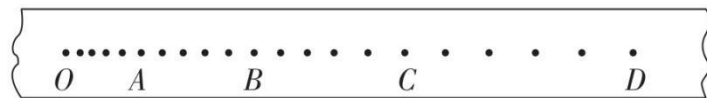


课时作业 5 探究小车速度随时间变化的规律

1. [2024·湖南郴州模拟]某同学利用打点计时器探究小车速度随时间变化的规律，打出了如图所示的一条纸带。



(1) 利用打点计时器完成实验的过程中，要使用___电源（选填“交流”或“直流”），打点计时器频率为 50Hz，每隔 4 个计时点取 1 个计数点，依次得到了 O、A、B、C、D 共 5 个计数点，则相邻两个计数点间的时间间隔为___s。

(2) 小车由静止开始释放，则上述纸带的（选填“左”或“右”）端与小车相连。

(3) 用刻度尺量得 $OA = 1.60\text{cm}$ ， $AB = 2.20\text{cm}$ ， $BC = 2.80\text{cm}$ ， $CD = 3.40\text{cm}$ ，打 C 点时纸带的速度大小为_____m/s，纸带运动的加速度大小为_____m/s²。

(4) 如果频率 $f = 45\text{Hz}$ ，而该同学并不知道，那么由此引起的测量误差将使加速度的测量值___实际值（选填“大于”“小于”或“等于”）。

【答案】 (1) 交流；0.1

(2) 左

(3) 0.31；0.60

(4) 大于

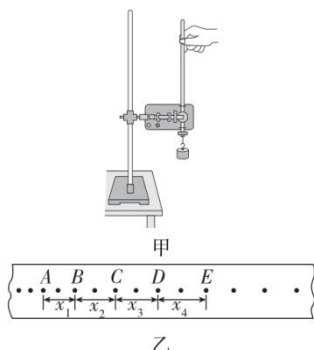
【解析】

(2) 小车由静止开始释放，则小车做加速运动，相同时间内通过的位移越来越大，则上述纸带的左端与小车相连。

(3) 打 C 点时纸带的速度大小 $v_C = \frac{x_{BD}}{2T} = \frac{(2.80+3.40) \times 10^{-2}}{2 \times 0.1} \text{m/s} = 0.31\text{m/s}$ ，根据逐差法可得纸带运动的加速度大小 $a = \frac{x_{BD} - x_{OB}}{4T^2} = \frac{(2.80+3.40-1.60-2.20) \times 10^{-2}}{4 \times 0.1^2} \text{m/s}^2 = 0.60\text{m/s}^2$ 。

(4) 如果频率 $f = 45\text{Hz}$ ，则实际打点时间间隔大于 0.02s，相邻两个计数点的时间间隔大于 0.1s，代入计算的时间间隔 T 偏小，由此引起的测量误差将使加速度的测量值大于实际值。

2. [2024·江苏无锡模拟]某学生利用“研究匀变速直线运动”的实验装置来测量一个质量为 $m = 50\text{g}$ 的重物下落时的加速度值，该学生将重物固定在纸带下端，让纸带穿过打点计时器，实验装置如图甲所示。



(1) 以下是该同学正确的实验操作和计算过程，请填写其中的空白部分：

① 实验操作：器材安装完毕，_____，再释放纸带，让重物自由落下，待纸带全部通过打点计时器后，关闭电源。

② 取下纸带，取其中一段清晰的点，每隔一个点标出计数点如图乙所示，测出相邻计数点间的距离分别为 $x_1 = 4.14\text{cm}$ ， $x_2 = 5.69\text{cm}$ ， $x_3 = 7.22\text{cm}$ ， $x_4 = 8.75\text{cm}$ ，已知实验所用交流电源的频率为 50Hz ，打点计时器的打点间隔 $T = \underline{\hspace{1cm}}\text{s}$ ，则重物运动的加速度表达式为 $a = \underline{\hspace{3cm}}$ （含 $x_1 \sim x_4$ 和 T 的表达式），代入数据，则加速度为 $\underline{\hspace{1cm}}\text{m/s}^2$ （结果保留3位有效数字）。

③ 打点计时器打下C点时纸带的速度 $v_C = \underline{\hspace{1cm}}\text{m/s}$ （结果保留3位有效数字）。

(2) 如果实验时交流电源的频率从 50Hz 变成 51Hz ，而做实验的同学并不知道，仍按 50Hz 进行数据处理，那么(1)③中计算得出的 v_C 与实际值相比_____（选填“偏大”“偏小”或“不变”）。

【答案】① 先接通电源

② 0.02 ； $\frac{(x_3+x_4)-(x_1+x_2)}{(4T)^2}$ ； 9.59

③ 1.61

(2) 偏小

【解析】

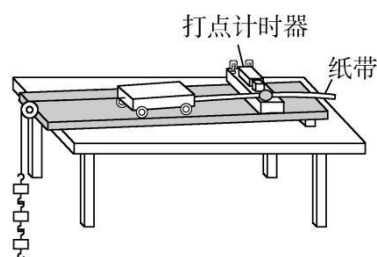
(1) 实验中为了节约纸带同时获取更多的数据点，应先接通电源，再释放纸带；

打点周期 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50}\text{s} = 0.02\text{s}$ ，根据逐差法可得加速度 $a = \frac{(x_3+x_4)-(x_1+x_2)}{(4T)^2}$ ，代入数

据解得 $a = \frac{(7.22+8.75)-(4.14+5.69)}{0.08^2} \times 10^{-2} \text{m/s}^2 \approx 9.59 \text{m/s}^2$, $v_C = \frac{x_2+x_3}{4T} = \frac{5.69+7.22}{4 \times 0.02} \times 10^{-2} \text{m/s} \approx 1.61 \text{m/s}$ 。

(2) 若交流电源的频率从 50Hz 变成 51Hz, 而做实验的同学并不知道, 仍按 50Hz 进行数据处理, 则实际周期小于 0.02s, 计算时所用时间大于实际时间, 因此(1)③中计算得出的 v_C 与实际值相比偏小。

3. [2024·安徽合肥模拟] 某同学用如图甲所示的实验装置探究物体的速度与时间的关系。

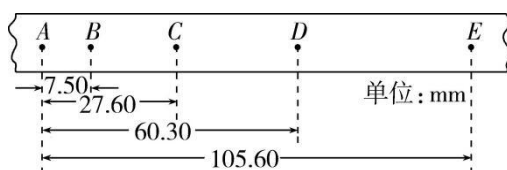


甲

(1) 实验时, 使小车靠近打点计时器, 先_____再_____。(选填“接通电源”或“放开小车”)

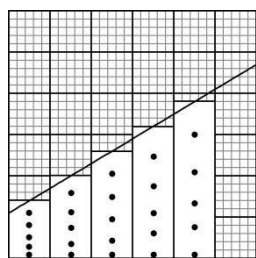
(2) 该同学用打点计时器记录了小车的运动情况, 已知打点计时器的打点周期 $T = 0.02\text{s}$ 。在纸带上选取 A、B、C、D、E 共 5 个计数点, 每两个相邻的计数点之间还有四个点未画出, 测得计数点间的距离如图乙所示。根据纸带上的数据, 计算出打下 C 点时小车的瞬时速度 $v_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}$, 小车运动的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}^2$ 。

(结果均保留 3 位有效数字)

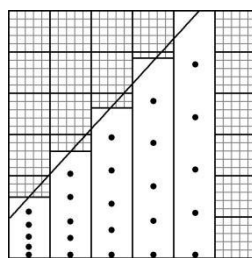


乙

(3) 该同学改变悬挂的钩码个数, 得到如图丙和丁所示的 2 条纸带, 对每条纸带, 依次每 5 个点取 1 个计数点, 并在各计数点处将其剪断, 然后将这些剪断的纸条粘贴在相同的坐标纸上, 最后将纸条上端中心连起来, 由图可判断丙图中的加速度_____ (选填“大于”“小于”或“等于”) 丁图中的加速度。



丙



丁

【答案】（1）接通电源；放开小车

（2）0.264；1.26

（3）小于

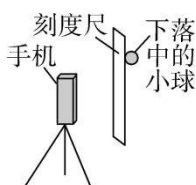
【解析】

（2）相邻计数点之间的时间间隔 $t = 0.1\text{s}$ ，则 $v_c = \frac{x_{BD}}{2t} = \frac{(60.30 - 7.50) \times 10^{-3}}{2 \times 0.1} \text{m/s} = 0.264\text{m/s}$ ，根据逐差法有

$$a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{4t^2} = \frac{(105.60 - 27.60) - 27.60}{4 \times 0.1^2} \times 10^{-3} \text{m/s}^2 = 1.26\text{m/s}^2。$$

（3）如果将纸条上端中心连起来，得到的直线是纸带的 $v - t$ 图线，该图线斜率表示加速度，所以丙图中的加速度小于丁图中的加速度。

4. [2024·贵州毕节期末]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，实验装置如图甲所示。



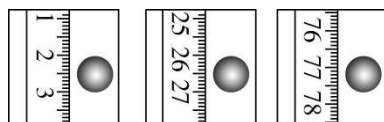
甲

（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手机固定在三脚架上，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尺如图乙所示。已知所截取的图片相邻两帧之间的时间间隔为 $\frac{1}{6}\text{s}$ ，刻度尺的分度值是 1mm ，由此测得重力加速度为_____ m/s^2 。（结果保留2位有效数字）



乙

(4) 在实验中，测出的重力加速度比当地实际重力加速度（选填“大”或“小”）。

【答案】 (1) 小钢球

(2) ①③④②

(3) 9.6(9.5 ~ 9.7)

(4) 小

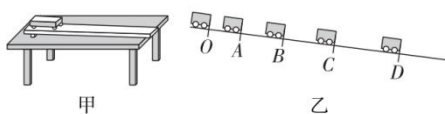
【解析】

(2) 实验时要先安装仪器，然后测量，最后处理数据，则主要操作步骤的正确顺序是①③④②。

(3) 小球在三个位置对应的刻度值是 2.50cm 、 26.50cm 、 77.20cm ，则根据 $\Delta h = gT^2$ ，其中 $\Delta h = 26.7\text{cm}$ ，解得 $g \approx 9.6\text{m/s}^2$ 。

(4) 在实验中，由于有空气阻力的作用，使得测出的重力加速度比当地实际重力加速度小。

5. [2024·云南昆明模拟]某学习小组在做“探究小车速度随时间变化的规律”实验后，利用频闪照相研究小车从斜面上滑下的运动。如图甲所示，将小车从斜面上由静止释放，用频闪相机从小车运动的侧面进行照相，频闪仪的频率为 10Hz ，得到如图乙所示的照片。用刻度尺量出照片中 $OA = 3.18\text{cm}$ ， $OB = 6.74\text{cm}$ ， $OC = 10.69\text{cm}$ ， $OD = 15.05\text{cm}$ ，照片中小车的长度为 $L_1 = 1.03\text{cm}$ ，小车的实际长度为 $L_2 = 10.30\text{cm}$ 。



(1) 根据以上信息，可得小车运动到位置A处时的实际速度大小 $v_A = \underline{\hspace{1cm}}\text{m/s}$ ，小车实际运动过程中的加速度大小 $a = \underline{\hspace{1cm}}\text{m/s}^2$ ；（结果均保留2位有效数字）

(2) 根据以上数据可知, 小车在 O 点的速度_____ (选填“为零”或“不为零”), 如果实验时频闪仪的频率为 12Hz , 而做实验的同学们并不知道, 那么测得的加速度与真实值相比___ (选填“偏大”“偏小”或“不变”)。

【答案】(1) 3.4; 3.9

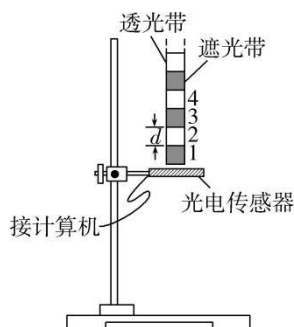
(2) 不为零; 偏小

【解析】

(1) 根据照片数据可得, 小车运动到位置 A 处时小车的速度大小 $v'_A = \frac{x_{OB}}{2T} = \frac{6.74}{2 \times 0.1} \times 10^{-2} \text{m/s} \approx 0.34 \text{m/s}$, 小车运动的加速度大小 $a' = \frac{x_{BD} - x_{OB}}{4T^2} = \frac{(15.05 - 6.74) - 6.74}{4 \times 0.1^2} \times 10^{-2} \text{m/s}^2 \approx 0.39 \text{m/s}^2$, 根据小车在照片中的长度与实际的长度的比例为 $1:10$, 可知 $v_A = 10v'_A = 3.4 \text{m/s}$, $a = 10a' = 3.9 \text{m/s}^2$ 。

(2) 由 O 到 A 小车做匀加速直线运动, 根据运动学公式 $v_A = v_0 + at$, 得 $v_0 = v_A - at = 3.4 \text{m/s} - 3.9 \times 0.1 \text{m/s} = 3.01 \text{m/s}$, 则小车在 O 点时的速度不为零。如果实验时频闪仪的频率为 12Hz , 则实际周期更短, 由 $a = 10 \times \frac{x_{BD} - x_{OB}}{4T^2}$ 可知, 实际加速度更大, 即加速度的测量值和实际值相比是偏小的。

6. [2022·辽宁卷·12, 8分]某同学利用如图所示的装置测量重力加速度, 其中光栅板上交替排列着等宽度的遮光带和透光带 (宽度用 d 表示)。实验时将光栅板置于光电传感器上方某高度, 令其自由下落穿过光电传感器。光电传感器所连接的计算机可连续记录遮光带、透光带通过光电传感器的时间间隔 Δt 。



(1) 除图中所用的实验器材外, 该实验还需要_____ (选填“天平”或“刻度尺”);

(2) 该同学测得遮光带 (透光带) 的宽度为 4.50cm , 记录时间间隔的数据如表所示:

编号	1 遮光带	2 透光带	3 遮光带	...
$\Delta t/(10^{-3}\text{s})$	73.04	38.67	30.00	...

根据上述实验数据，可得编号为 3 的遮光带通过光电传感器的平均速度大小

$v_3 = \underline{\quad} \text{m/s}$ （结果保留 2 位有效数字）；

（3）某相邻遮光带和透光带先后通过光电传感器的时间间隔分别为 Δt_1 、 Δt_2 ，则重力加速度 $g = \underline{\hspace{4cm}}$ （用 d 、 Δt_1 、 Δt_2 表示）；

（4）该同学发现所得实验结果小于当地的重力加速度，请写出一条可能的原因： $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

【答案】（1） 刻度尺

（2） 1.5

（3） $\frac{2d(\Delta t_1 - \Delta t_2)}{\Delta t_1 \cdot \Delta t_2 (\Delta t_1 + \Delta t_2)}$

（4） 见解析

【解析】

（1）由实验装置可知，光栅板经过光电传感器时能记录遮光带、透光带通过光电传感器的时间间隔 Δt ，该时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度，因此需要测量遮光带、透光带的宽度，则还需要的实验器材为刻度尺。

（2）编号为 3 的遮光带经过光电传感器的平均速度大小 $v_3 = \frac{d}{\Delta t_3} = \frac{4.5 \times 10^{-2} \text{m}}{30.00 \times 10^{-3} \text{s}} = 1.5 \text{m/s}$ 。

（3）遮光带通过光电传感器的平均速度 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}$ ，透光带通过光电传感器的平均速度 $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}$ ，速度由 v_1 变化到 v_2 所用的时间 $\Delta t = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2}$ ，根据加速度的定义式可得 $g = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2}} = \frac{2d(\Delta t_1 - \Delta t_2)}{\Delta t_1 \cdot \Delta t_2 (\Delta t_1 + \Delta t_2)}$ 。

（4）可能的原因有存在空气阻力作用；光栅板并非完全竖直放置等。