

ÇAĞLAR BOYU BİLİM VE TEKNİK ADAMLARI

Hazırlayan ve Resimleyen:
Erdoğan SAKMAN



APPLETON
Edward Victor
1892-1965
İngiliz Fizikçi

Atmosferin üst katlarının özellikleri üzerindeki araştırmaları ve atmosferin kendi adının verildiği bir katmanını bulmuş olmasını önlüdür.

Babası değirmen işçisiydi. İlk ve orta öğrenimini yakın okullarda tamamlamak kolay olmuştu fakat babasının kazancı Appleton'un üniversitede okumak hayalleri karşısında dikilen en büyük engeldi. Fakat onun üç önemli özelliği vardı. Akıllı bir gençti, çalışkandı ve çok iyi bir kriket oyuncusuydu. Üniversiteler iyi oyuncular kendilerine çekmek için mali durumu yetersiz lise öğrencilerine burslar veriyorlardı. Bu olanağı kullanan Appleton, dersleri de iyi olduğu için Cambridge Üniversitesine girmeyi başardı.

Böylece bilim kaynağına ulaşan Appleton, J.J.Thomson ve E.Rutherford gibi ünlü hocaların derslerinden yararlandı ve iyi bir derece ile fizik öğrenimini tamamlayıp araştırmalara girişti. Önceleri başkalarının önerilerini deniyor ve deneylerini tekrarlıyordu. Henüz kendine çözülecek iyi bir problem bulamamıştı. Kısa bir süre sonra da Birinci Dünya Savaşı çıktı ve radyo subayı olarak orduya katılan Appleton'un çalışmaları kesildi.

Radyo subaylığı sırasında karşılaştığı temel güçlük, özellikle geceleri radyo ve telsiz işaretlerinin çok zayıf gelmesiydi. Böylece, çözülecek bir problem hazır olarak karşısına çıkmıştı.

Çoğu bilim adamının yaptığı gibi çözüm saydığı bir varsayımdan hareket etti. Acaba bu zayıflamanın nedeni atmosferin üst kesimlerinde geceleri görülen bir yansıma olamaz mıydı? Eğer böyle bir yansıma varsa alıcılarda girişim olmalıydı, çünkü aynı noktaya iki elektromanyetik dalga ulaşıyordu. Biri alıcıya doğrudan gelen diğeri 20 yıl kadar önce Kenelly ve Heaviside'in var kabul ettikleri atmosfer katmanlarına çarpıp dünyaya dönen dalgalar. Öyleyse iki elektromanyetik dalga birbirini etkiliyor ve dalgayı kısmında olsa deforme ediyorlardı.

Çözüm kabul ettiği bu varsayımı doğrulamak için birbirinden yaklaşık 100 km uzaklığa bir alıcı ve diğer uca da bir verici yerleştirdi. Yayıldığı işaretlerin dalga boylarını değiştirdiğinde dalgaların aynı fazlı olduğu zaman güçlendiklerini, aynı fazda olduklarında zayıfladıklarını saptadı. Bundan yararlanarak yansıtıcı yüzey yüksekliğini yani Kenelly-Heaviside katmanının yerini yaklaşık 97 km buldu. Fakat gün ışır ışırmaz Kenelly-Heaviside katmanı aralanıyor ve dalga zayıflaması artık farkına varılmayacak hale geliyor. Yansımaya devam ettiğine göre daha yukarılarda bir başka yansıtıcı katman olmalıydı. Çalışmaları sonucu böyle bir katmanın yerden yaklaşık 242 km yükseklikte olduğunu hesapladı. Bu çabaları daha sonraki araştırmacılar tarafından "Appleton katmanı" adı verilerek Appleton onurlandırıldı.

Daha sonraki araştırmalar bu yüklü katmanların davranışlarının güneşin bulunduğu yere ve üzerindeki lekelerle bağlı olarak değiştiğini gösterdi. Böylece Teisserenc de Bort'un stratosferi üzerindeki katmanlar üzerinde bilimsel çalışmalar yoğunlaştı. Bu katmanlar çok miktarda iyonize olduklarından Watson-Watt'ın teklifiyle "iyonosfer" adı verildi.

Appleton'un buluşundan bir kuşak sonra girilen roket araştırmaları için iyonosferin daha iyi incelenmesi gerekti.

Appleton 32 yaşında Londra Üniversitesinde fizik profesörü oldu ve 44 yaşında kendi yetiştiği Cambridge'e geçerek Wilson'dan boşalan Doğa bilimleri profesörlüğüne atandı. İkinci Dünya Savaşı sırasında atom bombası yapım projesi başkanlığı yapan Appleton 1947 yılı Nobel fizik ödülü ile onurlandırıldı.

BROGLIE,
Louis Victor
Pierre de
1892-
Fransız Fizikçi



Elektronların dalga özellikleri parçacıklar olduğu buluşuyla önlüdür.

Siyaset adamları ve diplomatların bol olduğu, iki üyesi

başbakanlık yapmış soylu bir aileden gelmektedir. Atalarından biri de Fransız Devrimi sırasında başı kesilerek öldürülmüştü. Çok iyi bir öğrenim gören Broglie aile geleneğini sürdürmek istemedi ve Sorbon Üniversitesinde tarih eğitimini 17 yaşında tamamlayıp mezun oldu. Tarihi, olaylar zinciri olarak öğrenmemiş, işin felsefesine kadar inmeyi başarmıştı ve olaylardan genellemeler yapabiliyordu. Yazdığı kitaplarında Henri Poincare'nin de aynı şeyleri yaptığını görmesi ve ağabeyi Maurice'de Broglie'nin fizik profesörlüğünü yanı sıra fiziğin felsefesi ile hayat hakkındaki genellemeleri Broglie'nin tarihi bırakıp fiziğe yönelmesini sağladı. 21 yaşında bilim diplomasını da aldı.

Birinci Dünya Savaşında askere alındı ve telsizle haberleşme bölümünde çalıştı. Bir radyo mühendisi görevi yapıyor ve iş yeri Eiffel kulesiydi. Savaşın sonu üniversiteye dönerek çalışmalarına başladı,32 yaşında doktorasını tamamladı. Doktorası kuantum kuramıyla ilgiliydi. Hazırlıklarını yaparken "Compton etkisinin" tersi bir görüşle bazı olguları açıklamak zorunluluğunu duydu: Eğer dalgaların parça özellikleri varsa parçacıkların da dalga özellikleri olmalıydı.

Einstein'in madde ve enerji ve Planck'in frekans ve enerji ile ilgili formüllerini yeni ve basit bir formülle bir araya getirerek, her parçacığın bir dalgası olması gerektiğini gösterdi. Elektromanyetik yapıda olmadıklarından madde dalgaları denilen bu dalgaların dalga boyları parçacıkların momentleri ile ters orantılı bir ilişkiydi. Bu momentler de kütle ve hız göre değişiyorlardı.

Örneğin bir futbol topu gibi büyük bir cismin hatta bir protonun dalga boyu saptanması hemen hemen olanaksız denecek kadar kısaydı. Fakat elektron gibi son derece hafif bir cismin dalga uzunluğu bazı X-ışınlarının dalga boyunda olmalı ve dolayısıyla saptanabilmeliydi. Nitekim Broglie'nin bu düşüncelerini yayınlamasından dört yıl sonra Davisson ve G.P.Thomson dalgaları yakalamayı başardılar.

Elektronun hem dalga hem parçacık olması Compton'un protonunda dalga-parçacık özelliğinde bulunduğu iddiası ile uyum gösteriyordu. 20 yıl kadar önce Einstein, maddenin bir çeşit enerji olduğunu söylemiş ve bunların birbirlerine dönüşebileceğini öne sürmüştü. İnsanların duyuları ile algılayıp madde ve enerji hakkında vardıkları sonuçlar, Einstein'in söylediklerine uymadığı için bunlar sağ duyuya aykırı görünüyordu. Fakat Broglie'nin vardığı sonuç, Einstein doğruluyordu.

Bunu duyan Schrödinger, kendinden önceki Bohr'un çekirdek çevresinde bulunan ve yörünge değiştirince enerji salan elektronlu atom modelini değiştirdi. Broglie'nin sağladığı bilgi, elektronların yörüngeye yörüngeye atlayan parçacıklar değil durağan dalgalar olduklarını gösteriyordu. Aynı şekilde, kimyasal bağların oluşumunda Lewis'in kırmıldamayan (statik) elektronları da yerlerini Pauling'in elektron dalgaları kavramına bıraktı.

Önemli sonuçları olan bu araştırmaları nedeniyle Broglie, 1929 yılı Nobel Fizik ödülünü aldı. Bundan sonraki uzun yaşamı süresince Fransız Atom Enerjisi Komisyonunda hizmet verdi.

**COMPTON,
Arthur Holly
1892-1962
Amerikalı Fizikçi**



Dağılan kimi X-ışınları dalga boylarının uzamasını belirten "Compton etkisi" buluşuyla ün-lüdür.

Babası felsefe profesörü olan Compton çok iyi bir eğitim gördü. Hem babasının hem Teknoloji Kurumu Başkanı olan ağabeyisinin çevreleri ona hazır bir bilimsel ortam sağ-ladı. Fizik bölümünün son sınıftayken yaptığı bir gereçle dünyanın çev-resindeki dönüşünü bugün kabul edilen değerden ancak % 5 sapan bir hata ile hesapladı. Hem futbol, basketbol ve beyzbol yıldızı hem sınıf bir-incisiydi. 21 yaşında fizik öğrenimi tamamlandığında, son sınıftaki alet yapımına dayanarak mühendis olmak istedi.

Bu isteğini ağabeyisi ile etrafıca tartıştıktan sonra, fizik bilgisini daha da genişletmeye karar verdi. 24 yaşında fizik doktoru oldu ve Minneso-ta'da dersler verdi. Bu bir yıl Compton pek etkilemedi. Ayrılıp bir ampül fabrikasında iki yıl mühendis olarak çalıştı. Daha sonraki bir yılını E.Rut-herfor ile çalışarak geçirdikten sonra Washington Üniversitesi'ne gelerek fizik bölümü başkanlığı görevine başladı.

Üzerinde çalışacağı, araştırma yapacağı bir konu arıyordu. Bunun için Barkla'nın maddenin etkisiyle dağılıma uğradığını söylediği X-ışınları deneyleri yapmaya koyuldu. Barkla dağılan bu ışınları ne oldukları araştı-rmış ancak kaba ölçümler yapabiliyordu. Bu ölçmeleri daha duyarlı yapı-bilirdi çünkü elinde Barkla'da olmayan Bragg tekniği vardı. Böylece çöze-ği problem kendiliğinden belirlenmiş oluyordu.

Dağılan X-ışınlarının dalga boylarını duyarlı bir biçimde ölçtüğünde boylarının uzamış olduklarını gördü. Daha sonraları onu onurlandırmak için bu olguya "Compton Etkisi" adı verildi. Birkaç yıl sonra da Raman aynı olgunun görünen ışık içinde geçerliliğini buldu.*

X-ışınları dalga boyları nasıl uzamıştı? Bir bilyarda topu dururken bir diğeri harekete geçirilip birinciyi çarpılırsa çarpan topun hızı azalıyor fakat duran top hızlanıyordu. Bu benzetme boyları uzayan X-ışınları dal-galarına uygulanırsa foton (çarpın top) elektrona (duran top) çarptığında ışık fotonu bir kısım enerjisini elektrona veriyor ve dalga boyu uzuyordu. Bunun anlamı fotonun bir parçacık (madde) gibi davrandığıydı. Zaten mad-de özelliği gösterdiği zamanki ışık kuantumuna "foton" adını da Com-pton vermişti. Böylece yüz yıl önce Newton'un ileri sürdüğü ışığın madde olduğu görüşü canlanmış oluyordu. Işığın madde özelliğini daha da belir-ginleştiren Einstein ve Planck'ın karmaşık kuramını oluşturmuştu. Fakat bu çalışmalar ışığın dalga özelliğinde de olduğunu gösteren Young, Fresnel ve Maxwell'in çalışmalarını gölgelilemedi.

Compton'un çalışmalarıyla elektromanyetik ışımanın hem dalga hem madde özelliklerinde olduğu artık kesinlikle anlaşıldı. Bunun görülmesi daha çok inceleme yöntemlerine bağlıydı. Ayrıca, elektron gibi parçacıkların da aynı özelliklerde olduğu gösterildi. Önceleri bu iki yönlü dum-bur bir çelişki olarak nitelendirildi ve evenin sırtlarının akıl yoluyla an-laşılacağı ileri sürüldü. Fakat durum, bir erkeğin bulunduğu ortama göre "baba" veya "koca" olabilmesi kadar doğaldı. Bu çalışmaların ve buluşu nedeniyle Compton 1927 yılı Nobel Fizik Ödülünü aldı.

Daha sonraları kozmik ışınlar üzerinde çalışmaya başladı. O zaman-lar bu alanın söz sahibi Millikan, bu ışınları gama ışınları yapısında fakat onlardan daha enerjili olduklarına inanıyordu. Fakat Compton "böyle ol-sa, kozmik ışınlar dünyanın manyetik alanından etkilenmezler ve Dünya'ya ulaşan kozmik ışınlar her yanda aynı yoğunlukta bulunmalıdır" di-yer düşünüyordu. Öte yandan, Bothe'nin dediği gibi kozmik ışınlar yükü parçacıkla Dünya'nın manyetik alanında eğilmeleri gerekir, kutuplarda daha yoğun tropik bölgelerde daha az bulunurlardı.

Bu düşünceler Compton'u bir dünya gezgini yaptı. Bıkmadan, usan-madan ölçmeler yaparak kozmik ışınların enlemlere göre değiştiğini sap-

tadı. Dünya'nın manyetik alanından etkileniyorlardı. O halde en azından bir bölümleri parçacıklardan oluşuyordu. Bu verilere rağmen Millikan koz-mik ışınların elektromanyetik yapıda olduklarında ısrar ediyordu. Fakat sonraki araştırmalar bu ışınların parçacık yapısında olduklarını doğruladı ve bugüne kadar da aksine bir delil ileri sürülmedi.

İkinci Dünya Savaşı'nda Manhattan projesi diye bilinen atom bomba-sı yapımıyla uğraşan bilim adamları arasında Compton da vardı. Araştı-rmalar plütonyum üretime yöntemleri geliştirilecek yönde yönetti ve so-nuçta Japonya'ya atom bombası atılmasına karar verenler arasına katıl-dı. Savaşın sonra Washington Üniversitesindeki görevine dönerek 8 yıl daha hizmet etti.

**SEMENOV,
Nikolay
Nikolayevich
1896-
Rus
Fiziko kimyacı**



Kimyasal Tepkimelerin nasıl oluştuğunu açıklayan çalışmalara özellikle zincirleme kimyasal tepkimeler buluşuyla ün-lüdür.

21 yaşında fizik ve matematik öğrenimi gördüğü Petersburg Üniver-sitesini bitirdi. Tomsk'daki Sibirya Üniversitesi'nde 3 yıl fizik dersleri ver-di. Devrimden sonra Leningrad Fizik ve Teknoloji kurumunda görevlendi-rildi. Burada Elektronik Oluşumlar deneyliği başkanı oldu. 32 yaşında profesörlüğe yükseltildi ve Leningrad Politeknik kurumuna atandı. Daha sonra Moskova Üniversitesi Kimyasal Kinetik bölümü başkanlığı yaptı.

Semenov'un çalışmaları daha çok kimyasal tepkimelerin nasıl oldu-ğu üzerinde yoğunlaştı. Oksitlenme, çatlama, halojenleşme (halojenler gru-bundan biri olma, eksiği olan bir elektronu almaya eğilimi) ve polimerleş-me (formülü bileşenlerin formülleri olma) gibi pek çok tepkime zincirleme oluyordu yani tepkimede ortaya çıkan şey veya şeyler tepkimenin devam etmesini sağlıyordu. İkili çatlama oyun kağıdı dizilerinden birinin dev-rimesiyle bütün dizinin ardarda yıkılmasına benzer yanma ve fisyon gibi kimyasal veya atomsal oluşumlar.

Max Bodenstein ilk kez kimyasal zincirleme tepkimeden söz etmiş fakat bilim adamları onun üzerinde duramamışlardı. Araştırma işlerinde çalışılanları veya araştırmayı hayat biçimi seçenlerin en büyük sorunu, uygun bir problemi ele alınabilir şekilde düzenlemektir. Problem açık ve seçikse düzenlendikten sonra çözüm aranır.

Problem düzenlemek en az onu çözmek kadar güçtür. Bunu bilen Semenov, Bodenstein'in düzenlediği fakat üzerinde yeterince durulmuş "kimyasal zincirleme tepkimelerin" nasıl olduğunu çözümleri gere-ken bir problem olarak kabul edip, araştırmalarına başladı.

Fosforun oksitlenmesini incelerken dallanan zincirleme tepkimeler gör-dü. Fosfor durağan halinden birdenbire şiddetli bir tepkimeye giriyordu. Bunun nedeni, bileşiğin basıncı, yoğunluk ve kütlesi ile zincirleme sonun-da oluşan karışımın miktarı gibi etkenlerdi. Bu öğelerden herhangi birin-deki değişiklik bir sınır değere ulaştırıyordu. Bu değer in altında tepkime olmayı fakat üstünde saniyeden çok daha kısa bir sürede "zincirleme patlama" denilen olay görüldü. "İsli patlamanın" aksine, zincirleme patlama yavaş tepkimelerin oluşturduğu ısınmalardan tamamen bağımsızdı.

Semenov bütün bu olguları geliştirdiği dallanan zincirleme tepkime-ler kuramı ile açıklıyordu. Atom ve kökükler içeren ana zincirin her aşā-masında etkili olan birden fazla merkez belirliğini ileri sürüyordu. Dallan-ma sayısı uç noktaların sayısını aşarsa, zincirleme tepkime hızı katlanarak artıyor ve bütün karışım tutuşmasına yani zincirleme patlamaya neden oluyordu. Fakat zincirin tamında dallanma hiç olmazsa tepkime durağanlaşıyor ve çok düşük sıcaklıklarda son derece yavaşlıyordu. Bu nedenle zincirleme tepkimelerde dış öğelerin büyük önemi vardı.

Daha sonraları yaptığı araştırmaları sonucunda "yozlaşmış itallan-ma" adını verdiği olgunun bulunduğu yeni zincirleme tepkiler buldu. Bir-

çok tepkimede ısı vererek başlıyordu. Tepkimede ortaya çıkan ısı, ortamdan ayrılan ısıdan fazla ise "ısı patlaması" görülüyordu. Yani ısı patlamasının nedeni olan ortaya çıkan ısı zincirleme patlamasının sonucuydu.

1934 yılında "zincirleme tepkimeler" adlı kitabı yayınlanıp bir yıl sonra batı dillerine çevrilmeye tepkimelerin daha anlaşılmasına katkıları yayınlandı. Hidrojenin ve metanın oksitlenmesi, alkali bromitler ile alkalikloritlerin ayrışmaları açıklığa kavuştu. Siyaset ve bilimsel çalışmaları birlikte yürütmeyi çok iyi başaran Semenov, zincirleme tepkimeler pratik ve kuramına katkılarını dolayı 1956 yılı Nobel Kimya ödülünü aldı. Böylece Nobel alan ilk Sovyet vatandaşı oldu.



THOMSON, George Paget 1892-1975 İngiliz Fizikçi

X-ışınları gibi elektronların da kristallerce kırıldıklarını bulup, maddenin derinliklerine X-ışınlarından daha az giren elektronların yüzey özelliklerinin incelenmesinde kullanılmasını sağlamakla ünlüdür.

Babası elektronu bularak Nobel ödülü alan ünlü fizikçi J.J.Thomson'dır. Öğrenim gördüğü her okulun en iyi öğrencisiydi. Çok başarılı olduğu matematik ve fizik tahsilini 21 yaşında tamamladı, gösterdiği başarı nedeniyle üniversiteye öğretim görevlisi olarak atandı. Bir süre babasının gözetiminde çeşitli çalışmalar yaptıktan sonra Birinci Dünya Savaşı dola-

ysıyla askere alındı ve uçakların denge problemi üzerinde çalıştı. Fransa'daki bir yıllık hizmetinin sonunda savaş bittiğinden Cambridge'e döndü ve fizik konularında öğretim ve araştırmalarına başladı.

Fizikçiler ışığın davranışlarını tutarsız buluyorlardı. Işık kelimesi X-ışınlarından kızılötesi ışınlara kadar çok değişik çeşitleri içeriyordu. Bazen dalga özelliği gösteriyor bazen Einstein'ın "kuanta" dediği parçacıklar gibi davranıyordu. Louis de Broglie, momenti küçük parçacıkların bu özellikleri yanında dalga davranışları olduğunu ileri sürerek fizik dünyasını şaşırtmıştı. Planck ve Einstein kuramlarından çıkarıldığı bu sonucu doğruluğu veya yanlışlığı deneylerle gösterilememişti. Yalnız Schrodinger bu sonucu kullanmış ve kimyasal bağ kavramına açıklık getirmişti.

O halde, araştırma yapmanın ön koşulu olan bir problem düzenlemeye Thomson'un gereksinimi yoktu. Problem, ışığın dalga özelliğinde de olduğunu deneyle göstermekti. Bunun için uygun bir yöntem bulmak gerekiyordu. Geçmişte birçok bilim adamı benzetme yöntemi kullanmışlardı. Benzetme yapabilecek en uygun yöntem X-ışınlarının dalga özelliğinde de olduğunu göstermek için kullanıldı. Laue, X-ışınlarını kristaller içinde geçirmişti. Thomson da yüksek hızdaki elektronları, Frédéric Joliot-Curie usulü hazırlanmış kağıt inceğinde altın bir tabakadan geçirdi. Elde ettiği kırınım biçimi Laue'in X-ışınları için bulduğunun benzeriydi. O halde, elektronlar yalnız parçacıklar değil aynı zamanda dalga özelliğindeydi. Bu araştırmasıyla Thomson 1937 yılı Nobel Fizik ödülü aldı.

Böylece, her atomun "Broglie elektron dalgası" yaydığı ve çıkan dalgaların girişim gücünde olmaları dolayısıyla atomdaki elektronların durumlarının hesaplanabileceği anlaşıldı. Elektron dalgalarının X-ışınları gibi maddenin derinliklerine girememesi, yüzeyel özelliklerin araştırılmasında kullanıldı. İkinci Dünya Savaşı sırasında Thomson, İngiliz Atom Enerjisi kurulunun başkanlığını yaptı.

ÖDÜLLÜ SORULAR

(Mayıs ayında yer alan soruların yanıtları)

MATEMATİK:

1) ABC üçgeninin alanını birim alan kabul edelim. D, E, F sırasıyla BC, CA, AB kenarları üzerinde $BD:BC = u$ $CE:CA = v$ $AF:AB = w$ olacak şekilde alınsun.

BDF üçgeninin alanı = $u(1-w)$

CED üçgeninin alanı = $v(1-u)$

AFE üçgeninin alanı = $w(1-v)$

olur. Böylece

DEF üçgeninin alanı =

$1 - (u + v + w) + (uv + vw + wu)$ bulunur ki bu ifade de

u, v, w yerine sırasıyla

$1-u, 1-v, 1-w$ koyulursa miktar değişmez.

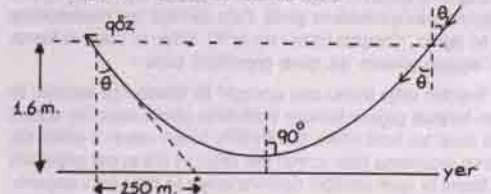
2) N ve $k + 2k(k + 1) = N(N + 1)$ koşulunu sağlamalı. Bu ise $2k + 1 = x, 2N + 1 = y$ olmak üzere $2x^2 - y^2 = 1$ dir (Pell denklemi), (x, y) ikilisi bu denkleminin bir çözümü ise, $(3x + 2y, 4x + 3y)$ ikilisinin de aynı denklemi sağladığı doğrudan bir işlemle gösterilebilir.

Yani $2x^2 - y^2 = 1$ denkleminin bir çözümü varsa, sonsuz çoklukta çözümü vardır. Halbuki $(1, 1)$ bu denklemin bir çözümüdür.

Not: $(1, 1); 2x^2 - y^2 = 1$ denklemini sağlar, ancak verilen problemin çözümünü oluşturmaz. $2k(k + 1) = N(N + 1)$ olan en küçük (k, N) ikilisi $(2, 3)$ 'dir.

FİZİK:

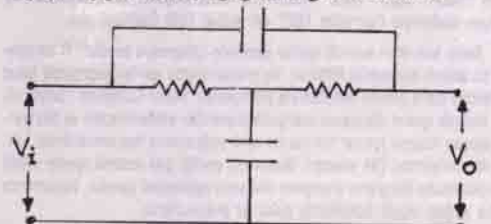
1. Çöl düzeyi en sıcak yer olduğundan buradaki kırılma indisi en düşük olacak ve kırılma aşağıdaki şekilde olacaktır.



Çeşitli tabakalardan geçerek oluşan kırılma sadece ilk ve son tabakaların indislerine bağlıdır (Ağustos 1985 sayısı, Fizik soruları). Dolayısıyla $n_{\text{yer}} \sin 90^\circ = n_{\text{göz}} \sin \theta$ bağıntısı yazılabilir. Buradan

$1 + (0.08/T_{\text{yer}}) = (1 + 0.08/303) \sin \theta$ bağıntısı elde edilir. $\sin \theta = 250/(250^2 + 1.6^2)^{1/2}$ olduğundan, $T_{\text{yer}} = 328^\circ \text{K} = 56^\circ \text{C}$ bulunur.

2. Kapasitanslar sıfır frekansta açık devre, çok yüksek frekansta ise kısa devre olacağından, eğriye uygun devre aşağıdaki gibi olacaktır:



DOĞRU YANITLAR: MATEMATİK, Hasan GÖKPINAR (Gaziantep), FİZİK (Doğru yanıt yok)