

# 专题七 物理实验

## 一、考情统计

讲次	近三年考情统计		
	2017	2018	2019
第1讲 力学实验	全国卷 I 22	全国卷 I 22	全国卷 I 22
	全国卷 II 22	全国卷 II 23	全国卷 II 22
	全国卷 III 22	全国卷 III 22	全国卷 III 22
第2讲 电学实验	全国卷 I 23	全国卷 I 23	全国卷 I 23
	全国卷 II 23	全国卷 II 22	全国卷 II 23
	全国卷 III 22	全国卷 III 23	全国卷 III 23

## 二、考向分析及备考建议

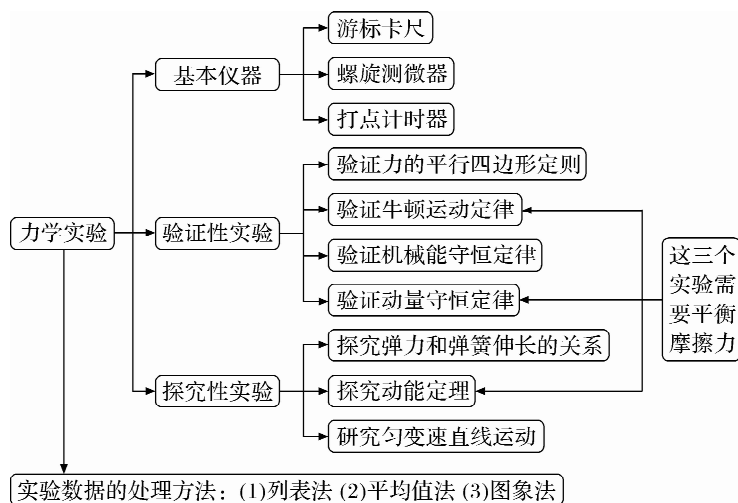
高考实验试题体现实验的基础性地位,侧重多角度考查学生的科学探究能力. 试卷重视对实验操作的考查,通过熟悉的实验情景考查是否理解实验原理及操作过程. 试卷注重以实验问题为背景考查学生的推理及分析论证能力,引导在学习过程中动手动脑相结合. 在实验题的设计中,还要求学生根据实验目的设计实验原理和步骤,反思实验结果,提出

改进的措施. 通过增强试题的开放性和探究性,着重考查学生的创新意识.

实验复习过程中,要弄清实验,夯实基础,培养技能;掌握设计实验的思想和方法,提高创新能力;重视演示实验和小实验,拓展求异思维和应用能力;还可用探究性实验培养科学研究能力.

## 第1讲 力学实验

### >> 知识网络



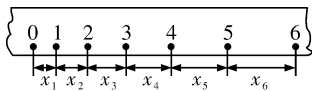
## 基础落实

1. 若相邻两计数点间的距离之差都相等, 即  $\Delta x =$  \_\_\_\_\_, 说明物体做 \_\_\_\_\_, 依此可求出加速度  $a$ .

2. 利用“做匀变速运动的物体在一段时间内的平均速度等于 \_\_\_\_\_”这一结论求出打下某一点时的速度.

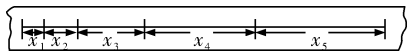
3. 用“逐差法”求加速度.

(1) 如图所示, 有连续的偶数段数据:



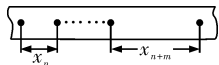
$a =$  \_\_\_\_\_

(2) 连续的奇数段数据, 去掉最短的  $x_1$ , 如图所示:



$a =$  \_\_\_\_\_

(3) 不连续的两段数据, 如图所示:



$a =$  \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

## 考点突破

### 考点一 基本仪器的使用

**例 1** (1) 某同学用自己发明的新式游标卡尺测量小钢球的直径, 新式卡尺将主尺上 39 mm 在游标尺上均分成 20 等份. 如图 1 所示, 则小钢球的直径为  $d =$  \_\_\_\_\_ cm.

(2) 该同学又用螺旋测微器测量某电阻丝的直径, 示数如图 2, 则该金属丝的直径为 \_\_\_\_\_ mm.

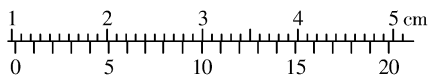


图 1

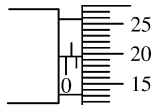


图 2

**【方法总结】** 1. 毫米刻度尺的读数

精确到毫米, 估读一位.

2. 游标卡尺的读数

游标尺 刻度格 数	刻度总 长度 (mm)	每小格 与 1 mm 差 (mm)	精确度 (mm)	测量结果 (游标尺上第 $n$ 条刻度线与主尺上的某 刻度线对齐时) (mm)
10	9	0.1	0.1	主尺上读的毫米数 + 0.1n
20	19	0.05	0.05	主尺上读的毫米数 + 0.05n
50	49	0.02	0.02	主尺上读的毫米数 + 0.02n

游标卡尺读数技巧

① 读数时应以毫米为单位, 读出后再进行单位换算.

② 主尺上的读数, 应以游标尺零刻度左端主尺上的刻度为准.

③ 20 分度的游标卡尺, 其读数要精确到 0.05 mm, 读数的最后一位数字为“0”或“5”. 50 分度的游标卡尺, 其读数要

精确到 0.02 mm, 读数的最后一位数字为“0”、“2”、“4”、“6”、“8”.

3. 螺旋测微器的读数

测量值 = 固定刻度整毫米数 + 半毫米数 + 可动刻度读数 (含估读值)  $\times 0.01$  mm.

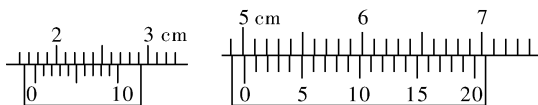
螺旋测微器读数时应注意的问题

① 固定刻度上表示半毫米的刻度线是否已经露出.

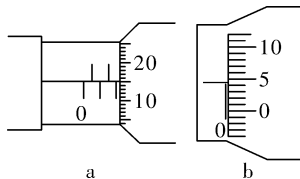
② 可动刻度的旋钮要估读, 估读到 0.001 mm.

**变式训练 1** (1) 如图甲所示的是两把游标卡尺, 它们的游标尺从左至右分别为 10 个等分刻度 (总长 9 mm)、20 个等分刻度 (总长 19 mm), 它们的读数依次为 \_\_\_\_\_ mm, \_\_\_\_\_ mm.

(2) 使用螺旋测微器测量两根金属丝的直径, 示数如图乙所示, 则  $a$ 、 $b$  金属丝的直径分别为 \_\_\_\_\_ mm, \_\_\_\_\_ mm.



甲



a

b

乙

**变式训练 2** (2018 · 全国 I 卷) 如图 (a), 一弹簧上端固定在支架顶端, 下端悬挂一托盘: 一标尺由游标和主尺构成, 主尺竖直固定在弹簧左边; 托盘上方固定有一能与游标刻度线准确对齐的装置, 简化为图中的指针. 现要测量图 (a) 中弹簧的劲度系数, 当托盘内没有砝码时, 移动游标, 使其零刻度线对准指针, 此时标尺读数为 1.950 cm; 当托盘内放有质量为 0.100 kg 的砝码时, 移动游标, 再次使其零刻度线对准指针, 标尺示数如图 (b) 所示, 其读数为 \_\_\_\_\_ cm. 当地的重力加速度大小为  $9.80 \text{ m/s}^2$ , 此弹簧的劲度系数为 \_\_\_\_\_ N/m (保留 3 位有效数字).

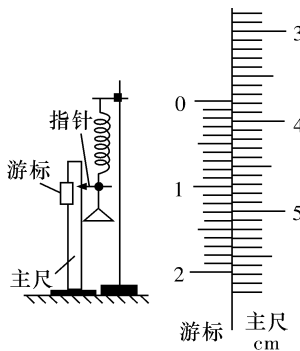
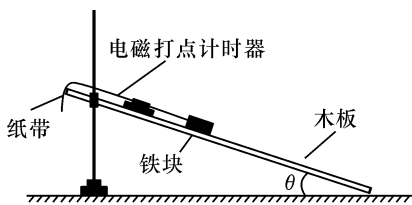


图 (a)

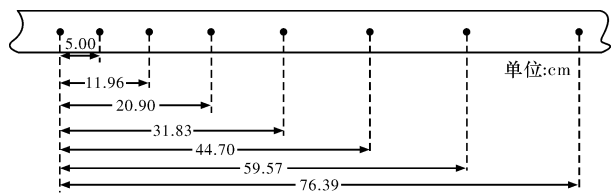
图 (b)

### 考点二 纸带类实验

**例 2** (2019 · 全国卷 II) 如图 (a), 某同学设计了测量铁块与木板间动摩擦因数的实验. 所用器材有: 铁架台、长木板、铁块、米尺、电磁打点计时器、频率 50 Hz 的交流电源、纸带等. 回答下列问题:



图(a)



图(b)

(1)铁块与木板间动摩擦因数  $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$  (用木板与水平面的夹角  $\theta$ 、重力加速度  $g$  和铁块下滑的加速度  $a$  表示)

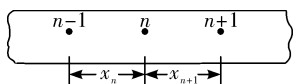
(2)某次实验时,调整木板与水平面的夹角  $\theta = 30^\circ$ . 接通电源, 开启打点计时器, 释放铁块, 铁块从静止开始沿木板滑下. 多次重复后选择点迹清晰的一条纸带, 如图(b)所示. 图中的点为计数点(每两个相邻的计数点间还有 4 个点未画出). 重力加速度为  $9.8 \text{ m/s}^2$ . 可以计算出铁块与木板间的动摩擦因数为  $\underline{\hspace{2cm}}$  (结果保留 2 位小数).

**【方法总结】**1. 纸带常有以下三大应用

(1)由纸带确定时间

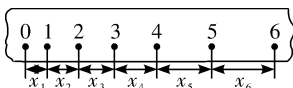
要区别打点计时器打出的点与人为选取的计数点之间的区别与联系, 为了便于测量和计算, 一般每五个点取一个计数点, 这样时间间隔为  $\Delta t = 0.02 \times 5 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$ .

(2)求解瞬时速度



利用做匀变速直线运动的物体在一段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度. 如图所示, 打  $n$  点时的瞬时速度  $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$ .

(3)求解加速度



①逐差法: 如图所示,  $a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{(3T)^2}$

②图象法:

a. 由  $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$ , 求出相应点的速度.

b. 确定各计数点的坐标值  $(v_1, T)$ 、 $(v_2, 2T)$ 、 $\dots$   $(v_n, nT)$ .

c. 画出  $v-t$  图象, 图线的斜率为物体做匀变速直线运动的加速度.

2. 纸带涉及常考实验

纸带类问题是力学实验中出现频率最高的内容, 多以课本实验为蓝本进行升级变形, 从整体角度看, 力学中的四个打点描迹类实验都存在共性, 因此在某种程度上可以做到“一个装置多种用途”的效果.

实验名称	原理公式	利用纸带测量的物理量
研究匀变速直线运动	$v_{\frac{t}{2}} = \bar{v}$ $x_m - x_n = (m-n)aT^2$	瞬时速度和加速度
验证牛顿运动定律	$F=ma$	加速度
验证机械能守恒定律	$mgh = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$	瞬时速度和下落的高度
探究动能定理	$W = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$	功和瞬时速度

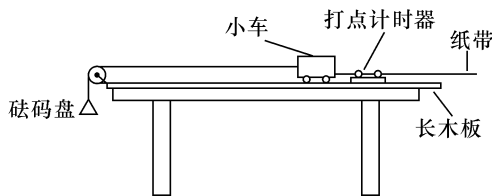
利用纸带还可以测量动摩擦因数、验证动量守恒定律等.

3. 光电计时器代替打点计时器测瞬时速度和加速度

①测瞬时速度: 把遮光条(宽度为  $d$ )在时间  $\Delta t$  内通过光电门的平均速度看做物体经过光电门的瞬时速度, 即  $v = \frac{d}{\Delta t}$ .

②求加速度: 若两个光电门之间的距离为  $L$ , 则利用速度与位移的关系式求加速度, 即  $a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2L}$ .

**变式训练 3** (2019·江苏卷)某兴趣小组用如图所示的装置验证动能定理.



(1)有两种工作频率均为 50 Hz 的打点计时器供实验选用:

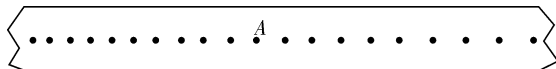
A. 电磁打点计时器

B. 电火花打点计时器

为使纸带在运动时受到的阻力较小, 应选择  $\underline{\hspace{1cm}}$  (选填“A”或“B”);

(2)保持长木板水平, 将纸带固定在小车后端, 纸带穿过打点计时器的限位孔. 实验中, 为消除摩擦力的影响, 在砝码盘中慢慢加入沙子, 直到小车开始运动. 同学甲认为此时摩擦力的影响已得到消除. 同学乙认为还应从盘中取出适量沙子, 直至轻推小车观察到小车做匀速运动. 看法正确的同学是  $\underline{\hspace{1cm}}$  (选填“甲”或“乙”);

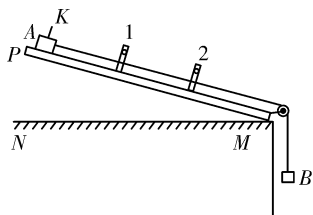
(3)消除摩擦力的影响后, 在砝码盘中加入砝码. 接通打点计时器电源, 松开小车, 小车运动; 纸带被打出一系列点, 其中的一段如图所示. 图中纸带按实际尺寸画出, 纸带上 A 点的速度  $v_A = \underline{\hspace{1cm}} \text{ m/s}$ ;



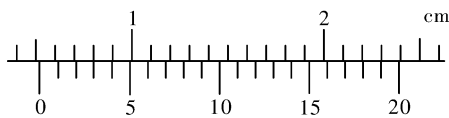
(4)测出小车的质量为  $M$ , 再测出纸带上起点到 A 点的距离为  $L$ . 小车动能的变化量可用  $\Delta E_k = \frac{1}{2} M v_A^2$  算出. 砝码盘中砝码的质量为  $m$ , 重力加速度为  $g$ ; 实验中, 小车的质量

应\_\_\_\_\_ (选填“远大于”“远小于”或“接近”)砝码、砝码盘和沙子的总质量,小车所受合力做的功可用  $W = mgL$  算出,多次测量,若  $W$  与  $\Delta E_k$  均基本相等则验证了动能定理.

**变式训练 4** 光电计时器是一种研究物体运动情况的常见计时仪器,每个光电门都由光发射和接收装置组成.当有物体从光电门中间通过时,与之相连的计时器就可以显示物体的挡光时间.如图甲所示,图甲中  $NM$  是水平桌面、 $PM$  是一端带有滑轮的长木板,1、2 是固定在木板上相距为  $L$  的两个光电门(与之连接的计时器没有画出),滑块  $A$  上固定着用于挡光的窄片  $K$ ,让滑块  $A$  在重物  $B$  的牵引下从木板的顶端滑下,计时器分别显示窄片  $K$  通过光电门 1 和光电门 2 的挡光时间分别为  $t_1$  和  $t_2$ ;



图甲



图乙

(1)用游标卡尺测量窄片  $K$  的宽度(如图乙)  $d =$  \_\_\_\_\_ m(已知  $L \gg d$ );

(2)用刻度尺测量两光电门的间距为  $L$ ,则滑块的加速度表达式为  $a =$  \_\_\_\_\_ (用字母表示);

(3)利用该装置还可以完成的实验有:\_\_\_\_\_.

- A. 验证牛顿第二定律
- B. 验证  $A$ 、 $B$  组成的系统机械能守恒
- C. 测定滑块与木板之间的动摩擦因数
- D. 只有木板光滑,才可以验证牛顿第二定律
- E. 只有木板光滑,才可以验证  $A$ 、 $B$  组成的系统机械能守恒

**温馨提示:** 请完成限时训练(十八)P149

**>> 考点突破**

**考点三 弹簧、橡皮条类实验**

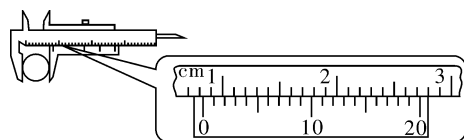
**例 3** 如图所示为横跨南通与苏州常熟的苏通大桥,其中由主桥、专用航道和南北引桥组成的跨江大桥长约 8 200 m,在世界桥梁建设史上创造出最大主跨、最长拉索、最大群桩基础、最高塔桥四项新纪录.大桥主跨 1 088 m,位居世界第一.某校研究性学习小组的同学们很想知道每根长 50 m、横截面积为  $400 \text{ cm}^2$  的新悬索能承受的最大拉力.由于悬索很长,抗断拉力又很大,直接测量很困难,于是同学们取来了同种材料制成的样品进行实验探究.由胡克定律可知,在弹性限度内,弹簧的弹力  $F$  与形变量  $x$  成正比,其比例系数与



弹簧的长度、横截面积及材料有关,因而同学们猜想,悬索可能也遵循类似的规律.

(1)同学们准备像做“探究弹力与弹簧伸长的关系”实验一样,先将样品竖直悬挂,再在其下端挂上不同重量的重物来完成本实验,但有同学说悬索的重力是不可忽略的,为了避免悬索所受重力对实验的影响,你认为可行的措施是\_\_\_\_\_.

(2)同学们用游标卡尺测量样品的直径来测定其横截面积,某次测量的结果如图所示,则该样品的直径为 \_\_\_\_\_ cm.



(3)同学们经过充分的讨论,不断完善实验方案,最后测得实验数据如下表:

样品	长度/m	拉力/N				
		伸长量/cm	200	400	600	800
A	1	0.50	0.02	0.04	0.06	0.08
B	2	0.50	0.08	0.16	0.24	0.32
C	1	1.00	0.01	0.02	0.03	0.04
D	3	0.50	0.18	0.36	0.54	0.72
E	1	0.25	0.04	0.08	0.12	0.16

①分析样品  $C$  的数据可知,其所受拉力  $F$  (单位: N) 与伸长量  $x$  (单位: m) 所遵循的函数关系式是\_\_\_\_\_.

②对比各样品的实验数据可知,悬索受到的拉力与悬索的伸长量成正比,其比例系数与悬索长度的 \_\_\_\_\_ 成正比、与悬索的横截面积的大小成\_\_\_\_\_.

**【方法总结】** 在实验“探究弹簧弹力和弹簧伸长的关系”中数据处理的方法有:

(1)图象法:根据测量数据,在建好直角坐标系的坐标纸上描点,以弹簧的弹力  $F$  为纵轴,弹簧的伸长量  $x$  为横轴,根据描点的情况,作出一条经过原点的直线.

(2)列表法:将实验数据填入表中,研究测量的数据,可发现在实验误差允许的范围内,弹力与弹簧伸长量的比值是一常数.

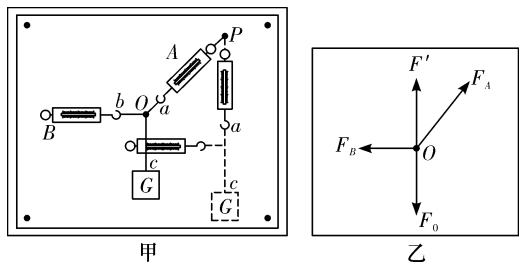
(3)函数法:根据实验数据,找出弹力与弹簧伸长量的函数关系.

**例 4** 图甲是“验证力的平行四边形定则”的实验装置,请完成实验操作与记录.

(1)将弹簧测力计  $A$  挂于固定点  $P$ ,下端用细线  $ac$  挂一重物  $G$ ,如图中虚线所示,记录测力计  $A$  的读数  $F_0$ .

(2)用弹簧测力计  $B$  的挂钩拉另一细线的  $b$  端,该细线的另一端系在细线  $ac$  上的  $O$  点处,手持测力计  $B$  保持水平方向缓慢向左拉,到达如图所示位置,记录  $O$  点的位置、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和细线  $Oc$  的方向.

(3)某同学已作出  $F_A$ 、 $F_B$  和合力实验值  $F'$  的图示,请在图乙中作出合力理论值  $F$  的图示,比较  $F'$  和  $F$  的大小和方向,可以得出结论:互成角度的\_\_\_\_\_遵循平行四边形定则.



**【方法总结】**验证力的平行四边形定则要注意:

(1)实验原理:使一个力作用效果跟两个力共同作用效果相同.

(2)操作关键:①记下每次各力的大小和方向;②画力的图示时应选择适当的标度.

### 考点四 力学创新实验

**例5** 小李同学尝试用电压表量度弹簧的拉力.他设计了如图1所示的实验装置,其中MN是一条长20 cm、电阻为20  $\Omega$ 的均匀电阻丝.电阻不计的金属弹簧下端与滑动接触头P相连,上端连有接线柱.将电阻丝固定在竖直位置,当弹簧被拉长时,P可沿MN自由地滑动.直流电源的电动势为4.5 V,内阻可忽略.将电阻箱的阻值设定为40  $\Omega$ ,当拉力为零时,P刚好触及到电阻丝的端点M,此时让接入的电压表读数为零.

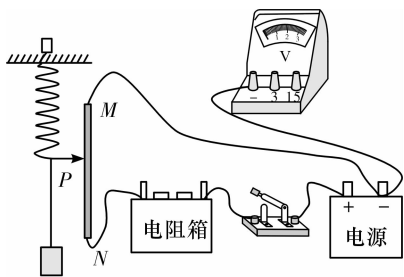


图1

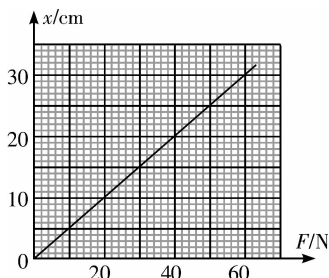


图2

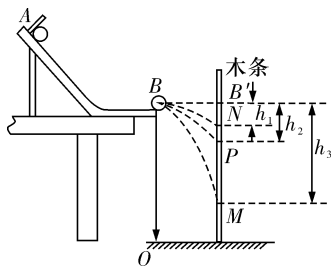
(1)为达到实验目的,请你帮他完成实物连线图(导线要接在接线柱上);

(2)当P触及到端点N时,电压表的读数为\_\_\_\_\_V;

(3)已知该弹簧的伸长量  $x$  与拉力  $F$  关系图线如图2所示,则弹簧拉力  $F$  与电压表读数  $U$  的关系式为\_\_\_\_\_.

**【方法总结】**创新设计实验通常可分为两类:第一类为通过实验和实验数据的分析得出物理规律;第二类为给出实验规律,让你选择实验仪器,设计实验步骤,并进行数据处理.第一类必须在实验数据上下工夫,根据数据特点,掌握物理量间的关系,得出实验规律;第二类必须从已知规律入手,正确选择测量的物理量,根据问题联想相关的实验模型,确定实验原理,选择仪器设计实验步骤、记录实验数据并进行数据处理.

**变式训练5** 某同学利用如下实验装置研究物体  $m_1$  和  $m_2$  碰撞过程中的守恒量.实验步骤如下:



①如图所示,将白纸、复写纸固定在竖直放置的木条上,用来记录实验中球  $m_1$ 、球  $m_2$  与木条的撞击点;

②将木条竖直立在轨道末端右侧并与轨道接触,让入射球  $m_1$  从斜轨上A点由静止释放,撞击点为  $B'$ ;

③将木条平移到图中所示位置,入射球  $m_1$  从斜轨上A点由静止释放,确定撞击点;

④球  $m_2$  静止放置在水平槽的末端后,将入射球  $m_1$  从斜轨上A点由静止释放,两球相撞,确定球  $m_1$  和球  $m_2$  相撞后的撞击点;

⑤测得  $B'$  与  $N$ 、 $P$ 、 $M$  各点的高度差分别为  $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$ .

根据该同学的实验,回答下列问题:

(1)两小球的质量关系为  $m_1$  \_\_\_\_\_ (填“>”“=”或“<”)  $m_2$ .

(2)木条平移后,在不放小球  $m_2$  时,小球  $m_1$  从斜轨顶端A处由静止开始释放,  $m_1$  的落点在图中的\_\_\_\_\_点,把小球  $m_2$  放在斜轨末端边缘B处,小球  $m_1$  从斜槽顶端A处由静止开始滚下,使它们发生碰撞,碰后小球  $m_1$  的落点在图中的\_\_\_\_\_点.

(3)若再利用天平测量出两小球的质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ , 则满足\_\_\_\_\_关系式时,表示两小球碰撞前后动量守恒;若满足\_\_\_\_\_关系式时,表示两小球碰撞前后的机械能守恒.

**温馨提示:**请完成限时训练(十九)P152