

第 2.6 节 验证力的平行四边形定则

{INCLUDEPICTURE"15WL2-146.TIF"}

一、实验目的

验证互成角度的两个共点力合成时的平行四边形定则。

学会用作图法处理实验数据和得出实验结论。

二、实验器材

方木板、白纸、弹簧测力计(两只)、橡皮条、细绳套(两个)、三角板、刻度尺、图钉(几个)、铅笔。

考点一 实验原理与操作

[典例 1] (2015·长沙模拟)某同学做“验证力的平行四边形定则”的实验情况如图实-3-1 甲所示，其中 A 为固定橡皮条的图钉， O 为橡皮条与细绳的结点， OB 和 OC 为细绳。图乙是在白纸上根据实验结果画出的图。

{INCLUDEPICTURE"15WL2-147.TIF"}

图实-3-1

(1)如果没有操作失误，图乙中的 F 与 F' 两力中，方向一定沿 AO 方向的是_____。

(2)本实验采用的科学方法是_____。

A. 理想实验法

B. 等效替代法

C. 控制变量法

D. 建立物理模型法

(3)实验时，主要的步骤是：

A. 在桌上放一块方木板，在方木板上铺一张白纸，用图钉把白纸钉在方木板上；

B. 用图钉把橡皮条的一端固定在板上的 A 点，在橡皮条的另一端拴上两条细绳，细绳的另一端系着绳套；

C. 用两个弹簧测力计分别钩住绳套，互成角度地拉橡皮条，使橡皮条伸长，结点到达某一位置 O 。记录下 O 点的位置，读出两个弹簧测力计的示数；

D. 按选好的标度，用铅笔和刻度尺作出两只弹簧测力计的拉力 F_1 和 F_2 的图示，并用平行四边形定则求出合力 F ；

E. 只用一只弹簧测力计，通过细绳套拉橡皮条使其伸长，读出弹簧测力计的示数，记下细绳的方向，按同一标度作出这个力 F' 的图示；

F. 比较 F' 和 F 的大小和方向，看它们是否相同，得出结论。

上述步骤中：①有重要遗漏的步骤的序号是_____和_____；

②遗漏的内容分别是_____和_____。

[题组突破]

1. 甲、乙、丙三位同学做“互成角度的两个力的合成”实验，所用弹簧测力计的量程为 $0\sim 5\text{ N}$ ，他们都把橡皮条的一端固定在木板上的 A 点，橡皮条的另一端通过细绳连接弹

簧测力计，用两个弹簧测力计把橡皮条的另一端拉到某一确定的 O 点，如图实-3-2 所示，此时细绳都与木板平行，用 F_1 和 F_2 表示拉力的方向和大小。甲同学 F_1 和 F_2 的方向互相垂直， $F_1=3.0\text{ N}$ 、 $F_2=3.8\text{ N}$ ；乙同学 F_1 和 F_2 方向间的夹角约为 30° ， $F_1=F_2=4.0\text{ N}$ ；丙同学 F_1 和 F_2 方向间的夹角约为 120° ， $F_1=F_2=4.0\text{ N}$ 。这三位同学中操作不合适的是哪一位？并说明原因。

{INCLUDEPICTURE"15WL2-148.TIF"}

图实-3-2

2. 某同学用如图实-3-3 所示的实验装置来验证“力的平行四边形定则”，弹簧测力计 A 挂于固定点 P ，下端用细线挂一重物 M 。弹簧测力计 B 的一端用细线系于 O 点，手持另一端向左拉，使结点 O 静止在某位置。分别读出弹簧测力计 A 和 B 的示数，并在贴于竖直木板的白纸上记录 O 点的位置和拉线的方向。

{INCLUDEPICTURE"15WL2-149.TIF"}

图实-3-3

(1)本实验用的弹簧测力计示数的单位为 N ，图中 A 的示数为_____ N 。

(2)下列不必要的实验要求是_____ (请填写选项前对应的字母)。

- A. 应测量重物 M 所受的重力
- B. 弹簧测力计应在使用前校零
- C. 拉线方向应与木板平面平行
- D. 改变拉力，进行多次实验，每次都要使 O 点静止在同一位置

(3)某次实验中，该同学发现弹簧测力计 A 的指针稍稍超出量程，请您提出两个解决办法。

考点二 数据处理与误差分析

[典例 2] 在“探究求合力的方法”实验中，现有木板、白纸、图钉、橡皮条、细绳套和一把弹簧测力计。

(1)为完成实验，某同学另找来一根弹簧，先测量其劲度系数，得到的实验数据如下表：

弹力 $F(\text{N})$	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
伸长量 $x(10^{-2}\text{ m})$	0.74	1.80	2.80	3.72	4.60	5.58	6.42

请在图实-3-4 中画出图像，并求得该弹簧的劲度系数 $k=_____ \text{ N/m}$ 。

{INCLUDEPICTURE"15WL2-152+.TIF"}

图实-3-4

(2)某次实验中，弹簧测力计的指针位置如图实-3-5 所示，其读数为_____ N ；同时利用(1)中结果获得弹簧上的弹力值为 2.50 N ，请画出这两个共点力的合力 $F_{\text{合}}$ 。

{INCLUDEPICTURE"15WL2-150.TIF"}

实验中橡皮筋分别被拉伸到 a 和 b 时所受拉力 F_a 、 F_b 的大小关系为_____。

(3)根据(2)中的实验，可以得出的实验结果有哪些？_____ (填写选项前的字母)

- A. 橡皮筋的长度与受到的拉力成正比
- B. 两次受到的拉力相同时，橡皮筋第 2 次的长度较长
- C. 两次被拉伸到相同长度时，橡皮筋第 2 次受到的拉力较大
- D. 两次受到的拉力相同时，拉力越大，橡皮筋两次的长度之差越大

(4)根据小明的上述实验探究，请对验证力的平行四边形定则实验提出两点注意事项。

考点三 实验的改进与创新

[典例 3] 某同学尝试用橡皮筋等器材验证力的平行四边形定则，他找到两条相同的橡皮筋(遵循胡克定律)和若干小重物，以及刻度尺、三角板、铅笔、细绳、白纸、钉子，设计了如下实验。将两条橡皮筋的一端与细绳连接，细绳下挂一重物，两橡皮筋的另一端也都连有细绳。实验时，先将两条橡皮筋的一端的细绳固定在墙上的钉子 A 上，其中一条橡皮筋任其下垂，如图实-3-11 甲所示，将另一条橡皮筋的另一端的细绳也固定在墙上的钉子 B 上，如图中乙所示。

{INCLUDEPICTURE"15WL2-159.TIF"}

图实-3-11

(1)为完成实验，下述操作中必需的是_____。

- a. 两橡皮筋的另一端连接的细绳 a 、 b 长度要相同
- b. 要测量橡皮筋的原长
- c. 要测量图中甲和乙橡皮筋的长度
- d. 要记录图中甲橡皮筋结点 O 的位置及过结点 O 的竖直方向
- e. 要记录图中乙橡皮筋结点 O' 的位置及过结点 O' 的竖直方向

(2)对该实验“两条相同的橡皮筋”的要求的理解正确的是_____。

- a. 橡皮筋的材料和原长相同即可
- b. 橡皮筋的材料和粗细相同即可
- c. 橡皮筋的材料、原长和粗细均要相同

[题组突破]

5. 有同学利用如图实-3-12 所示的装置来验证力的平行四边形定则：在竖直木板上铺有白纸，固定两个光滑的滑轮 A 和 B ，将绳子打一个结点 O ，每个钩码的重量相等，当系统达到平衡时，根据钩码个数读出三根绳子的拉力 F_1 、 F_2 和 F_3 ，回答下列问题：

{INCLUDEPICTURE"15WL2-161.TIF"}

图实-3-12

(1)改变钩码个数，实验能完成的是()

- A. 钩码的个数 $N_1=N_2=2$ ， $N_3=4$

B. 钩码的个数 $N_1=N_3=3$, $N_2=4$

C. 钩码的个数 $N_1=N_2=N_3=4$

D. 钩码的个数 $N_1=3$, $N_2=4$, $N_3=5$

(2)在拆下钩码和绳子前, 最重要的一个步骤是()

A. 标记结点 O 的位置, 并记录 OA 、 OB 、 OC 三段绳子的方向

B. 量出 OA 、 OB 、 OC 三段绳子的长度

C. 用量角器量出三段绳子之间的夹角

D. 用天平测出钩码的质量

(3)在作图时, 你认为图实-3-13 中_____是正确的。(填“甲”或“乙”)

{INCLUDEPICTURE"15WL2-162.TIF"}

图实-3-13

6. 如图实-3-14 所示, 某实验小组同学利用 DIS 实验装置研究支架上力的分解。 A 、 B 为两个相同的双向力传感器, 该型号传感器在受到拉力时读数为正, 受到压力时读数为负。 A 连接质量不计的细绳, 可沿固定的板做圆弧形移动。 B 固定不动, 通过光滑铰链连接长 0.3 m 的杆。将细绳连接在杆右端 O 点构成支架。保持杆在水平方向, 按如下步骤操作:

{INCLUDEPICTURE"15WL2-163.TIF"}

图实-3-14

①测量绳子与水平杆的夹角 $\angle AOB=\theta$

②对两个传感器进行调零

③用另一根绳在 O 点悬挂一个钩码, 记录两个传感器的读数

④取下钩码, 移动传感器 A 改变 θ 角

重复上述实验步骤, 得到表格。

F_1/N	1.001	0.580	...	1.002	...
F_2/N	-0.868	-0.291	...	0.865	...
θ	30°	60°	...	150°	...

(1)根据表格数据, A 传感器对应的是表中力_____ (选填“ F_1 ”或“ F_2 ”)。钩码质量为 _____ kg (保留一位有效数字)。

(2)本实验中多次对传感器进行调零, 对此操作说明正确的是()

A. 因为事先忘记调零

B. 何时调零对实验结果没有影响

C. 为了消除横杆自身重力对结果的影响

D. 可以完全消除实验的误差

