

## Massachusetts Teknoloji Enstitüsü - Fizik Bölümü

Fizik – 8.02

**Ödev # 1**

6 Şubat 2002.

***Kendinize bir iyilik yapın ve derslere hazırlanın!***

Derste anlatılmadan önce, konuları okumanızı şiddetle öneririz. **Derslerden önce** (yarım saat veya buna yakın) yeni kavramları okumanın size büyük yararı olacaktır! Elbette problemlere başlamadan önce, okuma ve çalışma malzemelerinizin eksiksiz olması gereklidir.

<b>Ders Tarihi</b>	<b>İşlenecek Konular</b>	<b>Giancoli'den Okuma</b>
#1 Çarş 2/6	Dünyamızı bir arada tutan şey nedir? Elektrik yükleri (tarihsel)- Kutuplanma Elektrik Kuvveti – Coulomb Yasası	Bölüm 21, Kesim 21-5'e kadar
#2 Cuma 2/8	Elektrik Alan – Alan Çizgileri - Süperpozisyon Etki İle Yükleme – Dipoller – İndüklenmiş Dipoller	Kesim 21-6'dan 21-11'e kadar
#3 Pzts 2/11	Elektrik Alan Akısı – Gauss Yasası – Örnekler	Bölüm 22'nin tamamı
#4 Çarş 2/13	Elektrostatik Potansiyel - Elektrik Enerjisi – eV Korunumlu Alanlar – Eşpotansiyel Yüzeyle	Bölüm 23, Kesim 23-8'e kadar
#5 Cuma 2/15	$\vec{E} = -\text{grad } V$  Eşpotansiyel Yüzeyle Hakkında Daha Fazla Bilgi – İletkenler, Elektrostatik Perdeleme (Faraday kafesi)	Kesim 23-5 ve 23-7

**15 Şubat, Cuma saat 16'ya kadar 4- 339'ye teslim ediniz.**

**Problem 1.1**

*Kütleçekimi ve Elektrostatik kuvvetlerin bağıl şiddetleri.*

İki noktasal kütle arasındaki çekim kuvveti, iki noktasal yük arasındaki elektrostatik kuvvete matematiksel yapıları bakımından çok benzerdir. Bununla beraber, bu iki kuvvetin “şiddeti” oldukça farklıdır. Bunu göstermek için aşağıdaki örneği düşünün. Dış uzayda bir yerde, 50  $\mu\text{m}$  çapında, 2,5  $\text{g/cm}^3$  kütleli yoğunluklu iki özdeş küresel toz taneciği. Onlar birbirlerinden  $d$  metre uzakta bulunsunlar. Parçacıklar elektriksel

olarak nötral iseler, başka dış kuvvetler yoksa ve başlangıçtaki bağlı hızları ihmal edilebilirse, sonunda gravitasyonel olarak çarpışacaklardır.

Şimdi her iki parçacığın elektrik yüklü olduğunu varsayın; her biri  $n$  “ekstra” elektrona sahip olsun. Kütleçekimini önleyecek minimum  $n$  değerini bulunuz. Bunu bir parçacıkta bulunan yaklaşık toplam elektron sayısı ile karşılaştırınız.

$1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$ ; gerekli diğer bilgiler için kitabınızın kapağının iç kısmına bakınız. Maddenin toplam kütesinin hemen hemen proton ve nötronlardan(kabaca eşit kütleli) meydana geldiğini hatırlayınız. Elektriksel olarak nötral maddeler eşit sayıda proton ve elektron içerirler. Parçacıklarda protonların sayısının nötronların sayısına eşit olduğunu varsayınız.

### Problem 1.2

*İki noktasal yükten geçen çizgi boyunca elektrik alanı.*

Bir  $Q_1 = +3\mu\text{C}$  noktasal yükü bir dik koordinat sisteminin başlangıcına yerleştirilmiş olsun ve  $Q_2 = -7\mu\text{C}$  noktasal yükü  $x$  ekseninde  $x = 0,4\text{ m}$ 'ye yerleştirilsin.

- $x$  ekseninde boyunca tüm noktalarda  $\vec{E}(x) = E(x)\hat{x}$  elektrik alanını tayin ediniz.
- $x < 0$  için  $E(x)$  grafiğini çizin.
- Eğer varsa, hangi noktada ( $|x| = \infty$ 'dan başka)  $E(x) = 0$  'dir?

### Problem 1.3

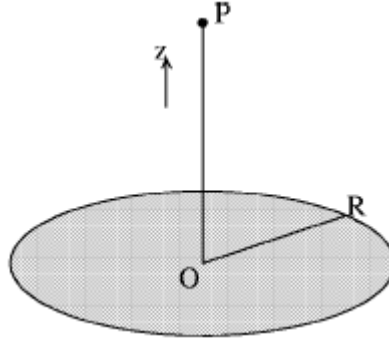
*Sürekli yük dağılımı.*

Giancoli 21-49

### Problem 1.4

*Düzgün yüklü bir diskin E-alanı.*

$R$  yarıçaplı bir disk düzgün  $\sigma$  yüzeysel yük yoğunluğunu taşıyın (şekle bakınız).  $z$  ekseninde  $O$  merkezinden geçmektedir. Böylece disk üzerindeki toplam  $Q$  yükü  $Q = \pi R^2 \sigma$  olur.



(a) Diskin ekseninde  $z$  uzaklıkta bir  $P$  noktasında  $\vec{E}$  elektrik alanı (büyüklük ve yön) nedir? İzlenecek yol, disk üzerinde tüm  $dA$  yüzey elemanlarının sonlu  $dQ = \sigma dA$  yüklerinin katkılarını toplamaktır. Disk  $r$  yarıçaplı ( $O$  merkezli) ve  $dr$  genişlikli halkalar olarak düşünülürse, integrasyon görelî olarak daha kolaydır ve o zaman yeni değişkeniniz  $s = \sqrt{r^2 + z^2}$  ve  $rdr = sds$  olur.  $E(z)$  için cevabınızı  $Q$ ,  $R$  ve  $z$  cinsinden ifade ediniz.

(b) Tüm pozitif  $z$ 'ler için  $z$ 'nin fonksiyonu olarak  $E(z)$ 'yi çiziniz. Absiste birim olarak  $R$ 'yi kullanın;  $E(z)$  için biriminiz olarak  $Q/(4\pi \epsilon_0 R^2)$ 'yi kullanınız.

(c)  $\sqrt{z^2 + R^2}$  için binom açılımını kullanarak (Giancoli de Ek A'ya bakınız) iki limit durumunda  $E(z)$  için basitleştirilmiş ifadeler bulunuz.

(i)  $z^2 \ll R^2$

(ii)  $z^2 \gg R^2$ .

Hesaplarınızda sadece açılımınızdaki sıfıra gitmeyen ilk terimi alıkoyun.

(d) (ii) durumundaki sonucunuzu, bir noktasal yük için Coulomb yasasını kullanarak “kolayca” elde edeceğiniz sonuçla karşılaştırınız.

(e) Gauss Yasasını kullanarak (özel bir “hap kutusu”-silindir- seçiniz) (i) durumu için  $O$  noktası yakınında  $E(z)$ 'yi hesaplayınız; (c)'deki cevabınızla karşılaştırınız.

**Gauss Yasası** bazı kuşukulu yük dağılımları için elektrik alanın nicel çalışmalarında faydalı bir araçtır (örneğin, metal üzerindeki yüzeysel yük dağılımları için). Böyle bir örneği bir sonraki ödevde göreceğiz. Ayrıca Gauss Yasası, yük dağılımı basit simetri gösteriyorsa (küreler, silindirler & geniş düzlemler) çok hızlı nicel sonuçlara götürür. Problem 1.4(e), 1.6, 1.7&1.8 bunun klasik örnekleridir.

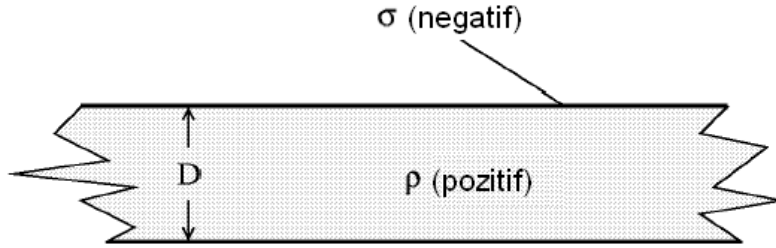
## Problem 1.5

### Elektrik Dipol

Giancoli 21- 65.

**Problem 1.6***Gauss yasası ve Üstüste-gelme (süperpozisyon) İlkesi.*

Düzgün  $\sigma$  yüzeysel yük yoğunluklu, negatif yüklü, kalınlığı ihmal edilebilen sonsuz genişlikte iletken olmayan bir levhamız ve onun yakınında pozitif düzgün  $\rho$  hacimsel yük yoğunluklu  $D$  kalınlıklı sonsuz paralel bir dilim bulunsun (şekle bakınız). Tüm yükler sabittir.



- (a) Negatif yüklü levha üzerinde,
- (b) Dilimin altında,
- (c) Dilimin içinde,

Elektrik alanın yönü ve büyüklüğünü hesaplayınız.

- (d) Levhadan  $z$  uzaklığının fonksiyonu olarak  $\vec{E}(z)$ 'nin grafiğini çiziniz.

**Problem 1.7***İkiküresel yüklü kabuk.*

Giancoli 22- 21.

**Problem 1.8***İki eş-merkezli yüklü silindir.*

Giancoli 22- 29.

**Ders Anlatımları.**



28 anlatım grubu var (8.02 Web sitesine bakınız). Herhangi bir sebeple grubunuzu değiştirmek isterseniz, lütfen 4-352'deki Maria Springer'i görünüz.