

使用单个动滑轮省一半力的条件

马连杰

(高邮市汪曾祺学校 江苏 扬州 225600)

(收稿日期:2018-12-05)

摘要:动滑轮是初中物理中一种比较重要的简单机械,部分学生对其工作时省力情况的认知较为模糊,不清楚省一半力的条件究竟有哪些.通过对动滑轮工作时的受力情况分析,厘清使用单个动滑轮省一半力的条件,对于学生更全面地认识动滑轮、滑轮组具有积极意义.

关键词:动滑轮 省一半力 条件

滑轮是一种常用的简单机械,分为定滑轮和动滑轮.使用定滑轮,不能省力,但可以改变施力的方向,学生比较容易理解;使用单个动滑轮,不能改变施力的方向,但可以省力,且最多省一半的力.学生对于“最多”两个字的认识就有了很大差别.有的学生认为,使用单个动滑轮一定能省一半的力,有的学生认为使用单个动滑轮能省力,但说不清楚什么情况下能省一半的力.其实,使用单个动滑轮能省力是有条件的,省一半力更是有条件的^[1].其他文献中虽已有过讨论,但不全面^[1,2],本文旨在通过对动滑轮工作时的受力情况进行分析,帮助学生厘清使用单个动滑轮省一半力的条件,从而更好地认识动滑轮,同时,对理解和掌握滑轮组工作时的特点也有积极意义.

1 教材解读

章节:“11.2 探究定滑轮和动滑轮工作时的特点(二) 动滑轮工作时的特点”

步骤:(1) 测出钩码和动滑轮的总重力,然后按图1组装滑轮.竖直线向上拉弹簧测力计,使钩码匀速上升,读出弹簧测力计的示数.

(2) 改变钩码个数,重复实验,把测得的数据填入自己设计的表格中.

结论:通过对实验数据的分析,发现 $F \approx \frac{1}{2}G_{\text{总}}$.

接下来,教材上给出“实验表明,使用单个动滑轮最多可以省一半力”,似乎顺理成章.

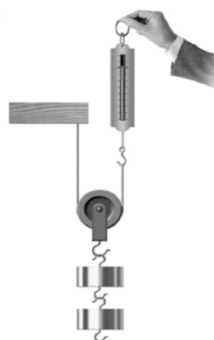


图1 用动滑轮拉起钩码

然而,教材和教参上都未对“最多省一半力”的情况进行说明^[3,4],导致不少学生形成“使用单个定滑轮就能省一半力”、“不计绳重和摩擦,使用单个动滑轮,能省一半力”、“沿竖直方向拉动就能省一半力”^[1]、“不计绳重、摩擦,匀速拉动就能省一半力”^[2]等错误认识.

2 分析过程

“使用单个动滑轮最多可以省一半力”,要判断使用单个动滑轮省多少力,首先要弄清楚跟什么相比?自然是跟不使用机械(动滑轮)时的用力情况相比.不使用动滑轮,直接拉着物体匀速上升,根据力与运动关系可知,此时 $F_{\text{拉}} = G_{\text{物}}$.若省一半力,则 $F_{\text{拉}} = \frac{1}{2}G_{\text{物}}$.那么,什么情况下 $F_{\text{拉}} = \frac{1}{2}G_{\text{物}}$ 呢?如果这个问题难以全面回答,我们不妨反过来想,哪些情况会导致 $F_{\text{拉}} \neq \frac{1}{2}G_{\text{物}}$?

我们对系统进行受力分析,系统受到两段绳子上大小均为 $F_{\text{拉}}$ 的竖直向上的拉力,而受到的竖直向下的力有 $G_{\text{物}}, G_{\text{绳}}, G_{\text{动}}, G_{\text{绳}}$ 的存在,会导致 $F_{\text{拉}} > \frac{1}{2}G_{\text{物}}$ ^[2]; $G_{\text{动}}$ 的存在,也会导致 $F_{\text{拉}} = \frac{1}{2}G_{\text{总}} > \frac{1}{2}G_{\text{物}}$ ^[3,4]. 此外,摩擦力的存在也会导致 $F_{\text{拉}} > \frac{1}{2}G_{\text{物}}$ ^[2].

那么,是否不计摩擦、 $G_{\text{绳}}$ 和 $G_{\text{动}}$,使用单个动滑轮就省一半力了呢? 不是! 使用动滑轮是为了提升重物时省力,为什么实验中要求使物体(钩码)匀速上升? 如果物体是加速或者减速,如图2所示,根据力与运动关系可知,物体受到的拉力就不再等于物重^[5], $F_{\text{拉}} \neq \frac{1}{2}G_{\text{物}}$. 所以,要省一半力,还要让物体处于匀速上升的平衡状态^[2].

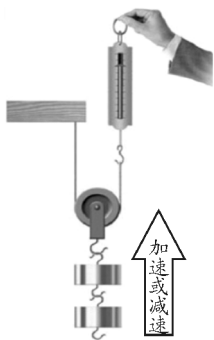


图2 加速或减速拉动物体

使用单个动滑轮要省一半力,还需要别的条件吗? 需要! 实验中,为什么要竖直向上拉弹簧测力计? 若不沿竖直方向拉,如图3所示,向上的两个力要更大一些,才能使物体匀速上升^[6],即要让物体匀

速上升时 $F_{\text{拉}}$ 最小, $F_{\text{拉}}$ 方向要与阻力($G_{\text{物}}$) 方向相反且平行.



图3 斜向上拉测力计

3 结论

综上,“使用单个动滑轮最多可以省一半力”成立是有条件的,即 $F_{\text{拉}} = \frac{1}{2}G_{\text{物}}$ 成立的条件,一共有5个,这5个条件要同时具备:

(1) 不计摩擦;(2) 不计 $G_{\text{绳}}$;(3) 不计 $G_{\text{动}}$;(4) 匀速直线拉动;(5) $F_{\text{拉}}$ 与阻力($G_{\text{物}}$) 方向平行且相反.

参考文献

- 1 陈建华. 动滑轮省力条件的讨论. 物理教师, 1993(04): 30
- 2 李国强. 正确认识“定滑轮不省力、动滑轮省力一半”成立的条件. 物理教师, 1993(05): 15
- 3 刘炳昇, 李容. 义务教育教科书物理九年级(第3版)上册. 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2013
- 4 刘炳昇, 李容. 义务教育教科书物理九年级上册教师教学用书(第2版). 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2013
- 5 刘炳昇, 李容. 义务教育教科书物理八年级下册教师教学用书(第2版). 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2013
- 6 刘勇. 斜拉动滑轮时的机械效率分析. 物理通报, 2018(09): 39 ~ 40

The Condition for Saving Half the Force Using a Single Movable Pulley

Ma Lianjie

(Gaoyou Wang Zengqi School, Yangzhou, Jiangsu 225600)

Abstract: Pulley is the one of the more important the junior middle school physics simple machines. Part of the students' awareness of the energy situation at work is relatively fuzzy, not clear exactly what save half force conditions. Through analyzing the force of the movable pulley to work, to clarify the use of a single movable pulley save half force conditions, for students to more fully understanding pulley, the pulley block has positive significance.

Key words: the movable pulley; save half the effort; conditions