



利用水流模型辅助理解物体做直线运动时的力与运动关系*

陈 钰

(海门市临江新区实验初中 江苏 南通 226100)

(收稿日期:2017-07-21)

摘 要:教学实践表明,对于刚学物理的初中学生,朴素运动观在他们头脑中根深蒂固,要想克服,绝非易事.笔者发现,水流模型可以帮助学生建立正确的运动观,而这主要表现在辅助理解物体做直线运动时的力与运动的关系上.

关键词:水流模型 直线运动 力与运动关系

对于刚学物理的初中学生,思维仍具有经验、具体形象等特点,这一点在他们认识力与运动关系上表现得尤为突出.教学表明,初中学生由于错误表象而直接导致了他们对力与运动关系的错误认识——力是维持物体运动的原因,嘴上不承认,但在思维意识中是根深蒂固的.利用传统的教学手段,一时是很难消除他们这些错误观点的,或者说,要花费很多气力才可能纠正.而这块知识内容在义务教育课程标准的认知性目标中偏偏又是处于较高的“认识”和“理解”的水平^[1].有鉴于此,找到好的方法去解决这个问题就显得尤为重要.笔者认为卡尔斯鲁厄物理课程(简称KPK)中的流模型是一个不错的方法,这个课程是以实物型量为中心概念,用实物型量的流来构建物理学各分支学科的.笔者从中受到启发,在自己的教学中,利用KPK的水流模型,帮助学生构建并形成了辅助理解物体做直线运动时的力与运动关系的方法,取得了一定教学效果,故而下笔为文,与同行分享.

1 KPK 利用水流模型解释汽车平衡状态

如图1所示,一辆汽车在加速运动.发动机持续地把动量从大地传给汽车.汽车行驶得越快,空气阻力就越大,就有更多的动量从汽车中流出.当汽车到

达某一速度时,从大地传入的动量刚好等于由于摩擦而流出的动量,汽车的动量不再增加,汽车沿水平路面匀速行驶.这种情况可以与水的情况比较,如图2所示,这里水扮演着动量的角色,带有洞的水桶相当于汽车,流入桶的水量相当于汽车在进动量,漏水相当于汽车在漏动量,当流出的量调节到等于流入的量时,水量平衡,代表汽车处于平衡状态^[2].

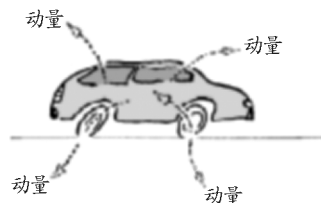


图1 流入的动量等于流出的动量,汽车匀速



图2 流入桶的水量等于从洞中流出的水量,桶中水量不变

受此启发,笔者对水流模型进行定规,使之变成辅助理解初中物理中“物体做直线运动时的力与运动关系”的方法.

* 南通市教育科学“十二五”规划教育装备专项课题“‘流’模型在初中物理教学拓展中的应用研究”的研究成果之一,项目编号:ZB7

2 对水流模型定规

2.1 水流模型与力和运动的对照

如图3所示,桶表示物体;桶中水量表示物体运动状态(即速度),水量变多、不变、减少表示物体加速、匀速、减速,没有水表示物体静止;进水表示物体受动力,漏水表示阻力,进水和漏水的有无、变化表示动力和阻力有无、变化。

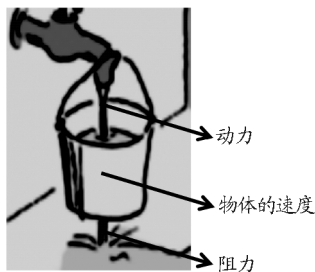


图3 水流模型

2.2 适用范围

仅可分析物体做直线运动时的力与运动关系,包括两方面:物体不受力(惯性定律)或受力平衡,保持静止或以任意速度向任意方向做匀速直线运动;物体在某个方向上受力不平衡,沿这个方向做加速或减速直线运动。

2.3 基本类型

(1) 已知物体竖直或水平受力及变化,分析这个方向的运动状态。

(2) 已知物体竖直或水平的运动状态,画出这个方向的受力。

2.4 分析问题的步骤

(1) 受力分析:先竖直后水平.理由:竖直方向重力一定有,水平方向可能不受力,可能受摩擦力或其他力。

(2) 明确竖直或水平方向上的动力和阻力及其变化。

(3) 将水流模型用到相应方向分析运动情况。

3 典型问题分析

3.1 常规讲法和水流模型的辅助讲法

(1) 惯性定律

常规讲法:一切物体不受力时,靠自己的惯性维

持运动状态不变,即原来静止,保持静止;原来运动,保持原有速度大小和方向做匀速直线运动.要改变物体的运动状态,必须靠外力。

水流模型的辅助讲法:桶中不进水也不漏水,靠桶本身就可以维持水量不变,即桶原来空的,还是空的,原来有多少水,还是有多少水.要改变桶中水量,必须靠进水或漏水。

(2) 二力平衡

常规讲法:相互平衡的两个力从相反的方向力图改变物体的运动状态,由于它们大小相等,它们的作用相互抵消了,所以物体的运动状态保持不变,即保持静止或匀速直线运动。

水流模型的辅助讲法:进水等于漏水时,桶中水量不变,空桶或维持一定水量。

(3) 二力不平衡

常规讲法:相互不平衡的两个力从相反的方向改变物体的运动状态,由于它们的作用效果有大小之分,无法相互抵消,有净剩效果,所以物体的运动状态发生改变,做加速或减速直线运动。

水流模型的辅助讲法:进水大于漏水,桶中水量增加;进水小于漏水,桶中水量减少,最终漏光。

(4) 受力分析

【例1】(2016南通中考)如图4所示,观光缆车沿轨道斜向上做匀速直线运动,画出车中重物A的受力示意图。

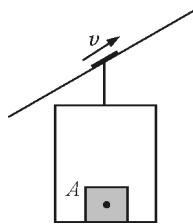


图4 受力分析一

常规讲法:物体在竖直方向二力平衡,本来就可以以任何速度向任何方向做匀速直线运动,相应方向上不需受力。

水流模型的辅助讲法:任意方向不进水也不漏水,这个方向完全就可以保持水量不变。

【例2】如图5所示,A物体放置在B物体上,A物体随着B物体在外力F作用下,可能向右匀速、加

速或减速,请分别画出3种情况下物体A的受力.

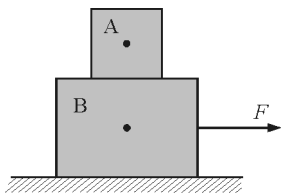


图5 受力分析二

常规讲法:物体A在竖直方向受重力和支持力,水平方向,要受力,只能受一个摩擦力.若匀速,没有摩擦力;若向右加速,受向右摩擦力;若向右减速,受向左摩擦力.

水流模型的辅助讲法:物体A水平方向水量增加必须进水,水量减少必须漏水,水量不变,无需进水、漏水.

(5) 变力问题

【例3】如图6所示,物体在水平拉力 F 作用下沿水平地面向右做加速直线运动,若拉力 F 逐渐减小,物体速度如何变化?

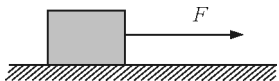


图6 变力问题一

常规讲法:水平方向受力分析,物体受水平向右的动力 F ,水平向左的滑动摩擦阻力 f (不变).开始时动力 F 大于阻力 f ,物体向右加速.动力 F 刚减小时,动力 F 仍大于阻力 f ,物体还是会加速,当动力小到与阻力相同时,速度最大,动力再小,小于阻力,物体就会减速,最终会停下来.

水流模型的辅助讲法:水平方向漏水不变.开始时进水大于漏水,桶中水量增加,逐渐调小水龙头,因进水仍大于漏水,桶中水量仍会增加,当进水调到与漏水相同时,水量最多,进水再小,小于漏水,桶中水量减小,最终漏光.

【例4】(2014南通中考)如图7所示,小物块A和弹簧放在光滑的水平面上,弹簧左端固定于竖直墙面.向左移动物块A并压缩弹簧至B处,静止释放物块A,此后物块的运动是()

- A. 一直加速 B. 一直匀速
C. 先加速后减速 D. 先加速后匀速

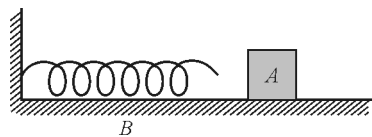


图7 变力问题二

常规讲法:水平面光滑,故水平方向无摩擦.压缩弹簧至B处,释放瞬间,水平方向就受向右的弹力(动力),在弹簧恢复形变的过程中,向右的弹力逐渐变小,但只受这个力,所以物块向右加速.在弹力消失后,物块速度最大.后因水平方向不受力,保持这个最大速度做匀速直线运动.

水流模型的辅助讲法:水平面光滑,故水平方向不会漏水,所以桶中水量不可能减少.一开始有减小的进水,水量一定增加,后来水龙头也关了,桶中水保持最多不变.

【例5】(2012黄石中考)如图8所示,一个小球从竖直立在地面的轻弹簧的正上方某处自由下落,接触弹簧后将弹簧压缩至最短,设在弹簧被压缩的过程中小球的速度为 v ,小球受到弹簧弹力为 F ,则()

- A. F 不断变小, v 不断变小
B. F 先变小后变大, v 不断变小
C. F 不断变大, v 先变大后变小
D. F 先变小后变大, v 先变大后变小

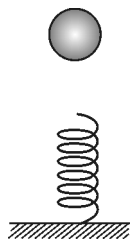


图8 受力问题三

常规讲法:小球从上方落下,起先只受重力(动力),做加速运动.碰到弹簧后,向上的弹力(阻力)产生,但在短时间内,还是小于重力,小球还要向下加速,当弹力大到跟重力一样时,速度最大,弹簧再压缩,小球所受向上弹力超过重力,小球接下来的表现是减速,至最低点速度为零.

水流模型的辅助讲法:整个过程中,自来水龙头一直开着,且给桶的进水不变.一开始,没有漏水,桶中水量增加,慢慢开始漏水,由于漏水少,水量仍会

增加,当漏水增加到与进水相同时,桶中水量最多,漏水继续增加,超过进水,桶中水量会逐渐减少,直至漏光.

3.2 评析

由于学生顽固的错误运动观的影响以及力概念的抽象,用力、惯性来分析物体运动,虽清晰,但仍难以克服那些错误想法.比如:学了惯性定律后仍会出现“没有力,物体不能运动”“力全部消失后物体会立刻停下来”等观点;对二力平衡与不平衡的理解不稳定,时而认为“二力平衡”,时而认为“一力平衡”,时而又把“不平衡当成平衡”等;受力分析时,水平方向往往多画一些莫名其妙的力;在变力问题中,“力变小或遇到阻力后,物体会立刻减速”“上升的物体不受拉力后,会立刻下落”是普遍的想法,学生根本没有分阶段分析运动的意识.用水流模型去辅助理解这些问题,就会使这些问题变得简单易懂,因为水流模型贴近生活,具体形象,符合初中学生思维.学生接受了水流模型的教学之后,正确的运动观变得“天经地义”了,且分阶段分析运动的习惯也逐渐养成.

4 学生表现

现以学生用水流模型解决变力问题为例,感受这种方法的教学效果.

【例6】如图9所示,小明在做模拟“蹦极”的小实验,一根橡皮筋一端系一个小石块,另一端固定在A点,B点是橡皮筋不系小石块自然下垂时下端所在的位置,C点是小石块从A点自由释放后所能达到的最低点,试分析小石块从上到下,再从下到上整个过程中的运动情况.

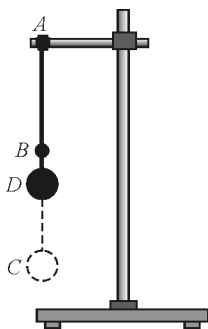


图9 学生分析

某学生的表述如下(该学生在图中添了D位置):

一个小石块从A点开始下落,重力是动力,开始进水,在A→B这一段,没有拉力,所以没有漏水,做加速运动,B→D这一段,拉力(阻力)产生,但漏水小于进水,所以仍做加速运动,当下落到D点时,二力平衡,漏水等于进水,此时小球速度最大,小球继续下落,此时漏水大于进水,做减速运动,直到最下方的点C,速度为零;小石块开始反弹,此时拉力为动力,开始进水大于漏水,向上做加速运动,再次到达D,进水等于漏水,速度最大,继续向上,进水小于漏水,所以小石块做减速运动,直到最高点,速度减为零.总而言之,无论是下降还是反弹,小球速度总是先增大后减小.

从这个表述可以发现,学生已将水流模型与力运动融为一体,不分彼此,并关注到了整个运动过程各个阶段,理解清晰.类似的,还有学生在分析“纸锥”下落(或雨滴下落)时,同样也出现了诸如“若再加速,阻力会更大,漏水更厉害,水会变少,会减速,又加速,又减速,矛盾,只能不加也不减了”的话语.

学生利用水流模型顺利克服自己头脑中错误的运动观,自觉而较深刻地理解了正确的运动观,在经历解决物体做直线运动时的力与运动关系的诸多问题的教学实践中,逐步将水流模型内化为自己的一种能力.学生表示喜欢这个模型.

总之,水流模型,不仅可以有效地克服初中学生头脑中根深蒂固的错误表象,切实能帮助他们理解和解决物体做直线运动时的力与运动的关系的知识内容,还可以使学生的思维由经验型向理论型转化,辅助抽象思维的培养,进一步提高学生良好的思维品质.抛砖引玉,读者可以试试将水流模型用到其他例子,观察教学效果,甚至可将其推广到解决一般的力与运动关系上去,期待新的研究成果.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部制定.义务教育物理课程标准(2011年版).北京:北京师范大学出版社,2015.16
- 2 F. Herrmann. 德国卡尔斯鲁厄物理课程·中学物理1. 陈敏华,译.上海:上海教育出版社,2007.58~59