

答案和解析

1. 【答案】B

【解析】

【分析】

通过平抛运动的规律求出在星球上该行星表面的重力加速度与地球表面的重力加速度之比。再由万有引力等于重力，求出行星的半径。

解决本题的关键知道平抛运动在水平方向和竖直方向上的运动规律，以及掌握万有引力等于重力这一理论，并能灵活运用。

【解答】

对于任一行星，设其表面重力加速度为 g ，

根据平抛运动的规律 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得， $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ；

则水平射程 $x = v_0t = v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ；

可得该行星表面的重力加速度与地球表面的重力加速度之比 $\frac{g_{行}}{g_{地}} = \frac{x_{地}^2}{x_{行}^2} = \frac{9}{4}$ ；

根据 $G\frac{Mm}{r^2} = mg$ ，得 $g = \frac{GM}{r^2}$ ；

可得 $\frac{g_{行}}{g_{地}} = \frac{M_{行}}{M_{地}} \cdot \frac{R_{地}^2}{R_{行}^2}$ ；

解得行星的半径 $R_{行} = R_{地} \sqrt{\frac{g_{地}}{g_{行}} \cdot \frac{M_{行}}{M_{地}}} = 4R$ ，故 ACD 错误，B 正确。

故选 B。

2. 【答案】A

【解析】

【分析】

万有引力定律是牛顿总结前人的研究发现的，两物体间的万有引力是一对作用力和反作用

力。万有引力定律的适用条件是两个质点间的万有引力。

【解答】

A. 万有引力定律是牛顿在总结前人研究的基础上发现的。故 A 正确。

B. 两个物体间的相互的万有引力是一对作用力和反作用力，大小相等，方向相反。故 B 错误。

C. $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 中的 G 为引力常量，它是由实验测得的，而不是人为规定的。故 C 错误。

D. 测出引力常量的科学家是卡文迪许。故 D 错误。

故选：A。

3. 【答案】C

【解析】

【分析】

万有引力定律 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 适用的条件是两个质点间引力的计算；物体间的引力关系也遵守牛顿第三定律。公式中 G 是引力常量，是自然界的恒量。

本题考查了万有引力定律及其应用。物理公式与数学表达式有所区别，本题关键掌握万有引力定律的适用条件，知道万有引力具有力的一般特性，遵守牛顿第三定律。

【解答】

A. 任意两个物体间都存在相互作用的引力，故 A 错误；

B. 公式 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 中从数学角度讲：当 R 趋近于零时其值是趋于无穷大，然而万有引力定律公式只适合于两个可以看做质点的物体，即物体(原子)的自身半径相对两者的间距可以忽略时适用。而当距离无穷小时，它们不再适用万有引力公式，故 B 错误；

CD. 引力作用是相互的，是作用力与反作用力的关系，总是等大反向，符合牛顿第三定律，与 m_1 、 m_2 是否相等无关，故 C 正确，D 错误。

故选 C。

4. 【答案】B

【解析】

【分析】

在星球表面万有引力等于重力，由此得到物体在该行星和地球表面的重力加速度，进而得到它们的比值。

把握在星球表面万有引力等于重力是解题的关键。

【解答】

在地球表面，有： $G \frac{M_{地}m}{R_{地}^2} = mg$ ，在某行星表面有： $G \frac{M_{星}m}{R_{星}^2} = mg'$ ，所以： $\frac{g'}{g} = \frac{M_{星}R_{地}^2}{M_{地}R_{星}^2} = \frac{k}{p^2}$ ，故ACD错误，B正确。

故选B。

5. 【答案】B

【解析】

【分析】

物体从行星表面竖直上抛，由图读出最大高度和上升的时间，根据运动学公式求出初速度和重力加速度，物体落回行星表面的速度与抛出时速度大小相等。

本题首先考查读图能力，图上能读出最大高度、上升和下落时间等等；其次要灵活应用对称性和选择运动学公式求解。

【解答】

ABC.由图读出，物体上升的最大高度为 $h = 20m$ ，上升的时间为 $t = 5s$ ，根据上升下落的对称性知，对于下落过程，由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得， $g = \frac{2h}{t^2} = 1.6m/s^2$ ；据 $v = gt = 8m/s$ ，故B正确，AC错误；

D.根据对称性可知,该物体落到行星表面时的速度大小与初速度大小相等,也为 8m/s 。故
*D*错误。

故选 *B*。

6.【答案】*D*

【解析】

【分析】

本题考查了物理学史,了解所涉及伟大科学家的重要成就,如高中所涉及到的牛顿、笛卡尔、开普勒、卡文迪许、胡克等重要科学家的成就要明确。

牛顿在推出万有引力定律的同时,并没能得出引力常量 G 的具体值, G 的数值于 1789 年由卡文迪许利用他所发明的扭秤得出。

【解答】

牛顿在推出万有引力定律的同时,并没能得出引力常量 G 的具体值, G 的数值于 1789 年由卡文迪许利用他所发明的扭秤得出,故卡文迪许被誉为第一个“称出”地球质量的科学家,故 *ABC* 错误, *D* 正确。

故选: *D*。

7.【答案】*D*

【解析】

【分析】

本题考查了物理学史中万有引力定律复习的历程,学好物理学史不仅是高中物理学习的要求,而且能增加我们对物理的学习兴趣,平时要注意物理学史的积累。

出色的天文观测家第谷通过观测积累的大量资料,为开普勒的研究及开普勒最终得到行星运动的三大定律提供了坚实的基础;英国物理学家牛顿发现了万有引力定律,卡文迪许通过实验的方法测出万有引力常量 G 。

【解答】

A.开普勒通过对第谷的观测得到大量珍贵的行星运行的数据的研究,并提出了开普勒行星

运行定律，牛顿发现的万有引力定律，故 A 错误；

BC. 牛顿发现的万有引力定律，英国物理学家卡文迪许通过扭秤实验测出万有引力常量 G ，故 BC 错误，D 正确；

故选 D。

8. 【答案】解：(1) 物体在连接时： $F = G \frac{Mm}{R^2} \dots \textcircled{1}$

物体在赤道上随星球做圆周运动，由牛顿第二定律得：

$$(1 - 90\%)G \frac{Mm}{R^2} = m \left(\frac{2\pi}{T_0} \right)^2 R \dots \textcircled{2}$$

星球的密度： $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \dots \textcircled{3}$

由①②③解得，星球的质量： $M = \frac{F^3 T_0^4}{1600 G \pi^4 m^3}$ ， $\rho = \frac{30\pi}{G T_0^2}$ ；

(2) 设经过时间 t 该行星再次出现他的正上方，

$$\text{则：} \left(\frac{2\pi}{T} - \frac{2\pi}{T_0} \right) t = 2\pi$$

$$\text{解得：} t = \frac{T T_0}{T_0 - T}；$$

答：(1) 该星球的密度为 $\frac{30\pi}{G T_0^2}$ ，星球的质量为 $\frac{F^3 T_0^4}{1600 G \pi^4 m^3}$ ；

(2) 经过时间 $\frac{T T_0}{T_0 - T}$ 该行星再次出现他的正上方。

【解析】(1) 物体在星球两极时的重力等于万有引力，据此求出星球的质量；位于星球赤道上的物体随星球自转做圆周运动，万有引力与重力之差提供向心力，应用牛顿第二定律可以求出星球的半径，然后应用密度公式求出星球的密度。

(2) 行星再次出现在他上方时，行星转过的圆心角比他转过的圆心角大 2π ，根据周期与角速度的关系求出需要的时间。

本题考查了万有引力定律的应用，知道“物体在星球两极时的重力等于万有引力、位于星球赤道上的物体随星球自转做圆周运动万有引力与重力之差提供向心力”是解题的前提与关键，应用万有引力公式与牛顿第二定律即可解题。

9. 【答案】解：(1) 地球表面举重，宇航员最大承受力为 F_m ：

$$F_m - m_1 g = 0$$

某星球表面举重： $F_m - m_2 g' = 0$

$$\text{解得：} g' = 2m/s^2$$

(2)在地球或星球表面附近:

$$\text{地球表面附近: } G \frac{M_{\text{地}}m}{R^2} = mg, \quad G \frac{M_{\text{地}}m}{R^2} = m \frac{v_{\text{地}}^2}{R}$$

$$\text{星球表面附近: } G \frac{M_{\text{星}}m}{r^2} = mg', \quad G \frac{M_{\text{星}}m}{r^2} = m \frac{v_{\text{星}}^2}{r}$$

$$\text{解得: } \frac{M_{\text{星}}}{M_{\text{地}}} = \frac{1}{80}, \quad \frac{v_{\text{星}}}{v_{\text{地}}} = \frac{1}{2\sqrt{5}}$$

【解析】解决本题的关键掌握万有引力定律的两个重要理论: 1、万有引力等于重力, 2、万有引力提供向心力, 并能灵活运用。

(1)根据受力平衡求出宇航员最大承受力, 从而求出星球表面的重力加速度;

(2)根据万有引力等于重力, 结合重万有引力提供向心力, 求出星球质量与地球质量之比, 及第一宇宙速度之比。

10. 【答案】解: (1)在星球表面重力与万有引力大小相等有: $G \frac{mM}{R^2} = mg$, 可得星球表面

$$\text{重力加速度 } g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\text{可得该天体表面的重力加速度 } g' = \frac{GM}{R^2} = \frac{G \cdot 32M_{\text{地}}}{(2R_{\text{地}})^2} = 8 \frac{GM_{\text{地}}}{R_{\text{地}}^2} = 8g = 8 \times 9.8 \text{m/s}^2 = 78.4 \text{m/s}^2$$

(2)据竖直上抛运动规律可知, 以 v_0 竖直上抛一物体, 上升的最大高度 $h = \frac{v_0^2}{2g}$

$$\text{所以可知, } \frac{h_{\text{星}}}{h_{\text{地}}} = \frac{\frac{v_0^2}{2g_{\text{星}}}}{\frac{v_0^2}{2g_{\text{地}}}} = \frac{g_{\text{地}}}{g_{\text{星}}} = \frac{1}{8}$$

答: (1)该天体表面的重力加速度为 78.4m/s^2 ;

(2)如果分别在该天体表面和地球表面以同样的初速度竖直上抛一物体, 物体在该天体上上升的最大高度与在地球上上升的最大高度之比是 1: 8.

【解析】(1)根据星球表面重力与万有引力大小相等求得星球表面重力加速度的表达式, 再根据表达式由星球质量和半径的关系求得重力加速度的大小;

(2)根据竖直上抛运动的规律求得上升的最大高度跟重力加速度的关系, 再由(1)问的中重力加速度关系求得上升最大高度比。

本题抓住在星球表面重力与万有引力大小相等, 根据半径与质量关系求解重力加速度的大小关系, 能根据竖直上抛求得上升最大高度与重力加速度的大小关系。