

高一年级物理第 27 课时《万有引力与宇宙航行》习题课学习指南

【学习目标】

1. 加深对万有引力定律的理解，提高解决问题的能力。
2. 进一步熟悉和理解天体运动的两个模型，提高建模能力，并能在实际问题中通过识别模型、建构模型来解决问题。
3. 知道什么是双星系统，会解决双星系统问题，加深对天体问题的理解。
4. 了解基本的卫星发射与变轨问题，更全面的认识人造卫星问题。

【学法指导】

1. 准备好笔记本，边观看边做记录。
2. 注意知识的归纳总结，每道例题先暂停自己解答之后再听讲解。

【学习任务】

观看视频课，适时控制播放，按老师指令完成相应的课上学习任务，学习环节主要有：

环节一：万有引力定律的理解

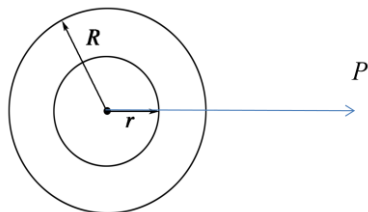
- 知识回顾：回忆万有引力定律的内容、总结万有引力公式的适用条件
- 例题分析

【例】对于质量为 M 和质量为 m 的两个物体间的万有引力的表达式 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ ，

下列说法正确的是()

- A. 公式中的 G 是引力常量，它是由实验得出的，而不是人为规定的
- B. 当两个物体间的距离 r 趋于零时，万有引力趋于无穷大
- C. M 和 m 所受引力大小总是相等的
- D. 两个物体间的引力总是大小相等、方向相反的，是一对平衡力

【例】如图所示，一个质量均匀分布、半径为 R 的球体对球外质点 P 的万有引力为 F ，如果在球体中央挖去半径为 r 的球体，且 $r = \frac{R}{2}$ ，则原球体剩余部分对质点 P 的万有引力变为多少？



环节二：总结天体问题两个模型 ——“天上”与“地上”

1. 模型一：“天上”环绕运动。

➤ 例题分析

【例】若已知地球的一个卫星绕地球做匀速圆周运动，运转的轨道半径为 r ，周期为 T ，万有引力常量为 G ，则可求（ ）

- A. 该卫星的质量
- B. 地球的质量
- C. 该卫星的线速度
- D. 地球的平均密度

2. 模型二：“地上”物体随地球自转。

➤ 例题分析

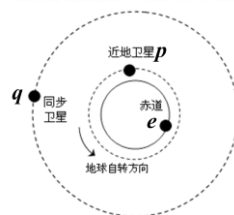
【例】万有引力定律揭示了天体运动规律与地上物体运动规律具有内在的一致性。

用弹簧秤称量一个相对于地球静止的小物体的重量，随称量位置的变化可能会有不同的结果。已知地球质量为 M ，自转周期为 T ，万有引力常量为 G 。将地球视为半径为 R 、质量均匀分布的球体，不考虑空气的影响。设在地球北极地面称量时，弹簧秤的读数是 F_0

- a. 若在北极上空高出地面 h 处称量，弹簧秤读数为 F_1 ，求比值 $\frac{F_1}{F_0}$ 的表达式，并就 $h=1.0\%R$ 的情形算出具体数值（计算结果保留两位有效数字）
- b. 若在赤道地面称量，弹簧秤读数为 F_2 ，求比值 $\frac{F_2}{F_0}$ 的表达式。

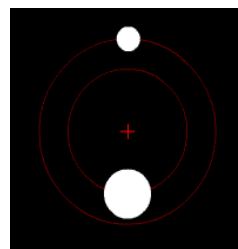
【例】如图所示，地球赤道上的物体 e 、近地卫星 p 和同步卫星 q 均在赤道平面上绕地心做匀速圆周运动。设 e 、 p 、 q 的圆周运动速率分别为 v_1 、 v_2 、 v_3 ，向心加速度分别为 a_1 、 a_2 、 a_3 ，则()

- A. $v_1 > v_2 > v_3$
- B. $v_1 < v_2 < v_3$
- C. $a_1 > a_2 > a_3$
- D. $a_1 < a_3 < a_2$



环节三：认识双星系统问题

- 1. 什么是双星系统
- 2. 双星系统有何特点



➤ 例题分析

【例】如图所示，两颗星球组成的双星，在相互之间的万有引力作用下，绕连线上的 O 点做周期相同的匀速圆周运动，现测得两颗星之间的距离为 L ，质量之比为 $m_1 : m_2 = 3 : 2$ ，下列说法中正确的是()

A. m_1 、 m_2 做圆周运动的线速度之比为 $3 : 2$

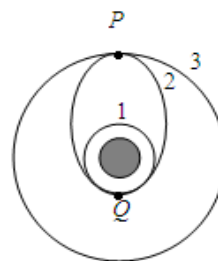
B. m_1 、 m_2 做圆周运动的角速度之比为 $3 : 2$

C. m_1 做圆周运动的半径为 $\frac{2}{5}L$

D. m_2 做圆周运动的半径为 $\frac{2}{5}L$

环节四：讨论卫星的发射与变轨问题

- 思考与讨论：某次发射一颗同步卫星的发射过程示意图如图所示，先将卫星发射至近地圆轨道 1，然后经点火，使其沿椭圆轨道 2 运行，最后再一次点火，将卫星送入同步圆轨道 3。两次点火有什么作用？



➤ 例题分析

【例】2013 年 5 月 2 日凌晨 0 时 06 分，我国“中星 11 号”通信卫星发射成功。“中星 11 号”是一颗地球同步卫星，它主要用于为亚太地区等区域用户提供商业通信服务。如上图所示为发射过程的示意图，先将卫星发射至近地圆轨道 1，然后经点火，使其沿椭圆轨道 2 运行，最后再一次点火，将卫星送入同步圆轨道 3。轨道 1、2 相切于 Q 点，轨道 2、3 相切于 P 点，则当卫星分别在 1、2、3 轨道上正常运行时，以下说法正确的是()

- A. 卫星在轨道 3 上的速率大于在轨道 1 上的速率
- B. 卫星在轨道 3 上的角速度大于在轨道 1 上的角速度
- C. 卫星在轨道 1 上经过 Q 点时的速度大于它在轨道 2 上经过 Q 点时的速度
- D. 卫星在轨道 2 上经过 P 点时的速度小于它在轨道 3 上经过 P 点时的速度

环节五：对本节课内容进行归纳总结。