



CANPOINT®

# 全品 选考复习方案

主编：肖德好

听课手册  
**物理** 新高考  
北京专版

## 01 第一单元 运动的描述 匀变速直线运动

第 1 讲	运动的描述	001
第 2 讲	匀变速直线运动的规律与应用	004
专题一	运动图像 追及、相遇问题	007
	题型一 运动图像的分析与应用	007
	题型二 追及、相遇问题	008
实验一	测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度)	009

## 02 第二单元 相互作用 物体平衡

第 3 讲	重力 弹力	016
第 4 讲	摩擦力	018
第 5 讲	力的合成与分解	021
专题二	牛顿第三定律 共点力的平衡	025
	题型一 牛顿第三定律	025
	题型二 受力分析	026
	题型三 共点力的平衡条件及其应用	027
专题三	动态平衡问题、平衡中的临界和极值问题	028
	题型一 动态平衡问题	028
	题型二 平衡中的临界和极值问题	029
实验二	探究弹簧弹力与形变量的关系	030
实验三	探究两个互成角度的力的合成规律	033

## 03 第三单元 运动与力的关系

第 6 讲	牛顿第一定律、牛顿第二定律	038
第 7 讲	牛顿第二定律的基本应用	041
专题四	牛顿第二定律的综合应用	045
	题型一 动力学中的连接体问题	045
	题型二 动力学中的临界和极值问题	047
	题型三 动力学图像问题	048
专题五	动力学常见模型	049
	题型一 传送带模型	049
	题型二 “滑块—木板”模型	051
实验四	探究加速度与物体受力、物体质量的关系	053

### 推理证明

1.	匀变速直线运动的规律及其应用	005
2.	平抛运动规律及其应用	063
3.	动能定理的理解与基本应用	098
4.	动量定理的理解与应用	114
5.	动量守恒定律的理解与应用	117
6.	单摆及其周期公式	132
7.	电流的理解与计算	164
8.	洛伦兹力的理解与计算	195
9.	法拉第电磁感应定律的理解与应用	214
10.	光的干涉现象	249

### 物理建模

1.	“活结”和“死结” “动杆”与“定杆”	024
2.	传送带模型	049
3.	“滑块—木板”模型	051
4.	“绳—球”模型和“杆—球”模型	073
5.	机车启动问题	096
6.	“子弹打木块”模型	122
7.	“滑块—弹簧”模型	124
8.	示波管的原理	157
9.	“电动机”和“发电机”中的能量转化关系	225

### 解答规范

1.	动力学中的两类基本问题	042
2.	应用动能定理解决多过程问题	100
3.	带电粒子在一般组合场中的运动	202
4.	现代科技中的电磁感应问题	227

## 04 第四单元 曲线运动

第 8 讲 运动的合成与分解	060
第 9 讲 抛体运动	063
★ 增分微课 1 斜抛运动	066
第 10 讲 圆周运动	069
专题六 圆周运动的临界问题	072
题型一 水平面内圆周运动的临界问题	072
题型二 竖直面内圆周运动的临界问题	073
实验五 探究平抛运动的特点	075
实验六 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	078

## 05 第五单元 万有引力与宇宙航行

第 11 讲 万有引力定律及其应用	082
第 12 讲 人造卫星 宇宙速度	086
专题七 人造卫星变轨问题 双星模型	090
题型一 卫星变轨和对接问题	090
题型二 双星问题	091
题型三 三体问题(拉格朗日点)	092

## 06 第六单元 机械能

第 13 讲 功、功率	093
第 14 讲 动能定理及其应用	097
第 15 讲 机械能守恒定律及其应用	101
第 16 讲 功能关系 能量守恒定律	105
实验七 验证机械能守恒定律	108

## 07 第七单元 动量

第 17 讲 动量定理及其应用	112
★ 增分微课 2 动量定理与微元法的综合应用	115
第 18 讲 动量守恒定律及其应用	117
专题八 动量守恒和能量守恒的综合应用	122
题型一 “子弹打木块”模型	122

题型二 “滑块—木板”模型	123
题型三 “滑块—斜(曲)面”模型	123
题型四 “滑块—弹簧”模型	124

实验八 验证动量守恒定律	124
--------------	-----

## 08 第八单元 机械振动与机械波

第 19 讲 机械振动	129
实验九 用单摆测量重力加速度	134
第 20 讲 机械波	137

## 09 第九单元 静电场

第 21 讲 静电场中力的性质	143
第 22 讲 静电场的能的性质	147
第 23 讲 电势差与电场强度的关系 电容器	151
第 24 讲 带电粒子在匀强电场中的运动	155
专题九 带电粒子在电场中运动的综合问题	158
题型一 带电粒子在交变电场中的运动	158
题型二 带电粒子在复合场中的运动	159
题型三 带电粒子的能量和动量综合问题	159
实验十 观察电容器的充、放电现象	161

## 10 第十单元 恒定电流

第 25 讲 电路及其应用	164
第 26 讲 焦耳定律、闭合电路欧姆定律	168
专题十 电学实验基础	173
题型一 基本仪器的使用与读数	173
题型二 测量电路与控制电路的设计	174
题型三 实验器材的选取与实物图的连接	175
专题十一 测量电阻的其他方法	176
题型一 伏安法的拓展应用	176
题型二 半偏法测电表内阻	178
题型三 等效替代法测电阻	180
实验十一 测量金属丝的电阻率	180

实验十二	用多用电表测量电学中的物理量	182
实验十三	测量电源的电动势和内阻	186

## 11 第十一单元 磁场

第 27 讲	磁场及其对电流的作用	190
第 28 讲	磁场对运动电荷(带电体)的作用	195
专题十二	带电粒子在有界匀强磁场中的运动	197
题型一	带电粒子在几种典型有界匀强磁场中的运动	197
题型二	带电粒子在有界匀强磁场中运动的临界问题	199
题型三	带电粒子在有界匀强磁场中运动的多解问题	200
专题十三	带电粒子在复合场中的运动	201
题型一	带电粒子在一般组合场中的运动	201
题型二	带电粒子在叠加场中的运动	204
题型三	带电粒子在交变复合场中的运动	205
专题十四	洛伦兹力与现代科技	205
题型一	电场与磁场的组合应用实例	205
题型二	电场与磁场叠加的应用实例	207

## 12 第十二单元 电磁感应

第 29 讲	电磁感应现象 楞次定律	210
第 30 讲	法拉第电磁感应定律 自感和涡流	213
专题十五	电磁感应中的电路和图像	218
题型一	电磁感应中的电路问题	218
题型二	电磁感应中的图像问题	220
专题十六	电磁感应中的动力学、能量及动量问题	222
题型一	电磁感应中的动力学问题	222
题型二	电磁感应中的能量问题	224
题型三	“电动机”和“发电机”中的能量转化关系	225
题型四	动量观点在电磁感应中的应用	226

★增分微课 3	现代科技中的电磁感应问题	227
实验十四	探究影响感应电流方向的因素	230

## 13 第十三单元 交变电流 电磁振荡与电磁波 传感器

第 31 讲	交变电流的产生及描述	231
第 32 讲	变压器 远距离输电	234
第 33 讲	电磁振荡与电磁波	238
实验十五	探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	241
实验十六	利用传感器制作简单的自动控制装置	243

## 14 第十四单元 光学

第 34 讲	光的折射和全反射	246
第 35 讲	光的波动性	248
第 36 讲	光的粒子性	252
实验十七	测量玻璃的折射率	255
实验十八	用双缝干涉实验测量光的波长	258

## 15 第十五单元 原子物理

第 37 讲	原子结构	261
第 38 讲	原子核	264

## 16 第十六单元 热学

第 39 讲	分子动理论 内能	268
★增分微课 4	正确建立微观模型,搭好宏观与微观的桥梁	272
第 40 讲	固体、液体和气体	274
第 41 讲	理想气体与热力学定律综合问题	278
实验十九	用油膜法估测油酸分子的大小	282
实验二十	探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系	284

听课手册知识梳理答案 [P287~P290]

参考答案(听课手册) [单独成册 P292~P354]

作业手册 [单独成册 P355~P520]

参考答案(作业手册) [单独成册 P522~P592]

# 第一单元 运动的描述 匀变速直线运动



课程标准	核心考点
1. 了解近代实验科学产生的背景,认识实验对物理学发展的推动作用	参考系、质点
2. 经历质点模型的建构过程,了解质点的含义.知道将物体抽象为质点的条件,能将特定实际情境中的物体抽象为质点.体会建构物理模型的思维方式,认识物理模型在探索自然规律中的作用	位移、速度和加速度
3. 理解位移、速度和加速度.通过实验,探究匀变速直线运动的特点,能用公式、图像等方法描述匀变速直线运动,理解匀变速直线运动的规律,能运用其解决实际问题,体会科学思维中的抽象方法和物理问题研究中的极限方法	匀变速直线运动及其公式、图像
4. 通过实验认识自由落体运动规律.结合物理学史的相关内容,认识物理实验与科学推理在物理学研究中的作用	实验:测量做直线运动物体的瞬时速度

## 第1讲 运动的描述

### 考点一 质点、参考系、时间与位移

#### 必备知识自查

#### 1. 质点

(1)质点是用来代替物体的\_\_\_\_\_的点,质点是一种理想化模型.

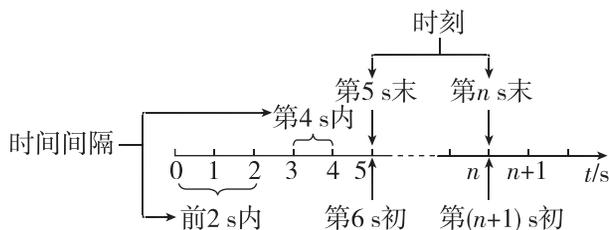
(2)把物体看作质点的条件:①物体的大小、形状等因素对所研究的问题的影响可以\_\_\_\_\_.②当物体上各部分的运动状态都\_\_\_\_\_时,任何一点的运动情况都能代表物体的运动.

#### 2. 参考系

在描述物体运动时,用来作为参考的物体,通常以\_\_\_\_\_为参考系.

#### 3. 时间与位移

(1)时间间隔与时刻(如图所示)



(2)位移与路程

	位移	路程
定义	位移表示物体的位置变化,可用由初位置指向_____的有向线段表示	路程是物体_____的长度

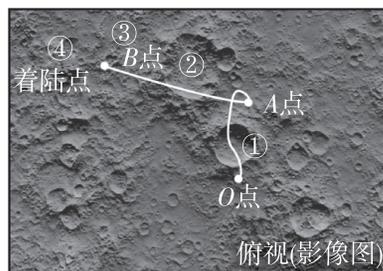
	位移	路程
标矢性	位移是_____,方向由初位置指向_____	路程是_____,没有方向
运算规则	矢量的平行四边形定则	标量的代数运算
联系	在单向直线运动中,位移的大小等于路程;其他情况下,位移_____路程	

## 【辨别明理】

- 只有质量和体积都很小的物体才能看作质点. ( )
- 参考系必须选择静止不动的物体. ( )
- 描述物体的运动情况时,选择不同的参考系不会影响其结果. ( )
- 做直线运动的物体,其位移的大小一定等于路程. ( )

## 典例探究提能

**例 1** 2024年6月25日14时7分,嫦娥六号返回器携带来自月背的月球样品安全着陆在内蒙古四子王旗预定区域,标志着探月工程嫦娥六号任务取得圆满成功.这次探月工程,突破了月球逆行轨道设计与控制技术、月背智能采样技术、月背起飞上升技术,首次获取月背的月球样品并顺利返回.如图为某次嫦娥六号为躲避陨石坑的一段飞行路线,下列说法中正确的是 ( )



- 2024年6月25日14时7分指的是时间间隔
- 研究嫦娥六号着陆过程的技术时可以把它简化成质点
- 嫦娥六号躲避陨石坑的过程中,以月球为参考系,嫦娥六号是运动的
- 嫦娥六号变轨飞向环月轨道的过程中,以嫦娥六号为参考系,月球是静止不动的

**例 2** [2025·北京朝阳区模拟] 运动会中有100 m、200 m、400 m比赛.如图所示,在100 m比赛中,运动员的跑道均为直道.在200 m、400 m比赛中运动员从不同的起跑线出发,全程分道赛跑,比赛最后程都经过跑道的直道部分,到达同一条终点线.下列选项正确的是 ( )

- 在100 m比赛中,运动员的位移大小相等
- 在200 m比赛中,不同跑道的运动员的位移相同
- 在400 m比赛中,外跑道的运动员的路程大
- 在400 m比赛中,不同跑道的运动员的位移相同

## 考点二 平均速度、瞬时速度

## 必备知识自查

## 1. 平均速度与瞬时速度

	平均速度	瞬时速度
定义	物体在某一段时间内完成的_____与所用时间之比	物体在_____或经过_____时的速度
定义式	$v = \frac{x}{t}$ ( $x$ 为位移)	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ( $\Delta t$ 趋于零)
标矢性	矢量,平均速度方向与物体_____方向相同	矢量,瞬时速度方向与物体运动方向相同,沿其运动轨迹_____方向
实际应用	物理实验中通过光电门测速,把遮光条通过光电门的平均速度视为瞬时速度	

## 2. 平均速率与瞬时速

- 瞬时速率:\_\_\_\_\_的大小,简称速率.
- 平均速率:物体运动的\_\_\_\_\_与通过这段路程所用时间的比值.



► 考向一 加速度的理解

**例4** 北京大学物理系的教授说过“加速度是人类认识史上最难建立的概念之一,也是每个初学物理的人最不易真正掌握的概念……”,所以对加速度的认识应该引起大家的重视.下列说法中正确的是 ( )

- A. 物体的速度大,加速度一定大
- B. 速度变化得越快,加速度就变化得越快
- C. 物体加速度变大,则速度也一定是在变大
- D. 加速度的方向与速度变化量的方向相同

► 考向二 加速度的计算

**例5** 在一次蹦床比赛中,某运动员从高处自由落下,以大小为  $8 \text{ m/s}$  的竖直速度着网,与网作用后,沿着竖直方向以大小为  $10 \text{ m/s}$  的速度弹回.已知该运动员与网接触的时间  $\Delta t = 1.0 \text{ s}$ ,那么该运动员在与网接触的这段时间内加速度的大小和方向分别为 ( )

- A.  $2.0 \text{ m/s}^2$ , 竖直向下
- B.  $8.0 \text{ m/s}^2$ , 竖直向上
- C.  $10.0 \text{ m/s}^2$ , 竖直向下
- D.  $18.0 \text{ m/s}^2$ , 竖直向上



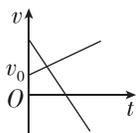
## 第2讲 匀变速直线运动的规律与应用

### 考点一 匀变速直线运动的规律及其应用

必备知识自查

1. 匀变速直线运动

沿着一条直线且\_\_\_\_\_不变的运动. 如图所示,  $v-t$  图线是一条倾斜的直线.



2. 匀变速直线运动的基本规律

- (1) 速度与时间的关系式:  $v = \underline{\hspace{2cm}}$ .
- (2) 位移与时间的关系式:  $x = \underline{\hspace{2cm}}$ .
- (3) 速度与位移的关系式:  $\underline{\hspace{2cm}} = 2ax$ .

3. 匀变速直线运动的三个常用推论

- (1) 两个连续相同时间内的位移差:  $\Delta x = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $x_m - x_n = \underline{\hspace{2cm}} aT^2$ .
- (2) 中间时刻速度:  $v_{\frac{t}{2}} = \underline{\hspace{2cm}} = \bar{v}$ .
- (3) 位移中点速度:  $v_{\frac{x}{2}} = \underline{\hspace{2cm}}$ .

4. 初速度为零的匀加速直线运动的五个重要比例式

- (1)  $T$  末、 $2T$  末、 $3T$  末、 $\dots$ 、 $nT$  末的瞬时速度之比  $v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .
- (2) 前  $T$  内、前  $2T$  内、前  $3T$  内、 $\dots$ 、前  $nT$  内的位移之比  $x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .
- (3) 第 1 个  $T$  内、第 2 个  $T$  内、第 3 个  $T$  内、 $\dots$ 、第  $n$  个  $T$  内的位移之比  $x_{\text{I}} : x_{\text{II}} : x_{\text{III}} : \dots : x_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .
- (4) 前  $x$  内、前  $2x$  内、前  $3x$  内、 $\dots$ 、前  $nx$  内的时间之比  $t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .
- (5) 第 1 个  $x$  内、第 2 个  $x$  内、第 3 个  $x$  内、 $\dots$ 、第  $n$  个  $x$  内的时间之比  $t_{\text{I}} : t_{\text{II}} : t_{\text{III}} : \dots : t_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .

### 【辨别明理】

1. 匀变速直线运动的加速度是均匀变化的. ( )
2. 匀变速直线运动中,经过相同的时间,速度变化量相同. ( )
3. 在匀变速直线运动中,中间时刻的速度一定小于该段时间内位移中点的速度. ( )

### 【推理证明】

(1)某物体做匀变速直线运动的加速度为  $a$ ,通过相邻相等时间  $T$  内的位移之差为  $\Delta x$ ,试证明: $\Delta x = aT^2$ . (请画出物体的运动过程示意图,并在该图上标示出证明过程中需要用到的物理量)

(2)证明匀变速直线运动某段时间内中间时刻的瞬时速度与这段时间的初末速度  $v_0$  与  $v_t$  的关系为

$$v_{\frac{t}{2}} = \frac{v_0 + v_t}{2}.$$

(3)证明匀变速直线运动某段位移内中间位置的瞬时速度  $v_{\frac{x}{2}}$  与这段位移的初、末速度  $v_0$  与  $v_t$  的关系为  $v_{\frac{x}{2}} =$

$$\sqrt{\frac{1}{2}(v_0^2 + v_t^2)}.$$

## 典例探究提能

**例 1** [2024·北京卷] 一辆汽车以 10 m/s 的速度匀速行驶,制动后做匀减速直线运动,经 2 s 停止,汽车的制动距离为 ( )

- A. 5 m                      B. 10 m                      C. 20 m                      D. 30 m

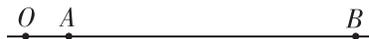
### 技法点拨

两类特殊的匀减速直线运动

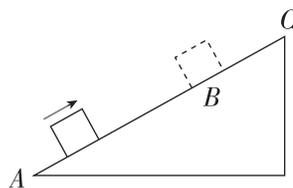
刹车类	特点为匀减速到速度为零后即停止运动,加速度 $a$ 突然消失,求解时要注意确定其实际运动时间. 如果问题涉及最后阶段(到停止运动)的运动,可把该阶段看成反向的初速度为零、加速度不变的匀加速直线运动
双向运动类	如沿光滑斜面上滑的小球,到最高点后仍能以前加速度匀加速下滑,全过程加速度大小、方向均不变,求解时可对全过程列式,但必须注意 $x$ 、 $v$ 、 $a$ 等矢量的正负号及物理意义

**例 2** (多选)[2023·大兴区模拟] 在一平直公路上,一辆汽车从  $O$  点由静止开始做匀加速直线运动,经过相距 80 m 的  $A$ 、 $B$  两点用时 8 s,已知汽车经过  $B$  点时的速度为 15 m/s,则 ( )

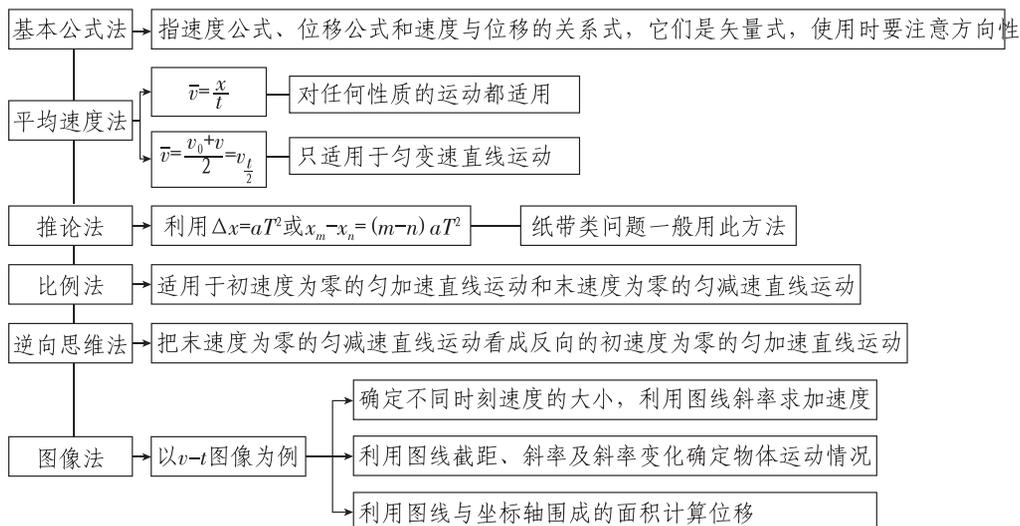
- A. 汽车经过  $A$  点时的速度为 5 m/s  
B.  $A$  点与  $O$  点间的距离为 20 m  
C. 汽车从  $O$  点到  $A$  点需要的时间为 5 s  
D. 汽车从  $O$  点到  $B$  点的平均速度为 7.5 m/s



**例 3** 物体以一定的初速度从斜面底端  $A$  点冲上固定的光滑斜面,斜面总长度为  $x_{AC}$ ,物体到达斜面最高点  $C$  时速度恰好为零,如图所示,已知物体向上运动到距斜面底端  $\frac{3}{4}x_{AC}$  处的  $B$  点时,所用时间为  $t$ ,求物体从  $B$  滑到  $C$  所用的时间. (本题可尝试用多种方法解答)



解决匀变速直线运动的六种方法



考点二 自由落体运动与竖直上抛运动

必备知识自查

1. 自由落体运动的基本规律

- (1)运动特点:初速度为 \_\_\_\_\_, 加速度为 \_\_\_\_\_ 的匀加速直线运动.  
 (2)基本规律:①速度与时间的关系式: $v = \underline{\hspace{2cm}}$ . ②位移与时间的关系式: $h = \underline{\hspace{2cm}}$ . ③速度与位移的关系式: $v^2 = \underline{\hspace{2cm}}$ .

2. 竖直上抛运动的基本规律

- (1)运动特点:初速度方向竖直向上, 加速度为  $g$ , 上升阶段做匀减速运动, 下降阶段做 \_\_\_\_\_ 运动.  
 (2)基本规律①速度与时间的关系式: \_\_\_\_\_ . ②位移与时间的关系式: $x = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ .

3. 竖直上抛运动的特性(如图所示)

- (1)对称性  
 ①时间对称:物体上升过程中从  $A \rightarrow C$  所用时间  $t_{AC}$  和下降过程中从  $C \rightarrow A$  所用时间  $t_{CA}$  相等, 同理  $t_{AB} = t_{BA}$ .  
 ②速度对称:物体上升过程经过  $A$  点的速度与下降过程经过  $A$  点的速度大小相等.  
 (2)多解性:当物体经过抛出点上方某个位置时,可能处于上升阶段,也可能处于下降阶段,造成多解,在解决问题时要注意这个特性.



4. 竖直上抛运动研究方法

分段法	(1)上升阶段: $a = g$ 的匀减速直线运动 (2)下降阶段:自由落体运动
全程法	(1)初速度 $v_0$ 向上、加速度为 $-g$ 的匀变速直线运动, $v = v_0 - gt, h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ (以竖直向上为正方向) (2)若 $v > 0$ , 物体上升; 若 $v < 0$ , 物体下落 (3)若 $h > 0$ , 物体在抛出点上方; 若 $h < 0$ , 物体在抛出点下方

【辨别明理】

- 物体从某高度处由静止下落一定做自由落体运动. ( )
- 自由落体运动相等时间内速度变化量相同. ( )
- 做自由落体运动的物体相邻的  $1\text{ s}$  内位移差约为  $9.8\text{ m}$ . ( )
- 物体做竖直上抛运动, 速度为负值时, 位移也为负值. ( )
- 做竖直上抛运动的物体, 在上升过程中, 速度变化量方向是竖直向下的. ( )

### ► 考向一 自由落体运动

**例 4** [2024·丰台区模拟] 如图所示,某地广播电视塔对外开放的旅游观光厅坐落在距地面约 180 m 的高处.一游客在观光厅拍照时,手机不慎从手中滑落,做自由落体运动并落到地面( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ),则下列选项中正确的是 ( )



- A. 手机下落 7 s 时的速度大小为  $70 \text{ m/s}$   
 B. 手机从下落到落地的平均速度为  $30 \text{ m/s}$   
 C. 手机在第 5 s 内通过的位移大小为  $125 \text{ m}$   
 D. 手机下落一半高度时的速度为  $30 \text{ m/s}$

### ► 考向二 竖直上抛运动

**例 5** 气球以  $10 \text{ m/s}$  的速度沿竖直方向匀速上升,当它上升到离地  $175 \text{ m}$  的高处时,一重物从气球上掉落,则重物需要经过多长时间才能落到地面? 到达地面时的速度是多大? ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ,不计空气阻力)

#### 技法点拨

求解竖直上抛运动的两点注意

(1) 要注意速度、加速度、位移等物理量的方向,一般看成初速度方向为正方向的匀减速运动.

(2) 竖直上抛运动为双向可逆运动,要注意其多解性,判断其在空中运动情况的方法常有以下两种:

① 根据位移  $h$  判断: $h > 0$ ,在抛出点上方; $h = 0$ ,恰好在抛出点; $h < 0$ ,在抛出点下方.

② 根据时间  $t$  判断: $t < \frac{v_0}{g}$ ,表示正处在上升过程; $t = \frac{v_0}{g}$ ,恰好在最高点; $t > \frac{v_0}{g}$ ,表明在下降过程中; $t > \frac{2v_0}{g}$ ,表明在抛出点下方.

## 专题一 运动图像 追及、相遇问题

### 题型一 运动图像的分析与应用

#### 解题策略归纳

图像法是物理学中处理问题的一种重要的方法.图像能更直观地表示出物理过程和各种物理量之间的相互关系.在运动学问题中,我们主要应用的是  $x-t$  图像、 $v-t$  图像和  $a-t$  图像.

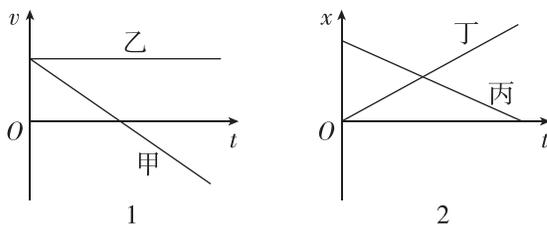
图像	$x-t$ 图像	$v-t$ 图像	$a-t$ 图像
图像实例			

图像	$x-t$ 图像	$v-t$ 图像	$a-t$ 图像
图线含义	图线①表示质点做匀速直线运动(斜率表示速度 $v$ )	图线①表示质点做匀加速直线运动(斜率表示加速度 $a$ )	图线①表示质点做加速度增大的运动
	图线②表示质点静止	图线②表示质点做匀速直线运动	图线②表示质点做匀变速运动
	图线③表示质点向负方向做匀速直线运动	图线③表示质点做匀减速直线运动	图线③表示质点做加速度减小的运动
图点含义	交点④表示此时三个质点相遇	交点④表示此时三个质点有相同的速度	交点④表示此时三个质点有相同的加速度
	点⑤表示 $t_1$ 时刻质点位移为 $x_1$ (图中阴影部分的面积没有意义)	点⑤表示 $t_1$ 时刻质点速度为 $v_1$ (图中阴影部分面积表示质点在 $0 \sim t_1$ 时间内的位移)	点⑤表示 $t_1$ 时刻质点加速度为 $a_1$ (图中阴影部分面积表示质点在 $0 \sim t_1$ 时间内的速度变化量)

### 题型探究突破

#### ► 考向一 运动图像的分析

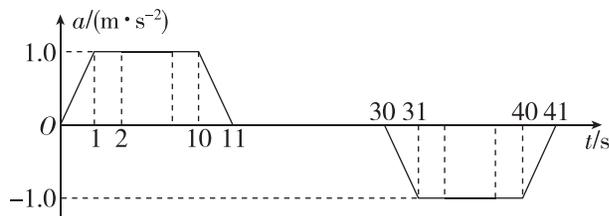
**例 1** [2022·朝阳区期末] 如图 1、2 为甲、乙、丙、丁四个物体运动过程的  $v-t$  或  $x-t$  图像, 下面判断正确的是 ( )



- A. 只有乙在做匀速直线运动  
B. 丙和丁的运动方向相同  
C. 甲在运动中速度方向发生了改变  
D. 甲在运动中加速度方向发生了改变

**例 2** [2024·延庆区模拟] 摩天大楼中一部直通高层的客运电梯, 行程超过百米. 考虑安全、舒适、省时等因素, 电梯的加速度  $a$  是随时间  $t$  变化的. 已知电梯在  $t=0$  时由静止开始上升,  $a-t$  图像如图所示. 由图像可知 ( )

- A. 电梯在第 1 秒内做匀加速运动, 加速度大小为  $1 \text{ m/s}^2$   
B. 电梯在第 1 秒末到第 10 秒末之间的位移大小为  $19 \text{ m}$   
C. 电梯匀减速运动的位移大小为  $10 \text{ m}$   
D. 电梯从第 11 秒末到第 30 秒末做匀速运动, 速度大小为  $10 \text{ m/s}$



### 题型二 追及、相遇问题

#### 解题策略归纳

追及与相遇问题的实质是研究两个物体的时空关系, 只要满足两个物体在同时到达同一地点, 即说明两个物体相遇.

##### 1. 分析思路

可概括为“一个临界条件”和“两个等量关系”.

(1) 一个临界条件: 速度相等. 它往往是物体间能否追上或两者距离最大、最小的临界条件, 也是分析、判断问题的切入点;

(2) 两个等量关系: 时间等量关系和位移等量关系. 通过画草图找出两物体的位移关系是解题的突破口.

##### 2. 常用分析方法

(1) 情境分析法: 抓住“两物体能否同时到达空间同一位置”这一关键, 认真审题, 挖掘题目中的隐含条件, 建立物体运动关系的情境图.

(2)二次函数法:设运动时间为 $t$ ,根据条件列方程,得到关于二者之间的距离 $\Delta x$ 与时间 $t$ 的二次函数关系, $\Delta x=0$ 时,表示两者相遇.

①若 $\Delta>0$ ,即有两个解,说明可以相遇两次;

②若 $\Delta=0$ ,一个解,说明刚好追上或相遇;

③若 $\Delta<0$ ,无解,说明追不上或不能相遇.

当 $t=-\frac{b}{2a}$ 时,函数有极值,代表两者距离的最大或最小值.

(3)图像分析法:将两者的速度-时间图像在同一坐标系中画出,然后利用图像分析求解.

特别注意:若被追赶的物体做匀减速直线运动,一定要注意判断被追上前该物体是否已经停止运动.

(4)变换参考系法:一般情况下,我们习惯于选地面为参考系,但有时研究两个以上相对运动物体间运动时,如果能巧妙选取合适的参考系,会简化解题过程,起到化繁为简的效果.

### 题型探究突破

**例3** 在水平轨道上有两列火车A和B相距为 $x$ ,A车在后面做初速度为 $v_0$ 、加速度大小为 $2a$ 的匀减速直线运动,而B车同时做初速度为零、加速度为 $a$ 的匀加速直线运动,两车运动方向相同.要使两车不相撞(未相遇),A车的初速度 $v_0$ 应满足什么条件?(尝试用多种方法进行求解)

## 实验一 测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度)

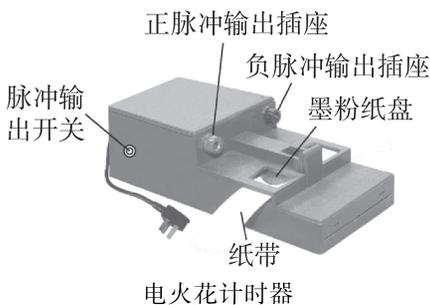
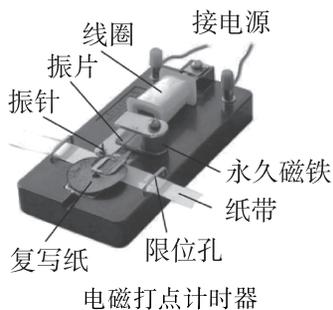
### 教材原型实验

#### 实验技能储备

##### 1. 打点计时器

(1)作用:计时仪器,当所用交流电源的频率 $f=50\text{ Hz}$ 时,每隔\_\_\_\_\_s打一次点.

(2)构造



(3)电源电压:电磁打点计时器,工作电压约为\_\_\_\_\_的交流电源;电火花计时器,\_\_\_\_\_交流电源.

(4)处理纸带数据时区分计时点和计数点:计时点是指打点计时器在纸带上打下的点,计数点是指测量和计算时在纸带上所选取的点.

##### 2. 误差

(1)误差:任何测量结果都不可能绝对准确.测量值跟被测物理量的真实值之间总会有差异,这种差异叫作误差.

通过改进仪器和谨慎操作,可以减小误差,但任何仪器的测量都不能完全消灭误差.

## (2)偶然误差和系统误差

①偶然误差:是由偶然因素造成的.例如,人读仪表时,眼睛的位置可能稍向左偏或稍向右偏,电表指针由于轴上的摩擦,停下来位置可能一次偏大、一次偏小.可以用取\_\_\_\_\_的方法来减小偶然误差.

②系统误差:是由仪器结构缺陷、实验方法不完善造成的.例如,天平两臂不完全等长会造成系统误差;测量重力加速度时由于没有消除空气阻力等影响也会引起系统误差.系统误差的特点是,多次重复测量的结果总是大于(或小于)被测量的真实值,呈现单一倾向.

## (3)绝对误差和相对误差

物理学中把测量值与真实值之差,叫作绝对误差.

物理学中把绝对误差与测量值之比,叫作相对误差,即相对误差 =  $\frac{\text{绝对误差}}{\text{测量值}}$ .

(注:严格讲,式中分母应为真实值.实际估算时则用测量值代替.)

## 一、实验目的

1. 练习正确使用打点计时器,学会利用打下点的纸带研究物体的运动.

2. 测量匀变速直线运动的瞬时速度和加速度. ( $\Delta x = aT^2$  或  $v-t$  图像).

## 二、实验原理

1. 利用纸带判断物体运动性质的方法

(1)沿直线运动的物体,若任意相等时间内的位移相等,则物体做\_\_\_\_\_运动.

(2)①沿直线运动的物体在连续相等时间  $T$  内的位移分别为  $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$ , 若  $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \dots$ , 且对任意时间间隔  $T$  均成立, 则说明物体在做\_\_\_\_\_运动, 且  $\Delta x = aT^2$ .

②利用“平均速度法”确定多个点的瞬时速度,作出物体运动的  $v-t$  图像,若图像是一条倾斜的直线,则物体做\_\_\_\_\_运动.

2. 由纸带计算瞬时速度和加速度

(1)“中间点”的瞬时速度:如图甲中的  $n$  点,  $n$  点的瞬时速度  $v_n =$ \_\_\_\_\_.



(2)利用纸带求物体加速度的两种方法

①逐差法:所测数据全部得到利用,精确度较高,如图乙所示.

$$a_1 = \frac{x_4 - x_1}{3T^2}, a_2 = \frac{x_5 - x_2}{3T^2}, a_3 = \frac{x_6 - x_3}{3T^2} \Rightarrow a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

②图像法:利用  $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$  求出打各点时物体的瞬时速度,然后作出  $v-t$  图像,用  $v-t$  图像的斜率求物体运动的加速度.

## 三、实验器材

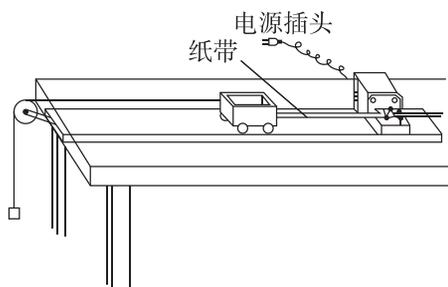
电火花计时器(或电磁打点计时器)、一端附有滑轮的长木板、小车、纸带、细绳、槽码、刻度尺、导线、交流电源、\_\_\_\_\_.

## 四、实验步骤

### 1. 仪器安装

(1)把附有滑轮的长木板放在实验桌上,并使滑轮伸出桌面,把打点计时器固定在长木板上没有滑轮的一端,连接好电路.

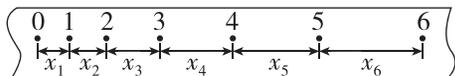
(2)把一条细绳的一端拴在小车上,细绳跨过滑轮,下端挂上合适的槽码,纸带穿过打点计时器,并将纸带的一端固定在小车的后面.实验装置如图所示,放手后,看小车能否在木板上平稳地\_\_\_\_\_滑行.



## 2. 测量与记录

(1)把小车停在靠近打点计时器处,先\_\_\_\_\_,后\_\_\_\_\_,让小车拖着纸带运动,打点计时器就在纸带上打下一系列的点. 随后立即关闭电源,换上新纸带,重复三次.

(2)从三条纸带中选择一条比较理想的,舍掉开头一些比较密集的点,从后边便于测量的点开始确定计数点. 为了计算方便和减小误差,通常用连续打点六次的时间作为时间单位,即  $T=5 \times 0.02 \text{ s}=0.1 \text{ s}$ . 如图所示,正确使用毫米刻度尺测量并计算每相邻两计数点之间的距离.



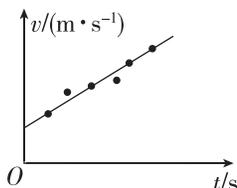
(3)利用一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度,求得打计数点 1、2、3、4、5 时小车的瞬时速度.

(4)增减所挂槽码数,或在小车上放置重物,再做两次实验.

## 五、数据处理

### 1. 由实验数据得出 $v-t$ 图像

根据表格中的  $v$ 、 $t$  数据,在平面直角坐标系中仔细描点,作一条直线,使同一次实验得到的各点尽量落到这条直线上,落不到直线上的点应均匀分布在直线的两侧,偏离直线太远的点可舍去不要. 如图所示,这条直线就是本次实验的  $v-t$  图像,它是一条倾斜的直线. 因此小车做匀加速直线运动,加速度就是  $v-t$  图像的斜率.



### 2. 公式法

若  $x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \dots$ , 则小车做匀变速直线运动,加速度  $a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$ .

## 六、误差分析

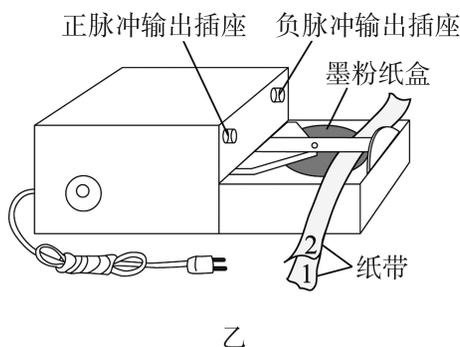
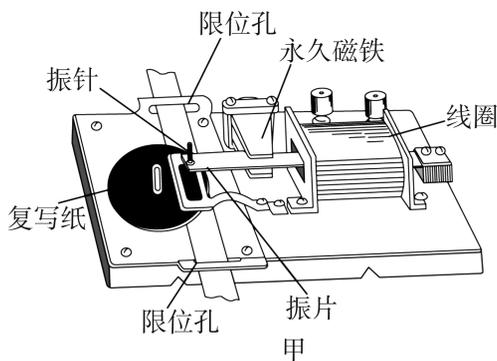
1. 纸带运动时摩擦力不均匀,打点不稳定引起误差.
2. 计数点间距测量有偶然误差.
3. 作图有误差.

## 七、注意事项

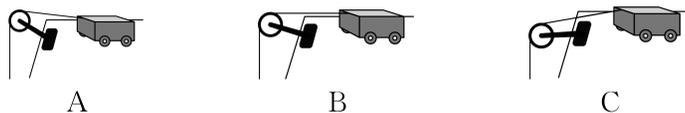
1. 平行:纸带、细绳要与长木板平行.
2. 两先两后:实验中应先接通电源,后让小车运动;实验完毕应先断开电源,后取下纸带.
3. 防止碰撞:在到达长木板末端前应让小车停止运动,防止槽码落地及小车与滑轮相撞.
4. 减小误差:小车的加速度应适当大些,可以减小长度测量的相对误差,加速度大小以能在约 50 cm 的纸带上清楚地取出 6~7 个计数点为宜.
5. 小车从靠近打点计时器位置释放.

**例 1** 图中的甲、乙是高中物理实验中常用的两种打点计时器,请回答下面的问题:

(1)图乙是\_\_\_\_\_ (填“电磁打点计时器”或“电火花计时器”),电源采用的是\_\_\_\_\_ (填“交流 8 V”“交流 220 V”或“四节蓄电池”).



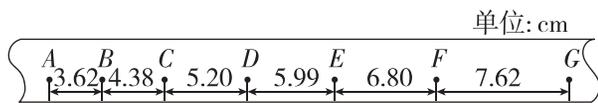
(2)某同学在“探究小车速度随时间变化的规律”的实验中,关于轨道末端滑轮高度的调节正确的是\_\_\_\_\_.



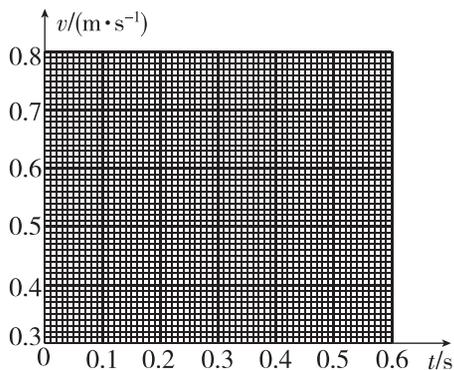
(3)该同学用打点计时器记录了被小车拖动的纸带的运动情况,在纸带上确定出 A、B、C、D、E、F、G 共 7 个计数点,相邻两点间的距离如图丙所示,每两个相邻的计数点之间还有 4 个点未画出,电源频率为 50 Hz.

①试根据纸带上各个计数点间的距离,计算出打下 F 点时小车的瞬时速度,并填入下表中;(结果保留三位有效数字)

速度	$v_B$	$v_C$	$v_D$	$v_E$	$v_F$
数值(m/s)	0.400	0.479	0.560	0.640	_____



丙



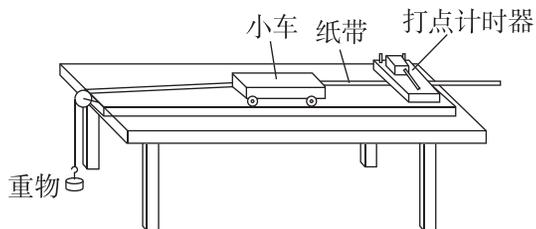
丁

②将 B、C、D、E、F 对应的瞬时速度标在图丁所示的直角坐标系中,并画出小车的瞬时速度随时间变化的关系图线;

③由速度—时间图像可得小车的加速度为\_\_\_\_\_。(结果保留两位小数)

**例 2** [2018·北京卷] 用图甲所示的实验装置研究小车速度随时间变化的规律.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,如图乙中 A、B、C、D、E、F……所示.

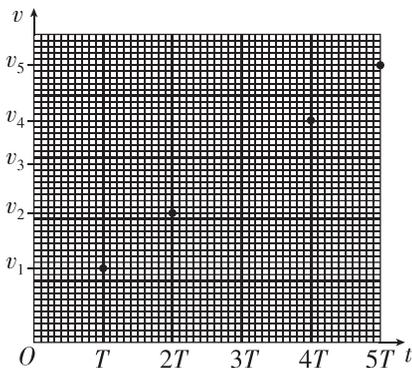


甲



乙

- 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  $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ 、 $v_4$ 、 $v_5$ ……
- 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,如图丙所示.



丙

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).

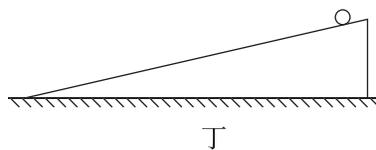
- A. 电压合适的 50 Hz 交流电源                      B. 电压可调的直流电源  
C. 刻度尺    D. 秒表  
E. 天平(含砝码)

(2)在图丙中已标出计数点 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  $\Delta t$  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  $\Delta x$  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.为此他设计了如图丁所示的“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.

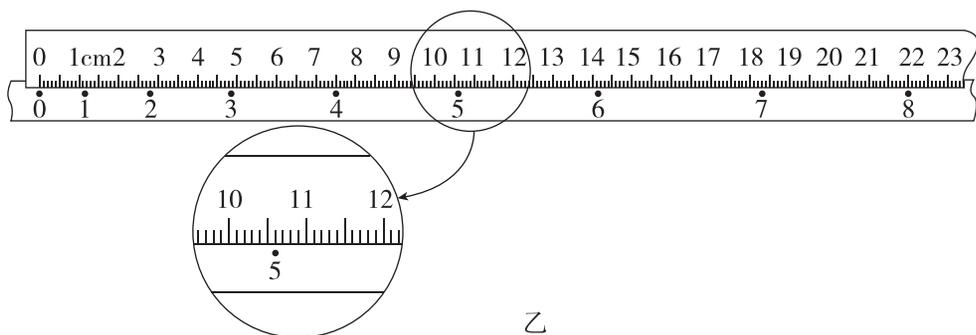
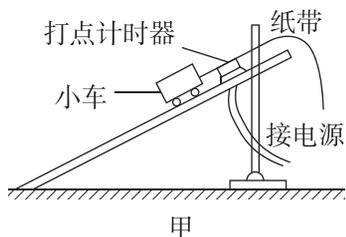


### 拓展创新实验

创新角度	实验装置图	创新解读
实验原理的创新		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 滑块在斜面上靠重力沿斜面向下的分力与摩擦力的合力获得加速度</li> <li>2. 挡光片经过光电门的平均速度作为滑块速度</li> <li>3. 平均速度的大小与挡光片的长度有关</li> </ol>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物块在斜面上靠重力沿斜面向下的分力与摩擦力的合力获得加速度</li> <li>2. 由纸带确定物块的加速度</li> <li>3. 结合牛顿第二定律求动摩擦因数</li> </ol>
实验器材的创新		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 靠重物的拉力获得加速度</li> <li>2. 测定遮光片的宽度 <math>d</math> 和遮光片通过光电门的挡光时间 <math>\Delta t</math>,由 <math>v = \frac{d}{\Delta t}</math> 求瞬时速度</li> </ol>
实验过程的创新		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 铁球靠重力产生加速度</li> <li>2. 铁球从 A 到 B 的时间可由数字毫秒表读出</li> <li>3. 铁球的加速度由 <math>\frac{x}{t}-t</math> 图像分析得出</li> </ol>

**例 3** (实验原理的创新)[2024·海淀区模拟] 某同学用图甲所示的实验装置研究小车在斜面上的匀变速直线运动. 实验步骤如下:

- 安装好实验器材,将打点计时器接到频率为 50 Hz 的交流电源上.
- 接通电源后,让拖着纸带的小车沿斜面向下运动,重复几次. 选出一条点迹清晰的纸带,舍去开始密集的点迹,从便于测量的点开始,每 2 个打点间隔取一个计数点,如图乙中 0、1、2、…、8 点所示.
- 用最小刻度是毫米的刻度尺测量各计数点的刻度数值,分别记作  $x_0、x_1、x_2、\dots、x_8$ .
- 分别计算出打点计时器打下计数点 1、2、3、…、7 时小车的瞬时速度  $v_1、v_2、v_3、\dots、v_7$ .
- 以  $v$  为纵坐标、 $t$  为横坐标,标出  $v$  与对应时间  $t$  的坐标点,画出  $v-t$  图线.



结合上述实验步骤,请你完成下列任务:

(1)表 1 记录的是该同学测出计数点的刻度数值,其中  $x_5$  未测定,请你根据图乙将这个测量值填入表 1 中.

表 1:

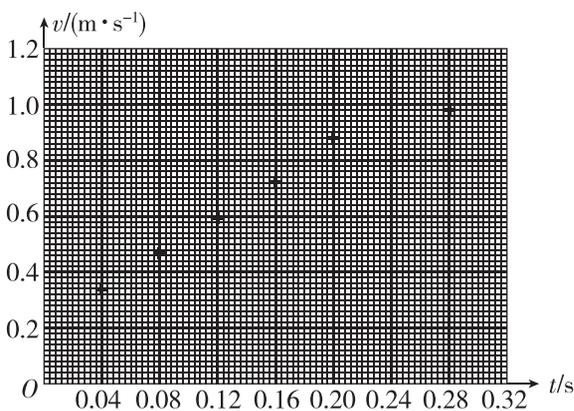
符号	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
刻度数值/cm	0	1.12	2.75	4.86	7.49	_____	14.19	18.27	22.03

(2)表 2 记录的是该同学根据各计数点的刻度数值,计算出打点计时器打下各计数点时小车的瞬时速度,请你根据表 1 中  $x_5$  和  $x_7$  计算出  $v_6$  的值,并填入表 2 中.

表 2:

符号	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$
速度数值/( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )	0.34	0.47	0.59	0.72	0.84	_____	0.98

(3)该同学在图丙中已标出  $v_1、v_2、v_3、v_4、v_5$  和  $v_7$  对应的坐标点,请你在图中标出  $v_6$  对应的坐标点,并画出  $v-t$  图线.



(4)根据  $v-t$  图线可计算出小车的加速度  $a = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{m/s}^2$ . (保留两位有效数字)

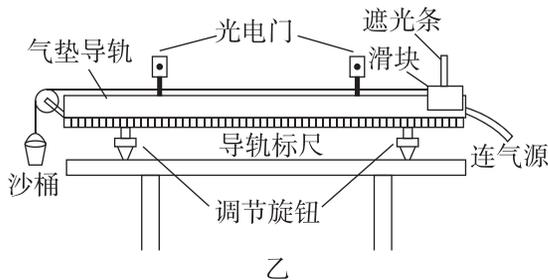
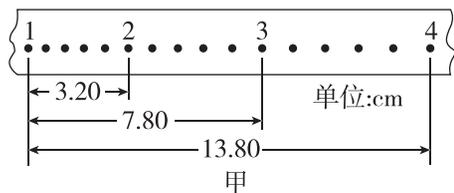
(5)为验证上述结果,该同学将打点计时器打下相邻计数点的时间间隔记为  $T$ ,并做了以下的计算: $a_1 = \frac{(x_2 - x_1) - (x_1 - x_0)}{T^2}$ ;  $a_2 = \frac{(x_3 - x_2) - (x_2 - x_1)}{T^2}$ ;  $a_3 = \frac{(x_4 - x_3) - (x_3 - x_2)}{T^2}$ ;  $a_4 = \frac{(x_6 - x_5) - (x_4 - x_3)}{T^2}$ . 求出其平均值  $a' = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4}$ . 你认为  $a$  和  $a'$  哪个更准确,请说明理由.

**例 4** (实验器材的创新)[2024·东城区期末] 研究物体做匀变速直线运动的情况可以用打点计时器,也可以用光电传感器.

(1)一组同学用打点计时器研究匀变速直线运动,打点计时器使用交流电源的频率是 50 Hz,打点计时器在小车拖动的纸带上打下一系列点迹,以此记录小车的运动情况.

①打点计时器的打点周期是  $\underline{\hspace{2cm}}$  s.

②图甲为某次实验打出的一条纸带,其中 1、2、3、4 为依次选中的计数点(各相邻计数点之间有四个点迹). 根据图中标出的数据可知,打点计时器在打出计数点 3 时小车的速度大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$   $\text{m/s}$ ,小车做匀加速直线运动的加速度大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$   $\text{m/s}^2$ .



(2)另一组同学用如图乙所示装置研究匀变速直线运动. 滑块放置在水平气垫导轨的右侧,并通过跨过定滑轮的细线与一沙桶相连,滑块与定滑轮间的细线与气垫导轨平行. 滑块上安装了宽度为 3.0 cm 的遮光条,将滑块由静止释放,先后通过两个光电门,配套的数字计时器记录了遮光条通过第一个光电门的时间为 0.015 s,通过第二个光电门的时间为 0.010 s,遮光条从开始遮住第一个光电门到开始遮住第二个光电门的时间为 0.250 s. 则滑块的加速度大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$   $\text{m/s}^2$ ,若忽略偶然误差的影响,测量值与真实值相比  $\underline{\hspace{2cm}}$  (选填“偏大”“偏小”或“相同”).

(3)研究性学习小组在课后通过查阅资料了解到可以用位移传感器进行速度测量. 如图丙所示,位移传感器工作时由装置 C 发出短暂超声波脉冲,脉冲被运动物体反射后又被装置 C 接收,通过发射与接收的时间差和超声波的速度可以计算出被测物体运动的平均速度. 若被测物体正远离装置 C,已知第一次发射和接收超声波脉冲的时间间隔为  $t_1$ ,第二次发射和接收超声波脉冲的时间间隔为  $t_2$ ,两次脉冲发出的时间间隔为  $t_3$ ,超声波在空气中的速度为  $v$ ,则被测物体运动的平均速度为  $\underline{\hspace{2cm}}$  (结果用  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $v$  表示).

