



OCAK'97

FİZİK

D E R G İ S İ

SAYI 9

ORTAÖĞRETİM DERS KİTAPLARI MÜFREDAT PROGRAMI
Cengiz Yalçın

MAXWELL SENTEZİNİN FELSEFİ SONUÇLARI
Burhan Cahit Ünal

PROF. DR. SAİT AKPINAR
Dünya Uzmay

GÜNEŞ ENERJİSİNİ GERÇEKTE KULLANABİLİR MÜYÜZ?
Nevill Motl

ÖN YARGILI NÜKLEER ENERJİ
Yüksel Atakan

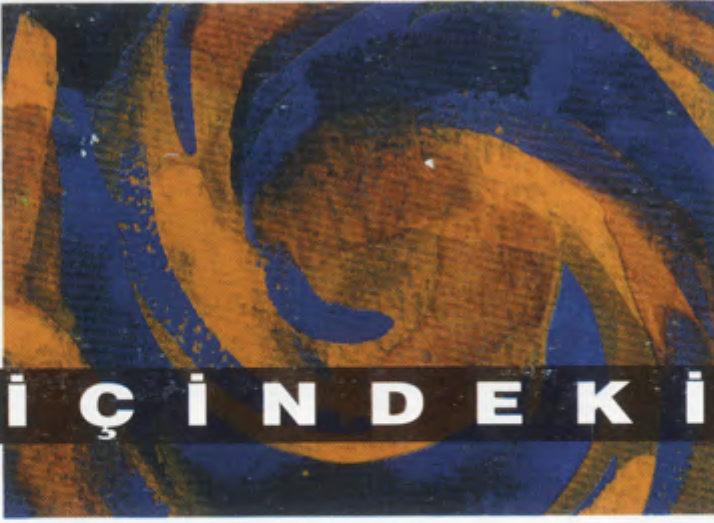
SIVI KRİSTALLER: GÖSTERGELERDE YENİ BİR AKIM
Rıdvan Karapınar

ISI MI SICAKLIK MI?
Suha Selamoğlu

tfv

1985

TÜRK FİZİK VAKFI



İ Ç İ N D E K İ L E R

<i>Ortaöğretim Ders Kitapları Müfredat Programı</i>	1
	Cengiz Yalçın
<i>Maxwell Sentezinin Felsefi Sonuçları</i>	5
	Burhan Cahit Ünal
<i>Prof. Dr. Sait Akpınar</i>	10
	Dünya Uzmay
<i>Güneş Enerjisini Gerçekten Kullanabilir miyiz?</i>	13
	Nevill Mott
<i>Ön Yargılı Nükleer Enerji</i>	15
	Yüksel Atakan
<i>Sıvı Kristaller: Göstergelerde Yeni Bir Akım</i>	17
	Rıdvan Karapınar
<i>Isı mı Sıcaklık mı?</i>	21
	Suha Selamoğlu
<i>Sorular ve Cevaplar Köşesi</i>	23
	Mustafa Özbakan
<i>Uluslararası Fizik Olimpiyadı Köşesi</i>	25
	Sinan Bilikmen
<i>Uluslararası Fizik Olimpiyadı Takım Seçme Teorik Sınavı</i>	



Yapay olarak
renklendirilmiş bir
kabarcık odası
görüntüsü.

FİZİK

DERGİSİ

bu sayıda

FİZİK DERGİSİ

Sahibi

Türk Fizik Vakfı adına
Şükran Nasuhoğlu

Editör

Tekin Dereli

Danışma Kurulu

Zekeriya Aydın
Nuran Özalp
Mehmet Tomak

Katıda Bulunanlar

İlhami Buğdaycı
Mohaç Tekman

Abone Koşulları

Yurt içi yıllık abone bedeli:
500.000TL.
Yurt dışı yıllık abone bedeli: US\$15
Yurt içi abone bedelini
Türk Fizik Vakfı'nın 525865 No'lu
Posta Çeki Hesabına yatırarak
dekontun bir kopyasını
dergi adresine yollamak
yeterlidir.
Yurt dışı abone bedeli için
Türk Fizik Vakfı adına yazılmış
kişisel çek yollanabilir.

Adres

Prof. Dr. Tekin Dereli
ODTÜ Fizik Bölümü
06531 Ankara
Tel: 0.312. 210 32 55
(Bölüm Sekreterliği)
Tel: 0.312. 210 32 52

Fizik Dergisi,
Türk Fizik Vakfı tarafından
üç ayda bir yayınlanır.
Bu dergideki yazılar yazarlarının
sorumluluğunda olup,
Türk Fizik Vakfı Yönetim Kurulunu ve
üyelerini bağlamaz.
Yayınlanan yazılar kaynak göstermek
kapsulıyla yayımlanabilir.

Fizik Dergisi, Cilt 1, Sayı 1.2 ve 3,
Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye
Kurulu Başkanlığına 21/1 1994 gün ve
611.7. YKD. Bşk. Sür. Yay. Şb. Md.
311 sayılı kararı ile
ortaöğretim öğrencilerine tavsiyesi
uygun bulunmuştur.

Baskı

Yıllık Reklamcılık Matbaacılık Hizmetleri
Tel: 0.312. 419 35 46

Türk Fizik Vakfı'nın en önemli hizmeti olarak düşündüğümüz Fizik Dergisi'ni yayınlamağa devam ediyoruz. Bundan önceki sayıları, fizik öğretim üyeleri ve asistanlarının özverili çalışmalarıyla Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi'nde yayına hazırlamaktaydık. Zor şartlarda ortaya çıkan ilk sekiz sayıyı biraraya getirerek ciltledik. Yayınlanan yazıların Türkçe kaynak olarak kütüphanelerde bulunmasını böylece temin edebileceğiz. İsteyenler Türk Fizik Vakfı adresinden ayrıca birer kopya edinebilirler. Bundan sonraki sayıları ise, ODTÜ Fizik Bölümü'nde yayına hazırlamak için yeni düzenlemeler yaptık. Amacımız, kendini okutan, öğretici bir Fizik Dergisi'ni sizlere ulaştırabilmektir. Bu özverili işe devam için bizleri gayrete getiren, öğretmenlerimizin ve öğrencilerimizin destekleyici sözleri ve istekleri olmaktadır. Yeni sayıyı çıkarmadan önce biraz bekledik ve bir birikim oluşturduk. Kapak tasarımından sayfa düzenine kadar yenilikler yaptık. Dergiyi daha sık ve düzenli olarak sizlere sunmaya devam edeceğiz. Abone kayıtlarınızı yenileyebilmek için doldurup yollamanız gereken formları bu sayının içinde bulacaksınız.

Aklınıza takılan ilginç soruları var mı? Biz bazı sorular sorduk, yanıtlarını da verdik. Sizlerden de katkılar bekliyoruz. Bu köşeyi yürütecek olan arkadaşımız ODTÜ Fizik Bölümü'nden Y. Doç. Dr. Mustafa Özbakan.

Lise öğrencilerinin katıldığı Uluslararası Fizik Olimpiyatları artık bir gelenek haline geldi. On seneyi aşkın bir süredir Türk öğrenciler de bu olimpiyatlara katılmakta ve çok başarılı dereceler almaktalar. Bu konuda fizik öğretmenlerimizi ve öğrencileri bilgilendirmek için bir köşe oluşturduk. Bu konunun sorumlusu, ODTÜ Fizik Bölümü başkanı Prof. Dr. Sinan Bilikmen, aynı zamanda başlangıcından beri TÜBİTAK adına seçilen öğrencileri olimpiyatlara hazırlayan komitenin içinde görev almıştır. Bu amaçla ayrıca, 1996 yılında Uluslararası Fizik Olimpiyatı takım seçme sınavında sorulan teorik soruları ve bunların çözümlerini yayınlıyoruz.

Tekin Dereli

Orta Öğretim Ders Kitapları ve Müfredat Programları

Bir ülkenin kalkınmışlığının ölçütü ne çalışan fabrikalar ne de verimi yüksek tarım ürünleridir. Bir ülkede düşünebilen, problemi çözebilen insanların sayısı belli kritik bir sayıyı aşarsa, ülke kalkınmaya başlar.

Cengiz YALÇIN

Prof. Dr., ÖDTÜ Fizik Bölümü

Ders kitapları eğitimin en gerekli araçlarından biridir. Ülkemizde ilk ve orta öğretimdeki öğrenci, öğretmen, okul ve derslik sayısının coğrafi dağılımı gözönüne alındığında, ders kitaplarının eğitim sistemimiz için ne kadar önemli olduğu ortaya çıkar. Ayrıca, Türk öğretmen dernekleri ve sendikalar gibi meslek kuruluşları amaçları doğrultusunda gelişemediğinden, öğretmene mesleğini yürütmekte yardımcı olamamaktadırlar. İleri ülkelerde öğretmen birlikleri dergi, kitap, broşür ve benzeri yayınlar ve düzenledikleri mesleki toplantılar ile öğretmene yardımcıdır. Ülkemizde ise öğretmenin böyle bir şansı yoktur. Okulunda öğrencisi, sınıf ve kitabı ile başbaşadır. Ara sıra gelen bakanlık müfettişleri ise mesleki formasyonuna olumlu bir katkı yapamaz. Bu nedenle öğretmene mesleğini yürütmekte tek yardımcı olan ders kitaplarının kalitesi ülkemizde gelişmiş ülkelere göre daha büyük önem taşır.

Kitaplar öğrenci ve öğretmenin ufkunu genişletecek, onu düşünmeye yöneltecek içerikte olmalıdır. Öğretmen, ders kitabı ile birlikte öğretmen el kitabını kullanarak mesleki bilgilerini artıracaktır. Ülkemizde öğretmen el kitabı, çok yararlı olduğu hütün eğitimciler tarafından kabul edilmesine rağmen, kullanılmamaktadır. Bu büyük eksiklik mutlaka giderilmelidir. Ders kitapları ise öğrenciye "oku beni" diyecek kaliteden çok uzaktır; üzülmeye görmekteyiz ki bugünkü baskı ve eğitim kalitesi ile ders kitapları ailelerin büyük özveri ile ödedikleri paranın karşılığını verememektedir. Ders kitabı almayı zorunlu olmaktan çıkarınız, öğrenciler dersleri kitapsız izlesinler; eğitimin kalitesinde ve başarıda önemli bir değişim gözlenmeyecektir. Milli Eğitim Bakanlığınca yayınlanan ve lise fizik derslerinde okutulan kitabın kapağındaki diagram dahi yanlışdır. Bu kuvvet diagramı doğru kabul edilse kapakta gösterilen otomobilin çok garip bir yönde havalanıp uçması ge-

rekir. Kitabın içinde ise çok önemli bilimsel yanlışlar vardır. Bu örnek gösteriyor ki Milli Eğitim Bakanlığı kendi yayınladığı ders kitaplarına bile yeterli özeni göstermemektedir. Ne kadar gariptir ki bu kitaplar hala okutulmaktadır. Dolayısı ile Milli Eğitim Bakanlığının yayınladığı ders kitaplarının kalitesi eleştiri konusudur. Bakanlığa ders kitabı yazmış, yazdığı kitaplar milyonlarca öğrenci tarafından okunan bir yazar olarak bu noktayı üzülmeye belirtmek isterim. Öğrenciye, içinde yanlışlar bulunan hatta kapağı bile yanlış olan bir kitap ne verebilir? Dolayısı ile Milli Eğitim Bakanlığı bu önemli problemin üstüne eğilmeli ve çözmelidir. Çözüm, sanıldığı kadar karmaşık değil basittir. Aşağıda bu konu ile ilgili çözüm önerileri verilmiştir.

1. Milli Eğitim Bakanlığı zorunlu olmadıkça ders kitabı yayınlamamalıdır. Bakanlığın bir ticari kuruluş olan yayınevi gibi ekonomik etkinliklerde bulunması, çağdaş devlet kavramına terstir. Bakanlık, ders kitabı yayınına ayırdığı kaynakları daha rasyonel şekilde kullanabilir. Yukarıda belirttiğim gibi, yayınlanan kitapların baskı kalitesi düşük olup içinde bilimsel yanlışlar da vardır. Bakanlık sadece, özel sektörün çeşitli nedenlerle ilgi göstermediği konularda ders kitabı yayınlamalı ve özel sektörün, satış potansiyeli sınırlı olan alanlarda da ders kitabı yayınlamasını teşvik etmelidir.

2. Özel sektör tarafından yayınlanan ders kitaplarının baskı kalitesi de yeterli düzeyde değildir. Renkli kitap basımı ilk ve orta öğretim için bir zorunluluktur. Kaliteli baskı ve profesyonelce yapılmış sayfa düzeni kitabın okunma potansiyelini artırır. Öğrencilerimizde kitap okuma alışkanlığı çok düşüktür. Gençlerin okuma alışkanlığı edinmesinin ilk koşulu ders kitaplarını okuması ve kitaptan bilgi edinebilmesidir. Ders kitaplarını okumayan öğrenciden diğer kitapları okuması beklenemez. Ancak, öğrenciye sunulan ders ki-

tapları da okunulur nitelikte olmalıdır. Bugünkü sistem, öğrenciye okunabilir özellikte ders kitabı sunmaktan uzaktır. Bunun pek çok nedeni vardır. Bunlardan önemli olanları aşağıda sunulmuş ve çözümleri önerilmiştir.

Özel sektör, Talim ve Terbiye Kuruluna onay için basılmış kitap ile değil yanlış bir ifade ile müsvetde eser denilen maket kitap ile başvurmaktadır. Maket kitaplar Talim ve Terbiye Kurulundan ders kitabı olarak onay aldıktan sonra basılmaktadır. Onay alan yayınevi onaydan sonra baskı kalitesine yeterli yatırım yapmamakta, kaynakları hiçbir eğitim değeri olmayan pazarlamaya ayırmaktadır. Renkli baskıda, renk ayırımına özen gösterilmemekte ve renkler üst üste çıkmakta; kitap istenilen baskı düzeyinin çok altında üretilmektedir. Ne yazık ki Milli Eğitim Bakanlığının bu aşamada yayınevlerine bir yaptırım söz konusu olamamaktadır. Bakanlık ayrıca, kitap Talim ve Terbiye Kurulunca onay aldıktan sonra baskı kalitesi ile hiç ilgilenmemektedir. Uygulama bu yöndedir.

Ders kitabı yayınlamak ciddi bir iştir. Bu konuda deneyimli yayınevleri, ülkemizde bugünkü uygulamalar nedeni ile gelişmemektedir. Talim ve Terbiye Kurulunun istediği maket kitap üretmektedirler. Onay alındıktan sonra, taksit plakası satışı gibi onay yayınevleri arasında satılıp alınabilmektedir. Bu ticari etkinliğin kitap kalitesi üzerine olumlu bir etki yapması söz konusu değildir.

Kitap, profesyonel ressam, fotoğrafçı, grafikler, sayfa düzenleyicileri, editörler ve yazarlardan oluşan bir ekip tarafından üretilir.

Milli Eğitim Bakanlığının veya Özel Sektörün yayınladığı 1994 baskı kitaplarına baktığımızda bu işin ne kadar amatörce yapıldığını göreceksiniz. Bu duruma mutlaka bir son vermek gerekir. Yeterli yatırım yapabilecek sadece ciddi yayınevleri ders kitabı üretmeye soyunmalıdır. Her önüne gelen ders kitabı üretmemelidir.

Kitap kalitesini yukarıda belirttiğimiz düzeye yükseltmenin ilk şartı, maket kitap yerine basılmış kitap ile Talim ve Terbiye Kuruluna başvurmaktır.

Uygulama bu şekilde değiştirilirse yayınevleri, yatırımları artacağından, buna çok itiraz edeceklerdir. Bu itirazlarının inandırıcı bir gerekçesi yoktur. Ticaret belli bir riski de beraberinde getirir. Kitap üretiminde profesyonel ressam, fotoğrafçı, grafikler, editör ve yazarlar çalıştırıp doğru dürüst renk ayırımı yaptırıp uygun mürekkep ve kaliteli kağıt kullanılırsa kitabın onay alınması için bir neden yoktur.

Ders kitabının kalitesinin artırılması için bu uy-

gulamaya en kısa zamanda geçilmesi bir zorunluluktur. Bunu yapmak ise sadece bir yönetmelik maddesinin değiştirilmesinden ibarettir.

3. Ders kitapları ile ilgili diğer çarpık bir uygulama ise, okulların Talim ve Terbiye Kurulu onayından geçmiş kitaplar arasında birisini seçme işlenidir. Kitaplar onay aldığına göre hepsinin amaca uygun olması gerekir. Ancak, gerçek durum böyle değildir. Seçim, genel olarak kitabın kalitesi gözönüne alınmadan hatta kitaplar görülmeden yapılmakta ve seçim sürecinde yayınevinin pazarlama gücü her türlü eğitim değerinin üstüne çıkmaktadır.

Yayınevleri kitaplarını pazarlayan ve okul yöneticileri ile ilişki kuran geçici kadrolar oluşturmaktadırlar. Herhangi bir ticari kuruluşun üretimini pazarlaması çok doğaldır. Normal bir ürünün pazarlanmasında kalite ve fiyat gibi çok kesin parametreler vardır. Burada ise durumu farklıdır. Kitapların pazarlanması süreci içinde kitap satış fiyatının %30 - 40 arasında değişen komisyonlar kayıt dışı bir rant oluşturmaktadır. Bu kaynak vergilendirilmediği gibi eğitime de bir katkı sağlamamaktadır. Ailelerin çocuklarının eğitimi için kitaba ödedikleri paranın önemli bir kısmı, hiç bir sorumluluğu olmayan gruplara aktarılmaktadır. Bu durumdan yararlanma öğretmenlik mesleğinin onurunu zedeleyecek ve toplum önünde saygınlığını yitirecek boyutlara ulaşmıştır. Diğer taraftan öğretmenlerin çok büyük bir çoğunluğu ise böyle çarpık bir uygulamanın içinde değildirler ve bundan rahatsızlık duymaktadırlar. Bu yanlış uygulamanın vakit geçirilmeden önlenmesi gerekir. Bu nasıl yapılabilir? Şimdi bu konudaki önerileri sunuyorum.

Kitap seçiminde okul müdürlerinin yetkisi, o dersi okutacak öğretmenlerden oluşacak kurullara aktarılmalıdır. Dolayısıyla pazarlayıcı bir kişiye değil bir kurula muhatap olacaktır. Bir kurula komisyon teklif etmek bir kişiye teklif etmekten daha güçtür. Zümre Öğretmenleri Kurulları, kitap seçimini yazılı gerekçelere dayanarak yapmalıdırlar. Okul yönetimi, yaptığı seçimin yazılı gerekçesini yayınevlerine, yayınevinden yazılı istek gelirse vermekte zorunlu kılınmalıdır. Böylece kitap seçimine bir denetim mekanizması getirilmiş olur. Bu yöntem dahi bu günkü şikayet konusu olan uygulamayı önleyemez. Kalitesinin dışında bir nedenle kitap seçiminin bir miktar önü alınmış olur. Bunlar sadece ilgili yönetmelik maddesinde yapılacak bir değişiklik ile yaşama geçirilebilir.

Bu düzenleme yapıldığı takdirde, yayınevleri pazarlama için ayırdıkları kaynakları kitap kalitesinin yükseltilmesine ve yardımcı ders malzeme-

lerinin okullara ücretsiz sağlanmasına aktaracaklardır. Müfredat programlarında öngörülen deney ve etkinlikler ile ilgili araç ve gereçler kitap ile birlikte yayınevinden istenebilir. Yayınevleri de kitaplarını seçtirebilmek için daha ciddi çalışmak zorunda kalırlar. Okullara ücretsiz verilecek deney aletleri, tepegöz asetaları, slaytlar, posterler, basit bilgisayar ve benzetişim yazılımları, öğretmen el kitabı, yönetmelikte yapılacak bir düzeltme ile kitap seçiminde esas alınabilir.

4. Öğretmen el kitabı

Öğretmen sayısının çokluğu, meslek içi eğitim olanaklarının çok kısıtlı olması, öğretmen derneklerinin mesleki yayın yapmaması öğretmen el kitabının ülkemiz için ne kadar önemli olduğunu ortaya koyar. Yukarıda çeşitli vesileler ile belirttiğimiz gibi çağdaş eğitimin amacı, düşünen insan yetiştirmektir. Öğrenciye düşünmesini öğretmek öğretmenin temel görevidir. Düşünmeyi öğretmek herhangi bir bilgiyi öğretmek gibi basit değildir. Ders kitapları yalnız başına öğrenciye bu formasyonu kazandıramaz. Düşünmeyi öğrenmek sınıf içi bir etkinliktir; öğretmenin denetimi ile başlar devam ederek gelişir ve öğrencide bir davranış biçimi olarak şekillenir.

Öğretmen el kitapları (Teachers book, resource file) gelişmiş ülkelerde çok yaygın bir şekilde kullanılır ve düşünmeyi öğretmeye yöneliktir. Ders kitapları ile birlikte öğretime yayınevi tarafından verilecek öğretmen el kitabı, büyük bir boşluğu dolduracaktır. Ders kitabını hazırlamak gibi, öğretmen el kitabını hazırlamak da profesyonelce bir iştir. Talim ve Terbiye Kurulu tarafından ders kitaplarının onayına, öğretmen el kitabı şartı getirilirse yayınevleri kitap üretiminde mesleğin profesyonellerini kullanmak zorunda kalacaktır. Yayınevleri, öğretmen el kitabı yeni bir külfet getireceği için buna itiraz edeceklerdir, ancak bu itirazların nedenleri objektif olmaktan uzak olacaktır.

Kitap ve öğretmen el kitabı ve buna ilave olarak basit bilgisayarlara uygulanabilecek benzetişim yazılımları, renkli asetalar, posterler, slaytlar ve benzeri yardımcı eğitim malzemeleri ancak konusunda uzman bir ekip ile gerçekleştirilebilir.

Yayınevlerinden ders kitabı ile birlikte öğretmen el kitabını da istemek sadece bir yönetmelik maddesini değiştirerek sağlanabilir.

5. Ders kitapları ile ilgili önemli bir husus ise müfredat programlarıdır. Bilindiği gibi ilk ve orta öğretimde müfredat programları hazırlamak Talim ve Terbiye Kurulu'nun görevidir. Sekiz seneye çıkartılan ilköğretimin 4-5-6-7-8 sınıfları fen bilgisi müfredat programlarını hazırlayan komisyonda

başkanlık görevini yürüttüm. Kurul hazırladığımız müfredat programını onaylayarak uygulamaya sokmuştur. Daha sonra Milli Eğitim Bakanlığı tarafından oluşturulan kitap yazma komisyonuna başkan olarak atandım. Halen ilköğretim, ortaokul ve ilkokullarda bu komisyonun yazdığı kitaplar okutulmaktadır. Fen ve Teknoloji Eğitim programlarını geliştirme özel ihtisas komisyonunda başkan olarak görevlendirildim. Ancak bu komisyon gerekli çalışmaları başaramadı. Daha önceleri Milli Eğitim Bakanlığı öğretmen okullarında okutulan Modern Fizik dersinin kitabını yazdım ve Bakanlıkça yayımlandı. Üniversite düzeyinde beş ciltlik kitap yazdım ve çeviri yaptım. Şu anda Türkiye Üniversitelerinin hemen hemen tümünde kitaplarını okutulmaktadır. Dolayısıyla hem müfredat programlarını hazırlamada hem de kitap yazma konusunda belli bir deneyime sahibim. Amacım bu deneyimimi olumlu yönde ülke eğitiminin hizmetine sunmaktır.

Eğitim ana sınıfından başlayan ve üniversitede doktora derecesine kadar sistematik olarak devam eden, fakat sonu gelmeyen bir etkinliktir. Bu sistematik içinde ilk ve orta öğretimin amacı öğrenciyi hayata veya üniversite eğitimine hazırlamaktır. İleri teknoloji ve bilgi çağı, eğitime yeni olanaklar ve yeni sorumluluklar getirmiştir. Bir mesleğin profesyonelleri ulusal olmaktan çok uluslararası toplumun bireyleri haline gelmişlerdir. Her meslek dalında oluşan bu uluslararası elit kulüplere girebilecek ne kadar çok sayıda profesyonelimiz varsa, ulusal kimliğimiz her alanda bu sayı ile orantılı olarak taminacaktır. Bu ise ancak fonksiyonel bir eğitim ile kazanılır.

Zamanımızda, eğitilmiş insan herşeyi bilen değil, bilgi üretebilen, bilgiyi dağıtabilen, bilgiyi depolayabilen, bilgiye ulaşabilen ve bilgiyi her türlü problemin çözümünde kullanabilen insandır. Bu çağdaş özellikler gözönüne alınmadan uygulanacak programların bir yararı yoktur, sadece zaman ve kaynak israfıdır. Milli Eğitim Bakanlığı, programlarını bu anlayışa uygun olarak gözden geçirmek zorundadır.

Program geliştirmek (İngilizce curriculum development), ancak belli bir bütünlük içinde yapılabilir. Hedeflediğimiz insan, yirmibirinci yüzyıl ileri teknoloji ve bilgi teknolojisi olgusunun yarattığı toplum ile uyum içinde yaşayabilecek ve ona katkıda bulunabilecek insandır. Dolayısıyla Milli Eğitim Bakanlığının sorumluluğu içinde bulunan ana sınıftan lise son sınıfa kadar programlar bu anlayış içinde düzenlenmelidir. İlkokul hayat bilgisi ders programları, 4-5-6-7-8 sınıf fen bilgisi programları, lise fen bilimleri, fizik, kimya ve bi-

yoloji programları bir bütünlük içinde ele alınmalı, en kısa zamanda uygulamaya konulmalıdır.

Başkanlığımı yaptığım komisyonun 4-5-6-7 ve 8 sınıflar için hazırladığı programın, halen ilkökul 1-2-3 sınıflarda uygulanan hayat bilgisi ile ve lisede okutulan fizik, kimya, biyoloji ve fen bilimleri programları ile eski programlarla sistemli bir bağı yoktur. Program hazırlamak, yukarıda belirttiğim gibi, ilkökul birinci sınıftan lise son sınıfa kadar bir bütünlük içinde ele alınırsa bir amaca hizmet eder. Fen ve teknolojinin, burada belirtilmeyen ve çok önemli olan bilgi teknolojisinin ayrı bir eğitim süreci yoktur. Bilgi ve teknoloji ilkökul hayat bilgisi, fen bilgisi, coğrafya, yer bilimleri, fizik, kimya, biyoloji dersleri içinde, özelliklerini yukarıda belirttiğim yaklaşım ile verilir. Bugün hayat bilgisi derslerinde öğrenciye haberleşme aracı olarak telgraf öğretilmektedir. Faks, teleks, elektronik haberleşme gibi çağdaş haberleşme araçlarının öğrenciler isimlerini dahi okulda değil çevrelerinde duymaktadırlar. Bu sadece bir örnektir. Yapılacak iş, ilkökul hayat bilgisi ile lise fizik, kimya, biyoloji ve fen bilgisi programlarını bir bütün içinde ele alarak yeniden düzenlemektir.

Bugün liseden mezun olup mühendislik eğitimi görmek isteyen bir öğrencide, bilgi teknolojisinin temel kavramı olan sistem fikri yoktur. Böyle bir gencin bu önemli kavram ile üniversitede tanışması onun için bir talihsizlik, eğitim sistemimiz için bir eksikliklerdir. Lise fizik programı içinde yerleştirilecek bir bölüm bu eksikliği giderecektir. Belirttiğim gibi lise fizik, kimya ve biyoloji programları mutlaka çağın gereklerine göre yeniden düzenlenmelidir. Bilgi teknolojisi sistematik olarak geliştirilen bir süreç içinde ilkökulun birinci sınıfından lise son sınıfa kadar programlara yansıtılmalıdır. İleri teknoloji ve bilgi teknolojisi, kavramları sürekli gelişen bir sezi ve sonunda gelişmiş bir olgu olarak, öğrencinin kişiliğinin ve yeteneğinin bir parçası haline getirilmelidir. Bu şekilde yetiştirilen bir genç diğer ülkelerin gençleri ile 10 sene sonra rekabet edebilecek formasyona kavuşabilir.

Yapılacak iş 1991 yılında İngiltere'nin yaptığı gibi, fen ve bilgi teknolojisi kavramlarını programlara yansıtacaktır. Lise fizik, kimya, biyoloji, lise fen bilgisi ve seçmeli ileri fizik, ileri kimya ve ileri biyoloji programları yukarıda açıkladığımız nedenler ile yeniden gözden geçirilmeli, ilköğretim 4-5-6-7-8 sınıfları için hazırlanan fen bilgisi müfredatı uygulamalar gözönüne alınarak yeniden ele alınmalıdır. Böylece eğitim sistemimiz ilkökulun birinci sınıfından lise son sınıfa kadar bir program bütünlüğüne kavuşmuş olacaktır.

6. Gelişmiş ülkelerde ders kitapları, okulların mülkiyetindedir. Öğrenci ders kitabını kiralar ve sene sonunda geri verir. Her bir kitap için kiralanma ömrü en az beş yıldır. Dolayısıyla bir kitaptan en az beş öğrenci yararlanmaktadır. Bu şekilde kitap çok ekonomik bir biçimde öğrencinin hizmetine sunulmaktadır. Bir kitabın en az beş sene kullanılabilmesi için, belirli teknik şartları sağlanması gerekir. Gelişmiş ülkeler bu modeli yaşama başarı ile geçirmişlerdir. Ülkemizde ise ders kitapları bir eğitim problemi olmaktan öte bir sosyal problem haline dönüşmüştür. Her sene aileler kıstıtlı kaynaklarını zorlayarak çocuklarına ders kitaplarını satın almaktadırlar. Milli Eğitim Bakanlığı bu çarpık uygulamaya, etraflıca düşünülmüş bir proje ile son verebilir. Bir Milli Eğitim Bakanının, topluma artık ailelerin ders kitabı satın alması zorunluluğunun kaldırıldığını bildirmesi, beklenenin üstünde bir kabul görecektir. Senede 30-50 trilyon TL. olduğu tahmin edilen ve eğitimin kalitesinin artmasına, harcanan miktar ile orantılı bir katkı yapmayan bu kaynağın, ailelerin diğer gereksinimleri için kullanılması, büyük kesimi dar gelirlili olan bu gruba bir rahatlama getirecektir. Böyle bir projenin gerçekleştirilme şansı çok yüksektir.

7. Gelişmiş ülkelerde Eğitim Bakanlıklarının bünyesi içinde sürekli bir program geliştirme ve mevcut programları izleme birimleri mevcuttur. EARGED Milli Eğitim Bakanlığı içinde böyle bir işlevi yerine getirmek amacı ile kurulmuştur. Bu kurulun bakanlık birimlerince desteklenmesi ve konularında uzman kişilerin bu kuruluşlarda görevlendirilmesi, eğitimimize olumlu katkılarda bulunacaktır.

Görüldüğü gibi önerilerimiz yönetmelik değişiklikleri, bakanlık genelgeleri, bakanlığın kitap yayın politikasında benimseyeceği yeni bir yaklaşım, müfredat programlarının hazırlanması ile ilgili görevlendirmeler ile yerine getirilebilir. Bu öneriler benimsenip uygulamaya konulduğu takdirde ülkemizde ders kitapları problemi çözülmüş olur. Bu önerilerin en önemli özelliği bakanlığa mali bir külfet yüklememesidir. Aksine kaynak ısrafını önleyici niteliktedir.

Bir ülkenin kalkınmışlığının ölçütü ne çalışan fabrikalar ne de verimi yüksek tarım ürünleridir. Bir ülkede düşünebilen, problemi çözebilen insanların sayısı belli kritik bir sayıya aşarsa, ülke kalkınmaya başlar. Bu ülkede insanlar ekonomik, kültürel ve sosyal değerler üretebilir hale gelir. Ülkemizi bu kritik sayıya ulaştırma sorumluluğu ve görevi Milli Eğitim Bakanlığı'nındır. Önerilerimizin bakanlıkça dikkate alınacağını umarak saygular sunarım.

Maxwell Sentezinin Felsefi Sonuçları

Maxwell sentezinin elektrik, magnetizma ve optiği dört yasadan oluşan tek bir kuramda birleştirmesi fiziğin kaydettiği önemli bir adımdı. Newton'un üç hareket yasası ve kütle çekim yasasıyla Maxwell'in bu dört yasası, toplam sekiz yasa, klasik fiziğin temel yasalarını oluştururlar.

Burhan Cahit ÜNAL

Prof. Dr., Emekli Öğretim Üyesi

Newton mekaniği ile hareketin anlaşılması, fiziğin gelişiminde yeni ufuklar açmıştı. Çünkü, insanın elektrik ve magnetizma olayları konusundaki ilk bilgilerinin derinleşebilmesi, her şeyden önce, bir cismin herhangi bir kuvvetin etkisi altında yapacağı hareketin anlaşılmasını gerektiriyordu. Newton mekaniği işte bunu sağladı ve 19. yüzyılın ilk yarısında elektrik, magnetizma ve optik birbirinden bağımsız ayrı bilimler olarak felsefeden ayrıldılar.

Mekanik'ten sonra felsefeden ilk ayrılan optik oldu. Çünkü yıldızlara inanan Babilon'lulardan beri insan yıldızların hareketini, onların yolladığı ışık yardımıyla izlemişti. Teleskopun kullanımı optik olaylarının anlaşılmasını kolaylaştırdı (İlk teleskopu Galilé, ikincisini Newton yaptı).

Işığın kırılma yasasını 1621'de Hollandalı Snell (1591 - 1626) denel yöntemle buldu. René Descartes bu yasayı 1637'de ışığın tanecik kuramından çıkardı. Bu yanlış kuram, ışığın daha yoğun ortamda, daha yüksek bir hızla yayılmasını gerektiriyordu. Doğru kuramı 1678'de, Christian Huygens (1629 - 1695) ışığın dalga özelliğine dayanarak verdi. Ama bu kuram yaklaşık bir yüzyıl Newton'un yanlış tanecik kuramının gölgesinde kaldı. Fizikçiler Newton'un otoritesine güveniyorlardı. Fransız Augustin Fresnel (1788 - 1827), Huygens'in kuramını ele aldı ve matematik anlatımına kavuşturdu. Nihayet 1801'de İngiliz Thomas Young (1773 - 1829) ışığın dalga kuramını denel bir temele yerleştirdi.

Elektrik ve magnetizmanın da bağımsız bilimler olarak oluşmasına Fransız fizikçiler önemli katkılar sağladılar ve 1820 - 1825 yıllarında elektrostatik ve magnetostatik'in denel yasaları tamamlandı.

Charles A. Coulomb (1736 - 1806) durgun elektrik yüklerin meydana getirdiği elektrik kuv-

vetinin ifadesini buldu. Pierre S. Laplace (1749 - 1827), Carl F. Gauss (1777 - 1855) ve Simeon D. Poisson (1781 - 1840) durgun elektrik yüklerle, bunların oluşturdukları elektrik alan arasındaki bağıntıları yazarak elektrostatik'in yasalarını tamamladılar.

Elektrik akımının magnetik etkisini ilk kez Danimarkalı fizikçi Hans Christian Örsted (1774 - 1862) 1820'de gözledi. Fransız fizikçileri Jean Baptiste Biot (1774 - 1862), Felix Savart (1791 - 1841) ve Andre - Marie Amperé (1775 - 1836) magnetostatik'in yasalarını 1820 -1825 yıllarında tamamladılar.

Fransız Devrimi'nin Locke ve Newton'un felsefesi ve çağının bilimini kapsayan ansiklopedicilerle ilgisini gördük. Bu ilişki Devrim boyunca sürer. Napolyon Mısır seferine çıkarken, yüzün üstünde bilim adamını beraberinde götürür. Bilimsel araştırmayı teşvik için Polytechnique Okulunu açar ve en değerli bilim adamlarını bu okula tayin eder. 19. yüzyılın ilk çeyreğinde, Fransız fizikçilerinin optik, elektrik ve magnetizmaya katkıları Fransız Devrimi'nin bilime verdiği önemin doğal sonucudur. Fakat bu süreç Restauration'la son bulacaktır. Sadi Nicolas Carnot (1796-1832) termodinamiğin yasalarını 1836'da tamamlayacak, fakat işçi hareketlerine karıştığı için hapse atılacaktır. Eserini Alman Clausius ve İngiliz Lord Kelvin tamamlayıp 1850'de yayınlacaklardır.

Elektrik ve magnetizmaya dönelim.

Fransızların yasalarını tamamladıkları elektrik ve magnetizma, durgun elektrik yüklerini ve sabit akımlı durgun elektrik devrelerini kapsıyordu. Bu nedenle, bu iki dala elektrostatik ve magnetostatik adı verilir. Statik, durgun veya hareketsiz demektir.

19. yüzyılın en önemli fizik buluşunu Michael Faraday (1791- 1867) indüklenme yasasını 1831'de bularak gerçekleştirdi:

"Değişken bir magnetik alan, değişken bir elektrik alan meydana getirir."

Bu yasanın önemi, o güne dek ayrı sanılan elektrik ile magnetizma arasında bir bağlantı kurmasıydı. Bunun için durgun rejimden, değişken rejime geçmek yetiyordu. Çünkü, durgun elektrik yükleri yalnız durgun bir elektrik alan oluşturuyorlardı; durgun sabit akım devreleri de yalnız durgun bir magnetik alan oluşturuyorlardı. Durgun elektrik yükleri yakınında magnetik alan yoktu ve durgun sabit akım devreleri yakınında, devreler iletkenlerden oluştuğunda, elektrik alan yoktu. Ancak, hareketli yükler ve değişken akımlar değişken magnetik alan oluşturuyordu; bu sonuncu alan da, Faraday yasasına göre, değişken bir elektrik alan oluşturuyordu.

Faraday okumamıştı, bir cilt evinde işçi olarak çalışıyordu. Ciltlediği kitaplar arasında ilgisini çekenleri okuyarak kendini yetiştiriyordu. Kaldığı tavan arasında kurduğu mütevazı bir laboratuvar da, okuduğu kimya ve fizik deneylerini yineliyordu. İndüklenme yasasını bulduğunda, bu yasayı nicel olarak ifade edecek kadar matematik bilgisi yoktu. Bu nedenle, deney sonuçlarını matematik dili yerine İngilizce olarak ifade etti; matematik bilen fizikçiler, yasayı matematik dilindeki formüllerle yazdılar. Daha sonra Maxwell (1864) ve Einstein (1905) sentezlerinin dayanacağı bu önemli yasanın, matematiğin yardımı olmadan bulunmuş olmasını, ilerde bu konuya geri dönmek üzere, burada vurgulamakla yetinelim.

James Clerk Maxwell (1831 - 1879) elektrik, magnetizma ve indüklenme yasaları arasındaki tutarsızlığı ve eksikliği farketti. Elektrik ve magnetizma yasaları durgun rejimi kapsıyordu, oysa indüklenme yasası değişken rejimi getiriyordu. Bu durumda eksik olan yasa, indüklenme yasasının tersi idi:

"Değişken bir elektrik alan, değişken bir magnetik alan meydana getirmelidir."

Oysa, Amperé yasasına göre, magnetik alanın kaynağı sabit elektrik akımıydı. Maxwell, elektrik akımına değişken elektrik alanıyla orantılı bir terim ekleyerek bu eksikliği giderdi. Ayrıca, elektrikte, elektrik alanla elektrik yük arasındaki bağıntıyı veren Gauss yasasını değişken rejimi kapsayacak biçimde değiştirdi.

Böylece, elektrik ve magnetizma yasaları, indüklenme yasasıyla aynı değişken rejime uydurulmuş oluyorlardı. Bu üç yasaya, magnetik yükün yokluğu yasası eklenince Maxwell'in elektromag-

netizma kuramının dört yasası tamamlanmış oluyordu.

Amperé, Maxwell ve Faraday yasaları elektrik ve magnetik alanları birbirine bağlayarak, elektrikle magnetizmanın birleştirilmesini gerçekleştirmiş oluyorlardı. Bu birleştirmeden, ışık hızıyla yayılan bir elektromagnetik alanın varlığını öngörmek mümkün oluyordu. Heinrich Rudolf Hertz (1857 - 1894), 1875'te bu alanı laboratuvar da elde ederek hem Maxwell'in kuramını doğrulamış, hem de optiğin elektromagnetizmayı birleştirdiğini göstermiş oluyordu.

Maxwell sentezinin elektrik, magnetizma ve optiği dört yasadan oluşan tek bir kuramda birleştirmesi fiziğin kaydettiği önemli bir adımdı. Newton'un üç hareket yasası ve kütle çekim yasasıyla Maxwell'in bu dört yasası, toplam sekiz yasa, klasik fiziğin temel yasalarını oluştururlar.

19. yüzyılın son çeyreği, bir yandan klasik fiziğin fiziksel olayları başarılı bir biçimde açıklamalarına tanık olurken, öte yandan da bu kuramın açıklayamadığı bazı olaylar ortaya çıkmaya başlıyordu. Bu olaylar iki türdendi:

- bir kısmı, klasik fiziğin iç çelişkilerinden kaynaklanırken,

- bir kısmı da, klasik fiziğin atomlara uygulanmasından kaynaklanıyordu.

Klasik fiziğin iç çelişkisini, Newton'un hareket yasalarının uydukları Newton göreliliğine, Maxwell yasalarının uymaması oluşturuyordu. Bu çelişkinin çözümü Newton mekaniğinin ve göreliliğinin, Einstein mekaniği ve göreliliğiyle düzeltilmesi sonucu 1905'te gerçekleşecekti. Böylece, klasik fizik Newton artı Maxwell yasaları yerine Einstein artı Maxwell yasalarından oluşacaktı.

Bu düzeltme ikinci tür güçlülere, klasik fiziğin atomlara uygulanmasından kaynaklanan güçlülere bir çözüm getiremiyordu. Bu tür güçlülere bir çözüm de, Newton mekaniğinin Heisenberg ile Schrödinger'in kuantum mekaniğiyle düzeltilmesiyle 1925 - 1926'da gerçekleşti. Bu yeni fiziğe kuantum fiziği adı verilir.

Şimdi, atomlarla ilgili güçlülere dönelim.

17. yüzyılda, Galileo Galilei (1564 - 1642), Pierre Gassendi (1592 - 1655) ve Robert Boyle (1627 - 1691) maddenin özelliklerini, onu oluşturan atomların hareketleriyle açıklamak için Demokrit'in atomcu görüşünü yeniden ele alırlar. Daha önce de görüldüğü gibi, Newton da bu görüşe katılıyordu.

Atomcu görüşe kimyacılar önemli katkılarda bulunurlar: John Dalton (1766 - 1844), Mikhail Vassilievitch Lomonosov (1711 - 1765) ve diğeri. Buna karşılık, 19. yüzyılda, fizikçiler arasında atomcu görüş daha az kabul görüyordu. Clausius, Maxwell ve Boltzmann bu görüşü benimseyen nadir fizikçilerdi. Ludwig Boltzmann, Newton mekaniğinin gazlara uygulanması ile elde edilen gazların kinetik kuramından hareket ederek istatistik mekaniği kurdu. Denel yasaları 1850'de tamamlanan termodinamiğin yasa ve kavramlarını atom hipotezine dayanan istatistik mekanikle anlamak mümkün oluyordu (1872 - 1873). Fakat, Newton mekaniğinin atomlara uygulanması, nedeni sonradan anlaşılacak olan bir çelişki içeriyordu ve bunun sonucu olarak siyah cismin ışıması gibi bazı olayları açıklayamıyordu.

İşte, klasik fiziğin ister iç çelişkilerinden ister atomlara uygulanmasından kaynaklanan bu güçlüklerle fiziğin bunalımı adı verildi. Bu bunalım karşısında fizikçiler iki kampa ayrıldılar: fiziksel gerçekçiler ve fiziksel simgeciler. Her iki kampın lideri, Avusturyalı iki fizikçi idi: Ludwig Boltzmann (1844 - 1906) ve Ernest Mach (1838 - 1916).

Fiziksel gerçekçilik okulunda, Boltzmann'ın arkasında 19. yüzyıl fiziğine önemli katkılar yapmış olan Kirchhoff, Maxwell, Hertz, Helmholtz ve Lord Kelvin gibi fizikçilerin büyük çoğunluğu yer alıyordu.

Fiziksel simgecilik okulunda ise Mach'ın arkasında Poynting, Pearson, Duhem ve Poincaré gibi sayılı birkaç fizikçi yer alıyordu.

Atomcu görüşün varisi olan gerçekçi okul, görünen olayı (fenomen) maddenin iç nedenlerine bağlıyordu. Bilgi sürecinin gelişimini Boltzmann şöyle anlatır:

"Yalnız çevresiyle en uygun biçimde düşünen sonsuz yaşam savaşında yaşamını sürdürebilir. Doğaya hükmeden insanın düşüncesi değildir. Hayır, düşüncemi oluşturan, beni sürekli olarak çevreleyen şeylerdir. Başım, uzun ve yanlış atımlardan sonra, bende beni çevreleyen gerçeğin zihinsel portresini oluşturmaya öğreninceye kadar bana karşı çıkıyor. Düşünce var olalı, bu zihinsel uyma süreci de vardır ve düşünce var oldukça, o da var olacaktır. Bu zihinsel uyumun sonuçları kuşaktan kuşağa geçti; ve onlar bu yolda ısrar ettikçe, zorunlu bir iktidar elde ediyorlar. Bu yolla, kanılar gelişiyor ve sonunda aksiyon oluyorlar."

Boltzmann, bilimin uygulamasında doğrulanması gereken modeller yardımıyla fiziksel gerçe-

ğin doğru ve uygun imgesini arıyordu. Modellerinde, doğrulamayacağı modellere geçmemekte tedbirli idi. Atomların iç yapısı konusunda hiçbir öneri yapmadı. İmgeler konusunda ise şunları yazıyordu:

"Karanlıkta arayarak dünyanın doğru imgesini bulmanın çok güç olduğunu deney kadar, basit bir gözlem de gösterir. İmgeler, el yordamıyla, mutlu kişisel düşünceleri ağır ağır oluştururlar. Gerçekten, epistemoloji, atomistiğin dogmacı ve metafizik uzantılarına olduğu kadar, tüm doğayı az bir gayretle açıklayan bir hipotez bulmayı unan sayısız hipotez üreticilerine de karşı çıkıyor."

Simgeci Okul olay (fenomen) ve gözlemlerin sonuçlarıyla yetiniyordu. Bu okul, Auguste Comte'un, Emmanuel Kant'ın ve Berkeley'in varisi idi. Ernest Mach'a göre:

"Bilim adamları, aralarında bağlantılı denel olgularla kendi kendilerini sınırlamalıdır. Ancak, ölçülebilen büyüklüklere doğrudan bağlı kavramları kullanmalıdırlar."

Mach'a göre,

"Bilimin amacı:

- 1) Temsiller arasındaki ilişkilerin yasalarını aramak (fiziyojoloji),
- 2) Duyumlar arasındaki ilişkilerin yasalarını bulmak (fizik),
- 3) Temsillerle duyumlar arasındaki ilişkilerin yasalarını açıklamak (psikofizik)."

"Duyumlar" şeylerin simgeleri değildir. "Şey" aksine, bağıl bir karanlıkta karmaşık bir duyumun zihindeki simgesidir. Dünyanın asıl öğeleri, şeyler (cisimler) değildir; yani fakat renkler, sesler, basınçlar, uzaylar, yani süreler duyum dediğimiz şeylerdir."

Mach bilimin görevini yalnız gözlem sonuçlarının düzenli ilişkisinde gördü ve insanın duyumlarının kaynağı olabilecek bağımsız, yansız bir dış dünya kavramını yadsıdı.

Simgeci Okulun Fransız müridi Henri Poincaré uzay ve zamanı şöyle anlıyordu:

"Uzay ve zaman kavramları bağıldırlar ve bunun sonucu olarak, bunları bize kabul ettiren doğaya değildir; bunları doğaya kabul ettiren biziz, çünkü bu kavramlar kolaylık sağlıyor."

Poincaré için, doğa yasaları, insanın kolaylığı için yarattığı simgeler ve kabullerdir.

Görüşlerini özetlemeye çalıştığımız bu iki okuldan, fiziksel gerçekçilik okulunun mensupları, bilmeden, materyalist felsefeyi savunuyorlardı. Fiziksel simgecilik okulunun mensupları ise, bilerek, Comte ve benzerlerinin pozitivizmini savunuyorlardı.

Mach tıpkı Comte gibi, "süreklilik ve benzerlik ilişkilerinin ötesine" ve "olayların esas meydana geliş biçimine" ilişkin her türlü araştırmanın karşısında idi. Mach'ın felsefede vargüçle matematiğe tutunması ve pozitivizmi hep bir cepheden ele almış bulunması dolayısıyla yeni - pozitivist (Wiener Kreis) filozofları üzerinde büyük etkisi oldu. Pierre Duhem de bilimde, bir takım kuramlarla görüntüleri ortadan kaldırıp gerçeğe göz göze gelmenin fiziğin görevi olmadığını ileri sürüyordu.

Mach ve yandaşları, pozitivizme uygun biçimde, maddenin atom modeline karşı çıktılar. Mach önce Boltzmann'ın ve sonra Planck'ın kuramlarını eleştirerek, bilimin temel kurallarına uygun olmadığını şiddetli bir dille söylemiştir. Fizik eğitimindeki etkileri nedeniyle bu çalışmayı incelemekte yarar var.

Fizik tarihi insanın fiziksel gerçek üzerindeki bilgisinin zamanla dış görünüşsel (phénoménologique) düzeyden daha derin ve daha temel bir düzeye doğru derinleştiğini gösteriyor. Fiziksel gerçek, her an iki yanıla görünür; olay (phenomene) ve öz (essence). Bilgilenme süreci iki düzeyde gelişir: Denel (duyumsal) düzey ve kuramsal (ussal) düzey. Eski Yunan atomcularının olayı atomlarla açıklama çabası, bu iki görünümü içeren bir kurgu idi. Boltzmann'ın termodinamiğin denel yasalarını, maddenin varsaydığı atomsal yapısına dayanarak istatistik yöntemle açıklaması, bilginin bu iki düzeyli gelişmesine güzel ve ilk örneği oluşturuyordu. İlk kez fiziğin temel bir yasasını atomsal düzeyden hareket ederek anlamak mümkün oluyordu. Bu buluş 19. yüzyılın son çeyreğinin pek çok fizikçisini şaşırttı, çünkü atomlar henüz gözlenmemişti ve kimyacıların aksine, fizikçilerin çoğu maddenin atom modeline inanmıyorlardı. İşte böyle bir ortamda, Boltzmann simgecilerin saldırıları karşısında yapının boşa çıkacağı korkusuna kapılarak 1906'da atomların gözlemlenmesinden iki yıl önce intihar etti.

Maddeyi zihinsel bir simgeye indirgeyen, fiziğin kavramlarını insanın doğaya zorla kabul ettirdiğini varsayan bu görüş fizikte nereye kadar gidebilirdi? Yanıt: Fiziğin matematikselleşmesi oldu.

Fizik nicel bir bilim olduğu için, olayları karakterize eden büyüklükler matematiksel simgelerle gösterilir. İşte bu simgeleri, olayı özünden yalıtılmış biçimde anlatan "duyumlar" ya da "temsiller" le aynı sayarsak fiziği tarihsel yolundan saptırmış oluruz. İşte, Fransa'da Restauration'u izleyen iktidarlar Ernest Mach'ın müridleri olan Henri Poincaré ve Pierre Durhem'in bu tür görüşlerini resmi devlet görüşü haline getirerek fizik eğitimini etkilediler. Başlangıçta, fizikçilerin büyük çoğunluğunun fiziksel gerçekçilik okulunun görüşlerini paylaşmasına karşın, fiziğin gelişmesinde fiziksel simgeci okulun büyük etkisi oldu.

Yukarıda belirttiğimiz gibi, fiziksel gerçeğin iki yanı vardır: Olay ve öz. Simgeci okul, özünden soyutlayarak yalnız olayla yetinir. Bir örnek verirse, bir fizik deneyinde yapılan ölçümle yetinmek, bu sonucu veren iç mekanizmaları unutmak ya da düşünmemek. Simgeci okulun mensupları doğa yasalarını, maddenin iç mekanizmaları olarak değil, fakat "duyumlar" ya da "temsiller", ya da "simgeler" arasındaki kolaylık sağlayan bağıntılar olarak anlıyorlar. Buraya kadar, bu okulun görüşü, öteki karşıt okulun görüşü kadar saygıdeğer bir felsefi görüştür. İki görüş fizikte hiçbir değişikliğe neden olmaz. Zararlı etki, gerçek fiziksel büyüklüklere karşı gelen matematik simgeler, olayı özünden ya da fiziksel içeriğinden soyutlanmış olarak anlatan "duyumlar", ya da "temsiller" ya da "simgeler"le bir tutulduğunda kendini gösterir. Dönemin pozitivist filozofu Abel Rey bile bu duruma karşı çıkar ve fiziğin matematikselleştirilmesini şöyle anlatır:

"Fizik daima matematiğe yakınlığına çalışıldı ve matematiğin genel bir fikri fiziğin genel bir fikrine dönüştürüldü... Burada, fiziği anlama ve değerlendirme tarzında, tüm deneycilerin ihbar ettikleri matematik bir zihniyetin işgali söz konusudur... Matematiğin soyut kurguları, fiziksel gerçeğe matematikçilerin bu gerçeği kavrama tarzı arasına bir duvar çekmiş gibi görünüyorlar. Fiziğin yansızlığını üzüntüyle hissediyorlar... Fakat kuramlarının karışıklıkları ya da geri dönmeleleri bir sıkıntı yaratıyor. Bu durum çok yapıldı, arandı ve kotarıldı; bir deneyci fiziksel gerçeğe sürekli temasın kendi görüşleri üzerinde ona sağladığı güveni, burada bulamıyor... İşte, her şeyden önce fizikçi olan tüm fizikçilerin ve tüm yeni mekanikçi okulun söyledikleri... Kuramsal fizik matematiksel fiziğe dönüşüyor... O zaman, biçimsel fizik, yani sadece matematikleşmiş matematiksel fizik dönemi başladı, - fiziğin bir dalı olarak matematiksel fizik değil, fakat matematiğin bir da-

lı olarak. Bu yeni evrede, yapının tek içeriğini sağlayan (sadece mantıksal) kavramsal öğelere alışan, ele almakta güçlük çektiği maddi ve kaba öğelerden sıkılan matematikçi zorunlu olarak bunları mümkün mertebe soyutlamaya ya da bunları tamamen kavramsal ve gayrimaddi düşünmeye ya da onları tamamen ihmal etmeye yöneldi. Sonunda, öğeler gerçek ve yansız veriler olarak; tümüyle söylersek, fiziksel öğeler olarak kayboldular. Yalnız diferensiyel denklemlerle gösterilen biçimsel bağlantılar kaldı."

Bilimlerin sınıflandırılmasında, Auguste Comte'un matematiğe tanıdığı önceliği daha önce gördük. Bir olayın "özü"nü ya da "gerçek nedeni"nin ne olduğunu arayıp sormanın pozitivist felsefede anlamı ve yeri olmadığını gördük. Ernest Mach bu felsefeyi geliştirerek simgeci (yeni - pozitivist) felsefesini kurdu. Bu felsefenin fizikçiler arasında yandaşı pek azdı. Fakat 20. yüzyılın ilk çeyreğinde fizikte büyük etkisi oldu. Heisenberg ile Schrödinger'in 1925 - 1926'da gerçekleştirdikleri fiziğin kuantum sentezinin yaygın yorumu olarak bilinen ve Kopenhag yorumu adı verilen yorum işte bu yeni - pozitivist felsefenin fizikteki yansımadır. Öte yandan, bu felsefe Avrupa'da özellikle Fransa'da en uygun kabul ortamı buldu. Restoration'la Devrim öncesi felsefelere tepki gösteren Fransız iktidarları, Comte'un pozitivizminde ve Henri Poincaré ile Pierra Duhem'le temsil olunan yeni - pozitivistimde, Fransız Devrimi'nin en uygun inkâr felsefesini buldular.

Fransız burjuvazisinin bu stratejik kararı, Abbasi Halifesi Mütevekkil'in ya da Selçuklu sadrazamı Nizamül - Mülk'ün stratejik kararları gibi, Fransa için çok ağır sonuçlara neden olacaktı.

Bazılarını sıralayalım:

- Fransa, Napolyon'dan sonra hiç bir savaşta kazanmadı.

- Devrim öncesi bilim dili olmaya aday Fransızca bugünkü Latince gibi bir kültür diline dönüştü.

- Bilimsel araştırmalara olanak sağlamak için açılan Politeknik Okulu, Restoration'la birlikte bürokrat yetiştiren bir okula dönüştü. Araştırma kurumları bürokratikleştiler.

- Fizik eğitimi matematikselleştirilerek, fiziksel gerçekle ilişkisi koparıldı. Kuramsal fizik, Fransız fizik eğitiminde yerini bulamadı. Maxwell, Einstein ve kuantum sentezleri Fransız fizik eğitimine nüfuz edemediler. Boltzmann uzun yıllar tanınmadı. Sadece denel ölçümlerle yetinen, sonuçları yorumlayamayan, bir tür "denel fizikçilik" akımı doğdu.

Bu saptamalar, Türkiye dahil herhangi bir Müslüman Üçüncü dünya ülkesi için de aynen geçerlidir. Çünkü Fransa bir iktidarın bilim ve felsefeye sırt çevirmesi konusunda son örneğimizi oluşturmaktadır.

Ernest Mach'ın yeni - pozitivistiminin Almanya ve İngiltere'de önemli bir etkisi olmadı. Çünkü bu ülkelerdeki iktidarların maddeden kaçmak için bu tür felsefelere gereksinimi olmadı. Bu nedenle, bu ülkeler fiziğe temel katkılarda bulundular. Einstein ve Heisenberg - Schrödinger sentezleri Alman kültürü ülkelerde gerçekleşirken, İngiltere Rutherford'un deneyi ve Dirac'ın kuramıyla önemli katkılar yaptı.

Prof. Dr. Sait Akpınar

Yaptığı çalışmaların, araştırmaların sonucunu günlük hayatta uygulamaya koymak, bunları kullanıma açmak isteyen Sait Akpınar, ülkemizde araştırma ve geliştirmeye yerince önem verilmediğini, bu araştırmalar için gerekli coşkuyu çevresinde göremediğini söylüyor.

Röportaj: Dünya UZMAY



Prof. Dr. Sait Akpınar ve meslektaşı olan eşi Remziye Hanım ile Yeşilyurt'taki evlerinde güneşli ama soğuk bir kış günü görüştük. Telefonda kendilerinden bir randevu istediğimde başlayan ve evden içeri girene kadar süren heyecanım bu gerçekten güzel, kültürlü, hoşsohbet ve sıcakkanlı insanları görünce dağıldı. Akpınar çifti toplumumuzda - ne yazık ki - sık sık rastlayamadığımız kişiler, kişiliklerdi. Sait Bey'den önce kısa bir özgeçmiş rica ettim, ancak bu yanlış bir rica idi. Sait Bey'in pırl pırl zekası ve hafızası ile esprili olarak anlattığı özgeçmişi o kadar ilginçti ki, bunun kısaca geçilemeyeceğini tahmin etmem gerekirdi. Bu nedenle daha önce hazırladığım soruları bir yana bıraktım ve oturup Sait Bey'i dinledim:

Sait Akpınar, 28 Mart 1913 yılında İstanbul'da doğuyor. Babası kumaş ve fes imal edilen Feshane'nin - şimdilerde Nejat Eczacıbaşı'nın İstanbul'a

kazandırdığı bir kültür merkezi, imamı imiş. Sait Bey gülerek babasının sarıklı olduğunu söylüyor. Feshane fabrikasında Cevat Bey adında, Fransa'da okumuş bir başmühendis vardır. Sait Bey Hekim Kutbiddin mahalle mektebine başladığı yıl, babasının tavassutu ile Cevat Bey'den her hafta 3 - 4 gün Fransızca dersleri almaya başlıyor. Daha sonra Eyüp Ortaokulu'nu bitiren Sait Bey, 1930 yılında açılan Pertevniyal Lisesi'nin ilk öğrencilerinden biri oluyor. Hekim Kutbiddin mektebinde çok iyi bir eğitim alan Sait Bey ortaokul ve lisede fazla çalışmadan bu bilgilerle idare ediyor. Pertevniyal Lisesinde, Nurullah Ataç Sait Bey'in Fransızca öğretmeni. Ancak onun Fransızca'yı çok iyi bildiğini görünce sen bol bol Fransızca kitap oku, benim derslerime gelmene gerek yok diyor ve onu Almanca öğrenmeye teşvik ediyor. Sait Bey de daha sonra Ankara Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesinde profesör olan Cristinus adlı bir Avusturyalı'dan Almanca öğrenmeye başlıyor. 1933 yılında sıra Pertevniyal Lisesi'nin ilk mezunları olmaya geliyor. O zamanlar "bakalorya" denen bir sınavlar dizisi sonunda mezun olabiliyor öğrenciler. Ancak bakalorya öncesi yapılan kıyasıya bir voleybol maçı, arkasından bahçede alınan soğuk duş Sait Bey'i yatağa düşürmeye yetiyor. Tam bu sırada Atatürk'ün önce Galatasaray Lisesi'nde, daha sonra da Pertevniyal Lisesi'nde tarih, coğrafya sınavlarına gireceği duyuluyor. Sait Bey, iyi bir öğrenci, ancak daha ziyade matematik, fizik seviyor. Tarih, coğrafya pek ilgi alanı içinde değil. Neyse ki, Atatürk de sınavlara gelmiyor. Hastalığı nedeniyle istediği gibi çalışmayan Sait Bey Pertevniyal Lisesi'ni 10. olarak bitiriyor. Bu sırada her liseden en başarılı beş çocuğun katılabileceği Avrupa imtihanları açılıyor. Fizik öğretmeni Sait Bey'in yeteneklerinin farkında. Pertevniyal'den 5 değil, 10 en başarılı çocuğun katılmasını talep ediyor. (Öğretmenin yetkisini kullanabilmesinin ne güzel bir örneği). Bu on çocuktan yalnız Sait Bey imtihanı kazanıyor...

Avrupa imtihanını kazanmasında okul hayatının yanı sıra, hobilerinin de Sait Bey'e çok faydası oluyor. Çünkü 1926 yıllarında Sait Bey amatör radyolucuga merak salıyor ve radyo yapıyor. Arkadaşlarına radyo verip, buhar makinesi alıyor. Radyo istasyonu o zamanlar Büyük Postahane'nin üzerinde, verici ise Kemerburgaz'a yakın Osmaniyeye'de imiş. Radyo dinlemek vergiye tabi olduğu için (yılda 5 TL.) Sait Bey babasından gizli yaptığı radyo ile karyolasını anten olarak kullanıp Macaristan ve Romanya'dan müzik dinlemiş. İşte Avrupa imtihanındaki sorulardan biri olan "Radyo nasıl çalışır?" sorusunu bunun için gözü kapalı cevaplamış. Daha sonra da göreceğimiz gibi Sait Bey'in hobileri o gün bugündür devam ediyor.

Sait Bey, 1460 sayılı yasaya göre T.C. devlet burslusu olarak Frankfurt - Goethe Üniversitesi Fizik - Matematik - Kimya Bölümüne gitmek üzere 1934 senesinin başında Berlin'e gidiyor. Önce Polonya hududuna 10 km uzaklıkta (şimdi Polonya sınırları içerisinde olan) Züllichau'ya Almanca öğrenmek için gönderiliyor. Almanca'yı zaten Türkiye'de öğrenmiş olan Sait Bey, bu dili pekiştirirken, özel hocasından ayrıca İngilizce dersleri alıyor. 1934 - 1937 yıllarında Frankfurt - Goethe Üniversitesi ve 1937 yılında fizik doktorası için Göttingen Üniversitesine gidiyor Sait Bey. Bu arada Hitler iktidara gelmiş, üniversitelerde Yahudi olan ve Yahudilerle akrabalığı bulunan Alman hocaların hepsi üniversiteden uzaklaştırılmışlardı. Koca Frankfurt Üniversitesinde bile bir tek Matematik hocası kalmıştı ki, o da bir doçentti. Bu öğretim üyelerinden bir çoğu Türkiye'ye kaçmışlardı. Öyle ki, Sait Bey'e bir fizik asistanı "bütün iyi hocalar İstanbul'da. Sen niye doktora yapmaya buraya geldin?" diye sorar. Hitler taraftarı olma-



Avrupa imtihanını kazandı Türk öğrenciler 1937'de Göttingen'de. Resimdekiler: S. Aybar, F. Domaniç, C. Arf, B. Davran, S. Akpınar, E. Zafil

masına rağmen Göttingen Üniversitesinde kalabilen Deshauer adlı bir profesör ile başladığı çalışmaları - katihal fiziği - 1940 yılında tamamlar Sait Bey. Mezuriyeti kutlamak için üç arkadaş - bunlardan biri de Fahri Domaniç'tir - motorsikletlerle Karaormanlarda bir geziye çıkarlar. Ve bu gezi sırasında, henüz II. Dünya Savaşı resmen ilan edilmemişken, cepheye çağrı alan bir Alman'dan savaş hazırlıklarının başladığını öğrenirler. Benzin satışları derhal durdurulur, Sait Bey arkadaşları ile dağ yollarından zar zor Göttingen'e dönerler. Derhal Berlin'e müfettişliğe çağırılırlar ve her birine 300.-DM verilir ve Türkiye'ye dönmeleri emredilir.

1940'da Sait Bey İstanbul'a gelir. Göttingen'e gelmiş olan Prof. Kerim Erim, İ.Ü. Matematik profesöründen, Teknik Üniversite'den Prof. Salih Murat'tan beraber çalışma önerileri alır. Ancak o, Almanya'dan gelen Profesör Harry Dember'in yanında Fen Fakültesinde kalmaya karar verir. Prof. Dember Yahudidir ve bir çok araştırmaları vardır. Lakin o da daha sonra ABD'ne gidecektir. Fakültede doktorası olduğu için Sait Bey'e kadro

bulamazlar ve "lektör" adı altında 35.-TL. maaşla işe başlatırlar. Hoş bu maaşın da üçte biri ancak dört ay sonra zar zor ödenir. Tam bu sırada, 1941'de Sait Bey askere çağırılır. Gaziemir'deki yedeksubay okulunda 4 ay kaldıktan sonra Ankara'ya gelir. Burada onu başçavuş yaparlar. İsmet Paşa oğlu Erdal ile yedeksubay okulunu ziyarete geldiğinde Sait Bey'le fizikçileri, kimyacıları, gruplara ayırır ve fabrikalarına gönderirler. Metalürjistler Kırıkkale'ye giderler. Sait Bey'in de aralarında olduğu 4 kişi merkezde kalırlar. Fizikçilerin ne yaptıklarını soran paşalara mesleklerini anlatırlarsa da sonunda yedeksubay okuluna muhabereci olarak iade edilirler.



Bu görevi arı binebildiği için çok sever Sait Bey. Ayrıca gizli gizli paraşütçülük derslerine katılırsa da, yakalanır ve bu işin sonunu getiremez. Derken kura sırası gelir, kayak yaparım belki diye Sarıkamış'ı isterken, Ankara'yı çeker ve Genel Kurmay'da Muhabere Müfettişliğine gönderilir. Burada bir albayla aynı odada, gizli haritalar önlerinde muhabere planlarını işlerler. Sabahattin Eyüpoğlu da bu sırada onlarla beraber ikinci askerliğini yapmaktadır. II. Dünya Savaşı devam etmekte, kritik günler yaşanmaktadır. Askerliğini bitiren Sait Bey İstanbul'a, üniversiteye döner...



sörü olarak ders verirken, 6 ay için Argonne National Laboratory (ABD)'de Nükleer Reaktörler kursuna katılıp, daha sonra bu okulda hoca olarak ders verir. Küçükçekmece'de kurulacak olan nükleer reaktörün yapımı için ABD ve Norveç'te ileri kurslara katılır. 1961 yılında Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinin kuruluşu için çalışmaya başlar ve ÇNAEM'in 1962 - 1969 yılları arasında müdürlüğüne getirilir. Aynı yıllarda (1963 - 80) Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Temel Bilimler Araştırma Grubu Yürütme Komitesinde görev alır.

Eski Fen Fakültesi, Vezneciler'de, Zeynep Hanım Konağındadır. Bu konak 1942 de yanmıştır. Daha sonraları, yine Vezneciler'de bir bataklık üzerine 1.5 m aralıklarla dikilen meşe direkler üstüne inşa edilmiş bulunan 700 yıllık bir kilisenin kalıntıları üzerine yeni Fen Fakültesi inşa edilmiştir. Zeynep Hanım Konağı yangınından geriye kalan konferans salonunda henüz derslere devam edilmektedir. Bahçede çeşmenin kenarında yangından kurtarılan laboratuvar aletleri artıklarını toplayan Sait Bey, bunları Toros adlı Ermeni bir ustaya götürür. Her derste 7 - 8 deney yapmak isteyen İsviçreli hocası Prof. Zuber'e deneyler için gerekli aletleri hazırlar. 1948 yılında aynı fakültenin güzel asistanlarından Remziye Hanım ile evlenir, bir kızı olur. Artık Sait Bey Denel Fizik Doçentidir, (nükleer fizik, elektronik, nükleer instrumentasyon). Bu devrede Türkiye'de radyoaktif izotopların ilk uygulamalarında kullanılan cihazların yapımı, İ.Ü. Tıp Fakültesi Tedavi Kliniği (Haseki) ile ilk tıbbi uygulamanın yapılması, minyatür civa lambası geliştirilmesi -akciğerin içten morötesi ışıkla ışınlanması için- gibi çalışmalar içindedir. 1949'da 3 ay Massachusetts Institute of Technology'de nükleer elektronik ve kozmik ışınlar üzerine araştırmalar yapar. 1955 - 57 yılları arasında Uludağ Fizik Laboratuvarında bir mezon teleskopu yapar Sait Bey ve uluslararası bir çalışmanın parçası olarak bununla gözlemlerde bulunur. Manyetik alan, partiküller izlenir. Sait Akpınar 1956 - 57 yılları arasında, Nükleer Reaktör Komitesinde üyelik, Atom Enerjisi Komisyonu İstişare Kurulu üyeliği, Millî Savunma Bakanlığı İlmi İstişare Kurulu (İLAR) üyeliği yapar. 1957 - 61 yılları arasında ise İ.Ü. Fen Fakültesinde Fizik Profe-

1969 yılında ÇNAEM Müdürlüğünden, TAEEK Genel Sekreterliği ile anlaşamama nedeniyle ayrılır. Üniversiteye döner ve 1983 yılında emekli olanca ya kadar burada çalışır. TÜBİTAK'ta danışman olarak son yıllara kadar görev yapan Prof. Sait Akpınar'a 1983 yılında bu kurumun Hizmet Ödülü verilir.

Yaptığı çalışmaların, araştırmaların sonucunu günlük hayatta uygulamaya koymak, bunları kullanıma açmak isteyen Prof. Sait Akpınar, ülkemizde araştırma ve geliştirmeye yeterince önem verilmediğini, bu araştırmalar için gerekli coşkuyu çevresinde göremediğini söylüyor. Coşkusuz ekiplerle coşkulu araştırmalar da ne yazık ki mümkün olmuyor. Tahsisat eksikliği zaten belli başlı bir problem teşkil ediyor. Özel sektörün de bu araştırma ve geliştirme çalışmalarını uzun vadeli bir yatırım olarak düşünmesi ve pek hevesli olmaması da bilimsel araştırmaları desteksiz bırakıyor. Ancak bir - iki firma bu araştırmaların sonucunu, üretimlerinin akışı içinde kullanmayı istemişlerdir. Bu konudaki düşüncelerini Prof. Sait Akpınar TÜBİTAK'daki raporlarında teferruatlı olarak anlatmıştır.

Sait Bey Beethoven'in maskesi ve Göttingen resimleriyle süslü çalışma odasında halen çalışmalarına devam ediyor. Maketleri için kullandığı bal-sa ağacından yapılmış özel uçak parçaları bir kenarda duruyor ve Sait Bey ağır işitenler için bir duyma cihazı geliştirmeye çalışıyor.

Geç vakit Akpınar'ların Yeşilyurt'taki evlerinden ayrılırken bütün bir ömrü bir güne sığdırmanın imkansızlığını düşündüm, hele böyle renkli bir ömrün...

Güneş Enerjisini Gerçekten Kullanabilir miyiz?

Elektriği güneş enerjisinden üretim yöntemini biliyoruz. Bilmediğimiz, bunu nasıl ucuza mal edeceğimizdir.

Sir Nevill MOTT

1977 Nobel Fizik Ödülü Sahibi

Astronomlar evrenimizin on ile yirmi milyar, buna rağmen dünyamızın ise dört buçuk milyar yaşında olduğunu düşünmekte. Bu dört buçuk milyar yılın yarısından fazla bir süre içerisinde, yaşam çeşitli evrelerle hüküm sürmüştür. İnsanoğlu 'homo sapiens' ise sadece yüz bin senedir varoldu. Bu, onun için yalnızca bir başlangıçtır. Güneş, sonsuz bir enerjiye sahip olmamakla birlikte, bilim adamlarının tahminlerine göre, beş milyar yıl daha bizi ısıtmaya devam edecektir. Bu zaman boyunca dünyada insanoğlu veya herhangi başka bir yaşam şekli sürecelecektir. Şu anda karşı karşıya kaldığımız bir gerçek var ki, bizden sonraki kuşaklar için yaşam çok zor olacaktır.

Bundan milyonlarca yıl önce güneşten aldıkları enerjiyle varolmuş ormanların ürünleri olan kömürü ve petrolü tüketmekteyiz. Önümüzdeki yüz yıl boyunca petrol, birkaç yüz yıl boyunca kömür, pahalı bile olsa kullanılacaktır. Fakat çocuklarımız ve torunlarımızın geleceklerini düşünmeliyiz. Gelecekteki bilim adamlarının, enerji sorununu çözebilmeleri için çok daha akıllı olmaları gerekmektedir. Kömür ve petrol dışında başka bir enerji kaynağı bulmak zorundalar. Bunun yalnızca iki yolunu bilmekteyiz. Biri, bütün tehlikelerine karşın kısıtlı uranyum rezervlerini kullanarak nükleer gücü geliştirmektir. Eğer nükleer fisyon (kaynaştırma), tehlikeleri azaltılıp kullanılabilir duruma getirilebilirse, enerji kaynaklarında artış sağlanmış olunur. Ne yazık ki bu hiç kolay görünmemekte. İkinci yol ise güneş enerjisini kullanmaktır. Güneş enerjisi, yaşamın kaynağıdır. Kömür ve petrolün hammaddesi ormanların oluşabilmesi için gereken enerji Güneş'ten gelmektedir. Yeldeğirmenlerini çeviren rüzgarın enerjisi ya da barajlara dolan suyun enerjisi, aslında güneş enerjisidir. Tropikal ormanlar yaratıp petrol ve kömür üretebilmemiz olanaksızdır. Eğer nükleer fis-

yon kullanmak istemiyorsak, elektriği güneş enerjisinden üretmeliyiz. Üretim yöntemini biliyoruz; ama bilmediğimiz konu, bunu nasıl ucuza mal edeceğimizdir. Üretilen elektriğin saklanması ise başka bir sorundur. Uzay mekiklerinde, küçük jeneratörlerde elektrik enerjisi üretilmekte ve kullanılmaktadır. Oysa ki, çok daha fazla enerji üretimi yapabilecek bir güneş enerjisi istasyonuna sahip değiliz.

Enerji stoklarımız tükenmeden önce bir çözüm yolu bulmak zorundayız. Yakılan petrol dünyadaki karbondioksit miktarını artırmakta, bu da doğal dengenin bozulmasına neden olmakta; sonuçta atmosferin sıcaklığını yükseltmektedir. Oluşan ısı enerjisi ve artan sıcaklıkla, kutuplardaki buz adaları erimekte ve toprak kaybı gözlenmektedir. Ayrıca, dünyamızın az gelişmiş bölgelerinde sürekli bir enerji ihtiyacı gözlenmektedir.

Güneş ışığını kullanarak elektrik üretiminin kısa adı 'photovoltaics' dir. Bu silikon teknolojisinin bir koludur. Silikon kristalinin üstüne düşen güneş enerjisi p-n eklemi yaratarak elektrik üretir. Kullanılabilecek kadar elektrik üretimi yapabilmek için güneş ışığının çok geniş bir alana düşmesi gerekmektedir. Bu alan yedi - sekiz kilometre kare olmalıdır. Ayrıca, silikon kristali pahalı bir madde olduğundan, pek beğenilmemektedir. Daha ucuz bir yol ise kristal durumda olmayan ince silikon tabakası kullanılmaktadır.

Gerçek şudur ki gelecekte enerji gereksinimimiz artacak; güneş enerjisinden yararlanmak isteyeceğiz. Elektriği saklama sorunumuzu çözdüğümüzde ise geniş alanları güneş pilleriyle doldurmak zorunda kalacağız. Federal Almanya ile Suudi Arabistan'ın ortak geliştirmekte oldukları bir proje, alan ve saklama sorununu gün ışığına çıkarmaktadır. Suudi Arabistan, sahip olduğu pet-

rolün bir gün biteceğinin bilincindedir. Ancak, Suudi Arabistan'da petrolden başka, çok boş alan ve bol güneş ışığı da vardır. Proje, bu alanlara geniş güneş jeneratörleri kurmak, suyu hidrojen ile oksijene ayırmaktır. Araştırmalar, bu projenin sonuçlarının nasıl olacağı hakkındadır.

Hidrojen, çevreyi kirletmeyen kusursuz bir yakıttır. Hidrojen endüstrileşmiş ülkelere götürülüp güç istasyonlarında enerjiye dönüştürülebilir. Fakat, hidrojen fazlasıyla patlayıcı bir madde olup

pek azımız, yakıt olarak hidrojen kullanan bir otomobil sürmek isteyecektir. Hidrokarbon kullanımını daha mantıklı gelmekle beraber, bu da karbondioksit oluşumuna neden olmaktadır.

Bunlar gelecekteki sorunlarımızdır. Benim şu anda anlatmak istediğim şey, fen dallarında eğitim görmek, kariyer yapmak isteyenler için gelecekte insanlığın mutlak gereksinimi olan bu projeler, bir örnek başvuru olmalıdır.

*Cambridge Üniversitesi emekli öğretim üyesi Sir Nevill Mott, manyetik ve düzensiz sistemlerin elektronik yapısı konusunda kuramsal araştırmaları ile bilinen ünlü bir fizikçi olup bu alandaki çalışmalarını nedeniyle 1977'de Nobel ödülü almıştır. Bu yazı, **Internalizing Physics** adlı UNESCO yayımından (D.K. Nachtigall (ed), *Internalizing Physics. Science and Technology Education, Document Series No: 48*, ss: 6-8, UNESCO Pub., Paris, 1995) Türkçeye çevrilmiştir.*

Metnin Türkçe çevirisi, bazı düzeltmeler dışında, ODTÜ Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü son sınıf öğrencisi Buğrahan YALVAÇ'ındır.

TÜRK FİZİK VAKFI ÜNİVERSİTE BURSLARI

TFV Üniversitelerin Fizik ve Fizik Mühendisliği bölümlerinin 2. 3. ve 4. sınıflarında okuyan başarılı öğrencilerine karşılıksız burslar vermektedir. Burs tutan üniversite öğrencilerine verilen kredi tutan düzeyindedir.

Başvuru Koşulları:

1. Geçmiş yılların ders programlarının takintsiz başanmış olması.
2. Not ortalamalarının en az 65/100, 12/20 veya 2.5/4 olması.
3. Başka bir yerden burslu olunmaması (bazı durumlarda aranmayabilir).
4. Bir bursiyer yukarıdaki koşulları sonradan yerine getiremez duruma düşerse bursu kesilir.
5. Bir bursiyer lisansüstü eğitime başlarsa bursu da sürer.

Başvuru için, Bölüm Başkanlıklarından veya Vakıftan temin edilebilecek "Türk Fizik Vakfı Başvuru Formu" ve eklerinin Vakıf adresine gönderilmesi gerekir. Başvurular en geç 1997 Mart ayı sonuna kadar Türk Fizik Vakfı'na ulaşıp olmalıdır. Burslar 1 Mart'tan başlayarak ödenecektir.

Ön Yargılı Nükleer Enerji !..

Bilim ve tekniğin eriştiği düzeydeki "tam otomatik ve 3-4 kat yedek soğutma sistemli," güvenilirliği çok yüksek, 30-40 yıllık deneyimlerle geliştirilmiş nükleer santrallerin Türkiye'de de işletilmesi teknik bir sorun yaratmayacaktır.

Yüksel ATAKAN

Dr. Fizikçi, Heppenheim, Almanya

Son yıllarda basında nükleer enerji konusu sık tartışılmakta. Türkiye'de nükleer santral yapımına bazıları "evet" /1/, bazıları da "hayır" /2/ demektedirler. "Evet" diyenlere ve nükleer enerji dalında çalışan bilim adamı ya da teknik personele "nükleer lobicilik" yaftası yapıştırılmakta, Çernobil kazası öne çıkarılarak, nükleer santrallere güvenilemeyeceği ve bunları işletebilecek bilgi, deneyim ve yetenekte Türkiye'de teknik personelin bulunmadığı ileri sürülmektedir.

35 yıldır, çoğu Almanya'da geçen ve Nükleer Santrallerde çalışan personelin ve çevrede yaşayan halkın radyasyona karşı daha iyi korunmasıyla ilgili önlemler konusunda çalışmış ve bu uzmanlık dalında, az çok yayınları /3/ bulunan bir kişi olarak burada, salt düşüncelerimi belirtmekten çok "bazı gerçekleri" ortaya koyarak tartışmalara katılmak istiyorum.

Düşünceler bir yana, "gerçekler" nelerdir?

Nükleer santrallerin de çok az olmasına rağmen elbet ki riskleri vardır, tekniğin tüm dallarında olduğu gibi! Ancak, Çernobil tipi bir santral, batıda daha proje aşamasında ilgili makamlardan izin dahi alamazdı, yapılıp, işletilmesi şöyle dursun! Bu nedenle, batıdaki Nükleer Santraller için Çernobil bir örnek olamaz! Nitekim, ABD'deki TMI Nükleer Santralındaki 1979 yılındaki kazada çevreye Çernobil kazasıyla karşılaştırılmayacak derecede az radyoaktif madde yayılmıştır (TMI'da reaktör, kalın çelik ve beton güvenlik silindiri içinde kapsüllenmiş olduğundan) /3/.

Kimsenin ölmediği TMI'deki kazadan bir hafta sonra kuzey Hindistan'daki bir hidroelektrik santralının barajı patladığında 20 000 kişi ölmüş; basın ve yayın organlarında Hindistan'daki kazanın küçük bir haber olarak yer almasına karşılık, TMI kazası aylar ve hatta yıllarca güncel konu gibi medyada yer almıştır!..

Türkiye'de bazı kimselerin gereksiz yere nükleer santral yapmaya ya da yaptırmaya gayret ettiği ileri sürülüyor! Bu böyle midir, değil midir bilemeyiz? Ancak iddia edildiği gibi bile olsa şu gerçeğe nasıl bir yanıt verilecektir: Dünya Enerji Konseyi Türkiye Milli Komitesinin 1993 Enerji Raporunda Türkiye'nin 2010 yılında, 1993'de tükettiği tüm enerjinin birbuçuk katını dışardan satın alacağı yer alıyor. Çoğumuzun arzu etmesine rağmen, güneş ve rüzgar enerjileri dahil "yenilenebilir" ya da "tükenmez" enerjiler, önümüzdeki 50 yılda bile bu açığı kapatacak verimlilikte ve ucuzlukta olamayacak ne yazık ki!

Ayrıca, güneş ve rüzgar enerjisinden yararlanmayı risksiz sanıyoruz! Eğer çevre ve insana etkilerle ilgili tehlike ya da riskler üzerinde durulacaksa, bunu tüm teknikler için bilimin eriştiği düzeydeki yol ve yöntemleri kullanarak ayrı ayrı yapıp, karşılaştırmak gerekir. Örneğin güneş enerjisinden Sahrada 1000MW'lık güç elde edilmesi için, kabaca 3 km x 4 km'lik bir alanı beton taban üzerinde güneş ışınlarını odaklayan aynalarla, ve kollektörlerle donatmak gerekiyor. Almanya gibi güneş enerjisi etkinliğinin çok daha az olduğu bir ülkede aynı elektrik gücüne ulaşabilmesi için kabaca 9 km x 10 km'lik çok daha büyük bir alan gerekecektir!

Bir kent merkezinden büyük böyle bir alanda ve 1000 derece dolayındaki sıcaklık nedeniyle yakın çevredeki yaşam (flora ve fauna) / ekoloji ne olacak diye nedense pek kafa yormuyoruz!. Binlerce yıldır oluşmuş ekoloji, bir anda yüksek sıcaklık nedeniyle kuşların bile uçamayacağı bir yöre haline gelmeyecek mi? Artan nüfus da gözönüne alındığında, santraller yerine ilerde Türkiye'de sayısı belki birkaç yüzü bulacak "güneş enerjisinden yararlanma bölgeleri" gibi insana, kurda, kuşa yasak bölgeler oluşunca bugünkü nükleer enerji karşıtları nasıl davranacaklar acaba?

Hangi kent, bu büyüklükteki alanların yanbaşılarında yapılmasını isteyecek? Ayrıca, inşaat sektöründeki kaza riskinden gidildiğinde, büyük alanların betonlanması sırasındaki kazalar sonucu ölecek ya da yaralanacakların sayısı hiç de yabana atılacak düzeyde değil!

Nükleer enerji konusunda çalışanları ya da nükleer enerjiye "evet" diyenleri "nükleer lobici" olarak görmek ve bu konuda uzun yıllar bilimsel ve teknik çalışmalar yaparak, daha güvenilir ve çevreye "yok denecek kadar az" radyoaktif madde salınan nükleer santrallerin yapımına katkıda bulunan kimselerin görüşlerini "lobici" diye önemsememekle sorun çözülüyor mu acaba? İleride enerji açığı nasıl kapatılacak, gitgide artarak havaya salınan CO₂ ve beklenen iklim değişikliği sorunları nasıl çözümlenecek? Bilimsel ve teknik yönleri iyi incelenmiş projelerle konuya eğilmek gerekmez mi? Bugün, ABD, Japonya, Fransa ve Almanya gibi ülkeler nükleer enerjiden neden acaba hala büyük ölçüde yararlanmaktadırlar? Batıda nükleer enerji karşılarının, konuya yabancı olan halkın kafasını çelerek, "çevreyi ve geleceğimizi koruyalım" gibi sözlerle, nükleer enerji ve teknik düşmanlığı propagandası yaparak, "daha güvenli ve ekonomik nükleer santral" yapımını tam durdurmasalar da yavaşlatukları doğrudur! Buna rağmen Fransa, Japonya ve Kore gibi bazı ülkeler bu çeşit propagandaya kulaklarını tikamış, nükleer santral yapım programlarını hızlandırmışlardır.

Özetle, risksiz hiçbir teknik yoktur ve bilimsel yol ve yöntemlerle yapılan risk hesaplarında nükleer enerji riski en az olanlar içindedir. Tıpkı bugün toplu taşıma aracı haline gelen, ama riski en az olan uçaktan korkulmasına karşılık, her gün kara yollarında dünyada binlerce ölü ve onbinlerce yaralı verildiği benzetmesinde olduğu gibi!

Uygarca yaşamak istiyorsak, gitgide artan nüfusun gereksinmelerini karşılamak için, teknikten yararlanma zorunluğu var. İnsanlarımızı aç, susuz, evsiz, barsız bırakamayacağımıza göre nükleer enerji de diğer enerji türleriyle birlikte "enerji yelpazesi"ndeki yerini alacaktır. Bugün hızı kesilmiş

görülse bile 15-20 yıl sonra 7-8 milyara ulaşacak Dünya nüfusuyla birlikte artan enerji gereksinimini karşılamada nükleer enerjiden başka önemli bir seçenek de yoktur. Uçaktan korkmaya benzer fobimizi atıp, daha güvenli nükleer santraller yapıp, hem çok daha yararlı olarak kullanabileceğimiz ve yakmak için çok yazık olan fosil kaynakları ve hem de bunların yakılmasıyla ortaya çıkacak zararlı maddelerden çevremizi ve iklimi korumalıyız. "Benden sonrası isterse tufan olsun" demiyorsak!

Türkiye'de bugün, Atom Enerjisi Kurumundan, Üniversitelere kadar nükleer enerji konusunda 1960'dan beri çalışmalar yapılmaktadır ve burarda çalışan değerli bilim adamı ve teknik personel vardır. Nükleer santrallerin yapımı ve işletilmesi sırasında böylece gerekli katkı ve denetim sağlanacaktır. Ayrıca Batıda olduğu gibi, nükleer santrali işletecek personel ve "operatörler" in, iyi öğrenim yapmış yetenekli genç elemanlar arasından seçilerek bunları daha nükleer santral yapılırken, yurt dışında bu santralin benzerleri ve simülörler üzerinde yetiştirilmesi ve deneyim kazanmaları sağlanacağı da açıktır. Halen yurt dışında nükleer enerji konusunda çalışan Türk bilim adamları ve teknik personelin de gerektiğinde Türkiye'deki meslektaşlarını destekleyecekleri unutulmamalıdır.

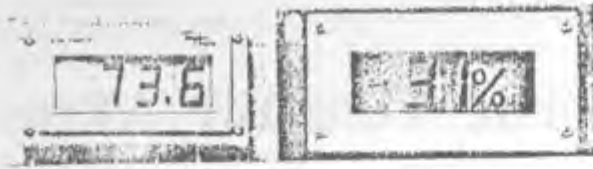
Bu nedenlerle, bilim ve tekniğin eriştiği düzeydeki "tam otomatik ve 3-4 kat yedek soğutma sistemi", güvenilirliği çok yüksek, 30-40 yıllık deneyimlerle geliştirilmiş nükleer santrallerin Türkiye'de de işletilmesi teknik bir sorun yaratmayacaktır, önyargıyla karşı çıkılmaz ise! Yazımı, Einstein'ın sözüyle bağlayayım:

"Atom çekirdeklerini parçalamak, önyargıları parçalamaktan çok daha kolaydır!"

/1/ Cumhuriyet, 04.05.1995, Ş. Gençay, Nükleer Enerjide Gecikme,

/2/ Cumhuriyet, 04.05.1995, O. Bursalı, Nükleer santrale evet mi?

/3/ Çernobil Radyoaktivitesinin İnsana ve Çevreye Etkileri, Y. Atakan, TÜBİTAK Yayınları, 1994.



Şekil 3. Bazı sıvı kristalli sayısal göstergeler.

kullanım alanı sıvı kristalli televizyonlardır (Şekil 1). Böylece, kol saatleri, hesap makineleri ve taşınabilir bilgisayar ekranlarından, duvarlara asılabilen renkli televizyonlara hızlı bir geçiş yaşanmaktadır. Bugün, posta kartı büyüklüğünde yapılan sıvı kristalli televizyonlar piyasada bulunuyor. "Geleceğin televizyonu" olarak düşünülen ve birçok araştırma laboratuvarında yoğun çalışmalara konu olan sıvı kristalli televizyonlar, şimdiki katot ışını tüplü televizyonlara göre daha az enerji harcamakta ve göze zararlı ışınlar yayınlamamaktadır.

Görüldüğü gibi, SKG'ler günümüzün teknolojik toplumunda insan ile makina arasında bir "arayüz" olarak görev yapmakta ve gelecekte bilgi gösterimine olan ihtiyaç arttıkça daha da büyük bir rol oynayacağı beklenmektedir.

Bir SKG'nin çalışma ilkesi, sıvı kristallerin fiziksel özelliklerine dayanır. Basit bir örnek olması nedeniyle, sıvı kristalli bir kol saatinin (veya hesap makinesinin) göstergesinin nasıl çalıştığını açıklamaya çalışalım. Ancak bunun için, sıvı kristallerle ilgili kısa bir bilgi sunmak yararlı olacaktır.

Sıvı kristallerin uygulama alanlarında gözlenen bu hızlı büyüme, bu maddelerin nispeten yakın tarihlerde keşfedildiği düşüncesini akla getirir. Oysa durum hiç böyle değildir.

Faraday'ın elektromanyetik indüksiyon olayını keşfetmesinden hemen sonra, devrin başbakanı kendisine bunun bir uygulamasının olup olmadığını sormuş. Faraday'ın "Bilmiyorum, ancak bahse girerim ki birgün gelecek hükümetiniz bunun için bir fon ayıracak" cevabını verdiği söylenir. Benzer bir öykü, sıvı kristallerin keşfi için de düzenlenebilir. Herşey bir yüzyıl önce başladı. Avusturyalı botanikçi F. Reinitzer bir bitkiden elde ettiği kolesterol benzoat adlı bileşiğin ısıtıldığında, katı fazdan sıvı faza geçerken türbid görümlü bir ara hal sergilediğini gözlemiştir. Çok geçmeden, benzer olayı polarize mikroskop altında inceleyen Alman fizikçi O. Lehmann, katı ile sıvı arasında kalan bu fazı "sıvı kristal" (liquid crystal) olarak adlandırdı. Lehmann'a bu yeni maddenin bir uygulamasının olup olmadığı sorulsa, sanırım O'da

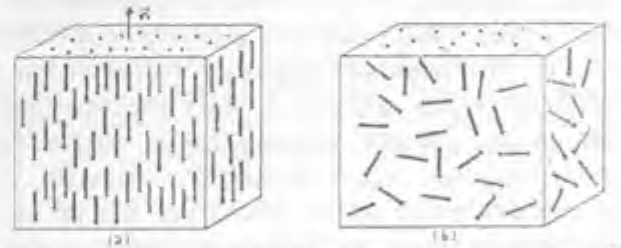
Faraday'ın verdiği benzer bir cevap verecekti. O zamanlar, deneysel imkanların eksikliği, sıvı kristallerin uzun yıllar rafa kaldırılmasına neden olmuştu. 1960'lı yıllarda şeffaf elektrodların yapımı ve oda sıcaklığında sıvı kristal özellik gösteren MBBA gibi yeni birleşiklerin sentezi, bu tür maddeleri araştırmacılar için vazgeçilmez bir konu haline getirdi. Çok geçmeden de laboratuvar masalarından piyasa pazarına hızlı bir geçiş oldu.

Genellikle maddenin doğada katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç halden birinde olduğu kabul edilir. Oysa okullarda öğrendiğimizin aksine bunların dışında, sıvı kristaller olarak bilinen bazı organik birleşikler bir katı ile bir sıvı arasında ara hal sergilemekte; kristal yapı katuların anizotropik ve sıvıların akışkanlık özelliklerini aynı anda göstermektedirler. Bu maddeler polarize mikroskop altında incelendiklerinde ilginç desenler sergilemektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Polarize mikroskop altında sıvı kristal maddenin ortaya koyduğu bir desen

Sıvı kristaller genellikle sigar biçimli moleküllerden oluşur ve bu moleküller ortaklaşa olarak n yön vektörü (veya direktör) olarak tanımlanan bir eksen boyunca yönelim gösterirler. Oysa normal sıvılarda moleküller rastgele bir yönelim sergilerler (Şekil 5).



Şekil 5(a). Bir sıvı kristal ile (b) bir normal sıvıdaki moleküler düzenlemeler.

Şekil 5-a'da görüldüğü gibi sıvı kristal ortamdaki moleküller tıpkı bir kalem kutusundaki ka-

lemeler gibi aynı doğrultuda yönelmiş olmakla beraber, konumları için herhangi bir düzen söz konusu değildir. Ortamdaki bu yönelimsel düzen, kristal yapılı katılardakine benzer bir anizotropik davranışın moleküler düzeyde gerçekleşmesine neden olur. Yönelimsel düzenleme tipine bağlı olarak; nematik, smektik ve kolesterik olarak adlandırılan çeşitli sıvı kristal fazlar bulunmakla birlikte, bunlardan gösterge amaçlı kullanılan nematik fazdır.

Sıvı kristaller, üzerine düşen ışığın polarizasyon düzlemini çevirirler. Bu nedenle, çapraz polarizör sistemi arasına normal bir sıvı konulduğunda ilk polarizörden geçen ışık ikinci polarizörden geçmezken; çapraz polarizörler arasına sıvı kristal bir madde konulduğunda, ortam üzerine gelen ışığın polarizasyonu değişime uğrar ve ikinci polarizörden ışık geçmiştir olur.

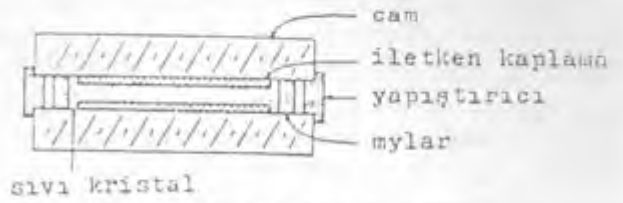
Diğer taraftan, sıvı kristal bir madde elektriksel dipol momentine sahip olduğundan üzerine uygulanan küçük bir elektrik alanına karşı hemen bir tepki gösterir. Ortamın dielektrik sabiti, madde ile elektrik alanı arasındaki etkileşimin bir ölçüsüdür. Örneğin, negatif dielektrik anizotropiye sahip bir sıvı kristal maddeye elektrik alanı uygulandığında moleküller alan boyunca yönelirler. Bundan dolayı birkaç voltluk bir potansiyel farkı uygulayarak, ince tabakalı bir sıvı kristal maddeyi opak görünümünden şeffaf görünüme dönüştürmek mümkündür.

İşte bu iki özellik, bir SKG'nin çalışma ilkesinin temelini oluşturmakta ve digital saatlerde, hesap makinelerinde geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tür uygulamalarda sıvı kristaller çevre ışığından yararlandığından, diğer ışık yayan göstergelere (minyatür elektrik lambaları, neon tüpleri, ışık yayan diyodlar) göre avantajlar içermektedir.

Şimdi bir SKG'nin nasıl çalıştığını incelemeye çalışalım. Bir cam parçası bir kumaş parçası ile hep aynı doğrultuda yavaşça sürtülürse, cam yüzeyinde gözle görünmeyen mikroskopik boyutta yivler oluşur. Nematik sıvı kristal bir madde bu yüzeye konulursa, moleküller bir karton kutu içindeki kibrit veya kürdan demetine benzer şekilde, enerjilerinin minimum olduğu denge konumuna gelmek üzere, cam levha yüzeyindeki yivler boyunca dizileceklerdir. Eğer sıvı kristal madde, bu tür bir sürtme işlemi uygulanmış iki cam levha arasına konulursa oluşan sandviç tipi hücre içinde moleküllerin tümü belirli bir yönde dizilmiş olurlar. Şimdi, cam levhalardan biri diğere

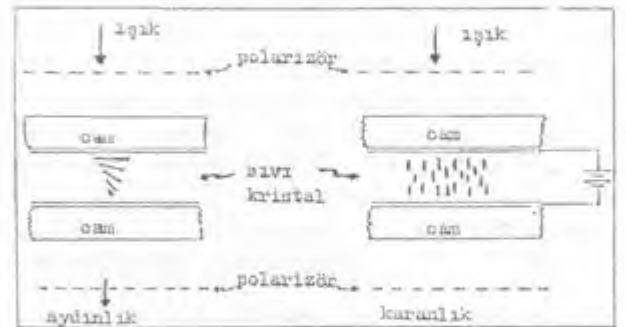
göre 90 derece döndürülürse, moleküller de bir cam levhadan diğerine 90 derecelik bir bükülme açısı ile yönelmiş olurlar. Bu durumda oluşan "bükümlü nematik hücre" içerisinden geçen ışığın polarizasyon doğrultusunu aynı açıyla çevirmiş olacaktır.

Sayısal bir SKG'nin yapımında, cam levhalar sürtme işlemi uygulanmadan önce ince, şeffaf ve elektriksel olarak iletken olan (örneğin kalay oksit gibi) bir maddeyle kaplanır. Cam levhalar arasındaki uzaklık genellikle mikron mertebesinde olduğundan, küçük bir voltaj uygulanması, büyük bir elektrik alanı doğuracaktır. Şekil 6'da tipik bir SKG'nin temel yapısı gösterilmektedir.



Şekil 6. Tipik bir sıvı kristal hücre yapısı

iletken kaplamalı cam levhalara yumuşak bir bezle sürtme işlemi uygulanıp, aralarına nematik sıvı kristal madde konularak elde edilen bükümlü nematik hücre iki polarizör arasına yerleştirilir. Bu hücre üzerine gelen ışık, moleküllerin yönelim eksenini izlediğinden ortamdaki geçişi gerçekleşir. Ancak hücreye bir voltaj uygulanırsa, moleküllerin alan yönünü tercih etmeleri sonucu bükümlü nematik yapı bozulur ve önceki optik olay gözlenmez. Bu durumda çapraz polarizörlerden ışık geçmez ve hücre karanlık görünür. Voltaj kalktığında bükümlü nematik yapının geri dönmesi sonucu, polarize ışığın geçişi ile ortam yeniden şeffaf görünüme dönmüş olur (Şekil 7).



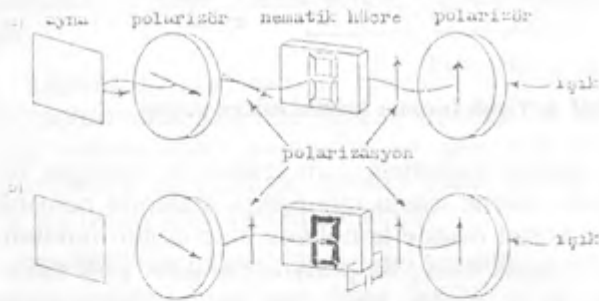
Şekil 7. Bükümlü nematik hücrenin şematik gösterimi.

Böylece sıvı kristal hücre ışık geçişini kontrol eden bir "ışık anahtarı" olarak görev yapmaktadır.

Bir SKG'nin nasıl çalıştığı Şekil 8'den kolayca izlenilebilir. Şekil 8-a'da, polarizörden geçen ışık

büklümlü nematik hücreden geçecek ve polarizasyon doğrultusu değiştiğinden, ikinci polarizörden de geçip aynadan yansiyarak geldiği yolu izleyerek geri dönecektir. Bu durumda ortam şeffaf görünecektir. Oysa Şekil 8-b'de, voltaj uygulanması ile moleküler düzenlenme değiştiğinden ikinci polarizörden ışık geçmeyecek ve ortam karanlık görünecektir. İletken kaplama yapılan yüzeylerden birisi, 8 rakamı biçiminde yedi segmentle şekillendirilirse, herhangi bir segmente voltaj uygulanması ile 0'dan 9'a kadar herhangi bir rakamın görüntülenmesi mümkün olacaktır. Polarizörlerin doğrultusunu değiştirerek, siyah arka zemin üzerinde beyaz rakam elde edilebilir.

Bir saat veya hesap makinesinde, gösterilen rakamdaki herbir segmente farklı iletken uçla voltaj uygulanır. Oysa bir yazı veya grafik görüntülen-



Şekil 8. Bir SKG'nin çalışmasının şematik olarak gösterimi.

mesi durumunda, katot ışını tüplü televizyonda veya bilgisayar monitöründe olduğu gibi farklı görüntü elemanları kullanmak gerekir. Bu elemanları farklı olarak bağlamak pratikte zordur. Bu nedenle matris organizasyonu kullanılarak N satırlı ve M kolonlu bir matris için NxM görüntü elemanı N+M bağlantıya ihtiyaç duyar.

Sıvı kristallerin sayısal gösterge amaçlı uygulamaları dışında, geniş ve renkli ekranlı gösterge amaçlı kullanımı için çalışmalar devam etmektedir. Renklendirme olayı, sıvı kristal madde içeriğine pleokroik boya maddeleri katmakla sağlanmaktadır. Boya moleküllerinin elektrik alan uygulanması durumunda ışık soğurma spektrumu değiştiğinden, uygun renk gösterimi gerçekleşmiş olur. Renklendirme olayı için kolesterik sıvı kristallerin kullanılması da sözkonusu olabilir. Sıvı kristallerin gelecekte mümkün uygulamaları arasında optik filtreler ve elektronik kontrollü pencerelerden de söz edebiliriz.

Bugünlerde en yoğun araştırmalar, "duvardaki resim" olarak niteleyeceğimiz sıvı kristalli televizyonlar üzerine yoğunlaşmıştır. Kısa bir zaman sonra, bütün bu gelişmeleri daha yakından izleme fırsatı bulacağız.

daki ısınma çayın ısınmasında olduğu gibi sıcaklık farkından ileri gelmez: lastikle jant arasında, kinetik enerji kaybına denk bir iş yapılmış ve bu iş enerjiye dönüşmüştür. Ortaya çıkan sıcaklık yükselmesi yüzünden, yanlış olarak çoğu zaman enerjinin (veya işin) ısıya dönüştüğü söylenir. Halbuki ısıdan kastedilen iç enerjidir. Bu dönüşümden sonra, iç enerji lastik ve jantın derinliklerine doğru yayılır ki işte bu ısı transferidir.

Toparlarsak, birşeyi ısıtmak için genellikle ondan daha sıcak bir ortamdan ısı aktarmak, bazan da o cisim üzerinde iç enerjiye dönüşecek şekilde iş yapmak gerekir. Diğer enerjiler aynı kaldığı takdirde, sonuçta cismin iç enerjisi artar (çoğalır).

Bu da çoğu zaman sıcaklığın yükselmesi, bazan da erime veya buharlaşma şeklinde kendini gösterir. Tavsiyelerimiz: Isıtma ve ısınmayı enerji artırımı anlamında alıyorsanız "enerji arttı" deyin "ısı arttı" demeyin. Öte yandan, bu ısıtmadan kaynaklanan sıcaklık değişimini ifade etmek için "sıcaklığı yükseldi" demeniz gerekiyor. Sıcaklık çokluk ölçüsü olmadığı için "sıcaklığı arttı" demek yanlış. Benzer olarak, birşeyi soğutarak sebep olduğunuz "enerji azalması" sonucu "sıcaklığı düşer" veya alçalır demeli; "sıcaklığı azalır" yanlış bir deyim olur. Ayrıca, "ısı" sözcüğünü tek başına kullanmaktan kaçınırsanız, dilinizi "düşük ısıda", "ısıyı yükseltiyor" gibi yanlış deyimlerden korumuş olursunuz.

Sorular ve Cevaplar

Mustafa ÖZBAKAN

ODTÜ Fizik Bölümü

Derginin bu köşesine isteyen herkes fizikle ilgili soru ya da köşede çıkan sorulara cevap gönderebilir. Kısa ve okuyanda merak uyandıran sorular ile öz yazılmış çözümler tercih edilecektir. Soru ve cevaplar alttaki yazım biçimine uygun olarak okunaktı, eğer olanak varsa daktilo ya da bilgisayarla yazılmalıdır. Köşenin ilk sorularını ve 2. sorunun cevabını örnek olsun diye biz kendimiz hazırladık. Hazırladıklarımızın altına gerçek ve gerçek olmayan isim ve adresler koyduk. 1. soruyu American Journal of Physics dergisinden esinlenerek yazdık. Gelecek sayıdan başlayarak bu köşeye katkılarınızı bekliyoruz. Soru ya da cevabınızı yayınlamayızsa kusura bakmayın ve bize yazmayı sürdürün.

Soru No. 1. Bir mikrodalga fırın gerçekte nasıl çalışır?

Mikrodalga fırınların nasıl çalıştığı çok yaygın olarak, mikrodalgaların suda meydana getirdiği rezonans olayıyla açıklanmaktadır. Evlerde kullanılan mikrodalga fırınların frekansının 2450 MHz, dalga boyunun 12.2 cm olduğu bir gerçektir. Bunun nedeni, hem uzun yıllardır aynı standart mikrodalga kaynağının kullanılması, hem de söz konusu dalga boyunun mutfak fırınlarının boyutlarına denk düşmesi olabilir. Fırın kullanım kılavuzlarında söylendiğine göre, söz konusu frekansta su geniş ölçekli olarak rezonansa gelmektedir. Fakat bu açıklama benim için doyurucu değil. Çünkü suyun soğurma eğrilerine bakıldığında, 2450 MHz için özel bir rezonans gözlenmemektedir. Zaten söz konusu rezonans olsa bile, dalgaların pişirilecek olan yemeğe giriş derinliğini artırmak için bundan kaçınmak gerekmez miydi? Sıvı haldeki su içinde, su molekülleri grupları oluşturarak birbirlerine bağlandıklarından, bunların tek frekanslı mikrodalgalar tarafından kolayca dönme ve titreşmeye getirilmeleri beklenemez. Söz konusu suyun rezonansa gelmesinin doğru olduğunu varsayarsak, üzeri kurutulmuş ve mikrodalga fırın içine koyulmuş bir buz parçasının tekrar ıslak hale gelmeden erimeye başlamaması gerekmez mi?

Fırın içine koyulan herhangi bir iletkenin, özellikle bir metalin, enerji soğuracağını biliyoruz. Peki iletkenlerin enerji soğurması nasıl açıklanacak? İşin esası suyun tek frekanslı mikrodalgayla rezonansa gelip enerji soğurması ise, mikrodalga fırında tereyağının erimesini nasıl açıklayacağız? Sakın mikrodalganın ısıtma etkisi ile eskiden moda olan vücudu elektrikle ısıtma düşüncesi arasında bir ilişki bulunuyor olmasın?

Süleyman Armağan

ODTÜ Fizik Böl. 3. Sınıf Öğrencisi
06531, Ankara

Soru No. 2. Bilim ve teknoloji sözcükleri eş anlamlı mıdır?

Geçenlerde bir arkadaşım bilim ve teknolojinin aynı şeyler olduğu söyledi. Çok iyi bilmemekle birlikte, sanki bilimle uğraşanlarla teknolojiyle uğraşanların amaçları bana farklı gibi geliyor. Bilim ve teknolojiden ne anlamam gerektiğini düşündüm, fakat ilkökul üçüncü sınıftan ayrılmak zorunda kalan biri olarak, düşündüklerim bana yeterli gelmedi. Birisi bunları bana, olabildiğince benim anlayacağım bir dille açıklarsa sevineceğim.

Mehmet Beğelli

Şehit Makbule Hanım Cad. No. 1
45750 Gördes, Manisa

2. soruya cevap

Bazılarına göre bilim ve teknoloji sözcükleri aynı anlama gelmektedir. Oysa ki sözcük, çok yakın ilişkileri olmasına karşılık farklı anlamlara sahiptir. Bilim ve teknolojide kullanılan aygıtlar, karşılaşılan güçlükler, bu işlerle uğraşan kişilerin yetişmeleri ve deneyimleri karşılaştırıldığında, bilim ve teknoloji aynı şeylermiş gibi görülebilir. Her şeyden önce, bilim ile teknolojinin amaçları karşılaştırıldığında, bunların farklı olduğu görülür. Bilimin amacı, içinde yaşadığımız fiziksel çevreyi sürekli olarak gelişen bir biçimde daha iyi anlamaktır. Bunu yaparken bilim, yeni bulguların biz insanlara yararlı olup olmayacağına bakmaz. Tek-

nolojinin amacı ise, yaptığı işin insanlara bir yarar sağlamasıdır.

Örneğin bilim adamları yarı iletken maddelerin özelliklerini inceler. Bunu yaparken esas amaç, söz konusu özellikleri olabildiği ölçüde daha iyi anlamaktır. Çalışmalar esnasında transistör denilen bir deneysel düzenek kurulur ve bununla yarı iletken bazı maddelerin yüzey özellikleri incelenir. Teknolojiyle uğraşanlar bilim adamlarından transistörü alır ve bunu kullanarak insanlara çok yararlı yeni elektronik aygıtlar üretirler. Sonuçta herkesin yanında kolayca taşıyabileceği elektronik cihazlar üretilerek insanların hizmetine sunulur.

Diğer bir örnek olarak, elektromagnetik dalgaların farklı ortamlarda nasıl yayıldıklarının incelenmesi ve bunun için yapılan hesaplamalar gösterilebilir. Bilim adamları bazı sınır - değer (boundary - value) problemlerinin çözümüyle ilgili hesaplamalarında, elektromagnetik dalgaların değişik ortamlarda yayılmalarını inceler. Teknolojiyle uğraşanlar, bilim adamlarının yaptıkları hesaplamaların aynısını, uçakların algılanmasında kullanılacak bir radar aygıtını geliştirmek için yaparlar.

Önemli bazı bilimsel gelişmelerin teknolojiyle uğraşanların belirli bir amaca dönük geliştirdikleri aygıtlar sayesinde olduğu ve bilimsel çalışmaların teknolojiyi, teknolojik çalışmaların da bilimi beslediği hatırlanmalıdır.

Soru No. 3. Yaz mevsimi gelince, kış mevsimine göre, ısı mı yoksa sıcaklık mı artar?

Televizyonda haberleri dinlerken konuşmacı, bugünlerde büyük ısı artışları olduğunu ve ısının daha da artmasının beklendiği söyledi. Oysa babam bunalınca, "Bu sıcaklık çekilmez oldu." diyor. Babamın aslında, "Bu ısı çekilmez oldu." demesi gerekmez mi? Babama sordum, "Git fizik kitabını oku ve ısı ile sıcaklığın farkını öğren" dedi. Televizyondaki konuşmacının ifadesi yanlış olabilir mi? Termometreyle biz ne ölçüyoruz, ısı değil mi? Türk Dil Kurumu sözlüğünden ben öyle anladım.

Onur Umut

Çamlık Sitesi. No. 64
06530 Karakusunlar, Ankara

Soru No. 4. İnsan evindeki bir dolabı çekmek için dolaba bir güç mü, ya da bir kuvvet mi uygular?

Bir arkadaşımınla anlaşamadığımız bir konu var. Arkadaşım geçenlerde evimdeki elbise dolabını çekmek için bana yardım etti. Dolabı birlikte çekerken zorlanınca arkadaşşıma, "Haydi, daha büyük bir güç uygulayalım!" dedim. Arkadaşım güldü ve bana, "Lise yıllarında fizik dersinden neden başarılı olamadığımı şimdi anladım." dedi. Ona göre ben güç ile kuvvet sözcüklerinin anlamlarını bilmiyorum ve bu iki temel kavramı birbirine karıştırıyordum. Arkadaşım bir yönden haklı. Lisede okurken fizik derslerimde çok başarılı değildim. Diğer yönden haklı olduğunu sanmıyorum. Çünkü çok değişik yerlerde bir cismin çok büyük bir güçle çekildiğinin ya da itildiğini söylendiğini defalarca işittim ve yazıldığını da gördüm. Eğer arkadaşım haklıysa, ben güç ile kuvvetin farkını bilmiyorum demektir. O zaman ağır bir cismi kaldırıp sırtına alan ve onu taşıyan birisi için, "Çok güçlü kuvvetli biridir." demenin anlamı ne oluyor.

Okan Avcioğlu
Bellice Kasabası
34000, İstanbul

Soru No. 45. Düşünebileceğimiz en büyük küre nedir?

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan Lise 2 Fizik ders kitabının 29. sayfasında, "düşünebileceğimiz en büyük küre Yerküre'dir." diye bir cümle gördüm. Kitap yazarlarının ne düşünerek bunu yazdıklarını bilmiyorum ama, bana en azından, yançapı Yerküre'nin yançapından yaklaşık 110 kere daha büyük olan Güneş'e haksızlık edilmiş gibi geldi. Fakat yine de yazarlara teşekkür etmem gerek, çünkü en büyük küre ne olabilir diye araştırırken çok ilginç bilgiler edindim. Örneğin, Güneş sistemindeki gezgenlerden dördünün çapı Yerküre'den küçük, fakat dördünün çapı daha büyük. Gerçekten, düşünebildiğiniz en büyük küre nedir? Bazılarınızın, "Bana göre düşünebilecek en büyük küre futbol topudur, ondan büyük yok." dediğini duyar gibi oluyorum. Fizik ders kitabına yazmadığınız sürece, böyle söylemenizin bir zararı olacağını sanmıyorum.

Ayşen Bingül
Pürçekli Lisesi 2. Sınıf Öğrencisi 35000, İzmir

Uluslararası Fizik Olimpiyatları

Sinan BİLİKMEN

Prof. Dr., ODTÜ Fizik Bölümü

27. Uluslararası Fizik Olimpiyatı (IPhO) geçen yıl 7-13 Temmuz tarihleri arası Norveç'in Oslo kentinde yapıldı. Emre Çoşkun, Emre Dağlı, Ahmet Yanık, Halim Nalbant ve Barış Bayram adlı öğrencilerimizden oluşan takımımız Prof. Dr. Sinan Bilikmen ve Doç. Dr. İbrahim Günal'ın liderliğinde 54 ülkenin bulunduğu bu yarışmaya katılmışlardır. Bu yarışmada Emre Çoşkun Bronz madalya, Emre Dağlı ile Barış Bayram birer mansiyon kazanmışlardır. Çin, Romanya ve Amerika Birleşik Devletleri'nin üstünlüğünde geçen bu yarışmada öğrencilerimizin dereceye girmesi sevindiricidir. Diğer ülkeler bu yarışmalara bütün bir yıl boyu hazırlanırken bizim takımımız gerek ÖSS gerekse ÖYS sınavlarından ötürü bir yılda ancak toplam iki ay kadar bir sürede bu yarışmalara hazırlanabilmektedir.

Gerek öğrenciler gerekse öğretim elemanlarının büyük bir özveri ile bu yarışmaya hazırlanması ve hazırlatılması büyük çabalar gerektirmektedir. TÜBİTAK Bilim Adamı Yetiştirme Grubunun tüm bilim olimpiyatlarına verdiği maddi ve manevi destek sayesinde ülkemiz son yıllarda bu olimpiyatlarda önemli başarılar elde etmiştir. Bu yarışmalar ve destek sayesinde üstün yetenekli öğrencilerimizin bilim adamı olmak üzere temel bilimlere doğru ilgilerinin arttığını gözlemekteyiz. Bu arada bazı özel liselerimizin öğrencilerini bu yarışmalara katılmaları konusunda desteklemeleri de sevindirici olup bunu tüm liselerimizin yapması dileğimizdir. Böylece bilim adamı olabilecek potansiyeldeki gençlerimizi bilinçlendirmek daha kolay olacaktır.

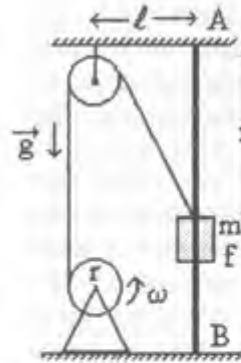
TÜBİTAK tarafından her yıl organize edilen Ulusal Bilim Olimpiyatları Mayıs ayında Türkiye çapında yapılan Birinci Aşama Sınavı sonunda en iyi puanı alan ilk 40 öğrenci belirlenmekte ve bunlardan bir kısmı Ağustos ayı sonunda iki haftalık bir kamp şeklinde kursa tabi tutulmaktadır. Aralık ayında bu 40 öğrenciye İkinci Aşama Sınavı verilmekte ve bu sınav sonunda en iyi 12 öğrenci seçilmektedir. Bu öğrenciler Ocak ayında

tekrar iki haftalık bir kursa tabi tutulup üst seviyeye getirilmekte, Nisan ayında bir haftalık kamp sonunda verilen bir sınavla (en son verilen sınavın kopyasını bu sayıda bulacaksınız) 5 veya 6 kişiden oluşan milli takımımız seçilmektedir. Bu ekip Temmuz ayı sonuna kadar iki kamp daha yaparak Uluslararası Fizik Olimpiyatı yarışmasına katılmaktadır. Gelecek sayıda Norveç'te yapılan yarışmada çıkan soruları vereceğiz.

28. IPhO yarışması Kanada'nın Sudbury kentinde 13-21 Temmuz 1997 tarihleri arasında yapılacak olup bu yarışmaya katılacak öğrencilerin Birinci Aşama Sınavı neticelenmiş, birinci ve ikinci kamp çalışmaları tamamlanmıştır.

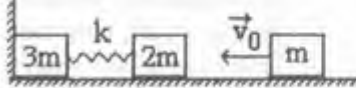
ULUSLARARASI FİZİK OLİMPİYADI TAKIM SEÇME TEORİK SINAVI

21 Nisan 1996 Süre: 5 Saat



1. Kütleli m olan bir cisim sürtünmeli AB dikey rayı üzerinde hareket edebilmektedir. Cismi hareket ettirmek için sabit makaradan geçen bir ip, yarıçapı r olan sabit ω açısal hızı ile dönen makara üzerine sarılmaktadır. Cisim ile ray arasındaki sürtünme katsayısı, f , sabit makara ile ray arasındaki mesafe l , yerçekim ivmesi g olarak verilmektedir. İpteki gerilme kuvvetini cisim ile tavan arasındaki x mesafesinin fonksiyonu olarak bulunuz.

2. Kütleleri m , $2m$ ve $3m$ olan küp şeklindeki üç cisim yatay ve sürtünmesiz düzlem üzerinde bulunmaktadır.

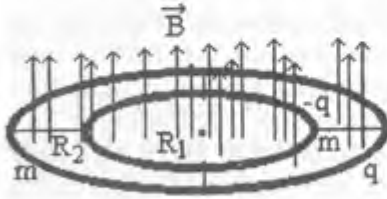


$3m$ kütleli cisim dikey duvar ile temas etmekte olup $2m$ kütleli cisme yay sabiti k olan bir yayla bağlıdır. Kütleli m olan küp v_0 hızı ile kütleli $2m$ olan cisme doğru hareket etmektedir.

a) İki cisim arasında tam esnek bir çarpışma gerçekleşirse her bir cismin hareketini inceleyip dikey duvara olan konumlarını bulunuz ve bu konumların zamanla değiştiğini gösteren x-t grafiklerini çizin.

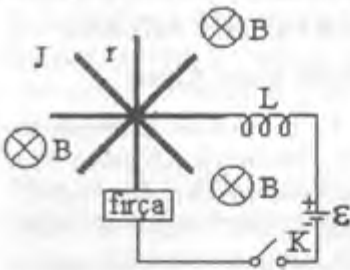
b) Esnek olmayan ama yapışmayan çarpışma için her bir cismin hareketini inceleyip dikey duvara olan konumlarını bulunuz ve bu konumların zamanla değiştiğini gösteren x-t grafiklerini çizin.

3. Yatay ve sürtünmesiz yalıtkan bir düzlem üzerinde kütleleri m, yükleri q ile -q olan iki dielektrik halka bulunmaktadır. Halkaların yarıçaplarının R_1 ve R_2 oranını $R_2/R_1 = n$ olarak veriliyor. İki halka birbirine çok ince,

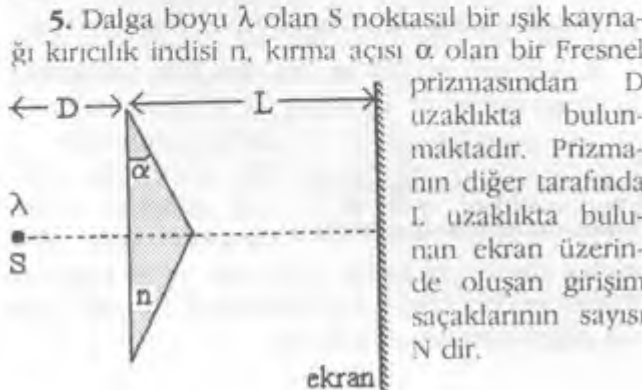


kütleleri ihmal edilebilir dielektrik çubuklar ile tutturulmuştur. Halkalar sabit, homojen ve dikey B manyetik alanı içinde bulunmaktadır. Belli bir süre içinde manyetik alan sıfıra kadar indirilirse halkaların kazanacağı açısal hızı iki farklı metotla bulunuz.

4. Yarıçapları r olan çubuklardan oluşan bir tekerleğin eylemsizlik momenti J dir. Bu tekerlek sürtünmesiz olarak yatay eksen etrafında dönebilmektedir. Tekerleğin düzleminde dik olarak yatay yönde sabit ve homojen B manyetik alanı uygulanmaktadır. İletken teller sıra ile bir fırçaya temas edebilmektedirler. Tekerleğin merkezine e.m.k. sı ϵ olan üreteç, indüktansı L olan bir bobin vasıtasıyla bağlıdır. Başlangıçta K anahtarı açık olup devreden akım geçmemektedir. t=0 anında K anahtarı kapatılırsa, devreden geçen akımı ve tekerleğin açısal hızını zamanın fonksiyonu olarak bulunuz.



5. Dalga boyu λ olan S noktasal bir ışık kaynağı kırıcılık indisi n, kırma açısı α olan bir Fresnel prizmasından D uzaklıkta bulunmaktadır. Prizmanın diğer tarafında L uzaklıkta bulunan ekran üzerinde oluşan girişim saçaklarının sayısı N dir.

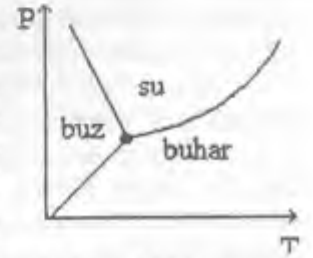


a) N sayısının λ , α , D, L ve n cinsinden ifadesini türetiniz.

b) Yukarıda anlatılan düzenekte noktasal ışık kaynağı ile prizma arasına odak uzaklığı f olan bir merceğe yerleştirilerek, ekranda oluşan saçakların kalınlığı, ekran ile prizma arasındaki uzaklıktan bağımsız hale getirilmektedir. Bu durumda ardışık iki parlak saçak arasındaki uzaklığın ve ekranda görülebilecek saçak sayısı N'nin ifadesini bulunuz.

c) Prizmanın kırma açısı $\alpha=3$ dakika, $L=1.8$ m, $D=10$ cm için b) şıkkındaki N sayısını hesaplayınız. Bu durumda merceğin odak uzaklığı f ne olmalıdır?

6. a) Su normal şartlar altında katı (buz), sıvı (su) ve gaz (buhar) halinde bulunmaktadır. Suyun üç halde bulunması 0°C sıcaklığında gözlenmektedir. Bu sıcaklık suyun üçlü noktası olarak bilinmektedir. 0°C sıcaklığında alınan bir buz kütlesi buharlaştırılmak için ilk olarak eritilebilir. Bunun için birim kütleye gerekli ısı δ olsun. Buz sıvı hale geldikten sonra buharlaşabilir. Bunun için birim kütleye gerekli ısı L olsun. Bunun dışında süblimasyon olarak bilinen buharlaşma da mümkündür. Süblimasyonda buz direkt olarak buhar haline geçmektedir. Bunun için birim kütleye gerekli ısı d olsun. Bu ısılar arasındaki bağıntıyı çıkarınız.



b) Isıtılan bir kap içinde suyun kaynamasından biraz önce tıkır tıkır sesler duyulmaktadır. Bu sesler suda su buharı kabarcıklarının oluşmasından ve patlamasından kaynaklanmaktadır. Oluşan su buharı kabarcıkları kabın dibinden kopup yukarıya doğru çıkmaktadırlar. Yapılan deneylerde tıkır tıkır seslerinin periyodik olduğu tespit edilmiştir. Üstelik bu seslerin periyodu ısıtılma esnasında değişmekte olup $T_1=10^{-2}$ s ve $T_2=10^{-3}$ s olarak ölçülmektedir. Periyodlardaki bu farklılık su buharı kabarcıklarının oluşumu ve patlaması ile ilgili iki farklı mekanizma olduğunu göstermektedir. Bu mekanizmalar için uygun model kurup periyotları hesaplayın.

c) Suyun ısınması esnasında buharlaşmanın genelde sadece suyun kaynamasından sonra olduğu varsayılmaktadır. Aslında buharlaşma suyun ısınması ile başlar ve sıcaklık artınca hızlanır. Su moleküllerinin buharlaşması için ilk olarak diğer su moleküllerinin çekme kuvvetinden kurtulmaları

rı gerekir. Suyun sıcaklığının ısıtılma esnasında çok yavaş değiştiğini kabul edebiliriz. Bu sebeple sudan çıkan moleküllerin uyduğu dağılım, Boltzmann dağılımıdır. Yarıçapı 5 cm olan silindirik bir kapta bulunan 1 kg suyun sıcaklığının 10°C den 100°C ye kadar çıkartılması sırasında kaç gr su buharlaşacağını hesaplayınız.

Suyun özkütlesi $\rho=1 \text{ gr/cm}^3$, suyun molar kütlesi $\mu=18 \text{ gr/mol}$, suyun yüzey gerilim katsayısı $\sigma=0.07 \text{ N/m}$, suyun özısı kapasitesi $C = 4.2 \text{ kJ/kg}$, suyun molar buharlaşma ısısı $L_m=4 \times 10^4 \text{ J/mol}$, su buharı kabarcıkların yarıçapları $r=1 \text{ mm}$, 1°C sıcaklığın değişmesi ile su buharının basıncında meydana gelen değişim $DP \approx 10^3 \text{ Pa}$, yerçekim ivmesi $g=10 \text{ m/s}^2$, Boltzmann sabiti $k= 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$, Avogadro sayısı $N_A= 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, ısıtıcının gücü $q=1000 \text{ W}$ olarak veriliyor.

7. a) Uzay yolculuğuna çıkan bir uzay gemisi çok kısa bir sürede yüksek hıza ulaşmaktadır. Uzay gemisinin kaptanının eşi doğum yapacaktır. Kaptan yolculuğa çıkmadan önce doğumu müjdeleyen haberin doğumdan hemen sonra gönderilmesini istemiştir. Uzay gemisinin kaptanı gemideki saatlere göre 15 yıl zaman sonra bir radyo mesajı alıyor. Mesajda, sağlıklı bir erkek çocuğu doğduğu yazmaktadır. Kaptan derhal geriye bir mesaj gönderiyor. Bu mesajda oğlunun 40'inci yaş gününü kutlamaktadır. Geminin kendi referans sisteminde uzunluğu 820 m olup kütlesi $m_0=20.000 \text{ ton}$ dur. Kaptanın gemisine doğru, kendi referans sisteminde 820 m boyunda ve $2m_0$ kütlesinde olan başka bir gemi yaklaşmaktadır. Her iki geminin dünyadan gözlenen hızları aynıdır. Kaptan manevra yapıp geminin yönünü az değiştirip kendi gemisinin diğer gemiye paralel olacak şekilde geçmesini sağlar. Kaptana göre diğer geminin uzunluğu kaç metredir?

b) Kaptan manevrayı yapmamış olsaydı ve iki gemi çarpışmadan sonra çarpışmanın etkisi ile birleşseydi gemilerin çarpışmadan sonraki hızını ve hareket yönünü bulunuz. Sistemdeki kinetik enerji kaybını hesaplayınız.

Not: a) Şıkkındaki hızı bulamadıysanız $v=0.6 c$ alınz.

8. a) Fotonlar durgun kütlesi sıfır olan ama enerji ve momentumu olan taneciklerdir. Fotonları klasik taneciklerden farklı kılan etkileşme mekanizmasıdır. Klasik tanecikler etkileşmelerde yok olmazken fotonlar kendi enerji ve momentumlarını tamamen aktarabilmekte ve yok olmaktadır. Klasik taneciklere ısı verildiğinde onların hızları

ve dolayısıyla kinetik enerjileri artmaktadır. Fotonlu sistemlere ise ısı verildiğinde verilen ısı ile yeni fotonlar yaratılmaktadır. Fotonlar tam yansıtıcı yüzeye çarptığında klasik taneciklerin uyduğu yansıma kanunlarına göre yansımaktadır. Bu sebeple fotonlara bir gaz olarak bakabiliriz.

a) İçi aynalı olan bir kap içinde bulunan fotonların uyguladığı basıncı bulunuz.

b) Foton gazı için adyabatik katsayısını bulunuz.

c) Fotonların basıncı ile fotonların birim hacimdeki enerjisi arasındaki ilişki nedir?

d) İçi aynalı olan tabanı ısı geçiren ve içinde aynalı piston bulunan bir ısı makinası düşünelim. Bu ısı makinası klasik ısı makinaları gibi iş yapabilir. Klasik ısı makinalarında işi yapan gaz molekülleridir; fotonla çalışan ısı makinasında ise işi yapan fotonlardır. Bundan yola çıkarak, fotonlar için birim hacimdeki enerjinin sıcaklığa nasıl bağlı olduğunu bulunuz.

ÇÖZÜM 1:

Ray boyunca ve raya dik olan kuvvetleri yazalım

$$T \cos \theta - F_s - mg = ma$$

$$T \sin \theta = N; F_s = fN$$

Burada θ açısı değişkendir. Açı ile x mesafesi için $\tan \theta = \ell/x$

bağıntısını yazabiliriz. İki değişim arasındaki bağıntı

$$d\theta / \cos 2\theta = -dx/x^2 \text{ ile veririz.}$$

$\sin \theta = \ell / (x^2 + \ell^2)^{1/2}$; $\cos \theta = x / (x^2 + \ell^2)^{1/2}$; $v/u = \cos \theta$; $v = \omega r$ ray üzerindeki cismin hızı ip üzerindeki bileşeni, ipin sarılma hızına eşit olmalıdır.

$$u = v / \cos \theta;$$

hızın değişimi için

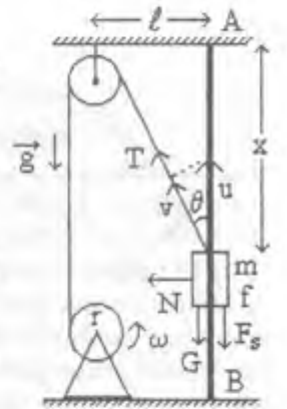
$$du = v \sin \theta d\theta / \cos 2\theta$$

$$a = du/dt = (du/dx) \cdot (dx/dt) = u(du/dx) = v^2 \tan \theta dx^2 = \omega^2 r^2 \ell / x^3;$$

Buradan ipteki gerilme kuvveti için

$$T = mg \left(1 + \frac{\omega^2 r^2 \ell^2}{gx^3} \right) \frac{\sqrt{x^2 + \ell^2}}{x - \ell}$$

bulunur.

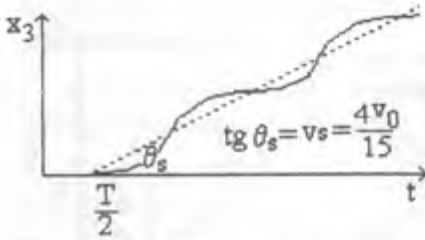
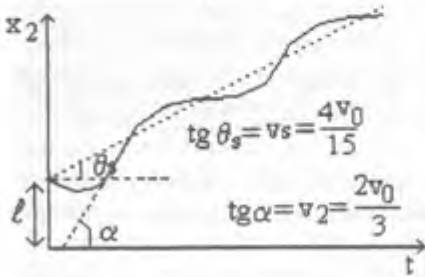
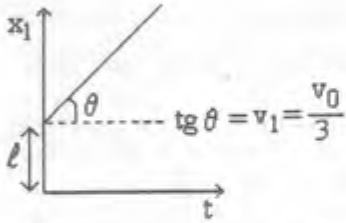


ÇÖZÜM 2:

Momentum ve enerji korunum kanunlarından birinci ve ikinci cismin çarpışmadan sonraki hızlar bulunur.

$$mv_0 = -mv_1 + 2mv_2; \quad mv_0^2/2 = mv_1^2/2 + 2mv_2^2/2;$$

$$v_1 = v_0/3; \quad v_2 = 2v_0/3$$



Birinci cisim sabit hızı ile geri dönmektedir. Konumu $x_1 = \ell + v_1 t = \ell + v_0 t/3$ denklemi ile verilir. İkinci cisim yayı sıkıştırılmaktadır. Yayın titreşim periyodu ve titreşim açısal frekansı $T = 2\pi(2m/k)^{1/2}$; $\omega = (k/2m)^{1/2}$ dir. İkinci cismin maksimum sıkışması (genlik) enerji korunum kanunundan bulunur.

$$kA_2^2/2 = 2mv_2^2/2; \quad A_2 = 2v_0$$

$$(2m/k)^{1/2}/3$$

$0 < t < T/2$ zaman içinde ikinci cismin hareketi $x_2 = \ell - A_2 \sin \omega t$ kanuna göre değişmektedir. $t > T/2$ zaman sonra yay gerilmeye başlar ve üçüncü cisim ile dikey duvar arasındaki temas kesilir. Sistemin kütle merkezinin hızını momentum korunum kanunundan bulunur. $2mv_2 = 5mv_3$; $v_3 = 4v_0/15$

Sistemin yeni titreşim periyodu ve titreşim açısal frekansı $T_1 = 2\pi(6m/5k)^{1/2}$; $\omega_1 = (5k/6m)^{1/2}$ dir. Sistemdeki maksimum sıkışma (genlik) enerji korunum kanunundan bulunur. $kA_3^2/2 = 2mv_2^2/2 - 5mv_3^2/2$; $A_3 = 2v_0(2m/15k)^{1/2}$ sistemin kütle merkezine göre her cisim belli genlik ile titreşim yapmaktadır. Kütle merkezi korunum kanunundan her cismin kütle merkezine göre genliğini bulunur.

$2mA_{12} = 3mA_{13}$; $A_1 = A_{11} + A_{12}$; $A_{12} = 6v_0(2m/15k)^{1/2}/5$; $A_{13} = 4v_0(2m/15k)^{1/2}/5$ $t > T/2$ zaman içinde hareket ikinci cismin konumu $x_2 = \ell + v_1(t-T/2) + A_{12} \sin \omega_1(t-T/2)$ üçüncü cismin konumu ise $x_3 = \ell + v_1(t-T/2) - A_{13} \sin \omega_1(t-T/2)$ şeklinde değişmektedir.

b) Momentum korunum kanunundan birinci ve ikinci cismin çarpışmadan sonraki hızı bul-

nur. $mv_0 = 3mv_1$; $= v_0/3$ ikinci cisim yayı sıkıştırılmaktadır. Yayın titreşim periyodu ve titreşim açısal frekansı $T = 2\pi(3m/k)^{1/2}$; $\omega = (k/3m)^{1/2}$ dir. İki cismin maksimum sıkışma (genlik) enerji korunum kanunundan bulunur. $kA^2/2 = 3mv^2/2$; $A = v_0$ $(m/3k)^{1/2}$ $0 < t < T/2$ zaman içinde iki cismin hareketi $x = \ell - A \sin \omega t$ kanuna göre değişmektedir. $t > T/2$ zaman sonra yay gerilmeye başlar ve üçüncü cisim ile dikey duvar arasındaki temas kesilir. Bu durumda birinci cisim ile ikinci cisim arasındaki temas da kesilir. Birinci cisim sabit hızı ile hareketine devam eder. Cismin konumu $x_1 = \ell + vt = \ell + v_0(t-T/2)/3$ denklemi ile verilir. İkinci ve üçüncü cisimlerden oluşan sistemde kütle merkezinin hızını momentum korunum kanunundan bulunur. $2mv = 5mv_3$; $v_3 = 2v_0/15$ sistemin yeni titreşim periyodu ve titreşim açısal frekansı $T_1 = 2\pi(6m/5k)^{1/2}$; $\omega_1 = (5k/6m)^{1/2}$ dir. Sistemdeki maksimum sıkışma (genlik) enerji korunum kanunundan bulunur.

$$kA_3^2/2 = 2mv^2/2 - 5mv_3^2/2; \quad A_3 = v_0(2m/15k)^{1/2}$$

Sistemin kütle merkezine göre her cisim belli genlik ile titreşim yapmaktadır. Kütle merkezi korunum kanunundan her cismin kütle merkezine göre genliğini bulunur.

$2mA_{12} = 3mA_{13}$; $A_1 = A_{11} + A_{12}$; $A_{12} = 3v_0(2m/15k)^{1/2}/5$; $A_{13} = 2v_0(2m/15k)^{1/2}/5$ $t > T/2$ zaman içinde hareket ikinci cismin konumu $x_2 = \ell + v_1(t-T/2) + A_{12} \sin \omega_1(t-T/2)$ üçüncü cismin konumu ise $x_3 = \ell + v_1(t-T/2) - A_{13} \sin \omega_1(t-T/2)$ şeklinde değişmektedir.

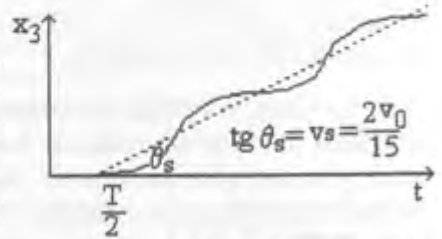
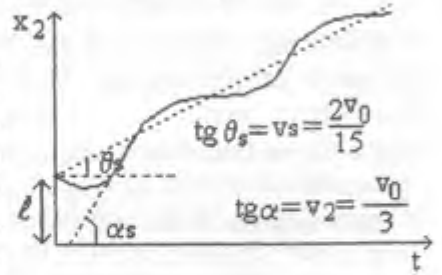
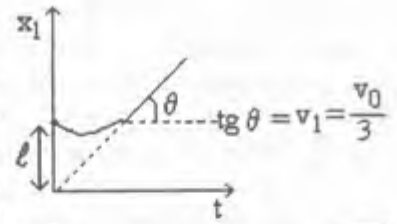
ÇÖZÜM 3:

DİNAMİK METODU

İndükte edilmiş e.m.k.

$$\mathcal{E} = -\Delta\Phi/\Delta t = B\pi R^2/\Delta t$$

İndükte edilmiş e.m.k. rotasyonel bir elektrik alanı yaratacaktır.



$$E = \epsilon / 2\pi R$$

q yükü etki eden teğetsel kuvvet

$$F = qE$$

uyguladığı moment

$$M = FR = qER = J\alpha = mR^2 \Delta\omega / \Delta t$$

İki halka için eylemsizlik momenti

$$J = mR_1^2 + mR_2^2$$

$$\text{Toplam moment } M = qE_2R_2 - qE_1R_1 = qB(R_2^2 - R_1^2)2\Delta t$$

Buradan da açısal hız bulunulabilir.

$$\omega = qB[(n^2-1)/(n^2+1)]/2m$$

ENERJİ METODU

Enerji

$$E = q(\epsilon_2 - \epsilon_1)N = qB\pi(R_2^2 - R_1^2)\omega_{\text{ort}}\Delta t / 2\pi = qB(R_2^2 - R_1^2)\omega_{\text{ort}}\Delta t / 4$$

$$E = J\omega^2 / 2 = (mR_1^2 + mR_2^2)\omega^2 / 2$$

Buradan açısal hız

$$\omega = qB[(n^2-1)/(n^2+1)]/2m$$

olarak bulunur.

ÇÖZÜM 4:

İkinci Kirşof kurala göre

$$\epsilon - L di/dt - B\ell\omega/2 = 0; di/dt = \epsilon/L - B\ell\omega/2L$$

Amper kuvveti

$$F_A = IBL$$

moment uygulanmaktadır.

$$M = F_A \ell / 2 = IB\ell^2 / 2 = J\alpha = Jd\omega/dt$$

Bu denklemi türevledikten sonra

$$(di/dt) = B\ell/2 = J(d^2\omega/dt^2); J(d^2\omega/dt^2) = (B\ell/2)(\epsilon/L - B\ell\omega/2L); J(d^2\omega/dt^2) - B^2\ell^2\omega/2LJ = B\ell\epsilon/2LJ$$

harmonik titreşimin denklemi elde edilir. Titreşimin titreşim açısal frekansı

$$\Omega = (B^2\ell^2\omega/2LJ)^{1/2}$$

Bu denklemin çözümü

$$\omega(t) = C_1 \cos\omega t + C_2 \sin\omega t + 2LJ/B\ell\epsilon$$

t=0 anında I(0)=0 ve ω(0)=0 dır. Buradan C₂=0, C₁= -2LJ/Bℓε olarak bulunur.

Çözüm ise

$$\omega(t) = (2LJ/B\ell\epsilon)(1 - \cos\Omega t) \text{ ve } I(t) = I_0 \sin\Omega t$$

olarak yazılabilir. Burada I₀=ε/ΩL dir.

ÇÖZÜM 5:

a) Maksimum saçılma açısı

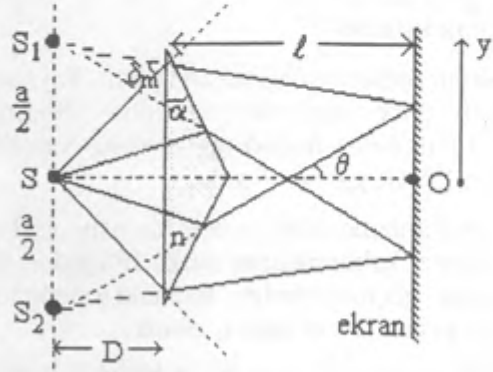
$$\theta = 2D\delta_m = 2D\alpha(n-1)$$

$$\delta_m = \alpha(n-1)$$

$$D = a \sin\theta_m = m\lambda$$

$$y = (L+D)\tan\theta = (L+D)\sin\theta$$

$$y = (L+D)M\lambda/2D\alpha(n-1)$$



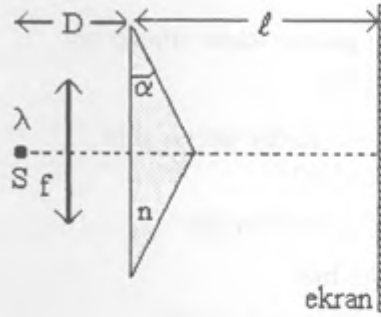
$$\Delta y = (L+D)\lambda/2D\alpha(n-1)$$

$$y_{\text{max}} = L \tan\theta$$

$$y/2 = L\alpha(n-1)$$

$$N = 4LD\alpha^2(n-1)^2/(L+D)\lambda$$

b) Cisim merceğin odak noktasında olacak şekilde yerleştirilirse prizmaya paralel bir ışık demeti düşer.



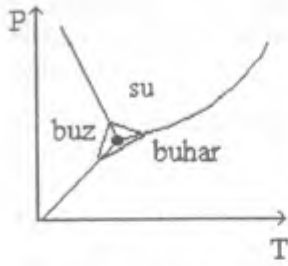
$$\Delta y = (L+D)\lambda/2D\alpha(n-1)$$

$$\lim_{D \rightarrow \infty} \Delta y = \frac{\lambda}{2\alpha(n-1)}$$

$$\lim_{D \rightarrow \infty} N = \frac{4LD(n-1)^2 \alpha^2}{(L+D)\lambda} = \frac{4L(n-1)^2 \alpha^2}{\lambda}$$

$$c) N = 41.8(1.5+1)^2(1/1200)^2/(5000 \times 10^{-10}) = 10$$

ÇÖZÜM 6:



şeklinde gerçekleştirirsek $A=0$ olur ve bağıntı $\delta=\lambda+L$ olarak bulunur.

b) Birinci mekanizma kabarcıkların kaynama başlamadan önce kabarcıkların kabın dibinden kopması ile ilgilidir. $m_1 \approx (mg) + F_x \approx 2mg$ yazabiliriz. $t_1 \approx (2R/a)^{1/2} \approx (R/g)^{1/2} \approx 10^{-2}$ s dir.

Diğer mekanizma artık suyun kaynamaya başladıktan sonra kabarcıkların sıcak bölgeden soğuk bölgeye geçmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu bölgeyi geçmek için süre t_2 olsun.

$m a_2 \approx S \Delta P$; $a_2 \approx (R/t_2)^{1/2}$ $m \approx \rho_0 R^3$; $\rho_0 R^3 (R/t_2)^{1/2} \approx R^2 \Delta P$; $t_2 \approx R (\rho_0 / \Delta P)^{1/2} \approx 10^{-3}$ s dir.

c) Π_0 bir moleküle düşen bağlanma enerjisi olsun. Yaklaşık olarak $L \mu \approx N_A \Pi_0$ buradan $\Pi_0 = L \mu / N_A$ olarak bulunur. Moleküllerin hızları $v \approx (2 \Pi_0 / m)^{1/2}$; $m = \mu / N_A$ dir. Boltzman dağılımı $n = n_0 e^{\Pi_0 / kT}$ çıkan tanecek sayısı $\Delta N = n S v \Delta t \approx n_0 e^{\Pi_0 / kT} S v \Delta t$; n_0 sudaki konsantrasyon. $\rho = m n_0$ $\Delta t = c M \Delta T / q$ gereken zamandır. $\Delta M = m \Delta N = c M m n_0 e^{\Pi_0 / kT} S v / q$

Burada eksponentte $T \approx (T_1 + T_2) / 2S = \pi r^2$ alınabilir.

ÇÖZÜM 7:

Gemiden mesaj gelene kadar alınan yol

$$x = vt_0 = vt_0 / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

Sinyal geri dönene kadar geçen süre

$$\tau = 2x/c = 2vt_0/c(1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

$$\text{Buradan } v = \tau c / (4t_0^2 + \tau^2)^{1/2} = 0.8c$$

İki geminin bağıl hızı

$$u = (v+v)/(1+v \cdot v/c^2) = 2v/(1+v^2/c^2)$$

Kaptanın ölçtüğü uzunluk

$$a) \ell = \ell_0 (1 - u^2/c^2)^{1/2} = \ell_0 (1 - v^2/c^2)/(1 + v^2/c^2) = 180\text{m}$$

$$b) m_0 v / (1 - v^2/c^2)^{1/2} + 2m_0 v / (1 - v^2/c^2)^{1/2} = M u$$

$$3m_0 c^2 / (1 - v^2/c^2)^{1/2} = M c^2$$

$$M = 3.75 m_0$$

$$u = -v/3$$

a) Isıca yalıtılmış bir sistem ele alalım. Bu durumda $\Delta U = A$ olur. Bir kapalı proses gerçekleştirelim.

$$m \lambda + mL - m \delta = A$$

olur. Bu kapalı süreci sonsuz küçük üçgen

$$U_1 = m_0 c^2 / (1 - v^2/c^2)^{1/2} - m_0 c^2 + 2m_0 c^2 / (1 - v^2/c^2)^{1/2} + 2m_0 c^2 = 0.75 m_0 c^2$$

$$U_2 = M c^2 - M_0 c^2$$

ÇÖZÜM 8:

a) Fotonlar yansdıktan sonra kazandıkları momentum değişimi

$$\Delta p = 2p$$

düşen foton sayısı $\Delta N = n_0 c S \Delta t / 6$ ($n_0 = N/V$) ise fotonların uyguladıkları kuvvet $F = \Delta N \Delta p / \Delta t$ olur ve basıncı da

$$P = F/S = N p c / 3V \text{ olur.}$$

Fotonların momentumu $p = E_1/c$ burada $E_1 = h \omega$ bir fotonun enerjisidir. N fotonun enerjisi $U = N E_1$ olarak yazılabilir. Buradan fotonların basıncı için

$$P = U/3V \text{ bulunur.}$$

b) M.K.T teoreminden klasik gazın basıncı

$$P = N m^2 v / 3 = N (p \cdot v) / 3V = (\gamma - 1) U / V$$

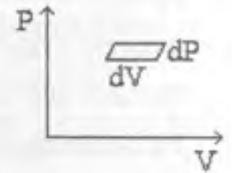
şeklinde yazıldığını biliyoruz. Bir atomlu gaz için adyabatik katsayısı $\gamma = c_p / c_v = 5/3$ tür. Foton gaz için $\gamma = 4/3$ olarak bulunur. Foton gazı için adyabatik denklemler $P V^\gamma = P V^{4/3} = \text{sabit}$;

$$T V^{\gamma-1} = T V^{1/3} = \text{sabit} \text{ ve } P^{(\gamma-1)/\gamma} T = \text{sabit} \text{ yazılabilir.}$$

c) $u = U/V$ birim hacimdeki enerji ise foton gazının basıncı

$$P = u/3 \text{ olarak yazılabilir.}$$

d) Verilen ısının etkisi ile piston hareket ederek fotonların buldukları silindirin hacmi V çok az dV kadar artmaktadır. Bu dV hacim yeni oluşan fotonlar ile doldurulmaktadır. Foton gazına verilen ısı



$$dQ = dA + dU = P dV + dU = U dV / 3V + U dV / V$$

olarak yazılabilir. Yapılan iş ise pistonun geri dönmesi ve kapalı proses gerçekleştirilmesi ile yapılır.

$$dA = dP dV = (dU/3V) dV$$

Verim

$$\eta = dA/dQ = dT/T \text{ yazılır. Veya}$$

$$\eta = dT/T = dU/4U \text{ İntegre ettikten sonra}$$

$$1n T^4 = 1n U + \text{sabit}; U = \sigma T^4$$