



自由落体运动

日期: _____ 时间: _____ 姓名: _____
Date: _____ Time: _____ Name: _____

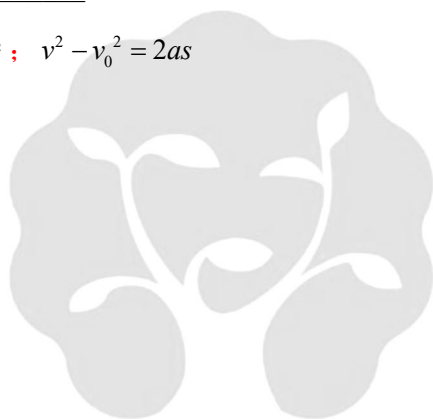


初露锋芒

一、初速度不为零的匀变速直线运动规律

- 1、速度随时间变化的规律: _____
- 2、位移随时间变化的规律: _____
- 3、速度随位移变化的规律: _____

【答案】 $v = v_0 + at$; $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$; $v^2 - v_0^2 = 2as$



学习目标 & 重难点	1、理解自由落体运动的特征 2、掌握自由落体运动的规律 3、知道伽利略对自由落体运动的研究
	自由落体运动的规律的理解



根深蒂固

知识点一：自由落体规律

一、自由落体运动

1、条件：物体只受重力，从静止开始下落。

自由落体运动是在条件严格约束下的一种理想化的运动模型，这种运动只有在没有空气阻力的空间里才能发生。

2、运动性质：初速度 $v_0=0$ ，加速度为重力加速度 g 的匀加速直线运动。

3、基本规律

(1) 速度公式： $v_t=gt$

(2) 位移公式： $h=\frac{1}{2}gt^2$

(3) 速度位移关系式： $v_t^2=2gh$

说明：我们常见的自由下落的运动不是严格上意义上的自由落体运动，因为物体受到空气阻力的影响。当物体所受到的空气阻力与自身的重力相比很小，可以忽略不及时，物体的下落能近似自由落体运动。

二、重力加速度

在同一地点，一切物体做自由落体运动的加速度都相等的，这个加速度叫自由落体加速度。

因为这个加速度是在重力作用下产生的，所以自由落体加速度也叫做重力加速度。通常用符号“ g ”来表示自由落体运动的加速度。 g 的方向竖直向下，大小随不同地点而略有变化。

【例 1】一石块从楼房阳台边缘向下做自由落体运动到达地面，把它在空中运动的时间分为相等的三段，如果它在第一段时间内的位移是 1.2 m，那么它在第三段时间内的位移是 ()

A. 1.2 m

B. 3.6 m

C. 6.0 m

D. 10.8 m

【难度】★

【答案】C

【解析】石块在连续三段相等时间内通过的位移之比为 1:3:5，所以第 3 段时间内通过的位移为 $1.2 \times 5 \text{ m} = 6 \text{ m}$ ，故 C 项正确。

【例 2】某同学站在一平房边观察从屋檐边滴下的水滴，发现屋檐边滴水是等时的，且第 5 滴正欲滴下时，第 1 滴刚好到达地面；第 2 滴和第 3 滴水刚好位于窗户的下沿和上沿，他测得窗户上、下沿的高度差为 1 m，由此求屋檐离地面的高度。

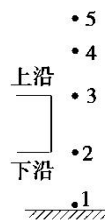
【难度】★★

【答案】3.2 m

【解析】作出如图所示的示意图，5 滴水滴的位置等效为一滴水做自由落体运动连续相等时间内的位置。

图中自上而下相邻点之间的距离比为 1:3:5:7，

因点“3”、“2”间距为 1 m，可知屋檐离地面高度为 $\frac{1}{5} \times (1+3+5+7) = 3.2 \text{ m}$



【例3】在学习了伽利略对自由落体运动的研究后，甲同学给乙同学出了这样一道题：一个物体从塔顶落下（不考虑空气阻力），物体到达地面前最后一秒内通过的位移为整个位移的 $\frac{9}{25}$ ，求塔高 H （取 $g=10 \text{ m/s}^2$ ）。

乙同学的解法：根据 $h=\frac{1}{2}gt^2$ 得物体在最后 1 s 内的位移 $h_1=\frac{1}{2}gt^2=5 \text{ m}$ ，再根据 $\frac{h_1}{H}=\frac{9}{25}$ 得 $H=13.9 \text{ m}$ ，乙同学的解法是否正确？如果正确说明理由，如果不正确请给出正确解析过程和答案。

【难度】★★

【答案】乙同学的解法不正确；125 m

【解析】乙同学的解法不正确。根据题意画出运动过程示意图，设物体从塔顶落到地面所经历的时间为 t ，通过的位移为 H ，物体在 $(t-1)$ 秒内的位移为 h 。

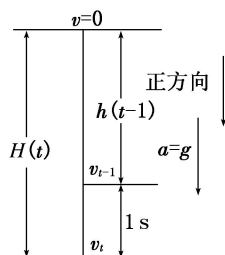
据自由落体运动规律，有

$$H=\frac{1}{2}gt^2$$

$$h=\frac{1}{2}g(t-1)^2$$

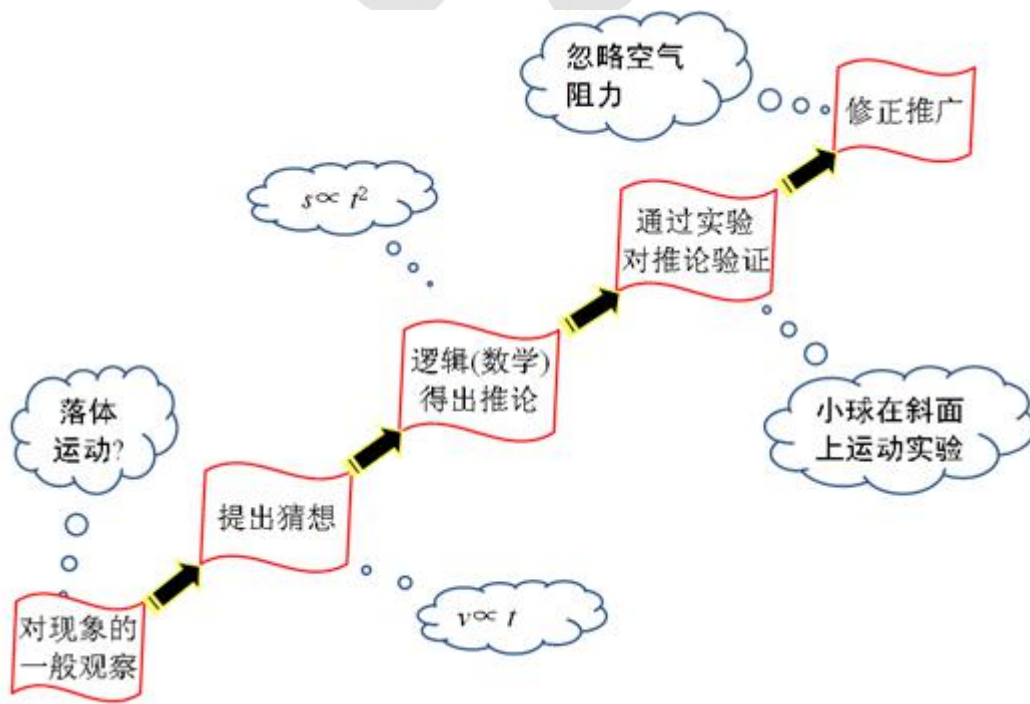
$$\text{由题意得 } \frac{h}{H}=\frac{(t-1)^2}{t^2}=\frac{16}{25}$$

联立以上各式解得 $H=125 \text{ m}$ 。



知识点二：伽利略的科学方法

一、伽利略的科学方法



【例 1】关于伽利略对自由落体运动的研究，下列说法正确的是（ ）

- A. 由实验观察直接得出了自由落体运动的速度随时间均匀变化
- B. 让铜球沿斜面滚下，冲淡重力，使得速度测量变得容易
- C. 创造了实验和逻辑推理相结合的科学方法
- D. 利用斜面实验主要是为了便于测量小球运动的位移

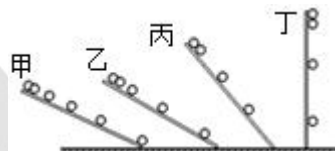
【难度】★

【答案】C

【解析】伽利略科学思想的核心是实验和逻辑推理的有机结合，伽利略认为自由落体运动是最简单的变速直线运动，即它的速度是均匀变化的，通过斜面实验并合理外推，说明自由落体运动是特殊的匀变速直线运动。故 A 错误；让铜球沿斜面滚下，冲淡重力，使得时间的测量变得容易，故 B 错误；伽利略科学思想的核心是实验和逻辑推理的有机结合，故 C 正确；伽利略时代的测量的技术比较落后，对时间的测量不够精确，利用斜面实验主要是为了冲淡重力，使小球运动的时间增大，便于测量小球运动的时间，故 D 错误；故选 C。

【例 2】图示大致反映了伽利略对自由落体运动研究的实验和推理过程，下列说法中正确的是（ ）

- A. 图甲、乙、丙、丁都是实验现象
- B. 图甲、乙、丙、丁都是推理得到的结果
- C. 图甲、乙、丙是实验现象，图丁是推理得到的结果
- D. 图丁是实验现象，图甲、乙、丙是推理得到的结果



【难度】★

【答案】C

【解析】因为物体下落得太快，伽利略无法测量物体自由下落的时间，为了使物体运动速度变慢，伽利略转向探究物体在斜面上的运动问题。甲、乙、丙三个图都是实验现象，采用斜面的目的是可以“冲淡”重力的作用，使实验现象更明显。而之所以采用了不同倾角的斜面，则是观察其规律性，形成外推的实验基础，而丁图是在此基础上经过合理的外推得到的结论，故 C 正确。



枝繁叶茂

知识点一：自由落体规律

1、关于自由落体运动，下列说法中正确的是（ ）（多选）

- A. 某段位移内的平均速度等于初速度与末速度和的一半
- B. 某段时间内的平均速度等于初速度与末速度和的一半
- C. 在任何相等的时间内速度的变化相等
- D. 在任何相等的时间内位移的变化相等

【难度】★

【答案】ABC

2、甲物体的重力是乙物体的 3 倍，它们在同一高度同时自由下落，则下列说法中正确的是 ()

- A. 甲比乙先着地
B. 甲比乙的加速度大
C. 甲与乙同时着地
D. 甲与乙加速度一样大

【难度】★

【答案】CD

3、在某高度 h_1 处，自由下落一物体 A，1s 后从另一较低高度 h_2 处，自由下落另一物体 B，若 A 从开始下落起下落了 45m 时赶上 B，并且再过 1s 到地，则 B 从下落到着地所经历的时间是 ()

- A. 3s
B. 约 3.3s
C. 3.5s
D. 4s

【难度】★★

【答案】B

【解析】A 从开始下落起下落了 45m 的过程中，由 $h = \frac{1}{2}gt^2$

$$\text{得 } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 45}{10}} = 3\text{s}$$

此时 A 物体的速度 $v = gt = 30\text{m/s}$

$$\text{相遇后 A 运动的位移 } h' = vt' + \frac{1}{2}gt'^2 = 30 + 5 = 35\text{m}$$

$$\text{则此时 B 运动了 } t'' = 2\text{s}, \text{ B 运动的位移为 } h'' = \frac{1}{2}gt''^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4 = 20\text{m}$$

$$\text{所以 B 运动的总位移 } h_B = h' + h'' = 55\text{m}$$

$$\text{则 B 运动的总时间 } t = \sqrt{\frac{2h_B}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 55}{10}} = 3.3\text{s}。 \text{ 故选 B。}$$

4、从塔顶落下一小球，它在最后 1s 内的位移是 30m，则小球落地时速度是_____，塔顶的高度是_____

【难度】★★

【答案】35m/s; 61.25m

5、一矿井深 125m，在井口每隔一定时间自由下落一个小球，当第 11 个小球刚从井口下落时，第 1 个小球恰好到井底，则相邻两小球下落的时间间隔为多大?这时第 3 个小球与第 5 个小球相距多少米?

【难度】★★

【答案】0.5s; 35m

6、将一链条自由下垂悬挂在墙上，放开后让链条作自由落体运动。已知链条通过悬点下 3.2m 处的一点历时 0.5s，问链条的长度为多少？

【难度】★★

【答案】2.75m

知识点二：伽利略的科学方法

1、伽利略为了研究自由落体运动的规律，将落体实验转化为著名的“斜面实验”，从而创造了一种科学研究的方法。利用斜面实验主要是考虑到（ ）

- A. 实验时便于测量小球运动的路程
- B. 实验时便于测量小球运动的速度
- C. 实验时便于测量小球运动的时间
- D. 斜面实验可以通过观察与计算直接得到落体的运动规律

【难度】★

【答案】C

2、如图所示为伽利略研究自由落体运动规律时设计的斜面实验，他让铜球沿阻力很小的斜面从静止滚下，利用滴水计时记录铜球运动的时间。关于伽利略的“斜面实验”，下列说法错误的是（ ）



- A. 实验中斜面起到了“冲淡”重力的作用，便于利用滴水计时记录铜球运动的时间
- B. 若斜面长度一定，小球由静止从顶端滚到底端时的速度大小与倾角无关
- C. 若斜面倾角一定，不同质量的小球由静止从顶端滚到底端的时间相同
- D. 若斜面倾角一定，在斜面上不同的位置释放小球，小球在斜面上的平均速度与时间成正比

【难度】★

【答案】B

3、伽利略在研究运动的过程中，创造了一套科学方法，如框图所示，其中方框4中的内容是（ ）



- A. 提出猜想 B. 形成理论 C. 实验检验 D. 合理外推

【难度】★

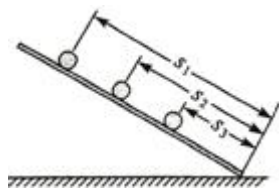
【答案】C

4、伽利略为了研究自由落体运动的规律，利用斜面做了上百次实验。如图所示，让小球从斜面上的不同位置自由滚下，测出小球从不同起点滚动的位移 s 以及所用的时间 t 。若比值 $\frac{s}{t^2}$ 为定值，小球的运动即为匀变速运动。下列叙述符合实验事实的是（ ）（多选）

- A. 当时采用斜面做实验，是为了便于测量小球运动的时间
B. 小球从同一倾角斜面的不同位置滚下，比值 $\frac{s}{t^2}$ 有较大差异
C. 改变斜面倾角，发现对于每一个特定倾角的斜面，小球从不同位置滚下，比值 $\frac{s}{t^2}$ 保持不变
D. 将小球在斜面上运动的实验结论合理外推至当斜面倾角为 90° 时，比值 $\frac{s}{t^2}$ 也将保持不变，因此可认为自由落体运动为匀变速运动

【难度】★

【答案】ACD



5、伽利略在著名的斜面实验中，让小球分别沿倾角不同、阻力很小的斜面从静止开始滚下，他通过实验观察和逻辑推理，得到的正确结论有（ ）

- A. 斜面长度一定时，小球从顶端滚到底端时的速度与倾角无关
B. 斜面长度一定时，小球从顶端滚到底端所需的时间与倾角无关
C. 倾角一定时，小球在斜面上的位移与时间成正比
D. 倾角一定时，小球在斜面上的速度与时间成正比

【难度】★

【答案】D

6、伽利略对“自由落体运动”和“运动和力的关系”的研究，开创了科学实验和逻辑推理相结合的重要科学研究方法。图1、图2分别表示这两项研究中实验和逻辑推理的过程，对这两项研究，下列说法正确的是（ ）

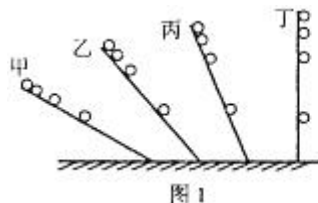


图1

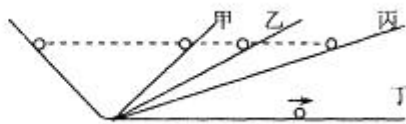


图2

- A. 图1通过对自由落体运动的研究，合理外推得出小球在斜面上做匀变速运动
B. 图1中先在倾角较小的斜面上进行实验，可“冲淡”重力，使时间测量更容易
C. 图2中完全没有摩擦阻力的斜面是实际存在的，实验可实际完成
D. 图2的实验为“理想实验”，通过逻辑推理得出物体的运动需要力来维持

【难度】★【答案】B



瓜熟蒂落

1、某人估测一竖直枯井深度，从井口静止释放一石头并开始计时，经 2 s 听到石头落底声。由此可知井深约为（不计声音传播时间，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ）（ ）

- A. 10 m B. 20 m C. 30 m D. 40 m

【难度】★

【答案】B

【解析】从井口由静止释放，石头做自由落体运动，由运动学公式 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可得 $h = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 \text{ m} = 20 \text{ m}$ 。

2、一个小石块从空中 a 点自由落下，先后经过 b 点和 c 点，不计空气阻力。已知它经过 b 点时的速度为 v ，经过 c 点时的速度为 $3v$ 。则 ab 段与 ac 段位移之比为（ ）

- A. 1 : 3 B. 1 : 5 C. 1 : 8 D. 1 : 9

【难度】★

【答案】D

【解析】经过 b 点时的位移为 $h_{ab} = \frac{v^2}{2g}$ ，经过 c 点时的位移为 $h_{ac} = \frac{(3v)^2}{2g}$ ，所以 $h_{ab} : h_{ac} = 1 : 9$ ，故选 D。

3、甲物体的质量是乙物体质量的 5 倍，甲从 H 高处自由下落，同时乙从 $2H$ 高处自由下落，下列说法中不正确的是（高度 H 远大于 10 m ）（ ）

- A. 两物体下落过程中，同一时刻甲的速率比乙的大
B. 下落 1 s 末，它们的速度相等
C. 各自下落 1 m，它们的速度相等
D. 下落过程中甲、乙的加速度相同

【难度】★

【答案】A

【解析】甲、乙两物体的重力加速度相同，由于同时释放，由 $v = gt$ 可知，相同时刻有相同的速度；由 $v^2 = 2gh$ 知，下落相同位移时速度也相同。

4、从某高处释放一粒小石子，经过 1 s 从同一地点再释放另一粒小石子，则在它们落地之前，两粒石子间的距离将（ ）

- A. 保持不变 B. 不断增大
C. 不断减小 D. 有时增大，有时减小

【难度】★★

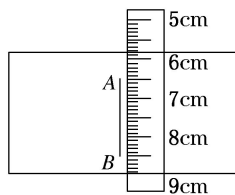
【答案】B

【解析】设第 1 粒石子运动的时间为 $t \text{ s}$ ，则第 2 粒石子运动的时间为 $(t-1) \text{ s}$ ，则经过时间 $t \text{ s}$ ，两粒石子间的距离为 $\Delta h = \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-1)^2 = gt - \frac{1}{2}g$ ，可见，两粒石子间的距离随 t 的增大而增大，故 B 正确。

5、一个小石子从离地某一高度处由静止自由落下，某摄影爱好者恰好拍到了它下落的一段轨迹 AB 。该爱好者用直尺量出轨迹的长度，如图所示。已知曝光时间为 $\frac{1}{1000}$ s，则小石子出发点离 A 点的距离约为 ()

- A. 6.5 m
C. 20 m

- B. 10 m
D. 45 m



【难度】★★

【答案】C

【解析】由于曝光时间很短，小石子到达 A 点时的速度约为 $v_A = \frac{s}{t} = \frac{0.02}{\frac{1}{1000}} = 20 \text{ m/s}$, $h = \frac{v_A^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \times 10} = 20 \text{ m}$, 故 C

正确。

6、 A 、 B 两小球从不同高度自由下落，同时落地， A 球下落的时间为 t ， B 球下落的时间为 $\frac{t}{2}$ ，当 B 球开始下落的瞬间， A 、 B 两球的高度差为 ()

- A. gt^2

- B. $\frac{3}{8}gt^2$

- C. $\frac{3}{4}gt^2$

- D. $\frac{1}{4}gt^2$

【难度】★★

【答案】D

【解析】 A 球下落高度为 $h_A = \frac{1}{2}gt^2$ ， B 球下落高度为 $h_B = \frac{1}{2}g\left(\frac{t}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}gt^2$ ，当 B 球开始下落的瞬间， A 、 B 两球的高度差为 $\Delta h = h_A - \frac{1}{2}g\left(\frac{t}{2}\right)^2 - h_B = \frac{1}{4}gt^2$ ，所以 D 项正确。

7、石块 A 自塔顶自由落下高度为 m 时，石块 B 自离塔顶 n 处（在塔的下方）自由下落，两石块同时落地，则塔高为 ()

- A. $m+n$

- B. $\frac{(m+n)^2}{4m}$

- C. $\frac{m^2}{4(m+n)}$

- D. $\frac{(m+n)^2}{m-n}$

【难度】★★

【答案】B

【解析】设塔高为 h ， B 石块从开始下落到着地经历时间 $t_B = \sqrt{\frac{2(h-n)}{g}}$ ， A 石块从开始下落到着地经历时间 $t_A = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ， A 石块自塔顶下落 m 经历时间 $t_A' = \sqrt{\frac{2m}{g}}$ ，以题意，应有 $t_B = t_A - t_A'$ ，即 $\sqrt{\frac{2(h-n)}{g}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} - \sqrt{\frac{2m}{g}}$ ，解之得 $h = \frac{(m+n)^2}{4m}$ ，B 选项正确。

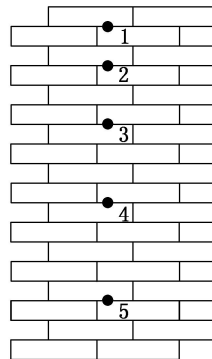
8、如图所示，小球从竖直砖墙某位置由静止释放，用频闪照相机在同一底片上多次曝光，得到了图中 1、2、3、4、5...所示小球运动过程中每次曝光的位置。连续两次曝光的时间间隔均为 T ，每块砖的厚度为 d 。根据图中的信息，下列判断正确的是（ ）（多选）

A. 位置“1”是小球释放的初始位置

B. 小球做匀加速直线运动

C. 小球下落的加速度为 $\frac{d}{T^2}$

D. 小球在位置“3”的速度为 $\frac{7d}{2T}$



【难度】★★

【答案】BCD

【解析】选由图可知相邻时间间隔内通过的位移分别为 $2d$ ， $3d$ ， $4d$ ， $5d$ ，所以小球做匀加速直线运动，位置“1”不是小球释放的初始位置，由位移差 $\Delta s = aT^2$ 得小球下落的加速度为 $a = \frac{d}{T^2}$ ，小球在位置“3”的速度为 $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{3d+4d}{2T} = \frac{7d}{2T}$ 。故 BCD 均正确。

9、一物体作自由落体运动，落地时的速度为 30m/s ，则它下落高度是_____m.它在前 2s 内的平均速度为_____m/s，它在最后 1s 内下落的高度是_____m (g 取 10m/s^2)

【难度】★★

【答案】45；10；25

10、从 H 高处自由落下的物体，到达地面的速度与落到 $H/2$ 高处时的速度之比为_____，当下落到某处速度为落地速度的 $1/2$ 时，其下落的高度与 H 的比值为_____。

【难度】★★

【答案】 $\sqrt{2}$ ；1；1：4

11、在汶川大地震中，一架直升飞机在灾区某地上空做定点空投救灾物资，已知每隔 1 秒释放一包物资，当第 1 包物资刚着地时，第五包刚好离开机舱开始下落。（ $g=10\text{m/s}^2$ ）求：

(1) 直升飞机距离地面的高度？

(2) 第一包与第二包之间的距离？

【难度】★★

【答案】(1) 80m；(2) 35m

【解析】(1) 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 = 80\text{m}$$

(2) 第一包下落的高度： $h_1 = 80\text{m}$

第二包下落的高度： $h_2 = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2 = 45\text{m}$

第一、二包之间的距离 $\Delta h = h_1 - h_2 = 80 - 45 = 35\text{m}$



12、一小钢珠由塔顶静止开始释放，最初的 3 秒内的位移为 h_1 ，最后 3 秒内的位移为 h_2 ，若 $h_2 - h_1 = 6\text{m}$ ，求塔高为多少？（ $g = 10\text{m/s}^2$ ）

【难度】★★★

【答案】51.2m

【解析】设塔高为 h ，下落的总时间为 t ，画出运动示意图，有：

前 3s 内的位移： $h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2 = 45\text{m}$

后 3s 内的位移： $h_2 = \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-3)^2 = 5(6t-9)$

又 $h_2 - h_1 = 6$

$$5(6t-9) - 45 = 30t - 90 = 6$$

解得 $t = 3.2\text{s}$

所以塔高为 $h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 3.2^2 = 51.2\text{m}$

