

# 基于 GeoGebra 软件力的图示

——以“四力平衡”为例

谢恩东 阮宜冬

(安庆市第一中学 安徽 安庆 246003)

(收稿日期:2021-01-19)

**摘要:**用 GeoGebra 软件中的向量作出力的图示不仅精准而且还有动态变化的特点,在动态平衡问题中应用特别常见.四力或四力以上物体平衡时则要采用正交分解法,在 GeoGebra 中可以通过点的横、纵坐标来实现正交分解.

**关键词:**GeoGebra 四力平衡 动态分析

用 GeoGebra 软件中的向量可以表示物理中的矢量,向量可以通过工具栏中的工具完成,也可以通过指令栏输入指令实现,无论是哪种方式矢量的获取都需要用到点,即起点和终点.物理学中最常见的矢量是力,用 GeoGebra 软件中的向量作出力的图示不仅精准而且还有动态变化的特点,在动态平衡问题中应用特别常见.在三力平衡类问题时,通常利用平行四边形法则,可以通过 GeoGebra 软件中平行线的方法来实现力的图示<sup>[1]</sup>.四力或四力以上物体平衡时则要采用正交分解法,在 GeoGebra 中可以通过点的横、纵坐标来实现正交分解.

**【问题】**如图 1 所示,带电小球 a 由绝缘细线 OC 和 OE 悬挂而处于静止状态,其中 OC 水平.地面上固定以绝缘且内壁光滑的  $\frac{1}{4}$  的圆弧细管道 AB,圆心 O 与球 a 位置重合,管道底端 B 与水平地面相切,一质量为 m 的带电小球 b 从 A 端口由静止释放,当小球 b 运动到 B 端时对管道壁恰好无压力,重力加速度为 g,在此过程中( )

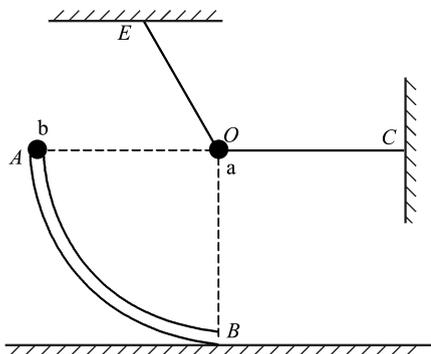


图 1 例题图

- A. 小球 b 的机械能守恒
- B. 小球 b 受到的库仑力大小始终为  $3mg$
- C. 悬线 OE 的拉力先增大后减小
- D. 悬线 OC 的拉力先增大后减小

**答案:**A, B, D.

**正交分解法:**小球 b 在运动的过程中只有重力做功,所以机械能守恒;小球 b 从 A 到 B,有  $mgR = \frac{1}{2}mv^2$ ,在 B 点,  $F_b - mg = m\frac{v^2}{R}$ ,解得  $F_b = 3mg$ .以小球 a 为研究对象,受力分析如图 2 所示.在竖直方向有  $F_E \sin \alpha = mg + F_b \cos \beta$ , $\alpha$  保持不变, $\beta$  逐渐减小,所以 OE 的拉力一直增大,故选项 C 错误.水平方向,  $F_E \cos \alpha + F_b \sin \beta = F_C$ ,联立得  $F_C = mg \cot \alpha + F_b (\sin \beta + \cos \beta \cot \alpha)$ ,其中  $\sin \beta + \cos \beta \cot \alpha$  在  $\beta = \alpha$  时取最大值,OC 拉力先增大后减小.

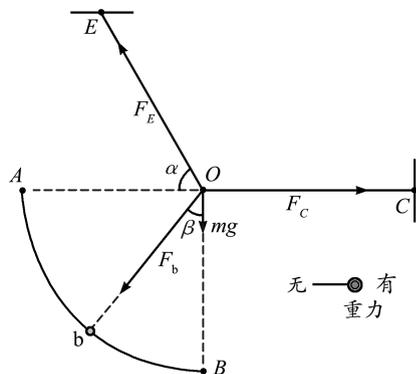


图 2 正交分解法

**三角形法:**两细线拉力形成的原因是重力和库仑力,这两者是相互独立的,且重力是恒力,在分析细线拉力变化情况时,考虑重力与不考虑重力结论

是一致. 图 3 所示为不考虑重力情况下小球 a 的受力示意图, 从力的三角形中可以看出悬线 OC 的拉力先增大后减小, OE 的拉力一直增大.

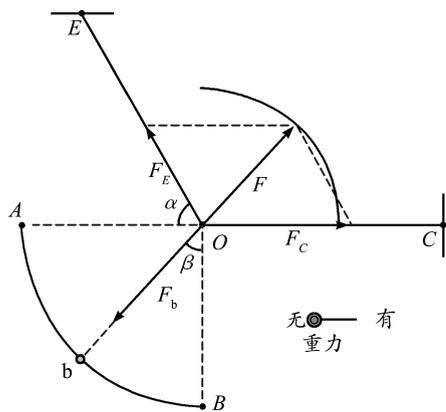


图 3 三角形法

作图, O 为坐标原点, 动点 b 表示物体 b 位置, 滑动条只有“1”和“0”两个数值, 分别表示考虑重力和不考虑重力两种情况, 点 F, G, H, I, J 分别与力对应, 其位置与物理意义如表 1 所示.

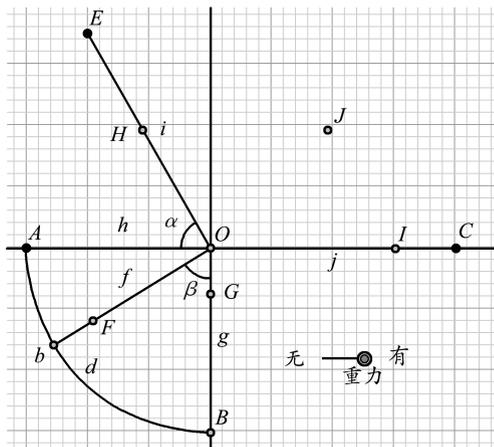


图 4 GeoGebra 中力的图示制作方法

GeoGebra 方法与技巧:

(1) 如图 4 所示, 按题图 1 在 GeoGebra 软件中

表 1 各点的位置及对应的物理意义

点	位置(指令栏输入)	物理意义(与 O 组成向量表示力)
F	$O + 4.5$ 单位向量( $f$ )	小球 a 的库仑力
G	$O + 1.5a$ 单位向量( $g$ )	小球 a 的重力
H	$((y(G) + y(F)) / \tan(\alpha), -(y(G) + y(F)))$	绳 OE 对小球 a 拉力
I	$(-(x(H) + x(F)), 0)$	绳 OC 对小球 a 拉力
J	$H + I$	两绳对小球 a 拉力的合力

(2) 用“向量”工具将点连成向量表示相应的力, 如, 连 O 与 H 的向量表示库仑力, 隐藏部分对象后效果如图 2,3 所示, 图 3 中力 F 末端的圆弧为 J 点轨迹.

(3) 设置部分对象的显示条件可方便课堂教学演示, 如, 表示两绳对小球 a 拉力的合力 F 的显示条件: 滑动条  $a=0$ , 可以实现合力 F 只在无重力情

形显示, 其他对象可参考同样方法.

参考文献

- 1 陈林, 桑芝芳. GeoGebra 在高中物理教学中的应用[J]. 物理之友, 2020, 36(4): 13~15
- 2 艾亮. GeoGebra 在高中物理教学中的应用[J]. 物理通报, 2018, 37(7): 99~107

# Graphical Representation of Forces Based on GeoGebra Software

—Taking the Equilibrium of four Forces as an Example

Xie Endong Ruan Yidong

(Anqing No. 1 Middle School, Anqing, Anhui 246003)

**Abstract:** Force diagrams created by the vector function of GeoGebra are precise and have the characteristic of dynamic change, which is commonly used to deal with the problems of dynamic equilibrium. Orthogonal decomposition method is adopted to analyse equilibrium of four forces or more, and that can be done with the horizontal and vertical coordinates of point in GeoGebra.

**Key words:** GeoGebra; equilibrium of four forces; dynamic analysis