

丛书策划 华育文化传播公司

高中生

【人教版】

GAOZHONGSHENGXUEXIZHIDAO

学习指导

物理 2

必修

辽宁师范大学出版社

高中生

[人教版]

GAOZHONGSHENGXUEXIZHIDAO

学习指导

丛书主编 杜贵忠
本册主编 梁守功
本册副主编 王跃进 吴崇高 鞠金路
本册编者 鞠金路 吴崇高 王青林
吴晓静 杨 国

物理 ②

必修

辽宁师范大学出版社
· 大连 ·

©杜贵忠 2007

图书在版编目(CIP)数据

高中生学习指导:人教版.物理.2:必修/杜贵忠
主编. —大连:辽宁师范大学出版社,2007.11
ISBN 978-7-81103-705-0

I.高... II.杜... III.物理课-高中-教学参考资料
IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 183757 号

出版人:程培杰

责任编辑:杨文杰 王琦

责任校对:颜世强

封面设计:李小曼

出版者:辽宁师范大学出版社

地址:大连市黄河路 850 号

邮编:116029

营销电话:(0411)84206854 84215261 84259913(教材)

印刷者:沈阳全成广告印务有限公司

发行者:辽宁时代华育书业发展有限公司

幅面尺寸:210mm×285mm

印张:6

字数:180千字

出版时间:2007年12月第1版

印刷时间:2007年12月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-81103-705-0

定价:8.50元

编写说明

为了适应普通高中课程改革和使用新教材的需要,切实提高高中教学质量,并努力实现减轻学生的课业负担,我们组织辽宁省部分示范性高中、重点高中的知名教师,按学科编写了高中教学辅助用书《高中生学习指导》丛书。目前,完成了语文、数学、英语(两个版本)、物理、化学、生物、思想政治、历史、地理等9个学科《必修》教材的配套用书,共37册,供高中教师、学生选用。

丛书体例:

《高中生学习指导》按教材的章节(或单元)顺序编排,包括以下几个部分:

知识要点:对本章节的知识结构及要点进行归纳,让学生对本章节的知识结构有个清晰的了解。

学法指导:引导学生主动探究,给予学生正确的学习方法。

典例分析:选择典型习题或示例,并对其进行规范的分析与解答,使学生掌握正确的解题思路。

习题精选:结合本课学习内容,有针对性地精选习题,体现习题的基础性、层次性、选择性。

探究与创新:为学生选择与本课内容相关的探究材料或具有创新性的习题,开拓学生的视野,使学生掌握更多的相关知识 with 能力。

章末检测:对本章内容进行测试,检验学生对本章知识的掌握情况。

参考答案:对全书的习题精选及章末检测中的习题给出正确答案,对易错题进行思路点拨。

丛书特点:

与新教材紧密配合,与课程计划同步;体现课改理念,符合课程标准要求;体现教辅用书的科学性、基础性、层次性、选择性;引导学生主动探究学科知识,指导学生掌握正确的学习方法;精选习题,注意减轻学生的学习负担;充分体现名校、名师的教学经验,实现资源共享。

本册由大连育明高中编写,由梁守功任本册主编,王跃进、吴崇高、鞠金路任本册副主编。

本套丛书的编写力求贴近学生学习的实际需要,有效提高学生自主学习的能力和运用所学知识分析问题、解决问题的能力。希望老师和同学们能在使用过程中,提出宝贵的补充意见和修改建议,以使本丛书在修订后更臻完善。

杜贵忠

目 录

第五章 曲线运动	1
1 曲线运动	1
2 质点在平面内的运动	2
3 抛体运动的规律	5
4 实验:研究平抛运动	8
5 圆周运动	10
6 向心加速度	13
7 向心力	14
8 生活中的圆周运动	17
章末检测	20
<hr/>	
第六章 万有引力与航天	24
1 行星的运动	24
2 太阳与行星间的引力	26
3 万有引力定律	27
4 万有引力理论的成就	30
5 宇宙航行	34
6 经典力学的局限性	37
章末检测	38
<hr/>	
第七章 机械能守恒定律	42
1 追寻守恒量	42
2 功	44
3 功率	47
4 重力势能	50
5 探究弹性势能的表达式	53
6 实验:探究功与速度变化的关系	55
7 动能和动能定理	56
8 机械能守恒定律	60
9 实验:验证机械能守恒定律	64
10 能量守恒定律与能源	66
章末检测	69
<hr/>	
参考答案	72

第五章 曲线运动

1 曲线运动

知识要点

1. 运动轨迹是曲线的运动叫曲线运动。
2. 曲线运动中速度的方向是时刻改变的,质点在某一点的瞬时速度的方向在曲线的这一点的切线上。
3. 当合外力 F 的方向与它的速度方向有一夹角 α 时,物体做曲线运动。

学法指导

1. 曲线运动的速度特点。

质点沿曲线运动时,它在某点即时速度的方向一定在这一点轨迹曲线的切线方向上。因为曲线上各点的切线方向一般是不相同的,所以质点在沿曲线运动时速度的方向是在不断改变的;又因为速度方向不断改变,所以说任何一个曲线运动都是变速运动。质点在运动中都具有加速度。

2. 物体做曲线运动的条件。

因为质点沿曲线运动时一定具有加速度,根据牛顿第二定律可知,该质点所受的合外力一定不为零,即质点一定受到合外力的作用。这就是物体做曲线运动的条件。

3. 对这个做曲线运动的质点受到的合外力还应认识到这个力的方向一定与质点运动方向不在一条直线上,否则质点将沿直线运动。

4. 如果力与速度的夹角为锐角,则物体的速度增加;如果力与速度的夹角为钝角,则物体的速度减小。

典例分析

例 如图 5.1-1 所示,物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B ,这时突然使它受的力反向,而大小不变,即由 F 变为 $-F$ 。在此力作用下,关于物体以后的运动情况的下列说法中正确的是

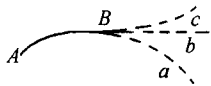


图 5.1-1

- ()
- A. 物体不可能沿曲线 Ba 运动

- B. 物体不可能沿直线 Bb 运动
 C. 物体不可能沿曲线 Bc 运动
 D. 物体不可能沿原曲线由 B 返回 A

【解析】 由曲线运动产生的条件可知,物体的运动轨迹始终弯向合外力指向的这一侧。该题中物体受到的外力反向以后,物体运动的瞬时速度方向仍沿原来的切线方向,但曲线的弯曲方向也随合外力方向的改变而改变,因此此物体可能沿曲线 Bc 运动。所以,本题的正确选项为 ABD 。

【点拨】 做曲线运动物体的运动轨迹一定处于合外力方向和速度方向的夹角之中。

习题精选

1. 图 5.1-2 为一汽车在滨海路某段路面上行驶时的运动轨迹,汽车经过 a, b, c 三个位置时,速率计上的读数分别为 $20 \text{ km/h}, 25 \text{ km/h}, 30 \text{ km/h}$ 。试在图中画出汽车在 a, b, c 三个位置的速度矢量。

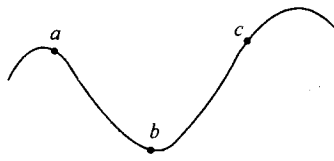


图 5.1-2

2. 下列判断中正确的是 ()
- A. 物体在恒力作用下不可能做曲线运动
 B. 物体在变力或恒力作用下都有可能做曲线运动
 C. 物体在变力作用下不可能做曲线运动
 D. 物体做曲线运动时,某点的加速度方向就是通过这一点的曲线的切线方向
3. 质点做曲线运动时 ()
- A. 速度的大小一定在时刻变化
 B. 速度的方向一定在时刻变化
 C. 它一定在做变速运动
 D. 它可能是速率不变的运动
4. 一个物体以初速度 v_0 从 A 点开始在光滑水平面上运动,一个水平力作用在物体上,物体的运动轨迹如图 5.1-3 中的实线所示,图中 B 为轨迹上的一点,虚线是过 A, B 两点并与轨迹

相切的直线,虚线和实线将水平面划分为5个区域,则关于施力物体的位置,下面说法正确的是 ()

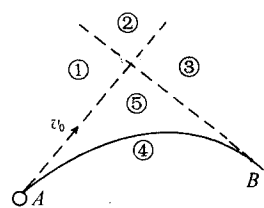


图 5.1-3

- A. 如果这个力是引力,则施力物体一定在④区域
- B. 如果这个力是引力,则施力物体一定在②区域
- C. 如果这个力是斥力,则施力物体可能在②区域
- D. 如果这个力是斥力,则施力物体一定在④区域

探究与创新

1. 如图 5.1-4 所示,曲线为质点运动的轨迹,在通过位置 P 时速度、加速度及 P 附近的一段轨迹都在图上标出,其中可能正确的是 ()

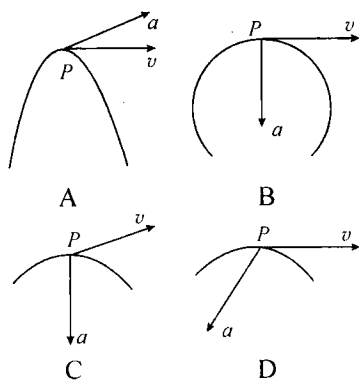


图 5.1-4

2. 如图 5.1-5 所示,光滑水平面上一运动质点以速度 v 通过原点 O ,与此同时对质点加上沿 x 轴正方向的恒力 F_x 和沿 y 轴正方向的恒力 F_y ,以下说法正确的是 ()

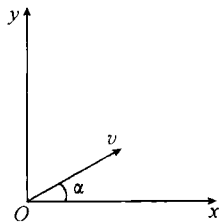


图 5.1-5

- A. 因为有 F_x ,质点一定做曲线运动
- B. 如果 $F_y > F_x$,质点向 y 轴一侧做曲线运动
- C. 如果 $F_y = F_x \tan \alpha$,质点做直线运动
- D. 如果 $F_x > F_y \cot \alpha$,质点向 x 轴一侧做曲线运动

2 质点在平面内的运动

知识要点

1. 两类基本运动:匀速直线运动和初速度为零的匀加速直线运动是最常见的两类基本运动。

2. 运动的合成和分解:已知分运动求合运动叫运动的合成,已知合运动求分运动叫运动的分解。

(1) 运动的合成和分解是建立在“等效”基础之上的。

(2) 运动的合成是唯一的,而运动的分解则不唯一。我们通常是按运动所产生的实际效果来分解。

3. 运动合成、分解的法则:

运动的合成和分解是指位移的合成与分解及速度、加速度的合成与分解。因为位移、速度和加速度都是矢量,所以运动的合成(矢量相加)和分

解(矢量相减)都遵循平行四边形法则。

学法指导

1. 运动的合成、分解。

运动的合成、分解是在已学过的力的合成、分解的基础上进一步研究的,位移、速度、加速度与力一样都是矢量,是分别描述物体运动的位置变化、运动的快慢及物体运动速度变化的快慢的。由于一个运动可以看成是由分运动组成的,那么已知分运动的情况,就可知道合运动的情况。相反,已知合运动的情况,应用平行四边形法则,也可以求出分运动的情况。这种已知合运动求分运动叫运动的分解。

2. 合运动与分运动的关系。

(1) 等时性:合运动和分运动经历的时间相

等,即同时开始、同时进行、同时停止。

(2)独立性:一个物体同时参与几个分运动,各分运动独立进行,不受其他分运动的影响。

(3)等效性:各分运动的规律叠加起来与合运动的规律有完全相同的效果。

3. 研究运动的合成、分解的目的。

(1)研究运动的合成和分解的目的在于为我们提供一个研究复杂运动的简单方法。一般来说,两个直线运动的合成运动,并不一定都是直线的。研究运动的合成和分解是为更好地研究曲线运动作准备。掌握运动的独立性原理,合运动与分运动等时性原理也是解决曲线运动的关键。

(2)物体只有同时参加了几个分运动,合成才有意义,如果不是同时发生的分运动,则合成也就失去了意义。

(3)当把一个客观存在的运动进行分解时,其目的是在于研究这个运动在某个方向的表现。

(4)处理合成、分解的方法主要有作图法和计算法。计算法中有余弦定理计算、正弦定理计算、勾股定理计算及运用三角函数计算等。

4. 轮船渡河和岸上拖船问题。

(1)轮船渡河:是船在静水中的运动和水的运动的合运动,是两种匀速直线运动的合成,合运动也是匀速直线运动。船渡河的时间由河宽和船垂直河岸的分速度决定,与水的流速无关,船渡河沿河岸的位移与渡河时间和水的流速有关。当船的静水速度大于水的流速时,可以使它们的合速度方向垂直河岸,此时渡河最小位移等于河宽,当船的静水速度小于水的流速时,无法使它们的合速度方向垂直河岸,此时要通过画圆弧方法求解。

(2)岸上拖船:包括汽车通过滑轮提升重物问题,存在两个不同的运动,一般岸上的运动是匀速直线运动,而比岸低的水中船的运动是一种变速运动,船在水中的速度是合速度(实际效果),连接绳的速度是船的分速度(它的大小等于岸上拉绳的速度大小),船的移动距离要通过绳被拖过的长度计算。如果是河中的船(匀速)拖动岸上物体,则船速也是合速度。对于汽车通过滑轮提升重物,汽车速度也是合速度。

典例分析

例1 下列说法正确的是 ()

- A. 两匀速直线运动的合运动的轨迹必是直线
B. 两匀变速直线运动的合运动的轨迹必是

直线

- C. 一个匀变速直线运动和一个匀速直线运动的合运动的轨迹一定是曲线
D. 两个初速度为零的匀变速直线运动的合运动的轨迹一定是直线

【解析】 物体做曲线运动的条件是所受的合外力方向与初速度方向不在一条直线上。当物体所受合外力方向与初速度方向在一条直线上时,物体做直线运动。物体做匀速直线运动时,合外力为零,两个匀速直线运动合成时,合外力仍为零,物体仍做匀速直线运动,A正确。物体做匀变速直线运动时,受到的力是恒力,两个匀变速直线运动合成时合外力也是恒力。当合外力与合初速度方向不在一条直线上时,合运动的轨迹就是曲线,B错。当两个分运动在一条直线上时,即合力与合初速度在一条直线上,合运动的轨迹仍是一条直线,C错。两个初速度为零的匀变速直线运动合成时,合外力是一恒力,由于合初速度为零,所以物体一定沿合力方向运动,其轨迹一定是一条直线,D正确。故本题答案为AD。

例2 一只小船在静水中速度为 u ,若水流速度为 v ,要使之渡过宽度为 L 的河,试分析为使渡河时间最短,应如何行驶?

【分析】 小船渡河是一种典型的运动合成问题。小船船头指向(即在静水中的航向)不同,合运动即不同。在该问题中易出现的一个典型错误是认为小船应按图5.2-1(a)所示,逆水向上渡河,原因是这种情况下渡河路程最短,故用时也最短。这样对吗?

【解答】 依据合运动与分运动的等时性,设船头斜向上游并最终垂直到达对岸所需时间为 t_A ,则

$$t_A = \frac{S_{AD}}{u} = \frac{S_{BD}}{v} = \frac{S_{AB}}{v_{\text{合}}} = \frac{S_{AB}}{\sqrt{u^2 - v^2}}$$

设船头垂直河岸渡河,如图5.2-1(b)所示,所需的时间为 t_B ,则

$$t_B = \frac{S_{AB}}{u} = \frac{S_{BC}}{v} = \frac{S_{AC}}{v_{\text{合}}} = \frac{S_{AC}}{\sqrt{v^2 + u^2}}$$

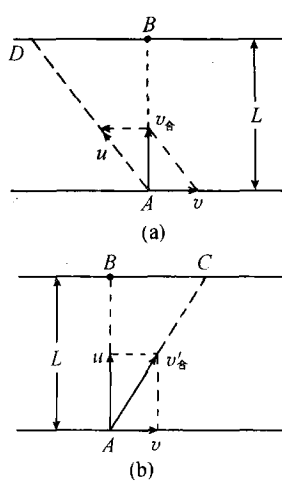


图 5.2-1

比较上面两式易得知: $t_A > t_B$ 。又由于从 A 点到对岸的所有路径中 AB 最短, 故

$$t_{\min} = t_B = \frac{s_{AB}}{u}$$

例 3 若已知小船在静水中航速为 u , 水流速度为 $v (v > u)$, 试用矢量运算法则研究船向何方航行时, 船被河水向下游冲的距离最小。

【分析】 作有向线段 AB, 用以表示水流速度 v , 再以 B 端为圆心, 以表示小船在静水中速度大小 u 的线段 BC 为半径作圆弧, 得到图 5.2-2。依矢量合成法则, 该图中从 A 点向圆弧任意点 C 所做的有向线段, 就应该是此状态下的合速度。

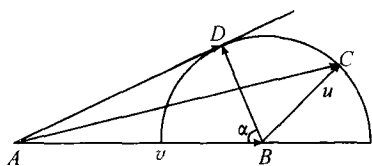


图 5.2-2

【解答】 现从 A 点作圆的切线 AD, (由图可知) 显然有向线段 AD 所表示的即为向下游所冲距离最小时合速度。由图 5.2-2 也不难看出此时船头指向应用图中 α 角表示 $\cos \alpha = \frac{u}{v}, \alpha = \arccos \frac{u}{v}$ 。

习题精选

- 关于曲线运动, 下列说法中正确的是 ()
 - 物体在变力作用下一定做曲线运动
 - 若物体的速度方向和加速度方向总在一直线上, 则该物体可能做曲线运动
 - 有些曲线运动可能是匀变速运动
 - 做曲线运动的物体, 其速度可能不变
- 一个质点受到两个互成锐角的力 F_1 和 F_2 的作用后, 由静止开始运动, 若运动中保持二力方向不变, 若 F_1 突然增大到 $F_2 + \Delta F$, 则质点以后 ()
 - 一定做匀变速曲线运动
 - 在相等的时间内速度的变化一定相等
 - 可能做匀速直线运动
 - 可能做变加速直线运动
- 小河宽为 d , 河水中各点水的流速大小与各点到较近的河岸边的距离成正比, $v_x = \frac{4v_0}{d}x$, x 是各点到近岸的距离, 小船船头垂直河岸渡河, 小船划行速率为 v_0 , 则下列说法正确的是 ()
 - 小船渡河的轨迹为曲线

- 小船到达离对岸 $d/2$ 处, 船渡河的速率为 $\sqrt{2}v_0$
- 小船渡河的轨迹为直线
- 小船到达离对岸 $3d/4$ 处, 船渡河的速率为 $\sqrt{2}v_0$

- 某人站在自动扶梯上, 经 t_1 时间从 1 楼到 2 楼, 如果自动扶梯不动, 人沿着扶梯从 1 楼到 2 楼时间为 t_2 , 现使扶梯正常运行, 人也保持原来的速度沿扶梯向上走, 则人从 1 楼到 2 楼的时间是 ()
 - $t_2 - t_1$
 - $(t_1 \cdot t_2) / (t_2 - t_1)$
 - $(t_1 \cdot t_2) / (t_2 + t_1)$
 - $(t_1^2 + t_2^2)^{1/2} / 2$
- 船在静水中的航速是 1 m/s, 河岸笔直, 河宽恒定, 河水靠近岸边的流速为 2 m/s, 河中间的流速为 3 m/s。以下说法中正确的是 ()
 - 因船速小于流速, 船不能到达对岸
 - 船不能沿一直线过河
 - 船不能垂直河岸过河
 - 船过河的最短时间是一定的
- 如图 5.2-3 所示, A、B 以相同的速率 v 下降, C 以速率 v_c 上升, 绳与竖直方向夹角 α 已知, 则 $v_c = \underline{\hspace{2cm}} v$ 。

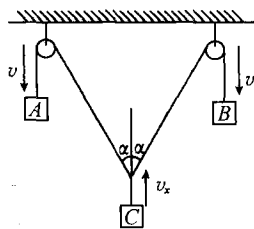


图 5.2-3

探究与创新

- 关于运动的合成和分解, 下述说法中正确的是 ()
 - 合运动的速度大小等于分运动的速度大小之和
 - 物体的两个分运动若是直线运动, 则它的合运动一定是直线运动
 - 合运动和分运动具有同时性
 - 若合运动是曲线运动, 则其分运动中至少有一个是曲线运动
- 河边有 M、N 两个码头, 一艘轮船的航行速率恒为 v_1 , 水流速率恒为 v_2 , 若轮船在静水中航行 2MN 的时间是 t , 则 ()
 - 轮船在 M、N 之间往返一次的时间大于 t
 - 轮船在 M、N 之间往返一次的时间小于 t
 - v_2 越小, 往返一次的时间越短

- D. v_2 越小,往返一次的时间越长
3. 某河水的流速与离河岸距离的变化关系如图 5.2-4 甲所示。河宽 300 m,船在静水中的速率与时间的关系如图乙所示。若要使船以最短时间渡河,则 ()

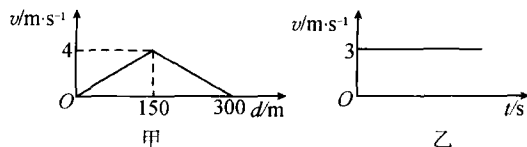


图 5.2-4

- A. 船渡河的最短时间是 75 s
- B. 船在行驶过程中,船头始终与河岸垂直
- C. 船在河水中航行的轨迹是一条直线
- D. 船在河水中的最大速率是 5 m/s

3 抛体运动的规律

知识要点

1. 以一定的初速度将物体抛出,在空气阻力可以忽略的情况下,物体所做的运动叫做抛体运动。初速度沿水平方向的抛体运动叫做平抛运动。抛体运动还有竖直上抛、竖直下抛、斜向上抛、斜向下抛。

2. 做抛体运动的物体,都是只受重力作用,显然这里的“抛”不是指把物体抛出的过程,而是指抛出后物体的运动。

学法指导

1. 研究物理学的一般思想方法的主线:观察现象→初步分析→猜测→实验研究→得出规律→重复实验→鉴别结论。

2. 利用已知的直线运动的规律来研究复杂的曲线运动,渗透物理学“化曲为直”、“化繁为简”的方法及“等效代换”、“正交分解”的思想方法。

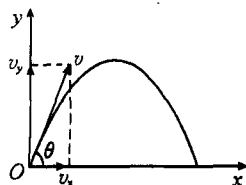
3. 斜抛运动

(1) 两个分运动

我们可以把斜向初速度分解为水平方向和竖直方向,水平方向由于不受力,仍然做匀速直线运动,竖直方向由于受到重力作用,做的是加速度为 g 的竖直上抛或竖直下抛运动。

(2) 斜抛运动的速度

建立如图坐标系:



在任意时刻两个方向的速度分别为

水平速度 $v_x = v \cos \theta$

竖直速度 $v_y = v \sin \theta - gt$

物体的实际速度(即合速度)为 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$,方向根据两个分速度决定。

(3) 斜抛运动的位置

因为 $v_x = v \cos \theta$; $v_y = v \sin \theta - gt$ 。

所以水平位移 $x = v \cos \theta \cdot t$

竖直位移 $y = v \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$

由上两式可得:

$$y = x \tan \theta - \frac{g}{2v^2 \cos^2 \theta} x^2$$

这就是斜抛物体的轨迹方程,由上式可以看出: $y=0$ 时, $x=0$ 是抛出点位置; $x = \frac{2v^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$ 是水平射程,并由此式可知,当 $\theta=45^\circ$ 时,水平射程最大。

典例分析

例 1 如图 5.3-1 所示,将质量为 m 的小球从倾角为 θ 的光滑斜面上 A 点以速度 v_0 水平抛出(即 v_0 与 CD 方向平行),小球运动到 B 点,已知 A 点的高度 h ,则小球到达 B 点时的速度大小为_____。

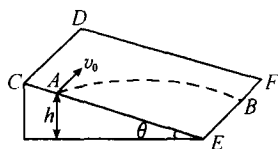


图 5.3-1

【解析】 小球在光滑斜面上做类平抛运动,沿斜面向下的加速度 $a = g \sin \theta$ 。设由 A 运动至 B 的

时间为 t , 沿斜面向下的位移为 $\frac{h}{\sin\theta} = \frac{1}{2}at^2$

$$\text{所以 } t = \sqrt{\frac{2h}{a \sin\theta}} = \frac{1}{\sin\theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

小球到达 B 点的水平速度为 v_0 , 沿斜面向下的速度为

$$v_y = at = g \sin\theta \cdot \frac{1}{\sin\theta} \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh}$$

故小球在 B 点的速度为

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

例 2 飞机在 2 km 的高空以 100 m/s 的速度水平匀速飞行, 相隔 1 s, 先后从飞机上掉下 A 、 B 两物体, 不计空气阻力, 两物体在空中的最大距离是多少? ($g=10 \text{ m/s}^2$)

【解析】 由于飞机水平匀速飞行, 所以 A 、 B 两物体先后离开飞机后均做平抛运动, 且水平速度都和飞机的水平速度相同, 因此两物体在落地前始终在飞机的正下方, 它们的距离等于竖直位移之差, 对 A 物体有: $y_A = \frac{1}{2}gt^2$

$$\text{对 } B \text{ 物体有: } y_B = \frac{1}{2}g(t-1)^2$$

$$\begin{aligned} \text{所以 } s_{AB} &= y_A - y_B = \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-1)^2 \\ &= \frac{1}{2}g(2t-1) \end{aligned}$$

随 t 的增大两物体距离增大, 而物体 A 在空中飞行的最长时间为:

$$t_m = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 2000}{10}} \text{ s} = 20 \text{ s}$$

$$\text{所以 } s_{AB} = \frac{1}{2} \times 10 \times (2 \times 20 - 1) \text{ m} = 195 \text{ m}$$

习题精选

- 在高度为 h 的同一位置向水平方向同时抛出两个小球 A 和 B , 若 A 球的初速度 v_A 大于 B 球的初速度 v_B , 则下列说法中正确的是 ()
 - A 球比 B 球先落地
 - 在飞行过程中的任一段时间内, A 球的水平位移总是等于 B 球的水平位移
 - 若两球在飞行中遇到一堵墙, A 球击中墙的高度等于 B 球击中墙的高度
 - 在空中飞行的任意时刻, A 球总在 B 球的水平正前方, 且 A 球的速率总是大于 B 球的速率
- 如图 5.3-2 所示, 在坡度一定的斜面顶点以大

小相同的初速度 v 同时水平向左与水平向右抛出两个小球 A 和 B , 两侧斜坡的倾角分别为 37° 和 53° , 小球均落在坡面上, 若不计空气阻力, 则 A 和 B 两小球的运动时间之比为 (已知 $\tan 37^\circ = 3/4$, $\tan 53^\circ = 4/3$) ()

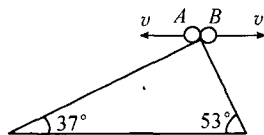


图 5.3-2

- 3 : 4
 - 4 : 3
 - 9 : 16
 - 16 : 9
- 在地面上方某一高处, 以初速度 v_0 水平抛出一石子, 当它的速度由水平方向变化到与水平方向成 θ 角时, 石子的水平位移的大小是 (不计空气阻力) ()
 - $\frac{v_0^2 \sin\theta}{g}$
 - $\frac{v_0^2 \cos\theta}{g}$
 - $\frac{v_0^2 \tan\theta}{g}$
 - $\frac{v_0^2 \cot\theta}{g}$
 - 一物体做平抛运动, 在两个不同时刻的速度大小分别为 v_1 和 v_2 , 时间间隔为 Δt , 不计空气阻力, 重力加速度为 g , 那么 ()
 - 后一时刻的速度方向可能竖直向下
 - 若 v_2 是最后一时刻的速度大小, 则 $v_1 < v_2$
 - 在 Δt 时间内物体速度变化量的大小为 $g \cdot \Delta t$
 - 在 Δt 时间内物体下降的高度为 $\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$
 - 两平行、竖直、光滑的墙相距为 d , 高为 h , 今有一小球在墙顶沿垂直墙的方向水平抛出, 要求落地的位置与抛出时的位置在同一竖直线上, 则初速度 v_0 可能是 ()
 - $d \sqrt{\frac{g}{2h}}$
 - $2d \sqrt{\frac{g}{2h}}$
 - $3d \sqrt{\frac{g}{2h}}$
 - $5h \sqrt{\frac{g}{2h}}$
 - 做平抛运动的物体, 初速率为 $v_0 = 15 \text{ m/s}$, 当物体在竖直方向的平均速度与水平速度的大小数值相等时, 这个物体运动的时间为 _____ s, 这时物体的竖直位移的数值 _____ (填“大于”、“小于”或“等于”) 水平位移的数值。
 - 一网球运动员在距网 12 m 处沿水平方向发球, 发球高度为 2.25 m, 网的高度为 0.9 m。若网球在网上 0.1 m 处越过, 则网球的初速度 $v_0 =$

_____ m/s。(取 $g=10\text{ m/s}^2$, 不计空气阻力)

8. 射击运动员沿水平方向对准正前方 100 m 处的竖直靶板射击, 第一发子弹射在靶上的 A 点, 经测量计算, 得知子弹飞行速率为 500 m/s, 第二发子弹击中 A 点正下方 5 cm 处的 B 点, 求第二发子弹飞行速率。(不计空气影响, $g=10\text{ m/s}^2$)

9. 如图 5.3-3 所示, 从 $H=45\text{ m}$ 高处水平抛出的小球, 除受重力外, 还受到水平风力作用, 假设风力大小恒为小球重力的 0.2 倍, $g=10\text{ m/s}^2$ 。问:

(1) 有水平风力与无风时相比较, 小球在空中的飞行时间是否相同? 如不相同, 说明理由; 如相同, 求出这段时间。

(2) 为使小球能垂直于地面着地, 求水平抛出的初速度 v_0 。

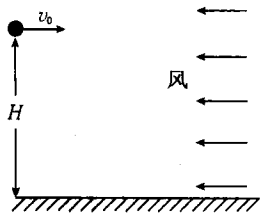


图 5.3-3

10. 小球以 15 m/s 的水平初速度向一倾角为 37° 的斜面抛出, 飞行一段时间后, 恰好垂直撞在斜面上。求:

(1) 小球在空中的飞行时间;

(2) 抛出点距落球点的高度。($g=10\text{ m/s}^2$)

探究与创新

1. 如图 5.3-4, 质量为 m 的飞机以水平速度 v_0 飞离跑道后逐渐上升, 若飞机在此过程中水平速度保持不变, 同时受到重力和竖直向上的恒定升力(该升力由其他力的合力提供, 不含重力)。

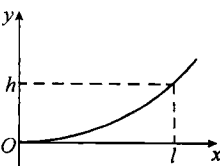


图 5.3-4

今测得当飞机在水平方向的位移为 l 时, 它的上升高度为 h 。求:

(1) 飞机受到的升力大小;

(2) 从起飞到上升至 h 高度的过程中升力所做的功及在高度 h 处飞机的动能。

2. 如图 5.3-5 所示, M 和 N 是两块相互平行的光滑竖直弹性板。两板之间的距离为 L , 高度为 H 。现从 M 板的顶端 O 以垂直板面的水平速度 v_0 抛出一个小球。小球在飞行中与 N 板和 M 板分别在 A 点和 B 点

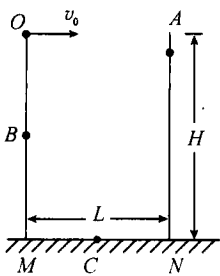


图 5.3-5

相碰, 并最终在两板间的中点 C 处落地。求:

(1) 小球抛出的速度 v_0 与 L 和 H 之间满足的关系;

(2) OA 、 AB 、 BC 在竖直方向上距离之比。

4 实验:研究平抛运动

知识要点

1. 物体只在重力作用下,初速度沿水平方向的抛体运动叫平抛运动。

2. 运动的性质:初速度与重力垂直,是匀变速运动,加速度为 g 。

3. 分运动:①水平方向做匀速直线运动 $X = v_0 t$; 竖直方向做自由落体运动 $Y = \frac{1}{2} g t^2$ 。②平抛运动的空中运动时间由 h 决定,水平位移由 h 和 v_0 共同决定。③运动过程各点的水平分速度都等于 v_0 , 竖直分速度 $v_t = g t$, 速度改变量为 $g t$ 。④各点机械能相等。

学法指导

1. 平抛运动的规律

水平方向以初速度做匀速直线运动,且满足: $x = v_0 t, v_x = v_0, a_x = 0$; 在重力作用下竖直方向一定做自由落体运动,且满足: $y = \frac{1}{2} g t^2, v_y = g t, a_y = g$ 。因为平抛出去的物体只受重力作用,又有水平方向的初速度,所以它是这两个分运动的合运动。

2. 平抛运动的轨迹

平抛运动的轨迹(抛物线)可以用 x, y 的坐标方程表示:

$$\therefore \begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

$$\therefore y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$$

这是一个抛物线方程。

3. 经时间 t 物体的位移

$$\therefore x = v_0 t, y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{又} \therefore s = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\therefore s = \sqrt{v_0^2 t^2 + \frac{1}{4} g^2 t^4}$$

由图 5.4-1 不难看出位移方向与水平方向的夹角 α 满足

$$\alpha = \arctan \frac{y}{x} = \arctan \frac{g t}{2 v_0}$$

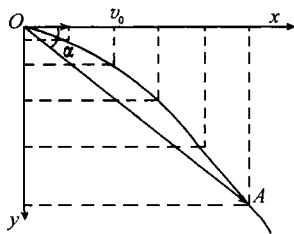


图 5.4-1

4. t 时刻物体的速度

$$\therefore v_x = v_0, v_y = g t$$

$$\therefore v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

且速度方向与 x 轴的夹角 β 满足:

$$\beta = \arctan \frac{v_y}{v_x} = \arctan \frac{g t}{v_0}$$

5. 平抛物体的加速度

$$\therefore a_x = 0, a_y = g$$

$$\therefore a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = g, \text{方向竖直向下。}$$

由此说明平抛运动是匀变速(加速度恒定)运动。

典例分析

例 1 在“研究平抛物体运动”的实验中,某同学记录了运动轨迹上三点 A、B、C,如图 5.4-2 所示,以 A 为坐标原点,建立坐标系,各点坐标值已在图中标出。求:

- (1) 小球平抛初速度大小;
- (2) 小球做平抛运动的初始位置坐标。

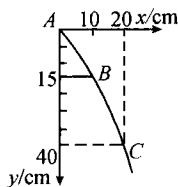


图 5.4-2

【解析】 (1) 如图 5.4-2 所示,小球在 AB 段、BC 段水平位移相等,而小球在水平方向做匀速运动,因此小球在这两段运动时间为 $t_{AB} = t_{BC} = T$ 。

小球在竖直方向做匀加速运动,由 $\Delta s = a T^2$ 得

$$25 \text{ cm} - 15 \text{ cm} = 10 \text{ cm}, T = 0.1 \text{ s}$$

小球在水平方向上做匀速运动,有 $v_0 = \frac{10 \text{ cm}}{0.1 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$

(2) 由于小球在竖直方向上做匀加速直线运动,小球在 B 点的竖直分速度大小等于 AC 段在竖直方

思维2

向平均速度大小。

$$v_{By} = \frac{0.4}{0.2} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}.$$

设小球从抛出点 O 到 B 点历时 t_{OB} , 有 $t_{OB} = \frac{v_{By}}{g} = 0.2 \text{ s}$. 小球从抛出点 O 到 A 点历时: $t_{OA} = t_{OB} - T = 0.1 \text{ s}$.

$$\text{因此, } x_{OA} = v_0 t_{OA} = 10 \text{ cm}, y_{OA} = \frac{1}{2} g t_{OA}^2 = 5 \text{ cm}, \text{ 故}$$

O 点坐标值为 $(-10 \text{ cm}, -5 \text{ cm})$

例 2 如图 5.4-3(a) 所示, MN 为一竖直墙面, 图中 x 轴与 MN 垂直. 距墙面 L 的 A 点固定一点光源. 现从 A 点把一小球以水平速度向墙面抛出, 则小球在墙面上的影子的运动应是

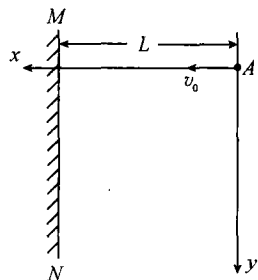


图 5.4-3(a)

- ()
- A. 自由落体运动
B. 变加速直线运动
C. 匀速直线运动
D. 无法判定

【分析】 小球抛出后为平抛运动, 在图中 x 方向上为匀速直线运动, 在 y 方向上为自由落体运动. 本题我们研究的并不是小球在竖直方向上的运动, 而是在点光源照射下小球在墙上影子的运动。

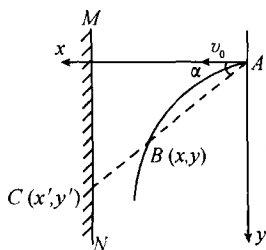


图 5.4-3(b)

【解答】 设小球从 A 点抛出后经过时间 t , 其位置 B 坐标为 (x, y) , 连接 AB 并延长交墙面于 $C(x', y')$. 显然 C 点就是此时刻小球影子的位置, 如图 5.4-3(b) 所示。

令 AB 与 x 轴夹角为 α , 则

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2} g t^2}{v_0 t}$$

依几何关系, 影子位置 $y' = L \cdot \tan \alpha$. 故

$$y' = L \cdot \frac{\frac{1}{2} g t^2}{v_0 t} = \frac{gL}{2v_0} t$$

即影子纵坐标 y' 与时间 t 是正比例关系, 所以该

运动为匀速直线运动. 选项 C 正确。

习题精选

1. 有一辆在水平路面上匀速运动的汽车, 汽车里的某人手拿一个小球, 松开手后小球开始下落. 在汽车里的人看来, 小球做什么运动? 在站在路边的人看来, 小球做什么运动?

2. 物体做平抛运动时, 它的速度的方向和水平方向间的夹角 α 的正切 $\tan \alpha$ 随时间 t 变化的图象是图 5.4-4 中的 ()

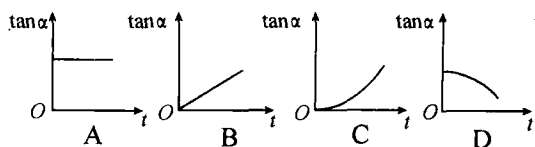


图 5.4-4

3. 一物体从某高度以初速度 v_0 水平抛出, 落地时速度大小为 v_t , 则它的运动时间为 ()

- A. $\frac{v_t - v_0}{g}$ B. $\frac{v_t - v_0}{2g}$
C. $\frac{v_t^2 - v_0^2}{2g}$ D. $\frac{\sqrt{v_t^2 - v_0^2}}{g}$

4. 水滴自高处由静止开始下落, 至落地前的过程中遇到水平方向吹来的风, 则 ()

- A. 风速越大, 水滴下落的时间越长
B. 风速越大, 水滴落地时的瞬时速度越大
C. 水滴着地时的瞬时速度与风速无关
D. 水滴下落的时间与风速无关

5. 平抛物体的运动规律可以概括为两点: (1) 水平方向做匀速运动, (2) 竖直方向做自由落体运动。为了研究平抛物体的运动, 可做下面的实验: 如图

5.4-5 所示, 用小锤打击弹性金属片, A 球就水平飞出, 同时 B 球被松开, 做自由落体运动, 两球同时落到地面, 这个实验 ()

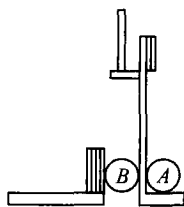


图 5.4-5

- A. 只能说明上述规律中的第(1)条
B. 只能说明上述规律中的第(2)条
C. 不能说明上述规律中的任何一条

D. 能同时说明上述两条规律

6. 一架老式飞机在高出地面 490 m 的高度, 以 40 m/s 的速度水平匀速飞行。为了使飞机上投下的炸弹落在指定的目标上, 应该在与轰炸目标的水平距离为多远的地方投弹? (不计空气阻力)

7. 从某高度处以 12 m/s 的初速度水平抛出一物体, 经 2 s 落地, g 取 10 m/s^2 , 则物体抛出处的高度是 _____ m, 物体落地点的水平距离是 _____ m, 速度方向与竖直方向的夹角 θ 的正切 $\tan\theta =$ _____。($g = 10 \text{ m/s}^2$)

8. 下列图象(图 5.4-6)是某同学在研究平抛物体的运动中利用闪光照片得到的, 图中每小方格边长表示 2.5 cm, 请你据图判断和计算下列问题: ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

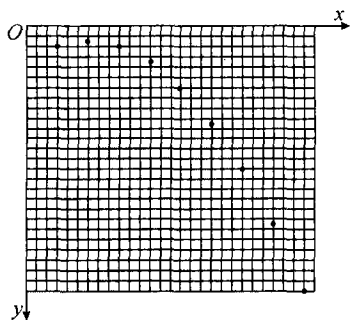


图 5.4-6

(1) 得到如图 5.4-6 的图象可能是什么原因造成的? _____。

(2) 该照相机的闪光频率为 _____。

(3) 该物体在最高点的速度为 _____ m/s。

(4) 最高点坐标 $x =$ _____ cm, $y =$ _____ cm。

(按图中坐标系)

探究与创新

倾角为 θ 、高为 1.8 m 的斜面如图 5.4-7 所示, 在其顶点水平抛出一石子, 它刚好落在这个斜面底端的 B 点, 则石子抛出后, 经 _____ s, 石子的速度方向刚好与斜面平行。($g = 10 \text{ m/s}^2$)

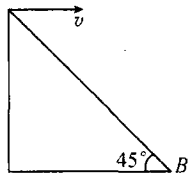


图 5.4-7

5 圆周运动

知识要点

掌握物体做圆周运动的条件和特点, 研究物体做匀速圆周运动的特点, 掌握物体的合外力时刻与线速度垂直, 且大小始终不变是做匀速圆周运动的唯一条件。只有掌握好圆周运动的规律, 才能很好地解决有关天体及后面将学到的带电粒子垂直进入匀强磁场的运动问题。

1. 匀速圆周运动的定义

质点沿圆周运动, 如果在相等的时间里通过的圆弧长度相等, 这种运动就叫做匀速圆周运动。

2. 描述匀速圆周运动的物理量

(1) 线速度: $v = \frac{s}{t}$ (s 是物体在时间 t 内通过的圆弧长), 方向沿圆弧上该点处的切线方向, 它是描述物体做匀速圆周运动快慢的物理量。

(2) 角速度: $\omega = \frac{\theta}{t}$ (θ 是物体在时间 t 内绕圆心转过的角度), 单位是弧度每秒, 符号是 rad/s, 它是描述物体做匀速圆周运动快慢的物理量。

(3) 周期 T 和频率 f : 做匀速圆周运动的物体运动一周所用的时间叫周期, 周期的倒数叫频率。

转速是指做匀速圆周运动的物体每秒转过的圈数,用 n 表示,单位是转每秒,符号是 r/s 。它们都是描述物体做匀速圆周运动快慢的物理量。

(4)线速度、角速度、周期和频率以及转速间的关系:

$$\textcircled{1} v = \omega r = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f = 2\pi r n$$

$$\textcircled{2} \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 2\pi n$$

$$\textcircled{3} T = \frac{1}{f} = \frac{1}{n}$$

学法指导

本节主要抓住各个物理量之间的关系,要熟练掌握什么情况下角速度相同,什么情况下线速度相同,这也是本节课解决问题的关键。

1. 角速度的概念,应确切理解。公式 $\omega = \frac{\varphi}{t}$ 中的 φ 应当用弧度做单位来表示,这一点要注意,这对得出公式 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 是十分重要的。

2. 教材介绍了转速的概念,应该能由转速(单位符号为 r/min)得到周期(单位符号为 s)或角速度(单位符号为 rad/s)。

3. 应真正理解匀速圆周运动的线速度虽然大小不变,但方向时刻在变化,因此,匀速圆周运动是变速运动。认识这一点是理解向心加速度的前提。

典例分析

例 1 物体做曲线运动的条件为 ()

- A. 物体运动的初速度不为 0
- B. 物体所受合外力为变力
- C. 物体所受的合外力的方向与速度的方向不在同一条直线上
- D. 物体所受的合外力的方向与加速度的方向不在同一条直线上

【分析】 本题主要考查曲线运动的基本条件和运动特点。

【解答】 曲线运动的条件是合外力和运动速度不共线;从静止开始的运动也可以是曲线运动,但合外力应是方向改变的变力。答案选 C。

例 2 如图 5.5-1 所示, O_1 为皮带传动装置的主动轮的轴心,轮的半径为 r_1 ; O_2 为从动轮的轴心,轮的半径为 r_2 ; r_3 为与从动轮固定在一起的大轮的半径。已知 $r_2 = 1.5r_1$, $r_3 = 2r_1$ 。A、B、C 分别是三个轮边缘上的点,那么质点 A、B、C 的线速度之比是 _____,角速度之

比是 _____,向心加速度之比是 _____,周期之比是 _____。

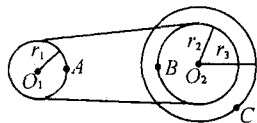


图 5.5-1

【分析】 本题抓住两个关键不难解出结果:

- 1. 皮带边缘(不打滑)线速度相等。
- 2. 同一转动物体各点角速度相等。

【解答】 由于 A、B 轮由不打滑的皮带相连,故 $v_A = v_B$ 。

又由于 $v = \omega r$, 可知 $\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{r_B}{r_A} = \frac{1.5r_1}{r_1} = \frac{3}{2}$

由于 B、C 两个轮固定在一起, 所以 $\omega_B = \omega_C$ 。

由 $v = \omega r$, 知 $\frac{v_B}{v_C} = \frac{r_B}{r_C} = \frac{1.5r_1}{2r_1} = \frac{3}{4}$ 。

所以有 $\omega_A : \omega_B : \omega_C = 3 : 2 : 2$,

$$v_A : v_B : v_C = 3 : 3 : 4。$$

由于 $v_A = v_B$, 依 $a = \frac{v^2}{R}$, 知 $\frac{a_A}{a_B} = \frac{r_B}{r_A} = \frac{3}{2}$

由于 $\omega_B = \omega_C$, 依 $a = \omega^2 R$, 知 $\frac{a_B}{a_C} = \frac{r_B}{r_C} = \frac{3}{4}$ 。

故 $a_A : a_B : a_C = 9 : 6 : 8$ 。

再由 $T = 2\pi/\omega$, 知 $T_A : T_B : T_C = 2 : 3 : 3$

例 3 如图 5.5-2 所示, 直径为 d 的纸制圆筒, 以角速度 ω 绕轴 O 匀速转动, 枪口对准圆筒, 使子弹沿直径穿过圆筒, 若子弹在圆筒旋转不到半周时在圆筒上留下 a 、 b 两个弹孔, 已知 aO 和 bO 的夹角为 φ , 则子弹的速度为多大?

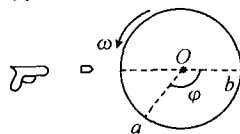


图 5.5-2

【分析】 本题主要考查圆周运动的各个物理量之间的关系, 抓住物体运动的同时性。

【解答】 子弹的运动时间与转盘转过 φ 角的时间相等, 用这个关系列个等式, 便可以求出结果,

$$\frac{d}{v} = \frac{\pi - \varphi}{\omega}$$

可得: $v = \frac{d\omega}{\pi - \varphi}$ 答案: $\frac{d\omega}{\pi - \varphi}$

习题精选

1. 一个物体初速为 v_0 , 在恒力作用下可能做 ()
- A. 匀速运动 B. 匀速圆周运动
C. 变加速运动 D. 曲线运动
2. 关于角速度和线速度, 下列说法正确的是 ()
- A. 半径一定, 角速度与线速度成反比
B. 半径一定, 角速度与线速度成正比
C. 线速度一定, 角速度与半径成正比
D. 角速度一定, 线速度与半径成反比
3. 时针、分针和秒针转动时, 下列说法正确的是 ()
- A. 秒针的角速度是分针的 60 倍
B. 分针的角速度是时针的 60 倍
C. 秒针的角速度是时针的 360 倍
D. 秒针的角速度是时针的 86 400 倍
4. 关于匀速圆周运动, 下列说法中正确的是 ()
- A. 线速度的大小保持不变
B. 是角速度不变的运动
C. 线速度和角速度都保持不变
D. 是相对圆心位移不变的运动
5. 某质点做匀速圆周运动的轨道半径为 80 cm, 周期为 2 s, 则它做匀速圆周运动的角速度为 _____; 线速度为 _____。
6. 半径为 10 cm 的转轮, 每秒转 5 圈, 则该转轮周期 T 为 _____, 在转轮的边沿处某点 A 的角速度为 _____, 线速度为 _____。

7. 雨伞边沿到伞柄距离为 r , 边沿高出地面 h , 当雨伞以角速度 ω 绕伞柄匀速转动时, 雨滴从伞边缘水平甩出, 求雨滴落到地面的圆半径 R 。

探究与创新

如图 5.5-3 所示, 电视画面每隔 $1/30$ s 更迭一帧, 当屏幕上出现一辆车匀速奔驰的情景时, 观众如果注意车辆的辐条, 往往会看见奇怪的现象。设车上有八根对称分布的完全相同的辐条,

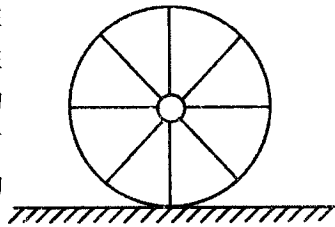


图 5.5-3

- 试问: 下列说法中正确的有 ()
- A. 若在 $1/30$ s 内, 每根辐条恰好转过 45° , 则观众觉得车轮是不动的
- B. 若在 $1/30$ s 内, 每根辐条恰好转过 360° , 则观众觉得车轮是不动的
- C. 若在 $1/30$ s 内, 每根辐条恰好转过 365° , 则观众觉得车轮是倒转的
- D. 若在 $1/30$ s 内, 每根辐条恰好转过 355° , 则观众觉得车轮是倒转的