

涡流和开普勒第三定律

2012.10.1 王互

摘要

通过实验发现，对于同一个水涡流，水涡流各部分的周期的 3 次方和中心距离 2 次方的比值是一个常数， $\frac{R^3}{T^2} = K$. 这个常数的大小和涡流的大小有关。涡流越大，则 $\frac{R^3}{T^2}$ 的比值 K 越大。这个结果和开普勒第三定律一模一样，笛卡尔的涡旋理论很可能是正确的。希望大家重新认识和发展这位法国先知的涡旋理论。

1 实验目的

在《自然哲学的数学原理》中，牛顿通过数学推导，得出“涡旋各部分周期正比于到运动中心距离的平方”，而开普勒第三定律得出的结论与其不符，以此来质疑笛卡尔的涡旋说。

到底牛顿对涡旋的认识对不对，我们不妨来做一个涡旋实验，来验证水涡流中，中心距离 R 和周期 T 之间，究竟有什么关系。

2 实验物品

一盆水，一些米粒，一个核桃，一个白色果实，摄像机，毫米刻度尺，圆规，角度仪等等。

3 实验要求及需要注意的地方

实验中，当旋涡启动时，靠近涡流中心的是米粒，内圈是核桃，白色果实在外圈环绕。我们用米粒的位置来定位涡流中心的位置。通过

多次实验发现，在一个圆形的容器中，涡流的中心恰巧总是圆心容器的中心，中心位子的变化很微小。

因为以现有的条件，无法制造出一个长时间稳定的涡流，所谓稳定的涡流，就是涡旋的总体转速不变快也不变慢，保持在一个相对稳定的状态中。圆形容器里的涡流一开始转速最快，随着时间的推移，慢慢变慢，最后趋于平静，所以脸盆里的涡流是一个变化的涡流，前几秒和后几秒相比，涡流的运动在衰减和变化，其实前后已经是两个不同的涡流了。而实验的需要是一个稳定的涡流，为了解决这个问题，我们必须同时观察和测定涡流中核桃和白色果实的状态，这样在非常短的时间内，我们可以认为我们所取得数据就是来自同一个涡流的。

4 实验中需要测量的数据

需要测量的数据有两个，周期和中心距离。

中心距离：核桃或者白色果实的中心到涡旋中心的距离。

涡旋中心：这个中心不是一个点，而是一条中心线。核桃在容器底部，它的中心距离就是核桃中心和涡流底部中心的距离。白色果实在水面，它的中心距离是白色果实中心到水面涡流中心的距离。

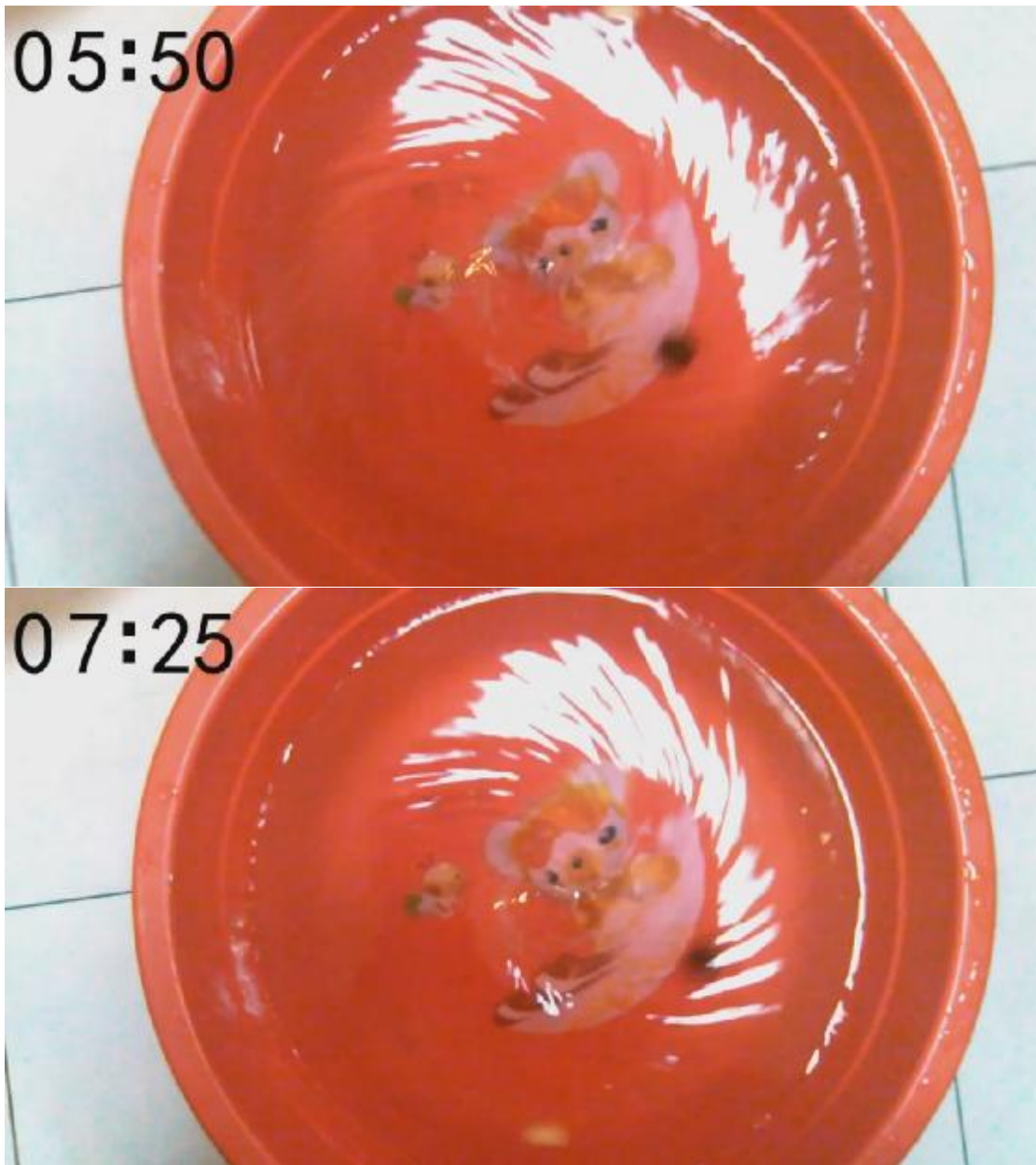
5 实验取样

在实验视频中，取两段实验视频作为研究对象，第一段实验视频从 5:50 秒开始到 7: 25 秒结束；第二段实验视频从 14:04 秒开始，到 16:56 秒结束。这两段实验视频对应两段不同的涡旋，我们分别对这两段实验视频中的涡旋作研究。

6 实验部分

6.1 第一段实验视频分析

1. 核桃的周期



从 5:50 秒开始到 7: 25 秒结束。

核桃的周期为 1.75 秒

2. 白色果实的周期

从 5:50 秒开始到 7: 25 秒，核桃正好转过 360 度，一个周期。

而在 7:25 秒处，白色果实才刚刚转过 175 度，还有 185 度未走完，那如何测白色果实的周期呢？我们不能让白色果实走完一圈来求它的周期，这种方法会产生误差，因为涡流运动一直在衰减和变化，到最后恢复平静。7:25 秒之后的时间所对应的涡流和“5:50 秒开始到 7:25 秒结束”所对应的涡流，它们是两个完全不同涡流。我们需要从“5:50 秒开始到 7: 25 秒结束”这个时间段所对应的涡流中，同时并且分别求出核桃和白色果实的周期。

所以我们用比例法来求白色果实的周期：

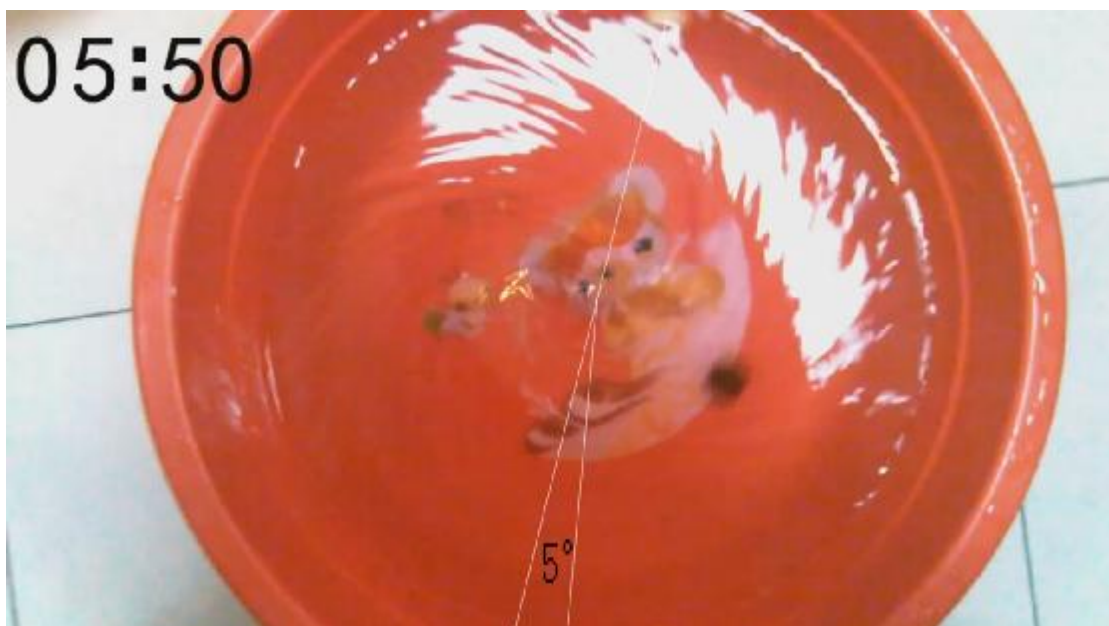
已知白色果实从 5:50 秒开始到 7: 25 秒时间内，即 1.75 秒的时间内转过了 175 度。

令白色果实转过 360 度时所用时间为 X。

$$\frac{1.75}{175} = \frac{X}{360}$$

$$X=3.6 \text{ 秒}$$

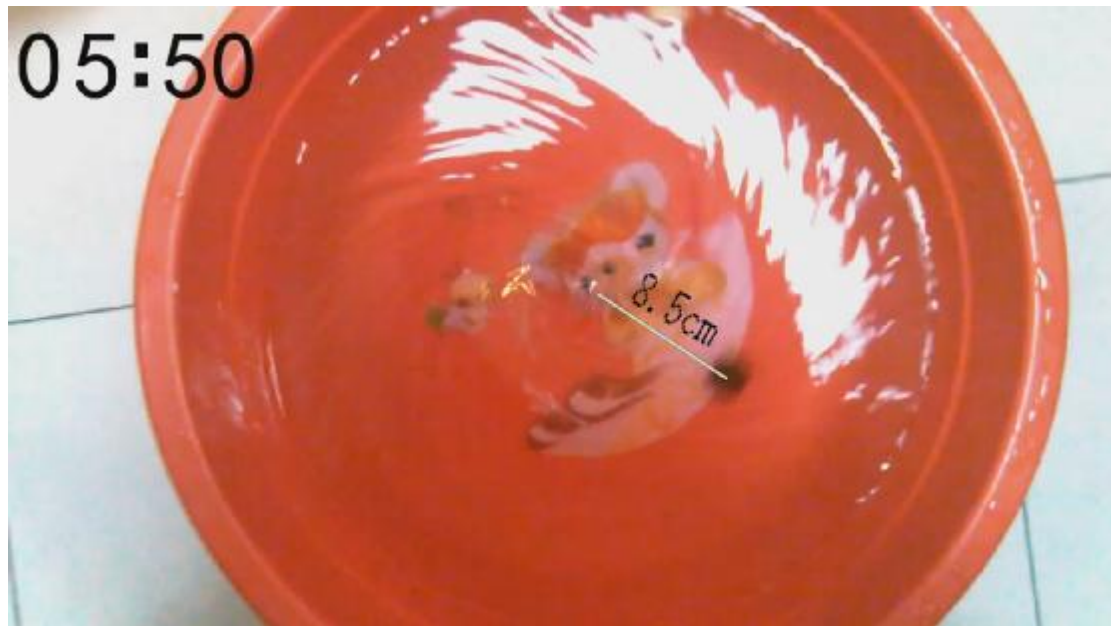
白色果实的周期为 3.6 秒。



上图中表示白色果实在 7:25 秒处，正好转过 175 度。这个角度是先定位后，通过角度仪测量实物，最后得出角度。

3. 核桃的中心距离

取样一组数据，取它们的平均值作为中心距离



5:50 秒 $R_1=8.5\text{cm}$



6:31 秒 $R_2=7.1\text{cm}$



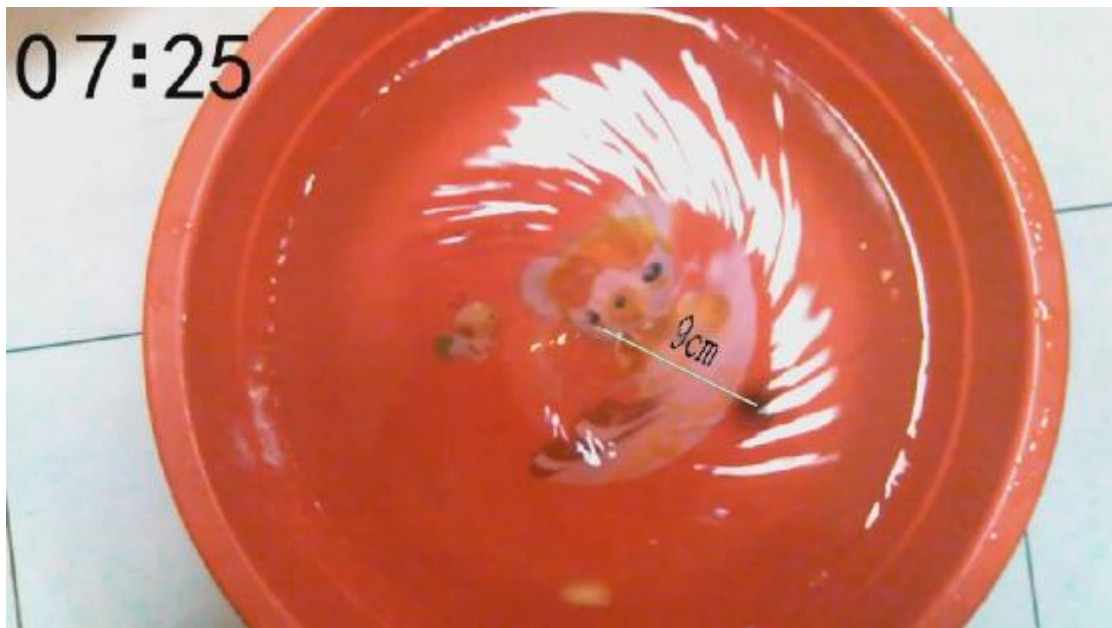
6:56 秒 $R_3=8.6\text{cm}$



7:05 秒 $R_4=9.5\text{cm}$



7:13 秒 $R_5=9.3\text{cm}$



7:25 秒 $R_6=9\text{cm}$

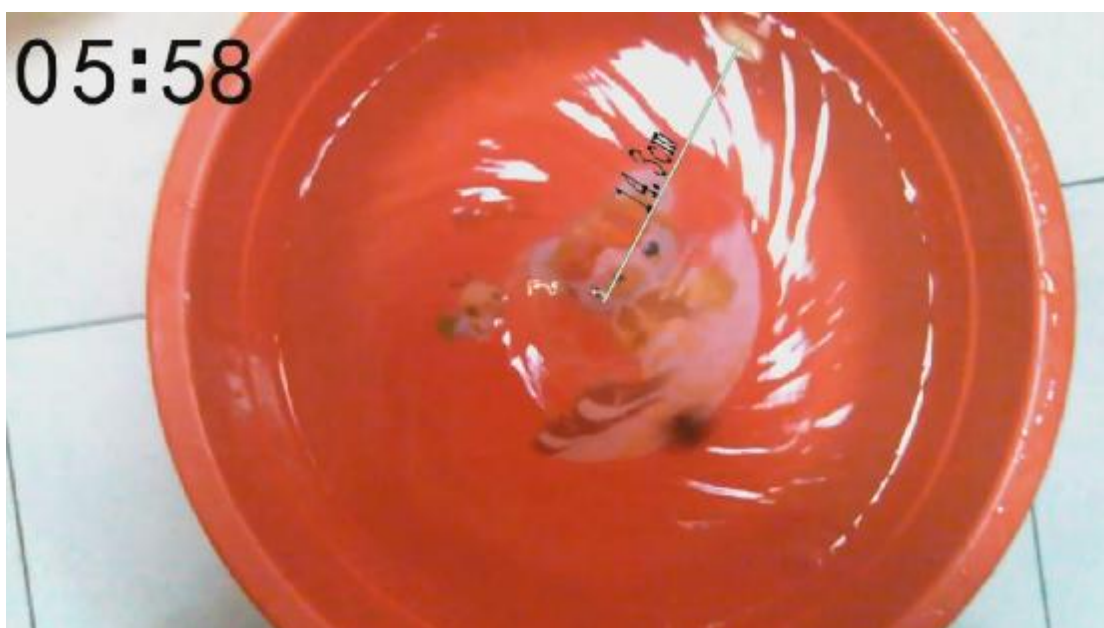
$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6}{6} = 8.67\text{cm}$$

4. 白色果实的中心距离

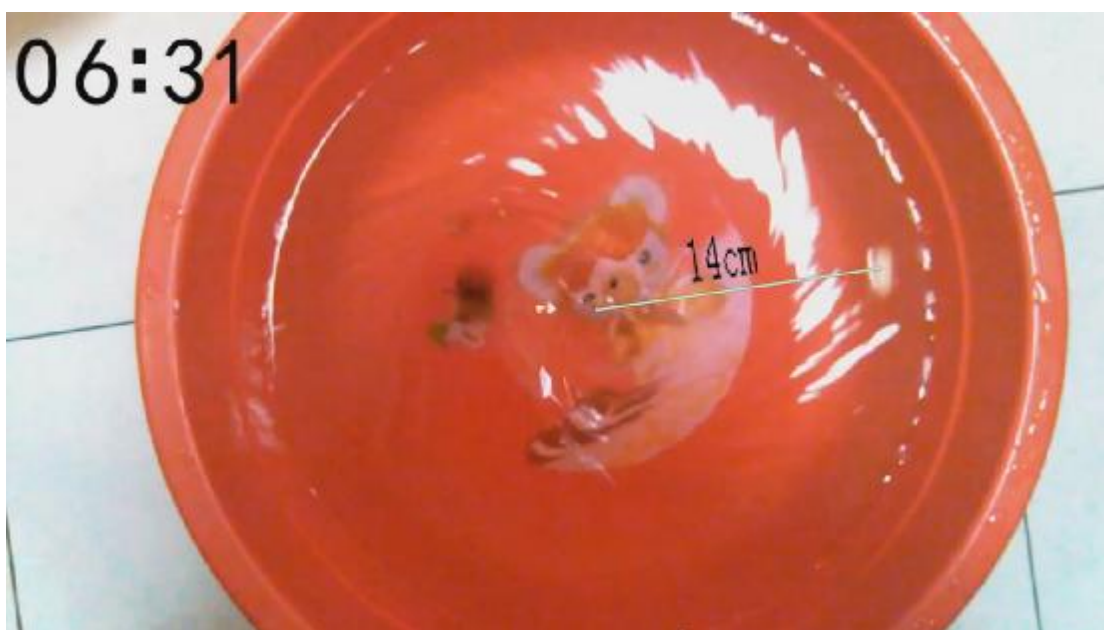
首先给出涡流中心到水面边界的距离为 16.3cm



以下是四个采样数据：



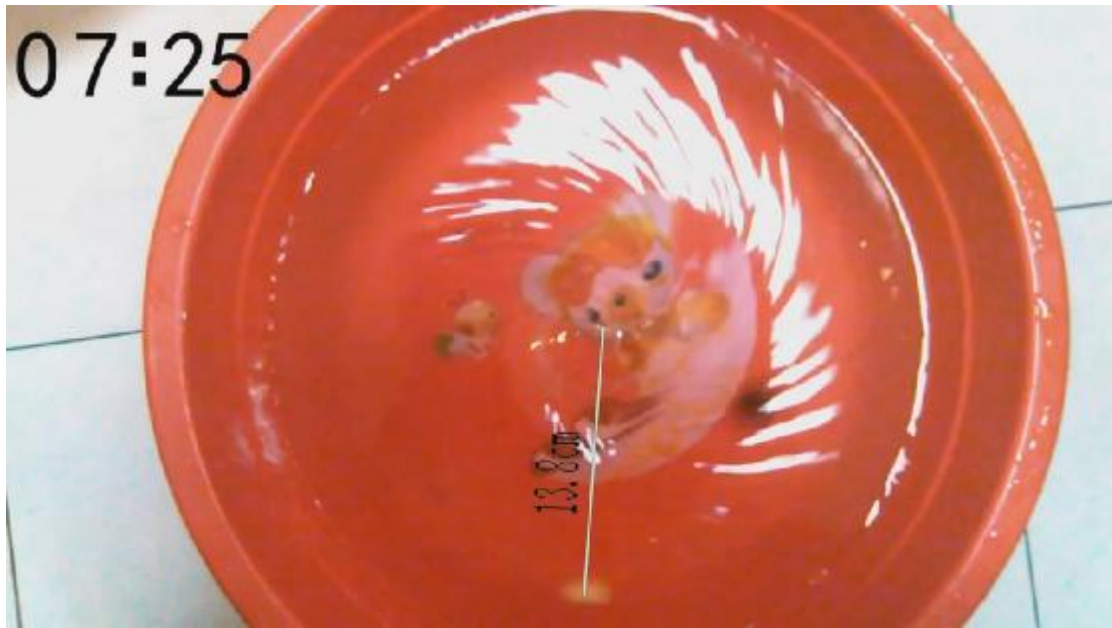
5:58 秒 $R_1=14.3\text{cm}$



6:31 秒 $R_2=14\text{cm}$



6:56 秒 $R_3=13.9\text{cm}$



7:25 秒 $R_4=13.8\text{cm}$

$$R = \frac{R_1+R_2+R_3+R_4}{4} = 14\text{cm}$$

白色果实的中心距离为 14cm

5. 涡旋的周期和中心距离的关系

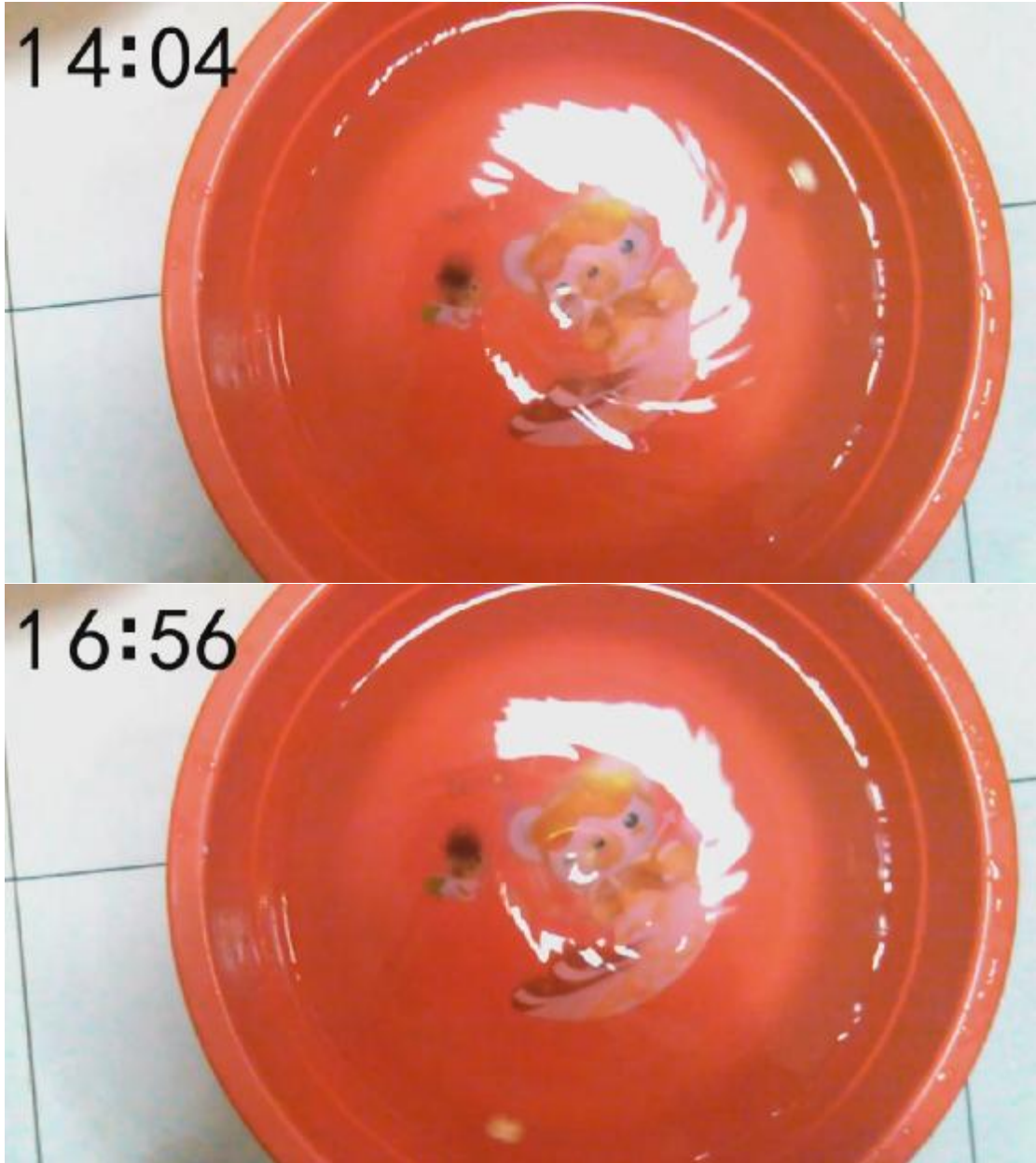
	周期 T	中心距离 R	$\frac{R^3}{T^2}$
核桃	1.75 秒	8.67cm	212.8
白色果实	3.6 秒	14cm	211.7

对于同一段涡流，涡流各部分的周期的 3 次方和中心距离 2 次方的比值是一个常数，这个常数的大小和涡流的大小有关。

6.2 第二段实验视频分析

选另一个时间段的涡流作为研究对象。

1. 核桃的周期



从 14:04 秒开始，到 16:56 秒结束，在这个时间段的涡流中，核桃的周期为 2.52 秒， $T=2.52$ 秒

2. 白色果实的周期

从 14:04 秒开始，到 16:56 秒结束，白色果实转过了 131 度。



令白色果实转过 360 度时，所用时间为 Y

$$\frac{2.52}{131} = \frac{Y}{360}$$

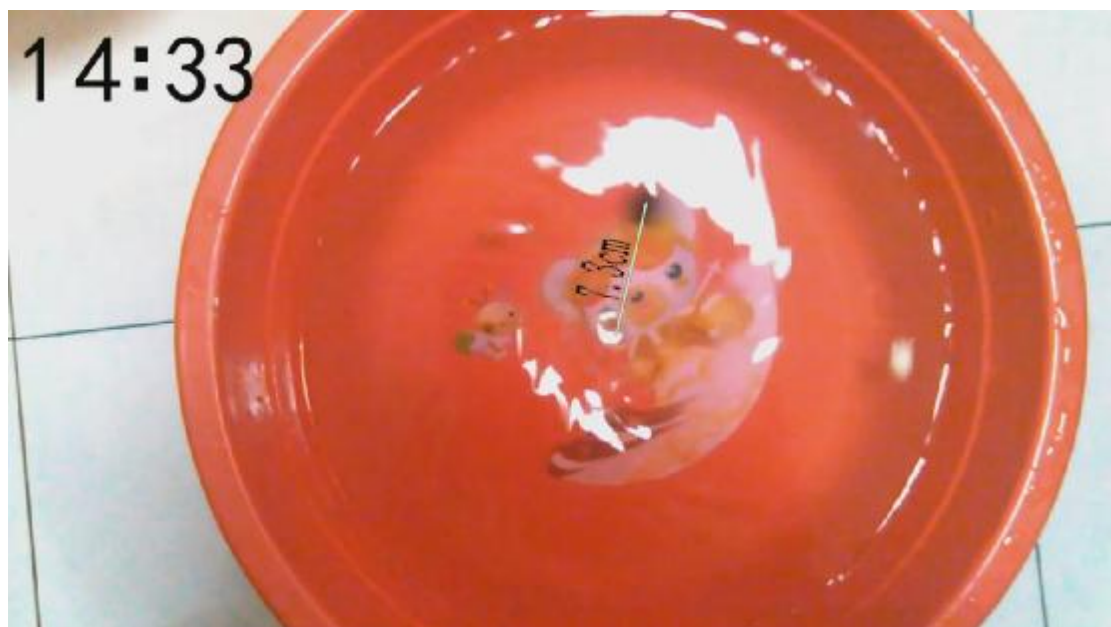
$$Y=6.925 \text{ 秒}$$

白色果实的周期为 6.925 秒， $T=6.925$ 秒

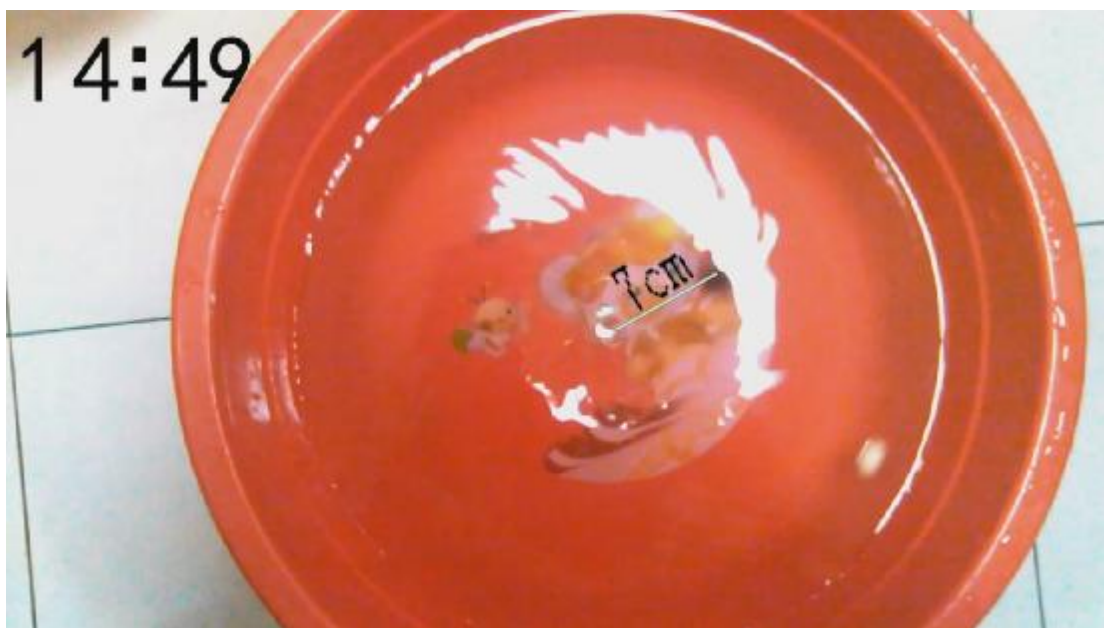
3. 核桃的中心距离



14:04 秒 $R_1=7.5\text{cm}$



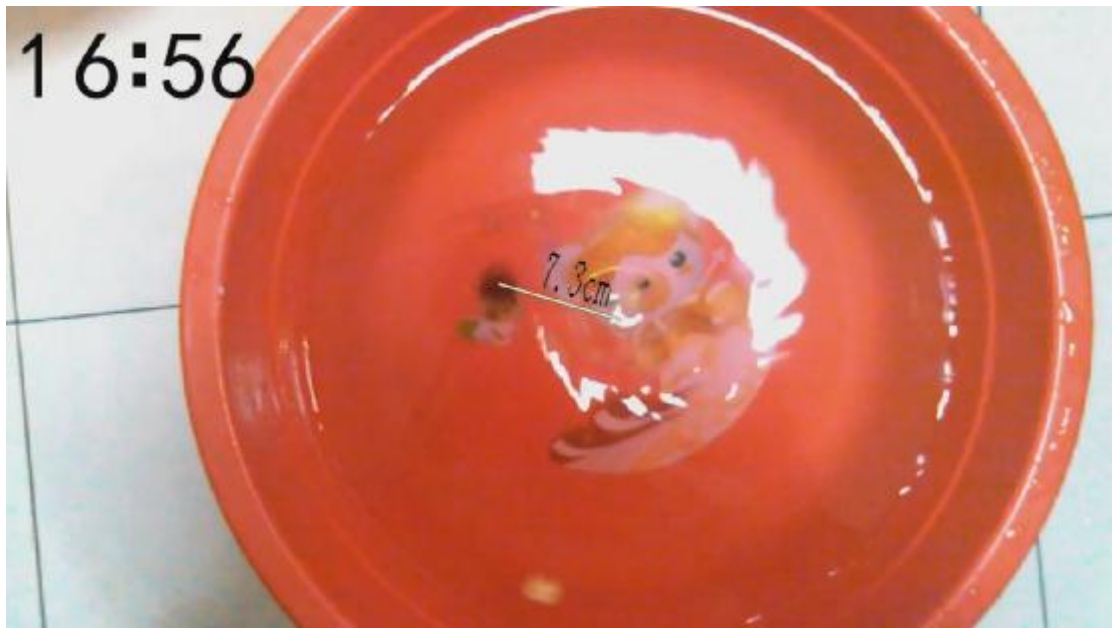
14:33 秒 $R_2=7.3\text{cm}$



14: 49 秒 $R_3=7\text{cm}$



15: 14 秒 $R_4=6.3\text{cm}$



16:56 秒 $R_5=7.3\text{cm}$

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5}{5} = 7.08\text{cm}$$

4. 白色果实的中心距离

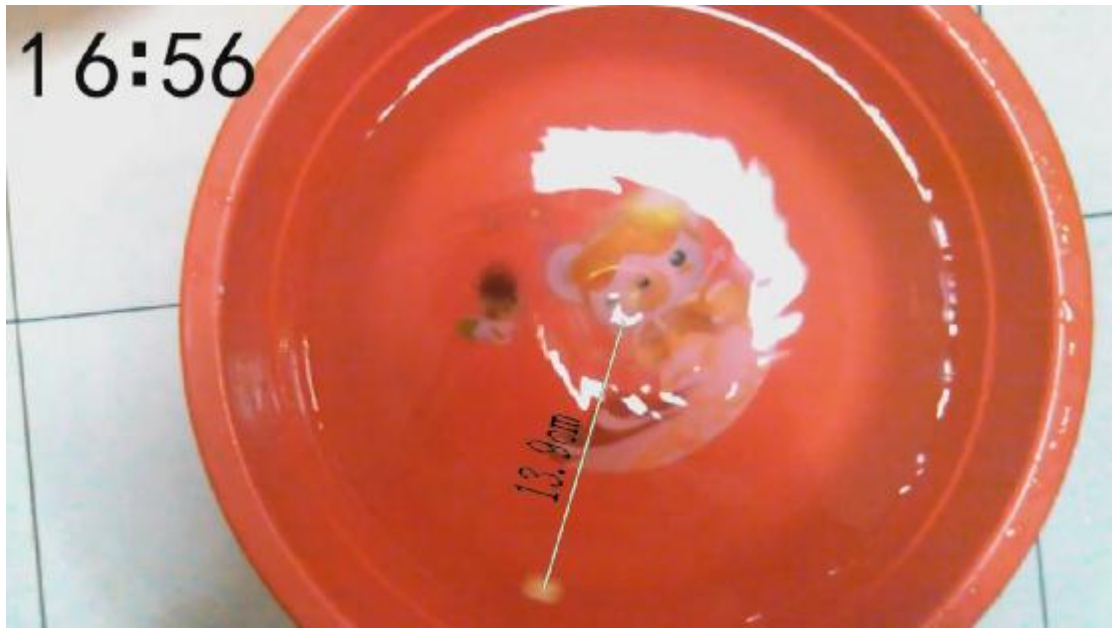


14:45



15:14





在 14:04 秒, 14:45 秒, 15:14 秒, 16:56 秒四个位置处, 白色果实的中心距离都是 13.9cm.

所以, 白色果实的平均中心距离为 13.9cm, $R=13.9\text{cm}$

5. 涡旋的周期和中心距离的关系

	周期 T	中心距离 R	$\frac{R^3}{T^2}$
核桃	2.52 秒	7.08cm	55.88
白色果实	6.925 秒	13.9cm	56.00

和第一个实验一样, 结论是对于同一段涡流, 涡流各部分的周期的 3 次方和中心距离 2 次方的比值是一个常数, $\frac{R^3}{T^2} = K$. 这个常数的大小

和涡流的大小有关。涡流越大，则 $\frac{R^3}{T^2}$ 的比值 K 越大。

7. 实验误差

本实验报告中只选取了一个视频中的两小段涡旋作为研究对象。而为了确认实验的准确度，我把实验重复了很多遍，从不同的实验视频中选取不同时间段的涡流进行测量和比较，实验的结果都表明，对于同一段涡流，涡流各部分的周期的 3 次方和中心距离 2 次方的比值都非常接近于一个常数。

希望有更多的人来重复这个实验，这是验证一个实验准确性的最有效的方法。更希望大家用不同的方法，用更精密的仪器来研究涡流各部分周期和中心距离的关系，这样才能把一个实验做的更好更完善。

8. 实验总结

对于同一个或者同一段涡流，涡流各部分的周期的 3 次方和中心距离 2 次方的比值是一个常数， $\frac{R^3}{T^2} = K$. 这个常数的大小和涡流的大小有关。涡流越大，则 $\frac{R^3}{T^2}$ 的比值 K 越大。

开普勒的第三定律其实正好证明了笛卡尔的涡旋理论。

我们的宇宙很可能是一个湍流系统，其中充满了无数的涡流，有大涡流，有小涡流，银河系是个涡流，太阳也是个涡流，地球是个涡流，月球也是个涡流。因为涡流，所以它们都具有引力。

牛顿对涡流的认识是错误的，我们需要重新来认识和发展笛卡尔的涡旋理论，还给这位伟大的法国先知应有的荣誉。

