

《牛顿第二定律》教学设计

【教材分析】

本章教科书将牛顿第二定律的探究实验和公式表达式分成两节内容，目的在于加强实验探究和突出牛顿第二定律在力学中的重要地位。牛顿第二定律的首要价值应该是确立了力与运动之间的直接关系，即因果关系。如知道了物体的受力情况，物体的运动状态及其变化就完全确定了。这应该是人类在认识自然过程中取得的重要思想成就。

本节内容首先在上节课实验的基础上，通过分析说明，提出了牛顿第二定律的具体内容表述，得出牛顿第二定律的数学表达式。从

$a \propto \frac{F}{m}$ 到 $F \propto ma$ ，到 $F=kma$ ，再到最后得出 $F=ma$ ，其中蕴含有丰富

的知识与技能、过程与方法性目标。因此，更要注重对学生思想观念和心理的影响，即让学生感受到物理学在认识自然上的本质性、深刻性、有效性。教科书突出了力的单位 **1N** 的物理意义，它是为后面学习单位制的内容准备的。引导学生进行必要的讨论。本节最后通过两个例题介绍牛顿第二定律应用的基本思路，它们也是学习、理解牛顿第二定律的基本组成部分。

【学情分析】

在学习这一内容之前，学生已经掌握了力、质量、加速度、惯性等概念；知道质量是惯性的量度、力是改变物体运动状态的原因；会分析物体的受力。已具备一定的实验操作技能，学生对物理学的研究方法已有一定的了解，在自主学习、合作探究等方面的能力有了一定提高。

在非智力因素方面，学生学习积极主动，对学习物理有较浓厚兴趣；有较强的好奇心和求知欲，乐于探究自然界的奥秘；敢于坚持正确观点，勇于修正错误；喜欢和同龄人一起学习，有将自己的见解与他人交流的愿望。

一、教学目标

（一）知识与技能

1. 掌握牛顿第二定律的文字内容和数学公式。
2. 理解公式中各物理量的意义及相互关系。
3. 知道在国际单位制中力的单位“牛顿”是怎样定义的。

4. 会用牛顿第二定律的公式进行有关的计算。

(二) 过程与方法

1. 渗透物理学研究方法的教育。

2. 认识到由实验归纳总结物理规律是物理学研究的重要方法。

3. 通过牛顿第二定律的应用能深切感受到科学源于生活并服务于生活，激发学生学习物理的兴趣。

(三) 情感态度与价值观

1. 渗透物理学研究方法的教育。

2. 认识到由实验归纳总结物理规律是物理学研究的重要方法。

二、教学重点

通过课本，牛顿第二定律。

三、教学难点

1. 牛顿第二定律的理解。

2. 理解 $k=1$ 时， $F=ma$ 。

四、教学准备

多媒体课件、图片。

五、教学过程

新课导入：

师：利用多媒体播放上节课做实验的过程，引起学生的回忆，激发学生的兴趣，使学生再一次体会成功的喜悦，迅速把课堂氛围变成研究讨论影响物体加速度原因这一课题中去。

学生观看，讨论上节课的实验过程和实验结果。

师：通过上一节课的实验，我们知道当物体所受的力不变时物体的加速度与其所受的作用力之间存在什么关系？

生：当物体所受的力不变时物体运动的加速度与物体所受的作用力成正比。

师：当物体所受力不变时物体的加速度与其质量之间存在什么关系？

生：当物体所受的力不变时物体的加速度与物体的质量成反比。

师：当物体所受的力和物体的质量都发生变化时，物体的加速度与其所受的作用力、质量之间存在怎样的关系呢？

新课讲解：

一、牛顿第二定律

师：通过上一节课的实验，我们再一次证明了：物体的加速度与物体的合外力成正比，与物体的质量成反比。

师：如何用数学式子把以上的结论表示出来？

生： $a \propto F/m$

师：如何把以上式子写成等式？

生：需要引入比例常数 k

$$a = kF/m$$

师：我们可以把上式再变形为 $F = kma$

选取合适的单位，上式可以，简化。前面已经学过，在国际单位制中力的单位是牛顿。其实，国际上牛顿这个单位是这样定义的：

质量为 1 kg 的物体，获得 1 m/s^2 的加速度时，受到的合外力为 1

N ，即 $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$

可见，如果各量都采用国际单位，则 $k=1$ ， $F=ma$

这就是牛顿第二定律的数学表达式。

师：牛顿第二定律不仅描述了 F 、 m 、 a 的数量关系，还描述了它们的方向关系，结合上节课实验的探究，它们的方向关系如何？

生：质量 m 是标量，没有方向。合力的方向与加速度方向相同。

师：对，我们如何用语言把牛顿第二定律表达出来呢？

生：物体的加速度跟所受的合力成正比，跟物体的质量成反比，加速度的方向跟合力的方向相同。

师：加速度的方向与合外力的方向始终一致，我们说牛顿第二定律具有同向性。

[讨论与交流]

(多媒体演示课件)一个物体静止在光滑水平面上，从某一时刻开始受到一个方向向右、大小为 5 N 的恒定外力作用，若物体质量为 5 kg ，求物体的加速度。若 2 s 后撤去外力，物体的加速度是多少？物体 2 s 后的运动情况如何？

学生进行分组讨论

师：请同学们踊跃回答这个问题。

生：根据牛顿第二定律 $F=ma$ ，可得 $a=F/m$ ，代入数据可得 $a=1\text{ m/s}^2$ ， 2 s 后撤去外力，物体所受的力为零，所以加速度为零。

由于物体此时已经有了一个速度，所以 2 s 以后物体保持匀速直线运动状态。

师：刚才这位同学说 2 s 后物体不再受力，那么他说的对不对呢？

生：不对。因为此时物体仍然受到重力和水平地面对它的支持力。

师：那么在这种情况下的加速度又是多少呢？

生：仍然是零，因为重力和支持力的合力为零，牛顿第二定律中物体所受的力是物体所受的合力，而不是某一个力。

师：非常好。以后我们在利用牛顿第二定律解题时一定要注意这个问题，即用物体所受的合力来进行处理。

[课堂训练]

讨论 a 和 F 合的关系，并判断下面哪些说法不对，为什么？

A. 只有物体受到力的作用，物体才具有加速度

B. 力恒定不变，加速度也恒定不变

C. 力随着时间改变，加速度也随着时间改变

D. 力停止作用，加速度也随即消失

答案：ABCD

教师点评：牛顿第二定律是表示力的瞬时作用规律，描述的是力的瞬时作用效果是产生加速度。物体在某一时刻加速度的大小和方向，是由该物体在这一时刻所受到的合外力的大小和方向来决定的。当物

体所受到的合外力发生变化时，它的加速度随即也要发生变化， $F=$

ma 对运动过程的每一瞬间成立，加速度与力是同一时刻的对应量，

即同时产生、同时变化、同时消失。这就是牛顿第二定律的瞬时性。

师：根据牛顿第二定律，即使再小的力也可以产生加速度，那么我们用一个较小的力来水平推桌子，为什么没有推动呢？这和牛顿第

二定律是不是矛盾？

生：不矛盾，因为牛顿第二定律中的力是合力。

师：如果物体受几个力共同作用，应该怎样求物体的加速度呢？

生：先求物体几个力的合力，再求合力产生的加速度。

师：好，我们看下面一个例题。

多媒体展示例题

(例 1)一物体在几个力的共同作用下处于静止状态。现使其中向东的一个力 F 的值逐渐减小到零，又逐渐使其恢复到原值(方向不变)，则()

A. 物体始终向西运动 B. 物体先向西运动后向东运动

C. 物体的加速度先增大后减小 D. 物体的速度先增大后减小

生 1：物体向东的力逐渐减小，由于原来合力为零，当向东的力逐渐减小时，合力应该向西逐渐增大，物体的加速度增大，方向向西。当物体向东的力恢复到原值时，物体的合力再次为零，加速度减小。所以加速度的变化情况应该先增大后减小。

生 2：物体的加速度先增大后减小，所以速度也应该先增大后减小。

生 3：这种说法不对，虽然加速度是有一个减小的过程，但在整个过程中加速度的方向始终和速度的方向一致，所以速度应该一直增大，直到加速度为零为止。

师：对。一定要注意速度的变化和加速度的变化并没有直接的关系，只要加速度的方向和速度的方向一致，速度就一直增大。

多媒体展示例题

(例 2)某质量为 $1\,000\text{kg}$ 的汽车在平直路面上试车，当达到 72km/h 的速度时关闭发动机，经过 20s 停下来，汽车受到的阻力是多大？重新起步加速时牵引力为 $2\,000\text{N}$ ，产生的加速度应为多大？(假定试车过程中汽车受到的阻力不变)

生：物体在减速过程的初速度为 $72\text{km/h}=20\text{m/s}$ ，末速度为零，根据 $a=(v-v_0)/t$ 得物体的加速度为 $a=-1\text{m/s}^2$ ，方向向后。物体受到的阻力 $f=ma=-1\,000\text{N}$ 。当物体重新启动时牵引力为 $2\,000\text{N}$ ，所以此时的加速度为 $a_2=(F+f)/m=1\text{m/s}^2$ ，方向向车运动的方向。

师：根据以上的学习，同学们讨论总结一下牛顿第二定律应用时的一般步骤。

1. 确定研究对象。
2. 分析物体的受力情况和运动情况，画出研究对象的受力分析图。
3. 求出合力。注意用国际单位制统一各个物理量的单位。
4. 根据牛顿运动定律和运动学规律建立方程并求解。

师：牛顿第二定律在高中物理的学习中占有很重要的地位，希望同学们能够理解牛顿第二定律并且能够熟练地应用它解决问题。

【课堂训练】

如图 4—3—1 所示，一物体以一定的初速度沿斜面向上滑动，滑到顶点后又返回斜面底端。试分析在物体运动的过程中加速度的变化情况。

解析：在物体向上滑动的过程中，物体运动受到重力和斜面的摩擦力作用，其沿斜面的合力平行于斜面向下，所以物体运动的加速度方向是平行斜面向下的，与物体运动的速度方向相反，物体做减速运动，直至速度减为零。在物体向下滑动的过程中，物体运动也是受到重力和斜面的摩擦力作用，但摩擦力的方向平行斜面向上，其沿斜面的合力仍然是平行于斜面向下，但合力的大小比上滑时小，所以物体将平行斜面向下做加速运动，加速度的大小要比上滑时小。由此可以看出，物体运动的加速度是由物体受到的外力决定的，而物体的运动速度不仅与受到的外力有关，而且还与物体开始运动时所处的状态有关。

[小结]

这节课我们学习了

1. 牛顿第二定律： $F=ma$
2. 牛顿第二定律具有同向性、瞬时性、同体性、独立性。
3. 牛顿第二定律解决问题的一般方法。

板书设计

4.3 牛顿第二定律

1. 内容:物体的加速度跟所受的合力成正比，跟物体的质量成反比，加速度的方向跟合力的方向相同
2. 表达式 $F=ma$

3. 理解

(1)同向性：加速度的方向与力的方向始终一致。

(2)瞬时性：加速度与力是瞬间的对应量，即同时产生、同时变化、同时消失。

(3)同体性：加速度和合外力(还有质量)是同属一个物体的。

(4)独立性：当物体受到几个力的作用时，各力将独立地产生与其对应的加速度，而物体表现出来的实际加速度是物体所受各力产生加速度叠加的结果。

教学反思：

牛顿第二定律的数学表达式简单完美，记住并不难。但要全面、深入理解该定律中各物理量的意义和相互联系，牢固掌握定律的物理意义和广泛的应用前景，对学生来说是较困难的。这一难点在本课中可以通过定律的辨析和有针对性的练习加以深化和突破，另外，还有待在后续课程的学习和应用过程中去体会和理解。

这节课没有充分地让学生参与其中，让学生成为课堂学习的主体。让学生自己的动手，自己得结论，然后用自己的结论去推出谬误，以加深对问题的认识。这样做的好处，就可以避免让学生感觉自己多接受的东西都是老师强加的，反正老师说的，也就只能如此，处于一种被动接受的状态。此外，让学生这样做，还可以充分地将学生对该问题的理解上存在的错误和不足充分地暴露出来，有利于教学的针对性和有效性实施。

对教学的把握还不够，比如对牛顿第二定律的理解还不够深刻。例题分析不够充分透彻。上完这节课之后，总觉得哪个地方做得不是很理想，有点意犹未尽的感觉。后来自己想了想，应该是例题的作用没有能够充分发挥出来，应该挖掘的再深入一些的。这里面又体现出另一个不足，就是对于课堂时间的掌控上还不够理想，但这里又存在着一个困惑，课堂如果充分体现了学生的主体性，课堂的节奏的把握有应该怎么办？这是个我应该思考并积极加以探索的问题。