

制造磁单极

——疯狂的念头及其失败历程

中国科学技术大学理学院物理二班

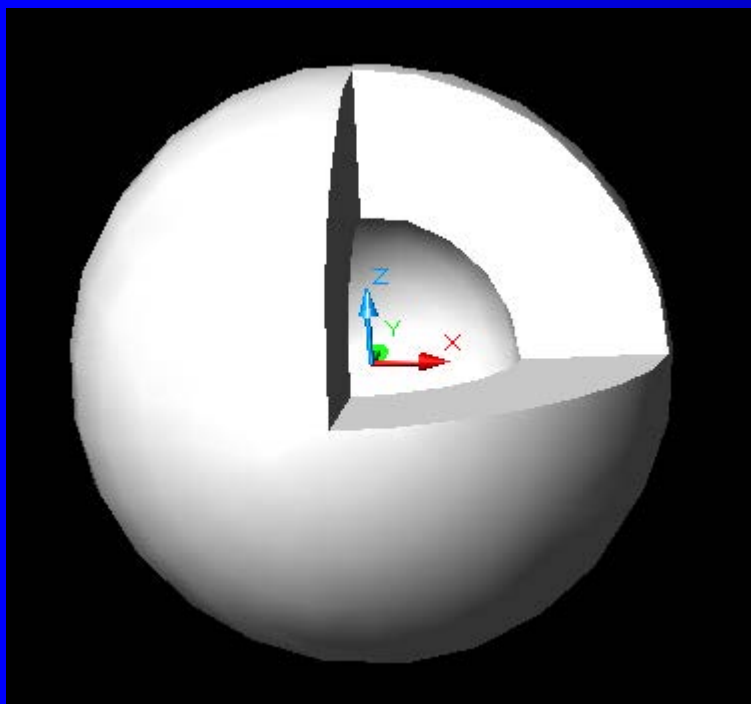
张 权 PB01203061

吴许芳 PB01203127

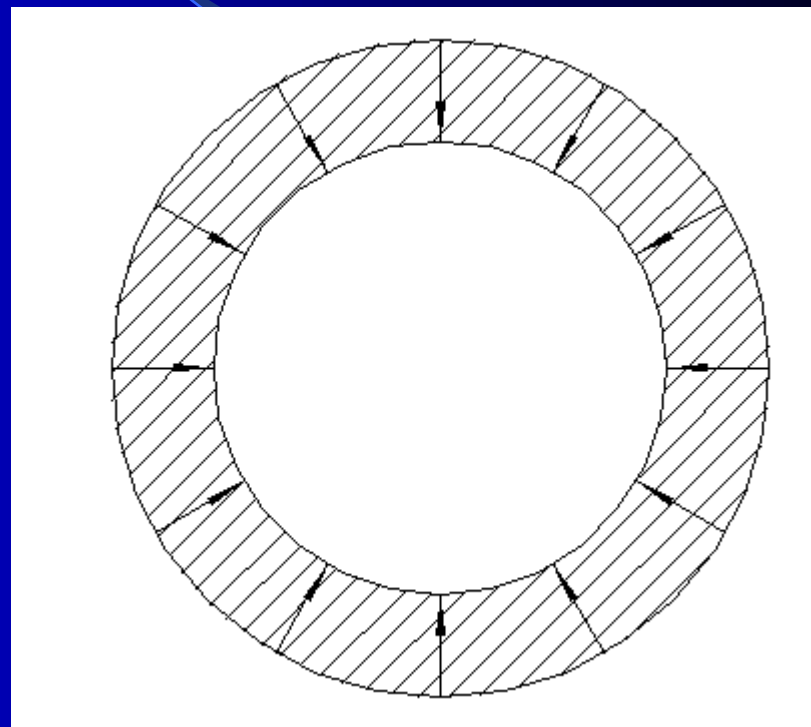
2002.12

我们来考虑一个沿着径向对称磁化的磁体球壳。

它的磁场是什么样子的？



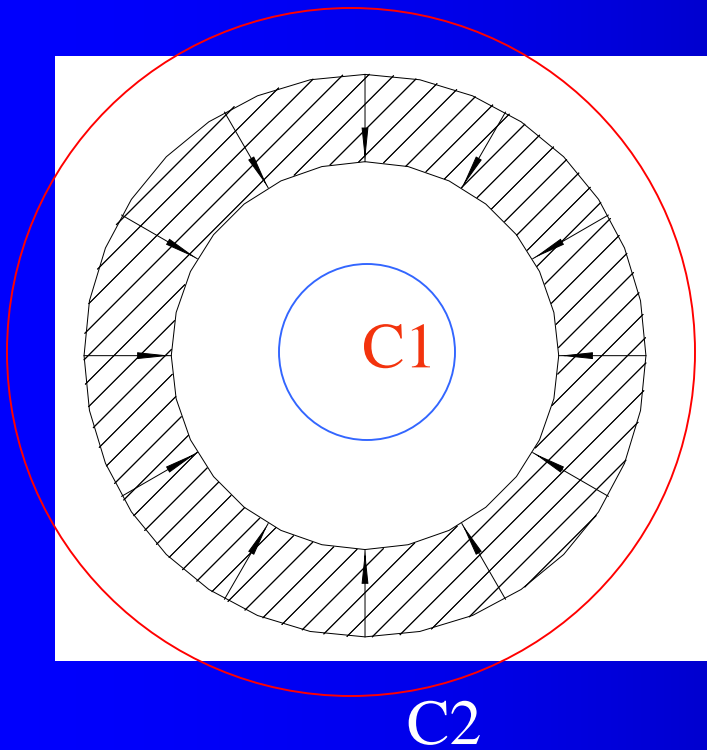
磁体球壳



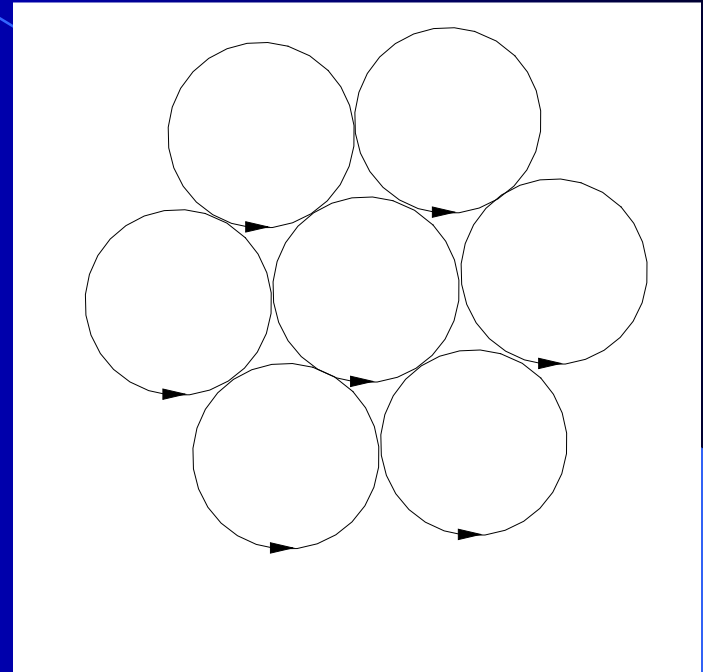
剖面

我们也可以把它看作是有很多的条形磁铁堆起来的，实际上，可以这样来得到这个球，困难是有的，但并不是绝对不行的。

用两种方法考虑这个问题

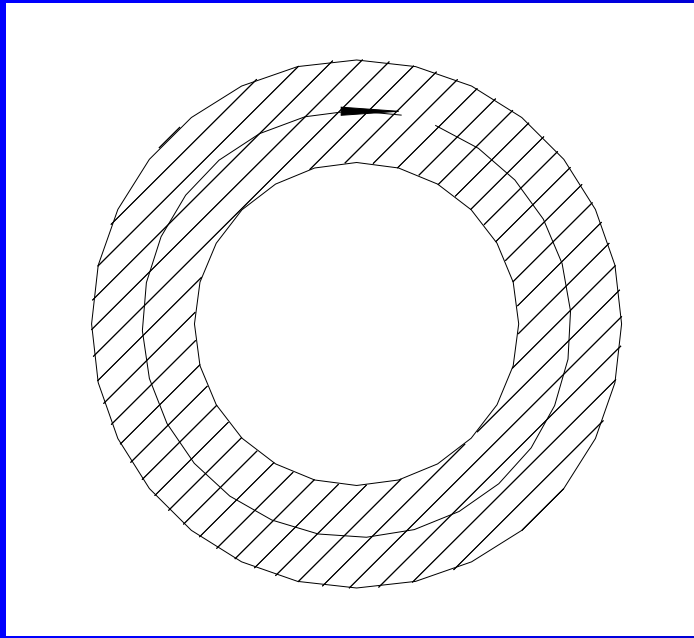


用磁荷法考虑，在C1和C2内磁荷的量都是零，所以，其内其外都没有磁场。

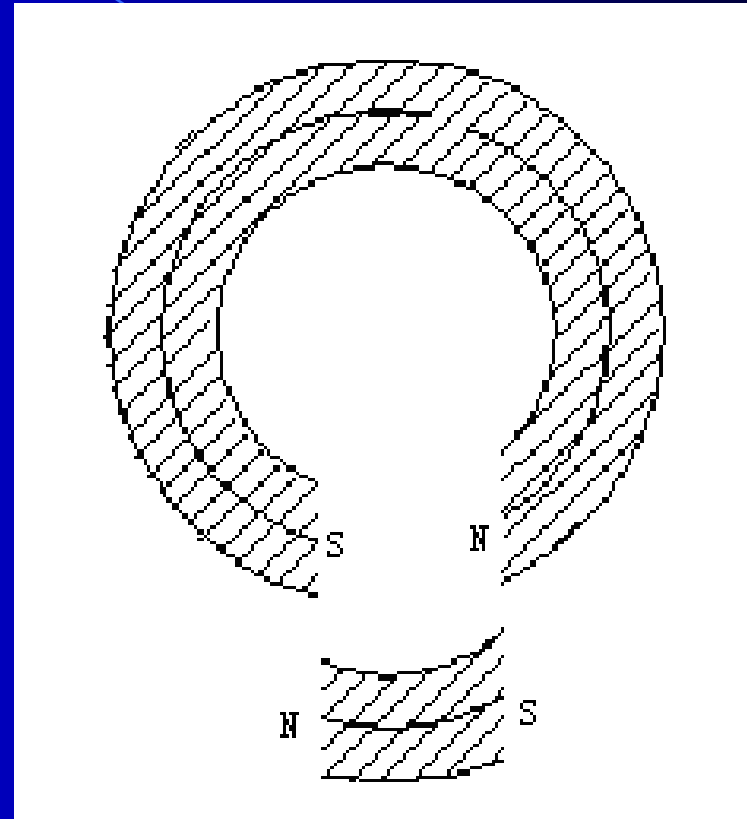
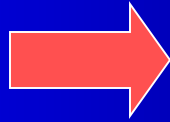


用电流法考虑，每一个电流环的周围都包围着同向的电流环，叠加的效果为零。

这就像一个沿着圆周均匀磁化的磁体环一样，不把它打碎，你就没有办法让它表现出磁性来。

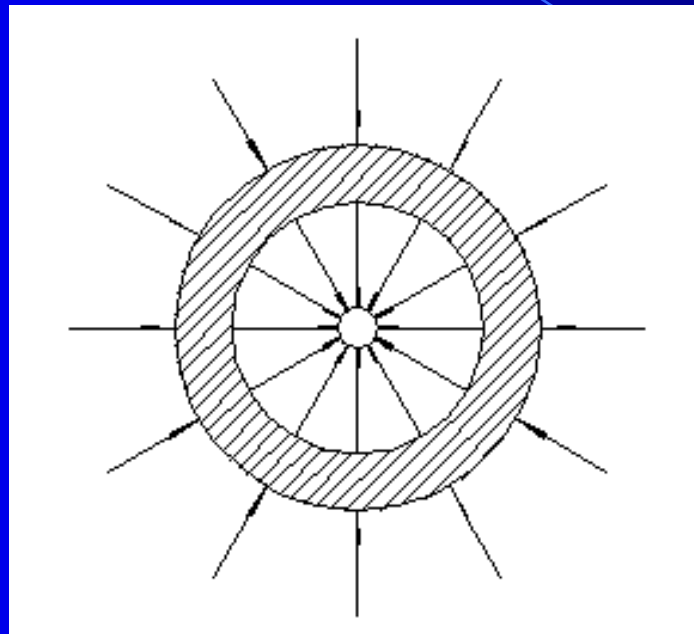


打碎



所以,在下面我们的讨论中将只讨论沿着我们的磁体球壳径向的一条条形磁铁,用这样得到的结论来得到整个磁体球壳的性质。

在磁体球的内部，由各个条形磁铁产生的磁场相互叠加，它们的作用互相抵消，叠加的结果为零。那么，有什么办法能够在我们的磁体球内部加进去一个洞来让磁力线到达无穷远的地方？？



我们都想到了宇宙中最神秘的洞——

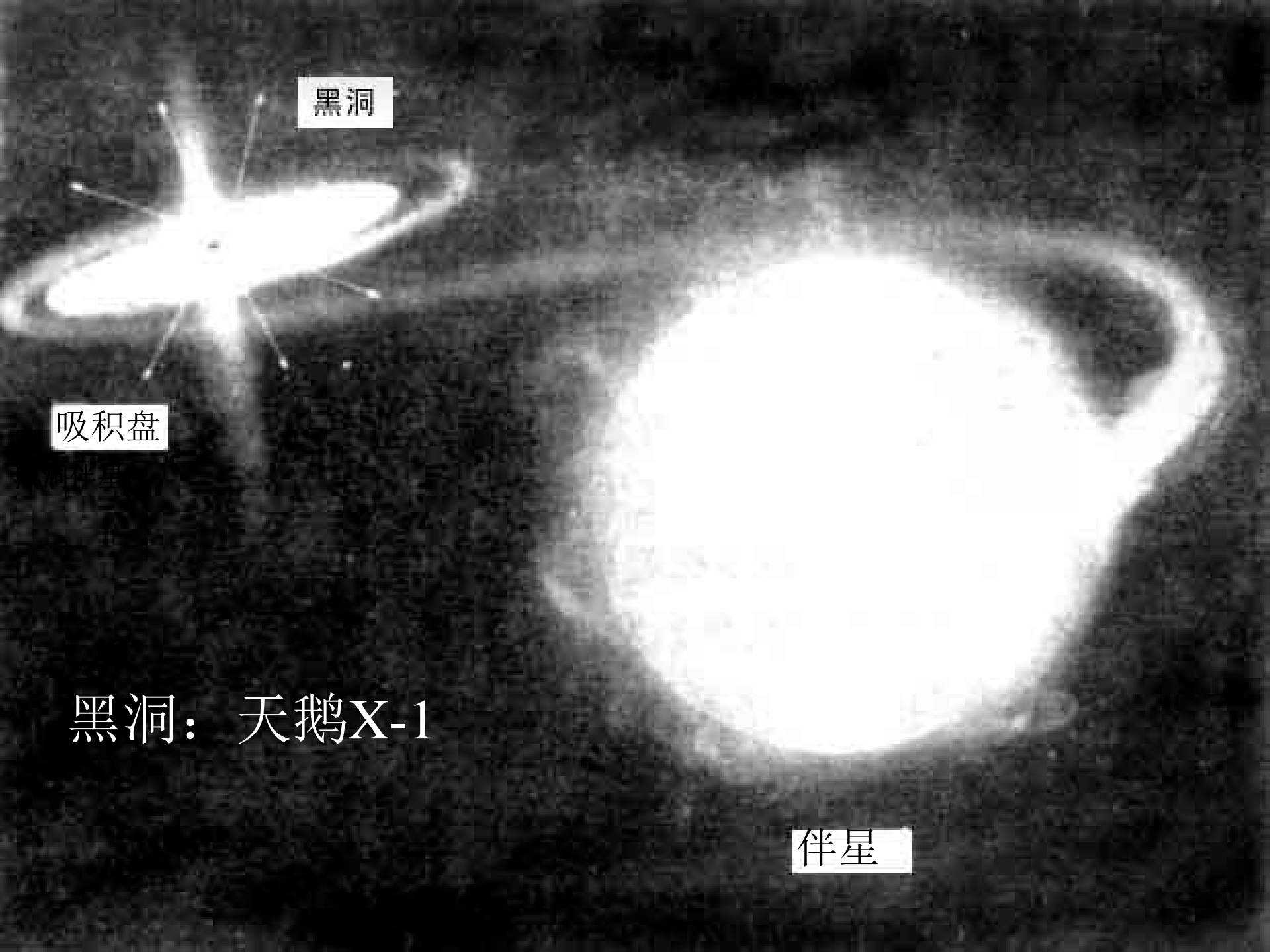
黑洞

黑洞

吸积盘

黑洞：天鵝X-1

伴星



史瓦西黑洞的度规如下所示：

在 $r = \frac{2GM}{c^2}$ 的地方和在 $r=0$ 的地方，时空是奇异的。

$$ds^2 = -c^2 \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right) dt^2 + \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right)^{-1} dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2$$

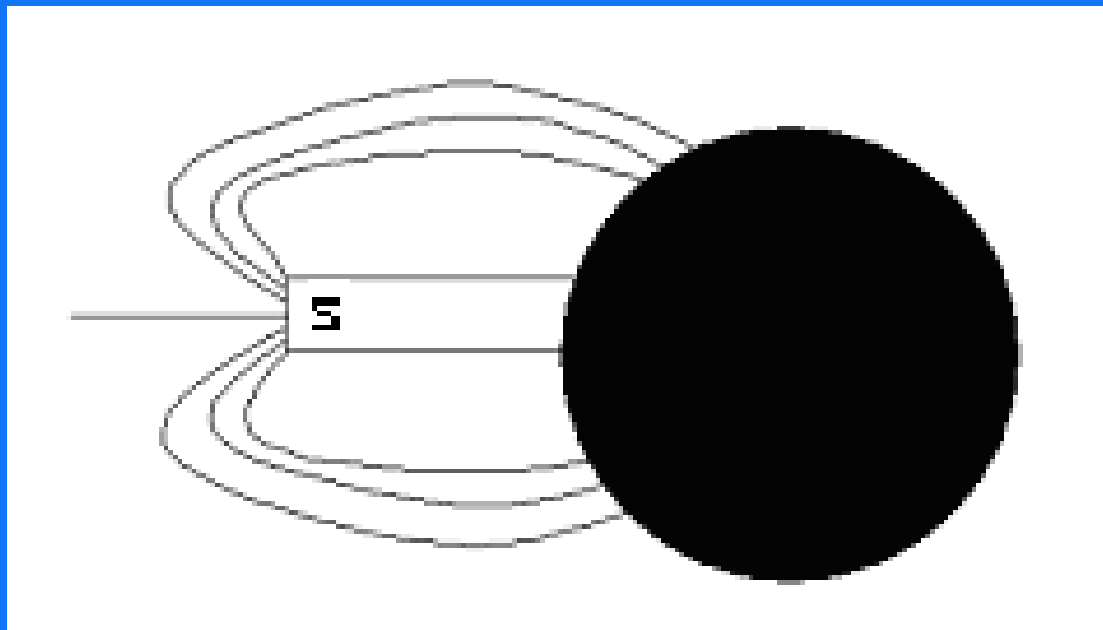
$r > \frac{2GM}{c^2}$	-	+	+	+
$r < \frac{2GM}{c^2}$	+	-	+	+

在度规中，为负的那一项表示时间，所以，在黑洞视界的内部时空时
对易的，沿着径向向着黑洞内部前进，时间就飞速前进。事实上，时间将终
结于 $r=0$ 的地方，那里是黑洞的中心，时间的**终点**。任何落入黑洞的物体，都
不能够摆脱落入时间终点的命运。

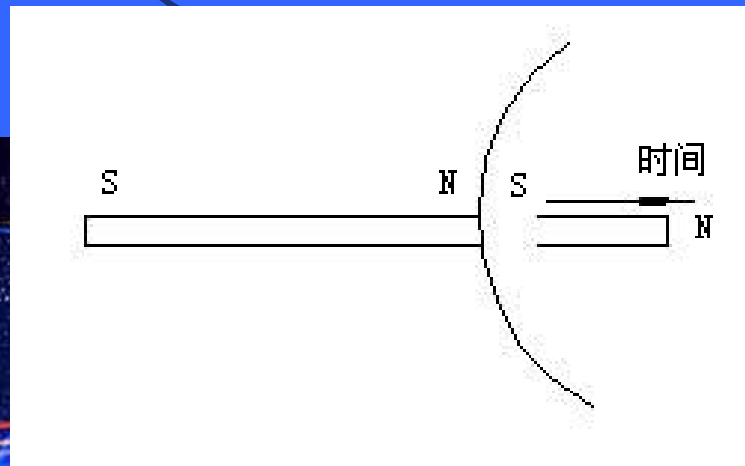
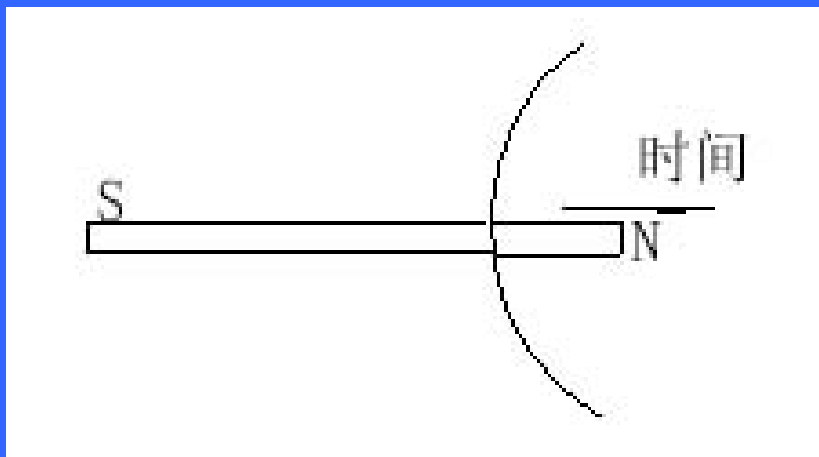
如果我们能够让磁力线进入黑洞，那么就可以让
本来在空间闭合的磁力线在时间的终点闭合。不就可
以把磁单极子制造出来了吗？

有一个问题我们前面没有考虑，那就是我们的磁体球壳如何才能够抵抗黑洞强大的引力的问题。因为 [我们找到了一篇文章](#)，它介绍了一种在实验室里制造黑洞的方法，可以在实验室里制造出吸收光子的小黑洞。

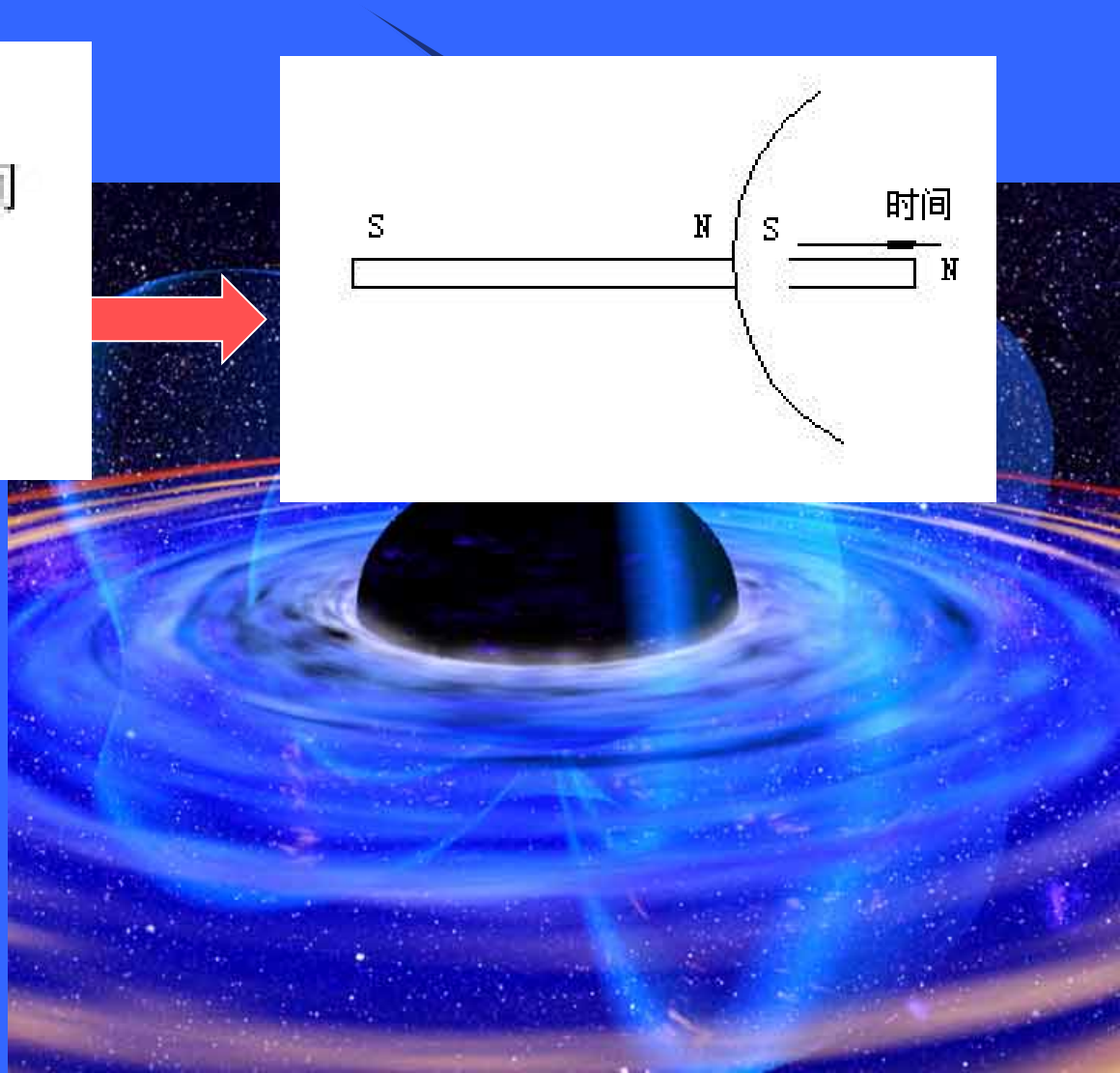
让我们来看看这样一种方法可不可以，我们把所有条形磁铁的一极插入黑洞视界，让另外一极留在外面。这样，所有的磁铁的一极（比如N极）都在黑洞里面，它们的磁力线也许是不会传出黑洞的，可不可以做到？这样得到的球体行不行？



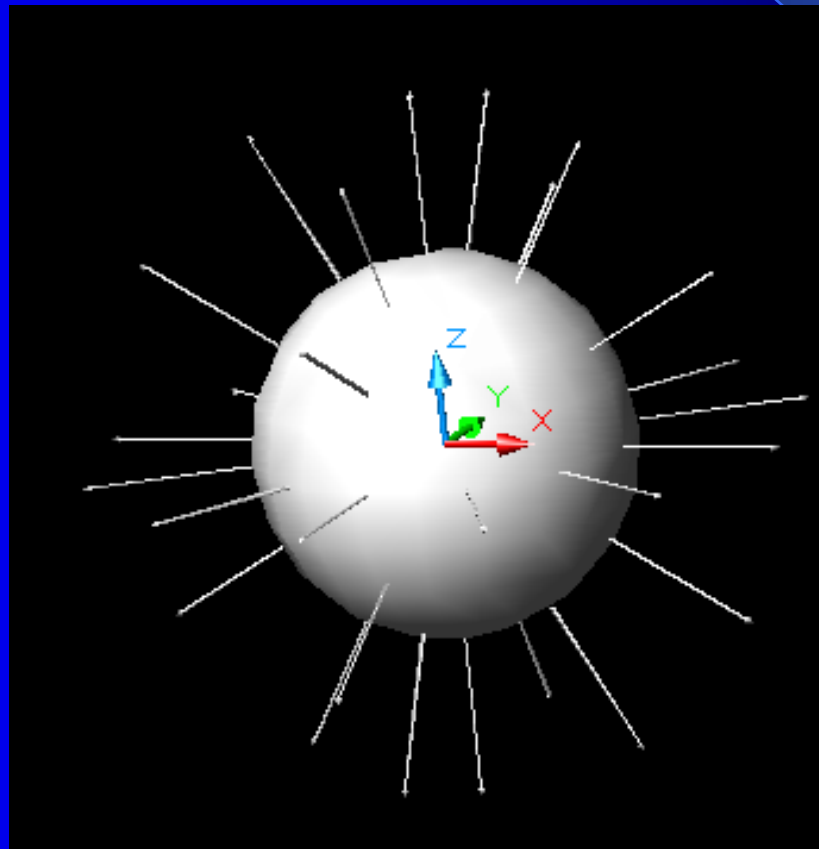
可惜，所有的磁体在黑洞内部的部分必须要落入黑洞中心，这是由黑洞内部的时空性质决定的，所有落入黑洞中的物体，他们的时间必定会前进，无论如何也避免不了“命运”的安排。



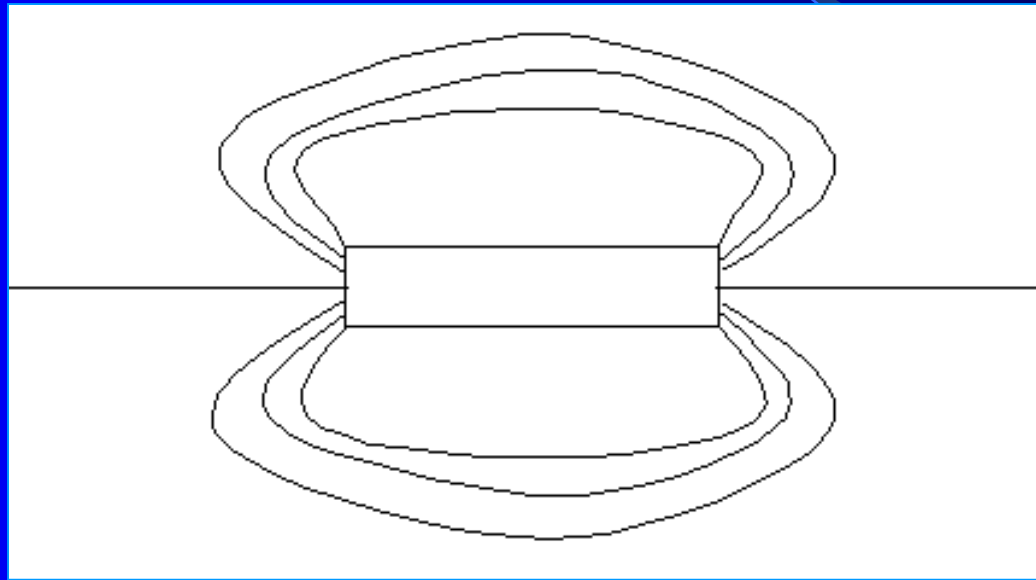
于是，必定会形成一个围绕黑洞的磁体球壳。把小黑洞放在球壳的中心可以吗？



这里的问题实际上是：磁力线可以穿过黑洞吗？如果一条进入黑洞的磁力线不能够穿过黑洞的视界面在出来的话，我们就可以成功了。只要有一部分磁力线进入黑洞而不能够再出来，我们在外面看来这就是一个磁单极。



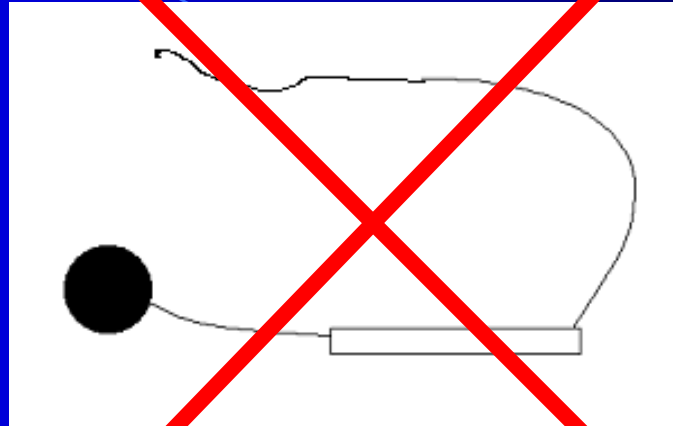
但是，事情并不是像我们想的那样简单，这里，还有个问题。先看看条形磁铁的磁力线。



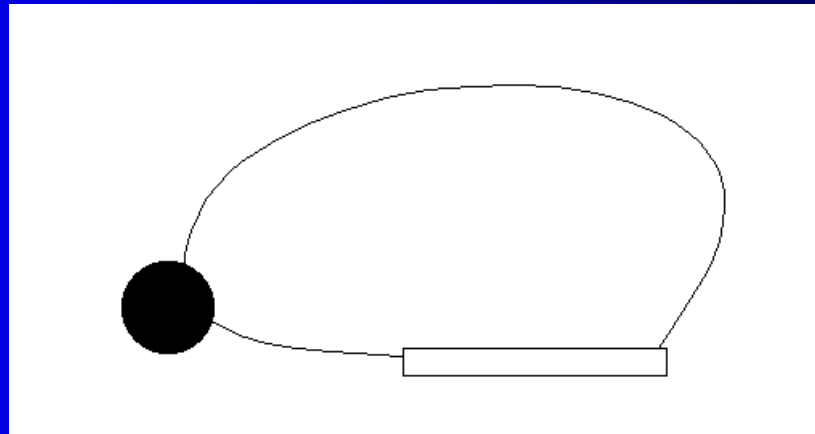
在有限空间里，磁力线总是闭合的，我们不能够看到磁力线的端点。这给我们构建磁单极子的努力带来了坏消息。

让我们看看为什么：

磁力线不能是这样：



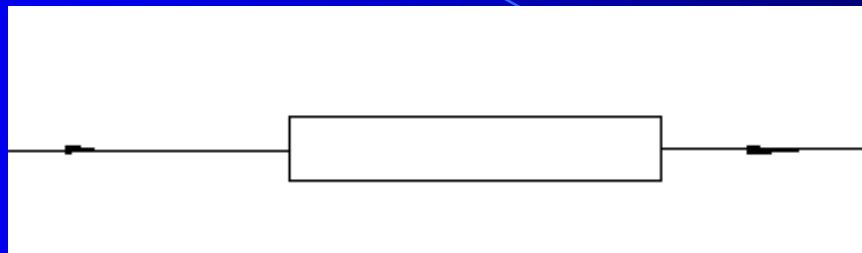
而是这样：



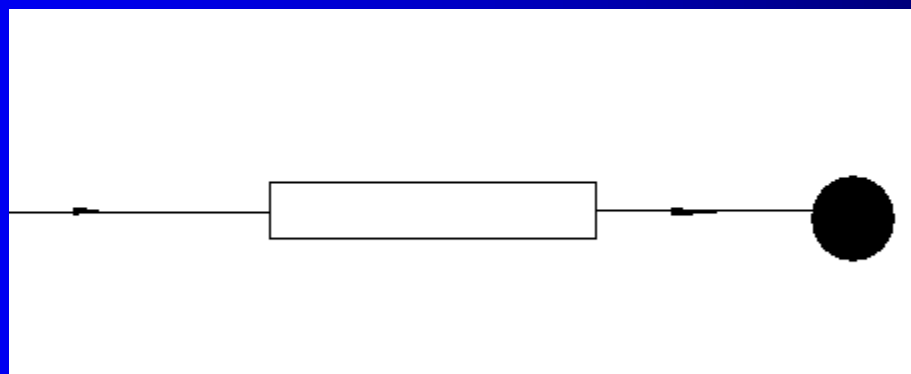
我们好像已经失败了！！

是这样吗？

没有，我们没有失败在这里，很高兴得我找到了有那么一根磁力线是可以的，它可以不用在这里闭合。



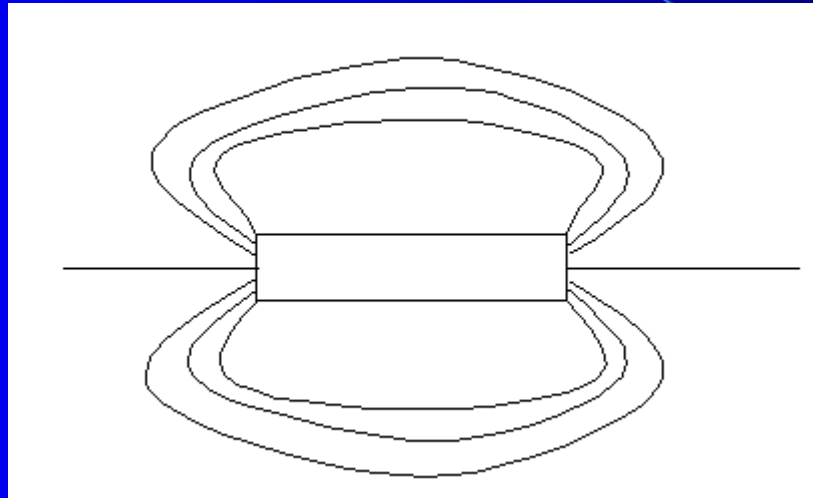
只要让这一根磁力线直指黑洞的中心，我们就可以得到了一根飞离黑洞的磁力线。把很多个一样的条形磁铁堆起来，我们就可以得到一个发出很多根磁力线的磁体球壳。



我们好像已经成功了，我几乎都听到掌声了..

但是，问题在于——

让我们再来看看条形磁铁的磁力线：



中间的那一根线存在吗？或者说，有磁通吗？
没有，我们并没有得到磁单极子。即使它有很多的磁力线向这远方，但积分的结果，应该是：

零！

这就是我们在妄图制造磁单极子的经过中经历的思考过程。我们很遗憾没有制造出磁单极子来。

电

荷的场:

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r}$$

高斯定理:

$$\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q$$

环路定理:

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

场的势:

$$\vec{E} = -\nabla U$$

极化规律:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{p}$$

场对偶极子
子的作用:

$$\vec{L} = \vec{p} \times \vec{E}$$

$$\vec{F} = (\vec{p} \cdot \nabla) \vec{E}$$

荷在异场
中的受力:

$$\vec{F} = \mu_0 q \vec{v} \times \vec{H}$$

磁

$$\vec{H} = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^3} \vec{r}$$

$$\oiint_S \vec{H} \cdot d\vec{s} = \frac{1}{\mu_0} \sum q_m$$

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = 0$$

$$\vec{H} = -\nabla \varphi$$

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \vec{J}$$

$$\vec{L} = \vec{p}_m \times \vec{H}$$

$$\vec{F} = (\vec{p}_m \cdot \nabla) \vec{E}$$

$$\vec{F} = \epsilon_0 q_m \vec{v} \times \vec{E}$$

我们制造磁单极努力的失败不会影响我们对磁单极子的信心。那只是说明制造它不是那么容易的，或者它不是能够被制造的。

我们期待着有人能发现磁单极子！

A black hole is depicted at the center, surrounded by a glowing blue accretion disk. The disk is composed of concentric rings of light, with a bright blue jet of light emanating from the top and bottom poles. The background is a dark blue space filled with numerous small white stars.

谢谢各位!

gr-qc/0201061 [[abs](#), [ps](#), [pdf](#), [other](#)] :

Title: Analog black holes in flowing dielectrics

Authors: [M. Novello](#), [S. Perez Bergliaffa](#), [J. Salim](#), [V. De Lorenci](#), [R. Klippert](#)

Comments: Revtex4 file, 7 pages, 4 eps figures, a few changes in presentation, some references added, conclusions unchanged

Subj-class: General Relativity and Quantum Cosmology; Optics

这是一篇从<http://xxx.lanl.gov/> 找到的文章，文章的作者说能够在实验室里用对外加电场有线性相应的各向异性流体电介质制造出史瓦西黑洞的类似体，它对光线表现出了某些史瓦西黑洞的性质。下面是这篇文章的摘要：

Abstract

We show that a flowing dielectric medium with a linear response to an external electric field can be used to generate an analog geometry that has many of the formal properties of a Schwarzschild black hole for light rays, in spite of birefringence. We also discuss the possibility of generating these analog black holes in the laboratory.

[back](#)