

		那么加速度 a 与 m 、 F 有什么关系呢？这是我们今天要探究的问题。
1 分钟	环节二：定性分析	<p>[师]：生活中的经验告诉我们：物体加速度的大小与它受力的大小有关；例如，竞赛用的小汽车与一般的小汽车质量相差不多。但因为安装了强大的发动机，因此获得了很大的动力，可以在 4—5 秒时间内，由静止加速到 100km/h；</p> <p>物体的加速度大小，还与物体的质量有关。例如，一般的货车由静止加速到 100km/h 只用十几秒的时间，而满载的货车加速就慢得多。</p> <p>这些事实告诉我们：在物体质量一定时，它受力越大，获得的加速度越大；物体受力一定时，它的质量越小，加速度也越大。</p> <p>物理学不满足于这样的定性描述，我们还想知道加速度与力、质量的定量关系，这需要设计实验来探究。</p>
12 分钟	环节三：设计探究方案	<p>1.猜想和假设</p> <p>[师]：实验前，请同学们猜想下：a 与 m、F 可能具有怎样的量化关系？</p> <p>种种可能中多数同学猜想了最简单的关系：a 与 F 成正比、a 与 m 成反比！这很有物理味道！相信自然规律是简洁而和谐的，是物理学家的信仰，从伽利略定义匀变速直线运动到爱因斯坦的质能方程 $E=mc^2$，皆如此。</p> <p>2.实验方法—控制变量法</p> <p>[师]：在这个探究实验中，我们可以选择水平木板上放置的小车作为研究对象，我们需要测量小车的质量、它受到的力和运动的加速度。如何研究加速度与力、质量这三个物理量之间的关系呢？应该采用控制变量的方法！</p> <p>那就应该从 2 个方面进行研究：（1）m 一定时，a 与 F 的关系 （2）F 一定时，a 与 m 的关系</p> <p>3.实验方案的设计</p> <p>既然有了猜想：加速度与力成正比，与质量成反比。我们就要通过设计实验来检验自己的猜想是否正确！你认为应该如何完成这个探究实验呢？</p> <p>（1）实验中需要测量哪些物理量？</p> <p>（2）用什么测量工具，如何进行测量？</p> <p>（3）实验过程中，需要记录哪些数据？</p>

(4) 如何分析测量得到的数据?

3.1 质量的测量

[师]: 可以用天平测量质量; 用增减配重砝码的方法改变小车的质量, 增加小钩码的数量改变合外力 F 。

3.2 加速度的测量

[师]: 质量的测量已经解决, 下面请同学们思考: 如何测定小车运动的加速度 a 呢?

同学们可能想到了这样的几种方案:

方案一: 小车做初速度为 0 的匀加速直线运动, 测量位移 x 及时间 t , 由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 计算 a 。

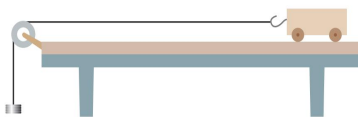
在第二章匀变速直线运动的研究中, 我们通过实验探究得到小车在重物牵引下的运动为匀加速直线运动, 根据匀变速直线运动规律可以推得相邻两段相等的时间内的位移的差 $\Delta x = aT^2$, 我们可以利用这一结论来得到小车运动的加速度。

我们这节课就选用方法 2 来测量小车的加速度。

3.3 恒定拉力的测量

[师]: 下面我们就来设计实验方案。首先选择研究对象——小车, 对小车施加恒定的拉力 F 使它做匀加速直线运动, 我们研究小车的加速度 a 与拉力 F 及自身质量 m 的关系。

【思考 1】为了量化 a 与 F 和 m 关系, 请你思考: 如何给小车施加一个可以测量且恒定的外力 F 呢?



[生]: 可以用细线跨过定滑轮悬挂一个重物, 为小车施加恒定的拉力。

[师]: 很好的想法! 我们在之前的实验中也用过这种方法!

【思考 2】那么细线给小车提供的拉力是不是小车受到和合外力呢? (提示: 对车受力分析)

[生]: 小车受到 4 个力的作用, F 不是合外力! 合外力是 $F_{\text{合}} = F - f$ 。

【思考 3】我们能不能想点办法: 消除阻力的影响, 而使绳的拉力就是小车的合外力呢?

[生]: 可以构造斜面补偿阻力!

[师]: 这个想法很赞! 可以将斜面一侧垫高, 构成斜面, 满足: 小车重力 G 沿斜面的分力与小车所受阻力 f 平衡, 小车做匀速直线运动了, 这时的阻力影响就消除了!

【思考 4】如何判断阻力正好被平衡呢? (提示: 可以看小车是否匀速运动)

[生]: 小车后连接纸带, 通过打点计时器记录小车运动, 任意相邻两点间等距, 说明小车已经匀速运动。

[师]: 这时, 在对小车受力分析可知: 绳的拉力就是车的合外力。

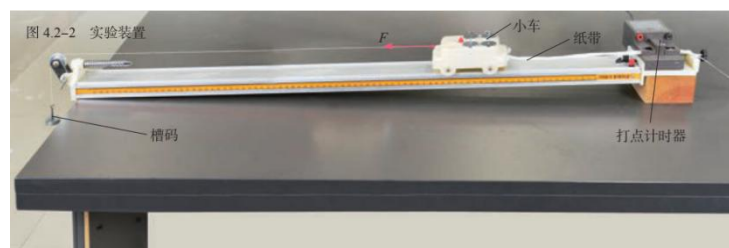
【思考 5】已知前端所挂重物的质量, 就可以计算出重力, 那请你思考: 重力大小等于绳的拉力吗?

[师]: (启发) 释放前端重物后, m 和 M 会从静止开始加速, 有加速度。分析 m 可知: 绳的拉力 F 一定小于其重力 mg 。

不过, 在 $M \gg m$ 时, F 与 mg 近似相等, 以后我们会给出证明!

我们就可以通过下面的实验装置开始探究之旅啦!

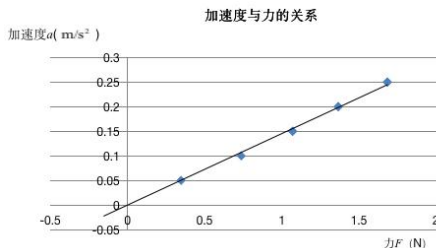
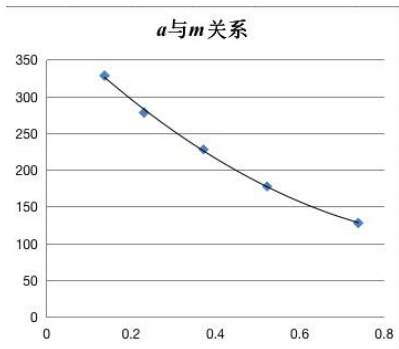
4. 确定实验方案



[师]: 我们的实验分成 2 个方面来研究。

(1) M 一定时, 改变钩码的数量进而改变拉力, 测出不同拉力下小车的加速度, 分析加速度与拉力的变化情况, 确定二者的定量关系。

(2) F 一定时, 增加小车的配重以改变车的质量, 测出不同质量的小车

		<p>在这个拉力下的加速度，分析加速度与车质量的变化情况，确定二者的定量关系。</p> <p>[师]：下面我们通过视频来展示实验的操作过程。</p>																																				
5 分钟	环节四：实验数据的分析和处理	<p>[师]：将两种情况下的各条纸带加速度按上面方法一一求出，把实验数据整理在表格中并利用 Excel 研究 a 与 m、a 与 F 的关系。</p> <p>(1) a 与 F 的关系实验研究</p> <table border="1"> <caption>a 与 F 的关系</caption> <thead> <tr> <th>质量 (g)</th><th>力(N)</th><th>加速度 (m/s²)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td><td>0.05</td><td>0.35</td></tr> <tr> <td>10</td><td>0.1</td><td>0.74</td></tr> <tr> <td>15</td><td>0.15</td><td>1.07</td></tr> <tr> <td>20</td><td>0.2</td><td>1.37</td></tr> <tr> <td>25</td><td>0.25</td><td>1.68</td></tr> </tbody> </table>  <p>[师]：通过实验发现：在质量一定时，加速度与合外力成正比，即 $a \propto F$。</p> <p>(2) a 与 m 的关系实验研究</p> <table border="1"> <caption>a 与 m 的关系</caption> <thead> <tr> <th>m(kg)</th><th>$1/m$(kg⁻¹)</th><th>加速度(m/s²)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>328.93</td><td>0.0030</td><td>0.14</td></tr> <tr> <td>278.69</td><td>0.0036</td><td>0.23</td></tr> <tr> <td>228.52</td><td>0.0044</td><td>0.37</td></tr> <tr> <td>178.15</td><td>0.0056</td><td>0.52</td></tr> <tr> <td>128.4</td><td>0.0078</td><td>0.74</td></tr> </tbody> </table>  <p>[师]：通过 a-m 关系图线，同学们能确定二者间的量化关系吗？一定是 a 与 m 成反比吗？</p> <p>的确不能确定，因为无法判断这条曲线是双曲线；那就有可能是 a 与 m^2 成反比，也可能是 a 与 m^3 成反比……甚至更复杂的关系。</p>	质量 (g)	力(N)	加速度 (m/s ²)	5	0.05	0.35	10	0.1	0.74	15	0.15	1.07	20	0.2	1.37	25	0.25	1.68	m (kg)	$1/m$ (kg ⁻¹)	加速度(m/s ²)	328.93	0.0030	0.14	278.69	0.0036	0.23	228.52	0.0044	0.37	178.15	0.0056	0.52	128.4	0.0078	0.74
质量 (g)	力(N)	加速度 (m/s ²)																																				
5	0.05	0.35																																				
10	0.1	0.74																																				
15	0.15	1.07																																				
20	0.2	1.37																																				
25	0.25	1.68																																				
m (kg)	$1/m$ (kg ⁻¹)	加速度(m/s ²)																																				
328.93	0.0030	0.14																																				
278.69	0.0036	0.23																																				
228.52	0.0044	0.37																																				
178.15	0.0056	0.52																																				
128.4	0.0078	0.74																																				

		<p>我们从最简单的情况入手分析吧，检验：a 是否与 m 成反比。</p> <p>既然不能判断图线是双曲线，我们转换思路：如果“a 与 m 成反比”成立，则“a 与 $\frac{1}{m}$ 成正比”也是成立的！我们可以做 a-$\frac{1}{m}$ 关系图线进行检验。</p> <p>[师]：通过实验发现：在合外力一定时，加速度与物体质量成反比，即 $a \propto \frac{1}{m}$。</p>
2 分钟	环节五：实验结论	<p>[师]：本节课我们通过实验得出了：小车运动的加速度与合外力成正比、与自身质量成反比的结论，即 $a \propto F$、$a \propto \frac{1}{m}$，验证了我们实验前的猜想！</p>
2 分钟	环节六：思考题结束语	<p>[师]：到这里，我们这节课已接近尾声啦，我们共同回顾下本节课，我们取得了哪些收获？从知识上，我们通过实验探究得到结论：小车的加速度与它的受力和质量有关，</p> <p>当质量一定时，加速度大小与受力成正比；当受力一定时，加速度大小与物体质量成反比，证实了我们的猜想是正确的！</p> <p>在实验探究过程中，我们使用控制变量法对变量间的的关系进行讨论；在实验设计的过程中，为了减小阻力的影响，我们将木板垫高构成斜面，这是补偿阻力的方法；在数据处理中，我们使用了图象法处理数据得出规律，尤其在研究加速度与质量的关系时，我们将图线“化曲为直”，体现了转化的思想。</p> <p>今天的课就上到这里，同学们再见！</p>

