

主编 钟小平

高中物理竞赛题典 习题全解



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社

高中物理竞赛培优教程

高中物理竞赛题典

高中物理竞赛培优教程习题全解

高中物理竞赛题典习题全解

高中物理竞赛解题方法



ISBN 978-7-308-05435-5



9 787308 054355 >

定价：20.00元

高中物理竞赛题典习题全解

主 编 钟小平
编 委 陈明华 袁跃胜
杨科军 赵 登
沈朝晖

浙 江 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

高中物理竞赛题典习题全解 / 钟小平主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2007. 8
ISBN 978-7-308-05435-5

I. 高... II. 钟... III. 物理课—高中—解题 IV. G634. 75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 130163 号

高中物理竞赛题典习题全解

钟小平 主编

责任编辑 杨晓鸣 姜 锐(特邀)

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江省良渚印刷厂

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 15.5

印 数 0001—8000

字 数 310 千

版 印 次 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-05435-5

定 价 20.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88072522

编写说明

中学物理教育是基础教育的重要组成部分。每年一度的全国中学生物理竞赛在激发中学生对物理学科的热爱和学习兴趣、培养科学思维能力等方面起到了重要作用并产生了积极的影响,因此越来越受到中学师生的重视。

为了配合中学生参加全国中学生物理竞赛,向他们提供可读性强、有实用参考价值的阅读材料,我们依据高中物理竞赛大纲编写了《高中物理竞赛题典》。本书自出版以来,备受广大读者的青睐。很多读者纷纷来电、来函,要求对本书习题作出详细解答。鉴于此,我们编写了本书的习题全解。

本书的编写得到了北京大学教授、全国物理奥林匹克总教练领队舒幼生,浙江省物理竞赛委员会副主任周彩莺老师,浙江省物理学会秘书长、浙江大学教授赵隆韶,浙江大学物理系潘正权教授、浙江师范大学物理系主任宗丰德教授大力支持和帮助。清华大学陈凯亮、冯涛同学、钟来天同学,北京大学周迪、徐鼎梁、张晟同学,复旦大学刘集思同学,上海交通大学范鸿敏同学为本书习题的验算及校对做了不少工作,在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,疏漏不足之处,恳请读者批评指正。

编者
2007年6月

目 录

一、单元测试题

1. 运动学单元测试题及解答	(1)
2. 静力学单元测试题及解答	(8)
3. 牛顿运动定律单元测试题及解答	(14)
4. 功和能单元测试题及解答	(20)
5. 角动量单元测试题及解答	(26)
6. 简谐振动、机械能单元测试题及解答	(33)
7. 热学单元测试题及解答	(40)
8. 静电场单元测试题及解答	(47)
9. 恒定电流单元测试题及解答	(54)
10. 电磁感应单元测试题及解答	(60)
11. 交变电流和电磁波单元测试题及解答	(69)
12. 光学单元测试题及解答	(74)
13. 原子物理单元测试题及解答	(80)
14. 相对论单元测试题及解答	(85)

二、全国物理竞赛预赛模拟试卷

预赛模拟测试卷(一)及解答	(89)
预赛模拟测试卷(二)及解答	(100)
预赛模拟测试卷(三)及解答	(107)
预赛模拟测试卷(四)及解答	(114)
预赛模拟测试卷(五)及解答	(118)
预赛模拟测试卷(六)及解答	(123)
预赛模拟测试卷(七)及解答	(127)

预赛模拟测试卷(八)及解答	(133)
预赛模拟测试卷(九)及解答	(137)
预赛模拟测试卷(十)及解答	(141)

三、全国物理竞赛复赛模拟试卷

复赛模拟测试卷(一)及解答	(146)
复赛模拟测试卷(二)及解答	(154)
复赛模拟测试卷(三)及解答	(159)
复赛模拟测试卷(四)及解答	(164)
复赛模拟测试卷(五)及解答	(172)
复赛模拟测试卷(六)及解答	(182)
复赛模拟测试卷(七)及解答	(188)
复赛模拟测试卷(八)及解答	(196)
复赛模拟测试卷(九)及解答	(201)
复赛模拟测试卷(十)及解答	(207)

四、全国物理竞赛决赛模拟试卷

决赛模拟测试卷(一)及解答	(212)
决赛模拟测试卷(二)及解答	(224)
决赛模拟测试卷(三)及解答	(235)

一、单元测试题

1. 运动学单元测试题及解答

一、选择题

1. 如图 1-1 所示, M 、 N 是两个共轴圆筒的横截面. 外筒半径为 R , 内筒半径比 R 小得多, 可以忽略不计. 筒的两端是封闭的, 两筒之间抽成真空. 两筒以相同的角速度 ω 绕其中心轴线(图中垂直于纸面)匀速转动. 设从 M 筒内部可以通过窄缝 S (与 M 筒的轴线平行)不断地向外射出两种不同速率 v_1 和 v_2 的微粒, 从 S 处射出时初速度方向都是沿筒的半径方向, 微粒到达 N 筒后就附着在 N 筒上. 如果 R 、 v_1 和 v_2 都不变, 而 ω 取某一合适的值, 则()

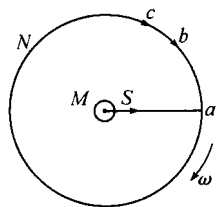


图 1-1

- A. 有可能使微粒落在 N 筒上的位置都在 a 处一条与 S 缝平行的窄条上
 B. 有可能使微粒落在 N 筒上的位置都在某一处如 b 处一条与 S 缝平行的窄条上
 C. 有可能使微粒落在 N 筒上的位置分别在某两处如 b 处和 c 处与 S 缝平行的窄条上
 D. 只要时间足够长, N 筒上将到处落有微粒
2. 两辆完全相同的汽车, 沿平直公路一前一后匀速行驶, 速度均为 v . 若前车以恒定的加速度刹车, 在它刚停车时, 后车以前车刹车时的加速度开始刹车. 已知前车在刹车过程中滑行的距离为 s , 若要保证两辆车在上述过程中不相碰, 则两车在匀速行驶时应保持距离至少为()
- A. s B. $2s$ C. $3s$ D. $4s$

3. 一条船渡河时, 船相对于静水的速度 v_1 和水流速度 v_2 保持不变. 当船以速度 v_1 沿垂直于河岸的方向开出时, 到达对岸的时间为 t_1 . 当船以速度 v_1 偏向上游沿某一方向开出时, 恰可沿垂直于河岸的方向经时间 t_2 到达对岸. 则 v_1 与 v_2 的大小之比为 ()

A. $\frac{t_1}{\sqrt{t_2^2 + t_1^2}}$ B. $\frac{t_2}{\sqrt{t_2^2 + t_1^2}}$ C. $\frac{t_1}{\sqrt{t_2^2 - t_1^2}}$ D. $\frac{t_2}{\sqrt{t_2^2 - t_1^2}}$

4. 如图 1-2 所示, 一根细绳绕过两个相距 $2a$ 的定滑轮 (滑轮大小不计), 细绳两端分别静止吊着相同的物体 A 和物体 B. 现于两个滑轮间绳子的中点处挂一物体 C, 当 C 下落距离 b 时, 其速率为 v , 则此时 A、B 的速率为 ()

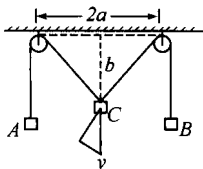


图 1-2

A. v B. $\frac{v \sqrt{a^2 + b^2}}{2b}$
C. $\frac{bv}{\sqrt{a^2 + b^2}}$ D. $\frac{v \sqrt{a^2 + b^2}}{b}$

5. 火车站的自动扶梯用 10s 可把站立在扶梯上的人由一楼送到二楼, 而如果自动扶梯不动, 人沿扶梯由一楼走到二楼需用 15s. 若人沿开动着的扶梯向上走, 则由一楼到达二楼需要的时间为 ()

A. 3s B. 5s C. 6s D. 8s

二、填空题

1. 如图 1-3 所示, 相互平行的光滑竖直墙壁 a 和 b , 相距 s . 现从两墙间的地面上某 P 点处, 以初速 v_0 斜抛出一小球, 要使小球分别与 a 、 b 两墙各发生一次弹性碰撞后恰好重新落回 P 点处, 则抛出小球的抛射角 $\theta =$ _____.

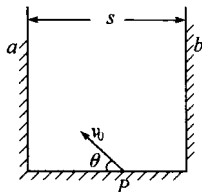


图 1-3

2. 两个质点从地面上的同一地点, 以相同的初速率 v_0 和不同的抛射角抛出. 当两个质点的射程 R 相同时, 它们在空中飞行时间的乘积为 _____ (不计空气阻力)

3. 以 y 轴为抛出点的竖直线 (物体做平抛运动), 但抛出点未知. AB 是平抛的一段轨迹, 已知 A 、 B 两点到 y 轴的水平距离分别为 x_1 、 x_2 , A 、 B 两点之间的竖直距离为 h , 如图 1-4 所示, 则小球抛出时的初速度为 _____.

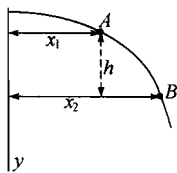


图 1-4

4. 杂技演员把三只球依次竖直向上抛出, 形成连续的循环. 在循环中, 他每抛出一球后, 再过一段与刚抛出的球在手中停留时间相等的时间, 又接到下一个球. 这样, 在总的循环过程中, 便形成有时空中有 3 个球, 有时空中有两个球, 而演员手中则有一半时间内有球, 有一半时间内没有球的情况. 设每个球上

升的高度为 1.25m , 取 $g=10\text{m/s}^2$, 则每个球每次在手中停留的时间是_____.

5. 如图 1-5 所示, 一把雨后张开的雨伞, 伞的边缘的圆周半径为 R , 距地面的高度为 h . 当伞绕竖直伞把以角速度 ω 匀角速转动时, 伞边缘的雨滴被甩出, 落于地面上同一圆周上, 则该圆周的半径为_____.

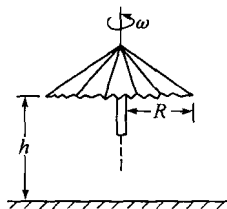


图 1-5

三、解答题

1. A 、 B 两点间的距离为 s , 均分为 n 段. 一质点从 A 点由静止开始以加速度 a 运动, 若质点到达每一段末端时其加速度都增加

$\frac{a}{n}$, 试证明质点运动到 B 点时的速度为 $\sqrt{as\left(3-\frac{1}{n}\right)}$.

2. n 个有共同顶点 O 而倾角不同的光滑斜面, 分布在同一竖直平面内, 其倾角在 $0 < \alpha \leq \frac{\pi}{2}$ 范围内. 现将 n 个质点同时从顶点 O 由静止释放, 让其分别沿 n 个斜面下滑, 试证明任意时刻 n 个质点位于同一圆周上, 并求出该圆周的半径和圆心位置与时间的关系.

3. A 、 B 两颗行星, 绕一恒星在同一平面上做匀速圆周运动, 运动方向相同, A 的周期为 T_1 , B 的周期为 T_2 , 且 $T_1 > T_2$. 若某一时刻两颗行星的距离最近, 求在以后的运动中:

(1) 再经历多少时间两颗行星的距离可再度达到最近?

(2) 再经历多少时间两颗行星的距离可达到最远?

4. 炮兵由山顶向海上目标射击, 发现同一门炮以仰角 α_1 和 α_2 发射相同的炮弹时, 都能准确地命中海面上位置不变的同一目标. 已知炮弹初速度大小为 v_0 , 求此山的海拔高度 (不计空气阻力).

5. 两只小环 O 和 O' 分别套在静止不动的竖直杆 AB 和 $A'B'$ 上. 一根不可伸长的绳子, 一端系在 A' 点上, 绳子穿过环 O' , 另一端系在环 O 上, 如图 1-6 所示. 若环 O' 以恒定速度 v' 沿杆向下运动, $\angle AOO' = \alpha$. 问: 环 O 的运动速度多大?

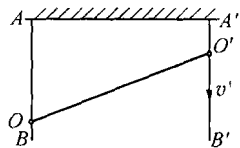


图 1-6

参考答案

一、1. ABC 2. B 3. D 4. C 5. C

二、1. 分析与解 由于小球与墙的碰撞是弹性的, 可利用镜像法, 则小球的运动相当于一斜抛运动.

$$\text{则: } \frac{2v_0 \sin \theta}{g} \cdot v_0 \cos \theta = 2s.$$



$$\sin 2\theta = \frac{2gs}{v_0^2}$$

$$\text{得 } \theta = \frac{1}{2} \arcsin\left(\frac{2gs}{v_0^2}\right)$$

2. 分析与解 设两个质点的抛射角分别为 θ_1 、 θ_2 ,

$$\text{则 } \frac{2v_0 \sin \theta_1}{g} \cdot v_0 \cos \theta_1 = \frac{2v_0 \sin \theta_2}{g} \cdot v_0 \cos \theta_2 = R$$

$$\sin 2\theta_1 = \sin 2\theta_2$$

$$\text{故 } 2\theta_1 + 2\theta_2 = \pi, \text{ 即 } \theta_1 + \theta_2 = \frac{\pi}{2}$$

$$t_1 \cdot t_2 = \frac{2v_0 \sin \theta_1}{g} \cdot \frac{2v_0 \sin \theta_2}{g} = \frac{4v_0^2}{g^2} \cdot \sin \theta_1 \cdot \sin \theta_2$$

$$= \frac{4v_0^2}{g^2} \sin \theta_1 \cdot \cos \theta_1 = \frac{2R}{g}$$

3. 分析与解 设质点从抛出到到达 A 点经历时间 t_1 , 到 B 点经历时间 t_2 , 质点初速度为 v_0 .

$$\text{则有 } v_0 t_1 = x_1 \quad (1)$$

$$v_0 t_2 = x_2 \quad (2)$$

$$(gt_2)^2 - (gt_1)^2 = 2gh \quad (3)$$

由(1)(2)代入(3)得

$$g \cdot \frac{x_2^2}{v_0^2} - g \cdot \frac{x_1^2}{v_0^2} = 2h$$

$$\text{得 } v_0 = \sqrt{\frac{g}{2h}(x_2^2 - x_1^2)}$$

4. 分析与解 取其中任意一个球作为研究对象, 其运动过程包括两部分.

$$\text{在空中的时间: } \frac{1}{2}gt_0^2 = 1.25, t_0 = 0.5\text{s}, t_1 = 2t_0 = 1\text{s}.$$

在手中的时间: t_2

$$\text{故整个过程循环的时间: } t = 1 + t_2$$

而从整个运动角度看, 演员手中一半时间有球, 又由于三个球的运动方式是完全相同的, 故每个球在手中的停留时间为:

$$(1 + t_2) \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}(1 + t_2) = t_2$$

$$\text{得 } t_2 = 0.2\text{s}.$$

5. 分析与解 伞转动时, 雨滴做圆周运动; 雨滴被甩出后, 做平抛运动, 其中初速度方向即为圆的切线方向.

甩出时水滴的水平速度: $v = \omega R$.

落地时间: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

则 $s = vt = \omega R \sqrt{\frac{2h}{g}}$

由勾股定理: $r = \sqrt{R^2 + s^2} = \sqrt{R^2 + \frac{2\omega^2 R^2 h}{g}}$.

三、1. 分析与解 将 n 段分别命名为第 1, 2, $\dots$, n 段.

则当质点运动到第 k 段末端时速度为 v_k , 此时其加速度为

$$a_k = a + \frac{a}{n} \cdot k$$

由匀加速度运动特点知, 在第 $k+1$ 段末,

$$v_{k+1}^2 - v_k^2 = 2 \left(a + \frac{a}{n} \cdot k \right) \cdot \frac{s}{n} = \frac{2as}{n} \left(1 + \frac{k}{n} \right)$$

类推, 可有

$$v_k^2 - v_{k-1}^2 = \frac{2as}{n} \left(1 + \frac{k-1}{n} \right)$$

$\vdots$

$$v_1^2 - v_0^2 = \frac{2as}{n} \cdot 1$$

以上各式叠加得 $v_k^2 - v_0^2 = \frac{2as}{n} \left[k + \frac{(k-1)k}{2n} \right]$

即 $v_k^2 = \frac{2as}{n} \cdot k \cdot \left[1 + \frac{k-1}{2k} \right]$

当 $k=n$ 时, $v_k^2 = 2as \left[1 + \frac{n-1}{2n} \right] = 2as \cdot \frac{3n-1}{2n}$

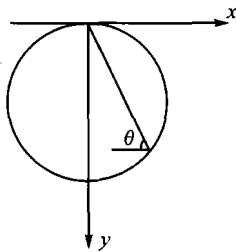
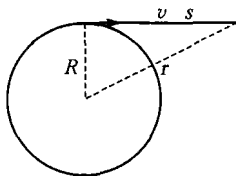
所以 $v_n = \sqrt{as \left(3 - \frac{1}{n} \right)}$.

2. 分析与解 取其中一下滑倾斜角为 θ 的质点进行的研究, 在 t 时刻,

$$\begin{cases} x = \frac{1}{2} \cdot g \sin \theta \cdot t^2 \cdot \cos \theta \\ y = \frac{1}{2} \cdot g \sin \theta \cdot t^2 \cdot \sin \theta \end{cases}$$

两方程联立 $x^2 + y^2 = \frac{1}{4} g^2 t^4 \sin^2 \theta = \frac{1}{2} g t^2 \cdot y$

即 $x^2 + \left(y - \frac{1}{4} g t^2 \right)^2 = \left(\frac{1}{4} g t^2 \right)^2$



可见任意时刻 n 个质点位于同一圆周上, 且 $r = \frac{1}{4}gt^2$,

圆心位置为 $(0, \frac{1}{4}gt^2)$

3. 分析与解 (1) 行星角速度 $\omega_A = \frac{2\pi}{T_1}, \omega_B = \frac{2\pi}{T_2}$

此问题相当于一追及问题:

$$\text{则 } \frac{t}{T_2} - \frac{t}{T_1} = k$$

$$\text{得 } t = \frac{kT_1T_2}{T_1 - T_2} (k \in N^*)$$

$$(2) t = \frac{kT_1T_2}{T_1 - T_2} + \frac{\pi}{\omega_B - \omega_A} = \frac{(2k+1)T_1T_2}{2(k_1 - k_2)} (k \in N^*).$$

4. 分析与解 画出矢量图, 找到数量关系:

$$v_0 \cos \alpha_1 t_1 = v_0 \cos \alpha_2 t_2$$

$$v_0 t_1 \sin \alpha_1 + h = \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$v_0 t_2 \sin \alpha_2 + h = \frac{1}{2}gt_2^2$$

由(1)(2)(3)解得

$$h = \frac{2v_0^2 \cot(\alpha_1 + \alpha_2)}{g(\tan \alpha_1 + \tan \alpha_2)}$$

5. 分析与解 解1 由微元法求解:

如右图所示, 由题图所示的状态再经历一段极短的时间 Δt , 环 O' 下滑距离 $v'\Delta t$ 而到达 C' 点, 环 O 则对应地上升至 C 点. 由于时间极短, 位移很小, 故可将这段时间内环 O 的移动速度也视为是匀速的, 以 v 表示之, 则有

$$OC = v\Delta t$$

和

$$O'C' = v'\Delta t,$$

由于绳不可伸长, 故应有

$$O'C' + C'C = O'O.$$

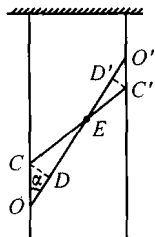
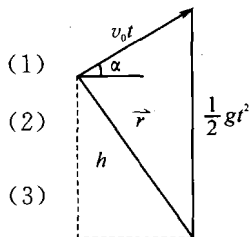
令 $O'O$ 与 $C'C$ 的交点为 E , 在 $O'O$ 上分别取 $ED' = EC'$ 和 $ED = EC$, 则由上式有

$$O'C' = O'O - C'C = O'O - D'D,$$

于是有

$$O'C' = O'D' + OD.$$

由于 Δt 很小, 则 $O'C'$ 很小, $O'O$ 与 $C'C$ 的夹角很小, 由此, 两等腰 $\triangle ECD$ 和 $\triangle EC'$



D' 的底角均很接近于 $\frac{\pi}{2}$, 故 $\triangle OCD$ 和 $\triangle O'C'D'$ 均可近似视为直角三角形, 则在此两直角三角形中, 有

$$O'D' = O'C' \cos \alpha,$$

$$OD = OC \cos \alpha.$$

综合前述的几式便有

$$O'C' = O'C' \cos \alpha + OC \cos \alpha,$$

即

$$v' \Delta t = v' \Delta t \cos \alpha + v \Delta t \cos \alpha.$$

故得此时环 O 沿杆上升的速度大小为

$$v = \frac{1 - \cos \alpha}{\cos \alpha} v' = \frac{2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos \alpha} v'.$$

解 2 由相对运动求解

以地面为参照物时, 环 O' 以速度 v' 顺杆 $A'B'$ 向下滑, 环 O 则在此刻以速度 v 顺杆 AB 向上滑, 以环 O' 为参照物时, 环 O 相对于环 O' 的速度方向是向上的, 以 $v_{\text{相}}$ 表示这一相对速度, 则其大小为

$$v_{\text{相}} = v' + v.$$

显然, $v_{\text{相}} \cos \alpha$ 为 O 向 O' 靠拢的速度分量, 这一分量的作用是使 OO' 间的距离缩小, 不难看出, 它应等于绳相对于 O' 自 O' 中抽出的速度, 这一速度的大小就是 v' , 故有

$$v_{\text{相}} \cos \alpha = v',$$

所以

$$(v + v') \cos \alpha = v',$$

即得

$$v = \frac{1 - \cos \alpha}{\cos \alpha} v'.$$

2. 静力学单元测试题及解答

一、选择题

1. 如图 2-1 所示, 均匀直棒 AB 的 A 端在水平力 F 作用下处于静止状态, 则地面对直棒的作用力方向是().

A. 偏向棒的左侧, 见力 F_1 B. 沿棒方向, 见力 F_2
C. 偏向棒的右侧, 见力 F_3 D. 垂直水平面, 见力 F_4

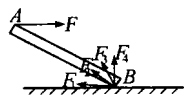


图 2-1

2. 如图 2-2 所示, 人字梯置于铅垂平面内, A 、 B 两处摩擦因数相同, 当人爬至 D 处时, 系统失去平衡. 此时, A 、 B 两处().

A. 同时滑动 B. A 处先滑动
C. B 处先滑动 D. 无法判断

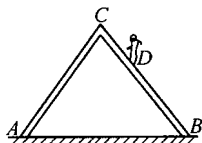


图 2-2

3. 如图 2-3 所示, 木块 A 置于固定平面上, 另一物块 B 叠放在 A 之上. A 、 B 质量均为 m , A 与平面及 A 与 B 之间的摩擦因数分别为 μ_1 和 μ_2 . 现用水平力 F 拉 B , 使 A 和 B 一起滑动, 下列结论正确的是().

A. $\mu_1 < \mu_2$ B. $\mu_1 \leq \mu_2$
C. $\mu_1 = \mu_2$ D. $\mu_1 > \mu_2$

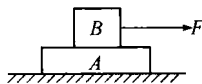


图 2-3

4. 如图 2-4 所示, 半径为 R 的光滑球静止在竖直光滑墙和光滑轻杆 AB 之间. 杆 A 端是轴, 在 B 端施竖直向上的力 F , 以使整个装置平衡. 现使 θ 增大一些, 则力 F 及其对轴 A 的力矩 M 的变化是().

A. F 、 M 都增大 B. F 、 M 都减小
C. F 增大, M 减小 D. F 减小, M 增大

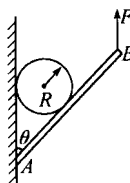


图 2-4

5. 如图 2-5 所示, 重力为 G 的均匀吊桥处于水平位置时, 三根平行钢索与桥面成 30° , 且系点间距 $ab=bc=cd=do$. 若每根钢索受力相同, 则每根钢索受力大小为().

A. G B. $\frac{G}{3}$
C. $\frac{\sqrt{3}G}{6}$ D. $\frac{2G}{3}$

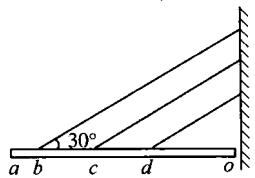
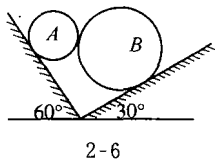


图 2-5

二、填空题

1. 质量为 m 的柔软绳, 悬挂于同一高度的两固定点 A 、 B 之间. 已知绳悬挂点处的切向与水平夹角为 θ , 则绳最低点 C 处的张力为_____.
2. 如图 2-6 所示, 圆柱 A 、 B 各重 50N 和 150N , 放置在 V 形槽中, 不计各处摩擦, 平衡时, 两圆柱中心连线 AB 与水平轴 x 的夹角是_____.



2-6

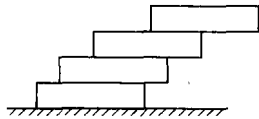


图 2-7

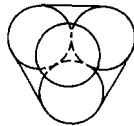


图 2-8

3. 工人在建造房屋的飞檐时砌了四块砖, 一块砌在另一块上面, 而且每块砖都比底下一块突出一些, 如图 2-7 所示. 设每块砖均长 l , 当屋檐的砖不用水泥就能保持平衡时, 每块砖突出部分的最大长度为_____.

4. 沿着一个边长为 l 的均匀等厚的正方形的两条对角线, 将它分成四个三角形. 割去其中一个, 则剩余部分的重心离原正方形重心的距离为_____.

5. 如图 2-8 所示, 四个半径相同的均质球在光滑水平面上堆成锥形, 下面三球用细绳缚住, 绳与此三球心共面, 且各球重量为 G , 则绳内的张力大小是 $T=$ _____.

三、计算题

1. 质量 $M_1=2.0\text{kg}$ 的铁块放在水平导轨 AB 的 A 端. 导轨、支架的形状及各部分的尺寸如图 2-9 所示, 它只能绕通过支架 D 点的垂直于纸面的水平轴转动. 导轨、支架的重心在 D 点, 重量 $M_2=4.0\text{kg}$. 现用一细线沿导轨向右拉铁块, 拉力 $F=12\text{N}$, 铁块与导轨间摩擦因数 $\mu=0.50$. 从铁块开始运动, 导轨支架能保持静止的时间是多少? (取 $g=10\text{m/s}^2$)

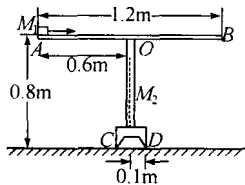


图 2-9

2. 三根不可伸长的相同的轻绳, 一端系在半径为 r_0 的环 1 上, 彼此间距相等. 三根绳都穿过半径为 r_0 的第 3 个圆环, 另一端用同样的方式系在半径为 $2r_0$ 圆环 2 上 (图 2-10). 环 1 固定在水平面上, 整个系统处于平衡. 试求第 2 个环中心与第 3 个环中心之间的距离. (三个环都是用同种金属丝制作的, 摩擦力不计)

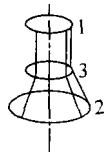


图 2-10

3. 如图 2-11 所示,重量为 G 的均质杆用两平行绳水平悬挂,绳长 L ,杆长为 $2r$,在杆上作用一力偶使杆绕中心转过角度 α ,试求此力偶矩的大小.

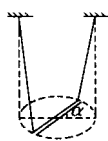


图 2-11

4. 如图 2-12 所示, AB 、 BC 、 CD 和 DE 为质量相等长度均为 $2a$ 的四根均匀细杆. 四杆通过位于 B 、 C 、 D 的光滑铰链而铰接起来,并以端点 A 和 E 置于粗糙水平面上,形成对称弓形,而且在竖直平面内保持平衡. 若平面与杆件间摩擦因数等于 0.25,试求 AE 的最大距离及 C 点离水平面的相应高度.

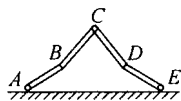


图 2-12

5. 如图 2-13 所示,三根重为 G 、长为 a 的相同的均匀铁杆(其直径 $d \ll a$)对称地搁在地上,三杆底端间均相距 a . 求:

(1) A 杆顶端所受作用力的大小;

(2) 若有一重为 G 的人坐在 A 杆中点处,则 A 杆顶端所受作用力的大小又为多少?

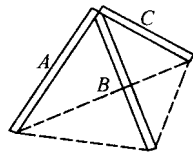


图 2-13

参考答案

一、1. C 2. B 3. A 4. B 5. D

二、1. 分析与解 取一半绳进行受力分析

水平方向受力平衡 $F = T \cos \theta$

竖直方向受力平衡 $T \sin \theta = \frac{1}{2} mg$

得 $F = \frac{1}{2} mg \cot \theta$.

2. 分析与解 对 A 、 B 两柱组成的整体进行受力分析.

水平方向受力平衡 $N_1 \cos 30^\circ = N_2 \cos 60^\circ$,

竖直方向受力平衡 $N_1 \sin 30^\circ + N_2 \sin 60^\circ = 200$,

得 $N_1 = 100 \text{ N}$, $N_2 = 100 \sqrt{3} \text{ N}$.

对 A 柱单独进行受力分析.

竖直方向: $N_1 \sin 30^\circ = G_A$, 可见, AB 间相互作用力无竖直方向分量, 故两圆柱中心连线 AB 与水平轴力的夹角是 0° .

3. 分析与解 将砖块由上而下分别命名为 1, 2, 3, 4 号砖.

1 号砖: 使自身重力作用线通过支点, 伸出最大长度: $\frac{l}{2}$;

2 号砖: 由力矩平衡 $mgx_1 = mg\left(\frac{1}{2}l - x_1\right)$, 得 $x_1 = \frac{1}{4}l$

3 号砖: 同理 $2mgx_2 = mg\left(\frac{1}{2}l - x_2\right)$, 得 $x_2 = \frac{1}{6}l$.

