oldukça çoktur. Bunu görmek bayağı kolaydır.

Sıcaklıktaki 10 derecelik bir artış, 5.7 santimetre yükselmeye karşılıktır.

O halde 1 santigrat derece için, 6 milimetre elde edersiniz.

Bunu görmek çok kolaydır ve bu düşünce, cıva termometresinin çalışma prensibidir.

Burada bir cıva termometresi var, fakat bunu okumak çok zordur.

İşte bir tane de burada var.

Bu tıbbi amaçlı bir termometredir. Üstünde ağız için yazılı.

Ve onu ağızıma koyuyorum ve bu ölçeği kullanarak sıcaklığımı ölçüyorum.

Sizlere ofisimdeki sıvı ile çalışan termometreyi göstermek benim için daha kolay.

İşte bu

İşte bu, kırmızı sıvıyı görüyor musunuz? Doğru ışık ayarını yaptığımdan emin olmalıyım. Bu kapatılmalı. Tamam. Böylece kırmızı sıvıyı görüyorsunuz.

İşte burada. Maalesef Fahrenheit dereceli olduğuna da dikkat edin.

Fakat yardımı dokunuyor.

Sıcaklık burada olduğu zaman, en azından buzlanma olacağını biliyorsunuz.

Evet, bu 32 Fahrenheit civarında.

Burada olmalı

Kar

Ve bu sizin kendinizi iyi hissetmenizi sağlayan ısı. Güneş.. Eveet..

Derecelerinin ne olduğunu hatırlamamanız ihtimaline karşın, yardımcı oluyor.

Onu ısıtabilirim.

Bunu ısıttığınız zaman çok yüksek sıcaklık uygulamamaya özen göstermelisiniz; çünkü termometrenin üstü kapalıdır. Cıva termometresi durumunda burada bir hava boşluğu vardır .Ben çocukken, bunu yapmayı çok severdim...

Anne ve babamın tıbbi termometresini alır ve onu bir saç kurutma makinesiyle ısıtırdım; bu durumda cıva buraya hücum eder ve camı kırardı. Çünkü genleşme kuvveti oldukça büyüktür ve üst tarafı patlatır. Sonra onu yerine koyar ve hiçbir şey söylemezdim.

Ve aynı şey burada da olabilir. Çünkü bunun açık tarafı yoktur.

Açık değildir, kapalıdır, bu yüzden dikkatli olmalısınız.

“Sıkı geçme” şeklinde adlandırılan bir teknik vardır ve sıkı geçme tekniği şöyledir.

Bir metal parçanız var. Örneğin, bunu katı bir silindir olarak alalım. Ve bir halkanız var. Bu halkanın kendisi de bir silindir olabilir.

Bu çap, bundan biraz daha küçüktür. Sadece biraz küçük.

Bu bilinçli bir şekilde böyle yapılır. Sadece biraz küçük bırakılır.

Bunu ısıtıyorsunuz. Genişliyor. Bunu buraya koyuyorsunuz ve oraya uyacaktır.

Ve sonra kendi haline bırakıyorsunuz. Soğur ve kendi kendine sıkışır.

“Sıkı geçme” tekniği olarak adlandırılan bu teknik oldukça yaygın bir şekilde kullanılır.

Burada sizlere “sıkı geçme” tekniğinin tersi olan bir şeyi göstereceğim.

Bir halkam var. Birazdan orada ekranda göstereceğim.

Bu halka pirinçten yapılmıştır ve oradan geçebilecek bir topum var. Oradan zar zor geçiyor. Ve sonra bu topu ısıtacağım ve bu durumda artık oradan geçemeyecektir. O halde bu sıkı geçmenin tersidir. En azından bir fikir edinebilirsiniz.

Ve daha sonra eğer beklerseniz soğuyacaktır. Onları birbirleriyle temas ettirdiğinizde, bu soğuyacak ve bu ısınacaktır. Böylece bir taşla iki kuş vurursunuz.

Bu büzülecek ve aynı anda bu küçük top genişlemiş olacak ve sonra bu içine düşecektir. Mantık bu.

Haydi bunu deneyelim. En iyi ışık seviyesini ayarlayalım; oldu mu?

İşte halka. Pirinç top da burada. Oradan kolaylıkla geçiyor.

Şimdi bunu yatay konuma getiriyorum. Ve sonra bu topu ısıtmaya başlayacağım.

İşte top burada.

Halkaya çok yakın olmamalı, çünkü bu durumda halkanın kendisi de ısınacaktır. Bu durumda eğer ikisi de aynı sıcaklığa sahip olursa, top halkanın içinden geçer.

Bakalım. Şimdi içinden geçmek istemiyor.

O halde onu bu şekilde bırakacağız ve ne olduğunu göreceğiz.

Şimdi halka biraz genişleyecek çünkü ısınıyor. Ve top biraz büzülecek çünkü soğuyor ve topun halkanın içinden geçmesi çok fazla zaman almamalı.

Eğer her ikisini aynı anda hamlaç ile ısıtırsam, bu durumda kesinlikle top her zaman halkanın içinden geçecektir.

Ve işte geçiyor

Eğer her ikisini de ısıtırsam, her ikisi de genişler ve her ikisi de pirinç olduğu için, bimetallerin aksine, herhangi bir farklı genleşme olmaz. Bu durumda ne olursa olsun top halkanın içersinden her zaman geçecektir.

Sadece topu ısıttığım ve halkayı ısıtmadığım zaman içinden geçmeme durumunu elde edersiniz. Top şimdi hala içinden geçebilir. Evet.

Sizinle tartışmayı en sona bıraktığım şey su.

Sizlere neden suyun genleşme katsayısından bahsetmedim? Su bizim yaşamımızda çok önemlidir.

Evet, bunu sona bırakmamın bir sebebi var, çünkü suda oldukça özel bir şeyler var.

Eğer 20 santigrat derece sıcaklığı olan suyu alır ve onu soğutursanız, o büzülecektir.

Bu normal davranıştır. β , pozitif bir değere sahiptir.

Fakat 4 santigrat dereceye inerseniz ve buradan da 0 santigrat dereceye düşerseniz su artık büzülmez. Genleşir.

Bu aralıkta, 0 santigrat dereceden 4 santigrat dereceye kadar olan aralıkta, su negatif β değerlerine sahiptir. Onu ısıttığınız zaman büzülür ve soğuttuğunuz zaman genişler.

Ve bu suyu son derece olağan dışı yapar.

Fakat bu balıklar için harika bir şeydir. Çünkü bu suyun 4 santigrat derecede mümkün olan en yüksek yoğunluğa sahip olması demektir. Bu yoğunluk 20 derecedeki yoğunluktan daha fazladır ve 0 derecedeki yoğunluktan da daha yüksek yoğunluktadır.

Ve böylece kışın göller donduğu zaman, en yüksek yoğunluklu su tabana çöker ve bu balıkların canlı kalabilmesinin nedenidir. Balıklar olduğu yerde donmalarının aksine, yüzebilirler. Bu yüzden kışın çoğu göletlerin alt kısımları donma noktasından uzak güvenli bir sıcaklık olan 4 santigrat derecededir.

Şimdi, bir katıyı erittiğiniz zaman sıvı hale dönüşür ve hemen hemen tüm durumlarda sıvı genleşir. Bu doğal bir durumdur. Ve katılar sıvı içinde batırlar.

Eğer kristalleri alırsanız onlar kendi sıvılarında batırlar. Fakat bu, su için geçerli değildir. Su ve buz bu kurala uymaz.

Eğer 0 derecede suyu alır ve onu dondurursanız, buz kristallerine dönüşür ve genişler. Ve genişleme çok fazladır. Çünkü buzun yoğunluğu suyun yoğunluğundan %8 daha düşüktür. Buzun yoğunluğu 0.92 gram bölü santimetreküptür. Ve tanıma göre, su için yoğunluk 1 dir.

Bu, kışın içinde bulunan su donduğu zaman, su borularının patlamasının da sebebidir. Borular donar, insanların evlerinin dış duvarlarının yanında su boruları vardır. Onlar soğur, donar, borular patlar çünkü buz borunun içinde genleşir.

Borular bunun farkında değillerdir. Ve ilkbaharda buz eridiği zaman, borular patlar (pup) ve aniden bir su baskını olur.

Bu Titaniğin de batma nedenidir. Çünkü buz suda yüzer. Buz daha düşük yoğunluğa sahiptir. Buz yüzmeseydi, buzdağları olmazdı.

Sizin göletlerin üzerinde patenle kaymanızın sebebi budur. Çünkü buz sudan daha düşük yoğunluğa sahiptir, böylece buz suyun üzerinde yüzer.

Sizlere buzun yüzdüğünü gösterebilmemin en iyi yolu kendime bir şeyler ısmarlamak ve bir bardak bir şey almaktır. Bugün bu elma suyu olacak.

Ve burada biraz buz küplerim var. Ve birkaç buz küpünü içine atıyorum ve onlar yüzüyor.

Eğer buna inanmıyorsanız gelin ve bakın.

Tamam, iyi hafta sonları. Oh hayır hala bir dersimiz var.

O zaman görüşürüz.