

## 第六章 第4节 万有引力定律的理论成就（一）

编制人：薛文堂

审核人：高一备课组

编号：06-04-01a

## 【目标引领】

- 1、了解万有引力定律在天文学上的重要应用。
- 2、会用万有引力定律计算天体质量。了解“称量地球质量”“计算天体质量”的基本思路
- 3、通过发现未知天体，加深对万有引力定律的正确性的理解，体会理论对科学发现的指导作用。
- 4.通过地球质量的计算，理解重力和引力的关系。

## 【学思议展】

## ▲ 应知应会

## 1. 地球质量的测量：

万有引力常量  $G$  是\_\_\_\_\_测量的，他曾经说他的实验是“称量地球质量”。已知地球表面重力加速度是  $g$ ，万有引力常量为  $G$ ，地球半径为  $R$ ，按他的方法推导出地球质量  $M$ ：

$M$ =\_\_\_\_\_ .上述推导过程的条件是\_\_\_\_\_

用上述物理量表示的地球密度表达式是\_\_\_\_\_

## 2. 天体质量的计算

(1) 应用万有引力定律求解天体质量的基本思路是什么？

(2) 已知行星与太阳的距离为  $r$ ，行星围绕太阳运转的周期为  $T$ ，行星的质量为  $m$ ，推导出用  $r, T$  表示的太阳质量关系式

(3) 同理根据卫星绕地球运动的周期  $T$  和卫星与地球之间的距离  $r$ ，也可以算出\_\_\_\_\_（填卫星或地球）质量。实际上根据\_\_\_\_\_，可以算出\_\_\_\_\_天体的质量。

## 3.发现未知天体

笔尖下发现的行星是\_\_\_\_\_。发现这颗行星的是科学家是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

他们是根据太阳系的第七颗行星\_\_\_\_\_星的轨道与根据万有引力计算出来的轨道有偏差，坚信在这颗星的外侧还应该有一颗未知星，然后根据第七颗行星的轨道偏差，利用万有引力定律计算出了这颗未知星的位置，人们根据计算结果发现了未知星。后来人们用类似的方法又发现了\_\_\_\_\_。

## 质疑解难

1.卡文迪许“称量地球质量”时，不考虑地球自转的影响，认为地球上的物体重力等于引力，根据所学的知识你能解释为什么可以不考虑地球自转的影响？在什么情况下重力可以认为等于引力？

2.根据  $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$  可以计算天体质量，这个式子的使用条件是什么？根据地球绕太阳的周期和半径，月球绕地球的周期和半径分别能算出谁的质量？

3. 太阳系九大行星以太阳为中心在不同的轨道上以不同的周期做近似的圆周运动。计算行星做圆周运动的向心力为什么只计算太阳与行星之间的万有引力，而没有考虑其他行星对该行星什么的万有引力？

## 【点化梳理】

## 【课堂练习】

- 利用下列哪组数据可以算出地球的质量（ ）
  - 已知地球的半径  $r$  和地球表面的重力加速度  $g$
  - 已知卫星围绕地球运动的轨道半径  $r$  和周期  $T$
  - 已知月球围绕地球运动的轨道半径  $r$  和周期  $T$
  - 已知地球围绕太阳运动的轨道半径  $r$  和周期  $T$
- 已知引力常数  $G$ 、月球中心到地球中心的距离  $R$  和月球绕地球运行的周期  $T$ ，利用这三个数据，可以估算出的物理量有：
  - 月球的质量
  - 地球的质量
  - 地球的半径
  - 月球绕地球运行速度的大小。
- 有一星球的密度与地球的密度相同，但它表面处的重力加速度是地面上的重力加速度的 4 倍，则该星球的质量将是地球质量的：
  - 1/4
  - 4 倍
  - 16 倍
  - 64 倍
- 设火星和地球都是球体，火星质量和地球质量之比为  $p$ ，火星半径和地球半径之比为  $q$ ，则火星表面重力加速度和地面重力加速度之比等于：
  - $p/q^2$
  - $pq^2$
  - $p/q$
  - $pq$
- 设行星 A、B 是两个均匀球体，A 与 B 的质量比  $m_A : m_B = 2 : 1$ ，A 与 B 的半径之比  $R_A : R_B = 1 : 2$ ，行星 A 的卫星 a 沿圆周轨道运行的周期为  $T_a$ ，行星 B 的卫星 b 沿圆轨道运动的周期为  $T_b$ ，两卫星的圆轨道都非常接近各自的行星表面，它们运行的周期之比为：
  - $T_a : T_b = 1 : 4$
  - $T_a : T_b = 1 : 2$
  - $T_a : T_b = 2 : 1$
  - $T_a : T_b = 4 : 1$
- 最近科学家在望远镜中看到太阳系外某一恒星有一行星，并测得它围绕该恒星运动一周所用时间为 1200 年，它与该恒星的距离为地球到太阳距离的 100 倍，假定行星绕恒星运行的轨道和地球绕太阳运行的轨道都是圆周，仅利用以上两个数据可以求出的量有：
  - 恒星质量与太阳质量之比。
  - 恒星密度与太阳密度之比。
  - 行星质量与地球质量之比。
  - 行星运行速度与地球公转速度之比。
- 太阳系中地球围绕太阳运行的线速度  $v=30\text{km/s}$ ，地球公转半径是  $R=1.5 \times 10^8\text{km}$ ，求太阳的质量等于多少？（保留一位有效数字）
- 已知在月球表面以  $10\text{m/s}$  的初速度竖直上抛一物体，物体能上升的最大高度是  $30\text{m}$ ，又已知月球的半径为  $1740\text{km}$ ，试计算月球的质量。（保留两位有效数字）
- 已知地球的半径为  $R$ ，地面的重力加速度为  $g$ ，引力常量为  $G$ ，如果不考虑地球自转的影响，那么地球的平均密度的表达式为\_\_\_\_\_。
- 某星球的质量约为地球质量的 9 倍，半径约为地球的一半，若从地球上高  $h$  处平抛一物体，射程为  $60\text{m}$ ，则在该星球上，从同样高度，以同样的初速度平抛一物体，射程应为（ ）
  - 10m
  - 15m
  - 90m
  - 360m