

普通高中课程标准实验教科书
人教版 必修二 第五章 曲线运动

第六节 向心力

河南省开封高级中学 张莉莎

为培养学生思维能力、发展核心素养，
我将按照如下三个方面来建构**教学目标**：

1. **物理观念；**
2. **科学思维与科学探究；**
3. **科学态度与责任感。**

物理观念

提出向心力的概念，从物理学的视角理解并解释自然现象。

物理观念

1. 术语与概念:

向心力是圆周运动中的核心物理量;

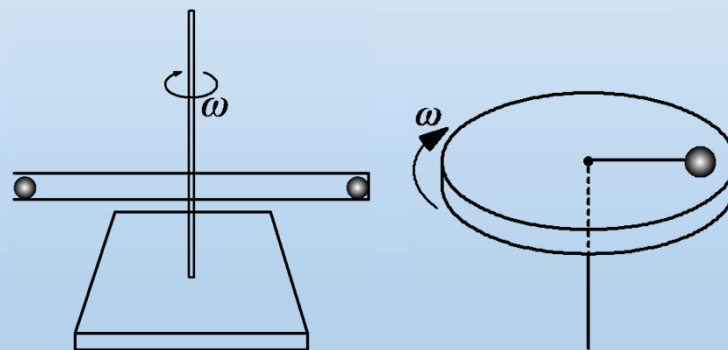
2. 规律与理论:

向心力是做圆周运动的物体, 受到的指向圆心方向的合力;

3. 物理模型:

匀速圆周运动理想模型:

圆台转动类模型



科学思维和科学探究

以观察体验和实验探究为基础，通过建构模型、分析综合、推理论证、设计实验、制定方案，获取和处理信息，基于证据得出结论做出解释，并对科学探究过程和结果进行交流、评估和反思。

科学思维和科学探究

1. 通过破纸而出**体验**并获取圆周运动向心力的**感受与认知**；
2. 通过**问题解决过程**，获得提出问题、建立模型、解决问题的**体验与经历**；
3. 通过**观察真实实验情景**，在**亲历**过程中循着**问题分析归纳**，逐步**理解并建构**向心力的概念；
4. 在教师指导下，通过破纸而出实验，**体验并感知**影响圆周运动向心力大小的因素；
5. 根据牛顿第二定律**理论推导**向心力表达式，培养数学逻辑智能；
6. 在教师指导下，通过破纸而出实验，**体验并感知**影响圆周运动向心力大小的因素；
7. 根据牛顿第二定律**理论推导**向心力表达式，培养数学逻辑智能；

科学态度与责任

在认识科学本质的同时，理解向心力与科学、技术、社会和环境之间的关系，形成正确的科学态度与责任感。

科学态度与责任

1. 在实验操作中培养学生的**动手习惯**；在情景体验、分析推理、实验操作等环节中，培养崇尚**科学的态度**、**尊重事实的态度**；
2. 向心力与科学、技术、社会、环境有各方面的联系，理解并**运用向心力知识能解决生活中的问题**，并给大家的学习生活带来很大的益处；作为学生，应当**努力学习**，掌握更多的知识、方法和技术，将来**报效祖国**。

教学重点难点

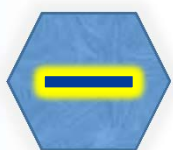
教学重点:

向心力大小的探究方法与公式推导。

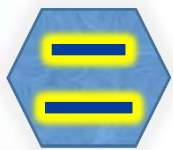
教学难点:

验证向心力大小表达式实验设计及
相关物理量的测量。

为突出科学探究过程中思维能力的培养，
我将按照如下**教学流程**来设计这节课：



感知向心力存在



探究向心力大小



提高应用性意识



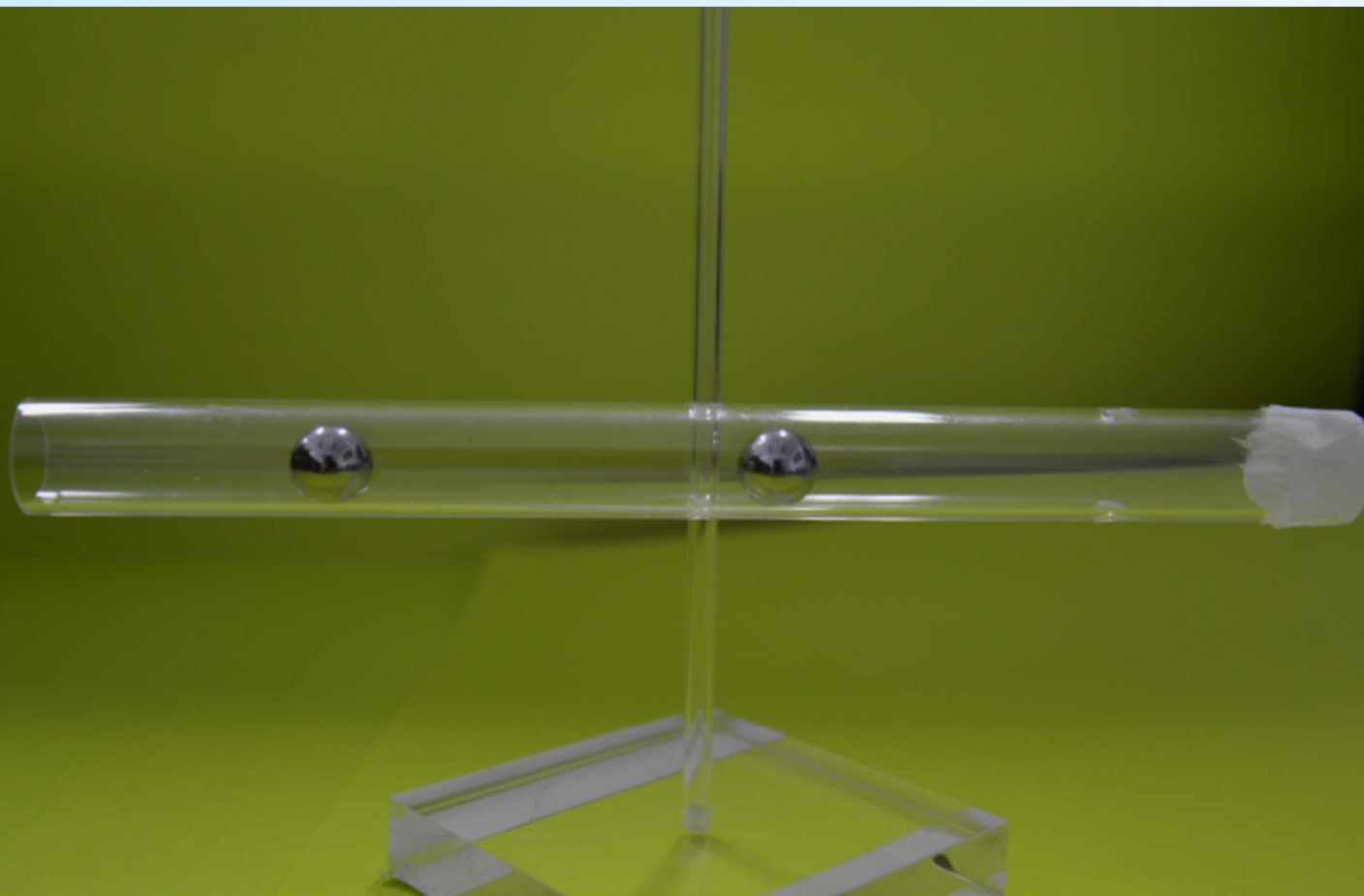
形成知法情体系

教学过程

一、感知向心力存在

通过自制简单、可视化强的小教具，引导学生通过小组实验，感知向心力存在。

学生小组实验：破纸而出

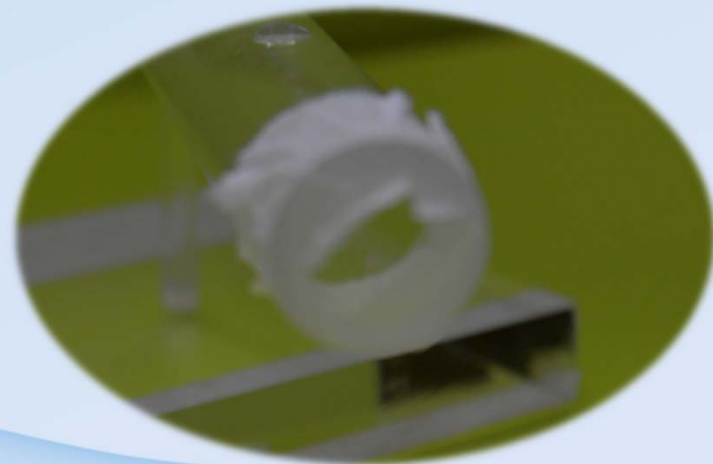


另一端用薄纸封住

现象：

①转动玻璃管，开口端小球飞出玻璃管，薄纸端小球仍做圆周运动。

②继续增大转速，当转速达到一定值时，薄纸端小球破纸而出。

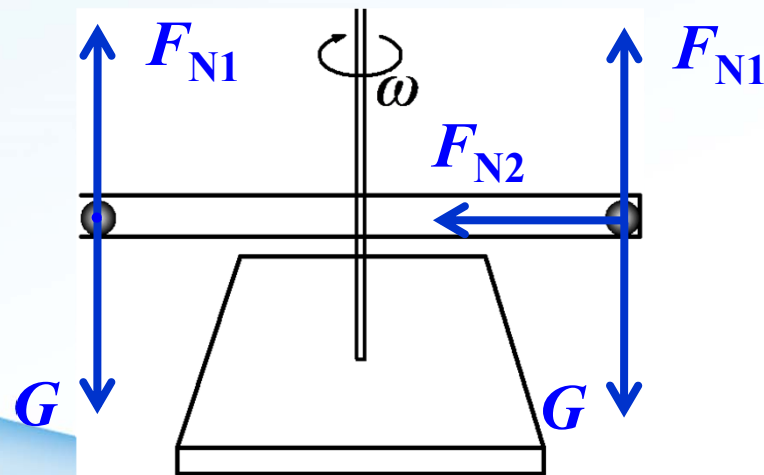
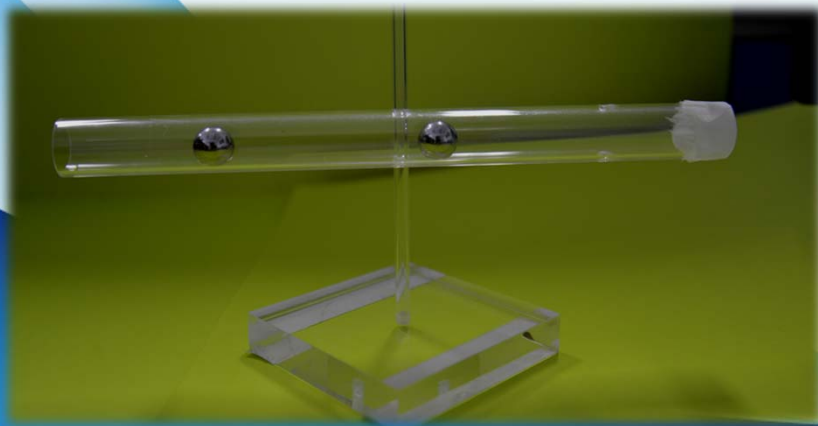


将小球随玻璃管转动过程简化为匀速圆周运动，分别对玻璃管中的两个小球受力分析。

对比两球先后飞出玻璃管的现象，讨论：

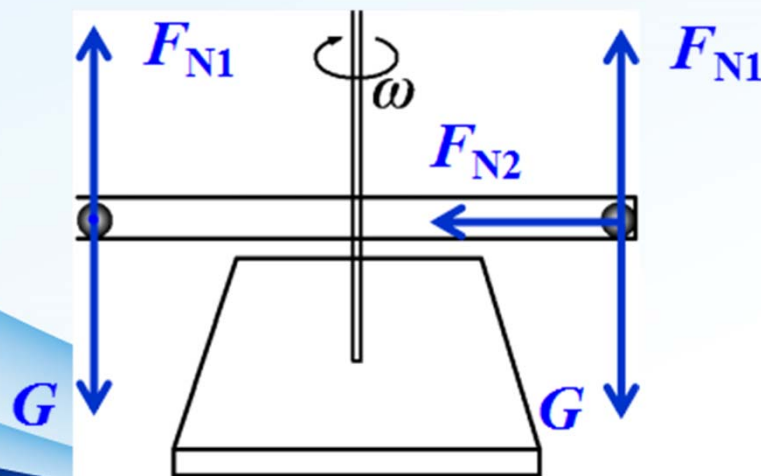
①在转动过程中，当开口端小球飞出管时，薄纸端小球为何仍做圆周运动呢？

②当转速增大到一定值时，薄纸端小球破纸而出。纸破之后，薄纸端小球还能做圆周运动吗？



对比受力分析和问题，意识到：

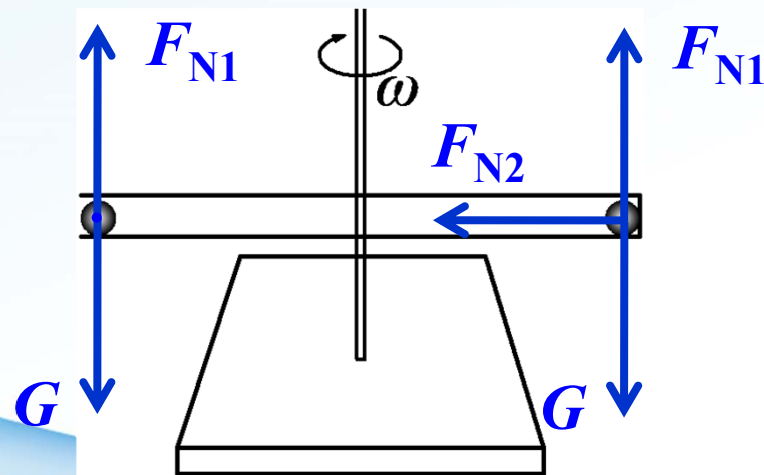
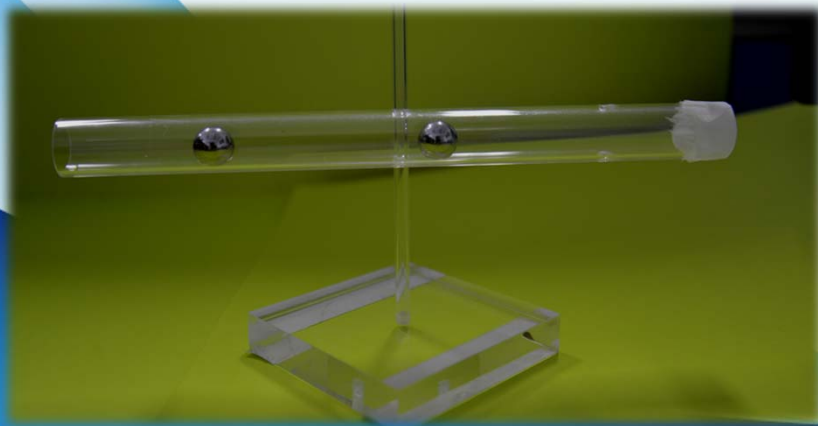
要想让小球做匀速圆周运动，外界必须给小球施加**足够的、指向圆心方向的作用力**——我们称之为**向心力**。



由于薄纸耐压值一定，当受到压力超过耐压值时，纸会破裂。

继续引导学生思考：

在刚才的实验中，转速增大后，小球才会破纸而出。这可以得到什么结论呢？



学生很容易得出：

**转速越大，小球对薄纸压力越大。
结合牛顿第三定律可得：转速越大，小球受到向心力越大。**



究竟向心力的大小还和哪些因素有关呢？

教学过程

二、探究向心力大小



定性实验:

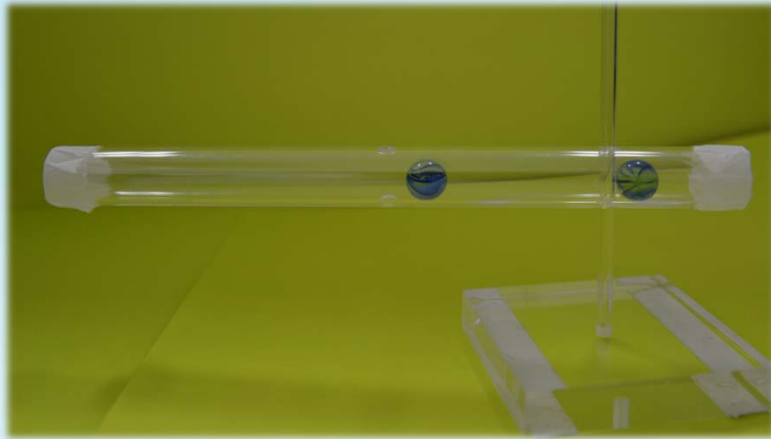
谁先破纸而出!



将刚才“破纸而出”实验的器材，稍作改变，就可以用来定性探究影响向心力大小的因素，并且操作简单，可视化很强。



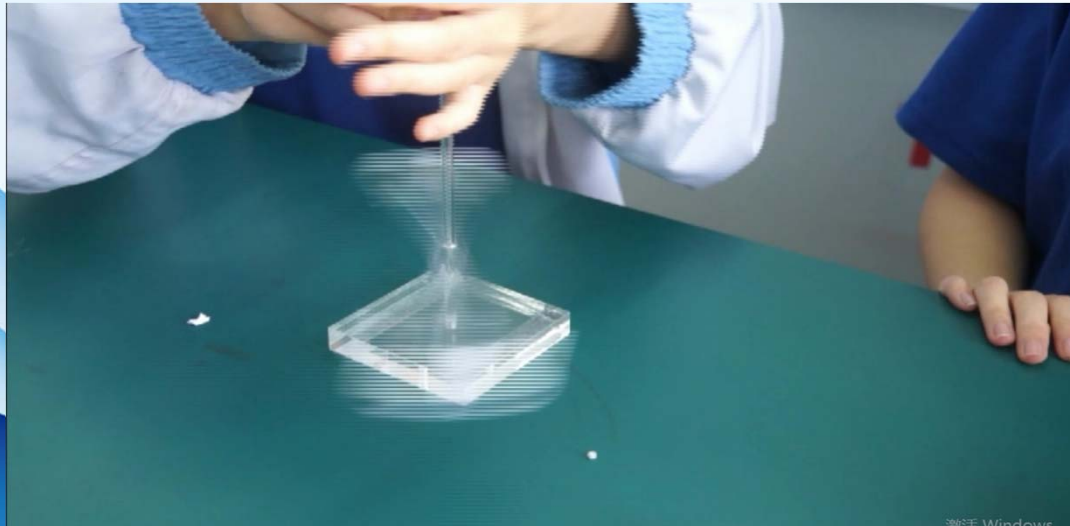
很明显，该器材两小球同轴转动，转速相同；将玻璃管两端均用薄纸封住，转动后，谁先破谁的向心力大。



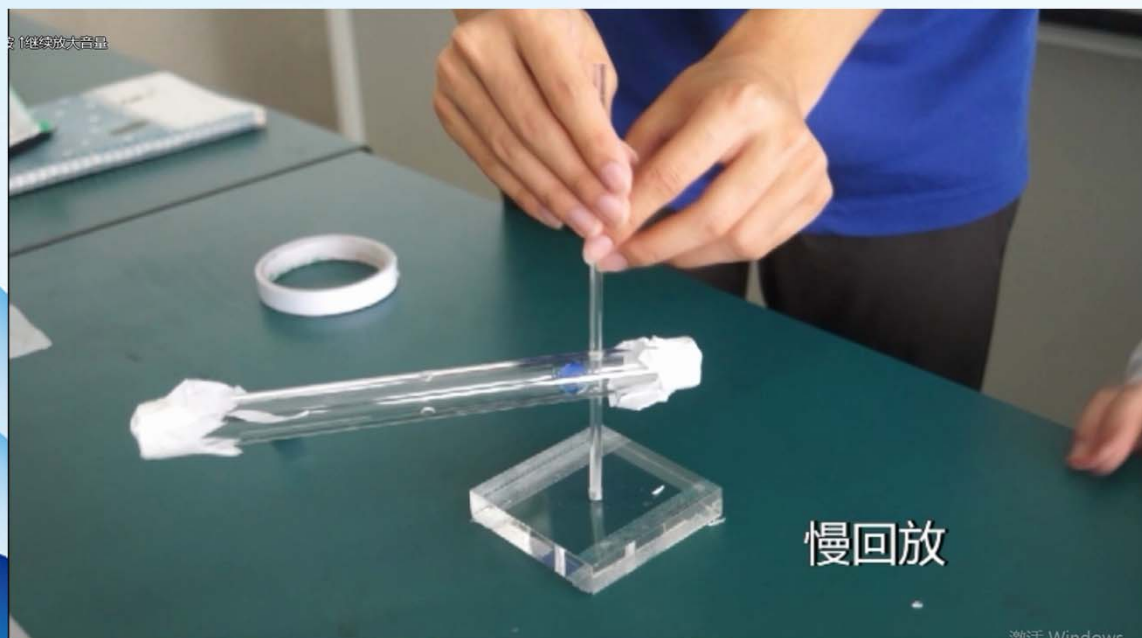
两侧放相同质量的小球时，设置不同圆周运动半径，即可探究半径与向心力的关系；设置半径相同，两侧放不同质量的小球时，可以探究质量与向心力的关系。

探究质量与向心力关系时的实验现象：

- ①转动玻璃管，转速较小时，两球都随玻璃管做圆周运动；
- ②增大转速，质量较大的小球破纸而出，质量较小的小球仍做圆周运动。



**探究半径与向心力关系时的实验现象：
转动玻璃管，离转轴较远一侧的小球破纸而出，
较近一侧的小球仍做圆周运动。**



综合三个实验结果，可以得出：

做圆周运动的物体，向心力和物体做圆周运动的质量、转速、半径有关，质量、转速、半径越大，向心力越大。



得到了向心力和这些因素之间的定性关系，究竟向心力大小和这些因素有什么定量关系呢？我们先从理论推导一下。

理论推导

复习提问：向心加速度的特点及大小

思考：产生加速度的原因是什么？

(结合牛顿第二定律)

向心加速度

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

$$a_n = \omega^2 r$$

$$a_n = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$$

总结：

向心力的定义：做匀速圆周运动的物体受到的**指向圆心方向的合力**，即向心力。

理论推导

复习提问：向心加速度的特点及大小

引导推导：根据牛顿第二定律推导向心力的大小表达式

向心加速度

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

$$a_n = \omega^2 r$$

$$a_n = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$$

牛顿第二定律

$$F_n = ma_n$$

向心力

$$F_n = m \frac{v^2}{r}$$

$$F_n = m \omega^2 r$$

$$F_n = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$$

向心力

$$\omega = 2\pi n$$

$$F_n = m \frac{v^2}{r}$$

$$F_n = m \omega^2 r$$

$$F_n = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

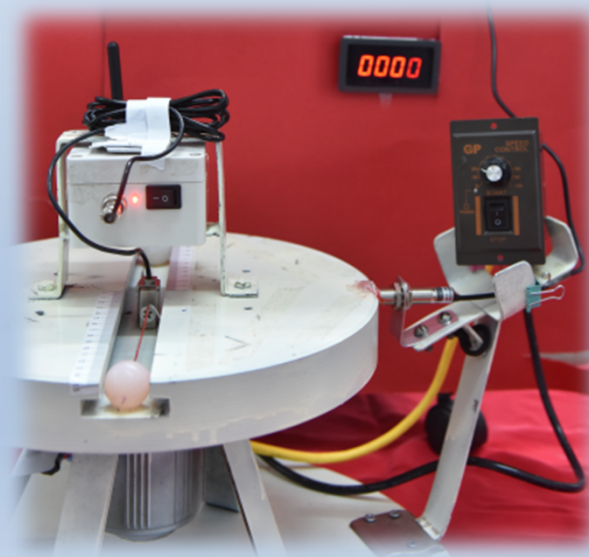
若我们能测出转速，测出质量，测出半径，测出向心力的大小，那就可以验证向心力表达式了。

我根据这样一个思路，设计了一个创新向心力实验仪器，可以使学生更好的理解向心力的大小表达式。

该实验仪器突出优势：

能直接显示小球在做圆周运动时转速大小、半径大小、质量大小以及力的大小；
并且质量、半径、转速均可调节；

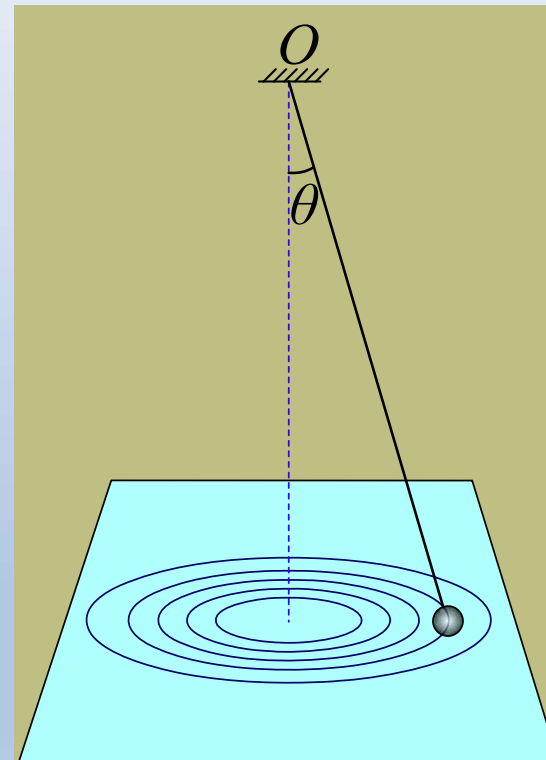
既可定量验证，又可
定量探究。



直接克服传统实验：只能粗略测量



直接克服课本实验：物理量难测量



直接克服DIS数字化信息系统实验

数据、图像
直接生成，没法
让学生参与生成
过程。



这些弊端

学生实验方案（之一）展示：

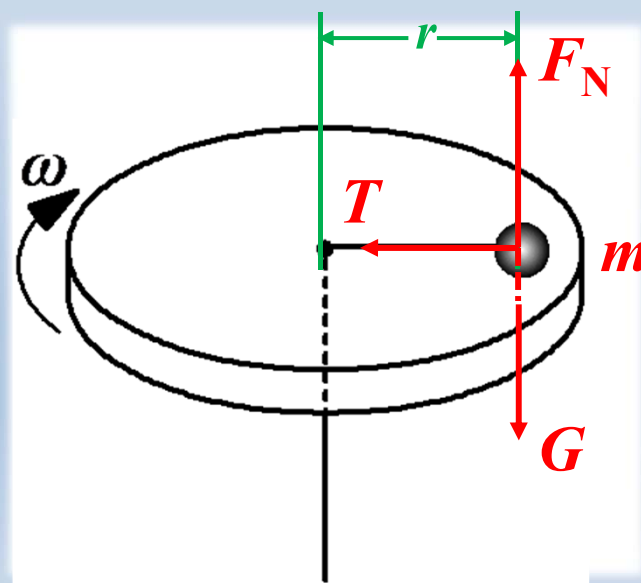
1. **实验目的**：验证向心力表达式

2. **实验原理**：转盘带动绳子和小球在水平面内匀速圆周运动，绳子拉力提供小球做圆周运动向心力。保持小球质量、运动半径不变，调节转速，测出多组数据，验证表达式。

$$F_n = m\omega^2 r$$

$$(\omega = 2\pi n)$$

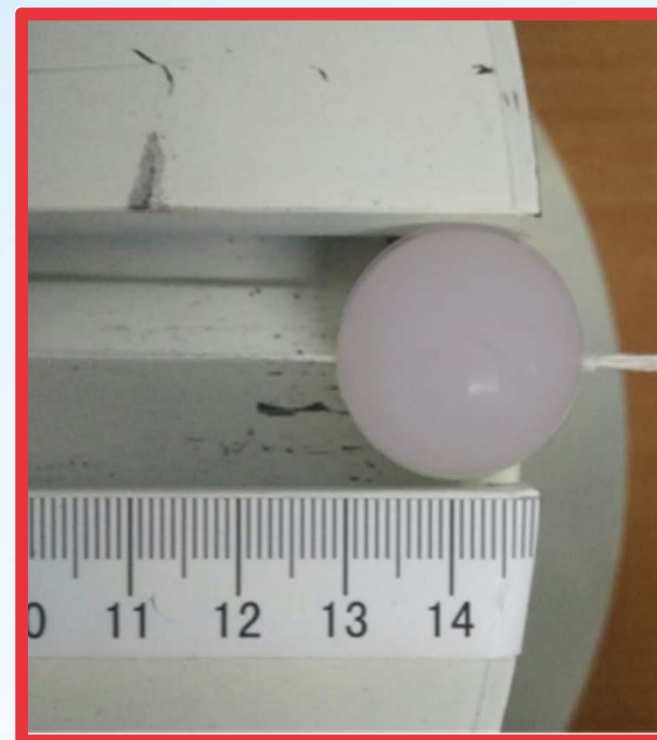
原理图



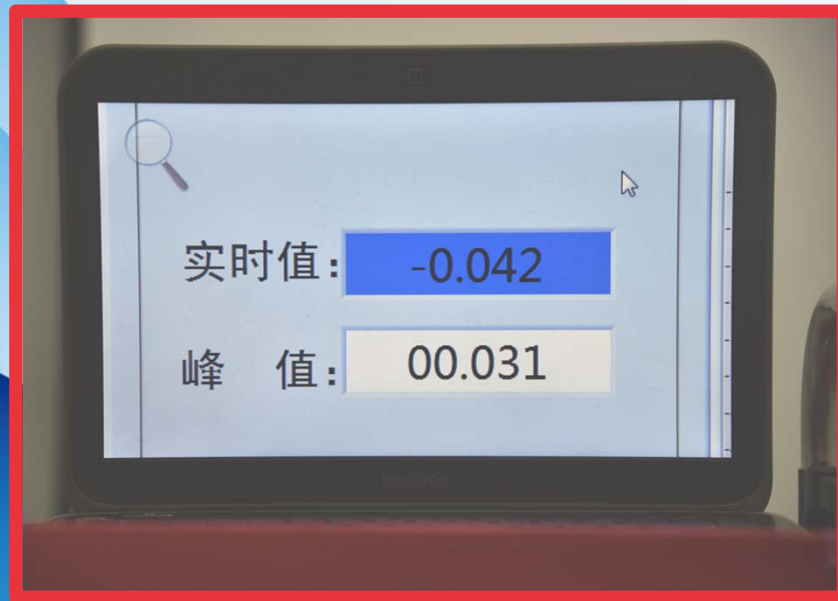
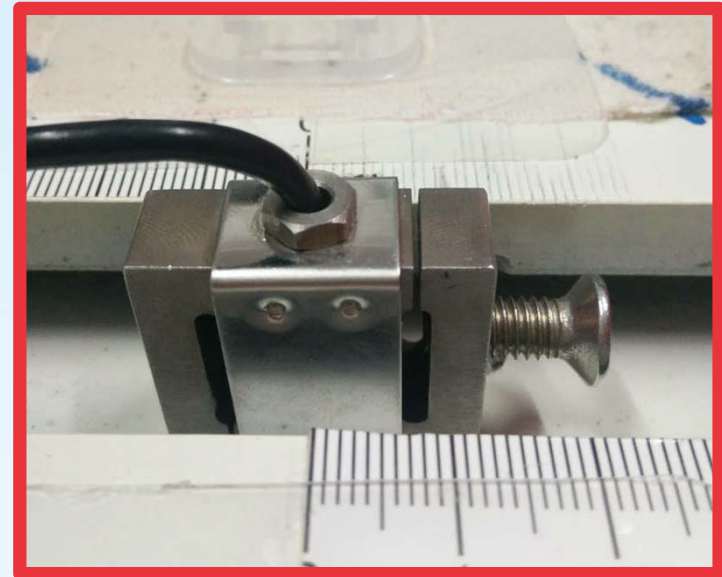
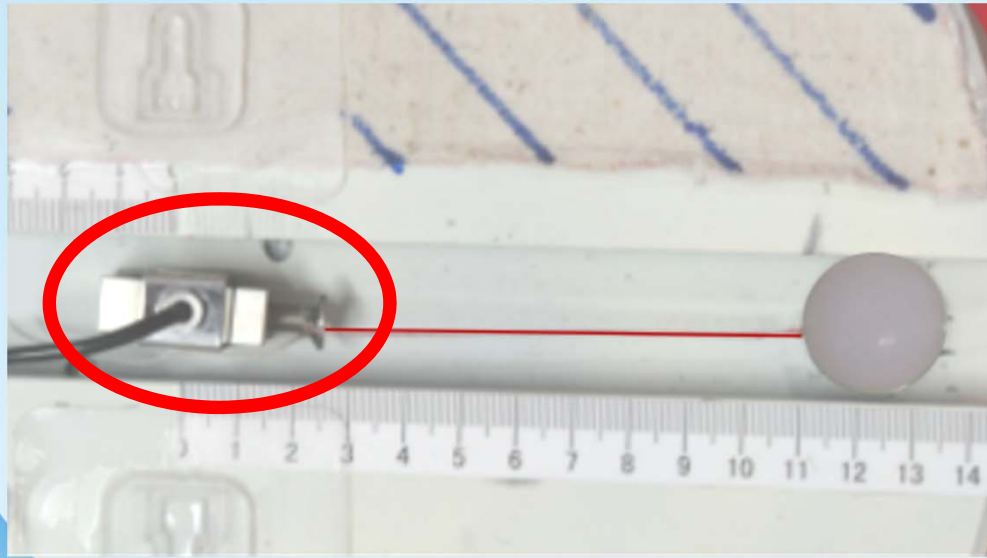
3. 实验装置:



①电子秤
可测出球质量



②转盘（过圆心的槽已贴刻度尺）
便于读出小球做圆周运动的半径



③ 圆心处固定力传感器
测水平拉力，可直接显示
在计算机中



④转速表

可以时时测出圆盘转速 n ，
单位： r/min

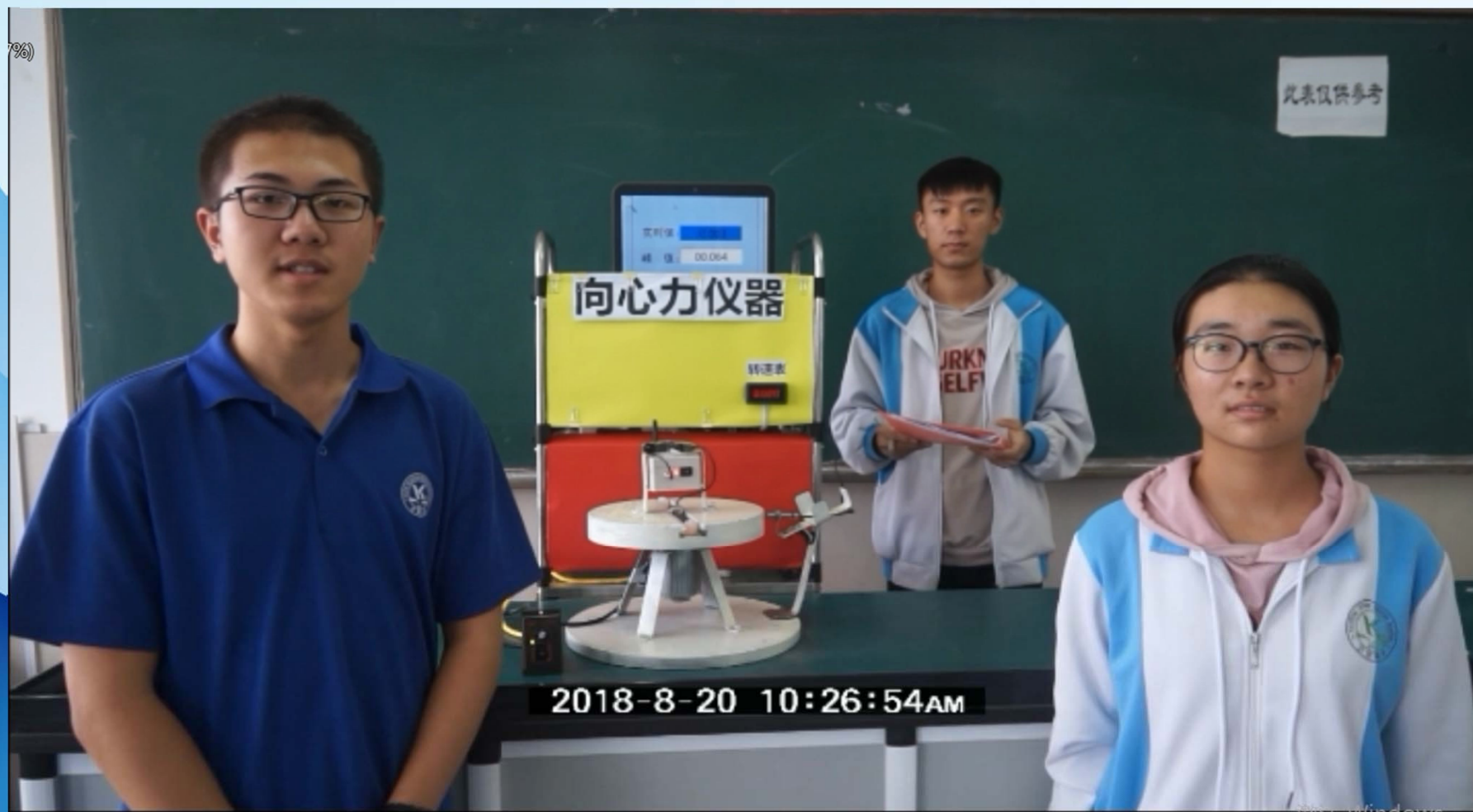
4.设计实验步骤:

①转动转盘，调节转速，待转速稳定后，读出转速和绳子拉力（即向心力的测量值 F_{n1} ），重复多次；

②根据质量、转速、半径的测量数据 $F_{n2} = m\omega^2 r$ ，代入表达式，计算出小球做圆周运动向心力的理论值 F_{n2} ；

③在误差范围内，验证 $F_{n1} = F_{n2}$ 是否成立。

我和学生已经通过该仪器做了验证实验：



5.数据处理:

序号	1	2	3	4	5	6
转速 n_1 (r/min)						
角速度 ω (rad/s)						
力的理论值 F_{n2} (N)						
计算机显示 绳子拉力值 T (kg)						
力的测量值 F_{n1} (N)						
$F_{n2} = m\omega^2 r, \quad (\omega = 2\pi n_2)$						
其中: 球质量 $m = 9 \times 10^{-3}$ kg、运动半径 $r = 1.4 \times 10^{-1}$ m						
转速 n_2 (r/s) $n_2 = n_1 / 60$						
力的测量值 F_{n1} (N) $F_{n1} = T \times 9.8$						

6. 结论验证:

序号	1	2	3	4	5	6
转速 n_1 (r/min)	173	232	299	357	402	434
角速度 ω (rad/s)	18.1	24.3	31.3	37.4	42.1	45.4
力的理论值 F_{n_2} (N)	4.13	7.44	12.34	11.62	20.36 22.33	25.97
计算机显示 绳子拉力值 T (kg)	0.409	0.739	1.199	1.750	2.171	2.520
力的测量值 F_n (N)	4.09	7.39	11.99	17.50	21.71	25.20

总结：

即验证了向心力表达式，向心力的大小
可以表示为：

$$F_n = m \frac{v^2}{r}$$

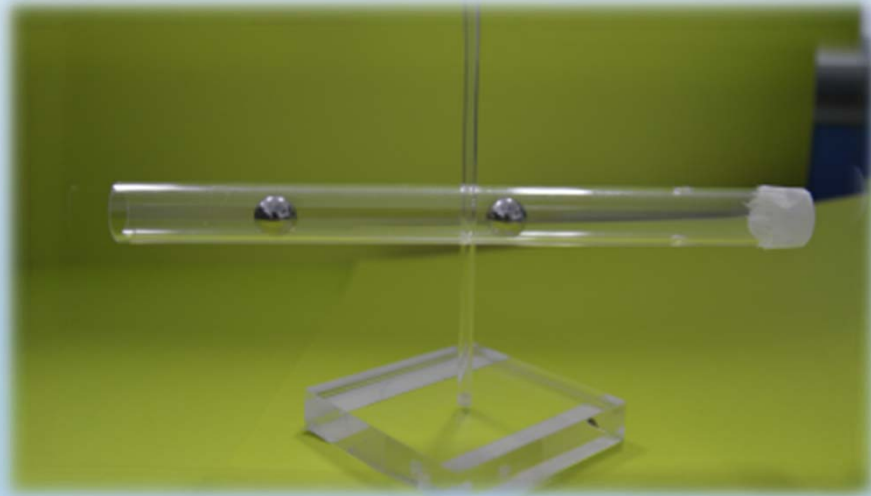
$$F_n = m \omega^2 r$$

$$F_n = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

教学过程

三、提高应用性意识

课堂练习 请结合“破纸而出”实验，
探究洗衣机脱水原理。



视频 向心力的应用

(2min)



四、形成知法情体系

知识、方法、情感

板书设计

5.6 向心力

一、向心力（符号 F_n ）

1、定义：做圆周运动的物体所需的指向圆心的合力；

符号： F_n

2、方向：始终指向圆心

3、大小：控制变量法

$$F_n = m \frac{v^2}{r}$$

$$F_n = m \omega^2 r$$

$$F_n = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

课外研究性作业：

请利用假期到**游乐场体验**，通过受力分析找出你在做各种圆周运动中的向心力来源，并选择一种，设计实验方案计算向心力大小，写出**实验报告**。



**谢谢各位专家、
各位老师的指导！**