



高考备考专家系列丛书

依据国家教育部最新课程标准和教学大纲编写

高考备考专家

高一

同步
TONG BU DAO DU 导读

北京师范大学新课标教学研究中心 组编

物理(下)



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>



高考备考专家系列丛书

依据国家教育部最新课程标准和教学大纲编写

高考备考专家

高一

同步·导读

TONG BU DAO DU

北京师范大学新课标教学研究中心 组编

物理(下)



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>

图书在版编目(CIP)数据

高一同步导读·物理(下)/北京师范大学新课标教学研究中心编. —北京:北京邮电大学出版社,2004

ISBN 7-5635-0901-1

I. 高... II. 北... III. 物理课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 042493 号

书 名 高一同步导读·物理(下)
主 编 北京师范大学新课标教学研究中心
责任编辑 周 堃 陈 欣
出版发行 北京邮电大学出版社
社 址 北京市海淀区西土城路 10 号 邮编 100876
经 销 各地新华书店
印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司
开 本 850 mm × 1 168 mm 1/16
印 张 7
字 数 230 千字
版 次 2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5635-0901-1/O · 81
定 价 9.00 元

如有印刷问题请与北京邮电大学出版社联系

电话:(010)62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

Http://www.buptpress.com

版权所有 翻版必究



促膝小语

——写给高一新生

同

学们,当时光的脚步悄悄踏入高中的那一刻,您是否感觉自己已站在了高考这座大山的脚下,也在无形中给自己加了一鞭呢?

在您对高中生活充满好奇,对高考充满疑惑的时刻,是否能听一下编者的肺腑之言?

高中生活较之初中更为紧张、繁忙和充实。而高考,是每一个高中生都不容回避的,从步入高中那一刻起,它就已经开始!高考对学生来讲是十二年学习生活的总结,是对学识和能力的综合考验,是竞技场上的最后一搏,而高一正是打基础的阶段。在这一阶段,应树立正确的求学目标,扎实的打好基础,拼一年春夏秋冬,搏一生无怨无悔。

“工欲善其事,必先利其器”,同学们,从高一一开始就应该选择一套适合自己、适合进度、贴近教材、贴近高考的参考书,达到“事半功倍”的效果。

我们编者“想同学之所想,急同学之所急”,推出的高考备考专家系列丛书之高一同步导读,答疑解惑,诚可谓学生之良师益友。

书中内容紧贴教材、紧扣考纲。“本章知识网络归纳”、“目标定位”、“要点查看”、“重点搜索”等使您系统地复习教材,有纲可循。“知识点击”、“例题刷新”、“能力升级”等使您扎实地掌握知识,有题可练。“方法浏览”、“高考热点透析”、“高考链接”等为您提供演练的平台并点拨您的思路。

本套丛书让您在求学的道路上不至于踽踽独行,助您在学习生活中峰回路转、水到渠成,让您在高考时收获累累硕果。

虽为“促膝小语”,却是“金玉良言”,促膝方显心诚,小语才好入耳。希望同学们靠汗水浇出胜利果实,凭方法走到成功彼岸。最后祝愿同学们在这套高考备考专家系列丛书之高一同步导读的指导下,“会当临绝顶,一览众山小”。

本套丛书在编写过程中承蒙有关领导、老师的大力支持,在此谨表谢意。同时,因水平所限,加之时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者





目 录



第五章 曲线运动

本章知识网络归纳	1
思维知识拓展	2
第一节 曲线运动	2
第二节 运动的合成和分解	5
第三节 平抛物体的运动	9
第四节 匀速圆周运动	13
第五节 向心力 向心加速度	16
第六节 匀速圆周运动的实例分析	21
第七节 离心现象及其应用	26
实验:研究平抛物体的运动	29
本章综合测试	32



第六章 万有引力定律

本章知识网络归纳	35
思维知识拓展	35
第一节 行星的运动	35
第二节 万有引力定律	38
第三节 引力常量的测定	41
第四节 万有引力定律在天文学上的应用	44
第五节 人造卫星 宇宙速度	47
* 第六节 行星、恒星、星系和宇宙(略)	51
本章综合测试	51
期中测试	55



目 录

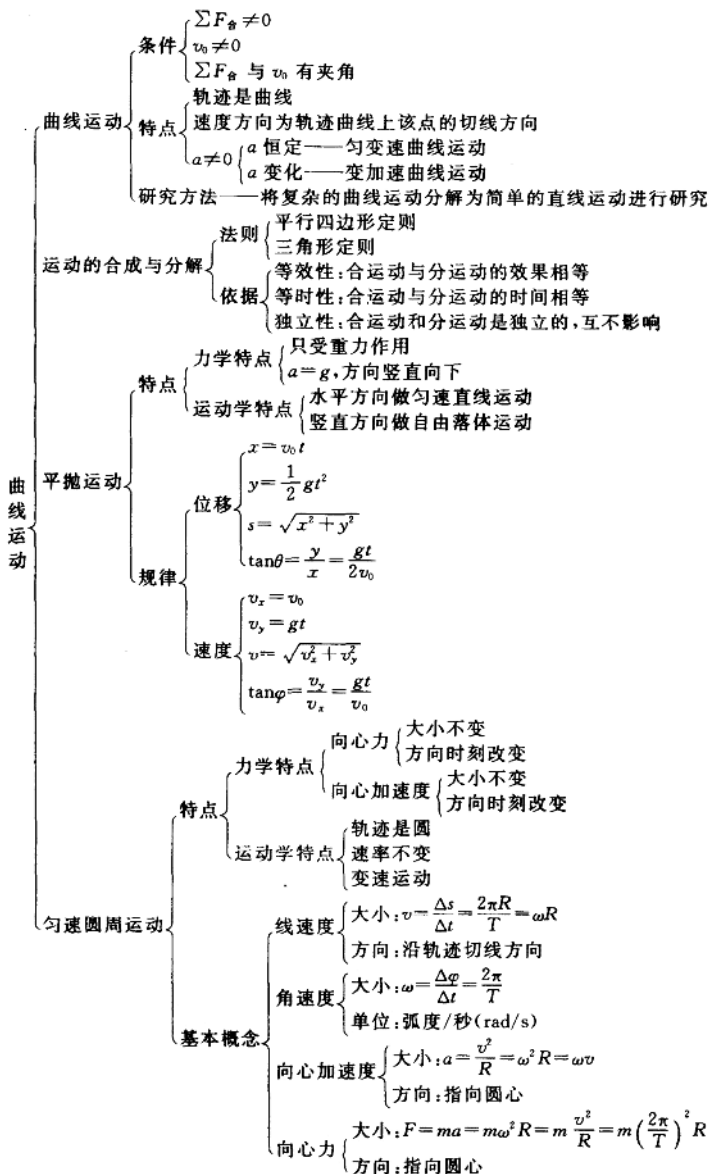


第七章 机械能

本章知识网络归纳	57
思维知识拓展	57
第一节 功	57
第二节 功率	61
第三节 功和能	65
第四节 动能 动能定理	67
第五节 重力势能	71
第六节 机械能守恒定律	75
第七节 机械能守恒定律的应用	79
实验 验证机械能守恒定律	84
本章综合测试	87
期末测试	91
参考答案	95

第五章 曲线运动

本章知识网络归纳



思维知识拓展

本章重点内容有物体做曲线运动的条件,运动的合成与分解,两种特殊的曲线运动:平抛运动和匀速圆周运动.曲线运动是一种复杂运动,为了简化解题过程引入了运动的合成和分解.一个复杂运动可根据平行四边形定则进行分解,有时还要根据物体运动的实际效果进行分解.例如处理平抛运动时,经常分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动,求

解两个分运动中的物理量后合成求得实际速度、位移等物理量.平抛运动问题实际上就是直线运动规律与运动合成与分解的结合问题.对于匀速圆周运动问题应正确分析物体受力,弄清哪些力提供了向心力是解题的关键.在非匀速圆周运动问题中只要求一些特殊位置,例如竖直平面内的圆周运动的最高点和最低点,此类问题中应充分注意一些临界状态.

第一节 曲线运动



目标定位

1. 知道曲线运动中速度的方向,理解曲线运动是一种变速运动.
2. 知道物体做曲线运动的条件是所受合外力的方向与它的速度方向不在同一条直线上.



要点查看

1. 曲线运动的速度方向

曲线运动中速度的方向,即是质点在该时刻(或该位置)的运动方向,也是质点在该时刻(或该位置)运动轨迹的切线方向.我们这里所说的切线方向应是指向运动趋势的切线方向.

2. 曲线运动是变速运动

质点做曲线运动的轨迹为曲线,其曲线运动的切线方向时刻在改变,而质点的速度方向即为曲线的切线方向,即速度的方向时刻在改变.因速度是一个矢量,包括大小和方向,只要其一发生改变,质点的速度就发生改变,故做曲线运动的质点,其运动的速度一定发生改变,一定是在做变速运动.

但变速运动不一定是曲线运动,因为若质点是做速度大小改变而方向不变的变速运动时,物体就是做直线运动.如:自由落体运动.

3. 物体做曲线运动的条件

曲线运动既然是一种变速运动,就一定有加速度,由牛顿第二定律可知,也一定受到合外力的作用.当运动物体所受合外力方向跟物体的速度方向在同一条直线上(同向或反向)时,物体做直线运动.这时合外力只

改变速度大小,不改变速度的方向.当合外力的方向跟速度方向不在同一条直线上时,可将合外力分解到沿着速度和垂直于速度方向上,沿着速度方向的分力改变速度大小,垂直于速度方向的分力改变速度的方向,这时物体做曲线运动.若合外力与速度方向始终垂直,物体就做速度大小不变、方向不断改变的曲线运动.若合外力为恒力,物体就做匀变速曲线运动.总之,物体做曲线运动的条件是:物体所受的合外力方向跟它的速度方向不在同一直线上.

4. 物体做直线运动或曲线运动条件的讨论

(1)物体做直线运动:物体所受合外力方向与速度方向夹角 $\theta = 0^\circ$ 或 180° 时.

①当物体不受外力或所受合外力为零时,物体做匀速直线运动或处于静止状态.

②当物体所受合外力不为零,且合外力方向与速度方向在一条直线上时,物体做变速直线运动;当合外力恒定时,物体做匀变速直线运动.其中当合外力方向与运动方向相同时,物体做加速直线运动;合外力方向与运动方向相反时,物体做减速直线运动.

(2)物体做曲线运动:物体所受合外力方向与速度方向夹角 θ 满足 $0^\circ < \theta < 180^\circ$.

①当满足 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 时,物体将做加速曲线运动.

②当满足 $\theta = 90^\circ$ 时,物体将做速度大小恒定不变的匀速圆周运动.

③当满足 $90^\circ < \theta < 180^\circ$ 时,物体将做减速曲线运动.



例题刷新

【例 1】物体做曲线运动时

- A. 其速度方向一定发生变化
- B. 其加速度一定不为零
- C. 其加速度方向一定发生变化
- D. 其加速度大小一定发生变化

【解析】(1) 物体做曲线运动时其轨迹是曲线, 因物体在某一时刻的速度方向在这一点的切线上, 而曲线的切线是变化的, 可知物体速度的方向也是变化的. 所以曲线运动一定是变速运动, 做曲线运动的物体的加速度一定不为零, 所受的合外力一定不为零, 且与速度方向不在同一直线上.

(2) 加速度的情况如何, 就要看物体受到的合外力. 如果合外力大小恒定, 物体做匀变速曲线运动; 如果合外力大小恒定, 方向变化, 其加速度也是大小恒定、方向变化; 如果合外力大小、方向都发生变化, 加速度也发生相应的变化.

【答案】A、B

【例 2】如图 5-1 所示, 物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B, 这时, 如突然使它所受的力相反, 大小不变, 即由 F 变为 $-F$, 在此力作用下, 物体以后的运动情况, 下列说法正确的是

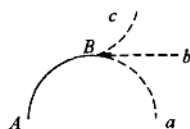


图 5-1

- 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】本题应从曲线运动产生的条件分析, 当物体做曲线运动时, 物体受到合外力与速度方向始终不在一条直线上, 运动的轨迹始终处在合外力方向与速度方向的夹角之中. 物体由 A 到 B 的运动过程中, F 的方向一定指向轨迹的凹面, 则当物体运动到 B 点时, F 一定指向 B 点的切线下方, 其可能的方向如图 5-2 所示; F 反向后, $-F$ 与 v_B 间只有曲线 Bc, 故物体的运动轨迹可能为 Bc. Bb 为直线, 这显然是不可能的. 故选项 A、B、D 正确.

【答案】A、B、D

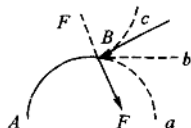


图 5-2

【点评】物体做曲线运动时, 物体所受的合外力方向与速度方向始终不在一条直线上, 运动的轨迹始终处在合外力方向与速度方向的夹角之中.

【例 3】一个物体在力 F_1 、 F_2 、 F_3 ……等几个力的共同作用下, 做匀速直线运动. 若突然撤去力 F_1 后, 则物体

- A. 可能做曲线运动
- B. 不可能继续做直线运动
- C. 必然沿 F_1 的方向做直线运动
- D. 必然沿 F_1 的反方向做匀加速直线运动

【解析】物体做匀速直线运动的速度方向与 F_1 的方向关系不明确, 可能相同、相反和不在同一条直线上.

因此, 撤去 F_1 后物体所受合外力的方向与速度 v 的方向关系不一定. 若撤去其中的一个力 F_1 , 则剩余三个力的合力 F' 与 F_1 等大反向, 物体一定做变速运动; 若 F' 与速度同向, 则物体做匀加速直线运动; 若 F' 与速度反向, 则物体做匀减速直线运动; 若 F' 与速度的方向不在同一直线上, 则物体做曲线运动. 所以选 A 是正确的.

【答案】A

【例 4】如图 5-3 所示, 为某一物体的速度—时间图象(曲线为 $1/4$ 圆弧), 则由此可知物体是做

- A. 曲线运动
- B. 匀速直线运动
- C. 匀变速直线运动
- D. 变加速直线运动

【解析】本图像为 $v-t$ 图, 不是物体运动的轨迹, 而是物体的 $v-t$ 图像.

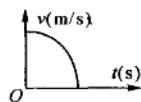


图 5-3

据图 5-3 可知, 物体运动的速度方向一直为正方向, 其大小逐渐减小, 斜率逐渐增大, 即物体做加速度逐渐增大的变减速直线运动. 故物体做变加速直线运动.

所以本题正确答案为 D.

【答案】D

【例5】某物体在一足够大的光滑水平面上向西运动,当它受到一个向南的恒外力作用时,物体的运动将是 ()

- A. 直线运动且是匀变速直线运动
B. 曲线运动但加速度方向不变、大小不变,是匀变速运动
C. 曲线运动但加速度方向改变、大小不变,是非匀变速曲线运动
D. 曲线运动加速度方向和大小均改变,是非匀变速曲线运动

【解析】由于物体所受到的合外力是恒力,且方向垂直于初速度方向,由牛顿第二定律和物体做曲线运动的条件可知:物体做的运动为曲线运动且加速度大小和方向均不变,因此为匀变速曲线运动。

【答案】B



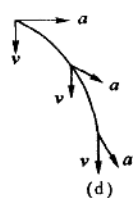
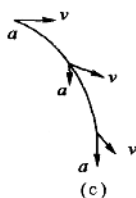
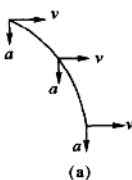
能力升级

- 关于力和运动的说法中正确的是 ()

A. 物体在恒力作用下不可能做曲线运动
B. 物体在变力作用下不可能做直线运动
C. 物体在变力作用下有可能做曲线运动
D. 物体的受力方向与它的速度方向不在一条直线上时,有可能做直线运动
- 一个质点受两个互成锐角的力 F_1 和 F_2 的作用,由静止开始运动,若运动中保持二力方向不变,但 F_1 突然增大到 $F_1 + \Delta F$,则质点此后 ()

A. 一定做匀变速曲线运动
B. 可能做匀速直线运动
C. 可能做变加速曲线运动
D. 做匀变速直线运动
- 关于曲线运动的物体速度和加速度的说法中正确的是 ()

A. 速度方向不断改变,加速度方向不断改变
B. 速度方向不断改变,加速度一定不为零
C. 加速度越大,速度的大小改变得越快
D. 加速度越大,速度改变得越快
- 从高处斜向下抛出的物体在各个时刻的速度、加速度方向如图所示,其中正确的是 ()



- A. 图(a) B. 图(b)
C. 图(c) D. 图(d)

5. 一质点在光滑的水平面上运动,如图5-4,该质点在光滑水平面上受到的力的方向总是与实线重合,虚线是该质点通过该区域时的运动轨迹,a、b是轨迹上的两点.根据图5-4做出正确判断的是 ()

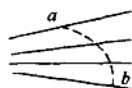


图5-4

- A. 质点的运动方向
B. 质点在a、b两点的受力方向
C. 质点在a、b两点的速度在何处较大
D. 质点能否做匀速运动
6. 在地球赤道上的A处静止放置一个小物体,现在设想地球对小物体的作用力突然消失,则在数小时内,小物体相对于A点处的地面来说,将是一个怎样的运动 ()
- A. 水平向东飞去
B. 原地不动,物体对地面的压力消失
C. 向上并渐偏向西方飞去
D. 向上并渐偏向东方飞去
E. 一直垂直向上飞去
7. 一个物体在光滑水平面上以初速度 v 做曲线运动,已知物体在运动过程中:只受恒力的作用,其运动轨迹如图5-5所示,那么物体在由M点到N点的过程中,物体的速度大小的变化情况为_____.

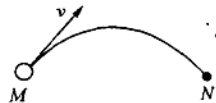


图5-5

8. 如图5-6所示,物体做圆周运动,在A点物体所受合外力 F 既不与速度的方向垂直也不与速度的方向在一条直线上,此时我们可以将 F 进行正交分解,使一分力 F_1 与速度 v 的方向垂直,另一个分力 F_2 与速度

方向平行,其中分力 F_1 只改变速度的_____,分力 F_2 只改变速度的_____,当 $F_1 = 0$ 时,物体将做_____运动,此时物体的运动将_____;若 F 与 v 的夹角为锐角,物体的运动速率将_____.

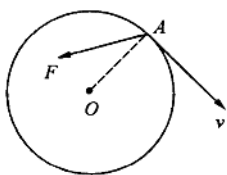


图 5-6

高考链接

—航天探测器完成对月球的探测任务后,在离开月球的过程中,由静止开始沿着月球表面成一倾斜角的直线飞行,先加速运动后匀速运动,探测器通过喷气而获得推动力,以下关于喷气方向的描述中正确的是

- ()
- A. 探测器加速运动时,沿直线向后喷气
 - B. 探测器加速运动时,竖直向下喷气
 - C. 探测器匀速运动时,竖直向下喷气
 - D. 探测器匀速运动时,不需要喷气

第二节 运动的合成和分解

目标定位

1. 知道什么是运动的合成,什么是运动的分解,理解运动的合成和分解遵循平行四边形定则.
2. 在一个具体问题中知道什么是合运动,什么是分运动;知道合运动和分运动是同时发生的,并且互不影响.
3. 会用作图法和直角三角形知识解决有关位移和速度的合成、分解问题.

要点查考

1. 运动的合成与分解

研究运动的合成与分解的目的在于把一些复杂的运动简化为比较简单的直线运动,这样就可以应用已经掌握的有关直线运动的规律,来研究一些复杂的曲线运动,因而运动的合成与分解是解决复杂的曲线运动的一种基本方法. 已知分运动的情况求合运动的情况叫运动的合成,已知合运动的情况求分运动的情况叫运动的分解.

(1)合运动与分运动的“等效性”:物体同时参与几个分运动的效果,与物体进行一个合运动的效果相同.

(2)合运动与分运动的“同时性”:几个分运动是物体同一时间参与的运动,而不是物体在先后不同时间内发生的连续运动. 各分运动的时间相等,合运动与分运动的时间相等. 时间是联系各分运动和合运动的物理量.

(3)分运动的“独立性”:各分运动具有自己的独立性,每个分运动的位移、速度、加速度都不受其他分运动的影响,每个分运动都各自遵循自己的运动规律,与其他的分运动是否存在无关. 一个物体可以参与几个不同性质的运动. 研究运动时,可以把几个运动看做是相互独立进行的运动,这叫做运动的独立性原理.

(4)分运动与合运动的“同一性”:各分运动与合运动,是指同一物体参与的分运动和实际发生的运动,不是几个不同物体发生的不同运动.

2. 运动的合成与分解遵循平行四边形定则

运动的合成与分解包括位移、速度和加速度的合成与分解,这些描述运动状态的物理量都是矢量,对它们进行合成与分解时都要运用平行四边形定则. 如果各分运动都在同一直线上,我们可以选取沿直线的某一方向作为正方向,与正方向相同的矢量取正值,与正方向相反的矢量取负值,这时就可以把矢量运算简化为代数运算. 例如第二章里匀变速直线运动公式 $v_t = v_0 + at$ 和 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 等都属于这种情况. 如果各分运动互成角度,那就要作平行四边形,运用作图法、解直角三角形法等方法求解.

一般来说,在没有限制的情况下,一个合速度可以分解成无数组分速度. 然而在实际问题中,分速度的大小、方向是客观的,不能随意确定. 因此对速度进行分解应建立在对物体运动效果进行分析的基础上.

3. 一些常见的运动的合成情况

(1)一个速度为 v_0 的匀速直线运动和另一个同方向的初速度为零、加速度为 a 的匀加速直线运动的合



运动是初速度为 v_0 的匀加速直线运动, 其合速度 $v_t = v_0 + at$, 合位移 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$.

(2) 一个竖直向上的速度为 v_0 的匀速直线运动和另一个自由落体运动的合运动是竖直上抛运动, 其合速度 $v_t = v_0 - gt$, 合位移 $s = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2$.

(3) 两个匀速直线运动的合运动, 仍是匀速直线运动(或静止).

(4) 一个匀速直线运动和一个不在同一直线上的匀加速直线合成后, 由于合加速度与合速度不在同一直线上, 其合运动是曲线运动.

4. 轮船渡河问题的分解

(1) 将轮船渡河的运动看做水流运动(水冲船的运动)和轮船相对于水的运动(即假设水不流动时船的运动)的合运动. 即合运动分解为水流流动和水不流动时船的运动的两个分运动, 再按照运动合成的平行四边形定则求解.

(2) 将船渡河的运动平行于河岸和垂直于河岸方向正交分解如图 5-7 所示, 则 $v_1 + v_2 \cos \theta$ 为轮船实际上沿河岸方向的运动速度, $v_2 \sin \theta$ 为轮船垂直于河岸方向的运动速度. 当 $v_2 > v_1$ 时:

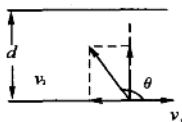


图 5-7

①要使船垂直横渡, 则应使 $v_1 + v_2 \cos \theta = 0$, 此时渡河位移即实际航程最小, 等于河宽 d .

②要使船渡河时间最短, 则应使 $v_2 \sin \theta$ 最大, 当 $\theta = 90^\circ$ 时, 渡河时间最短为 $t_{\min} = \frac{d}{v_2}$.



例题刷新

【例 1】关于运动合成与分解的下列说法中正确的是 ()

- A. 合运动的位移为分运动位移的矢量和
- B. 合运动的速度一定会比其分运动的每个速度都大
- C. 合运动的时间与分运动的时间相等
- D. 若合运动为曲线运动, 则分运动中至少有一个是曲线运动

【解析】运动的合成在计算时就是描述运动的物理

量按平行四边形定则进行合成, 包括位移、速度、加速度的合成, A 显然是正确的.

根据平行四边形定则可知, 分运动的速度(邻边)不一定要小于运动的速度(对角线), 所以 B 是错误的.

合运动可以看做是物体同时参与两种运动的结果. 它们是同时进行的, 因此合运动与分运动的时间一定相等. 选项 C 是正确的.

两个直线运动的合成也可能是曲线运动, 只要其合速度与合加速度不在一条直线上, 所以 D 是错误的.

【答案】A、C

【例 2】河宽 $d = 180$ m, 水流速度 $v_1 = 2.5$ m/s.

(1) 若船在静水中速度 $v_2 = 5$ m/s, 求:

①欲使船在最短时间内渡河, 航头应朝什么方向? 用多长时间? 位移是多少?

②欲使船的航程最短, 船头应朝什么方向? 用多长时间? 位移是多少?

(2) 若船在静水中的速度 $v_2 = 1.5$ m/s, 要使船渡河的航程最短, 船头应朝什么方向? 用多长时间? 位移是多少?

【解析】(1) $v_2 = 5$ m/s

①当船头垂直河岸时, 如图 5-8 甲所示, 合速度为倾斜方向, 垂直分速度为 $v_2 = 5$ m/s.

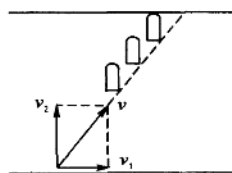


图 5-8 甲

$$t = \frac{d}{v_2} = \frac{180}{5} \text{ s} = 36 \text{ s}$$

$$v_{\text{合}} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \frac{5}{2} \sqrt{5} \text{ m/s}$$

$$s = v_{\text{合}} t = 90 \sqrt{5} \text{ m}$$

②垂直河岸过河航程最短, 这就要求 $v_{\text{水平}} = 0$, 所以船头应向上游偏转一角度, 如图 5-8 乙所示, 有

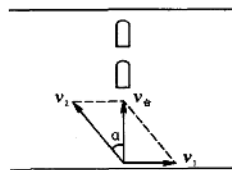


图 5-8 乙

$v_2 \sin \alpha = v_1$, 得 $\alpha = 30^\circ$, 所以当船头向上游偏 30° 时

航程最短

$$s = d = 180 \text{ m}$$

$$t = \frac{d}{v_1} = \frac{d}{v_2 \cos 30^\circ} = \frac{180}{\frac{5}{2}\sqrt{3}} \text{ s} = 24\sqrt{3} \text{ s}$$

$$(2) v_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

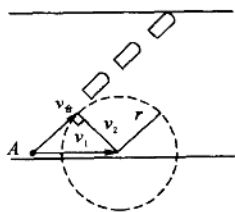


图 5-8 丙

与(1)中②不同,因为船速小于水速,所以船一定向下漂移。设合速度方向与水平方向夹角为 α ,则航程 $s = \frac{d}{\sin \alpha}$ 。欲使航程最短,需 α 最大,如图 5-8 丙所示。由出发点 A 作出 v_1 矢量,以 v_1 矢量末端为圆心, v_2 大小为半径作圆,A 点与圆周上某点的连线即为合速度方向。欲使 $v_{\text{合}}$ 与水平方向夹角最大,应使 $v_{\text{合}}$ 与圆相切,即 $v_{\text{合}} \perp v_2$ 。

$$\sin \alpha = \frac{v_2}{v_1} = \frac{1.5}{2.5} = \frac{3}{5}$$

得 $\alpha = 37^\circ$ 。所以船头应向上游偏 37°

$$t = \frac{d}{v_1} = \frac{d}{v_2 \cos 37^\circ} = \frac{180}{1.2} \text{ s} = 150 \text{ s}$$

$$v_{\text{合}} = v_1 \cos 37^\circ = 2 \text{ m/s}$$

$$s = v_{\text{合}} \times t = 300 \text{ m}$$

【点评】本题考查运动的合成和分解在“渡河”问题中应用。

实际的运动方向为合运动的方向,合运动由水流与船自身运动合成而得, v_1 、 v_2 、 v_3 组成三角形,故灵活运用三角形法则对解决运动合成与分解的问题很重要。

【例 3】如图 5-9 所示,用船 A 拖着车 B 前进,若船以速度 v 匀速前进,则当绳与水平面的夹角为 θ 时,车运动的速度是多大?

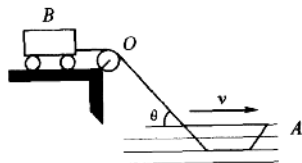


图 5-9

【解析】首先要分析船 A 的运动与车 B 的运动之间有什么样的关系。船 A 的运动有这样两个实际效果:一方面使绳 OA 伸长,另一方面使绳 OA 绕 O 点转动。因此,船 A 的运动(合运动)可看作是这两个分运动的合成:一是沿绳方向的使绳伸长的速度 v_1 ,二是垂直于绳方向的使绳转动的速度 v_2 。显而易见,车运动的速度大小应等于绳伸长的速度 v_1 。

如图 5-10 所示,画出合运动的速度 v 与两分运动速度 v_1 、 v_2 的平行四边形,便可以求得车 B 的速度 $v_B = v \cos \theta$ 。

图 5-10

【点评】解决此类问题的关键是弄清什么是合速度?怎样分解?错误的认识为两种:一是认为绳速与船速相等,二是认为航速是水平分速度。

【例 4】如图 5-11 所示,在水平地面上匀速直线运动的汽车,通过定滑轮用绳子吊起一个物体,若汽车和被吊物体在同一时刻的速度分别为 v_1 和 v_2 。已知 $v_1 = v_2$ 求:

(1)两绳夹角为 θ 时,物体上升的速度。

(2)在汽车做匀速直线运动的过程中,物体是加速上升还是减速上升?

(3)绳子对物体拉力 F 与物体所受重力 mg 的大小关系如何?

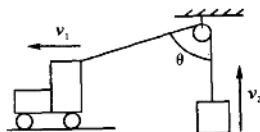


图 5-11



能力升级

1. 如图 5-12 所示,红蜡块能在玻璃管的水中匀速上升,若红蜡块在 A 点匀速上升的同时,使玻璃管水平向右做匀加速直线运动,则红蜡块实际运动的轨迹是图中的 ()

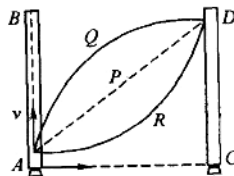


图 5-12

- A. 直线 P B. 曲线 Q
C. 曲线 R D. 无法确定

2. 关于互成角度的两个初速度不为零的匀变速直线运动的合运动, 下述说法正确的是 ()

- A. 一定是直线运动
B. 一定是曲线运动
C. 可能是直线运动, 也可能是曲线运动
D. 以上说法都不对

3. 如图 5-13 所示, 在水平地面上做匀速直线运动的汽车, 通过定滑轮用绳子吊起一个物体, 若汽车和被吊物体在同一时刻的速度分别为 v_1 和 v_2 , 则下面说法正确的是 ()

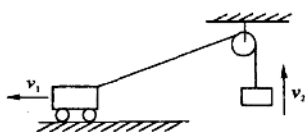


图 5-13

- A. 物体做匀速运动, 且 $v_2 = v_1$
B. 物体做加速运动, 且 $v_2 > v_1$
C. 物体做加速运动, 且 $v_2 < v_1$
D. 物体做减速运动, 且 $v_2 < v_1$
4. 游泳运动员以恒定的速度垂直河岸横渡, 当水速突然增大时, 对运动员横渡经历的路程和时间发生的影响是 ()

- A. 路程增长, 时间增长
B. 路程增长, 时间缩短
C. 路程增长, 时间不变
D. 路程与时间均与水速无关

5. 某人站在电动扶梯上不动, 经时间 t_1 由一楼升到二楼. 如果自动扶梯不动, 人从一楼走到二楼的时间为 t_2 . 现在扶梯正常运行, 人也保持原来的速率沿扶梯向上走, 则人从一楼到二楼的时间是 ()

- A. $t_2 - t_1$ B. $\frac{t_2 \cdot t_1}{t_2 - t_1}$
C. $\frac{t_2 \cdot t_1}{t_2 + t_1}$ D. $\frac{\sqrt{t_1^2 + t_2^2}}{2}$

6. 如图 5-14 所示, 高为 h 的车厢在平直轨道上匀减速向右行驶, 加速度大小为 a , 车厢顶部 A 点处有油滴滴落到车厢地板上, 车厢地板上的 O 点位于 A 点正下方, 则油滴落在地板上的点必在 O 点 (填“左”或“右”) 方, 离 O 点距离为

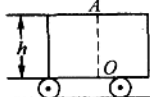


图 5-14

7. 如图 5-15 所示, 一个轻质环 P 套在竖直杆 AB 上用一根细线通过光滑定滑轮 O, 系在质量为 m 的物块上, 现在让轻质环 P 沿着竖直杆从 A 端匀速运动到 B 端, 且运动速度为 v , 则: 物块 m 的运动情况如何? 细线对物块的拉力与重力的大小关系如何?

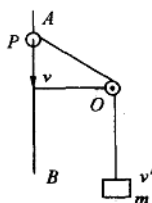


图 5-15



高考链接

1. 在抗洪抢险中, 战士驾驶摩托艇救人, 假设江岸是平直的, 洪水沿江向下游流去, 水流速度为 v_1 , 摩托艇在静水中的航速为 v_2 , 战士救人的地点 A 离岸边最近处 O 的距离为 d , 如战士想在最短时间将人送上岸, 则摩托艇登陆的地点离 O 点的距离为 ()

- A. $\frac{dv^2}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}$ B. 0 C. $\frac{dv_1}{v_2}$ D. $\frac{dv_2}{v_1}$

2. 图 5-16 为一空间探测器的示意图, P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 是四个喷气发动机, P_1 、 P_3 的连线与空间一固定坐标系的 x 轴平行, P_2 、 P_4 的连线与 y 轴平行, 每台发动机开动时, 都能向探测器提供推力, 但不会使探测器转动, 开始时, 探测器以恒定的速率 v_0 向正 x 方向平动, 要使探测器改为向正 x 偏负 $y60^\circ$ 的方向以原来的速率 v_0 平动, 则可 ()

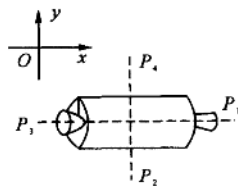


图 5-16

- A. 先开动 P_1 适当时间, 再开动 P_4 适当时间
B. 先开动 P_3 适当时间, 再开动 P_2 适当时间
C. 开动 P_4 适当时间
D. 先开动 P_3 适当时间, 再开动 P_4 适当时间

第三节 平抛物体的运动

目标定位

1. 知道平抛运动的特点是初速度为水平方向,只在竖直方向受重力作用,运动轨迹为抛物线.
2. 理解平抛运动是匀变速运动,其加速度为 g .
3. 理解平抛运动可以看做水平匀速直线运动与竖直方向的自由落体运动的合运动,并且这两个运动互不影响.
4. 会用平抛运动规律解答有关问题.

要点查看

1. 平抛运动的性质

由于做平抛运动的物体只受重力的作用,由牛顿第二定律可知,其加速度恒为 g ,所以是匀变速运动;又因重力与速度不在一条直线上,物体做曲线运动,所以,平抛运动是匀变速曲线运动,其轨迹是抛物线.

2. 平抛运动的规律

根据运动的分解,平抛运动可以分解为水平方向的匀速运动和竖直方向的自由落体运动.如图 5-17 所示.

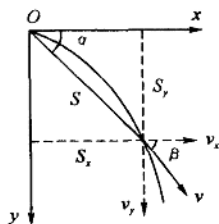


图 5-17

(1) 水平方向: 匀速直线运动.

速度 $v_x = v_0$, 位移 $s_x = v_0 \cdot t$.

(2) 竖直方向: 自由落体运动.

速度 $v_y = gt$, 位移 $s_y = \frac{1}{2}gt^2$.

(3) 合运动: 匀变速曲线运动.

合位移: (大小) $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$
 $= \sqrt{(v_0 t)^2 + \left(\frac{1}{2}gt^2\right)^2}$

$$(\text{方向}) \tan \alpha = \frac{s_y}{s_x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$$

其中 α 为合位移与水平方向的夹角

$$\text{合速度: (大小)} v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$$

$$(\text{方向}) \tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$$

其中 β 为合速度与水平方向的夹角.

3. 某时刻速度的方向与其位移的方向的关系.

(1) 某时刻速度的方向: 设速度方向与水平方向夹角为 β , 如图 5-18 所示,

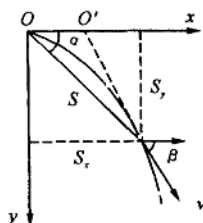


图 5-18

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$$

(2) 从抛出到该时刻的 t 时间内, 位移为初、末位置之间的连线. 设位移与水平方向夹角为 α 则

$$\tan \alpha = \frac{s_y}{s_x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$$

由此可得 $\tan \beta = 2 \tan \alpha$.

由 $\tan \beta = 2 \tan \alpha$ 知该时刻速度方向的反向延长线必交于时间 t 内水平分位移的中点处.

4. 平抛运动的特点.

(1) 平抛物体在空中运动的时间只决定于抛出点离地面的高度, 与抛出时的初速度无关, 即

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

(2) 平抛运动物体落地时发生的水平位移(即射程)决定于初速度及物体抛出时的离地高度, 即

$$s_x = v_0 t = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$



例题刷新

【例1】一架飞机水平匀速飞行,从飞机上每隔1 s 释放一个铁球,先后共释放4个,若不计空气阻力,从地面上观察4个球 ()

- A. 在空中任何时刻总是排成抛物线,它们的落地点是等间距的
 B. 在空中任何时刻总是排成抛物线,它们落地点是不等间距的
 C. 在空中任何时刻总在飞机正下方,排成竖直的直线,它们的落地点是等间距的
 D. 在空中任何时刻总在飞机正下方,排成竖直的直线,它们的落地点是不等间距的

【解析】因为铁球从飞机上释放后做平抛运动,在水平方向上具有与飞机相同的速度,不论铁球何时从飞机上释放,铁球与飞机在水平方向上都无相对运动。所以四个球在落地前始终处于飞机的正下方,而排成一条竖直线,又因为从飞机上每隔1 s 释放一个球,而每个球在空中运动的时间又是相等的,所以这4个球落地的时间也依次相差1 s,而4个铁球在水平方向上的速度都相同,它们的落地点必然是等间距的。若以飞机为参考系观察4个铁球都做自由落体运动。

【答案】C

【例2】如图5-19所示,以9.8 m/s 的水平初速度抛出的物体,飞行一段时间后,垂直地撞在倾角 $\theta=30^\circ$ 的斜面上,则物体飞行的时间是多少?

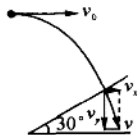


图 5-19

【解析】平抛物体的运动在水平方向的分运动是匀速直线运动,所以撞在斜面上时,水平方向速度 $v_x = 9.8$ m/s,合速度垂直于斜面,即合速度 v 与 y_x (水平方向)成 $\alpha=60^\circ$ 角,见图5-19,所以竖直方向速度

$$v_y = v_x \tan 60^\circ = 9.8\sqrt{3} \text{ m/s}$$

$$\text{又因为 } v_y = gt, \text{ 所以 } t = \frac{v_y}{g} = \frac{9.8\sqrt{3}}{9.8} \text{ s} = \sqrt{3} \text{ s}$$

因为分运动与合运动等时,故物体飞行时间是 $\sqrt{3}$ s。

【例3】如图5-20所示,飞机距地面高度 $H=500$ m,水平飞行速度 $v_1=100$ m/s,追击一辆速度为 $v_2=20$ m/s 同向行驶的汽车,欲使炸弹击中汽车,飞机应在

距汽车水平距离多远处投弹? ($g=10$ m/s²)

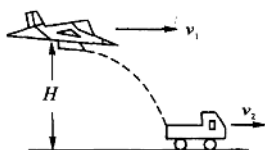


图 5-20

【解析】炸弹离开飞机后做平抛运动,由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得下落时间

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 500}{10}} = 10 \text{ s}$$

设距离为 s 时投弹,由位移关系知: $v_1 t - s = v_2 t$, 所以

$$s = (v_1 - v_2)t = (100 - 20) \times 10 \text{ m} = 800 \text{ m}$$

【答案】800 m

【点评】题中 $(v_1 - v_2)$ 是炸弹相对于目标的水平速度。若 $v_1 = v_2$, 应在车的正上方投弹;若 $v_1 < v_2$, 则在车前方一定距离处投弹,试计算 v_1 与 v_2 反向时两者相距的水平距离。

【例4】如图5-21所示,排球场总长为18 m,设网的高度为2 m,运动员站在离网3 m远的线上正对网前竖直跳起来把球水平击出。($g=10$ m/s²)

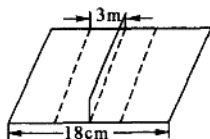


图 5-21

(1)设击球点的高度为2.5 m,问球被水平击出时的速度在什么范围内才能使球既不触网也不出界?

(2)若击球点的高度小于某个值,那么无论球被水平击出时的速度多大,球不是触网就是出界,试求出此高度。

【解析】(1)如图5-22所示,设球刚好触网而过,此过程中球水平射程 $s_1=3$ m,球下落高度 $\Delta h = h_2 - h_1 = (2.5 - 2) \text{ m} = 0.5$ m,所求飞行时间

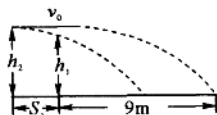


图 5-22

$$t_1 = \sqrt{\frac{2(h_2 - h_1)}{g}} = \frac{1}{\sqrt{10}} \text{ s}$$

可得球被击出时的下限速度

$$v_1 = \frac{s_1}{t_1} = 3\sqrt{10} \text{ m/s}$$

设球恰好落在边界上,此过程中球水平射程 $s_2 = 12 \text{ m}$,球飞行时间

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.5}{10}} \text{ s} = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ s}$$

可得球被击出的上限速度

$$v_2 = \frac{s_2}{t_2} = 12\sqrt{2} \text{ m/s}$$

欲使球既不触网也不出界,则球被击出时的速度应满足:

$$3\sqrt{10} \text{ m/s} < v_0 \leq 12\sqrt{2} \text{ m/s}$$

(2) 设击球点高度为 h_3 时,球恰好既触网又压线,

如图 5-23 所示. 球触网则 $h_3 - h_1 = \frac{1}{2}gt_3^2$, $t_3 = \frac{3}{v}$,

所以

$$h_3 - 2 = \frac{1}{2} \times 10 \times \frac{3^2}{v^2}$$

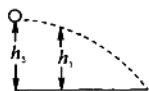


图 5-23

球压线则 $h_3 = \frac{1}{2}gt_4^2$, $t_4 = \frac{12}{v}$, 所以

$$h_3 = \frac{1}{2} \times 10 \times \frac{12^2}{v^2}$$

由以上两式消去 v 解得

$$h_3 = \frac{32}{15} \text{ m}$$

即当击球高度小于 $\frac{32}{15} \text{ m}$ 时,无论球被水平击出时的速度多大,球不是触网就是出界.

【答案】(1) $3\sqrt{10} \text{ m/s} < v_0 \leq 12\sqrt{2} \text{ m/s}$

(2) $\frac{32}{15} \text{ m}$



能力升级

1. 做平抛运动的物体

- A. 每秒内速率的变化相等
- B. 每秒内速度的变化相等
- C. 水平飞行的距离只与初速度大小有关
- D. 水平飞行的时间只与抛出点高度有关

2. 在高度为 h 的同一位置向同一方向水平同时抛出两个小球 A 和 B,若 A 球的初速度 v_{0A} 大于 B 球的初速度 v_{0B} ,则下列说法正确的是

- A. A 球比 B 球先落地
- B. 在飞行过程的任一段时间内, A 球的水平位移总是大于 B 球的水平位移
- C. 若两球在飞行中遇到一堵墙, A 球击中墙的高度大于 B 球击中墙的高度
- D. 在空中飞行的任意时刻, A 球的速率总是大于 B 球的速率

3. 平抛物体的运动规律可以概括为两点:一是水平方向做匀速运动,二是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 5-24 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,两球总是同时落到地面.则这个实验

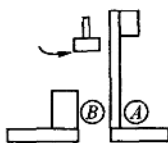


图 5-24

- A. 只能说明上述规律中的第一条
- B. 只能说明上述规律中的第二条
- 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

4. 从离地 h 高处,以初速度 v_0 水平抛出一个物体,测得它落地时间为 t ,落地点距离抛出点水平距离为 s ,如果抛出点高度降低为 $\frac{1}{4}h$,初速度增大为 $2v_0$,则

- A. 落地时间缩短为 $\frac{1}{2}t$
- B. 射程减小为 $\frac{1}{2}s$
- C. 落地时间仍为 t
- D. 射程仍为 s