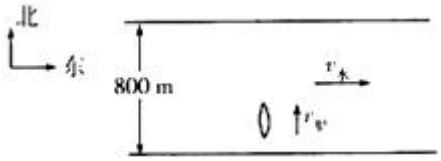
专题 09 曲线运动（提高训练）

1.河水由西向东流，河宽为 800m，河中各点的水流速度大小为 $v_{水}$，各点到较近河岸的距离为 x，$v_{水}$与 x 的关系为 $v_{水}=\frac{3}{400}x$（m/s），让小船船头垂直河岸由南向北渡河，小船在静水中的速度大小恒为 $v_{船}$=4m/s，下列说法正确的是（　）



A、小船渡河的轨迹为直线　　B、小船在河水中的最大速度是 2 $\sqrt{13}$ m/s

C、小船渡河的时间是 200s　　D、小船在距南岸 200m 处的速度小于距北岸 200m 处的速度

【答案】C

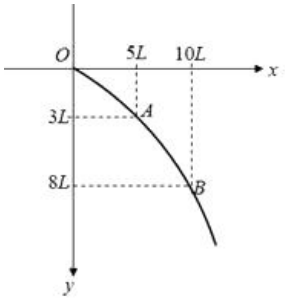
【解析】将小船的运动分解为沿河岸方向和垂直河岸方向，小船在沿河岸方向的速度随时间先均匀增大后均匀减小，结合平均速度推论，抓住等时性求出 v_1 的大小．根据合速度与合加速度的方向是否在同一条直线上判断小船的轨迹．　A、小船在垂直河岸方向上做匀速直线运动，在沿河岸方向上做变速运动，合加速度的方向与合速度方向不在同一条直线上，做曲线运动，故 A 错误．

B、当小船行驶到河中央时，$v_{水}=\frac{3}{400}\times400=3$m/s，那么小船在河水中的最大速度 $v_{max}=\sqrt{3^2+4^2}=5$m/s，故 B 错误．

C、小船船头垂直河岸由南向北渡河，那么小船渡河的时间是 $t=\frac{d}{v_{船}}=\frac{800}{4}=200$s，故 C 正确；

D、小船在距南岸 200m 处的河水速度大小与距北岸 200m 处的河水速度大小相等，根据矢量的合成法则，则两种情况的合速度大小相等，故 D 错误．

2.如图所示，x 是水平方向，y 是竖直方向，曲线是一段小球做平抛运动的轨迹，O、A、B 三点是平抛运动轨迹上的三点，　则下列说法正确的是（　）



A、小球从 O 点到 A 点运动的时间小于小球从 A 点到 B 点的运动时间

B、小球抛出点的坐标是（-5L，-L）

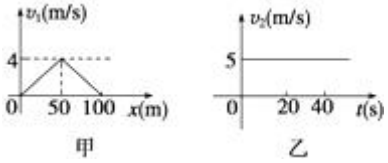
C、小球做平抛运动的初速度大小 $v_0=5\sqrt{2gL}$

D、小球经过 A 点时的速度大小 $v_A=\frac{1}{2}\sqrt{82gL}$

【答案】D

【解析】【解答】平抛运动水平方向为匀速直线运动，球从 O 点到 A 点和 A 点到 B 点的水平位移相等，所以运动时间也相等，故 A 错误;在竖直方向上有: $\Delta h=g\Delta t^2$ ，其中 $\Delta h=(8L-3L)-3L=2L$ ，代入求得：$\Delta t=\sqrt{\frac{2L}{g}}$ ，小球做平抛运动的初速度大小 $v_0=\frac{x}{\Delta t}=\frac{5}{2}\sqrt{2gL}$ ，故 C 错误；A 点竖直方向的速度 $v_{Ay}=\frac{h_{OB}}{2\Delta t}=2\sqrt{2gL}$ ，则从抛出点到 O 点的时间为 t= $t=\frac{v_{Ay}}{g}-\Delta t=\sqrt{\frac{2L}{g}}$ ，所以抛出点距离 O 点的水平位移为：$x_A=v_0\Delta t=5L$ ，抛出点的横坐标 $x=-5L$ ，抛出点离 O 点的竖直位移为 $\frac{1}{2}g(\Delta t)^2=L$ ，则抛出点的纵坐标为： $y=-L$ ，所以小球抛出点的坐标是 $(-5L,-L)$，故 B 错误；故 A 点的速度为 ：$x_A=\sqrt{v_0^2+v_{Ay}^2}=\frac{1}{2}\sqrt{82gL}$ ，故 D 正确。

3.一条船要在最短时间内渡过宽为 100m 的河，已知河水的流速 v_1 与船离河岸的距离 x 变化的关系如图甲所示，船在静水中的速度 v_2 与时间 t 的关系如图乙所示，则以下判断中正确的是（　）



A、船渡河的最短时间是 25s

B、船运动的轨迹可能是直线

C、船在河水中的加速度大小为 0.4m/s²

D、船在河水中的最大速度是 5m/s

【答案】C

【解析】解：A、当船头始终与河岸垂直时，渡河时间最短，为：t= $\frac{d}{v_c}=\frac{100}{5}$s=20s．故 A 错误．

B、船在沿河岸方向上做变速运动，在垂直于河岸方向上做匀速直线运动，两运动的合运动是曲线．故 B 错误；

C、在发生 50m 时，所需要的时间为：t= $\frac{s}{v_c}=\frac{50}{5}$=10s，

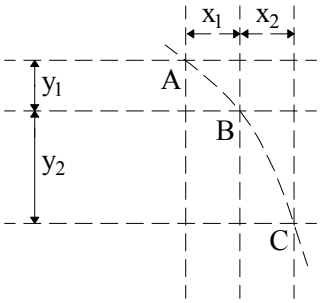
根据 a= $\frac{\Delta v}{\Delta t}$，可解得：a= $\frac{4}{10}$=0.4m/s^2 ， 故 C 正确.

D、当水流速最大时，船的速度最大，为：v_m= $\sqrt{4^2+5^2}$= $\sqrt{41}$ m/s．故 D 错误.

故选：C.

【分析】将船的运动分解为垂直于河岸方向和沿河岸方向，当静水速与河岸垂直时，渡河时间最短．当水流速最大时，船在河水中的速度最大.

4.某一平抛的部分轨迹如图所示，已知 $x_1=x_2=a$， $y_1=b$， $y_2=c$，求 v_0。



【答案】 $v_0=a\sqrt{\frac{g}{c-b}}$

【解析】A 与 B、B 与 C 的水平距离相等，且平抛运动的水平方向是匀速直线运动，可设 A 到 B、B 到 C 的时间为 T，则： $x_1=x_2=v_0T$

又竖直方向是自由落体运动， 则 $\Delta y=y_2-y_1=gT^2$

代入已知量，联立可得 $T=\sqrt{\frac{c-b}{g}}$ ； $v_0=a\sqrt{\frac{g}{c-b}}$

5.某人划船横渡一条河，河的两岸平行，河水流速处处相同，大小为 v_1,，船速大小恒为 v_2，且 $v_2>v_1$。设人以最短时间 t_1过河时，渡河位移为式 s_1；以最短位移 s_2过河时，所用时间为 t_2，则以下关系正确的是（ ）

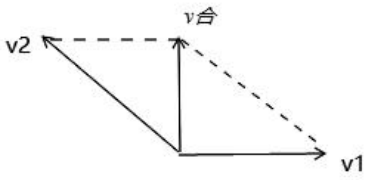
A. $\frac{t_1}{t_2}=\sqrt{1-\frac{v_1^2}{v_2^2}}$ B. $\frac{s_1}{s_2}=\sqrt{1+\frac{v_1^2}{v_2^2}}$ C. $\frac{t_1}{t_2}=\frac{v_1}{v_2}$ D. $\frac{t_1}{t_2}=\frac{v_1^2}{v_2^2}$

【答案】A B

【解析】【解答】设河宽为 d ， 最短时间过河时，静水速与河岸垂直，则有 $t_1=\frac{d}{v_2}$ ，渡河位移为

$s_1=\frac{d\sqrt{v_1^2+v_2^2}}{v_2}$，

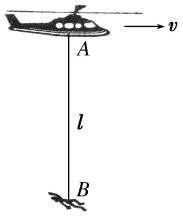
最小位移过河，如图



$v_{合}=\sqrt{v_2^2-v_1^2}$，则$t_2=\frac{d}{v_{合}}=\frac{d}{\sqrt{v_2^2-v_1^2}}$，渡河位移为$s_2=d$，所以有：$\frac{t_1}{t_2}=\frac{\sqrt{v_2^2-v_1^2}}{v_2}=\sqrt{1-\frac{v_1^2}{v_2^2}}$，

$\frac{s_1}{s_2}=\sqrt{1+\frac{v_1^2}{v_2^2}}$，AB 符合题意，CD 不符合题意；

6.如图所示，在一次救灾工作中，一架沿水平直线飞行的直升飞机 A，用悬索(重力可忽略不计)救护困在湖水中的伤员 B.在直升飞机 A 和伤员 B 以相同的水平速度匀速运动的同时，悬索将伤员提起，在某一段时间内，A、B 之间的距离以 l=H−t²(式中 H 为直升飞机 A 离水面的高度，各物理量的单位均为国际单位制单位)规律变化，则在这段时间内，下面判断中正确的是(不计空气作用力) (　　)



A．悬索的拉力小于伤员的重力　　B．悬索成倾斜直线

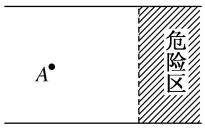
C．伤员做速度减小的曲线运动　　D．伤员做加速度大小、方向均不变的曲线运动

【答案】D

【解析】设伤员的位移为 x，x=H-l=t²；所以伤员在竖直方向做初速度为 0，加速度为 2m/s² 的匀加速直线运动；所以悬索的拉力大于伤员的重力；伤员在水平方向做匀速直线运动；如果悬索成倾斜直线，必然有水平方向的分力，根据牛二定律，人必然产生水平方向的加速度；与人在水平方向匀速运动矛盾；故 B 错；伤员的加速度方向与初速度方向不共线，所以伤员做曲线运动；故 D 选项正确；

7.如图所示，一条小船位于 200 m 宽的河正中 A 点处，从这里向下游 100$\sqrt{3}$ m 处有一危险区，当时水流速度为 4 m/s，为了使小船避开危险区沿直线到达对岸，小船在静水中的速度至少是 (　　)

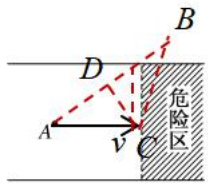
A.$\frac{4\sqrt{3}}{3}$ m/s　　B.$\frac{8\sqrt{3}}{3}$ m/s　　C．2 m/s　　D．4 m/s



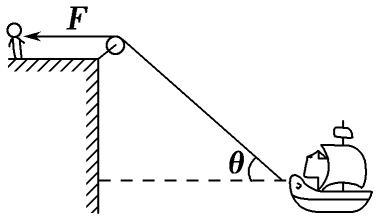
【答案】C

【解析】如图所示，小船要想避开危险区，合速度的方向必然沿 AB 方向，已知水流速度的大小为 4m/s，方向水平向右；连接 C 到 AB 的连线，一定是小船的速度，两个分速度与合速度必然可以构成一个封闭的矢量三角形，在所有连线中 CD 的长度最短，小船的速度最小，结合几何关系可得角 BCA 等于 30 度；故 CD=$\frac{1}{2}AC$

故小船的最小值为$\frac{1}{2}v_{水}=2m/s$；



8.如图所示，人在岸上拉船，已知船的质量为 m，水的阻力恒为 f，当轻绳与水平面的夹角为θ时，船的速度为 v，此时人的拉力大小为 F，则(　　)



A.人拉绳行走的速度为 $v\cos\theta$　　B.人拉绳行走的速度为$\frac{v}{\cos\theta}$

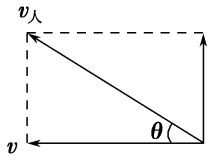
C.船的加速度为$\frac{F\cos\theta-f}{m}$　　D.船的加速度为$\frac{F-f}{m}$

【答案】AC

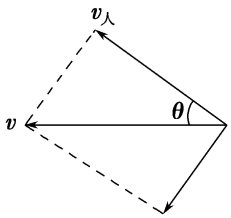
【解析】

错解 1：人拉绳行走的速度即绳的速度，错误地采用力的分解定则，将人拉绳行走的速度按图甲所示进行分解，水平分速度为船的速度，得人拉绳行走的速度为$\frac{v}{\cos\theta}$，错选 B 项。

错解 2：错误地认为绳作用于船的拉力的水平分力即为 F，因此有 $a=\frac{F-f}{m}$，错选 D 项。



图甲



图乙

正解：船的速度产生了两个效果：一是滑轮与船间的绳缩短，二是绳绕滑轮顺时针转动，因此将船的速度进行分解，如图乙所示，人拉绳行走的速度 $v_人=v\cos\theta$，A 对、B 错；绳对船的拉力等于人拉绳的力，即绳的拉力大小为 F，与水平方向成θ角，因此 $F\cos\theta-f=ma$，得 $a=\frac{F\cos\theta-f}{m}$，C 对、D 错。

9.一小船在静水的速度为 3m/s，它在一条河宽 150m，水流速度为 4m/s 的河流中渡河，则该小船（　）

A、能到达正对岸

B、渡河的时间可能少于 50s

C、以最短时间渡河时，它沿水流方向的位移大小为 200m

D、以最短位移渡河时，位移大小为 150m

【答案】C

【解析】解：A、因为船在静水中的速度小于河水的流速，由平行四边形法则求合速度不可能垂直河岸，小船不可能垂直河岸正达对岸．故 A 错误．

B、当船的静水中的速度垂直河岸时渡河时间最短：$t_{min}=\frac{d}{v_{船}}=50s$，故 B 错误．

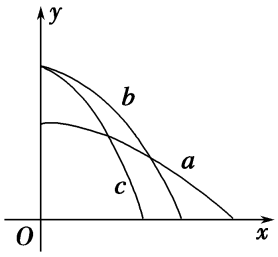
C、船以最短时间 50s 渡河时沿河岸的位移：$x=v_{水}t_{min}=4\times50m=200m$，即到对岸时被冲下 200m，故 C 正确．

D、因为船在静水中的速度小于河水的流速，由平行四边形法则求合速度不可能垂直河岸，小船不可能垂直河岸正达对岸．

所以最短位移大于河的宽度即大于 150m．故 D 错误．

故选 C．

10.如图所示，x 轴在水平地面内，y 轴沿竖直方向。图中画出了从 y 轴上沿 x 轴正向抛出的三个小球 a、b 和 c 的运动轨迹，其中 b 和 c 是从同一点抛出的。不计空气阻力，则(　　)



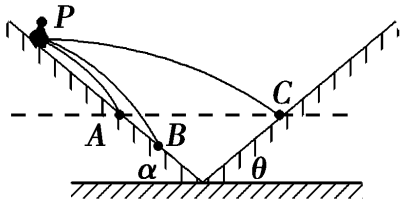
A.a 的飞行时间比 b 的长　　B.b 和 c 的飞行时间相同

C.a 的水平速度比 b 的小　　D.b 的初速度比 c 的大

【答案】BD

【解析】根据平抛运动的规律 $h=\frac{1}{2}gt^2$，得 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$，可知平抛物体在空中飞行的时间仅由高度决定，又 $h_a<h_b=h_c$，故 $t_a<t_b=t_c$，A 错误，B 正确；由 $x=vt$，$x_a>x_b>x_c$ 得 $v_a>v_b>v_c$，C 错误，D 正确。

11.如图所示，在某一峡谷的两侧存在与水平面成相同角度的山坡，某人站在左侧山坡上的 P 点向对面的山坡上水平抛出三个质量不等的石块，分别落在 A、B、C 三处，不计空气阻力，A、C 两处在同一水平面上，则下列说法正确的是(　　)



A.落到 A、B、C 三处的石块落地速度方向相同

B.落到 A、B 两处的石块落地速度方向相同

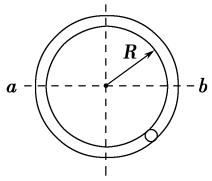
C.落到 B、C 两处的石块落地速度大小可能相同

D.落到 C 处的石块在空中运动的时间最长

【答案】BC

【解析】因为速度方向与水平方向的夹角的正切值是位移与水平方向夹角正切值的 2 倍，A、B 两点的位移方向相同，与落在 C 点的位移方向不同，所以 A、B 两点的速度方向相同，与 C 点的速度方向不同，故 A 错误，B 正确；落在 B 点的石块竖直分速度比 C 点竖直分速度大，但是 B 点的水平分速度比 C 点水平分速度小，根据平行四边形定则可知，两点的速度大小可能相同，故 C 正确；高度决定平抛运动的时间，可知落在 B 点的石块运动时间最长，故 D 错误。

12.如图所示，小球 m 在竖直放置的光滑圆形管道内做圆周运动，下列说法中正确的有(　　)



A.小球通过最高点的最小速度为 $v=\sqrt{Rg}$

B.小球通过最高点的最小速度为 0

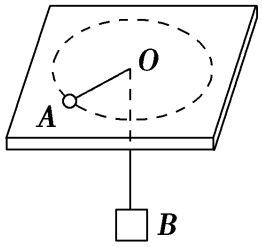
C.小球在水平线 *ab* 以下管道中运动时，外侧管壁对小球一定有作用力

D.小球在水平线 *ab* 以上管道中运动时，内侧管壁对小球一定有作用力

【答案】BC

【解析】在最高点，由于外侧管壁和内侧管壁都可以对小球产生弹力作用，当小球的速度等于 0 时，内侧管壁对小球产生弹力，大小为 mg，故小球通过最高点的最小速度为 0，选项 A 错误，B 正确；小球在水平线 ab 以下管道中运动时，由于沿半径方向的合力提供小球做圆周运动所需的向心力，所以外侧管壁对小球一定有作用力，选项 C 正确；小球在水平线 ab 以上管道中运动时，若速度较大，则外侧管壁对小球有作用力，若速度较小，则内侧管壁对小球有作用力，选项 D 错误。

13.如图所示，细绳一端系着质量 m1＝0.6 kg 的物体 A 静止在水平面上，另一端通过光滑小孔 O 吊着质量 m2＝0.3 kg 的物体 B。A 与小孔 O 的距离为 0.2 m，且与水平面的最大静摩擦力为 2 N。为使 B 保持静止状态，A 做匀速圆周运动的角速度ω应在什么范围？(g 取 10 m/s2)



【答案】2.89 rad/s≤ω≤6.45 rad/s

【错因分析】(1)误认为当绳的拉力等于物体的重力或绳的拉力为零时，有角速度ω的极值。

(2)误认为摩擦力的方向总是与绳的拉力方向相同，当摩擦力为最大静摩擦力时，ω有最大值，当摩擦力为零时，ω有最小值。

(3)要解答本题，应分析出物体 A 做圆周运动的向心力来源，摩擦力和绳的拉力的合力，绳的拉力等于 B 的重力，而摩擦力可以沿半径向里或向外，沿这两个方向的摩擦力达到最大值，即为两个临界状态。

【正解】*B* 保持静止状态时，*A* 做匀速圆周运动的半径 *r* 不变。根据 $F_{向}=m_1r\omega^2$ 可知，向心力发生变化时角速度将随之改变，*A* 的向心力由细绳拉力和静摩擦力的合力提供

当ω最小时，*A* 受的最大静摩擦力 F_f的方向与拉力方向相反，则有

$m_2g-F_f=m_1r\omega_1^2$

$\omega_1=\sqrt{\frac{m_2g-F_f}{m_1r}}=\sqrt{\frac{0.3\times10-2}{0.6\times0.2}}$ rad/s≈2.89 rad/s

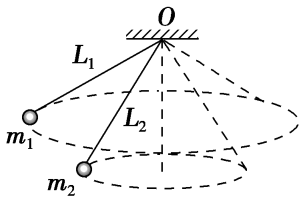
当ω最大时，A 受的最大静摩擦力 F_f的方向与拉力方向相同，则有

$m_2g+F_f=m_1r\omega_2^2$

$\omega_2=\sqrt{\frac{m_2g+F_f}{m_1r}}=\sqrt{\frac{0.3\times10+2}{0.6\times0.2}}$ rad/s≈6.45 rad/s

所以，A 做匀速圆周运动的角速度范围是 2.89 rad/s≤ω≤ 6.45 rad/s。

14.如图所示，两根长度相同的细线分别系有两个完全相同的小球，细线的上端都系于 O 点。设法让两个小球均在水平面上做匀速圆周运动。已知 L1 跟竖直方向的夹角为 60°，L2 跟竖直方向的夹角为 30°，下列说法正确的是(　　)



A.细线 L_1 和细线 L_2 所受的拉力大小之比为$\sqrt{3}$∶1

B.小球 m_1 和 m_2 的角速度大小之比为$\sqrt{3}$∶1

C.小球 m_1 和 m_2 的向心力大小之比为 3∶1

D.小球 m_1 和 m_2 的线速度大小之比为 3$\sqrt{3}$∶1

【答案】AC

【解析】由 $mg=F_1\cos 60°$可得 $F_1=2mg$，由 $mg=F_2\cos 30°$可得 $F_2=\frac{2\sqrt{3}}{3}mg$，则细线 L_1 和细线 L_2 所受的拉力大小之比为$\sqrt{3}$∶1，选项 A 正确；由 $mg\tan\theta=m\omega^2L\sin\theta$，可得小球的角速度$\omega=\sqrt{\frac{g}{L\cos\theta}}$，则 m_1 和 m_2 的角速度大小之比为$\sqrt[4]{3}$∶1，选项 B 错误；小球 m_1 和 m_2 的向心力大小之比为 $mg\tan 60°$∶$mg\tan 30°$=3∶1，选项 C 正确；由 $mg\tan\theta=m\frac{v^2}{L\sin\theta}$，可得小球 m_1 和 m_2 的线速度大小之比为$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{\sin\theta_1\tan\theta_1}{\sin\theta_2\tan\theta_2}}=\sqrt{3\sqrt{3}}$∶1，选项 D 错误。