

自由落体运动

知识点：自由落体运动

一、自由落体运动

1. 轻重不同的物体下落快慢的研究

现实生活中人们看到物体下落快慢不同是由于空气阻力的影响，如果没有空气阻力，所有物体下落的快慢都一样。

2. 自由落体运动

(1)定义：物体只在重力作用下从静止开始下落的运动。

(2)物体的下落可看作自由落体运动的条件：空气阻力的作用比较小，可以忽略。

二、自由落体加速度

1. 定义：在同一地点，一切物体自由下落的加速度都相同，这个加速度叫作自由落体加速度，也叫作重力加速度，通常用 g 表示。

2. 方向：竖直向下。

3. 大小

(1)在地球表面不同的地方， g 的大小一般是不同的(选填“不同”或“相同”)， g 值随纬度的增大而逐渐增大。

(2)一般取值： $g=9.8 \text{ m/s}^2$ 或 $g=10 \text{ m/s}^2$ 。

三、自由落体运动的规律

1. 自由落体运动的性质：

自由落体运动是初速度为 0 的匀加速直线运动。

2. 匀变速直线运动的基本公式及其推论都适用于自由落体运动。

3. 自由落体的速度、位移与时间的关系式： $v=gt$ ， $x=\frac{1}{2}gt^2$ 。

技巧点拨

一、自由落体运动与自由落体加速度

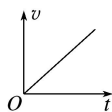
1. 自由落体运动

(1)自由落体运动实质上是初速度 $v_0=0$ 、加速度 $a=g$ 的匀加速直线运动，是匀变速直线运动的一个特例。

(2)自由落体是一种理想化模型，这种模型忽略了次要因素——空气阻力，突出了主要因素

——重力. 实际上, 物体下落时由于受空气阻力的作用, 并不做自由落体运动.

(3)运动图像: 自由落体运动的 $v-t$ 图像(如图)是一条过原点的倾斜直线, 斜率 $k=g$.



2. 自由落体加速度(重力加速度)

(1)方向: 总是竖直向下, 但不一定垂直地面;

(2)大小: ①在同一地点, 重力加速度都相同.

②地球上纬度不同的地点重力加速度不同, 其大小随纬度的增加而增大, 赤道上最小, 两极处最大, 但各处的重力加速度都接近 9.8 m/s^2 , 一般计算中 g 取 9.8 m/s^2 或 10 m/s^2 .

二、自由落体运动的规律

1. 自由落体运动的基本公式

匀变速直线运动规律 $\xrightarrow{\text{特例}}$ 自由落体运动规律

$$\begin{cases} v = v_0 + at \\ x = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \\ v^2 - v_0^2 = 2ax \end{cases} \xrightarrow[\begin{smallmatrix} v_0=0 \\ a=g \end{smallmatrix}]{\text{特例}} \begin{cases} v = gt \\ h = \frac{1}{2}gt^2 \\ v^2 = 2gh \end{cases}$$

2. 匀变速直线运动的一切推论公式, 如平均速度公式、位移差公式、初速度为零的匀变速直线运动的比例式, 都适用于自由落体运动.

例题精练

1. (浙江模拟) 杂技演员每隔相等的时间竖直向上抛出一个小球(不计一切阻力, 小球间互不影响), 若每个小球上升的最大高度都是 1.8 米, 他一共有 5 个小球, 要想使节目连续不断地表演下去, 根据该表演者的实际情况, 在他的手中总要有一个小球停留, 则每个小球在手中停留的时间应为 (g 取 10 m/s^2) ()

- A. 0.36 秒 B. 0.24 秒 C. 0.2 秒 D. 0.3 秒

【分析】小球做竖直上抛运动, 根据运动学公式求解出运动的时间; 然后根据题意分析抛球运动过程.

【解答】解: 根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知, 小球从 1.8m 的高处自由落下的时间为: $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.8}{10}} \text{ s} = 0.6 \text{ s}$,

根据竖直上抛运动的对称性可知, 小球从手中上升至 1.8m 高的时间为: $t_2 = t_1 = 0.6 \text{ s}$,

故小球做竖直上抛运动的总时间为: $t = t_1 + t_2 = 1.2 \text{ s}$,

由题意知，演员手中总保留一个小球，扔出一球后立即接到另一球，说明若假设手中小球抛出瞬间为起点计时，此时 3 个球在空中，另外两个小球都在手边，由运动的对称性可知，此时小球之间的时间间隔为：1 与 2 之间；2 与 3 之间；3 与 4 之间以及 4 与 5 之间共 4 段时间间隔，则有： $t=4\Delta t$ ，

解得 $\Delta t = \frac{t}{4} = \frac{1.2}{4}\text{s} = 0.3\text{s}$ 。故 ABC 错误，D 正确。

故选：D。

【点评】本题主要考查了竖直上抛运动的特点，尤其是对其运动“对称性”的理解，然后分析清楚几个小球的运动规律即可。

随堂练习

1. (保定二模) 从居民楼某楼层的窗台上掉下一苹果，目测落地前最后一秒的位移约为 10m，忽略空气阻力，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。则苹果掉下时的楼层为（设每层楼高约 2.5m）
()

A. 第三层 B. 第四层 C. 第五层 D. 第六层

【分析】苹果做自由落体运动，先由匀变速直线运动中间时刻的速度等于该时间段的平均速度求出下落最后 0.5s 的初速度，进而求出落地前的末速度，最后由位移和速度关系式求出下落高度。

【解答】解：落地前最后一秒的位移约为 10m，即最后一秒的平均速度为 $v = \frac{x}{t} = \frac{10}{1}\text{m/s} = 10\text{m/s}$ ，

由匀变速直线运动中间时刻的速度等于该时间段的平均速度可知，最后一秒的平均速度就是最后 0.5s 的初速度，则苹果落地时的速度为 $v_1 = v + gt = 10\text{m/s} + 10 \times 0.5\text{m/s} = 15\text{m/s}$ ，则由匀变速直线运动速度与位移的关系式知 $v^2 - 0 = 2gh$ ，

解得 $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{15^2}{2 \times 10}\text{m} = 11.25\text{m}$ ，

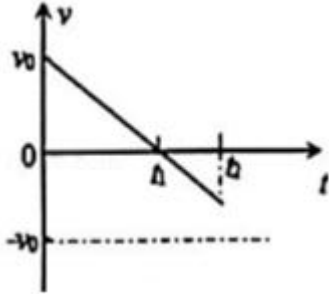
已知每层楼高约 2.5m，则苹果掉下时的楼层为 $\frac{11.25}{2.5} = 4.5$ 。

故苹果掉下时的楼层为第五层。

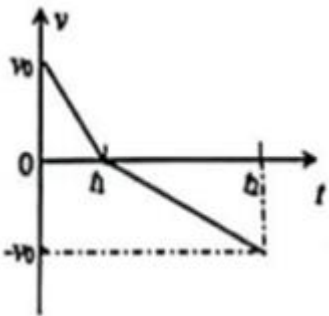
故选：C。

【点评】解决本题的关键知道自由落体运动的运动规律，结合运动学公式灵活求解。

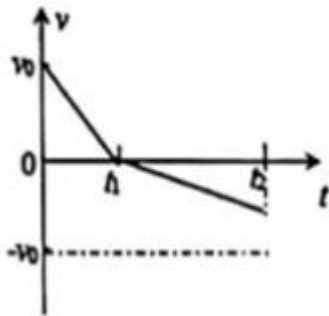
2. (沙坪坝区校级模拟) 在空气中以 v_0 竖直向上抛出一个小球, 以抛出时为 0 时刻, t_1 时刻上升到最高点, t_2 时刻返回到抛出点. 若小球运动过程中受到大小恒定的空气阻力, 则下列 $v - t$ 图像能正确反映小球运动规律的是 ()



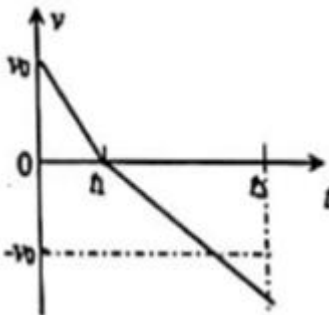
A.



B.



C.



D.

【分析】物体上升做匀减速运动, 下落做匀加速运动, 根据牛顿第二定律分析加速度的关系, 由能量守恒定律分析物体回到抛出点时的速度与抛出时速度的关系, 抓住两个过程位移大小相等, 由位移公式分析时间关系。即可选择图象。

【解答】解: 设小球的质量为 m , 空气阻力大小为 f , 根据牛顿第二定律得上升时有:

$$mg+f=ma$$

$$\text{得: } a=g+\frac{f}{m}$$

$$\text{下落时有: } mg-f=ma'$$

$$\text{得: } a'=g-\frac{f}{m},$$

$$\text{可得: } a>a'$$

所以上升过程 $v-t$ 图象的斜率大于下落过程图象的斜率。

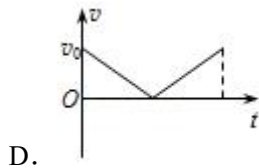
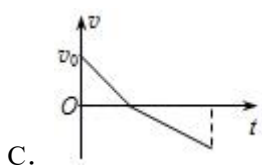
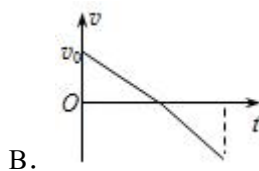
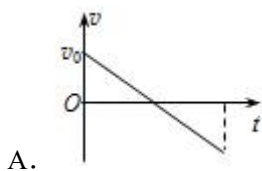
根据上升位移与下降位移大小相等, 由 $x=\frac{1}{2}at^2$, 得 $t_{\text{上}}<t_{\text{下}}$ 。

由能量守恒定律知, 由于空气阻力做负功, 物体的机械能不断减少, 则物体回到抛出点的速度小于抛出时的初速度。再结合上升与下落速度方向相反, 故 C 正确, ABD 错误。

故选: C。

【点评】此题要正确受力分析弄清运动过程, 抓住两个过程之间的关系, 如位移大小相等, 然后根据牛顿第二定律和运动学规律结合分析这类问题。

3. (南岗区校级三模) 物块以初速度 v_0 竖直向上抛出, 达到最高点后返回, 物体所受空气阻力大小不变, 下列 $v-t$ 图像正确的是 ()



【分析】本题可以采用排除法来解决, 物块上抛时受到重力和向下的空气阻力, 下落时空气阻力向上, 所以在上升过程中的加速度大于下降过程中的加速度, $v-t$ 图像的斜率表示加速度, 故可以排除掉 AD 项, 速度方向向上为正, 向下为负, 可以排除 D 项。

【解答】解: AB、物块上抛时受到重力和向下的空气阻力, 下落时空气阻力向上, 所以在上升过程中的加速度大于下降过程中的加速度, $v-t$ 图像的斜率大小表示加速度的大小, 故 AB 项错误;

CD、由 $v-t$ 图像中看出速度向上为正, 向下为负, C 项符合, D 项不符合; 设向上运动的最大位移为 x , 时间为 t_1 , 加速度大小为 a_1 , 向下运动到出发点的位移大小也为 x , 时

间为 t_2 ，加速度大小为 a_2 ，由匀变速直线运动的公式得：

$x = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$ ，向下运动过程中 $x = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$ ，因为 a_1 大于 a_2 ，故时间 t_1 小于时间 t_2 ，故

C 项正确，D 项错误；

故选：C。

【点评】本题考查多过程中的 $v-t$ 图像，涉及匀变速直线运动规律和牛顿运动定律的应用，体现学科素养综合分析问题能力的考查。

4. (河北) 铯原子钟是精确的计时仪器。图 1 中铯原子从 O 点以 100m/s 的初速度在真空中做平抛运动，到达竖直平面 MN 所用时间为 t_1 ；图 2 中铯原子在真空中从 P 点做竖直上抛运动，到达最高点 Q 再返回 P 点，整个过程所用时间为 t_2 。O 点到竖直平面 MN、P 点到 Q 点的距离均为 0.2m。重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ ；则 $t_1: t_2$ 为 ()

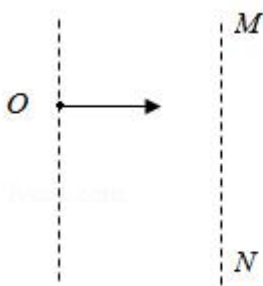


图1

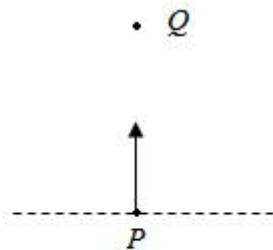


图2

- A. 100: 1 B. 1: 100 C. 1: 200 D. 200: 1

【分析】图 1 中铯原子做平抛运动，图 2 中铯原子做竖直上抛运动，应用运动学公式求出运动时间之比。

【解答】解：由题意可知，O 点到竖直平面 MN、P 点到 Q 点的距离均为 0.2m，设 $d=0.2\text{m}$

图 1 中铯原子做平抛运动，平抛运动的初速度 $v_0=100\text{m/s}$ ，水平方向： $d=v_0 t_1$ ，

代入数据解得： $t_1=0.002\text{s}$

图 2 中铯原子做竖直上抛运动，上升时间与下降时间相等，为 $\frac{t_2}{2}$ ，

由匀变速直线运动的位移 - 时间公式得： $d = \frac{1}{2} g \left(\frac{t_2}{2}\right)^2$

代入数据解得： $t_2=0.4\text{s}$ ，

则 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{0.002}{0.4} = \frac{1}{200}$ ，故 C 正确，ABD 错误。

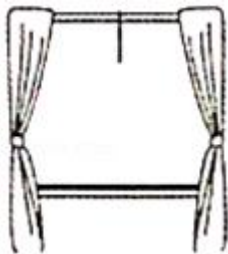
故选：C。

【点评】本题考查了运动学公式的应用，根据题意分析清楚铯原子的运动过程是解题的前提与关键，应用运动学公式即可解题；解题时要注意，竖直上抛运动上升过程与下降过程运动时间相等，上升过程与下降过程的运动时间都等于总运动时间的一半，这是本题的易错点。

综合练习

一. 选择题（共 30 小题）

1. (内江期末) 某人在室内以窗户为背景拍摄照片时，恰好把从房檐上落下的一个石子拍摄在照片中，形成如图所示的画面。画面中的一条细线就是石子运动痕迹，痕迹长为 0.5cm，石子可看成质点，曝光时间为 0.02s，实际长度为 120cm 的窗户在照片中长度为 3.0cm，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。则石子下落的位置到窗户顶端的距离约为 ()



- A. 20m B. 5m C. 2m D. 10m

【分析】根据比例关系求解下落位移，曝光时间极短，可以认为运动痕迹的长度除以曝光时间的平均速度就为此时的瞬时速度，再根据自由落体的速度与位移关系公式求解石子开始下落处离开开始曝光时所在位置的高度。

【解答】解：由题意可得曝光时间内石子下落了 $x = \frac{0.5}{3.0} \times 120\text{cm} = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$ ，

根据 $v = \frac{x}{t}$

可得： $v = \frac{0.2}{0.02}\text{m/s} = 10\text{m/s}$ ，

由速度 - 位移关系公式： $v^2 = 2gh$

得石子下落的高度： $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{10^2}{2 \times 10} \text{m} = 5\text{m}$ ，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

【点评】本题关键能明确极短时间内的平均速度可以表示瞬时速度，然后根据运动学公式列式求解。

2. (泉州期末) 蹦极是一项刺激的户外休闲活动。如图所示，弹性长绳一端固定在塔台上，另一端绑在蹦极者踝关节处，蹦极者从塔台上由静止自由下落。在弹性绳绷紧前，蹦极者下落前半程和后半程速度的增加量分别为 Δv_1 、 Δv_2 ，令 $\frac{\Delta v_1}{\Delta v_2} = k$ ，将蹦极者视为质

点，不计空气阻力，则 k 满足 ()



- A. $1 < k < 2$ B. $2 < k < 3$ C. $3 < k < 4$ D. $4 < k < 5$

【分析】自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动，应用匀变速直线运动的速度 - 位移公式求出各阶段的速度变化量，然后分析答题。

【解答】解：自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动，设弹性绳绷紧前蹦极者下落的距离为 h，

由速度 - 位移公式，可知前半程有： $v_1^2 = 2g \cdot \frac{h}{2}$

后半程有： $v_2^2 - v_1^2 = 2g \cdot \frac{h}{2}$

解得： $v_1 = \sqrt{gh}$ ， $v_2 = \sqrt{2gh}$

由于初速度为 0，根据速度变化量得定义，可得：

$$\Delta v_1 = v_1 - 0 = \sqrt{gh}$$

$$\Delta v_2 = v_2 - v_1 = \sqrt{2gh} - \sqrt{gh} = (\sqrt{2} - 1) \sqrt{gh}$$

所以有： $k = \frac{\Delta v_1}{\Delta v_2} = \frac{\sqrt{gh}}{(\sqrt{2}-1)\sqrt{gh}} = \frac{1}{\sqrt{2}-1} = 2.42$

则有： $2 < k < 3$ ，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

【点评】本题考查了自由落体运动规律的应用，根据题意分析清楚蹦极者的运动过程是解题的前提，应用运动学公式即可解题。

3. (宜昌模拟) 跳水运动员训练时，从 10m 跳台双脚朝下由静止自由落下，某同学利用手机连续拍摄了多张照片。选取其中两张照片，根据比例运算可知，运动员双脚离水面的实际高度分别约为 8.2m 和 5.0m。由此估算手机拍摄这两张照片的时间间隔为 ()

A. 2×10^{-2} s B. 2×10^{-1} s C. 4×10^{-2} s D. 4×10^{-1} s

【分析】运动员做自由落体运动，根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 求得即可。

【解答】解：运动员做自由落体运动，下落到距水面为 8.2m 时所需时间为 t ，则： $H - h = \frac{1}{2}gt^2$

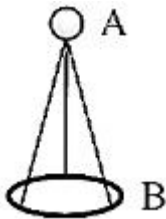
下落的距水面为 5.0m 时，下落的时间为 $t+T$ ，则： $H - h' = \frac{1}{2}g(t+T)^2$

联立解得： $T = 4 \times 10^{-1}$ s，故 ABC 错误，D 正确；

故选：D。

【点评】本题主要考查了自由落体运动，关键是利用好 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 即可求得。

4. (天门期末) 某同学在研究落体运动时，用三根等长的轻质细线拴住小球 A、圆环 B，将小球 A 置于空中，细线拉直时，圆环 B 恰好水平，此时球 A 到环面的距离为 1.8m。先控制圆环不动，让 A 从静止开始自由下落，当 A 球穿越圆环 B 时，圆环 B 立即被释放并开始自由下落，空气阻力可忽略，取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，下列说法正确的是 ()



- A. 从小球 A 开始下落至穿越圆环 B，历时 0.36s
B. 小球 A 穿越圆环 B 时的速度大小为 $3\sqrt{2}\text{m/s}$
C. 从圆环 B 球开始下落至细线再次拉直，历时 0.3s
D. 从圆环 B 球开始下落至细线再次拉直，历时 0.6s

【分析】忽略空气阻力，A、B 由静止释放做自由落体运动，应用运动学公式求出从小球

A 开始下落至穿越圆环 B 需要的时间，穿越 B 时的速度；B 开始下落后，以 B 为参考系，A 做匀速直线运动，应用运动学公式求出细线再次拉直需要的时间。

【解答】解：忽略空气阻力，小球 A、圆环 B 由静止开始下落，A、B 做自由落体运动；

A、由匀变速直线运动的位移 - 时间公式 $h = \frac{1}{2} g t_1^2$ 可知，从小球 A 开始下落至穿越圆环 B，历时： $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.8}{10}} \text{s} = 0.6 \text{s}$ ，故 A 错误；

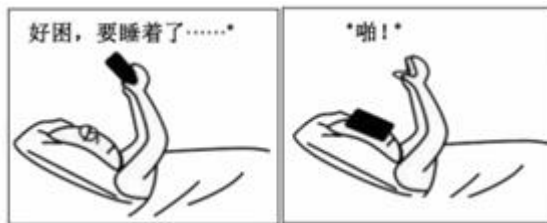
B、小球 A 穿越圆环 B 时的速度大小： $v = g t_1 = 10 \times 0.6 \text{m/s} = 6 \text{m/s}$ ，故 B 错误；

CD、圆环 B 由静止开始下落，B 做自由落体运动，以 B 为参考系，A 向下做匀速直线运动，速度 $v = 6 \text{m/s}$ ，从圆环 B 球开始下落至细线再次拉直历时 $t_1 = \frac{h}{v} = \frac{1.8}{6} \text{s} = 0.3 \text{s}$ ，故 C 正确，D 错误。

故选：C。

【点评】忽略空气阻力影响，小球 A、圆环 B 做自由落体运动，应用运动学公式即可解题；本题的解题技巧在于以 B 为参考系时，A 做匀速直线运动。

5. (黄冈期末) 手机给人们带来便利的同时也带来了许多困扰，人们对手机的依赖性越来越强，有些人喜欢躺着看手机，经常出现手机砸到头部的情况。若手机从离人约 20cm 的高度无初速度掉落，砸到头部后手机未反弹，头部受到手机的冲击时间约为 0.2s。假定手机作用在人头部的力为恒力，方向竖直向上，取重力加速度 $g = 10 \text{m/s}^2$ 。下列分析不正确的是 ()



- A. 手机刚要接触头部之前的速度约为 2m/s
 B. 手机与头部作用时减速的加速度大小约为 10m/s^2
 C. 头部对手机的作用力对手机产生的加速度大小约为 10m/s^2
 D. 手机对头部的作用力大小约等于手机的重力的 2 倍

【分析】手机刚要接触头部之前做自由落体运动；手机砸到头部后做匀减速运动。

【解答】解：A、手机刚要接触头部之前做自由落体运动，则有 $v^2 = 2gh$ ，其中 $h = 20 \text{cm} = 0.2 \text{m}$ ，解得 $v = 2 \text{m/s}$ ，故 A 正确；

B、手机砸到头部后做匀减速运动，则有 $a = \frac{v}{t} = \frac{2}{0.2} \text{m/s}^2 = 10 \text{m/s}^2$ ，故 B 正确；

D、设手机对头部的作用力为 F，由牛顿第二定律得 $F - mg = ma$ ， $a = g$ ，得 $F = 2mg$ ，故 D 正确；

C、头部对手机的作用力对手机产生的加速度大小： $a' = \frac{F}{m} = \frac{2mg}{m} = 2g = 20 \text{m/s}^2$ ，故 C 错误。

本题选不正确的

故选：C。

【点评】本题综合考查了牛顿第二定律和运动学公式，知道加速度是联系力学和运动学的桥梁，通过加速度可以由运动求力，也可以由力求运动。

6. (延边州期末) 2020 年 1 月 12 日，世界卫生组织正式将造成全球肺炎疫情的新型冠状病毒命名为“2019 新型冠状病毒 (nCoV)”。此次疫情我国居民自觉居家隔离期间，一位同学观察到房子对面有一棵大树，大树上的树叶从约 10 米高的树上落下，她记录下来树叶下落的时间，请好朋友网上有奖竞猜，你觉得时间可能为 ()

A. 1.0s B. 1.2s C. $\sqrt{2}$ s D. 3s

【分析】利用假设法求出树叶自由下落的时间，根据实际情况可知，树叶下落过程中阻力与重力相比不可忽略，由此分析各个选项得解。

【解答】解：假设树叶不受阻力，根据自由落体运动位移 - 时间公式： $h = \frac{1}{2}gt^2$

代入数据解得： $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 10}{10}} \text{s} = \sqrt{2} \text{s}$

而树叶下落过程中受到的阻力不可忽略，下落时间一定大于 $\sqrt{2} \text{s}$ ，只有 D 选项大于 $\sqrt{2} \text{s}$ ，故 D 正确，ABC 错误。

故选：D。

【点评】本题是一个估算题，利用假设法求出自由下落的时间，知道自由落体运动是一个初速度为零、加速度为 g 的匀变速直线运动。

7. (和平区期末) 从悬崖顶自由落下一小石块，测得它在落地前最后 1s 内的位移是 25m，若不计空气阻力，重力加速度 $g = 10 \text{m/s}^2$ ，则小石块整个下落过程的平均速度为 ()

A. 30m/s B. 25m/s C. 15m/s D. 10m/s

【分析】设小石块从悬崖落到地面所经历时间为 t，则到达地面最后一秒内的位移等于 ts 内的位移减去 (t - 1) s 内的位移，根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 结合位移差为 25m，求出小石块下落的

时间，从而求出悬崖的高度，根据平均速度等于位移与时间的比值求解。

【解答】解：A、设小石块从塔顶落到地面所经历时间为 t s，通过的位移为 H ，物体在 $(t - 1)$ s 内的位移为 h ，

根据自由落体运动的规律，有：
$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

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

根据题意可得： $H - h = 25\text{m}$

联立解得： $t = 3\text{s}$ ， $H = 45\text{m}$

根据平均速度等于位移与时间的比值，可知小石块整个下落过程的平均速度为： $\bar{v} = \frac{H}{t} =$

$\frac{45}{3}\text{m/s} = 15\text{m/s}$ ，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

【点评】本题考查自由落体运动，知道自由落体运动是特殊的匀变速直线运动，遵守匀变速运动的普遍规律，要求学生能够灵活选择运动学公式求解。

8. (长宁区期末) 在离地面 500m 处形成的雨滴，从静止竖直下落到地面的时间为 ()

A. 小于 10s B. 等于 10s C. 大于 10s D. 约等于 10s

【分析】通过假设雨滴做自由落体运动，根据位移 - 时间公式求得时间，然后分析雨滴的实际运动情况，再根据比较平均速度求解。

【解答】解：假设雨滴做自由落体运动，根据位移 - 时间公式得：
$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

解得下落时间为：
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 500}{10}}\text{s} = 10\text{s}$$

而实际是雨滴做先做加速度越来越小，速度越来越大的变加速直线运动，当雨滴重力与其所受阻力平衡时，做匀速直线运动，

所以雨滴全过程的平均速度远小于做自由落体运动的平均速度，故从静止竖直下落到地面的时间大于 10s，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

【点评】本题是一道估算题，要先假设雨滴做自由落体运动，通过分析雨滴实际运动过程的平均速度与自由落体运动的平均速度大小关系求解。

9. (南开区期末) 一物体从某一高度自由下落，经 3s 着地， $g = 10\text{m/s}^2$ ，则下列说法正确的是 ()

A. 前 2s 内的平均速度大小为 15m/s

- B. 第 2s 内的平均速度大小为 20m/s
- C. 下落过程中 1s 内与前 1s 内的平均速度之差是 10m/s
- D. 最后 1s 的位移为 30m

【分析】根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 求得下降的高度，根据 $v = \frac{h}{t}$ 求得平均速度，最后 1s 内的位移为前 3s 内的位移减去前 2s 内的位移

【解答】解：A、前 2s 内的位移 $h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 = 20m/s$ ，故平均速度 $\bar{v} = \frac{h_2}{t_2} = 10m/s$ ，故 AB

错误；

C、下落过程中 1s 内与前 1s 内的平均速度时间相差 1s，故下落过程中 1s 内与前 1s 内的平均速度之差是 $\Delta v = g\Delta t = 10m/s$ ，故 C 正确

D、前 3s 内的位移 $h_3 = \frac{1}{2}gt_3^2 = 45m$ ，故最后 1s 内的位移 $\Delta h = h_3 - h_2 = 25m$ ，故 D 错误

故选：C。

【点评】本题重点理解自由落体的位移与时间关系，知道最后 1s 内的位移等于总位移减去前 $(n - 1)$ s 的位移，难度不大，属于基础题。

10. (南宁期末) 为测量教学楼的高度，小聪在楼顶由静止释放一石块，同时用手机计时，若石块下落过程所用时间为 2.80s，不计空气阻力，则教学楼的高度最接近于 ()
- A. 30m
 - B. 40m
 - C. 50m
 - D. 60m

【分析】自由落体运动是初速度为零，加速度为 g 的匀加速运动，根据位移时间关系公式列式求解即可。

【解答】解：小钢球自楼顶处由静止自由下落，经 2s 落到地面，根据位移时间关系公式，有：

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2.80^2 = 39.2m \approx 40m;$$

故选：B。

【点评】本题关键明确小球的运动性质，然后根据位移时间关系公式列式求解，基础题。

11. (银川期末) 对于从苹果树上同一高度同时落下的树叶，下列说法不正确的是 ()
- A. 它们的下落都可以看成是自由落体
 - B. 树叶的下落不能看成自由落体
 - C. 苹果下落可以近似地看成自由落体
 - D. 假如没有空气，它们会同时落地

【分析】常规物体只在重力的作用下，初速度为零的运动，叫做自由落体运动。自由落体运动是一种理想状态下的物理模型。实际物体自由下落时，若空气阻力可以忽略不计，可以当作自由落体运动处理

【解答】解：A、B、C、苹果和树叶都受重力和空气阻力，但空气阻力相对苹果的重力来说很小，可以忽略不计，故苹果的运动可以看作自由落体运动；而树叶受到的阻力相对比较大，不能忽略，所以树叶的运动不能看作自由落体运动，故 A 错误，BC 正确；D、假如地球上没有空气，苹果和树叶都只受重力，都做自由落体运动，同时落地，故 D 正确。

本题选不正确的，故选：A

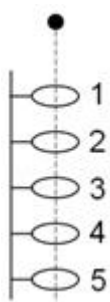
【点评】自由落体运动的特点体现在“自由”二字上，其含意为：

(1) 物体开始下落时是静止的即初速度 $v=0$ 。如果物体的初速度不为 0，就算是竖直下落，也不能算是自由落体；

(2) 物体下落过程中，除受重力作用外，不再受其他任何外界的作用力（包括空气阻力）或外力的合力为 0；

(3) 任何物体在相同高度做自由落体运动时，下落时间相同。

12. (中山市校级月考) 如图，一根竖直铁棒上焊接着 5 个水平放置的等间距排列的铁圆环，它们的圆心都在同一竖直线上。一个小球（可视为质点）在圆环的公共中轴线上从某个高度自由释放，不计空气阻力，小球经过第一个圆环的圆心速度为 1m/s ，经过第二个圆环的圆心速度为 $\sqrt{3}\text{m/s}$ ，则它经过第五个圆环的圆心时，瞬时速度大小为 ()



- A. 2m/s B. $\sqrt{7}\text{m/s}$ C. 3m/s D. 4m/s

【分析】本题物体做自由落体运动，已知加速度恒定为 g ，以及不同位置两个点的瞬时速度，又因为相邻圆环的间距 x 相等，可用 $2ax=v^2-v_0^2$ ，解出小球经过第五个圆环时的速度。

【解答】解：由公式 $2ax=v^2-v_0^2$ 得相邻圆环间距 x 相同，所以速度平方差在相邻两个

圆环中为定值： $2ax = (\sqrt{3})^2 - 1^2 = 2$ 。所以从第一个圆环到第五个圆环可得： $v_5^2 - v_1^2 = 4(2ax) = 8$ 。解得 $v_5 = 3\text{m/s}$ 。故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

【点评】本题考查匀变速直线运动位移与速度的关系， $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 公式的运用，需根据已知条件选取合适公式解题。

13. (太和县校级月考) 一石块在离地某一高度处由静止自由下落，则整个运动过程，中间时刻的速度 v_1 和中间位置的速度 v_2 之比为 ()

- A. $\frac{1}{2}$ B. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ C. $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ D. $\frac{1}{\sqrt{3}}$

【分析】根据自由落体运动速度 - 时间公式即可求得中间时刻的速度；根据自由落体运动位移 - 时间公式即可求得下落高度，根据位移 - 速度公式求出中间位置的速度，最后比较即可。

【解答】解：设整个运动的时间 t ，则中间时刻的速度 $v_1 = g \cdot \frac{t}{2} = \frac{1}{2}gt$

下落得高度： $h = \frac{1}{2}gt^2$

中间位置的速度 $v_2 = \sqrt{2g \times \frac{h}{2}} = \sqrt{2g \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}gt^2} = \frac{\sqrt{2}}{2}gt = \sqrt{2}v_1$

所以中间时刻的速度 v_1 和中间位置的速度 v_2 之比为 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

【点评】该题主要考查了自由落体运动位移 - 时间公式及速度 - 时间公式的直接应用，难度不大，属于基础题。

14. (海珠区校级期中) 质量为 m 的物体从高为 h 处自由下落，开始的 $\frac{1}{3}h$ 用时为 t ，则 ()

- A. 物体落地时的速度为 $\sqrt{6}gt$
 B. 物体落地时的速度为 $3gt$
 C. 物体落地所用的时间为 $\sqrt{3}t$
 D. 物体落地所用的时间为 $3t$

【分析】根据位移公式先求得小球下落 h 的时间与下落 $\frac{h}{3}$ 的时间，根据速度公式求出速度。

【解答】解：CD、根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得：

$$t_{\text{总}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \dots \textcircled{1}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times \frac{h}{3}}{g}} = \sqrt{\frac{1}{3} \times \frac{2h}{g}} \dots \textcircled{2}$$

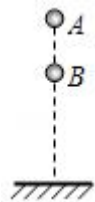
联立①②得： $t_{\text{总}} = \sqrt{3}t$ ，故 C 正确，D 错误；

AB、物体落地时的速度为： $v = gt_{\text{总}} = \sqrt{3}gt$ ，故 AB 错误；

故选：C。

【点评】解决自由落体的题目时，应注意自由落体的公式应从静止开始应用，不要将自由落体中的一部分作为自由落体处理，如本题中直接代公式求离地高度。

15. (越秀区校级期中) 如图所示，A、B 两物体从地面上某点正上方不同高度处，同时做自由落体运动（不考虑物体落地后的反弹），已知 A 的质量是 B 的质量的 3 倍，下列说法正确的是（ ）



- A. A、B 落地时的速度相等
- B. A 与 B 一定能在空中相撞
- C. 从开始下落到落地，A、B 的平均速度相等
- D. 下落过程中，A、B 速度变化的快慢相同

【分析】重力加速度与物体的质量无关；自由落体运动的初速度为 0，加速度等于当地的重力加速度，故利用根据 $v^2 = 2gh$ 可得物体落地时的速度。

【解答】解：A、由于不计空气的阻力，故物体仅受重力，则物体的加速度 $a = g$ ，根据 $v^2 = 2gh$ 可得物体落地时的速度 $v = \sqrt{2gh}$ ，由于两物体从不同高度开始自由下落，故到达地面时速度不相同，故 A 错误；

B、下落过程中，A、B 的加速度相等，A、B 不可能在空中相撞，故 B 错误；

C、自由落体运动是初速度等于 0 的匀加速直线运动，所以平均速度： $\bar{v} = \frac{0+v}{2} = \frac{v}{2}$ ，即平均速度是落地速度的一半，两个物体落地的速度不相等，所以平均速度也不相等，故 C 错误；

D、由于物体仅受重力，则物体的加速度 $a = g$ ，故物体的加速度与物体的质量无关，下落过程中，A、B 速度变化的快慢相同，故 D 正确。

故选：D。

【点评】掌握了自由落体运动的基本规律，掌握了匀变速直线运动运动的速度公式和位移公式即可顺利解决此题。

16. (越秀区校级期中) 一物体自某高度静止释放，忽略空气阻力，落地之前瞬间的速度为 v ，在运动过程中 ()

A. 物体在位移中点的速度等于 $\frac{1}{2}v$

B. 物体在中间时刻的速度等于 $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

C. 物体在前一半时间和后一半时间发生的位移之比为 1: 2

D. 物体通过前一半位移和后一半位移所用时间之比为 1: ($\sqrt{2} - 1$)

【分析】根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 分析自由落体运动的位移及所用时间之比；根据 $v = \sqrt{2gh}$ 分析不同位移的速度关系；根据 $v = gt$ 分析不同时间的速度关系。

【解答】解：A、设总位移为 h ，中点时的速度为： $v_{中} = \sqrt{2g \frac{h}{2}} = \sqrt{gh}$ ，终点速度为： $v = \sqrt{2gh}$ ，联立可得： $v_{中} = \frac{\sqrt{2}}{2}v$ ，故 A 错误；

B、设下落得总时间为 t ，由速度 - 时间公式可知物体落地的速度 $v = gt$ ，在中间时刻的速度为： $v_{中} = g \frac{t}{2} = \frac{gt}{2} = \frac{v}{2}$ ，故 B 错误；

C、根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知，当运动时间之比为 1: 2 时，物体前一半时间的位移与总位移的比为 1: 4，则物体在前一半时间和后一半时间发生位移之比为 1: 3，故 C 错误；

D、设总位移为 h ，则物体通过前一半位移时间为： $t_1 = \sqrt{\frac{2 \times \frac{h}{2}}{g}} = \sqrt{\frac{h}{g}}$ ，物体通过总位移

的时间为： $t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，则 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ，则物体通过前一半位移和后一半位移所用时间之比

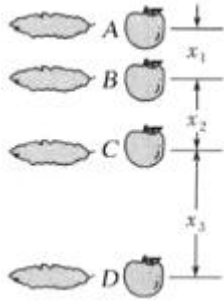
为 1: ($\sqrt{2} - 1$)，故 D 正确。

故选：D。

【点评】本题主要考查了自由落体运动的运动公式运用，关键要搞清题目中给出的已知条件，并熟练运用相关的公式。

17. (广安区校级月考) 如图所示，在频闪照相中得到的一张真空中羽毛与苹果自由下落的局部频闪照片。已知频闪仪每隔时间 t 闪光一次。关于提供的信息及数据处理，下

列说法正确的是 ()



A. 一定满足关系 $x_1: x_2: x_3=1: 4: 9$

B. 一定满足关系 $x_1: x_2: x_3=1: 3: 5$

C. 羽毛下落的加速度大小为 $\frac{2x_2}{t^2}$

D. 苹果下落的加速度大小为 $\frac{x_3-x_2}{t^2}$

【分析】根据自由落体的性质可明确在真空环境中物体的运动情况；根据自由落体规律及匀变速直线运动规律可得出加速度及对应的表达式。

【解答】解：A、羽毛与苹果在真空中做自由落体运动，A点并不一定是下落点，故A点速度不一定等于零，所以在相同的时间间隔内不满足关系 $x_1: x_2: x_3=1: 4: 9$ ，故A错误；

B、羽毛与苹果在真空中做自由落体运动，A点并不一定是下落点，故A点速度不一定等于零，则羽毛与苹果在相同的时间间隔内位移不一定满足关系 $x_1: x_2: x_3=1: 3: 5$ ，故B错误；

C、由于真空中羽毛自由下落，根据 $\Delta x=aT^2$ 可得加速度为： $a=\frac{\Delta x}{t^2}=\frac{x_3-x_2}{t^2}$ ，故C错误；

D、由于真空中苹果自由下落，根据 $\Delta x=aT^2$ 可得加速度为： $a=\frac{\Delta x}{t^2}=\frac{x_3-x_2}{t^2}$ ，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查自由落体运动规律及运动学规律，要注意正确掌握匀变速直线运动结论的正确应用。

18. (文水县期中) 甲物体的质量是乙物体的 2 倍, 在同一竖线上, 甲从 H 高处自由落下, 乙从 2H 高处与甲物体同时自由落下, 忽略空气阻力, 则在它们落地之前, 下列说法中正确的是 ()

- A. 下落过程中甲的加速度比乙的加速度大
- B. 甲、乙两物体在空中的运动时间之比是 1: 2
- C. 各自下落 1s 时, 两物体的间距是 H
- D. 各自下落 1m 时, 两物体的速度之比为 1: 2

【分析】自由落体运动做初速度为零, 加速度为 g 的匀加速直线运动, 结合运动学公式分析判断.

【解答】解: A、两物体均做自由落体运动, 加速度大小都为 g, 故 A 错误;

B、根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 知 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 甲、乙两物体在空中的运动时间之比 $t_1: t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}}: \sqrt{\frac{2 \times 2H}{g}} = 1: \sqrt{2}$, 故 B 错误;

C、下落 1s 时, 根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 知甲乙两物体下落的位移相等, 两物体的间距仍为 H, 故 C 正确;

D、下落 1m 时, 由 $v^2 = 2gh$ 可知两物体的速度相等, 则两物体的速度之比为 1: 1, 故 D 错误.

故选: C.

【点评】解决本题的关键知道自由落体运动的运动规律, 结合运动学公式分析求解, 基础题.

19. (莆田月考) 甲、乙两物块是边长分别为 1cm 和 2cm 的正方体, 从同一竖直线上的不同高度由静止释放, 通过其正下方的光电门的时间相同, 不计空气阻力. 两物块下落过程底面始终水平, 且距光电门的高度足够高. 则甲、乙刚被释放时的位置到光电门的高度之比为 ()

- A. 2: 1
- B. 1: 4
- C. 1: 2
- D. 1: 2

【分析】利用极短时间内的平均速度表示瞬时速度求解钢球进入光电门时的速度; 然后根据自由落体运动的运动学公式求解高度.

【解答】解: 物体通过光电门时的速度大小: $v = \frac{s}{t}$, 由于时间相同, 位移 $s_1: s_2 = 1: 2$, 则甲乙两物块通过光电门的速度之比 $v_1: v_2 = 1: 2$

甲乙两物体做自由落体运动, 从释放到通过光电门过程中: $v^2 = 2gh$, 则甲、乙刚被释放

时的位置到光电门的高度之比 $h_1: h_2 = v_1^2: v_2^2 = 1: 4$ ，故 ACD 错误，B 正确；

故选：B。

【点评】本题关键是明确物体通过光电门瞬时速度的方法，即用极短时间内的平均速度表示瞬时速度，同时要结合自由落体运动的规律求解。

20. (南阳期中) 用如图所示的方法可以测出一个人的反应时间，甲同学用手握住直尺顶端零刻度处，乙同学的手在直尺下端刻度为 20cm 的地方做捏住直尺的准备，但手没有接触到直尺。当乙同学看到甲同学放开直尺时立即去握直尺。设直尺从静止开始自由下落，乙同学握住直尺的刻度为 12.8cm 处。则乙同学的反应时间为 (g 取 10m/s^2) ()



- A. 0.18s B. 0.16s C. 0.14s D. 0.12s

【分析】下落的高度 $h = 20\text{cm} - 12.8\text{cm}$ ，根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 知 t 。

【解答】解：根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 知 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(20-12.8) \times 10^{-2}}{10}}\text{s} = 0.12\text{s}$ ，故 D 正确，

ABC 错误。

故选：D。

【点评】考查自由落体运动的时间与高度的关系，根据几何关系求解 h 即可求解。

21. (广东模拟) 一个小球在离地面一定高度的 O 点向下运动，第一次自由落体运动，第二次以第一次落地时的速度竖直向下做匀速直线运动，在 O 点的正下方有一点 A，A 与 O 的距离和 A 与地面的距离相等，则小球两次从 O 点到 A 点的时间比为 ()

- A. 1: 1 B. 2: 1 C. $2\sqrt{2}: 1$ D. 4: 1

【分析】设 O 点到地面的高度为 $2h$ ，小球做自由落体运动时，求得下落所需时间和落地时的速度，即可求得匀速下落所需时间，即可求得

【解答】解：设 O 点到地面的高度为 $2h$ ，做自由落体运动时下降高度 $2h$ 所需时间为 t_1 ，则 $2h = \frac{1}{2}gt_1^2$ ，解得 $t_1 = 2\sqrt{\frac{h}{g}}$

落到地面上时的速度为 v ，则 $2g \times 2h = v^2$ ，解得 $v = 2\sqrt{gh}$ ，第二次匀速运动到 A 点所需

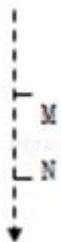
$$\text{时间为 } t_2 = \frac{h}{v} = \frac{h}{2\sqrt{gh}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{h}{g}}$$

$$\text{故 } \frac{t_1}{t_2} = \frac{2\sqrt{\frac{h}{g}}}{\frac{1}{2}\sqrt{\frac{h}{g}}} = \frac{4}{1}, \text{ 故 ABC 错误, D 正确;}$$

故选: D。

【点评】本题主要考查了自由落体运动和匀速直线运动, 熟练公式即可求得。

22. (福州期末) 一个物体做自由落体运动, 重力加速度为 g , 先后经过空中 M, N 两点的速度分别为 v_1 和 v_2 , 则下列说法不正确的是 ()



A. MN 的间距为 $\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$

B. 经过 MN 所需时间为 $\frac{v_2 - v_1}{g}$

C. 经过 MN 的平均速度为 $\frac{v_2 + v_1}{2}$

D. 经过 M 点的加速度小于 N 点的加速度

【分析】自由落体运动中间任意一段位移是加速度为 g 的匀加速直线运动, 根据速度 - 位移关系公式及速度 - 时间关系公式即可解题。

【解答】解: A. 根据位移 - 速度公式可知: $h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$, 故 A 正确;

B. 根据 $v = v_0 + gt$ 得: $t = \frac{v_2 - v_1}{g}$, 故 B 正确;

C. 匀变速直线运动平均速度 $\bar{v} = \frac{v_2 + v_1}{2}$, 故 C 正确;

D. 自由落体运动加速度处处相等, 所以 D 错误;

故选: D。

【点评】本题主要考查了匀变速直线运动的基本公式的直接应用, 难度适中。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/208077112061006124>