Department of Physics
National Dong Hwa University, 1, Sec. 2,
Da Hsueh Rd., Shou-Feng, Hualien, 974, Taiwan

General Physics II, Midterm 4
PHYS10400, Class year 98
05-20-2010

Solution

1.

(a)

參考答案一、

電磁爐內的「橋式整流器」將一般插座的交流電轉變成直流電，再藉由「功率晶體」將直流電轉變成高週波電流，流經「陶瓷面板」下的「磁熱線圈」。

高週波電流是有規律地改變電流方向，所以由磁熱線圈產生的磁力線就跟著不斷地改變方向，一秒鐘變化二萬次左右，電流方向改變，磁力線的方向也跟著改變。

當鐵質的鍋子放置在這個變動的磁場上，鍋底是受到磁場的感應，產生感應電流，所產生的感應電流又稱為「渦電流」(eddy current)，在鍋底的渦電流，因為金屬導體的電阻關係而產生熱量。

因為電磁爐是以磁感應使炊具產生熱，所以不是所有的鍋子或是器具都適用。要如何選用鍋呢？方法很簡單，只要鍋底能吸住磁鐵的就能用。適合放在電磁爐上的烹飪器具有不鏽鋼鍋、不鏽鋼壺、平底鍋、彩色鍋；不適用的有陶鍋、陶磁壺、『圓底』鐵鍋、耐熱玻璃鍋、鋁鍋、鋁壺。

參考答案二、

原理：

迴路線圈通予電流時，其效果相當於磁鐵棒，因此於線圈面有磁場 N-S 極的產生，亦即有磁通量穿越。假若所使用的電源為交流電，***穿越迴路面的磁通量產生變化，當有一鐵性金屬面放置迴路線圈上方金屬面內就會感應電流。***

金屬面上有電阻，因此感應的電流會使金屬產生熱量，此熱量用以煮熟食物。感應電流越大，熱量就越高，煮熟食物就越快。要使感應電流越大，穿越金屬面的磁通量變化量要越大，當然磁場要越強，這樣一來原先通予交流電的迴路線圈就要越多匝數纏繞在一起。

構造：

將好幾條長細導線（ 用漆薄包隔離)合在一起形成相當電纜線，而後依螺旋方彎曲繞成一個大圓蛇餅，兩端接上變壓器。將電磁爐接上家庭用的交流電源(110 伏特)，經變壓器將電壓降低，因此電流增強而輸入電磁爐上的線圈產生高強度的磁場。在煮熟食物的過程中，因為其爐面上沒有電流，所以爐面上溫度不會太高，是一種相對安全的煮食物用器。

(b)

$$\oint_c \vec{E}\cdot d\vec{\ell} = -\frac{d\Phi}{dt}$$ 法拉第定律

$$\oint \mathrm{B}\cdot d\vec{s} = \mu_0 \mathrm{I} + \mu_0\varepsilon_0 \frac{d\Phi_B}{dt}$$ 安培 - 馬克斯定律

$$\oint_s \vec{\mathrm{E}}\cdot d\vec{\mathrm{A}} = \frac{Q_{in}}{\varepsilon_0}$$ 高斯定律(電)

$$\oint_s \vec{\mathrm{B}}\cdot d\vec{\mathrm{A}} = 0$$ 高斯定律(磁)沒有磁單極

2.

2)

(a) Orbital angular momentum.
the Circular Motion's Centrifugal force is provided by the electric force between the electron and the nucleus.

$$\frac{M_e v^2}{r} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad , \quad \begin{matrix} Z_e = \text{Change of the nucleus} \\ e = \text{Charge of the electron} \end{matrix}$$

Classically, $L = r \times p = r \times mv$, but $r \perp v$.

$\therefore \quad \vec{L} = mvr$

(b) The total Classical energy $E = E_K + E_P$.
E_K = the Kinetic energy of the electron with velocity.
E_P = the electric potential energy

$$\therefore \quad E = \frac{1}{2} M_e v^2 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{r}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 (2r)}$$

(c) $L = m_e v r \rightarrow L^2 = m_e(m_e v^2) r^2 = m_e \left(\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) r^2$

$$= \frac{m_e Z e^2 r}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\therefore \quad E = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 (2r)} = -\frac{m_e e^4 Z^2}{2(4\pi\epsilon_0)^2 L^2} = -\left(\frac{M_e e^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2} \right) \frac{Z^2}{L^2}$$

(d) If $L = n\hbar$

$$E = -\left(\frac{M_e e^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2} \right) \frac{Z^2}{L^2} = -\left(\frac{M_e e^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2} \right) \frac{Z^2}{\hbar^2 n^2}$$

(e) from (c) $L^2 = \frac{M_e Z e^2 r}{4\pi\epsilon_0} = n^2 \hbar^2 \Rightarrow r = \frac{(4\pi\epsilon_0)\hbar^2}{Z e^2 M_e} n^2 = \left(\frac{a_0}{Z} \right) n^2$

$$a_0 = \frac{(4\pi\epsilon_0)\hbar^2}{e^2 m_e} = 5.29 \times 10^{-11} m = 0.5 \text{ Å}$$

3.

3) When the current through R_5 is zero,

then $V_{BC} = 0$

$\therefore I_{R_1} = I_{R_3} = I, \quad I_{R_2} = I_{R_4} = I'$

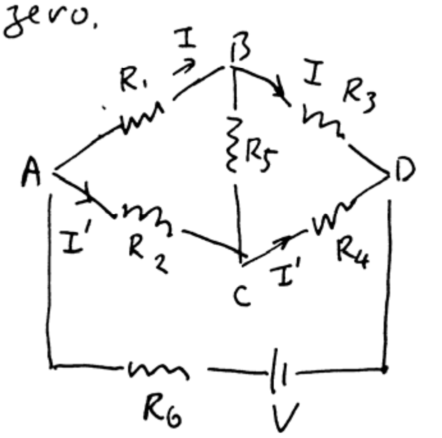
$\therefore \Delta V_{AB} = R_1 I, \quad \Delta V_{BD} = R_3 I$

$\Delta V_{AC} = R_2 I', \quad \Delta V_{CD} = R_4 I'$

But $\Delta V_{AB} = \Delta V_{AC}, \quad \Delta V_{BD} = \Delta V_{CD}$

or $R_1 I = R_2 I', \quad R_3 I = R_4 I'$

$\Rightarrow \quad \dfrac{R_1}{R_2} = \dfrac{R_3}{R_4}$



4.

4.

Left-hand loop: $\varepsilon - (I + I_2)R_1 - I_2 R_2 = 0$.

Outside loop: $\varepsilon - (I + I_2)R_1 - L\dfrac{dI}{dt} = 0$.

Eliminating I_2 gives $\varepsilon' - IR' - L\dfrac{dI}{dt} = 0$.

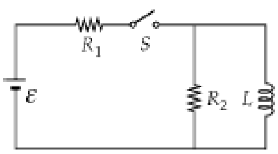


FIG. 4

This is of the same form as Equation 32.6, so its solution is of the same form as Equation 32.7:

$$I(t) = \frac{\varepsilon'}{R'}\left(1 - e^{-R't/L}\right).$$

But $R' = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ and $\varepsilon' = \dfrac{R_2 \varepsilon}{R_1 + R_2}$,

so

$$\frac{\varepsilon'}{R'} = \frac{\varepsilon R_2/(R_1 + R_2)}{R_1 R_2/(R_1 + R_2)} = \frac{\varepsilon}{R_1}.$$

Thus $I(t) = \dfrac{\varepsilon}{R_1}\left(1 - e^{-R't/L}\right)$.

5. Use equation (29.21) in the text book

P29.39 $$B = \frac{nqt(\Delta V_H)}{I} = \frac{(8.46\times10^{28}\ \mathrm{m}^{-3})(1.60\times10^{-19}\ \mathrm{C})(5.00\times10^{-3}\ \mathrm{m})(5.10\times10^{-12}\ \mathrm{V})}{8.00\ \mathrm{A}}$$

$$B = 4.31\times10^{-5}\ \mathrm{T} = \boxed{43.1\ \mu\mathrm{T}}$$