

课程基本信息							
课例编号	2020QJ10WLRJ013	学 科	物理	年 级	高一	学 期	上
课题	自由落体运动（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	李宇炜	北京师范大学附属实验中学					
指导教师	王运淼	北京 161 中学					
	刘文慧	北京市西城区教育研修学院					
	张驭鹏	北京师范大学附属实验中学					
教学目标							
<p><b>教学目标：</b></p> <p>1. 了解重力加速度的概念，掌握其大小、方向，知道地球上不同地点的重力加速度可能会不同。</p> <p>2. 了解伽利略研究自由落体运动的实验加逻辑推理的科学方法，认识伽利略对物体运动的研究在科学发展和人类进步上的重大意义。</p> <p>3. 应用自由落体运动规律解决实际问题。</p> <p><b>教学重点：</b></p> <p>1. 重力加速度概念的建立。</p> <p>2. 用不同方法测量重力加速度。</p> <p><b>教学难点：</b></p> <p>伽利略研究自由落体运动的实验和推理方法</p>							

教学过程		
时间	教学环节	主要师生活动
1分钟	环节一：引入	<p><b>环节一：引入课题，继续上节课教学内容。</b></p> <p>【教师】同学们，我们接下来学习《自由落体运动》的第二课时。</p>
4分钟	环节二：了解重力加速度及自由落体运动规律	<p><b>环节二：了解重力加速度及自由落体运动规律</b></p> <p>【问题】这是教材提供的一些地点的重力加速度，从表格上你发现了什么规律吗？</p> <p>【学生】从表格中可以发现，地球上不同地点的重力加速度 <math>g</math> 的大小一般是不同的，纬度越高的地方重力加速度的数值越大。</p> <p>例如在赤道的海平面处 <math>g</math> 为 <math>9.780 \text{ m/s}^2</math>，在北京 <math>g</math> 为 <math>9.801 \text{ m/s}^2</math>，在北极 <math>g</math> 为 <math>9.832 \text{ m/s}^2</math>。</p> <p>【教师】为什么不同地点的重力加速度 <math>g</math> 的数值不同呢？这个问题我们以后还要继续研究，大家也可以查阅相关资料来了解这个问题。</p> <p>重力加速度 <math>g</math> 的标准值是 <math>9.806 65 \text{ m/s}^2</math>，在一般的计算中，<math>g</math> 可以取 <math>9.8 \text{ m/s}^2</math>，粗略计算时取 <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>。初中学过的常数 <math>g = 9.8 \text{ N/kg}</math>，实质上是这里的重力加速度。</p> <p>自由落体运动属于匀变速直线运动，匀变速直线运动的基本公式及其推论都适用于自由落体运动。自由落体运动的初速度为 <math>0</math>，加速度为 <math>g</math>，相应的公式可简化为 <math>v = gt</math>，<math>x = \frac{1}{2}gt^2</math>。</p>
9分钟	环节三：多种方法测量重力加速度	<p><b>环节三：多种方法测量重力加速度</b></p> <p>【教师】测量重力加速度的方法有很多，除了可以用打点计时器测重力加速度外，还可以用频闪照相的方法测量重力加速度。</p> <p>在一个背景板上标绘有刻度，背景板的上端有一个电磁铁可以吸引住铁球，频闪仪可以以一定的时间间隔闪光。拍摄频闪照片要在暗室中进行，照相机的快门处于常开状态，频闪仪每隔一定时间发出一次短暂的强烈闪光，照亮下落的小球，于是在数码相机的感光板上就记录了物体在几个闪光时刻的位置。</p> <p>【实验】拍摄频闪照片</p> <p>【教师】这幅照片是小球自由下落时的频闪照片，频闪仪每隔 <math>0.04</math> 秒闪光一次。我们把照片放大，为了便于观察分成了两段。可以很清晰地看到，照片上记录下小球从静止开始下落，每隔 <math>0.04\text{s}</math> 所在的位置，我们把这些位置标记出来。</p> <p>【问题】释放铁球瞬间开始第一次曝光，如果要通过这幅照片测量自由落体的加速度，可以采用哪几种方法？</p>

		<p>(照片中的数字是小球下落的距离, 单位是厘米。)</p> <p>【学生】分享一: 先根据 <math>v_i = \frac{\Delta x_i + \Delta x_{i+1}}{2T}</math>, 求出第 <math>i</math> 个位置小球的瞬时速度, 然后作出 <math>v-t</math> 图像, 图线的斜率即为物体运动的加速度。</p> <p>分享二: 可以抓住小球是从静止开始下落的匀加速直线运动这个特点, 它的初速度为 0, 从下落开始经历时间 <math>t_1</math>, 运动距离为 <math>x_1</math>。</p> <p>根据 <math>x_1 = \frac{1}{2} g_1 t_1^2</math>, 可得 <math>g_1 = \frac{2x_1}{t_1^2}</math>。</p> <p>同理 <math>g_2 = \frac{2x_2}{t_2^2}</math> <math>g_3 = \frac{2x_3}{t_3^2}</math>。</p> <p>取平均, 可得 <math>\bar{g} = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{3}</math>。</p> <p>【教师】这幅闪光照片我们也放到了资源包中提供给大家, 同学们课后可以试着按我们讨论的方法计算一下自由落体加速度。</p> <p>【学生】课后自主依据频闪照片计算自由落体加速度。</p> <p>【教师】很多智能手机都有加速度传感器, 安装能显示加速度情况的应用程序, 可以测量手机沿三个坐标轴方向的加速度情况, 我们来试一试。把手机平放, 让手机沿 <math>x</math> 轴、<math>y</math> 轴或 <math>z</math> 轴方向平移一下。你看到了什么? 当手机沿 <math>x</math> 轴或 <math>y</math> 轴平移时, 可以看到屏幕上加速度图线的红线或蓝线出现一个波峰; 让手机在垂直于桌面方向移动时, 可以看到黄色图线发生变化。我们现在在竖直方向释放手机, 让手机自由下落, 然后接住手机, 观察手机屏幕上代表竖直方向加速度情况的蓝色图线变化的情况。从图中可以看到, 蓝色图线有一小段时间的数值接近 <math>-10 \text{ m/s}^2</math>, 这就是自由落体的加速度, 方向向下。我们还能看到, 自由落体之后有一个向上的波峰, 这是用手接住手机时手机做减速运动的加速度, 方向向上。</p>
5 分钟	环节四: 伽利略对自由落体运动的研究	<p><b>环节四: 伽利略对自由落体运动的研究</b></p> <p>【教师】伽利略当年利用逻辑推理说明了重物与轻物下落得同样快后, 又用实验进行了研究。虽然比萨斜塔实验流传甚广, 但经史学家考证伽利略并没有亲自做过这个实验。</p> <p>我们今天研究自由落体运动可以用打点计时器、用频闪照相和手机传感器, 在测量技术还不太先进的 16 世纪, 他是如何用实验来研究自由落体运动的, 在实验研究时遇到了哪些困难, 又是如何克服的呢? 请大家阅读教材 48 页至 49 页。</p> <p>【学生】阅读教材</p> <p>【教师】伽利略相信, 自然界的规律是简洁明了的。他从这个信念出发, 猜想落体运动一定是一种最简单的变速运动, 而最简单的变速运动, 它的速度应该是均匀变化的。但是, 速度的变化怎样才算“均匀”呢? 他考虑了两种可能: 一种是速度的变化对时间来说是均匀的, 即 <math>v</math></p>

		<p>与 <math>t</math> 成正比；另一种是速度的变化对位移来说是均匀的，即 <math>v</math> 与 <math>x</math> 成正比。后来他发现，如果 <math>v</math> 与 <math>x</math> 成正比，将会推导出十分荒谬的结果。</p> <p>伽利略想办法用实验来检验 <math>v</math> 与 <math>t</math> 成正比的猜想是否是真实的。伽利略所处的时代技术不够发达，无法直接测定瞬时速度，所以也就不能直接得到速度的变化规律。但是，伽利略通过数学运算得出结论：如果物体的初速度为 0，而且速度随时间的变化是均匀的，即 <math>v</math> 正比于 <math>t</math>，则位移就与所用时间的二次方成正比，即 <math>x</math> 正比于 <math>t^2</math>。这样只要测出物体通过不同位移所用的时间，就可以检验这个物体的速度是否随时间均匀变化。</p> <p>但是落体下落的很快，而当时只能靠滴水计时，这样的计时工具还是不能准确测量自由落体运动所用的时间。伽利略采用了一个巧妙的方法，用斜面来“冲淡”重力。他让铜球沿阻力很小的斜面滚下，而小球在斜面上运动的加速度要比它竖直下落的加速度小得多，所用时间长得多，所以容易测量。这幅油画反映了当年伽利略研究自由落体运动的场景。这是后人复原出来的伽利略实验装置，用它来纪念伽利略对自由落体运动的研究。</p> <p>【教师】伽利略做了上百次实验，结果表明，小球沿斜面滚下的运动的确是匀加速直线运动，换用不同质量的小球从不同高度开始滚动，只要斜面的倾角一定，小球的加速度都是相同的。</p> <p>增大斜面倾角，加速度变大，相同倾角下质量不同的小球加速度仍相同。伽利略将上述结果做了合理的外推，当斜面倾角很大时，小球的运动不是跟落体运动差不多了吗？如果斜面的倾角增大到 90 度，这时小球的运动不就是自由落体运动了吗？伽利略认为，这时小球仍然会保持匀加速运动的性质，而且所有物体自由下落时的加速度都是一样的。伽利略对运动的研究创造了一套对近代科学的发展极为有益的科学方法，这些方法的核心是把实验和逻辑推理及数学演算和谐地结合起来。</p> <p>在对现象的一般观察基础上提出假设，运用逻辑得出结论，用实验对结论进行验证。如果实验证明结论是正确的就可以对假设进行推广，如果实验证明结论是错误则对假设进行修正，然后得到新的结论并加以实验验证，直到证明假设是正确的为止。</p>
3 分 钟	环节五：制作人的反应时间测量尺	<p><b>环节五：制作人的反应时间测量尺</b></p> <p>【教师】下面我们轻松一下，做一个小游戏。想象一下你就在老师跟前，老师这里有一张卡片，请你抬起右手，伸出拇指和食指，作出捏东西的准备。我把卡片放手后你赶紧捏，捏住就归你了。大家请看示范。</p> <p>【学生】准备一张小卡片，和另外一位同学一起来做这个游戏。</p> <p>【教师】刚才这个小游戏能检验人反应的灵敏程度。日常生活中，有时需要反应灵敏，对战士、司机、飞行员等尤其如此。人从发现情况</p>

		<p>到采取相应行动经过的时间叫反应时间。</p> <p>【问题】大家想想看，能不能根据我们今天学习的知识，设计一个小工具，能够直接测出你的反应时间？</p> <p>【学生】思考、讨论。</p> <p>【教师】你有想法了吗？老师这里根据自由落体的知识设计了一把可以测人的反应时间的尺子，称为“人的反应时间测量尺”。这把尺子真的能测量人的反应时间吗？我们先来试试。</p> <p>【实验】测量人的反应时间。</p> <p>【教师】我们可以读出这位老师的反应时间是 0.150s 到 0.175s 之间。这把尺子有什么特殊之处吗？我们来看看。原来在刻度尺上除了长度刻度外还画出了时间刻度。</p> <p>【问题】利用这把尺子直接测量人的反应时间的原理是什么？</p> <p>【学生】尺子释放前，另外一位老师的手指呈捏的状态在直尺下端的零刻度处等待。直尺释放后他所捏的位置的刻度值也就是直尺下落的距离 <math>x</math>。我们根据自由落体运动的位移公式 <math>x = \frac{1}{2}gt^2</math>，就可以计算出直尺下落的时间 <math>t = \sqrt{2x/g}</math>，这就是这位老师的反应时间。</p> <p>【教师】我们只需要利用这种方法，事先将与各个刻度线对应的反应时间计算出来，把刻度尺的长度刻度直接标注为时间刻度，就可以制作成一把“人的反应时间测量尺”了。</p> <p>你想到了吗？课后大家可以自己试着制作一把“人的反应时间测量尺”，测量一下你的家人和同学的反应时间。</p> <p>【学生】课后制作“人的反应时间测量尺”。</p> <p>【问题】再给大家留一个小问题，如果从实验楼顶释放一个铅球，请你估算：从开始运动起，它在 1s 内、2s 内、3s 内下落的位移分别是多少？这几个位移之比是什么关系？</p>
1 分钟	环节六：小结	<p><b>环节六：小结</b></p> <p>【教师】同学们，通过这节课的学习，我们了解到自由落体运动是一种特殊的匀加速直线运动，它的初速度为 0，加速度为 <math>g</math>，它满足匀加速运动的一般规律。</p> <p>通过回顾伽利略对自由落体运动的研究，我们也了解到了伽利略开创的逻辑推理与实验验证相结合的科学研究方法。</p> <p>我们用爱因斯坦在《物理学的进化》这本书中的一段话结束本节课——“伽利略的发现以及他所应用的科学的推理方法是人类思想史上最伟大的成就之一，而且标志着物理学的真正开端。”</p> <p>这节课就上到这里，同学们再见！</p>