# 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、<u>白纸</u>、弹簧测力计(两只)、<u>橡皮条</u>、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-

	图头-3-I						
(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)	(2)本实验采用的科学方法是。						
A.	理想实验法	В.	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  $F_5$ ;
- 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  $0\sim5$  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

第{ PAGE \\* MERGEFORMAT }页 共{ NUMPAGES \\* MERGEFORMAT }页

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 N、 $F_2$ =3.8 N;乙同学  $F_1$ 和  $F_2$ 方向间的夹角约为 30°, $F_1$ = $F_2$ =4.0 N;丙同学  $F_1$ 和  $F_2$ 方向间的夹角约为 120°, $F_1$ = $F_2$ =4.0 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(N)	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
伸长量 x(10 <sup>-2</sup> 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= 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  $F_{\diamondsuit}$ 。

{INCLUDEPICTURE"15WL2-150.TIF"}

#### 图实-3-5

(3)由图得到 *F* <sub>合</sub>= N。

### {INCLUDEPICTURE"15WL2-151.TIF"}

#### 图实-3-6

- (4)某次实验中甲、乙两位同学得到的结果如图实-3-6 所示,其中\_\_\_\_\_\_同学的实验结果比较符合实验事实(力 F'是用一只弹簧测力计拉橡皮条时拉力的图示)。
- (5)在以上实验结果比较符合实验事实的一位同学的实验中,造成误差的主要原因是:(至少写出两种情况)

答:		
合•		
□•		

# [题组突破]

3. (2015·山东枣庄期中)"探究求合力的方法"的实验装置如图实-3-7 甲所示。

### {INCLUDEPICTURE"15WL2-154.TIF"}

### 图实-3-7

- (1)某次实验中,弹簧测力计的指针位置如图甲所示。其中,细绳 CO 对 O 点的拉力大小为 N;
- (2)请将图甲中细绳 CO 和 BO 对 O 点两拉力的合力  $F_{\oplus}$ 画在图乙上。由图求出合力的大小  $F_{\oplus}$ = N(保留两位有效数字);
- (3)某同学对弹簧测力计中弹簧的劲度系数是多少很感兴趣,于是,他将刻度尺与弹簧测力计平行放置,如图丙所示,利用读得的数据,他得出了弹簧的劲度系数。那么,该弹簧的劲度系数 k = N/m(保留两位有效数字)。
  - 4. 小明通过实验验证力的平行四边形定则。

#### {INCLUDEPICTURE"15WL2-156.TIF"}

#### 图实-3-8

- (1)实验记录纸如图实-3-8 所示,O 点为橡皮筋被拉伸后伸长到的位置,两弹簧测力计共同作用时,拉力  $F_1$  和  $F_2$  的方向分别过  $P_1$  和  $P_2$  点;一个弹簧测力计拉橡皮筋时,拉力  $F_3$  的方向过  $P_3$  点。三个力的大小分别为: $F_1$ =3.30 N、 $F_2$ =3.85 N 和  $F_3$ =4.25 N。请根据图中给出的标度作图求出  $F_1$  和  $F_2$  的合力。
- (2)仔细分析实验,小明怀疑实验中的橡皮筋被多次拉伸后弹性发生了变化,影响实验结果。他用弹簧测力计先后两次将橡皮筋拉伸到相同长度,发现读数不相同,于是进一步探究了拉伸过程对橡皮筋弹性的影响。

实验装置如图实-3-9 所示,将一张白纸固定在竖直放置的木板上,橡皮筋的上端固定于O点,下端 N 挂一重物。用与白纸平行的水平力缓慢地移动 N,在白纸上记录下 N 的轨迹。 重复上述过程,再次记录下 N 的轨迹。

#### {INCLUDEPICTURE"15WL2-157.TIF"}

两次实验记录的轨迹如图实-3-10 所示。过 O 点作一条直线与轨迹交于  $a \times b$  两点,则

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。 $A \times B$  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  $\theta$  角

重复上述实验步骤,得到表格。

$F_1/N$	1.001	0.580	•••	1.002	•••
F <sub>2</sub> /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