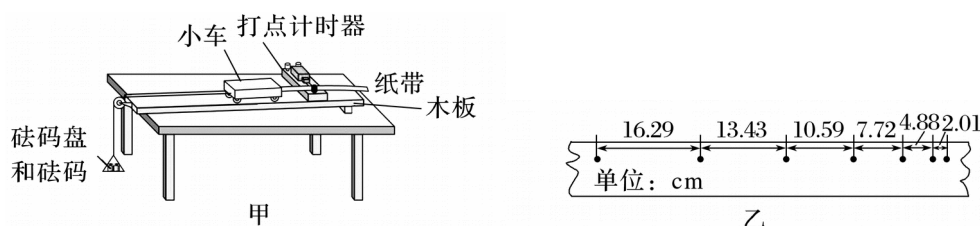


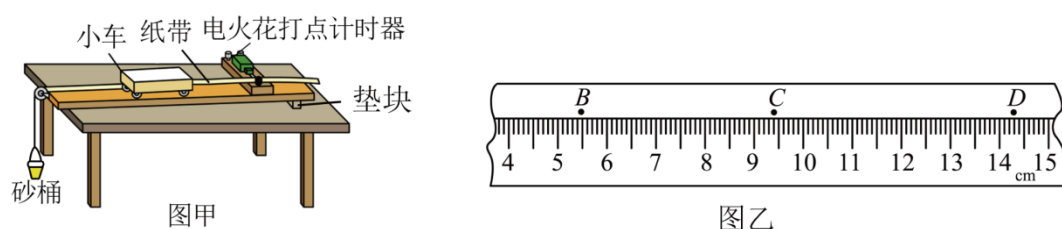
实验四 探究加速度与物体受力、物体质量的关系

1.(易)(2024·广东卷·11)下列是《普通高中物理课程标准》中列出的三个必做实验的部分步骤，请完成实验操作和计算。

(1)图甲是“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验装置示意图。图中木板右端垫高的目的是_____。图乙是实验得到纸带的一部分，每相邻两计数点间有四个点未画出。相邻计数点的间距已在图中给出。打点计时器电源频率为 50 Hz，则小车的加速度大小为_____ m/s^2 (结果保留 3 位有效数字)。



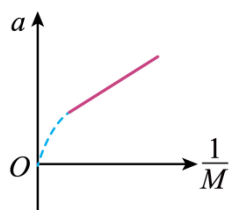
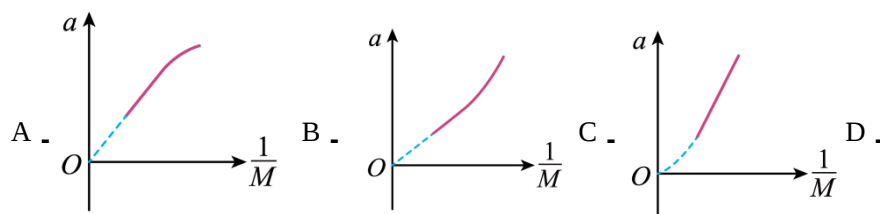
2.(中)(2026·东莞二模·11)图甲的装置可以用来探究加速度与力、质量的关系，其中小车与车中砝码的总质量记为 M ，砂与砂桶的总质量记为 m ，重力加速度为 g 。小陈同学在保持 m 一定时，探究小车的加速度 a 与 M 的关系。



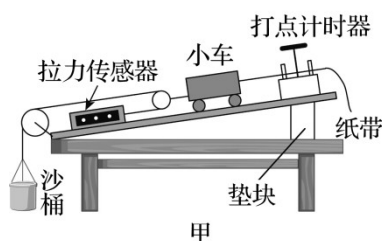
(1)平衡摩擦力时，若未挂砂桶的小车拖动纸带沿木板运动，打点计时器在纸带上打出的点迹_____，说明平衡了小车所受的摩擦力。

(2)图乙是某次实验打点计时器打出的一条纸带（部分）。若 B 、 C 、 D 相邻计数点间的时间间隔均为 0.10s，根据图中的数据，可求出小车的加速度大小是_____ m/s^2 。（计算结果保留两位有效数字）

(3)平衡摩擦力后，该同学根据测得的多组数据画出 $a - \frac{1}{M}$ 关系图像，若实验过程中，由于 M 的变化， M 未满足远大于 m ，则图像可能是_____



3.(中)(2025·广东深圳市检测)学校某物理实验小组用如图甲所示的实验装置来验证“当物体的质量一定时，加速度与所受合外力成正比”的实验。

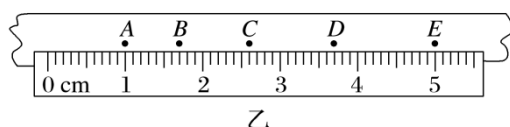


(1)实验时，下列操作中正确的是_____。

- A.用天平测出沙和沙桶的质量
- B.小车靠近打点计时器，先释放小车，再接通电源
- C.平衡摩擦力时，将无滑轮端适当垫高，并在小车前端连接轻绳且悬挂沙桶
- D.平衡摩擦力时，将无滑轮端适当垫高，并在小车后端连纸带且穿过打点计时器，但前端不需要连接轻绳、悬挂沙桶

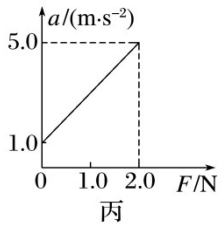
(2)在实验过程中，向沙桶内加沙时，_____ (填“需要”或“不需要”)保证沙和沙桶的总质量 m 远小于小车的总质量 M ；

(3)如图乙是实验中选择的一条合适的纸带(纸带上相邻的两个计数点之间还有4个点没有画出)，已知打点计时器的打点频率为 50 Hz ，该小车的加速度 $a=$ _____ m/s^2 (结果保留两位有效数字)。

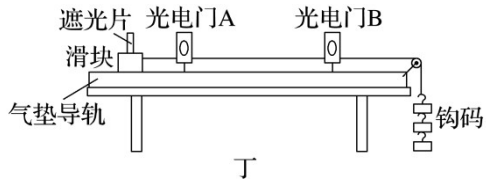


(4)若保持小车质量不变，改变沙桶中沙的质量，记录多组拉力传感器示数 F 和对应纸带求出加速度 a 的数值，根据这些数据，绘制出如图丙的图像，分析此图像不过原点的

原因可能是_____，实验小组仔细分析图像，得出了实验所用小车的质量为_____kg(结果保留两位有效数字)。

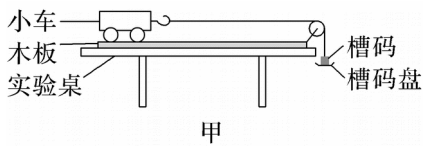


(5)为进行更精确的实验，对上述装置进行改进，实验装置如图丁。在气垫导轨上相隔一定距离的两处安装两个光电门，滑块上固定一遮光片，光电门可以记录下遮光片通过光电门A、B时所用的时间 Δt_1 和 Δt_2 ，以及两次开始遮光的时间间隔 Δt ，用此装置得到的数据绘制图像，探究加速度与力的关系，已经满足滑块和遮光片总质量远大于钩码质量，除了上述已测得的物理量，还需要测量或记录的数据有_____。

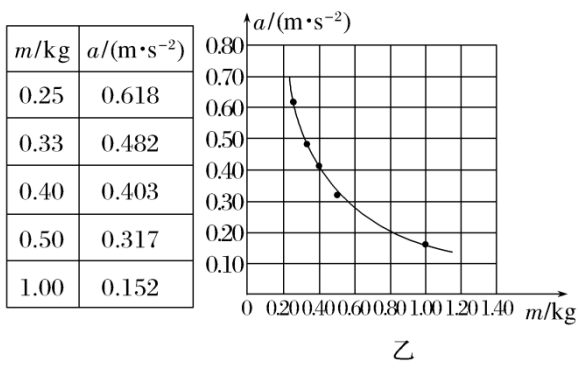


- A.遮光片的宽度 d
- B.钩码的质量 m
- C.滑块和遮光片的总质量 M
- D.滑块的初始位置到光电门A的距离 L_1

4.(中)(2025·陕、晋、青、宁卷,11)图甲为探究加速度与力、质量关系的部分实验装置。



- (1)实验中应将木板_____ (选填“保持水平”或“一端垫高”)。
- (2)为探究加速度 a 与质量 m 的关系,某小组依据实验数据绘制的 a - m 图像如图乙所示,很难直观看出图线是否为双曲线。如果采用作图法判断 a 与 m 是否成反比关系,以下选项可以直观判断的有_____ (多选,填正确答案标号)。



A. $a - \frac{1}{m}$ 图像

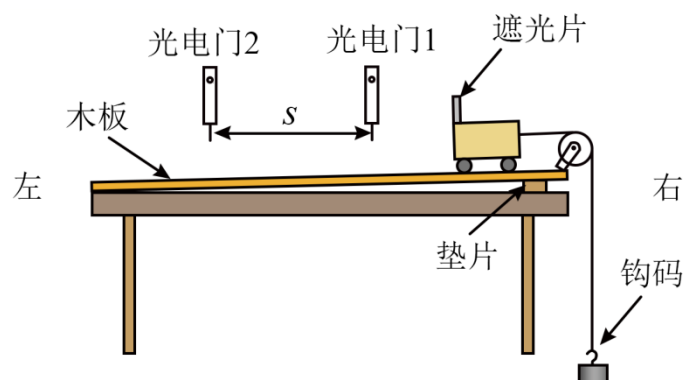
B. $a - m^2$ 图像

C. $am - m$ 图像

D. $a^2 - m$ 图像

(3)探究加速度与力的关系,在改变作用力时,甲同学将放置在实验桌上的槽码依次放在槽码盘上;乙同学将事先放置在小车上的槽码依次移到槽码盘上。在其他实验操作相同的情况下,_____ (选填“甲”或“乙”)同学的方法可以更好地减小误差。

5.(中)(2026·湛江二模·11)为了探究小车质量一定时,加速度 a 与其受到的合外力 F 的关系,设计了如图丙所示的装置:在桌面上放一块固定有定滑轮的木板,细绳的一端固定在小车上,另一端绕过定滑轮悬挂钩码,连接小车的细绳始终平行于木板,反复调节木板下方垫片的位置,直到轻推小车,小车通过光电门1、2的_____,此时小车受力平衡。

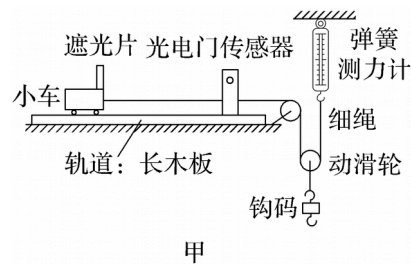


丙

①若通过光电门1的时间 t_1 大于通过光电门2的时间 t_2 ,则应将垫片向_____ (选填“左”或“右”)移动恰当的距离;

②若钩码质量为 M ,重力加速度大小为 g ,调节垫片的位置使得小车在木板上下滑时受力平衡。现将小车置于图示位置,取下钩码让小车下滑,则小车下滑过程中受到的合外力大小为_____。

6.(难)(2025·天津一模·9)如图甲所示,小车通过细绳与钩码相连,遮光片固定在小车的最右端,光电门传感器固定在长木板上,小明研究组利用图中装置完成了“验证牛顿第二定律”的实验,小红研究组将长木板放平,并把小车换成木块,完成了“测定长木板与木块间动摩擦因数”的实验。



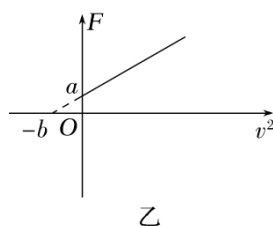
(1)某同学在研究小车加速度与拉力关系的实验中,把小车所受拉力当作合力,下列说法正确的是()

- A.需要平衡摩擦力
- B.不需要平衡摩擦力
- C.要求钩码的质量远小于小车质量
- D.不要求钩码的质量远小于小车质量

(2)在实验操作完全正确的情况下,小明研究组将小车从某一位置由静止释放,测出遮光片的宽度 d 和它通过光电门的挡光时间 Δt ,小车静止时的位置到光电门的位移 s ,小车的质量 m ,弹

簧测力计的示数 F ,则 F 与 $\frac{1}{(\Delta t)^2}$ 应满足的关系式为_____ (可用 m 、 d 、 s 、 Δt 等字母表示)。

(3)小红研究组测出木块静止时遮光片右端距光电门左端的位移 s ,由遮光片宽度 d 和挡光时间 Δt 求出滑块的速度大小 v ,并算出 v^2 ,然后作出的 $F-v^2$ 图像如图乙所示,根据图像可求得动摩擦因数 $\mu=_____$ (可用 a 、 b 、 g 、 s 等字母表示)。



实验四 探究加速度与物体受力、物体质量的关系 答案

1.答案 (1)平衡摩擦力 2.86

【详解】(1)木板右端抬高的目的是平衡摩擦力；
小车的加速度大小 $a = \text{m/s}^2 \approx 2.86 \text{ m/s}^2$

2.答案 (1)间隔均匀；(2)1.0；(3)A

【详解】(1) 平衡摩擦力时，若未挂砂桶的小车拖动纸带沿木板运动，打点计时器在纸带上打出的点迹间隔均匀，说明其做匀速直线运动，则说明平衡了小车所受的摩擦力。

(2) 纸带上有连续相等时间的两段位移，由判别式可得

$$a = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{[(14.30 - 9.40) - (9.40 - 5.50)] \times 10^{-2}}{0.1^2} \text{ m/s}^2 = 1.0 \text{ m/s}^2$$

(3) 根据牛顿第二定律，对 m 有 $mg - F = ma$

对 M 有 $F = Ma$ ，得 $a = \frac{mg}{M + m}$

当 $M \gg m$ 时，拉力才近似等于沙桶重力。其 $a \approx \frac{mg}{M}$ ；在 $a - \frac{1}{M}$ 图像， $\frac{1}{M}$ 增大时，即 M 减

小，不满足 $M \gg m$ ，实际加速度 $a = \frac{mg}{M + m}$ ，它小于理论 $a = \frac{mg}{M}$ ，图线向下弯曲，故 A 符

合题意。故选 A。

3. 答案 (1)D；(2)不需要；(3)0.20；(4)平衡摩擦力过度；1.0；(5)AB

【详解】(1) 因有拉力传感器，则不需要用天平测出沙和沙桶的质量，故 A 错误；小车靠近打点计时器，先接通电源，再释放小车，故 B 错误；平衡摩擦力时，将无滑轮端适当垫高，并在小车后端连纸带且穿过打点计时器，但前端不需要连接轻绳、悬挂沙桶，故 C 错误，D 正确。

(2) 因有拉力传感器可测出拉力，则在实验过程中，向沙桶内加沙时，不需要保证沙和沙桶的总质量 m 远小于小车的总质量 M 。

(3) 纸带上相邻的两个计数点之间还有 4 个点没有画出，则 $T = 0.1 \text{ s}$ ，该小车的加速度 $a =$

$$\frac{s_{CE} - s_{AC}}{4T^2} = \frac{(2.40 - 1.60) \times 10^{-2}}{4 \times 0.1^2} \text{ m/s}^2 = 0.20 \text{ m/s}^2。$$

(4) 由题图丙可知，当拉力为零时小车就已经有了加速度，可知原因是木板抬得过高，平衡

摩擦力过度；由 $2F = Ma$ ，可得 $a = \frac{2}{M} F$ ，则 $\frac{2}{M} = \frac{5.0 - 1.0}{2.0} \text{ kg}^{-1} = 2 \text{ kg}^{-1}$ ，解得 $M = 1.0$

kg。

(5) 滑块经过光电门 A、B 的速度分别为 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}$ ， $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}$ ，所以滑块运动的加速度

$$\text{为 } a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{\frac{d}{\Delta t_2} - \frac{d}{\Delta t_1}}{\Delta t}，\text{滑块所受合力为绳的拉力，当钩码的质量远小于滑块和}$$

遮光片总质量时,绳的拉力近似等于钩码的重力,即 $F=mg=Ma$,所以还需要测量或记录的数据为遮光片宽度、钩码的质量。故选 A、B。

4.答案 (1)一端垫高;(2)AC;(3)乙

【详解】(1)探究加速度与力、质量关系的实验时,将槽码与槽码盘的重力近似为绳子拉力,则需平衡摩擦阻力,实验中应将木板一端垫高。

(2)该实验采取控制变量法,探究加速度 a 与质量 m 的关系时,小车受到的力 F 保持不变,利用图像法处理数据时,需使图线拟合为直线更直观,即图像斜率为定值,由牛顿第二定律 $F=ma$

可知 $a-\frac{1}{m}$ 图像的斜率不变,A 正确;无论 m 怎么变化, am 为定值, $am-m$ 图线为平行于横轴的直线,也可判断 a 、 m 成反比关系,C 正确; $a-m^2$ 与 a^2-m 图线均为曲线,无法直观判断 a 与 m 成反比关系,B、D 错误。

(3)甲同学的实验中,增大了槽码和槽码盘的总质量 m' ,可能无法满足 m' 远小于小车的质量 m ,故实验误差较大;乙同学的实验中, $(m'+m)$ 不变,系统加速度 $a=\frac{m'g}{m'+m}$,可得 a 与 $m'g$ 成正比,故误差较小。

5.答案 时间相等; ①右; ② Mg

【详解】(1)若通过两光电门时间相等,则小车匀速下滑。

(2)若通过光电门 1 的时间长,说明小车加速下滑,倾角过大,垫片需要向右端移动;

(3)由于钩码挂上时,小车受力平衡,则钩码取下后,小车受到的合力大小应等于钩码的重力大小,为 Mg 。

6.答案 (1)AD (2) $F=\frac{md^2}{2s(\Delta t)^2}$ (3) $\frac{b}{2gs}$

【详解】(1)把小车所受拉力当作合力,需要平衡摩擦力,可以根据弹簧测力计直接读出力的大小,不要求钩码的质量远小于小车质量,故选 A、D。

(2)小车通过光电门的速度 $v=\frac{d}{\Delta t}$,由匀变速直线运动规律有 $v^2=2as$

若满足牛顿第二定律,有 $F=ma$

解得 $F=\frac{md^2}{2s(\Delta t)^2}$ 。

(3)牛顿第二定律,有 $F-\mu mg=ma$,由匀变速直线运动规律有 $v^2=2as$

$$\text{解得 } F = \frac{mv^2}{2s} + \mu mg$$

$$\text{结合图像可得 } \frac{a}{b} = \frac{m}{2s}, \mu mg = a$$

$$\text{联立解得 } \mu = \frac{b}{2gs} \text{。}$$