

探索有理论支撑的中考物理命题

——以斜面为例

张树淳

(汉中市南郑区铁佛中学 陕西 汉中 723102)

(收稿日期:2022-01-19)

摘要:教育部对初中学业水平考试命题提出了明确要求,深入探索物理试题背后的理论支撑对确保试题的科学性、严密性具有重要意义

关键词:中考物理命题 理论支撑 斜面

考试命题对学校教育教学具有重要引导作用,2019年11月教育部发布《关于加强初中学业水平考试命题工作的意见》指出:考试命题要注重引导学校落实德智体美劳全面培养的教育体系,引导教师积极探索基于情境、问题导向、深度思维、高度参与的教育教学模式,引导学生自主、合作、探究学习,充分发挥考试对推动教育教学改革、提高学生综合素质、促进学生全面健康成长的作用。“增强情境创设的真实性、典型性和适切性,提高试题情境设计水平。”初中学业水平考试是九年义务教育的终结性考试,承载着毕业和升学多重功能,因此不断提高试题质量具有十分重要的意义。

斜面是日常生活中常见的一种简单机械,常出现在初中学考物理试题中.现选取几道试题,予以分析,并提出斜面类试题的理论依据,及命题建议。

1 斜面机械效率的决定因素

斜面机械效率的计算比较容易,厘清决定斜面机械效率的本质性因素,便于从理论的角度指导命题过程.与斜面有关的试题通常会创设“沿斜面向上做匀速直线运动”的情境.该情境下,重力沿斜面向下的分力 $mg \sin \theta$ 与摩擦力 $\mu mg \cos \theta$ 之和,恰好与拉力 F 等大反向。

如图1所示,设斜面高度为 h ,长度为 s ,倾角为 θ ,动摩擦因数为 μ ,则沿斜面匀速向上拉动物体时的机械效率为

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{有}} + W_{\text{额}}} = \frac{Gh}{Gh + fs} = \frac{Gs \sin \theta}{Gs \sin \theta + \mu Gs \cos \theta} = \frac{1}{1 + \mu \cot \theta}$$

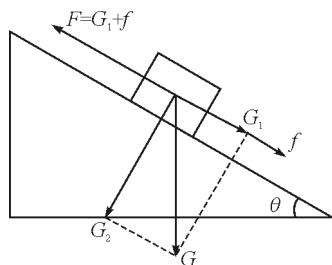


图1 物体受力分析图

由推导结果可知,斜面的机械效率决定因素有两个:一是动摩擦因数 μ ,倾角 θ 一定,光滑程度越好 (μ 越小),机械效率越高;二是倾角 θ ,由图2可知光滑程度一定,倾角度数越大 ($\cot \theta$ 越小),机械效率越高。

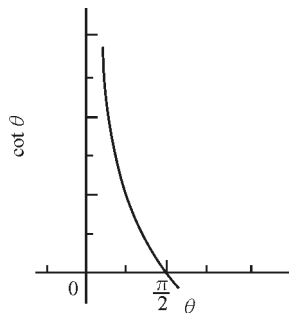


图2 $\cot \theta - \theta$ 图像

显然,“控制斜面高 h ,改变斜面长 L ”“控制斜面长 L ,改变斜面高 h ”其实质都是改变了斜面倾角 θ ,故斜面长 L 、斜面高 h 都不是本质性因素.

命题建议:斜面的机械效率的本质性决定因素是动摩擦因数 μ 、倾角 θ ,试题最好能够揭示本质,提出“改变倾角 θ ,斜面机械效率如何变化”的问题,而不是陈述为“保持斜面高一定,改变斜面长度,机械效率如何变化?”或者“保持斜面长度一定,改变斜面高,机械效率如何变化?”通过命题导向揭示本质,从而引领日常教学关注物理学科本质,培养学生深度思考的习惯,更好地落实核心素养.

2 斜面拉力 F 大小决定因素

物体沿斜面向上做匀速直线运动时,则沿斜面方向合外力为零(倾角为 θ ,动摩擦因数为 μ),则有

$$\begin{aligned} F &= mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = \\ &mg (\sin \theta + \mu \cos \theta) = \\ &mg \sqrt{1 + \mu^2} \sin(\theta + \arctan \mu) \end{aligned}$$

由数学知识可知

$$0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ - \arctan \mu$$

时, F 随 θ 增大而大.

$$90^\circ - \arctan \mu \leq \theta \leq 90^\circ$$

时, F 随 θ 增大而减小.

只有当角度 θ 比较小的时候, F 随 θ 增大而增大,如图3所示.

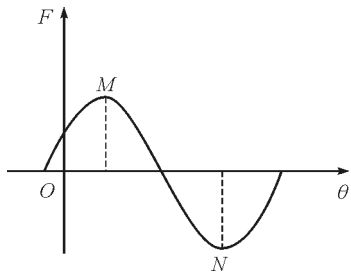


图3 $F-\theta$ 图像

显然,在没有明确角度边界的情况下,说“沿斜面的拉力 F 随倾角的增大而增大”是不正确的.

命题建议:(1)最好不要命制物体沿斜面向上做匀速直线运动时,倾角变化,拉力如何变化的考题.

(2)若要命制此类题,必须强调,斜面倾角 θ 较小的前提下.

3 以斜面为背景试题分析

【例1】图4所示是小云同学探究影响斜面机械效率因素的装置图.她在实验时用弹簧测力计拉着同一木块沿粗糙程度相同的斜面向上做匀速直线运动,实验测量的部分数据如表1所示.请你解答下列问题:

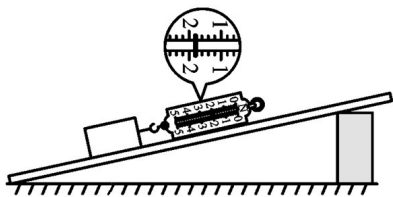


图4 探究影响斜面机械效率的因素

表1 探究影响斜面机械效率因素实验数据

实验次数	物体重 G/N	物体上升的 高度 h /m	拉力 F/N	物体移动的 距离 s /m
1	3.0	0.10		0.50
2	3.0	0.25	2.4	0.50
3	3.0	0.35	2.8	0.50

(1)如图4显示的第一次实验时的拉力 $F =$ _____ N. 根据表中数据,可求得第二次实验时,斜面的机械效率 $\eta =$ _____.

(2)分析上述实验数据可知,她研究的是斜面的机械效率与 _____ 的关系.

(3)若斜面是光滑的,则有用功 _____ (填“大于”“等于”或“小于”)总功.

试题分析:本题的第(2)问中,“她研究的是斜面的机械效率与 _____ 的关系”指向不够明晰,对比3组数据,“物体移动的距离相同,物体上升的高度不同”相当于改变了斜面的倾角 θ ,但是,题中并没有直接陈述出来.“物体移动的距离”“物体上升的高度”掩盖了“斜面倾角 θ ”这一本质性决定因素,对导向教学可能会产生一定的负面影响.修改建议为,在表格中插入一列“斜面倾斜程度”,描述为“较缓”“较陡”“最陡”配合“物体移动的距离”“物体上升的高度”的数据突出物理本质.也可以在表格中加入一列“倾角 θ ”,用精确的角度数据引导学生发现本质.

【例2】如图5所示,沿斜面把质量为12 kg的一个物体匀速拉到最高处,沿斜面向上的拉力 $F=100$ N,斜面长2 m,高1 m,则其机械效率是_____%,物体所受摩擦力是_____N.当选用表面材质、高度均相同的斜面时,斜面越短越_____ (选填“省力或“费力”),机械效率_____ (选填“越高”“不变”或“越低”). (取 $g=10$ N/kg)

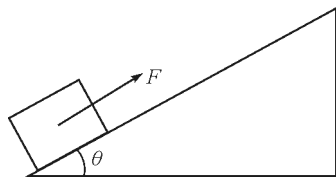


图5 例2情境图

试题分析:斜面高1 m,斜面长2 m,设斜面倾角

θ ,则 $\sin \theta=0.5$,则 θ 等于 30° ,此角度也比较小,在这种情况下,“当选用表面材质、高度均相同的斜面时,斜面越长”则倾角 θ 越小,拉力 F 将变小,符合实际.但是“当选用表面材质、高度均相同的斜面时,斜面越短越?”则倾角 θ 越大,角度有可能突破临界角,出现 F 随 θ 增大而减小的情况,故该问法不够严谨.应当修改为,“当选用表面材质、高度均相同的斜面时,斜面越长越_____?”

总之,深入探索物理试题背后的理论支撑,才能保证试题的科学性、严谨性,从而更好地发挥考试对推动教育教学改革、提高学生综合素质的作用.

参考文献

- 1 教育部关于加强初中学业水平考试命题工作的意见[Z].教基[2019]15号

(上接第137页)

3 结束语

本文用Vpython和GeoGebra分别成功模拟了牛顿的“大炮”以及拉格朗日点的运行轨迹,其中前者采用了欧拉法的数值模拟方法,后者则采用了GeoGebra模拟物理情境方面的最新技术——解常微分方程组指令,两者都通过物理情境模拟生动展示出了理论的预测结果,不仅验证了理论,同时也加深了我们对理论的理解.若将这个技术运用到物理的教学与学习中,能够使自身以及学生更好地理解数学模型、计算机算法和相应物理现象之间的联系,提高跨学科的综合运用能力.

参考文献

- 1 教育部.教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知[EB/OL].(2018-04-18)[2021-12-30].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html
- 2 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准[M].北京:人民教育出版社,2018
- 3 王畅,王海锋,高艳.COMSOL软件在高中物理教学中

的应用——以“磁场和磁感线”为例[J].物理通报,2021(2):97~99,103

- 4 赵洋洋,盛思远.基于Unity3D的物理光学实验的设计与仿真[J].物理实验,2021,41(2):49~52
- 5 冉俊霞,葛大勇,张少朋.LabVIEW在光速测定实验中的应用[J].物理通报,2020(6):86~88
- 6 周小奋.拉格朗日点探秘[J].物理教学,2012,34(3):53~54
- 7 李铁.关于天体圆轨道三体模型中拉格朗日点的讨论[J].湖南中学物理,2021,36(3):73~74,51
- 8 林辉庆.拉格朗日L₄点的理论验算[J].物理教师,2012,33(4):42~43
- 9 张恒谦.奇妙的拉格朗日点[J].中学物理教学参考,2011,40(10):29~30
- 10 金乐,黄天宇.用数值模拟演示地球轨道运动的研究[J].钦州学院学报,2015,30(5):45~48
- 11 Joseph Amato. Using Elementary Mechanics to Estimate the Maximum Range of ICBMs[J].The Physics Teacher, 2018,56(4)
- 12 张继春.Python编程与3D物理学仿真[M].北京:电子工业出版社,2021