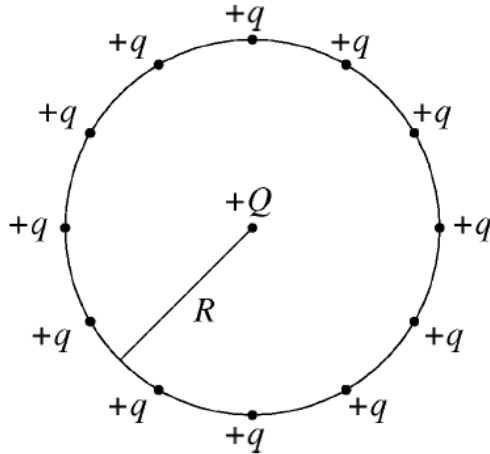


Massachusetts Teknoloji Enstitüsü - Fizik Bölümü

## Final Sınavı Problemleri

### Problem 1 (5 Puan)

On iki eşit  $+q$  yükü,  $R$  yarıçaplı bir çemberin etrafına eşit aralıklı olarak yerleştirilmiştir ( şekle bakınız ).



a. (2) Çemberin merkezindeki  $+Q$  yüküne etkiyecek net kuvvet (büyüklük ve yön) nedir?

**Sadece** “saat 3”te duran  $+q$  yükünü çıkaralım.

b. (3) Şimdi çemberin merkezindeki  $+Q$  yüküne etkiyen net kuvvet (büyüklük ve yön) nedir?

### Problem 2 (6 puan)

$a$  ve  $3a$  yarıçaplı iki çok ince eş eksenli içi boş iletken silindir **zıt yönlerde** düzgün dağılmış akım taşımaktadır.  $a$  yarıçaplı iç silindirden geçen akımın büyüklüğü  $I$ 'dir.  $3a$  yarıçaplı dış silindirdeki akımın büyüklüğü  $3I$ 'dir.

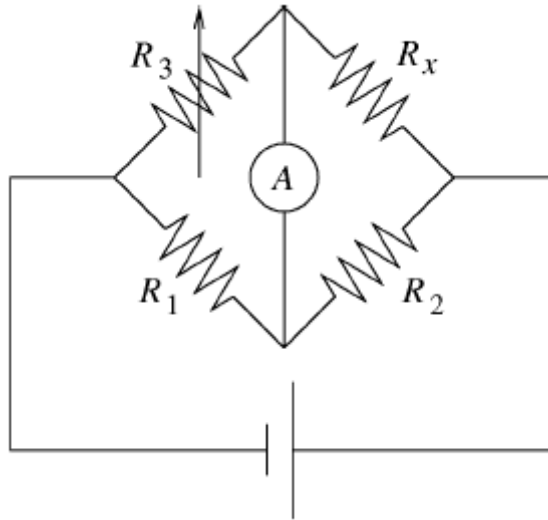
Aşağıda verilen üç bölgede, simetri ekseninden  $r$  uzaklığında manyetik alanı bulunuz.

- (i) içteki silindirin içinde
- (ii) iki silindir arasında, ve
- (iii) dıştaki silindirin dışında

**Seçtiğiniz** akımın yönünü açıkça gösteren iki silindirin şeklini çiziniz. Üç bölge için bulduğunuz manyetik alanların yönünü de gösteriniz.

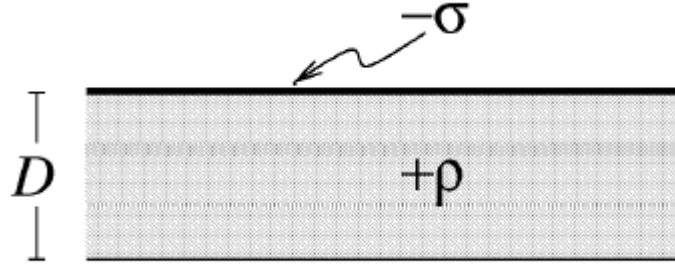
### Problem 3 (5 puan)

Aşağıdaki devre (Wheatstone Köprüsü diye adlandırılır) bir  $R_x$  bilinmeyen direncini ölçmek için tasarlanmıştır. Batarya 10,0 Volt sağlar.  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri iyi bilinmektedir. Değişken  $R_3$  direnci, ölçü aleti (şekilde A ile isimlendirilmiştir) üzerinden geçen akım sıfır olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu sıfır-akım durumunda, değişken  $R_3$  direncinin kadranını dikkatlice okuruz. Böylece biz şimdi  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$  dirençlerinin değerlerini oldukça doğru olarak biliyoruz.  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$  cinsinden  $R_x$  direnci nedir?



**Problem 4 (7 puan)**

Düzgün  $-\sigma$  yüzeysel yük yoğunluğu taşıyan, ihmal edilebilir kalınlıklı, sonsuz ve iletken olmayan bir levhamız ve ona yakın,  $+\rho$  düzgün hacimsel yük yoğunluklu sonsuz paralel  $D$  kalınlıklı bir dilimimiz bulunmaktadır (şekle bakınız). Tüm yükler sabittir.

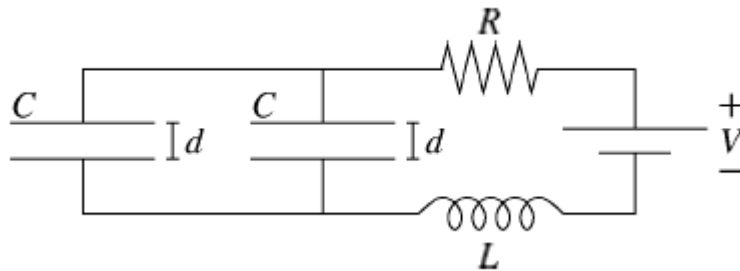


- (2) negatif yüklü levhanın  $h$  kadar yukarısında,
- (3) dilimin içinde, negatif yüklü levhanın  $d$  kadar altında ( $d < D$ ),
- (2) dilimin altından  $H$  kadar aşağıda,

Elektrik alanının yönünü ve büyüklüğünü hesaplayınız.

**Problem 5 (8 puan)**

Bir  $R$  direnci, bir ideal  $L$  öz indüktör ve plakalar arasında hava bulunan ve her birinin sığası  $C$  olan iki özdeş paralel plakalı kapasitör  $V$  voltajlı bir bataryaya uzun bir süre bağlanmıştır (aşağıdaki devreye bakınız). Kapasitör plakaları  $d$  mesafesi kadar ayrılmıştır. Bütün cevaplarınızı  $C, V, R, L$  ve  $d$  (ve b ve c sorularında ayrıca  $\kappa$ ) cinsinden ifade ediniz.



a. (2) Her bir kapasitörün plakaları arasındaki elektrik alanları ( yön ve büyüklük ) nedir?

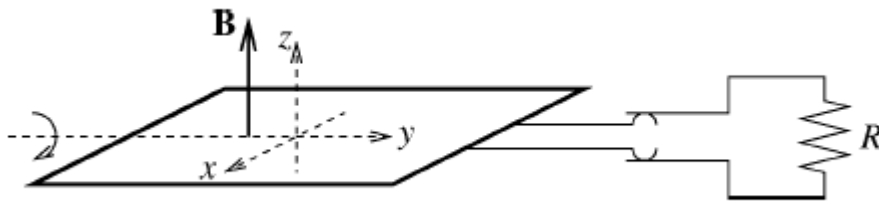
**Soldaki** kapasitörün hava boşluğunu bir dielektrikle ( $\kappa = 2$ ) dolduralım; **bataryayı bağlı tutarak** tekrar uzun bir süre bekleyelim.

b. (3) Şimdi her bir kapasitörün plakaları arasındaki elektrik alanı (yön ve büyüklük) nedir?

c. (3) Soldaki kapasitöre dielektriği sokmadan önce **bataryayı çıkardığımızı** varsayın, o zaman her bir kapasitörün plakaları arasında bulunan elektrik alanı ne olur (yön ve büyüklük)?

### Problem 6 (7 puan)

Basit bir elektrik üretici (aşağıda gösterildiği gibi)  $f$  Hz frekansla  $y$  eksenini etrafında dönüyor.  $+z$  yönünde  $B = 0,5$  Tesla büyüklüğünde düzgün bir manyetik alan vardır. Rotor, her biri  $S$  m<sup>2</sup> alanlı,  $n$  sarımlı bir bobinden oluşmaktadır. Üreteç, kayan kontaklarla (fırçalarla) direnci  $R$   $\Omega$  olan bir elektrik ampulüne güç vermektedir (şekle bakınız). Bobinin omik direnci, elektrik ampulününki ile karşılaştırılınca ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Burada, kolaylık olsun diye bobinin öz-indüktansının ihmal edilebilir ölçüde küçük olduğunu da varsayabilirsiniz.



a. (3) İndüklenmiş alternatif akımın maksimum değeri ( $I_{maks}$ ) nedir? Bu maksimum akım oluşurken bobinin iki konumundan birisini şekil üzerinde gösteriniz.

b. (4) Dönmenin devamını sağlaması gereken, mekanik gücün (Watt olarak) zaman ortalaması nedir (mil yatağındaki sürtünmeyi ihmal ediniz)?

### Problem 7 (7 puan)

Bir düzlem elektromanyetik dalga,

$$\vec{E} = 2\hat{z} \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} y + 4\pi \times 10^{15} t\right) \text{ V/m}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_0 \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} y + 4\pi \times 10^{15} t\right) \text{ Tesla}$$

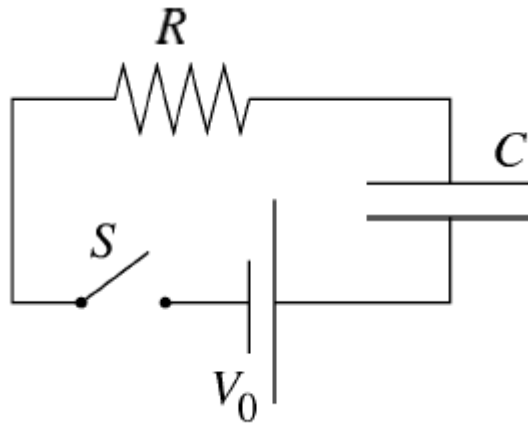
ile verilmektedir.

Ortamın kırılma indisi 1,5'tir.

- (2) Dalga hangi yönde yayılır?
- (3)  $\vec{B}_0$  nedir (büyüklük ve yön)?
- (2) Dalganın dalgaboyu nedir (metre cinsinden)?

### Problem 8 (8 puan)

Bir  $R$  direnci, bir  $C$  kapasitörü, bir  $S$  anahtarı ve bir batarya (EMK'sı  $V_0$  olan) şekilde gösterildiği gibi seri bağlanmıştır. Anahtar  $t = 0$  iken kapalıdır. Bu anda kapasitör yüklenmemiştir.



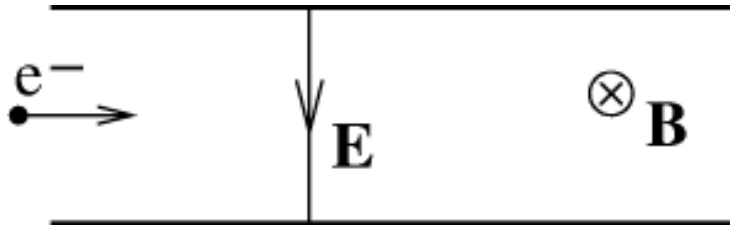
$t > 0$  için:

- (2) Kapasitörün alt plakasındaki  $Q$  yükü için bir diferansiyel denklem yazınız.

- b. (1)  $\tau$ 'nın uygun bir şekilde seçilmesi şartıyla, yukarıdaki denkleminizde yerine yazarak  $Q = CV_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ 'nin doğru bir çözüm olduğunu gösteriniz.  $\tau$ 'yu belirleyiniz.
- c. (2)  $t_1$  anında ( $t_1 > 0$ ) devredeki akım nedir?
- d. (1)  $t_1$  anında kapasitörde ne kadar enerji depolanmıştır?
- e. (2)  $t = 0$  ve  $t_1$  arasında dirençte ne kadar ısı üretilmiştir?

### Problem 9 (5 puan)

Paralel bir düzlem kapasitör (plakalar arası boş)  $0,1 T$  şiddetinde düzgün bir  $\vec{B}$  manyetik alanı içerisine yerleştirilmiştir. Manyetik alanın yönü şekilde gösterildiği gibi plakalara paraleldir. Kapasitör şekilde gösterilen yönde  $10^5 V/m$ 'lik düzgün bir  $\vec{E}$  elektrik alanı elde edecek şekilde yüklenmiştir.  $3 \times 10^6 m/s$  hızıyla soldan kapasitöre bir elektron girer. Şekilde gösterildiği gibi, onun hareket yönü hem manyetik alana hem de elektrik alana diktir.



- a. (3) Kapasitöre girerken elektrona etkiyen net kuvvet Newton cinsinden (büyüklük ve yön) nedir?
- b. (2) Elektrik ve/veya manyetik alanın şiddetini değiştirebilirsek, bu durumda elektronun bir doğru boyunca (böylece sapmadan) kapasitörden geçmesi mümkün olur mu? Cevaplarınızı açıklayınız.

**Problem 10 (7 puan)**

Kesiti  $1 \text{ cm}^2$  ve enerji akısı  $1 \text{ kW/m}^2$  olan bir ışık demeti **30** saniye süreyle bir düzlem yüzeye düşmektedir. Yüzey ışık demetine diktir ve ışınımı tamamen soğurmaktadır.

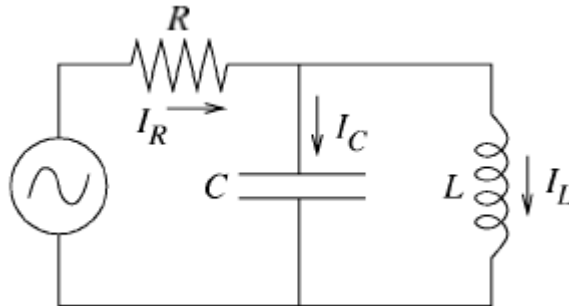
- (2) Yüzey tarafından soğurulan enerji (Joule cinsinden) nedir?
- 30** saniye boyunca ışık tarafından yüzeye uygulanan kuvvet ( $N$  cinsinden) nedir?

Aynı ışık demeti şimdi yüzeyi ışık demetine dik bir ayna tarafından **%100** yansıtılmıştır.

- (2) Şimdi aynanın soğurduğu enerji ( $Joule$  cinsinden) nedir?

**Problem 11 (8 puan)**

Şekilde gösterildiği gibi, bir **LRC** devresi,  $EMK = V_0 \cos(\omega t)$  olan bir güç kaynağı tarafından beslenmektedir. Kararlı durumda, ideal öz-indüktörden geçen akım  $I_L$ , ideal kapasitörden geçen akım  $I_C$  ve dirençten geçen akım  $I_R$ 'dir. **Kararlı durum, bütün kısa süreli olayların yok olması için uzun bir süre beklemeniz anlamına gelir. Bir diferansiyel denklem yazmayı DÜŞÜNMEYİN bile. Bu problem, sizin kapasitörün ve öz-indüktörün uç durumlarda nasıl davrandığını takdir etme yeteneğine sahip olup olmadığınızı görmek için tasarlanmıştır. Hayali bir matematiğe gerek yoktur.** Bütün cevaplarınızı  $L, R, C$  ve  $V_0$  terimlerinde ifade ediniz.



- (2)  $\omega = 0$  (sıfır frekans, güç kaynağının sıfır iç dirençli basit bir batarya olduğu anlamına gelir) durumunda  $I_L$ ,  $I_C$  ve  $I_R$ 'nin maksimum değeri nedir? **Size kararlı durum çözümlerini soruyoruz, geçici durum çözümlerini DEĞİL.**

b. (3) Aynı soruyu, “a” şıkkındaki gibi,  $\omega$ 'nın sonsuz büyük bir değere yaklaştığı diğer bir uç (ekstrem) durum için cevaplayınız.

c. (2) Frekansın yukarıdaki iki ekstrem arasında herhangi bir yerde olduğu durumda,  $I_R$  akımının maksimum değerinin, “a”da bulduğunuz değerden daha yüksek mi, yoksa daha düşük mü olacağını umuyorsunuz? **Nedenlerini açıklayınız.**

d. (1)  $I_R$ 'nin sıfır olduğu bir frekans (**sabit durumda**) vardır. Bu öyle sezgisel bir şey olmayıp, gerçekte bu böyledir. Frekansın ne olduğunu düşünüyorsunuz? **Lütfen bu frekansı hesaplamaya çalışmayınız.**

### Problem 12 (6 puan)

Faraday Yasasını, düzlem-paralel kapasitörün plakaları arasındaki statik elektrik alanının kapasitörün kenarlarında aniden sıfıra düşmeyeceğini göstermek için, uygulayınız.

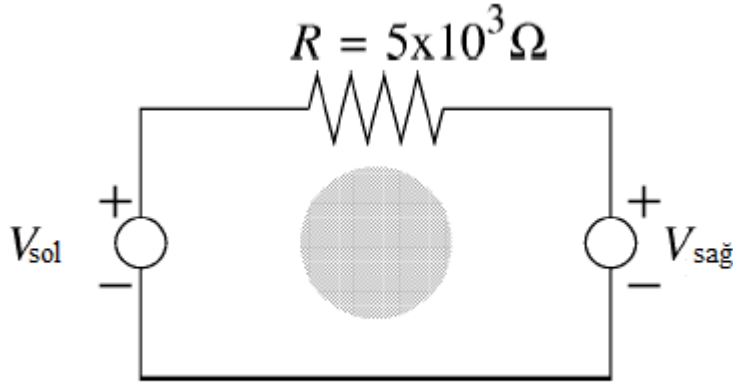
### Problem 13 (6 puan)

Her biri  $10^4 \Omega$  iç dirençli iki voltmetre,  $V_{sağ}$  ve  $V_{sol}$ ,  $5 \times 10^3 \Omega$ 'luk bir  $R$  direnciyle seri bağlıdır. Onlar direnci ihmal edilebilir tellerle birbirine bağlanmıştır (aşağıdaki devreye bakınız). Gösterildiği gibi, her iki voltmetrenin “+” ucu yukarıdadır. Gölge alanda bir değişken manyetik alan verilmektedir. Belirli bir anda  $V_{sol}$  'da  $+0,1$  Volt okunur.

a. (3) Bu anda  $V_{sağ}$  'da okunan voltaj nedir?

b. (3) Bu anda devredeki akım (yön ve büyüklük) nedir (A cinsinden) ve indüklenmiş EMK nedir?



**Problem 14 (15 puan)**

Burada 15 tane “Doğru – Yanlış” sorusu var. **Her bir doğru cevap için 1 puan alacaksınız, her bir yanlış cevap için 1 puan kaybedeceksiniz. Bir ya da daha fazla soruya cevap vermeme hakkınız var; bu durumda hiçbir puan kazanmayacaksınız veya kaybetmeyeceksiniz. Bu problem için toplam puanınız sıfırdan küçük olmayacaktır.** Lütfen her bir kutucuğa sadece bir “D” veya bir “Y” yazınız, ya da boş bırakınız.

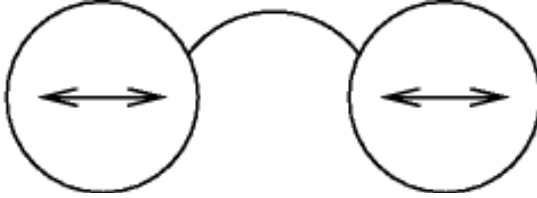
a. Kırmızı ışık (camın yansıttığı) için kutuplanma (Brewster) açısı mavi ışığınkenden farklıdır. Bu yüzden camdan yansıtılarak tamamen %100 çizgisel kutuplu beyaz ışık elde edeceğimiz gelme açısı yoktur.

b. Bize yaklaşan yıldızlardan gözlenen spektrumlar, daha uzun dalgaboylarına doğru Doppler-kaymış çizgileri gösterir.

c. İkincil gökkuşağı dış tarafta her zaman mavidir ve ışığı güçlü şekilde kutupludur.



d. Aşağıda gösterilen kutuplanma yönüne sahip polaroid güneş gözlükleri, yoldaki su birikintilerinden gelen parıltıları büyük ölçüde filtre eder.



e. NASA'nın urgan deneyiyle, çok uzun iletken bir telin (mekişe bağlı) Dünyanın manyetik alanında hareket ettirilmesiyle, elektrik gücü üretildi. Üretilen elektrik enerjisi mekiğin kinetik enerjisi (böylece hızı) pahasına olmuştur.



f. İki iletken  $A$  ve  $B$  halkası özdeş boyutlara sahipler.  $A$  halkasının öz-indüktansı, halkalar çok farklı metallere yapıldığı zaman bile,  $B$  halkasınınki ile aynı olacaktır.



g. Her biri  $1\mu\text{F}$  fakat oldukça farklı büyüklükte iki kapasitörü karşılaştırınca, bunlardan büyük olanı küçük olandan muhtemelen daha yüksek bir potansiyel farkına kadar yüklenebilir. Böylece küçük olandan daha fazla enerji tutabilir.



h. 8.02 optik kitinizdeki plastik transmisyon ağı beyaz ışığı bir renkler spektruma ayırıştırabilir. Eğer plastiğin kırılma indisi tüm renkler için aynı olsaydı böyle bir spektrum gözükmecekti.

i. Hubble Uzay Teleskopu (HUT) kırınımına sınırlıdır. Bu yüzden açısal çözünürlüğü kısa dalgaboylarında (mesela mavi ışık) uzun dalgaboylarındakinden (mesela kırmızı ışık) daha iyidir.



j. Işığın dalga özelliği Young'ın çift yarıktaki girişim deseniyle iyi gösterilmiştir. Biz yapıcı ve yıkıcı girişimin karanlık ve aydınlık bölgelerini gösterecek bu deseni elde etmek için bir fotoğrafik plakayı ışığa maruz bırakabiliriz. Işık kaynağının şiddetini herhangi bir anda **sadece bir foton**, mesela her 10 saniyede sadece 1 foton, yayınlatabileceği şekilde azaltığımızda bile, fotoğrafik plakayı yeterince uzun ışınlamak koşuluyla, girişim deseni hala görülecektir.



k. Halelerin (ışık halkası) açısal büyüklüğü, bulutlardaki su damlalarının azalan büyüklüğü ile artar. Bu, kırınımın halelerin oluşumunda bir anahtar rol oynadığı gibi, şaşırtıcı değildir.



l. Havada sesin yayılma hızı hava sıcaklığına bağlıdır. Bu yüzden, verilen uzunluktaki bir flüt tarafından çıkarılan müzik sesleri (tonları), çalgı aleti kışın dışarıda (**28 F**) ya da sıcak bir oda (**70 F**) içerisinde çalındığı zaman farklıdır.



m. Ayda olduğu kadar güneşin etrafında görülebilen 22 derecelik hale (ışık halkası), buz kristallerindeki dağılımın (dispersiyonun) sonucudur.

---

n. Bir manyetik alandaki yüklü parçacıklar  $\vec{v} \times \vec{B}$  kuvvetinden dolayı bir ivme kazanmazlar.

---

o. İletken bir halkaya eşlik eden açık bir yüzeyden geçen manyetik akı sıfır olduğu zaman, bu halkada indüklenmiş bir EMK olamaz.