

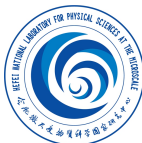
电磁学小论文经验分享

Experience Sharing Talk

廖荣

中国科学技术大学物理学院
微尺度物质科学国家研究中心
合肥国家实验室

2023 年 6 月 10 日



- ① 电磁学小论文的目的是什么
- ② 我和刘白羽去年做了什么
- ③ 经验和教训
- ④ 一些可能有帮助的资源
- ⑤ Links

① 电磁学小论文的目的是什么

② 我和刘白羽去年做了什么

③ 经验和教训

④ 一些可能有帮助的资源

⑤ Links

可能小论文最初的目的是希望同学根据课程内学到的知识，自主探究推导感兴趣的细节，但是这种偏纯理论形式的小论文体量小、内容单调、且常常难以超出高级课程的范围，或多或少存在原创性质疑。

在此我举一个竞赛的同学比较熟悉的问题，这道题在程稼夫先生的《电磁学》以及舒幼生先生的《奥赛物理题选》中都有出现。

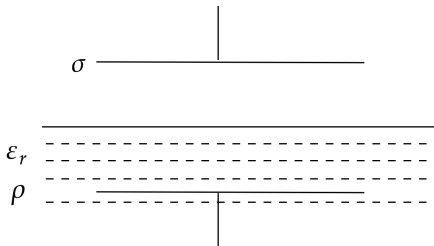


图 1: 电容器中的液面升高多少？

舒老的《奥赛物理题选》中给出了这一题基于受力法和能量法的两种解法，答案相同。同时程稼夫先生的《电磁学》中也选了这道题作为习题，并未给出具体过程，但给出了同样的答案。这两答案与虚功原理的做法存在矛盾。推荐大家查阅<https://blog.csdn.net/DiracFeynman/article/details/125699068>学习。

讨论这样的问题当然是有价值而且鼓励的，但非常不讨巧。

从历届小论文校赛获奖情况来看，更容易获奖的是进行理论建模 + 仿真模拟/数值模拟（+ 实际实验）的完整项目，类似 CUPT/IYPT 的小课题。

① 电磁学小论文的目的是什么

② 我和刘白羽去年做了什么

③ 经验和教训

④ 一些可能有帮助的资源

⑤ Links

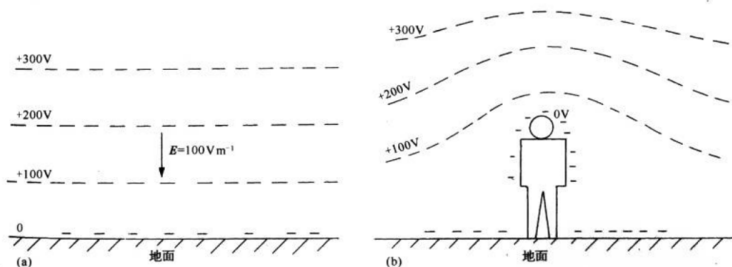


图 9-1 (a)在地面上的电势分布；(b)在室外平坦地方人身附近的电势分布

图 2: Feynman、Leighton and Sands, The Feynman Lectures on Physics[M], Vol 2, California Institute of Technology, Basic Books, 2010.

" 在室外，在你鼻子的高度上就有高于你脚下 200V 的电势差！ "

" 为什么我们不正好在人体外空气一米的距离上安装一对电极，就可利用这 100V 来点亮电灯？ "

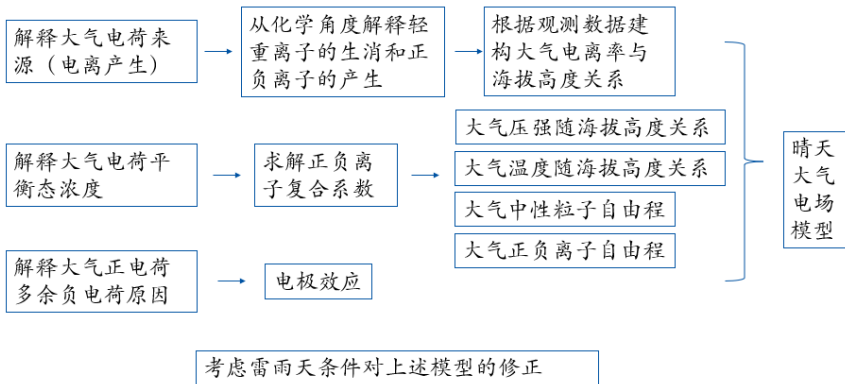


图 3: 大气电场理论建模思路

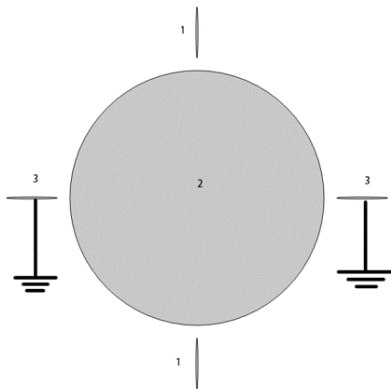


图 4: 电晕放电电动机示意图。1、3 处为定子电极，接高压、接地两种电极间隔分布，2 处为转子，覆有导电材料。

电源放电过程中发生的反应如下

1. 表面反应: $N_2^+ \rightarrow N_2$ 、 $N_2^- \rightarrow N_2$ (电极表面和转子表面)
2. 空间内: $N_2^+ N_2^- \rightarrow N_2 + N_2$ 、 $N_2^+ + e \rightarrow N_2$
3. 电子碰撞反应: $N_2^+ e \rightarrow N_2^-$ 、 $N_2 + e \rightarrow N_2^+ + 2e$

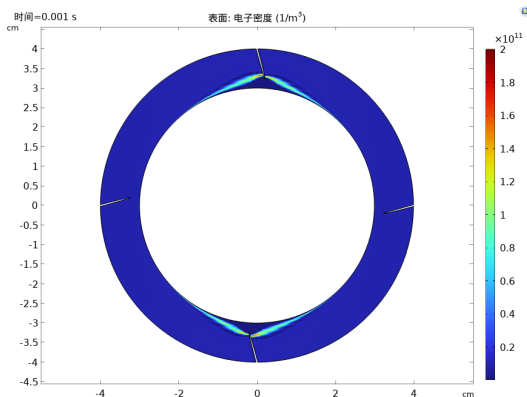


图 5: 产生的电晕放电现象

电动机静电力计算

$$F = \int \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma_r \sigma_s L^2 R(R+g)}{[g + (R - R\cos(\theta_r - \theta_s))]^2 + [R\sin(\theta_r - \theta_s)]^2} d\theta_r d\theta_s$$

式中 L 为发动机长度, R 为转子半径, g 为气隙宽度。

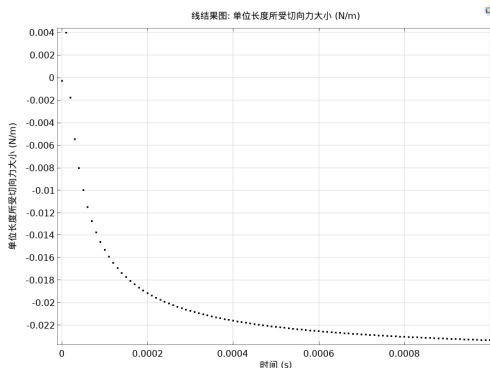


图 6: 在一次放电过程中, 单位长度电动机所受切向力大小



图 7: 电动机装置图

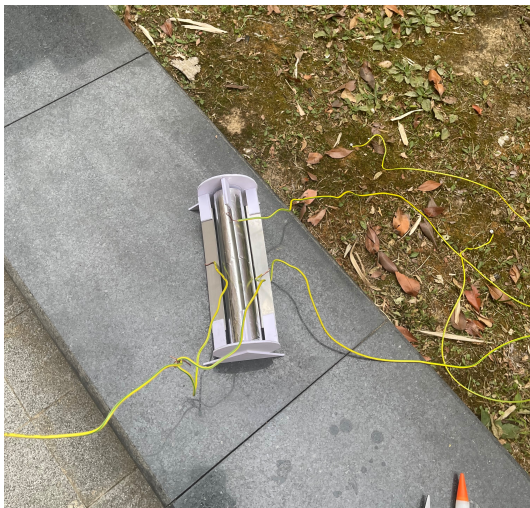


图 8: 地面端实验装置



图 9: 空中端实验装置



图 10: 空中端实验示意图



图 11: 空中端俯瞰地面端

① 电磁学小论文的目的是什么

② 我和刘白羽去年做了什么

③ 经验和教训

④ 一些可能有帮助的资源

⑤ Links

1. 不要做纯粹理论推导的小论文，原创性和创新性会遭受质疑。
如果要进行此类偏理论、推公式的工作，建议与数值计算相结合。
2. 不要轻易尝试实际实验装置搭建，否则投入产出比例悲观，且难以得到预期结果，画蛇添足。
如果要进行此类实验装置搭建的工作，建议寻求课题组/CUPT实验室/社团的帮助。
3. 综上，仍然建议做数值计算和仿真模拟的工作，既有理论，又能有仿真数据，还能给出一些精美的图片。

① 电磁学小论文的目的是什么

② 我和刘白羽去年做了什么

③ 经验和教训

④ 一些可能有帮助的资源

⑤ Links

通过视频网站可以得到一些选题启发。

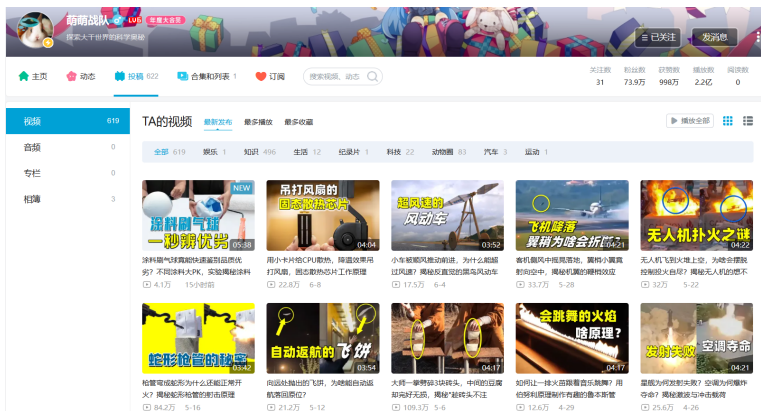


图 12: Bilibili up-萌萌战队

外文论文学习三板斧

Web of Science: <https://www.webofscience.com/>

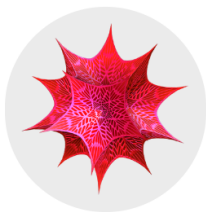
Sci-hub: <https://www.sci-hun.st/>

知云文献翻译: <https://www.zhiyunwenxian.cn/>

使用流程：使用中国科大机构认证登录 Web of Science，关键词搜索希望查阅的论文，找到 doi 号；将 doi 号输入 Scihub 免费下载 pdf；将 pdf 在知云文献翻译中打开学习。

Mathematica(mma) & Matlab

二选一，推荐 mathematica. 符号计算，语法简单。
中国科大正版化网站免费下载、免费正版激活。



最新發表

MATHEMATICA13.2

图 13: Wolfram Mathematica

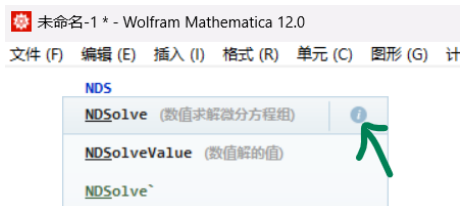


图 14: 查看 mma 帮助文档

Comsol

仿真模拟方面有很多软件，包括 Comsol、Abaqus、Ansys。
考虑到实际实验门槛更高，在经费和时间不允许的情况下，仿真模拟仍然是有价值的参考。
推荐使用 Comsol 前遍历其案例库相关案例。

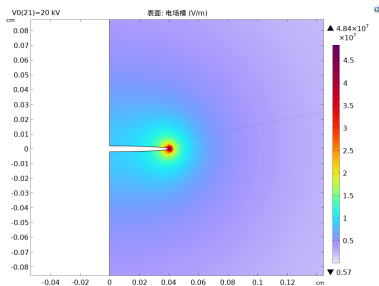


图 15: 使用 Comsol 模拟尖端放电



图 16: 丰富的本地/在线案例库

① 电磁学小论文的目的是什么

② 我和刘白羽去年做了什么

③ 经验和教训

④ 一些可能有帮助的资源

⑤ Links

Thanks!

Email:lr_ustc@mail.ustc.edu.cn
Homepage:http://home.ustc.edu.cn/lr_ustc/