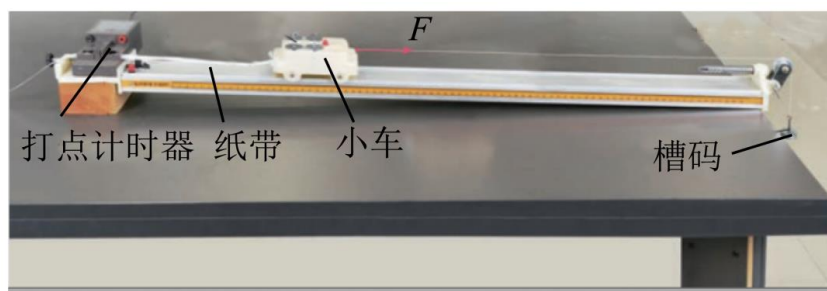


实验专项训练 1

1. 利用如图所示装置可以完成力学中的许多实验。

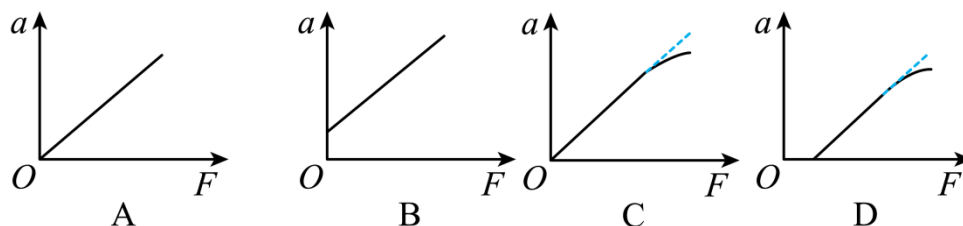


(1) 利用此装置做“探究小车速度随时间变化的规律”的实验时，_____（选填“需要”或“不需要”）补偿小车受到的阻力的影响。利用此装置做“加速度与力、质量的关系”的实验时_____（选填“需要”或“不需要”）补偿小车受到的阻力的影响。

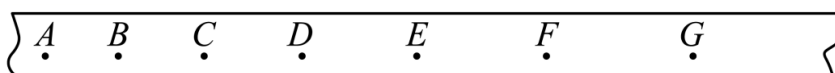
(2) 实验中关于阻力补偿法操作最佳的是_____

- A. 在补偿阻力时要把挂槽码的细线系在小车上，小车拖着纸带并开启打点计时器开始运动
- B. 在补偿阻力时不能把挂槽码的细线系在小车上，小车不用拖着纸带开始运动
- C. 在补偿阻力时不能把挂槽码的细线系在小车上，小车拖着纸带并开启打点计时器开始运动
- D. 在补偿阻力时要把挂槽码的细线系在小车上，小车不用拖着纸带开始运动

(3) 如果该同学探究加速度 a 与合外力 F 、小车质量 m 实验，按正确的操作，平衡了摩擦力。以砂和砂桶的重力为 F ，在小车质量 m 保持不变情况下，不断往桶里加砂，砂和砂桶的质量最终达到 $m/3$ ，测小车加速度 a ，作 $a-F$ 的图像。下列图线正确的是_____

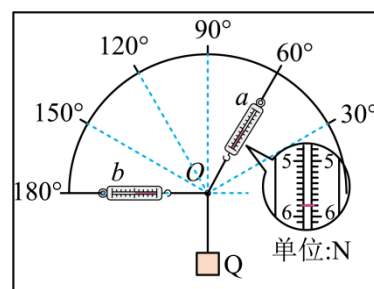


(4) 下图是实验中得到的一条纸带， A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 为 7 个相邻的计数点，相邻的两个计数点之间还有四个点未画出，量出相邻的计数点之间的距离分别为 $x_{AB}=4.22$ cm, $x_{BC}=4.65$ cm, $x_{CD}=5.08$ cm, $x_{DE}=5.49$ cm, $x_{EF}=5.91$ cm, $x_{FG}=6.34$ cm, 已知打点计时器的工作频率为 50Hz, 则纸带上 D 点的速度 $v_D=$ _____m/s, 小车的加速度 $a=$ _____m/s² (结果保留两位有效数字)。



(5) 若实际工作频率是 48Hz, 而该同学不知情, 则该同学算出来的加速度_____真实值 (填“大于”、“等于”、“小于”)。

2. 某学习小组利用如图所示的实验装置来验证“力的平行四边形定则”。一竖直木板上固定白纸，白纸上附有角度刻度线。弹簧测力计 a 和 b 连接细线系于 O 点，其下端用细线挂一重物 Q ，使结点 O 静止在角度刻度线的圆心位置。分别读出弹簧测力计 a 和 b 的示数，并在白纸上记录 O 点的位置和拉线的方向。



(1) 图中弹簧测力计 a 的示数为_____N。

(2) 关于实验下列说法正确的是_____。(请填写选项前对应的字母)

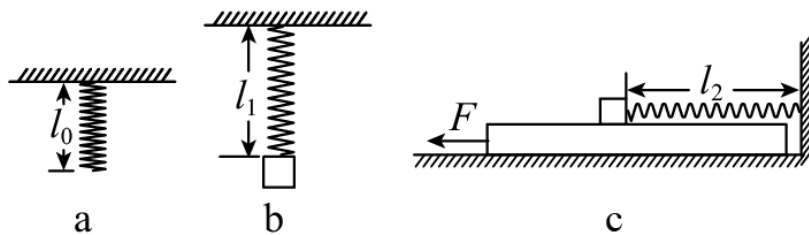
- A. 应测量重物 Q 所受的重力

- B. 弹簧测力计 a 、 b 通过细线对 O 点作用力的合力就是重物 Q 的重力
 C. 连接弹簧测力计 a 、 b 以及重物 Q 的细线不必等长，但三根细线应与木板平行
 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) 弹簧测力计 a 、 b 均绕 O 点顺时针缓慢转动，且保持两弹簧测力计间的夹角不变，直到弹簧测力计 a 方向水平为止，此过程中弹簧测力计 a 的示数会_____、弹簧测力计 b 的示数会_____。(填“变大”、“不变”、“变小”、“先变大后变小”、“先变小后变大”)

3. 实验室有不同规格的弹簧，某实验小组进行如下实验：

一、实验小组利用弹簧测定木块与水平长木板之间的动摩擦因数，若选取的弹簧可视为理想轻弹簧，测量的步骤和方法如图所示：



(1) 如图 a ，将轻弹簧竖直悬挂起来，测出轻弹簧的自然长度 $l_0 = 20\text{cm}$ ；

(2) 如图 b ，将重量 $G=20\text{N}$ 的木块悬挂在轻弹簧的下端，静止时测出弹簧的长度 $l_1 = 24\text{cm}$ 。则该弹簧的劲度系数 $k =$ _____ N/m 。

(3) 如图 c ，将轻弹簧一端连接木块，另一端固定在竖直墙壁上，拉动长木板，使其相对物块向左运动。向左拉动长木板时，_____ (填“需要”或者“不需要”) 保证长木板匀速前进；

(4) 稳定后测出弹簧长度 l_2 ，根据测出的物理量，推导出木块与长木板之间的动摩擦因数的表达式 $\mu =$ _____ (用 l_0 、 l_1 、 l_2 等字母表示)。

二、实际情况下，由于弹簧自身重力的影响，弹簧平放时的长度与竖直悬挂时的长度有明显不同，实验小组选取另一弹簧继续进行了如下操作：

①先将弹簧平放在桌面上，用刻度尺测得弹簧的长度为 $L_0 = 1.15\text{cm}$ ；

②再将弹簧的一端固定在铁架台上，弹簧自然下垂，然后将最小刻度是毫米的刻度尺竖直放在弹簧的一侧，刻度尺零刻度线与弹簧上端对齐，并使弹簧下端的指针恰好落在刻度尺上，将指针指示的刻度值记作 L_1 ；

弹簧下端挂一个 50g 的砝码时，指针指示的刻度值记作 L_2 ；弹簧下端挂两个 50g 的砝码时，指针指示的刻度值记作 L_3 ；…，弹簧始终处于弹性限度内，测量记录如表：

代表符号	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
刻度值/cm	1.70	3.40	5.10	6.85	8.60	10.30

根据表中数据计算，实验小组所用弹簧的劲度系数 $k =$ _____ N/m ；弹簧自身的重力 $G_0 =$ _____ N 。
 (g 取 9.8m/s^2 ，结果保留 3 位有效数字)

实验专项训练 1 答案

1. 不需要 需要 C C 0.53 0.42 大于

【详解】

(1) [1][2]利用此装置做“探究小车速度随时间变化的规律”的实验时，不需要补偿小车受到的阻力的影响；利用此装置做“加速度与力、质量的关系”的实验时需要补偿小车受到的阻力的影响。

(2) [3]在补偿阻力时不能把挂槽码的细线系在小车上，小车拖着纸带并开启打点计时器开始运动，打出一系列点迹均匀的点。

(3) [4]已经平衡摩擦力，则刚开始的图象是一条过原点的直线，不断往桶里加砂，砂的质量最终达到 $m/3$ ，不能满足砂和砂桶的质量远远小于小车的质量，此时图象会发生弯曲，ABD 错误，C 正确。

故选 C。

(4) [5]由题意可知，打点计时器的频率为 50Hz，每 5 个点取一个计数点，则

$$T = 0.1s$$

故打下 D 点的速度为

$$v_D = \frac{x_{CE}}{2T} = \frac{(5.08 + 5.49) \times 10^{-2}}{2 \times 0.1} \text{ m/s} = 0.53 \text{ m/s}$$

[6]根据匀变速直线运动的推论

$$\Delta x = aT^2$$

可得

$$a = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{(5.49 + 5.91 + 6.34) \times 10^{-2} - (4.22 + 4.65 + 5.08) \times 10^{-2}}{(3 \times 0.1)^2} \text{ m/s}^2 = 0.42 \text{ m/s}^2$$

(5) [7]若实际交流电的频率只有 48Hz，其仍按 50Hz 来计算，则由

$$a = \frac{\Delta x}{T^2} = \Delta x f^2$$

计算时的加速度偏大。

2. 【答案】 5.80 AC 变小 变大

【详解】

(1) [1]弹簧测力计 a 的分度值为 0.1N，需要估读到 0.01N，所以示数为 5.80N。

(2) [2]A. 实验中要验证的是弹簧测力计 a 、 b 对 O 点的拉力用平行四边形定则合成后，与重物 Q 对 O 点的拉力是否等大反向，而 Q 对 O 点的拉力与 Q 的重力相等，所以应测量重物 Q 所受的重力，故 A 正确；

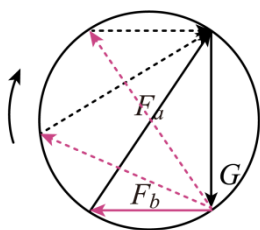
B. 弹簧测力计 a 、 b 对 O 点的拉力的合力与重物 Q 的重力是一对平衡力，而不是同一个力，故 B 错误；

C. 连接弹簧测力计 a 、 b 以及重物 Q 的细线不必等长，但三根细线应与木板平行，以减小作图误差，故 C 正确；

D. 改变拉力，进行多次实验，每次 O 点静止时， Q 对 O 点的作用效果与 O 点的位置无关，所以不要求每次都使 O 点静止在同一位置，故 D 错误。

故选 AC。

(3) [3][4]方法一：由题意，根据几何关系可知，弹簧测力计 a 、 b 对 O 的拉力 F_a 、 F_b 以及 Q 对 O 的拉力 G 组成的矢量三角形内接于圆内，如图所示，可知在弹簧测力计 a 、 b 均绕 O 点顺时针缓慢转动直到弹簧测力计 a 方向水平的过程中，弹簧测力计 a 的示数变小，弹簧测力计 b 的示数会变大。



方法二：由题意可知重物对 O 拉力的的对角（即力作用线的反向延长线所在的夹角）始终为 120° ，设 F_a 的对角为 α ， F_b 的对角为 β ，由于三个力中任意两个力的合力一定与另外一个力等大反向，所以根据几何关系以及余弦定理可得

$$\frac{G}{\sin 120^\circ} = \frac{F_a}{\sin \alpha} = \frac{F_b}{\sin \beta}$$

在弹簧测力计 a 、 b 均绕 O 点顺时针缓慢转动直到弹簧测力计 a 方向水平的过程中， α 由 90° 增加至 150° ， β 由 150° 减小至 90° ，所以 F_a 变小， F_b 变大。

3. 【答案】 500 不需要 $\mu = \frac{l_2 - l_0}{l_1 - l_0}$ 28.5N/m 0.16N

【详解】

一、(2) [1]根据胡克定律有

$$k(l_1 - l_0) = G$$

解得

$$k = 500\text{N/m}$$

(3) [2]向左拉动长木板时，不需要保证长木板匀速前进，因为只要长木板与木块相对滑动，木块受到的就是滑动摩擦力，该摩擦力与弹簧弹力平衡。

(4) [3]根据平衡条件

$$\mu mg = k(l_2 - l_0)$$

又因为

$$k(l_1 - l_0) = G = mg$$

解得

$$\mu = \frac{l_2 - l_0}{l_1 - l_0}$$

二、[4]每多挂一个砝码，弹簧形变量平均增加 $\Delta L = 1.72\text{cm}$ ，则弹簧的劲度系数为

$$k = \frac{mg}{\Delta L} = \frac{0.05 \times 9.8}{0.0172} \text{N/m} = 28.5\text{N/m}$$

[5]弹簧重力为

$$G = k(l_1 - l_0) = 0.16\text{N}$$

实验专项训练 2

1. 某同学利用如图所示的装置欲探究小车的加速度与合外力的关系。具体实验步骤如下：



- ①按照如图所示安装好实验装置，并测出两光电门之间的距离 L
- ②平衡摩擦力即调节长木板的倾角，轻推小车后，使小车沿长木板向下运动，且通过两个光电门的时间相等
- ③取下细绳和沙桶，测量沙子和沙桶的总质量 m ，并记录
- ④把小车置于靠近滑轮的位置，由静止释放小车，并记录小车先后通过光电门甲和乙的时间，并计算出小车到达两个光电门时的速度和运动的加速度
- ⑤重新挂上细绳和沙桶，改变沙桶中沙子的质量，重复②~④的步骤

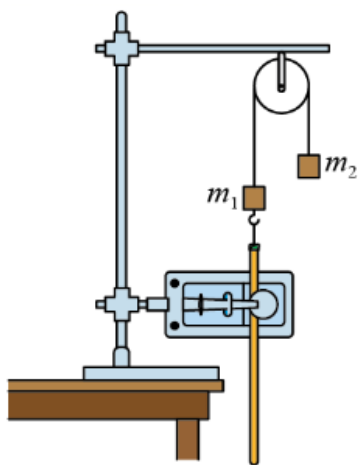
(1) 用游标卡尺测得遮光片的宽度为 d ，某次实验时通过光电门甲和乙的时间分别为 Δt_1 和 Δt_2 ，则小车加速度的表达式为 $a = \underline{\hspace{2cm}}$

(2) 关于本实验的说法，正确的是

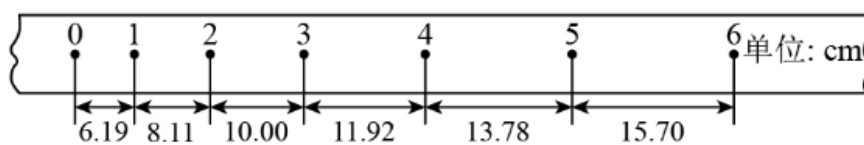
- A. 平衡摩擦力时需要取下细绳和沙桶
- B. 平衡摩擦力时不需要取下细绳和沙桶
- C. 沙桶和沙子的总质量必须远远小于小车的质量
- D. 小车的质量必须远远小于沙桶和沙子的总质量

(3) 若想利用该装置测小车与木板之间的动摩擦因数 μ ，某次实验中，该同学测得平衡摩擦力后斜面的倾角 θ ，沙和沙桶的总质量 m ，以及小车的质量 M 。则可推算出动摩擦因数的表达式 $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$ (表达式中含有 m 、 M 、 θ)

2. 用如图 (a) 所示的实验装置测量当地重力加速度的大小。质量为 m_2 的重锤从高处由静止开始下落，质量为 m_1 的重锤上拖着纸带利用电磁打点计时器打出一系列的点，对纸带上的点迹进行分析，即可测出当地的重力加速度 g 值。如图 (b) 给出的是实验中获取的一条纸带中的某一段，相邻两计数点间还有 4 个点未画出，电源的频率为 50Hz，相邻计数点间的距离如图 (b) 所示。已知 $m_1 = 80\text{g}$ 、 $m_2 = 120\text{g}$ ，要求所有计算结果保留两位有效数字。则：



(a)

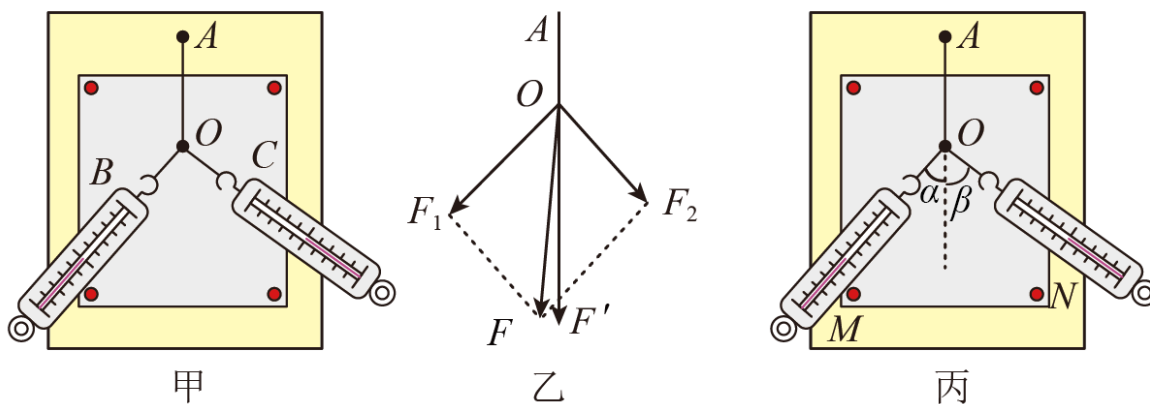


(b)

(1) 在纸带上打下计数点 5 时的速度 $v_5 =$ _____ m/s;

(2) 用逐差法求出重锤的加速度大小 $a =$ _____ m/s², 而得出当地的重力加速度大小为 $g =$ _____ m/s²。

3. 某实验小组做“验证力的平行四边形定则”的实验情况如图甲所示, 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。



(1) 按照正常实验操作, 图乙中的 F 与 F' 两力中, 方向一定沿 AO 方向的是 _____;

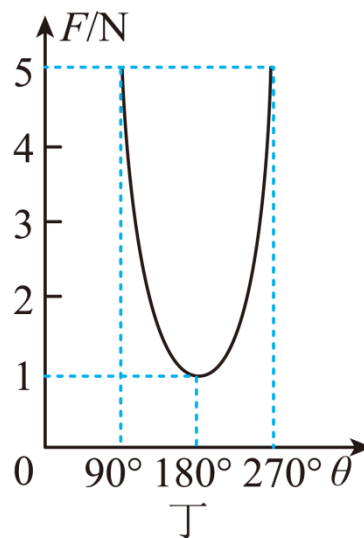
(2) 某同学认为在此过程中必须注意以下几项其中正确的是 _____ (填入相应的字母)

- A. 两根细绳必须等长
- B. 橡皮条应与两绳夹角的平分线在同一直线上
- C. 在用两个弹簧秤同时拉细绳时要注意使两个弹簧秤的读数相等
- D. 在使用弹簧秤时要注意使弹簧秤与木板平面平行
- E. 在用两个弹簧秤同时拉细绳时必须将橡皮条的另一端拉到用一个弹簧秤拉时记下的位置

(3) 实验中的一次测量如图丙所示, 两个测力计 M 、 N 的拉力方向互相垂直, 即 $\alpha + \beta = 90^\circ$, 若保持测力计 M 的读数不变, 当角 α 由图中所示的值逐渐减小时, 要使橡皮筋的活动端仍在 O 点, 可采用的办法是 _____;

- A. 增大 N 的读数, 减小 β 角
- B. 减小 N 的读数, 增大 β 角
- C. 减小 N 的读数, 减小 β 角
- D. 增大 N 的读数, 增大 β 角

(4) 在另一小组研究两个共点力合成的实验中, 两个分力的夹角为 θ , 合力为 F , F 与 θ 的关系图像如图丁所示。已知这两分力大小不变, 则任意改变这两个分力的夹角, 能得到的合力大小的变化范围是 _____;



实验专项训练 2 答案

1. 【答案】 (1) $\frac{d^2(\Delta t_1^2 - \Delta t_2^2)}{2L\Delta t_1^2\Delta t_2^2}$; (2) B; (3) $\frac{M \sin \theta - m}{M \cos \theta}$

【详解】

(1) [1] 小车经过光电门时的速度分别为:

$$v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}, \quad v_2 = \frac{d}{\Delta t_2},$$

由匀变速直线运动的速度位移公式可知, 加速度:

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2L} = \frac{d^2(\Delta t_1^2 - \Delta t_2^2)}{2L\Delta t_1^2\Delta t_2^2};$$

(2) [2] AB. 本实验中, 沙桶和沙子的总质量所对应的重力即为小车做匀变速运动时所受的外力大小, 平衡摩擦力时应使小车在悬挂沙桶的情况下匀速运动, 所以不需要取下细绳和沙桶, 故 A 错误, B 正确; CD. 因为本实验中, 沙桶和沙子的总质量所对应的重力即为小车做匀变速运动时所受的外力大小, 所以不需要“沙桶和沙子的总质量必须远远小于小车的质量”的实验条件, 也不需要小车的质量必须远远小于沙桶和沙子的总质量, 故 C 错误, D 错误。

故选: B;

(3) 对小车, 由平衡条件得:

$$Mg \sin \theta - mg = \mu Mg \cos \theta,$$

得动摩擦因数:

$$\mu = \frac{M \sin \theta - m}{M \cos \theta};$$

2. 【答案】 1.5 1.9 9.5

【详解】

(1) [1] 打点间隔为

$$T = \frac{1}{f} = 0.02\text{s}$$

相邻计数点间的时间间隔为

$$\diamond t = 5 \times 0.02\text{s} = 0.1\text{s}$$

在纸带上打下计数点 5 时的速度就是纸带上计数点 4 到计数点 6 的平均速度, 即

$$v_5 = \frac{(13.78 + 15.70) \times 10^{-2}}{2 \times 0.1} \text{ m/s} = 1.5 \text{ m/s}$$

(2) [2] 根据逐差法, 可得

$$a = \frac{(11.92 + 13.78 + 15.70) - (6.19 + 8.11 + 10.00)}{9 \times 0.1^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 1.9 \text{ m/s}^2$$

[3] 根据牛顿第二定律, 有

$$m_2 g - m_1 g = (m_1 + m_2) a$$

解得

$$g = 9.5 \text{ m/s}^2$$

3. 【答案】 F' DE/ED C $1\text{N} \leq F \leq 7\text{N}$

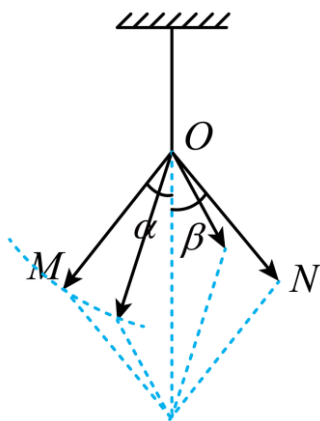
【详解】

(1) [1]题图乙中 F 是通过平行四边形定则得到两个弹簧秤拉力合力的理论值，而 F' 是通过一个弹簧秤沿 AO 方向拉橡皮筋的力，所以一定沿 AO 方向的是 F' 。

(2) [2]A. 为减小力的方向的测量误差，两根细绳可以适当长些，但没必要等长，故 A 错误；
 BC. 只有当两个弹簧秤拉力大小相等时，橡皮条才与两绳夹角的平分线在同一直线上，而本实验中两个弹簧秤的拉力大小并不要求一定相等，故 BC 错误；
 D. 在使用弹簧秤时要注意使弹簧秤与木板平面平行，从而减小力的测量误差，故 D 正确；
 E. 在用两个弹簧秤同时拉细绳时必须将橡皮条的另一端拉到用一个弹簧秤拉时记下的位置，从而确保两次力的作用效果相同，故 E 正确。

故选 DE。

(3) [3] 当角 α 由图中所示的值逐渐减小时，要使橡皮筋的活动端仍在 O 点，即拉力的合力不变，如图所示，可采用的办法是减小 N 的读数，减小 β 角，故选 C。



(4) [4] 设两个分力中较大的力为 F_1 ，较小的力为 F_2 ，由图可得

$$F_1 - F_2 = 1\text{N}$$

$$\sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 5\text{N}$$

解得

$$F_1 = 4\text{N}, F_2 = 3\text{N}$$

任意改变这两个分力的夹角，能得到的合力大小的变化范围是

$$1\text{N} \leq F \leq 7\text{N}$$