

高中导学与探究丛书

物理

第一册（下）



四川出版集团
四川民族出版社

高中导学与探究丛书

物 理

第一册（下）

四川出版集团
四川民族出版社

高中导学与探究丛书
物 理
第一册（下）

责任编辑	张 俊
封面设计	康颂工作室
技术设计	唐学兵
出 版	四川出版集团 四川民族出版社
地 址	成都市三洞桥路 12 号
邮政编码	610031
联系电话	(028) 87734157 87734151
发 行	四川新华文轩连锁股份有限公司
印 刷	德阳日报印刷厂
成品尺寸	184mm×260mm
印 张	7.5
字 数	170 千
版 次	2005 年 12 月第 1 版
印 次	2005 年 12 月第 1 次印刷
印 数	1~12101 册
书 号	ISBN 7-5409-3206-6/G·1697
定 价	7.50 元

著作权所有·侵权必究

本书若出现印装质量问题,请与本社联系调换。

前 言

《高中导学与探究丛书》是在参照新的课程标准和教学理念的基础上，按照现行参学科教学大纲和教材编写。丛书包括语文、数学、英语、物理、化学、生物、思想政治、历史、地理九个学科。

本丛书物理分册分为四个部分。一为内容导读：通过学生对教材的自主探究，对每节的基础知识进行梳理与提炼，对教材中重要的概念、定律、公式等进行挖掘。目的是改变过于注重知识传授的倾向，关注学生的发展。倡导学生自主参与，乐于探究、勤于思考的学习方式。引导学生积极主动地学习，培养学生独立思考的习惯，提高学生获取新知识的能力。二为案例辨析：通过学生对一些重、难点知识的似是而非、似非而是的问题的辨析，产生心理冲突，激发学习兴趣，点击重点，化解难点；通过对一些具有厚重物理思想、物理方法的经典问题的辨析，授之以渔，使学生在潜移默化中得到物理思想的熏陶和物理方法的提升。三为题海冲浪：结合本节所学知识，以学生熟知的生活，生产实际及学科前沿等现实问题为命题素材，精心选编的训练试题。命题指导思想兼顾以下三方面：基本知识 with 基本技能的训练，学科思想与方法的渗透，学科能力培养。四为能力提高：顺应素质教育与培养应用型、能力型人才的趋势，精选典型现实材料作为背景，从全新的角度设计具有一定研究价值，能力要求较高的题目，以开发学生创新潜质，提高自我探究和学以致用能力，适应新考纲和新课标的考查要求。本书要求同学们根据各人的认知能力和个性特长，用自己的眼光来观察，用自己的头脑来判断，用自己的心灵来感悟，用自己的语言来表达，用自己的双手来创造，最终有所发现，有所创造。

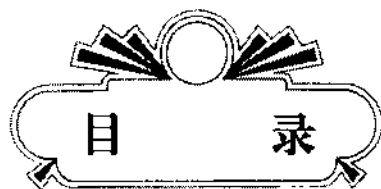
建议同学们使用这套丛书，不要只把眼光盯在那些练习题上，而要统观全书，领略导学与探究的良苦用意。

本丛书物理分册由陈金中、冯伟、袁立生、彭国民、王春华、蒲志林、林宏发、孔凡林、易刚、刘学军、唐全中、叶广昭、张本明、王祖涵编写，李群主编并统稿。

由于本书编导时间紧迫，书中存在的不足或错误，欢迎批评指正。

《高中导学与探究》编委会

2005 年 12 月



第六章 万有引力定律	(1)
一、行星的运动	(1)
二、万有引力定律	(2)
三、引力常量的测定	(5)
四、万有引力定律在天文学上的应用	(6)
五、人造卫星、宇宙速度	(11)
第六章 章末总结	(16)
 第七章 机械能	(20)
一、功	(20)
二、功率	(22)
三、功和能	(26)
四、动能 动能定理	(28)
五、重力势能	(34)
六、机械能守恒定律	(36)
七、机械能守恒定律的应用	(39)
实验一 验证机械能守恒定律	(45)
第七章 章末总结	(49)
 第八章 动量	(53)
一、冲量和动量	(53)
二、动量定理	(56)
三、动量守恒定律	(62)
四、动量守恒定律的应用	(65)
五、反冲运动 火箭	(70)
实验二 验证动量守恒定律	(71)

第八章 章末总结	(74)
第九章 机械振动	(78)
一、简谐运动	(78)
二、振幅、周期和频率	(80)
三、简谐运动的图像	(82)
四、单摆	(84)
五、相位	(85)
六、简谐振动的能量 阻尼振动	(86)
七、受迫振动 共振	(87)
实验三 用单摆测定重力加速度	(89)
第九章 章末总结	(92)
第十章 机械波	(97)
一、波的形成和传播	(97)
二、波的图像	(98)
三、波长、频率和波速	(100)
四、波的衍射	(101)
五、波的干涉	(103)
六、多普勒效应 次声波和超声波	(104)
第十章 章末总结	(105)



万有引力定律

一、行星的运动

内容导读

1. 在古代人们对天体的运动提出了哪两种学说？你如何历史辨证的评价这两种学说？
2. 开普勒行星运动的第一、第三定律的内容是什么？

案例辨析

下列关于太阳东升西落的说法中正确的是()

- A. 太阳从东边升起，在西落边下，说明太阳在围绕地球运动
- B. 太阳从东边升起，在西边落下，说明地球在围绕太阳运动
- C. 太阳从东边升起，在西边落下，说明太阳在绕地球运动的同时地球也在绕太阳运动
- D. 以上说法都是不正确的

有的同学想了一想白天观察到的太阳东升西落的现象后一部分选 A，另一部分选 B，还有的同学从运动的相对性上考虑认为应先 C，你认为他的选择是否有道理？为什么？

题海冲浪

1. 下列关于地心说、日心说的说法中正确的是()

A. 正如地心说所说的那样, 地球是静止不动的, 太阳和其他行星都绕地球做匀速圆周运动

B. 正如日心说所说的那样, 太阳是静止不动的, 地球和其他行星都绕太阳做匀速圆周运动

C. 地心说、日心说并不矛盾, 只是人们观察它们的角度不同所致

D. 从现在已知的科学知识来看, 以上的说法均不正确

2. 以下说法中正确的是()

A. 开普勒通过研究发现, 天体都在做匀速圆周运动

B. 开普勒通过研究发现, 所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆

C. 所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等

D. 以上三种说法都不正确

3. 假设地球绕太阳的运动是匀速圆周运动。已知地球绕太阳运动的轨道半径是 $r = 1.50 \times 10^{11} \text{ m}$, 周期是 $T = 3.16 \times 10^7 \text{ s}$, 地球的质量是 $m = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ 。试计算地球绕太阳做匀速圆周运动所需要的向心力的大小。

二、万有引力定律

内容导读

1. 你在看完本节教材前半部份之后, 请你试着叙述牛顿发现万有引力定律的思路。

2. 万有引力定律的语言文字如何表述? 数学公式如何表示?

3. 你怎样评价发现万有引力定律的重大意义?

案例辨析

一卫星绕某行星做匀速圆周运动, 已知行星表面的重力加速度为 $g_{\text{行}}$, 行星的质量 M 与卫星的质量 m 之比 $M/m=81$, 行星的半径 $R_{\text{行}}$ 与卫星的半径 $R_{\text{卫}}$ 之比 $R_{\text{行}}/R_{\text{卫}}=3.6$, 行星与卫星之间的距离 r 与行星的半径 $R_{\text{行}}$ 之比 $r/R_{\text{行}}=60$, 设卫星表面的重力加速度为 $g_{\text{卫}}$, 则在卫星表面有:

$$GMm/r^2 = mg_{\text{卫}}$$

经过计算得出: 卫星表面的重力加速度为行星表面的重力加速度的 $1/3600$ 。

上述结果是否正确? 为什么?

题海冲浪

1. 如图 6-1 所示, 两球的半径分别是 r_1 和 r_2 , 两球质量分布均匀, 质量分别是 m_1 和 m_2 , 则两球间的万有引力大小为()

A. $G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

B. $G \frac{m_1 m_2}{r_1^2}$

C. $G \frac{m_1 m_2}{(r_1 + r_2)^2}$

D. $G \frac{m_1 m_2}{(r_1 + r_2 + r)^2}$

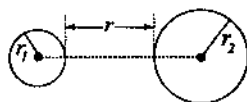


图 6-1

2. 离地面某一高度 h 处的重力加速度是地球表面重力加速度的 $\frac{1}{2}$, 则高度 h 是地球半径的()

A. 2 倍

B. $\frac{1}{2}$

C. 4 倍

D. $\sqrt{2}$ 倍

E. $(\sqrt{2}+1)$ 倍

F. $(\sqrt{2}-1)$ 倍

- A. $\frac{1}{4}$ 倍 B. $\frac{1}{2}$ 倍
- C. 4 倍 D. 2 倍
4. 地球质量大约是月球质量的 81 倍，在登月飞船通过月地之间、月亮和地球对它的引力相等的位置时，飞船离开月亮中心和地球中心的距离之比为()
- A. 1:27 B. 1:9
- C. 1:3 D. 9:1
5. 物体在月球表面上的重力加速度为在地球表面上的 $\frac{1}{6}$ ，这说明()
- A. 地球的直径是月球直径的 6 倍
- B. 地球质量是月球质量的 6 倍
- C. 月球吸引地球表面的力是地球吸引月球表面的力的 $\frac{1}{6}$
- D. 物体在月球表面的重力是在地球表面的 $\frac{1}{6}$

6. 宇航员站在一星球表面上的某高处,沿水平方向抛出一个球,经过时间 t , 小球落到星球表面,测得抛出点与落地地点之间的距离为 L , 若抛出时的速度增大到原来的 2 倍,则抛出点与落点之间的距离为 $\sqrt{3}L$, 已知两落地点在同一水平面上,该星球半径为 R , 万有引力常量为 G , 求该星球的质量 M 。

三、引力常量的测定

内容导读

1. 牛顿发现了万有引力定律，可他没有测得万有引力常量，你如何看待这个历史事实？
2. 1789年，英国物理学家卡文迪许巧妙地利用扭秤装置第一次较精确地测出了引力常量。请你评说这个实验装置“巧”在哪里？“妙”在哪里？
3. 现在公认的万有引力常量标准值是多少？其物理意义是什么？

案例辨析

在研究宇宙发展演变的理论中，有一种学说叫做“宇宙膨胀说”，认为万有引力常量 G 在缓慢地减小。根据这一理论，在很久很久以前，太阳系中地球的公转情况与现在相比较，公转的半径、公转的速率都发生了怎样的变化？

有同学做了如下的计算：万有引力提供地球绕太阳运动的向心力

$$GMm/R^2 = mv^2/R \text{ 得 } Rv^2 = GM$$

由此可以判断，因为 G 在减小， Rv^2 的乘积在减小，但无法确定 R 、 v 分别怎样变化。你认为这位同学的分析正确吗？

题海冲浪

- 下面关于引力常量的说法中正确的是()
 - 牛顿发现万有引力定律时,就计算出了引力常量
 - 牛顿是用很精确的实验方法测出了引力常量的
 - 由于实验条件的限制,牛顿没能给出准确的引力常量
 - 以上说法均不正确
- 下列关于卡文迪许扭秤实验的说法中正确的是()
 - 引力常量是卡文迪许第一次在实验室里用扭秤实验比较准确地测出的
 - 卡文迪许扭秤实验是通过小平面镜反射光线来测定金属丝的扭转角度的
 - 卡文迪许扭秤实验利用了金属丝的扭转力矩跟扭转角度的平衡关系进行测量的
 - 以上说法均不正确
- 假设地球是半径为 $R=6400\text{ km}$ 的均质球体,地球表面的平均重力加速度 $g=9.8\text{ m/s}^2$,引力常量 $G=6.67\times 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$,不考虑地球的自转。试求地球的质量。

四、万有引力定律在天文学上的应用

内容导读

1. 天体质量的计算

天体之间的作用力主要是万有引力,围绕天体运转的行星或卫星的轨道可看作圆形,行星或卫星围绕天体的运动就是_____,天体对行星或卫星的万有引力提供_____。设天体质量为 M ,行星或卫星质量为 m 。

- 若行星作圆周运动的轨道半径为 r ,周期为 T ,则 $M=_____$ 。
- 若行星作圆周运动的线速度为 v ,半径为 r ,则 $M=_____$ 。
- 若行星作圆周运动的线速度为 v ,周期为 T ,则 $M=_____$ 。
- 若该星球半径为 R ,表面重力加速度为 g ,则 $M=_____$ 。

2. 发现未知天体

人们根据观测的某些行星运行轨道与万有引力计算出的轨道有一定_____,从而

发现一些未知天体。

案例辨析

1. 应用所学知识证明开普勒第三定律，并说明 k 与哪些因素有关。
2. 地球到太阳的距离是水星到太阳距离的 2.6 倍，那么地球和水星绕太阳运转的线速度之比是多少？
3. 月球和地球中心间的距离大约为 $4 \times 10^9 \text{ m}$ ，试估算地球质量是多少？（结果保留一位有效数字）

题海冲浪

1. 下列说法正确的是（ ）
 - A. 海王星和冥王星是人们根据万有引力定律计算的轨道而发现的
 - B. 天王星是人们根据万有引力定律计算的轨道而发现的
 - C. 天王星的运行轨道偏离根据万有引力定律计算的轨道，其原因是天王星受到轨道外其他行星的引力作用
 - D. 以上说法均不正确
2. 关于开普勒第三定律 $\frac{R^3}{T^2} = k$ ，以下理解正确的是（ ）
 - A. k 是一个与行星无关的量
 - B. 若地球绕太阳运转轨道的半长轴为 $R_{\text{地}}$ ，周期为 $T_{\text{地}}$ ；月球绕地球运转轨道半径为 $R_{\text{月}}$ ，周期为 $T_{\text{月}}$ ，则 $\frac{R_{\text{地}}^3}{T_{\text{地}}^2} = \frac{R_{\text{月}}^3}{T_{\text{月}}^2}$
 - C. T 是行星的自转周期
 - D. T 是行星的公转周期
3. 一颗小行星绕太阳作匀速圆周运动的半径是地球公转半径的 4 倍，则这颗小行星的周期是（ ）
 - A. 4 年
 - B. 6 年
 - C. 8 年
 - D. $\frac{8}{9}$ 年

4. 万有引力常量 G 已知, 下列情形中, 哪些能求得地球的质量 M ()

- A. 已知卫星轨道半径 r 和周期 T
- B. 已知卫星的质量 m 及离地高度 h
- C. 已知地球半径 R 和地球表面的重力加速度 g
- D. 已知近地卫星周期 T 和它的向心加速度 a

5. 天文观察某行星围绕太阳运行的线速度为 v , 距离太阳 r , 则可知太阳质量为_____, 已知地球到太阳的距离约为 1.5×10^8 km, 则地球围绕太阳运行的线速度为_____, 太阳质量为_____。

6. 密封舱在离月球表面 112 km 的空中沿圆形轨道运行, 周期为 120.5 min, 月球半径为 1740 km, 根据这些数据计算月球的质量及平均密度。

能力提高

7. 在天体运动中, 将两颗彼此距离较近而又保持不变的两颗星称为双星, 在研究它们时, 可以忽略其它星体对它们的作用。若已知两星质量分别为 M_1 、 M_2 , 它们之间距离为 L , 求它们运转的角速度及半径各是多大?

习题课

内容导读

1. 任何具有质量的两物体间都存在万有引力 $F_{\text{引}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2. 围绕天体运行的行星或卫星的运动在研究时常常看成_____其动力学关系为_____。

3. 星球半径为 R , 在星球表面质量为 m 的物体。

(1) 若不考虑星球自转, 则 $mg = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 若星球自转角速度为 ω , 则赤道处有 $mg = \underline{\hspace{2cm}}$, 两极处有 $mg = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

4. 星球平均密度的求解定义式为 $\rho = \frac{M}{V}$, 通常进行数学变换为其他形式.

案例辨析

1. 某星球可视为球体, 其自转周期为 T , 在它的两极处, 用弹簧秤测得某物体重为 P , 在它的赤道处, 用弹簧秤测得同一物体重为 $0.9P$. 该星球的平均密度是多少?
2. 宇航员乘坐宇宙飞船飞临某一行星表面, 并围绕该行星作圆周运动, 宇航员能否只用一只表测定该行星密度? 说明理由及推导过程.
3. 已知地球半径为 $6.4 \times 10^6 \text{ m}$, 又知月球绕地球的运动可看作匀速圆周运动. 根据一些常识, 估算月球到地球的距离约为多少 (m)?

题海冲浪

1. 若已知行星绕太阳公转的半径为 r , 公转周期为 T , 万有引力常量为 G , 则由此可求出
A. 行星质量 B. 太阳质量 C. 太阳密度 D. 该行星密度
2. 设想人类开发月球, 不断把月球上的矿藏搬运到地球上, 假定经过长期开采后, 地球仍可看作均匀球体, 月球仍沿开采前的圆轨道运动, 则与开采前相比()
A. 地球与月球间万有引力将变大
B. 地球与月球间万有引力将变小
C. 月球绕地球运行周期将变长
D. 月球绕地球运行周期将变短
3. 要使地球赤道上的物体能飘浮在地球表面, 则地球的自转角速度将变为现在的____倍, 重力加速度取 10 m/s^2 .
4. 太阳距银河系的中心为 2.5×10^4 光年, 太阳绕银河系中心的运动的轨道可视为圆形、运动周期为 1.7×10^5 年, 太阳光射到地球上历时 500s. 由此可估算银河系的质量是

太阳质量的多少倍? (取两位有效数字, 光速为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

5. 1976年10月, 剑桥大学研究生贝尔偶然发现一个奇怪的射电源, 它每隔 1.337 s 发出一个脉冲讯号, 贝尔与她的导师曾认为他们与外星文明接上了头, 后来大家认识到事情没有那么浪漫, 该射电脉冲来自某一天体, 这类天体被命名为脉冲星. 脉冲星的特点是脉冲周期短且周期稳定, 这意味着脉冲星一定进行着很准确的自转周期性运动.

(1) 已知蟹状星云的中心 PS0531 是一颗脉冲星, 其周期为 0.331 s , PS0531 的脉冲现象来自自转. 设阻止该星离心瓦解的力是万有引力, 估计 PS0531 的最小密度.

(2) 如果 PS0531 的质量等于太阳质量, 该星的半径最大是多少? (太阳质量 $M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$)

能力提高

6. 某小报登载, 某国发射了一颗质量为 100 kg , 周期为 1 h 的环绕月球作圆周运动的卫星. 一同学记不住万有引力常量的 G 的数值, 但他记得月球半径大约是地球的 $\frac{1}{3.8}$, 月球表面重力加速度约为地球的 $\frac{1}{6}$, 地球半径约为 $6.4 \times 10^3 \text{ km}$, 经过推算, 他认定该则报道是假新闻, 试写出他的论证方案.

五、人造卫星、宇宙速度

内容导读

1. 人造卫星

请你复述牛顿关于发射人造卫星的原理构想，并对牛顿这个原理构想作一评价。

设地球质量 M ，万有引力常量 G ，请你推导人造地球卫星的加速度、速度、角速度、周期与轨道半径的关系。

设卫星质量为 m ，则有

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma \quad a = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{①}$$

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r \quad T = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{②}$$

$$G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r \quad \omega = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{③}$$

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad v = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{④}$$

[注：②、③、④之间还可运用圆周运动知识， $v = \frac{2\pi r}{T}$ ， $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 等关系互相推导]

2. 宇宙速度

(1) 请你叙述三个宇宙速度的大小及其物理意义。

(2) 请你推导（计算）第一宇宙速度。

案例辨析

1. 甲、乙两人造地球卫星都绕地球作匀速圆周运动，若它们轨道半径之比为 $9:1$ ，它们线速度之比是多少？