

学生

XUESHENG

实验报告册

高中物理第一册 (下) (必修)

鲁玉星 主编

XUESHENG

SHIYAN

BAOGAOCE



辽海出版社

实验报告册

学生实验报告册

高中物理第一册（下）

（必修）

主 编 鲁玉星

副主编 张建新

编 者 鲁玉星 张建新 王承贵

佟守敏 杜 江

辽海出版社

2002年·沈阳

版权所有，翻印必究

学生实验报告册

(下) 册一第野中高中

(新编)

主编 王 强

副主编 王 强

责任编辑 王 强

封面设计 王 强

学生实验报告册

高中物理第一册（下）

责任编辑：周广东

封面设计：李 云

责任校对：金丹艳

出版者：辽海出版社

地址：沈阳市和平区十一纬路 25 号

邮编：110003

电话：024—23284478

<http://www.lhph.com.cn>

印刷者：沈阳七二二二工厂

发 行 者：辽宁省新华书店

幅面尺寸：184mm × 260mm

印 张：2.5

字 数：40 千字

出版时间：2002 年 12 月第 1 版

印刷时间：2002 年 12 月第 1 次印刷

印 数：1—168,669

定 价：2.02 元

ISBN 7-80669-459-5/G·278

目 录

实验一 验证动量守恒定律	1
实验二 验证机械能守恒定律	5
实验三 探索弹力和弹簧伸长的关系	10
实验四 用单摆测定重力加速度	14
*实验五 用气垫导轨验证动量守恒定律	18
实践活动 弹簧组的等效劲度系数	24
附录 选做实验习题	26
实验一 验证动量守恒定律	26
实验二 验证机械能守恒定律	28
实验三 探索弹力和弹簧伸长的关系	30
实验四 用单摆测定重力加速度	32
参考答案	34

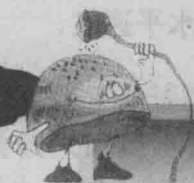
本实验的原理如图 1—1 所示, 所研究的过程是两个不同质量的小球发生水平正碰, “水平”和“正碰”是做好实验的前提条件。



图 1-1

入射球碰前和两球碰后, 均做平抛运动, 这就能利用平抛运动测定两球速度的方法, 即以它们做平抛运动的水平位移代表相应变化的速度。因为两球做平抛运动的起始高度相同, 故落地时间相同, 平抛运动的水平位移就与速度成正比。这样, 如果

实验一



验证动量守恒定律

实验预习

1. 质量为 m ，运动速度为 v 的物体，其动量为 $p =$ _____，动量的单位为 _____。
2. 动量是 _____，它的方向与 _____ 的方向相同。在同一条直线上运动的物体做动量运算时，要注意选取动量的正方向，物体的 _____ 方向与这个正方向相同，动量为 _____，物体的运动方向与这个正方向相反，动量为 _____。
3. 一个系统 _____ 或者 _____，这个系统的总动量 _____，这就是动量守恒定律。
4. 两物体在光滑的水平面上相对运动，碰撞后两物体都静止，则碰撞前 _____ ()
 - A. 动量大小一定相等
 - B. 动能一定相等
 - C. 质量一定相等
 - D. 速度一定相等
5. 系统的动量守恒，则 _____ ()
 - A. 系统内的物体间不存在摩擦力
 - B. 系统所受合外力为零
 - C. 系统的机械能守恒
 - D. 系统内的各个力一定不做功

注意事项

本实验的原理如图 1—1 所示，所研究的过程是两个不同质量的小球发生水平正碰，“水平”和“正碰”是做好实验的前提条件。

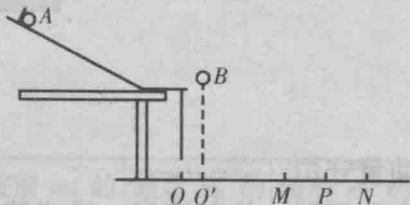


图 1—1

入射球碰前和两球碰后，均做平抛运动，这就给本实验提供了测定两球速度的方法，即以它们做平抛运动的水平位移代表相应的速度，因为两球做平抛运动的起始高度相同，故落地时间相同，平抛运动的水平分运动又是匀速运动，这样，如果



取下落高度所用时间为单位时间，则水平位移可代表水平速度。

实验中应注意如下几点：

1. 入射球滑行的斜槽的末端必须水平，检验的方法是将小球放在水平轨道上任何位置，看其能否都保持静止状态。
2. 调节小支柱高度应使入射小球和被碰小球球心处于同一水平高度，调节小支柱与槽口间距离使其等于小球直径。
3. 入射球的质量应大于被碰小球的质量。
4. 入射球每次都必须从斜槽上同一位置由静止开始滚下，方法是在斜槽上的适当高度处固定一挡板，小球靠着挡板后放手释放小球。
5. 实验过程中，实验桌、斜槽、记录的白纸的位置要始终保持不变。
6. 入射小球飞出的水平距离应从斜槽的末端点在纸上的垂直投影点 O 算起，而被碰小球的水平距离应从它的球心在纸上垂直投影点 O' 算起，采取的方法可用重锤线先定位 O 点，然后在水平线 ON 上取 $OO' = 2r$ (r 为小球半径)。
7. 小球着地的地面要平坦，否则应在白纸下垫平木板或塑料板，这样才能使小球打出的点清晰且痕迹小。
8. 计算式中相同的量应取相同的单位。
9. 下列一些原因可能使实验产生误差：
 - (1) 被碰小球的支柱质量尽管很小，但在两球碰撞时还是带走了一些动量。
 - (2) 若两球不能正碰，则误差较大。
 - (3) 斜槽末端若不水平，则得不到准确的平抛运动而造成误差。
 - (4) O 、 O' 、 P 、 M 、 N 各点定位不正确带来误差。
 - (5) 测量和作图有偏差。
 - (6) 仪器和实验的重复性不好，使得每次做实验时不是统一标准。

实 验 报 告

实验日期：____年____月____日

同组人：_____

实验目的

1. 验证小球碰撞前后动量守恒；
2. 学会调整使用碰撞实验仪器，使其满足一维碰撞条件。

实验器材



实验原理

利用图 1—2 的装置验证碰撞中的动量守恒，让一个质量较大的球从斜槽上滚下来，跟放在斜槽末端小支柱上的另一个较小的球发生碰撞，两球均做平抛运动。由于下落高度相同，则飞行时间相等，我们可以用它们平抛射程的大小代替其速度。小球的质量可以测出，速度也可间接地知道，如果满足动量守恒式 $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ ，则动量守恒定律得到验证。

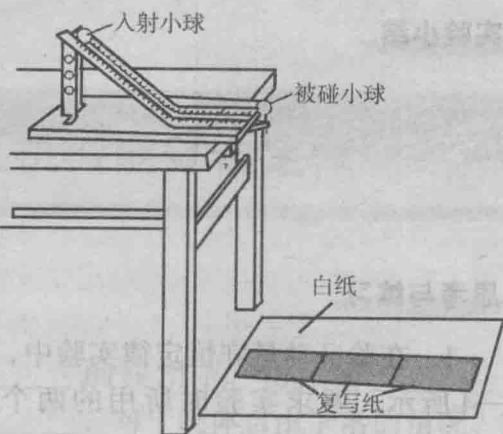


图 1—2

实验中具体操作如图 1—3 所示， P 为小球 m_1 未经碰撞时平抛运动的落点， M 、 N 分别是小球 m_1 、 m_2 碰撞后平抛运动的落点，因它们的下落高度相同，飞行时间相等，它们飞行的距离 $s = vt$ 与小球开始做平抛运动时的水平速度 v 成正比。

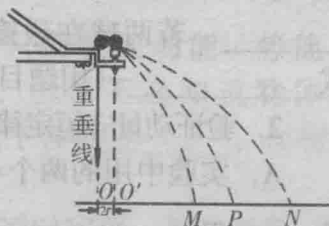


图 1—3

设小球下落的时间为 t ，则有：

$$OP = v_1 t \quad (1)$$

$$OM = v_1' t \quad (2)$$

$$O'N = v_2' t \quad (3)$$

将 v_1 、 v_1' 、 v_2' 代入 $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ 式中，消去 t 可得：

$$m_1 OP = m_1 OM + m_2 O'N \quad (4)$$

即：如果实验测得 m_1 、 m_2 ， OP 、 OM 、 $O'N$ 满足 (4) 式，就是验证了动量守恒定律。

实验步骤

表

次数	入射小球的质量 m_1/g	被碰小球的质量 m_2/g	碰前 m_1 的水平射程 OP/cm	碰后 m_1 的水平射程 OM/cm	碰后 m_2 的水平射程 $O'N/cm$	m_1 与 m_2 碰前的动量 $m_1(OP)$	m_1 与 m_2 碰后的动量 $m_1(OM) + m_2(O'N)$
1							
2							

实验小结

思考与练习

1. 在验证动量守恒定律实验中，实验装置如图 1—4 所示，要求实验时所用的两个小球的半径 r _____，入射球的质量 m_1 _____ 被碰球的质量 m_2 。在实验中需要使用的测量工具有 _____。若两球在碰撞中动量守恒，则满足关系式 _____（用题目和图中量表示）。

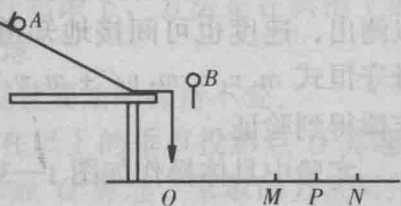


图 1—4

2. 验证动量守恒定律实验示意图如图 1—1 所示。

A. 实验中用的两个小球 A 的质量为 m_1 、B 的质量为 m_2 ，它们的质量关系是 m_1 _____ m_2 。

B. 实验前需要调节：(1) 斜槽固定在桌边，应使槽的末端点的 _____；(2) 使两个小球相碰时处于 _____ 高度，碰撞前后的速度的方向 _____。

C. 做平抛运动的小球落到地面时，只要 _____ 相同，它们飞行的 _____ 就相同。如果用小球 _____ 作时间单位，小球在某方向上水平飞行的距离在数值上就等于 _____。

D. 示意图中，(1) 线段 OP 是 _____；它在数值上等于 _____；(2) 线段 OM 是 _____，它在数值上等于 _____；(3) 线段 $O'N$ 是 _____，它在数值上等于 _____。

E. 实验中需要测量的数据有 _____，它们之间的关系为 _____。

3. 在验证动量守恒定律实验里，两半径相同的小球质量比 $m_A : m_B = 3 : 8$ ，实验记录纸上各点 (O 、 O' 、 M 、 P 、 N) 位置如图 1—5，其中 O 点为斜槽末端所系重锤线指的位置，那么 A、B 两球中，_____ 球是入射球；两小球半径均为 _____ cm；碰撞结束时刻，两球的动量之比 $PA : PB =$ _____。

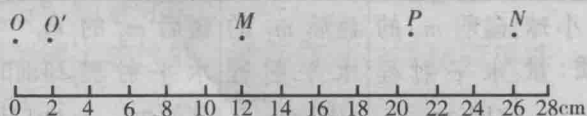
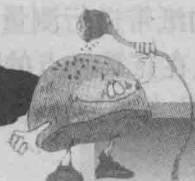


图 1—5



实验二



验证机械能守恒定律

实验预习

1. 机械能守恒定律的内容是：在_____的作用下，物体的_____和_____可以相互转化，但机械能的总量_____。对于物体自由下落的情况，只有在_____情况下，物体_____的减少等于物体_____的增加，物体机械能守恒。

2. 由于实验只是要验证机械能是否守恒，所以只需验证动能、势能的大小是否相等，不必知道具体变化了多少，所以不必知道物体的_____，但物体的_____应尽量大些，以使重力远大于各种_____，使物体的运动更接近于_____运动。

3. 如下一些物理量：质量、下落高度、下落时间、瞬时速度、平均速度、重力加速度、动能、重力势能、动能变化量、重力势能变化量等，与利用物体自由下落验证机械能守恒定律的实验中有关的物理量有：_____，其中固定的物理量是：_____，需要测量的物理量是：_____，需要计算的物理量是：_____。

4. 打点计时器使用的是工作电压为_____的_____电源，纸带上任意相邻两点的的时间间隔是_____，选择第一点与第二点之间的距离接近 2mm 的纸带来分析，是因为自由落体在开始_____时间内的_____接近 2mm。

5. 一物体做匀加速直线运动，先后经过 A、B、C 三点，且经过 AB、BC 距离时所用时间都等于 t ，如何求出物体在 B 点时的瞬时速度？

注意事项

1. 由于验证机械能是否守恒，只需验证动能、重力势能的变化量大小是否相等，不必知道变化了多少，所以不必知道物体的质量；但物体的质量应尽可能大些，以保证重力远大于各种阻力，减小系统误差。

2. 实验成功的关键是要把打点计时器竖直地架稳、放正。架稳就是要牢固稳定，重物下落时不发生振动；放正就是使限位孔上下和纸带平行，使纸带移动过程中不与限位孔两侧接触，以保证纸带下落时不受摩擦阻力。

3. 手提纸带上端时不要悬空，最好用手按在墙上；释放纸带的同时，启动打点计时器，这样可以保证物体下落的初速度为零，并且纸带上打出的第一个点是清晰的一个小点。

4. 要挑选第一点与第二点之间的距离接近 2mm 的纸带进行测量分析. 因为自由落体在开始的 0.02s 内的位移近似 2mm, 这表明纸带是在打第一点的瞬间开始下落.

5. 为了减小测量 h 值的相对误差, 选取的各计数点要离起始点远些, 纸带也不宜过长, 约 40cm 即可.

6. 本实验下落物体的速度, 是用 $v = gt$ 算出的, 这是没有阻力情况下的理想值. 下落高度是从纸带上测得的, 是有各种阻力存在情况下的实际值, 它小于下落高度的真实值. 所以, 本实验的系统误差可导致重力势能的减小量略小于动能的增加量.

7. 如果纸带上第 1、2 点间距离不尽如人意, 我们也可以选取其它的点, 求出物体实际的速度, 测出物体实际的下落高度来验证, 如图 2—1 所示. 根据匀变速直线运动规律, 某段时间内的平均速度等于该段时间中点时刻的瞬时速度, 可求出打第 3 点和第 9 点时的速度 $v_3 = d_1/4T$, $v_9 = d_2/4T$, 测出 3 到 9 点间距离 h , 验证 $v_9^2/2 - v_3^2/2 = gh$.

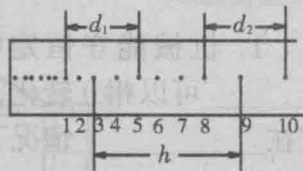


图 2—1

实验报告

实验日期: ____年 ____月 ____日

同组人: _____

实验目的

1. 加深对机械能守恒定律的理解, 学习验证其成立的方法;
2. 进一步熟练掌握打点计时器的使用方法;
3. 进一步掌握用求匀变速直线运动中间时刻速度的方法解决实际问题.

实验器材

实验原理

做自由落体运动的物体, 在下落过程中, 如果忽略空气阻力, 物体重力势能的减少等于物体动能的增加, 即物体的机械能守恒. 实验中用打点计时器记录下落物体的运动情况, 通过实验纸带记录点的分析, 测出物体下落的高度, 用“求某段位移上平均速度等于中间时刻的即时速度”求出物体的速度变化, 验证 $\frac{v^2}{2} = gh$, 即

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh, \Delta E_K = \Delta E_P.$$



实验步骤

实验数据记录

计数点 n	t/s	$h/10^{-2}m$	$v/m \cdot s^{-1}$	$\frac{\Delta E_k}{m}/10^{-1}m^2 \cdot s^{-2}$	$\frac{\Delta E_p}{m}/10^{-1}m^2 \cdot s^{-2}$

实验小结

思考与练习

1. 在利用自由下落的物体验证机械能守恒定律的实验中，对于物理量：下落物体的质量、下落高度、下落时间、瞬时速度、 ΔE_k 、 ΔE_p ，需要直接测量的是下落高度、下落时间；不需要测量的是下落物体的质量；需要间接测量的是瞬时速度。
2. 在验证机械能守恒定律的实验中，除需使用铁架台、夹子、学生电源、打点计时器和纸带外，实验台上还有：秒表、刻度尺、天平、重锤。对于这些仪器，



实验中还需选用的是_____。

3. 在“验证机械能守恒定律”的实验中，下列操作错误的是（ ）

- A. 要把打点计时器竖直地架稳
- B. 先释放重物，然后接通电源
- C. 打完一条纸带后，立即切断电源
- D. 每打完一条纸带后，要移动复写纸的位置

4. 在做“验证机械能守恒定律”的实验时，有如下操作步骤：

①固定好打点计时器，将连有重物的纸带穿过限位孔，用手提住，让手尽量靠近打点计时器；

②松开纸带，接通电源，开始打点并重复几次；

③取下纸带，挑选开始各点较清晰的纸带，记下起始点 O ，在靠 O 点尽可能近处选择 5 个连续的计数点，计算出时间 t ，用公式 $v_n = gt_n$ 求速度；

④测出各计数点到 O 点的距离，求出下落高度；

⑤用天平称出物体的质量，根据 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ，验证机械能守恒定律成立。

在上述的步骤中，不需要的是_____，错误的是_____。

5. 在“验证机械能守恒定律”实验中，打点计时器的放置要求是_____

_____，开始打点记录时，应先_____，然后_____，让它带着纸带_____；如果以 h 为横坐标， $\frac{v^2}{2}$ 为纵坐标，根据实验数据得出的 $\frac{v^2}{2} - h$ 图线应该是_____，图线的斜率等于_____。

6. 在“验证机械能守恒定律”的实验中，给出了下列操作：

- A. 用刻度尺测出选定的 0 到 1、2、3……点之间的距离，查出当地的 g 值；
- B. 在支架上竖直架稳打点计时器；
- C. 测出重锤的质量；
- D. 算出各对应点的动能和势能，并通过比较得出结论；
- E. 用手提着纸带，使重物静止在靠近打点计时器的地方；
- F. 把电池接到打点计时器的接线柱上；
- G. 将 50Hz 低压电源接到打点计时器的接线柱上；
- H. 接通电源再松开纸带。

请你选出其中正确的操作步骤，并排出合理的操作顺序：_____。

7. 在利用打点计时器等器材验证自由下落物体的机械能是否守恒时，打点计时器的电源频率是 50Hz，某同学先后打出两条纸带，纸带 I 上第 1、2 两点，第 2、3 两点，第 3、4 两点，第 4、5 两点间的距离依次为：1.9mm、6.0mm、10.0mm、14.0mm；纸带 II 上的第 1、2 两点，第 2、3 两点，第 3、4 两点，第 4、5 两点间的距离依次为：2.5mm、6.0mm、10.0mm、14.0mm。那么，应该选用纸带_____进行测量和计算。

根据你所选用的纸带,利用第2、3两点间的距离和第4、5两点间的距离,可以计算出当地的重力加速度的大小为_____.

在打第3点的瞬时,重物的速度为_____.

为了验证机械能守恒定律,应该计算出打第2、3、4点时物体减少的_____和增加的_____,然后比较它们的数值在允许的_____是否近似相等.

8. 在“验证机械能守恒定律”的实验中,已知打点计时器所用电源的频率为50Hz,查得当地的重力加速度 $g = 9.80\text{m/s}^2$,测得所用重锤的质量为1.00kg,实验中得到的一条点迹清晰的纸带,把第一个点记为O,另选连续的4个点A、B、C、D作为测量的点,如图2—2所示.经测量知道A、B、C、D各点到O点的距离分别为62.99cm,70.18cm,77.76cm,85.73cm.根据以上数据,能否验证该物体下落过程中机械能守恒?如何证明?

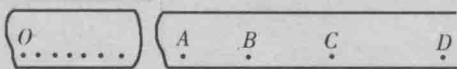
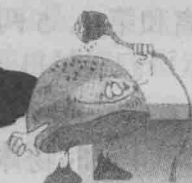


图2—2

9. 在利用重锤自由下落“验证机械能守恒定律”的实验中,在打出纸带并测出第 n 点到第1点的距离后,用公式 $v_n = ngT$ (T 为打点的时间间隔)来计算打第 n 点时重锤的速度,然后计算重锤动能的增加量 ΔE_k 和重锤重力势能的减少量 ΔE_p . 计算结果经常出现 $\Delta E_k > \Delta E_p$, 试分析其中的原因.

实验三



探索弹力和弹簧伸长的关系

实验预习

1. 什么叫做物体的形变?
2. 什么叫做弹性限度?
3. 什么叫做弹力? 弹力的产生跟什么因素有关?
4. 什么是拉伸(或压缩)形变? 拉伸(或压缩)形变与弹力有何关系?
5. 一根弹簧原长 10cm, 受 5N 拉力时伸长到 13cm, 它的伸长是多少? 受 10N 拉力时伸长了 6cm, 它的总长是多少?
6. 什么是正比例函数? 什么是反比例函数? 什么是一次函数? 什么是二次函数?

注意事项

1. 实验要注意可见度, 每加一个钩码, 弹簧要有一定的伸长度; 实验中最后一次挂钩码时, 注意不要超过弹簧的弹性限度.
2. 实验中不能用力猛拉弹簧, 以免将其损坏. 当每次撤去所挂的钩码后, 指针都需回到原零刻度处.
3. 读数时, 视线要经过指针与标尺垂直.
4. 实验用的钩码, 在实验前都要经过检查. 只有选用等质量的钩码, 才能得到预期的实验结果. 这是因为实验室中的钩码, 由于种种原因, 钩码的质量并不精确相等.



5. 弹簧不能拉伸或压缩太久，用毕应随手取下钩码，以免引起弹性疲劳。
6. 实验时，列表做记录，应尽可能多测几组数据。
7. 根据实验数据在坐标纸上描点时，最好以力为纵坐标，以弹簧的伸长为横坐标，坐标轴分度值的选取要考虑到实验数据的充分利用。
8. 描点做曲线（包括直线）时，所画的点不一定正好都在这条曲线上，但要注意使曲线两侧的点数分布大致相同。

实验报告

实验日期：____年____月____日

同组人：_____

实验目的

1. 探索弹力和弹簧伸长的定量关系；
2. 学习应用描点法、函数法描述物理规律。

实验器材

请根据要求回答下列问题：

(1) 用乙弹簧做弹簧测力计，最大测量值是_____。

(2) 在图 3—1 中可用弹簧测力计测量到标上相应的_____。

实验原理

弹簧受到拉力会伸长，平衡时弹簧产生的弹力与外力大小相等，弹簧的伸长越大，弹力也就越大，这是弹力与弹簧伸长的定性描述。本实验是利用悬挂砝码的方法给弹簧施加拉力，用直尺测量弹簧的伸长或总长，探索弹力与弹簧伸长的定量关系。

如图 3—1 所示，把一根附有指针的弹簧挂在支架上，弹簧下端有一个可挂钩码的小钩。另外取一根平直的木板条（贴上方格纸或白纸）附在支架上作为标尺。并用铅笔在木条上记下弹簧不挂钩码时指针的位置，作为零刻度线，此即弹簧处于自然长度的位置。

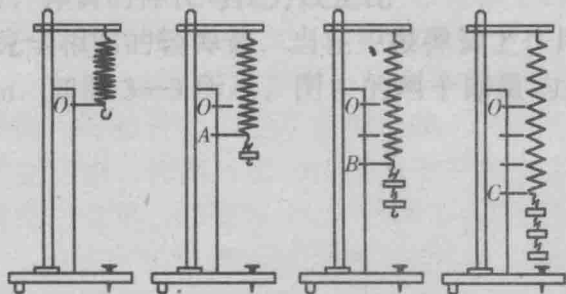


图 3—1

实验时，先把一个钩码轻轻地挂在弹簧下面，用铅笔在木条上画一条横线，记下指针所指的位置 A ，然后，取下所挂钩码，指针恢复到零刻度线上。再取两个钩码，轻轻挂在弹簧下面，同样画一条横线，记下挂两个钩码时指针所指位置 B ，取下钩码，让弹簧复原。照此办法，记下挂三个钩码时指针所指位置 C ……

用刻度尺测量出 OA 、 OB 、 OC ……的实际长度，即不同拉力（即改变钩码个数）下弹簧的伸长，并填入设计好的表格中。根据所测数据在坐标纸上描点，最好以力为纵坐标，弹簧的伸长为横坐标，并做一条平滑曲线。根据所测数据和曲线形状，写出函数式，讨论它的含义。

这个实验还可以通过测量弹簧的原长、施加不同拉力（即改变钩码个数），测弹簧的总长来完成。

实验步骤

参考表格一：

拉力 F/N	0							
指针位置/cm								
伸长 x/cm	0							

参考表格二：

拉力 F/N	0							
总长 L/cm								

根据实验数据描绘坐标曲线：

实验小结

思考与练习

1. 一根原长 10cm 的弹簧, 受到 2N 的拉力, 长度变为 13cm, 若受到 4N 的拉力, 弹簧的长度为_____.

2. 下表是某一弹簧伸长与拉力关系的实验数据 (在弹簧测量范围内), 请按给出的数据把表中的空白填上:

实验次数	拉力/N	弹簧长/cm	伸长/cm
①	2		2
②	4	34	
③		40	
④			5

3. 有甲、乙两根完全相同的弹簧, 用甲弹簧来做实验, 测得弹簧上所挂砝码重与弹簧伸长的数据如下表所示:

砝码重 F/N	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
弹簧伸长 x/cm	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.75	5.0	6.5

请根据要求回答下列问题:

(1) 用乙弹簧做弹簧测力计, 最大测量值是_____.

(2) 在图 3—2 中写出弹簧测力计刻度面板上相应的刻度值.

(3) 为什么只能用乙弹簧来做弹簧测力计, 而不能用甲弹簧来做弹簧测力计?

4. 下列有关弹簧的说法, 正确的是 ()

A. 弹簧越长, 所受的拉力一定越大

B. 弹簧的长度与所受的拉力成正比

C. 只要弹簧不断, 弹簧的伸长就与拉力成正比

D. 在一定范围内, 弹簧的伸长与拉力成正比

5. A、B 是两根完全相同的轻弹簧, 当在一根弹簧上作用 1N 拉力时, 弹簧能伸长 0.5cm. 如图 3—3 所示, 图中的两个球重均是 3N, 则两弹簧的伸长之和是 ()

A. 1.5cm

B. 3cm

C. 4.5cm

D. 6cm



图 3—2



图 3—3