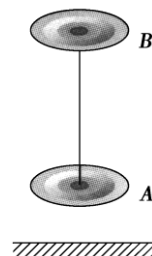


【高一物理 典题训练 04】
自由落体与竖直上抛 答案详解

【题型 1】自由落体运动规律的应用

自由落体运动的本质为初速度为 0，加速度为 g 的匀变速直线运动，所有匀变速直线运动的规律公式均适用。

【典例 1】一根轻质细线将 2 个薄铁垫圈 A、B 连接起来，一同学用手固定 B，此时 A、B 间距为 $3L$ ，A 距地面为 L ，如图所示。由静止释放 A、B，不计空气阻力，从开始释放到 A 落地历时 t_1 ，A 落地前瞬间速率为 v_1 ，从 A 落地到 B 落在 A 上历时 t_2 ，B 落在 A 上前瞬间速率为 v_2 ，则（ ）



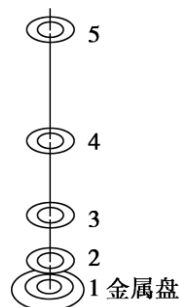
- A. $t_1 > t_2$ B. $t_1 = t_2$
C. $v_1 : v_2 = 1 : 2$ D. $v_1 : v_2 = 1 : 3$

【答案】BC

【解析】由静止同时释放 A、B，AB 均做自由落体运动，二者在每时每刻的加速度与末速度相同，故二者相对静止，图示中的绳子可直接去掉。由释放到落地为止，A 运动的位移为 L ，B 运动的位移为 $4L$ 。根据初速度为 0 的匀变速直线运动的比例关系可知，A、B 落地的时间之比为 1:2，所以 $t_1 = t_2$ ，故 A 错误，B 正确；根据比例关系，A、B 落地瞬间速率之比 $v_1 : v_2 = 1 : 2$ ，故 C 正确 D 错误。

【考点】自由落体运动规律，匀变速直线运动的比例关系。

【典例 2】取一根长 2 m 左右的细线，5 个铁垫圈和一个金属盘。在线的一端系上第一个垫圈，隔 12 cm 再系一个，以后垫圈之间的距离分别为 36 cm、60 cm、84 cm，如图 1 所示，站在椅子上，向上提起线的另一端，让线自由垂下，且第一个垫圈紧靠放在地面上的金属盘内。松手后开始计时，若不计空气阻力，则第 2、3、4、5 各垫圈（ ）



- A. 落到盘上的声音时间间隔越来越大
B. 落到盘上的声音时间间隔相等
C. 依次落到盘上的速率关系为 $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : 2$
D. 依次落到盘上的时间关系为 $1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : (2-\sqrt{3})$

【答案】B

【解析】C、D，5 个铁垫圈同时做自由落体运动，下降的位移之比为 1:3:5:7。可以看成是一个铁垫圈自由下落，经过位移之比为 1:3:5:7。因为初速度为零的匀加速直线运动在相等时间内的位移之比为 1:3:5:7，知各垫圈落到盘中的时间间隔相等。故 C、D 错误。

A、B，因为各垫圈落到盘中的时间间隔相等，则各垫圈依次落到盘中的时间比为 1:2:3:4。故 B 正确，A 错误。

【考点】自由落体运动规律，匀变速直线运动的比例关系。

【典例 3】一矿井深 125 m，在井口每隔一定时间自由落下一个小球。当第 11 个小球刚从井口开始下落时，第 1 个小球恰好到达井底。则相邻两小球开始下落的时间间隔为_____s，这时第 3 个小球和第 5 个小球相距_____m(g 取 10 m/s^2)。

【答案】0.5；35

【解析】对于运动规律相同的多体运动问题，可看成一个物体的运动。

设相邻小球开始下落的时间间隔为 T ，则第 1 个小球从井口落至井底的时间 $t = 10T$ 。

$$\text{由题意知 } h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g(10T)^2, \quad T = \sqrt{\frac{2h}{100g}} = \sqrt{\frac{2 \times 125}{100 \times 10}} = 0.5 \text{ s}。$$

第 3 个小球下落时间 $t_3 = 8T = 4 \text{ s}$ ，第 5 个小球下落时间 $t_5 = 6T = 3 \text{ s}$ ，

$$\text{由 } h = \frac{1}{2}gt^2 \text{ 得 } h_3 = \frac{1}{2}gt_3^2, \quad h_5 = \frac{1}{2}gt_5^2, \quad \Delta h = h_3 - h_5 = \frac{1}{2}gt_3^2 - \frac{1}{2}gt_5^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 7 = 35 \text{ m}。$$

【考点】自由落体运动规律，多体运动的等效。

【典例 4】滴水法测重力加速度的过程是这样的：让水龙头的水一滴一滴地滴在其正下方的盘子里，调整水龙头，让前一滴水滴到盘子里听到声音时，后一滴恰离开水龙头。测出 n 次听到水击盘声的总时间 t ，用刻度尺量出水龙头到盘子的高度差为 h ，即可算出重力加速度。设人耳能区别两个声音的时间间隔为 0.1 s ，已知声速为 340 m/s ，则 ()

A. 重力加速度的计算式为 $\frac{2hn^2}{t^2}$

B. 重力加速度的计算式为 $\frac{2h(n-1)^2}{t^2}$

C. 水龙头距人耳的距离至少为 34 m

D. 水龙头距盘子的距离至少为 34 m

【答案】B

【解析】A、B，从前一滴水滴到盘子里面听到声音时后一滴水恰好离开水龙头，测出 n 次听到水击盘的总时间为 t ，故两滴水间的时间间隔为 $\Delta t = \frac{t}{n-1}$ ，所以水从水龙头到盘子的时间为 $\frac{t}{n-1}$ ，由

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \text{ 得 } g = \frac{2h(n-1)^2}{t^2}, \text{ 故 A 错误, B 正确;}$$

C、D，由于声音在传播过程中，声源处的声音间隔与接收处相同；同时人耳能区别两个声音的时间间隔为 0.1 s ，故水龙头距盘子的距离至少为 $h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.1^2 \text{ m} = 0.05 \text{ m}$ 。C、D 错误。

【考点】自由落体运动规律，多体运动问题。

【题型 2】竖直上抛运动规律的应用

(1)对于竖直上抛运动问题，注意整体法与分段法的使用。

(2)竖直上抛运动的对称性与多解性为其重要特点。

(3)在解决多体运动时注意把握运动过程与临界条件。

【典例 5】将一小球竖直上抛，如果小球到达最高点前的最后一秒和离开最高点后的第一秒时间内通过的路程分别为 x_1 和 x_2 ，速度变化量的大小分别为 Δv_1 和 Δv_2 ，假设小球所受空气阻力大小不变，则 x_1 _____ x_2 ， Δv_1 _____ Δv_2 (填 >、< 或 =)

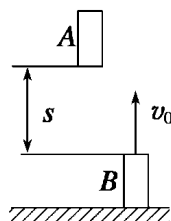
【答案】 > ; >

【解析】 小球到达最高点前的最后一秒的加速度 $a_1 = \frac{mg + f}{m}$ ，采取逆向思维，位移的大小 $x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2$ ，
小球离开最高点后的第一秒时间内加速度 $a_2 = \frac{mg - f}{m}$ ，位移大小 $x_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2$ 。显然 $a_1 > a_2$ 。

由于所用时间相等，则 $x_1 > x_2$ 。根据 $\Delta v = at$ 同理有 $\Delta v_1 > \Delta v_2$ 。

【考点】 竖直上抛运动规律，逆向思维法的应用。

【典例 6】 如图所示，A、B 两棒长均为 $L = 1\text{ m}$ ，A 的下端和 B 的上端相距 $s = 20\text{ m}$ ，若 A、B 同时运动，A 做自由落体运动，B 做竖直上抛运动，初速度 $v_0 = 40\text{ m/s}$ 。求：



(1) A、B 两棒何时相遇；(2) 从相遇开始到分离所需的时间。

【答案】 0.5s；0.05s

【解析】 (1) A、B 两棒相向运动，走过的位移之和为 s ，设经过时间 t_1 两棒相遇，

$$\text{由 } s = \frac{1}{2} g t_1^2 + (v_0 t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2), \text{ 得 } t_1 = \frac{s}{v_0} = 0.5\text{ s}。$$

(2) A、B 两棒由相遇到相离，走过的位移之和为 $s + 2L$ ，设经过时间 t_2 两棒分离，

$$\text{由 } s + 2L = \frac{1}{2} g t_2^2 + (v_0 t_2 - \frac{1}{2} g t_2^2), \text{ 解得： } t_2 = \frac{s + 2L}{v_0} = 0.55\text{ s}。$$

所以两棒从相遇开始到分离所需的时间 $\Delta t = t_2 - t_1 = 0.05\text{ s}$ 。

【考点】 竖直上抛运动规律，多体相向相离运动问题。

【典例 7】 某人以接近于竖直方向从地面朝天连续开枪，子弹出枪口速度为 30 m/s ，每隔 1 s 发射一颗子弹，假设子弹在空中不相撞，则子弹所能上升的最大高度为 _____ m ；在发射 6 颗子弹以后，所发射的任意一颗子弹在空中可遇到 _____ 颗子弹从它旁边擦过。(g 取 10 m/s^2 ，空气阻力不计)

【答案】 45；10

【解析】 由 $v^2 = 2gh$ 可得：子弹能上升的最大高度为 $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{30^2}{2 \times 10}\text{ m} = 45\text{ m}$ ；

由 $v = gt$ 可得，子弹到达最高点的时间 $t = v/g = 3\text{ s}$ ；则每颗子弹在空中运行时间为 $2 \times 3 = 6\text{ s}$ ；

因每隔 1 s 发射一颗子弹，故发射第 6 颗子弹时，空中有 5 颗子弹，此后空中一直稳定 5 颗子弹；

而此后子弹在下落时，还会遇上 5 颗子弹，故任意一颗子弹在空中会遇到 10 颗子弹从它旁边擦过；

【考点】 竖直上抛运动规律，竖直上抛运动的对称性，多体运动问题。

[典例 8]将小球 A 以初速度 $v_A=40\text{ m/s}$ 竖直向上抛出，经过一段时间 Δt 后，又以初速度 $v_B=30\text{m/s}$ 将小球 B 从同一点竖直向上抛出，为了使两个小球能在空中相遇，试分析 Δt 应满足的条件。

【答案】 $2\text{s} < \Delta t < 8\text{s}$

【解析】 设 A、B 两球在空中运动的时间分别为 t_A 、 t_B ，

由竖直上抛运动的速度时间关系式与对称性，可得： $t_A = \frac{2v_A}{g} = 8\text{s}$ ， $t_B = \frac{2v_B}{g} = 6\text{s}$ 。

考虑 Δt 的上限，即 A 球就要落回地面时才抛出 B 球，则 B 球会在地面上方与 A 球迎面相碰，

故应有： $\Delta t < t_A$ ；考虑 Δt 的下限，即 B 球抛出后快回到地面时，被 A 球追上相碰，故应有： $\Delta t > t_A - t_B$ ；综上所述，即可得： $2\text{s} < \Delta t < 8\text{s}$ 。

【考点】 竖直上抛运动规律，竖直上抛运动的对称性，多体运动问题。