

课时作业 3 自由落体运动和竖直上抛运动 多过程问题

基础达标练

1. [2024·湖南郴州模拟]物理学家在探究客观世界的过程中,创造了许多科学的思想方法,其中伽利略在对“运动和力的关系”和“自由落体运动”的研究中极大地革新了当时的物理研究观念,为物理学的发展做出了重要贡献。图 1、图 2 分别表示这两项的研究过程,对这两项研究下列说法中不正确的是()

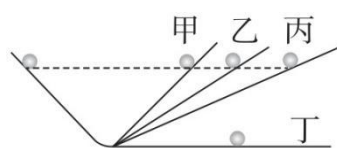


图 1

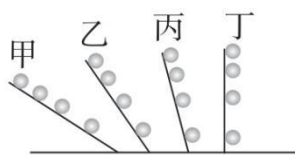


图 2

- A. 这两个研究过程开创了科学实验与逻辑推理和谐结合的重要科学研究方法
- B. 伽利略利用图 2 对自由落体运动的研究,合理外推得出小球的运动不需要力来维持
- C. 伽利略利用斜面实验研究自由落体运动的规律,建立了平均速度、瞬时速度和加速度的概念
- D. 图 1 中甲、乙、丙均为逻辑推理得到的效果

【答案】B

【解析】这两个研究过程开创了科学实验与逻辑推理和谐结合的重要科学研究方法,故 A 正确;伽利略利用图 1 对小球沿斜面运动的研究,合理外推得出小球的运动不需要力来维持,故 B 错误;伽利略利用斜面实验研究自由落体运动的规律,建立了平均速度、瞬时速度和加速度的概念,故 C 正确;图 1 中,由于存在摩擦,实际上小球无法到达释放时的高度,所以甲、乙、丙均为逻辑推理得到的效果,故 D 正确。

2. [2024·北京东城期末]甲、乙两物体距地面的高度之比为 1:2,所受重力之比为 1:2。某时刻两物体同时由静止开始下落。不计空气阻力的影响。下列说法正确的是()

- A. 甲、乙落地时的速度大小之比为 $1:\sqrt{2}$
- B. 所受重力较大的乙物体先落地

C. 在两物体落地前，甲、乙的加速度大小之比为 1:2

D. 在两物体落地前，甲、乙之间的距离越来越近

【答案】A

【解析】由于不计空气阻力，两物体均做自由落体运动，由 $v_t^2 = 2gs$ 可知 $v_t = \sqrt{2gs}$ ，所以甲、乙落地时的速度大小之比为 $1:\sqrt{2}$ ，故 A 正确；物体做自由落体运动的时间取决于高度，与物体所受重力的大小无关，即甲物体先落地，故 B 错误；两物体都做自由落体运动，加速度均为重力加速度，故 C 错误；两物体都做自由落体运动且同时下落，则在两物体落地前，甲、乙之间的距离不变，故 D 错误。

3. [2024·重庆沙坪坝期末]小明站在桥上把手伸出桥外，将小球从距离水面 3.75m 高处以 5m/s 的速度竖直向上抛出，竹筏前端在小球抛出瞬间正好位于它的正下方。该竹筏以 2m/s 的速度匀速前进，若小球可以落入竹筏中，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，不计竹筏露出水面的高度和空气阻力，则竹筏长度至少为（ ）

A. 1m B. 2m C. 3m D. 4m

【答案】C

【解析】设小球在空中运动的时间为 t ，根据 $h = -v_0t + \frac{1}{2}gt^2$ ，可得 $t = 1.5\text{s}$ ，这段时间内竹筏前进的距离 $L = vt = 3\text{m}$ ，若小球可以落入竹筏中，则竹筏至少长 3m。故选 C。

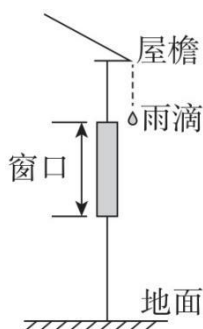
4. [2024·河北承德期末]体育课上同学们在练习排球，某同学将排球竖直向上垫起后，经 1.2s 排球又回到原出发点，则排球被垫起后上升的最大高度约为（ ）

A. 1.0m B. 1.2m C. 1.5m D. 1.8m

【答案】D

【解析】排球被垫起后经 1.2s 又回到原出发点，根据竖直上抛运动的对称性可知，从最大高度下落到抛出点的时间为 $t = 0.6\text{s}$ ，则排球被垫起后上升的最大高度 $h = \frac{1}{2}gt^2 \approx 1.8\text{m}$ ，故 D 正确。

5. [2024·辽宁沈阳模拟]如图所示，一滴雨滴从离地面 20m 高的楼房屋檐自由下落，下落途中用 $\Delta t = 0.2\text{s}$ 的时间通过一个窗口，窗口上、下边沿间的距离为 2m， g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力，则屋檐到窗口上边沿的距离为（ ）

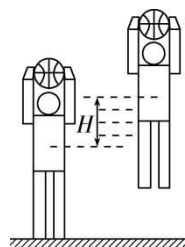


- A. 4.05m B. 19.8m C. 0.2m D. 1.8m

【答案】A

【解析】由题意知窗口上、下边沿间的距离为 $d = 2\text{m}$ ，设屋檐到窗口上边沿的高度为 h ，雨滴从屋檐运动到窗口上边沿时间为 t_0 ，则此过程中有 $h = \frac{1}{2}gt_0^2$ ，雨滴从屋檐运动到窗口下边沿的过程中，有 $h + d = \frac{1}{2}g(t_0 + \Delta t)^2$ ，联立解得 $h = 4.05\text{m}$ 。

6. (经典高考) 如图，篮球架下的运动员原地垂直起跳扣篮，离地后重心上升的最大高度为 H 。上升第一个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_1 ，第四个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_2 。不计空气阻力，则 $\frac{t_2}{t_1}$ 满足 ()



- A. $1 < \frac{t_2}{t_1} < 2$ B. $2 < \frac{t_2}{t_1} < 3$ C. $3 < \frac{t_2}{t_1} < 4$ D. $4 < \frac{t_2}{t_1} < 5$

【答案】C

【解析】运动员起跳到达最高点的瞬间，速度为零，又不计空气阻力，故其逆向过程为自由落体运动，根据初速度为零的匀加速直线运动连续相等的位移内时间之比等于 $1: (\sqrt{2} - 1): (\sqrt{3} - \sqrt{2}): (\sqrt{4} - \sqrt{3}): \dots: (\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$ ，可知 $\frac{t_2}{t_1} = \frac{1}{\sqrt{4} - \sqrt{3}} = 2 + \sqrt{3}$ ，即 $3 < \frac{t_2}{t_1} < 4$ ，故选 C。

7. [2024 · 山东泰安模拟] $t = 0$ 时刻以 10m/s 的初速度竖直向上抛出一个球， $t = 0.4\text{s}$ 时从同一地点又以 10m/s 的初速度竖直向上抛出第二个球，不计空气阻力，重力加速度取 10m/s^2 ，则两球在空中相遇的时刻为 ()

- A. 0.8s B. 1.2s C. 1.3s D. 1.4s

【答案】B

【解析】由题意可知 $v_0(t + \Delta t) - \frac{1}{2}g(t + \Delta t)^2 = v_0\Delta t - \frac{1}{2}g\Delta t^2$ ，解得 $\Delta t = 0.8s$ ，

则两小球在空中相遇的时刻为 $t' = 1.2s$ ，故选 B。

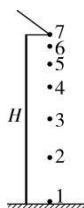
能力强化练

8. 屋檐离地面的高度为 45m，每隔相等时间滴下一滴水，当第 7 滴水刚滴下时，第一滴水恰好落到地面上，不计空气阻力，则此时第 3 滴水与第 5 滴水的高度差为 ()

- A. 5m B. 10m C. 15m D. 20m

【答案】C

【解析】根据题意画出水滴下落过程的示意图如图所示，根据自由落体运动的规律可知，第 3 滴水与第 5 滴水的高度差 $h = \frac{5+7}{1+3+5+7+9+11}H = \frac{12}{36}H = 15m$ ，故 C 正确，A、B、D 错误。



9. 某物体以 30m/s 的初速度竖直上抛，不计空气阻力， g 取 $10m/s^2$ ，从抛出开始计时，下列说法正确的是 ()

- A. 3s 时物体的速度大小为 60m/s
B. 3s 内物体的位移大小为 45m
C. 6s 内物体的速度改变量为 0
D. 6s 内物体的平均速度大小为 6m/s

【答案】B

【解析】3s 时物体的速度大小为 $v_3 = v_0 - gt_3 = (30 - 10 \times 3)m/s = 0$ ，故 A 错误；3s 内物体的位移大小为 $x = \frac{v_0}{2}t_3 = \frac{30}{2} \times 3m = 45m$ ，故 B 正确；6s 内物体的速度改变量大小为 $\Delta v = gt_6 = 60m/s$ ，故 C 错误；因为经过 3s 物体上升到最

高点，由对称性可知，经过 6s 物体回到出发点，所以 6s 内物体的位移为零，平均速度大小为 0，故 D 错误。

10. [2024·云南校级联考]北京时间 2024 年 4 月 25 日，搭载神舟十八号载人飞船的长征二号 F 遥十八运载火箭在酒泉卫星发射中心点火发射。某校物理兴趣小组模拟火箭发射，火箭模型（可视为质点）从水平地面由静止开始以大小 $a_1 = 8\text{m/s}^2$ 的加速度竖直向上做匀加速直线运动，加速 $t_1 = 5\text{s}$ 时火箭失去动力。不计空气阻力和火箭模型的质量变化，取重力加速度大小 $g = 10\text{m/s}^2$ ，求：

- (1) 火箭模型上升过程中的最大速度 v ；
- (2) 火箭模型上升的最高点的离地高度 H ；
- (3) 火箭模型从最高点落回水平地面的时间 t 。

【答案】 (1) 40m/s

(2) 180m

(3) 6s

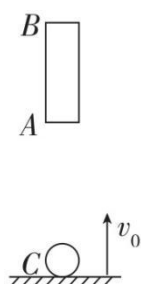
【解析】

(1) 火箭模型做匀加速直线运动的末速度为上升过程中的最大速度，有 $v = a_1 t_1$ 解得 $v = 40\text{m/s}$

(2) 火箭模型匀加速上升的高度 $h_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$ 失去动力后火箭模型在重力的作用下做匀减速直线运动，加速度大小为 $g = 10\text{m/s}^2$ 火箭模型匀减速上升的高度 $h_2 = \frac{v^2}{2g}$ 火箭模型上升的最高点的离地高度 $H = h_1 + h_2$ 解得 $H = 180\text{m}$

(3) 火箭模型从最高点落回水平地面做自由落体运动，有 $H = \frac{1}{2} g t^2$ 解得 $t = 6\text{s}$

11. [2024·浙江湖州模拟]如图所示，A、B 为空心圆管的两端，C 为可视为质点的小球，空心圆管长度为 $L = 1\text{m}$ ，A、B、C 在同一竖直线上，A、C 之间距离为 $h = 20\text{m}$ 。 $t = 0$ 时刻，空心圆管做自由落体运动，C 从地面以初速度 v_0 开始做竖直上抛运动， $g = 10\text{m/s}^2$ 。



(1) 要使C在空心圆管落地前穿过空心圆管， v_0 应大于多少？

(2) 若 $v_0 = 20\text{m/s}$ ，求C从A端穿过空心圆管所用的时间（不考虑圆管落地后的情形）。

【答案】(1) 10.5m/s

(2) 0.05s

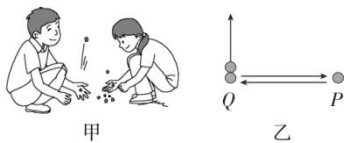
【解析】

(1) C在圆管落地前恰好穿过圆管的条件是圆管落地的瞬间小球经过B端。设圆管的落地时间为 t ，则 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 解得 $t = 2\text{s}$ ，此时C恰好经过B端，则有 $v_{\min}t - \frac{1}{2}gt^2 = L$ 解得 $v_{\min} = 10.5\text{m/s}$ ，即 v_0 应大于 10.5m/s

(2) 由上述分析可知，小球一定在空中穿过圆管，设C到达A端的时间为 t_1 ，则有 $(v_0t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2) + \frac{1}{2}gt_1^2 = h$ 设C到B端的时间为 t_2 ，则有 $(v_0t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2) + \frac{1}{2}gt_2^2 = h + L$ C从A端穿过圆管所用的时间为 $\Delta t = t_2 - t_1$ 解得 $\Delta t = 0.05\text{s}$

素养综合练

12. [2025·广东华南师大附中模拟]如图甲，儿童将一个石子以初速度 v_0 从Q点竖直向上抛出，然后用同一只手沿着图乙中的QP路径迅速捡起P处的石子，该手又沿着PQ路径回到Q点，迅速捡起Q处的石子，同时将抛出的石子在落地前接住。已知某次游戏中P、Q相距40cm，儿童手移动的平均速率为2m/s，不计空气阻力，不计抓石子的时间和手离地的高度，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，则 v_0 至少为（ ）



A. 1m/s

B. 2m/s

C. 3m/s

D. 4m/s

【答案】B

【解析】由题可得，手在水平方向移动的时间至少为 $t = \frac{x_{QP} + x_{PQ}}{v} = 0.4\text{s}$ ，将抛出的石子在落地前瞬间接住，对应 v_0 的最小值，可得 $0 = v_0 - g \cdot \frac{t}{2}$ ，解得 $v_0 = 2\text{m/s}$ ，故选 B。