



实验过程

- 测量施加于带电导体上的力与电流强度之间的函数关系。
- 测量施加于带电导体上的力与长度之间的函数关系。
- 磁场的校准。

目标

测量位于磁场内部的带电导体上所施加的力

概要

电平衡是基于安德烈·玛丽·安培针对电流的实验而得出的。其所测得的电动力有时被称为使用天平测得的在磁场之中的带电导体所承受的洛伦兹力。在这一实验之中，带电导体悬浮于刚性悬挂系统之上，在永磁体上施加与磁场产生的电动力大小相等方向相反的力。其结果表现为永磁体质量的显著变化。

所需装置

数量	描述	编号
1	电流平衡设备组	1019188
1	电子秤Scout Pro 200 g (230 V, 50/60 Hz)	1009772
1	直流电源 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312
1	不锈钢棒 250 mm	1002933
1	三脚架 150 mm	1002835
1	双刀开关	1018439
3	实验导线, 75 cm	1002850

1

基本原则

电平衡是基于安德烈·玛丽·安培针对电流的实验而得出的。借助天平测量在磁场中施加于电导体之上的力。在实验中，使用现代电子精密天平，对永磁体进行了称重。当带电导体进入磁场时，在其上施加了电动力，所称得的重量依照牛顿第三定律发生变化。

在天平之上放置永磁体，永磁体产生了一个水平磁场B。在这一装置之中，长度为L的水平电导体悬挂于刚性杆之上，垂直沉入一个磁场之中。磁体的电动力作用于导体上。

$$(1) \quad \mathbf{F}_L = N \cdot \mathbf{e} \cdot \mathbf{v} \times \mathbf{B},$$

\mathbf{e} : 基本电荷
 N : 电导过程中的所有电子的总数量

随着流过导体的电流I变大，平均漂移速度 v 也会变大:

$$(2) \quad I = n \cdot e \cdot A \cdot v$$

n : 参与到电导之中的所有电子的数量,
 A : 导体的横截面积

通过

$$(3) \quad N = n \cdot A \cdot L$$

L : 导体的长度

我们可以计算得到

$$(4) \quad \mathbf{F}_L = I \cdot L \cdot \mathbf{e} \times \mathbf{B}$$

或

$$(5) \quad F_L = I \cdot L \cdot B$$

因为指向导体方向的单位向量 \mathbf{e} 与磁场垂直。根据牛顿第三定律，在永磁体上施加了一个大小相等方向相反的力 F 。

据此，天平所称量的永磁体的重量 G 会增加或者降低。由于天平具有去除皮重的功能，可对重量 G 进行电子补偿，从而使得天平立即显示出反作用力 F 。

评价

已经证明，电流与电动力或者洛伦兹力的相关性，可经由通过原点的一条直线进行描述（图 2）。但与导体长度的相关性并非如此

（图3），因为边界效应对导体的端头发挥了作用。完全组装的永磁体的磁场，使用图2中的线性梯度 $a_2 = B \cdot L$ 以及图3中的线性梯度 $a_3 = B \cdot I$ 进行计算。

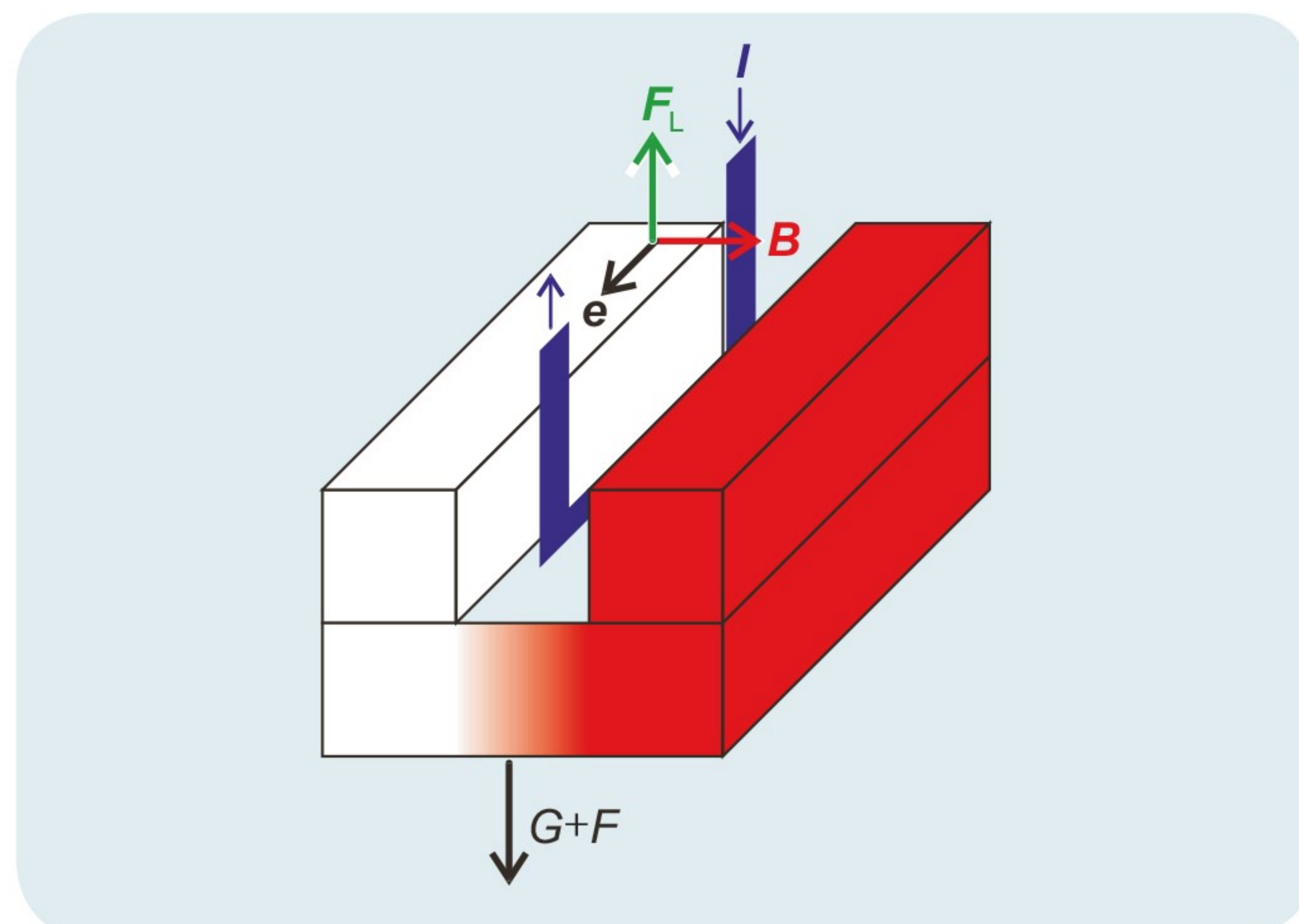


图 1: 作用于带电导体上的电动力 F_L 以及在天平上的总作用力 $G + F$ 的示意图。

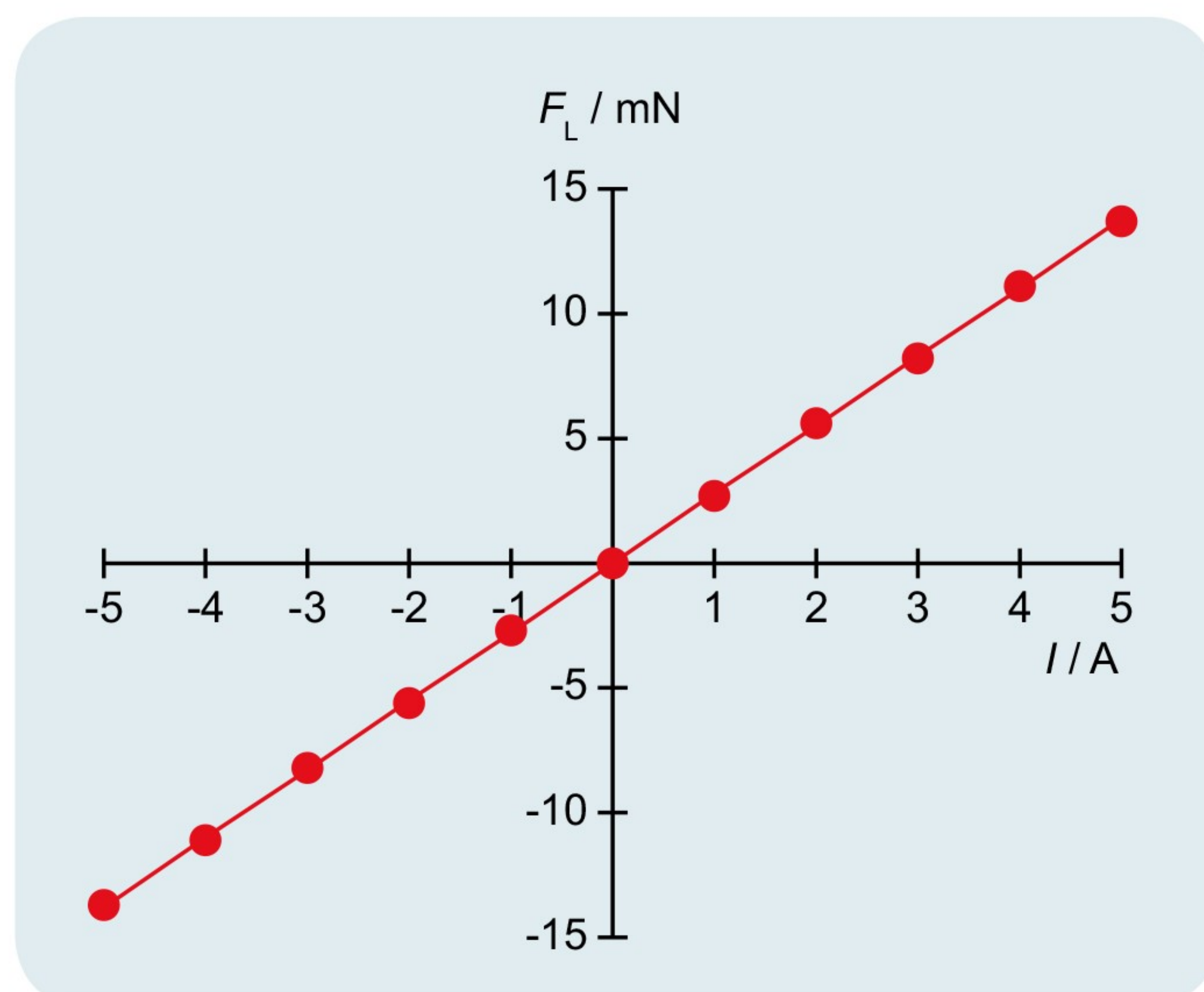


图 2: 作用力 F_L 与电流强度 I 的函数关系

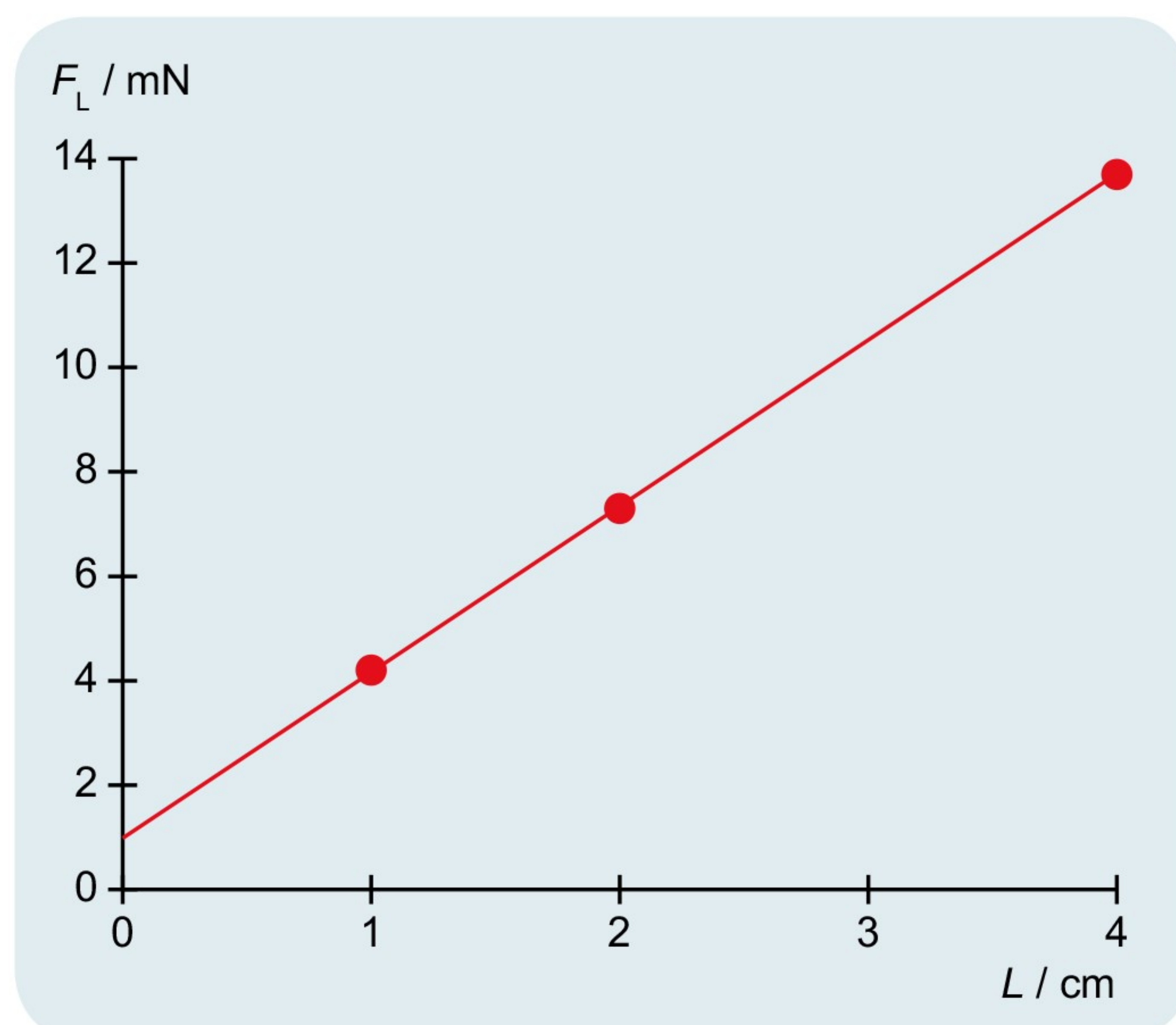


图 3: 作用力 F_L 与导体长度 L 的函数关系