

实验：探究加速度与力、质量的关系



目标导航

课程标准	课标解读
1. 明确影响物体加速度的两个因素——力和质量。	1、经历探究加速度与力、质量的关系的设计过程，能够依据要求进行实验设计，学会选择合理的实验方案进行探究实验。
2. 学会测量物体的质量、加速度和受到的力，通过实验探究加速度与力、质量的关系。	2、经历用图像法处理数据的过程，从图像中发现物理规律，培养学生收集信息、获取证据的能力。
3. 会运用图像法处理实验数据，得出实验结论。	3、经历实验操作和测量的过程，知道如何平衡摩擦力、减小系统误差等操作方法，体会探究过程的科学性和严谨性，培养与人合作、学会分享的团队精神。
4. 体会“控制变量法”对研究问题的意义。	



知识精讲



知识点 01 实验原理

- (1)保持质量不变，探究加速度跟_____的关系。
- (2)保持合外力不变，探究加速度与_____的关系。
- (3)作出 $a-F$ 图象和 $a-\frac{1}{m}$ 图象，确定 a 与 F 、 m 的关系。

【即学即练 1】在“探究加速度与力、质量的关系”的实验步骤中，下列做法中正确的是()

- 同时改变拉力 F 和小车质量 m 的大小
- 先保持小车质量 m 不变，研究加速度 a 与拉力 F 的关系，再保持 F 不变，研究 a 与 m 的关系，最后导出 a 与 m 及 F 的关系
- 只改变拉力 F 的大小，小车质量 m 的大小始终保持不变
- 只改变小车质量 m 的大小，拉力 F 的大小始终保持不变



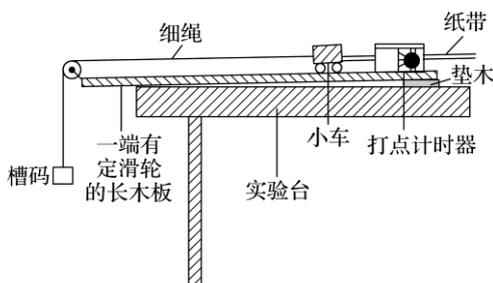
知识点 02 实验器材

小车、槽码、细绳、一端附有定滑轮的长木板、垫木、打点计时器、学生电源、导线、纸带、_____、刻度尺、坐标纸。



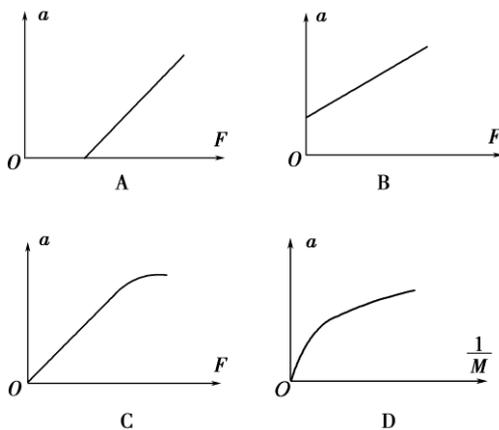
知识点 03 实验过程

- 1、测量：用天平测量槽码的质量 m' 和小车的质量 m 。
- 2、安装：按照如图所示装置把实验器材安装好，只是不把悬挂槽码的细绳系在小车上(即不给小车_____).



- 3、平衡摩擦力：在长木板不带定滑轮的一端下面垫上一块薄木块，使小车能_____下滑。
- 4、操作：①槽码通过细绳绕过定滑轮系于小车上，先_____后_____车，断开电源，取下纸带，编号码。
②保持小车的质量 m 不变，改变槽码的质量 m' ，重复步骤①。
③在每条纸带上选取一段比较理想的部分，计算加速度 a 。
④描点作图，作 $a-F$ 的图象。
⑤保持槽码的质量 m' 不变，改变小车质量 m ，重复步骤①和③，作 $a-\frac{1}{m}$ 图象。

【即学即练 2】 几位同学在研究加速度 a 和力 F 、质量 m 的关系时，设小车质量和车上砝码质量之和为 M ，砂及砂桶的总质量为 m ，分别得出如图中四条图线，其中图 A、B、C 是 $a-F$ 图线，图 D 是 $a-\frac{1}{M}$ 图线，其中没有平衡摩擦力的是()

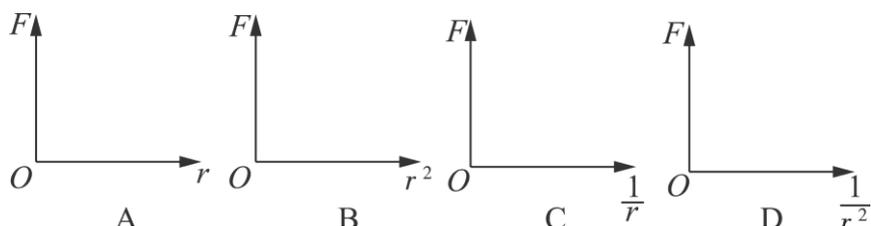




知识点 04 数据处理

- 1、利用逐差法或 $v-t$ 图象法求 a .
- 2、)以 a 为纵坐标, F 为横坐标, 描点、画线, 如果该线为过原点的直线, 说明 a 与 F 成正比.
- 3、以 a 为纵坐标, $\frac{1}{m}$ 为横坐标, 描点、画线, 如果该线为过原点的直线, 就能判定 a 与 m 成反比.

【即学即练 3】 若已知两个物体间的某种力 F 与两物体间距离 r 的平方成反比, 即 $F = \frac{k}{r^2}$ (k 是与 r 无关的常数). 现要设计实验验证该关系, 实验后利用得到的数据作图, 利用图象研究 F 与 r 的关系, 下列四种坐标系应选用的最佳坐标系是 ()



知识点 05 注意事项

1. 平衡摩擦力时不要挂重物, 整个实验平衡了摩擦力后, 不管以后是改变盘和砝码的质量还是改变小车及砝码的质量, 都不需要重新平衡摩擦力.
2. 实验中必须满足小车和砝码的质量远大于小盘和砝码的总质量. 只有如此, 砝码和小盘的总重力才可视为与小车受到的拉力相等 (为什么?).
3. 各纸带上的加速度 a , 都应是该纸带上的平均加速度.
4. 作图象时, 要使尽可能多的点在所作直线上, 不在直线上的点应尽可能对称分布在所作直线的两侧. 离直线较远的点是错误数据, 可舍去不予考虑.
5. 小车应靠近打点计时器且先接通电源再释放纸带.

【即学即练 4】 用打点计时器测量加速度, 探究加速度与力、质量的关系时, 需要平衡摩擦力. 平衡摩擦力时, 应该让小车 ()

- A. 挂上钩码, 拖上纸带, 开动打点计时器
- B. 不挂钩码, 拖上纸带, 开动打点计时器
- C. 挂上钩码, 不拖纸带
- D. 不挂钩码, 不拖纸带

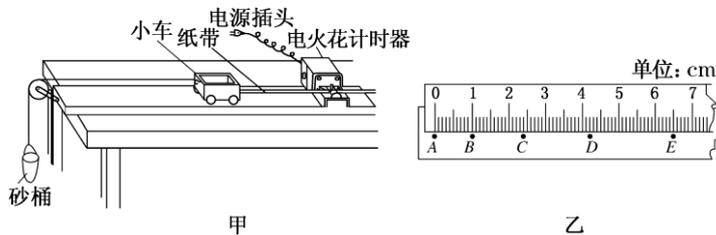


知识点 06 误差分析

- 1、实验原理不完善: 本实验用槽码的总重力 $m'g$ 代替小车的拉力, 而实际上小车所受的拉力要小于槽码的总重力.

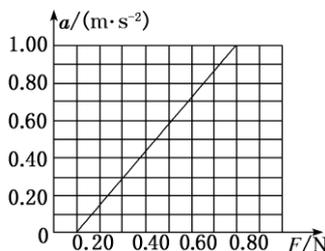
2、平衡摩擦阻力不准确、质量测量不准确、计数点间距离测量不准确、纸带和细绳不严格与木板平行都会引起误差。

【即学即练 5】 某次“探究加速度 a 跟物体所受合力 F 和质量 m 的关系”实验过程是：



(1)图甲所示为实验装置图。图乙为某次实验得到的一段纸带，计数点 A 、 B 、 C 、 D 、 E 间的时间间隔为 0.1 s ，根据纸带可求出小车的加速度大小为_____ m/s^2 (结果保留两位有效数字)。

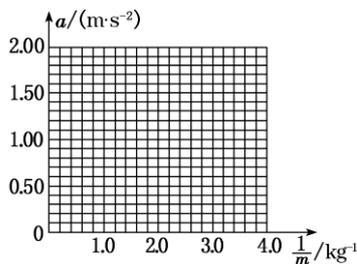
(2)保持小车质量不变，改变砂和砂桶质量，进行多次测量。根据实验数据做出了加速度 a 随拉力 F 的变化图线，如图所示。图中直线没有通过原点，其主要原因是_____。



(3)保持砂和砂桶质量不变，改变小车中砝码质量，进行多次测量，得到小车加速度 a 、质量 m 及其对应的 $\frac{1}{m}$ 的数据如表中所示：

实验次数	1	2	3	4	5	6	7	8
小车加速度 $a/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$	1.90	1.72	1.49	1.25	1.00	0.75	0.50	0.30
小车和砝码质量 m/kg	0.25	0.29	0.33	0.40	0.50	0.71	1.00	1.67
$\frac{1}{m}/\text{kg}^{-1}$	4.00	3.45	3.03	2.50	2.00	1.41	1.00	0.60

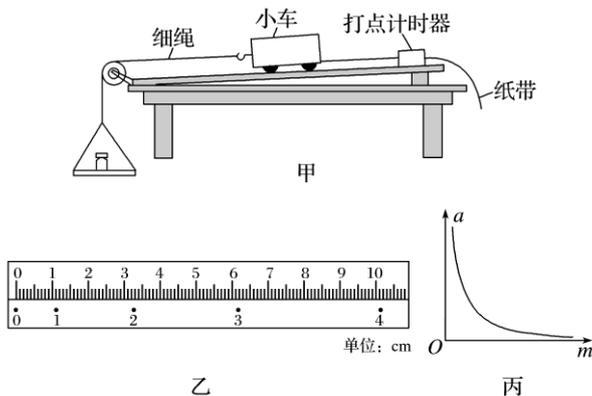
a. 请在坐标纸中画出 $a-\frac{1}{m}$ 图线：



b. 根据作出的 $a-\frac{1}{m}$ 图线可以得到的结论是：_____。

考法 01 教材原型实验

【典例 1】某同学利用如图甲所示的装置探究加速度与物体受力、物体质量的关系。实验时，把数据记录在表格中，数据是按加速度大小排列的，第 8 组数据中小车质量和加速度数据漏记。



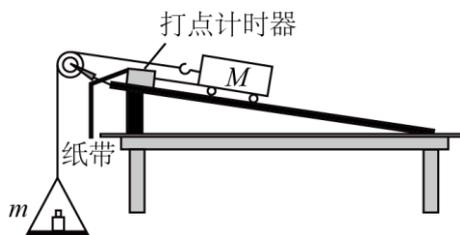
组号	F/N	m/kg	$a/(m \cdot s^{-2})$
1	0.29	0.86	0.34
2	0.14	0.36	0.39
3	0.29	0.61	0.48
4	0.19	0.36	0.53
5	0.24	0.36	0.67
6	0.29	0.41	0.71
7	0.29	0.36	0.81
8	0.29		
9	0.34	0.36	0.94

(1)该同学又找到了第 8 组数据对应的纸带以及小车质量，纸带如图乙所示。已知打点计时器所用交流电的频率为 50 Hz，纸带上标出的每两个相邻点之间还有 4 个打出来的点未画出。请你帮助该同学求出第 8 组中的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s^2 ；

(2)如果要研究加速度与物体受力的关系，需取表格中 组数据(填组号)，作 $a-F$ 图象；如果要研究加速度与物体质量的关系，需取表格中 组数据(填组号)，作 $a-m$ 图象。这种研究方法叫作 法；

(3)作出的 $a-m$ 图象如图丙所示，由图象 (填“可以”或“不可以”)判断 a 与 m 成反比。

【典例 2】. 图是“探究加速度与力、质量的关系”实验时的一个拓展方案，实验方案操作步骤如下：



- (1) 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 ，让小车沿木板加速下滑，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。

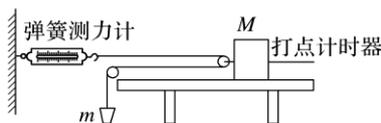
实验方案_____满足条件 M 远远大于 m (选填“需要”、“不需要”)；在作 $a-F$ 图象时， mg _____ F 的值 (选填“等于”、“近似等于”)。

考法 02 拓展创新实验

<p>实验目的和原理的创新</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>(1)将实验装置的平面改为斜面 (2)将探究加速度与物体受力、物体质量的关系改为测定动摩擦因数</p>
<p>实验器材的创新</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>利用位移传感器与计算机相连，直接得出小车的加速度</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>(1)用光电门代替打点计时器，结合遮光条的宽度可测滑块的速度 (2)利用气垫导轨代替长木板，无需平衡摩擦阻力 (3)用力传感器测滑块的拉力，无需满足 $m \ll M$</p>
<p>实验过程的创新</p>	<div style="text-align: center;"> </div>

	<p>(1)结合光电门得出物块在 A、B 两点的速度, 由 $v_B^2 - v_A^2 = 2ax$ 得出位移, 算出物块的加速度</p> <p>(2)结合牛顿第二定律 $mg - \mu Mg = (M+m)a$ 得出物块与水平桌面间的动摩擦因数</p>
--	---

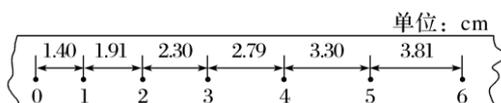
【典例 2】为了探究质量一定时加速度与力的关系, 一同学设计了如图所示的实验装置, 细线与弹簧测力计挂钩相连. 其中 M 为带滑轮的小车的质量, 放在一端带滑轮的长木板上, m 为砂和砂桶的质量. (滑轮质量不计)



(1)实验时, 不需要进行的操作是_____。(填选项前的字母)

- A. 用天平测出砂和砂桶的质量
- B. 将带滑轮的长木板右端垫高, 以平衡摩擦力
- C. 小车靠近打点计时器, 先接通电源, 再释放小车, 打出一条纸带, 同时记录弹簧测力计的示数
- D. 改变砂和砂桶的质量, 打出几条纸带
- E. 为减小误差, 实验中一定要保证砂和砂桶的质量 m 远小于小车的质量 M

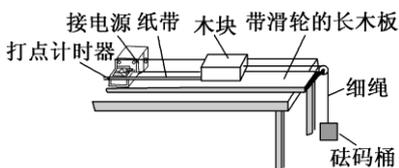
(2)该同学在实验中得到如图所示的一条纸带(两计数点间还有两个点没有画出), 已知打点计时器采用的是频率为 50 Hz 的交流电, 根据纸带可求出小车的加速度为_____ m/s^2 (结果保留三位有效数字).



分层提分

题组 A 基础过关练

1. 某实验小组利用如图所示的装置探究加速度与力、质量的关系。



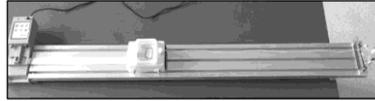
(1)下列做法正确的是_____ (填字母代号)。

- A. 调节滑轮的高度, 使牵引木块的细绳与长木板保持平行
- B. 在调节木板倾斜度平衡木块受到的滑动摩擦力时, 将装有砝码的砝码桶通过定滑轮拴在木块上
- C. 实验时, 先放开木块再接通打点计时器的电源

D. 通过增减木块上的砝码改变质量时，不需要重新调节木板倾斜度

(2)为使砝码桶及桶内砝码的总重力在数值上近似等于木块运动时受到的拉力，应满足的条件是砝码桶及桶内砝码的总质量_____木块和木块上砝码的总质量。(选填“远大于”“远小于”或“近似等于”)

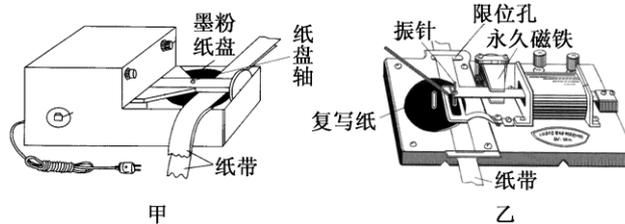
2.利用如图所示装置可以做力学中的许多实验。



(1)以下说法正确的是()

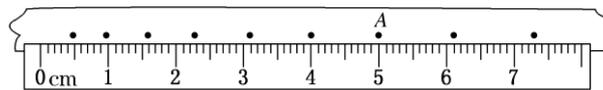
- A. 用此装置“研究匀变速直线运动”时，必须设法消除小车和长木板间的摩擦阻力的影响
- B. 用此装置“研究匀变速直线运动”时，应使小盘和盘内砝码的总质量远小于小车的质量
- C. 用此装置“探究加速度 a 与力 F 的关系”时，必须设法消除小车和长木板间的摩擦阻力的影响
- D. 用此装置“探究加速度 a 与力 F 的关系”时，应使小盘和盘内砝码的总质量远小于小车的质量

(2)本装置中要用到打点计时器，如图所示为实验室常用的两种计时器，其中图甲用的电源要求是()



- A. 交流 220 V
- B. 直流 220 V
- C. 交流 4~6 V
- D. 直流 4~6 V

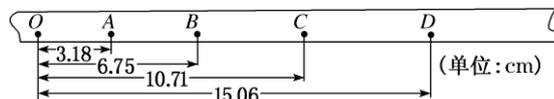
(3)在利用此装置“探究加速度 a 与力 F 的关系”时，实验中按规范操作打出的一条纸带的一部分如图所示。已知打点计时器接在频率为 50 Hz 的交流电源上，则此次实验中打点计时器打下 A 点时小车的瞬时速度为_____ m/s。(结果保留两位有效数字)



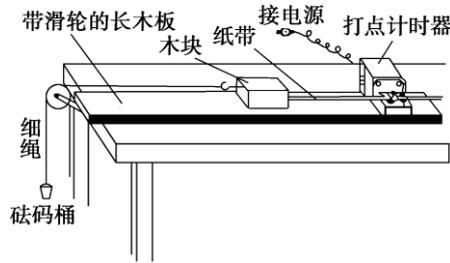
3.小王同学在探究加速度与力、质量的关系时，小车及砝码的质量用 M 表示，砂桶及砂的质量用 m 表示，小车的加速度可由小车后拖动的纸带计算出。

(1)往砂桶中加入一定量的砂子，当 M 与 m 的大小关系满足_____时，可近似认为绳对小车的拉力大小等于砂桶和砂的重力；在释放小车_____ (填“之前”或“之后”)接通打点计时器的电源，在纸带上打出一系列的点。

(2)在平衡摩擦力后，他用打点计时器打出的纸带的一段如图所示，该纸带上相邻两个计数点间还有 4 个点未标出，打点计时器使用交流电的频率是 50 Hz，则小车的加速度大小是_____ m/s^2 ，当打点计时器打 B 点时小车的速度是_____ m/s 。(结果保留三位有效数字)



4.某实验小组利用图 1 所示的装置探究加速度与力、质量的关系。



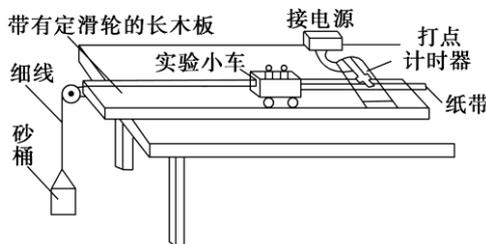
①下列做法正确的是_____ (填字母代号)

- A. 调节滑轮的高度, 使牵引木块的细绳与长木板保持平行
- B. 在调节木板倾斜度平衡木块受到的滑动摩擦力时, 将装有砝码的砝码桶通过定滑轮拴在木块上
- C. 实验时, 先放开木块再接通打点计时器的电源
- D. 通过增减木块上的砝码改变质量时, 不需要重新调节木板倾斜度

②为使砝码桶及桶内砝码的总重力在数值上近似等于木块运动时受到的拉力, 应满足的条件是砝码桶及桶内砝码的总质量_____木块和木块上砝码的总质量. (选填“远大于”、“远小于”或“近似等于”)

5. (1)我们已经知道, 物体的加速度 a 同时跟合外力 F 和质量 m 两个因素有关. 要研究这三个物理量之间的定量关系的思想方法是_____.

(2)某同学的实验方案如图所示, 她想用砂桶的重力表示小车受到的合外力 F , 为了减小这种做法带来的实验误差, 她先做了两方面的调整措施:



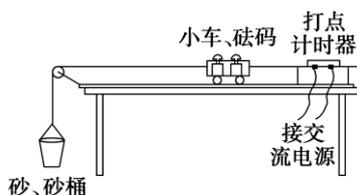
- a. 用小木块将长木板无滑轮的一端垫高, 目的是_____.
- b. 使砂桶的质量远小于小车的质量, 目的是使拉小车的力近似等于_____.

(3)该同学利用实验中打出的纸带求加速度时, 处理方案有两种:

- A. 利用公式 $a = \frac{2x}{t^2}$ 计算;
- B. 根据 $a = \frac{\Delta x}{T^2}$ 利用逐差法计算.

两种方案中, 你认为选择方案_____比较合理.

6. 如图为“验证牛顿第二定律”的实验装置示意图. 砂和砂桶的总质量为 m , 小车和砝码的总质量为 M . 实验中用砂和砂桶总重力的大小作为细线对小车拉力的大小.



(1)实验中，为了使细线对小车的拉力等于小车所受的合外力，先调节长木板一端滑轮的高度，使细线与长木板平行。接下来还需要进行的一项操作是()

A. 将长木板水平放置，让小车连着已经穿过打点计时器的纸带，给打点计时器通电，调节 m 的大小，使小车在砂和砂桶的牵引下运动，从打出的纸带判断小车是否做匀速运动

B. 将长木板的一端垫起适当的高度，让小车连着已经穿过打点计时器的纸带，撤去砂和砂桶，给打点计时器通电，轻推小车，从打出的纸带判断小车是否做匀速运动

C. 将长木板的一端垫起适当的高度，撤去纸带以及砂和砂桶，轻推小车，观察判断小车是做匀速运动

(2)实验中要进行质量 m 和 M 的选取，以下最合理的一组是()

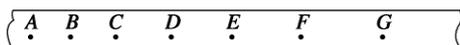
A. $M=200\text{ g}$, $m=10\text{ g}$ 、 15 g 、 20 g 、 25 g 、 30 g 、 40 g

B. $M=200\text{ g}$, $m=20\text{ g}$ 、 40 g 、 60 g 、 80 g 、 100 g 、 120 g

C. $M=400\text{ g}$, $m=10\text{ g}$ 、 15 g 、 20 g 、 25 g 、 30 g 、 40 g

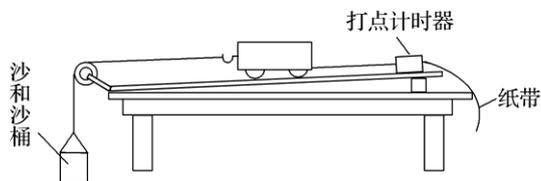
D. $M=400\text{ g}$, $m=20\text{ g}$ 、 40 g 、 60 g 、 80 g 、 100 g 、 120 g

(3)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： $x_{AB}=4.22\text{ cm}$ 、 $x_{BC}=4.65\text{ cm}$ 、 $x_{CD}=5.08\text{ cm}$ 、 $x_{DE}=5.49\text{ cm}$ 、 $x_{EF}=5.91\text{ cm}$ 、 $x_{FG}=6.34\text{ cm}$ 。已知打点计时器的工作频率为 50 Hz ，则小车的加速度 $a=$ _____ m/s^2 。(结果保留两位有效数字)



题组 B 能力提升练

1.某同学用如图所示装置来探究“在外力一定时，物体的加速度与其质量之间的关系”。



(1)实验中下列相关操作正确的是_____。

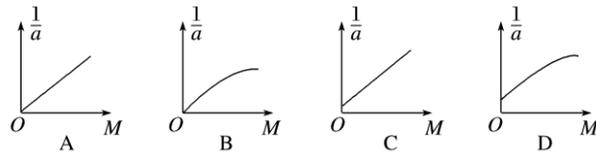
A. 平衡摩擦力时，应先将沙桶用细线绕过定滑轮系在小车上

B. 平衡摩擦力时，小车后面应固定一条纸带，纸带穿过打点计时器

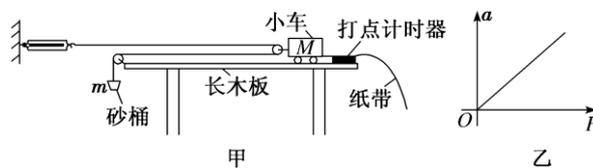
C. 小车释放前应靠近打点计时器，且先释放小车后接通打点计时器的电源

(2)将沙和沙桶的总重力 mg 近似地当成小车所受的拉力 F 会给实验带来系统误差. 设小车所受拉力的真实值为 $F_{真}$, 为了使系统误差 $\frac{mg-F_{真}}{F_{真}} < 5\%$, 小车和砝码的总质量是 M , 则 M 与 m 应当满足的条件是 $\frac{m}{M} < \underline{\hspace{2cm}}$.

(3)在完成实验操作后, 用图象法处理数据, 得到小车的加速度倒数 $\frac{1}{a}$ 与小车质量 M 的关系图象正确的是 .



2.用如图甲所示的装置探究加速度 a 与力 F 的关系, 带滑轮的长木板水平放置, 弹簧测力计固定在墙上.



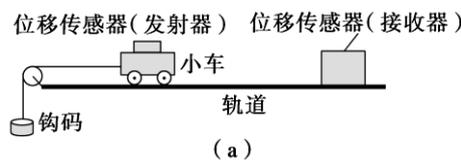
(1)实验时, 一定要进行的操作是 (填选项前的字母)。

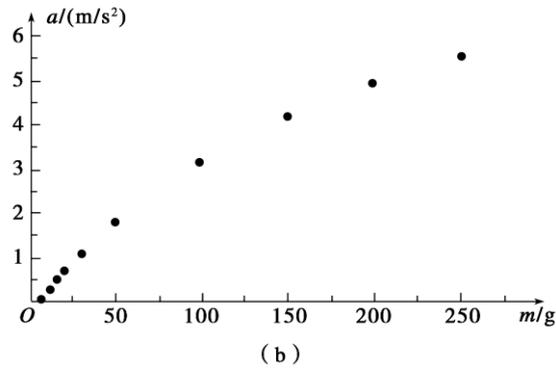
- A. 小车靠近打点计时器, 先接通电源, 再释放小车, 打出一条纸带, 根据纸带的数据求出加速度 a , 同时记录弹簧测力计的示数 F
- B. 改变小车的质量, 打出几条纸带
- C. 用天平测出砂和砂桶的总质量
- D. 为减小误差, 实验中一定要保证砂和砂桶的总质量远小于小车的质量

(2)若要把小车所受拉力视为小车所受的合力, 在进行上述实验操作之前, 首先应该完成的实验步骤是 。

(3)若弹簧测力计的读数为 F , 则 F mg (m 为砂和桶的总质量)。(填“大于”“等于”或“小于”)

3.某同学利用图(a)所示实验装置及数字化信息系统获得了小车加速度 a 与钩码的质量 m 的对应关系图, 如图(b)所示. 实验中小车(含发射器)的质量为 200 g , 实验时选择了不可伸长的轻质细绳和轻定滑轮, 小车的加速度由位移传感器及与之相连的计算机得到. 回答下列问题:



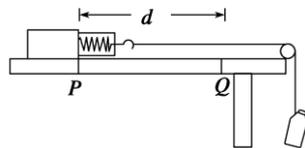


(1)根据该同学的结果，小车的加速度与钩码的质量成_____ (填“线性”或“非线性”)关系。

(2)由图(b)可知， $a-m$ 图线不经过原点，可能的原因是_____。

(3)若利用本实验装置来验证“在小车质量不变的情况下，小车的加速度与作用力成正比”的结论，并直接以钩码所受重力 mg 作为小车受到的合外力，则实验中应采取的改进措施是_____，钩码的质量应满足的条件是_____。

4.某同学设计了如图所示的装置来探究加速度与力的关系，弹簧秤固定在一合适的木块上，桌面的右边边缘固定一个光滑的定滑轮，细绳的两端分别与弹簧秤的挂钩和矿泉水瓶连接。在桌面上画出两条平行线 P 、 Q ，并测出间距 d 。开始时将木块置于 P 处，现缓慢向瓶中加水，直到木块刚刚开始运动为止，记下弹簧秤的示数 F_0 ，以此表示滑动摩擦力的大小。再将木块放回原处并按住，继续向瓶中加水后，记下弹簧秤的示数 F ，然后释放木块，并用秒表记下木块从 P 运动到 Q 处的时间 t 。

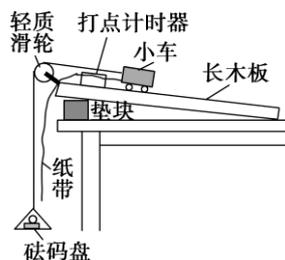


(1)木块的加速度可以用 d 和 t 表示为 $a=_____$ 。

(2)用加水的方法改变拉力的大小与挂钩码的方法相比，它的优点是()

- A. 可以改变滑动摩擦力的大小
- B. 可以更方便地获取更多组实验数据
- C. 可以更精确地测出摩擦力的大小
- D. 可以获得更大的加速度以提高实验精度

5. 某实验小组在“探究加速度与物体受力的关系”实验中，设计出如下的实验方案，其实验装置如图所示。已知小车质量 $M=214.6\text{ g}$ ，砝码盘质量 $m_0=7.8\text{ g}$ ，所使用的打点计时器交流电频率 $f=50\text{ Hz}$ 。其实验步骤是：

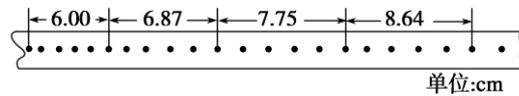


- A. 按图中所示安装好实验装置；
- B. 调节长木板的倾角，轻推小车后，使小车能沿长木板向下做匀速运动；
- C. 取下细绳和砝码盘，记下砝码盘中砝码的质量 m ；
- D. 将小车置于打点计时器旁，先接通电源，再放开小车，打出一条纸带，由纸带求得小车的加速度 a ；
- E. 重新挂上细绳和砝码盘，改变砝码盘中砝码的质量，重复 B—D 步骤，求得小车在不同合外力 F 作用下的加速度。

回答下列问题：

(1) 按上述方案做实验，是否要求砝码和砝码盘的总质量远小于小车的质量？_____ (填“是”或“否”)。

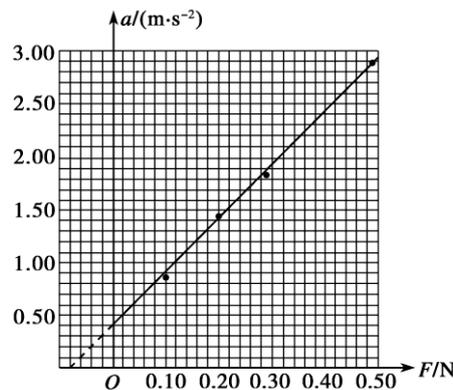
(2) 实验中打出的其中一条纸带如图所示，由该纸带可求得小车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$



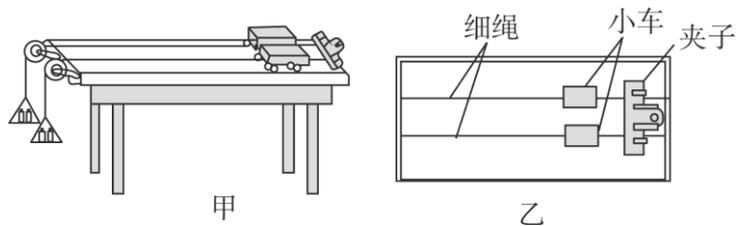
(3) 某同学将有关测量数据填入他所设计的表格中，如下表，

次数	1	2	3	4	5
砝码盘中砝码的重力 F/N	0.10	0.20	0.29	0.39	0.49
小车的加速度 $a/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$	0.88	1.44	1.84	2.38	2.89

他根据表中的数据画出 $a - F$ 图象 (如图)。造成图线不过坐标原点的一条最主要原因是_____。



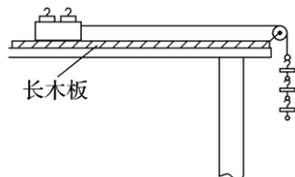
6. 图甲是用来探究加速度和力之间关系的实验装置示意图，图乙是其俯视图。两个相同的小车，放在比较光滑的水平板上(摩擦力很小，可以略去)，前端各系一条细绳，绳的另一端跨过定滑轮各挂一个小盘，盘里可放砝码。两个小车后端各系一条细线，细线后端用夹子固定，打开夹子，小盘和砝码牵引小车运动，合上夹子，两小车同时停止。用刻度尺测出两小车通过的位移，则位移之比就等于它们的加速度之比。为了探究加速度大小和力大小之间的关系，下列说法中正确的是()



- A. 使小盘和砝码的总质量尽可能等于小车质量
- B. 若将小车放在粗糙水平板上，对实验结果没有影响
- C. 位移之比等于加速度之比是因为小车的位移与加速度成正比
- D. 可在两小盘内放置相同质量的砝码，在两小车内放置不同质量的砝码进行实验

题组 C 培优拔尖练

1. 某物理课外小组利用图中的装置探究物体加速度与其所受合外力之间的关系。图中，置于实验台上的长木板水平放置，其右端固定一轻滑轮；轻绳跨过滑轮，一端与放在木板上的小滑车相连，另一端可悬挂钩码。本实验中可用的钩码共有 $N=5$ 个，每个质量均为 0.010 kg 。实验步骤如下：

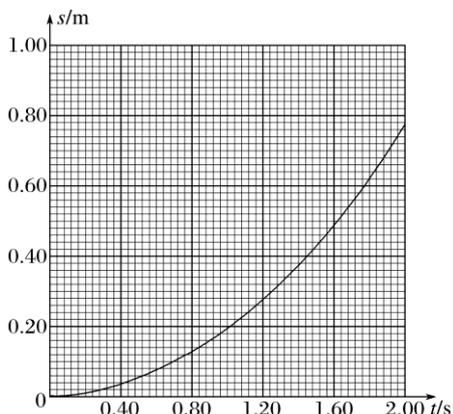


(1) 将 5 个钩码全部放入小车中，在长木板左下方垫上适当厚度的小物块，使小车(和钩码)可以在木板上匀速下滑。

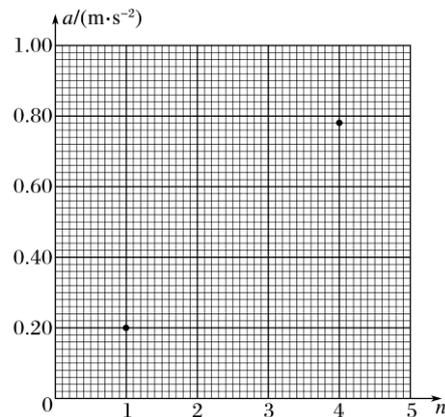
(2) 将 n (依次取 $n=1,2,3,4,5$) 个钩码挂在轻绳右端，其余 $N-n$ 个钩码仍留在小车内；用手按住小车并使轻绳与木板平行。释放小车，同时用传感器记录小车在时刻 t 相对于其起始位置的位移 s ，绘制 $s-t$ 图像，经数据处理后可得到相应的加速度 a 。

(3) 对应于不同的 n 的 a 值见下表。 $n=2$ 时的 $s-t$ 图像如图所示；由图求出此时小车的加速度(保留 2 位有效数字)，将结果填入下表。

n	1	2	3	4	5
$a/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$	0.20		0.58	0.78	1.00



(4)利用表中的数据在图中补齐数据点，并作出 $a-n$ 图像。从图像可以看出：当物体质量一定时，物体的加速度与其所受的合外力成正比。

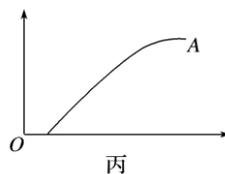
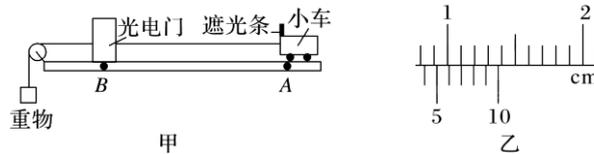


(5)利用 $a-n$ 图像求得小车(空载)的质量为_____kg(保留 2 位有效数字,重力加速度取 $g=9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$).

(6)若以“保持木板水平”来代替步骤(1), 下列说法正确的是_____(填入正确选项前的标号).

- A. $a-n$ 图线不再是直线
- B. $a-n$ 图线仍是直线, 但该直线不过原点
- C. $a-n$ 图线仍是直线, 但该直线的斜率变大

2. 如图甲所示是某同学探究“小车加速度与力的关系”的实验装置, 他将光电门固定在水平轨道上的 B 点, 用不同重物通过细线拉同一小车, 每次小车都从同一位置 A 由静止释放。



(1)若用 10 分度的游标卡尺测出遮光条的宽度 d , 如图乙所示, 则宽度为_____ mm, 实验时将小车从图示位置由静止释放, 由数字计时器读出遮光条通过光电门的时间 Δt , 则小车经过光电门的速度为 $v=$ _____(用字母表示).

(2)测出多组重物的质量 m 和对应遮光条通过光电门的时间 Δt , 通过描点作出线性图象, 研究小车加速度与力的关系, 处理数据时应作出_____图象.

- A. $\Delta t-m$
- B. $(\Delta t)^2-m$
- C. $\frac{1}{(\Delta t)}-m$
- D. $\frac{1}{(\Delta t)^2}-m$

(3)有一位同学通过实验数据作出的图线如图丙所示, 试分析:

图线不通过坐标原点的原因是_____;

3.如图示为测量物块与水平桌面之间动摩擦因数的实验装置示意图, 实验步骤如下:

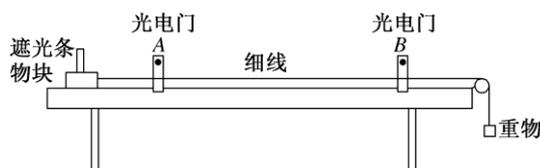
①用天平测量物块和遮光条的总质量 M 、重物的质量 m ；用游标卡尺测量遮光条的宽度 $d=0.950\text{ cm}$ ；用米尺测量两光电门之间的距离 s ；

②调整轻滑轮，使细线水平；

③让物块从光电门 A 的左侧由静止释放，用数字毫秒计分别测出遮光条经过光电门 A 和光电门 B 所用的时间 Δt_A 和 Δt_B ，求出加速度 a ；

④多次重复步骤③，求 a 的平均值 \bar{a} ；

⑤根据上述实验数据求出物块与水平桌面间动摩擦因数 μ 。



回答下列问题：

(1)物块的加速度 a 可用 d 、 s 、 Δt_A 和 Δt_B 表示为 $a=$ _____；

(2)如果滑轮略向下倾斜，使细线没有完全调节水平，由此测得的 μ 偏大；这一误差属于_____ (填“偶然误差”或“系统误差”)。

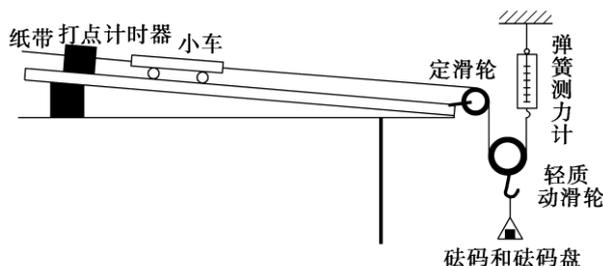
4. 某实验小组应用如图所示装置“探究加速度与物体受力的关系”，已知小车的质量为 M ，砝码及砝码盘的总质量为 m ，所使用的打点计时器所接的交流电的频率为 50 Hz 。实验步骤如下：

A. 按图所示安装好实验装置，其中与定滑轮及弹簧测力计相连的细线竖直；

B. 调节长木板的倾角，轻推小车后，使小车能沿长木板向下匀速运动；

C. 挂上砝码盘，接通电源后，再放开小车，打出一条纸带，由纸带求出小车的加速度；

D. 改变砝码盘中砝码的质量，重复步骤 C，求得小车在不同合力作用下的加速度。



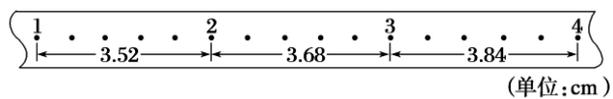
根据以上实验过程，回答以下问题：

(1)对于上述实验，下列说法正确的是_____。

- A. 小车的加速度与砝码盘的加速度大小相等
- B. 实验过程中砝码盘处于超重状态
- C. 与小车相连的轻绳与长木板一定要平行
- D. 弹簧测力计的读数应为砝码和砝码盘总重力的一半
- E. 砝码和砝码盘的总质量应远小于小车的质量

(2)实验中打出的一条纸带如图 15 所示，由该纸带可求得小车的加速度为_____ m/s^2 。(结果保留 2 位

有效数字)



(3)由本实验得到的数据作出小车的加速度 a 与弹簧测力计的示数 F 的关系图象, 与本实验相符合的是

_____.

