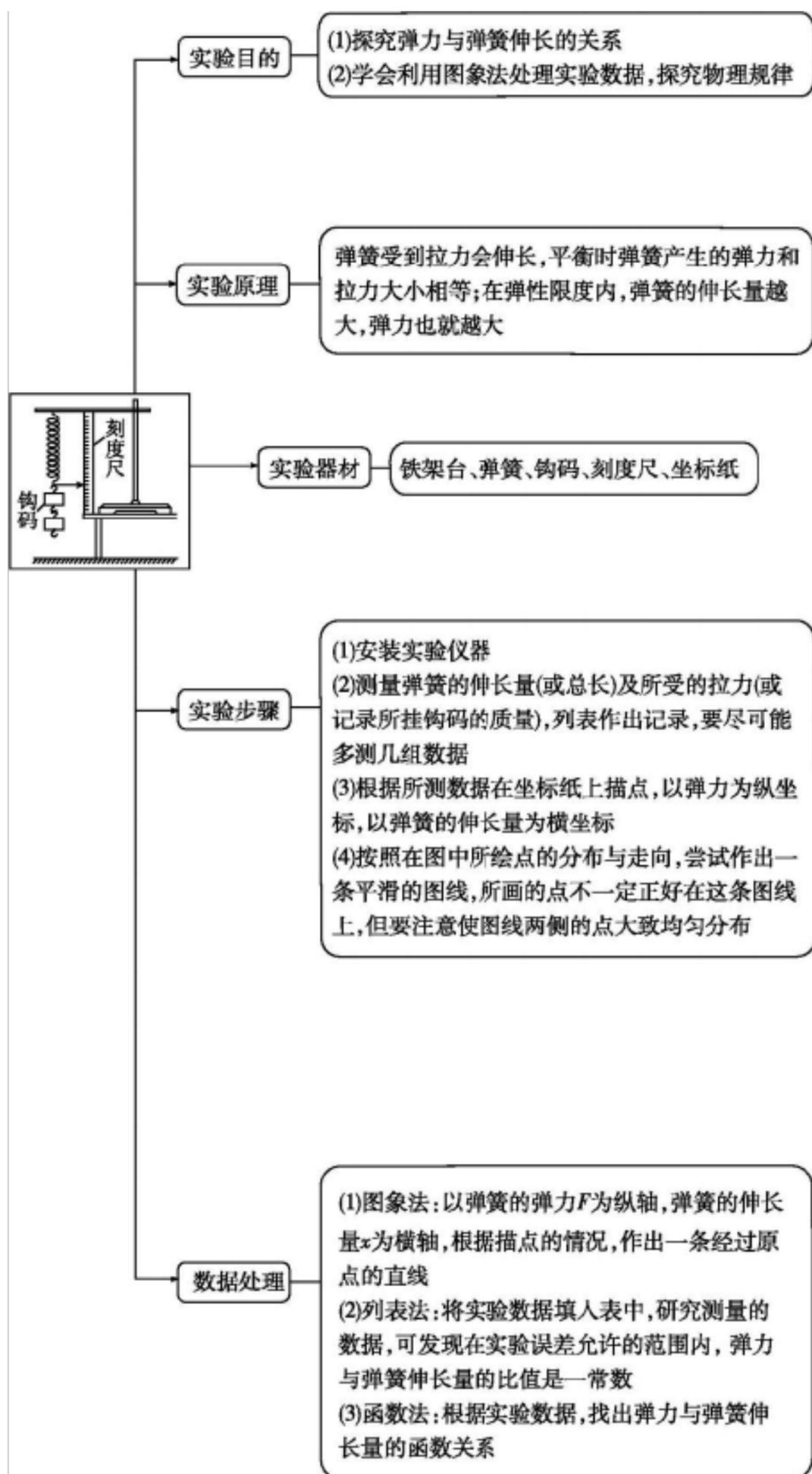


## 实验 02 探究弹力和弹簧伸长的关系

### ★ 知识&记忆

明确考点分布 悟透各类题型



### ● 注意事项

1. 所挂钩码不要过重, 以免弹簧被过分拉伸, 超出它的弹性限度。每次所挂钩码的质量差尽量大一些, 从而使坐标纸上描的点尽可能稀, 这样作出的图线更精确。
2. 测量弹簧的原长时要让它自然下垂。测弹簧长度时, 一定要在弹簧竖直悬挂且处于平衡状态时测量, 以减小误差。
3. 测量有关长度时, 应区别弹簧原长  $l_0$ 、实际总长  $l$  及伸长量  $x$  三者之间的不同, 明确三者之间的关系。
4. 建立平面直角坐标系时, 两轴上单位长度所代表的量大小要适当, 不可过大, 也不可过小。描点画线时, 所描的点不一定都落在同一条曲线上, 但应注意一定要使各点均匀分布在曲线的两侧。描出的线不应是折线, 而应是平滑的曲线。
5. 记录数据时要注意弹力与弹簧伸长量的对应关系及单位。

● 误差分析

1. 系统误差: 钩码标值不准确和弹簧自身重力的影响造成系统误差。
2. 偶然误差

产生原因	减小方法
弹簧拉力大小的不稳定	弹簧一端固定, 另一端通过悬挂钩码来充当对弹簧的拉力, 待稳定后再读数
弹簧长度测量不准	固定刻度尺, 多测几次
描点、作图不准	坐标轴的标度尺量大一些, 描线时让尽可能多的点落在图线上或均匀分布在图线的两侧

 **【典题精讲】**

【典例 1】[常规实验——实验原理及数据处理一] 如图甲所示, 用铁架台、弹簧和多个质量均为  $m$  的钩码探究在弹性限度内弹簧弹力与弹簧伸长量的关系。

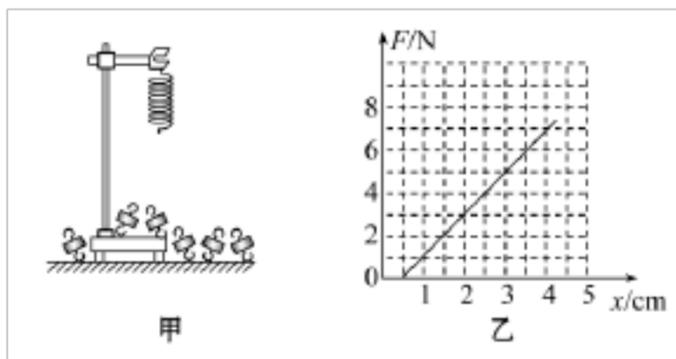
(1) 为完成实验, 还需要的实验器材有:

\_\_\_\_\_。

(2) 实验中需要测量的物理量有:

\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_。



(3) 图乙是弹簧弹力  $F$  与弹簧伸长量  $x$  的  $F-x$  图线，由此可求出弹簧的劲度系数为\_\_\_\_\_  $\text{N/m}$ 。图线不过原点是由于\_\_\_\_\_。

(4) 为完成该实验，设计实验步骤如下：

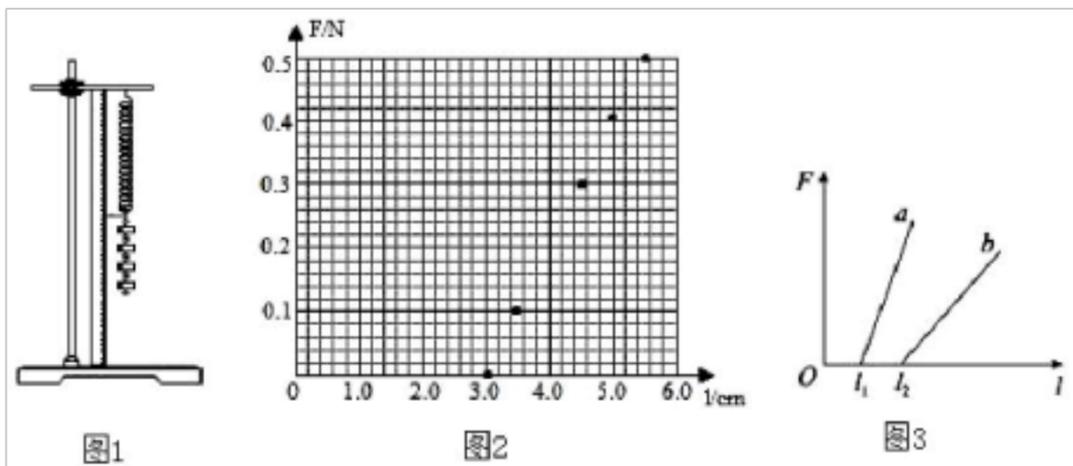
- A. 以弹簧伸长量为横坐标，以弹力为纵坐标，描出各组  $(x, F)$  对应的点，并用直线连接起来，直线穿过尽量多的点，不穿过的点均分在直线两侧；
- B. 记下弹簧不挂钩码时其下端在刻度尺上的刻度  $l_0$ ；
- C. 将铁架台固定于桌子上，并将弹簧的一端系于横梁上，在弹簧附近竖直固定一把刻度尺；
- D. 依次在弹簧下端挂上 1 个、2 个、3 个、4 个、…钩码，并分别记下钩码静止时弹簧下端所对应的刻度，并记录在表格内，然后取下钩码；
- E. 以弹簧伸长量为自变量，写出弹力与伸长量的关系式。首先尝试写成一次函数，如果不行，则考虑二次函数；
- F. 解释函数表达式中常数的物理意义；
- G. 整理仪器。

请将以上步骤按操作的先后顺序排列出来：\_\_\_\_\_。

**【答案】** (1) 刻度尺 (2) 弹簧原长、弹簧所受外力与对应的伸长量(或与弹簧对应的长度) (3) 200 弹簧自重 (4) CBDAEFG

**【解析】** (1) 根据实验原理可知还需要刻度尺来测量弹簧原长和伸长量。(2) 根据实验原理，实验中需要测量的物理量有弹簧的原长、弹簧所受外力与对应的伸长量(或与弹簧对应的长度)。(3) 取图象中  $(0.5, 0)$  和  $(3.5, 6)$  两个点，代入  $F=kx$  可得  $k=200 \text{ N/m}$ ，由于弹簧自重的原因，使得弹簧不加外力时就有形变量。(4) 根据完成实验的合理性可知先后顺序为 CBDAEFG。

**【典例 2】** [常规实验——实验原理及数据处理二] 某同学做“探究弹力和弹簧伸长量的关系”的实验，设计了如图1所示的实验装置，将待测弹簧的一端固定在铁架台上，然后将毫米刻度尺放置在弹簧的一侧，并使弹簧另一端的指针恰好落在刻度尺上。他先测出不挂钩码时弹簧的长度，然后在弹簧下端依次挂1、2、3、4、5个钩码，测出弹簧相应的总长度。每只钩码的质量都是  $10 \text{ g}$ 。实验数据见表。(  $g$  取  $10 \text{ N/kg}$  )



钩码质量 $m/g$	0	10	20	30	40	50
弹簧总长度 $l/cm$	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50
弹力大小 $F/N$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

(1)关于本实验，下列说法不正确的是\_\_\_\_\_。

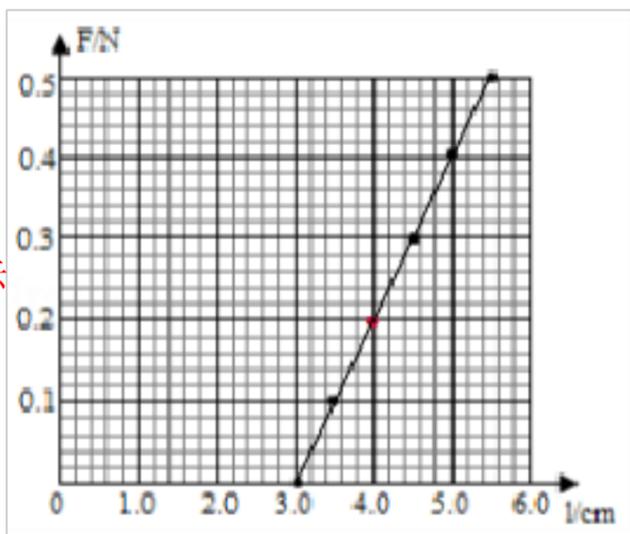
- A.悬吊钩码时，应在钩码静止后再读数
- B.应在弹簧的弹性限度范围内进行测量
- C.在安装刻度尺时，必须使刻度尺保持竖直状态
- D.在测量弹簧原长时，应将弹簧平放在水平桌面上，使其自然伸长，并测出其长度

(2)根据上述实验数据，在图2所在的坐标纸上，作出弹簧弹力大小 $F$ 跟弹簧总长度 $l$ 之间的关系图象。请补充图中缺失的数据点，并作出 $F - l$ 图象。根据图象可以求出该弹簧的劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}} N/m$ 。

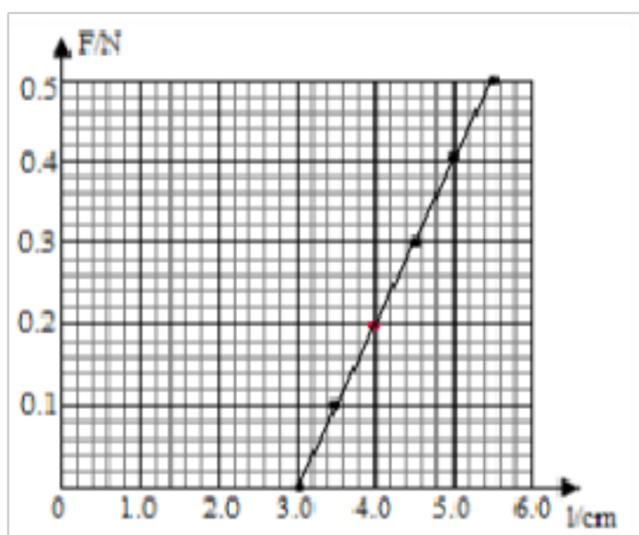
(3)一个实验小组在“探究弹力和弹簧伸长的关系”的实验中，使用两条不同的轻质弹簧 $a$ 和 $b$ ，得到弹力与弹簧长度图象如图3所示。下列表述正确的是\_\_\_\_\_。

- A. $a$ 的原长比 $b$ 的短
- B. $a$ 的劲度系数比 $b$ 的小
- C. $a$ 的劲度系数比 $b$ 的大
- D.测得的弹力与弹簧的长度成正比

【答案】(1)*D*；(2) $F-l$ 图象如图所示；20；(3)*AC*。

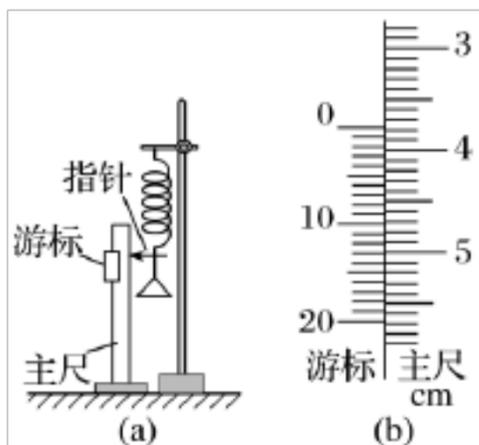


【解析】(1)*A*、为了减少误差准确读数，悬吊钩码时，应在钩码静止后再读数，故*A*正确；*B*、为了保护弹簧，应在弹簧的弹性限度范围内进行测量，故*B*正确；*C*、弹簧竖直悬挂，故在安装刻度尺时，必须使刻度尺保持竖直状态，故*C*正确；*D*、弹簧自身重力会使弹簧伸长，由于实验时弹簧竖直悬挂，为消除弹簧自身重力对弹簧原长测量的影响，应把弹簧竖直悬挂后测原长，不能将弹簧平放在水平桌面上，使其自然伸长，并测出其长度，故*D*错误。本题选不正确的，故选：*D*。(2)根据表中实验数据在坐标系内描出对应点，让尽可能多的点过直线，不能过直线的点对称分布在直线两侧，作出图象如图所示；



由图示 $F-l$ 图象可知，弹簧的劲度系数： $k = \frac{\Delta F}{\Delta l} = \frac{0.4}{(5.0-3.0) \times 10^{-2}} \text{ N/m} = 20 \text{ N/m}$ (3)*A*、当弹簧的弹力为零时，弹簧处于原长，由图3所示图象可知，故*b*的原长大于*a*的原长，故*A*正确；*BC*、斜率代表劲度系数，故*a*的劲度系数大于*b*的劲度系数，故*B*错误，*C*正确；*D*、弹簧的弹力与弹簧的形变量成正比，故*D*错误。选择：*AC*。

【典例 3】[实验创新——实验器材创新]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。



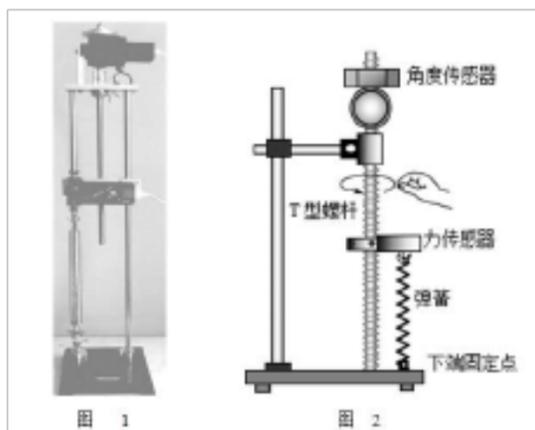
现要测量图(a)中弹簧的劲度系数. 当托盘内没有砝码时, 移动游标, 使其零刻度线对准指针, 此时标尺读数为 $1.950\text{ cm}$ ; 当托盘内放有质量为 $0.100\text{ kg}$ 的砝码时, 移动游标, 再次使其零刻度线对准指针, 标尺示数如图(b)所示, 其读数为\_\_\_\_\_cm. 当地的重力加速度大小为 $9.80\text{ m/s}^2$ , 此弹簧的劲度系数为\_\_\_\_\_N/m(保留3位有效数字).

**【答案】** 3.775; 53.7。

**【解析】** 图(b)中主尺读数为 $3.7\text{ cm}$ , 游标卡尺的读数为 $0.05\text{ mm} \times 15 = 0.75\text{ mm}$ , 故读数为 $3.7\text{ cm} + 0.75\text{ mm} = 3.775\text{ cm}$ ; 由题意可得: 托盘内放质量 $m = 0.100\text{ kg}$ 的砝码, 弹簧伸长量 $\Delta x = 3.775\text{ cm} - 1.950\text{ cm} = 1.825\text{ cm}$ ;

根据受力分析可得:  $mg = k \Delta x$ , 故弹簧的劲度系数  $k = \frac{mg}{\Delta x} = \frac{0.100 \times 9.80}{1.825 \times 10^{-2}}\text{ N/m} = 53.7\text{ N/m}$ 。

**【典例 4】**[实验创新——实验器材创新二]2020年12月8日, 中尼两国共同宣布了珠穆朗玛峰的最新高度为海拔8848.86米, 此次珠峰高度测量实现了北斗卫星导航系统首次应用、首次实测珠峰峰顶重力值等多项第一. 同时, 雪深探测雷达、重力仪、超长距离测距仪等一大批国产现代测量设备纷纷亮相. 重力仪的内部包含了由弹簧组成的静力平衡系统. 为测量某弹簧劲度系数, 某探究小组设计了如下实验, 实验装置如图(1)图(2)所示, 角度传感器与可转动“T”形螺杆相连, “T”形螺杆上套有螺母, 螺母上固定有一个力传感器, 力传感器套在左右两个固定的套杆(图2中未画出)上, 弹簧的一端挂在力传感器下端挂钩上, 另一端与铁架台底座的固定点相连.



当角度传感器顶端转盘带动“T”形螺杆转动时，力传感器会随着“T”形螺杆旋转而上下平移，弹簧长度也随之发生变化。

(1) 已知“T”形螺杆的螺纹间距  $d = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}$ ，当其旋转  $300^\circ$  时，力传感器在竖直方向移动  $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ 。(结果保留2位有效数字)

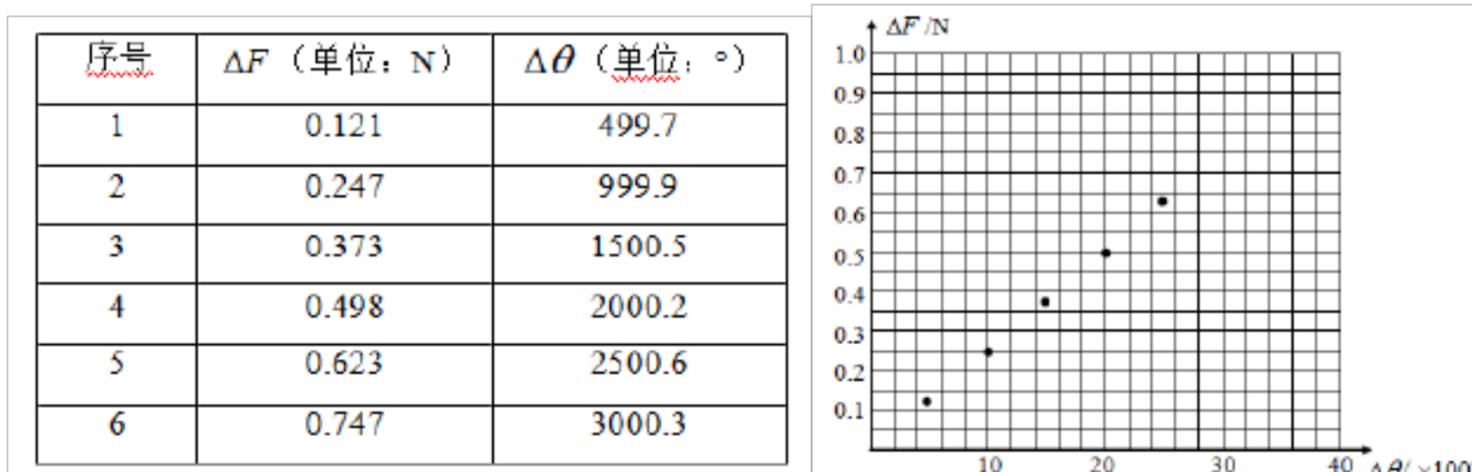
(2) 该探究小组操作步骤如下：

① 旋转螺杆使初状态弹簧长度大于原长。

② 记录初状态力传感器示数  $F_0$  以及角度传感器示数  $\theta_0$ 。

③ 旋转“T”形螺杆使弹簧长度增加，待稳定后，记录力传感器示数  $F_1$ ，增加值  $\Delta F_1 = F_1 - F_0$ ；角度传感器示数  $\theta_1$ ，其增加值  $\Delta \theta_1 = \theta_1 - \theta_0$ 。

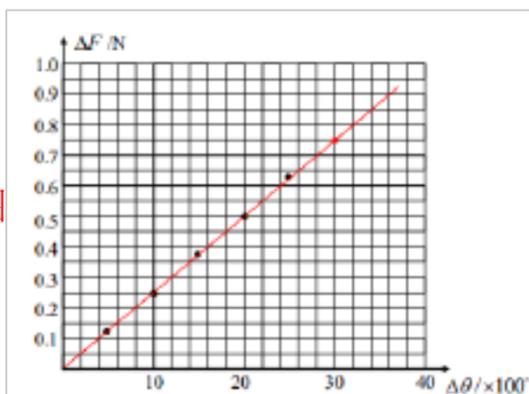
④ 多次旋转“T”形螺杆，重复步骤③的操作，在表格中记录多组  $\Delta F$ 、 $\Delta \theta$  值：



下图已描出5个点，请将剩余点在图中描出并连线。

⑤ 用  $\Delta F$ 、 $\Delta \theta$  (单位为度)、 $d$  三个量计算弹簧劲度系数  $k$  的表达式为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ；结合图线算出弹簧的劲度系数  $k = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N/m}$ 。(结果保留2位有效数字)

【答案】(1)  $3.3 \times 10^{-3}$ ；(2) ④ 如图

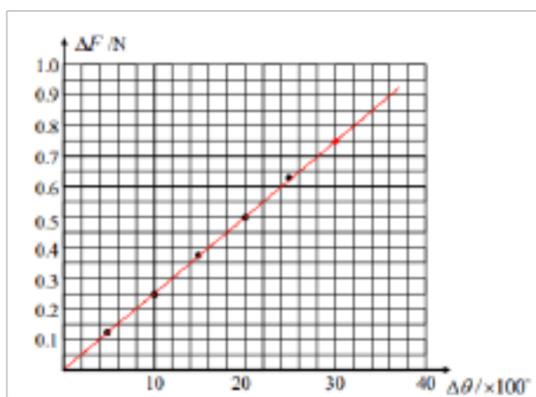


$$\textcircled{5} k = \frac{\Delta F \times 360^\circ}{d \Delta \theta} ; 23。$$

【解析】(1) “T”形螺杆的螺纹间距  $d = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}$ ，可知旋转一周，力传感器在竖直方向上移动  $d$ ，当其

旋转 $300^\circ$ 时，力传感器在竖直方向移动 $x = \frac{\Delta\theta}{360^\circ} \times d = \frac{300^\circ}{360^\circ} \times 4.0 \times 10^{-3} \text{m} = 3.3 \times 10^{-3} \text{m}$ 。(2)④根据描点，

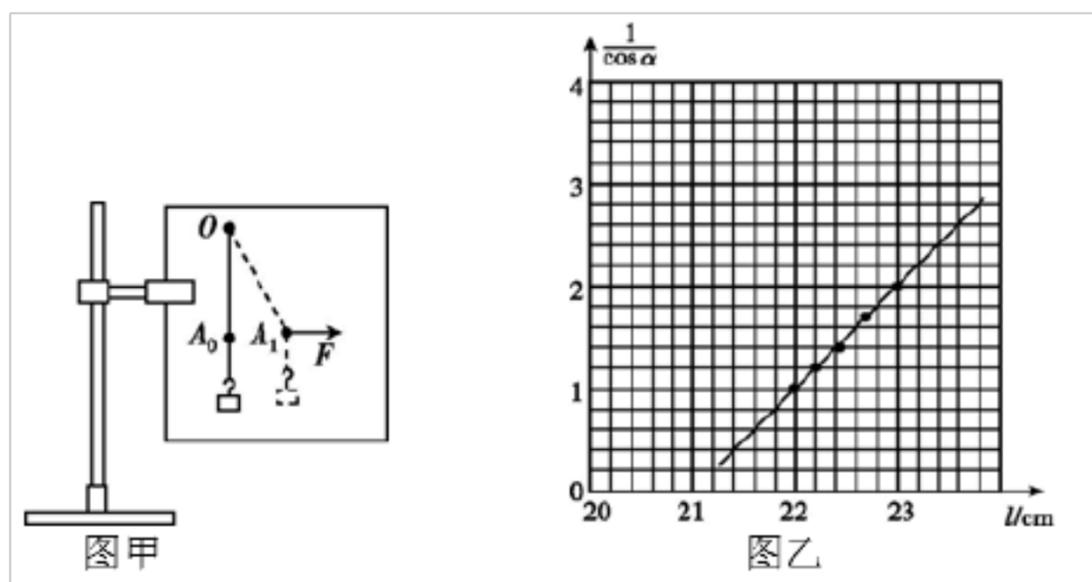
连线如图：



⑤因为弹簧长度变化量 $x = \frac{\Delta\theta}{360^\circ} \times d$ ，根据胡克定律 $\Delta F = kx$ ，

故用 $\Delta F$ 、 $\Delta\theta$ (单位为度)、 $d$ 三个量计算弹簧劲度系数 $k$ 的表达式为 $k = \frac{\Delta F \times 360^\circ}{d\Delta\theta}$ ，代入图线中数据解得 $k = 23 \text{N/m}$ 。

【典例 5】[实验创新——图象处理数据创新]某同学为研究橡皮筋伸长与所受拉力的关系，做了如下实验：



①如图甲所示，将白纸固定在制图板上，橡皮筋一端固定在 $O$ 点，另一端 $A$ 系一小段轻绳(带绳结)，将制图板竖直固定在铁架台上。

②将质量为 $m = 100 \text{g}$ 的钩码挂在绳结上，静止时描下橡皮筋下端点的位置 $A_0$ ；用水平力拉 $A$ 点，使 $A$ 点在新的位置静止，描下此时橡皮筋下端点的位置 $A_1$ ；逐渐增大水平力，重复5次……

③取下制图板，量出 $A_1$ 、 $A_2$ ……各点到 $O$ 的距离 $l_1$ 、 $l_2$ ……量出各次橡皮筋与 $OA_0$ 之间的夹角 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ ……

④在坐标纸上作出 $\frac{1}{\cos \alpha} - l$ 的图像如图乙所示。

完成下列填空：

(1)已知重力加速度为 $g$ ，当橡皮筋与 $OA_0$ 间的夹角为 $\alpha$ 时，橡皮筋所受的拉力大小为\_\_\_\_(用 $g$ 、 $m$ 、 $\alpha$ 表示)。

(2)取 $g = 10\text{m/s}^2$ ，由图像可得橡皮筋的劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}}\text{N/m}$ ，橡皮筋的原长 $l_0 = \underline{\hspace{2cm}}\text{m}$ 。(结果均保留两位有效数字)

**【答案】**(1) $\frac{mg}{\cos\alpha}$ ；(2) $1.0 \times 10^2$ ；0.21。

**【解析】**(1)第结点受力分析，根据共点力平衡可知 $mg = T\cos\alpha$ ，解得 $T = \frac{mg}{\cos\alpha}$ ；(2)在竖直方向，合力为零，则 $k(l - l_0)\cos\alpha = mg$ ，解得 $\frac{1}{\cos\alpha} = \frac{kl}{mg} - \frac{kl_0}{mg}$ ，故斜率 $k' = \frac{k}{mg}$ ，由图象可知斜率 $k' = 100$ ，故 $k = mgk' = 1.0 \times 10^2\text{N/m}$ ；由图象可知，直线与横坐标的交点即为弹簧的原长，为0.21m。

**【典例 6】**[实验创新——实验材料及方法创新]用金属制成的线材(如钢丝、钢筋)受到拉力作用会伸长。如果要直接测试成品线材，比较困难。为此，我们可以选用同种材料制成样品进行测试，下表是对样品测试取得的数据。

长度 $L/\text{m}$	横截面积 $S/10^{-4}; \text{m}^2$ 伸长量 $x/10^{-2}\text{m}$ 拉力 $F/\text{N}$	250	500	750	1000
1	0.05	0.04	0.08	0.12	0.16
2	0.05	0.08	0.16	0.24	0.32
3	0.05	0.12	0.24	0.36	0.48
1	0.10	0.02	0.04	0.06	0.08
1	0.20	0.01	0.02	0.03	0.04

请回答下列问题：

(1)这种测试方法，运用了怎样的科学思想？

(2)根据样品的测试结果，该材料制成的线材受力后的伸长量 $x$ 与材料的长度 $L$ 、材料的横截面积 $S$ 及拉力 $F$ 的函数关系为\_\_\_\_\_。

(3)现有一该材料制成的金属杆，长为5m，横截面积为 $0.8\text{cm}^2$ ，设计要求它受到拉力后的伸长不超过 $0.4\text{cm}$ 。其能承受的最大拉力为\_\_\_\_\_

**【答案】**(1)运用了的科学思想是：类比法、控制变量法、外推法。(2) $x = 8.0 \times 10^{-12} \times \frac{FL}{S}$ ；(3)8000N。

**【解析】**(1)在寻找上述关系中，先运用了控制变量法：找伸长量 $x$ 与某一个量的关系时先控制其他物理量不变；而后运用了归纳法，总结出最后的结论。(2)由表格中的数据可知：当金属材料的截面积 $S$ 、拉力 $F$ 不

变时，金属材料伸长量 $x$ 与长度 $L$ 成正比，即 $x \propto L$ ；当金属材料的截面积 $S$ 、长度 $L$ 不变时，金属材料伸长量 $x$ 与拉力 $F$ 成正比，即 $x \propto F$ ；当金属材料的长度 $L$ 、拉力 $F$ 不变时，金属材料伸长量 $x$ 与截面积 $S$ 成反比，即 $x \propto \frac{1}{S}$ 。

综上所述，有 $x \propto \frac{FL}{S}$ ，设比例系数为 $k$ ，则所求的线材伸长量 $x$ 满足的关系是 $x = k \frac{FL}{S}$ ，取 $L = 1m$ ， $S =$

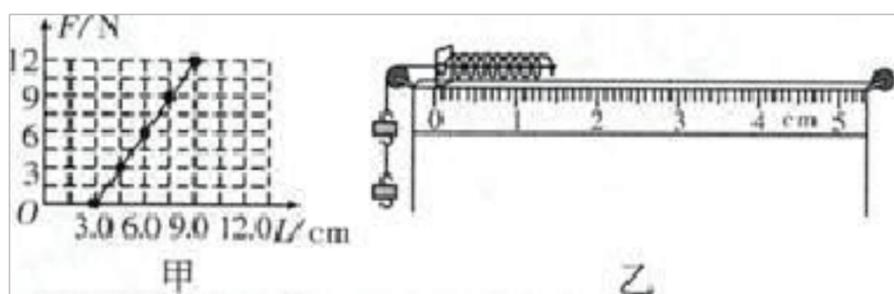
$0.05cm^2 = 5 \times 10^{-6}m^2$ ， $F = 250N$ ， $x = 0.04cm = 4 \times 10^{-4}m$ 代入上式得 $k = 8 \times 10^{12}N/m^2$ 。所以： $x =$

$8.0 \times 10^{12} \times \frac{FL}{S}$ ；(3)对新材料制成的金属细杆，长度 $L = 5m$ 截面积 $S = 0.8cm^2 = 8 \times 10^{-5}m^2$ ，最大伸长

量： $x = \frac{4}{1000}m = 0.004m$ 代入导出的公式： $x = k \frac{FL}{S}$ ，解得金属细杆承受的最大拉力是 $8000N$ 。

### 【题型点对点】

【点对点 01】某同学研究弹簧所受弹力 $F$ 与弹簧长度 $L$ 的关系时，得到了如图甲所示的 $F-L$ 图象。



(1)由图甲可知，弹簧原长 $L_0 =$ \_\_\_\_\_cm，弹簧的劲度系数 $k =$ \_\_\_\_\_N/m

(2)用图乙的方式挂钩码(已知每个钩码重 $G = 1N$ )，使弹簧压缩，稳定后指针位置如图乙所示，则指针所指刻度尺的读数为\_\_\_\_\_cm.由此可推测图乙中所挂钩码的个数为\_\_\_\_\_个。

【答案】(1)3.0; 200; (2)1.50; 3

【解析】(1)当弹簧弹力为零，弹簧处于自然状态，由图知原长为 $l_1 = 3.0cm$ ，由 $F = kx$ ，知图线的斜率为弹簧的劲度系数，即 $k = \frac{12-0}{9.0-3.0} N/cm = 2N/cm = 200N/m$ ；(2)由图b可知，该刻度尺的读数为：1.50cm，

可知弹簧被压缩： $\Delta x = L_0 - L = 3.0cm - 1.50cm = 1.5cm$ 弹簧的弹力： $F = k\Delta x = 200 \times 1.5 \times 10^{-2}N = 3N$

已知每个钩码重 $G = 1N$ ，可推测图b中所挂钩码的个数为3个。

【点对点 02】某兴趣小组测量一缓冲装置中弹簧的劲度系数。缓冲装置如图所示，固定在斜面上的透明有机玻璃管与水平面夹角为 $30^\circ$ ，弹簧固定在有机玻璃管底端。实验过程如下：先沿管轴线方向固定一毫米刻度尺，再将单个质量为 $200g$ 的钢球(直径略小于玻璃管内径)逐个从管口滑进，每滑进一个钢球，待弹簧静止，记录管内钢球的个数 $n$ 和弹簧上端对应的刻度尺示数 $L_n$ ，数据如表所示。实验过程中弹簧始终处于弹性限度内。采用逐差法计算弹簧压缩量，进而计算其劲度系数。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/067131055125006034>