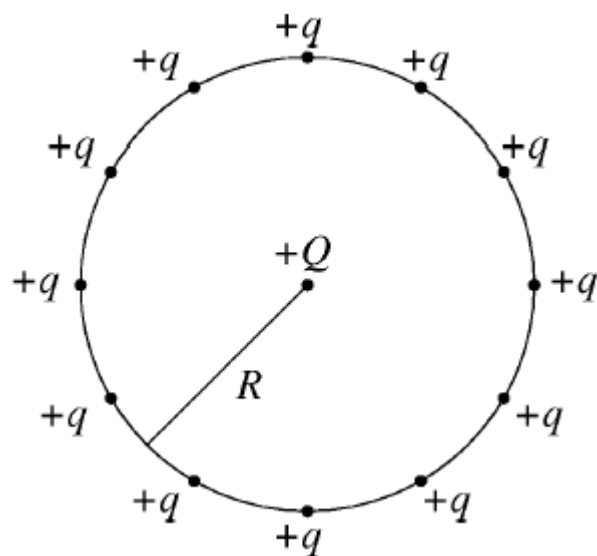


问题一（5分）

如图，12个等量电荷 $+q$ 均匀排列在半径为 R 的圆上。



求：

a.（2分）位于中心的电荷 $+Q$ 所受的合力（大小和方向）。

我们将位于“3点钟”处的电荷 $+q$ 移开。

b.（3分）现在中心处的 $+Q$ 所受的合力（大小和方向）。

问题二 (6 分)

两个空心的空柱体,有方向相反的电流均匀分布。通过内部半径为 a 的柱体的电流大小是 I , 通过外部半径为 $3a$ 柱体的电流大小为 $3I$ 。

求解下列区域内到它们同心轴距离为 r 处的磁场强度。

(1) 内部柱体以内 ($r < a$)

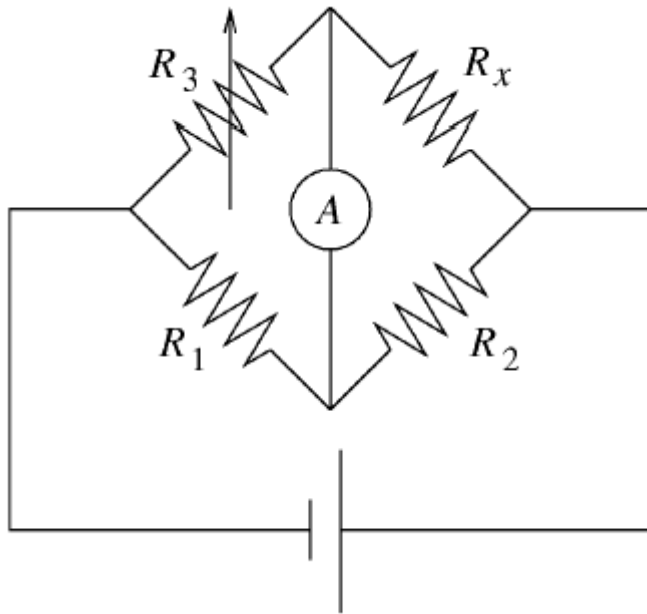
(2) 两柱体之间 ($a < r < 3a$)

(3) 外部柱体之外 ($r > 3a$)

画一个示意图,标出你选择的两个柱体的电流方向,并标出你求出的 3 个区域的磁场方向。

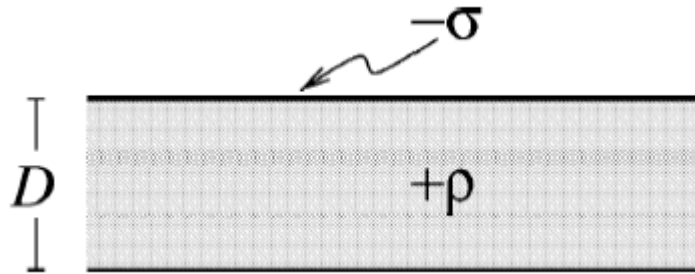
问题三（5分）

如下电路（也称惠斯通电桥）是为了测未知电阻 R_x 而设计的。电源提供得电压为 $10V$ ， R_1 和 R_2 为已知电阻。通过调节可变电阻使通过电流计A（如图）的电流为零。在这种“零电流”装置中，我们可仔细读出可变电阻的阻值。所以我们就知道了 R_1 ， R_2 和 R_3 的阻值，那么 R 怎样用 R_1 ， R_2 ， R_3 表示呢？



问题四 (7 分)

如图：有一个均匀的不导电的薄板（厚度可忽略）表面电荷均匀分布，电荷密度为 $-\sigma$ ，紧挨着它下面是一个厚度为 D 的平行厚板，厚板内部有电荷均匀分布，电荷密度为 $+\rho$ 。所有电荷均固定（不会移动）。



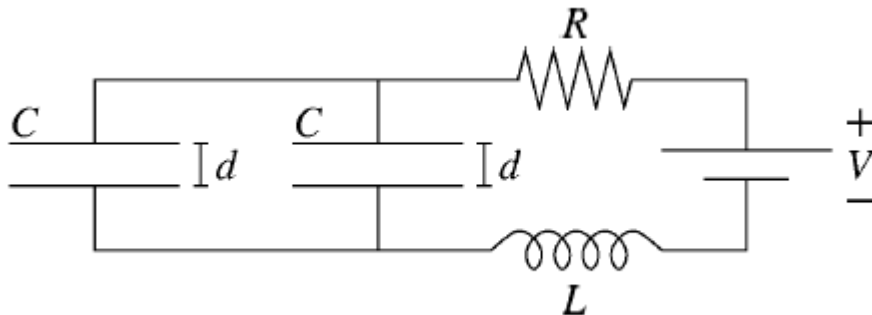
计算下面区域电场的大小和方向。

- a.(2 分)带负电荷的薄板面以上 h 处
- b.(3 分)厚板内部距带负电荷的薄板 d 处 ($d < D$)
- c.(2 分)厚板下方距厚板底面 H 处

问题五 (8 分)

如电路图所示：一个电阻 R ，一个理想自感线圈 L ，两个理想电容器（置于空气中），电容均为 C 。它们串联在电源电压为 V 的电路中很长一段时间。

电容器两极板之间的距离是 d 。用 C 、 V 、 R 、 L 和 d （问题 b、c 中还要用到 k ）来表示以下所有问题的答案。



a. (2 分) 各个电容器极板间的电场（大小和方向）

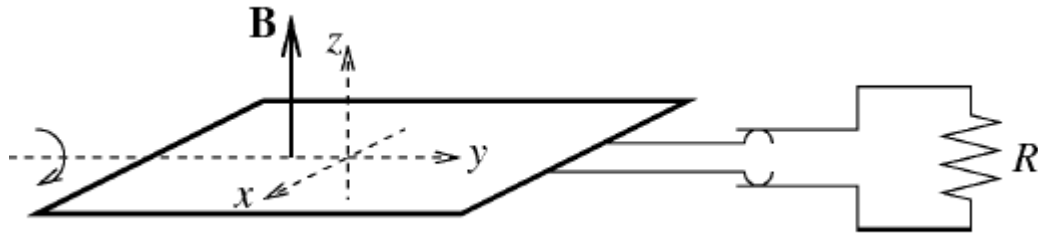
将一个介电常数 $k=2$ 的介电质插入左边电容器极板之间（刚好填满），电源保持不变，再过一段时间后

b. (3 分) 每个电容器极板间的电场（大小和方向）

c. (3 分) 假设在左边电容器极板间插入介电质之前把电源断开，那么每个电容器的极板间的电场又是怎样的？

问题六（7分）

如下图所示：一个简单的发电机绕 y 轴旋转，频率为 $f\text{Hz}$ 。沿 $+z$ 方向有一磁场 $B=0.5\text{T}$ 。线圈共 n 圈，所围面积是 $S\text{m}^2$ 。发电机通过连续转动给阻值为 R 的电灯供电。线圈电阻与电灯电阻相比可以忽略。为简单起见，线圈很小的自感也可忽略。



a.（3分）感生电流（交流）的最大值是？

画一个示意图，标出电流取最大值时线圈的位置（一个即可）。

b.（4分）为了保持转动发电机平均功率是多少瓦？（轴承的摩擦忽略不计）

问题七 (7 分)

一个平面电磁波

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

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

介质的折射率为 1.5。

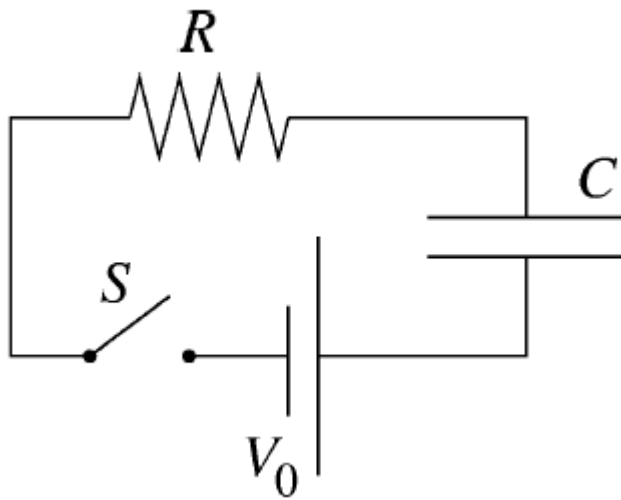
a. (2 分) 波的传播方向是？

b. (3 分) $\mathbf{B}_0$ 的大小和方向。

c. (2 分) 波长多少米？

问题八 (8 分)

如图：一个电阻 R ，一个电容 C ，一个开关 S 和一个电源（电动势是 V_0 ）串联在电路中。在 $t=0$ 时刻，开关闭合，电容器不带电量。



当 $t>0$ 时

a. (2 分) 写出电容器下方极板所带电量 Q 的微分方程。

b. (1 分) 选定一个合适的 τ ，代如上面方程可解出答案 $Q = CV_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ ，请确定 τ 。

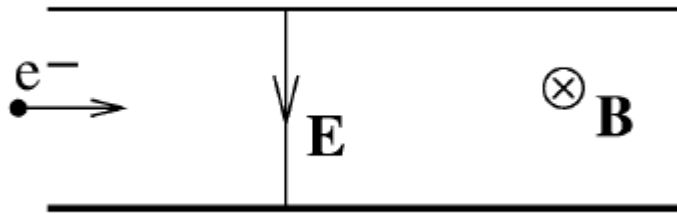
c. (2 分) t_1 时刻电路中的电流 ($t_1>0$)。

d. (1 分) t_1 时刻电容器中储存的能量。

e. (2 分) 在 $t=0$ 到 $t=t_1$ 时间段中电阻产生的热量。

问题九（5分）

如图：一个平行板电容器（真空中）位于均匀磁场中， $B=0.1T$ 。磁场方向与电容板平行。电容器带电，极板间电场 $E=10^5V/m$ （方向如图所示）。一个速率为 $3*10^6m/s$ 的电子从左边进入电容器，电子的运动方向与磁场和电场都垂直。



- （3分）电子进入电容器后所受的合外力（大小和方向）是多少牛？
- （2分）如果我们确定电场或磁场的大小，那么这个电子可以沿直线（不改变方向）穿过电容器吗？请对你的答案加以说明。

问题十（7分）

一束截面积为 1m^2 的光束在一个与它垂直的平面内每 30 秒能量减少 $1\text{KW}/\text{m}^2$ 。这个平面完全吸收辐射。请计算：

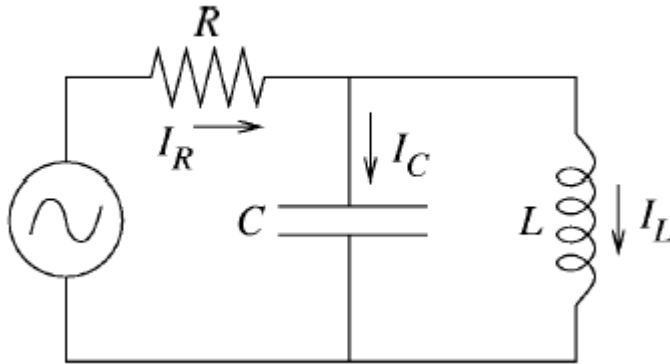
- a.（2分）该平面吸收的能量（单位 J ）。
- b.（3分）在 30 秒内光对该平面的压力（单位 N ）。

现在，这束光被一面与之垂直的镜子完全反射，则

- c.（2分）镜子吸收的能量是？（单位 J ）

问题十一（8分）

如下图所示： LRC 电路中电源电动势是 $V_0 \cos(\omega t)$ 。在稳态下，通过理想自感线圈的电流是 I_L 。通过理想电容的电流是 I_C 。通过电阻的电流是 I_R （稳态是指经过很长一段时间后所有暂态现象都已经消失。不用考虑写微分方程，这个题目主要是考查你们对电容和自感线圈极端情况的掌握情况，不会用到特殊的数学知识）。用 L 、 R 、 C 、 V_0 表示所有答案。



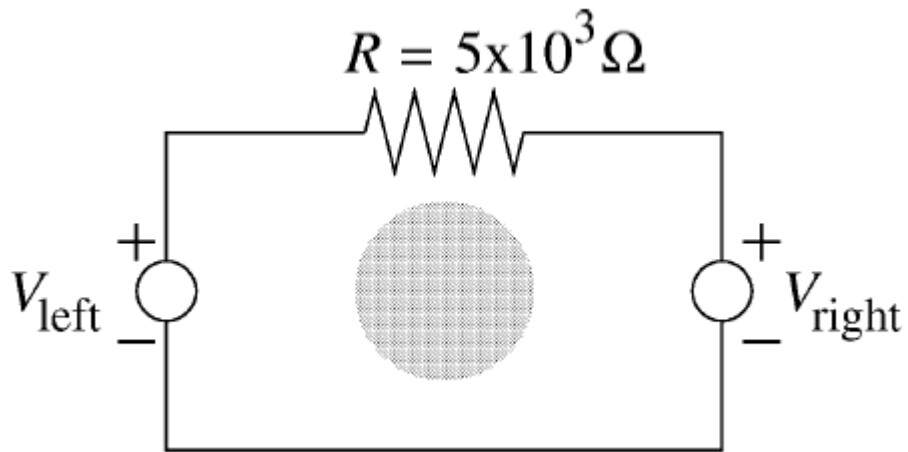
- (2分) $\omega = 0$ 时 I_L, I_C 的最大值（0 频率是指电源现在是一个简单的无震荡电源）。我们要求的是稳态下的解答而不是瞬时解。
- (3分) 当 ω 无穷大时（a）中各项的值。
- (2分) 但频率取值在以上两种极限情况之间时，你认为 I_R 的最大值比(a)中大还是小呢？
- (1分) 有一个频率（稳态下）对应的 I_R 值为 0，但是这并不能直接看出。不过这种情况确实存在。那么你认为这个频率是多少赫兹？不用试图去解方程。

问题十二 (6 分)

应用法拉第定律说明平行板电容器极板间的电场在边缘不可能突变为零。

问题十三（6分）

如下图：两个电压计 V_{right} 和 V_{left} ，内阻都是 $10^4\Omega$ 。它们和一个电阻 $R = 5 \times 10^3\Omega$ 串联在电路中。连接它们的电线的电阻忽略不计。电压计的上方为“+”。阴影部分是变化的磁场。在某一时刻 V_{left} 示数是 $0.1V$ 。



- （3分）此刻右边得电压计 V_{right} 示数是多少？
- （3分）此刻，电路中的电流是（大小和方向）？感生电动势又是？

问题十四 (15 分)

以下是 15 个判断正误的问题。每做对一题的 1 分，做错一题扣 1 分，如果你选择放弃其中一个或多个问题，则这些题目既不得分也不扣分，这样你这道大题总得分就不会低于 0。只要将 T 或 F 写到方框中即可（或空白）。

- a. 红光的布儒斯特角（玻璃面反射）与蓝光的不同。因此没有在玻璃表面 100%反射的白色入射光。
- b. 我们看到的从星体射向我们的光线是经过多普勒红移（波长变大）的。
- c. 次虹的外边一般是蓝色，并且它的光是（强烈）偏振的。
- d. 偏振太阳镜的偏振方向如下，它可以很好的阻挡路面上的水坑反射的光。
- e. NASA 做了通过在地磁场中移动一根长导线而发电的实验。这个实验中电能是由梭子的动能（如速度）转化来的。
- f. 两个大小一样的导体环 A 和 B 即使材料不同它们的自感系数也是一样的。
- g. 比较两个电容器，每一个的电容都是 $1\mu F$ 。但有效尺度不同，两电容其中较大的一个可以带更多的电量。因而它的极板间的电势差较大。所以它可以比较小那个储存更多的能量。
- h. 8.02 中你所用的一个光学元件是塑料透射光栅，它可以使白光发散成彩色光。因此，如果塑料对各种颜色的折射率都一样的话，彩色光就不会出现了。
- i. 哈勃太空望远镜是有衍射极限的。因此，它对短波（如蓝光）的角度分辨率比对长波（如红光）的角分辨率高。
- j. 杨氏双缝实验很好地验证了光的波动性。我们可以将一个感光底片置于实验中，它可以显示出由于相消或相长干涉而形成的明暗条纹。即使我们将光源强度减小到每 10 秒一次，一次只发射一个光子，经过较长一段时间后，底片上依然可以看到干涉条纹。
- k. 在云层中水滴半径变小时，**光环**角度增加，这并不奇怪，因为衍射在光环形成时起了重要作用。
- l. 声音在空气中传播速率与空气温度有关，因此，长度一定的长笛发出的乐声，冬天在室外（28F）和夏天在室内（70F）听起来是不一样的。
- m. 和月亮一样，在太阳周围也可以看到 22 度的光晕，这是因为冰晶体色散的缘故。
- n. 带电粒子在磁场中能否加速取决于力 $\vec{v} \times \vec{B}$ 。
- o. 当通过导线回路的开曲面的磁通量是零时回路中不可能产生感生电动势。

