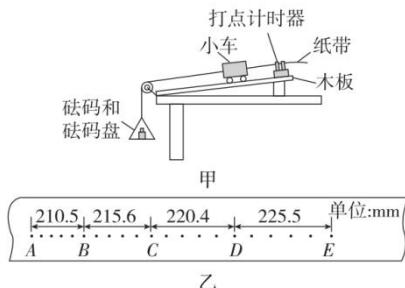


课时作业 18 探究加速度与力、质量的关系

1. [2025 · 广东肇庆模拟]某同学用如图甲所示的装置探究加速度与小车受力、小车质量的关系。



- (1) 图甲中木板右端垫高的目的是_____。
- (2) 图乙是实验得到的纸带的一部分, 相邻计数点的间距已在图乙中给出, 若打点计时器电源频率为 50Hz, 则打点计时器打C点时, 小车的速度大小为_____m/s; 小车的加速度大小为_____m/s²。(结果均保留 3 位有效数字)

【答案】 (1) 平衡阻力

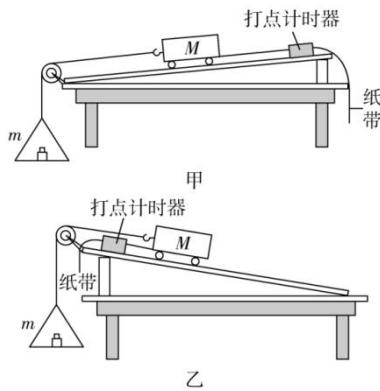
(2) 2.18; 0.495

【解析】

(2) 打点计时器打C点时, 小车的速度大小

$$v_C = \frac{(215.6+220.4) \times 10^{-3}}{2 \times 0.1} \text{ m/s} = 2.18 \text{ m/s}, \text{ 小车的加速度大小 } a = \frac{(225.5+220.4-210.5-215.6) \times 10^{-3}}{4 \times 0.1^2} \text{ m/s}^2 = 0.495 \text{ m/s}^2.$$

2. 做“探究加速度与力、质量的关系”实验时, 有图甲、乙所示两种方案供选择。



(1) 乙图的实验操作步骤如下:

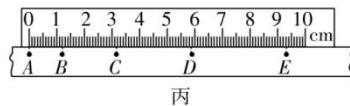
① 挂上 (选填“挂上”或“不挂上”) 托盘和砝码, 改变木板的倾角, 使质量为 M 的小车拖着纸带沿木板匀速下滑。

② 取下托盘和砝码, 测出其总质量为 m , 让小车沿木板下滑, 测出加速度 a 。

③ 改变砝码质量和木板倾角, 多次测量, 通过作图可得到 $a - F$ 的关系。

(2) 实验获得如图丙所示的纸带, 计数点 A 、 B 、 C 、 D 、 E 中每相邻两个计数点间均有四个计时点未画出, 电源频率为 50Hz , 则小车下滑的加速度大小为

0.75 m/s^2 (结果保留 2 位有效数字)。



(3) 需要满足条件 $M \gg m$ 的方案是 (选填“甲”“乙”或“甲和乙”); 在作 $a - F$ 图像时, 把 mg 作为 F 值的是 甲和乙 (选填“甲”“乙”或“甲和乙”)。

【答案】 (1) 挂上

(2) 0.75

(3) 甲; 甲和乙

【解析】

(1) 乙图方案, 需要挂上托盘与砝码, 让小车匀速运动, 由牛顿第二定律有 $Mgsin\theta - f - mg = 0$, 取下托盘和砝码, 由牛顿第二定律有 $Mgsin\theta - f = Ma$, 联立解得 $mg = Ma$ 。

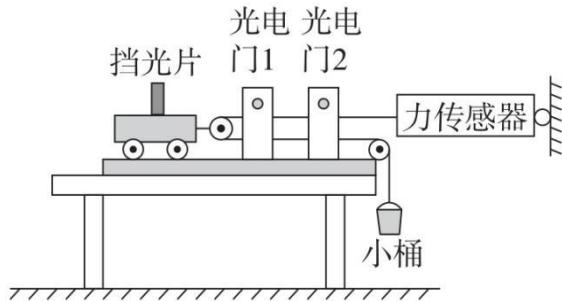
(2) 由逐差法得加速度 $a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{4T^2} = 0.75\text{m/s}^2$ 。

(3) 由上面计算可知乙图的实验将 mg 作为 F 值且不需要满足 $M \gg m$ 的条件。

需要满足条件 $M \gg m$ 的方案是甲。当满足条件 $M \gg m$ 时, 甲方案也是把 mg 作为 F 值的, 所以在作 $a - F$ 图像时, 把 mg 作为 F 值的是甲和乙。

3. [2025 · 山东日照模拟] 某学习小组的同学要探究“质量一定时, 加速度与物体受力的关系”。他们在实验室组装了一套如图所示的实验装置, 水平轨道上安装两个光电门, 光电门与数字计时器相连, 两个光电门中心距离 $l = 0.5\text{m}$, 小车上固定有挡光片, 挡光片的宽度 $d = 2.0\text{mm}$, 细线跨过两个滑轮一端与力传感器连接, 另一端与小桶连接。实验时首先保持轨道水平, 通过调整小桶内砝码的质量使小车做匀速运动以实现平衡阻力, 此时力传感器的示数为 F_0 。然后改变小桶

内砝码的质量，使小车做匀加速直线运动，记下每次小车做匀加速直线运动时力传感器的示数 F 和对应的数字计时器的示数，并求出小车做匀加速直线运动的加速度 a ，分析实验数据，得到小车的加速度与受力的关系。



- (1) 该实验_____ (选填“需要”或“不需要”) 满足小桶和小桶内砝码的总质量 m 远小于小车以及小车上的滑轮和挡光片的总质量 M 。
- (2) 某次实验过程中，小车上的挡光片通过光电门1和2的挡光时间为 $\Delta t_1 = 2.0\text{ms}$ 、 $\Delta t_2 = 1.0\text{ms}$ (小车上的挡光片通过光电门2后，小桶才落地)，则小车的加速度 $a = \underline{\quad}\text{m/s}^2$ (结果保留2位有效数字)。
- (3) 实验时，当力传感器读数为 F_1 时，测得小车的加速度大小为 a_1 ，当力传感器读数为 F_2 时，测得小车的加速度大小为 a_2 ，在误差允许的范围内满足_____，则说明在小车质量一定的情况下，小车的加速度与小车所受的合外力成正比。

【答案】 (1) 不需要

(2) 3.0

(3) $\frac{F_1 - F_0}{F_2 - F_0} = \frac{a_1}{a_2}$

【解析】

(1) 由于实验中已给出了力传感器，可以直接测出细线的拉力，所以不需要满足小桶和小桶内砝码的总质量远小于小车以及小车上的滑轮和挡光片的总质量。

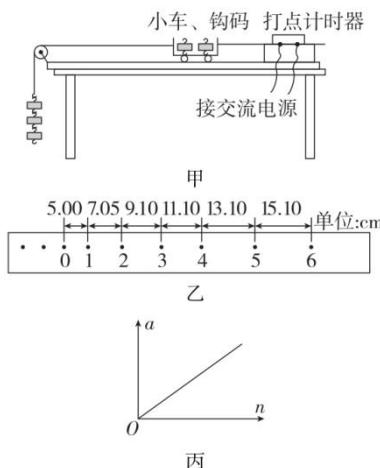
(2) 小车通过光电门1时的速度 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}$ ，通过光电门2时的速度 $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}$ ，根据匀变速直线运动公式有 $v_2^2 - v_1^2 = 2al$ ，可得 $a = \frac{(\frac{d}{\Delta t_2})^2 - (\frac{d}{\Delta t_1})^2}{2l} = 3.0\text{m/s}^2$ 。

(3) 平衡阻力时，小车做匀速运动，故 $f = 2F_0$ ，若在小车质量一定的情况下，小车的加速度与小车所受的合外力成正比，则 $2F_1 - f = Ma_1$ ， $2F_2 - f = Ma_2$ ，

联立解得 $\frac{F_1 - F_0}{F_2 - F_0} = \frac{a_1}{a_2}$ 。

4. [2024·吉林一模]某同学用图甲所示装置探究加速度与合外力之间的关系。

图中长木板水平放置,轻绳跨过定滑轮,一端与放在木板上的小车相连,另一端可悬挂钩码,本实验中可用的钩码共有 N 个,每个钩码的质量为 m ,小车的质量为 M ,重力加速度大小为 g 。



(1) 平衡阻力: 将 N 个钩码全部放入小车中,在长木板不带滑轮的一端下方垫上一个小物块后,发现小车(和钩码)做减速运动,则应将小物块向(选填“左”或“右”)移动,才会使小车(和钩码)在长木板上做匀速运动;

(2) 平衡阻力后,将 n (依次取 $n=1, 2, 3, \dots$)个钩码挂在轻绳左端,其余 $N-n$ 个钩码放在小车内,用手按住小车并使轻绳与木板平行,打开电源,释放小车,获得一条清晰的纸带如图乙,相邻计数点间的时间间隔均为 0.1s ,则可计算出小车的加速度大小 $a=\underline{\hspace{2cm}}$ m/s^2 (结果保留3位有效数字);

(3) 实验中_____(选填“需要”或“不需要”)满足“小车及车上钩码的总质量远大于所挂钩码质量”的条件;

(4) 丙图是利用不同 n 对应不同 a 作出的 $a-n$ 图像,如果图线斜率为 k ,通过理论分析可知本实验中可用的钩码个数 $N=\underline{\hspace{2cm}}$ (用 g 、 k 、 m 、 M 表示)。

【答案】(1) 左

(2) 2.02

(3) 不需要

(4) $\frac{g}{k} - \frac{M}{m}$

【解析】

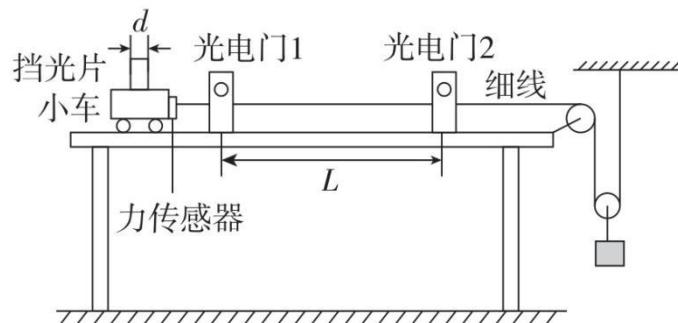
(1) 发现小车做减速运动, 说明长木板倾角过小, 应增大倾角, 则应将小物块向左移动, 才会使小车在长木板上做匀速运动。

(2) 根据逐差法可得 $a = \frac{(11.10+13.10+15.10-5.00-7.05-9.10)}{9 \times 0.1^2} \text{ cm/s}^2$, 解得 $a \approx 2.02 \text{ m/s}^2$ 。

(3) 由于本实验中的研究对象是小车和 N 个钩码整体, 不用计算绳子拉力, 因此不需要满足“小车及车上钩码的总质量远大于所挂钩码质量”的条件。

(4) 以小车和 N 个钩码为整体, 根据牛顿第二定律可得 $nmg = (M + Nm)a$, 整理可得 $a = \frac{mg}{Nm+M}n$, 可知 $a - n$ 图像的斜率为 $k = \frac{mg}{Nm+M}$, 解得本实验中可用的钩码个数为 $N = \frac{g}{k} - \frac{M}{m}$ 。

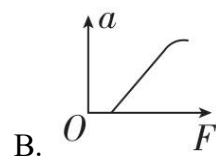
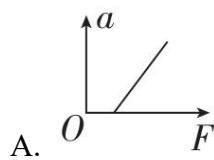
5. [2025 · 四川遂宁一模] 某实验小组用如图所示装置验证牛顿第二定律, 水平轨道上安装两个光电门, 两个光电门中心距离为 L , 小车上的挡光片宽度为 d , 小车上装有力传感器, 小车以及小车上的力传感器和挡光片的总质量为 M , 细线一端与力传感器连接, 另一端跨过滑轮挂上物块。实验时, 保持轨道水平, 当物块质量为 m 时, 小车恰好匀速运动。

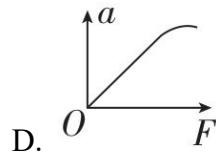
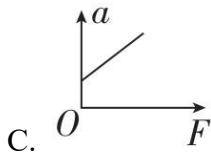


(1) 该实验过程中, _____ (选填“不需要”或“需要”) 物块质量远小于小车以及小车上的力传感器和挡光片的总质量;

(2) 某次实验测得小车通过光电门 1、2 时, 挡光时间为 t_1 和 t_2 , 计算出小车的加速度 $a = \frac{d}{t_2 - t_1}$;

(3) 保持 M 不变, 改变物块质量, 得到多组力传感器示数 F , 通过计算求得各组加速度, 描出 $a - F$ 图像, 下列图像可能正确的是 _____。





【答案】(1) 不需要

(2) $\frac{d^2}{2Lt_2^2} - \frac{d^2}{2Lt_1^2}$

(3) A

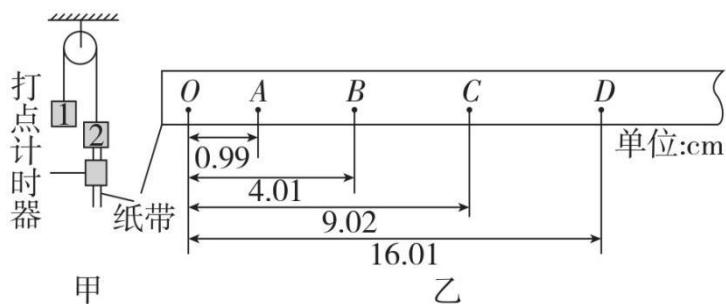
【解析】

(1) 由于实验中力传感器可以直接测出拉力的大小, 所以不需要满足物块质量远小于小车以及小车上的力传感器和挡光片的总质量。

(2) 通过光电门 1 的速度 $v_1 = \frac{d}{t_1}$, 通过光电门 2 的速度 $v_2 = \frac{d}{t_2}$, 根据 $v_2^2 - v_1^2 = 2aL$, 解得 $a = \frac{d^2}{2Lt_2^2} - \frac{d^2}{2Lt_1^2}$ 。

(3) 当物块质量为 m 时, 小车恰好匀速运动, 可得此时拉力大小 $F_0 = \frac{1}{2}mg$, 此时拉力与阻力大小相等即 $f = F_0 = \frac{1}{2}mg$, 改变物块质量, 根据牛顿第二定律可知 $F - f = ma$, 整理得 $a = \frac{F}{m} - \frac{1}{2}g$, 根据函数关系可知图像应为直线且在 F 轴上的截距大于 0, 故选 A。

6. [2025 · 湖南长沙模拟]某同学利用如图甲所示的装置验证牛顿第二定律, 物块 1 质量为 $m_1 = 1.52\text{kg}$, 物块 2 质量为 $m_2 = 1.00\text{kg}$; 物块 1、2 由跨过轻质定滑轮的细绳连接, 物块 2 下端与打点计时器纸带相连。初始时, 托住物块 1, 两物块保持静止, 且纸带竖直, 接通打点计时器的电源, 释放物块 1, 两物块开始运动, 打点计时器打出的纸带如图乙所示, 每相邻的两个点之间还有四个计时点未画出, 已知打点计时器所用的交流电源频率为 50Hz。



(1) 对于该实验, 下列操作正确的是_____。 (选填选项前的字母)

- A. 物块 1 选用密度较小的物体
- B. 两限位孔在同一竖直线上
- C. 实验时，先释放物块 1，后接通电源

- (2) 根据图乙中的数据可知，物块 1 匀加速下落时的加速度大小 $a = \underline{\underline{}} \text{m/s}^2$ 。
(结果保留 3 位有效数字)
- (3) 通过该实验可计算出当地的重力加速度大小 $g = \underline{\underline{}} \text{m/s}^2$ 。
(结果保留 2 位有效数字)
- (4) 由于空气阻力及纸带的影响，重力加速度的测量值 (选填“大于”或“小于”) 真实值。

【答案】 (1) B

- (2) 2.00
- (3) 9.7
- (4) 小于

【解析】

- (1) 为了减小空气阻力和摩擦阻力的影响，物块 1 选用密度较大的物体，故 A 错误；为了减小纸带与打点计时器间的摩擦，两限位孔应在同一竖直线上，故 B 正确；为了充分利用纸带，实验时，先接通电源后释放物块 1，故 C 错误。
- (2) 打点计时器所用的交流电源频率为 50Hz，每相邻的两个点之间还有四个计时点未画出，相邻计数点间的时间间隔 $t = 5T = \frac{5}{f} = 0.1\text{s}$ ，根据逐差法有 $a = \frac{x_{BD} - x_{OB}}{(2t)^2} = \frac{(16.01 - 4.01) - 4.01}{(2 \times 0.1)^2} \times 10^{-2} \text{m/s}^2 \approx 2.00 \text{m/s}^2$ 。
- (3) 根据牛顿第二定律有 $(m_1 - m_2)g = (m_1 + m_2)a$ ，解得 $g \approx 9.7 \text{m/s}^2$ 。
- (4) 空气阻力及纸带的影响使得通过纸带得到的加速度比理想情况下的加速度小，从而使得重力加速度的测量值小于真实值。