

与人教版全日制普通高级中学教科书配套

★
星科状元

系列教辅

BIANJIANG

加练边练

BIANLIANBIANJIANGBIANLIAN

笔记本+作业本

第一套 CD-ROM、文本、互联网三维互动的电子教辅

物理 高一(下)

湖北科学技术出版社

红星 电子音像出版社



与人教版全日制普通高级中学教科书配套

★**皇科状元**

加讲边练

物理 高一(下)

红星电子音像出版社 编

策划创意:刘永东

本册主编:黄振藩

编写人员:黄武昌 黄学武 孔祥辉 刘保华 付爱明

黄鸿昌 黄细清 廖福娥 黄太基 付春强

邓友明 张征印 陈进学 冯冰峰 许建芬

陈志明 邓文娟 陈伯荣 赵九华

湖北科学技术出版社

红星 电子音像出版社

图书在版编目(CIP)数据

边讲边练. 物理. 高一/黄振藩主编. —武汉:
湖北科学技术出版社, 2006. 1
(星科状元)
ISBN 7-5352-3538-7

I. 边... II. 黄... III. 物理课—高中—
教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 158631 号

星科状元·边讲边练 物理高一(下)

责任编辑:朱 萍 夏阳春 肖丽香

封面设计:杨 蕾

出版发行:湖北科学技术出版社

红星电子音像出版社

地 址:武汉市雄楚大街 268 号

地址:南昌市阳明路 310 号江西出版大厦八楼

邮 编:430070

电话:0791-6894991

印 刷:南昌市印刷一厂

邮编:330003

787mm×1092mm 16 开 7 印张

143 千字

2006 年 1 月第 1 版

2006 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 7-5352-3538-7/G·903

上下册定价:27.60 元(不含盘:19.60 元)

本册定价:13.80 元(不含盘:9.80 元)

本书如有印装质量问题,可找承印厂更换。

印厂地址:南昌市福山巷 96 号 邮编:330003 电话:0791-6273064

前言

古往今来,投机取巧者不可能成为状元。学好考好,皆因“梅花香自苦寒来”,唯有勤于思考再加上科学的刻苦训练才是致胜的法宝。掌握学习妙法,才能举一反三,提高学习成效;掌握应试技巧,方成考场英雄。

勤思苦练不是题海战术,巧记妙学不是投机取巧。为彻底抛弃文山题海,帮助学生适应新课标条件下的学与试,红星电子音像出版社和湖北科学技术出版社组织了教学一线的国家级、省级骨干教师和研究中高考的专家,紧扣新课标,结合中考高考的内在发展规律,精心编写出版了这套《星科状元·边讲边练》和《星科状元·中(高)考大本营》,旨在给同学们一套助学助考的“法宝”。

《星科状元·边讲边练》和《星科状元·中(高)考大本营》是一个完整的学习辅导体系,“边讲边练”从七年级到九年级、高一到高三完全与课文同步;“中(高)考大本营”适合毕业班同学备战中(高)考,前者助学后者助考,浑然一体,相得益彰。

课前预习、课堂笔记、随堂练习是学好的三步曲,“边讲边练”要同学们既认真听讲又加强练习消化,听讲是进补,作业就是消化。“边讲边练”就是要让同学们“讲”中有“道”、“记”中有“思”、“练”中有“法”,通过学有所练,练有所长,而达到学有所成。《星科状元·边讲边练》为同学们既提供了课堂笔记本,又提供了随堂作业本。

“星科状元”是中学教辅的一次创新,具有五大特点:

三维互动 本套教辅是第一套采用CD-ROM、文本和互联网三维互动方式出版的电子教辅读物,CD-ROM、文本和互联网既三维互动又独立出版,相比于一概纸质图书,它的特色明显:CD-ROM中精选了相应的习题、试题,并配以详细讲解,供你选择;与之配套的“中考高考辅导网”(www.zkgk.com)出

版最新招考资讯,帮助同学们了解中、高考最新风向。

一本两用 从体例上,它融笔记本和作业本于一体,既可用作课堂笔记本,又是一本无需抄题的作业本,免去了教师选题之苦,学生抄写之劳,详细解答单独成册便于教师和家长指导督学;从内容上,本套书题量充足、梯度明显,习题解答、评析详尽,既启发、引导学生的思维活动,又为学生自测与家长检测提供参考。

对接考试 本套教辅的星科精练和单元检测试题均以中高考题型、难易区分度等为标准,使学习与考试有机融合、无缝对接,不仅有助于学生对每堂课的内容的理解和掌握,学到知识、锻炼能力,同时也可以帮助学生加深对中考和高考的认识。

教学同步 整套教辅各科各册与课本一一对应,依据教学大纲要求编制的星科精练与单元检测完全与课堂教学同步,确保100%覆盖知识点,学习、检索一目了然,方便使用。

编排创新 “星科状元·边讲边练”瞄准课程改革的发展趋势,素质与应试两手抓,采用分层次编排结构,分层讲练,循序渐进,符合中学生学习的规律,易于掌握。

这套丛书与七年级到高三的学习过程同步、辅导中考高考,涉及语文、数学、英语、物理、化学、生物、历史、政治、地理九个学科的不同版本,可以满足不同版本读者的需要,它将是您学习的好帮手。

章建跃

人民教育出版社课程教材研究所研究员、主任、编审、博士

2005年3月13日

目 录

第六章 万有引力定律	(1)
第一节 行星的运动	(1)
第二节 万有引力定律	(3)
第三节 引力常量的测定	(5)
第四节 万有引力定律在天文学上的应用	(6)
第五节 人造卫星 宇宙速度(一)	(8)
人造卫星 宇宙速度(二)	(10)
第六章综合测试题	(12)
第七章 机械能	(15)
第一节 功	(15)
第二节 功率	(17)
第三节 功和能	(19)
第四节 动能 动能定理(一)	(21)
动能 动能定理(二)	(24)
第五节 重力势能	(27)
第六节 机械能守恒定律	(29)
第七节 机械能守恒定律的应用(一)	(32)
机械能守恒定律的应用(二)	(35)
第八节 学生实验 验证机械能守恒定律	(38)
第九节 学生实验 探究弹力和弹簧伸长的关系	(41)
第七章综合测试题	(44)
第八章 动量	(46)
第一节 冲量和动量	(46)

第二节 动量定理(一)	(48)
动量定理(二)	(51)
第三节 动量守恒定律	(53)
第四节 动量守恒定律的应用(一)	(56)
动量守恒定律的应用(二)	(59)
第五节 反冲运动 火箭	(62)
第六节 学生实验 验证动量守恒定律	(65)
第八章综合测试题	(69)
第九章 机械振动	(71)
第一节 简谐运动	(71)
第二节 振幅、周期和频率	(73)
第三节 简谐运动的图象	(75)
第四节 单摆(一)	(77)
单摆(二)	(79)
第五节 相位(略)	(81)
第六节 简谐振动的能量 阻尼振动	(81)
第七节 受迫振动 共振	(84)
第八节 学生实验 用单摆测定重力加速度	(86)
第九章综合测试题	(89)
期中考试试卷	(91)
期末考试试卷	(95)
参考答案及点拨(另赠单册)	

●星科点金括号内的数字表示与该学习目标相对应的星科精练题号。

第六章 万有引力定律

本章学习行星运行遵守的规律——开普勒定律、万有引力定律,要求会计算天体的质量、密度和某高度的重力加速度.会区别人造地球卫星与地球表面上的物体,知道宇宙速度、人造地球卫星中的超重和失重现象.能熟练分析解决一些综合问题.

第一节 行星的运动



【学习目标】

1. 了解天体运动认识的发展过程,了解地心说和日心说.(7)
2. 知道所有行星运行的轨道规律.(1)
3. 知道所有行星运行的周期与轨道半径的关系,并能熟练应用.(2~6,8,10)
4. 了解地球自转和公转的周期,月球公转的周期.(9)



一、选择题

1. 关于天体的运动,以下说法中正确的是 []
 A. 天体的运动无法研究 B. 天体的运动是最完美、和谐的匀速圆周运动
 C. 太阳从东边升起,从西边落下,所以太阳绕地球运动 D. 太阳系中所有的行星都绕太阳运动
2. 一颗小行星绕太阳做匀速圆周运动的半径是地球半径的4倍,则这颗小行星运行的周期是 []
 A. 4年 B. 6年 C. 8年 D. $\frac{8}{9}$ 年
3. 关于行星的运动,下列说法正确的是 []
 A. 关于行星的运动,早期有“地心说”与“日心说”之争,而“地心说”容易被人们所接受的原因之一是由于相对运动使得人们观察到太阳东升西落
 B. 所有行星围绕太阳运动的椭圆轨道都可近似地看作圆形
 C. 开普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2} = k$, 式中 k 的值与太阳、行星的质量有关
 D. 开普勒第三定律也适用于其他星系的行星运动
4. 地球和海王星都是环绕太阳做椭圆轨道运行的行星,已知地球位于海王星轨道的内侧,则下列说法中正确的是 []
 A. 地球绕太阳运转的周期比海王星小



年 月 日 星期 天气

知识笔记

- B. 它们运转的轨道半长轴 r 的三次方与公转周期 T 的二次方的比值是相等的
 C. 地球表面的平均温度比海王星高
 D. 它们运转的轨道半长轴 r 的三次方与公转周期 T 的二次方的比值是不相等的
5. 两颗绕太阳运动的行星的轨道半长轴之比是 $1:6$, 则这两颗行星运动的周期之比是 []
 A. $1:36$ B. $1:6$ C. $1:216$ D. $1:6\sqrt{6}$
6. 2003 年 10 月 15 日, 我国成功发射了“神舟五号”载人宇宙飞船. 火箭全长 58.3 m, 起飞质量为 479.8 t, 刚起飞时, 火箭竖直升空, 航天员杨利伟有较强的超重感, 仪器显示他对座舱的最大压力达到他体重的 5 倍. 飞船进入轨道后, 21 h 内环绕地球飞行了 14 圈, 将飞船运行的轨道简化为圆形, 则飞船运行轨道半径与同步卫星轨道(周期为 1 天)的半径之比为 []
 A. $\frac{1}{4\sqrt{4}}$ B. $\frac{1}{2\sqrt{4}}$ C. $\frac{1}{4\sqrt[3]{4}}$ D. $\frac{1}{\sqrt[3]{4}}$

二、非选择题

7. 在古代, 人们对天体的运动存在着“地心说”和“日心说”两种看法, 地心说认为 _____ 是宇宙的中心, 是静止不动的; 日心说认为 _____ 是宇宙的中心, 是静止不动的. 这两种说法中 _____ 更科学.
8. 两颗地球卫星 A 和 B 与地面的距离分别为 h_A 和 h_B , 它们都作匀速圆周运动, 已知地球半径为 R , 则 A 与 B 的运行周期之比为 _____.
9. 地球绕太阳运行的轨道半长轴为 1.50×10^{11} m, 周期为 1 年; 月球绕地球运行的轨道半长轴为 3.82×10^8 m, 周期为 1 个月, 对于地球绕太阳运行可由给定的数值算得 $\frac{R^3}{T^2}$ 约为 3.4×10^{18} , 月球绕地球运行算得 $\frac{R^3}{T^2}$ 约为 1.0×10^{13} ; 则对于木星绕太阳运行的 $\frac{R^3}{T^2}$ 约为 _____, “神舟六号”飞船绕地球运行的 $\frac{R^3}{T^2}$ 约为 _____.
10. 据美联社 2002 年 10 月 7 日报道, 天文学家在太阳系的 9 大行星之外, 又发现了一颗比地球小得多的新行星, 而且还测得它绕太阳公转的周期约为 288 年. 若把它和地球绕太阳公转的轨道都看作圆, 则它与太阳的距离约是地球与太阳距离的多少倍? (最后结果可用根式表示)

【方法指导】

【例】人造地球卫星沿半径为 r 的圆周 I 绕地球运动, 如图 6-1-1 所示, 其周期为 T . 如果卫星要返回地面, 可在轨道上某一点 A 处, 开动制动发动机, 将速率降低适当数值, 使卫星转移到与地球相切的椭圆轨道 II 上, 从而使卫星沿着以地心为焦点椭圆轨道运行, 椭圆和地球表面相切于 B 点, 大气阻力不计, 设地球半径为 R , 问卫星从 A 点经多长时间着陆?

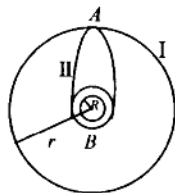


图 6-1-1

【评点】卫星沿圆周运动和做椭圆运动, 都是绕同一天体(地球)运动, 它们的轨道半长轴 r 的三次方与公转周期 T 的二次方的比值相等, 又卫星着陆的时间 t 是椭圆轨道运动周期 T_0 的一半. 所以

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{r'^3}{T_0^2} \quad \text{①}$$

$$\text{而 } r' = \frac{(R+r)}{2} \quad \text{②}$$

$$t = \frac{T_0}{2} \quad \text{③}$$

$$\text{解得 } t = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{R+r}{2r}\right)^3} \cdot T$$

当问题是两个行星绕同一天体运动, 且涉及到轨道半径和周期(或时间)时, 通常采用开普勒第三定律分析比较方便.

第二节 万有引力定律



星点金

【学习目标】

1. 知道万有引力定律的公式和适用条件. (1~3)
2. 体会万有引力定律发现过程中的思路和方法.
3. 知道地球表面上的物体受到的向心力、重力与万有引力之间的关系. (4)
4. 能利用万有引力定律计算有关引力大小. (5~10)



星点精坊

一、选择题

1. 质量分别为 m_1 、 m_2 的两个质点 A 和 B , 相距为 r , 则以下关于它们的万有引力的说法, 正确的是 []
 - A. A 对 B 的引力和 B 对 A 的引力都是 $G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
 - B. 当 A 的质量减半, B 的质量不变, r 也不变, 则 A 对 B 间的引力减半, B 对 A 的引力不变
 - C. 当 A 的质量减半, B 的质量加半, r 不变, 则 A 对 B 间的引力不变
 - D. 当两质点的质量不变, r 也不变时, 则 A 对 B 间的引力增为原来的 8 倍
2. 关于万有引力的说法正确的是 []
 - A. 万有引力定律是牛顿运动定律的组成部分
 - B. 万有引力定律仅存在于星球之间
 - C. $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 中的 G 是一个没有单位的比例常量
 - D. 两物体间的引力大小与两物体质量的乘积成正比, 与两物体的距离的平方成反比
3. 设想把物体放到地球的中心, 则此物体与地球间的万有引力是 []
 - A. 零
 - B. 无穷大
 - C. 等于物体的重力
 - D. 无法确定
4. 由于地球上的物体随地球自转, 则下列说法中正确的是 []
 - A. 地球上的物体都具有自转的向心加速度
 - B. 同一纬度, 高处的物体比低处的物体自转的向心加速度大
 - C. 赤道地区物体自转的向心加速度比两极大
 - D. 地球对物体的万有引力是产生物体自转向心加速度的原因
5. 两个质量均为 m 星体, 其连线的垂直平分线为 MN , O 为两球体连线的中点. 如图 6-2-1 所示, 一个质量为 m' 的物体从 O 沿 OM 方向运动, 则它受到的万有引力大小变化情况是 []
 - A. 一直增大
 - B. 一直减小
 - C. 先增大后减小
 - D. 先减小后增大
6. 设想人类开发月球, 不断把月球上的矿藏搬运到地球上, 假设经过长时间开采后, 地球仍可看作是均匀的球体, 月球仍沿开采前的圆周轨道运动, 则与开采前相比, 地球与月球间的万有引力将 []
 - A. 变小
 - B. 变大
 - C. 不变
 - D. 无法确定

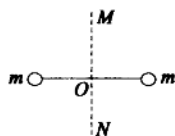


图 6-2-1

二、非选择题

7. 太阳的质量是 1.96×10^{30} kg, 地球的质量是 5.89×10^{24} kg, 地球公转的轨道半径是 1.49×10^{11} m, 则太阳对

- 地球的万有引力为_____，这个引力使地球获得的加速度是_____。
8. 一物体在某星球表面时受到星球的吸引力为在地球表面所受地球吸引力的 n 倍，该星球半径是地球半径的 m 倍，若该星球和地球的质量分布都是均匀的，则该星球的密度是地球密度的_____倍。
9. 宇宙飞船从地球飞向月球，当飞到某一位置时，飞船中的宇航员不再感到自己受到重力作用，则此时宇航员在空中的位置距地球中心_____。（已知地球与月球中心相距 3.8×10^8 m，地球与月球的质量之比为 81 : 1）
10. 在月球表面上以初速度 v_0 自高 h 处水平抛出一小球，水平射程可达 x 。已知月球半径为 R ，如果在月球上发射一颗月球卫星，则它在月球表面附近环绕月球运行的周期是多少？

【方法指导】

【例】半径为 R 、质量为 M 的均匀木球和质量为 m' 的小铁球，两球心相距为 d ，求两球间的万有引力的大小。

【评点】可直接用万有引力公式求解， r 为两心间的距离，所以 $F = G \frac{Mm'}{d^2}$ 。

变化：在半径为 R 、质量为 M 的均匀木球内挖出一个质量为 m 、半径为 $R/2$ 的小木球体，其小木球表面与木球面相切。求挖出小木球后的木球以多大的力吸引质量为 m' 的小铁球？铁球离木球中心地距离为 d ，且在两个木球的中心连线上，如图 6-2-2 所示。

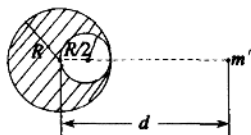


图 6-2-2

【评点】把质量为 M 的均匀木球看作由质量为 m 的小木球和挖去小木球后剩下的空腔球所组成，均匀木球对小铁球引力就等于小木球和剩下的空腔球分别对小铁球的引力的矢量和。

$$\text{即 } G \frac{Mm'}{d^2} = G \frac{mm'}{\left(d - \frac{R}{2}\right)^2} + F$$

$$\therefore F = G \frac{Mm'}{d^2} - G \frac{mm'}{\left(d - \frac{R}{2}\right)^2}$$

此题尚若直接用万有引力公式计算是很困难的，因为剩下的空腔球的重心难以确定。此种情况下用上述“填补法”求解较为方便。

第三节 引力常量的测定



【学习目标】

1. 了解引力常量的测定装置和原理.
2. 知道引力常量的意义、数值和作用.(1~3)
3. 会用万有引力定律结合匀速圆周运动,进行简单计算.(4~6)



一、选择题

1. 关于引力常量 G , 有下列说法:

- ① G 的数值等于两个质量都是 1 kg 的物体相距 1 m 时的相互作用力.
- ② G 的单位是 $\text{kg}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$.
- ③ G 是对任何彼此吸引的两物体都适用的普适常量.
- ④ G 只是对地球上的物体才适用的常数.

其中正确的是

[]

A. ①②③

B. ①③

C. ②③④

D. ①②④

2. 关于引力常量 G , 下列说法正确的是

[]

A. 引力常量首先是由牛顿精确测定出的

B. 引力常量很小, 两个物体间的引力就很小, 所以可忽略不计

C. 引力常量的单位可以是 $\text{m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$

D. 引力常量的测定实验同时也验证了万有引力定律

3. 关于引力常量 G , 下列说法正确的是

[]

A. 在不同星体上, G 的数值不一样

B. G 是由实验得出的而不是人为规定的

C. 卡文迪许测出了 G 值, 才使万有引力定律开始有了真正的实用价值

D. G 是一个无单位的常量

4. A 和 B 是绕地球做匀速圆周运动的两卫星, 若它们的质量关系是 $m_A = 2m_B$, 轨道半径之比 $r_A : r_B = 1 : 2$, 则 A 与 B 的

[]

A. 加速度之比为 1 : 4

B. 周期之比为 1 : $2\sqrt{2}$

C. 线速度之比 2 : 1

D. 角速度之比为 $\sqrt{2} : 1$

二、非选择题

5. 地球的半径是 R , 密度是 ρ , 地球表面的重力加速度是 g , 则由以上三个量表示的万有引力常量 $G =$ _____.

6. 在一次测定引力常量的实验中, 已知一个质量是 0.8 kg 的球, 以 $1.3 \times 10^{-10} \text{ N}$ 的力吸引另一个质量是 $4.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$ 的球, 且这两个球相距 $4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$. 设地球表面的重力加速度是 9.8 m/s^2 , 地球半径是 6400 km. 根据这些数据计算:

(1) 引力常量 G ; (2) 地球质量 M .

【方法指导】

【例】把火星视为质量分布均匀的球体, 已知火星半径为 r , 火星表面的重力加速度为 g' , 求火星的质量.

【评点】设火星的质量为 m , 由 $g' = \frac{Gm}{r^2}$ 得 $m = \frac{g'r^2}{G}$.

第四节 万有引力定律在天文学上的应用



【学习目标】

1. 会计算天体的质量和密度. (8~10)
2. 了解万有引力定律对研究天体的重要意义. (1)
3. 能熟练结合匀速圆周运动和万有引力定律, 解决有关问题. (2~7)



一、选择题

1. 下列说法正确的是 []
A. 海王星和冥王星是人们依据万有引力定律计算的轨道而发现的
B. 天王星是人们依据万有引力定律计算的轨道而发现的
C. 天王星的运动轨道偏离根据万有引力定律计算出来的轨道, 其原因是由于天王星受到轨道外面其他行星的引力作用
D. 以上说法均不对
2. 为了估算一个天体的质量, 需要知道该天体匀速圆周运动的另一星球的条件是 []
A. 质量和运转周期
B. 运转周期和轨道半径
C. 轨道半径和环绕速度
D. 质量和环绕速度
3. 把火星和地球到太阳运行的轨道视为圆周. 由火星和地球绕太阳运动的周期之比可求得 []
A. 火星和地球的质量之比
B. 火星和太阳的质量之比
C. 火星和地球到太阳的距离之比
D. 火星和地球绕太阳运行速度之比
4. 设水星绕太阳的运动是匀速圆周运动, 若测得水星到太阳的距离是 r , 水星绕太阳运动的周期是 T , 引力常量为 G , 根据给出的物理量能够求得的量有 []
A. 水星的质量
B. 太阳的质量
C. 水星的线速度
D. 水星的加速度大小
5. 设火星和地球都是球体, 火星质量与地球质量之比 $M_1 : M_2 = P$, 火星半径与地球半径之比 $R_1 : R_2 = q$, 那么, 火星表面处的重力加速度与地球表面处的重力加速度之比 $g_1 : g_2$ 为 []
A. p/q^2
B. pq^2
C. p/q
D. pq
6. 一物体在地球表面重 16 N, 它在以 5 m/s^2 的加速度加速上升的火箭中重为 9 N, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 则此火箭离地球表面的距离为地球半径 R 的 []
A. 2 倍
B. 3 倍
C. 4 倍
D. 一半

二、非选择题

7. 已知地球半径约为 $6.4 \times 10^6 \text{ m}$, 又知月球绕地球的运动可近似看作圆周运动, 则可估算出月球到地心的距离约为 _____ m. (结果只保留一位有效数字)
8. 已知月球的半径为 r , 月球表面的重力加速度为 $g_{月}$, 引力常量为 G , 若忽略月球的自转, 则月球的平均密度的表达式为 _____.
9. 设在地球上和在某 x 天体上以相同的初速度竖直上抛一物体的最大高度之比为 k (均不计阻力), 且已知地球和 x 天体的半径之比也为 k , 则地球质量与此天体质量之比为 _____.
10. 在某星球上宇航员用弹簧秤称得质量为 m 的砝码重为 F , 而乘宇宙飞船在靠近该星球的空中飞行, 测得其环绕周期为 T , 试求该星球的质量.

【方法指导】

【例】假设地球绕太阳做匀速圆周运动,已知真空中的光速为 c ,太阳光从太阳射到地球的时间为 t ,地球的半径为 R ,地球表面的重力加速度为 g ,地球的公转周期为 T ,求太阳和地球的质量之比 $M_{\text{日}}/M_{\text{地}}$. (太阳及地球本身的大小相对地球到太阳的距离可忽略)

【评点】太阳光从太阳射到地球的时间 t 内的距离 r ,可认为是太阳中心到地球中心的距离,即 $r = ct$. 地球绕太阳转动有: $G \frac{M_{\text{日}} m}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$,对地球表面上的近地卫星有: $G \frac{M_{\text{地}} m'}{R^2} = m' g$,联解以上三式得 $\frac{M_{\text{日}}}{M_{\text{地}}} = \frac{4\pi^2 c^3 t^3}{g R^2 T^2}$

第五节 人造卫星 宇宙速度(一)



【学习目标】

1. 了解人造卫星的有关知识.
2. 知道三个宇宙速度,并能推导第一宇宙速度.(2)
3. 会计算人造卫星的有关问题.(1,3~10)



一、选择题

1. 已知第一宇宙速度 $v_1 = 7.9 \text{ km/s}$, 第二宇宙速度 $v_2 = 11.2 \text{ km/s}$, 那么, 人造地球卫星在轨道上作圆周运动的运行速度的大小 []
 A. 只能是等于 v_1 B. 不大于 v_1
 C. 大于 v_1 小于 v_2 D. 大于或等于 v_1 , 小于 v_2
2. 地球的宇宙速度是 8 km/s , 某行星的质量是地球质量的 6 倍, 半径是地球半径的 1.5 倍, 则该行星的第一宇宙速度约为 []
 A. 4 km/s B. 8 km/s C. 16 km/s D. 32 km/s
3. 人造地球卫星绕地球做匀速圆周运动, 其轨道半径为 R , 线速度大小为 v , 周期为 T . 若要使卫星周期为 $2T$, 可能的办法是 []
 A. R 不变, 线速度变为 $v/2$ B. v 不变, 轨道半径变为 $2R$
 C. 轨道半径变为 $\sqrt[3]{4}R$ D. v 不变, 轨道半径变为 $4R$
4. 两颗人造卫星 A、B 绕地球做圆周运动, 周期之比为 $T_A : T_B = 1 : 8$, 则轨道半径之比和运动速率之比分别为 []
 A. $R_A : R_B = 4 : 1, v_A : v_B = 1 : 2$ B. $R_A : R_B = 4 : 1, v_A : v_B = 2 : 1$
 C. $R_A : R_B = 1 : 4, v_A : v_B = 1 : 2$ D. $R_A : R_B = 1 : 4, v_A : v_B = 2 : 1$
5. 我国的航天事业现已处于世界领先地位. 我国自行研制的“风云二号”气象卫星和“神舟号”飞船都绕地球做匀速圆周运动. “风云二号”离地面的高度是 3600 km , “神舟号”飞船离地的高度是 340 km , 则
 ①它们的线速度都大于第一宇宙速度
 ②“风云二号”的向心加速度小于“神舟号”飞船的向心加速度
 ③“风云二号”的线速度大于“神舟号”飞船的线速度
 ④“风云二号”的周期大于“神舟号”飞船的周期
 以上说法中正确的是 []
 A. ②④ B. ①③ C. ②③ D. ①④
6. 人造地球卫星沿圆围绕地球运动, 因为大气阻力的作用, 其运动的高度将逐渐减小. 由于高度变化很慢, 在变化过程中的任一时刻, 仍可以认为卫星满足匀速圆周运动规律, 则关于卫星运动的一些物理量的变化正确的是 []
 A. 线速度逐渐减小 B. 向心加速度增大
 C. 运动周期增大 D. 角速度不变
7. a, b, c 是环绕地球的圆形轨道上运行的三颗人造卫星, 如图 6-5-1 所示, a, c 是质量相同, 且小于 b 的质量, 下列说法正确的是 []
 A. a, b 的线速度大小相等, 且大于 c 的线速度

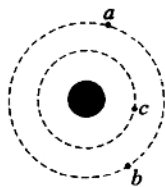


图 6-5-1

- B. a 、 b 的周期相等,且大于 c 的周期
 C. a 、 b 的向心加速度大小相等,且大于 c 的向心加速度
 D. a 所需的向心力相等,且小于 c 所需的向心力

二、非选择题

8. 在一半径为 R 的星球上,一人以速度 v 竖直上抛一物体,经 t 秒落回手中,若有一颗在该星球表面附近环绕做匀速圆周运动的人造卫星,则此卫星的线速度大小为_____.
9. 某飞船在离地面 870 km 的高空轨道上运行,进行科学实验,已知地球半径为 6400 km,第一宇宙速度为 7.9 km/s,则此飞船的运行速度为_____ km/s.
10. 如图 6-5-2 所示,两颗靠得很近的星体称为双星. 宇宙中有一对双星,质量分别为 m_1 、 m_2 ,它们以两者连线上的某点为圆心做匀速圆周运动,设双星间的距离为 L ,不考虑其他星体的影响,求两颗星的轨道半径和周期.

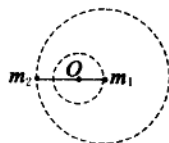


图 6-5-2

【方法指导】

【例】宇航员在一行星表面上以初速度 v_0 竖直向上抛出一个物体,经 t 后落回手中,已知该行星的半径为 R ,要使物体不再落回星球表面,沿星球表面抛出的速度至少应多大?

【评点】由竖直上抛的对称性可知,物体从最高点落回手中的时间是 $t/2$,由 $v_0 = g_{\text{行}} \cdot t/2$ 得 $g_{\text{行}} = 2v_0/t$. 物体不再落回星球表面时,万有引力提供向心力,万有引力也等于物体所在轨道上的重力,即

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = mg_{\text{行}}, \text{ 得 } v = \sqrt{g_{\text{行}} \cdot r}$$

$$\text{当 } r = R \text{ 时, } v = \sqrt{g_{\text{行}} \cdot r} = \sqrt{g_{\text{行}} \cdot R} = \sqrt{\frac{2v_0 R}{t}}$$

$$\text{所以物体落回星球表面抛出的速度至少应大于或等于 } \sqrt{g_{\text{行}} \cdot R} = \sqrt{\frac{2v_0 R}{t}}$$

在分析卫星运行问题,出发点是认为卫星绕天体做匀速圆周运动,抓住关键的三个等式: $F_{\text{引}} = F_{\text{向}} = mg_r$, 问题便可解答.

人造卫星 宇宙速度(二)



【学习目标】

1. 知道同步卫星的特征. (1, 2, 6)
2. 知道人造卫星中的超重和失重现象. (3)
3. 能区分人造卫星和地球表面上的物体. (7)
4. 能熟练计算人造卫星的有关问题. (4, 5, 8 ~ 10)



一、选择题

1. 关于地球同步卫星, 下列说法正确的是 []
 - A. 它一定在地球赤道的上空运行
 - B. 它的高度和运动速率各是一个确定值
 - C. 它是相对地球静止的, 且周期与地球自转周期不同
 - D. 它的向心加速度小于 9.8 m/s^2
2. 地球同步卫星到地心的距离 r 可用 $r^3 = a^2 b^2 c / 4\pi^2$ 求出, 已知式中 a 的单位是 m , b 的单位是 s , c 的单位是 m/s^2 , 则 []
 - A. a 是地球半径, b 是地球自转周期, c 是地球表面处的重力加速度
 - B. a 是地球半径, b 是同步卫星绕地心运动的周期, c 是同步卫星的加速度
 - C. a 是地球的半径, b 是地球自转周期, c 是同步卫星的加速度
 - D. a 是地球半径, b 是同步卫星绕地心运动的周期, c 是地球表面处的重力加速度
3. 绕地球运行的航天站中 []
 - A. 可用弹簧秤测物体重力的大小
 - B. 可用天平测物体的质量
 - C. 可用托里拆利实验测舱内的气压
 - D. 以上实验都不能实现
4. 关于绕地球做匀速圆周运动的人造卫星, 下列说法正确的是 []
 - A. 卫星运行的速率一定大于 7.9 km/s
 - B. 在任何圆形轨道上运行的人造卫星, 其轨道圆的圆心与地球地心必重合
 - C. 只有同步卫星的周期才等于 24 小时
 - D. 卫星运行的向心加速度等于地球表面的重力加速度
5. 一星球的质量为地球质量的 $1/8$, 半径为地球半径的 $1/2$, 则下列说法中错误的是 []
 - A. 在地球上能举起 60 kg 物体的人, 在此星球上一定能举起 120 kg 的物体
 - B. 此星球表面的重力加速度为地球表面的重力加速度的 2 倍
 - C. 在此星球上发射卫星的最小发射速度约为 3.95 km/s
 - D. 此星球卫星的最小运行周期与地球卫星的最小运行周期相同
6. 在地球(看作质量均匀分布的球体)上空有许多同步卫星, 下面的说法中正确的是 []
 - A. 它们的质量可能不同
 - B. 它们的速度可能不同
 - C. 它们的向心加速度可能不同
 - D. 它们离地心的距离可能不同
7. 同步卫星离地心的距离为 r , 运行速率为 v_1 , 加速度为 a_1 ; 地球赤道上的物体随地球自转的向心加速度为 a_2 , 第一宇宙速度为 v_2 , 地球半径为 R , 则下列比值正确的是 []
 - A. $\frac{a_1}{a_2} = \frac{r}{R}$
 - B. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{r}{R}$
 - C. $\frac{a_1}{a_2} = \left(\frac{r}{R}\right)^2$
 - D. $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{R}{r}}$

二、非选择题

8. 设地球半径为 R , 质量为 m 的飞船在距地面 R 高处作匀速圆周运动, 地面的重力加速度为 g , 则飞船的加速度为 _____, 飞船的线速度为 _____. 在飞船内用弹簧悬挂一个质量为 m 的物体, 则弹簧秤的示数为 _____.
9. 两个质量均为 m 的物体由轻质硬杆相连, 形如一个“哑铃”, 围绕一个质量为 M 的天体旋转, 如图 6-5-3 所示. 两物体和天体球心在一直线上, 两物体分别以 r_1 和 r_2 为半径绕 M 作圆周运动, 成为 M 的卫星, 求此卫星的运转周期.

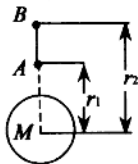


图 6-5-3

10. (2004 · 全国卷) 在勇气号火星探测器着陆的最后阶段, 着陆器降落到火星表面上, 再经过多次弹跳才停下来. 假设着陆器第一次落到火星表面弹起后, 到达最高点时高度为 h , 速度方向是水平的, 速度大小为 v_0 , 求它第二次落到火星表面时速度的大小, 计算时不计火星大气阻力. 已知火星的一个卫星的圆轨道的半径为 t , 周期为 T . 火星可视为半径为 R 的均匀球体.

【方法指导】

【例】两颗卫星在同一轨道平面绕地球做匀速圆周运动. 地球半径为 R , a 卫星离地面高度为 R , b 卫星离地面高度为 $3R$, 求

(1) a 、 b 两卫星的周期之比 $T_a : T_b$ 是多少?

(2) 若某时刻两卫星正好同时通过地面同一点的正上方, 则 a 至少经过多少个周期两卫星相距最远?

【评点】(1) 由开普勒第三定律知: $\frac{r_a^3}{T_a^2} = \frac{r_b^3}{T_b^2}$

$$\text{得 } \frac{T_a}{T_b} = \left(\frac{r_a}{r_b} \right)^{\frac{3}{2}} = \left(\frac{2R}{4R} \right)^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

(2) 设 a 至少经过 n 个周期两卫星相距最远, 则 a 经过的时间为 $t = nT_a$.

又设在 t 时间内 a 、 b 转过的角度分别为 θ_a 、 θ_b , 则由题意有 $\theta_a - \theta_b = \pi$, 又 $\theta = \omega t$, 得

$$\omega_a t - \omega_b t = \pi \quad \text{即} \quad t \left(\frac{2\pi}{T_a} - \frac{2\pi}{T_b} \right) = \pi$$

$$\text{解得 } t = \frac{T_a T_b}{2(T_a - T_b)}$$

$$\therefore n = \frac{T_a}{2(T_a - T_b)} = \frac{1}{2(2\sqrt{2} - 1)} = 0.77$$

相距最远时如何列方程是此题的关键, 此问可比喻为两同学在田径场比赛时的场景, 展开想象找到解决问题准确的切入点是非常重要的.