

浅议牛顿第三定律不适用的问题

聂 鹏

云南省文山市第二中学 663000

摘 要 牛顿第三定律是高中物理理论基础的重要组成部分,但因该定理是建立在绝对时空以及与此相适应的超距作用基础上的,所以,牛顿第三定律有一定的适用范围,往往失之交臂,本文就牛顿第三定律不适用的问题进行了分析。

关键词 牛顿第三定律 高中物理 理论基础

一、运动电荷间的相互作用

1. 运动电荷间的磁场力

如图1所示,当 $t=0$ 时,沿 x 轴正方向以速率 v 匀速运动的点电荷 q_1 恰处于坐标原点 O ,电荷 q_1 在空间产生的磁场 B 总是垂直于它产生的电场 E 和 v 所决定的平面,磁感线是一些以电荷 q_1 运动轨迹为轴的同心圆,如图1所示,当电荷 q_1 的速度 v 一定时,磁感线的分布不是均匀的,而是在 yz 平面附近磁感线较为密集,而电荷的运动速度越大,磁感线在平面附近密集的程度越高,随着电荷 q_1 的运动,磁场的这种分布也以同一速度 v 向前运动,当电荷 q_1 运动的速度很小($v \ll c$)时,它产生的磁场类似于电流元产生的磁场。当电荷 q_1 运动速度很大($v \rightarrow c$)时,极强的磁场局限在 yz 平面内,电荷 q_1 携带着这样的磁场高速运动。

在图1中,若 $t=0$ 时,电荷 q_1 恰好过坐标原点,沿 x 轴正方向以速度 v 匀速运动,同时另一电荷 q_2 沿 y 轴正方向以同样的速率 v 匀速运动,电荷 q_1 通过激发的磁场作用于 q_2 的磁场力为

$$f_{12} = \frac{v_0 q_1 q_2 v^2}{4\pi y^2 \sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

f_{12} 的方向并不沿的连线,而是沿轴正方向,但电荷激发的磁场在此刻对电荷却无磁场力,可见作用力 f_{12} 在此刻不存在反作用力,即牛顿第三定律在这里不适用。

2. 运动电荷间的电场力

运动电荷不仅在空间产生磁场,同时也在空间产生电场,图1中当电荷 q_1 以速率 v 匀速运动时,它产生的电场不是各向均匀的,而是 yz 平面附近电场线较为密集,即沿着电荷的运动方向,运动电荷产生的电场强度的量值小于相应的静止电荷所产生的场强的量值,而垂直电荷的运动方向上,运动电荷 q_1 产生的电场强度的量值则大于相应的静止电荷所产生的场强的量值,运动电荷在平面内的电场线分布如图2所示,随着电荷 q_1 的运动,电场的这种分布以同一速度向前运动,当电荷 q_1 的速度很小($v \ll c$)时,电场线将趋于各向均匀分布,接近于静电场,电荷的速度越大,电场线在 yz 平面附近密集的程度越高,电荷运动速度很大($v \rightarrow c$)时,极强的电场局限在平面内,电荷 q_1 携带着这样的电荷高速运动。

在图1中,若 $t=0$ 时,运动电荷 q_1 通过电场作用于运动电荷 q_2 的电场为

$$F_{12} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0 y^2} \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} > \frac{q_1 q_0}{4\pi\epsilon_0 y^2}$$

f_{12} 的方向沿轴正方向,而运动电荷的电场在此刻对电荷的电场力为

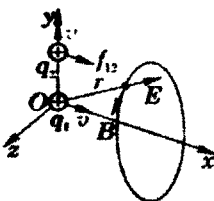


图 1

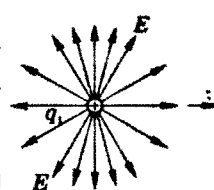


图 2

$$F_{21} = \frac{q_1 q_0}{4\pi\epsilon_0 y^2} \left(1 - \frac{v_0}{c^2}\right) \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} > \frac{q_1 q_0}{4\pi\epsilon_0 y^2}$$

F_{12} 的方向沿轴负方向,可见,虽然作用力 f_{12} 与反作用力 f_{21} 沿连线,方向相反,但是作用力在此刻却大于反作用力 f_{21} ,即,因此,牛顿第三定律在这里不适用。

二、运动电荷与静止电荷间的相互作用

由前面的讨论可知,运动电荷在其周围空间不仅产生磁场,而且还产生电场,但是静止电荷在其周围空间,只能产生静电场,而不能产生磁场,因此,运动电荷与静止电荷间的相互作用只存在电场力而不存在磁场力,静止点电荷对运动点电荷的作用力可利用库仑定律进行计算,然而,运动电荷对静止电荷的作用力却不能直接运用库仑定律,因为如前所述,一个运动的场源电荷的电场强度 E 的空间分布已经不同于该场源电荷静止时的电场强度的空间分布了。

如图3所示,电荷 q 以匀速相对于 S 系沿 x 轴正方向运动,在 $t=0$ 时刻,电荷 q 恰经过 S 系的坐标原点,而另一点电荷相对 S 系静止,且位于 x 轴上,空间坐标为 $(x, 0, 0)$,在 $t=0$ 时刻,静止电荷 q_0 相对运动电荷 q 的作用力为

$$F_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq_0}{x^2}$$

F_x 的方向沿轴负方向,运动电荷 q 此刻对静止电荷的作用力为

$$F'_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{x^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$$

F'_x 的方向沿 x 轴正方向,可见,虽然作用力 F_x 与反作用力 F'_x 沿 q 、 q_0 连线,方向相反,但反作用力 F'_x 是作用力 F_x 的 $(1 - \frac{v^2}{c^2})$ 倍,变小了,即 $F_x > F'_x$,因此,牛顿第三定律在这里不适用。

如图4所示,电荷 q_1 以匀速 v 相对于 S 系沿 x 轴正方向运动,在 $t=0$ 时刻,电荷 q 恰经过 S 系的坐标原点,而另一点电荷 q_0 相对 S 系静止,且位于 y 轴上,空间坐标为 $(0, y, 0)$,在 $t=0$ 时刻,静止电荷 q_0 对运动电荷 q 的作用力为

$$F_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{y^2}$$

F_y 的方向沿 y 轴负方向,运动电荷 q 此刻对静止电荷 q 的作用力为

$$F'_y = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{y^3}$$

F'_y 的方向沿 y 轴正方向,可见,虽然作用力 F_y 与反作用力 F'_y 沿 $q_1 q_0$ 连线,方向相反,但是反作用力 F'_y 是作用力的 $\frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ 倍,变大了,即 $F_y < F'_y$,因此,牛顿第三定律在这里也不再适用。

三、孤立电流元之间的相互作用

如图5所示,在 $t=0$ 时刻,电流元 $i_2 dl_2$ 沿 x 轴正方向,空间坐

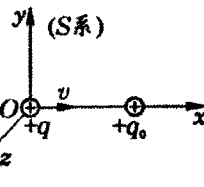


图 3

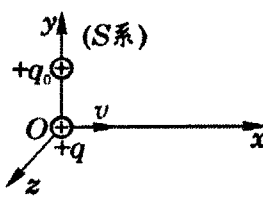


图 4

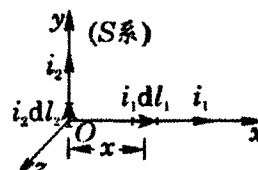


图 5

谈谈师生沟通的“金色桥梁”——周记

叶双能

路桥区蓬街私立中学 浙江 台州 318057

当班主任十几年了，我总是想方设法走进学生的内心，记得刚毕业那会儿。在某本教育杂志上看到有人说，写周记可以打开学生心灵。于是从此我就坚持让学生写周记。如今我再回头看我的这一习惯，我很欣慰地发现这真是一个很有创造力的做法。因为周记是学生对生活的忠实记录，是学生发现世界、欣赏世界和反射世界的一面极为锃亮的镜子！它是密切师生关系的粘合剂，是发展学生能力的生长素，是丰富学生情感的发生器，是塑造学生品质的雕塑刀！它更是学生与教师沟通的一座金桥梁，是教师走进学生心里的一个最好平台。

想要当一个好的班主任老师就必须学会运用周记这一平台，与学生进行心灵的对话，充分了解学生的所思所想，以学生为本，设身处地地为学生着想。真正实现因材施教。周记的功能通常体现在以下几个方面：

首先，周记可以实现真正的师生心灵的对话，让学生将内心世界毫无顾虑地呈现给自己的老师。教育是师生之间的互动，教师只有充分地了解学生，才可能对学生进行教育，而要了解学生也不能光凭教师单方面的找学生谈话，更何况很多时候，在师生之间的谈话时，学生总是处于一种紧张状态，即便是他对教师的每一个问题都对答如流，他从内心深处还是有很多的顾虑。他担心一句话说得不恰当又会引起教师的各种猜测，而写周记时，因为不是与教师面对面地进行交流，从心理上学生就少了不必要的顾虑。而且，周记在通常情况下是不公开的。在这种没有顾虑的情况下，学生就更容易相交时透露自己的心身，周集中的师生对话，记录了学生的心路历程，可以使教师及时地发现学生在学习和生活中存在的问题，并及时地给予辅导和疏导。

其次，周记是学生宣泄内心的最好平台。现代社会竞争日趋激烈，生活节奏不断加快，学生都背负了很大的心理负担。但学生又常常找不到更好的倾诉方式，写周记，可以使学生把自己心中的不平不快写出来。这样一来，学生就实现了自我减压。而教师也可以通过周记随时注意学生的心理变化，及时引导学生以一种客观公正的心态对待生活中的诸多不如意。综观很多出了问题的学生，我们不难看出，他们之所以会作出让教师和家长都不能理解的事，最主要的一个原因就是，他们的内心世界长期没有被关注，他们没有宣泄的机会。消极情绪压抑得太久，最终在教师和家长没有任何设防的条件下爆发。事发之后很多家长和教师很无奈地感叹：“怎么可能他会做出这样的事？”空悲怆！试问如果当初我们能够多关注学生的内心世界，又怎会有今天的悲哀呢？写周记恰好可以给学生一个宣泄内心的机会，给教师一个解读学生的机会。我们再也不用感叹：尽管天天生活在学生中间，却常常只能看到学生在学习生活中的表面现象，而无法进入学生的内心世界，对他们进行有的放矢的教育。

再者，周记是协调师生关系的润滑剂，通过周记可以协调融洽师生关系，为搞好教育教学打好坚实的基础。一个班级里总是有很多的学生构成，而一个班级又常常只有一个班主任老师，班

主任老师不仅要抓班级管理，同时又要搞好自己的教学工作，人的精力又是有限的，这样一来在平时的班级管理中就必不可少地会有顾虑不到的地方。更何况，人无完人，金无足赤，班主任也难免有工作失误的地方，也会有误解学生的时候，周记正好可以成为学生向班主任指出错误、交流沟通、进行“申诉”的最好平台。通过周记教师可以及时地发现自己工作中的不足，并加以改正。通过周记可以启迪学生无穷的智慧，在周记里，学生常常会提出许多建议和意见，班主任可以从中受到不小的启发。对于合理的意见建议一定要及时采纳，这样一来可以培养学生的主人翁意识，并满足学生自我实现的需要。对于不合理的意见建议班主任一定要在周记得中详细地加以说明，千万不可敷衍了事，否则极有可能因此而激化教师与学生之间的矛盾。或因此打击学生的积极性，甚至使学生产生怨恨情绪。

周记是记录学生和教师之间心理交流的精彩篇章，是教师手中的一把利器，是师生关系的粘合剂。但是如果使用不恰当，也会引起一些不必要的麻烦。为此在让学生写周记的过程中一定要注意以下几点：

第一，严格控制周记的量，周记，顾名思义就是一周一篇，不应过多，否则会加重学生的负担，通常情况下，星期日晚自习时由教师收回，星期五又发还给学生。

第二，要以开放的姿态要求学生写周记，即周记通常不限文体，不限字数，不限内容。学生只要兴之所至，笔随意到。既可以谈自己关心的话题，也可以提意见建议。既可以评是非对错，也可以发牢骚。既可以将自己的心事，也可以谈对未来的打算。只要是学生的肺腑之言就好。

第三，格为学生的周记保密。学生写周记通常都是给班主任一个人看的，是与班主任之间的心灵对话。

所以班主任应该在全班面前宣布：“任何人不得随意翻阅别人的周记，除非他本人愿意。”在办公室里班主任有责任为学生的周记找一个安全地带，以防其他老师翻阅，然后又不负责地到处乱传，我就曾经遇到过这样的事，最后好不容易才把这个学生的工作做通。

第四，班主任要用心批阅周记，学生所写的内容随意性很强，他们喜欢怎样写就怎样写，喜欢写什么就写什么，于是就不可避免地出现很多激进的想法和消极情绪。对此，教师一定要用心去阅读，持一种宽容的态度，冷静地对待其间的过言论，平等地与每一位学生进行心灵的对话。教师所写的评语一定要坦诚恳切、合情合理，多用一些鼓励性的语言，多鼓舞学生的士气，多给学生亲切友好的关心。切忌在周记的评语中对学生进行空洞的说教，这样会使周记得的教育功能大打折扣。

周记是师生之间沟通的桥梁，是打开学生心灵的一把神奇的钥匙，是教师滋润学生心灵的一味良药，是启迪学生智慧的一把利器。一则则普通的周记，是学生向教师袒露的一点小小心事。一句句感人的周记评语，是教师给予学生的一份份关爱。

标为 $(x, 0, 0)$ ，而此刻电流元 $i_2 dl_2$ 经过坐标原点沿 y 轴正方向运动，由毕奥—萨伐耳 (Biot-Savart) 定律可知，电流元 $i_1 dl_1$ 在电流元 $i_2 dl_2$ 处不产生磁场，而电流元 $i_2 dl_2$ 在电流元 $i_1 dl_1$ 处产生了磁感应强度大小为 $\mu_0 i_2 dl_2 / (4\pi x^2)$ 的磁场，因此，电流元 $i_2 dl_2$ 作用在电流元 $i_1 dl_1$ 的磁场力为

$$F_{12} = \mu_0 i_1 i_2 dl_1 dl_2 / 4\pi x^2$$

而此刻电流元 $i_1 dl_1$ 作用在电流元 $i_2 dl_2$ 的磁场力却为零，可见，作用力 F_{12} 在此刻不存在反作用力，牛顿第三定律在这里也不再适用。

word版下载: <http://www.ixueshu.com>
