

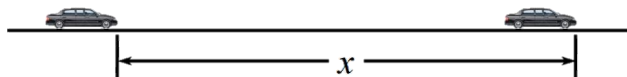
课程基本信息							
课例编号	2020QJ10WLRJ029	学科	物理	年级	高一	学期	上学期
课题	牛顿运动定律的应用（第二课时）						
教科书	书名：普通高中教科书物理必修（第一册）						
	出版社：人民教育出版社			出版日期：2019 年 6 月			
教学人员							
	姓名	单位					
授课教师	宋白珂	北京师范大学第二附属中学					
指导教师	刘文慧	北京市西城区教育研修学院					
	张健	北京师范大学第二附属中学					
教学目标							
<p>教学目标：</p> <p>1.学会利用牛顿运动定律通过运动情况确定受力情况。</p> <p>2.学会将生活中简单的物理问题转化为物理模型进行研究。</p> <p>3.学会通过加速度变化分析利用牛顿运动定律解决临界问题。</p> <p>教学重点：</p> <p>通过受力情况依据牛顿运动定律确定运动情况。</p> <p>教学难点：</p> <p>分析力随加速度的变化中的临界问题。</p>							
教学过程							
时间	教学环节	主要师生活动					
1 分钟	环节一：回顾引入	<p>教师：通过上节课的学习，我们已经知道牛顿第二定律是连接力和运动的桥梁。</p> <p>在上节课中我们重点学习了知道受力情况如何确定运动的问题。</p> <p>这节课我们将重点学习已知物体运动情况时如何确定受力。</p> <p>牛顿第二定律第连接运动和力的桥梁，要通过运动情况确定受力情况，依然要依靠牛顿第二定律。</p> <p>所以从运动情况确定受力情况的基本思路应该是通过运动学规律求解加速度，从而知道合力。</p> <p>再根据物体受力情况结合合力来求解未知力。</p>					

4 分钟

环节二：从运动情况确定运动受力情况

由简单常见情景开始

情景 1: 汽车轮胎与公路路面之间必须要有足够大的动摩擦因数，才能保证汽车安全行驶。为检测某公路路面与汽车轮胎之间的动摩擦因数，需要测试刹车车痕。测试汽车在该公路水平直道上以 54 km/h 的速度行驶时，突然紧急刹车，车轮被抱死后在路面上滑动，直至停下来。量得车轮在公路上摩擦的痕迹长度是 17.2 m，则路面和轮胎之间的动摩擦因数是多少？取 $g=10 \text{ m/s}^2$ 。



分析问题的求解思路：由匀变速直线运动规律求解加速度，再由牛顿第二定律求解摩擦力，根据滑动摩擦力公式求解加速度。

解答

$$\text{由运动学公式 } v^2 - v_0^2 = 2ax, \text{ 得 } a = \frac{v^2 - v_0^2}{2x} = \frac{0 - 15^2}{2 \times 17.2} = -6.5 \text{ m/s}^2$$

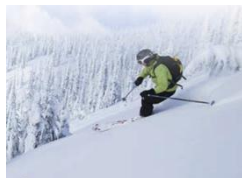
根据滑动摩擦力公式 $F_f = -\mu F_N = -\mu mg$

根据牛顿第二定律，有 $-\mu mg = ma$

$$\text{得 } \mu = -\frac{a}{g} = \frac{6.5}{10} = 0.65$$

由水平面问题转入斜面问题

情景 2: 一位滑雪者，人与装备的总质量为 75 kg，以 2 m/s 的初速度沿山坡匀加速直线滑下，山坡倾角为 30° ，在 5 s 的时间内滑下的路程为 60 m。求滑雪者对雪面的压力及滑雪者受到的阻力（包括摩擦和空气阻力），取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。



引导学生分析解决问题的思路：从匀变速运动的规律，求解加速度，再利用正交分解法根据牛顿第二定律求解阻力。

解答

根据匀变速直线运动的规律 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$$\text{得 } a = \frac{2(x - v_0 t)}{t^2} = \frac{2 \times (60 - 2 \times 5)}{5^2} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$$

根据牛顿第二定律

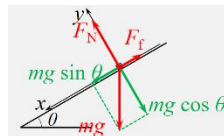
$$y \text{ 方向 } F_N - mg \cos \theta = 0$$

$$x \text{ 方向 } mg \sin \theta - F_f = ma$$

$$\text{得 } F_N = mg \cos \theta, F_f = m(g \sin \theta - a)$$

其中， $m = 75 \text{ kg}$ ， $\theta = 30^\circ$ ，则有

$$F_f = 75 \text{ N}, F_N = 650 \text{ N}$$



根据牛顿第三定律，滑雪者对雪面的压力大小也为 650 N，垂直斜面向下。滑雪者受到的阻力大小为 75 N，方向沿斜面向上。

下面的问题将选取不同的坐标系，引入分解加速度的做法。

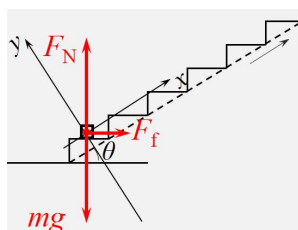
情景 3：某大厦内装有自动扶梯，电梯扶手的倾角为 θ 。一位质量为 m 的乘客站在自动扶梯上不动，此时扶梯正在向上以加速度 a 加速启动。



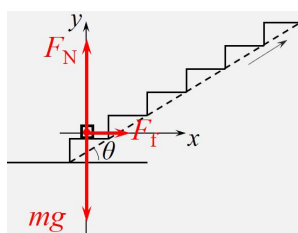
重力加速度为 g ，自动扶梯对人脚底的支持力和摩擦力多大？

引导学生分析解决问题的思路：将实际问题转化为物理模型。对乘客进行受力分析，借助加速度方向利用牛顿第二定律确定合力方向，进而确定摩擦力方向。

引导学生选择不同的坐标系以减少计算量。



如图建立坐标系，所有的力都需要分解，计算量较大。



如图建立坐标系，不需要分解力，但是需要分解加速度。选择第二种方向建立坐标系，分解加速度

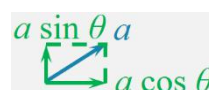
解答

根据牛顿第二定律

$$x \text{ 方向 } F_f = ma \cos \theta$$

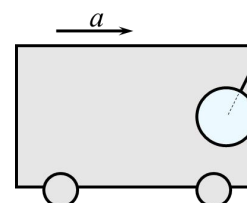
$$y \text{ 方向 } F_N - mg = ma \sin \theta$$

$$\text{得 } F_N = mg + ma \sin \theta$$



下面进入力随加速度变化，物体间出现分离情况的临界问题研究。

情景 4：一质量为 $m = 1 \text{ kg}$ 的小球用细线悬挂在一辆加速度 $a = 2 \text{ m/s}^2$ 匀加速向右运动的小车内，球与车厢壁接触。细线与竖直方向的夹角为 30° ，车厢壁对球的摩擦力可忽略不计。



求小球与车厢壁之间的压力大小。取 $g=10\text{ m/s}^2$ 。

引导学生分析解决问题的思路：受力分析，根据牛顿第二定律，利用正交分解法求解力。已知加速度求解力。

解答

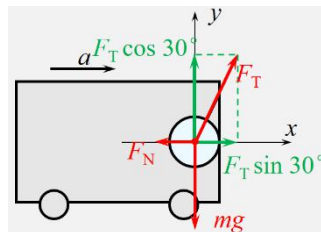
根据牛顿第二定律

$$y \text{ 方向 } F_T \cos 30^\circ - mg = 0$$

$$x \text{ 方向 } F_T \sin 30^\circ - F_N = ma$$

$$\text{得 } F_T = \frac{mg}{\cos 30^\circ} = \frac{1 \times 10}{0.866} \text{ N} = 11.5 \text{ N}$$

$$F_N = F_T \sin 30^\circ - ma = (11.5 \times 0.5 - 1 \times 2) \text{ N} = 3.8 \text{ N}$$



如果车的加速度稍变大， F_T 、 F_N 的大小如何变化？

由上面的计算可知，拉力不变，支持力减小。

车的加速度多大时， F_N 会减小到 0？

由上面的计算，当 $F_N = 0$ 时，计算可得 $a = g \tan 30^\circ = 5.77 \text{ m/s}^2$

如果车的加速度继续变大，将会出现什么情况？

小球想要随车以更大的加速度运动，可是支持力已经减小到 0，不能继续减小，故小球将不能随车以相同的加速度运动。

小球将会离开车厢壁，细线与车厢壁的夹角将发生变化。

最终会找到新的位置保持与小车相对静止。

可见加速度 $= 5.77 \text{ m/s}^2$ 是小球恰好与车厢壁接触无挤压的状态，是一个临界状态。

车的加速度 $a' = 10 \text{ m/s}^2$ 时，小球随车一起运动，细线的拉力为多大？

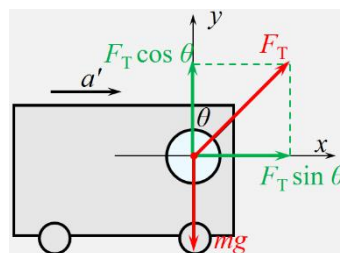
因为加速度大于 5.77 m/s^2 ，此时小球已离开车厢壁，细线与竖直方向的夹角已不再是 30° ，假设角度为 θ 。

根据牛顿第二定律

$$y \text{ 方向 } F_T \cos \theta - mg = 0$$

$$x \text{ 方向 } F_T \sin \theta = ma'$$

$$\text{得 } \theta = 45^\circ, F_T = 14.1 \text{ N}$$

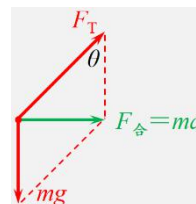


因为只受两个力的作用，因此也可采用合成法求解。

直接将重力和拉力合成，合力方向水平向右。由于 a'

和 g 大小相等，由矢量三角形中的关系可得 $\theta = 45^\circ$ ，

$$F_T = 14.1 \text{ N}$$



总结临界问题的一般处理思路：

临界问题往往有一定的隐蔽性，找到临界条件是解决问题的关键。

		<p>要找到临界条件，往往需要对运动过程中力随加速度的动态变化进行分析。</p> <p>抓住临界状态的特点可以提高解决问题的效率。</p>
3 分钟	环节四：课后思考	<p>在上一节开始时，我们曾经提出过一个问题。</p> <p>为了尽量缩短停车时间，旅客按照站台上标注的车门位置候车。列车进站时总能准确地停靠在对应车门的位置。这是如何做到的呢？</p> <p>通过这两节课的学习，同学们对运动和力的关系有了更深入的了解。</p> <p>请同学们课下思考，要做到这一点，需要知道哪些信息，该如何实现？</p> <p>同学们也可以查阅相关资料，了解实际是如何实现的。</p>
8 分钟	环节五：课堂小结、结束语	<p>通过这两节课的学习，我们会发现，利用牛顿运动定律解决问题，选择合适的研究对象、正确的进行受力和运动过程分析是基础，求解加速度是关键，实际问题可忽略无关因素或次要因素转化成物理模型研究。</p> <p>在具体的计算上，可以尝试采用多种方法进行。</p> <p>在通过运动学量求解加速度或通过加速度求解运动学量时应通过观察选取合适的运动学公式以减轻计算量。</p> <p>在根据牛顿第二定律列式时，常用的方法有合成法和正交分解法。</p> <p>一般来说，物体受三个以下力我们采用合成法，物体受三个或更多个不共线力的作用，我们采用正交分解法，在正交分解时应选择合适的坐标轴使问题解决更简便。</p> <p>这节课就上到这儿，同学们，再见！</p>