

通用版

VIEW

高中 新课程
导读丛书

物理

必修 2

主编：匡拥军



湖南文艺出版社

高中新课程导读丛书

物 理 必修2

主编：匡拥军

编者：李希杰 赵 敏 刘志坚

湖南文艺出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高中新课程导读丛书·物理·2: 必修/匡拥军主编.

长沙: 湖南文艺出版社, 2008. 2

ISBN 978-7-5404-4097-8

I. 高… II. 匡… 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 (2008) 第 017277 号

高中新课程导读丛书

物理必修 2

匡拥军 主编

责任编辑: 徐应才

湖南文艺出版社出版、发行

(长沙市雨花区东二环一段 508 号 邮编: 410014)

网址: www.hnwy.net

湖南省新华书店经销

湖南新华印刷集团有限责任公司(邵阳)印刷

*

2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787×1092mm 1/16 印张: 10

字数: 230,000

ISBN 978-7-5404-4097-8

定价: 15.00 元

若有质量问题, 请直接与本社出版科联系调换。

目 录

第五章 曲线运动

1. 曲线运动 (1)
 2. 质点在平面内的运动 (5)
 3. 抛体运动的规律 (11)
 4. 实验：研究平抛运动 (16)
 5. 圆周运动 (22)
 6. 向心加速度 (26)
 7. 向 心 力 (30)
 8. 生活中的圆周运动 (35)
- 第五章知识小结..... (40)

第六章 万有引力与航天

1. 行星的运动 (46)
 2. 太阳与行星间的引力 (49)
 3. 万有引力定律 (52)
 4. 万有引力的理论成就 (57)
 5. 宇宙航行 (61)
 6. 经典力学的局限性 (66)
- 第六章知识小结..... (71)

第七章 机械能守恒定律

1. 追寻守恒量 (77)
2. 功 (81)
3. 功率 (85)
4. 重力势能 (90)
5. 探究弹性势能的表达式 (94)
6. 实验：探究功与速度的变化关系 (98)

7. 动能和动能定理	(102)
8. 机械能守恒定律	(108)
9. 实验：验证机械能守恒定律	(113)
10. 能量守恒定律与能源	(120)
第七章知识小结	(124)
第五章单元测试	(130)
第六章单元测试	(134)
第七章单元测试	(138)
参考答案	(142)

第五章 曲线运动

1. 曲线运动



课标解读

1. 知道什么是曲线运动，曲线运动中速度的方向；
2. 理解曲线运动是一种变速运动；
3. 知道物体做曲线运动的条件是所受的合外力与它的速度方向不在一条直线上。



知识要点

1. 曲线运动速度的方向
 - (1) 曲线运动：运动轨迹是曲线的运动；
 - (2) 做曲线运动的物体，不同时刻的速度具有不同的方向；
例如：在盘山公路上行驶的汽车，运动方向在时刻改变，即速度的方向时刻改变。
 - (3) 曲线运动中，质点在某一点的速度的方向，沿曲线在这一点切线方向。
2. 物体做曲线运动的条件
当物体所受合力的方向跟它的速度方向不在同一直线上时，物体做曲线运动。



课程探究

1. 曲线的切线

如图 5-1-1，过曲线上的 A、B 两点作直线，这条直线叫做曲线的割线。设想 B 点逐渐向 A 点移动，这条割线的位置也就不断变化。当 B 点非常接近 A 点时，这条割线就叫做曲线在 A 点的切线。

2. 曲线的切线方向和物体的走向有关

如图 5-1-2，若物体从 A 运动到 B，则 a 为切线方向；若物体从 B 运动到 A，则 b 为切线方向。

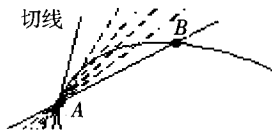


图 5-1-1

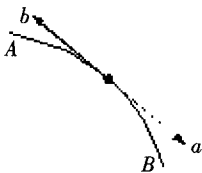


图 5-1-2

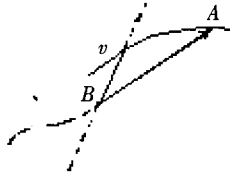


图 5-1-3

3. 关于做曲线运动的物体在某点的速度方向，就是该点的切线方向的理解

质点在做如图所示 5-1-3 的曲线运动时，从 A 点运动到 B 点，时间为 Δt ，位移为 Δs ，则在 Δt 时间内平均速度为 $\bar{v} = \Delta s / \Delta t$ ，方向从 A → B 即为位移方向，当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时，位移由割线变为切线，平均速度即趋于 A 点瞬时速度，方向变为切线方向。

4. 曲线运动是变速运动

速度是矢量，它既有大小，又有方向，不论速度的大小是否改变，只要速度的方向发生改变，就表示速度矢量发生了变化，也就具有加速度。曲线运动中速度的方向时刻在变，所以曲线运动是变速运动。

【提示】 直线运动可以是匀速的，也可以是变速的；但曲线运动一定是变速的。

5. 对做曲线运动的条件的理解

(1) 曲线运动是变速运动，凡物体做变速运动必有加速度，而加速度是由于力的作用产生的，因而做曲线运动的物体在任何时刻所受合外力皆不为零，不受力的物体不可能做曲线运动。

(2) 当物体受到的合外力的方向与运动方向在一条直线上时，运动方向（速度方向）只能沿该直线（或正或反），其运动依然是直线运动。

(3) 在曲线运动中，加速度方向（合外力方向）与速度方向不在同一条直线上，加速度可以改变速度的大小，也可以改变速度的方向。某时刻物体受力如图 5-1-4 所示，把 F 分解成互相垂直的 $F_{//}$ 和 F_{\perp} 两个分力，其中 $F_{//}$ 沿轨迹切向， F_{\perp} 垂直于 $F_{//}$ 方向，可见，在这一时刻， F_{\perp} 使物体的运动方向发生变化，而 $F_{//}$ 则改变物体运动的速率。

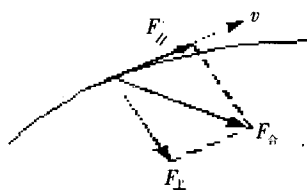


图 5-1-4



方法整合

>>>

【例 1】 从高处斜向下抛出的物体在各个时刻的速度 v ，加速度 a 方向如图 5-1-5 所示，其中正确的是 ()

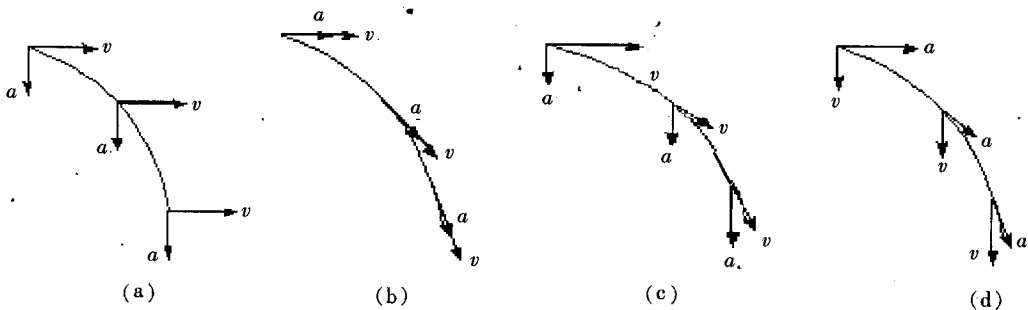


图 5-1-5

- A. 图 (a) B. 图 (b) C. 图 (c) D. 图 (d)

【解析】 物体在飞行过程中只受重力，方向竖直向下，所以加速度的方向竖直向下，确定 (b) (d) 图错。在曲线运动中，速度的方向时刻改变，而图 (a) 中速度的方向保持不变，确定 (a) 图错。图 (c) 中速度和加速度的方向画得全部正确，应选图 (c)。

【答案】 C

【例 2】 在弯道上高速行驶的赛车，突然后轮脱离赛车，关于脱离了的后轮的运动情况，以下说法正确的是 ()

- A. 仍然沿着汽车行驶的弯道运动
 B. 沿着与弯道垂直的方向飞出
 C. 沿着脱离时轮子前进的方向做直线运动，离开弯道

D. 上述情况都有可能

【解析】赛车沿弯道行驶，任一时刻赛车上任何一点的速度方向是赛车运动的曲线轨迹上对应点的切线方向。被甩出的后轮的速度方向就是甩出点轨迹的切线方向，车轮被甩出后，不再受到车身的约束，只受到与速度方向相反的阻力的作用（重力和地面对轮的支持力相平衡），车轮做直线运动。

【答案】C

【交流】要对比理解物体做直线运动和曲线运动受力情况的不同，如后轮脱离赛车后，就不再具备做曲线运动的条件了。

【例 3】如图 5-1-6 所示，物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B ，这时突然使它所受的力方向反向而大小不变（即由 F 变为 $-F$ ）。在此力作用下，对物体以后的运动情况，下列说法正确的是（ ）

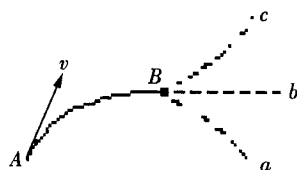


图 5-1-6

- 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】物体做曲线运动时，所受合外力在任何时刻都与速度不共线，合外力的方向总是指向曲线凹的一边。

【答案】ABD

【例 4】下列说法中正确的是（ ）

- A. 做曲线运动的物体速度方向必定变化
- B. 速度变化的运动必定是曲线运动
- C. 加速度恒定的运动不可能是曲线运动
- D. 加速度变化的运动必定是曲线运动

【解析】曲线运动的特点之一是：速度方向时刻发生变化，故 A 正确；速度变化包含三种情况：一是仅速度大小变化，二是仅速度方向变化，三是速度大小、方向都变化。若只是速度大小变化，则物体做直线运动，B 错；不管加速度是否恒定，只要加速度方向与速度方向不在同一直线上，物体就做曲线运动，反之，物体就做直线运动，C、D 错。

【答案】A

【交流】本题旨在考查对曲线运动的特点和速度方向变化的确切意义的理解。在判断物体是否做曲线运动时，应根据物体做曲线运动的条件和曲线运动的特点思考。



课外延伸

>>>>

【问题】2007 年 10 月我国发射了“嫦娥一号”卫星，它的运动轨迹可认为是以月亮为中心的圆并且速度大小不变。关于“嫦娥一号”的运动，下列说法正确的是

- A. “嫦娥一号”做匀速运动
- B. “嫦娥一号”的加速度为零
- C. “嫦娥一号”受到指向月心的力的作用，且这个力大小不变
- D. “嫦娥一号”不受力的作用

【解析】“嫦娥一号”运动的轨道可近似认为是一个以月球为中心的圆，由此我们知道“嫦娥一号”做曲线运动。由曲线运动的条件可知，“嫦娥一号”受的合外力一定不等于零。由于“嫦娥一号”做曲线运动的速率不变化，因此，“嫦娥一号”应该受到一个与速度方向垂直的力，也就是沿着轨道半径指向月心的力的作用。因为它运动的速率大小是不变的，可

以知道“嫦娥一号”的速度方向改变是均匀的，也就是说，它即时速度在相同的时间内改变的角度是相同的。由曲线运动方向改变的原因推知，“嫦娥一号”受到的指向月心的力大小应该不变化。故C选项正确。

【答案】 C

【交流】 知道“嫦娥一号”绕月球运动的速率不发生变化，进而由圆形的轨道而知道“嫦娥一号”速度方向均匀变化，进一步探究而知道“嫦娥一号”受到的指向月心的力大小不变。考查了学生对速度方向变化原因的理解。



自主练习

>>>>

- 关于曲线运动，下列判断正确的是 ()
 - 曲线运动的速度大小可能不变
 - 曲线运动的速度方向可能不变
 - 曲线运动一定是变速运动
 - 曲线运动可能是匀变速运动
- 关于曲线运动的条件，以下说法中正确的是 ()
 - 物体受变力作用才可能做曲线运动
 - 物体受恒力作用也可能做曲线运动
 - 物体所受合力为零不可能做曲线运动
 - 物体只要受到合外力就一定做曲线运动
- 关于曲线运动，下列说法正确的是 ()
 - 任何曲线运动都是变速运动
 - 任何变速运动都是曲线运动
 - 曲线运动在某点处的速度在该点的切线方向上，因而方向是变化的
 - 曲线运动在某点处的速度方向与加速度方向相同
- 一物体在力 F_1 、 F_2 、 F_3 、 \dots 、 F_n 共同作用下做匀速直线运动，若突然撤去 F_2 后，则该物体 ()
 - 可能做曲线运动
 - 不可能继续做直线运动
 - 必沿 F_2 方向做匀加速直线运动
 - 必沿 F_2 反方向做匀减速直线运动
- 某质点做曲线运动时 ()
 - 在某一点的速度方向是该点曲线的切线方向
 - 在任意时间内位移的大小总是大于路程
 - 在任意时刻质点受到的合外力不可能为零
 - 速度的方向与合外力的方向必不在一条直线上
- 某物体在一足够大的光滑平面上向东运动，当它受到一个向南的恒定外力作用时，物体运动将是 ()
 - 曲线运动，但加速度方向不变、大小不变，是匀变速运动
 - 直线运动且是匀变速直线运动
 - 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
 - 曲线运动，加速度大小和方向均改变，是非匀变速曲线运动
- 一个质点受两个互成锐角的力 F_1 和 F_2 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 ()
 - 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
 - 可能做变加速曲线运动
- 一质点做曲线运动，它的轨迹由上到下（如图5-1-7曲线），关于质点通过轨迹中

点时的速度 v 的方向和加速度 a 的方向可能正确的是

()

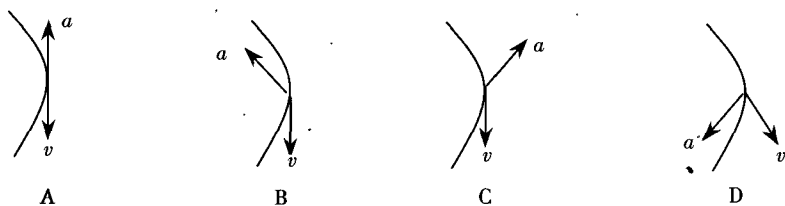


图 5-1-7

9. 不考虑空气的阻力, 以初速度 v_0 斜向上抛出的物体将做_____运动; 斜向下抛出的物体将做_____运动; 水平抛出的物体将做_____运动.

10. 在光滑水平面上, 有一小球在细线的约束下沿着圆形轨迹运动, 细线突然断开后, 小球将_____运动.

11. “嫦娥一号”发射成功, 标致我国航天技术取得新的突破, 如图 5-1-8 所示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 方向平移.

(1) 单独分别开动 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 , 探测器将分别做什么运动?

(2) 同时开动 P_2 和 P_3 , 探测器将做什么运动?

(3) 若四个发动机能产生相同的推力, 同时开动时探测器将做什么运动?

(4) 开动 P_2 与开动 P_4 , 探测器的运动有何不同?

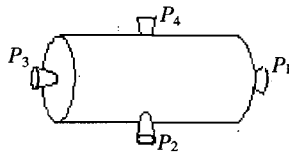


图 5-1-8

2. 质点在平面内的运动



课标解读

>>>

1. 知道在具体问题中什么是合运动, 什么是分运动;
2. 知道合运动和分运动是同时发生的, 并且互不影响;
3. 知道运动的合成和分解的方法遵循平行四边形法则.



知识要点

>>>

1. 在直角坐标系中研究蜡块的运动

(1) 建立直角坐标系: 运动开始时蜡块的位置为原点, 水平向右的方向和竖直向上的方向分别为 x 轴和 y 轴的方向.

(2) 蜡块的位置:

如图 5-2-1 所示, 蜡块沿玻璃管匀速上升的速度设为 v_y , 玻璃管向右移动的速度设

为 v_x . 从蜡块开始运动的时刻计时, 于是, 在时刻 t , 蜡块的位置 P 可以用它的 x 、 y 两个坐标表示

$$x = v_x t$$

$$y = v_y t$$

(3) 蜡块的运动轨迹

由以上两式可得: $y = \frac{v_y}{v_x} x$

因为 v_y 、 v_x 都是常量, 故 $y = \frac{v_y}{v_x} x$ 代表的是一条过原点的直线.

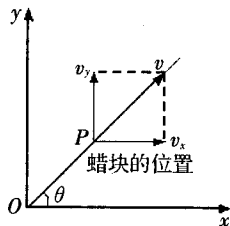


图 5-2-1

2. 运动的合成与分解

(1) 合运动与分运动

合运动就是物体的实际运动. 一个运动又可以看作物体同时参与了几个运动, 这几个运动就是物体实际运动的分运动, 物体的实际运动(合运动)的位移、速度、加速度就是它的合位移、合速度、合加速度, 而分运动的位移、速度、加速度就是它的分位移、分速度、分加速度.

(2) 运动的合成与分解

包括位移、速度、加速度的合成与分解, 它们与力的合成与分解一样都遵守平行四边形定则. 由已知的分运动求跟它们等效的合运动叫做运动的合成, 由已知合运动求跟它等效的分运动叫做运动的分解.

【提示】 研究运动的合成和分解, 目的在于把一些复杂的运动简化为比较简单的直线运动, 这样就可应用已经掌握的有关直线运动的规律, 来确定一些复杂的曲线运动.



课程探究 >>>>

1. 合运动和分运动的关系

(1) 等时性: 合运动与分运动经历的时间相等.

分运动和合运动在同一过程中发生, 并不是物体参与了一个分运动后又参与另一个分运动, 因此合运动与分运动具有同时性;

例如, 小船过河时, 一方面小船随水流向下游运动; 另一方面, 小船相对水向对岸划行. 当小船在下游某处到达对岸时, 这两个分运动也同时结束.

(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.

例如, 小船过河时, 如果水流速度变大, 只影响小船向下游的分运动, 不影响小船的过河时间, 即不影响向对岸划行的速度.

(3) 等效性: 各分运动的规律叠加起来与合运动规律有完全相同的效果.

2. 运动的合成与分解的运算法则

运动的合成与分解是指描述运动的各物理量, 即位移、速度、加速度的合成与分解, 由于它们都是矢量, 所以都遵循平行四边形定则.

(1) 两分运动在同一直线上时, 同向相加, 反向相减. 例如: 竖直抛体运动看成是水平方向的匀速运动 ($v_0 t$) 和自由落体运动 ($\frac{1}{2} g t^2$) 的合成, 下抛时, $v_t = v_0 + g t$, $x = v_0 t + \frac{1}{2}$

gt^2 . 上抛时, $v_t = v_0 - gt$, $x = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$.

(2) 不在同一直线上时, 按照平行四边形定则进行合成, 如图 5-2-2 所示:

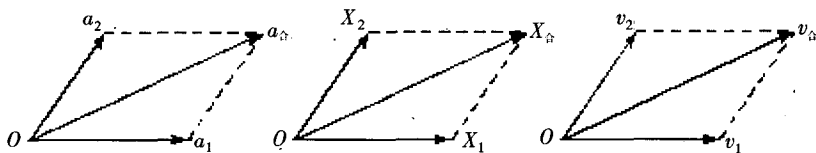


图 5-2-2

(3) 两分运动垂直或正交分解后的合成

$$a_{\text{合}} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}, \quad v_{\text{合}} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}, \quad x_{\text{合}} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}$$

3. 互成角度的两个分运动的合运动的几种可能情况

(1) 两个匀速直线运动的合运动仍然是匀速直线运动.

(2) 一个匀速直线运动与一个匀变速直线运动的合运动一定是曲线运动.

(3) 两个初速度为零的匀加速直线运动的合运动一定是匀加速直线运动. 合运动的方向, 即两个加速度合成的方向.

(4) 两个初速度不为零的匀变速直线运动的合运动可能是匀变速直线运动, 也可能是匀变速曲线运动. 当两个分运动的初速度的合速度方向, 与两分运动的合加速度方向在同一直线上时, 合运动为匀变速直线运动, 否则, 是匀变速曲线运动.

4. 运动的分解是运动合成的逆过程, 分解原则:

(1) 等效性原则, 两个分运动的效果与实际的合运动完全等效, 可以互相替代;

(2) 符合实际的原则, 根据实际分运动的效果将合运动分解;

(3) 解题方便的原则, 在不违背等效性原则的前提下, 根据解题的需要灵活分解.

【提示】 通过运动的分解可以把复杂的运动, 如曲线运动, 分解成简单的运动来处理. 这是处理复杂运动的一种很有效的方法.

关于运动的分解, 有正交分解和任意分解等不同的分解方式, 无论哪一种分解方式, 只要分运动被确定, 然后作出加速度、速度、位移的平行四边形, 剩下的问题就是利用数学知识解三角形, 获得问题的解.



方法整合

>>>

【例 1】 关于两个分运动的合成, 下列的论述正确的是 ()

- A. 两匀速直线运动的合运动一定是匀速直线运动
- B. 两个直线运动的合运动一定是直线运动
- C. 合运动的速度一定大于两个分运动的速度
- D. 合运动的位移大小可能小于分运动的位移大小

【解析】 A 项中 $a=0$, 合速度恒定, 所以 A 对. 两个直线运动合成后 a 与 v 有夹角, 则物体做曲线运动, B 错. 由平行四边形定则画图可知 C 错, D 对.

【答案】 AD

【例 2】 如果两个分运动的速度大小相等, 且为定值, 则下列论述中正确的是 ()

- A. 当两个分速度夹角为零度时, 合速度最大

- B. 当两个分速度夹角为 90° 时, 合速度最大
 C. 当两个分速度夹角为 120° 时, 合速度大小与每个分速度大小相等
 D. 当两个分速度夹角为 120° 时, 合速度大小一定小于分速度大小

【解析】由平行四边形定则将 v_1 、 v_2 合成可知 A、C 对.

【答案】AC

【例 3】某人站在自动扶梯上, 经过 t_1 时间从一楼升到二楼, 如果自动扶梯不运动, 人沿着扶梯从一楼走到二楼的时间为 t_2 . 现使自动扶梯正常运动, 人也保持原有速度沿扶梯向上走, 则人从一楼到二楼的时间是 ()

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

【解析】扶梯运动的速度, $v_1 = \frac{h}{t_1}$, 人运动的速度 $v_2 = \frac{h}{t_2}$, 所求情况下的速度 $v_3 = v_1 + v_2$, 所以 $t = \frac{h}{v_3} = \frac{t_1 \cdot t_2}{t_1 + t_2}$.

【答案】C

【例 4】在一无风的雨天, 雨滴竖直下落至地表的速度 $v_1 = 8 \text{ m/s}$, 一辆汽车以 $v_2 = 6 \text{ m/s}$ 的速度匀速行驶. 求车上的人看到雨滴的速度大小与方向.

【解析】如图 5-2-3 所示, 当观察者处于汽车上时, 观察到雨滴同时参与两个分运动, 一是竖直下落运动, 二是朝向汽车的运动. 此运动的速度 v_2' 与 v_2 大小相等、方向相反, 所以雨滴相对汽车的速度 v 为 v_1 、 v_2' 的合速度.

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2'^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

设 v 与竖直方向的夹角为 α . 则 $\tan \alpha = \frac{v_2}{v_1} = \frac{3}{4}$

所以 $\alpha \approx 37^\circ$.

【答案】10 m/s 与竖直方向夹角为 37° 偏向后.

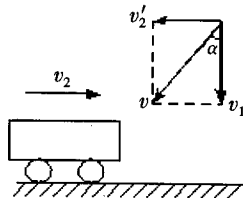


图 5-2-3

课外延伸 >>>

【问题】设一条河宽 L , 水流速度为 v_1 , 船在静水中的速度为 v_2 . 那么:

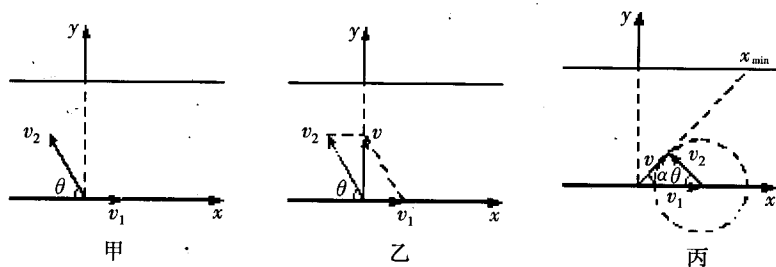


图 5-2-4

(1) 怎样渡河时间最短? 最短时间是多少?

【解析】(1) 如图 5-2-4 甲所示, 设船头斜向上游与河岸成 θ 角, 这时船速在 y 方向

的速度分量为 $v_{2y} = v_2 \sin\theta$, 渡河所需时间为: $t = \frac{L}{v_2 \sin\theta}$.

可以看出: 在 L 与 v_2 一定时, t 随 $\sin\theta$ 的增大而减小; 当 $\theta = 90^\circ$ 时, $\sin\theta = 1$ (最大), 所以, 船头与河岸垂直时, 渡河时间最短, 且为 $\frac{L}{v_2}$.

【答案】 船头与河岸垂直时, 渡河时间最短, 且为 $\frac{L}{v_2}$.

(2) 若 $v_1 < v_2$, 怎样渡河航程最短?

【解析】 (2) 如图 5-2-4 乙所示, 为了使船渡河的航程最短, 必须使船的合速度 v 的方向与河岸垂直, 这时船头指向上游, 并与河岸成一定的角度 θ , 则有:

$$\cos\theta = \frac{v_1}{v_2}, \text{ 所以 } \theta = \cos^{-1}\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$$

因为 $0 \leq \cos\theta \leq 1$, 所以只有在 $v_1 < v_2$ 时, 船才有可能垂直河岸渡河.

【答案】 当船头指向上游且与河岸成夹角 $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ 时, 船垂直河岸渡河.

(3) 若 $v_1 > v_2$, 怎样渡河船漂下的距离最短?

解析: 当 $v_1 > v_2$, 则不论船向如何, 总被水流冲向下游. 如图 5-2-4 丙所示, 设船头 (v_2) 与河岸成 θ 角, 合速度 v 与河岸成 α 角, 可以看出: α 角越大, 船漂下的距离 x 越短. 那么, 在什么条件下 α 角最大呢? 以 v_1 的箭尾为圆心, 以 v_2 的大小为半径画圆, 当 v 与圆相切时, α 角最大. 根据 $\cos\theta = \frac{v_2}{v_1}$ 得船头与河岸的夹角应为:

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{v_2}{v_1}\right)$$

船漂的最短距离由 $\frac{x_{\min}}{L} = \frac{v}{v_2} = \frac{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}}{v_2}$ 得

$$x_{\min} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{v_2} \cdot L.$$

【答案】 当船头与河岸成夹角 $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{v_2}{v_1}\right)$ 时, 船漂的距离最短.

【交流】 小船过河问题是典型的运动分解问题. 理解小船过河的过程同时参与了两种运动, 一是小船相对水的运动 (即在静水中的运动), 一是小船随水流的运动 (水冲船的运动, 可以认为船速等于水速), 船的实际运动为合运动.

总之, 对于船过河这类问题, 一般记住两个结论: ①要使过河时间最短, 则垂直河岸方向的分速度须最大; ②要能垂直到达对岸, 则合速度须垂直河岸.



自主练习



1. 竖直放置两端封闭的玻璃管内注满清水和一个用红蜡做成的圆柱体, 玻璃管倒置时圆柱体能匀速运动, 已知圆柱体运动的速度是 5 cm/s , 与水平方向成 $\theta = 60^\circ$, 如图 5-2-5 所示, 则玻璃管水平运动的速度是 ()

- A. 5 cm/s B. 4.33 cm/s
C. 2.5 cm/s D. 无法确定

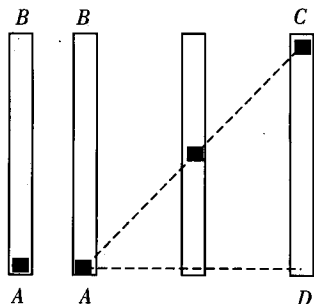


图 5-2-5

2. 关于运动的合成和分解, 下述说法中正确的是 ()

- A. 合运动的速度大小等于分运动的速度大小之和
- B. 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
- C. 合运动和分运动具有同时性
- D. 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

3. 某人以一定速率垂直河岸向对岸游去, 当水流运动是匀速时, 他所游过的路程、过河所用的时间与水速的关系是 ()

- A. 水速大时, 路程长, 时间长
- B. 水速大时, 路程长, 时间短
- C. 水速大时, 路程长, 时间不变
- D. 路程、时间与水速无关

4. 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 离岸最近处 O 点的距离为 d . 如果战士想在最短时间内将人送上岸, 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. $\frac{dv_2}{v_1}$
- D. $\frac{dv_1}{v_2}$

5. 竖直上抛运动, 可以看作向上的匀速运动和自由落体运动的合运动, 则下列论述正确的是 ()

- A. 当两个分运动的合速度为零时, 物体上升到最高点
- B. 当两个分运动的合位移为零时, 物体上升到最高点
- C. 当向上的匀速运动的速度大于向下的自由落体分运动的速度时, 物体向上运动
- D. 当物体向上的匀速运动的速度小于向下的自由落体分运动的速度时, 物体一定在抛出点的下方

6. 直升机空投物资时, 可以停留在空中不动. 设投出的物资离开飞机即由于降落伞的作用在空中能匀速下落, 无风时落地速度为 5 m/s. 若飞机停留在离地面 100 m 高处空投物资, 由于风的作用, 使降落伞和物资以 1 m/s 速度匀速水平向北运动, 求:

- (1) 物资在空中运动的时间;
- (2) 物资落地时速度的大小;
- (3) 物资在下落过程中水平方向移动的距离.

7. 小船匀速横渡一条河流, 当船头垂直对岸方向航行时, 在出发后 10 min 到达对岸下游 120 m 处; 若船头保持与河岸成 α 角向上游航行, 出发后 12.5 min 到达正对岸. 求:

- (1) 水流的速度;
- (2) 船在静水中的速度;
- (3) 河的宽度;
- (4) 船头与河岸间的夹角 α .

3. 抛体运动的规律



课标解读 >>>>

1. 掌握抛体运动的位置与速度；
2. 掌握平抛运动的特点，能够运用平抛运动规律解决有关问题；
3. 知道分解与合成是处理复杂运动的一般方法。



知识要点 >>>>

1. 抛体运动：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。

- (1) 要做抛体运动需具备两个条件：①具有一定初速度 ($v \neq 0$)；
②仅受重力。

(2) 平抛运动

物体做平抛运动的条件：①初速度水平；
②仅受重力。

2. 抛体的位置

(1) 初速度为 v 的平抛物体运动的位置随时间变化的规律

①水平方向是匀速直线运动，水平坐标随时间变化的规律是：

$$x = vt \quad \text{①}$$

②竖直方向是自由落体运动，竖直方向的坐标随时间变化的规律是：

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{②}$$

由上面①②两式就确定了平抛物体在任意时刻的位置。

(2) 平抛物体的运动轨迹

由方程 $x = vt$ 得 $t = \frac{x}{v}$ ，代入方程 $y = \frac{1}{2}gt^2$ ，得到：

$$y = \frac{g}{2v^2}x^2 \quad \text{这就是平抛物体的轨迹方程。}$$

可见，平抛物体的运动轨迹是一条抛物线。

(3) 斜抛运动

①斜向上或斜向下抛出的物体只在重力（不考虑空气阻力）作用下的运动叫做斜抛运动。

②斜抛运动的特点：水平方向速度不变，竖直方向仅受重力，加速度为 g 。

③斜抛运动可以看成是水平方向的匀速直线运动和竖直方向的竖直上抛或竖直下抛运动的合运动。

3. 抛体的速度

因为平抛运动可以看成是水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动的合运动，由运动的合成与分解知识可知，要想求抛体在某一时刻的速度的大小和方向，可以通过两个分运动在这一时刻的速度来求得。

例如：初速度为 v 的平抛运动，水平初速度为 v ，水平方向受力为 0；竖直初速度为 0，竖直方向受力为重力。

如果用 v_x 和 v_y 分别表示物体在时刻 t 的水平分速度和竖直分速度，在这两个方向上分别应用运动学的规律，可知：

$$v_x = v \quad v_y = gt$$

根据 v_x 和 v_y 的值，按照勾股定理可以求得物体在这个时刻的速度（即合速度）大小和方向：

$$v_{\text{合}} = \sqrt{v^2 + g^2 t^2} \quad v_{\text{合}} \text{ 与水平方向夹角为 } \theta, \text{ 如图 5-3-1 所示:}$$

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v}$$

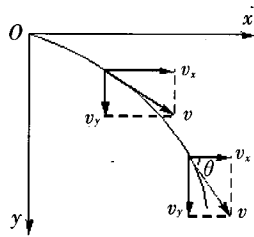


图 5-3-1



课程探究 >>>>

1. 平抛物体速度的变化有何规律？平抛运动中，速度的大小和方向都在不断变化，那么在任意 Δt 时间内，速度矢量的变化是否也在不断改变呢？

【解析】 平抛物体的速度在水平方向上始终不变，所以速度的变化是发生在竖直方向上的。故速度矢量的变化量 Δv 的方向是竖直向下的。

平抛运动的加速度是恒定的，根据加速度与速度变化量的关系 $\Delta v = g\Delta t$ ，即 Δv 的方向与 g 的方向相同，是竖直向下的，而且 Δv 的大小和 Δt 成正比，在任意两个相同的 Δt 内，速度矢量的变化量 Δv 是相等的。

2. 平抛运动时物体位移的大小和方向如何确定？

【解析】 根据运动的合成与分解知识可知，平抛物体的位移等于水平、竖直方向上两个分运动位移的矢量和。因此，由两分运动的位移公式： $x = vt$ $y = \frac{1}{2}gt^2$

可得平抛物体的位移

$$s = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{v^2 t^2 + \frac{1}{4} g^2 t^4}$$

位移与水平方向的夹角 α ，如图 5-3-2 所示。

$$\tan\alpha = \frac{y}{x} = \frac{gt}{2v}$$

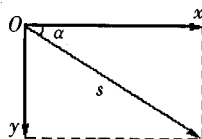


图 5-3-2

【小结】 对平抛运动几个物理量的讨论：

- (1) 平抛运动在空中运动的时间 $t = \sqrt{2h/g}$ 由高度 h 决定，与初速度无关。
- (2) 它的水平位移大小为 $x = v_0 t = v_0 \sqrt{2h/g}$ ，与水平初速度及高度 h 都有关系。
- (3) 落地瞬时速度的大小 $vt = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ ，由水平初速度 v_0 及高度 h 决定。
- (4) 落地瞬时速度与水平方向夹角 $\tan\theta = gt/v_0$ ， h 越大，在空中运动时间就越长， θ 越大。
- (5) 落地速度与水平方向夹角 θ 与位移方向和水平方向夹角 α 是不相等的，注意不要混淆。

3. 斜抛运动的轨迹方程的确定

如图 5-3-3 所示，斜上抛物体初速度为 v ，与水平方向夹角为 θ ，则斜抛运动的两个分速度是：