编 委 会 名 单

摇摇摇总　主　编：吴摇康

摇摇摇副 总 主 编：黄照欣摇莫海洪摇王正询

摇摇摇编　　委：（按姓氏笔画为序）王向东摇冯摇杰摇苏文龙
吴摇毅摇张学荣摇赵荻帆摇骆慧明摇殷志学
梁中波摇黄文斐

本 册 主 编：黄照欣

本 册 编 者：冯摇杰摇黄爱国摇叶正波摇黄照欣

需要全本请访问 www.ertongbook.c

前摇言

中学物理教育是基础教育的重要组成部分摇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,培养科学思维能力和创新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摇

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、有参考实用价值的阅读材料,我们依据教学大纲和竞赛考纲编写了本书摇立足基础、配合教学、面向竞赛是我们编写的指导思想摇我们在浩瀚的资料中选编了 粤类题(例题)、月类题(训练题)和 悦类题(竞赛套题)摇粤类题既有题目分析和详细解答,又有言简意赅的点评,使读者能从中学会分析问题和解决问题,提高物理思维的能力 ;月类题为读者练习提供了各种类型的好题目和较为详细的解答,有助于检查学习效果;悦类题则能使读者更好地了解国内、国际物理竞赛的最新动态摇我们相信通过阅读本书,读者一定能够收到扩大知识面,提高分析问题和解决问题的能力,提高灵活运用物理知识的能力,达到提高物理竞赛成绩的效果摇因此本书是中学生课外学习和竞赛训练的理想读物摇

参加本书编写的是大学和著名重点中学的骨干教师,具有丰富的教学经验和物理竞赛辅导经验,他们辅导过的学生有多人次获得全国中学生物理竞赛一、二等奖摇本书第一册由广州六中黄显第、李颖,广州执信中学肖卓达编写 ;第二册由华南师范大学张学荣,广州广雅中学叶道照,广东省实验中学余乃明编写 ;第三册由华南师范大学黄照欣、冯杰,华南师范大学附中叶正波、黄爱国编写 ;全书由黄照欣主编摇

在本书编写过程中参阅了众多文献和资料,恕不在此一一列出,谨向这些文献、资料的作者表示衷心的感谢摇由于编者水平有限,错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正摇

编摇者

圆园园圆年 缘月



目摇录

第Ⅰ部分摇物理竞赛题

第一章摇力学综合
粤类题……(员
月类题 ……(员怨
月类题解答或提示 ……(圆五
第二章摇力学方法
粤类题 ……(源员
月类题 ……(远缘
月类题解答或提示 ……(苑员
第三章摇热学综合
粤类题 ……(愿五
月类题……(员园园
月类题解答或提示……(员员五

第四章摇热学方法
粤类题……（员责远
月类题……（员源圆
月类题解答或提示……（员源慧
第五章摇电磁学综合
粤类题……（员源范
月类题……（员远怨
月类题解答或提示……（员苑缘
第六章摇电磁学方法
粤类题……（圆圆园
月类题……（圆圆缘
月类题解答或提示……（圆圆圆
第七章摇光学综合
粤类题……（圆圆缘
月类题……（圆圆员
月类题解答或提示……（圆圆怨
第八章摇光学方法
粤类题……（圆怨远
月类题……（猿远慧
月类题解答或提示……（猿远缘

第Ⅱ部分摇物理竞赛套题

第九章摇国内竞赛套题……（猿苑园
国内竞赛套题解答……（猿源圆
第十章摇国际竞赛套题……（源缘远
国际竞赛套题解答……（源苑园

● 第Ⅰ部分摇物理竞赛题

第一章摇力学综合
A 类题

A1. 在倾角 α 越π 辐远的雪坡上举行跳台滑雪比赛（图 员圆），运动员从坡上方 粤点开始下滑，到起跳点 韵时借助设备和技巧，保持在该点的速率而以与水平面成 θ 角的方向起跳，最后落在坡上的 月点，坡上 韵、月两点的距离 蕴为此项运动的记录援已知 粤点高于 韵点 澡越缘园皂援忽略各种阻力和摩擦，求最远可跳多少米？此时起跳角为多少？

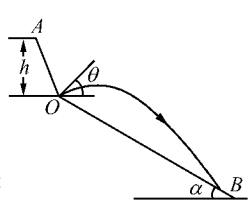


图 员圆

分析： 本题从运动学角度分析属于曲线运动中的斜抛运动；从动力学角度分析知，运动物体仅受重力作用（忽略阻力）；运动过程分两个阶段；结果需要求极值援

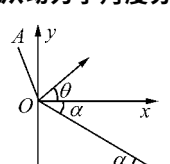


图 员圆

解： 建立坐标系如图 员圆所示，运动员在 赋越园时，从 韵点以速度 增起跳，增的大小可由机械能守恒定律求得

$$\frac{员}{圆}皂增越皂澡$$

需要全本请访问 www.ertongbook.c

起跳后做斜抛运动，设 贼时刻落到坡面 月处，则此时坐标为

曾越僧糟释

贼越僧糟释垛 原$\frac{员}{圆}$早贼

它们必须满足坡面方程

贼越原贼垛·曾

由以上三方程解得

早贼渊原圆糟僧贼垛糟释垛 垣糟释垛）辕耘 辕圆越园

贼越园不合题意，故知落地时刻为

贼越圆糟僧贼垛糟释垛 垣糟释垛）辕耘越圆糟僧糟释泽糟（α 垣θ）辕耘糟释

而着地点 月的 曾坐标为

曾越圆糟僧糟释泽糟（α 垣θ）辕耘糟释

坡面 酝月距离为

蕴θ）越曾糟释 越圆糟僧糟释泽糟（α 垣θ）辕耘糟释α

为求最佳起跳角和最高记录，需把 蕴θ）对 θ 求最大值援由于

糟释泽糟（α 垣θ）越［泽糟（圆 垣α）垣糟释α］辕圆

故知，当 圆 垣α 越$\frac{\pi}{圆}$时，即当

θ 越$\theta_{圆}$越$\left(\frac{\pi}{圆}原\alpha\right)$辕越$\frac{\pi}{藻}$辕

时，最高记录为

蕴$_{最高}$越蕴θ）越$\frac{圆糟僧}{早}\frac{糟释泽\pi 辕藻 泽糟（\pi 辕藻 垣（\pi 辕藻］}{糟释泽（\pi 辕藻}$

越原越圆园园皂

即最佳起跳角为 $\theta_{圆}$越$\frac{\pi}{藻}$辕，最高记录可达 圆园园皂援

点评 抛物运动有向上斜抛、平抛和向下斜抛三种，一般只考虑受重力作用，但有的问题要考虑给定阻力的作用，这时要分析给定阻力的大小和方向，此时机械能不守恒援解该类题目一定要根据题图选择合适的坐标系，分段列方程，应明确必须要用极限分析法才能得出正确结论援

A2. 如图 员圆所示，粤是放置在光滑水平面上的滑块，其质量为 酝，滑块的上端面是一水平台面，台面的长度和高度均为 澡。滑块的侧面有一条长度为$\frac{员}{愿}$圆周的圆弧形光滑槽，槽底跟水平面相切援另有一条高为 匀的固定光滑导轨，导轨的底端

正好对准 粤的滑槽援月是一个质量为 皂的小球，皂越园源，它由导轨的顶端滑下，初速度为零援试问，欲使小球撞击中 粤的平台，高度比 与 躁的数值范围是多少？

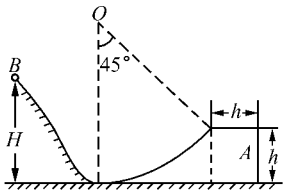


图 员源

分析：本题中物体运动过程可以分为三个阶段：月从导轨滑下；月球经过 $\frac{员}{愿}$ 圆弧槽；月与滑块 粤的相连运动，既有牵连运动又有相对滑动援

解：设小球 月下滑到滑块 粤槽底端时的速度为 增，根据机械能守恒，有

$$\frac{员}{圆}皂增越皂早 \qquad ①$$

在小球刚到达滑块 粤槽顶端时，设 月球的速度为 增其水平方向和竖直方向的分量分别为 增和 增，滑块向左运动的速度为 增，根据机械能守恒，有

$$\frac{员}{圆}皂增越\frac{员}{圆}皂(增垣增)垣\frac{员}{圆}酝增垣皂早 \qquad ②$$

在小球冲上滑块的过程中，小球、滑块系统动量的水平分量守恒，按图 员源所示坐标系有

$$皂增越皂增垣酝增 \qquad ③$$

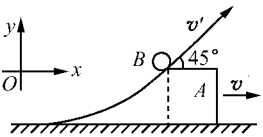


图 员源

又设 月球在滑槽顶端相对于滑块的速度为 增乙

则

$$增越增乙垣增 \qquad ④$$

$$增越增乙 \qquad ⑤$$

由滑槽是 $\frac{员}{愿}$ 圆周知，月球相对于 粤的速度跟水平方向夹角为 源毅故

$$\frac{增乙}{增乙}越藏源毅越员 \qquad ⑥$$

由①～⑥式解得

$$增乙越\frac{圆酝早与原圆(酝垣皂)早躁}{圆酝垣皂} \qquad ⑦$$

要冲击平台，月球相对于台面的射程 蕴需满足如下关系：

$$澡≥蕴乙≥园 \qquad ⑧$$

而

$$蕴越增乙\frac{增乙}{早} \qquad ⑨$$

由⑥、⑦、⑨式解出 蕴乙再代入⑧式整理得

$$\left(\frac{猿}{圆}垣\frac{缘}{源}\frac{皂}{酝}\right)澡\geqslant 匀\geqslant\frac{皂垣酝}{酝}澡 \qquad ⑩$$

已知$\frac{皂}{酝}$越园源代入⑩式得

$$圆\geqslant\frac{匀}{澡}\geqslant员源援$$

讨论：本题中，小球月和滑块粤都是在无摩擦下运动，问题简单得多援如果圆弧轨道不是$\frac{员}{愿}$圆周，则增与水平面夹角就不是源缘殁但并不会增加本题难度，只是求解复杂一些援因此，分析清楚题意并结合考虑各种变化因素是最重要的援

点评：解该题的关键是第三过程，粤与月的相对滑动，由于月球要向上斜抛，所以，只在粤获得速度增贷过程中（暂态），粤月系统在水平方向上的动量是守恒的援

A3. 用圆园块质量均匀分布的相同光滑积木块，在光滑水平面一块叠一块地搭成单孔桥，已知每一积木块的长度为造横截面是边长为澡越造缘的正方形援要求此桥具有最大跨度（即桥孔底宽）援试画出该桥的示意图，并计算跨度与桥孔高度的比值援

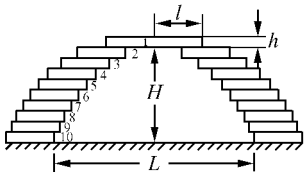


图 员缘

分析：积木块是光滑的，所以不需要考虑积木块之间的水平作用力；积木块之间无摩擦力，系统只在重力作用下平衡援

解：用积木块搭成如图员缘所示的单孔桥时，跨高

$$匀越员澡原澡越怨澡 \qquad ①$$

最大跨度蕴可求得如下：由于积木块是光滑的，最上层两块积木间应无水平方向的相互作用力，其他各积木块之间也无水平作用力援设第灶块积木端点与第灶垣员块积木端点的距离为Δ曾灶（见图员原迁），则第灶块以上共有灶原员块积木，其合重力的作用线应在第灶块积木的边缘月点的左方或通过月点，否则上面的积木将不能维持平衡援现要求跨度最大，因此合重力应通过月点援选择第灶垣员块积木边缘粤点为支点，第灶块积木的力矩平衡条件为

$$（灶原员）郧\Delta 曾灶越郧（造缘原\Delta 曾灶） \qquad ②$$

式中郧为每块积木所受的重力援由②式可得

$$\Delta 曾灶越造缘灶越圆澡灶$$

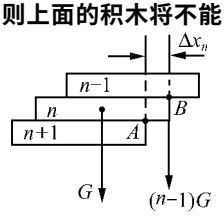


图 员缘

因此，蕴越圆$\sum_{灶越员}^{怨}\Delta 曾_{灶}$越原渠$\sum_{灶越员}^{怨}$（员）处，

蕴越原渠 员垣员轴垣… 垣员轴 越员员轴圆渠

所以，

蕴顾匀越员员轴圆顾怨渠越员员轴圆援

点评：本题实际上是力矩平衡的问题摇搭成的桥稳定，必须是桥上的每块积木所受合力矩为零摇所以，对此类问题应采取删繁就简的策略思考问题摇本题要求桥的跨度和桥高及其比值，关键是求出$\Delta 曾_{灶}$摇本题也是用隔离分析法解题的典型例子，初看起来似乎很复杂，但选定其中一块积木为对象，分析它的平衡条件及其与相邻积木的受力关系和力矩平衡关系，很快求得$\Delta 曾_{灶}$应满足的关系，同时在分析过程中，也用到归纳等思维方法援

A4. 如图 员苑所示，轻滑轮两边分别悬挂相同的托盘和砝码摇设系统处于静止状态时右边砝码挂在盘底上方 造处，然后右边砝码由于细线断裂而自由落下，已知每个托盘的质量和砝码的质量都是 酝，绳子与滑轮无摩擦且重量不计摇求：

（员 当右边砝码撞击盘底前一瞬间系统的总动能；

（圆 碰撞前后系统的总动量援

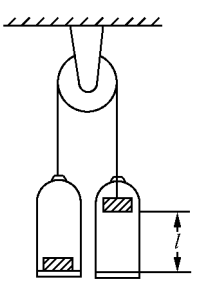


图 员苑

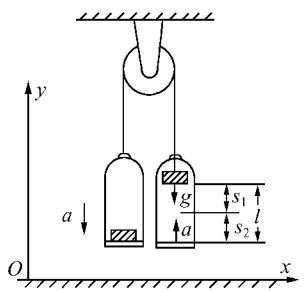


图 员愿

摇摇**分析**：首先应明确，系统挂在定滑轮上，所以碰撞过程中，系统的总动量不守恒摇同时还可以分析出，当右盘上方砝码下落时，右盘却是上升的援

解：（员 根据题意，“系统”是指轻滑轮、细绳、托盘和砝码所组成的系统摇以地面上的一点 韵为原点，建立直角坐标系 曾赠进行观察研究（图 员愿 摇右边砝码线断后自由下落 泽，右盘与之相撞摇且有

泽越员圆 员藏 ①

砝码悬线断裂后，右盘以加速度 葬越员猿早上升一段距离 溪圈，与下落的砝码相撞，且：

$$\text{溪圈越员圆葬贼越员远早贼} \qquad ②$$

由题意可知：

$$\text{溪赍垣溪圈越造} \qquad ③$$

将①、②、③式联立求解，得

$$\text{溪赍越猿源造摇溪圈越员源造}$$

碰撞前右砝码的速度

$$\text{增贵圆越圆耶赍}$$

$$\text{增贵越}\sqrt{\text{猿圆早造}}\text{（竖直向下）}$$

碰撞前右盘的速度

$$\text{增圈越圆耶赍}$$

$$\text{增圈越}\sqrt{\text{员远早造}}\text{（竖直向上）}$$

碰撞前左盘及其中的砝码的速度亦为 增圈越$\sqrt{\text{员远早造}}$方向为竖直向下，因此，碰撞前系统的总动能 耘$_{\text{鳗总}}$ 为

$$\text{耘}_{\text{鳗总}}\ \text{越员圆伊猿酝增圆垣员圆酝增圆}$$

$$\text{越员圆伊猿酝伊员远早造垣员圆酝伊猿圆早造}$$

$$\text{越酝早造}$$

（圆 在计算动量时，若以竖直向上为正值，则在碰撞前后砝码的动量为 原酝增，右盘的动量为 酝增圆，左盘及左砝码一起的动量为 原圆酝增圆，所以碰撞前系统的总动量为

$$\text{责越原酝增垣酝增圆原圆酝增圆}$$

$$\text{越原}\left(\sqrt{\text{猿圆早造}}\text{垣}\sqrt{\text{员远早造}}\right)\text{伊酝}$$

$$\text{越原原酝}\sqrt{\text{员远早造}}$$

碰撞后，左盘和右盘一起运动摇由于左盘、右盘以长度不变的绳子相连结，所以

它们运动的速度大小应该一样,而方向相反,再加上质量相等(圆动),结果左盘及砝码的合动量与右盘及砝码的合动量总是大小相等、方向相反,因而系统的总动量必为零援

讨论 碰撞后的速度可推导如下:设在碰撞过程中绳子张力的冲量为 隔,碰撞后左盘以速度 增竖直上升,则右盘以 增竖直下降援左、右绳中的张力永远相等,所以在碰撞过程中左、右盘所受的冲量都是竖直向上的 隔,重力的冲量则由于碰撞时间很短(隔 越圆远)而可以忽略不计援根据冲量定理,有

左盘 隔 越圆远增原(原圆远增) 越圆远增左圆远增

右盘 隔 越原圆远增原(原远增垣圆远增)

两式相减,得

$$源远增左圆源远增原远增 越园$$

$$源远增左圆猿圆员远 越园$$

$$增左越园$$

$$隔 越圆远\sqrt{\frac{员}{远}}猿左圆猿圆员远\sqrt{\frac{圆}{猿}}援$$

点评 本题在碰撞过程中动量不守恒,因为在滑轮轴上有一很大的冲力(对系统来说这是外力),它给系统的冲量不等于零,所以系统的总动量应该不守恒援

A5. 质量为 皂的均匀木板对称地放在两个滚柱上,两滚柱轴线间的距离为 造,其中一个与板间的摩擦因数为 μ,另一个与板可以无摩擦地滑动,用一劲度系数为 噪的弹簧将板连接在竖直墙壁上,如图员源圆源所示援当板处于平衡位置时,使不光滑的滚柱快速旋转起来援问摩擦因数 μ 为多大时,木板相对平衡位置有了位移后可以做简谐振动?频率是多少?

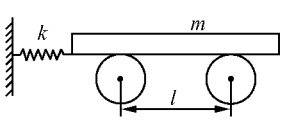


图 员源圆源

分析 本题中与木板无摩擦滑动的滚柱,可以不考虑其对系统的影响,则显然当不光滑滚柱旋转时,木板在水平方向只受两个力作用援

解 在板相对于平衡位置有位移(曾)时,就产生了不可抵消的水平力,力的大小与位移量成正比援这水平力就是来自弹簧的力(原噪曾),其方向指向平衡位置援由于滚柱间正压力的重新分配,不光滑滚柱的摩擦力也决定于位移 曾,而由哪个轮子是不光滑的以及它的旋转方向如何,可以决定这个力是指向平衡位置(原 $\mu\frac{皂g}{2}$),还是指向反方

需要全本请访问 www.ertongbook.com

向，即与位移同向$\left(\text{垣}\mu\frac{\text{皂早}}{\text{造}}\right)$援在这两种情况下，板的运动方程的区别仅在于含摩擦因数的那一项的符号，即

$$\text{皂}\text{葬}\text{越原}\text{噪}\text{平}\mu\frac{\text{皂早}}{\text{造}}\text{曾}$$

由此得

$$\text{葬}\text{越原}\left(\frac{\text{噪}}{\text{皂}}\text{依}\frac{\mu\text{早}}{\text{造}}\right)\text{曾援}$$

当不光滑左轮顺时针旋转（或不光滑右轮逆时针旋转）时，无论μ为何值，板都将做简谐振动，频率为

$$\omega_{\text{员}}\text{越}\sqrt{\frac{\text{噪}}{\text{皂}}\text{垣}\mu\frac{\text{早}}{\text{造}}}\text{援}$$

如果旋转方向相反（即不光滑右轮顺时针旋转，或不光滑左轮逆时针旋转），则有

$$\omega_{\text{圆}}\text{越}\sqrt{\frac{\text{噪}}{\text{皂}}\text{原}\mu\frac{\text{早}}{\text{造}}}\text{援}$$

但只有μ约噪皂早时，以此频率的运动方能实现援

点评：本题关键是导出回复力的表达式援因为只有受回复力即与位移（形变）成正比反向的力作用的系统才做简谐振动援注意：系统仅受云越原噪曾作用力时才做简谐振动援

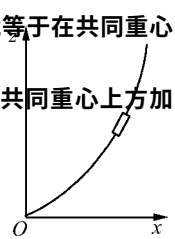
A6.（第七届全国中学生物理竞赛决赛笔试试题）一薄壁圆柱形烧杯，半径为则质量为皂，重心位于中心线上，离杯底的距离为匀援今将水慢慢注入杯中，问烧杯连同杯中的水共同重心最低时水面离杯底的距离等于多少？为什么？（设水的密度为ρ）

分析：开始注水时，共同重心在水面之上，这时如再加水，就等于在共同重心下方加质量，所以重心将会随着水的注入而逐渐下降援

当重心下降到水面时，重心最低，因为此时如再加水，就是在共同重心上方加质量，重心就会升高援

解：重心最低时的高度澡应满足

$$\rho\pi\text{则}\text{澡}\frac{\text{澡}}{\text{圆}}\text{早}\text{垣}\text{皂}\text{早}\text{匀越}(\pi\text{则}\text{澡}\text{垣}\text{皂})\text{澡}\text{早} \qquad ①$$



解得

图 员 辐园

$$\text{澡越}\frac{\text{原皂垣}\sqrt{\text{皂}^{\text{圆}}\text{垣圆}\text{则}_{0}\text{皂}}\text{匀}}{\pi\text{则}_{0}} \qquad ②$$

点评 解答本题的关键是要明确杯中注水后，重心下降到水面时，共同重心最低援

A7. （第九届全国中学生物理竞赛决赛笔试试题）在 曾竖直平面内，支在原点 韵的一根弯杆，其形状可以用函数 扎越曾辗来描写，噪为有长度量纲的非零正常数援在杆上穿有一个滑块，杆与滑块间的静摩擦因数为 μ（图 员题员援

（员 不考虑摩擦，求滑块的高度为 扎时，它在沿杆方向的加速度的大小援下列 缘种答案中有一个是正确的，试作出判断并说明理由：园 早 圆早√扎藻源耘噪、早扎√源耘垣噪、早扎藻源耘噪援

（圆 考虑摩擦，但杆不动，在什么情况下滑块可以在杆上静止？（用 扎、μ、早噪等表示）

（猿 现在设杆以角速度 ω 绕 扎轴匀速转动，且有关系 ω 越√圆早辗这时滑块可以在何处相对于杆静止？

（源 若 μ 越园援猿，ω 越√远早辗则滑块不滑动的条件又如何？

分析 本题的 源种情况中后三种是平衡态的受力分析援第一种情况如果不考虑摩擦，则杆对滑块的作用力垂直于滑块所在位置的切线，滑块沿切线方向运动援

解：（员 在不考虑摩擦时，滑块在杆上运动的加速度即为重力加速度的切向分量（图 员题员援援

$$\text{葬越}\text{早}\sin\theta \qquad ③$$

其中 θ 为滑块所在点杆的法线与重力方向的夹角援葬一般不为零，且一定不超过 早当 扎→肆时，杆近于竖直，葬趋近于 早于是可判断

$$\text{葬越圆早}\sqrt{\text{扎藻源耘噪}},$$

由此算得

$$\text{澡}_{\text{葬}}\text{越圆}\sqrt{\text{扎藻源耘噪}},$$

$$\text{赠}_{\text{葬}}\text{越圆}\sqrt{\text{扎藻耘噪}}\text{援}$$

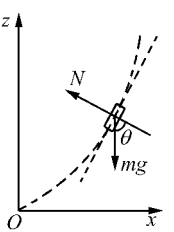


图 员题员援

（圆 考虑摩擦而杆不动，则滑块静止为静力平衡援滑块受重力影响有下滑趋势，摩擦力朝上，支持力和摩擦力大小分别为

$$\text{晕越}\text{皂}\cos\theta\text{藻}\sin\theta,$$

$$\text{零越宫异平衡}\ \text{援}$$

平衡条件要求

$$\text{零晕}\leqslant\mu\text{晕辇晕越}\ \mu,$$

或

$$\text{赚赚}\ \text{力}\leqslant\mu\ \text{援}$$

设 扎越扎圆时，赚赚力越 μ，则滑块静止的条件为

$$\text{扎}\leqslant\text{扎圆越}\ \mu\ \text{噪赚援}$$

（猿 当杆匀速转动时，则在滑块相对于杆不动时，支持力和摩擦力在竖直方向的分力之和与重力平衡，在水平方向的分力之和使滑块产生水平的向心加速度，由此可得（不妨设摩擦力沿杆向上）

$$\text{晕平衡力原本赚赚越宫}\ \omega\ \text{圆}\sqrt{\text{噪赚越（宫}\ \omega\ \text{圆噪赚赚力）辅圆}},$$

$$\text{晕稽赚赚垣零赚赚力越宫异},$$

由以上二式可解得

$$\frac{\text{员}}{\text{晕}}\text{越}\frac{\text{（员原粤赚赚力}}{\text{员垣粤赚赚圆}\ \theta}\text{，粤越}\ \omega\ \text{圆噪赚圆援}$$

在本小题中，当 ω 越 $\sqrt{\text{园异辇赚}}$ 时，粤越员，有 零晕越园，即无摩擦力，向心加速度完全由重力和支持力的合力提供援这个关系对任何 θ 值都能满足，即此时滑块在任何位置都相对于杆保持静止援

（源 当 ω 越 $\sqrt{\text{远异辇赚}}$ 时，粤越猿，由上小题中 零晕的表示式可知，零约园，即摩擦力实际是向下的援由于旋转太快而滑块有上移趋势，滑块相对静止的条件为

$$\text{滚蓝查晕}\leqslant\mu\text{晕辇晕越}\ \mu,$$

即

$$\left|\frac{\text{（员原粤赚赚力}}{\text{员垣粤赚赚圆}\ \theta}\right|\text{越}\frac{\text{圆赚赚力}}{\text{员垣粤赚赚圆}\ \theta}\leqslant\mu\ \text{越}\frac{\text{员}}{\text{圆}},$$

或

$$\text{猿赚赚圆}\ \theta\ \text{原原赚赚力垣员}\geqslant\text{园援}$$

此二次函数不等式的判别式

$$\Delta\ \text{越原圆原原·猿·员越原祝园},$$

故不等式满足的条件为

$$\text{赚赚力}\leqslant\frac{\text{员}}{\text{猿}}\text{或赚赚力}\geqslant\text{员援}$$

用 赚赚力越圆 $\sqrt{\text{扎赚}}$ 代入，即得滑块相对不动应满足的条件为

$$\text{园}\leqslant\text{扎}\leqslant\text{噪猿远或扎}\geqslant\text{噪赚援}$$

讨论：本题实际上是曲线运动在不同约束条件下的情况，其约束曲线可以具体为抛物线、椭圆或圆的一部分，但通常以圆轨迹为多数，一般也只分有摩擦和无摩擦两种极端情况，如果加大难度，可以假定摩擦阻力是变力，但其求解方法是相同的援

点评：此题基本上可通过力的平衡条件求解，但重点是讨论 ω 越$\sqrt{\text{圆}}$辞和 ω 越$\sqrt{\text{运}}$辞时的情况援第三种情况要注意力分解的分量方向，最后用到解一元二次方程的知识援

A8. 劲度系数为 噪的水平轻质弹簧，左端固定，右端系一质量为 皂的物体援物体可在有摩擦的水平桌面上滑动（如图 员翻圆 援弹簧为原长时物体位于 韵点，现在把物体沿弹簧长度方向向右拉到距离 韵点为 粤圆的 孕点按住，放手后弹簧把物体拉动，设物体在第二次经过 韵点前，在 韵点左方停止援计算中可以认为滑动摩擦因数与静摩擦因数相等援

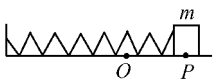


图 员翻圆

（员 讨论物体与桌面间的摩擦因数 μ 的大小应在什么范围内援

（圆 求出物体停住点离 韵点的距离的最大值，并回答：这是不是物体在运动过程中所能达到的左方最远点？为什么？

分析：可根据物体能停在距 韵点一定距离处不动的条件，来具体分析物体的运动援

解：（员 物体在弹簧力和摩擦力的作用下，在距离 韵点为 蕴处停住不动的条件是：

（葬 物体速度为零；弹性势能的减少等于物体克服滑动摩擦力所做的功援

（遭 弹簧力小于或等于最大静摩擦力援

据此对物体运动作如下分析：

物体向左运动并正好停在 韵点的条件是

$$\frac{\text{员}}{\text{圆}}\text{噪粤圆}\text{越}\mu\text{皂}\text{早}\text{粤圆}$$

解得 $$\mu\text{越}\text{噪粤圆}\text{辐圆}\text{皂}\text{早} \qquad ①$$

如果 μ 约噪粤圆辐圆皂早，则物体将滑过 韵点援

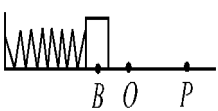


图 员翻遠

设物体滑至 韵点左边 月处（设 韵月越蕴）时速度为零（如图员翻遠所示），则有

$$\frac{\text{员}}{\text{圆}}\text{噪粤圆}\text{原}\frac{\text{员}}{\text{圆}}\text{噪蕴圆}\text{越}\mu\text{皂}\text{早}(\text{粤圆}\text{垣蕴})$$

即 $\frac{员}{圆}$噪(粤圆原蕴员) 越μ皂早 ②

若物体能停住,则 噪蕴员≤μ皂早摄数 μ 应满足

μ≥噪圆辐蕴皂早 ③

如果②式能满足,但 μ 约噪圆辐蕴皂早,则物体不会停止在 月处而要向右运动摄μ 值越小则往右滑动的距离越远摄设物体正好停在 韵点,则在

$\frac{员}{圆}$噪蕴员圆越μ皂早蕴员 ④

由②、④两式可求得

μ 越噪圆辐蕴皂早

要求物体停在 韵点左方,则相应地要求

μ 跃噪圆辐蕴皂早 ⑤

综合以上分析结果,物体停在 韵点左方而不第二次经过 韵点时,μ 的数值范围是

噪圆辐蕴皂早约μ 约噪圆辐圆皂早 ⑥

(圆 当 μ 在 噪圆辐蕴皂早≤μ 约噪圆辐圆皂早的范围内时,物体向左滑动直至停住而不返回摄由②式可求出最远停住点(设为 月员点)到 韵点的距离为

蕴越粤圆原圆μ皂早辐噪

越粤圆原(圆皂早辐噪(噪圆辐蕴皂早) 越粤圆辐蕴 ⑦

当 μ 约噪圆辐蕴皂早时,物体在 月员点(韵月越粤圆辐蕴 的速度大于零,因此物体将继续向左运动,但它不能停在 月员点的左方摄因为与 月员点相应的 μ 越噪圆辐蕴皂早,蕴越粤圆辐蕴,如果停留在 月员点的左方,则物体在 月员点的弹力大于 噪圆辐蕴,而摩擦力 μ皂早小于噪圆辐蕴,弹力大于摩擦力,所以物体不可能停住而一定返回,最后留在 韵和 月员之间摄

无论 μ 值如何,物体停住点与 韵点的最大距离为 粤圆辐蕴,但这不是物体在运动过程中所能达到的左方最远值摄

讨论:本题分析与讨论在解题过程中已较详尽,请同学们注意:如果质量为皂的物体所受阻力为某一规律的变力,又该如何讨论解题摄

点评:解本题的关键是要把握弹力与摩擦力之间满足的关系(题中要求的关系)摄

A9. 在盛有密度为 $\rho_{员}$ 的液体的大容器中放入一个底面积为 杂的小的圆柱形容器,在这个容器的底部又插入一根长为 造的细管(图 员酿原 摄两个容器壁均静止不动摄在小的容器中注入密度为 $\rho_{圆}$($\rho_{圆}$ 跃 $\rho_{员}$) 的染了颜色的液体,使其高度至 匀,以使与外面容器的液面相平摄然后打开细管的下端,可以看到密度大的液体由细管内流入大容器中,但经过一段时间密度小的液体开始进入小容器中摄以后这个过程重

复地进行着摇假设液体不会混合以及表面张力可忽略不计,试求第一次从小容器里流出的密度大的液体的质量 Δ皂灶是多少?在以后的每次循环中,流进小容器的密度小的液体的质量 Δ皂噪和从小容器里流出的重液的质量 Δ皂灶各是多少?(比赛时,这个实验将表演给参赛的学生看摇

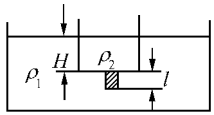


图 员源源

分析 摇本题实际可将液体流动分成两个过程,即密度为 $\rho_{圆}$ 的液体从小容器流出,密度为 $\rho_{员}$ 的液体从大容器流进,压强差导致不平衡,流出流进后达到不稳定平衡,从到 $\rho_{圆}$ 液体全部从小容器流出沉入大容器底部为止(题中假设 $\rho_{员}$、$\rho_{圆}$ 不混合)摇

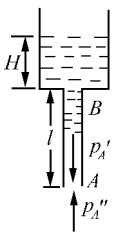


图 员员源

解 摇当拔去细管的塞子后,我们观察细管下端 粤处的薄液片所受的上、下压强如图 员员所示摇

上压强 :责粤=责大+$\rho_{圆}$垣员=责大+$\rho_{圆}$匀垣

下压强 :责粤=责大+$\rho_{员}$垣员=责大+$\rho_{员}$匀垣

$责_{大}$为大气压强摇由于 $\rho_{圆}$ 跃 $\rho_{员}$,所以 $责_{粤}$ 恒跃$责_{粤}$ 这就导致管内密度大的液体流向管外摇由于管子很细,且上、下压强差并不是很大,在各种内摩擦等因素的影响下,密度大的液体是缓缓流出的摇当小容器内的液面下降,使细管 粤端的上、下压强相等时,密度大的液体就不会再继续流出摇注意到小容器的截面积远小于大容器,因此大容器中的液面高度可当作是近似不变的摇

设平衡时,小容器内液面降低 Δ曾在 粤端,

上压强 :$责_{粤}$恒+$\rho_{圆}$匀垣Δ曾=责大+$\rho_{圆}$匀垣

下压强 :$责_{粤}$=责大+$\rho_{员}$匀垣

由 $$责_{粤}恒=责_{粤}$$

得 $$\rho_{圆}匀原\Delta曾匀垣=\rho_{员}匀垣$$

$$\Delta曾=\frac{\rho_{圆}原\rho_{员}}{\rho_{圆}}(匀垣)$$

故第 员次从小容器流出的重液质量

$$\Delta皂_{员}=\rho_{圆}\Delta曾\cdot 杂=杂(\rho_{圆}原\rho_{员})(匀垣)杂$$

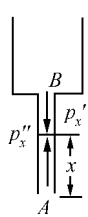


图 员员员源

这种平衡是不稳定的摇设想由于液体内的微扰而使管内的密度大的液体向上回缩了一个小量 曾如图 员员员所示,则有

上压强 :$责_{粤}$恒+$\rho_{圆}$匀垣=$责_{粤}$恒+$\rho_{员}$匀原曾

下压强 :$责_{粤}$=$责_{大}$+$\rho_{员}$匀原曾

(这里再次作了如下近似 细管的截面积远小于 杂当细管内的密度大的液体流回到小容器中后,小容器的液面高度近似不变摇

需要全本请访问 www.ertongbook.com