

# 基础物理实验教学

## 建模思维的培养及预习报告的改革

苏卫锋

复旦大学物理教学实验中心

2019年01月12日

- 
- ▶ 基础物理实验教学中存在的主要问题
  - ▶ 加强建模思维的培养与预习报告的改革
  - ▶ 目前取得的成效

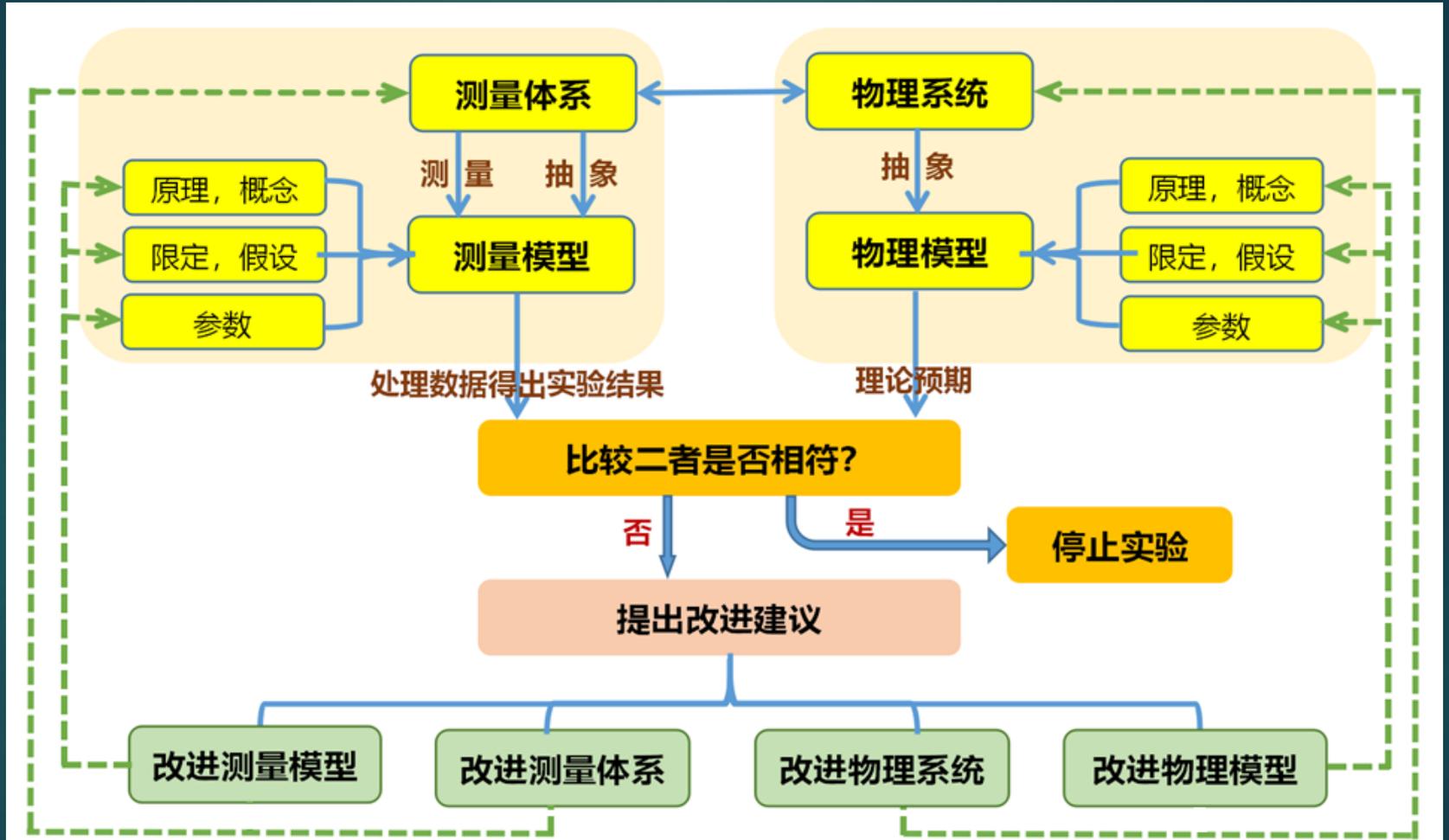
# 存在的主要问题

- ▶ 预习时相当一部分学生只是机械抄袭讲义内容，对该实验的物理模型不清晰
- ▶ 对预期实验结果没有清晰的预测
- ▶ 很多时候只是按照讲义的步骤来做实验，而不知道或不去思考为什么这么做？
- ▶ 独立思考的能力较弱，遇到问题不知如何解决？

传统实验预习方式达不到预期的效果  
学生建模能力有所欠缺

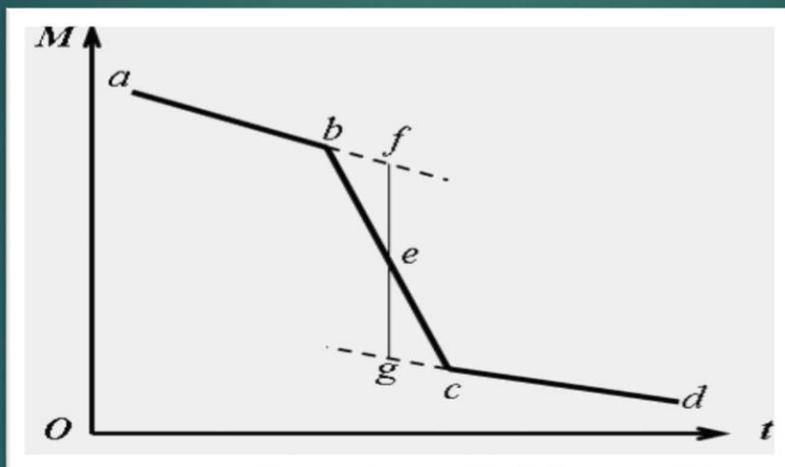
# 物理建模的过程

4



# 液氮比汽化热 ( $L$ ) 的测量实验

$$L = \frac{Q}{m}$$



实验目的

实验原理

实验前应回答的问题

实验内容与步骤

实验仪器

实验记录

数据处理

分析讨论

实验结论

	测量 $L$	动态称衡法	间接测量	$L$ 的定义	$m-t$ 图	fg垂直轴	...
2017春季	32	45	25	79	71	49	77
81份报告	39.5%	55.6%	30.9%	97.5%	87.7%	60.5%	95.1%

# 建模思维的培养及预习报告的改革

- ▶ 修改讲义，讲义中强调建模思维的培养。
- ▶ 改变对预习报告的要求，把“实验原理”部分改为“实验前应回答的问题”。
- ▶ 问题设置围绕物理建模的思路，试图让学生通过回答问题了解该实验的物理模型（模型成立的条件），并给出预期结果；了解为何及如何修正模型，建立新的模型，并给出新的预期结果。
- ▶ 目前改革已在“基础物理实验”课程中进行，并对其成效进行了分析

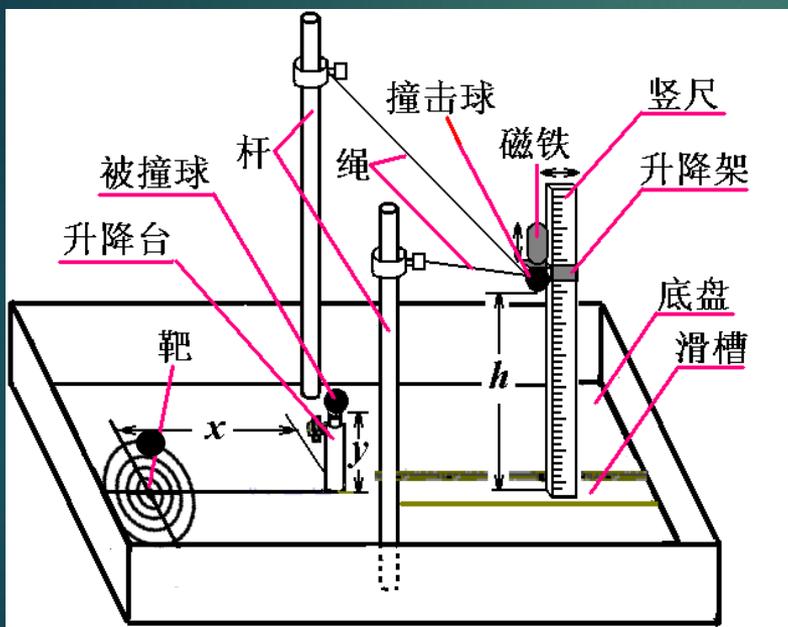
# 液氮比汽化热测量实验改革前后预习报告分析

	测量L	动态称 衡法	间接测 量	L的定义	m-t图	fg垂直t 轴	L的表达 式
2017春季	32	45	25	79	71	49	77
81份报告	39.5%	55.6%	30.9%	97.5%	87.7%	60.5%	95.1%
2018春季	67	75	74	75	73	68	70
78份报告	85.9%	96.2%	94.9%	96.2%	93.6%	87.2%	89.7%

# 碰撞打靶：要求用小球作平抛运动，落点打中靶心

改写讲义，改变预习报告的要求

在本实验中，假定碰撞球**正碰**被撞球，且两球之间的碰撞为**弹性碰撞**，如图所示，若靶心距被撞球的水平距离 $x=18.00\text{cm}$ ，被撞球高度 $y=15.00\text{cm}$ ，要使被撞球击中靶心，撞击球的高度 $h_0$ 应为多少？请写出理论公式，并计算出 $h_0$ 值。

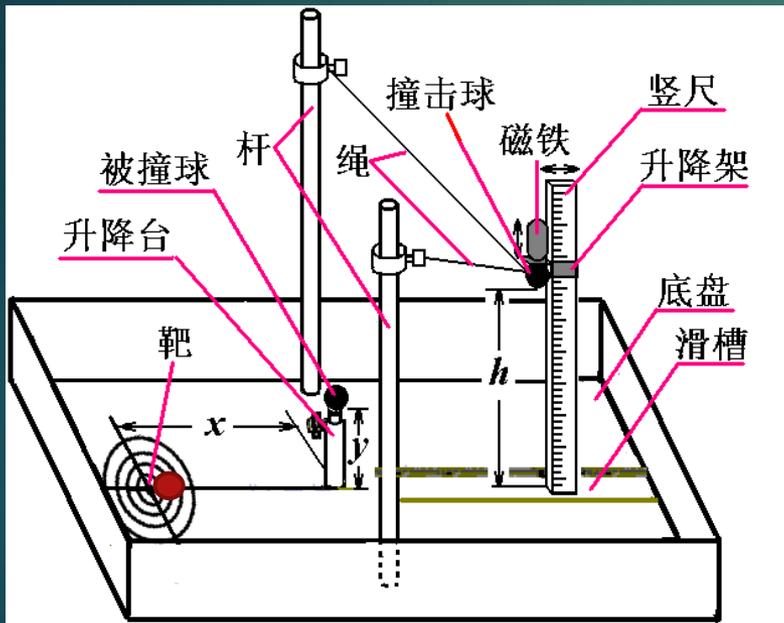


简化问题

建立模型

给出预期

# 碰撞打靶：要求用小球作平抛运动，落点打中靶心

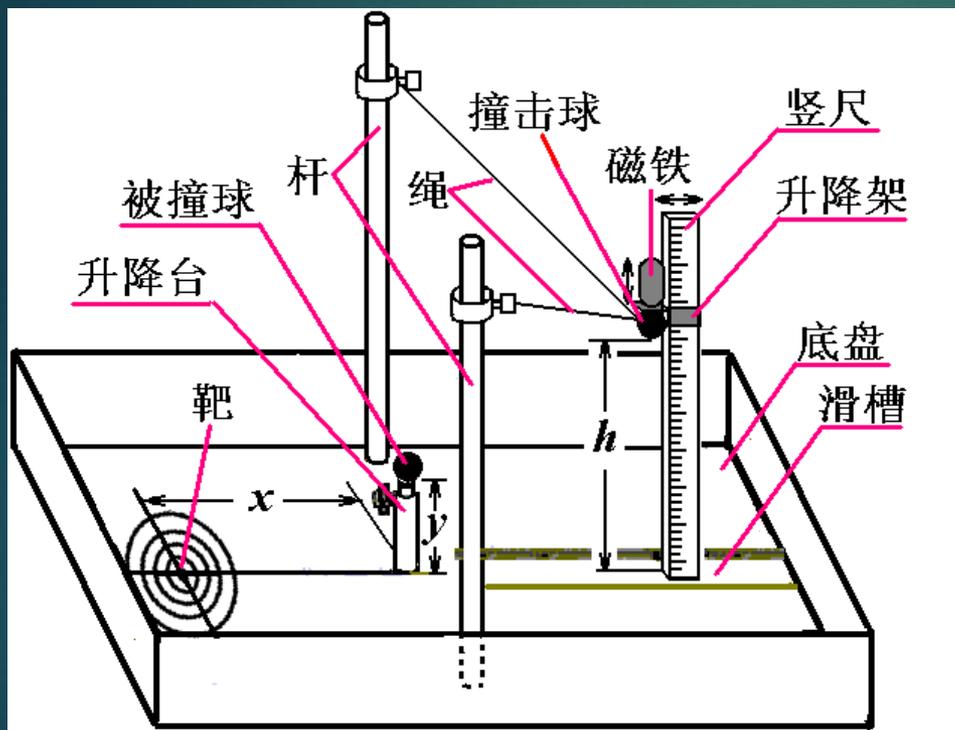


此时，若被撞球击中靶纸的位置为  $x' = 16.50\text{cm}$ ，则碰撞前后总的**能量损失**为多少？应对撞击球的高度做怎样的调整，才可使它击中靶心。请**修正**你的**物理模型**，写出能量损失和撞击球高度的修正公式，并算出其具体的数值。

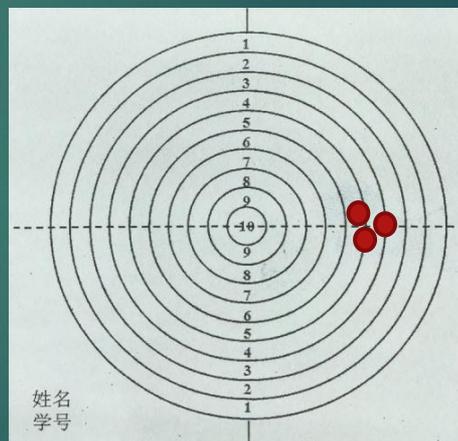
$$h' = h + \Delta H_i$$

修正模型，  
给出新的预期值

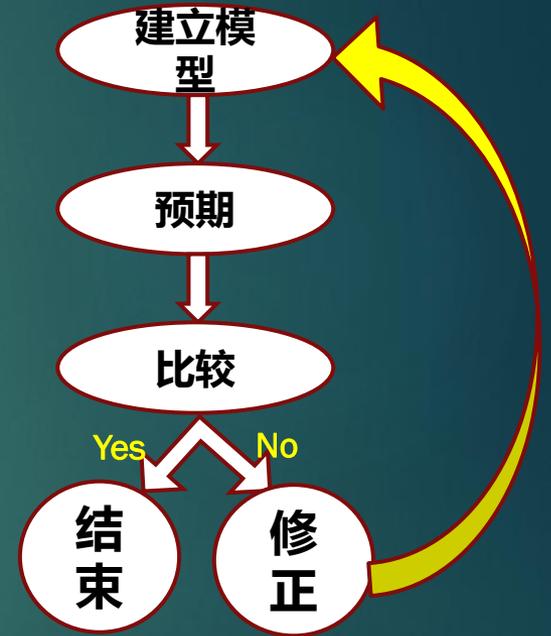
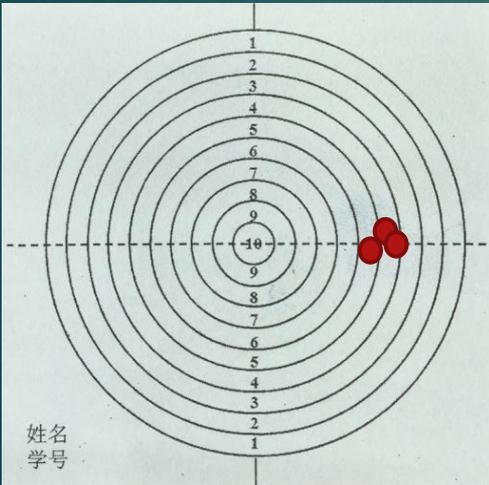
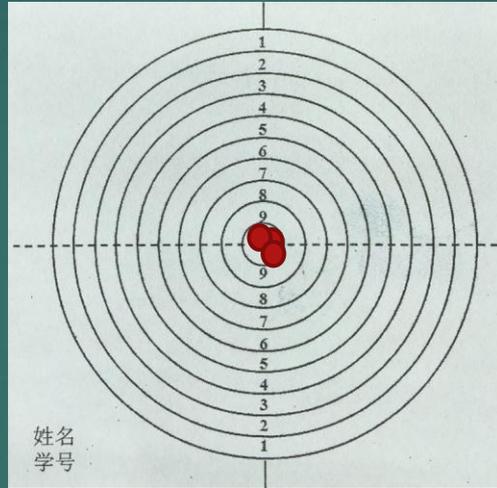
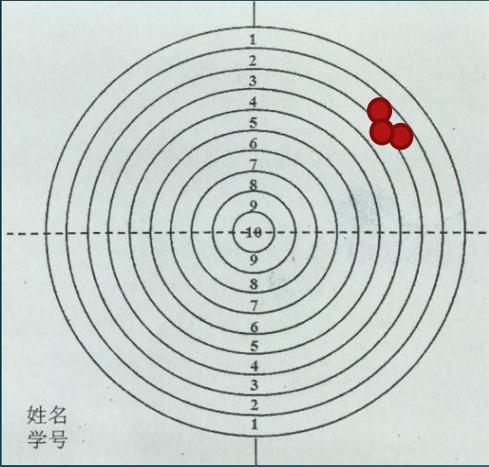
在做实验前，通过做题的形式，  
提前实践建模过程



修正实验模型，  
调节正碰



修正物理模型，  
给出新的预期值



## 原讲义

1. 调整底盘水平。（为什么要调整？如何检验？）
2. 用电子天平测量被撞球（直径和材料均与撞击球相同）的质量 $m$ ，并以此也作为撞击球的质量。
3. 根据靶心的位置，测出 $x$ ，估计被撞球的高度 $y$ （如何估计？），并据此算出撞击球的高度 $h_0$ 。  
【预习时应自行推导出由 $x$ 和 $y$ 计算高度 $h_0$ 的公式。】

## 新讲义

在建立碰撞模型时，假定碰撞球正碰被撞球，且两球之间的碰撞为弹性碰撞，那么实验中如何尽量去满足这些条件？

1. 调整底盘水平。（为什么要调整？如何检验？）
2. 用电子天平测量被撞球（直径和材料均与撞击球相同）的质量 $m$ ，并以此作为撞击球的质量。
3. 根据靶心的位置，测出 $x$ ，估计被撞球的高度 $y$ （如何估计？），根据“物理建模”中 $h_0$ 的理论模型，计算出撞击球的高度 $h_0$ 。

## 原讲义

4. 通过。。。进行正碰。
5. 把撞击球。。。
6. 。。。记下被撞球击中靶纸的位置 $x'$ （可撞击多次求平均），据此计算碰撞前后总的能量损失为多少？应对撞击球的高度作怎样的调整，才可使它击中靶心？【预习时应自行推导出由 $x'$ 和 $y$ 计算高度差 $h-h_0=\Delta h$ 的公式。】

## 新讲义

4. 通过。。。进行正碰。
5. 把撞击球。。。
6. 。。。记下被撞球击中靶纸的位置 $x'$ （可撞击多次求平均）。你的撞击球是否打中了靶心？物理模型是否与实验相符？若不符，应该如何修正你的模型？提示：1）根据所得的实验结果，判断两球是否正碰？如果不是，请修正你的实验模型（调整实验装置，使两球正碰）；2）若两球正碰，根据落点计算碰撞前后总的能量损失为多少？应对撞击球的高度做怎样的调整，才可使被撞球击中靶心？修正物理模型（写出公式），计算出新的 $h$ 值。

## 原讲义

7. 对撞击球的高度作调整后，再重复若干次试验，以确定能击中靶心的 $h$ 值；请老师检查被撞球击中靶纸的位置后记下此 $h$ 值。
8. 观察撞击球在碰撞后的运动状态，观察撞击球在不碰撞时的运动状态，分析碰撞前后各种能量损失的原因。

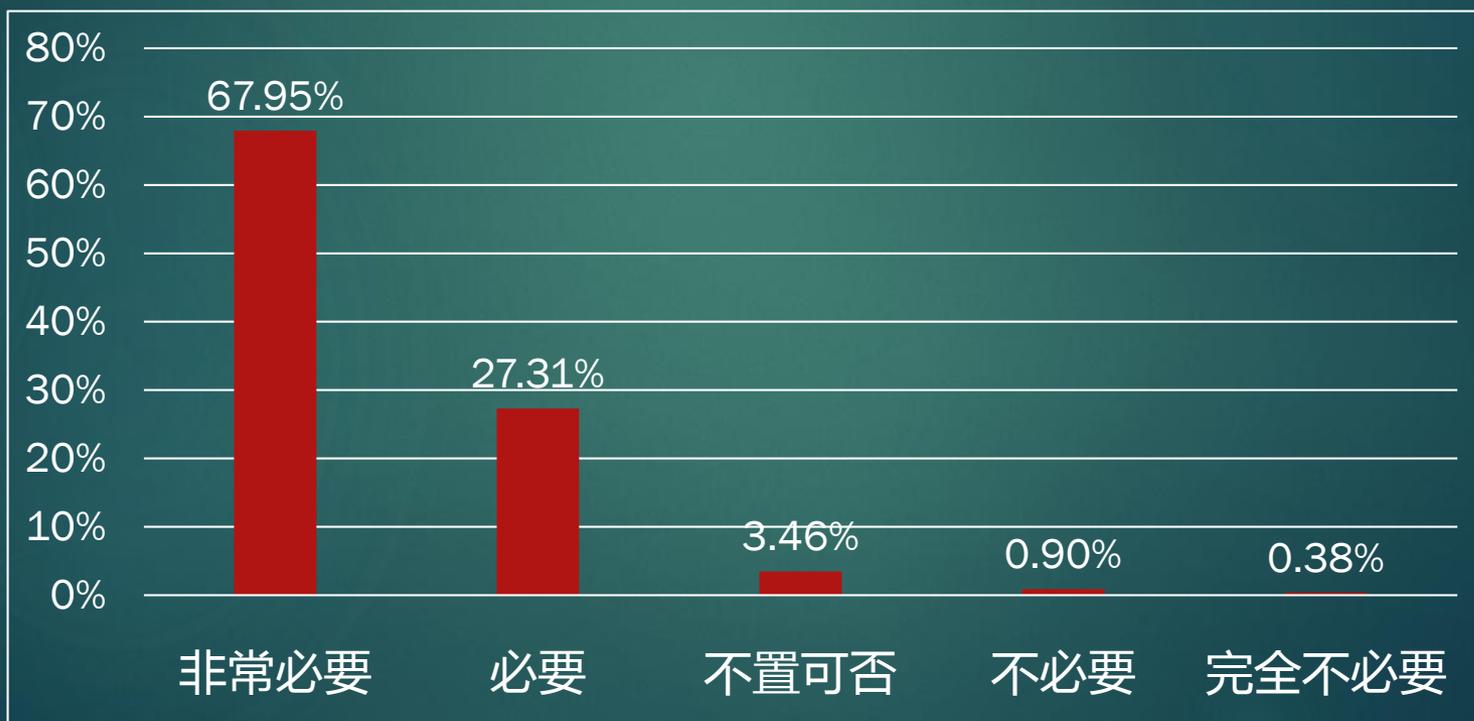
## 新讲义

7. 对撞击球的高度作调整后，再重复实验，直至你的物理模型与实验结果相符。详细记录下你的实验过程及结果。（若两球没有正碰，请先修正实验模型，调整实验装置，使两球正碰）
8. 观察撞击球在碰撞后的运动状态，观察撞击球在不碰撞时的运动状态，分析碰撞前后各种能量损失的原因。

# 关于预习情况的综合调研

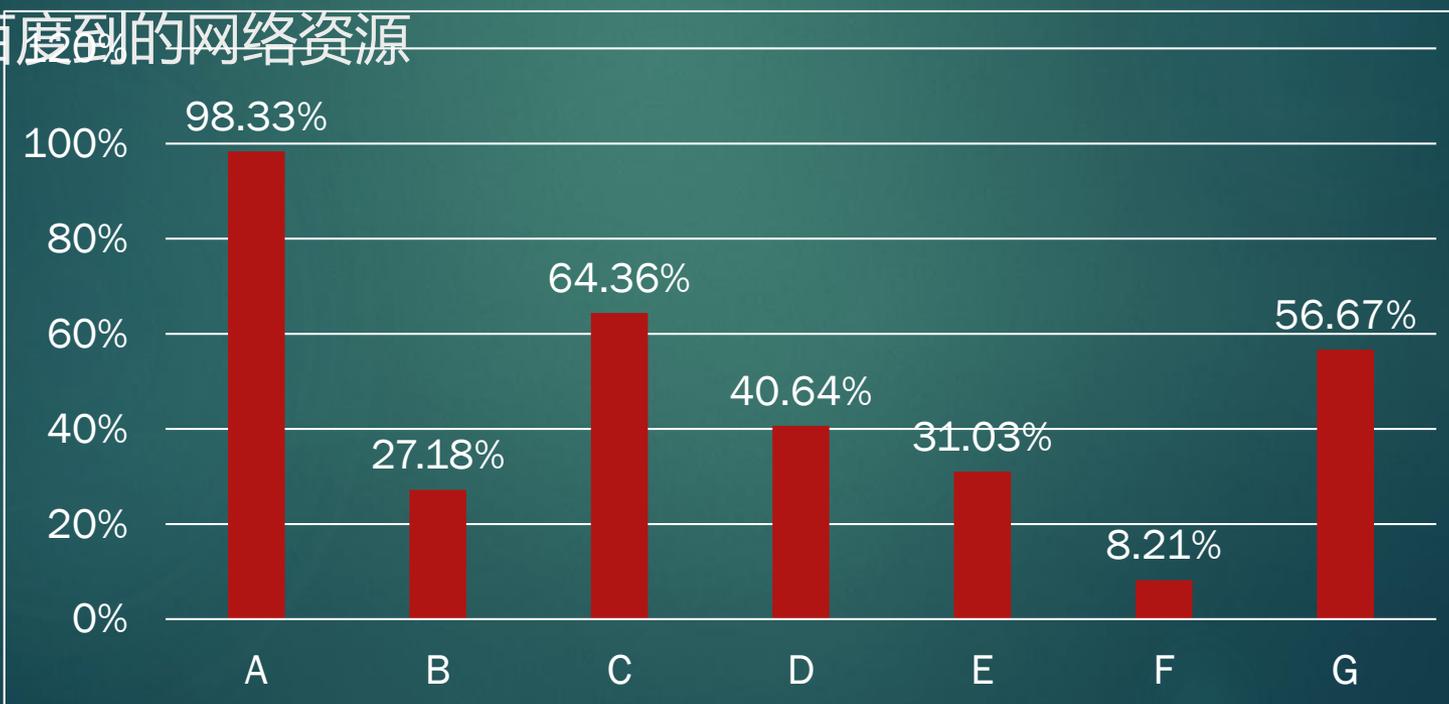
你认为是否有必要做实验预习？

A. 非常必要； B. 必要； C. 不置可否； D. 不必要； E. 完全不必要



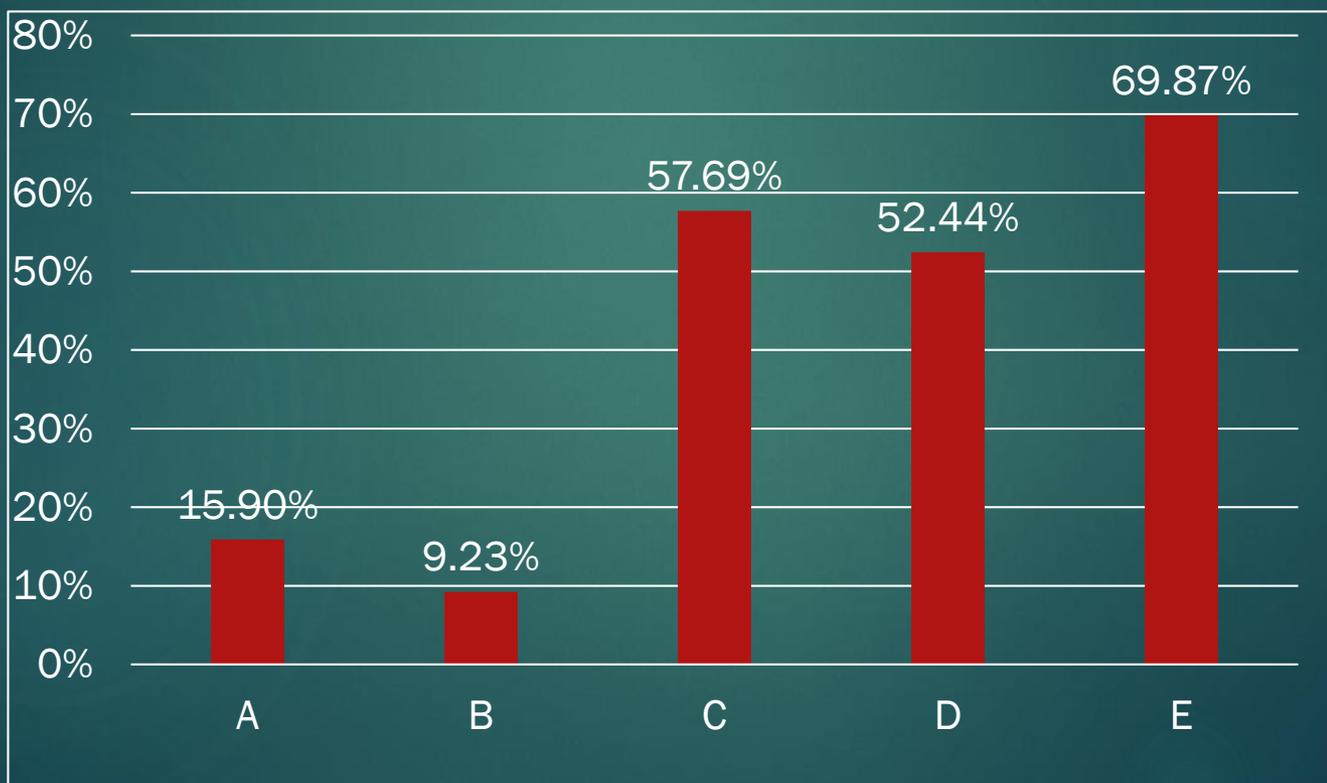
## 在预习阶段，你参考了哪些资料？（可多选）

- A. 发的实验讲义； B.实验类书籍； C. 实验中心网站的文字资料；  
D. 实验中心网站的视频资料； E. 别人的实验报告 F. 发表的文献  
G. 百度到的网络资源



## 除完成实验预习报告外，你是如何做实验预习的？（可多选）

- A . 到实验室熟悉实验环境与实验器材; B . 找老师答疑; C . 查阅课外资料;  
D . 观看实验中心网站上的教学视频; E . 浏览实验中心网站文字内容



# 回答“实验前应回答的问题”

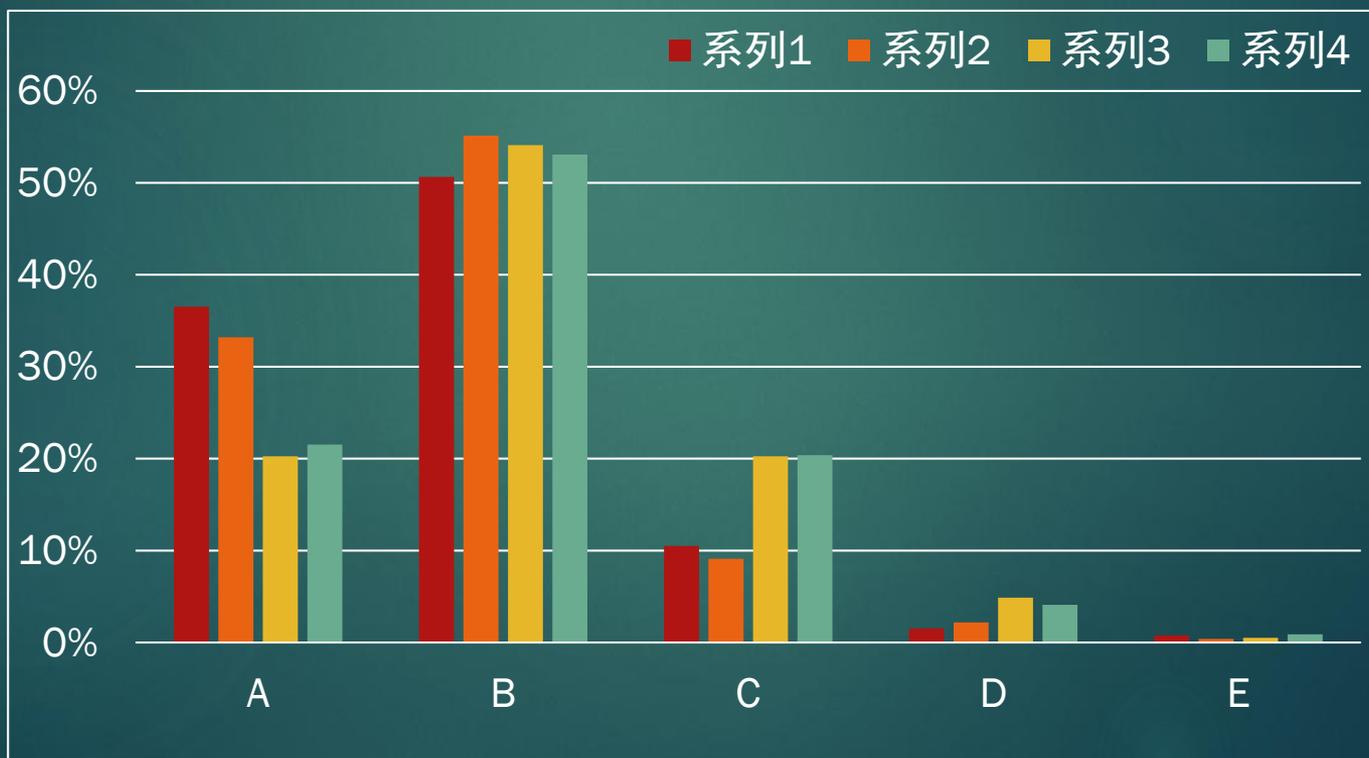
■ 可以让我更有效的进行实验预习

■ 帮助我了解该实验的物理模型。

■ 题目内容设置合理

■ 题目个数设置合理。

A. 非常同意； B. 同意； C. 不置可否； D. 不同意； E. 非常不同意

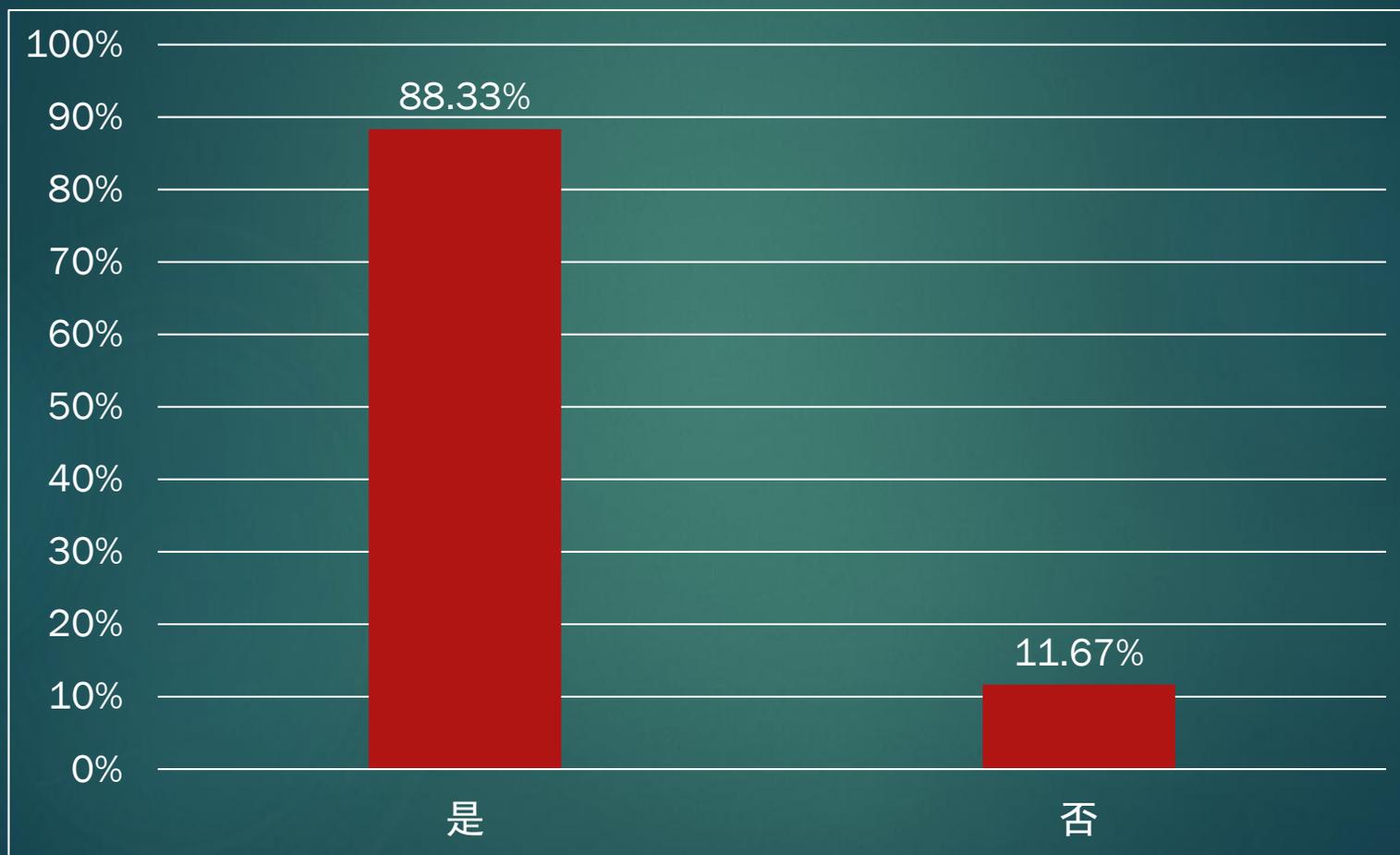


- 
- ◆目前的预习方式可以让同学更有效地进行实验预习，帮助同学更好地了解该实验的物理模型；
  - ◆题目的内容设置和个数设置还需进一步合理化；



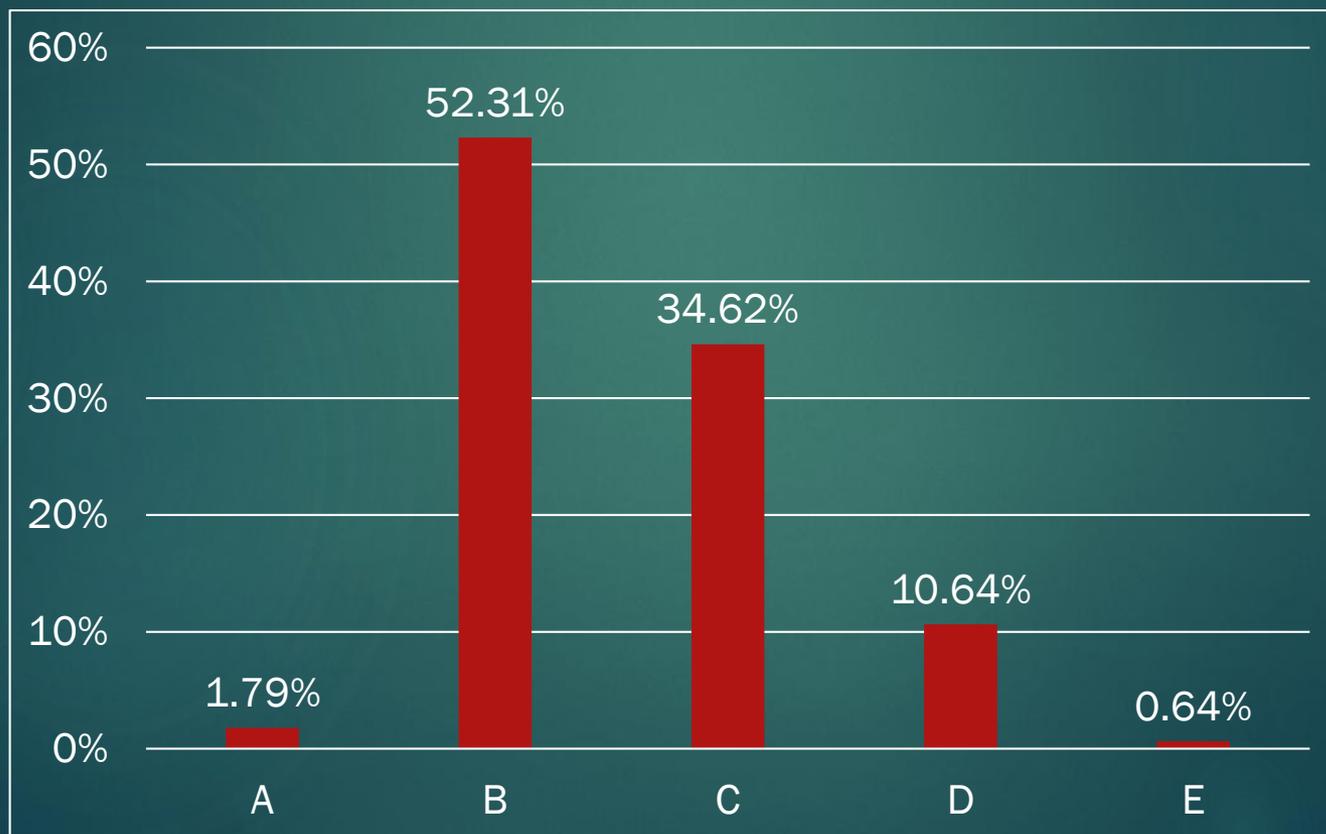
感谢您的聆听！  
请批评指正！

# 你在实验中是否遇到过意外的情况? (比如接好线或打开仪器后, 没有得到预期结果)



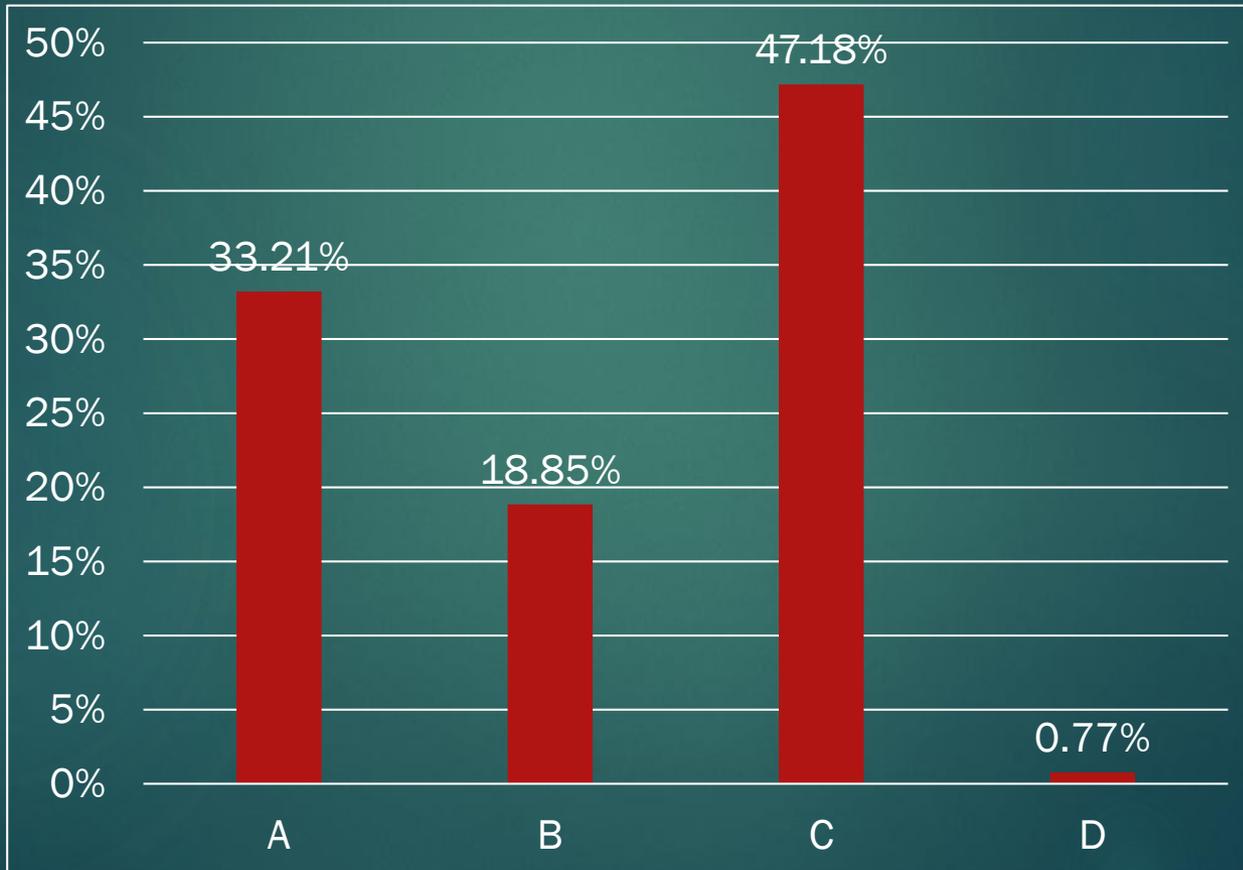
# 你是否可以自己独立解决问题?

- A. 完全可以 B. 大多数可以 C. 一半 D. 少数可以  
E. 完全不可以

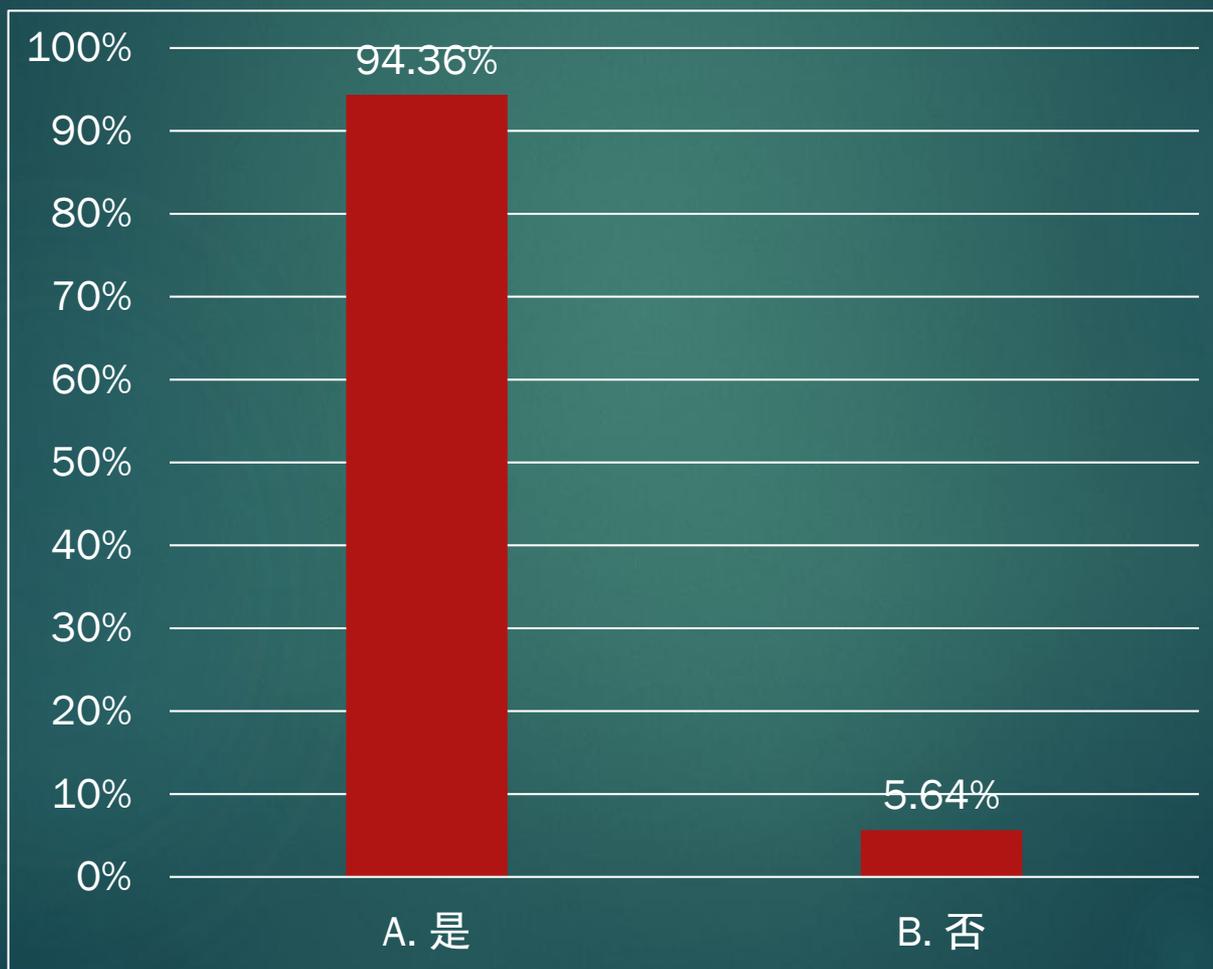


# 在实验中遇到问题时，你通常的做法是什么？

- A. 努力自己解决
- B. 向同学求助
- C. 向老师求助
- D. 只要能混过去/完成实验，无所谓是否解决

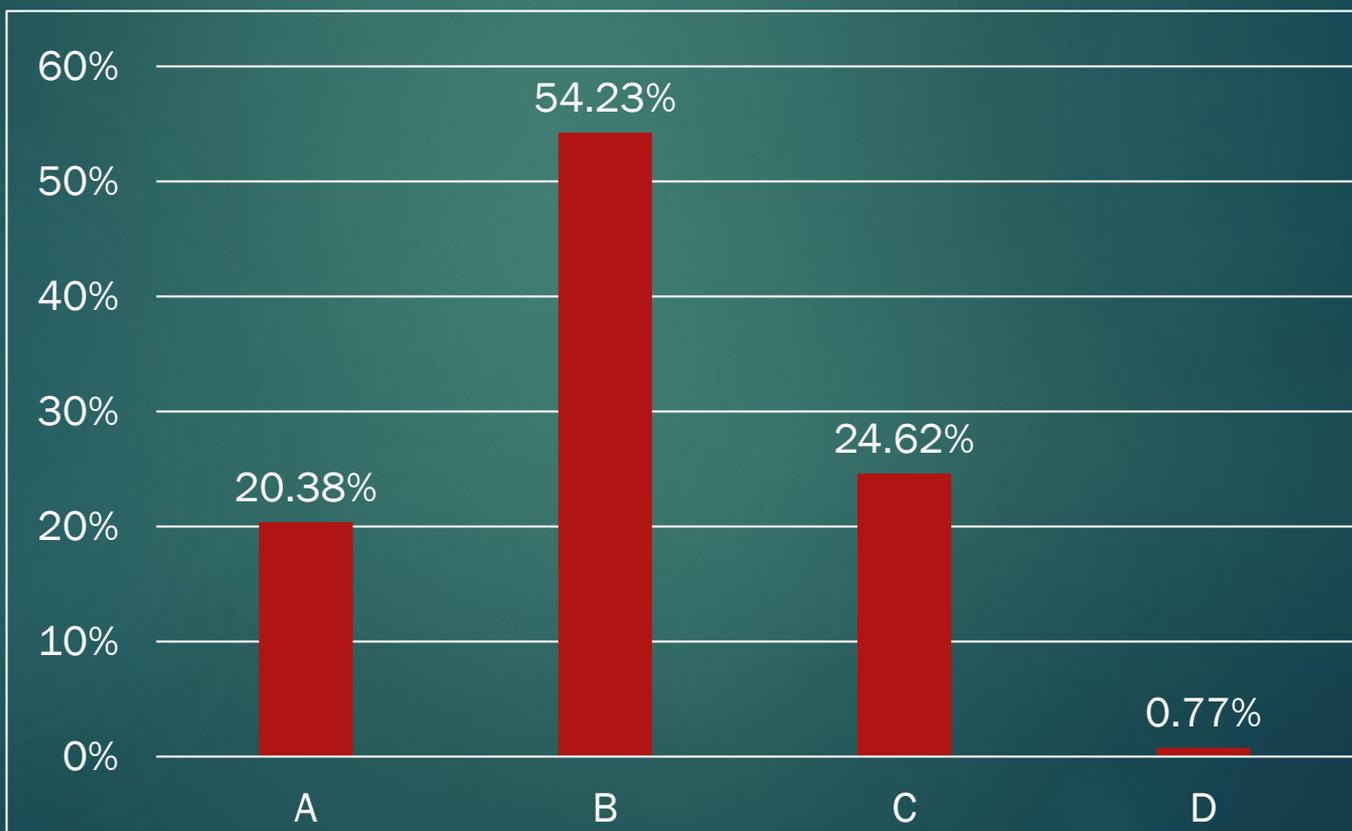


# 在解决问题的过程中，是否加深了你对实验原理或方法的理解？



# 在实验中遇到问题，你最希望的做法是？

- A. 自己想办法解决问题
- B. 希望在同学或老师的提示下，能自己解决问题
- C. 与同学或老师讨论，共同解决问题
- D. 希望同学或老师帮自己解决问题



# 处理完数据（包括分析完实验现象）后，你是否会对实验结果正确与否给出评价？

- A. 会把实验结果与预期值（理论值）比较，若误差在5%以内，则认为结果正确；
- B. 会把实验结果与预期值（理论值）比较，结果正确与否的标准评判依具体实验而定；
- C. 会把实验结果与预期值（理论值）比较，但不知道如何评价结果正确与否；
- D. 只是把结果算出来，不会与预期值（理论值）比较；

