基于动漫及游戏体系下电磁学研究与模拟

ELECTROMAGNETIC RESEARCH AND SIMULATION BASED ON ACG SYSTEM

答辩人：钟溯飏 计算机科学与技术学院
指导教师：卢荣德

目录

介绍&背景

模型分析

计算模拟

总结

介绍

- 因为现在的年轻人普遍都对二次元文化感兴趣，而在本学期学习后，对电磁学有了一些了解，因此，想探讨一下动漫游戏作品中的电磁现象的可行性
- 基于动漫和游戏的背景，分析作品中出现的电磁学模型；进行定量计算，并且使用MATLAB进行模拟

背景

整体思路-等离子炮的具体可行性

高压电产生

- 皮卡丘

基础

内弹道分析

- 在高压电基础上分析弹丸是如何被推射出膛的

代入

外弹道模拟

- MATLAB

高压电弧的产生

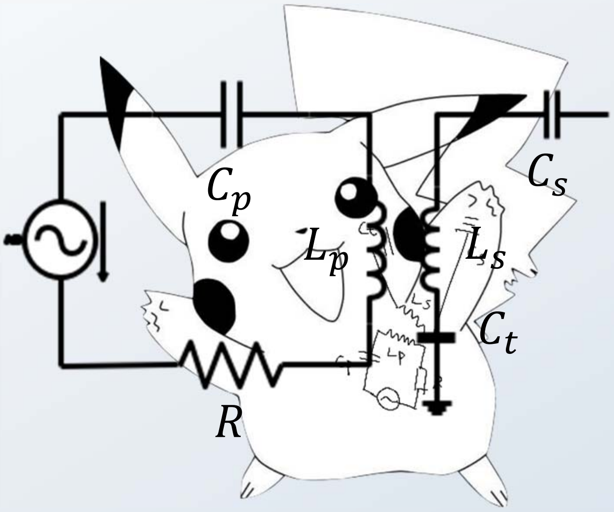
鱼纲，电鳗目

- 通过特化肌肉细胞发电。
- 每个发电细胞仅能产生50～150mV电压，一般成年电鳗可发出650V电压。
- 是直接产生的直流电。

皮卡丘技能为十万伏特

- 单纯以电鳗方式发电显然无法达到
- 考虑振荡电路可以产生很大的电压
- 并不能直接产生交流电
- 直流转交流再升压 √

对电路的分析与计算



- 由RLC回路的频率公式：

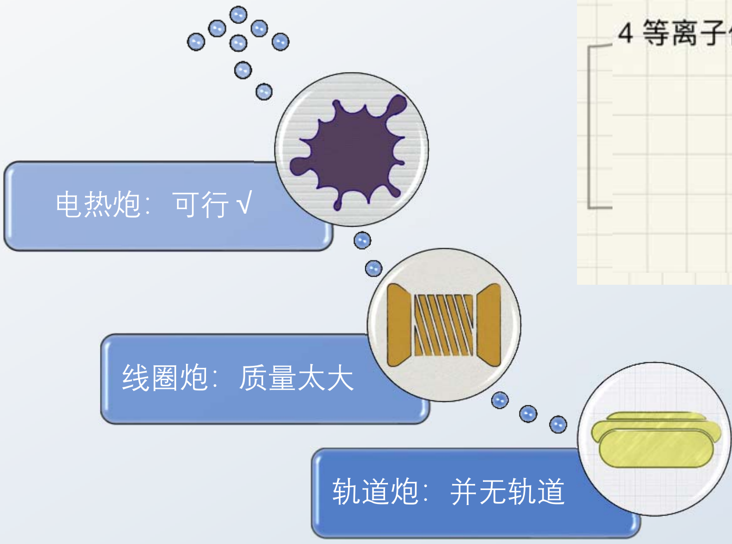
$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

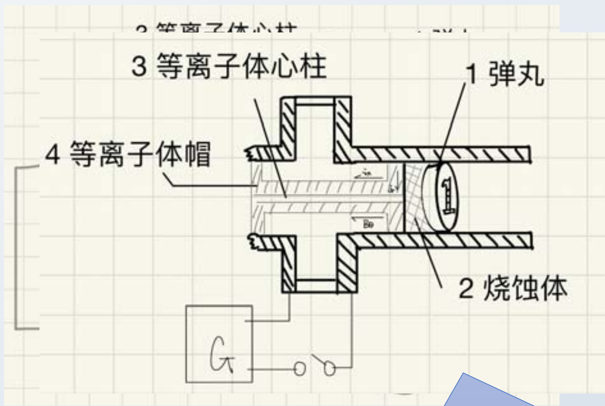
- 频率相等时，有最大能量，此时电压为

$$U_s=U_p\sqrt{\frac{C_p}{C_s+C_t}}$$

- $U_p=220V$，将皮卡丘放电处与接地处看做孤立导体球。由身高为$h=0.4m$，可估算出$r=0.02m$，从而$C=2.225pF$.
- 代入上式，则$C_p=0.919\mu F$时，可产生10kV电压，即十万伏特。

对电炮的初步思考





- 电热炮是全部或部分地利用电能加热工质来推进弹丸的发射装置。
- 炮姐通过上述方法制造出高压电弧，使硬币后气体等离子化，沿Z方向形成脉冲电流，产生角向磁场，使等离子体产生箍缩效应，从而推动弹丸。

理论计算

$$\nabla p_i(r) = \overrightarrow{j_x} \times \overrightarrow{B_\theta}$$
$$\nabla \times \overrightarrow{B_\theta} = \mu_0 \overrightarrow{j_x}$$
$$p_i = n_i k(T_i + T_e)$$
$$j_x = en_i(v_{ix} - v_{ex})$$

$$i_x = \sqrt{\frac{8\pi N_i k(T_i + T_e)}{\mu_0}}$$

电磁推力：$F_{em} = \frac{\mu_0 i_x^2}{4\pi} \Pi^2$

热压力：$F_{th} = \frac{\mu_0 i_x^2}{8\pi} \frac{r_e^2}{r_0^2}$

其中$\Pi^2 = \frac{r_e^2}{r_e^2 + r_0^2} + \ln(1 + \frac{r_e^2}{r_0^2})$

代入数值计算最终速度

- 弹丸最终速度：$v_p = \frac{1}{m} \frac{\mu_0}{8\pi} \left(\frac{r_e^2}{r_0^2} + 2\Pi \right) \int_0^t i_x^2 dt$
- 简化一下，假设炮姐可以使电流保持恒定，则

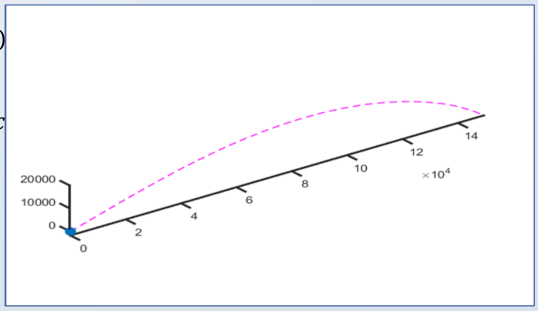
$$v_p = \sqrt{\frac{\mu_0 x}{4\pi m}} \sqrt{2\Pi^2 + \frac{r_e^2}{r_0^2}} I_x$$

- 一枚硬币的质量为6.05g，内弹道长度约为5.13cm.
- 于是最终速度为$v_p = 9.586941836 \times 10^{-3} I_x \ (m/s)$

运动学方程与弹道模拟

$$
\left\{
\begin{aligned}
&\frac{dx}{dt} = v_x\left(1+\frac{y}{R}\right)^{-1}\\
&\frac{dy}{dt} = v_y\\
&\frac{dz}{dt} = v_z\\
&\frac{dv_x}{dt} = \frac{v_x v_y}{R\left(1+\frac{y}{R}\right)} - 2\omega\left(v_x sin\Lambda + v_y cos\Lambda sin\alpha\right) - CH(y)\\
&\frac{dv_y}{dt} = -\frac{g_0}{\left(1+\frac{y}{R}\right)^2} + \frac{v_x^2}{R\left(1+\frac{y}{R}\right)} + 2\omega cos\Lambda(v_x sin\alpha + v_z c\\
&\frac{dv_z}{dt} = -2\omega\left(v_y cos\Lambda cos\alpha - v_x sin\Lambda\right) - CH(y)G(v_\tau)v_z\\
&v = v_\tau = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}
\end{aligned}
\right.
$$

发射方向：正东
地点： 31°49'44.4"N, 117°16'17.9"E
击中时刻：落地
仰角：20°
初速度：4793m/s



总结

高压电弧
- 振荡电路

等离子炮
- 箍缩效应

轨迹模拟
- 外弹道学

可行吗？

高压电弧　电磁炮　电击

功率太大！

THANK YOU!