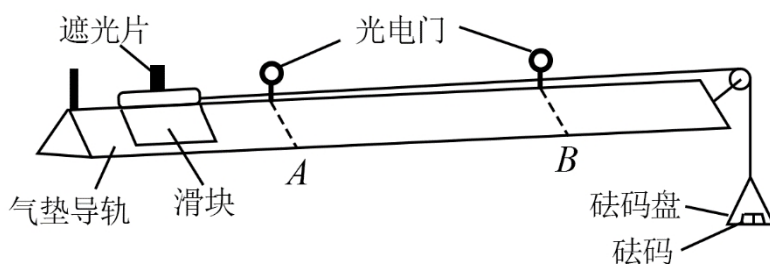


专题 18 力学实验

1. (2020·新课标I卷) 某同学用如图所示的实验装置验证动量定理, 所用器材包括: 气垫导轨、滑块(上方安装有宽度为 d 的遮光片)、两个与计算机相连接的光电门、砝码盘和砝码等。

实验步骤如下:



(1) 开动气泵, 调节气垫导轨, 轻推滑块, 当滑块上的遮光片经过两个光电门的遮光时间_____时, 可认为气垫导轨水平;

(2) 用天平测砝码与砝码盘的总质量 m_1 、滑块(含遮光片)的质量 m_2 ;

(3) 用细线跨过轻质定滑轮将滑块与砝码盘连接, 并让细线水平拉动滑块;

(4) 令滑块在砝码和砝码盘的拉动下从左边开始运动, 和计算机连接的光电门能测量出遮光片经过 A 、 B 两处的光电门的遮光时间 Δt_1 、 Δt_2 及遮光片从 A 运动到 B 所用的时间 t_{12} ;

(5) 在遮光片随滑块从 A 运动到 B 的过程中, 如果将砝码和砝码盘所受重力视为滑块所受拉力, 拉力冲量的大小 I = _____, 滑块动量改变量的大小 Δp = _____; (用题中给出的物理量及重力加速度 g 表示)

(6) 某次测量得到的一组数据为: $d=1.000\text{ cm}$, $m_1=1.50\times 10^{-2}\text{ kg}$, $m_2=0.400\text{ kg}$, $\Delta t_1=3.900\times 10^{-2}\text{ s}$, $\Delta t_2=1.270\times 10^{-2}\text{ s}$, $t_{12}=1.50\text{ s}$, 取 $g=9.80\text{ m/s}^2$ 。计算可得 I = _____ $\text{N}\cdot\text{s}$, Δp = _____ $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; (结果均保留 3 位有效数字)

(7) 定义 $\delta = \left| \frac{I - \Delta p}{I} \right| \times 100\%$ ，本次实验 $\delta =$ _____ % (保留 1 位有效数字)。

【答案】 大约相等 $m_1 g t_{12}$ $m_2 \left(\frac{d}{\Delta t_2} - \frac{d}{\Delta t_1} \right)$ 0.221 0.212 4

【解析】 (1) 当经过 A、B 两个光电门时间相等时，速度相等，此时由于阻力很小，可以认为导轨是水平的。

(5) 由 $I = Ft$ ，知 $I = m_1 g t_{12}$ ，由 $\Delta p = mv_2 - mv_1$ 知

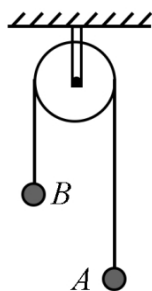
$$\Delta p = m_2 \cdot \frac{d}{\Delta t_2} - m_2 \cdot \frac{d}{\Delta t_1} = m_2 \left(\frac{d}{\Delta t_2} - \frac{d}{\Delta t_1} \right)。$$

(6) 代入数值知，冲量 $I = m_1 g t_{12} = 1.5 \times 10^{-2} \times 9.8 \times 1.5 \text{ N} \cdot \text{s} = 0.221 \text{ N} \cdot \text{s}$ ，动量改变量

$$\Delta p = m_2 \left(\frac{d}{\Delta t_2} - \frac{d}{\Delta t_1} \right) = 0.212 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}。$$

$$(7) \delta = \frac{|I - \Delta p|}{I} \times 100\% = \frac{0.225 - 0.212}{0.225} \times 100\% \approx 4\%。$$

2. (2020·新课标Ⅱ卷) 一细绳跨过悬挂的定滑轮，两端分别系有小球 A 和 B，如图所示。一实验小组用此装置测量小球 B 运动的加速度。



令两小球静止，细绳拉紧，然后释放小球，测得小球 B 释放时的高度 $h_0 = 0.590 \text{ m}$ ，下降一段距离后的高度 $h = 0.100 \text{ m}$ ；由 h_0 下降至 h 所用的时间 $T = 0.730 \text{ s}$ 。由此求得小球 B 加速度的大小为 $a =$ _____ m/s^2 (保留 3 位有效数字)。

从实验室提供的数据得知，小球 A、B 的质量分别为 100.0 g 和 150.0 g ，当地重力加速度大小为 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ 。根据牛顿第二定律计算可得小球 B 加速度的大小为 $a' =$ _____ m/s^2 (保留 3 位有效数字)。

可以看出, a' 与 a 有明显差异, 除实验中的偶然误差外, 写出一条可能产生这一结果的原因: _____。

【答案】1.84 1.96 滑轮的轴不光滑, 绳和滑轮之间有摩擦 (或滑轮有质量)

【解析】①有题意可知小球下降过程中做匀加速直线运动, 故根据运动学公式有 $h_0 - h = \frac{1}{2}aT^2$, 代入数据解得 $a=1.84\text{m/s}^2$; ②根据牛顿第二定律可知对小球 A 有 $T - m_A g = m_A a$, 对小球 B 有 $m_B g - T = m_B a$, 带入已知数据解得 $a=1.96\text{m/s}^2$; ③在实验中绳和滑轮之间有摩擦会造成实际计算值偏小。

3. (2020·新课标Ⅲ卷) 某同学利用图 (a) 所示装置验证动能定理。调整木板的倾角平衡摩擦阻力后, 挂上钩码, 钩码下落, 带动小车运动并打出纸带。某次实验得到的纸带及相关数据如图 (b) 所示。

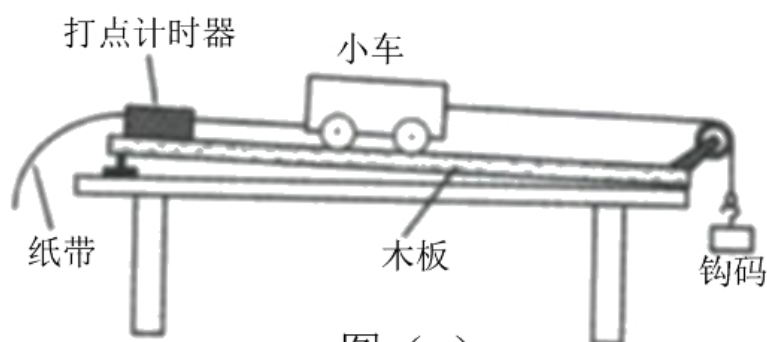


图 (a)

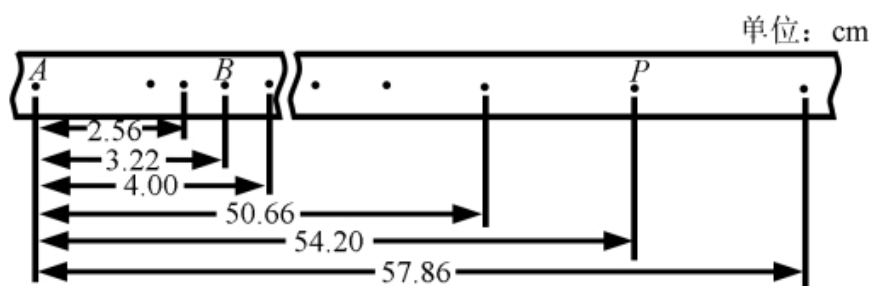


图 (b)

已知打出图 (b) 中相邻两点的时间间隔为 0.02 s , 从图 (b) 给出的数据中可以得到, 打出 B 点时小车的速度大小 $v_B = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m/s}$, 打出 P 点时小车的速度大小 $v_P = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m/s}$ (结果均保留 2 位小数)。

若要验证动能定理, 除了需测量钩码的质量和小车的质量外, 还需要从图 (b) 给出的数据中求得的物理量为_____。

【答案】0.36 1.80 B 、 P 之间的距离

【解析】由匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于平均速度

$$v_B = \frac{(4.00 - 2.56) \times 10^{-2}}{0.04} \text{ m/s} = 0.36 \text{ m/s}; \quad v_P = \frac{(57.86 - 50.66) \times 10^{-2}}{0.04} \text{ m/s} = 1.80 \text{ m/s}, \text{ 验证动能定理要求出小车运动的过程中拉力对小车做的功, 所以还需要测量对应的 } B、P \text{ 之间的距离。}$$

4. (2020·江苏卷) 疫情期间“停课不停学”, 小明同学在家自主开展实验探究。用手机拍摄物体自由下落的视频, 得到分帧图片, 利用图片中小球的位置来测量当地的重力加速度, 实验装置如题图 1 所示。

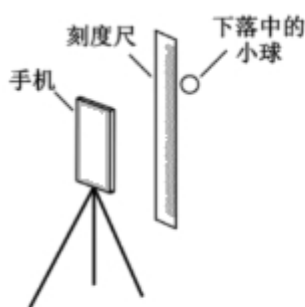


图 1

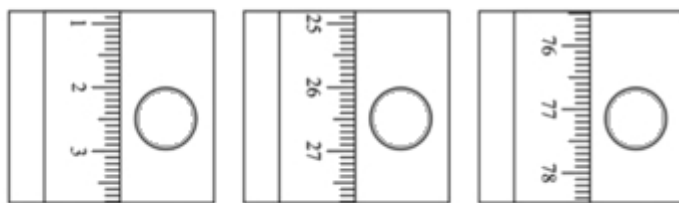


图 2

(1) 家中有乒乓球、小塑料球和小钢球, 其中最适合作为实验中下落物体的是_____。

(2) 下列主要操作步骤的正确顺序是_____。(填写各步骤前的序号)

- ①把刻度尺竖直固定在墙上
- ②捏住小球, 从刻度尺旁静止释放
- ③手机固定在三角架上, 调整好手机镜头的位置
- ④打开手机摄像功能, 开始摄像

(3) 停止摄像, 从视频中截取三帧图片, 图片中的小球和刻度如题图 2 所示。已知所截取的图片相邻两帧之间的时间间隔为 $\frac{1}{6}$ s, 刻度尺的分度值是 1 mm, 由此测得重力加速度为_____ m/s^2 。

(4)在某次实验中，小明释放小球时手稍有晃动，视频显示小球下落时偏离了竖直方向。从该视频中截取图片，_____（选填“仍能”或“不能”）用(3)问中的方法测出重力加速度。

【答案】小钢球 ①③④② 9.61（9.5~9.7） 仍能

【解析】(1)要测量当地重力加速度需要尽量减小空气阻力的影响，所以密度大体积小的小钢球最适合；

(2)要完成实验首先应该将刻度尺竖直固定在墙上，安装好三脚架，调整好手机摄像头的位置；因为下落时间很短，所以一定要先打开摄像头开始摄像，然后将小球从刻度尺旁静止释放，故顺序为①③④②；

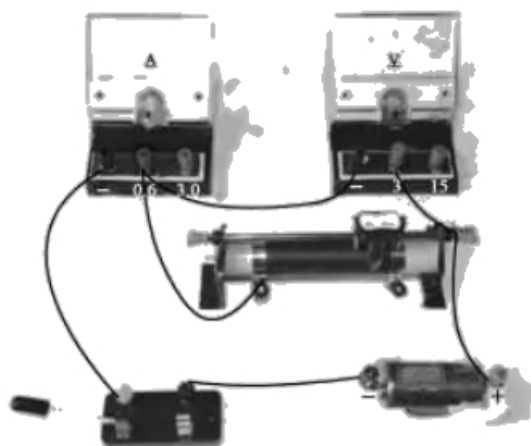
(3)由三张图片读出小球所在位置的刻度分别为 2.50cm，26.50cm，77.20cm；小球做自由落体运动，根据 $\Delta x = gT^2$ 可得

$$g = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{(77.20 - 26.50) \times 10^{-2} - (26.50 - 2.50) \times 10^{-2}}{\frac{0.06}{30}^2} \text{m/s}^2 = 9.61 \text{m/s}^2 ;$$

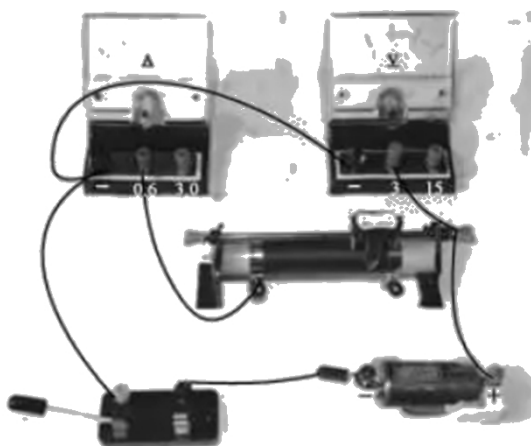
(4)因为就算小球偏离了竖直方向，但是小球在竖直方向上的运动依然是自由落体运动，对实验结果无影响，故仍能用前面的方法测量出重力加速度。

5.（2020·浙江卷）某同学分别用图甲和图乙的电路测量同一节干电池的电动势和内阻。

(1)在答题纸相应的方框中画出图乙的电路图_____；

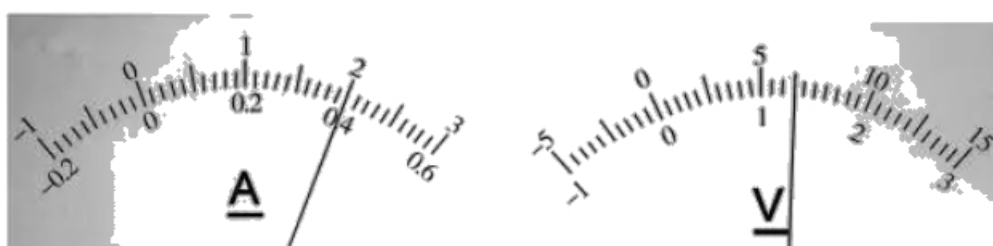


甲

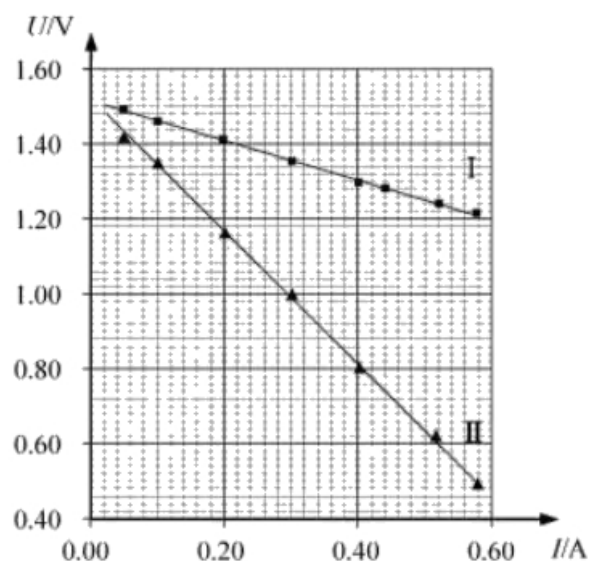


乙

(2)某次测量时电流表和电压表的示数如图所示，则电流 $I = \underline{\hspace{1cm}}$ A，电压 $U = \underline{\hspace{1cm}}$ V；

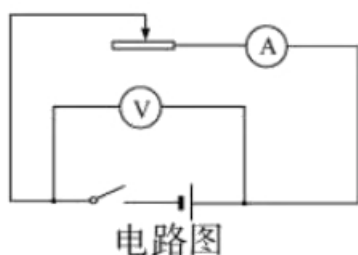


(3)实验得到如图所示的两条直线，图中直线 I 对应电路是图 1 (选填“甲”或“乙”)；



(4)该电池的电动势 $E = \underline{\hspace{1cm}}$ V (保留三位有效数字), 内阻 $r = \underline{\hspace{1cm}}$ Ω (保留两位有效数字)。

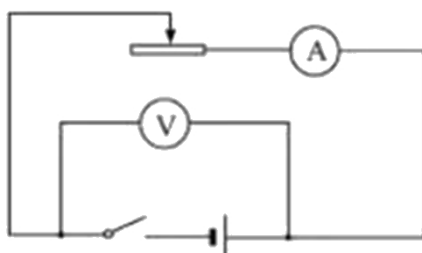
【答案】



0.39~0.41 1.29~1.31 乙 1.51

~1.54 0.52~0.54

【解析】(1)图乙中, 电流表内接和变阻器串联接在电源两端, 电压表测路段电压, 则图乙对应的电路图为

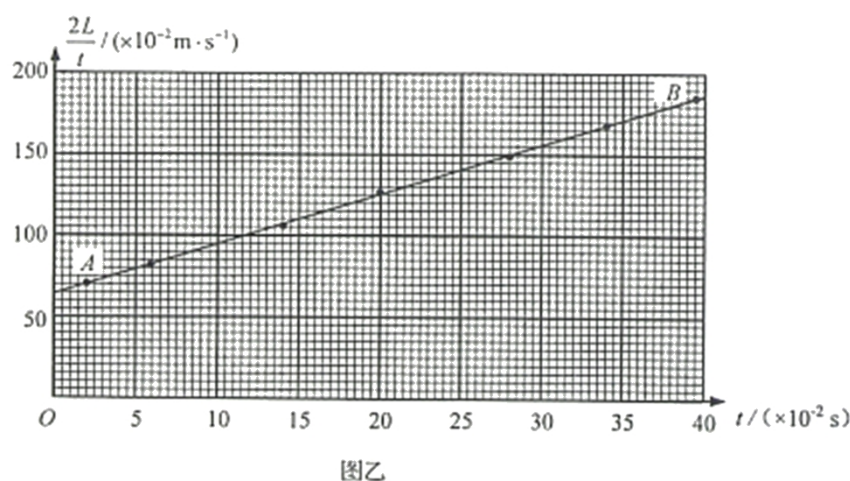
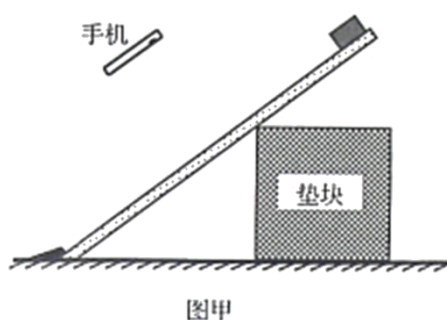


(2)一节干电池的电动势一般约为 $1.5V$, 故电压表量程选择 $0\sim 3V$, 电流表量程选择 $0\sim 0.6A$, 所以量表的读数分别为 $1.30V$ ($1.29\sim 1.31V$ 均可), $0.40A$ ($0.39\sim 0.41A$ 均可)

(3)由闭合电路欧姆定律可得 $U = E - Ir$,可得 $U-I$ 图象的纵轴截距为电源电动势,斜率为电源内阻。图甲中电流表外接,则实验测得的电源内阻 $r_{\text{测}} = r_{\text{内}} + r_A$,测量值偏大;图乙中电路 $r_{\text{测}} = \frac{r_V}{r_{\text{内}} + r_V} r_{\text{内}}$,测量值偏小,但是由于 $R_V \gg r_{\text{真}}$,故图乙实验测出的内阻误差更小,故图线I对应图乙,图线II对应的图甲。

(4)图线II与纵轴的交点为电源的电动势 $E=1.52\text{V}$;在图线I与横轴的交点为短路电流 $I=2.86\text{A}$,由 $r = \frac{E}{I} = \frac{1.52\text{V}}{2.86\text{A}} = 0.53\Omega$, , 此实验原理无误差。

6. (2020·山东卷) 2020年5月,我国进行了珠穆朗玛峰的高度测量,其中一种方法是通过使用重力仪测量重力加速度,进而间接测量海拔高度。某同学受此启发就地取材设计了如下实验,测量当地重力加速度的大小。实验步骤如下:



(i) 如图甲所示,选择合适高度的垫块,使木板的倾角为 53° ,在其上表面固定一与小物块下滑路径平行的刻度尺(图中未画出)。

(ii) 调整手机使其摄像头正对木板表面，开启视频录像功能。将小物块从木板顶端释放，用手机记录下小物块沿木板向下做加速直线运动的情况。然后通过录像的回放，选择小物块运动路径上合适的一点作为测量参考点，得到小物块相对于该点的运动距离 L 与运动时间 t 的数据。

(iii) 该同学选取部分实验数据，画出了 $\frac{2L}{t}-t$ 图像，利用图像数据得到小物块下滑的加速度大小为 5.6 m/s^2 。

(iv) 再次调节垫块，改变木板的倾角，重复实验。

回答以下问题：

(1) 当木板的倾角为 37° 时，所绘图像如图乙所示。由图像可得，物块过测量参考点时速度的大小为 m/s ；选取图线上位于坐标纸网格交叉点上的 A 、 B 两点，利用 A 、 B 两点数据得到小物块下滑加速度的大小为 m/s^2 。（结果均保留 2 位有效数字）

(2) 根据上述数据，进一步分析得到当地的重力加速度大小为 m/s^2 。（结果保留 2 位有效数字， $\sin 37^\circ = 0.60$ ， $\cos 37^\circ = 0.80$ ）

【答案】 0.32 或 0.33 3.1 9.4

【解析】 (1) 根据 $L = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 可得 $\frac{2L}{t} = 2v_0 + at$ ，则由 $\frac{2L}{t}-t$ 图像可知

$$2v_0 = 65 \times 10^{-2} \text{ m/s}，\text{ 则 } v_0 = 0.33 \text{ m/s}，a = k = \frac{(190-65) \times 10^{-2}}{40 \times 10^{-2}} \text{ m/s}^2 = 3.1 \text{ m/s}^2。$$

(2) 由牛顿第二定律可知 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$ ，即 $a = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$ ，当 $\theta = 53^\circ$ 时 $a = 5.6 \text{ m/s}^2$ ，即 $g \sin 53^\circ - \mu g \cos 53^\circ = 5.6$ ，当 $\theta = 37^\circ$ 时 $a = 3.0 \text{ m/s}^2$ ，即 $g \sin 37^\circ - \mu g \cos 37^\circ = 3.1$ ，联立解得 $g = 9.4 \text{ m/s}^2$ 。

7. （2020·天津卷）某实验小组利用图 1 所示装置测定平抛运动的初速度。把白纸和复写纸叠放一起固定在竖直木板上，在桌面上固定一个斜面，斜面的底边 ab

与桌子边缘及木板均平行。每次改变木板和桌边之间的距离，让钢球从斜面顶端同一位置滚下，通过碰撞复写纸，在白纸上记录钢球的落点。

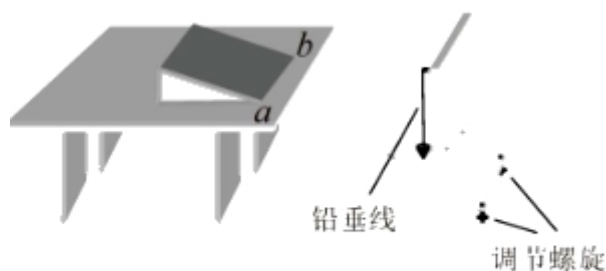


图1

①为了正确完成实验，以下做法必要的是_____。

- A. 实验时应保持桌面水平
- B. 每次应使钢球从静止开始释放
- C. 使斜面的底边 ab 与桌边重合
- D. 选择对钢球摩擦力尽可能小的斜面

②实验小组每次将木板向远离桌子的方向移动0.2m，在白纸上记录了钢球的4个落点，相邻两点之间的距离依次为15.0cm、25.0cm、35.0cm，示意如图2。

重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，钢球平抛的初速度为_____m/s。



图2

③图1装置中，木板上悬挂一条铅垂线，其作用是_____。

【答案】AB 2 方便调整木板保持在竖直平面上

【解析】①A. 实验过程中要保证钢球水平抛出，所以要保持桌面水平，故 A 正确；B. 为保证钢球抛出时速度相同，每次应使钢球从同一位置静止释放，故 B 正确；CD. 实验只要每次钢球抛出时速度相同即可，斜面底边 ab 与桌面是否重合和钢球与斜面间的摩擦力大小对于每次抛出的速度无影响，故 C 错误，D 错误。故选 AB。

② 每次将木板向远离桌子的方向移动 0.2m ，则在白纸上记录钢球的相邻两个落点的时间间隔相等，钢球抛出后在竖直方向做自由落体运动，根据 $\Delta x = gT^2$ 可知

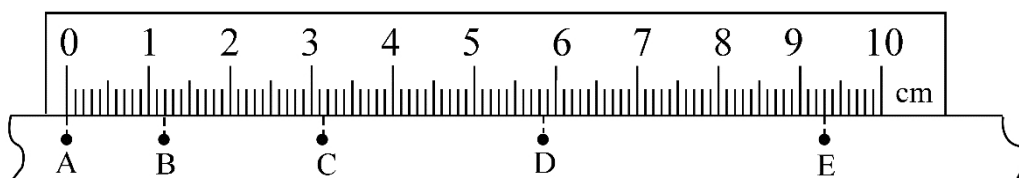
相邻两点的时间间隔为 $T = \sqrt{\frac{(25-15) \times 10^{-2}}{10}} \text{s} = 0.1\text{s}$ ，钢球在水平方向上做匀速直

线运动，所以小球初速度为 $v = \frac{x}{T} = \frac{0.2}{0.1} \text{m/s} = 2\text{m/s}$ ，③悬挂铅垂线的目的是方便调整木板保持在竖直平面上。

十年高考真题分类汇编(2010—2019) 物理

专题 18 力学、光学、热学实验

1.(2019•全国 I 卷•T9)某小组利用打点计时器对物块沿倾斜的长木板加速下滑时的运动进行研究。物块拖动纸带下滑，打出的纸带一部分如图所示。已知打点计时器所用交流电的频率为 50Hz ，纸带上标出的每两个相邻点之间还有 4 个打出的点未画出。在 $ABCDE$ 五个点中，打点计时器最先打出的是_____点，在打出 C 点时物块的速度大小为_____ m/s (保留 3 位有效数字)；物块下滑的加速度大小为_____ m/s^2 (保留 2 位有效数字)。



【答案】(1). A (2). 0.233 (3). 0.75

【解析】

分析可知，物块沿倾斜长木板最匀加速直线运动，纸带上的点迹，从 A 到 E，间隔越来越大，可知，物块跟纸带的左端相连，纸带上最先打出的是 A 点；在打点计时器打 C 点瞬间，

物块的速度 $v_C = \frac{x_{BD}}{2T} = \frac{4.65 \times 10^{-2}}{2 \times 0.1} = 0.233 \text{m/s}$ ；根据逐差法可知，物块下滑的加速度

$$a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{4T^2} = \frac{(6.15 - 3.15) \times 10^{-2}}{4 \times 0.1^2} = 0.75 \text{m/s}^2。$$

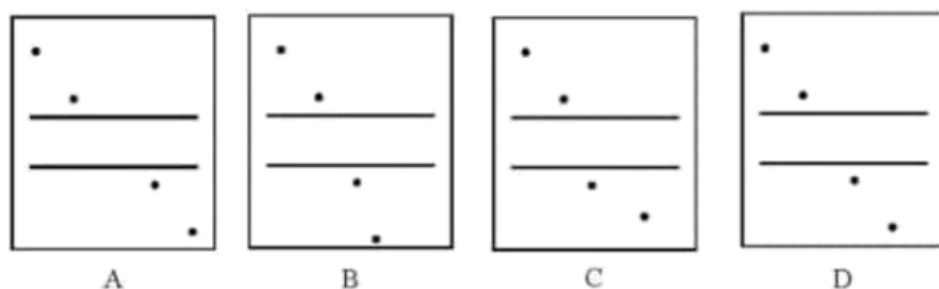
故本题正确答案为：A；0.233；0.75。

2.(2019•天津卷•T10)某小组做测定玻璃的折射率实验，所用器材有：玻璃砖，大头针，刻度尺，圆规，笔，白纸。

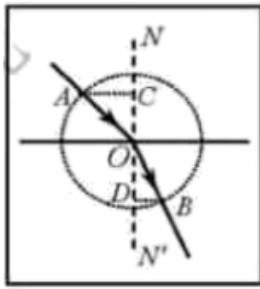
①下列哪些措施能够提高实验准确程度_____。

- A.选用两光学表面间距大的玻璃砖
- B.选用两光学表面平行的玻璃砖
- C.选用粗的大头针完成实验
- D.插在玻璃砖同侧的两枚大头针间的距离尽量大些

②该小组用同一套器材完成了四次实验，记录的玻璃砖界线和四个大头针扎下的孔洞如下图所示，其中实验操作正确的是_____。



③该小组选取了操作正确的实验记录，在白纸上画出光线的径迹，以入射点 O 为圆心作圆，与入射光线、折射光线分别交于 A、B 点，再过 A、B 点作法线 NN' 的垂线，垂足分别为 C、D 点，如图所示，则玻璃的折射率 $n = \frac{OC}{OD}$ 。(用图中线段的字母表示)



【答案】(1). AD (2). D (3). $\frac{AC}{BD}$

【解析】采用插针法测定光的折射率的时候，应选定光学表面间距大一些的玻璃砖，这样光路图会更加清晰，减小误差，同时两枚大头针的距离尽量大一些，保证光线的直线度，因此 AD 正确，光学表面是否平行不影响该实验的准确度，因此 B 错误，应选用细一点的大头针因此 C 错误。

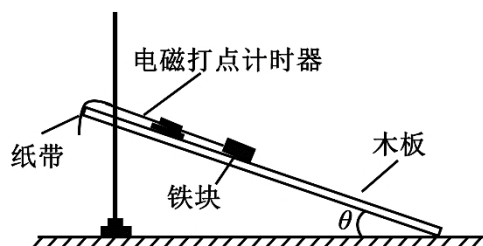
根据光的折射定律可知当选用平行的玻璃砖时出射光和入射光应是平行光，又因发生了折射因此出射光的出射点应相比入射光的延长线向左平移，因此 D 正确，ABC 错误

由折射定律可知折射率 $n = \frac{\sin \angle AOC}{\sin \angle BOD}$ ， $\sin \angle AOC = \frac{AC}{R}$ ， $\sin \angle BOD = \frac{BD}{R}$ ，联立解得

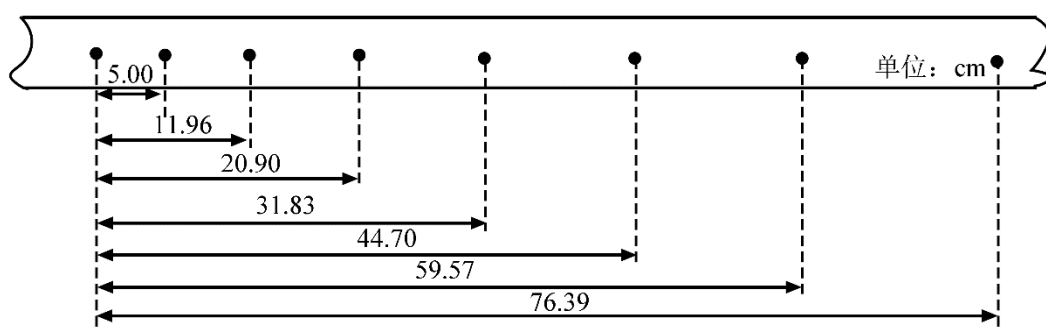
$$n = \frac{AC}{BD}$$

3.(2019•全国 II 卷•T9)如图(a)，某同学设计了测量铁块与木板间动摩擦因数的实验。所用器材有：铁架台、长木板、铁块、米尺、电磁打点计时器、频率 50Hz 的交流电源，纸带等。回答下列问题：

(1)铁块与木板间动摩擦因数 $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$ (用木板与水平面的夹角 θ 、重力加速度 g 和铁块下滑的加速度 a 表示)



(2)某次实验时，调整木板与水平面的夹角 $\theta=30^\circ$ 。接通电源。开启打点计时器，释放铁块，铁块从静止开始沿木板滑下。多次重复后选择点迹清晰的一条纸带，如图(b)所示。图中的点为计数点(每两个相邻的计数点间还有 4 个点未画出)。重力加速度为 9.8 m/s^2 。可以计算出铁块与木板间的动摩擦因数为_____ (结果保留 2 位小数)。



【答案】(1). $\frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta}$ (2). 0.35

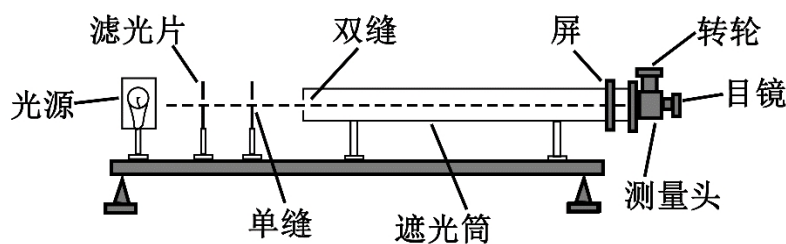
【解析】

【详解】(1)由 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$ ，解得： $\mu = \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta}$ ①

(2)由逐差法 $a = \frac{S_{II} - S_I}{9T^2}$ 得： $S_{II} = (76.39 - 31.83) \times 10^{-2} \text{ m}$ ， $T = 0.15 \text{ s}$ ， $S_I = (31.83 - 5.00) \times 10^{-2} \text{ m}$ ，故 $a =$

$$\frac{44.56 \times 10^{-2} - 26.83 \times 10^{-2}}{9 \times 10^{-2}} \text{ m/s}^2 = 1.97 \text{ m/s}^2, \text{ 代入①式, 得: } \mu = \frac{9.8 \times \frac{1}{2} - 1.97}{9.8 \times \frac{\sqrt{3}}{2}} = 0.35$$

4.(2019•全国 II 卷•T16)某同学利用图示装置测量某种单色光的波长。实验时，接通电源使光源正常发光；调整光路，使得从目镜中可以观察到干涉条纹。回答下列问题：



(1)若想增加从目镜中观察到的条纹个数,该同学可_____;

- A.将单缝向双缝靠近
- B.将屏向靠近双缝的方向移动
- C.将屏向远离双缝的方向移动
- D.使用间距更小的双缝

(2)若双缝的间距为 d , 屏与双缝间的距离为 l , 测得第 1 条暗条纹到第 n 条暗条纹之间的距离为 Δx , 则单色光的波长 $\lambda =$ _____;

(3)某次测量时,选用的双缝的间距为 0.300 mm , 测得屏与双缝间的距离为 1.20 m , 第 1 条暗条纹到第 4 条暗条纹之间的距离为 7.56 mm 。则所测单色光的波长为_____nm(结果保留 3 位有效数字)。

【答案】(1). B (2). $\frac{\Delta x \cdot d}{(n-1) l}$ (3). 630

【解析】

【详解】(i)由 $\Delta x = \frac{\lambda l}{d}$, 因 Δx 越小, 目镜中观察得条纹数越多, 故 B 符合题意;

(ii)由 $\frac{\Delta x}{n-1} = \frac{\lambda l}{d}$, $\lambda = \frac{d \Delta x}{(n-1) l}$

(iii) $\lambda = \frac{d \Delta x}{(n-1) l} = \frac{0.3 \times 10^{-3} \text{ m} \times 7.56 \times 10^{-3} \text{ m}}{(4-1) \times 1.2 \text{ m}} \approx 6.3 \times 10^{-7} \text{ m} = 630 \text{ nm}$

5.(2019•全国III卷•T9)甲乙两位同学设计了利用数码相机的连拍功能测重力加速度的实验。实验中,甲同学负责释放金属小球,乙同学负责在小球自由下落的时候拍照。已知相机每间

隔 0.1s 拍 1 幅照片。

(1)若要从拍得的照片中获取必要的信息,在此实验中还必须使用的器材是_____。(填正确答案标号)

A.米尺 B.秒表 C.光电门 D.天平

(2)简述你选择的器材在本实验中的使用方法。

答: _____

(3)实验中两同学由连续 3 幅照片上小球的位置 a、b 和 c 得到 $ab=24.5\text{cm}$ 、 $ac=58.7\text{cm}$, 则该地的重力加速度大小为 $g=$ ____ m/s^2 。(保留 2 位有效数字)

【答案】(1). A (2). 将米尺竖直放置,使小球下落时尽量靠近米尺。 (3). 9.7

【解析】

此实验用数码相机替代打点计时器,故实验原理是相同的,仍然需要米尺来测量点与点之间的距离;就本实验而言,因为是不同照片,所以是测量连续几张照片上小球位置之间的距离;加速度求解仍然用逐差法计算,注意是 bc 与 ab 之间的距离差。

6.(2019•全国III卷•T13)用油膜法估算分子大小的实验中,首先需将纯油酸稀释成一定浓度的油酸酒精溶液,稀释的目的是_____。实验中为了测量出一滴已知浓度的油酸酒精溶液中纯油酸的体积,可以_____。为得到油酸分子的直径,还需测量的物理量是_____。

【答案】(1). 使油酸在浅盘的水面上容易形成一块单分子层油膜 (2). 把油酸酒精溶液一滴一滴地滴入小量筒中,测出 1mL 油酸酒精溶液的滴数,得到一滴溶液中纯油酸的体积
(3). 油膜稳定后得表面积 S 。

【解析】

油膜法测量分子大小需要形成单分子油膜,故而需要减少油酸浓度;一滴油酸的体积非常微小不易准确测量,故而使用累积法,测出 N 滴油酸溶液的体积 V ,用 V 与 N 的比值计算一滴油酸的体积;由于形成单分子油膜,油膜的厚度 h 可以认为是分子直径,故而还需要测量

出油膜的面积 S ，以计算厚度 $h = \frac{V}{S}$ 。

7.(2019•北京卷•T9)用如图 1 所示装置研究平地运动。将白纸和复写纸对齐重叠并固定在坚硬的硬板上。钢球沿斜槽轨道 PQ 滑下后从 Q 点飞出，落在水平挡板 MN 上。由于挡板靠近硬板一侧较低，钢球落在挡板上时，钢球侧面会在白纸上挤压出一个痕迹点。移动挡板，重新释放钢球，如此重复，白纸上将留下一系列痕迹点。

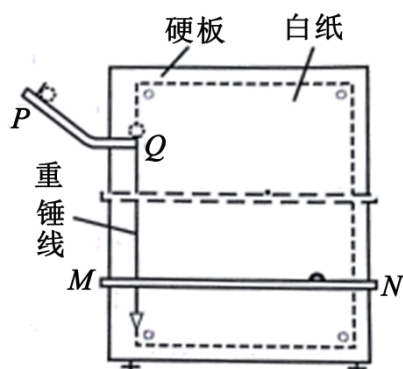


图1

(1)下列实验条件必须满足的有_____。

- A.斜槽轨道光滑
- B.斜槽轨道末段水平
- C.挡板高度等间距变化
- D.每次从斜槽上相同的位置无初速度释放钢球

(2)为定量研究，建立以水平方向为 x 轴、竖直方向为 y 轴的坐标系。

a.取平抛运动的起始点为坐标原点，将钢球静置于 Q 点，钢球的_____ (选填“最上端”、“最下端”或者“球心”)对应白纸上的位置即为原点；在确定 y 轴时_____ (选填“需要”或者“不需要”) y 轴与重锤线平行。

b.若遗漏记录平抛轨迹的起始点，也可按下述方法处理数据：如图 2 所示，在轨迹上取 A 、 B 、 C 三点， AB 和 BC 的水平间距相等且均为 x ，测得 AB 和 BC 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2 ，则 $\frac{y_1}{y_2}$ _____ $\frac{1}{3}$ (选填“大于”、“等于”或者“小于”)。可求得钢球平抛的初速度大小为 _____ (已知当地重力加速度为 g ，结果用上述字母表示)。

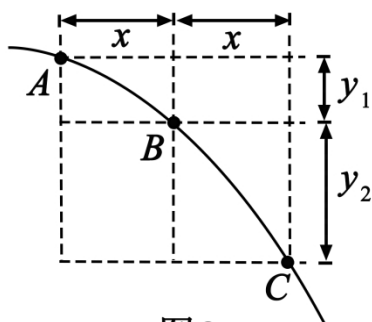


图2

(3)为了得到平抛物体的运动轨迹，同学们还提出了以下三种方案，其中可行的是_____。

- A.从细管水平喷出稳定的细水柱，拍摄照片，即可得到平抛运动轨迹
- B.用频闪照相在同一底片上记录平抛小球在不同时刻的位置，平滑连接各位置，即可得到平抛运动轨迹
- C.将铅笔垂直于竖直的白纸板放置，笔尖紧靠白纸板，铅笔以一定初速度水平抛出，将会在白纸上留下笔尖的平抛运动轨迹

(4)伽利略曾研究过平抛运动，他推断：从同一炮台水平发射的炮弹，如果不受空气阻力，不论它们能射多远，在空中飞行的时间都一样。这实际上揭示了平抛物体_____。

- A.在水平方向上做匀速直线运动
- B.在竖直方向上做自由落体运动
- C.在下落过程中机械能守恒

(5)牛顿设想，把物体从高山上水平抛出，速度一次比一次大，落地点就一次比一次远，如果速度足够大，物体就不再落回地面，它将绕地球运动，成为人造地球卫星。

同样是受地球引力，随着抛出速度增大，物体会从做平抛运动逐渐变为做圆周运动，请分析原因。

【答案】(1). BD (2). 球心 (3). 需要 (4). 大于 (5). $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$

(6). B (7). B (8). 利用平抛运动的轨迹的抛物线和圆周运动知识证明即可

【解析】

根据平抛运动的规律：水平方向匀速直线运动，竖直方向自由落体运动解答。

(1)本实验中要保证小球飞出斜槽末端时的速度为水平，即小球做平抛运动，且每次飞出时的速度应相同，所以只要每次将小球从斜槽上同一位置由静止释放即可，故 BD 正确；

(2)a.平抛运动的起始点应为钢球静置于 Q 点时，钢球的球心对应纸上的位置，由于平抛运动在竖直方向做自由落体运动，所以在确定 y 轴时需要 y 轴与重锤线平行；

b.由初速度为零的匀加速直线运动规律即在相等时间间隔内所通过的位移之比为

$1:3:5:7:....$ 可知，由于 A 点不是抛出点，所以 $\frac{y_1}{y_2} > \frac{1}{3}$ ；设 AB ， BC 间所用的时间为 T ，

竖直方向有： $y_2 - y_1 = gT^2$ ，水平方向有： $x = v_0T$ ，联立解得： $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$ ；

(3)A 项：从细管水平喷出稳定的细水柱，由于细水柱射出后受到空气阻力的作用，所以此方案不可行；

B 项：用频闪照相在同一底片上记录小球不同时刻的位置即平抛运动的轨迹上的点，平滑连接在一起即为平抛运动轨迹，所以此方案可行；

C 项：将铅笔垂直于竖直的白板放轩，以一定初速度水平抛出，笔尖与白纸间有摩擦阻力的作用，所以铅笔作的不是平抛运动，故此方案不可行；

(4)由平抛运动竖直方向运动可知， $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，所以只要高度相同，时间相同，故 B 正确；

(5)由平抛运动可知，竖直方向： $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，水平方向： $x = v_0t$ ，联立解得： $y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$ ，即抛出物体的轨迹为抛物线，当抛出的速度越大，在抛物线上某点的速度足以提供该点做圆周运动的向心力时，物体的轨迹从抛物线变为圆。

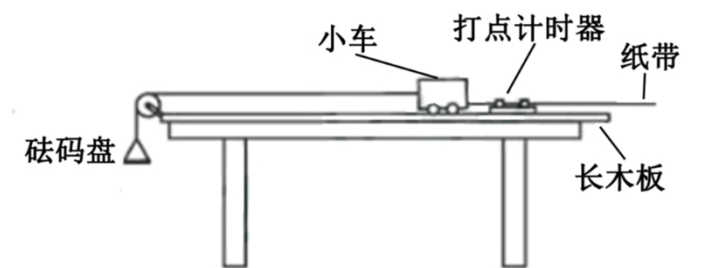
8.(2019•江苏卷•T10)某兴趣小组用如题 1 图所示的装置验证动能定理.

(1)有两种工作频率均为 50Hz 的打点计时器供实验选用:

A.电磁打点计时器

B.电火花打点计时器

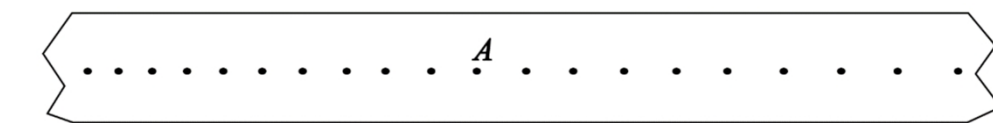
为使纸带在运动时受到的阻力较小,应选择_____ (选填“A”或“B”).



1图

(2)保持长木板水平,将纸带固定在小车后端,纸带穿过打点计时器的限位孔.实验中,为消除摩擦力的影响,在砝码盘中慢慢加入沙子,直到小车开始运动.同学甲认为此时摩擦力的影响已得到消除.同学乙认为还应从盘中取出适量沙子,直至轻推小车观察到小车做匀速运动.看法正确的同学是_____ (选填“甲”或“乙”).

(3)消除摩擦力的影响后,在砝码盘中加入砝码.接通打点计时器电源,松开小车,小车运动.纸带被打出一系列点,其中的一段如题 2 图所示.图中纸带按实际尺寸画出,纸带上 A 点的速度 $v_A =$ _____ m/s.



2图

(4)测出小车的质量为 M ,再测出纸带上起点到 A 点的距离为 L .小车动能的变化量可用 $\Delta E_k = \frac{1}{2}Mv_A^2$ 算出.砝码盘中砝码的质量为 m ,重力加速度为 g ;实验中,小车的质量应_____ (选填远大于”“远小于”或接近”)砝码、砝码盘和沙子的总质量,小车所受合力做的功可用 $W = mgL$ 算出.多次测量,若 W 与 ΔE_k 均基本相等则验证了动能定理.

【答案】(1).B (2).乙 (3).0.31(0.30~0.33 都算对) (4).远大于

【解析】

(1)为使纸带在运动时受到的阻力较小，应选电火花打点计时器即 B；

(2)当小车开始运动时有小车与木板间的摩擦为最大静摩擦力，由于最大静摩擦力大于滑动摩擦力，所以甲同学的想法错误，乙同学的想法正确；

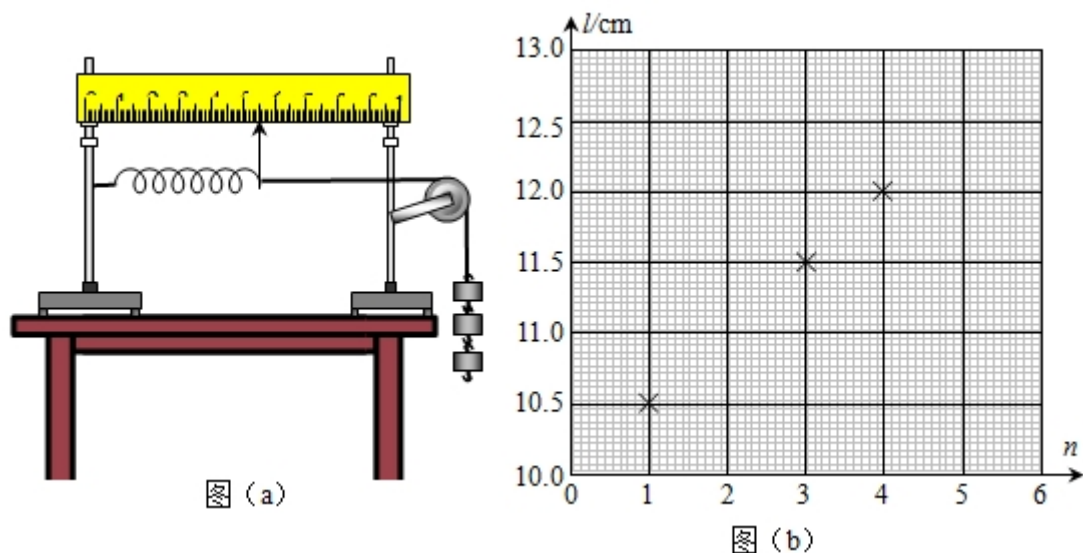
(3)由图可知，相邻两点间的距离约为 0.62cm，打点时间间隔为 0.02s，所以速度为

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0.0062}{0.02} \text{ m/s} = 0.31 \text{ m/s} ;$$

(4)对小车由牛顿第二定律有： $T = Ma$ ，对砝码盘由牛顿第二定律有： $mg - T = ma$ 联立

解得： $T = \frac{Mmg}{m+M} = \frac{mg}{1+\frac{m}{M}}$ ，当 $M \gg m$ 时有： $T \approx mg$ ，所以应满足： $M \gg m$ 。

9.(2019•海南卷•T12)某同学利用图(a)的装置测量轻弹簧的劲度系数。图中，光滑的细杆和直尺水平固定在铁架台上，一轻弹簧穿在细杆上，其左端固定，右端与细绳连接 细绳跨过光滑定滑轮，其下端可以悬挂砝码(实验中，每个砝码的质量均为 $m=50.0\text{g}$)。弹簧右端连有一竖直指针，其位置可在直尺上读出。实验步骤如下：



①在绳下端挂上一个砝码，调整滑轮，使弹簧与滑轮间的细线水平且弹簧与细杆没有接触；

②系统静止后，记录砝码的个数及指针的位置；

③逐次增加砝码个数，并重复步骤②(保持弹簧在弹性限度内)；

④用 n 表示砝码的个数， l 表示相应的指针位置，将获得的数据记录在表格内。

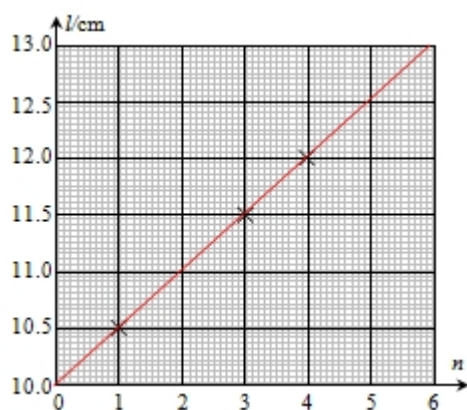
回答下列问题：

(1)根据下表的实验数据在图(b)中补齐数据点并做出 $l-n$ 图像_____。

l	1	2	3	4	5
l/cm	10.48	10.96	11.45	11.95	12.40

(2)弹簧的劲度系数 k 可用砝码质量 m 、重力加速度大小 g 及 $l-n$ 图线的斜率 α 表示，表达式为 $k=\rule{1cm}{0.4pt}$ 。若 g 取 9.80m/s^2 ，则本实验中 $k=\rule{1cm}{0.4pt}$ N/m (结果保留 3 位有效数字)。

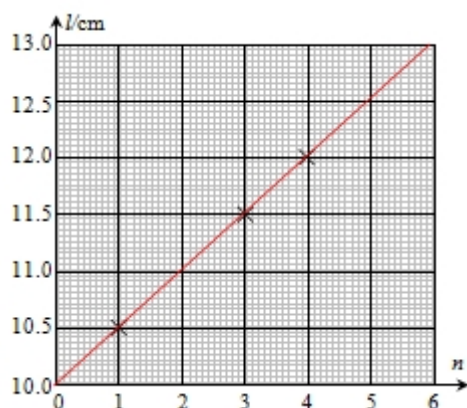
【答案】(1)图线如图所示：



(2) $\frac{mg}{\alpha}$ ，(3)109

【解析】

(1)描出点后，作出图线如图所示：



(2) $l-n$ 图线的斜率为 $\alpha = \frac{\Delta l}{\Delta n}$

由胡克定律有: $\Delta F = k\Delta l$ 即 $\Delta nmg = k\Delta l$

联立以上各式可得: $k = \frac{mg}{\alpha}$

由图可得斜率约为 $\alpha = 0.45 \times 10^{-2} \text{m}$

所以可得劲度系数为: $k = (50 \times 10^{-3} \times 9.8) / (0.45 \times 10^{-2}) = 109 \text{N/m}$

10.(2018·北京卷)用图 1 所示的实验装置研究小车速度随时间变化的规律。

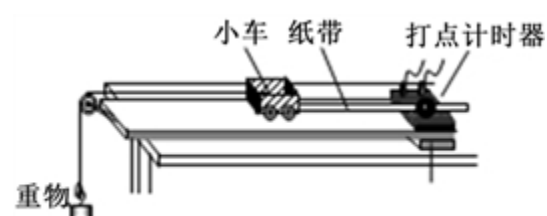


图1

主要实验步骤如下:

- 安装好实验器材。接通电源后,让拖着纸带的小车沿长木板运动,重复几次。
- 选出一条点迹清晰的纸带,找一个合适的点当作计时起点 $O(t=0)$,然后每隔相同的时间间隔 T 选取一个计数点,如图 2 中 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F所示。

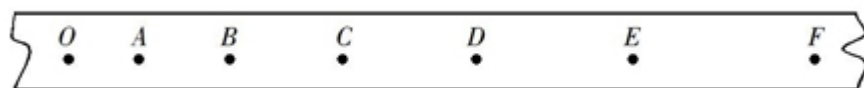


图 2

c.通过测量、计算可以得到在打 A 、 B 、 C 、 D 、 E点时小车的速度，分别记作 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 、 v_5

d.以速度 v 为纵轴、时间 t 为横轴建立直角坐标系，在坐标纸上描点，如图 3 所示。

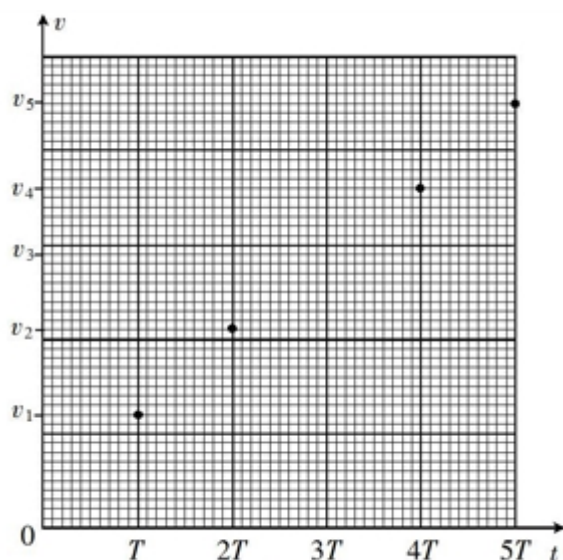


图 3

结合上述实验步骤，请你完成下列任务：

(1)在下列仪器和器材中，还需要使用的有_____和_____(填选项前的字母)。

A.电压合适的 50 Hz 交流电源

B.电压可调的直流电源

C.刻度尺

D.秒表

E.天平(含砝码)

(2)在图 3 中已标出计数点 A 、 B 、 D 、 E 对应的坐标点，请在该图中标出计数点 C 对应的坐标点，并画出 v - t 图像_____。

(3)观察 v - t 图像，可以判断小车做匀变速直线运动，其依据是_____。 v - t 图像斜率的物理意义是_____。

(4)描绘 $v-t$ 图像前，还不知道小车是否做匀变速直线运动。用平均速度 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 表示各计数点的瞬时速度，从理论上讲，对 Δt 的要求是_____ (选填“越小越好”或“与大小无关”)；从实验的角度看，选取的 Δx 大小与速度测量的误差_____ (选填“有关”或“无关”)。

(5)早在 16 世纪末，伽利略就猜想落体运动的速度应该是均匀变化的。当时只能靠滴水计时，为此他设计了如图 4 所示的“斜面实验”，反复做了上百次，验证了他的猜想。请你结合匀变速直线运动的知识，分析说明如何利用伽利略“斜面实验”检验小球的速度是随时间均匀变化的_____。

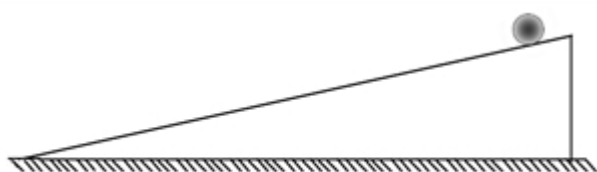
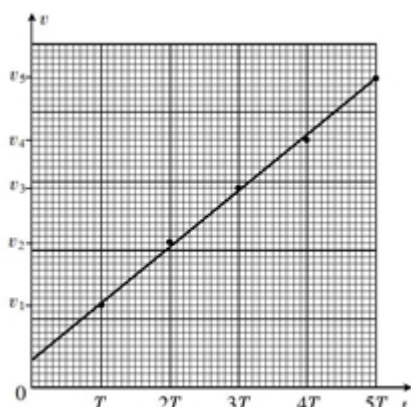


图4

【答案】A C 如图所示：

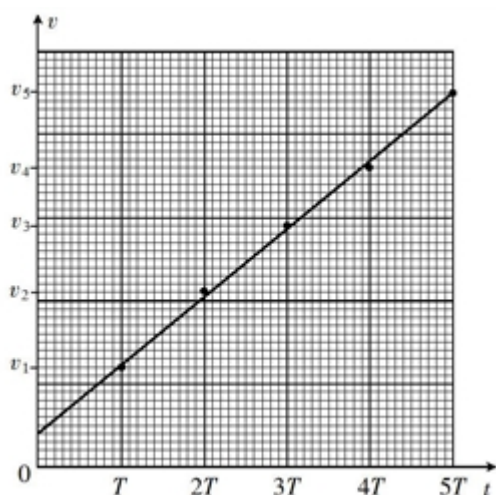


小车的速度随时间均匀变化 加速度 越小

越好 有关 如果小球的初速度为 0，其速度 $v \propto t$ ，那么它通过的位移 $x \propto t^2$ 。因此，只要测量小球通过不同位移所用的时间，就可以检验小球的速度是否随时间均匀变化。

【解析】(1)打点计时器需用交流电源；为了计算速度需要利用刻度尺测量长度。故需要的仪器选 AC

(2)利用所给点迹描点连线，得图像



其中 C 点的横坐标为 $3T$ ，纵坐标为 v_3

(3)结合图像可以看出小球速度随时间均匀变化，所以小球做匀加速运动，图像的斜率代表了运动时的加速度

(4) Δt 越小， $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 越接近计数点瞬时速度，所以 Δt 越小越好，计算速度需要用到 Δt 的测量值，所以 Δt 大小与速度测量的误差有关。

(5)如果小球的初速度为 0，其速度 $v \propto t$ ，那么它通过的位移 $x \propto t^2$ 。因此，只要测量小球通过不同位移所用时间，就可以检验小球的速度是否随时间均匀变化。(要检验小球的速度是随时间均匀变化的，可以检验小球运动位移与时间的平方成正比，利用滴水可以得到小球的运动时间，并测出小球在相应时间内的位移，则可以验证。)

点睛：本题考查了速度与时间得关系，速度没有办法直接测量，所以要利用物理关系转化，转换成我们能够测量的量，然后在来验证速度与时间得关系。

11.(2018·北京卷全国 III 卷)甲、乙两同学通过下面的实验测量人的反应时间。实验步骤如下：

(1)甲用两个手指轻轻捏住量程为 L 的木尺上端，让木尺自然下垂。乙把手放在尺的下端(位置恰好处于 L 刻度处，但未碰到尺)，准备用手指夹住下落的尺。

(2)甲在不通知乙的情况下，突然松手，尺子下落；乙看到尺子下落后快速用手指夹住尺子。若夹住尺子的位置刻度为 L_1 ，重力加速度大小为 g ，则乙的反应时间为_____ (用 L 、 L_1 和 g 表示)。

(3)已知当地的重力加速度大小为 $g=9.80 \text{ m/s}^2$ ， $L=30.0 \text{ cm}$ ， $L_1=10.4 \text{ cm}$ ，乙的反应时间为_____ s。(结果保留 2 位有效数字)

(4)写出一条提高测量结果准确程度的建议：_____。

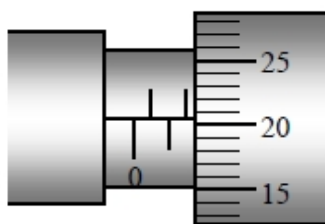
【答案】 $\sqrt{\frac{2(L-L_1)}{g}}$ 0.20 多次测量取平均值；初始时乙的手指尽可能接近尺子

【解析】试题分析 本题主要考查自由落体运动及其相关的知识点，意在考查考生灵活运用教材知识解决实际问题的能力。

解析 根据题述，在乙的反应时间 t 内，尺子下落高度 $h=L-L_1$ ，由自由落体运动规律， $h=\frac{1}{2}gt^2$ ，解得 $t=\sqrt{\frac{2(L-L_1)}{g}}$ 。代入数据得： $t=0.20\text{s}$ 。

点睛 测量反应时间是教材上的小实验，此题以教材小实验切入，难度不大。

12.(2011·天津卷)用螺旋测微器测量某金属丝直径的结果如图所示。该金属丝的直径是_____ mm

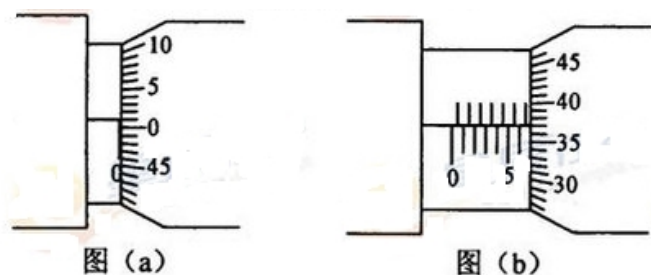


【答案】 1.706

【解析】注意副尺一定要有估读。读数为 $1.5+20.6\times 0.01\text{mm}=1.706\text{mm}$ 。因为个人情况不同，估读不一定一致，本题读数 $1.704\sim 1.708$ 都算正确。

【考点定位】螺旋测微器的读数

13.(2012·新课标卷)某同学利用螺旋测微器测量一金属板的厚度。该螺旋测微器校零时的示数如图(a)所示,测量金属板厚度时的示数如图(b)所示。图(a)所示读数为_____mm,图(b)所示读数为_____mm,所测金属板的厚度为_____mm。

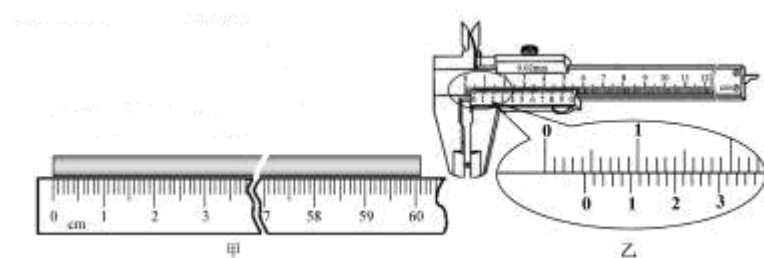


【答案】0.010 6.870 6.860

【解析】该螺旋测微器校零时的示数如图(a)所示,螺旋测微器的固定刻度为0mm,可动刻度为 $0.01 \times 1.0 \text{ mm} = 0.010 \text{ mm}$,所以最终读数为0.010mm;测量金属板厚度时的示数如图(b)所示,螺旋测微器的固定刻度为6.5mm,可动刻度为 $0.01 \times 37.0 \text{ mm} = 0.370 \text{ mm}$,所以最终读数为6.870mm。所测金属板的厚度为 $6.870 - 0.010 = 6.860 \text{ mm}$ 。

【考点定位】本题考查螺旋测微器的读数及其相关知识

14.(2014·福建卷)某同学测定一金属杆的长度和直径,示数如图甲、乙所示,则该金属杆的长度和直径分别为_____cm和_____mm。

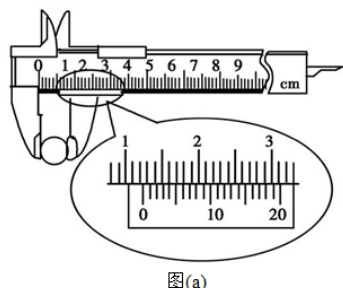


【答案】60.10 4.20

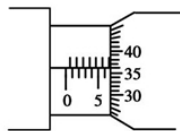
【解析】由图知测量值为60.10cm;游标卡尺主尺读数为4mm,游标尺 $10 \times 0.02 \text{ mm} = 0.20 \text{ mm}$,故测量值为4.20mm。

【考点定位】本题考查刻度尺与游标卡尺的读数

15.(2015·海南卷·T11)某同学利用游标卡尺和螺旋测微器分别测量一圆柱体工件的直径和高度,测量结果如图(a)和(b)所示。该工件的直径为_____cm, 高度为_____mm。



图(a)



图(b)

【答案】1.220cm, 6.861mm

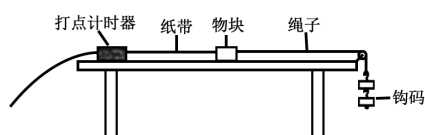
【解析】游标卡尺读数为 $d = 12\text{mm} + 4 \times \frac{1}{20}\text{mm} = 12.20\text{mm} = 1.220\text{cm}$

螺旋测微器的读数为: $h = 6.5\text{mm} + 36.1 \times 0.01\text{mm} = 6.861\text{mm}$

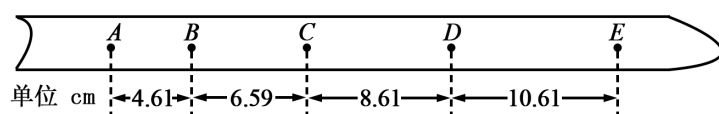
【考点定位】螺旋测微器, 游标卡尺读数

【方法技巧】解决本题的关键掌握游标卡尺读数的方法, 主尺读数加上游标读数, 不需估读.螺旋测微器的读数方法是固定刻度读数加上可动刻度读数, 在读可动刻度读数时需估读。

16.(2016·海南卷)某同学利用图(a)所示的实验装置探究物块速度随时间的变化。物块放在桌面上, 细绳的一端与物块相连, 另一端跨过滑轮挂上钩码。打点计时器固定在桌面左端, 所用交流电源频率为 50 Hz。纸带穿过打点计时器连接在物块上。启动打点计时器, 释放物块, 物块在钩码的作用下拖着纸带运动。打点计时器打出的纸带如图(b)所示(图中相邻两点间有 4 个点未画出)。



图(a)



图(b)

根据实验数据分析,该同学认为物块的运动为匀加速运动。回答下列问题:

(1)在打点计时器打出 B 点时,物块的速度大小为_____ m/s 。在打出 D 点时,物块的速度大小为_____ m/s ; (保留两位有效数字)

(2)物块的加速度大小为_____ m/s^2 。(保留两位有效数字)

【答案】 (1)0.56 0.96 (2)2.0

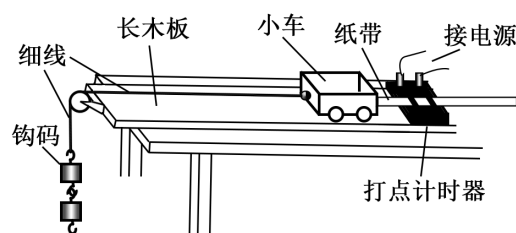
【解析】 (1)根据匀变速直线运动的中间时刻的速度等于该过程的平均速度,可知 $v_B = \frac{x_{AC}}{2T} = \frac{4.61+6.59}{0.2} \times 10^{-2} \text{ m/s} = 0.56 \text{ m/s}$, $v_D = \frac{x_{CE}}{2T} = \frac{8.61+10.61}{0.2} \times 10^{-2} \text{ m/s} = 0.96 \text{ m/s}$;

(2)由逐差法可得加速度 $a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{4T^2} = \frac{10.61+8.61-6.59-4.61}{4 \times 0.1^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 2.0 \text{ m/s}^2$ 。

【考点定位】 探究小车速度随时间变化的规律

【名师点睛】 根据匀变速直线运动中中间时刻的速度等于该过程中的平均速度,可以求出打纸带上小车的瞬时速度大小,然后在速度公式求加速度即可。

17.(2016·天津卷)某同学利用图示装置研究小车的匀变速直线运动。



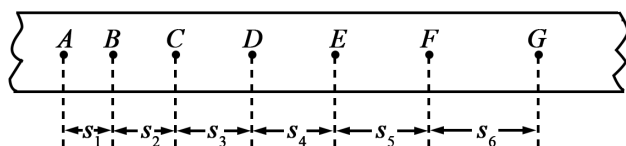
(1)实验中必要的措施是_____。

- A.细线必须与长木板平行
B.先接通电源再释放小车
C.小车的质量远大于钩码的质量
D.平衡小车与长木板间的摩擦力

(2)他实验时将打点计时器接到频率为 50 Hz 的交流电源上,得到一条纸带,打出的部分计数点如图所示(每相邻两个计数点间还有 4 个点,图中未画出)。

$s_1=3.59 \text{ cm}$, $s_2=4.41 \text{ cm}$, $s_3=5.19 \text{ cm}$, $s_4=5.97 \text{ cm}$, $s_5=6.78 \text{ cm}$, $s_6=7.64 \text{ cm}$ 。则小

车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ (要求充分利用测量的数据), 打点计时器在打 B 点时小车的速度 $v_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$ 。(结果均保留两位有效数字)



【答案】 (1)AB (2)0.80 0.40

【解析】 (1)实验时, 细线必须与长木板平行, 以减小实验的误差, 选项 A 正确; 实验时要先接通电源再释放小车, 选项 B 正确; 此实验中没必要使小车的质量远大于钩码的质量, 选项 C 错误; 此实验中不需平衡小车与长木板间的摩擦力, 选项 D 错误。

(2)两相邻计数点间的时间间隔 $T=0.1 \text{ s}$; 由逐差法可得 $a = \frac{s_6 + s_5 + s_4 - s_3 - s_2 - s_1}{9T^2} = 0.80 \text{ m/s}^2$, 打点计时器在打 B 点时小车的速度 $v_B = \frac{s_1 + s_2}{2T} = 0.40 \text{ m/s}$ 。

【考点定位】 研究小车的匀变速直线运动实验

【名师点睛】 此题是一道考查研究小车的匀变速直线运动的常规实验题; 注意不要把此实验与验证牛顿第二定律的实验相混淆; 在验证牛顿第二定律的实验中, 要求小车的质量远大于钩码的质量和平衡小车与长木板间的摩擦力, 但在此实验中是不必要的; 此题考查学生对力学基本实验的掌握情况。

18.(2011·广东卷)图 1 是“研究匀变速直线运动”实验中获得的一条纸带, O 、 A 、 B 、 C 、 D 和 E 为纸带上六个计数点。加速度大小用 a 表示。

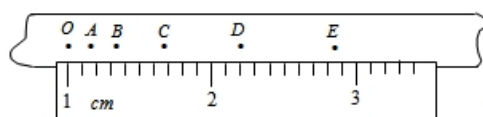


图 1

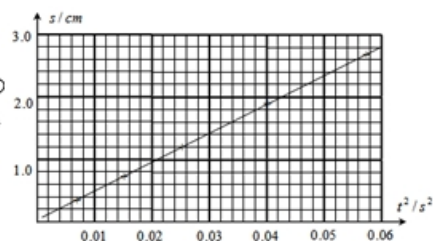


图 2

(1) OD 间的距离为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$ 。

(2)图 2 是根据实验数据绘出的 $s-t^2$ 图线(s 为各计数点至同一起点的距离), 斜率表示_____, 其大小为_____m/s²(保留三位有效数字)。

【答案】(1)1.20 (2) $a/2$ 0.933

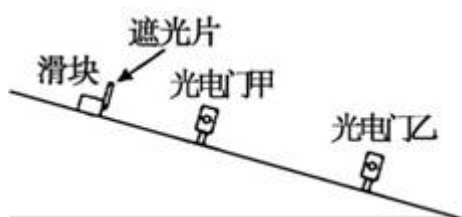
【解析】(1)最小刻度是毫米的刻度尺读数要估读到最小刻度的下一位, 故拿零来补充估测值位置, 所以 OD 间的距离为 1.20cm.

(2)由公式 $s = \frac{1}{2}at^2$ 知图象的斜率表示 $\frac{1}{2}a$, 即加速度的二分之一, 计算斜率得

$$a = 2k = 0.933 \text{ m/s}^2.$$

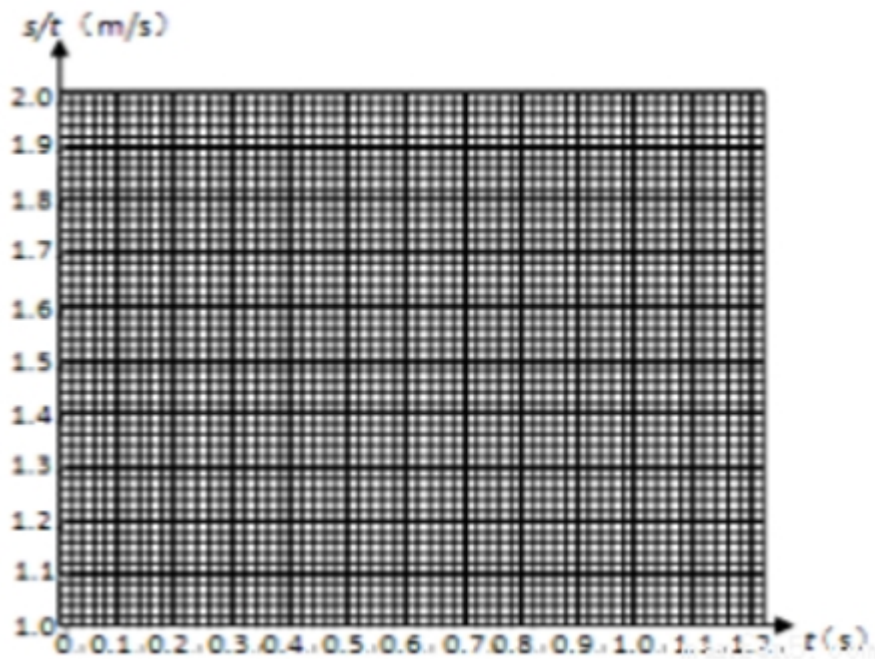
【考点定位】“研究匀变速直线运动”实验

19.(2011·辽宁卷)利用图 1 所示的装置可测量滑块在斜面上运动的加速度。一斜面上安装有两个光电门, 其中光电门乙固定在斜面上靠近底端处, 光电门甲的位置可移动, 当一带有遮光片的滑块自斜面上滑下时, 与两个光电门都相连的计时器可以显示出遮光片从光电门甲至乙所用的时间 t 。改变光电门甲的位置进行多次测量, 每次都使滑块从同一点由静止开始下滑, 并用米尺测量甲、乙之间的距离 s , 记下相应的 t 值; 所得数据如下表所示。



s (m)	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	0.950
t (ms)	292.9	371.5	452.3	552.8	673.8	776.4
s/t (m/s)	1.71	1.62	1.55	1.45	1.34	1.22

(1)根据表中给出的数据, 在图乙给出的坐标纸上画出 $\frac{s}{t}-t$ 图线;

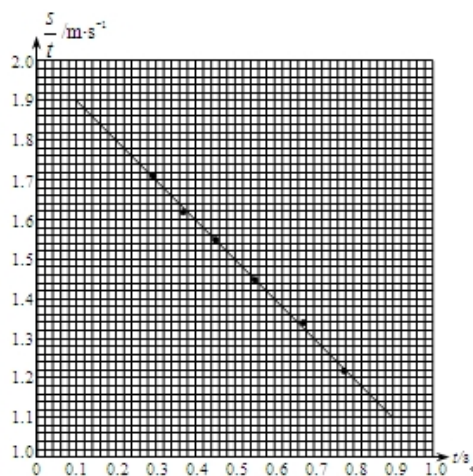


(2)若滑块所受摩擦力为一常量，滑块加速度的大小 a 、滑块经过光电门乙时的瞬时速度 v 、测量值 s 和 t 四个物理量之间所满足的关系式是_____；

(3)由所画出的 $\frac{s}{t}-t$ 图线，得出滑块加速度的大小为 $a=_____$ m/s^2 (保留 2 位有效数字).

【答案】 (1)如图所示； (2) $s = vt - \frac{1}{2}at^2$ ； (3)2.0

【解析】 (1)根据表中给出的数据，在图乙给出的坐标纸上画出 $\frac{s}{t}-t$ 图线；

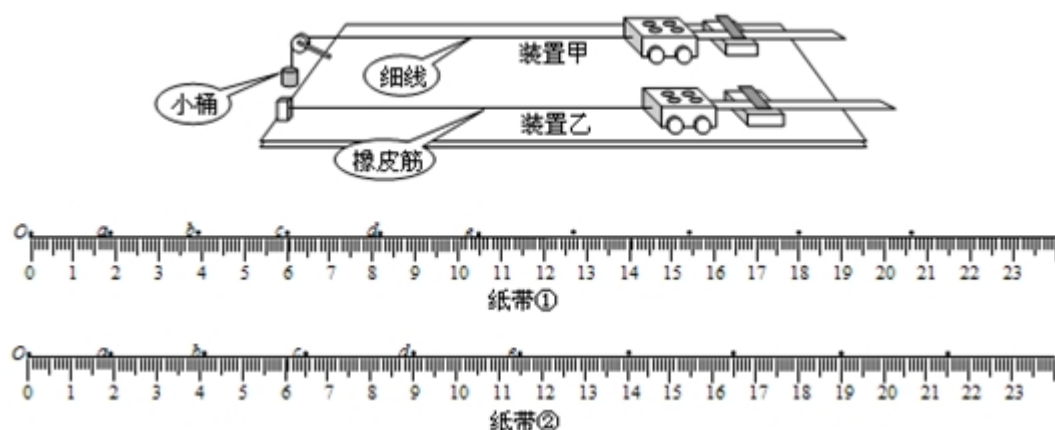


(2)已知滑块沿斜面下滑时做匀加速运动,滑块加速度的大小 a 、滑块经过光电门乙时的瞬时速度 v 、测量值 s 和 t 四个物理量。因为时速度 v_1 是下滑的末速度,所以我们可以看下滑的逆过程,所以满足的关系式是 $s = v_1 t - \frac{1}{2} a t^2$ 。

(3)由 $s = v_1 t - \frac{1}{2} a t^2$ 整理得: $\frac{s}{t} = v_1 - \frac{1}{2} a t$, 由表达式可知,加速度等于斜率大小的两倍.所以由图象得出滑块加速度的大小为 $a = 2.0 \text{ m/s}^2$ 。

【考点定位】测定匀变速直线运动的加速度

20.(2013·浙江卷·T21)如图所示,装置甲中挂有小桶的细线绕过定滑轮,固定在小车上;装置乙中橡皮筋的一端固定在导轨的左端,另一端系在小车上。一同学用装置甲和乙分别进行实验,经正确操作获得两条纸带①和②,纸带上的 a 、 b 、 c ……均为打点计时器打出的点。



- (1)任选一条纸带读出 b 、 c 两点间的距离为_____;
- (2)任选一条纸带求出 c 、 e 两点间的平均速度大小为_____, 纸带①和②上 c 、 e 两点间的平均速度 $\bar{v}_1$ _____ $\bar{v}_2$ (填“大于”“等于”或“小于”).
- (3)图中 _____ (填选项)
 - A.两条纸带均为用装置甲实验所得
 - B.两条纸带均为用装置乙实验所得
 - C.纸带①为用装置甲实验所得, 纸带②为用装置乙实验所得
 - D.纸带①为用装置乙实验所得, 纸带②为用装置甲实验所得.

【答案】(1)2.10cm 或 2.40cm(± 0.05 cm, 有效数字位数正确) (2)1.13m/s 或 1.25m/s(± 0.05 m/s, 有效数字位数不作要求) 小于 (3)C

【解析】(1)选②纸带读出 b、c 两点间的距离为 $6.50-4.10\text{cm}=2.40\text{cm}$

(2)选②纸带读出 c、e 两点间的距离为 5cm, 相对应的平均速度 $\bar{v} = \frac{5\text{cm}}{0.04\text{s}} = 1.25\text{m/s}$

选①纸带读出 c、e 两点间的距离为 4.5cm, 所以平均速度 $\bar{v}$ ①小于 $\bar{v}$ ②。

(3)装置甲实验中小车做匀加速直线运动, 所以相邻的计时点的间距之差相等, 装置乙实验中小车受橡皮筋的弹力越来越小, 所以做加速度减小的变加速直线运动, 以相邻的计时点的间距之差减小, 所以带①为用装置甲实验所得, 纸带②为用装置乙实验所得。故选 C。

【考点定位】打点计时器; 纸带处理。

21.(2013·广东卷·T34)研究小车匀变速直线运动的实验装置如图(a)所示其中斜面倾角 θ 可调, 打点计时器的工作频率为 50Hz。纸带上计数点的间距如图(b)所示, 其中每相邻两点之间还有 4 个记录点未画出。

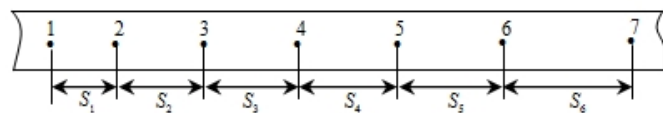
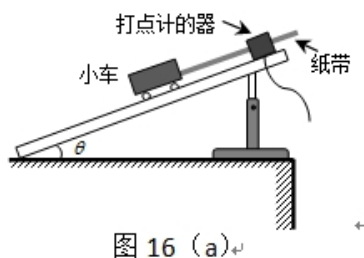


图 16 (b)

(1)部分实验步骤如下:

- A.测量完毕, 关闭电源, 取出纸带
- B.接通电源, 待打点计时器工作稳定后放开小车
- C.将小车依靠在打点计时器附近, 小车尾部与纸带相连
- D.把打点计时器固定在平板上, 让纸带穿过限位孔

上述实验步骤的正确顺序是: _____(用字母填写)。

(2)图(b)中标出的相邻两计数点的时间间隔 $T=$ _____s。

(3)计数点 5 对应的瞬时速度大小计算式为 $v_5 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4)为了充分利用记录数据，减小误差，小车加速度大小的计算式应为 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

【答案】(1)DCBA (2)0.1 (3) $\frac{s_4 + s_5}{2T}$ (4) $\frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)}{9T^2}$

【解析】① (1)实验步骤应是先安装仪器，做好实验前时佳备工作，开始实验，然后处理数据，因此实验步骤为 DCBA。

②时间 $T = nT_0 = 5 \times 0.02s = 0.1s$ (n 为相邻两个计数的间隔数)

③用在匀变速直线运动中：中时刻速度的等于平均速度计算

④取 $s'_1 = s_1 + s_2 + s_3$ $s'_2 = s_4 + s_5 + s_6$ 则： $T' = 3T$ 就可用 $\Delta s' = aT'^2$ 求 a

【考点定位】在研究小车匀变速运动的实验

22.(2014·山东卷)某实验小组利用弹簧秤和刻度尺，测量滑块在木板上运动的最大速度。

实验步骤：

①用弹簧秤测量橡皮泥和滑块的总重力，记作 G ；

②将装有橡皮泥的滑块放在水平木板上，通过水平细绳和固定弹簧秤相连，如图甲所示。在 A 端向右拉动木板，待弹簧秤示数稳定后，将读数记作 F ；

③改变滑块上橡皮泥的质量，重复步骤①②；

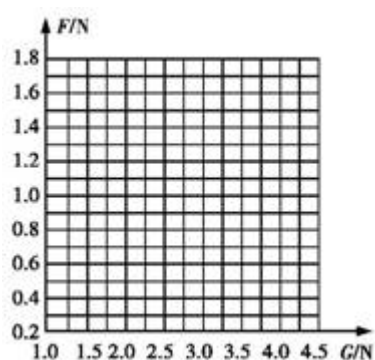
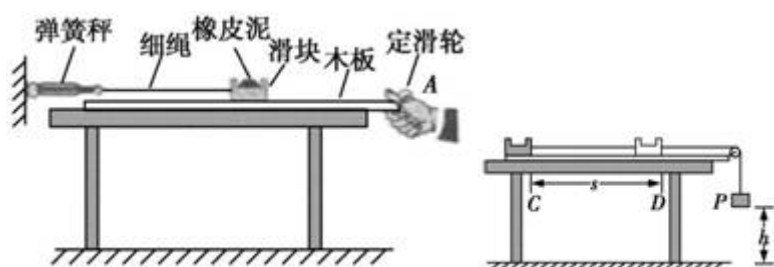
实验数据如下表所示：

G/N	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
F/N	0.59	0.83	0.99	1.22	1.37	1.61

④如图乙所示，将木板固定在水平桌面上，滑块置于木板上左端 C 处，细绳跨过定滑轮分别与滑块和重物 P 连接，保持滑块静止，测量重物 P 离地面的高度 h ；

⑤滑块由静止释放后开始运动并最终停在木板上的 D 点(未与滑轮碰撞)，测量 C 、 D 间的距离 s 。

完成下列作图和填空：



图甲

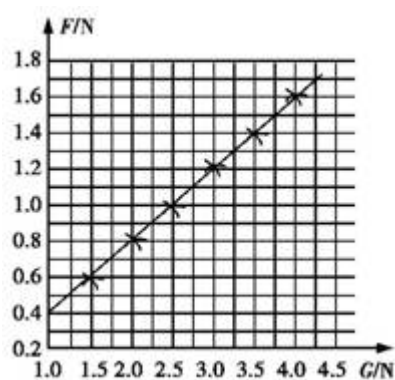
图乙

(1)根据表中数据在给定坐标纸上作出 $F-G$ 图线。

(2)由图线求得滑块和木板间的动摩擦因数 $\mu =$ _____ (保留 2 位有效数字)。

(3)滑块最大速度的大小 $v =$ _____ (用 h 、 s 、 μ 和重力加速度 g 表示)。

【答案】 (1)如图所示 (2)0.40(0.38、0.39、0.41、0.42 均正确); (3) $\sqrt{2\mu g(s-h)}$



【答案】(1)4.30(或 4.29 或 4.31); (2)物块加速度小于 $g\frac{h}{s}=5.88\text{m/s}^2$ (或物块加速度小于物块沿光滑斜面下滑的加速度)

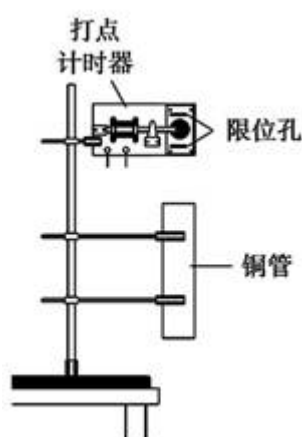
【解析】(1)根据逐差法可求得物块的加速度为:

$$a = \frac{(x_3 + x_4) - (x_1 + x_2)}{0.2^2} = 4.30\text{m/s}^2; \text{若斜面是光滑的, 小物块下滑的加速度应该}$$

为: $a' = \frac{gh}{s} = 5.88\text{m/s}^2$, 由于物块加速度小于物块沿光滑斜面下滑的加速度, 所以说明斜面是粗糙的。

【考点定位】本题主要考查了研究匀变速直线运动的实验、牛顿第二定律的应用等问题, 属于中档题。

24.(2015·江苏卷·T11)某同学探究小磁铁在铜管中下落时受电磁阻尼作用的运动规律, 实验装置如图所示, 打点计时器的电源为50Hz的交流电。

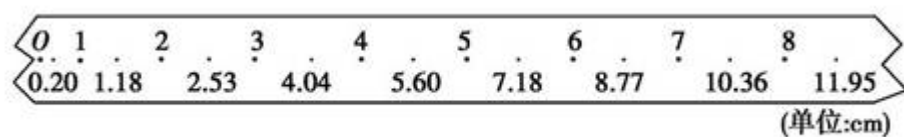


(1)下列实验操作中, 不正确的有_____。

- A.将铜管竖直地固定在限位孔的正下方
- B.纸带穿过限位孔, 压在复写纸下面
- C.用手捏紧磁铁保持静止, 然后轻轻地松开让磁铁下落
- D.在磁铁下落的同时接通打点计时器的电源

(2)该同学按照正确的步骤进行试验(记为“实验①”), 将磁铁从管口处释放, 打出一条纸带, 取开始下落的一段, 确定一合适的点为O点, 每隔一个计时点取一个

计数点，标为1、2、3……8，用刻度尺量出各计数点的相邻计时点到O点的距离，记录在纸带上，如图所示



计算相邻计时点间的平均速度 $\bar{v}$ ，粗略地表示各计数点的速度，抄入下表，请将表中的数据补充完整

位置	1	2	3	4	5	6	7	8
$\bar{v}(\text{cm/s})$	24.5	33.8	37.8	▲	39.5	39.8	39.8	39.8

(3)分析上表的实验数据可知：在这段纸带记录的时间内，磁铁运动速度的变化情况是_____；磁铁受到阻尼作用的变化情况是_____。

(4)该同学将装置中的铜管更换为相同尺寸的塑料管，重复上述实验操作(记为实验②)，结果表明磁铁下落的运动规律与自由落体运动规律几乎相同，请问实验②是为了说明说明？对比实验①和②的结果得到什么结论？

【答案】(1)CD(2)39.0 (3)逐渐增大到39.8 cm/s 逐渐增大到等于重力(4)为了说明磁铁在塑料管中几乎不受阻尼作用，磁铁在铜管中受到的阻尼作用主要是电磁阻尼作用。

【解析】(1)在实验时，应用手拿着纸带释放，而不是拿着磁铁，应先接通电源，让打点计时器工作，然后释放磁铁，所以不正确的是CD；

(2)由 $v = \frac{x}{t} = \frac{5.60 - 4.04}{0.04}$ 可求 $v_4 = 39.0\text{m/s}$ ；

(3)由纸带上的测量数据知，磁铁的速度逐渐增大，最后匀速下落，阻力逐渐增大到等于重力；

(4)为了说明磁铁在塑料管中几乎不受阻尼作用，磁铁在铜管中受到的阻尼作用主要是电磁阻尼作用。

【考点】研究电磁阻尼

25.(2017·新课标 I 卷)某探究小组为了研究小车在桌面上的直线运动,用自制“滴水计时器”计量时间。实验前,将该计时器固定在小车旁,如图(a)所示。实验时,保持桌面水平,用手轻推一下小车。在小车运动过程中,滴水计时器等时间间隔地滴下小水滴,图(b)记录了桌面上连续的 6 个水滴的位置。(已知滴水计时器每 30 s 内共滴下 46 个小水滴)

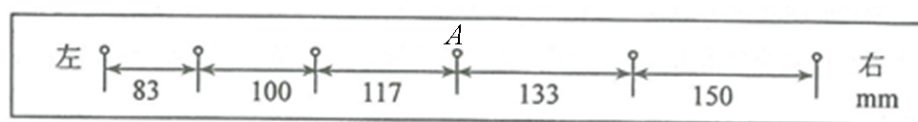
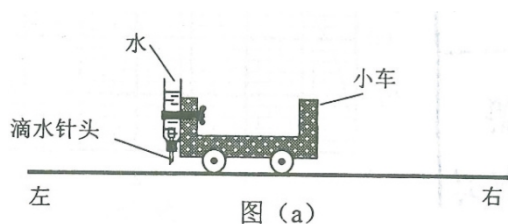


图 (b)

(1)由图(b)可知,小车在桌面上是_____ (填“从右向左”或“从左向右”)运动的。

(2)该小组同学根据图(b)的数据判断出小车做匀变速运动。小车运动到图(b)中 A 点位置时的速度大小为_____ m/s, 加速度大小为_____ m/s^2 。(结果均保留 2 位有效数字)

【答案】 (1)从右向左 (2)0.19 0.037

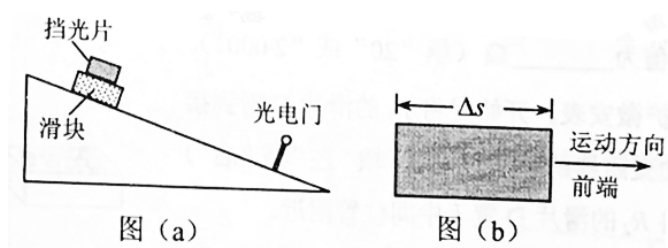
【解析】 (1)小车在阻力的作用下, 做减速运动, 由图(b)知, 从右向左相邻水滴间的距离逐渐减小, 所以小车在桌面上是从右向左运动; (2)已知滴水计时器每 30 s 内共滴下 46 个小水滴, 所以相邻两水滴间的时间间隔为: $\Delta t = \frac{30}{45} \text{ s} = \frac{2}{3} \text{ s}$, 所以 A 点位置的速度为: $v_A = \frac{0.117 + 0.133}{2\Delta t} \text{ m/s} = 0.19 \text{ m/s}$,

根据逐差法可求加速度: $(x_4 + x_5) - (x_1 + x_2) = 6a(\Delta t)^2$, 解得 $a = 0.037 \text{ m/s}^2$ 。

【考点定位】 匀变速直线运动的研究

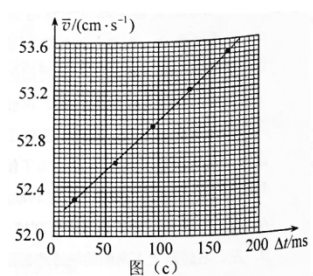
【名师点睛】注意相邻水滴间的时间间隔的计算，46滴水有45个间隔；速度加速度的计算，注意单位、有效数字的要求。

26.(2017·新课标Ⅱ卷)某同学研究在固定斜面上运动物体的平均速度、瞬时速度和加速度之间的关系。使用的器材有：斜面、滑块、长度不同的矩形挡光片、光电计时器。



实验步骤如下：

- ①如图(a)，将光电门固定在斜面下端附近；将一挡光片安装在滑块上，记下挡光片前端相对于斜面的位置，令滑块从斜面上方由静止开始下滑；
- ②当滑块上的挡光片经过光电门时，用光电计时器测得光线被挡光片遮住的时间 Δt ；
- ③用 Δs 表示挡光片沿运动方向的长度，如图(b)所示， $\bar{v}$ 表示滑块在挡光片遮住光线的 Δt 时间内的平均速度大小，求出 $\bar{v}$ ；
- ④将另一挡光片换到滑块上，使滑块上的挡光片前端与①中的位置相同，令滑块由静止开始下滑，重复步骤②、③；
- ⑤多次重复步骤④；
- ⑥利用实验中得到的数据作出 $\bar{v}-\Delta t$ 图，如图(c)所示。



完成下列填空：

(1)用 a 表示滑块下滑的加速度大小, 用 v_A 表示挡光片前端到达光电门时滑块的瞬时速度大小, 则 $\bar{v}$ 与 v_A 、 a 和 Δt 的关系式为 $\bar{v} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2)由图(c)可求得, $v_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm/s}$, $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm/s}^2$ 。(结果保留 3 位有效数字)

【答案】 (1) $\bar{v} = v_A + \frac{1}{2}a\Delta t$ (2) 52.1 16.3(15.8~16.8)

【解析】 (1)设挡光片末端到达光电门的速度为 v , 则由速度时间关系可知:

$$v = v_A + a\Delta t, \text{ 且 } \bar{v} = \frac{v_A + v}{2}$$

联立解得: $\bar{v} = v_A + \frac{1}{2}a\Delta t$;

(2)由图(c)可求得 $v_A = 52.1 \text{ cm/s}$, $\frac{1}{2}a = \frac{53.6 - 52.1}{180 \times 10^{-3}} \text{ cm/s}^2 \approx 8.3 \text{ cm/s}^2$, 即 $a = 16.6 \text{ cm/s}^2$ 。

【考点定位】 匀变速直线运动的规律

【名师点睛】 此题主要考查学生对匀变速直线运动的基本规律的运用能力; 解题时要搞清实验的原理, 能通过运动公式找到图象的函数关系, 结合图象的截距和斜率求解未知量。

27.(2018·天津卷)某研究小组做“验证力的平行四边形定则”的实验, 所有器材有: 方木板一块, 白纸, 量程为 5 N 的弹簧测力计两个, 橡皮条(带两个较长的细绳套), 刻度尺, 图钉(若干个)。

①具体操作前, 同学们提出了如下关于实验操作的建议, 其中正确的是_____。

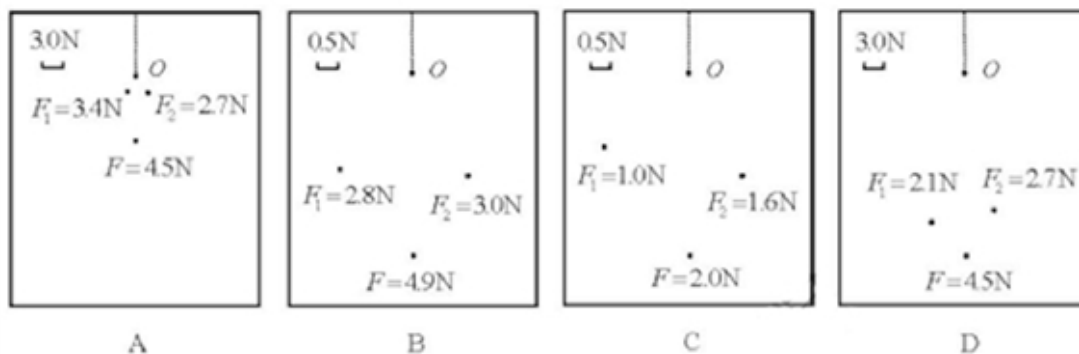
A.橡皮条应和两绳套夹角的角平分线在一条直线上

B.重复实验再次进行验证时, 结点 O 的位置可以与前一次不同

C.使用测力计时, 施力方向应沿测力计轴线; 读数时视线应正对测力计刻度

D.用两个测力计互成角度拉橡皮条时的拉力必须都小于只用一个测力计的拉力

②该小组的同学用同一套器材做了四次实验，白纸上留下的标注信息有结点位置 O ，力的标度、分力和合力的大小及表示力的作用线的点，如下图所示。其中对于提高实验精度最有利的是_____。



【答案】BC B

【解析】①为了使实验结果更具有普遍性，在实验过程中不应让橡皮条的拉力方向具有特殊的角度或位置，A 错误；

只有每一次实验时用一个力和用两个力拉的效果相同即可，即 O 点位置相同，不需要每次实验的 O 点位置都相同，B 正确；

使用测力计时，施力方向应沿测力计轴线，读数时，视线应正对弹簧测力计的刻度，C 正确；

合力可以大于任一个分力，也可以等于分力，还可以小于任一分力，D 错误。

②AD 实验中选取的力的标度过大，导致画力时，线段太短，不利于实验精确度；B 图和 C 图选用的标度相同，但 C 中力太小，不利于作平行四边形，故 B 符合题意；

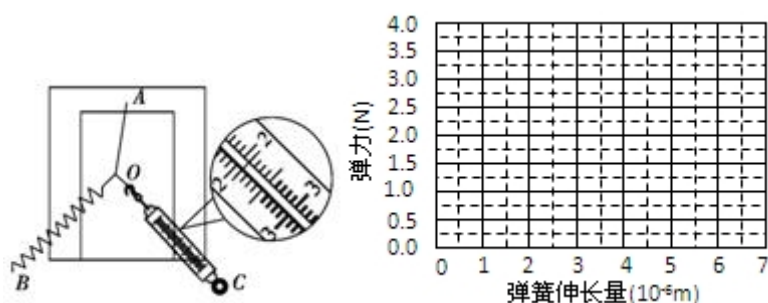
28.(2012·浙江卷·T22)在“探究求合力的方法”实验中，现有木板、白纸、图钉、橡皮筋、细绳套和一把弹簧秤。

(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^{-2} m)	0.74	1.80	2.80	3.72	4.68	5.58	6.42

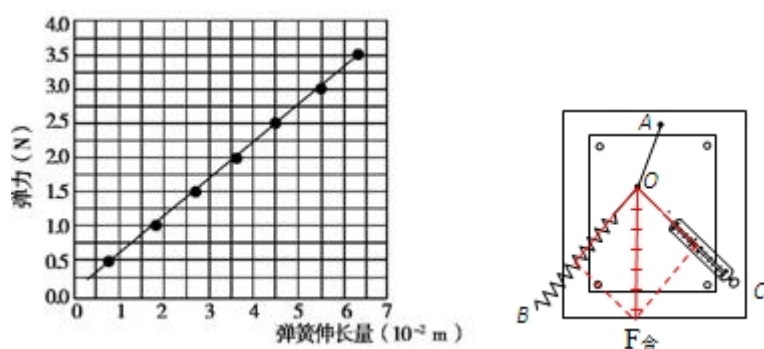
用作图法求得该弹簧的劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ N/m;

(2)某次实验中，弹簧的指针位置如图所示，其读数为 $\underline{\hspace{2cm}}$ N，同时利用(3)中结果获得弹簧上的弹力值为 2.50N，请在答题纸上画出这两个共点力的合力 $F_{\text{合}}$ ；



(3)由图得到 $F_{\text{合}} = \underline{\hspace{2cm}}$ N。

【答案】 (1)如图所示 55 (2)2.10 如图所示 (3)3.3



(1)根据图线斜率求得弹簧的劲度系数 $k = 55 \text{ N/m}$;

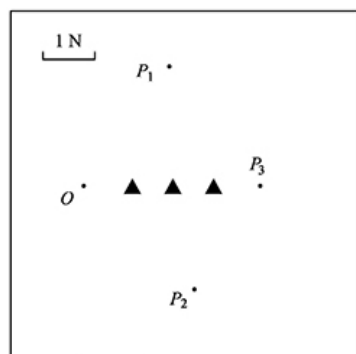
(2)读数时估读一位， $F = 2.10 \text{ N}$;

(3)作图，在同一力的图示中使用相同的比例标尺，做平行四边形，量出如图对角线的长度，根据比例标尺换算出合力， $F_{\text{合}} = 3.3 \text{ N}$ 。

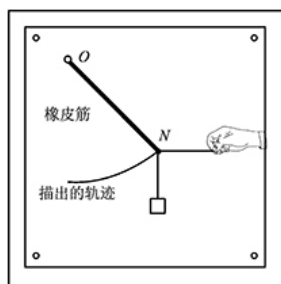
【考点定位】 本题考查“探究求合力的方法”实验及其相关知识。

29.(2014·江苏卷)小明通过实验验证力的平行四边形定则。

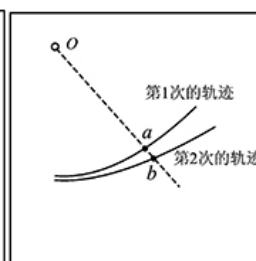
(1)实验记录纸如图 1 所示, O 点为橡皮筋被拉伸后伸长到的位置, 两弹簧测力计共同作用时, 拉力 F_1 和 F_2 的方向分别过 P_1 和 P_2 点; 一个弹簧测力计拉橡皮筋时, 拉力 F_3 的方向过 P_3 点。三个力的大小分别为: $F_1=3.30\text{ N}$ 、 $F_2=3.85\text{ N}$ 和 $F_3=4.25\text{ N}$ 。请根据图中给出的标度作图求出 F_1 和 F_2 的合力。



(题 11-1 图)



(题 11-2 图)



(题 11-3 图)

(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 2 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。

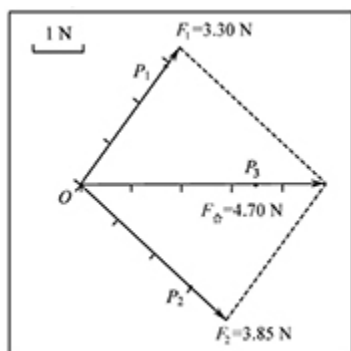
两次实验记录的轨迹如图 3 所示, 过 O 点作一条直线与轨迹交于 a 、 b 两点, 则实验中橡皮筋分别被拉伸到 a 和 b 时所受拉力 F_a 、 F_b 的大小关系为_____。

(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。

【答案】(1)如图所示 4.7N(4.6~4.9N 均可)；(2) $F_a=F_b$ ；(3)BD；(4)选用新橡皮筋；橡皮筋拉伸不宜过长



【解析】(1)根据力的图示法作出力 F_1 和 F_2 的图示，如答案图所示，并根据力的平行四边形定则作出两者的合力，用刻度尺量得其长度为单位长度的 4.7 倍，即合力大小为 4.7N(4.6~4.9N 均可)。

(2)设 Oab 与竖直方向的夹角为 θ ，根据共点力平衡条件解得： $F=mgtan\theta$ ，因此有： $F_a=F_b$

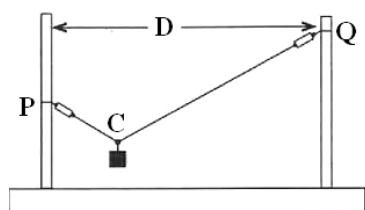
(3)由中分析可知，橡皮筋上的拉力大小为： $T=\frac{mg}{\cos\theta}$ ，因此有 $T_a=T_b$ ，显然图中 $Ob>Oa$ ，故选项 A 错误；选项 B 正确；橡皮筋因老化，每次被拉后，形变已经不能完全恢复，因此两次受到的拉力相同时，拉力越大，橡皮筋两次的长度之差越大故选项 D 正确；两次被拉伸到相同长度时，橡皮筋第 2 次受到的拉力较小，故选项 C 错误。

(4)有上述分析可知，要确保橡皮筋发生弹性形变，因此应注意选用新的弹性较好的橡皮筋，每次橡皮筋的形变要在弹性限度内，即拉伸不宜过长。

【考点定位】本题主要考查了验证力的平行四边形定则实验和探究弹簧伸长量与弹力的关系实验问题，属于中档题。

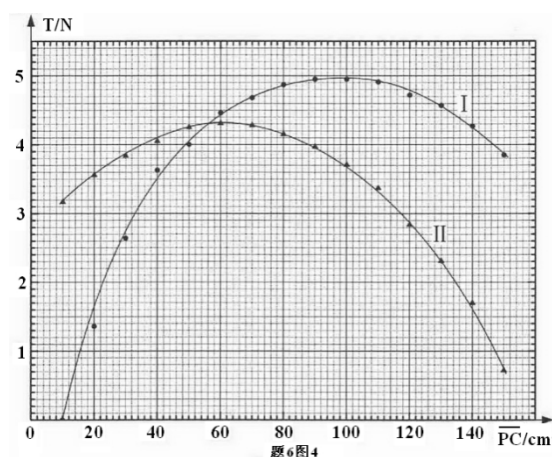
30.(2014·重庆卷)为了研究人们用绳索跨山谷过程中绳索拉力的变化规律，同学们设计了如题 6 图 3 所示的实验装置，他们将不可伸长轻绳的两端通过测力计(

不及质量及长度)固定在相距为 D 的两立柱上, 固定点分别为 P 和 Q , P 低于 Q , 绳长为 $L (L > \overline{PQ})$ 。他们首先在绳上距离 P 点 10cm 处(标记为 C)系上质量为 m 的重物(不滑动), 由测力计读出绳 PC 、 QC 的拉力大小 T_P 和 T_Q , 随后改变重物悬挂点的位置, 每次将 P 到 C 点的距离增加 10cm, 并读出测力计的示数, 最后得到 T_P 、 T_Q 与绳长 $\overline{PC}$ 之间的关系曲线如题 6 图 4 所示, 由实验可知:



题 6 图 3

- (1) 曲线 II 中拉力最大时, C 与 P 点的距离为 _____ cm, 该曲线为 _____ (选填 T_P 或 T_Q) 的曲线.
- (2) 在重物从 P 移动到 Q 的整个过程中受到最大拉力的是 _____ (选填: P 或 Q) 点所在的立柱.
- (3) 在曲线 I、II 相交处, 可读出绳的拉力 $T_Q =$ _____ N, 它与 L 、 D 、 m 和重力加速度 g 的关系为 $T_Q =$ _____。



题 6 图 4

【答案】 (1) 60(56~64) T_P (2) Q (3) 4.30(4.25~4.35) $\frac{mgL\sqrt{L^2 - D^2}}{2(L^2 - D^2)}$

【解析】(1)由曲线Ⅱ的最高点拉力最大,对应的横坐标 $\overline{PC}=60\text{cm}$,设 PC 和 QC 与水平的夹角为 α 和 β ,对 C 点的平衡可知 $T_P \cdot \cos \alpha = T_Q \cdot \cos \beta$,开始 C 点靠近 P 点,因 $\alpha > \beta$,则 $\frac{T_P}{T_Q} = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} > 1$,即 $T_P > T_Q$,结合两曲线左侧部分,Ⅱ曲线靠上则为 T_P 的曲线。

(2)比较两图象的顶点大小可知,Ⅰ曲线的最高点更大,代表 Q 有最大拉力。

(3)两曲线的交点表示左右的绳拉力大小相等,读出纵坐标为 $T_P = T_Q = 4.30\text{N}$,设 CQ 绳与立柱的夹角为 θ ,延长 CQ 线交另立柱上,构成直角三角形,则 $\cos \theta = \frac{\sqrt{L^2 - D^2}}{L}$

,两拉力相等构成菱形由力的平衡可知 $2T_Q \cos \theta = mg$,则

$$T_Q = \frac{mg}{2 \cos \theta} = \frac{mgL \sqrt{L^2 - D^2}}{2(L^2 - D^2)}$$

【考点定位】本题考查了平行四边形法则、力的平衡条件及其应用。

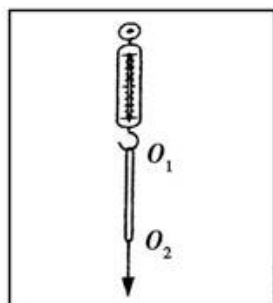
31.(2015·山东卷·T21)某同学通过下述实验验证力的平行四边形定则。实验步骤:

- ①将弹簧秤固定在贴有白纸的竖直木板上,使其轴线沿竖直方向。
- ②如图甲所示,将环形橡皮筋一端挂在弹簧秤的秤钩上,另一端用圆珠笔尖竖直向下拉,直到弹簧秤示数为某一设定值时,将橡皮筋两端的位置记为 O_1 、 O_2 ,记录弹簧秤的示数 F ,测量并记录 O_1 、 O_2 间的距离(即橡皮筋的长度 l)。每次将弹簧秤示数改变 0.50N ,测出所对应的 l ,部分数据如下表所示:

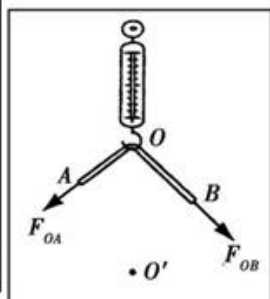
$F(\text{N})$	0	0.50	1.00	1.05	2.00	2.50
$l(\text{cm})$	l_0	10.97	12.02	13.00	13.98	15.05

- ③找出②中 $F=2.50\text{N}$ 时橡皮筋两端的位置,重新记为 O 、 O' ,橡皮筋的拉力记为 $F_{OO'}$ 。

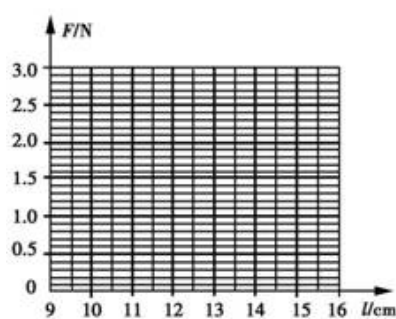
④在秤钩上涂抹少许润滑油，将橡皮筋搭在秤钩上，如图乙所示。用两圆珠笔尖成适当角度同时拉橡皮筋的两端，使秤钩的下端达到 O 点，将两笔尖的位置标记为 A 、 B ，橡皮筋 OA 段的拉力记为 F_{OA} ， OB 段的拉力记为 F_{OB} 。



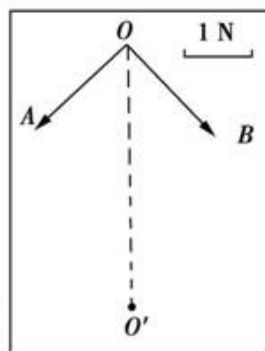
图甲



图乙



图丙

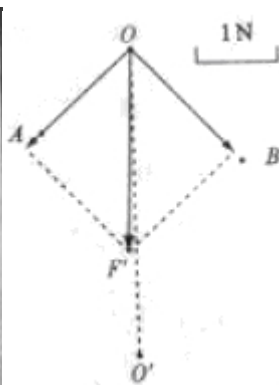
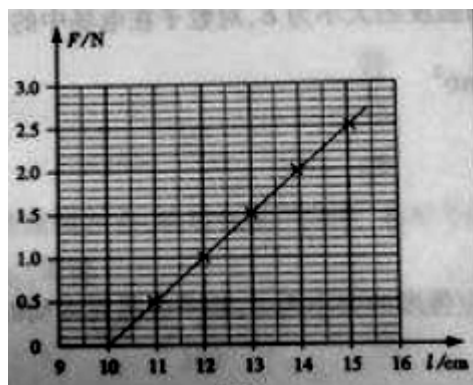


图丁

完成下列作图和填空：

- (1)利用表中数据在给出的坐标纸上(图丙)画出 $F-l$ 图线，根据图线求得 $l_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ cm。
- (2)测得 $OA = 6.00\text{cm}$ ， $OB = 7.60\text{cm}$ ，则 F_{OA} 的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ N。
- (3)根据给出的标度，在图丁上作出 F_{OA} 和 F_{OB} 的合力 F' 的图示。
- (4)通过比较 F' 与 $\underline{\hspace{2cm}}$ 的大小和方向，即可得出实验结论。

【答案】 (1)如图甲所示 10.00 (2)1.80 (3)如图乙所示 (4) $F_{OO'}$



【解析】(1)做出 $F-l$ 图像，求得直线的截距即为 l_0 ，可得 $l_0=10.00\text{cm}$ ；

(2)可计算弹簧的劲度系数为 $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{1}{0.02} \text{ N/m} = 50 \text{ N/m}$ ；若 $OA=6.00\text{cm}$ ，

$OB=7.60\text{cm}$ ，则弹簧的弹力 $F = k\Delta l = 50(6.00 + 7.60 - 10.0) \times 10^{-2} \text{ N} = 1.8 \text{ N}$ ；则此

时 $F_{OA} = F = 1.8 \text{ N}$ 。

(4)通过比较 F 和 $F_{OO'}$ 的大小和方向，可得出实验结论。

【考点定位】验证力的平行四边形法则。

32.(2015·安徽卷·T21I)在“验证力的平行四边形定则”实验中，某同学用图钉把白纸固定在水平放置的木板上，将橡皮条的一端固定在木板上一一点，两个细绳套系在橡皮条的另一端，用两个弹簧测力计分别拉住两个细绳套，互成角度地施加拉力，使得橡皮条伸长，结点到达纸面上某一位置，如图所示，请将以下的实验操作和处理补充完整：

(1)用铅笔描下结点位置，记为 O ；

(2)记录两个弹簧测力计的示数 F_1 和 F_2 ，沿每条细绳的方向用铅笔分别描出几个点，用刻度尺把相应的点连成线；

(3)只用一个弹簧测力计，通过细绳套把橡皮条的结点仍拉到位置 O ，记录测力计的示数 F_3 ，_____；

(4)按照力的图示要求，作出拉力 F_1 、 F_2 、 F_3 ；

(5)根据力的平行四边形定则作出 F_1 、 F_2 的合力 F ；

(6)比较_____的一致程度，若有较大差异，对其原因进行分析，并作出相应的改进后再进行试验。

【答案】(3)沿此时细绳的方向用铅笔描出几个点，用刻度尺把这些点连成直线

(6) F 和 F_3

【解析】(3)需要记录拉力的方向。(6)应该比较用平行四边形定则做出的合力 F 和实际值 F_3 的大小和方向是否一样。

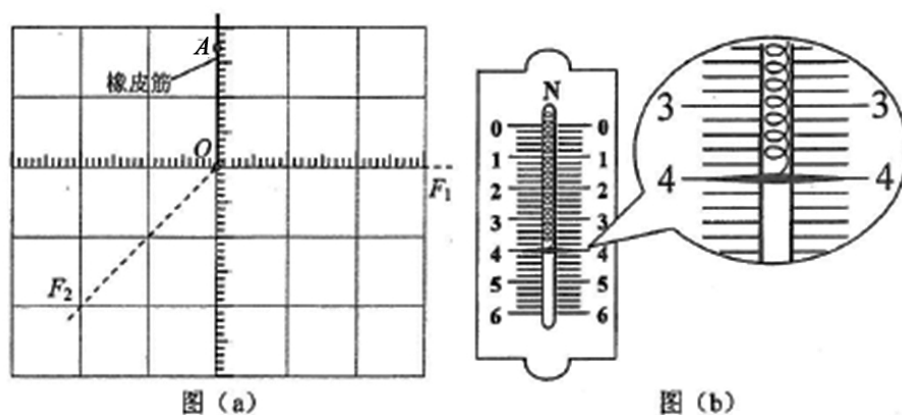
考点：考查了验证力的平行四边形实验

33.(2017·新课标III卷)某探究小组做“验证力的平行四边形定则”实验，将画有坐标轴(横轴为 x 轴，纵轴为 y 轴，最小刻度表示 1 mm)的纸贴在水平桌面上，如图(a)所示。将橡皮筋的一端 Q 固定在 y 轴上的 B 点(位于图示部分之外)，另一端 P 位于 y 轴上的 A 点时，橡皮筋处于原长。

(1)用一只测力计将橡皮筋的 P 端沿 y 轴从 A 点拉至坐标原点 O ，此时拉力 F 的大小可由测力计读出。测力计的示数如图(b)所示， F 的大小为_____N。

(2)撤去(1)中的拉力，橡皮筋 P 端回到 A 点；现使用两个测力计同时拉橡皮筋，再次将 P 端拉至 O 点。此时观察到两个拉力分别沿图(a)中两条虚线所示的方向，由测力计的示数读出两个拉力的大小分别为 $F_1=4.2\text{ N}$ 和 $F_2=5.6\text{ N}$ 。

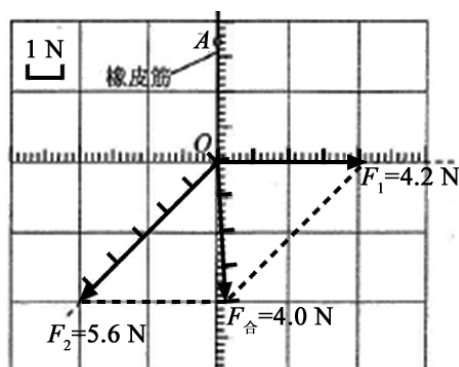
(i)用 5 mm 长度的线段表示 1 N 的力，以 O 为作用点，在图(a)中画出力 F_1 、 F_2 的图示，然后按平行四边形定则画出它们的合力 $F_{\text{合}}$ ；



(ii) $F_{\text{合}}$ 的大小为_____N， $F_{\text{合}}$ 与拉力 F 的夹角的正切值为_____。

若 $F_{\text{合}}$ 与拉力 F 的大小及方向的偏差均在实验所允许的误差范围之内，则该实验验证了力的平行四边形定则。

【答案】(1)4.0 (2)(i)如图 (ii)4.0 0.05



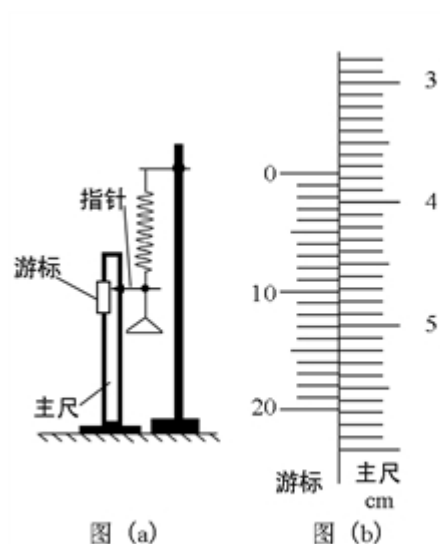
【解析】(1)由图可知， F 的大小为 4.0 N。

(2)作力 F_1 、 F_2 的图示，作出合力 $F_{\text{合}}$ ， $F_{\text{合}}$ 长为 20 mm，所以 $F_{\text{合}}$ 大小为 4.0 N， $F_{\text{合}}$ 与拉力 F 的夹角的正切值为 0.05。

【考点定位】验证力的平行四边形定则

【名师点睛】验证力的平行四边形定则中的作图法要注意标明：力的标度、刻度、方向箭头、大小和物理量名称。

34.(2018·新课标 I 卷·T9)如图(a)，一弹簧上端固定在支架顶端，下端悬挂一托盘：一标尺由游标和主尺构成，主尺竖直固定在弹簧左边；托盘上方固定有一能与游标刻度线准确对齐的装置，简化为图中的指针。现要测量图(a)中弹簧的劲度系数，当托盘内没有砝码时，移动游标，使其零刻度线对准指针，此时标尺读数为 1.950 cm；当托盘内放有质量为 0.100 kg 的砝码时，移动游标，再次使其零刻度线对准指针，标尺示数如图(b)所示，其读数为_____cm。当地的重力加速度大小为 9.80 m/s²，此弹簧的劲度系数为_____N/m(保留 3 位有效数字)。



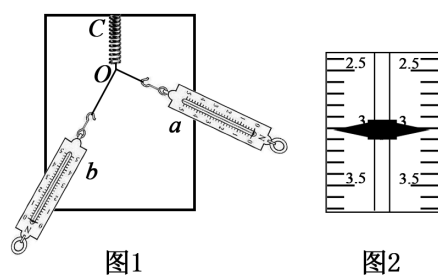
【答案】3.775 53.7

【解析】实验所用的游标卡尺精度为 0.05mm，游标卡尺上游标第 15 条刻度线与主尺刻度线对齐，根据游标卡尺的读数规则，图(b)所示的游标卡尺读数为 $3.7\text{cm} + 15 \times 0.05\text{mm} = 3.7\text{cm} + 0.075\text{cm} = 3.775\text{cm}$ 。

托盘中放有质量为 $m = 0.100\text{kg}$ 的砝码时，弹簧受到的拉力 $F = mg = 0.100 \times 9.8\text{N} = 0.980\text{N}$ ，弹簧伸长 $x = 3.775\text{cm} - 1.950\text{cm} = 1.825\text{cm} = 0.01825\text{m}$ ，根据胡克定律， $F = kx$ ，解得此弹簧的劲度系数 $k = F/x = 53.7\text{N/m}$ 。

【点睛】解答此题常见错误主要有：一是游标卡尺读数误差，或单位搞错导致错写成 37.70；二是把重力加速度按照习惯用 $g = 10\text{m/s}^2$ 代入计算导致错误；三是考虑采用图象法处理实验数据计算劲度系数耽误时间。

35.(2016·浙江卷·T21)某同学在“探究弹力和弹簧伸长的关系”的实验中，测得图中弹簧 OC 的劲度系数为 500N/m 。如图 1 所示，用弹簧 OC 和弹簧秤 a 、 b 做“探究求合力的方法”实验。在保持弹簧伸长 1.00cm 不变的条件下，



(1)若弹簧秤 a 、 b 间夹角为 90° ，弹簧秤 a 的读数是____N(图 2 中所示)，则弹簧秤 b 的读数可能为_____N。

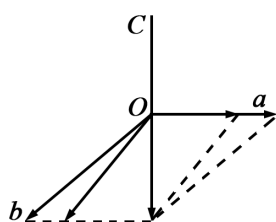
(2)若弹簧秤 a 、 b 间夹角大于 90° ，保持弹簧秤 a 与弹簧 OC 的夹角不变，减小弹簧秤 b 与弹簧 OC 的夹角，则弹簧秤 a 的读数____、弹簧秤 b 的读数_____(填“变大”、“变小”或“不变”)。

【答案】 (1)3.00~3.02 3.09~4.1(有效数不作要求) (2)变大 变大

【解析】 (1)由题图 2 可知弹簧秤 a 的读数是 $F_1=3.0\text{N}$ ；因合力为 $F=kx=500\times 0.01\text{N}=5\text{N}$ ，两分力的夹角为 90° ，则另一个分力的大小为

$$F_2 = \sqrt{F^2 - F_1^2} = 4.0\text{N}。$$

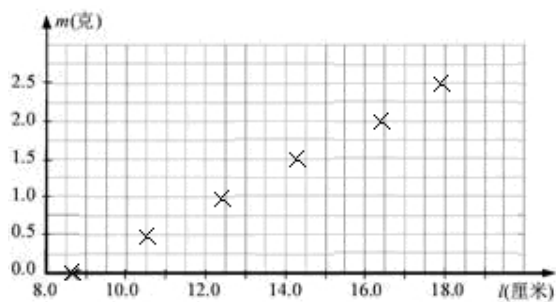
(2)若弹簧秤 a 、 b 间的夹角大于 90° ，保持弹簧秤 a 与弹簧 OC 的夹角不变，减小弹簧秤 b 与弹簧 OC 的夹角，根据力的平行四边形法则可知，弹簧秤 a 的读数变大，弹簧秤 b 的读数变大。



【考点定位】 探究求合力的方法

【名师点睛】 此题考查力的平行四边形法则问题。解题的关键是弄清实验的原理，熟练掌握力的平行四边形定则；第二问是力的动态分析，要会用“图解法”画图分析解答试题。

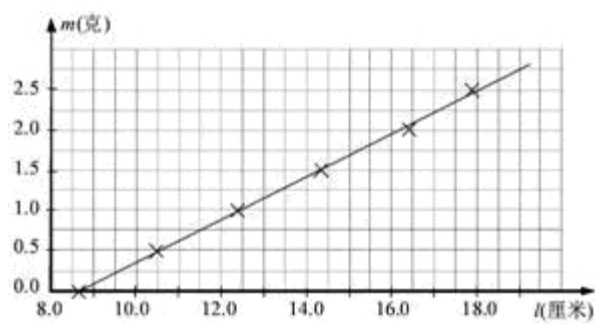
36.(2011·安徽卷)为了测量某一弹簧的劲度系数，将该弹簧竖直悬挂起来，在自由端挂上不同质量的砝码。实验册除了砝码的质量 m 与弹簧长度 l 的相应数据，七对应点已在图上标出。($g=9.8\text{m/s}^2$)



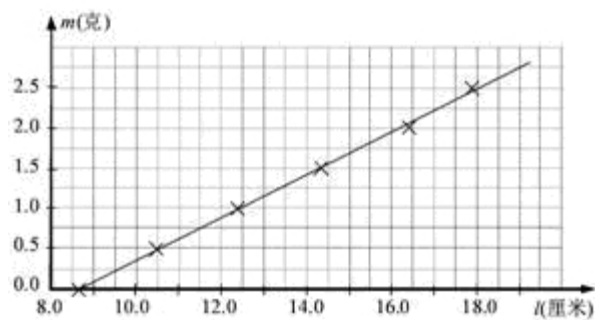
(1)作出 $m-l$ 的关系图线；

(2)弹簧的劲度系数为____N/m.

【答案】(1)如图所示(2)0.248~0.262



【解析】(1)如图所示



(2)在图线选取相距较远的两点，读出坐标为(19.0cm, 2.75g), (9.5cm, 0.25g), 求出图线的斜率 $k_{\text{斜}} = 0.0263\text{kg} / \text{m}$ ，则劲度系数

$$k_{\text{劲}} = gk_{\text{斜}} = 9.8 \times 0.0263\text{N} / \text{m} = 0.258\text{N} / \text{m}。$$

【考点定位】胡克定律

37.(2012·广东卷·T34(2))某同学探究弹力与弹簧伸长量的关系。

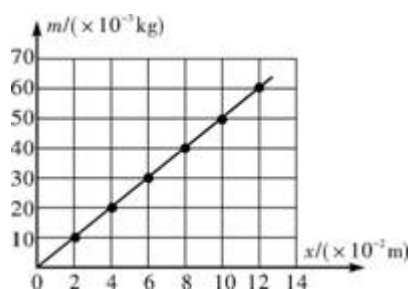
(1)将弹簧悬挂在铁架台上，将刻度尺固定在弹簧一侧，弹簧轴线和刻度尺都应在_____方向(填“水平”或“竖直”)。

(2)弹簧自然悬挂，待弹簧_____时，长度记为 L_0 ，弹簧下端挂上砝码盘时，长度记为 L_x ；在砝码盘中每次增加10g砝码，弹簧长度依次记为 L_1 至 L_6 ，数据如下表表：

代表符号	L_0	L_x	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
数值(cm)	25.35	27.35	29.35	31.30	33.4	35.35	37.40	39.30

表中有一个数值记录不规范，代表符号为_____。由表可知所用刻度尺的最小分度为_____。

(3)如图是该同学根据表中数据作的图，纵轴是砝码的质量，横轴是弹簧长度与_____的差值(填“ L_0 或 L_x ”)。



(4)由图可知弹簧的劲度系数为_____N/m；通过图和表可知砝码盘的质量为_____g(结果保留两位有效数字，重力加速度取 9.8m/s^2)。

【答案】(1)竖直，(2)稳定， L_x ，1mm；(3) L_x ，(4)4.9，10.

【解析】(1)用铁架台，一定是竖直悬挂；

(2)弹簧晃动时测量无意义；

(3)用毫米刻度尺测量长度是要估读到分度值的下一位，记录数据的最后一位是估读位，故数据 L_3 记录不规范，由表可知所用刻度尺的最小刻度为1mm；

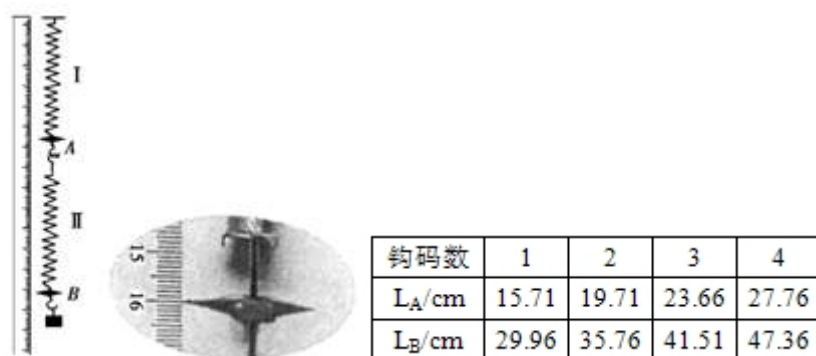
(4)根据胡克定律公式 $\Delta F=k\Delta x$ ，有： $k=4.9\text{N/kg}$

由表格得到，弹簧原长为： $L_0=25.35\text{cm}$ ；挂砝码盘时： $L_x=27.35\text{cm}$ ；

根据胡克定律，砝码盘质量为： $M=10\text{g}$ 。

【考点定位】本题考查了“探究弹力与弹簧伸长量的关系”实验

38.(2014·浙江卷)在“探究弹力和弹簧伸长的关系”时，某同学把两根弹簧如图 1 连接起来进行探究。



(1)某次测量如图 2 所示，指针示数为_____cm。

(2)在弹性限度内，将 50g 的钩码逐个挂在弹簧下端，得到指针 A 、 B 的示数 L_A 和 L_B 如表 1。用表 1 数据计算弹簧 1 的劲度系数为_____N/m(重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$)。由表 1 数据_____ (填“能”或“不能”)计算出弹簧 2 的劲度系数。

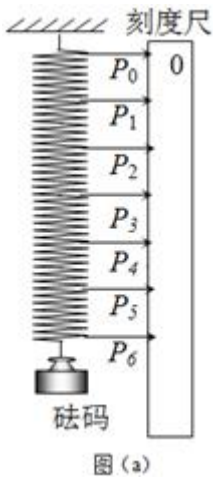
【答案】(1)15.95cm--16.05cm (2)12.2—12.8 N/m 能

【解析】(1)由图 2 可得读数为 $15.95\text{cm}\sim 16.05\text{cm}$ ；(2)由表 1 的数据结合胡可定律可得 $2mg-mg=k_1(L_{A2}-L_{A1})$ 、 $3mg-2mg=k_1(L_{A3}-L_{A2})$ 、 $4mg-3mg=k_1(L_{A4}-L_{A3})$ ，再对三个 k_1 求平均可得弹簧 1 的劲度系数约为 $12.2\sim 12.8\text{N/m}$ ，由挂 1 个钩码到挂 2 个钩码弹簧 2 的形变量为 $x_2=(L_{B2}-L_{A2})-(L_{B1}-L_{A1})$ ，所以同样可求弹簧 2 的劲度系数。

【考点定位】刻度尺读数、胡可定律

39.(2014·新课标全国卷II)某实验小组探究弹簧的劲度系数 k 与其长度(圈数)的关系；实验装置如图(a)所示：一均匀长弹簧竖直悬挂，7 个指针 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 、 P_6 分别固定在弹簧上距悬点 0、10、20、30、40、50、60 圈处；通过旁边竖直放置的刻度尺，可以读出指针的位置， P_0 指向 0 刻度；设弹簧下端未挂

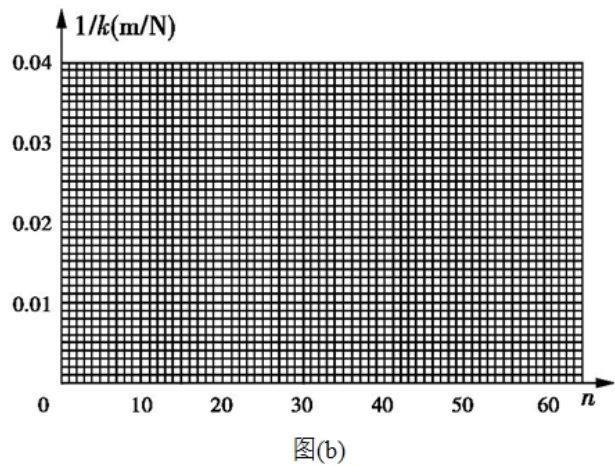
重物时，各指针的位置记为 x_0 ；挂有质量为 0.100kg 砝码时，各指针的位置记为 x ；测量结果及部分计算结果如下表所示(n 为弹簧的圈数，取重力加速度为 9.80m/s^2). 已知实验所用弹簧的总圈数为 60，整个弹簧的自由长度为 11.88cm .



	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
$x_0(\text{cm})$	2.04	4.06	6.06	8.05	10.03	12.01
$x(\text{cm})$	2.64	5.26	7.81	10.30	12.93	15.41
n	10	20	30	40	50	60
$k(\text{N/m})$	163	①	56.0	43.6	33.8	28.8
$1/k(\text{m/N})$	0.0061	②	0.0179	0.0229	0.0296	0.0347

(1)将表中数据补充完整： ① ， ② ；

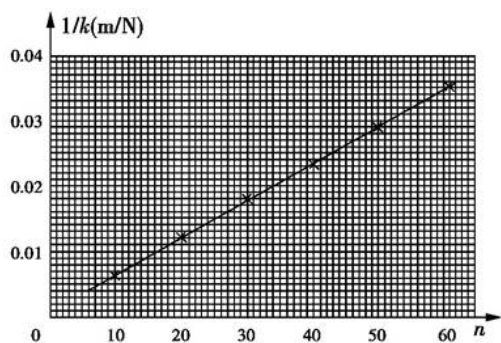
(2)以 n 为横坐标， $1/k$ 为纵坐标，在图(b)给出的坐标纸上画出 $1/k-n$ 图。



(3)图(b)中画出的直线可以近似认为通过原点；若从实验中所用的弹簧截取圈数为 n 的一段弹簧，该弹簧的劲度系数 k 与其圈数 n 的关系的表达式为 $k=$ ③ N/m ；该弹簧的劲度系数 k 与其自由长度 l_0 (单位为 m)的表达式为 $k=$ ④ N/m .

【答案】(1)①81.7 ②0.0122 (2)如图所示 (3)③ $k = \frac{1.71 \times 10^3}{n}$ (N/m)(在

$\frac{1.67 \times 10^3}{n} : \frac{1.83 \times 10^3}{n}$ 之间均可) ④ $k = \frac{3.38}{l_0}$ 。(在 $\frac{3.31}{l_0} : \frac{3.62}{l_0}$ 之间均可)



【解析】(1)①中 $k = \frac{mg}{\Delta x_2} = \frac{0.1 \times 9.8 \text{ N}}{(5.26 - 4.06) \times 10^{-2} \text{ m}} = 81.7 \text{ N/m}$;

② $\frac{1}{k} = \frac{1}{81.7} \text{ m/N} = 0.0122 \text{ m/N}$

(3)③由图线可知直线的斜率为 $\frac{0.035}{60}$ ，故直线方程满足 $\frac{1}{k} = \frac{0.035}{60} n$ ，即

$k = \frac{1.71 \times 10^3}{n}$ (N/m)(在 $\frac{1.67 \times 10^3}{n} : \frac{1.83 \times 10^3}{n}$ 之间均可)

④由于 60 匝弹簧的总长度为 11.88cm；则 n 匝弹簧的原长满足 $\frac{n}{l_0} = \frac{60}{11.88 \times 10^{-2}}$

，代入 $k = \frac{1.71 \times 10^3}{n}$ 可得： $k = \frac{3.38}{l_0}$ 。(在 $\frac{3.31}{l_0} : \frac{3.62}{l_0}$ 之间均可)

【考点定位】测量弹簧的劲度系数实验；

40.(2015·福建卷·T19(1))某同学做“探究弹力和弹簧伸长量的关系”的实验。

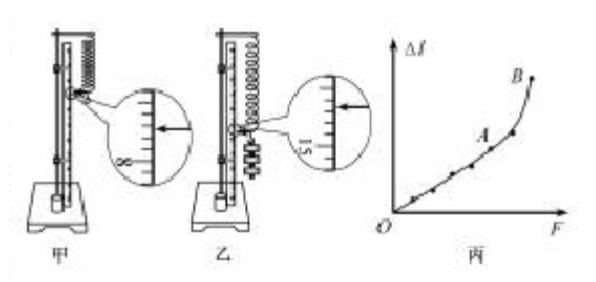
(1)图甲是不挂钩码时弹簧下端指针所指的标尺刻度，其示数为 7.73cm，图乙是在弹簧下端悬挂钩码后指针所指的标尺刻度，此时弹簧的伸长量 Δl 为_____cm；

(2)本实验通过在弹簧下端悬挂钩码的方法来改变弹簧的弹力，关于此操作，下列选项中规范的做法是_____；(填选项前的字母)

A.逐一增挂钩码，记下每增加一只钩码后指针所指的标尺刻度和对应的钩码总重

B.随意增减钩码，记下增减钩码后指针所指的标尺刻度和对应的钩码总重

(3)图丙是该同学描绘的弹簧的伸长量 Δl 与弹力 F 的关系图线，图线的 AB 段明显偏离直线 OA ，造成这种现象的主要原因是_____。



【答案】 (1)6.93cm(2)A (3)钩码重力超过弹簧弹力范围

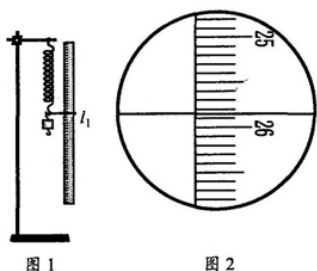
【解析】 (1)由乙图知，读数为 14.66cm，所以弹簧伸长 $14.66 - 7.73 = 6.93\text{cm}$ ；

(2)若随意增减砝码，会作图不方便，有可能会超出弹簧形变范围，所以应逐一增挂钩码；

(3)由图知 AB 段伸长量与弹力不成线性关系，是因为钩码重力超过弹簧弹力范围。

【考点】：探究弹力和弹簧伸长量的关系

41.(2015·四川卷·T8(1))某同学在“探究弹力和弹簧伸长的关系”时，安装好实验装置，让刻度尺零刻度与弹簧上端平齐，在弹簧下端挂 1 个钩码，静止时弹簧长度为 l_1 ，如图 1 所示，图 2 是此时固定在弹簧挂钩上的指针在刻度尺(最小分度是 1 毫米)上位置的放大图，示数 $l_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{cm}$ 。在弹簧下端分别挂 2 个、3 个、4 个、5 个相同钩码，静止时弹簧长度分别是 l_2 、 l_3 、 l_4 、 l_5 。已知每个钩码质量是 50g，挂 2 个钩码时，弹簧弹力 $F_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{N}$ (当地重力加速度 $g = 9.8\text{m/s}^2$)。要得到弹簧伸长量 x ，还需要测量的是_____。作出 $F-x$ 曲线，得到弹力与弹簧伸长量的关系。

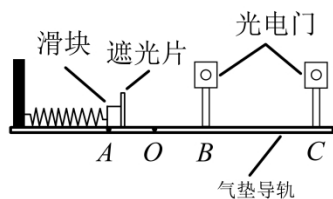


【答案】25.85，0.98，弹簧的原长 l_0 。

【解析】根据图 2 指针指示可知， $l_1 = 25.85\text{cm}$ ，挂 2 个钩码时，以 2 个钩码整体为对象，受重力 mg 和弹簧的拉力 F_2 作用而处于平衡，根据共点力平衡条件有： $F_2 = mg = 2 \times 50 \times 10^{-3} \times 9.8\text{N} = 0.98\text{N}$ ，弹簧的伸长(或缩短)量 $x = |l - l_0|$ ，其中 l 为弹簧形变以后的长度， l_0 为弹簧的原长，因此要得到弹簧伸长量 x ，还需要测量的是弹簧的原长 l_0 。

【考点定位】“探究弹力和弹簧伸长的关系”的实验

42.(2016·四川卷)用如图所示的装置测量弹簧的弹性势能。将弹簧放置在水平气垫导轨上，左端固定，右端在 O 点；在 O 点右侧的 B 、 C 位置各安装一个光电门，计时器(图中未画出)与两个光电门相连。先用米尺测得 B 、 C 两点间距离 s ，再用带有遮光片的滑块压缩弹簧到某位置 A ，静止释放，计时器显示遮光片从 B 到 C 所用的时间 t ，用米尺测量 A 、 O 之间的距离 x 。



(1)计算滑块离开弹簧时速度大小的表达式是_____。

(2)为求出弹簧的弹性势能，还需要测量_____。

A.弹簧原长 B.当地重力加速度 C.滑块(含遮光片)的质量

(3)增大 A 、 O 之间的距离 x ，计时器显示时间 t 将_____。

A.增大 B.减小 C.不变

【答案】(1) $v = \frac{s}{t}$ (2)C (3)B

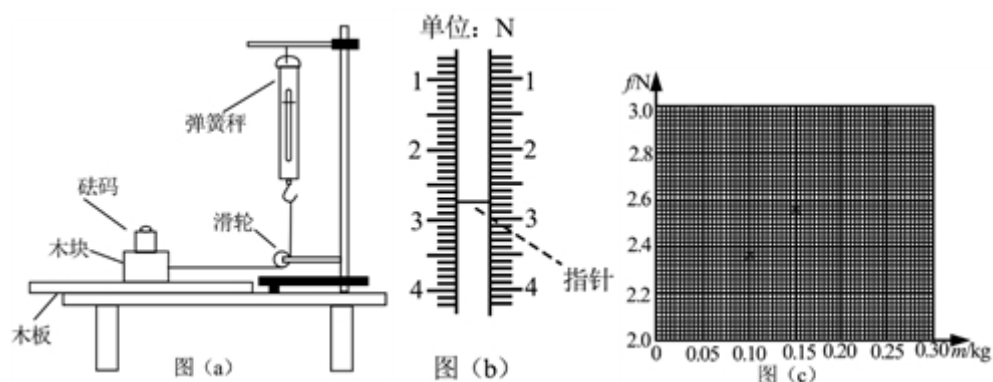
【解析】(1)计算滑块离开弹簧时速度大小的表达式是 $v = \frac{s}{t}$ 。(2)弹簧的弹性势能等于滑块得到的动能，则为求出弹簧的弹性势能，还需要测量滑块(含遮光片)的质量，故选 C。(3)增大 A、O 之间的距离 x ，弹簧压缩量变大，滑块得到的速度变大，则滑块经过计时器显示的时间 t 将减小，故选 B。

考点：测量弹簧的弹性势能

【名师点睛】此实验比较简单，实验的原理及步骤都很清楚；实验中引入的计时器装置可与刻度尺结合测量速度；首先要知道测量的物理量的表达式，然后才能知道要测量的物理量。

43.(2018·全国 II 卷)某同学用图(a)所示的装置测量木块与木板之间的摩擦因数。跨过光滑定滑轮的细线两端分别与木块和弹簧秤相连，滑轮和木块之间的细线保持水平，在木块上放置砝码。缓慢向左拉动水平放置的木板，当木块和砝码相对桌面静止且木板仍在继续滑动时，弹簧秤的示数即为木块受到的滑动摩擦力的大小。某次实验所得数据在下表中给出，其中 f_4 的值从图(b)中弹簧秤的示数读出。

砝码的质量 m/kg	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
滑动摩擦力 f/N	2.15	2.36	2.55	f_4	2.93

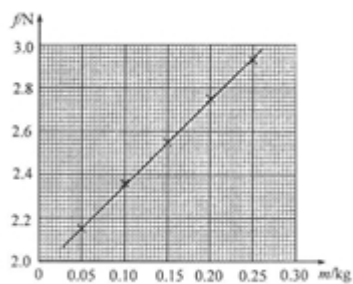


回答下列问题

(1) $f_4 = \underline{\hspace{2cm}} \text{N}$

- (2)在图(c)的坐标纸上补齐未画出的数据点_____并绘出 $f-m$ 图线_____;
- (3) f 与 m 、木块质量 M 、木板和木块之间的滑动摩擦因数 μ 及重力加速度大小 g 之间的关系式 $f=$ _____, $f-m$ 图线(直线)的斜率的表达式 $k=$ _____;
- (4)取 $g=9.80 \text{ m/s}^2$, 由绘出的 $f-m$ 图线求得 $\mu =$ _____(保留 2 位有效数字)

【答案】(1)2.75 (2)如图所示

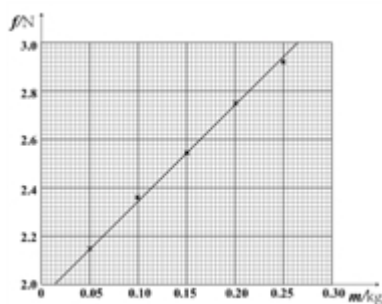


(3) $\mu(M+m)g$ μg (4)0.40

【解析】试题分析：①描点连线时要注意让所有点均匀分布在线上或线的两边
②要结合图像坐标整理出相应的数学函数，然后观测斜率和截距分别代表什么。

(1)指针在 2.7 与 2.8 之间，估读为2.75N

(2)描点画线注意让所有点均匀分布在线上或线的两边，作图如下：



(3)木块受到的是滑动摩擦力，根据滑动摩擦力的定义知 $f = \mu(M + m)g$

把公式化简可得： $f = \mu(M + m)g = (\mu g)m + \mu Mg$

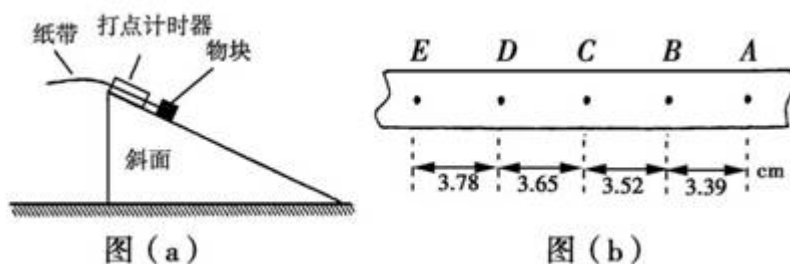
所以图像的斜率 $k = \mu g$

(4)取 $g=9.80 \text{ m/s}^2$, 取图像上相距较远的两点求斜率 $k = \frac{2.94 - 2.16}{0.25 - 0.05} = 3.9$

则 $\mu = \frac{k}{g} = \frac{3.9}{9.8} \approx 0.40$

点睛：在描点连线时要注意尽可能让点在直线上，如果没法在直线上也要均匀分布在直线的两侧，来减小误差。

44.(2015·全国新课标II卷·T22)某学生用图(a)所示的实验装置测量物块与斜面的动摩擦因数。已知打点计时器所用电源的频率为 50Hz ，物块下滑过程中所得到的只带的一部分如图(b)所示，图中标出了 5 个连续点之间的距离。



(1)物块下滑是的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}^2$ ；打点 C 点时物块的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}$ ；

(2)已知重力加速度大小为 g ，求出动摩擦因数，还需测量的物理量是 (填正确答案标号)。

A.物块的质量 B.斜面的高度 C.斜面的倾角

【答案】(1)3.25 1.79 (2)C

【解析】试题分析：(1)根据纸带数据可知：加速度

$$a = \frac{(x_{CD} + x_{DE}) - (x_{AB} + x_{BC})}{4T^2} = 3.25 \text{m/s}^2；\text{打点 C 点时物块的速度}$$

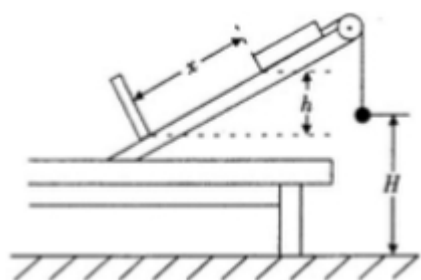
$$v_C = \frac{x_{BD}}{2T} = 1.79 \text{m/s}$$

(2)由牛顿第二定律得：加速度 $a = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$ ，所以求出动摩擦因数，还需测量的物理量是斜面的倾角。

【考点定位】测量物块与斜面的动摩擦因数

45.(2011·山东卷)某探究小组设计了“用一把尺子测定动摩擦因数”的实验方案。

如图所示，将一个小球和一个滑块用细绳连接，跨在斜面上端。开始时小球和滑块均静止，剪断细绳后，小球自由下落，滑块沿斜面下滑，可先后听到小球落地和滑块撞击挡板的声音，保持小球和滑块释放的位置不变，调整挡板位置，重复以上操作，直到能同时听到小球落地和滑块撞击挡板的声音。用刻度尺测出小球下落的高度 H 、滑块释放点与挡板处的高度差 h 和沿斜面运动的位移 x 。(空气阻力对本实验的影响可以忽略)



(1)滑块沿斜面运动的加速度与重力加速度的比值为_____。

(2)滑块与斜面间的动摩擦因数为_____。

(3)以下能引起实验误差的是_____。

a.滑块的质量

b.当地重力加速度的大小

c.长度测量时的读数误差

d.小球落地和滑块撞击挡板不同时

【答案】 (1) $\frac{a}{g} = \frac{x}{H}$ (2) $\mu = (h - \frac{x^2}{H}) \frac{1}{\sqrt{x^2 - h^2}}$ (3) CD

【解析】 (1)由于同时听到小球落地和滑块撞击挡板的声音，说明小球和滑块的运动时间相同，

由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 和 $H = \frac{1}{2}gt^2$ 得： $\frac{a}{g} = \frac{x}{H}$

(2)根据几何关系可知: $\sin \alpha = \frac{h}{x}, \cos \alpha = \frac{\sqrt{x^2 - h^2}}{x}$

对滑块由牛顿第二定律得: $mgsin\alpha - \mu mgcos\alpha = ma$, 且 $a = \frac{gx}{H}$,

联立方程解得 $\mu = (h - \frac{x^2}{H}) \frac{1}{\sqrt{x^2 - h^2}}$

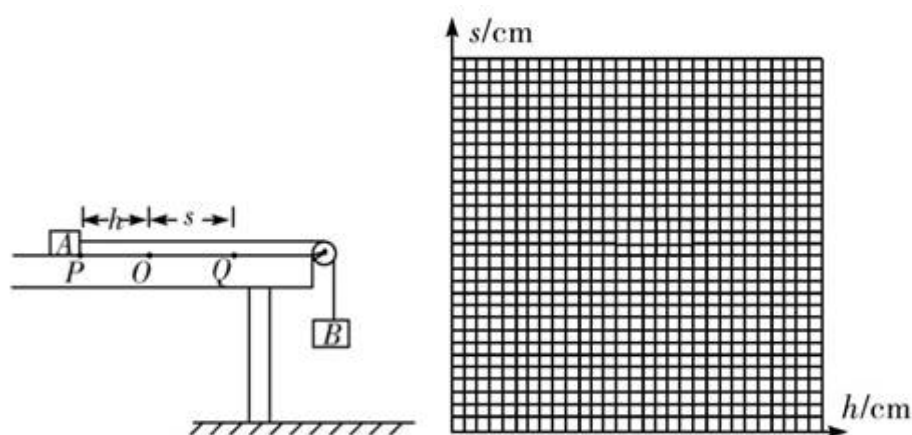
(3)由 μ 得表达式可知, 能引起实验误差的是长度 x 、 h 、 H 测量时的读数误差, 同时要注意小球落地和滑块撞击挡板不同时也会造成误差, 故选 cd .

【考点定位】“用一把尺子测定动摩擦因数”的实验

46.(2012·江苏卷·T11)为测定木块与桌面之间的动摩擦因数, 小亮设计了如图所示的装置进行实验. 实验中, 当木块 A 位于水平桌面上的 O 点时, 重物 B 刚好接触地面. 将 A 拉到 P 点, 待 B 稳定后静止释放, A 最终滑到 Q 点. 分别测量 OP 、 OQ 的长度 h 和 s . 改变 h , 重复上述实验, 分别记录几组实验数据.

(1)实验开始时, 发现 A 释放后会撞到滑轮. 请提出两个解决方法.

(2)请根据下表的实验数作出 $s-h$ 关系的图象.

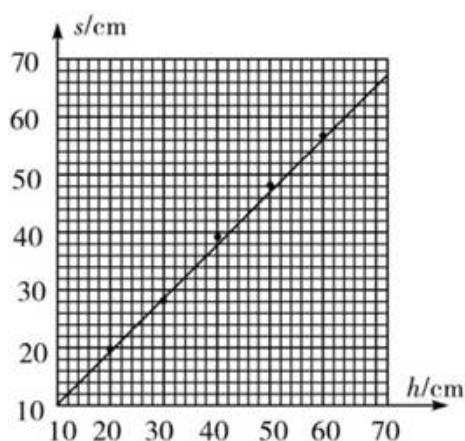


h (cm)	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
s (cm)	19.5	28.5	39.0	48.0	56.5

(3)实验测得 A 、 B 的质量分别为 $m=0.40$ kg、 $M=0.50$ kg. 根据 $s-h$ 图象可计算出 A 块与桌面间的动摩擦因数 $\mu =$ _____. (结果保留一位有效数字)

(4)实验中, 滑轮轴的摩擦会导致 μ 的测量结果_____ (选填“偏大”或“偏小”).

【答案】(1)减小 B 的质量;增加细线的长度 (或增大 A 的质量;降低 B 的起始高度) (2)如图所示 (3)0.4 (4)偏大



【解析】(1)B 减少的重力势能转化成系统的内能和 AB 的动能, A 释放后会撞到滑轮, 说明 B 减少的势能太多, 转化成系统的内能太少, 可以通过减小 B 的质量;增加细线的长度(或增大 A 的质量;降低 B 的起始高度)解决。

(3)由能的转化和守恒定律可得: $Mgh = \mu mgh + \frac{1}{2}(M + m)v^2$, $\frac{1}{2}mv^2 = \mu mgs$, 又 A

、B 的质量分别为 $m = 0.40\text{kg}$ 、 $M = 0.5m = 0.40\text{kg}$ 、 $M = 0.50\text{kg}$, 可知

$\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{5}{4}\mu mgs$, 在 $s-h$ 图象上任取一组数据代入可以求得 $\mu = 0.4$ 。

(4)若考虑滑轮轴的摩擦, 有一部分机械能转化成滑轮轴的内能, 实际计算时忽略了这部分能量, 由于摩擦产生是内能比实际变大, 所以测量结果偏大。

【考点定位】本题考查探究性实验及其相关知识

47.(2013·新课标全国卷I卷)图(a)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片的总质量 M , 重物的质量 m ; 用游标卡尺测量遮光片的宽度 d ; 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片经过光电门 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 $\bar{a}$ ；
- ⑤根据上述实验数据求出动摩擦因数 μ 。



回答下列为题：

- (1)测量 d 时，某次游标卡尺(主尺的最小分度为 1mm)的示如图(b)所示。其读数为___cm。
- (2)物块的加速度 a 可用 d 、 s 、 Δt_A 和 Δt_B 表示为 $a=$ _____。
- (3)动摩擦因数 μ 可用 M 、 m 、 $\bar{a}$ 和重力加速度 g 表示为 $\mu=$ _____。
- (4)如果细线没有调整到水平.由此引起的误差属于___(填“偶然误差”或”系统误差”)。

【答案】 (1)0.960 (2) $a = \frac{d^2}{2s} \left[\left(\frac{1}{\Delta t_B} \right)^2 - \left(\frac{1}{\Delta t_A} \right)^2 \right]$ (3) $\mu = \frac{mg - (M+m)\bar{a}}{Mg}$ (4)系统误差

【解析】 (1)由游标卡尺的读数规则可得：9mm+12×0.05mm=9.560mm=0.960cm。

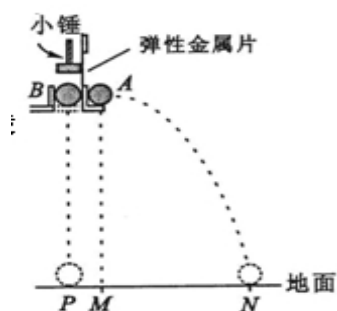
(2) $v_A = \frac{d}{\Delta t_A}$, $v_B = \frac{d}{\Delta t_B}$, 由 $v_B^2 = v_A^2 + 2as$ 解得 $a = \frac{d^2}{2s} \left[\left(\frac{1}{\Delta t_B} \right)^2 - \left(\frac{1}{\Delta t_A} \right)^2 \right]$

(3)由牛顿第二定律可知 $mg - \mu Mg = (m+M)\bar{a}$ 解得： $\mu = \frac{mg - (M+m)\bar{a}}{Mg}$ 。

(4)由原理可知属于系统误差。难度中等。

【考点定位】游标卡尺的读数、瞬时速度、匀加速直线运动规律、牛顿第二定律。

48.(2012·四川卷·T22(1))某物理兴趣小组采用如图所示装置深入研究平抛运动。质量分别为 m_A 和 m_B 的 A 、 B 小球处于同一高度, M 为 A 球中心初始时在水平地面上的垂直投影。用小锤打击弹性金属片, 使 A 球沿水平方向飞出, 同时松开 B 球, B 球自由下落。 A 球落到地面 N 点处, B 球落到地面 P 点处。测得 $m_A = 0.04\text{kg}$, $m_B = 0.05\text{kg}$, B 球距地面的高度是 1.225m , M 、 N 间距离为 1.500m , 则 B 落到了 P 点的时间是_____s, A 球落地时的动能是_____J(忽略空气阻力, g 取 9.8m/s^2)。

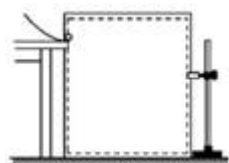


【答案】0.5; 0.66

由 $h=gt^2/2$ 可知 B 球落到 P 点的时间是 0.5s ; A 球初速度为 $v_0=1.500/0.5\text{m/s}=7.5\text{m/s}$, 则 A 球落地时的动能为 $m_A v_0^2/2 + m_A gh = 0.66\text{J}$ 。

【考点定位】本题考查自由落体运动, 平抛运动, 机械能守恒定律及其相关知识

49.(2014·安徽卷·T21)图 1 是“研究平抛物体运动”的实验装置, 通过描点画出平抛小球的运动轨迹。



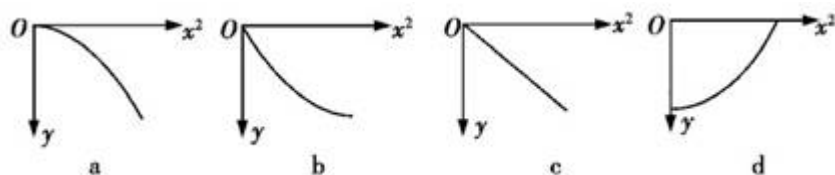
(1)以下实验过程的一些做法, 其中合理的有_____.

- a. 安装斜槽轨道, 使其末端保持水平
- b. 每次小球释放的初始位置可以任意选择

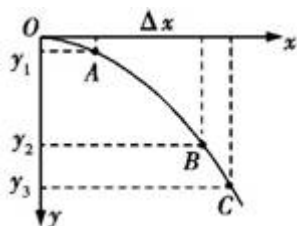
c.每次小球应从同一高度由静止释放

d.为描出小球的运动轨迹描绘的点可以用折线连接

(2)实验得到平抛小球的运动轨迹，在轨迹上取一些点，以平抛起点 O 为坐标原点，测量它们的水平坐标 x 和竖直坐标 y ，图 2 中 $y-x$ 图象能说明平抛小球的运动轨迹为抛物线的是_____.



(3)图 3 是某同学根据实验画出的平抛小球的运动轨迹， O 为平抛起点，在轨迹上任取三点 A 、 B 、 C ，测得 A 、 B 两点水平距离 Δx 为 40.0cm，则平抛小球的初速度 v_0 为_____m/s，若 C 点的竖直坐标 y_3 为 60.0cm，则小球在 C 点的速度为 v_C =_____m/s(结果保留两位有效数字， g 取 10m/s^2)。



【答案】 (1)a、c； (2)c(3)2.0； 4.0

【解析】 (1)斜槽末端水平，才能保证小球离开斜槽末端时速度为水平方向，故 a 对；

为保证小球多次运动是同一条轨迹，每次小球的释放点都应该相同，b 错 c 对；

小球的运动轨迹是平滑曲线，故连线时不能用折线，d 错。

(2)平抛运动水平位移与竖直位移联立可得 $y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$ ，可知 $y-x^2$ 图象是直线时，

说明小球运动轨迹是抛物线。

(3)由竖直方向的分运动可知, $y = \frac{1}{2}gt^2$, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 即 $t_1 = \sqrt{\frac{2y_1}{g}} = 0.1\text{s}$,

$$t_2 = \sqrt{\frac{2y_2}{g}} = 0.3\text{s}$$

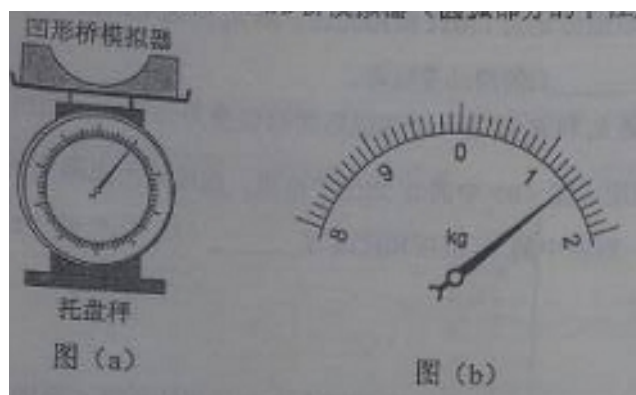
水平初速度为 $v_0 = \frac{\Delta x}{t_2 - t_1} = 2.0\text{m/s}$

C 点的竖直分速度为 $v_y = \sqrt{2gy_3} = 2\sqrt{3}\text{m/s}$

由运动合成可知 $v_C = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = 4.0\text{m/s}$

【考点定位】实验：平抛物体的运动

50.(2015·全国新课标I卷·T22)某物理小组的同学设计了一个粗制玩具小车通过凹形桥最低点时的速度的实验。所用器材有:玩具小车、压力式托盘秤、凹形桥模拟器(圆弧部分的半径为 $R=0.20\text{m}$)。



完成下列填空:

(1)将凹形桥模拟器静置于托盘秤上,如图(a)所示,托盘秤的示数为 1.00kg ;

(2)将玩具小车静置于凹形桥模拟器最低点时,托盘秤的示数如图(b)所示,该示数为 1.40 kg ;

(3)将小车从凹形桥模拟器某一位置释放,小车经过最低点后滑向另一侧,此过程中托盘秤的最大示数为 m ;多次从同一位置释放小车,记录各次的 m 值如下表所示:

序号	1	2	3	4	5
m(kg)	1.80	1.75	1.85	1.75	1.90

(4)根据以上数据，可求出小车经过凹形桥最低点时对桥的压力为____N；小车通过最低点时的速度大小为____m/s。(重力加速度大小取 9.80m/s^2 ，计算结果保留 2 位有效数字)

【答案】(2)1.4 (4)7.94N； $v \approx 1.4\text{m/s}$

【解析】(2)根据秤盘指针可知量程是 10kg，指针所指示数为 1.4kg。(4)记录的托盘称各次示数并不相同，为减小误差，取平均值，即 $m = 1.81\text{kg}$ 。而模拟器的重力为 $G = m'g = 9.8\text{N}$ ，所以小车经过凹形桥最低点的压力为 $mg - mg' \approx 7.94\text{N}$ 。

根据径向合力提供向心力即 $7.94\text{N} - (1.4\text{kg} - 1\text{kg}) \times 9.8 / \text{kg} = (1.4\text{kg} - 1\text{kg}) \frac{v^2}{R}$ ，整理

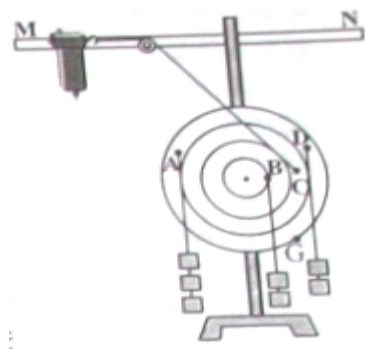
可得 $v \approx 1.4\text{m/s}$

【考点定位】圆周运动

【规律总结】由于小车过程不是平衡状态，所以托盘称的示数并不等于二者的质量之和，而且要把质量和受力相互转化。其实就是一个圆周运动向心力的分析。

掌握匀变速直线运动的运动(位移、速度、加速度、时间)规律，初速度为零的匀变速直线运动的推论(比例式)。

51.(2015·上海卷·T28)改进后的研究有固定转动轴物体平衡条件”的实验装置如图所示，力传感器、定滑轮固定在横杆上，替代原装置中的弹簧秤，已知力矩盘上各同心圆的间距均为 5cm



(1)(多选题)做这样改进的有点是

- A.力传感器既可测拉力又可测压力
- B.力传感器测力时不受主观判断影响，精确度高
- C.能消除转轴摩擦力引起的实验误差
- D.保证力传感器所受拉力方向不变

(2)某同学用该装置做实验，检验时发现盘停止转动时 G 点始终在最低处，他仍用该盘做实验。在对力传感器进行调零后，用力传感器将力矩盘的 G 点拉到图示位置，此时力传感器读数为 3N 。再对力传感器进行调零，然后悬挂钩码进行实验，此方法_____ (选填“能”、“不能”)消除力矩盘偏心引起的实验误差，已知每个钩码所受重力为 1N ，力矩盘按图示方式悬挂钩码后，力矩盘所受顺时针方向的合力矩为_____ Nm 。力传感器的读数为_____ N 。

【答案】 (1)BD (2)能， 0.7 、 -0.5

【解析】 (1)力传感器、定滑轮固定在横杆上，替代原装置中的弹簧秤主要好处是：力传感器测力时不受主观判断影响，精确度高和保证力传感器所受拉力方向不变，所以 B、D 正确；弹射也可以测拉力和压力的，所以 A 错误；不能消除转轴摩擦力引起的实验误差，故 C 错误。

(2)某同学用该装置做实验，检验时发现盘停止转动时 G 点始终在最低处，他仍用该盘做实验。在对力传感器进行调零后，用力传感器将力矩盘的 G 点拉到图示位置，此时力传感器读数为 3N 。说明此时偏心的顺时针力矩

$M_0 = 3 \times 2 \times 0.05 \text{Nm} = 0.3 \text{Nm}$ ，再对力传感器进行调零，这时就可以消除力矩盘偏心引起的实验误差；力矩盘所受顺时针方向的合力矩

$M_1 = (2 \times 1 \times 0.05 + 2 \times 1 \times 3 \times 0.05 + 0.3) \text{N} \cdot \text{m} = 0.7 \text{N} \cdot \text{m}$ ；根据有固定转动轴物体平衡条件： $F \times 2 \times 0.05 + 3 \times 1 \times 3 \times 0.05 + 0.3 = 2 \times 1 \times 0.05 + 2 \times 1 \times 3 \times 0.05 + 0.3$ ，解得： $F = -0.5 \text{N}$ 。

【考点定位】 研究有固定转动轴物体平衡条件

52.(2016·上海卷·T26)在“用 DIS 研究机械能守恒定律”的实验中，用到的传感器是_____传感器。若摆锤直径的测量值大于其真实值会造成摆锤动能的测量值偏。(选填：“大”或“小”)。

【答案】光电门；大

【解析】在实验中，摆锤的速度通过光电门进行测量，测量的速度是通过小球直径 d 与挡光时间的比值进行计算，为： $v=d/\Delta t$ ，当摆锤直径测量值大于真实值时，小球直径 d 会变大，导致计算出的小球速度变大，故小球动能也会变大。

【考点定位】机械能守恒定律的验证

【方法技巧】要熟悉实验“机械能守恒定律的验证”，会计算摆球通过光电门时的速度，根据动能的公式就可以分析小球动能的变化情况。

53.(2016·全国新课标II卷·T22)某物理小组对轻弹簧的弹性势能进行探究，实验装置如图(a)所示：轻弹簧放置在光滑水平桌面上，弹簧左端固定，右端与一物块接触而不连接，纸带穿过打点计时器并与物块连接。向左推物块使弹簧压缩一段距离，由静止释放物块，通过测量和计算，可求得弹簧被压缩后的弹性势能。

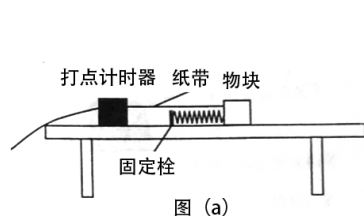


图 (a)

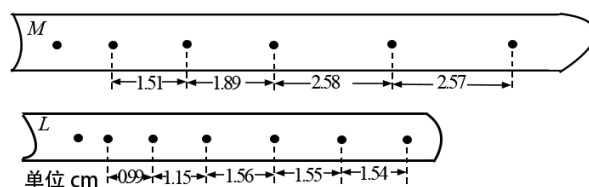


图 (b)

(1)试验中涉及下列操作步骤：

- ①把纸带向左拉直
- ②松手释放物块
- ③接通打点计时器电源
- ④向左推物块使弹簧压缩，并测量弹簧压缩量

上述步骤正确的操作顺序是_____ (填入代表步骤的序号)。

(2)图(b)中 M 和 L 纸带是分别把弹簧压缩到不同位置后所得到的实际打点结果。打点计时器所用交流电的频率为 50 Hz 。由 M 纸带所给的数据，可求出在该纸带对应的试验中物块脱离弹簧时的速度为_____m/s。比较两纸带可知，_____(填“ M ”或“ L ”)纸带对应的试验中弹簧被压缩后的弹性势能大。

【答案】(1)④①③② (2)1.29 M

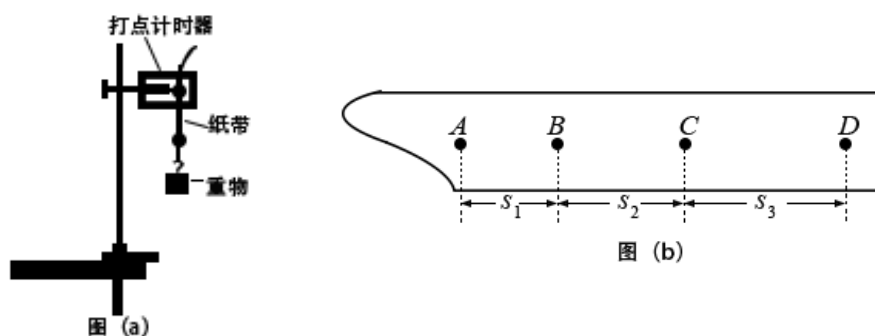
【解析】(1)打点计时器应先通电后释放物块，正确的顺序④①③②

(2)物块脱离弹簧时速度最大， $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 1.29\text{ m/s}$ ；由动能定理 $\Delta E_p = \frac{1}{2}mv^2$ ，根据纸带知 M 纸带获得的最大速度较大，则弹性势能较大。

【考点定位】探究弹簧的弹性势能

【名师点睛】此题是创新实验，考查探究弹簧的弹性势能实验；关键是看懂装置的原理，并能正确地处理实验数据；题目比较简单，考查考生处理基本实验的能力。

54.(2016·全国新课标I卷)某同学用图(a)所示的实验装置验证机械能守恒定律，其中打点计时器的电源为交流电源，可以使用的频率有 20 Hz 、 30 Hz 和 40 Hz 。打出纸带的一部分如图(b)所示。



该同学在实验中没有记录交流电的频率 f ，需要用实验数据和其它题给条件进行推算。

(1)若从打出的纸带可判定重物匀加速下落，利用 f 和图(b)中给出的物理量可以写出：在打点计时器打出 B 点时，重物下落的速度大小为_____，打出 C 点时重物下落的速度大小为_____，重物下落的加速度大小为_____。

(2)已测得 $s_1=8.89\text{ cm}$ ， $s_2=9.50\text{ cm}$ ， $s_3=10.10\text{ cm}$ ；当重力加速度大小为 9.80 m/s^2 ，实验中重物受到的平均阻力大小约为其重力的 1% 。由此推算出 f 为_____ Hz 。

【答案】 (1) $\frac{1}{2}(s_1+s_2)f$ $\frac{1}{2}(s_2+s_3)f$ $\frac{1}{2}(s_3-s_1)f^2$ (2)40

【解析】 (1)打 B 点时，重物下落的速度等于 AC 段的平均速度，所以

$$v_B = \frac{s_1 + s_2}{2T} = \frac{(s_1 + s_2)f}{2}; \text{同理 打出 } C \text{ 点时，重物下落的速度}$$

$$v_C = \frac{s_2 + s_3}{2T} = \frac{(s_2 + s_3)f}{2}; \text{由加速度的定义式得 } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(s_3 - s_1)f^2}{2}。$$

(2)由牛顿第二定律得： $mg - kmg = ma$ ，解得： $f = \sqrt{\frac{2(1-k)g}{s_3 - s_1}}$ ，代入数值解得： $f=40\text{Hz}$ 。

【考点定位】 验证机械能守恒定律、纸带数据分析

【名师点睛】 本题主要考查验证机械能守恒定律实验、纸带数据分析。解决这类问题的关键是会根据纸带数据求出打某一点的瞬时速度、整个过程的加速度；解决本题要特别注意的是打点计时器的频率不是经常用的 50 Hz 。

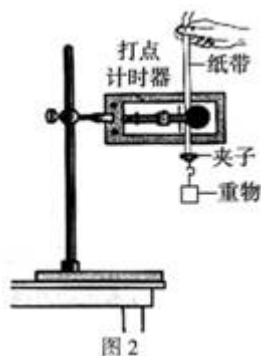
55.(2016·北京卷·T21(2))利用图 2 装置做“验证机械能守恒定律”实验。

(1)为验证机械能是否守恒，需要比较重物下落过程中任意两点间的_____。

A.动能变化量与势能变化量 B.速度变化量和势能变化量 C.速度变化量和高度变化量

(2)除带夹子的重物、纸带、铁架台(含铁夹)、电磁打点计时器、导线及开关外，在下列器材中，还必须使用的两种器材是_____。

A.交流电源 B.刻度尺 C.天平(含砝码)



(3)实验中，先接通电源，再释放重物，得到图 3 所示的一条纸带。在纸带上选取三个连续打出的点 A 、 B 、 C ，测得它们到起始点 O 的距离分别为 h_A 、 h_B 、 h_C 。

已知当地重力加速度为 g ，打点计时器打点的周期为 T 。设重物的质量为 m 。从打 O 点到打 B 点的过程中，重物的重力势能变化量 $\Delta E_p =$ _____，动能变化量 $\Delta E_k =$ _____。

(4)大多数学生的实验结果显示，重力势能的减少量大于动能的增加量，原因是_____。

A.利用公式 $v = gt$ 计算重物速度

B.利用公式 $v = \sqrt{2gh}$ 计算重物速度

C.存在空气阻力和摩擦阻力的影响

D.没有采用多次实验取平均值的方法

(5)某同学想用下述方法研究机械能是否守恒，在纸带上选取多个计数点，测量它们到起始点 O 的距离 h ，计算对应计数点的重物速度 v ，描绘 v^2-h 图像，并做如下判断：若图像是一条过原点的直线，则重物下落过程中机械能守恒。请你分析论证该同学的判断依据是否正确。

【答案】(1)A (2)AB (3) $-mgh_B, \frac{1}{2}m(\frac{h_C - h_A}{2T})^2$ (4)C (5)该同学的判断依据不正确。在重物下落 h 的过程中，若阻力 f 恒定，根据 $mgh - fh = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \Rightarrow v^2 = 2(g - \frac{f}{m})h$

可知， v^2-h 图像就是过原点的一条直线。要由通过 v^2-h 图像的方法验证机械能是否守恒，还必须看图像的斜率是否接近 $2g$ 。

【解析】①根据机械能守恒定律可得 $mgh = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ，故需要比较动能变化量与势能变化量，A 正确；

②电磁打点计时器使用的是交流电源，故 A 正确；

因为在计算重力势能变化量时，需要用到纸带上两点之间的距离，所以还需要刻度尺，故 B 正确；

根据 $mgh = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ 可得等式两边的质量抵消，故不需要天平，C 错误。

③重力势能改变量为 $E_p = mgh_B$ ，由于下落过程中是匀变速直线运动，所以根据中间时刻规律可得 B 点的速度为 $v_B = \frac{h_C - h_A}{2T}$ ，所以 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}m(\frac{h_C - h_A}{2T})^2$

④实验过程中存在空气阻力，纸带运动过程中存在摩擦力，C 正确；

⑤该同学的判断依据不正确，在重物下落 h 的过程中，若阻力 f 恒定，根据

$mgh - fh = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \Rightarrow v^2 = 2(g - \frac{f}{m})h$ 可知， v^2-h 图像就是过原点的一条直线。

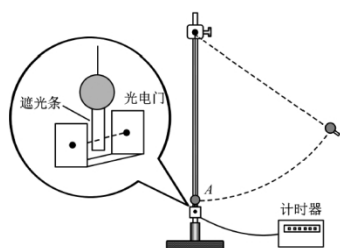
要由通过 v^2-h 图像的方法验证机械能是否守恒，还必须看图像的斜率是否接近 $2g$

【考点定位】验证机械能守恒定律实验。

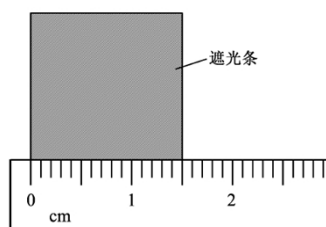
【方法技巧】解决本题的关键掌握实验的原理，会通过原理确定器材，以及掌握纸带的处理方法，会通过纸带求解瞬时速度的大小，做分析匀变速直线运动情况时，其两个推论能使我们更为方便地解决问题，一、在相等时间内走过的位移差是一个定值，即 $\Delta x = aT^2$ ，二、在选定的某一过程中，中间时刻瞬时速度等于该过程中的平均速度。

56.(2016·江苏卷·T11)某同学用如题 11-1 图所示的装置验证机械能守恒定律.一根细线系住钢球，悬挂在铁架台上，钢球静止于 A 点，光电门固定在 A 的正下方.在钢球底部竖直地粘住一片宽度为 d 的遮光条.将钢球拉至不同位置由静止释放，

遮光条经过光电门的挡光时间 t 可由计时器测出, 取 $v = \frac{d}{t}$ 作为钢球经过 A 点时的速度. 记录钢球每次下落的高度 h 和计时器示数 t , 计算并比较钢球在释放点和 A 点之间的势能变化大小 ΔE_p 与动能变化大小 ΔE_k , 就能验证机械能是否守恒.



(题 11-1 图)



(题 11-2 图)

(1) 用 $\Delta E_p = mgh$ 计算钢球重力势能变化的大小, 式中钢球下落高度 h 应测量释放时的钢球球心到

之间的竖直距离.

(A) 钢球在 A 点时的顶端 (B) 钢球在 A 点时的球心 (C) 钢球在 A 点时的底端

(2) 用 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 计算钢球动能变化的大小, 用刻度尺测量遮光条宽度, 示数如题 11-2 图所示, 其读数为 _____ cm. 某次测量中, 计时器的示数为 0.0100 s, 则钢球的速度为 $v =$ _____ m/s.

(3) 下表为该同学的实验结果:

$\Delta E_p (\times 10^{-2} \text{ J})$	4.892	9.786	14.69	19.59	29.38
$\Delta E_k (\times 10^{-2} \text{ J})$	5.04	10.1	15.1	20.0	29.8

他发现表中的 ΔE_p 与 ΔE_k 之间存在差异, 认为这是由于空气阻力造成的. 你是否同意他的观点? 请说明理由.

(4) 请你提出一条减小上述差异的改进建议.

【答案】 (1) B (2) 1.50 (1.49~1.51 都算对) 1.50 (1.49~1.51 都算对) (3) 不同意, 因为空气阻力会造成 ΔE_k 小于 ΔE_p , 但表中 ΔE_k 大于 ΔE_p . (4) 分别测出光电门和球心到悬点的长度 L 和 l , 计算 ΔE_k 时, 将 v 折算成钢球的速度 $v' = \frac{l}{L}v$.

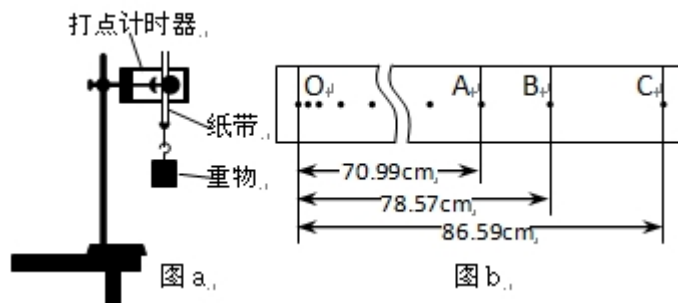
【解析】

试题分析：(1)小球下落的高度为初末位置球心间的距离，所以选 B；(2)由图知读数为 1.50cm，小球的速度为 $v = \frac{d}{t}$ ，带入解得 $v = 1.50\text{m/s}$ ；(3)若是空气阻力造成的，则 ΔE_k 小于 ΔE_p ，根据表格数据知不是空气阻力造成的；(4)分别测出光电门和球心到悬点的长度为 L 和 l ，计算 ΔE_k 时，将 v 折算成钢球的速度 $v' = \frac{l}{L}v$ 。

【考点定位】验证机械能守恒

【方法技巧】本题重在考查实验的误差分析，空气阻力的影响是使得一部分势能转化为内能，势能的减少量大于动能的增加量。

57.(2013·海南卷)某同学用图(a)所示的实验装置验证机械能守恒定律。已知打点计时器所用电源的频率为 50Hz，当地重力加速度为 $g = 9.80\text{m/s}^2$ 。实验中该同学得到的一条点迹清晰的完整纸带如图(b)所示。纸带上的第一个点记为 O，另选连续的三个点 A、B、C 进行测量，图中给出了这三个点到 O 点的距离 h_A 、 h_B 和 h_C 的值。回答下列问题(计算结果保留 3 位有效数字)



(1)打点计时器打 B 点时，重物速度的大小 $v_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}$ ；

(2)通过分析该同学测量的实验数据，他的实验结果是否验证了机械能守恒定律？简要说明分析的依据。

【答案】(1)3.90(2) $v_B^2/2 = 7.61(\text{m/s})^2$ ，因为 $mv_B^2/2 \approx mgh_B$ ，近似验证机械能守恒定律

【解析】(1)由匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于平均速度可知

$$v_B = \frac{h_C - h_A}{2T}, \text{ 由电源频率为 } 50\text{Hz} \text{ 可知 } T=0.02\text{s}, \text{ 代入其他数据可解得 } v_B =$$

3.90m/s.

(2)本实验是利用自由落体运动验证机械能守恒定律，只要在误差允许范围内，重物重力势能的减少等于其动能的增加，即可验证机械能守恒定律。选 B 点分析，由于 $\frac{1}{2}mv_B^2 \approx 7.61\text{mJ}$, $mgh_B = 7.857\text{mJ}$ ，故该同学的实验结果近似验证了机械能守恒定律。

【考点定位】考查验证机械能守恒定律的原理及数据处理。

58.(2015·浙江卷·T21)甲同学准备做“验证机械能守恒定律”实验，乙同学准备做“探究加速度与力、质量的关系”实验

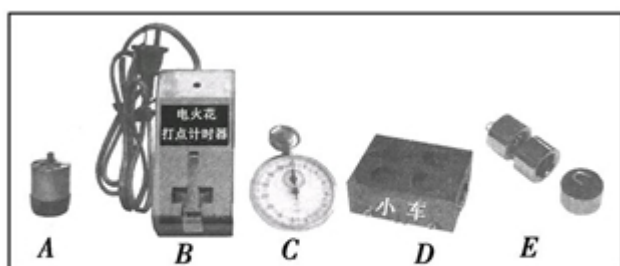


图 1

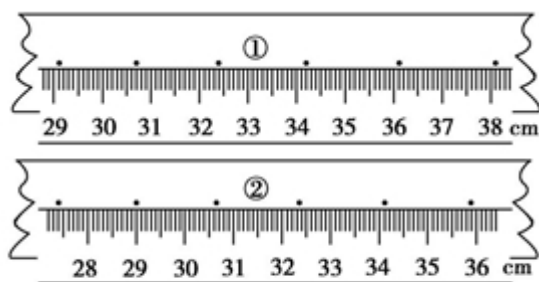


图 2

(1)图 1 中 A、B、C、D、E 表示部分实验器材，甲同学需在图中选用的器材 _____，乙同学需在图中选用的器材 _____。(用字母表示)

(2)乙同学在实验室选齐所需器材后，经正确操作获得如图 2 所示的两条纸带①和②。纸带_____的加速度大(填①或者②)，其加速度大小为_____。

【答案】(1)AB；BDE(2)①， 2.5 m/s^2 ($2.5 \pm 0.2 \text{ m/s}^2$)

【解析】(1)“验证机械能守恒定律”实验，需要在竖直面上打出一条重锤下落的纸带，即可验证，故选仪器 AB；“探究加速度与力、质量的关系”实验需要钩码拉动小车打出一条纸带，故选 BDE

(2)纸带①中前第 1、2 点与第 2、3 点的位移差为三个点的位移差为

$$\Delta x_1 = (32.40 - 30.70) \text{ cm} - (30.70 - 29.10) \text{ cm} = 0.1 \text{ cm}$$

纸带②中前第 1、2 点与第 2、3 点的位移差为三个点的位移差为

$$\Delta x_2 = (31.65 - 29.00) \text{ cm} - (29.00 - 27.40) \text{ cm} = 0.05 \text{ cm}$$

根据逐差法 $\Delta x = aT^2$ 可得纸带①的加速度大，大小为 $a = \frac{0.1 \times 10^{-2}}{(0.2)^2} = 2.5 \text{ m/s}^2$

【考点定位】“验证机械能守恒定律”实验；“探究加速度与力、质量的关系”实验

【方法技巧】此类实验，一般都会运用到匀变速直线运动规律的两个推导公式，即做匀变速直线运动过程中一段位移中间时刻速度等于过程中的平均速度

$v_{\frac{t}{2}} = \frac{x}{t}$ 和做匀变速直线运动过程中，在相等时间内走过的位移差是一个定值，即

$$\Delta x = aT^2$$

59.(2014·广东卷)某同学根据机械能守恒定律，设计实验探究弹簧弹性势能与压缩量的关系

(1)如图(a)，将轻质弹簧下端固定于铁架台，在上端的托盘中依次增加砝码，测量相应的弹簧长度，部分数据如下表，由数据算得劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N/m}$ 。(g 取 9.80 m/s^2)

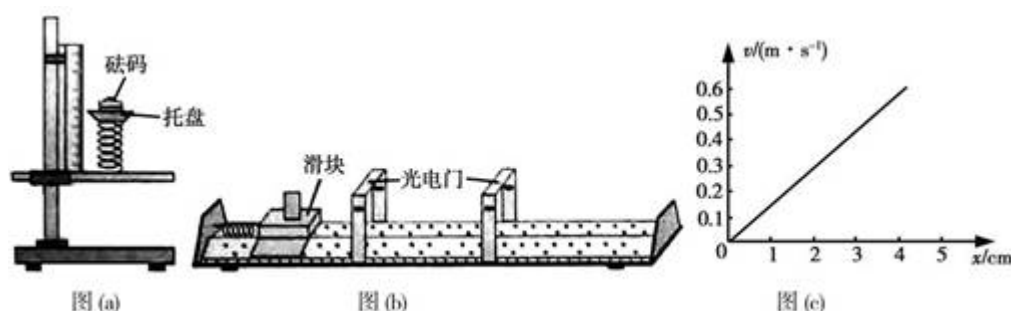
砝码质量(g)	50	100	150
---------	----	-----	-----

弹簧长度(cm)	8.62	7.63	6.66
----------	------	------	------

(2)取下弹簧，将其一端固定于气垫导轨左侧，如图(b)所示：调整导轨，使滑块自由滑动时，通过两个光电门的速度大小_____。

(3)用滑块压缩弹簧，记录弹簧的压缩量 x ；释放滑块，记录滑块脱离弹簧后的速度 v ，释放滑块过程中，弹簧的弹性势能转化为_____。

(4)重复(3)中操作，得到 v 与 x 的关系如图(c)。由图可知， v 与 x 成_____关系。由上述实验可得结论：对同一根弹簧，弹性势能与弹簧的_____成正比。



【答案】(1)50N/m(49.5~50.5) (2)相等 (3)动能 (4)正比； x^2 (或压缩量的平方)

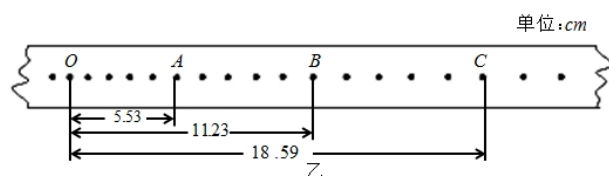
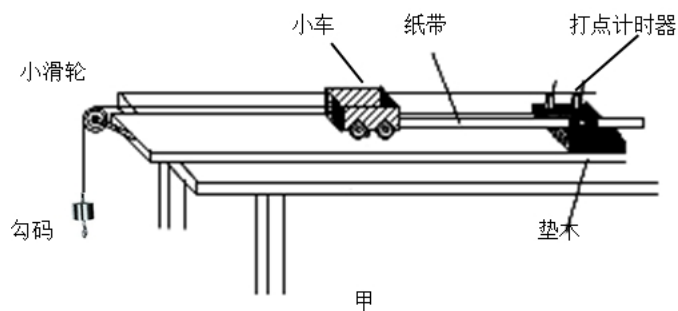
【解析】(1)据 $F_1 = mg = k\Delta x_1$ ， $F_2 = 2mg = k\Delta x_2$ ，有： $\Delta F = F_1 - F_2 = k\Delta x_1 - k\Delta x_2$ ，
则 $k = \frac{0.49}{0.0099}$ N/m=49.5N/m，同理可以求得： $k' = \frac{0.49}{0.0097}$ N/m=50.5N/m，则劲度

系数为： $\bar{k} = \frac{k+k'}{2} = 50$ N/m。(2)使滑块通过两个光电门时的速度相等，则可以认为滑块离开弹簧后做匀速直线运动；(3)弹性势能转化为滑块的动能；(4)图线是过原点的倾斜直线，所以 v 与 x 成正比；弹性势能转化为动能，即 $E_{\text{弹}} = \frac{1}{2}mv^2$ ，

即弹性势能与速度平方成正比，又由 v 与 x 成正比，则弹性势能与压缩量的平方成正比。

【考点定位】本题考查胡克定律和能量转化

60.(2013·福建卷·T19(1))在“探究恒力做功与动能改变的关系”实验中(装置如图甲)：



(1) 下列说法哪一项是正确的_____。(填选项前字母)

- A. 平衡摩擦力时必须将钩码通过细线挂在小车上
- B. 为减小系统误差，应使钩码质量远大于小车质量
- C. 实验时，应使小车靠近打点计时器由静止释放

(2) 图乙是实验中获得的一条纸带的一部分，选取 O 、 A 、 B 、 C 计数点，已知打点计时器使用的交流电频率为 50Hz ，则打 B 点时小车的瞬时速度大小为_____ m/s (保留三位有效数字)。

【答案】 (1) C (2) 0.653

【解析】 (1) 在本实验中进行平衡摩擦力操作时，是使小车重力沿木板方向的分量等于小车运动过程中小车受到的木板的摩擦力与纸带与打点计时器之间的摩擦等阻力，因此不要挂钩码，故选项 A 错误；本实验的目的是探究恒力做功与小车动能改变的关系，本实验中，在平衡摩擦完成后，是用钩码的重力代替了细线的拉力即小车受到的合力，因此在钩码质量远远小于小车质量的情况下，实验的系统误差才较小，故选项 B 错误；本实验是通过纸带上留下的打点来计算小车的速度(动能)，因此实验时让小车从靠近打点计时器处由静止释放，是为了尽可能多的纸带能打上点，即纸带上留下的打点尽可能多，以减小实验偶然误差，故选项 C 正确。

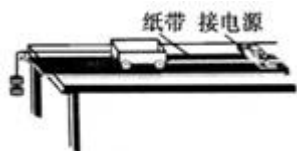
② 打 B 点时小车的瞬时速度大小 $v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{18.59 - 5.53}{0.2} \text{ cm/s} = 65.3 \text{ cm/s} = 0.653 \text{ m/s}$

【考点定位】考查了“探究恒力做功与动能变化的关系”实验。

61.(2014·天津卷·T9(2))某同学把附有滑轮的长木板放在实验桌上,将细绳一端拴在小车上,另一端绕过定滑轮,挂上适当的钩码,使小车在钩码的牵引下运动,以此定量探究绳拉力做功与小车动能变化的关系,此外还准备了打点计时器及配套的电源、导线、复写纸、纸带、小木块等。组装的实验装置如图所示。

(1)若要完成该实验,必需的实验器材还有哪_____。

(2)实验开始时,他先调节木板上定滑轮的高度,使牵引小车的细绳与木板平行,他这样做的目的是下列的哪个_____(填字母代号)



- A. 避免小车在运动过程中发生抖动
- B. 可使打点计时器在纸带上打出的点清晰
- C. 可以保证小车最终能够实现匀速直线运动
- D. 可在平衡摩擦力后使细绳拉力等于小车受的合力

(3)平衡摩擦力后,当他用多个钩码牵引小车时,发现小车运动过快,致使打出的纸带上点数较少,难以选到合适的点计算小车速度,在保证所挂钩码数目不变的条件下,请你利用本实验的器材提出一个解决办法:_____。

(4)他将钩码重力做的功当作细绳拉力做的功,经多次实验发现拉力做功总是要比小车动能增量大一些,这一情况可能是下列哪些原因造成的_____(填字母代号)。

- A. 在接通电源的同时释放了小车
- B. 小车释放时离打点计时器太近
- C. 阻力未完全被小车重力沿木板方向的分力平衡掉

D. 钩码匀加速运动，钩码重力大于细绳拉力

【答案】(1) 刻度尺、天平(包括砝码); (2) D; (3)可在小车上加适量的砝码(或钩码); (4) CD;

【解析】①本实验要测量钩码重力当拉力，测量小车的质量，所以需要天平，另外纸带长度测量需要刻度尺;

②当绳子拉力平行木板并平衡摩擦后，可以让拉力提供小车的加速度，所以选择 D

③要减小小车的加速度，再拉力一定的情况下，根据牛顿第二定律，可以增加车的质量。

④钩码重力做功转化为钩码动能，小车动能，在没有完全平衡摩擦的情况下，还会增加摩擦生热。所以当重力做功大于小车动能增量时，可能是因为摩擦，也可能是因为没有满足钩码重力远小于车这个条件。所以选 CD

【考点定位】力学实验：探究功与动能变化的关系

62.(2013·重庆卷)我国舰载飞机在“辽宁舰”上成功着舰后，某课外活动小组以舰载飞机利用阻拦索着舰的力学问题很感兴趣。他们找来了木板、钢球、铁钉、橡皮条以及墨水，制作了如图图所示的装置，准备定量研究钢球在橡皮条阻拦下前进的距离与被阻拦前速率的关系。要达到实验目的，需直接测量的物理量是钢球由静止释放时的_____和在橡皮条阻拦下前进的距离，还必须增加的一种实验器材是_____。忽略钢球所受的摩擦力和空气阻力，重力加速度已知，根据定律(定理)，可得到钢球被阻拦前的速率。

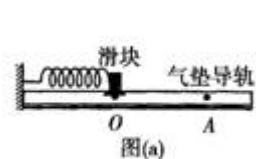


【答案】高度(距水平木板的高度) 刻度尺 机械能守恒(动能)

【解析】在该实验中，量出钢球由静止释放时距水平木板的高度，以及在橡皮条阻拦下前进的距离，根据机械能守恒定律得出被橡皮条阻拦前的速度，从而定量研究钢球在橡皮条阻拦下前进的距离与被阻拦前速率的关系。

【考点定位】考查考生利用已学过的物理理论、实验方法和实验仪器去处理实际问题，包括简单的设计性实验的能力。

63.(2012·海南卷·T14)水平放置的轻弹簧，一端固定，另一端与小滑块接触，但不粘连；初始时滑块静止于水平气垫导轨上的 O 点，如图(a)所示。现利用此装置探究弹簧的弹性势能 E_p 与其压缩时长度的改变量 x 的关系。先推动小滑块压缩弹簧，用米尺测出 x 的数值；然后将小滑块从静止释放。用计时器测出小滑块从 O 点运动至气垫导轨上另一固定点 A 所用的时间 t 。多次改变 x ，测得的 x 值及其对应的 t 值如下表所示。(表中的 $\frac{1}{t}$ 值是根据 t 值计算得出的)



$x(\text{cm})$	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
$t(\text{s})$	3.33	2.20	1.60	1.32	1.08
$1/t(\text{s}^{-1})$	0.300	0.455	0.625	0.758	0.926

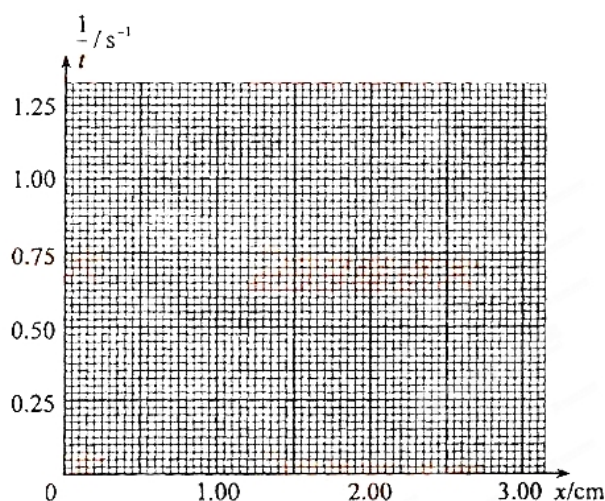


图 (b)

(1)根据表中数据，在图(b)中的方格纸上作 $\frac{1}{t}-x$ 图线。

(2)回答下列问题：(不要求写出计算或推导过程)

①已知点(0, 0)在 $\frac{1}{t}-x$ 图线上, 从 $\frac{1}{t}-x$ 图线看, $\frac{1}{t}$ 与 x 是什么关系?

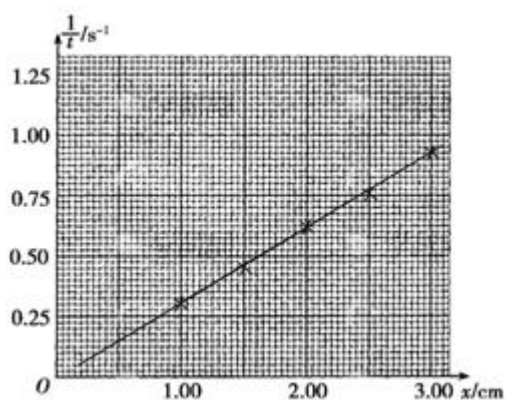
②从理论上分析, 小滑块刚脱离弹簧时的动能 E_k 与 $\frac{1}{t}$ 是什么关系?

③当弹簧长度改变量为 x 时, 弹性势能与相应的 E_k 是什么关系?

④综合以上分析, E_p 与 x 是什么关系?

【答案】(1)如图所示(2)① $\frac{1}{t}$ 与 x 成正比; ② E_k 与 $\left(\frac{1}{t}\right)^2$ 成正比; ③ $E_p=E_k$; ④ E_p

与 x^2 成正比



【解析】①图线为经坐标原点的直线, 因此 $\frac{1}{t}$ 与 x 成正比;

② OA 距离 l 一定, 滑块离开弹簧时的速度 $v = \frac{l}{t}$, 则动能 $E_k = \frac{1}{2}m\left(\frac{l}{t}\right)^2$, 即 E_k 与 $\left(\frac{1}{t}\right)^2$ 成正比;

③弹簧与滑块系统机械能守恒, 因此 $E_p = E_k$;

④由于 $\frac{1}{t}$ 与 x 成正比, 即滑块离开弹簧时的速度与 x 成正比, 动能 E_k 则与 x^2 成正比, $E_p=E_k$, 故 E_p 与 x^2 成正比.

【考点定位】本题考查力学实验及其相关知识

64.(2011·海南卷)现要通过实验验证机械能守恒定律。实验装置如图1所示: 水平桌面上固定一倾斜的气垫导轨; 导轨上 A 点处有一带长方形遮光片的滑块,

其总质量为 M ，左端由跨过轻质光滑定滑轮的细绳与一质量为 m 的砝码相连；遮光片两条长边与导轨垂直；导轨上 B 点有一光电门，可以测试遮光片经过光电门时的挡光时间 t ，用 d 表示 A 点到导轨低端 C 点的距离， h 表示 A 与 C 的高度差， b 表示遮光片的宽度， s 表示 A 、 B 两点的距离，将遮光片通过光电门的平均速度看作滑块通过 B 点时的瞬时速度。用 g 表示重力加速度。完成下列填空和作图；

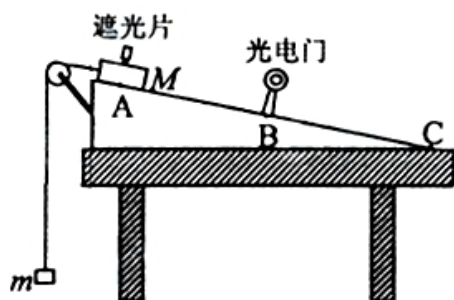


图 1

(1)若将滑块自 A 点由静止释放，则在滑块从 A 运动至 B 的过程中，滑块、遮光片与砝码组成的系统重力势能的减小量可表示为_____。动能的增加量可表示为_____。若在运动过程中机械能守恒， $\frac{1}{t^2}$ 与 s 的关系式为 $\frac{1}{t^2} =$ _____。

(2)多次改变光电门的位置，每次均令滑块自同一点(A 点)下滑，测量相应的 s 与 t 值，结果如下表所示：

	1	2	3	4	5
s (m)	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400
t (ms)	8.22	7.17	6.44	5.85	5.43
$1/t^2$ ($10^4 s^{-2}$)	1.48	1.95	2.41	2.92	3.39

以 s 为横坐标， $\frac{1}{t^2}$ 为纵坐标，在答题卡上对应图 2 位置的坐标纸中描出第 1 和第 5 个数据点；根据 5 个数据点作直线，求得该直线的斜率 $k =$ _____
 $\times 10^4 m^{-1} \cdot s^{-2}$ (保留 3 位有效数字)。

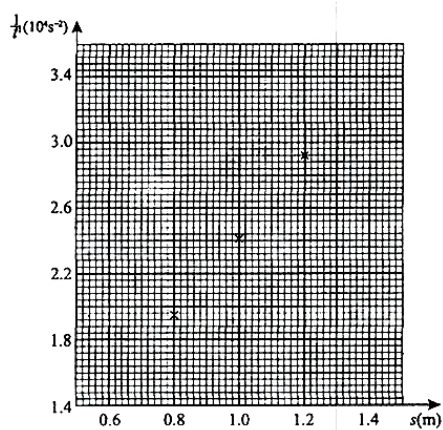


图 2

由测得的 h 、 d 、 b 、 M 和 m 数值可以计算出 $\frac{1}{t^2}-s$ 直线的斜率 k_0 ，将 k 和 k_0 进行比较，若其差值在试验允许的范围内，则可认为此试验验证了机械能守恒定律。

【答案】 (1) $(\frac{Mh}{d} - m)gs$ $\frac{(M+m)b^2}{2t^2}$ $\frac{2(\frac{Mh}{d} - m)gs}{(M+m)b^2}$ (2) 描点画图如图 2.388

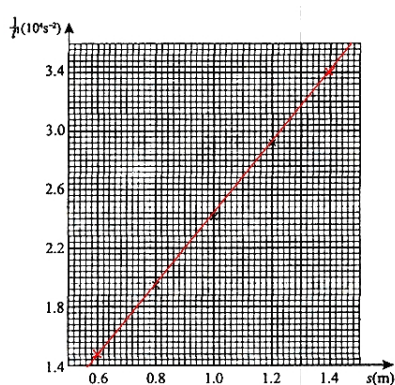


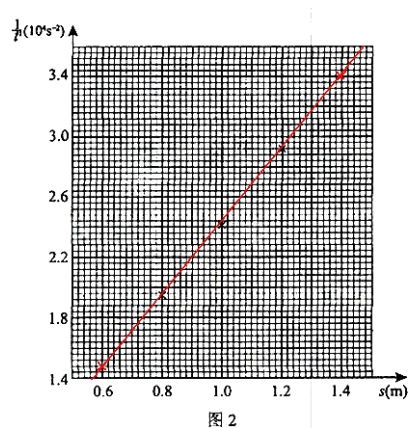
图 2

【解析】 (1) 滑块、遮光片下降重力势能减小，砝码上升重力势能增大。所以滑块、遮光片与砝码组成的系统重力势能的减小量 $\Delta E_p = Mg \frac{h}{d} s - mgs$

光电门测量瞬时速度是实验中常用的方法。由于光电门的宽度 b 很小，所以我们用很短时间内的平均速度代替瞬时速度 $v_B = \frac{b}{t}$ 。

根据动能的定义式得出： $\Delta E_k = \frac{1}{2}(m+M) v_B^2 = \frac{1}{2}(m+M) \frac{b^2}{t^2}$ ，若在运动过程中

机械能守恒， $\Delta E_k = \Delta E_p$ ， $\frac{1}{t^2}$ 与 s 的关系式为 $\frac{1}{t^2} = \frac{2(\frac{Mh}{d} - m)gs}{(M+m)b^2}$



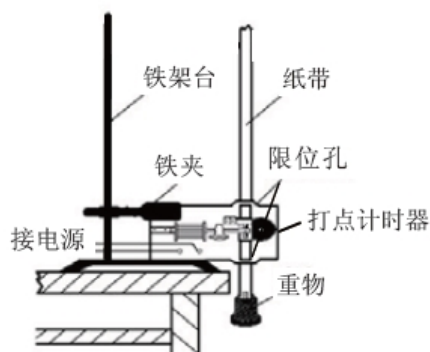
由图可知： $k = \frac{3.39 - 1.48}{1.400 - 0.600} \times 10^4 m^{-1} \cdot s^{-2} = 2.388 \times 10^4 m^{-1} \cdot s^{-2}$

【考点定位】验证机械能守恒定律。

65.(2017·天津卷)如图所示，打点计时器固定在铁架台上，使重物带动纸带从静止开始自由下落，利用此装置验证机械能守恒定律。

①对于该实验，下列操作中对减小实验误差有利的是_____。

- A.重物选用质量和密度较大的金属锤
- B.两限位孔在同一竖直面内上下对正
- C.精确测量出重物的质量
- D.用手托稳重物，接通电源后，撒手释放重物



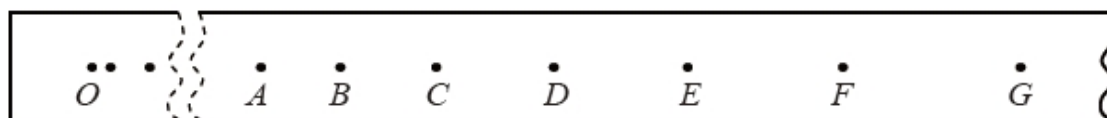
②某实验小组利用上述装置将打点计时器接到 50 Hz 的交流电源上，按正确操作得到了一条完整的纸带，由于纸带较长，图中有部分未画出，如图所示。纸带上各点是打点计时器打出的计时点，其中 O 点为纸带上打出的第一个点。重物下落高度应从纸带上计时点间的距离直接测出，利用下列测量值能完成验证机械能守恒定律的选项有_____。

A. OA 、 AD 和 EG 的长度

B. OC 、 BC 和 CD 的长度

C. BD 、 CF 和 EG 的长度

D. AC 、 BD 和 EG 的长度



【答案】①AB ②BC

【解析】重物选用质量和密度较大的金属锤，减小空气阻力，以减小误差，故 A 正确；

两限位孔在同一竖直面内上下对正，减小纸带和打点计时器之间的阻力，以减小误差，故 B 正确；

验证机械能守恒定律的原理是： $mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ ，重物质量可以消掉，无需精确测量出重物的质量，故 C 错误；

用手拉稳纸而不是托住重物，接通电源后，撒手释放纸带，故 D 错误。

由 EG 的长度可求出打 F 点的速度 v_F ，打 O 点的速度 $v_1=0$ ，但求不出 OF 之间的距离 h ，故 A 错误；由 BC 和 CD 的长度可求出打 C 点的速度 v_C ，打 O 点的速度 $v_1=0$ ，有 OC 之间的距离 h ，可以用来验证机械能守恒定律，故 B 正确；由 BD 和 EG 的长度可分别求出打 C 点的速度 v_1 和打 F 点的速度 v_2 ，有 CF 之间的距离 h ，可以用来验证机械能守恒定律，故 C 正确； AC 、 BD 和 EG 的长度可分别求出打 BCF 三点的速度，但 BC 、 CF 、 BF 之间的距离都无法求出，无法验证机械能守恒定律，故 D 错误。

【考点定位】实验——验证机械能守恒定律

【名师点睛】本题的难点是对实验原理的理解。

66.(2017·北京卷)(18分)如图 1 所示，用质量为 m 的重物通过滑轮牵引小车，使它在长木板上运动，打点计时器在纸带上记录小车的运动情况。利用该装置可以完成“探究动能定理”的实验。

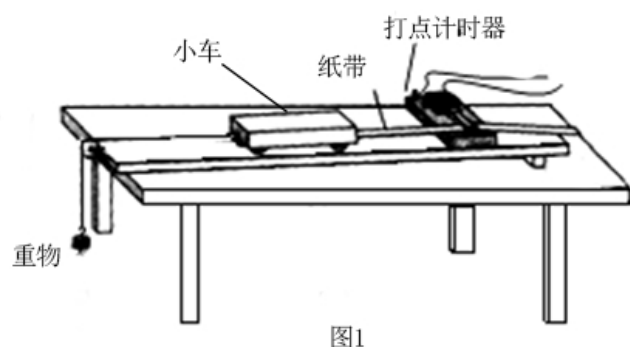


图1

(1)打点计时器使用的电源是_____ (选填选项前的字母)。

A.直流电源

B.交流电源

(2)实验中，需要平衡摩擦力和其他阻力，正确操作方法是_____ (选填选项前的字母)。

A.把长木板右端垫高

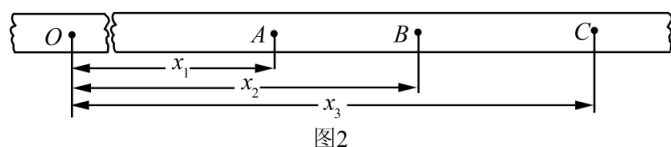
B.改变小车的质量

在不挂重物且_____ (选填选项前的字母)的情况下，轻推一下小车，若小车拖着纸带做匀速运动，表明已经消除了摩擦力和其他阻力的影响。

A.计时器不打点

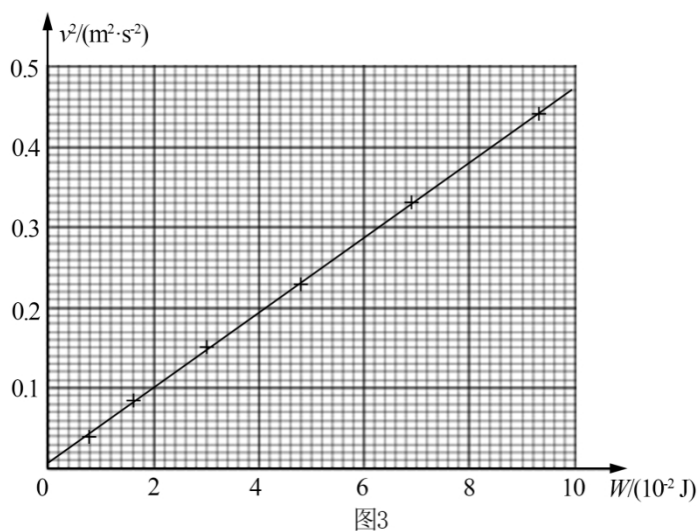
B.计时器打点

(3)接通电源，释放小车，打点计时器在纸带上打下一系列点，将打下的第一个点标为O。在纸带上依次取A、B、C……若干个计数点，已知相邻计数点间的时间间隔为T。测得A、B、C……各点到O点的距离为 x_1 、 x_2 、 x_3 ……，如图2所示。

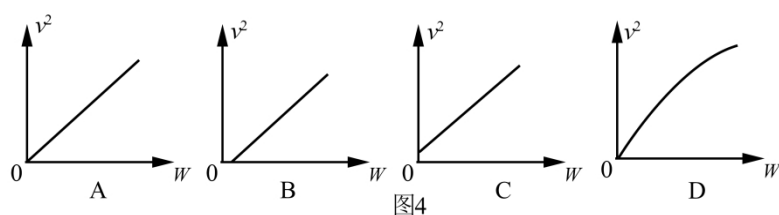


实验中，重物质量远小于小车质量，可认为小车所受的拉力大小为 mg 。从打O点到打B点的过程中，拉力对小车做的功 $W=$ _____，打B点时小车的速度 $v=$ _____。

(4)以 v^2 为纵坐标， W 为横坐标，利用实验数据作出如图3所示的 v^2-W 图象。由此图象可得 v^2 随 W 变化的表达式为_____。根据功与能的关系，动能的表达式中可能包含 v^2 这个因子；分析实验结果的单位关系，与图线斜率有关的物理量应是_____。



(5)假设已经完全消除了摩擦力和其他阻力的影响，若重物质量不满足远小于小车质量的条件，则从理论上分析，图4中正确反映 v^2-W 关系的是_____。



【答案】(1)B (2)A B (3) mgx_2 $\frac{x_3-x_1}{2T}$

(4) $v^2=kW$, $k=(4.5\sim 5.0) \text{ kg}^{-1}$ 质量 (5)A

【解析】(1)打点计时器均使用交流电源，选 B。

(2)平衡摩擦和其他阻力，是通过垫高木板右端，构成斜面，使重力沿斜面向下的分力跟它们平衡，选 A；平衡摩擦力时需要让打点计时器工作，纸带跟打点计时器限位孔间会有摩擦力，且可以通过纸带上打出的点迹判断小车的运动是否为匀速直线运动，选 B。

(3)小车拖动纸带移动的距离等于重物下落的距离，又小车所受拉力约等于重物重力，因此 $W=mgx_2$ ；小车做匀变速直线运动，因此打 B 点时小车的速度为打 AC

段的平均速度，则 $v=\frac{x_3-x_1}{2T}$ 。

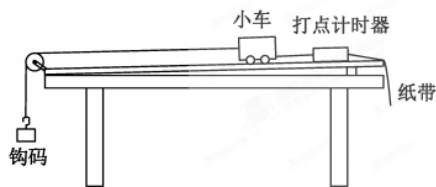
(4)由图 3 可知，图线斜率 $k\approx 4.7 \text{ kg}^{-1}$ ，即 $v^2=4.7 \text{ kg}^{-1}\cdot W$ ；设小车质量为 M ，根据动能定理有 $W=\frac{Mv^2}{2}$ ，变形得 $v^2=\frac{2}{M}\cdot W$ ，即 $k=\frac{2}{M}$ ，因此与图线斜率有关的物理量为质量。

(5)若 m 不满足远小于 M ，则由动能定理有 $W=\frac{(M+m)v^2}{2}-0$ ，可得 $v^2=\frac{2}{M+m}\cdot W$ ， v^2 与 W 仍然成正比关系，选 A。

【考点定位】探究动能定理实验

【名师点睛】实验总存在一定的误差，数据处理过程中，图象读数一样存在误差，因此所写函数表达式的比例系数在一定范围内即可；第(5)问有一定的迷惑性，应明确写出函数关系，再进行判断。

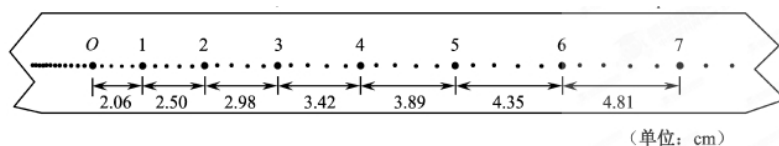
67.(2017·江苏卷)利用如题 10-1 图所示的实验装置探究恒力做功与物体动能变化的关系.小车的质量为 $M=200.0 \text{ g}$ ，钩码的质量为 $m=10.0 \text{ g}$ ，打点计时器的电源为 50 Hz 的交流电.



(题 10-1 图)

(1)挂钩码前,为了消除摩擦力的影响,应调节木板右侧的高度,直至向左轻推小车观察到_____.

(2)挂上钩码,按实验要求打出的一条纸带如题 10-2 图所示.选择某一点为 O ,依次每隔 4 个计时点取一个计数点.用刻度尺量出相邻计数点间的距离 Δx ,记录在纸带上.计算打出各计数点时小车的速度 v ,其中打出计数点“1”时小车的速度 $v_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s.

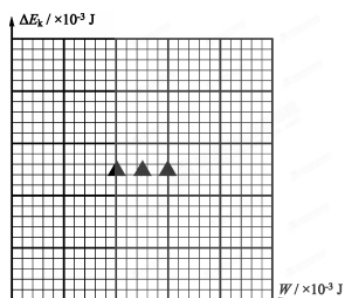


(题 10-2 图)

(3)将钩码的重力视为小车受到的拉力,取 $g=9.80$ m/s,利用 $W=mg\Delta x$ 算出拉力对小车做的功 W .利用 $E_k = \frac{1}{2}Mv^2$ 算出小车动能,并求出动能的变化量 ΔE_k .计算结果见下表.

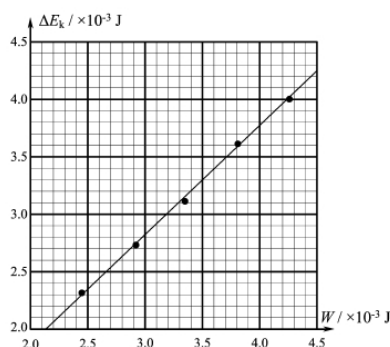
$W / \times 10^{-3} \text{ J}$	2.45	2.92	3.35	3.81	4.26
$\Delta E_k / \times 10^{-3} \text{ J}$	2.31	2.73	3.12	3.61	4.00

请根据表中的数据,在答题卡的方格纸上作出 $\Delta E_k - W$ 图象.

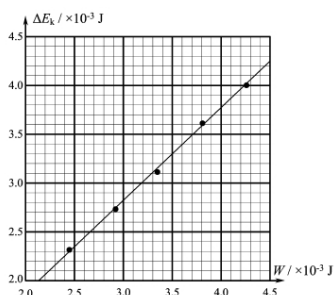


(4)实验结果表明, ΔE_k 总是略小于 W .某同学猜想是由于小车所受拉力小于钩码重力造成的.用题中小车和钩码质量的数据可算出小车受到的实际拉力 $F=$ _____ N.

【答案】(1)小车做匀速运动 (2)0.228 (3)如图所示 (4)0.093



【解析】(1)小车能够做匀速运动, 纸带上打出间距均匀的点, 则表明已平衡摩擦; (2)相邻计数点间时间间隔为 $T=0.1\text{ s}$, $v_1 = \frac{x_{02}}{2T} = 0.228\text{ m/s}$; (3)描点画图, 如图所示。



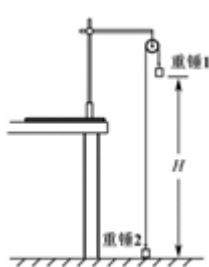
; (4)对整体, 根据牛顿第二定律有: $mg=(m+M)a$, 钩码

: $mg-F_T=ma$, 联立解得绳上的拉力: $F_T = \frac{Mm}{M+m}g = 0.093\text{ N}$.

【考点定位】探究恒力做功与物体动能变化的关系

【名师点睛】本题中的计算, 要当心数据的单位、有效数字的要求.用整体法、隔离法, 根据牛顿第二定律求绳上的拉力, 题目比较常规, 难度不大.

68.(2018·江苏卷)某同学利用如图所示的实验装置来测量重力加速度 g .细绳跨过固定在铁架台上的轻质滑轮, 两端各悬挂一只质量为 M 的重锤.实验操作如下:



- ①用米尺量出重锤 1 底端距地面的高度 H ;
- ②在重锤 1 上加上质量为 m 的小钩码;
- ③左手将重锤 2 压在地面上, 保持系统静止. 释放重锤 2, 同时右手开启秒表, 在重锤 1 落地时停止计时, 记录下落时间;
- ④重复测量 3 次下落时间, 取其平均值作为测量值 t .

请回答下列问题

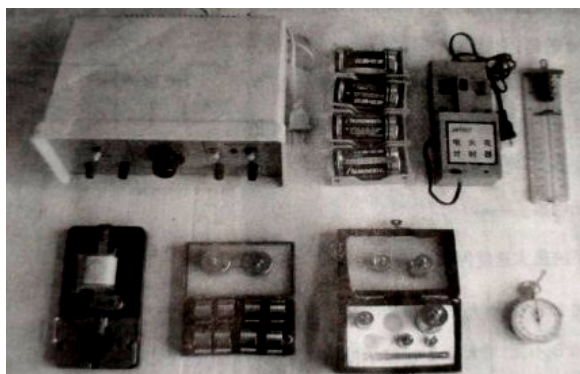
- (1)步骤④可以减小对下落时间 t 测量的_____ (选填“偶然”或“系统”)误差.
- (2)实验要求小钩码的质量 m 要比重锤的质量 M 小很多, 主要是为了_____.
 A、使 H 测得更准确
 B、使重锤 1 下落的时间长一些
 C、使系统的总质量近似等于 $2M$
 D、使细绳的拉力与小钩码的重力近似相等
- (3)滑轮的摩擦阻力会引起实验误差. 现提供一些橡皮泥用于减小该误差, 可以怎么做_____?
- (4)使用橡皮泥改进实验后, 重新进行实验测量, 并测出所用橡皮泥的质量为 m_0 . 用实验中的测量量和已知量表示 g , 得 $g = \underline{\hspace{2cm}}$.

【答案】(1)偶然 (2)B (3)在重锤 1 上粘上橡皮泥, 调整橡皮泥质量直至轻拉重锤 1 能观察到其匀速下落 (4) $\frac{2(2M + m + m_0) H}{mt^2}$

【解析】本题考查重力加速度的测量，意在考查考生的实验探究能力。(1)时间测量是人为操作快慢和读数问题带来的误差，所以属于偶然误差。(2)由于自由落体的加速度较大，下落 H 高度的时间较短，为了减小测量时间的实验误差，就要使重锤下落的时间长一些，因此系统下降的加速度要小，所以小钩码的质量要比重锤的质量小很多。(3)为了消除滑轮的摩擦阻力，可用橡皮泥粘在重锤 1 上，轻拉重锤放手后若系统做匀速运动，则表示平衡了阻力。(3)根据牛顿第二定律有 $mg = (M + m_0 + m + M)a$ ，又 $H = \frac{1}{2}at^2$ ，解得 $g = \frac{2(2M + m_0 + m)H}{mt^2}$ 。

点睛：本题以连接体运动为背景考查重力加速度的测量，解题的关键是要弄清该实验的原理，再运用所学的知识分析得出减小误差的方法。

69.(2011·浙江卷)在“探究加速度与力、质量的关系”实验时，已提供了小车，一端附有定滑轮的长木板、纸带、带小盘的细线、刻度尺、天平、导线。为了完成实验，还须从下图中选取实验器材，其名称是__①__(漏选或全选得零分)；并分别写出所选器材的作用__②__。



【答案】①学生电源、电磁打点计时器、钩码、砝码或电火花计时器、钩码、砝码

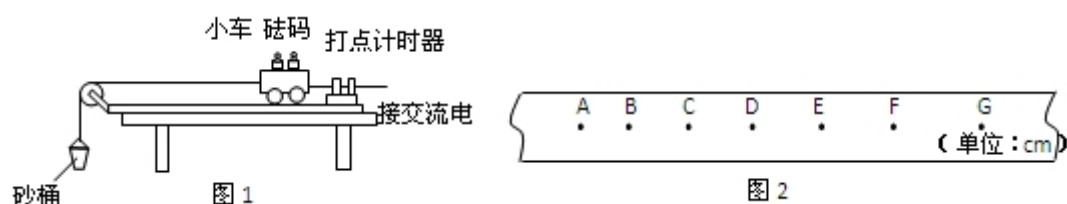
②学生电源为电磁打点计时器提供交流电源；电磁打点计时器(电火花计时器)记录小车运动的位置和时间；钩码用以改变小车的质量；砝码用以改变小车受到的拉力的大小，还可以用于测量小车的质量。

【解析】电磁打点计时器(电火花计时器)记录小车运动的位置和时间；钩码用以改变小车的质量；砝码用以改变小车受到的拉力的大小，还可以用于测量小车的

质量。如果选电磁打点计时器，则需要学生电源，如果选电火花计时器，则不需要学生电源。

【考点定位】“探究加速度与力、质量的关系”实验

70.(2012·安徽卷)图 1 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)试验中，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，观察判断小车是否做匀速运动.

(2)实验中进行质量 m 和 M 的选取，以下最合理的一组是

A. $M=20\text{ g}$ ， $m=10\text{ g}$ 、 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 2 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 $s_{AB}=4.22\text{ cm}$ 、 $s_{BC}=4.65\text{ cm}$ 、 $s_{CD}=5.08\text{ cm}$ 、 $s_{DE}=5.49\text{ cm}$ 、 $s_{EF}=5.91\text{ cm}$ 、 $s_{FG}=6.34\text{ cm}$ 。已知打点计时器的工作频率为 50 Hz , , 则小车的加速度 $a=\underline{\hspace{1cm}}$ m/s^2 (结果保留 2 位有效数字)。

【答案】 (1)B (2)C (3)0.42

【解析】 (1)将不带滑轮的木板一端适当垫高, 在不挂沙和沙桶的情况下使小车恰好做匀速运动, 以使小车的重力沿斜面分力和摩擦力抵消, 那么小车的合力就是绳子的拉力。要判断是否是匀速运动, 我们可以从打出的纸带相邻的点的间距来判断小车是否做匀速运动, 故选 B;

(2)当 $m \ll M$ 时, 即当沙和沙桶的总重力要远小于小车的重力, 绳子的拉力近似等于沙和沙桶的总重力。故选 C;

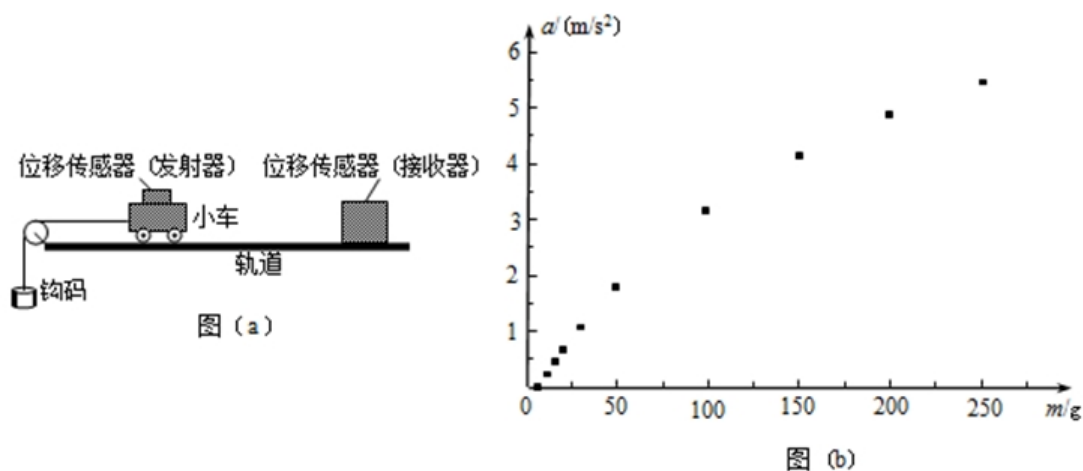
(3)相邻的两个计数点之间还有四个点未画出, 相邻的计数点时间间隔为 0.1 s

利用匀变速直线运动的推论 $\Delta x = at^2$, $s_{DE} - s_{AB} = 3a_1T^2$, $s_{EF} - s_{BC} = 3a_2T^2$,

$$s_{FG} - s_{CD} = 3a_3T^2, \quad a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = 0.42\text{ m/s}^2$$

【考点定位】 此题考查“验证牛顿第二定律”的实验

71.(2014·新课标全国卷I·T22)某同学利用图(a)所示实验装置即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”)的关系。

(2)由图(b)可知， $a-m$ 图线不经过远点，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_____。

【答案】(1)非线性(2)存在摩擦力(3)调整轨道倾斜度以平衡摩擦力 远小于小车质量

【解析】(1)根据该同学描绘的加速度和钩码质量的图象是一条曲线而不是直线，所以是非线性关系。

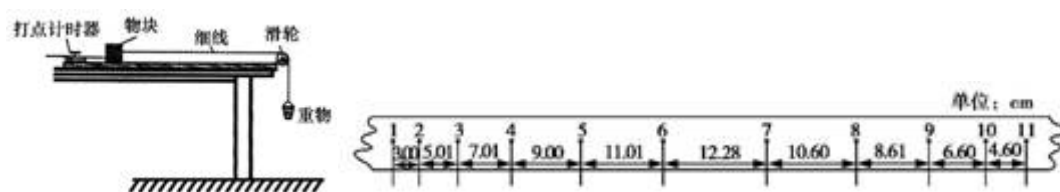
(2)根据图(b)可知当钩码有一定质量，即细线有一定拉力时，小车加速度仍等于 0，说明小车合力等于 0，所以可能除拉力外小车还受到摩擦力作用

(3)实验改进部分由两个要求，第一个就是图象不过远点，需要平衡摩擦力，所以调整轨道倾斜度，第二个就是图象时曲线，因为小车的合力即细线拉力并不等于钩码重力，而是拉力 $F = Ma = M \frac{mg}{M+m} = \frac{1}{1+\frac{m}{M}} mg$ 只有当 $m \ll M$ 时。 $F \approx mg$ ，

图象近似为直线。

【考点定位】探究牛顿第二定律实验探究

72.(2012·山东卷)某同学利用图甲所示的实验装置,探究物块在水平桌面上的运动规律。物块在重物的牵引下开始运动,重物落地后,物块再运动一段距离停在桌面上(尚未到达滑轮处)。从纸带上便于测量的点开始,每5个点取1个计数点,相邻计数点间的距离如图议所示。打点计时器电源的频率为50Hz。



(1)通过分析纸带数据,可判断物块在相邻计数点_____和_____之间某时刻开始减速。

(2)计数点5对应的速度大小为_____m/s,计数点6对应的速度大小为_____m/s。(保留三位有效数字)。

(3)物块减速运动过程中加速度的大小为 $a=$ _____m/s²。若用 a/g 来计算物块与桌面间的动摩擦因数(g 为重力加速度),则计算结果比动摩擦因数的真实值_____(填“偏大”或“偏小”)。

【答案】 (1)6, 7; (2)1.00, 1.20; (3)2.00, 偏大

【解析】 (1)从纸带上的数据分析得知:在点计数点6之前,两点之间的位移逐渐增大,是加速运动,在计数点7之后,两点之间的位移逐渐减小,是减速运动,所以物块在相邻计数点6和7之间某时刻开始减速。

(2) $v_5 = \frac{x_{46}}{2T} = 1.00 \text{ m/s}$ 由 $\Delta x = a_1 T^2$ 可得加速时加速度 $a_1 = 2.00 \text{ m/s}^2$, 则计数点6的速度

$$v_6 = v_5 + a_1 T = 1.00 + 2 \times 0.10 = 1.20 \text{ m/s}。$$

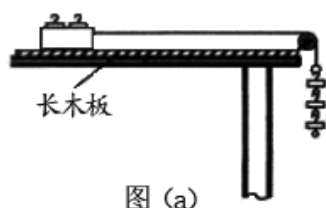
(3)由纸带可知,计数点7往后做减速运动,根据作差法得:

$$a = \frac{0.046 + 0.066 - 0.0861 - 0.1060}{0.04} = -2.00 \text{ m/s}^2。所以大小为 2.00 \text{ m/s}^2。$$

测量值与真实值比较,测量值偏大,因为实验中存在阻力,比如:没有考虑纸带与打点计时器间的摩擦;没有考虑空气阻力等。

【考点定位】 本题考查动摩擦因数测量和牛顿第二定律及其相关知识

73.(2016·全国新课标Ⅲ卷)某物理课外小组利用图(a)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(b)所示;由图(b)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(c)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。

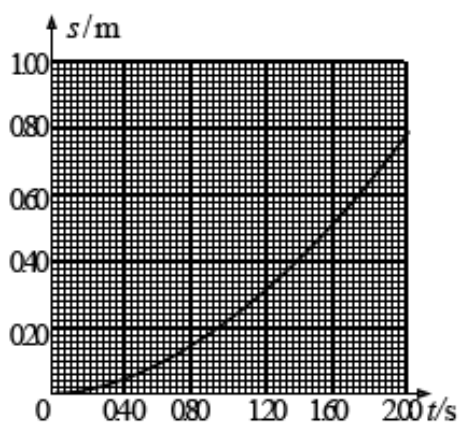


图 (b)

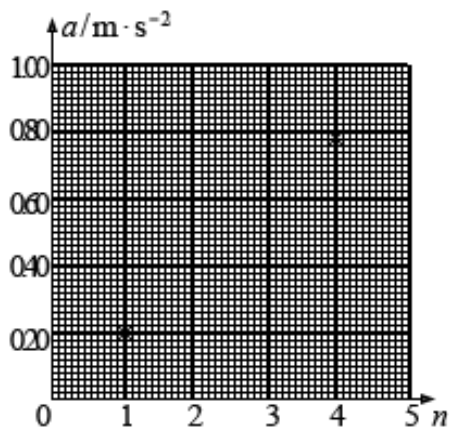


图 (c)

(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

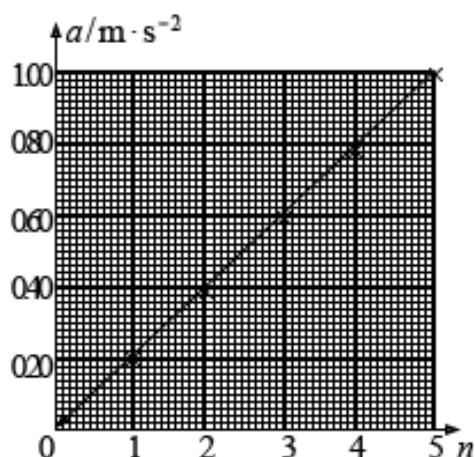
C. $a-n$ 图线仍是直线, 但该直线的斜率变大

【答案】 (3)0.39(4)如图所示(5)0.45(6)BC

【解析】(3)因为小车做初速度为零的匀加速直线运动, 故将(2, 0.78)代入 $s = \frac{1}{2}at^2$

可得 $a = 0.39 \text{ m/s}^2$ 。

(4)根据描点法可得如图所示图线



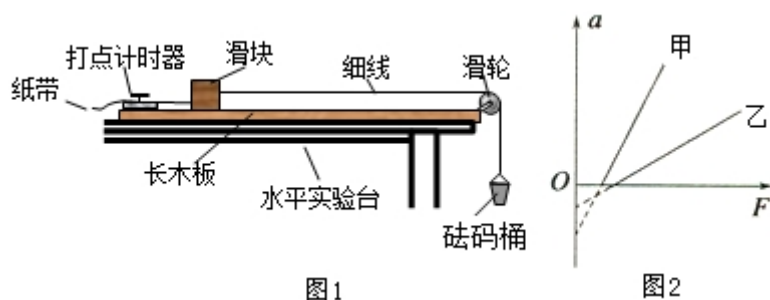
(5)根据牛顿第二定律可得 $nmg = [(5-n)m + M]a$ ，代入 $m=0.010\text{ kg}$ ， $n=1、2、3、4、5$ ，以及相应的加速度求可得 $M = 0.45\text{ kg}$ 。

(6)因为如果不平衡摩擦力，则满足 $F-f=ma$ 的形式，所以故直线不过原点，但仍是直线，A 错误 B 正确；

随着 n 的增大，小车的总质量在减小，故直线的斜率变大，故 C 正确。

【方法技巧】对于高中实验，要求能明确实验原理，认真分析各步骤，从而明确实验方法；同时注意掌握图象的性质，能根据图象进行分析，明确对应规律的正确应用。

74.(2013·天津卷)某实验小组利用图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。(填“远大于”、“远小于”或“近似等于”)

(3)甲、乙两同学在同一实验室，各取一套图示的装置放在水平桌面上，木块上均不放砝码，在没有平衡摩擦力的情况下，研究加速度 a 与拉力 F 的关系，分别得到图中甲、乙两条直线。设甲、乙用的木块质量分别为 $m_{\text{甲}}$ 、 $m_{\text{乙}}$ ，甲、乙用的木块与木板间的动摩擦因数分别为 $\mu_{\text{甲}}$ 、 $\mu_{\text{乙}}$ ，由图可知， $m_{\text{甲}}$ _____ $m_{\text{乙}}$ ， $\mu_{\text{甲}}$ _____ $\mu_{\text{乙}}$ 。(填“大于”、“小于”或“等于”)

【答案】(1)AD (2)远小于 (3)小于 大于

【解析】(1)A、调节滑轮的高度，使牵引木块的细绳与长木板保持平行，否则拉力不会等于合力，故 A 正确；B、在调节模板倾斜度平衡木块受到的滑动摩擦力时，不应悬挂“重物”，故 B 选项错误；C、打点计时器要“早来晚走”即实验开始时先接通打点计时器的电源待其平稳工作后再释放木块，而当实验结束时应先控制木块停下再停止打点计时器，故 C 选项错误；D 平衡摩擦力后，有 $mgsin\theta = \mu mgcos\theta$ ，即 $\mu = tan\theta$ ，与质量无关，故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，故 D 正确；选择 AD。

(2)砝码桶加速下滑时，处于失重状态，其对细线的拉力小于重力，要使细线的拉力近似等于砝码桶的重力，应该使加速度减小，即砝码桶的总质量应该远小于木块和木块上的砝码的总质量。

(3)当没有平衡摩擦力时有： $T - f = ma$ ，故 $a = \frac{1}{m}T - \mu g$ ，即图线斜率为 $\frac{1}{m}$ ，纵轴截距的大小为 μg 。观察图线可知 $m_{\text{甲}}$ 小于 $m_{\text{乙}}$ ， $\mu_{\text{甲}}$ 大于 $\mu_{\text{乙}}$ 。

【考点定位】探究加速度与物体质量、物体受力的关系

75.(2012·大纲全国卷)图 1 为验证牛顿第二定律的实验装置示意图。图中打点计时器的电源为 50Hz 的交流电源,打点的时间间隔用 Δt 表示。在小车质量未知的情况下,某同学设计了一种方法用来研究“在外力一定的条件下,物体的加速度与其质量间的关系”。

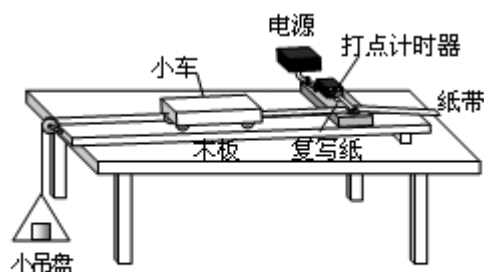


图 1

(1)完成下列实验步骤中的填空:

①平衡小车所受的阻力:小吊盘中不放物块,调整木板右端的高度,用手轻拨小车,直到打点计时器打出一系列_____的点。

②按住小车,在小吊盘中放入适当质量的物块,在小车中放入砝码。

③打开打点计时器电源,释放小车,获得带有点迹的纸带,在纸带上标出小车中砝码的质量 m 。

④按住小车,改变小车中砝码的质量,重复步骤③。

⑤在每条纸带上清晰的部分,每 5 个间隔标注一个计数点。测量相邻计数点的间距 $s_1, s_2, \dots$ 。求出与不同 m 相对应的加速度 a 。

⑥以砝码的质量 m 为横坐标, $\frac{1}{a}$ 为纵坐标,在坐标纸上做出 $\frac{1}{a}-m$ 关系图线。若加速度与小车和砝码的总质量成反比,则 $\frac{1}{a}$ 与 m 处应成_____关系(填“线性”或“非线性”)。

(2)完成下列填空:

(i)本实验中,为了保证在改变小车中砝码的质量时,小车所受的拉力近似不变,小吊盘和盘中物块的质量之和应满足的条件是_____。

(ii) 设纸带上三个相邻计数点的间距为 s_1 、 s_2 、 s_3 。 a 可用 s_1 、 s_3 和 Δt 表示为 $a = \frac{s_3 - s_1}{10\Delta t^2}$ 。图 2 为用米尺测量某一纸带上的 s_1 、 s_3 的情况，由图可读出

$s_1 = 24.1$ mm, $s_3 = 47.3$ mm。由此求得加速度的大小

$a = 1.16$ m/s²。

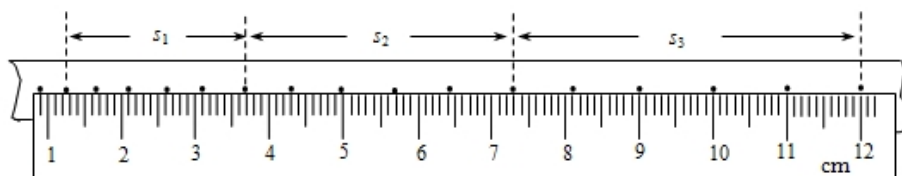


图 2

(iii) 图 3 为所得实验图线的示意图。设图中直线的斜率为 k ，在纵轴上的截距为 b ，若牛顿定律成立，则小车受到的拉力为 $\frac{b}{k}$ ，小车的质量为 $\frac{1}{k}$ 。

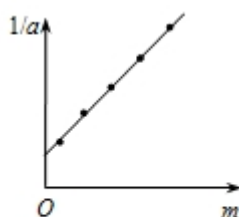


图 3

【答案】(1)①均匀⑥线性 (2)(i)远小于小车和小车中砝码的质量之和

(ii) $\frac{s_3 - s_1}{10\Delta t^2}$ 24.1 47.3 1.16 (iii) $\frac{1}{k}$ $\frac{b}{k}$

【解析】(1)①平衡摩擦力的标准为小车可以匀速运动，打点计时器打出的纸带点迹间隔均匀。⑥由 $a = \frac{F}{m}$ ，故 $\frac{1}{a} = \frac{m}{F}$ ，故 $\frac{1}{a}$ 与 m 成线性关系。

(2)(i) 设小车的质量为 M ，小吊盘和盘中物块的质量为 m ，设绳子上拉力为 F ，以整体为研究对象有 $mg = (m + M)a$ ，解得 $a = \frac{mg}{M + m}$ ，以 M 为研究对象有绳子的拉力 $F = Ma = \frac{M}{m + M}mg$ ，显然要有 $F = mg$ 必有 $m + M = M$ ，故有 $M \gg m$ ，即只有 $M \gg m$ 时才可以认为绳对小车的拉力大小等于小吊盘和盘中物块的重力。所以为

了保证在改变小车中砝码的质量时，小车所受的拉力近似不变，小吊盘和盘中物块的质量之和应该远小于小车和砝码的总质量。

(ii) 设纸带上三个相邻计数点的间距为 s_1 、 s_2 、 s_3 ，由匀变速直线运动的推论得：

$$\Delta x = aT^2, \text{ 即 } s_3 - s_1 = 2a(5\Delta t)^2, \quad a = \frac{s_3 - s_1}{50(\Delta t)^2}。 \text{ 图 2 为用米尺测量某一纸带上的 } s_1、s_3$$

的情况，由图可读出 $s_1 = 24.2\text{mm}$ ， $s_3 = 47.2\text{mm}$ 。由此求得加速度的大小

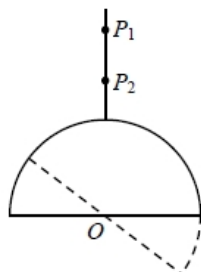
$$a = \frac{s_3 - s_1}{50(\Delta t)^2} = 1.15\text{m/s}^2。$$

(iii) 设小车质量为 M ，小车受到外力为 F ，由牛顿第二定律有 $F = (m + M)a$ ；

所以， $\frac{1}{a} = \frac{m}{F} + \frac{M}{F}$ ，所以， $\frac{1}{a} - m$ 图象的斜率为 $\frac{1}{F}$ ，故 $F = \frac{1}{k}$ ，纵轴截距为 $b = \frac{M}{F} = kM$ ，所以， $M = \frac{b}{k}$ 。

【考点定位】本题考查验证牛顿第二定律实验

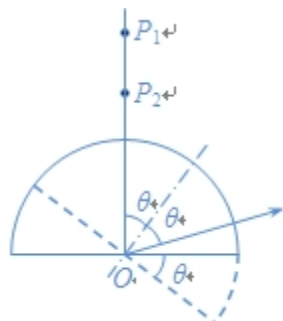
76.(2011·天津卷)某同学用大头针、三角板、量角器等器材测半圆形玻璃砖的折射率。开始玻璃砖的位置如图中实线所示，使大头针 P_1 、 P_2 与圆心 O 在同一直线上，该直线垂直于玻璃砖的直径边，然后使玻璃砖绕圆心 O 缓慢转动，同时，在玻璃砖直径边一侧观察 P_1 、 P_2 的像，且 P_2 的像挡住 P_1 的像。如此观察，当玻璃砖转到图中虚线位置时，上述现象恰好消失。此时只需测量出_____，即可计算出玻璃砖的折射率。请用你的测量量表示出折射率。



【答案】 $n = \frac{1}{\sin \theta}$

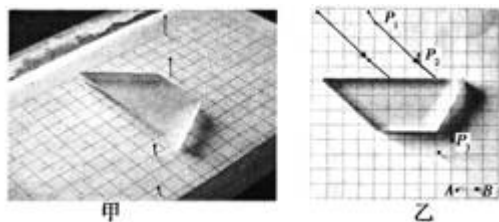
【解析】由题意可知，当玻璃砖转过某一角度 θ 时，刚好发生全反射，在直径边一侧观察不到 P_1 、 P_2 的像，做出如图所示的光路图可知，当转过角度 θ 时有

$$n = \frac{1}{\sin \theta}。$$



【考点定位】光的折射

77.(2012·浙江卷)在“测定玻璃的折射率”实验中，某同学经正确操作插好了 4 枚大头针，如图甲所示。

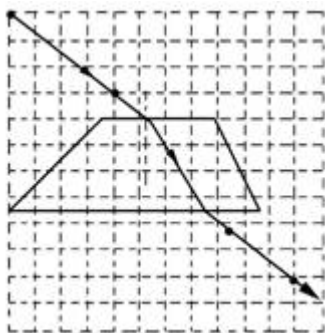


(1)在答题纸上相应的图中画出完整的光路图；

(2)对你画出的光路图进行测量和计算，求得该玻璃砖的折射率 $n=$ _____ (保留 3 位有效数字)；

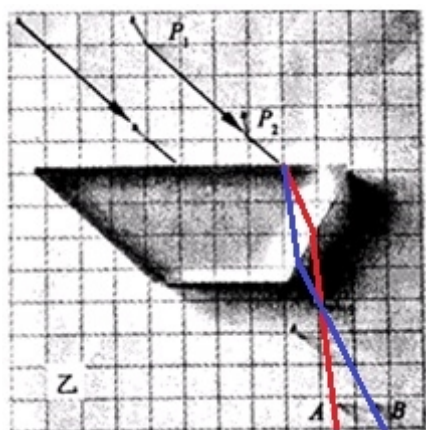
(3)为了观察光在玻璃砖不同表面的折射现象，某同学做了二次实验，经正确操作插好了 8 枚大头针，如图乙所示。图中 P_1 和 P_2 是同一入射光线上的 2 枚大头针，其对应出射光线上的 2 枚大头针是 P_3 和 _____ (填“A”和“B”)

【答案】(1)如图所示 (2) 1.51 ± 0.03 (3)A



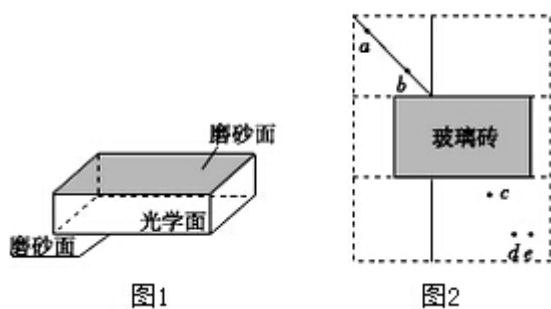
【解析】(1)假设每小格边长为 1， $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$ ，得 $n = 1.51$ 。

(2)由 P_1P_3 射入后，第一次折射时入射角大于折射角，第二次折射时折射角大于入射角，经过 A 点，光路如下图红线，若从 B 点射出，如下图蓝线，则不能保证上述条件。



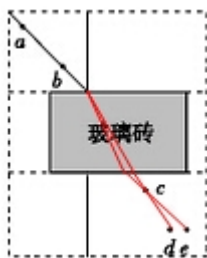
【考点定位】本题考查“测定玻璃的折射率”实验中及其相关知识

78.(2012·重庆卷)如图 1 所示为光学实验用的长方体玻璃砖，它的_____面不能用手直接接触。在用插针法测定玻璃砖折射率的实验中，两位同学绘出的玻璃砖和三个针孔 a 、 b 、 c 的位置相同，且插在 c 位置的针正好挡住插在 a 、 b 位置的针的像，但最后一个针孔的位置不同，分别为 d 、 e 两点，如图 2 所示，计算折射率时，用_____ (填“ d ”或“ e ”)点得到的值较小，用_____ (填“ d ”或“ e ”)点得到的值误差较小。



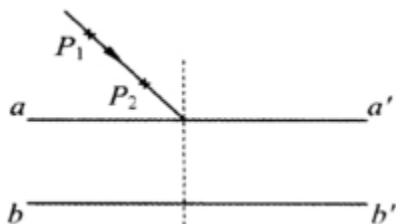
【答案】光学，d，e

【解析】玻璃砖的光学面不能用手直接接触，接触面的污渍会影响接触面的平整，进而影响折射率的测定。连接 dc 、 ec 并延长至玻璃砖的光学面与白纸的交线，交点为出射点，入射点与出射点的连线即为折射光线，入射角一定，用 d 点时，折射角大，折射率小；对于两光学面平行的玻璃砖，入射光线和出射光线平行， ec 连线与入射光线平行，误差小，参照下图。



【考点定位】本题考查插针法测定玻璃砖折射率的实验及其相关知识

79.(2015·北京卷·T21(1))“测定玻璃的折射率”的实验中，在白纸上放好玻璃砖， aa' 和 bb' 分别是玻璃砖与空气的两个界面，如图所示，在玻璃砖的一侧插上两枚大头针 P_1 和 P_2 ，用“+”表示大头针的位置，然后在另一侧透过玻璃砖观察，并依次插上大头针 P_3 和 P_4 ，在插 P_3 和 P_4 时，应使_____ (选填选项前的字母)



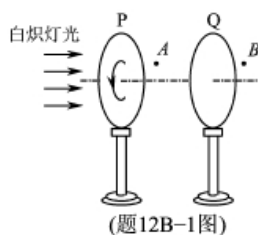
A. P_3 只挡住 P_1 的像 B. P_4 只挡住 P_2 的像 C. P_3 同时挡住 P_1 、 P_2 的像

【答案】C

【解析】在“测定玻璃砖的折射率”实验中，由折射的光路可知插针时应使 P_3 同时挡住 P_1 、 P_2 的像， P_4 同时挡住 P_1 、 P_2 、 P_3 的像，故选项 C 正确。

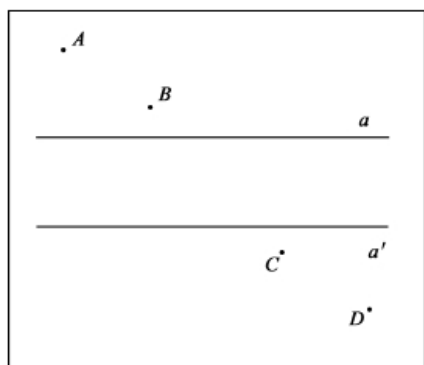
【考点定位】测定玻璃的折射率。

80.(2012·江苏卷)(1)如图所示，白炽灯的右侧依次平行放置偏振片 P 和 Q ， A 点位于 P 、 Q 之间， B 点位于 Q 右侧。旋转偏振片 P ， A 、 B 两点光的强度变化情况是_____。



- (A) A 、 B 均不变 (B) A 、 B 均有变化 (C) A 不变， B 有变化 (D) A 有变化， B 不变

(2)“测定玻璃的折射率”实验中，在玻璃砖的一侧竖直插两个大头针 A 、 B ，在另一侧再竖直插两个大头针 C 、 D 。在插入第四个大头针 D 时，要使它 _____。图2是在白纸上留下的实验痕迹，其中直线 a 、 a' 是描在纸上的玻璃砖的两个边。根据该图可算得玻璃的折射率 n = _____。(计算结果保留两位有效数字)



【答案】(1)C (2)挡住 C 及 A 、 B 的像；1.8(1.8—1.9 都算对)

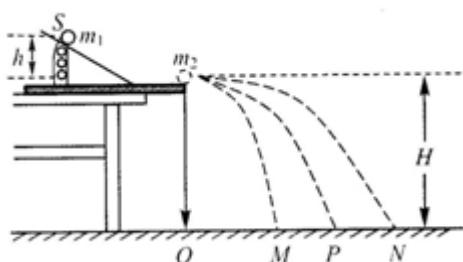
【解析】(1)偏振片对入射光具有遮蔽和透过的功能，可使纵向光或横向光一种透过，一种遮蔽，旋转偏振片 P ， PQ 放置的方向不同，通过 P 的光线有一部分不能通过 Q ， A 、 B 两点光的强度 A 不变， B 有变化。

(2)如图所示,连接 AB 延长交 a 于 E 点,连接 CD 反向延长交 a' 与 G 点,连接 EG, 以 E 为圆心以 EG 长为半径画圆, 交 AB 与 I, 分别过 I、G 做过 E 点的法线的

的垂线 IH、GF, 用刻度尺测量 IH、GF, 折射率 $n = \frac{IH}{GF} = 1.6$

【考点定位】 本题考查光学及其相关知识

81.(2011·北京卷·T21)如图所示,用"碰撞实验器"可以验证动量守恒定律,即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。



①实验中,直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的。但是,可以通过仅测量 _____ (填选项前的符号),间接地解决这个问题。

小球开始释放高度 h

B. 小球抛出点距地面的高度 H

C. 小球做平抛运动的射程

②图2中 O 点是小球抛出点在地面上的垂直投影.实验时,先让入射球 m_1 多次从斜轨上 S 位置静止释放,找到其平均落地点的位置 P ,测量平抛射程 OP .然后,把被碰小球 m_2 静置于轨道的水平部分,再将入射球 m_1 从斜轨上 S 位置静止释放,与小球 m_2 相碰,并多次重复.接下来要完成的必要步骤是 _____ (填选项前的符号)

A. 用天平测量两个小球的质量 m_1 、 m_2

B. 测量小球 m_1 开始释放高度 h

C. 测量抛出点距地面的高度 H

D.分别找到 m_1 、 m_2 相碰后平均落地点的位置M、N

E.测量平抛射程OM, ON

③若两球相碰前后的动量守恒,其表达式可表示为_____ (用②中测量的量表示);若碰撞是弹性碰撞,那么还应满足的表达式为_____(用②中测量的量表示).

④经测定, $m_1=45.0\text{g}$, $m_2=7.5\text{g}$, 小球落地点的平均位置距O点的距离如图所示.碰撞前、后 m_1 的动量分别为 p_1 与 p_1' , 则 $p_1 : p_1' =$ _____;若碰撞结束时 m_2 的动量为 p_2' , 则 $p_1' : p_2' =$ _____.实验结果表明,碰撞前、后总动量的比值 $\frac{p_1}{p_1' + p_2'}$ 为_____

⑤有同学认为,在上述实验中仅更换两个小球的材质,其它条件不变,可以使被碰小球做平抛运动的射程增大.请你用④中已知的数据,分析和计算出被碰小球 m_2 平抛运动射程ON的最大值为_____cm.

【答案】(1)①S ③T 0 刻线④ADC(2)①C ②ADE 或 DEA 或 DAE

③ $m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON = m_1 OP$, $m_1 \cdot OM^2 + m_2 \cdot ON^2 = m_1 OP^2$ ④14 2.9
1~1.01⑤76.8

【解析】验证动量守恒定律实验中,即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系,直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的,但是通过落地高度不变情况下水平射程来体现速度。故答案是 C;

实验时,先让入射球 m_1 多次从斜轨上 S 位置静止释放,找到其平均落地点的位置 P,测量平抛射程 OP。然后,把被碰小球 m_2 静置于轨道的水平部分,再将入射球 m_1 从斜轨上 S 位置静止释放,与小球 m_2 相碰,并多次重复。测量平均落地点的位置,找到平抛运动的水平位移,因此步骤中 D、E 是必须的,而且 D 要在 E 之前。至于用天平称量质量先后均可以。所以答案是 ADE 或 DEA 或 DAE

设落地时间为 t ，则 $v_1 = \frac{OP}{t}$ ， $v'_1 = \frac{OM}{t}$ ， $v'_2 = \frac{ON}{t}$ ；而动量守恒的表达式是

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2，动能守恒的表达式是 \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2$$

所以若两球相碰前后的动量守恒，则 $m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON = m_1 \cdot OP$ 成立

若碰撞是弹性碰撞，动能是守恒的，则有 $m_1 \cdot OM^2 + m_2 \cdot ON^2 = m_1 \cdot OP^2$ 成立

碰撞前后 m_1 动量之比：
$$\frac{P_1}{P'_1} = \frac{OP}{OM} = \frac{44.8}{35.2} = \frac{14}{11}$$

$$\frac{P'_1}{P'_2} = \frac{m_1 \times OM}{m_2 \times ON} = \frac{45.0 \times 35.2}{7.5 \times 55.68} = \frac{11}{2.9}$$

$$\frac{P_1}{P'_1 + P'_2} = \frac{m_1 \cdot OP}{m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON} = \frac{45 \times 44.8}{45 \times 35.2 + 7.5 \times 55.68} = 1.01$$

发生弹性碰撞时，被碰小球获得速度最大，根据动量守恒的表达式是

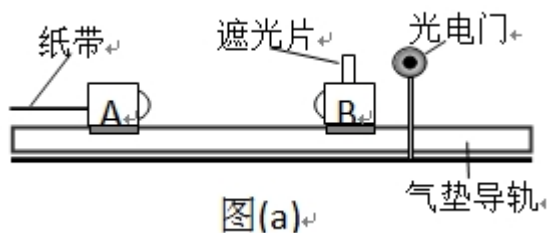
$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

动能守恒的表达式是
$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2$$

联立解得 $v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$ ，因此最大射程为
$$S = \frac{2 \times 45}{45 + 7.5} \times 44.8 \text{ cm} = 76.8 \text{ cm}$$

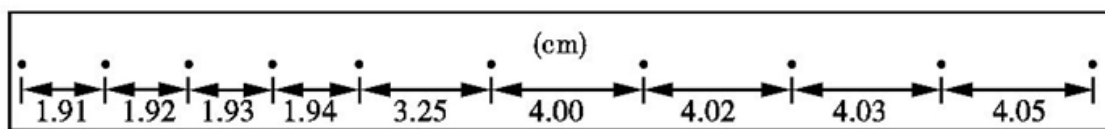
【考点定位】 动量守恒定律.

82.(2014·新课标全国卷II)利用图(a)所示的装置验证动量守恒定律。在图(a)中，气垫导轨上有 A 、 B 两个滑块，滑块 A 右侧带有一弹簧片，左侧与打点计时器(图中未画出)的纸带相连；滑块 B 左侧也带有一弹簧片，上面固定一遮光片，光电计时器(未完全画出)可以记录遮光片通过光电门的时间。



图(a)

实验测得滑块 A 质量 $m_1=0.310\text{kg}$ ，滑块 B 的质量 $m_2=0.108\text{kg}$ ，遮光片的宽度 $d=1.00\text{cm}$ ；打点计时器所用的交流电的频率为 $f=50\text{Hz}$ 。将光电门固定在滑块 B 的右侧，启动打点计时器，给滑块 A 一向右的初速度，使它与 B 相碰；碰后光电计时器显示的时间为 $\Delta t_B = 3.500\text{ms}$ ，碰撞前后打出的纸带如图(b)所示。



图(b)

若实验允许的相对误差绝对值 $\left(\left| \frac{\text{碰撞前后总动量之差}}{\text{碰前总动量}} \right| \cdot 100\% \right)$ 最大为 5% ，本实验是否在误差范围内验证了动量守恒定律？写出运算过程。

【答案】见解析。

【解析】按定义，物体运动的瞬时速度大小 v 为：
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1)$$

式中 Δs 为物块在很短时间 Δt 内走过的路程，设纸带上打出相邻两点的时间间隔为 Δt_A ，则

$$\Delta t_A = \frac{1}{f} = 0.02\text{s} \quad (2)$$

Δt_A 可视为很短；设在 A 碰撞前后瞬时速度大小分别为 v_0, v_1 ，将②式和图给实验数据代入①式可得：
$$v_0 = 2.00\text{m/s} \quad (3)$$

$$v_1 = 0.970\text{m/s} \quad (4)$$

设 B 在碰撞后的速度大小为 v_2 ，由①式有 $v_2 = \frac{d}{\Delta t_B}$

代入题所给的数据可得： $v_2=2.86\text{m/s}$ ⑥

设两滑块在碰撞前后的动量分别为 P 和 P' ，则

$$P=m_1v_0 \quad \text{⑦}$$

$$P'=m_2v_1+m_2v_2 \quad \text{⑧}$$

两滑块在碰撞前后总动量相对误差的绝对值为

$$\delta_r = \left| \frac{P-P'}{P} \right| \times 100\% \quad \text{⑨}$$

联立③④⑥⑦⑧⑨式并代入有关数据，可得： $\delta_r = 1.7\% < 5\%$ ⑩

因此，本实验在允许的误差范围内验证了动量守恒定律。

【考点定位】验证动量守恒定律。

83.(2011·全国卷)在“油膜法估测油酸分子的大小”实验中，有下列实验步骤：

- ①往边长约为 40 cm 的浅盘里倒入约 2 cm 深的水.待水面稳定后将适量的痱子粉均匀地撒在水面上。
- ②用注射器将事先配好的油酸酒精溶液滴一滴在水面上，待薄膜形状稳定。
- ③将画有油膜形状的玻璃板平放在坐标纸上，计算出油膜的面积，根据油酸的体积和面积计算出油酸分子直径的大小。
- ④用注射器将事先配好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒中，记下量筒内每增加一定体积时的滴数，由此计算出一滴油酸酒精溶液的体积。
- ⑤将玻璃板放在浅盘上，然后将油膜的形状用彩笔描绘在玻璃板上。

完成下列填空：

(1)上述步骤中，正确的顺序是_____。(填写步骤前面的数字)

(2)将 1 cm^3 的油酸溶于酒精，制成 300 cm^3 的油酸酒精溶液，测得 1 cm^3 的油酸酒精溶液有 50 滴。现取一滴该油酸酒精溶液滴在水面上，测得所形成的油膜的面积是 0.13 m^2 。由此估算出油酸分子的直径为_____m。(结果保留 1 位有效数字)

【答案】(1)④①②⑤③ (2) 5×10^{-10}

【解析】(1)在“油膜法估测油酸分子的大小”实验中，按题目所给的实验步骤合理的顺序为④①②⑤③

(2)1 滴油酸酒精溶液中所含油酸的体积

$$V = \frac{1}{50} \times \frac{1}{300} \text{ cm}^3 = \frac{2}{3} \times 10^{-4} \text{ cm}^3 = \frac{2}{3} \times 10^{-10} \text{ m}^3, \text{ 油酸分子的直径约为}$$
$$d = \frac{V}{S} = \frac{\frac{2}{3} \times 10^{-10}}{0.13} \text{ m} = 5 \times 10^{-10} \text{ m}。$$

【考点定位】“油膜法估测油酸分子的大小”实验

84.(2011·上海卷·T27)在“用单分子油膜估测分子大小”实验中，

(1)某同学操作步骤如下：

- ①取一定量的无水酒精和油酸，制成一定浓度的油酸酒精溶液；
- ②在量筒中滴入一滴该溶液，测出它的体积；
- ③在蒸发皿内盛一定量的水，再滴入一滴油酸酒精溶液，待其散开稳定；
- ④在蒸发皿上覆盖透明玻璃，描出油膜形状，用透明方格纸测量油膜的面积。

改正其中的错误：

(2)若油酸酒精溶液体积浓度为 0.10%，一滴溶液的体积为 $4.8 \times 10^{-3} \text{ ml}$ ，其形成的油膜面积为 40 cm^2 ，则估测出油酸分子的直径为_____m。

【答案】(1)②在量筒中滴入 N 滴溶液③在水面上先撒上痱子粉(2) 1.2×10^{-9}

(1)②要测出一滴油酸酒精溶液的体积，即在量筒中滴入 N 滴溶液，测出其体积

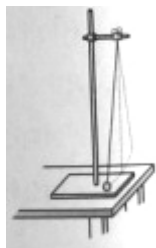
为 V ，则一滴该溶液的体积为 $V_1 = \frac{V}{n}$ ，

③为了使一滴油酸酒精溶液散开后界面比较清晰，要在水面上先撒上痱子粉。

(2) $d = \frac{4.8 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \times 0.10\%}{40 \times 10^{-4}} m = 1.2 \times 10^{-9} m$ (注意单位换算，用 SI 即国际单位制)

【考点定位】“用单分子油膜估测分子大小”实验

85.(2015·天津卷·T9(2))某同学利用单摆测量重力加速度



(1)为了使测量误差尽量小，下列说法正确的是_____

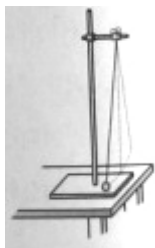
A.组装单摆须选用密度和直径都较小的摆球

B.组装单摆须选用轻且不易伸长的细线

C.实验时须使摆球在同一竖直面内摆动

D.摆长一定的情况下，摆的振幅尽量大

(2)如图所示，在物理支架的竖立柱上固定有摆长约为 1m 的单摆，实验时，由于仅有量程为 20cm 、精度为 1mm 的钢板刻度尺，于是他先使摆球自然下垂，在竖立柱上与摆球最下端处于同一水平面的位置做一标记点，测出单摆的周期 T_1 ；然后保持悬点位置不变，设法将摆长缩短一些，再次使摆球自然下垂，用同样方法在竖立柱上做另一标记点，并测出单摆周期 T_2 ；最后用钢板刻度尺量出竖立柱上两标记点之间的距离 ΔL ，用上述测量结果，写出重力加速度的表达式 $g =$ _____



【答案】(1)BC; (2) $\frac{4\pi^2 \Delta L}{T_1^2 - T_2^2}$

【解析】(1)为了减小空气阻力的误差选用密度大，体积小的小球，A 错。

如果振幅过大，大于 10° 小球的运动不再是简谐运动，所以误差较大，D 错误。

要求小球在运动过程中摆长不变，且是单摆，而不能是圆锥摆故选 BC。

(2) $T_1^2 = 4\pi^2 \frac{L_1}{g}$ 同理得 $T_2^2 = 4\pi^2 \frac{L_2}{g}$ 两式相减可得 $g = \frac{4\pi^2 \Delta L}{T_1^2 - T_2^2}$

【考点定位】用单摆测定当地的重力加速度。

86.(2015·北京卷·T21(2))用单摆测定重力加速度的实验装置如图 2 所示。

(1)组装单摆时，应在下列器材中选用_____ (选填选项前的字母)

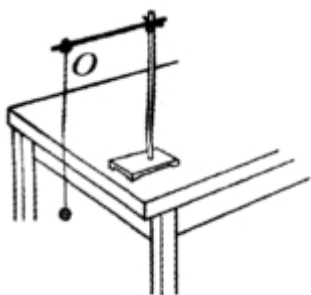


图 2

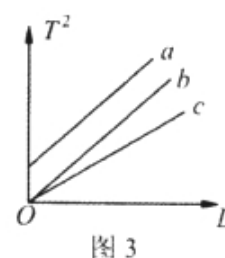
A.长度为 1m 左右的细线 B.长度为 30cm 左右的细线

C.直径为 1.8cm 的塑料球 D.直径为 1.8cm 的铁球

(2)测出悬点 O 到小球球心的距离(摆长)L 及单摆完成 n 次全振动所用的时间 t，则重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 L、n、t 表示)

(3)下表是某同学记录的 3 组实验数据，并做了部分计算处理。

组次	1	2	3
摆长 L/cm	80.00	90.00	100.00
50 次全振动所用的时间 t/s	90.0	95.5	100.5
振动周期 T/s	1.80	1.91	
重力加速度 $g/(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$	9.74	9.73	



请计算出第 3 组实验中的 $T=\underline{\hspace{2cm}}\text{s}$, $g=\underline{\hspace{2cm}}\text{m/s}^2$

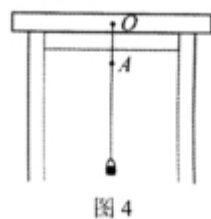
(4)用多组实验数据做出 T^2-L 图像,也可以求出重力加速度 g , 已知三位同学做出的 T^2-L 图线的示意图如图 3 中的 a、b、c 所示, 其中 a 和 b 平行, b 和 c 都过原点, 图线 b 对应的 g 值最接近当地重力加速度的值。则相对于图线 b, 下列分析正确的是_____ (选填选项前的字母)。

A.出现图线 a 的原因可能是误将悬点到小球下端的距离记为摆长 L

B.出现图线 c 的原因可能是误将 49 次全振动记为 50 次

C.图线 c 对应的 g 值小于图线 b 对应的 g 值

(5)某同学在家里测重力加速度。他找到细线和铁锁, 制成一个单摆, 如图 4 所示, 由于家里只有一根量程为 30cm 的刻度尺, 于是他在细线上的 A 点做了一个标记, 使得悬点 O 到 A 点间的细线长度小于刻度尺量程。保持该标记以下的细线长度不变, 通过改变 O、A 间细线长度以改变摆长。实验中, 当 O、A 间细线的长度分别为 l_1 和 l_2 时, 测得相应单摆的周期为 T_1 、 T_2 。由此可得重力加速度 $g=\underline{\hspace{2cm}}$ (用 l_1 、 l_2 、 T_1 、 T_2 表示)。



【答案】(1)AD，(2) $\frac{4\pi^2 n^2 L}{t^2}$ ，(3)2.01，9.76(9.76~9.77)；(4)B；(5) $\frac{4\pi^2(l_1 - l_2)}{T_1^2 - T_2^2}$

或 $\frac{4\pi^2(l_2 - l_1)}{(T_2^2 - T_1^2)}$

【解析】(1)在用单摆测定重力加速度的实验基本条件是摆线长度远大于小球直径，小球的密度越大越好；故摆线应选取长约 1m 左右的不可伸缩的细线，摆球应选取体积小而质量大的铁球，以减小实验误差，故选 AD。

(2)n 次全振动的时间为 t，则振动周期为 $T = \frac{t}{n}$ ，根据单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ，

可推出 $g = \frac{4\pi^2 n^2 L}{t^2}$

(3)50 次全振动的时间为 100.5s，则振动周期为 $T = \frac{t}{n} = \frac{100.5}{50}\text{s} = 2.01\text{s}$ ，代入公式

求得 $g = \frac{4\pi^2 n^2 L}{t^2} = 9.77\text{m/s}^2$

(4)由 $T^2 = \frac{4\pi^2}{g}L$ 可知 $T^2 - L$ 图像的斜率 $k = \frac{4\pi^2}{g}$ ，b 曲线为正确的图象。C、斜率

越小，对应的重力加速度 g 越大，选项 C 错误。A、在图象中图线与纵轴正半轴相交表示计算摆长偏小，如漏加小球半径，与纵轴负半轴相交表示摆长偏大，选项 A 错误。B、若误将 49 次全振动记为 50 次，则周期测量值偏小，g 值测量值偏大，对应的图像斜率偏小，选项 B 正确。故选 B。

(5)设 A 到铁锁重心的距离为 l，则第一次的实际摆长为 $l + l_1$ ，第二次的实际摆长

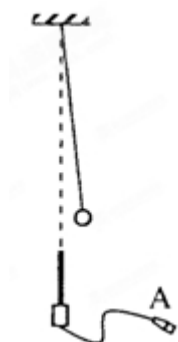
为 $l + l_2$ ，由周期公式 $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l + l_1}{g}}$ ， $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l + l_2}{g}}$ ，联立消去 l，解得 $\frac{4\pi^2(l_1 - l_2)}{T_1^2 - T_2^2}$

。

【考点定位】用单摆测重力加速度、实验器材选取、加速度表达式及计算，图象法处理数据。

87.(2012·上海卷·T29)在“利用单摆测重力加速度”的实验中。

(1)某同学尝试用 DIS 测量周期。如图，用一个磁性小球代替原先的摆球，在单摆下方放置一个磁传感器，其轴线恰好位于单摆悬挂点正下方。图中磁传感器的引出端 A 应接到_____。使单摆做小角度摆动，当磁感应强度测量值最大时，磁性小球位于_____。若测得连续 N 个磁感应强度最大值之间的时间间隔为 t，则单摆周期的测量值为_____ (地磁场和磁传感器的影响可忽略)。



(2)多次改变摆长使单摆做小角度摆动，测量摆长 L 及相应的周期 T。此后，分别取 L 和 T 的对数，所得到的 $\lg T - \lg L$ 图线为_____ (填：“直线”、“对数曲线”或“指数曲线”)；读得图线与纵轴交点的纵坐标为 c，由此得到该地重力加速度 $g =$ _____。

【答案】(1)数据采集器，最低点(或平衡位置)， $\frac{2t}{N-1}$ ，(2)直线， $\frac{4\pi^2}{10^{2c}}$

【解析】(1)只有小球在最低点时，磁感应器中的磁感强度才最大；连续 N 个磁感应强度最大值应有 N-1 个时间间隔，这段时间应为(N-1)/2 个周期，即：

$$\frac{N-1}{2}T = t \text{ 因此 } T = \frac{2t}{N-1}$$

(2)根据 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ，取对数得 $\lg T = \frac{1}{2}\lg L + \lg 2\pi - \frac{1}{2}\lg g$ 因此图象为一条直线

；图象与纵坐标交点为 C，则 $C = \lg 2\pi - \frac{1}{2}\lg g$ 整理得： $g = \frac{4\pi^2}{10^{2c}}$

【考点定位】 本题考查“利用单摆测重力加速度”的实验及其相关知识

88.(2012·天津卷)某同学用实验的方法探究影响单摆周期的因素。

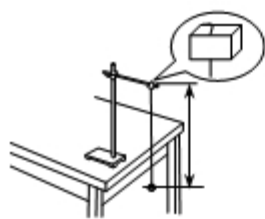


图1

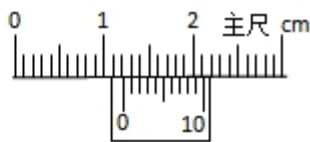


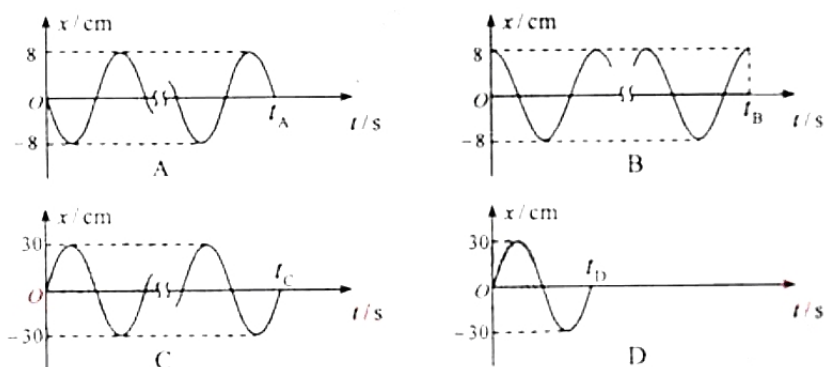
图2

(1)他组装单摆时，在摆线上端的悬点处，用一块开有狭缝的橡皮夹牢摆线，再用铁架台的铁夹将橡皮夹紧，如图所示。这样做的目的是_____ (填字母代号)。

- A.保证摆动过程中摆长不变
- B.可使周期测量得更加准确
- C.需要改变摆长时便于调节
- D.保证摆球在同一竖直平面内摆动

(2)他组装好单摆后在摆球自然悬垂的情况下，用毫米刻度尺从悬点量到摆球的最低端的长度 $L = 0.9990\text{m}$ ，再用游标卡尺测量摆球直径，结果如图所示，则该摆球的直径为_____mm，单摆摆长为_____m。

(3)下列振动图象真实地描述了对摆长约为 1m 的单摆进行周期测量的四种操作过程，图中横作标原点表示计时开始，A、B、C 均为 30 次全振动的图象，已知 $\sin 5^\circ = 0.087$ ， $\sin 15^\circ = 0.26$ ，这四种操作过程合乎实验要求且误差最小的是_____ (填字母代号)。



【答案】(1)AC (2)12.1 0.99295 (3)A

【解析】(1)在摆线上端的悬点处，用一块开有狭缝的橡皮夹牢摆线，再用铁架台的铁夹将橡皮夹紧，是为了防止动过程中摆长发生变化，如果需要改变摆长来探究摆长与周期关系时，方便调节摆长，故 AC 正确；故选 AC。

(2)游标卡尺示数为： $d = 12\text{mm} + 1 \times 0.1\text{mm} = 12.1\text{mm}$ ；单摆摆长为

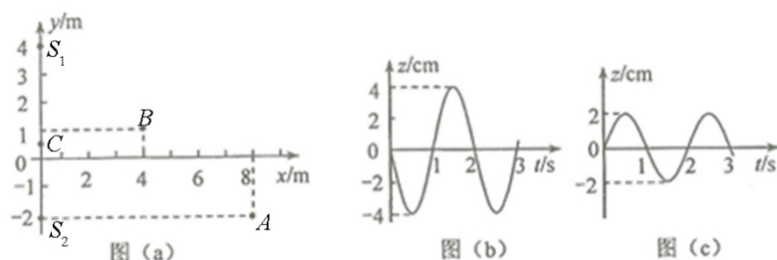
$$L = l - \frac{d}{2} = 0.9990\text{m} - 0.00605\text{m} = 0.99295\text{m}$$

(3)当摆角小于等于 5° 时，我们认为小球做单摆运动，所以振幅约为：

$1 \times 0.087\text{m} = 8.7\text{cm}$ ，当小球摆到最低点开始计时，误差较小，测量周期时要让小球做 30-50 次全振动，求平均值，所以 A 合乎实验要求且误差最小，故选 A

【考点定位】本题考查用实验的方法探究影响单摆周期的因素及其相关知识

89.(2017·新课标I卷)(5分)如图(a)，在 xy 平面内有两个沿 z 方向做简谐振动的点波源 $S_1(0, 4)$ 和 $S_2(0, -2)$ 。两波源的振动图线分别如图(b)和图(c)所示，两列波的波速均为 1.00 m/s 。两列波从波源传播到点 $A(8, -2)$ 的路程差为 _____ m，两列波引起的点 $B(4, 1)$ 处质点的振动相互 _____ (填“加强”或“减弱”)，点 $C(0, 0.5)$ 处质点的振动相互 _____ (填“加强”或“减弱”)。



【答案】2 减弱 加强

【解析】由几何关系可知 $AS_1=10\text{ m}$ ， $AS_2=8\text{ m}$ ，所以波程差为 2 m ；同理可求 $BS_1-BS_2=0$ ，为波长整数倍，由振动图象知两振源振动方向相反，故 B 点为振动减弱点， $CS_1-CS_2=1\text{ m}$ ，波长 $\lambda=vT$ ，所以 C 点振动加强。

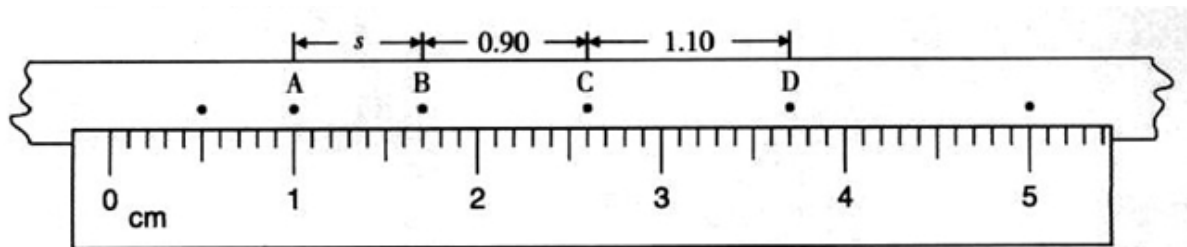
【考点定位】波的叠加、干涉

【名师点睛】本题只要考查产生两列波相遇处是加强或减弱的条件，尤其小心两波源振动的方向是相反的，即振动步调相反，刚好颠倒过来。

90.(2010·广东卷·T34)(1)图 13 是某同学在做匀变速直线运动实验中获得的一条纸带。

①已知打点计时器电源频率为 50Hz ，则纸带上打相邻两点的时间间隔为_____。

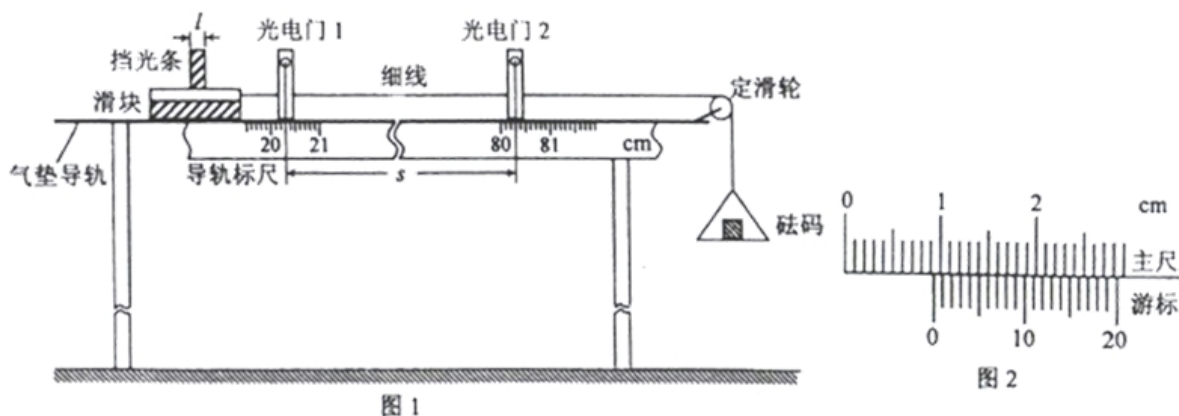
②ABCD 是纸带上四个计数点，每两个相邻计数点间有四个点没有画出。从图 13 中读出 A、B 两点间距 $s=_____$ ；C 点对应的速度是_____ (计算结果保留三位有效数字)。



【答案】(1)① 0.02s ；② 0.70cm ；

【解析】(1)C 点的瞬时速度等于 BD 段的平均速度。

91.(2010·海南卷·T14)利用气垫导轨验证机械能守恒定律，实验装置示意图如图 1 所示：



(1)实验步骤:

- ①将气垫导轨放在水平桌面上，桌面高度不低于 1m ，将导轨调至水平；
- ②用游标卡尺测量挡光条的宽度 l ，结果如图 2 所示，由此读出 $l = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ ；
- ③由导轨标尺读出两光电门中心之间的距离 $s = \underline{\hspace{2cm}} \text{m}$ ；
- ④将滑块移至光电门 1 左侧某处，待砝码静止不动时，释放滑块，要求砝码落地前挡光条已通过光电门 2；
- ⑤从数字计时器(图 1 中未画出)上分别读出挡光条通过光电门 1 和光电门 2 所用的时间 Δt_1 和 Δt_2 ；
- ⑥用天平称出滑块和挡光条的总质量 M ，再称出托盘和砝码的总质量 m 。

(2)用表示直接测量量的字母写出下列所示物理量的表达式:

- ①滑块通过光电门 1 和光电门 2 时瞬时速度分别为 $v_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ 和 $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- ②当滑块通过光电门 1 和光电门 2 时，系统(包括滑块、挡光条、托盘和砝码)的总动能分别为 $E_{k1} = \underline{\hspace{2cm}}$ 和 $E_{k2} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- ③在滑块从光电门 1 运动到光电门 2 的过程中，系统势能的减少 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ (重力加速度为 g)。

(3)如果 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ ，则可认为验证了机械能守恒定律。

【答案】(1)②9.30

③60.00(答案在 59.96~60.04 之间的，也给分)

(2)① $\frac{l}{\Delta t_1}$, $\frac{l}{\Delta t_2}$

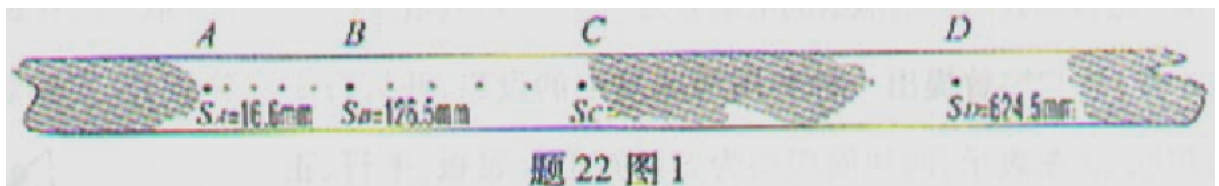
② $\frac{1}{2}(M+m)(\frac{l}{\Delta t_1})^2$, $\frac{1}{2}(M+m)(\frac{l}{\Delta t_2})^2$

③ $mg\sin\theta$

(3) $E_{k2} - E_{k1}$

【解析】由于挡光条宽度很小，因此将挡光条通过光电门时的平均速度当作瞬时速度。

92.(2010·重庆卷)某同学用打点计时器测量做匀变速直线运动的物体的加速度，电源频率 $f=50\text{Hz}$ ，在纸带上打出的点中，选出零点，每隔 4 个点取 1 个计数点，因保存不当，纸带被污染，如题 22 图 1 所示，A、B、C、D 是本次排练的 4 个计数点，仅能读出其中 3 个计数点到零点的距离： $S_A=16.6\text{mm}$ 、 $S_B=126.5\text{mm}$ 、 $S_D=624.5\text{mm}$ 。



若无法再做实验，可由以上信息推知：

①相邻两计数点的时间间隔为_____s；

②打 C 点时物体的速度大小为_____m/s(取 2 位有效数字)；

③物体的加速度大小为_____ (用 S_A 、 S_B 、 S_D 和 f 表示)。

【答案】(1)①0.1 ②2.5 ③ $a = \frac{S_D - 3S_B + 2S_A}{75} f^2$

【解析】(1)本题考查了匀变速直线运动的规律和处理纸带求加速度等知识点。

① $T=5\times 0.02=0.1$

②根据做匀变速直线运动的物体，某段时间内中间时刻的瞬时速度等于这段时间的平均速度有

$$v_C = \frac{l_{BD}}{2T} = \frac{S_D - S_B}{2T} = 2.5 \text{ m/s}$$

③根据做匀变速直线运动的物体，连续相等的时间间隔内的位移之差相等，则有

$$S_{BD} = S_{AB} + aT^2 + (S_{AB} + 2aT^2), \text{ 而 } T = 5t = 5\frac{1}{f}, \text{ 解得 } a = \frac{S_D - 3S_B + 2S_A}{75} f^2。$$

93.(2010·浙江卷·T21. I)在“探究弹簧弹力大小与伸长量的关系”实验中，甲、乙两位同学选用不同的橡皮绳代替弹簧，为测量橡皮绳的劲度系数，他们在橡皮绳下端依次逐个挂上钩码(每个钩码的质量均为 $m=0.1 \text{ kg}$ ，取 $g=10 \text{ m/s}^2$)，并记录绳下端的坐标 $X_{\text{加}i}$ (下标 i 表示挂在绳下端钩码个数)。然后逐个拿下钩码，同样记录绳下端面的坐标 $X_{\text{减}i}$ ，绳下端面坐标的值 $X_i = (X_{\text{加}i} + X_{\text{减}i})/2$ 的数据如下表：

挂在橡皮绳下端的钩码个数	橡皮绳下端的坐标(X_i/mm)	
	甲	乙
1	216.5	216.5
2	246.7	232.0
3	284.0	246.5
4	335.0	264.2
5	394.5	281.3
6	462.0	301.0

(1)同一橡皮绳的 $X_{\text{加}i}$ _____ $X_{\text{减}i}$ (大于或小于);

(2)_____同学的数据更符合实验要求(甲或乙);

(3)选择一组数据用作图法得出该橡皮绳的劲度系数 $k(\text{N/m})$;

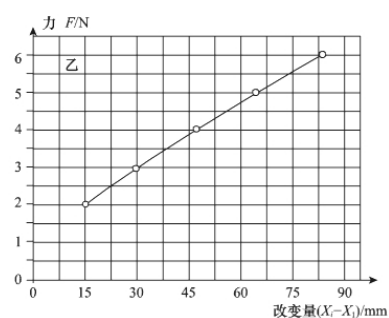
(4)为了更好的测量劲度系数，在选用钩码时需考虑的因素有哪些？

【答案】(1)小于 (2)乙

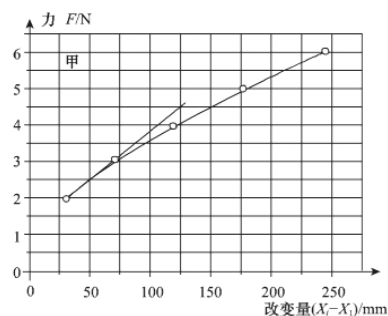
(3)由所给数据得改变量如下表所示

挂在橡皮绳下端的 钩码个数	改变量($x_i - x_1$) / mm	
	甲	乙
1		
2	30.2	15.5
3	67.5	30.0
4	118.5	47.7
5	178.0	64.8
6	245.5	84.5

由上表作图得



由图可得 $k_{\text{乙}} = 57 - 70$ (N/m)



对于甲同学的数据，因为只有前几个数据可认为在弹性范围内，由图中切线的斜率得 $k_{\text{甲}}=25\sim 34(\text{N/m})$

(4)尽可能使伸长量在弹性范围内，同时有足够长的伸长量，以减小长度测量的误差。

【解析】本题考查“探究弹簧弹力大小与伸长量的关系”与“描绘小灯泡的伏安特性曲线”的实验，及考生对所学知识的理解及灵活应用能力。在 I 实验中，同一橡皮条的 $x_{\text{加}}$ 小于 $x_{\text{减}}$ ，因为取下钩码后，橡皮条不能迅速或完全恢复到原来的长度。对于甲同学的数据，只有前几个数据可以认为在弹性限度内，故乙同学的数据更符合实验要求。作出弹簧弹力与弹簧伸长量的关系图线，通过求斜率可得弹簧的劲度系数。为了更好地测量劲度系数，在选用钩码时应该考虑的因素有：钩码不能太多，尽可能使弹簧伸长量在弹性限度内，同时还要有足够大的伸长量，以减小长度测量的误差。

94.(2010·天津卷·T9)(2)在探究求合力的方法时，先将橡皮条的一端固定在水平木板上，另一端系上带有绳套的两根细绳。实验时，需要两次拉伸橡皮条，一次是通过两细绳用两个弹簧秤互成角度的拉橡皮条，另一次是用一个弹簧秤通过细绳拉橡皮条。

①实验对两次拉伸橡皮条的要求中，下列哪些说法是正确的 (填字母代号)。

- A.将橡皮条拉伸相同长度即可
- B.将橡皮条沿相同方向拉到相同长度
- C.将弹簧秤都拉伸到相同刻度
- D.将橡皮条和绳的结点拉到相同位置

②同学们在操作过程中有如下议论，其中对减小实验误差有益的说法是 (填字母代号)。

- A.两细绳必须等长
- B.弹簧秤、细绳、橡皮条都应木板平行
- C.用两弹簧秤同时拉细绳时两弹簧秤示数之差应尽可能大
- D.拉橡皮条的细绳要长些，标记同一细绳方向的两点要远些

【答案】(2)①BD ②BD

【解析】(2)本题考查的是探究平行四边形定则的实验。①力的合成依据就是等效，所以橡皮筋两次必须拉至同一位置，B、D项正确；②为了减小误差，各力必须在同一平面内，B项正确，作出的平行四边形不能太扁，C项错误，另外确定力的方向时要尽量准确，D项的做法可以减小误差，A项内容不必要。

95.(2010·四川卷·T22)(2)有4条用打点计时器(所用交流电频率为50Hz)打出的纸带A、B、C、D，其中一条是做“验证机械能守恒定律”实验时打出的。为找出该纸带，某同学在每条纸带上取了点迹清晰的、连续的4个点，用刻度尺测出相邻两个点间距离依次为 S_1 、 S_2 、 S_3 。请你根据下列 S_1 、 S_2 、 S_3 的测量结果确定该纸带为。(已知当地的重力加速度为 9.791m/s^2)

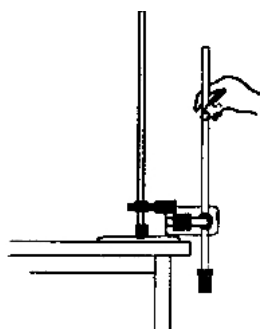
- A.61.0mm 65.8mm 70.7mm B.41.2mm 45.1mm 53.0mm
- C.49.36mm 53.5mm 57.3mm D.60.5mm 61.0mm 60.6mm

【答案】(2)C

【解析】(2)本题主要考查了纸带的处理、由于重物做匀变速运动。所以任意相邻相等时间内位移差相等，选项C正确；

96.(2010·新课标I卷·T22)图为验证机械能守恒定律的实验装置示意图。现有的器材为：带铁夹的铁架台、电磁打点计时器、纸带、带铁夹的重锤、天平。回答下列问题：

(1)为完成此实验，除了所给的器材，还需要的器材有_____。(填入正确选项前的字母)



A.米尺

B.秒表

C.0~12V 的直流电源

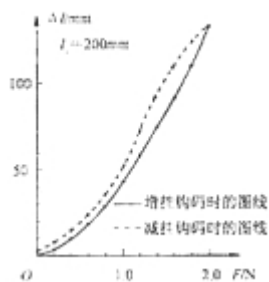
D.0~12V 的交流电源

(2)实验中误差产生的原因有_____。(写出两个原因)

【答案】(1)AD(2)纸带和打点计时器之间有摩擦；用米尺测量纸带上点的位置时读数有误差。

【解析】本题考查的是机械能守恒定律的实验验证。(1)对纸带的处理需要米尺测量出长度，A 项正确；计时的步骤由打点计时器完成，因此不需要秒表，B 项错误；电磁打点计时器的工作电源为低压交流电源，因此 D 项正确。(2)本实验的系统误差来源于纸带和打点计时器之间有摩擦，偶然误差来源于用米尺测量纸带上点的位置时读数有误差。

97.(2010·福建卷·T19(2))某实验小组研究橡皮筋伸长与所受拉力的关系。实验时，将原长约 200mm 的橡皮筋上端固定，在竖直悬挂的橡皮筋下端逐一增挂钩码(质量均为 20g)，每增挂一只钩码均记下对应的橡皮筋伸长量；当挂上 10 只钩码后，再逐一把钩码取下，每取下一只钩码，也记下对应的橡皮筋伸长量。根据测量数据，作出增挂钩码和减挂钩码时的橡皮筋伸长量 Δl 与拉力 F 关系的图像如图所示。从图像中可以得出_____。(填选项前的字母)



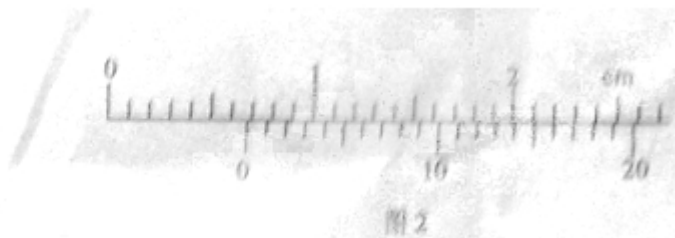
- A. 增挂钩码时 Δl 与 F 成正比，而减挂钩码时 Δl 与 F 不成正比
- B. 当所挂钩码数相同时，增挂钩码时橡皮筋的伸长量比减挂钩码时的大
- C. 当所挂钩码数相同时，增挂钩码时橡皮筋的伸长量与减挂钩码时的相等
- D. 增挂钩码时所挂钩码数过多，导致橡皮筋超出弹性限度

【答案】(2)D

【解析】(2) 本题考查的原形弹簧伸长量与形变量的关系及考生的推理能力、实验能力。由图知不管增挂钩码还是减挂钩码， Δl 与 F 均不成正比，且减挂比增挂钩码相同下，减挂钩码的伸长量大，故正确的选项为 D。

98.(2010·安徽卷·T21) I.(1) 在测定金属的电阻率实验中，用螺旋测微器测量金属丝的直径，示数如图 1 所示，读数为_____mm。

(2) 在用单摆测定重力加速度实验中，用游标为 20 分度的卡尺测量摆球的直径，示数如图 2 所示，读数为_____cm。

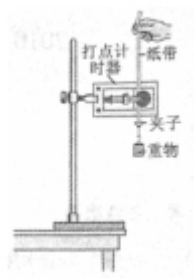


【答案】I(1)0.617(0.616—0.619)。(2)0.675

【解析】I. 本题考查了螺旋测微器与游标卡尺的读数，注意螺旋测微器要估读，此题中主尺上可读得 0.5mm，螺旋尺上读数在 11-12 之间，估读为 11.7，记为 0.117mm，两部分相加即为最终读数 0.617mm(0.616—0.619mm 之间)。游标卡尺不

用估读，此题中先明确是 $1/20$ 刻度，主尺上读数记为 6mm ，游标尺上是第 15 个格对齐，记为 $15 \times 1/20 = 0.75\text{mm}$ ，两部分相加最后读数为 0.675cm 。

99.(2010·安徽卷·T21)III.利用图示装置进行验证机械能守恒定律的试验时，需要测量物体由静止开始自由下落到某点时的瞬时速度 v 和下落高度 h 。某班同学利用实验得到的纸带，设计了以下四种测量方案。



A.用刻度尺测出物体下落的高度 h ，并测出下落时间 t ，通过 $v = gt$ 计算出瞬时速度 v_0 。

B.用刻度尺测出物体下落的高度 h ，并通过 $v = \sqrt{2gh}$ 计算出瞬时速度。

C.根据做匀速直线运动时纸带上某点的瞬时速度，等于这点前后相邻两点间的平均速度，测算出瞬时速度，并通过计算出高度 h ，

D.用刻度尺测出物体下落的高度 h ，根据做匀速直线运动时纸带上某点的瞬时速度，等于这点前后相邻两点间的平均速度，测算出瞬时速度 v_0 。

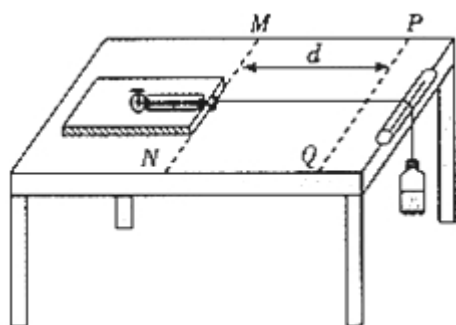
以上方案中只有一种正确，正确的是 _____。(填入相应的字母)

【答案】III.d

【解析】III.本题考查的是验证机械能守恒定律中的纸带处理问题。a项中的 h 与时间 t 很难对应；b项中的前提已经运用了结论内容；c项中 h 不是计算出的，是测量出的。所以只有 d 正确。

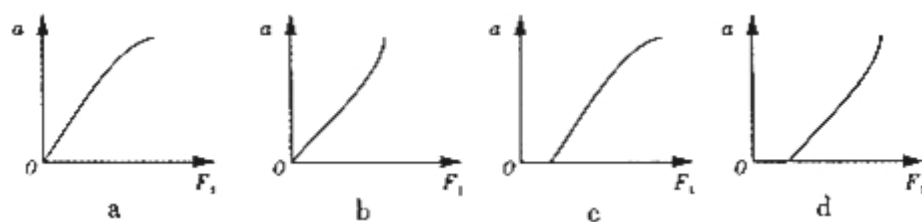
100.(2010·山东卷·T23)(1)某同学设计了如图所示的装置来探究加速度与力的关系。弹簧秤固定在一合适的木板上，桌面的右边缘固定一支表面光滑的铅笔以代替定滑轮，细绳的两端分别于弹簧秤的挂钩和矿泉水瓶连接。在桌面上画出两条

平行线 MN、PQ，并测出间距 d_0 开始时讲模板置于 MN 处，现缓慢向瓶中加水，直到木板刚刚开始运动为止，记下弹簧秤的示数 F_0 ，以此表示滑动摩擦力的大小。再将木板放回原处并按住，继续向瓶中加水后，记下弹簧秤的示数 F_1 ，然后释放木板，并用秒表记下木板运动到 PQ 处的时间 t_0 。



①木板的加速度可以用 d 、 t 表示为 $a=$ _____；为了减小测量加速度的偶然误差可以采用的方法是_____ (一种即可)。

②改变瓶中水的质量重复实验，确定加速度 a 与弹簧秤示数 F_1 的关系。下列图象能表示该同学实验结果的是。



③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_____。

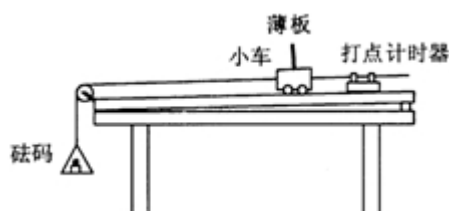
- a.可以改变滑动摩擦力的大小
- b.可以更方便地获取多组实验数据
- c.可以比较精确地测出摩擦力的大小
- d.可以获得更大的加速度以提高实验精度

【答案】(1)① $\frac{2d}{t^2}$ ；保持 F_1 不变，重复实验多次测量，求平均值；②C；③bc

【解析】(1)①本题考查了探究加速度与力的关系。木板做匀加速运动，由 $d = \frac{1}{2}at^2$ 得 $a = \frac{2d}{t^2}$ ，为了减小误差，对测量的量，可以采用多次测量取平均值法。

②由牛顿第二定律得 $F_1 - F_0 = (M + m)a_1$ ，当 F_1 较小时 $m = M$ ，满足 $a_1 = \frac{F_1 - F_0}{M}$ ，图像为 a 轴截距为负值的倾斜直线，当 F_1 较大时不能满足 $m = M$ ， $a_2 = \frac{F_1 - F_0}{M + m}$ ，加速度值相对偏小，故答案选 C。

101.(2010·江苏卷·T11)(10 分)为了探究受到空气阻力时，物体运动速度随时间的变化规律，某同学采用了“加速度与物体质量、物体受力关系”的实验装置(如图所示)。实验时，平衡小车与木板之间的摩擦力后，在小车上安装一薄板，以增大空气对小车运动的阻力。

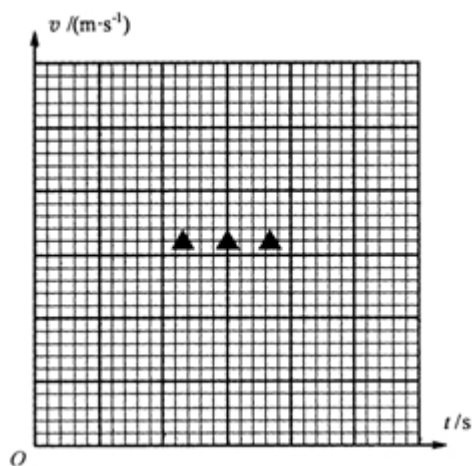


(1)往砝码盘中加入一小砝码，在释放小车_____▲_____ (选填“之前”或“之后”)接通打点计时器的电源，在纸带上打出一系列的点。

(2)从纸带上选取若干计数点进行测量，得出各计数点的时间 t 与速度 v 的数据如下表：

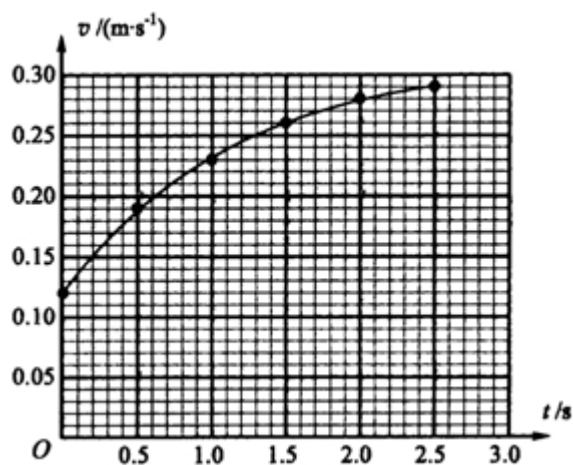
时间 t/s	0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
速度 $v/(m \cdot s^{-1})$	0.12	0.19	0.23	0.26	0.28	0.29

请根据实验数据作出小车的 $v-t$ 图像。



(3)通过对实验结果的分析，该同学认为：随着运动速度的增加，小车所受的空气阻力将变大，你是否同意他的观点？请根据 $v-t$ 图象简要阐述理由。

【答案】(1)之前 (2)(见右图)



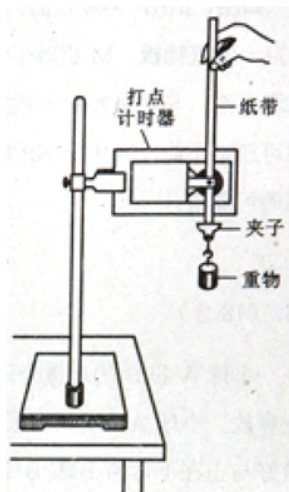
【解析】

(1)使用打点计时器要求先开电源，后放开纸带；

(2)描点画图，如上；

(3)同意 在 $v-t$ 图象中，速度越大时，加速度越小，小车受到的合力越小，则小车受空气阻力越大。

102.(2010·全国 II 卷·T22)利用图中所示的装置可以研究自由落体运动。实验中需要调整好仪器，接通打点计时器的电源，松开纸带，使重物下落。打点计时器会在纸带上打出一系列的小点。



(1)为了测得重物下落的加速度，还需要的实验器材有_____。(填入正确选项前的字母)

A.天平 B.秒表 C.米尺

(2)若实验中所得到的重物下落的加速度值小于当地的重力加速度值，而实验操作与数据处理均无错误，写出一个你认为可能引起此误差的原因：_____。

【答案】(1)C (2)打点计时器与纸带之间存在摩擦

【解析】

(1)时间通过打点计时器测定，用米尺测定位移，答案 C。

(2)理论上的重力加速度是在只受重力情况下测得的，而实验中存在各种阻力，主要的就是打点计时器与纸带之间存在摩擦

103.(2010·上海卷·T27)卡文迪什利用如图所示的扭秤实验装置测量了引力常量 G。

(1)(多选题)为了测量石英丝极微的扭转角，该实验装置中采取使“微小量放大”的主要措施

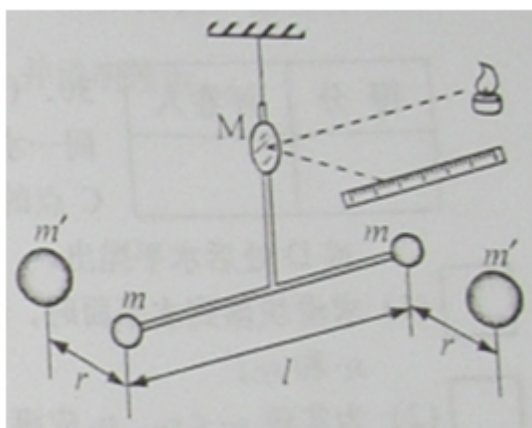
A.减小石英丝的直径

B.增大 T 型架横梁的长度

C.利用平面镜对光线的反射

D.增大刻度尺与平面镜的距离

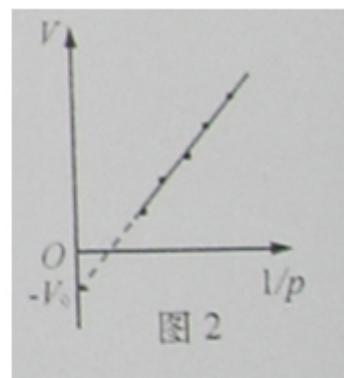
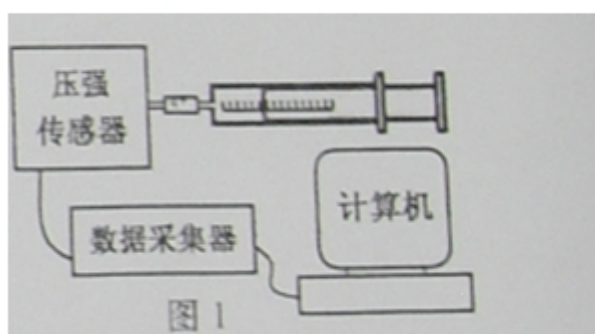
(2)已知 T 型架水平横梁长度为 l ，质量分别为 m 、 m' 的球，位于同一水平面，当横梁处于力矩平衡状态，测得 m 、 m' 连线长度 r ，且与水平横梁垂直；同时测得石英丝的扭转角度为 θ ，由此得到扭转力矩 $k\theta$ (k 为扭转系数且已知)，则引力常量的表达式 $G=$ _____。



【解析】(1)CD

(2)根据 $G \frac{mm'}{r^2} \cdot l = k\theta$ ，得 $G = \frac{k\theta r^2}{mm'l}$ 。

104.(2010·上海卷·T28)用 DIS 研究一定质量气体在温度不变时，压强与体积关系的实验装置如图 I 所示，实验步骤如下：



①把注射器活塞移至注射器中间位置，将注射器与压强传感器、数据采集器、计算机逐一链接；

②移动活塞，记录注射器的刻度值 V ，同时记录对应的由计算机显示的气体压强值 P ；

③用 $V-1/P$ 图像处理实验数据，得出如图 2 所示图线，

(1)为了保持封闭气体的质量不变，实验中采取的主要措施是_____；

(2)为了保持封闭气体的温度不变，实验中采取的主要措施是_____和_____；

(3)如果实验操作规范正确，但如图所示的 $V-1/P$ 图线不过原点，则 V_0 代表_____。

【解析】 (1)用润滑油涂活塞

(2)慢慢抽动活塞，活塞导热。

(3)体积读书值比实际值大 V_0 。根据 $P(V+V_0)=C$ ， C 为定值，则 $V=\frac{C}{P}-V_0$ 。