



基于物理核心素养导向小专题课堂教学设计*

——以“物体的动态平衡”为例

柯尊淦

(佛山市第一中学 广东 佛山 528000)

(收稿日期:2019-11-12)

摘要:物理学科核心素养的颁布将促使中学物理教学悄然发生改变,如何立足课堂激发学生思维,培育学生核心素养?本文以“物体的动态平衡”为例,以培育学生核心素养为目标,以变式为手段,引导学生经历观察现象—实验体验—理论分析—理论预测—实验检验的科学研究论证的过程,让学生经历解决实际问题的全过程,切实提高学生解决实际问题的能力,对核心素养导向的课堂教学设计进行了教学实践,提出了培育物理学科核心素养的策略。

关键词:核心素养 物理观念 动态平衡 教学设计 科学思维

1 内容及内容分析

本节课为学生学完“共点力平衡”的一节关于力的合成与分解的规律应用课,课本内没有单独开设这一节内容,但基于物体的动态平衡问题在日常生活中较为普遍,而且其中蕴含着非常丰富的物理思想,如建模思维、数形结合思维、寻找不变量思维、将动态转化为静态的思维,此类问题需要学生在事物的动态变化中,洞察,分析,抽象概括,逻辑推理,进而解决问题,对培养学生的科学思维和形成物理观念,提升学生的物理核心素养是一个很好的训练载体,故一般在授课时,将其作为单独一节课来讲授。

2 目标和目标解析

2.1 物理观念

通过观察吊环体育运动和生活现象,总结、提出并掌握力的动态平衡的概念及平衡条件。

归纳总结动态平衡的特点。

2.2 科学思维

(1) 深化对物体的动态平衡的认识,初步掌握数形结合、动态平衡转化为静态平衡的思想与方法。

(2) 通过变式教学、一题多变、改变题设条件,培养学生应变能力和发散思维能力。

(3) 通过整合题型和资源,对相似题型进行归类,引导学生对比辨析,提高深度学习的能力。

2.3 科学探究

引导学生经历解决实际问题的全过程,经历观察现象—实验体验—模型构建—理论分析—理论预测—实验检验的科学研究论证的过程,提高学生解决实际问题的能力。

2.4 科学责任与态度

(1) 培养准确画图(情境图、受力图)的技能,体验将实际问题转化为物体问题的建模过程(画图建立物理情境、建立数学模型)培养学生规范、严谨细致的习惯。

(2) 增强来源生活、最终能够解释生活现象的应用意识,提升研究问题、论证问题的科研意识。

3 教学问题诊断分析

物体的平衡问题是力学体系的基础和核心知识,平衡问题是力学中常见的一种题型,解决平衡问题的基本思路是对物体进行受力分析,根据平衡条

* 广东省教育科学“十三五”规划课堂改革研究专项课题阶段性成果,项目编号:2017YQJK065

件 $F_{\text{合}} = 0$ 来求解. 而动态平衡问题是指通过控制某些物理量的变化, 使物体的状态发生缓慢变化, “缓慢”指物体的速度很小, 可近似认为速度为零, 所以物体在变化过程中处于平衡状态, 把物体的这种状态称为动态平衡状态, 其一般关键词有缓慢移动、缓慢变化等. 解决此类动态平衡问题有以下 3 种典型的常见方法.

第一类型: 一个力大小方向均确定, 一个力方向确定大小不确定, 另一个力大小方向均不确定——动态三角形.

如果一个物体在 3 个力的作用下处于平衡状态, 可采用力的三角法则用动态三角形方法来确定其他力的变化规律. 画好受力分析图后, 将 3 个力按顺序首尾相接形成力的闭合三角形, 然后根据不同类型的不同作图方法, 作出相应的动态三角形, 从动态三角形边长变化规律看出力的变化规律. 具体操作步骤如下:

(1) 确定研究对象, 对研究对象进行受力分析.

(2) 保持重力大小方向不变, 将其他两个力向重力平移, 使之构成闭合三角形.

(3) 结合题意改变力的方向, 重新绘制三角形, 即可知晓两力的变化情况.

第二类型: 多个平衡力中一个力已知恒定, 另外两个力的大小或者方向不断变化, 但物体仍然平衡, 这种情况一般用解析法处理动态平衡问题.

基本思路: 选定研究对象, 对其作受力分析, 在图示特殊位置引入参数(一般为角度, 比如可以取参数 θ), 按照静态平衡得出力 F 的表达式, 再根据动态变化情况确定参数 θ 的变化情况, 以此打开解答此类问题的第一步.

解析法是解决共点力平衡问题的一般方法, 一般应注意以下几点:

(1) 该方法不受研究对象、所受外力多少的限制.

制.

(2) 关于坐标轴的选取, 原则上是任意的, 就是说选择不同的坐标轴并不影响运算的结果. 但具体应用时又以解题方便的坐标系为最佳选择, 例如在静力学问题中一般选含外力多的方向为一个坐标轴的方向, 而在今后的动力学问题中一般选加速度或初速度方向为一个坐标轴的方向. 解析法——画好受力分析图后, 正交分解或者斜交分解列平衡方程, 将待求力写成三角函数形式, 然后由角度变化分析判断力的变化规律.

第三类型: 一个力大小方向均确定, 另外两个力大小方向均不确定, 但是 3 个力均与一个几何三角形的三边平行——相似三角形.

在共点力作用下的动态平衡问题中, 对受一恒定外力和两方向都变化的另两外力作用而平衡的问题, 由于题目中的变量较多, 单纯应用平衡条件列出解析方程, 往往不易讨论清楚, 而此类题目一般在已知量中给出的边长信息较多, 在这种情况下, 我们采用相似三角形法.

解题步骤: 画受力分析图, 构建初始力的三角形, 然后观察这个力的三角形, 发现这个力的三角形与某个几何三角形相似, 可知两个三角形对应边长比边长, 三边比值相等, 再看几何三角形边长变化规律, 即可得到力的大小变化规律.

4 教学支持条件分析

本节课需要 DIS 传感器演示力的动态变化, 佛山市第一中学实验室有相应的演示器材和多媒体设备, 为本节课提供了充足支持.

5 教学过程设计

5.1 教学流程设计

“物体的动态平衡”教学流程设计如图 1 所示.

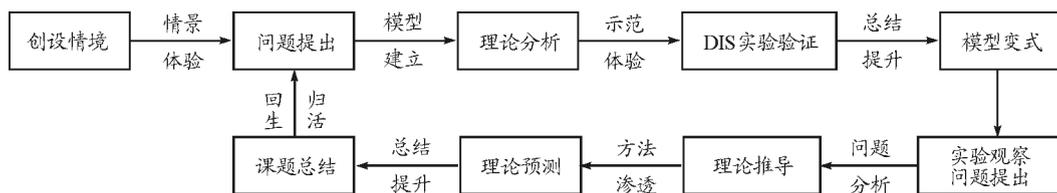


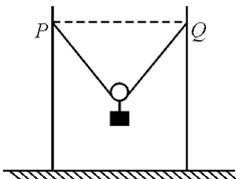
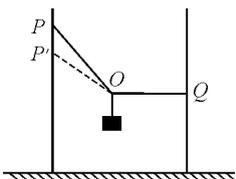
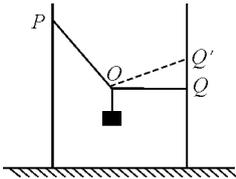
图 1 “物体的动态平衡”教学流程

5.2 教学过程设计

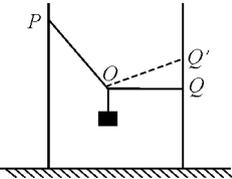
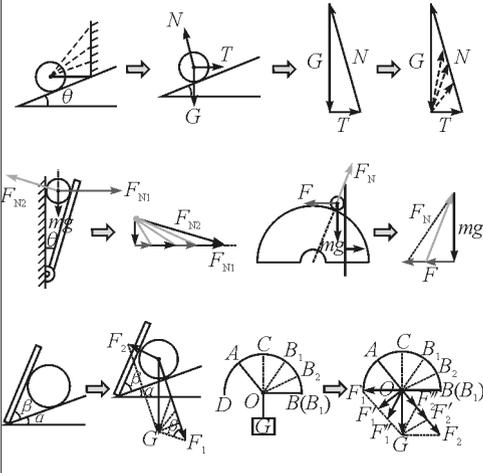
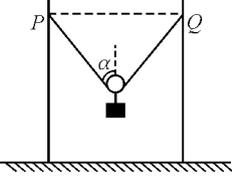
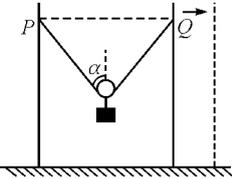
一课教学过程设计如表1所示。

基于物理核心素养导向的“物体的动态平衡”

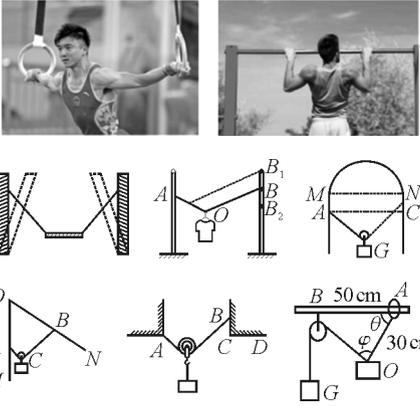
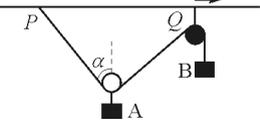
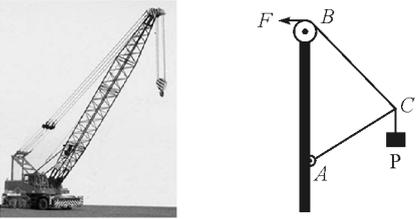
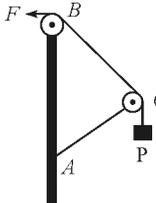
表1 “物体的动态平衡”教学过程

教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
环节一： 导入 课题	<p>一. 必备知识整合 —— 夯基固本</p> <p>【导入】</p> <p>【观看视频】</p>  <p>【学生实验】</p>  <p>【概念】动态平衡问题：几个平衡力中，若一个力恒定，其他力的大小或者方向不断变化，但物体仍然平衡。</p> <p>特征：典型关键词 —— 缓慢转动、缓慢移动等</p>	<p>视频播放，教师引导学生观看视频并进行实验体验。</p> <p>【问题1】(1) 吊环运动员张开双臂，随着两力夹角缓慢变大，两力的大小会怎样变化？(2) 起吊机支架缓慢向上旋转时，支架对支点的的作用力大小怎样变化？</p> <p>【问题2】请简要概括动态平衡问题的特点。</p> <p>【问题3】拉住细绳的手缓慢张开细绳张角，体验细绳的力的变化？</p>	<p>观察实验现象，总结动态平衡问题特点。</p> <p>学生实验体验：组织每个学生两个学生一组，用细绳吊起钩码。</p> <p>学生亲自体验实验，并思考回答问题</p>	<p>观看体育运动，引导学生善于观察并初步分析生活中的物理现象。</p> <p>以武汉军运会刘洋获得冠军的视频，引导学生关注国家大事，树立民族自信</p>
环节二： 动态 三角形	<p>二. 关键能力提升 —— 变式拓展</p> <p>【情境】如图，一重物被两段绳索系在O点，绳子的一端固定在P点，另一端置于Q点，重物处于静止状态，若保持OQ绳方向不变，将P缓慢下移至P'，移动过程中保持重物始终处于平衡状态，求：PO绳拉力T_1及QO绳拉力T_2大小怎样变化？</p>  <p>【变式1】接上题，现保持P点、O点不变，让Q点缓慢向上移动到Q'直至竖直方向，移动过程中保持重物始终处于平衡状态，求：PO绳拉力T_1及QO绳拉力T_2大小怎样变化？</p> 	<p>教师示范，讲授方法</p> <p>【问题4】根据教师的示范总结出动态三角形法则的解题步骤。</p> <p>【问题5】请根据变式1及情境总结动态三角形方法的问题一般具有哪些典型特征？</p>	<p>学生观察，并思考，并亲自体验变式1的方法。</p> <p>【总结1】动态三角形的解题步骤： 用图解法解题时一般先画出初始状态的三角形。</p>	<p>体验矢量三角形方法的运用，这种方法对应科学思维的5个水平等级中的水平2：能在熟悉的问题情境中，应用常见的物理模型，能对比较简单的物理现象进行分析和推理。</p>

续表 1.1

教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
环节二： 动态三角形	<p>【变式 2】如图,若 PO 绳与水平方向的角度 $\theta = 60^\circ$, OQ 绳保持水平方向,且两段绳索能承受的最大拉力都为 $50\sqrt{3}$ N, $g = 10$ m/s²,若缓慢增加重物质量,问:</p> <p>(1) 哪根绳索最先断?</p> <p>(2) 绳索能够承受的重物的最大质量为多少?</p>  <p>【类题拓展 1】</p> 	<p>【总结 2】 教师引导学生总结: 动态三角形的适用条件: (1) 3 个共点力(或能转化为三个共点力)作用下的动态平衡问题; (2) 有一个力大小、方向均不变; (3) 有另外一个力的方向始终不变。 以上 3 点必须同时满足才能用图解法进行求解。 学生练习,并回答问题。 学生练习,并体会动态三角形法的优越性。 【DIS】实验验证理论结论。 教师对相似题型和模型进行整合和归类。</p>	<p>然后根据方向发生改变的那个力的变化情况依次作出几个矢量三角形(一般应含力具有极值的状态)。 最后根据矢量三角形中边长的变化判断力的变化大小的变化情况。 学生观察现象并总结实验结论。</p>	<p>引导学生经历:现象—理论—预测—实验检验的科学研究论证的过程。 引导学生思考程序性知识,并思考物理规律的适用条件。 引导学生对相似问题进行延伸和拓展,培养学生的发散思维能力</p>
环节三： 解析法	<p>【变式 3】如图所示,质量为 m 的重物用一动滑轮悬挂在细绳上,细绳两端分别系在两竖直杆的 P, Q 两点,且 P 与 Q 等高,已知两竖直杆的宽度为 d,若保持细绳的长度 l 不变,今将 Q 点缓慢下移一小段距离,重物仍保持静止,则细绳上的拉力 T 大小及细绳与竖直方向的夹角 α 如何变化?</p>  <p>【变式 4】接变式 3,现将右侧竖杆缓慢右移一小段距离,重物仍保持静止,则细绳上的拉力 T 大小及细绳与竖直方向的夹角 α 如何变化?</p> 	<p>改变题设条件,引导学生思考解析法的运用,并进一步思考:“系”与“吊”的差异。 教师根据实验情景进行 DIS 实验。 引导学生根据实验结果进行理论分析,并总结出解析法。</p>	<p>学生建立模型,并进行分析,提出问题解决方案。 学生观察实验。 学生根据理论进行预测。 学生思考,进一步与【变式 3】进行比较,加深印象。</p>	<p>对科学思维进一步提升,此类问题对应科学思维水平等级的水平 3:能在熟悉的物理情境中根据需要选择恰当的物理模型解决简单的物理问题。 拓展学生思维,有效提高学生思维品质。 增强学生归类整理的意识。</p>

续表 1.2

教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
环节三： 解析法	<p>【类题拓展 2】</p>  <p>【变式 5】如图所示,物体 A 的质量大于 B 的质量、绳子的质量,绳子与滑轮间的摩擦可不计,A 与 B 恰好处于平衡状态,如果将悬点 P 缓慢向右移动少许,使系统重新平衡,则:绳的拉力 T 大小及 α 怎样变化?</p> 	<p>【问题 6】请对比动态三角形与解析法的优劣?</p> <p>教师对相似题型和模型进行整合和归类</p> <p>进一步改变题设,引导学生重新审视模型,教师进行 DIS 实验验证理论结果.</p> <p>【问题 7】本题给我们的启示是什么?</p>	<p>学生思考并交流分享</p>	<p>引导学生区分:“形同质异”的模型,培养学生发散思维和深度学习的能力</p>
	环节四： 相似三角形法	<p>【变式 6】如图所示是一个简易起吊设施的示意图,AC 是质量不计的撑杆,A 端与竖直墙用铰链连接,一滑轮固定在 A 点正上方,C 端吊一重物.现施加一拉力 F 缓慢将重物 P 向上拉,在 AC 杆达到竖直前,试分析:BC 绳中的拉力 F_1 和 AC 杆中的支撑力 F_2 大小怎样变化?</p>  <p>【变式 7】如图所示是另外一种简易起吊设施的示意图,AC 是质量不计的撑杆,A 端固定,C 端固定有一定滑轮,另一滑轮固定在 A 点正上方,用一绳索通过 BC 两定滑轮吊一重物.现施加一拉力 F 缓慢将重物 P 向上拉,在 AC 杆达到竖直前,试分析:BC 绳中的拉力 F_1,AC 杆中的支撑力 F_2 怎样变化?</p> 	<p>教师展示情景,并进行示范.</p> <p>【问题 8】请结合变式 6 和变式 7 等,思考相似三角形法解决的问题有怎样的特征?</p>	<p>学生观察、思考.</p> <p>学生练习、分析、推理.</p>

续表 1.3

教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
环节四: 相似三角形法	<p>【类题拓展 3】</p>	教师对相似题型和模型进行整合和归类	【总结 3】相似三角形法的适用条件: 受到 3 个力, 一力大小方向不变, 另外两个大小方向变化, 边角关系特征明显	培养学生对比较、辨析、归类、拓展的发散性思维能力和深度学习的能力
环节五: 课堂总结	<p>三. 课堂内容总结——提纲挈领</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 动态 </div> <ul style="list-style-type: none"> 概念: 动态平衡 方法一: 矢量三角形法 方法二: 解析法 方法三: 相似三角形法 	<p>教师引导总结</p> <p>【问题 9】今天我们学习了物体的动态平衡, 今天的学习内容对我们的学习方法、学习方式有怎样的启发?</p>	<p>学生总结:</p> <p>如: 化动为静、数形结合、对比辨析、变式归类等</p>	<p>引导学生整理、总结的意识, 并能够对所学知识进行元认知层面的思考</p>

6 教学反思

本节课是笔者在佛山市第一中学上的一堂市级公开课的教学设计, 一共由 3 部分构成, 即必备知识整合、关键能力提升及课堂内容总结三个大的环节, 本节课的教学设计主要通过以下策略来培育学生的核心素养。

(1) 物理观念来源于生活, 形成于现象分析. 本节课从刚刚在武汉举行的军运会中刘洋获得冠军的吊环项目入手, 渗透了德智体美劳中“体”的发展, 选材紧贴时代背景, 弘扬主旋律, 引导学生关注国家大事, 同时引导学生关注身边发生的物理现象, 如起吊机、秋千、晾衣绳、单杠等让学生感知物理来源于生活, 为了解释相关的现象, 必须借助相关的物理观念。

(2) “变式教学” 完备学生认知结构, 助力科学思维发展. 课堂教学必须以发展学生的思维而教, 本节课以“物体的动态平衡” 为载体, 以变式为手段, 通过形异质同或形同质异的问题进行比较性拓展研究, 比较其间的异同所在, 有利于消除问题间的负迁移, 强化正迁移, 促进学生认知结构的清晰化, 通过情景-变式 1~7 来进行相似性拓展, 并结合图像情境来设置问题, 有利于提升物理知识块的组织程度, 促进知识板块结构的稳定性, 使学生从单一结构水平向多元结构水平, 进而上升到拓展结构水平和抽象结构水平, 完备学生认知结构. 分析学生的认知结

构与水平, 并对相关教学内容进行加工、重组, 形成一条符合学生学习规律的“认知序”, 应在知识结构有序建立的基础上, 充分重视通过整合重构方法策略, 形成一条符合学生发展的“方法序”, 在此基础上, 经过迁移和变通进一步培养和学生的应用能力, 形成一条符合学生发展规律的“思维序”, 只有这三序合一, 学生的学科素养才能够真正地得到提高。

(3) 科学探究促进问题解决. 本节课通过现象分析、模型构建, 通过问题驱动、讨论交流、自主探究、合作学习等多种形式, 让科学探究始终贯穿整个教学过程; 引导学生经历解决实际问题的全过程, 经历观察现象—实验体验—模型构建—理论分析—理论预测—实验检验的科学研究论证的过程, 提高学生解决实际问题的能力。

(4) 课堂精简总结引领学生科学情感态度与责任. 本节课课题结束, 引导学生思考本节课对学生的学习方式, 学习方法有怎样的启发, 引导学生提出, 动态平衡处理方法是“化动为静”, 动态三角形和相似三角形方法是数形结合的典范, 归类整合, 对比辨析是完善认知结构的一种重要方法. 通过这些引导, 让学生站在更高的角度去思考学习和生活中的问题, 对学生一生的发展将是非常有利的。

参考文献

- 1 教育部. 普通高中物理课程标准 (2017)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2017
- 2 柯尊淦, 郑丹. 作用力与反作用力探究性教学设计[J]. 物理通报, 2010(07): 48~51