

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

# 大学物理 演示实验

DAXUE WULI YANSHI SHIYAN

詹美才 主 编

黄秉曙 副主编

华中理工大学出版社



大学物理

演示实验

主 编 詹美才  
副主编 黄秉曙

华中理工大学出版社

## (鄂)新登字第 10 号

### 图书在版编目(CIP)数据

大学物理演示实验/詹美才 主编.

武汉:华中理工大学出版社,1995 年 7 月

ISBN 7-5609-1135-8

I. 大...

II. ①詹... ②黄...

III. 物理-实验

IV. 04-33

### 大学物理演示实验

主编 詹美才 副主编 黄秉曙

责任编辑 傅岚亭

\*

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山 邮编:430074)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学印刷厂印刷

\*

开本:850×1168 1/32 印张:5.75 字数:135 000

1995 年 7 月第 1 版 1995 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—6 000

ISBN 7-5609-1135-8/O · 134

定价:4.00 元

## 内 容 简 介

本书是根据大学物理课程教学指导委员会“关于大学物理演示实验教学的要求”而编写的。全书内容包括力学、机械振动和波、分子物理和热力学、电磁学、光学、近代物理等演示实验 171 个,是大学物理教学不可缺少的重要内容,是改革物理教学提高物理教学质量的重要手段。

本书重点介绍了实验目的、装置、演示方法,有的实验还布置有思考题,对照此书师生能很快地掌握操作方法,观察到实验现象,达到与课堂教学紧密结合,使物理现象理论化,加深对物理理论知识的理解和掌握,培养学生分析问题、解决问题的能力。

本书可供大专院校、电视大学等院校使用,同时也是中专、中学物理教学的重要参考书。

## 前 言

本书是根据国家教委对《大学物理》课程教学评估要求和我校大学物理演示实验室已有的实验设备编写而成,总共有实验 171 个。

参加编写的有黄秉曙(1.1—1.15,2.1—2.16,6.33),徐泰玲(3.1—3.20,6.11—6.15,6.28—6.30,7.4),邓明成(3.1—3.20,6.16—6.19,7.1),詹美才(4.1—4.21,6.20—6.26,6.31,6.32,7.2—7.3),杨建民(5.1—5.8,6.1—6.10,8.1—8.10),谢自芳(1.16,1.17,2.17,3.21,5.9,6.34,6.35)。

全书由詹美才修改、统稿、定稿,由何敏良主审。在编写过程中,得到了教研室老师的关心帮助和指导,对编好这本书提出了许多宝贵意见,同时得到了校、系、处领导的关怀和支持,谨此致以衷心的感谢。

由于我们水平有限,经验不足,缺点和错误在所难免,欢迎批评、指正。

编 者

1994.12

# 目 录

## 一 力 学

|      |                  |      |
|------|------------------|------|
| 1.1  | 惯性演示器 .....      | (1)  |
| 1.2  | 百发百中 .....       | (1)  |
| 1.3  | 相对运动及动量演示器 ..... | (2)  |
| 1.4  | 离心轨道 .....       | (3)  |
| 1.5  | 向心力演示器 .....     | (4)  |
| 1.6  | 弹性碰撞演示仪 .....    | (5)  |
| 1.7  | 圆锥爬坡 .....       | (6)  |
| 1.8  | 滚摆 .....         | (7)  |
| 1.9  | 转动惯量演示器 .....    | (8)  |
| 1.10 | 转动定律演示器 .....    | (8)  |
| 1.11 | 常平架回转仪 .....     | (9)  |
| 1.12 | 杠杆式回转仪 .....     | (10) |
| 1.13 | 陀螺式回转仪 .....     | (11) |
| 1.14 | 刚体转动综合演示仪 .....  | (12) |
| 1.15 | 转动惯量演示仪 .....    | (14) |
| 1.16 | 反冲炮车 .....       | (15) |
| 1.17 | 喷水反冲旋转器 .....    | (16) |

## 二 振动和波

|     |          |      |
|-----|----------|------|
| 2.1 | 单摆 ..... | (17) |
|-----|----------|------|

|      |                  |      |
|------|------------------|------|
| 2.2  | 弹簧振子·····        | (17) |
| 2.3  | 旋转矢量演示器·····     | (18) |
| 2.4  | 受迫振动、共振演示器 ····· | (19) |
| 2.5  | 砂摆·····          | (20) |
| 2.6  | 谐振动合成演示仪·····    | (21) |
| 2.7  | 拍频摆·····         | (23) |
| 2.8  | 示波器·····         | (23) |
| 2.9  | 受迫振动演示仪·····     | (26) |
| 2.10 | 波动演示器(质点式) ····· | (27) |
| 2.11 | 波动演示器 ·····      | (28) |
| 2.12 | 纵波演示器 ·····      | (28) |
| 2.13 | 水波演示仪 ·····      | (29) |
| 2.14 | 驻波共振演示仪 ·····    | (31) |
| 2.15 | 音叉 ·····         | (33) |
| 2.16 | 发音齿轮 ·····       | (34) |
| 2.17 | 多普勒效应演示器 ·····   | (34) |

### 三 分子物理和热学

|      |                  |      |
|------|------------------|------|
| 3.1  | 大气压演示器·····      | (36) |
| 3.2  | 大气压随高度变化演示器····· | (37) |
| 3.3  | 气体等压过程演示器·····   | (37) |
| 3.4  | 查理定律演示器·····     | (38) |
| 3.5  | 玻意耳定律演示器·····    | (39) |
| 3.6  | 绝热过程演示器·····     | (39) |
| 3.7  | 气体内摩擦现象演示器·····  | (40) |
| 3.8  | 露点计·····         | (41) |
| 3.9  | 酒精与水混合管·····     | (42) |
| 3.10 | 流线演示器 ·····      | (42) |
| 3.11 | 表面张力演示器 ·····    | (43) |

|      |                 |      |
|------|-----------------|------|
| 3.12 | 液体压强传递演示器 ..... | (44) |
| 3.13 | 水压机 .....       | (44) |
| 3.14 | 蒸汽机模型 .....     | (45) |
| 3.15 | 热膨胀球 .....      | (46) |
| 3.16 | 线膨胀演示器 .....    | (46) |
| 3.17 | 双金属片演示器 .....   | (47) |
| 3.18 | 伽耳顿板 .....      | (47) |
| 3.19 | 分子力演示板 .....    | (48) |
| 3.20 | 布朗运动演示器 .....   | (49) |
| 3.21 | 多功能热力学演示仪 ..... | (49) |

## 四 静 电

|      |                    |      |
|------|--------------------|------|
|      | 演示静电实验注意事项 .....   | (53) |
| 4.1  | ZGD—Ⅰ型直流高压电源 ..... | (53) |
| 4.2  | 静电感应起电机 .....      | (55) |
| 4.3  | 感应圈 .....          | (56) |
| 4.4  | 验电器 .....          | (57) |
| 4.5  | 感应起电盘 .....        | (58) |
| 4.6  | 电火龙 .....          | (59) |
| 4.7  | 电力线演示器 .....       | (59) |
| 4.8  | 静电荷曲率分布演示器 .....   | (61) |
| 4.9  | 电风轮、电风吹烛焰 .....    | (62) |
| 4.10 | 电风转筒 .....         | (63) |
| 4.11 | 避雷针 .....          | (64) |
| 4.12 | 静电跳球演示器 .....      | (64) |
| 4.13 | 带电体相互作用演示器 .....   | (65) |
| 4.14 | 平行板电容器 .....       | (66) |
| 4.15 | 法拉第冰筒 .....        | (68) |
| 4.16 | 法拉第笼 .....         | (69) |

|      |                 |      |
|------|-----------------|------|
| 4.17 | 卡文迪许演示仪 .....   | (70) |
| 4.18 | 电介质极化演示器 .....  | (71) |
| 4.19 | 静电植绒演示器 .....   | (72) |
| 4.20 | 静电除尘器 .....     | (72) |
| 4.21 | 高压带电作业演示器 ..... | (73) |

## 五 直 流 电

|     |                           |      |
|-----|---------------------------|------|
| 5.1 | 导体电阻随温度变化演示器 .....        | (75) |
| 5.2 | 电阻与材料、截面积的关系演示器 .....     | (76) |
| 5.3 | 欧姆定律示教板 .....             | (76) |
| 5.4 | 电容器充放电示教板 .....           | (77) |
| 5.5 | 电容器隔直流通交流示教板 .....        | (78) |
| 5.6 | 电容器充放电过程示教板 .....         | (79) |
| 5.7 | 温差电偶 .....                | (80) |
| 5.8 | 演示电桥 .....                | (81) |
| 5.9 | 温差电现象演示仪(多功能热力学演示仪) ..... | (82) |

## 六 电 磁 学

|      |                       |      |
|------|-----------------------|------|
| 6.1  | 磁铁磁力线演示器 .....        | (85) |
| 6.2  | 电流磁力线演示器 .....        | (86) |
| 6.3  | 奥斯特实验 .....           | (87) |
| 6.4  | 磁倾仪 .....             | (87) |
| 6.5  | 亥姆霍兹线圈的磁场分布实验仪 .....  | (88) |
| 6.6  | 平行直线电流间的相互作用演示器 ..... | (91) |
| 6.7  | 载流线圈相互作用演示器 .....     | (92) |
| 6.8  | 磁场对载流直导线作用力演示器 .....  | (93) |
| 6.9  | 载流线圈在磁场中转动演示器 .....   | (94) |
| 6.10 | 巴罗轮 .....             | (95) |
| 6.11 | 洛仑兹力演示仪 .....         | (96) |

|        |                      |       |
|--------|----------------------|-------|
| 6.12   | 电磁起重机 .....          | (98)  |
| 6.13   | 演示机械效应的阴极射线管 .....   | (98)  |
| 6.14   | 演示磁效应的阴极射线管 .....    | (99)  |
| 6.15   | 电子束演示仪 .....         | (100) |
| 6.16   | 电磁感应现象演示器 .....      | (101) |
| 6.17   | 楞次定律演示器 .....        | (104) |
| 6.18   | 电磁实验演示仪 .....        | (105) |
| 6.18.1 | 感应灯 .....            | (106) |
| 6.18.2 | 感应熔锅和感应煮水器 .....     | (106) |
| 6.18.3 | 相互吸引的铝环 .....        | (107) |
| 6.18.4 | 跳舞线圈 .....           | (107) |
| 6.18.5 | 回转圆板 .....           | (108) |
| 6.18.6 | 转动浮球 .....           | (109) |
| 6.18.7 | 发音圆筒 .....           | (109) |
| 6.19   | 万用变压器 .....          | (110) |
| 6.19.1 | 变压器的降压与升压 .....      | (110) |
| 6.19.2 | 阻尼摆 .....            | (111) |
| 6.19.3 | 简易充磁机 .....          | (112) |
| 6.19.4 | 电磁秤 .....            | (113) |
| 6.19.5 | 磁场强度与安培匝数的关系 .....   | (114) |
| 6.19.6 | 闭合磁路的导磁作用 .....      | (115) |
| 6.20   | 自感现象演示板 .....        | (115) |
| 6.21   | 互感演示仪 .....          | (117) |
| 6.21.1 | 演示互感现象和互感系数的性质 ..... | (118) |
| 6.21.2 | 演示电磁屏蔽现象 .....       | (119) |
| 6.21.3 | 利用互感进行窃听 .....       | (120) |
| 6.22   | 手摇发电机 .....          | (120) |
| 6.23   | 感应电动机 .....          | (121) |
| 6.24   | 三相发电机 .....          | (122) |
| 6.25   | 两用电机 .....           | (124) |

|      |                |       |
|------|----------------|-------|
| 6.26 | 磁分子模型.....     | (125) |
| 6.27 | 居里点演示器.....    | (126) |
| 6.28 | 热磁轮演示仪.....    | (126) |
| 6.29 | 磁滞回线演示仪.....   | (127) |
| 6.30 | 磁致伸缩演示仪.....   | (129) |
| 6.31 | 巴克豪森效应演示仪..... | (130) |
| 6.32 | 高斯计.....       | (131) |
| 6.33 | 电磁波演示仪.....    | (132) |
| 6.34 | 绝热去磁降温演示仪..... | (134) |
| 6.35 | 趋肤效应演示仪.....   | (136) |

## 七 光 学

|        |                            |       |
|--------|----------------------------|-------|
| 7.1    | 激光光学演示仪 .....              | (138) |
| 7.1.1  | 半圆柱透镜 .....                | (139) |
| 7.1.2  | 潜望镜 .....                  | (140) |
| 7.1.3  | 等边三棱镜 .....                | (140) |
| 7.1.4  | 望远镜 .....                  | (141) |
| 7.1.5  | 显微镜 .....                  | (142) |
| 7.1.6  | 洛埃镜 .....                  | (142) |
| 7.1.7  | 双棱镜和双面镜 .....              | (143) |
| 7.1.8  | 劈尖和牛顿环 .....               | (144) |
| 7.1.9  | 单缝、圆孔.....                 | (145) |
| 7.1.10 | 双缝.....                    | (145) |
| 7.1.11 | 多缝.....                    | (146) |
| 7.1.12 | 正交光栅 .....                 | (146) |
| 7.2    | 组合式迈克尔逊干涉仪 .....           | (146) |
| 7.2.1  | 观察等倾干涉条纹 .....             | (147) |
| 7.2.2  | 观察光路中介质折射率变化时干涉条纹的移动 ..... | (148) |
| 7.2.3  | 观察磁致伸缩现象 .....             | (149) |
| 7.2.4  | 观察单缝、多缝、圆孔、网格的衍射现象 .....   | (149) |

|       |                   |       |
|-------|-------------------|-------|
| 7.3   | 激光干涉调制演示仪 .....   | (150) |
| 7.3.1 | 观察等倾干涉条纹 .....    | (151) |
| 7.3.2 | 演示激光载波通信 .....    | (151) |
| 7.4   | 偏振光演示仪 .....      | (152) |
| 7.4.1 | 演示反射引起的偏振 .....   | (153) |
| 7.4.2 | 演示折射引起的偏振 .....   | (154) |
| 7.4.3 | 演示双折射引起的偏振 .....  | (155) |
| 7.4.4 | 演示偏振状态 .....      | (156) |
| 7.4.5 | 演示偏振光干涉 .....     | (157) |
| 7.4.6 | 光测弹性(人工双折射) ..... | (158) |
| 7.4.7 | 演示旋光偏振 .....      | (159) |
| 7.5   | 反射起偏、检偏模型 .....   | (160) |
| 7.6   | 方解石模型 .....       | (161) |
| 7.7   | 尼科耳模型 .....       | (161) |

## 八 近代物理

|      |                 |       |
|------|-----------------|-------|
| 8.1  | 黑体辐射演示炉 .....   | (162) |
| 8.2  | 绝对黑体演示箱 .....   | (163) |
| 8.3  | 全息照片 .....      | (163) |
| 8.4  | 光通信演示仪 .....    | (164) |
| 8.5  | 光电效应演示器 .....   | (167) |
| 8.6  | 光谱管组 .....      | (167) |
| 8.7  | 液体吸收光谱演示仪 ..... | (168) |
| 8.8  | 氯化钠晶体模型 .....   | (170) |
| 8.9  | 石墨晶体模型 .....    | (170) |
| 8.10 | 热辐射演示器 .....    | (171) |

# 一 力 学

## 1.1 惯性演示器

### 用途

演示物体的惯性。

### 装置

如图 1.1.1 所示。

### 演示方法

1. 将光洁长方形薄铝片放在“花瓶口”上,并使铝片的一端紧靠弹片。
2. 将小球放在铝片上,且使球正下方正对花瓶口。
3. 弹动弹片,可看到铝片飞出,小球因惯性而落入“花瓶口”内。

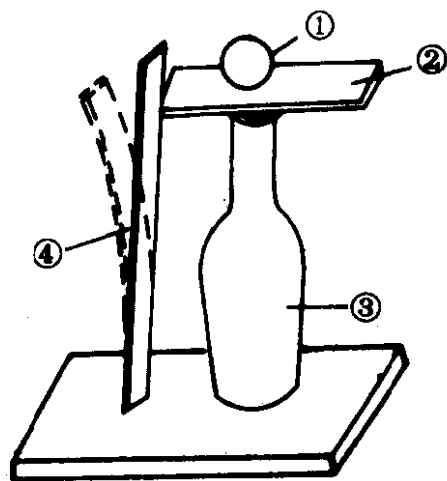


图 1.1.1

①—小钢球； ②—薄铝片；  
③—木花瓶； ④—弹片

## 1.2 百发百中

### 用途

演示运动叠加原理。

### 装置

如图 1.2.1 所示。

### 演示方法

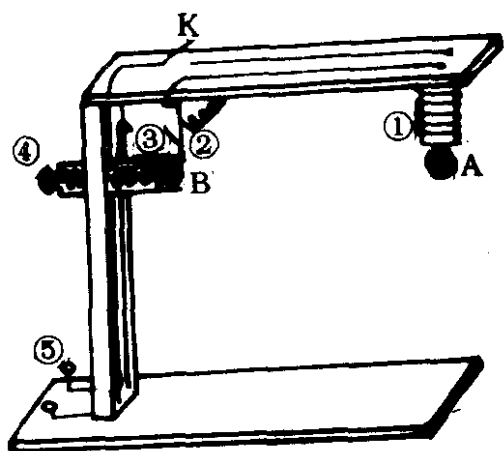


图 1.2.1

- ①—电磁铁； ②,③—弹片；  
④—拉杆； ⑤—接线柱；  
K—开关； AB—小钢球

1. 将 3V 直流电源接入接线柱,合上 K,将 A 球吸于电磁铁正下方,B 球置于枪筒口处。

2. 一只手压住演示器底座,另只手将拉杆④外拉,然后松手,拉杆在弹力作用下沿枪筒弹回,与 B 球相碰,使 B 球水平飞出枪口,同时撞开弹片②,电路断开,A 球立即自由落下,可以看到,在空中两球相碰。

### 1.3 相对运动及动量演示器

#### 用途

演示物体的相对运动及动量守恒。

#### 装置

如图 1.3.1 所示。

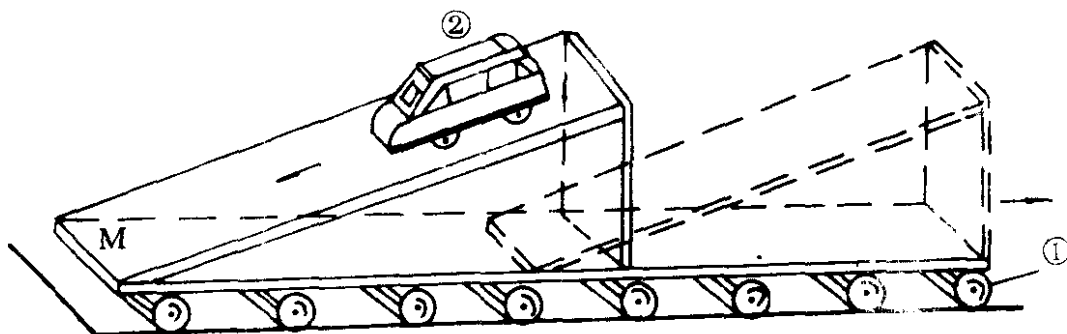


图 1.3.1

- ①—圆柱滚筒； ②—小车； M—斜面

#### 演示方法

使玩具小车沿斜面向下运动,可以看到车沿斜面向下运动时,

斜面 M 沿水平方向倒退。

### 思考题

1.  $V_{\text{车-地}}$ ,  $V_{\text{车-M}}$ ,  $V_{\text{M-地}}$  三者关系如何?
2. “车与斜坡”系统是否水平方向动量守恒?
3. 分别以地面、斜坡为参照系, 试讨论作用在车上的摩擦力做功的功值。“车、斜坡”构成的系统机械能守恒吗?

## 1.4 离心轨道

### 用途

演示物体作圆周运动的向心力及能量守恒等。

### 装置

如图 1.4.1 所示。

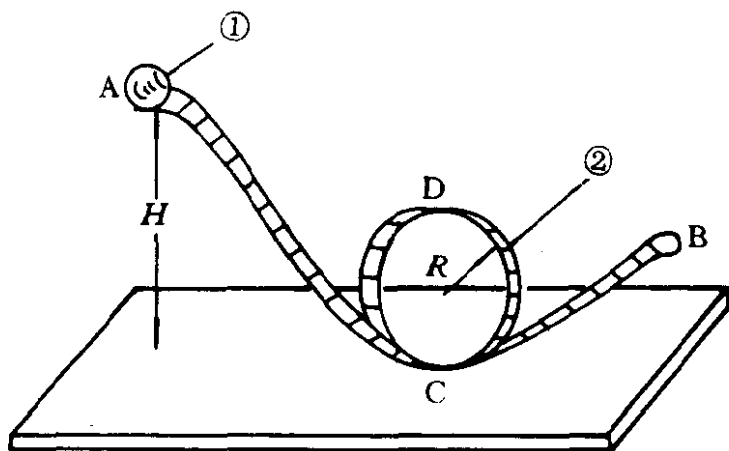


图 1.4.1

①—小钢球; ②—离心轨道

### 演示方法

1. 让小钢球从  $H \geq \frac{5}{2}R$  (不计摩擦) 高处沿斜槽导轨滚下, 则小球可沿环形轨道运动一周后到达 B 处, 而不离开轨道滑落。
2. 让小球从  $H < \frac{5}{2}R$  高处滚下, 则小球离开环形轨道滑落下来。

## 思考题

1. 为什么只有当  $H \geq \frac{5}{2}R$  时, 小球方可沿环形轨道运动到达 B 而不滑落?

## 1.5 向心力演示器

### 用途

演示物体作圆周运动时所需向心力与质量、轨道半径、转速间的关系。

### 装置

如图 1.5.1 所示。

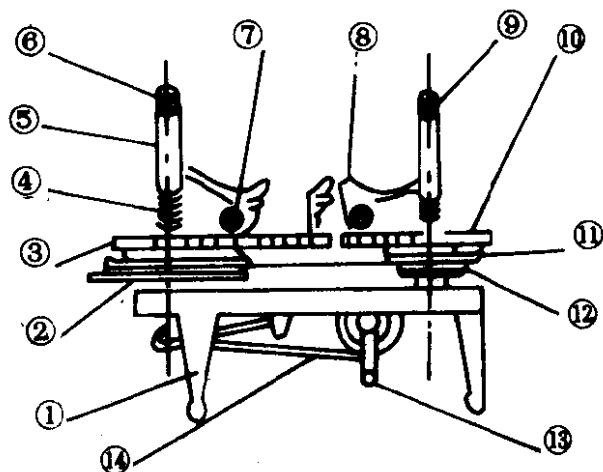


图 1.5.1

①—机座； ②—主动变速轮； ③—长旋臂； ④—弹簧； ⑤—滑套；  
⑥—示力标尺调整钮； ⑦—圆球； ⑧—杠杆； ⑨—示力标尺；  
⑩—短旋臂； ⑪—从动变速轮； ⑫—长橡皮带； ⑬—摇臂；  
⑭—短橡皮带

### 演示方法

#### (一) 演示向心力与质量的关系

1. 将橡皮带套在  $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 1$  的两变速轮上。
2. 将质量为  $m_1$ 、 $m_2$  的两小球分别放在长、短旋臂上, 且使之

到轴的距离相等。

3. 摇动摇柄, 可以看到: 若  $m_1 = m_2$ , 则两示力标尺上的示数相同, 说明两球所需向心力相同。若  $m_1 \neq m_2$ , 则两示力标尺上的示数不同, 质量越大, 其示数越大, 说明所需向心力越大。

### (二) 演示向心力与轨道半径的关系

1. 将橡皮带套在转速比为  $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 1$  的两变速轮上。
2. 将质量相等的两钢球分别放在离轴距离不等的长短旋臂上。
3. 摇动摇柄, 可以看到两示力标尺上的示数不同, 离轴越远, 半径越大, 所需向心力亦越大。

### (三) 演示向心力与转速 $\omega$ 的关系

1. 将橡皮带套在转速不等的两变速轮上。
2. 将质量相等的两钢球分别放在长、短臂上, 且使之到轴的距离相等。
3. 摇动摇柄, 可以看到  $\omega$  大的, 示力标尺读数亦越大, 说明向心力越大。

## 1.6 弹性碰撞演示仪

### 用途

演示弹性碰撞的特征。

### 装置

如图 1.6.1 所示。

### 演示方法

1. 调整各球悬线长度, 使各球球心处在同一水平线上并各球彼此紧贴。
2. 将①、②球悬起, 其余各球搁至横梁上, 令②球静止, 将①球向左侧拉开一小偏角后自由释放, 可以看到, ①、②球碰撞, 碰后