

第一讲 曲线运动、运动合成和分解 (1 课时)

一. 考点基础知识回顾及重点难点分析

知识点 1、曲线运动的特点:做曲线运动的物体在某点的速度方向就是曲线在该点的切线方向, 因此速度的方向是时刻____ 的, 所以曲线运动一定是____运动

过关练习 1

1. 做曲线运动的物体, 在运动过程中, 一定变化的物理量是()

- A. 速率 B. 速度 C. 加速度 D. 合外力

2. 关于质点做曲线运动的下列说法中, 正确的是 ()

- A. 曲线运动一定是匀变速运动
B. 变速运动一定是曲线运动
C. 曲线运动轨迹上任一点的切线方向就是质点在这一点的瞬时速度方向
D. 有些曲线运动也可能是匀速运动

方法点拨和归纳:曲线运动速度方向一定变化, 曲线运动一定是变速运动, 反之, 变速运动不一定是曲线运动。

知识点 2、物体做曲线运动的条件是:合外力 (加速度) 方向和初速度方向____ 同一直线; 与物体做直线运动的条件区别是_____。

过关练习 2:

1. 物体运动的速度 (v) 方向、加速度 (a) 方向及所受合外力 (F) 方向三者之间的关系为

- A. v、a、F 三者的方向相同 ()
B. v、a 两者的方向可成任意夹角, 但 a 与 F 的方向总相同
C. v 与 F 的方向总相同, a 与 F 的方向关系不确定
D. v 与 F 间或 v 与 a 间夹角的大小可成任意值

2. 下列叙述正确的是: ()

- A. 物体在恒力作用下不可能作曲线运动
B. 物体在变力作用下不可能作直线运动
C. 物体在变力或恒力作用下都有可能作曲线运动
D. 物体在变力或恒力作用下都可能作直线运动

3. 物体受到几个外力的作用 而做匀速直线运动, 如果突然撤掉其中一个力, 它不可能做 ()

- A. 匀速直线运动 B. 匀加速直线运动
C. 匀减速直线运动 D. 曲线运动

4. 质量为 m 的物体受到两个互成角度的恒力 F_1 和 F_2 的作用, 若物体由静止开始, 则它将做____运动, 若物体运动一段时间后撤去一个外力 F_1 , 物体继续做的运动是____运动。

方法点拨和归纳：

① 物体做曲线运动一定受外力。

物体所受的合外力方向与速度方向不在同一直线上，所以，一定有加速度且加速度方向和速度方向不在一条直线上。

曲线运动中，合外力、加速度方向一定指向曲线凹的那一边。

② 曲线运动性质

如果这个合外力的大小和方向都恒定，物体做匀变速曲线运动，如平抛运动、斜抛运动。

如果这个合外力的大小恒定，方向始终与速度方向垂直，则有 $F = m \frac{V^2}{R}$ ，物体就作匀速圆周运动

知识点 3、运动的合成与分解的几个概念：如果某物体同时参与几个运动，那么这个物体实际的运动就叫做那几个运动的____，那几个运动叫做这个实际运动的____。已知分运动情况求合运动的情况叫运动的____，已知合运动情况求分运动情况叫运动的____。

过关练习 3

1. 初速度为 v_0 的匀加速直线运动，可看作是一个同方向的一个__运动和一个__运动的合运动。

2. 竖直上抛运动，可看成是竖直向上的__和一个竖直向下__的运动的合运动

3. 平抛运动可看成是水平方向的__运动和竖直方向的__运动的合运动

4. 斜抛运动可看成是水平方向的__运动和竖直方向的__运动的合运动

知识点 4、运动合成和分解其实质是对运动物体的位移、速度和加速度的合成和分解，使用规则是：平行四边形法则。

要注意：①合运动一定是物体的实际运动。

②分运动之间没有相互联系（独立性）。

③合运动和分运动所用的时间相等（同时性）。

④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。

⑤合运动和分运动的位移、速度、加速度都遵守平行四边形法则。

过关练习 4

1. 降落伞在下落一段时间后的运动是匀速的，无风时，某跳伞运动员的着地速度为 4m/s，现在由于有沿水平方向向东的影响，跳伞运动员着地的速度 5m/s，那么风速（ ）

A. 3m/s B. 4m/s C. 5m/s D. 1m/s

2. 某人以一定的速率垂直河岸将船向对岸划去，当水流匀速时，关于他过河所需的时间、发生位移与水速的关系是（ ）

A. 水速小时，位移小，时间短 B. 水速大时，位移大，时间长

C. 水速大时，位移大，时间不变 D. 位移、时间与水速无关。

知识点 5：合运动的性质由分运动的性质决定

① 两个匀速直线运动的合运动是__运动

② 两个初速度为零的匀加速直线运动的合运动是__运动。

- ③ 一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动的合运动可能是__运动，也可能是__
 ④ 两个匀变速直线运动的合运动可能是__运动，也可能是__

过关练习 5 :

1. 一个质点同时参与互成一定角度的匀速直线运动和匀变速直线运动，该质点的运动特征是()
 A. 速度不变 B. 运动中的加速度不变 C. 轨迹是直线 D. 轨迹是曲线
2. 若一个物体的运动是两个独立的分运动合成的，则()
 A. 若其中一个分运动是变速运动，另一个分运动是匀速直线运动，则物体的合运动一定是变速运动
 B. 若两个分运动都是匀速直线运动，则物体的合运动一定是匀速直线运动
 C. 若其中一个是匀变速直线运动，另一个是匀速直线运动，则物体的运动一定是曲线运动
 D. 若其中一个分运动是匀加速直线运动，另一个分运动是匀减速直线运动，合运动可以是曲线运动

方法点拨和归纳：

1. 运动合成的基本方法

(1) 两个分运动必须是同一质点在同一时间内相对于同一参考系的运动。此时，按常规方法，两个分运动作邻边，夹在其中的平行四边形对角线即为真正意义上的合运动。

(2) 两个分运动在同一直线上时，矢量运算可转化为代数运算。

法则：先选定一正方向，凡与正方向相同取正值，相反取负。例如，竖直上抛运动：

$$V_t = V_0 + at, \quad S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

2. 运动分解的基本方法：

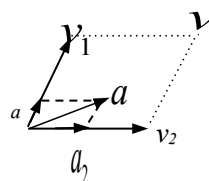
(1) 先虚拟合运动的一个位移，看看这个位移产生什么效果，从中找到运动分解的方法。

(2) 先确定合运动速度方向（这里有一个简单原则，物体实际运动方向就是合速度方向），然后分析由这个合速度所产生的实际效果，以确定两个分速度方向。

二、典型例题

例题 1. 关于互成角度的两个初速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. 以上都不对



例题 2. 如图 4-2，河宽 d ，水流速度 V_1 。船在静水中速度 V_2 ，且 $V_1 < V_2$ ，如果小船航向与河岸成 θ 角斜向上游，求

- (1) 它渡河需要多少时间；
 (2) 如果要以最短时间渡河，船头应指向何方？此时渡河位移多少；
 (3) 要以最短位移渡河，船头又指向何方？此时渡河时间是多少？

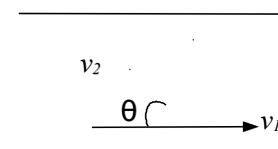


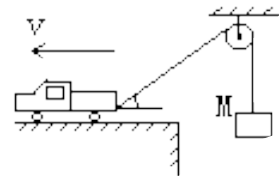
图 4-2

例题3. 某人骑自行车以 10m/s 的速度在大风中向东行使，他感觉到风正以相当于车的速度从北方吹来，实际上风的速度是 ()

- A. 14m/s ，方向为南偏西 45° B. 14m/s ，方向为北偏东 45°
 C. 10m/s ，方向为正北 D. 10m/s ，方向为正南

方法归纳和点拨：人感觉到的风的速度实质上是风相对于人的速度。

例题4. 如右图所示汽车以速度 v 匀速行驶，当汽车到达某点时，绳子与水平方向恰好成 θ 角，此时物体 M 的速度大小是多少？



方法归纳和点拨：汽车通过高处滑轮问题实质是,汽车拉着绳,使得绳绕滑轮做半径变大的圆周运动,所以,绳的实质速度分解为沿着绳子方向的径向速度和垂直绳子方向的切向速度。

课后跟踪练习一：

- 关于曲线运动，下列说法正确的是 ()

A. 曲线运动的速度大小可能不变 B. 曲线运动的速度方向可能不变
 C. 曲线运动一定是变速运动 D. 曲线运动可能是匀变速运动
- 关于质点做曲线运动，下列描述中正确的是 ()

A. 做曲线运动的质点，瞬时速度的方向在曲线的切线方向上
 B. 质点做曲线运动时受到的合力一定是变力
 C. 质点做曲线运动时所受合力的方向与速度方向一定不在同一直线上
 D. 质点做曲线运动时速度的大小一定是时刻在变化的
- 关于做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
- 质点在三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 的共同作用下保持平衡状态，若突然撤去 F_1 ，则质点 ()

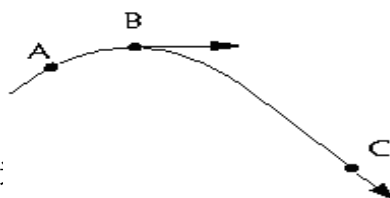
A. 一定做匀变速运动 B. 一定做直线运动
 C. 一定做非匀变速运动 D. 一定做曲线运动

5. 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, 若运动中保持二力的方向不变, 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

6. 如图所示是物体做匀变速曲线运动的轨迹的示意图。已知物体在 B 点的加速度方向与速度方向垂直, 则下列说法中正确的是 ()

- A. C 点速率小于 B 点的速率
- B. A 点的加速度比 C 点的加速度大
- C. C 点速率大于 B 点的速率
- D. 从 A 到 C, 加速度与速度的夹角先增大后减小

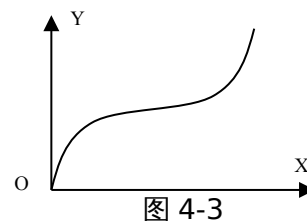


7. 关于运动的合成与分解, 下列说法中正确的是 ()

- A. 两个速度大小不等的匀速直线运动的合运动一定不是匀速直线运动
- B. 两个直线运动的合运动一定是直线运动
- C. 合运动是曲线运动时, 其分运动中至少有一个是加速运动
- D. 合运动是曲线运动时, 其分运动中都是加速运动

8. 一质点在 XOY 平面内的运动轨迹如图 4-3, 下列判断正确的是

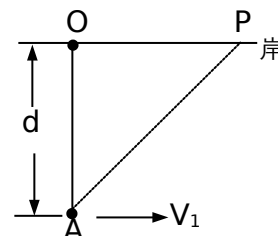
- A. 若 X 方向始终匀速, 则 Y 方向先加速后减速
- B. 若 X 方向始终匀速, 则 Y 方向先减速后加速
- C. 若 Y 方向始终匀速, 则 X 方向先减速后加速
- D. 若 Y 方向始终匀速, 则 X 方向先加速后减速



9. 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, 水流速度 V_1 , 摩托艇在静水中速度 V_2 , 战士救人地点 A 离岸边最近处 O 的距离为 d , 若战士想用最短的时间将人送上岸, 则摩托艇登陆的地点离 O 点距离为多少?

10. 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 , 如图所示。若战士要想在最短时间内将人送上岸, 则 ()

- A. 摩托艇的头部应向上游开
- B. 摩托艇的头部应正对 O 点开
- C. 摩托艇的头部应向下游开
- D. 摩托艇的头部应向上游或下游开



11. 若战士在最短时间内将人送上岸, 则最短的时间为 ()

- A. $\frac{d}{V_1}$
- B. $\frac{d}{V_2}$
- C. $\frac{d}{\sqrt{V_1^2 + V_2^2}}$

12. 若战士在最短时间内将人送上岸, 则登陆的地点距 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. $\frac{dV_2}{V_1}$;

13、小船在静水中速度是 v ，渡河时船对岸垂直划行，若行至河中心时，水流速增大，则渡河时间将（ ）

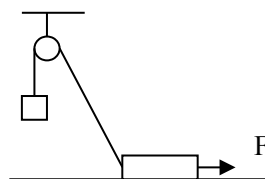
- A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 不能判定

14、一条宽度为 L 的河，水流速度为 $V_{水}$ ，已知船在静水中的速度为 $V_{船}$ ，那么：

- (1)怎样渡河时间最短？
 (2)若 $V_{船} > V_{水}$ ，怎样渡河位移最小？
 (3)若 $V_{船} < V_{水}$ ，怎样渡河船漂下的距离最短？

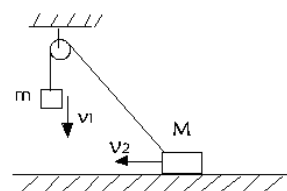
15. 如图所示，物体 A 和 B 的质量均为 m ，且分别用轻绳连接跨过定滑轮（不计绳子与滑轮、滑轮与轴之间的摩擦）。当用水平变力 F 拉物体 B 沿水平方向向右做匀速直线运动的过程中（ ）

- A. 物体 A 也做匀速直线运动
 B. 绳子拉力始终大于物体 A 所受的重力
 C. 物体 A 的速度小于物体 B 的速度
 D. 地面对物体 B 的支持力逐渐增大



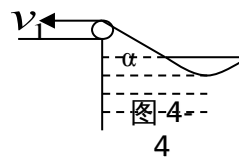
16. 质量分别为 m 和 M 的两个物体跨过定滑轮如图所示，在 M 沿光滑水平面运动的过程中，两物体速度的大小关系为（ ）

- A. $V_1 < V_2$
 B. $V_1 > V_2$
 C. $V_1 = V_2$



17. 如图 4-4 所示，用绳牵引小船靠岸，若收绳的速度为 V_1 ，在绳与水平方向夹角为 α 时，船的速度 V 为（ ）

- A. $v_1 / \cos \alpha$
 B. $v_1 \cos \alpha$
 C. $v_1 / \sin \alpha$
 D. $v_1 \sin \alpha$



18. 玻璃生产线上，宽 9 米的成型玻璃板以 2 米/秒的速度不断地向前行进，在切割工序处，金刚钻的割刀速度为 10 米/秒，为了使割下的玻璃板都成规定尺寸的矩形，金刚钻割刀的轨道应如何控制，切割一次的时间多长？

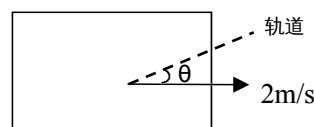


图 4-5

五、参考答案

(一) 基础

知识点 1、变化，变速。

过关练习 1：1-1、B；1-2、C。

知识点 2、不在；合外力方向与初速度方向是否在同一条直线上。

过关练习 2：2-1、B；2-2、CD；2-3、A；2-4、匀加速，匀变速。

知识点 3：合运动；分运动；运动的合成；运动的分解。

过关练习 3：3-1、匀速直线运动，初速度为 0 的匀加速直线运动。

3-2、匀速直线运动，自由落体运动。

3-3、匀速直线运动，自由落体运动

3-4、匀速直线运动，匀减速直线运动。

3-5、B。

过关练习 4：4-1、B，4-2、C。

知识点 5：匀速直线，匀加速直线运动。直线，曲线；直线，曲线。

过关练习 5：5-1、BD；5-2、ABD。

(二) 例题：

例题 1、C。可能是直线运动，也可能是曲线运动

例题 2：(1)小船的运动由两个运动组成，设渡河的时间为 t ，将 V_1 、 V_2 沿水流方向和垂直河岸方向分解，则水流方向： $V_x = V_1 - V_2 \cdot \cos\theta$

垂直河岸方向： $V_y = V_2 \cdot \sin\theta$

渡河时间由 V_y 决定，与无关 V_x 无关，

$t = d/V_y = d/V_2 \cdot \sin\theta$

(2)要使渡河时间最短，则当 $\theta = 90^\circ$ ，即船头垂直河岸开行

$t_{\min} = d/V_2$ 位移 $X = V_1 t_{\min} = (V_1/V_2) \cdot d$

(3)要使位移最小，只有船合运动垂直河岸，船头应斜向上游成 β 角，

$V_2 \cdot \sin\beta = d/t_2$ $V_2 \cdot \cos\beta = V_1$

$\cos\beta = V_1/V_2$ $\beta = \arccos \cdot V_1/V_2$

渡河时间 $t_2 = d/V_2 \cdot \sin\beta$

方法归纳和点拨：船过河问题，船的实际运动包含两个运动：船在静水中运行和船被水向下冲运动。

例题 3、B。14m/s，方向为东偏南 45°

方法归纳和点拨：人感觉到的风的速度实质上是风相对于人的速度。

例题 4：解：滑轮左侧汽车后面的绳子实际上同时参与了两个运动：沿绳子方向拉长的运动和左上方摆动。而 M 的运动速度就是沿绳子方向拉长的速度，所以 $v_M = v \cos\theta$

方法归纳和点拨：汽车通过高处滑轮问题 (物体的运动速度等于

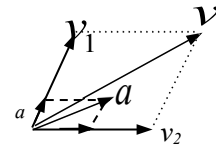


图 4-1

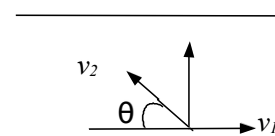
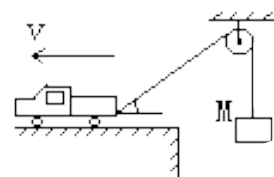


图 4-2



绳子的运动速度，绳子的运动可以看成沿绳子方向的向下运动和垂直绳子斜向上的运动合成)

(三)、练习

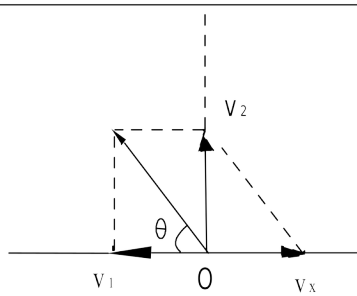
| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|----|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 16 | 17 |
| | ACD | AC | BD | A | A | A | CD | BD | B | B | C | C | BCD | A | A |

9、解：因江岸是平直的，AO 应与洪水方向垂直，若用最短的时间把人送上岸，则 V_2 方向应与岸垂直，用时 $t=d/V_2$ ，而洪水速度 V_1 ，船沿河岸行驶则有

$$s = v_1 t = \frac{d}{v_2} v_1$$

14、解:(1)如图所示。设船头斜向上游与河岸成任意角 θ 。这时船速在垂直与河岸方向的速度分量为 $V_1 = V_{\text{船}} \sin \theta$ ，渡河所用时间为 $t = L/V_1 = L/V_{\text{船}} \sin \theta$ 。可以看出：L、 $V_{\text{船}}$ 一定

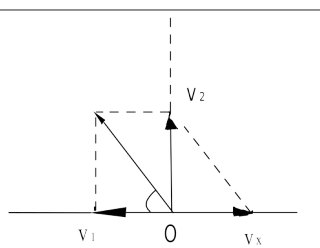
时， t 随 $\sin \theta$ 增大而减小；当 $\theta = 90^\circ$ 时， $\sin \theta = 1$ (最大)。所以船头与河岸垂直时，渡河时间最小 $t_{\min} = L/V_{\text{船}}$ 。



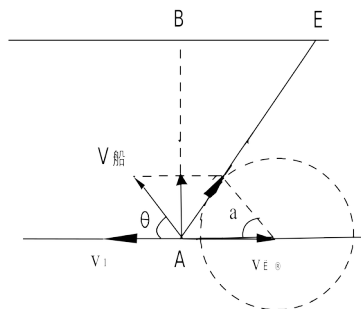
(2) 如图所示，渡河的最小位移即河的宽度。为使船能直达对岸，船头应指向河的上游，并与河岸成一定角度 θ 。根据三角函数关系有 $V_{\text{船}} \cos \theta - V_{\text{水}} = 0$ ， $\cos \theta = V_{\text{水}}/V_{\text{船}}$ ， $\theta =$

$$\arccos V_{\text{水}}/V_{\text{船}}$$

因为 $0 \leq \cos \theta \leq 1$ ，所以只有在 $V_{\text{船}} > V_{\text{水}}$ 时，船才有可能垂直河岸渡河。



(3)



如果 $V_{水} > V_{船}$ ，则不论船的航向如何，总是被水冲向下游，要使船漂下的航程最短，如图所示，设船头 $V_{船}$ 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 角越大呢？以 $V_{水}$ 的矢尖为圆心， $V_{船}$ 为半径画圆，当 v 与圆相切时， α 角最大。根据 $\cos \theta = V_{水}/V_{船}$ 船头与河岸的夹角为 $\theta = \arccos V_{水}/V_{船}$

船。船漂下的最短距离为 $x_{min} = (V_{水} - V_{船} \cos \theta) L / V_{船} \sin \theta$ ，此时渡河最短位移： $s = L /$

$$\cos \theta = L$$

18、解析：若切成矩形，则割刀相对运动玻璃板的速度大小为 10 米/秒，方向与板运动方向垂直，设轨道方向与板运动方向的夹角 θ ，如图 4-5。

$$\text{则 } V_{刀} \cos \theta = V_{玻} \quad \cos \theta = 2/10 \quad \theta = \arccos 0.2$$

$$\text{切割一次时间 } t = \frac{1}{V_{刀} \sin \theta} = \frac{9}{\sqrt{96}} = 0.91 \text{ 秒}$$

