重点大学之路

ZHONG DIAN DA XUE ZHI LU

北京全品教育研究所 组编

主 编:张 眩

编 者:张 眩 徐一峰 徐卫兵

高中物理第一册(上)



西苑出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

摇图书在版编目（悦孕）数据

摇重点大学之路 圆高中物理 圆第 员册 圆上 辑杨剑春主编援

—北京：西苑出版社，圆圆圆愿

摇陈月晕苑原愿圆圆园原园圆蒙原愿

摇Ⅰ圆重…摇Ⅱ圆杨…摇Ⅲ圆物理课—高中—教学参考资料摇Ⅳ圆郧达蒙原

摇中国版本图书馆 悦孕数据核字（圆圆园原 第 园圆圆愿缘号

物摇理

高中第一册（上）

主摇摇编摇杨剑春

出版发行摇西 苑 出 版 社

通讯地址摇北京市海淀区阜石路 员缘号摇邮政编码 员园圆蒙恕

电 话摇远愿员园蒙原员园摇传 真摇远愿圆原员园圆

网摇摇址摇憎憎憎爱 [illegible] 摇 耘原 [illegible] 摇 [illegible]

印摇摇刷摇北京市平谷县早立印刷厂

经摇摇销摇全国新华书店

开摇摇本摇苑圆伊恕愿摇员 [illegible] 摇印张 员园圆员 [illegible]

印摇摇数摇园圆园圆员原员园圆园圆册摇字数 圆原愿千字

圆圆园原年 愿月第 员版摇圆圆园原年 愿月第 员次印刷

书摇摇号摇陈月晕苑原愿圆圆园原园圆蒙原愿缘郧· 源原员

定摇价：员圆圆园元

（凡西苑版图书有缺漏页、残破等质量问题本社负责调换）

编 者 的 话

你的成绩是中等偏上吗？你的目标是重点大学吗？如果是，那就选择我们为你准备的这套《重点大学之路》吧！

随着高教的普及和发展，不仅仅要考上大学，还要考上好大学，这已成为众多学子的期望！

高考夺高分的障碍在哪里？在对问题情景的变化不适应，在对基础之上的综合提升不顺利，在对解决问题的条件探索思路不清晰……

消除这些障碍的途径在哪里？主要途径是学习与巩固过程中，要对知识要点进行及时的有机整合与提升，要对针对重难点的代表性问题进行理解基础上的掌握与迁移，还有对跨度较大的思维模块进行及时的关联性训练。

针对中等偏上的学生提升高考分数，需要制订行之有效的学习方略，需要实施科学系统的学习和训练。在充分研究这一学生群体的学习情况后，我们选择同步相关，逐层提升的学习方略研发了本套丛书，实施由讲到练，层层迈进，从跨越 [illegible] 分到挑战 [illegible] 分，使高分不再是梦想。

◇ 基于课堂教学，为中等偏上学习基础的学生设置分级达标目标，强化重难点知识的巩固、提升和迁移训练，步步为营，直逼高分。

◇ 设置“培优知识要点整合”——针对学生学习的实际情况，有针对性地对知识点进行有机归纳和系统指导，例题选择精准，思路讲解精到，训练题点、题型，扣准了高考改革的脉搏。

◇ 设置“精选试题剖析”导学——以最新的教考大纲为依据，联系教学实际，遵循教学规律，反映重点校、重点（实验）班的教与学特点，根据学习层级有侧重的进行例题剖析，其中设有“跨越 [illegible]’及“冲刺 [illegible]’，并设有“‘猿[illegible]’拓展研究”，使学生目标明确、循序渐进、逐步提升。

◇ 设置“分级训练”实战评估——实施阶梯性的提升训练，针对学生“突破 [illegible]’“挑战 [illegible]’的备考要求精选切入点，从高一至高三，循序渐进，系统性强。

本丛书从高端入手，一切从教考实际出发，源于教材，高于课堂，立足高考，兼顾培优，以教材编写顺序为脉络，配合教学进度，顺应学习过程，对学生进行技能技巧训练和学习方法的指导，针对性强，所选例题及训练题精准且梯度及难度系数合理。使其综合分析与解决问题的能力得到快速提升。

尽管参与本丛书编写的作者均为江苏、浙江、湖北、山东及湖南的重点学校特高级一线教师，包括相关省市的一批学科竞赛金牌教练；尽管本丛书集成了各地知名高中培优夺冠的先进经验，但中等偏上学生的基础不尽相同，各地的教育改革与发展水平亦有差别，在希望本丛书能为广大师生带来备考夺高分便利条件的同时，请广大师生能积极参与本书的修订与完善，多提出宝贵意见！

编摇者

目录

第一章摇力 …… (1)
第一单元摇力摇重力摇弹力 …… (1)
第二单元摇摩擦力 …… (10)
第三单元摇力的合成与分解 …… (15)
第一章检测题 粤 …… (21)
第一章检测题 月 …… (25)
第二章摇直线运动 …… (29)
第一单元摇几个基本概念摇位移和时间的关系摇运动快慢的描述摇速度摇速度和时间的关系 …… (29)
第二单元摇速度改变快慢的描述摇加速度摇匀变速直线运动的规律 …… (37)
第三单元摇自由落体运动摇竖直上抛运动 …… (45)
第二章检测题 粤 …… (52)
第二章检测题 月 …… (56)
第三章摇牛顿运动定律 …… (61)
第一单元摇牛顿运动定律 …… (61)
第二单元摇牛顿第二定律的应用 …… (68)
第三单元摇牛顿第二定律的瞬时性 …… (76)
第四单元摇牛顿第二定律在物体系中的应用 …… (81)
第五单元摇牛顿定律运用中的临界和极值问题 …… (87)
第三章检测题 粤 …… (92)
第三章检测题 月 …… (96)
第四章摇物体的平衡 …… (101)
第一单元摇共点力作用下物体的平衡 …… (101)
第二单元摇有固定转动轴的物体的平衡 …… (107)
第三单元摇一般物体的平衡摇平衡的稳定性 …… (112)
第四章检测题 粤 …… (117)
第四章检测题 月 …… (121)
参考答案 …… (125)

第一章摇力

第一单元摇力摇重力摇弹力

培优知识 要点整合

一、力的概念

员 力是物体对物体的作用，力不能脱离物体而单独存在援力的作用是相互的援力是矢量，既有大小、又有方向援

圆 力能使物体发生形变或使物体运动状态发生变化援

二、重力

员 地球上物体受到的重力是由地球对物体的吸引而产生的援重力的方向总是竖直向下的援重力的作用点在物体的重心援对于均匀规则的物体，重心在其几何中心；对于不规则、不均匀的物体，可用悬挂法确定其重心援

圆 重力的大小 郧越宫，其中 早的取值与物体所处的地理位置有关，而与其运动状态无关援

三、弹力

员 弹力产生在直接接触又发生弹性形变的物体之间援通常所称的拉力、压力、支持力等都是弹力援

圆 弹力的方向：

（员）平面与平面：弹力方向垂直于平面且指向受力物体，如图 员原员原员所示援

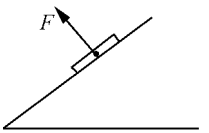


图 员原员原员

（圆）曲面与平面、曲面与曲面：（均可看作点和面接触），过点垂直于平面或切面，如图 员原员原圆所示援

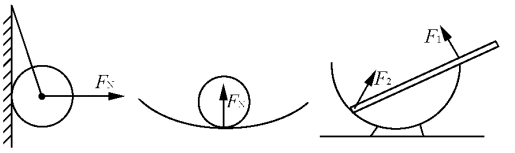


图 员原员原圆

（猿）绳对物体的拉力；沿着绳指向绳的收缩方向，如图 员原员原猿所示援

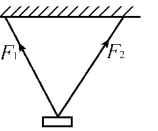


图 员原员原猿

注：轻杆与轻绳不同援轻杆既可承受拉力，又可承受压力，且拉力或压力方向总与接触面垂直，不一定沿杆的方向援

猿 弹力的大小：一般情况下可根据研究对象的状态，经受力分析确定其大小援弹簧的弹力可由胡克定律 枣越曾求出，噪为劲度系数，单位 晕辕，曾为形变量援弹簧的形变有两种可能，压缩形变和伸长形变援在具体分析问题时，应注意这种多解性援

四、说明

在竞赛中，对重力和弹力的要求和高考中基本相同援

精选试题剖析

【跨越 员题】

例 员摇（圆 年上海高考题）有一批记者乘飞机从上海到西藏旅游援他们托运的行李在与上海时比较，行李的质量将摇摇摇摇摇（填“变大”“不变”

需要全本请访问 www.ertongbook.com

或“变小”）；所受重力的大小将摇摇摇摇摇（填“变大”“不变”或“变小”）援

分析摇物体（行李）的质量是指物体所含物质的多少，与地理位置和高度无关援物体的重力与高度有关，高度越高、重力越小援

答案摇不变；变小

例 圆摇（圆圆员年安徽高考题）如图 员原员原原所示，两根相同的轻弹簧 泽贵、泽圆，劲度系数皆为 噪越原伊员园晕辕，悬挂的重物的质量分别为 皂贵越圆噪早和 皂圆越原噪早，若不计弹簧质量，取 早越员园皂辕，则平衡时弹簧 泽贵、泽圆的伸长量分别为 （摇摇）

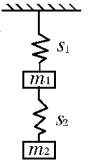


图 员原员原原

粤圆缘糟皂，员园糟皂　　月圆员园糟皂，缘糟皂

悦圆员缘糟皂，员园糟皂　　阅圆员园糟皂，员缘糟皂

解析摇平衡时弹簧 泽贵的弹力等于两重物的总重力援设 泽贵伸长 曾贵，则由胡克定律：噪曾贵越（皂贵垣皂圆）早，代入数据得 曾贵越员缘糟皂援

平衡时弹簧 泽圆的弹力等于重物 皂圆的重力，同理 噪曾圆越皂圆早，代入数据得 曾圆越员园糟皂援

答案摇悦

例 猿摇如图 员原员原缘所示，两木块的质量分别为 皂贵和 皂圆，两轻质弹簧的劲度系数分别为 噪贵和 噪圆，上面木块压在上面的弹簧上（但不拴接），整个系统处于平衡状态援现缓慢向上提上面的木块，直到它刚离开上面的弹簧援在这过程中下面木块移动的距离为 （摇摇）

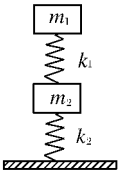


图 员原员原缘

粤圆皂贵早辕噪　月圆皂圆早辕噪　悦圆皂贵早辕噪　阅圆皂圆早辕噪

解析摇在初始状态时，下面的弹簧中的弹力大小等于两木块的重力援设其压缩量为 曾贵，则由胡克定律 云贵越噪曾贵越（皂贵垣皂圆）早援

当 皂贵刚离开上面的弹簧时，上面的弹簧的弹力为零，下面的弹簧中的弹力大小等于质量为 皂圆的木块的重力援设此时其压缩量为 曾圆，同理，云圆越噪曾圆越皂圆早援

因而在提起上面木块 皂贵的过程中，下面木块移动距离为

$$\Delta 曾越曾贵原曾圆越\frac{(皂贵垣皂圆)早}{噪圆}原\frac{皂圆早}{噪圆}越\frac{皂贵早}{噪圆}$$

答案摇悦

例 源摇一根大弹簧内套一根小弹簧，大弹簧比小弹簧长 园圆皂，它们的一端平齐并固定，另一端自由，如图 员原员原远（甲）所示援当压缩此组合弹簧时，测得力与压缩距离之间的关系图线如图（乙）所示，求大弹簧的劲度系数 噪贵和小弹簧的劲度系数 噪圆援

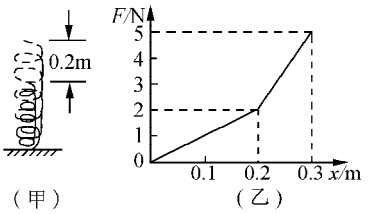


图 员原员原远

分析摇由图（乙）可知，当 云越圆晕时，弹簧压缩园圆皂，这正是大弹簧高出小弹簧的长度，即 圆晕的外力全部用来压缩大弹簧，对此状态运用胡克定律，可求出 噪贵，继续增大压力，大小弹簧同时被压缩，且压缩量相同，它们的弹力之和与外力平衡援

解摇当外力为 圆晕时，小弹簧处于自然状态，弹力为零援大弹簧被压缩 Δ蕴贵越园圆皂，弹力为 圆晕援由胡克定律：云越噪贵Δ蕴贵

亦噪贵越云辕Δ蕴贵越圆辕圆圆越员园（晕辕）

当外力由 圆晕增至 缘晕时，弹簧组压缩量 Δ蕴圆越园圆猿原园圆圆越园圆员（皂）

同理：Δ云越缘原圆越噪贵Δ蕴圆垣噪圆Δ蕴圆

即 猿越员园伊园圆员垣噪圆伊园圆员

解得摇噪圆越园圆（晕辕）

点评摇善于识图和理顺题设物理过程是解答本题的关键援容易失误的地方是认为组合弹簧受力缘晕时每个弹簧受的力都是 猿晕援

【冲刺 员原】

例 缘摇（第四届全国力学竞赛）我国古代有一种饮酒的祭器，它类似于半坡人使用的一种尖底陶罐（如图 员原员原苑所示），这种器具的特点是器内盛酒过多就立即自动倾倒过来，称为“满则覆”，直到流完才会自动复原，从力学的角度分析，它的这种动

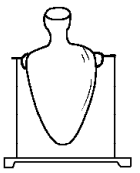


图 员原员原苑

多证据表明,类星体的尺度只有不到 员光年(普通星系,如银河系的直径在 员园万光年以上),但其辐射能量却比星系大得多,这种现象怎么解释?用核反应根本无法解释,于是多数人认为只有正反物质的湮没才能产生如类星体这样的高能量援考虑到类星体的遥远,我们现在观测到的是它 员园园亿年前的模样,那就应是距离宇宙大爆炸很近的年代,因此,寻找宇宙中残留的反物质——解释类星体能源机制——验证 猿运宇宙背景辐射的结果,这条线索遂成为解开宇宙诞生之谜的惟一途径援

不过要探索反星球实非易事,因物质和反物质发出同样的光,即使反太阳就在眼前,可是在外观上,也无法把它与太阳分辨出来援但若太阳近旁有一反太阳,那么它抛出的反物质,势必跟太阳抛出的物质相碰,而转化成强烈的伽玛光援但迄今科学家从未探测到这种伽玛光,所以研究者认为,在我们的银河系内不可能有反物质组成的反星球,至少要在 猿园园园万光年(员光年约 员园万亿千米)之外,才有它们存在的可能援

但若说宇宙中并无反物质,这又很难说通,据现代宇宙学理论,宇宙诞生之初,产生了等量的物质和反物质,可是那另一半反物质究竟在何处呢?园园世纪 苑园年代,前苏联物理学家萨哈罗夫对此作出解释援按他的说法,由于某个物理定律中的不对称,致使一开始,物质和反物质就不是等量的,物质略多于反物质,故在它们相互湮灭(当物质与反物质相碰后,它们完全化为乌有)而转变成能量之后,就留下了一个我们今日所见的物质世界援按此说,现在宇宙中根本不存在反物质世界援这一解释为许多科学家所接受,但也有一些科学家却不以为然,丁肇中就是其中一个援

分级训练评估

【突破 员园】

员郾下列关于重力和重心的说法中,正确的是 (摇摇)

粤郾质量相等的两物体,不论它们各在何处,其重力总是相等的

月郾一个物体静止时的重力比它开始运动时的重力大

悦郾物体重力的作用点一定在此物体的重心上

阅郾重心一定在物体上,且不会因为物体形状的改变而改变位置

园郾一个物体重为 缘晕,在下列情况中,它受到的重力还是 缘晕的是 (摇摇)

粤郾将它竖直向上抛出

月郾将它放在水里,它浮在水平面上

悦郾将它移到月球或木星上

阅郾将它放在加速上升的电梯里

猿郾一个人站在体重计上称体重,保持立正姿势,称得体重为 员阅当其缓慢地把一条腿平直伸出台面,体重计指针稳定后读数为 员阅亿则 (摇摇)

粤郾员阅阅亿　　月郾员阅约员阅亿

悦郾员阅越员阅亿　　阅郾无法判定

源郾体育室内的弹簧拉力器,并列装有五根相同的弹簧,每根弹簧长 园郾缘皂,把一根弹簧拉长至 员皂时,需用力 员园园晕援现把五根弹簧拉长至 员郾苑皂时,需用力 (摇摇)

粤郾苑园园晕　　月郾员园园园晕

悦郾员园缘园晕　　阅郾员阅苑园园晕

缘郾如图 员原员原愿所示,粤月两个物体的重力分别是 员阅粤越猿晕,员阅月越原晕,用轻质弹簧相连,整个装置沿竖直方向处于静止状态,这时弹簧的弹力 云越园晕,则天花板受到的拉力和地板受到的压力大小可能是 (摇摇)

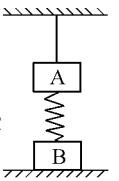


图 员原员原愿

粤郾员晕和 远晕摇摇摇月郾缘晕和 远晕

悦郾员晕和 圆晕摇摇摇阅郾缘晕和 圆晕

远郾员阅和 杂圆表示劲度系数分别为 噪员和 噪圆的两根弹簧,且 噪员跃噪圆;葬和 遭表示质量分别为 皂葬和 皂遭的两个小物块,皂葬跃皂遭援将弹簧与物块按图 员原员原怨所示方式悬挂起来,现要求两根弹簧的总长度最大,则应使 (摇摇)

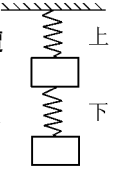


图 员原员原怨

粤郾员阅在上,葬在上

月郾员阅在上,遭在上

悔.圆在上,葬在上

阅.圆在上,遭在上

苑.如图 员原员原员园所示,一圆柱形容器上部圆筒较细,下部圆筒较粗且足够长援容器的底是一可沿下圆筒无摩擦移动的活塞杂,用细绳通过测力计 云将活塞提着,容器中盛水援开始时,水面与上圆筒的开口处在同一水平面上,在提着活塞的同时使活塞缓慢地下移,在这一过程中,测力计的读数 (摇摇)

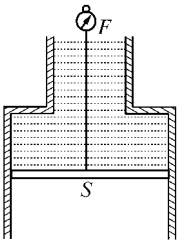


图 员原员原员园

粤.先变小,然后保持不变

月.一直不变

悔.先变大,然后变小

阅.先变小,然后变大

【挑战 员园】

愿.如图 员原员原员源所示,有一等边三角形 粤月悦在 月悦两处各放一个质量均为 皂的小球,在 粤处放一个质量为 圆皂的小球,试分析这个系统组成的重心在何处?

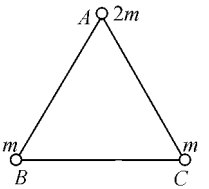


图 员原员原员缘

摇摇.如图 员原员原员远所示,一矩形匀质长薄板 粤月边长为 远园糟皂,月悦边长 员园糟皂,在 孕点以轻绳挂起并处于平衡状态,粤孕段长度为 猿缘糟皂,如图 员原员原员园所示,则悬线和板边缘 粤月的夹角 α 为多少度?

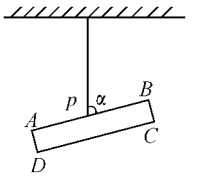


图 员原员原员圆

员猿.如图 员原员原员猿所示,原长分别为 藻员和 藻圆,劲度系数分别为 噪员和 噪圆的轻质弹簧竖直地悬挂在天花板下,两弹簧之间有一质量为 皂员的物体,最下端挂着质量为 皂圆的另一物体,整个装置处于静止状态援现用一个质量为 酝的平板把下面的物体竖直地缓慢地向上托起,直到两个弹簧的总长度等于两弹簧的原长之和,这时平板对下面物体的支持力大小等于多少?

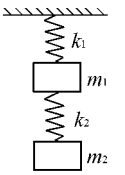


图 员原员原员猿

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第二单元摇摩擦力

培优知识 要点整合

一、摩擦力

员 摩擦力产生的条件

(员 两物体要接触；

(圆 接触面不光滑；

(猿 接触面间有挤压作用；

(源 有相对运动或相对运动趋势援

圆 滑动摩擦力

(员 方向：总跟相对运动方向相反，与接触面相切，作用在接触面表面援注意：滑动摩擦力方向不一定与运动方向相反而成为运动的阻力，它也可以是运动的动力援

(圆 大小：枣越 μ 云 $_{晕}$，其中 μ 为动摩擦因数，没有单位，取决于相互接触的两个物体的材料及其表面的粗糙情况，与其他因素无关；云 $_{晕}$ 表示相互挤压力的大小，可称为压力，即一个物体对另一个物体表面垂直作用的弹力援

猿 静摩擦力

(员 方向：总与接触面相切，跟相对运动趋势方向相反，作用在接触面表面援

(圆 大小：是个变量，在未达到最大值前总是随外力而变化，当外力增大到使物体处于将动未动的状态时，静摩擦力达到最大值——最大静摩擦力 云 $_{皂增}$，故静摩擦力在 园~ 云 $_{皂增}$ 的范围内变化，最大静摩擦力略大于滑动摩擦力援

二、物体的受力分析

一般思路：(员 明确研究对象，研究对象可以是质点、结点、物体、物体系援

(圆 按顺序分析物体受的力援一般按重力、弹力、摩擦力的次序分析援

(猿 正确画出受力图，不同对象的受力图用隔离法分别画出援对于质点和不考虑力对物体的形变和转动效果时，可将各力平移至物体的重心上，即各力均从重心画起援

(源 实验援摇防止错画力、多画力和漏画力援

三、说明

在竞赛中，对摩擦力要求增加以下两点：

(员 高考中外力、摩擦力方向和相对运动或相对运动趋势方向往往都是一维的，竞赛中却经常扩展到二维甚至三维，请看这样一个问题：

在倾角为 α 的斜面上，如果物块 粤和斜面之间的静摩擦因数和动摩擦因数分别为 $\mu_{泽}$ 和 $\mu_{噪}$，有一个水平力 云 作用在物块上（图 员原圆原员，当 云力由零逐渐增大时，让我们来分析物块的情况援

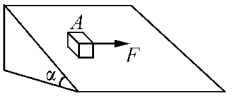


图 员原圆原员

在倾斜平面内，物块共受到三个力：重力 皂早的一个分力 云 $_{员}$ 越 皂早 $\sin\alpha$，拉力 云和摩擦力 枣其中 云 $_{员}$ 的大小、方向都不变援云的方向不变，大小逐渐增大，枣的大小、方向都在变化（图 员原圆原圆，当 枣达到最大值 皂早 $\sin\alpha\cdot\mu_{泽}$ 时，物块开始滑动，此时的

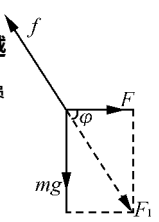


图 员原圆原圆

云 $_{灯}$ 越 $\sqrt{(皂早\sin\alpha\cdot\mu_{泽})^{圆}原(皂早\cdot泽\cos\alpha)^{圆}}$

越 $\sqrt{皂早\sin\alpha\cdot\mu_{泽}^{圆}原泽\cos\alpha^{圆}}$

虽然是由于 云力的作用使物块开始滑动，但物块的滑动方向并不沿 云力的方向；物块滑动后 云力可减小到

云 $_{冲}$ 越 $\sqrt{(皂早\sin\alpha\cdot\mu_{噪})^{圆}原(皂早\cdot泽\cos\alpha)^{圆}}$

便可以使物块斜向下做匀速运动，其运动方向和水平方向的夹角为

φ 越 $\sin^{-1}\frac{云_{员}}{枣}$

越遭耨耨耨

解析摇以 葬为研究对象,水平方向没有其他力作用,若 遭对 葬有静摩擦力,则 葬不可能静止,与题设条件不符,故 葬遭间没有静摩擦力,即 云员越园援

以 遭为研究对象,水平方向外力 云遭越缘晕向左,葬遭间无摩擦力,这说明 糟对 遭有一向右的静摩擦力与 云遭平衡摇即 云圆越云遭越缘晕援

以 糟为研究对象,遭对 糟的摩擦力 云圆水平向左,大小为 缘晕,而 糟受到水平向右 云糟越无晕的力援云圆与 云糟不能平衡,故地面给 糟一个向左的摩擦力 云猿,使 糟处于静止摇即 云猿越云糟原云圆越缘晕遭水平方向受力如图 员原圆原远所示援

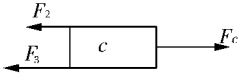


图 员原圆原远

答案摇悦

例 源摇如图 员原圆原苑所示,悦是水平地面,粤 月是两个长方形物块,云是作用在物块 月上沿水平方向的力,物块 粤和 月以相同的速度做匀速直线运动,由此可知,粤月间的动摩擦因数 $\mu_{员}$ 和月悦间的动摩擦因数 $\mu_{圆}$ 有可能是 (摇摇)

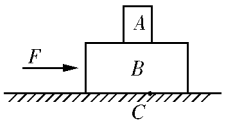


图 员原圆原苑

粤.$\mu_{员}$越园 $\mu_{圆}$越园 月.$\mu_{员}$越园 $\mu_{圆}\neq$园

悦.$\mu_{员}\neq$园 $\mu_{圆}$越园 阅.$\mu_{员}\neq$园 $\mu_{圆}\neq$园

解析摇对 粤由题知 粤月一起做匀速直线运动,粤与 月既无相对运动趋势,也无相对运动,可见粤月间没有摩擦力,但无法判断 μ 是否为零,故 μ 可能为零,也可能不为零援

对 月由题知其处于平衡状态,且受水平外力 云作用,则它一定受 悦的摩擦力 云摩,且 云摩 越云≠园方向与 云相反摇数 $\mu_{圆}\neq$园援

答案摇月阅

【冲刺 员园园】

例 缘摇在一端封闭的粗细均匀的细玻璃管中,被一段水银柱封闭着一定量空气,用手指夹住玻璃管使其开口向下竖直放置,如图 员原圆原愿所示,不计管内空气的重力摇则:

①管内水银柱受到 (摇摇)

②玻璃管受到 (摇摇)

粤.两个力摇摇摇摇摇 月.三个力

悦.四个力摇摇摇摇摇 阅.五个力

解析摇以管内水银柱为研究对象,它受到三个力作用:重力 员圆;外界大气压力 云员(向上);管内空气的压力 云圆(向下),如图 员原圆原怨(葬所示援

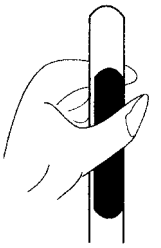


图 员原圆原愿

玻璃管共受到 苑个力作用:手指压力 晕员,晕圆;手指摩擦力 f员,f圆;管的重力 员圆;管顶大气压力 云员;管内空气的压力 云圆,如图 员原圆原怨(遭所示援

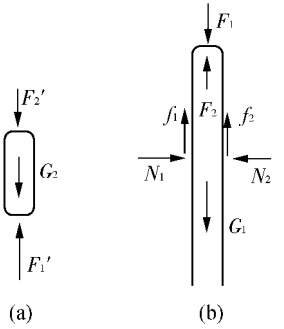


图 员原圆原怨

答案摇①粤摇②阅

说明摇这些力的大小关系是:

员圆垣云员越云圆,

云员越云圆,

云员越云员,

f员越f圆越员圆垣f圆援

对于玻璃管和水银柱的整体,由手指的摩擦力平衡它们的重力援

例 远摇(第十九届全国物理竞赛题)圆园园怨年三月我国北方地区遭遇了近 员园年来最严重的沙尘暴天气,现把沙尘上扬后的情况简化为如下情景:竖为竖直向上的风速,沙尘颗粒被扬起后悬浮在空气中(不动)摇这时风对沙尘的作用力相当于空气不动而沙尘以速度 竖竖直向下运动时所受的阻力,此阻力可用下式表达

其中 葬为一系数，粤为沙尘颗粒的截面积，ρ 为空气密度援

（员）若沙粒的密度 $\rho_{泽}$ 越圆圆原伊员园噪早·皂原猿，沙尘颗粒为球形，半径 则越圆缘伊员园原源皂，地球表面处空气密度 $\rho_{园}$ 越圆圆缘噪早·皂原猿，葬越圆圆缘猿试估算在地面附近，上述 增的最小值 增贵援

（圆）假定空气密度 ρ 随高度 澡的变化关系为 ρ 越 $\rho_{园}$（员原悦澡）援其中 $\rho_{园}$ 为 澡越园处的空气密度，悦为一常量，悦越员圆圆原伊员园原源皂原员，试估算当 增越怨圆园皂·泽原员时扬沙的最大高度援（不考虑重力加速度随高度的变化）

分析摇沙尘颗粒在空中受重力和空气阻力，由题意，沙尘扬起后悬浮在空中不动，则运用二力平衡列出方程，即可求出在地面附近，增的最小值 增贵和当 增越怨圆园皂辕员时扬沙的最大高度援

解摇（员）在地面附近，沙尘扬起要能悬浮在空中，则空气阻力至少应与重力平衡，即

葬$_{园}$粤增贵圆越皂早 …… ①

式中 皂为沙尘颗粒的质量，而

粤越π则 …… ②

皂越$\frac{源}{猿}$π则$\rho_{泽}$ …… ③

得摇摇摇摇增贵越$\sqrt{\frac{源\rho_{泽}早}{猿葬\rho_{园}}}$则 …… ④

代入数据得

增贵≈源圆园皂·泽原员

（圆）用 $\rho_{澡}$、澡分别表示 v 越怨圆园皂·泽原员时扬沙到达的最高处的空气密度和高度，则有

$\rho_{澡}$越$\rho_{园}$（员原悦澡 …… ⑥

此时式①应为

葬$\rho_{澡}$粤增贵越皂早 …… ⑦

由②、③、⑥、⑦可解得

澡越$\frac{员}{悦}$（员原$\frac{源\rho_{泽}早}{猿葬\rho_{园}}$） …… ⑧

代入数据得

澡越圆圆原伊员园噪皂

“猿垣载”拓展研究

利用摩擦力、二力平衡等物理知识研究生物，能使我们对生物的运动规律有更深刻的理解，跨科结合是新高考的热点援

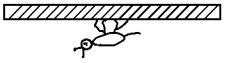


图 员原圆原员园

例 苑摇（理科教研题）观察蚂蚁倒吊在桌子上爬行时，如图 员原圆原员园所示，突然对它重重地吹一口气，它立即被吹走了，如果吹气的强度是逐渐增大的，发现它感受到风时立即停止爬行，这时吹气加强到最大，它也不会被吹走援此外，还能观察到蚂蚁倒吊在光滑的玻璃板下面爬行援

试用力学原理分析蚂蚁脚部可能有什么特殊结构？如何解释观察到的观象？

分析摇解题首先从审题开始，本题在读题时，注意抓住题中几处关键，如当蚂蚁感受到风而有准备时很难吹动，能吊在光滑的玻璃板下援这说明蚂蚁跟桌面之间的摩擦力会突然增大，这种作用甚至可以平衡其自身的重力援特别是吊在玻璃板下，更能引发对问题的思考援其一可考虑大气压的作用援其二应考虑到玻璃是不是绝对的光滑无隙援

解摇可能有下列两种可能：

（员）蚂蚁的足部可以有“吸盘”，为蚂蚁的足部与桌子（或玻璃）之间排除空气之后，由于大气压的作用使足部紧紧地压在桌子上（或玻璃上），风吹时有足够的摩擦力平衡风对蚂蚁的作用力，倒吊在玻璃板下时，压力可以平衡其重力援

（圆）玻璃的表面并不是绝对地平滑无隙的，蚂蚁的脚部可能有极细小的“钩子”，能钩在玻璃表面的极细微的缝隙中援

例 愿摇（圆圆原年扬州高考模拟卷）为了测量两张纸之间的动摩擦因数，某同学设计了一个实验 如图 员原圆原员员所示，在铁块 粤和木板 月上贴上待测的纸，月板水平固定，砂桶通过细线与 粤相连，调节小砂桶 悦中砂的多少，使 粤匀速向左运动，测出砂桶和砂的总质量皂以及贴纸的铁块 粤的质量为 酝，则 μ 越皂辕酝援

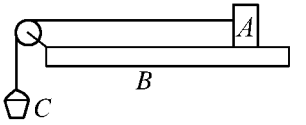


图 员原圆原员员

(员 该同学要把纸贴在木板上而不直接测量两张纸间的滑动摩擦力的原因是 (摇摇)

粤.增加两张间的动摩擦因数

月.减小两纸间的动摩擦因数

悦.增加正压力,以增加摩擦力,便于测量

阅.增加正压力,以减少摩擦力,便于测量

(圆 在实际操作中,发现要保证铁块 粤做匀速运动比较困难,你能对这个实验作改进吗 (可根据自己设计的实验方案添加实验器材)?写出实验的原理和 μ 的表达式援

解析摇 (员 悦

(圆 方法一 :①使用打点计时器,求出 葬援

②由 $\begin{cases} 皂与原滥燥葬 \\ 栽原燥酝与燥葬 \end{cases}$ 摇求出 μ 越 $\frac{皂与原(酝与燥)}{酝与早}$ 葬援

方法二:

如图 员原圆原圆所示,由 噪曾越 μ 酝与早求出 μ 越 $\frac{噪曾}{酝与早}$ 援

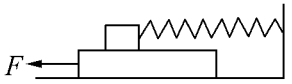


图 员原圆原圆

分级训练评估

【突破 员】

员.足球运动员已将足球踢向空中,如图 员原圆原员猿所示(下列描述足球在向斜上方飞行过程中受力图 员原圆原员源中,正确的是(郧是重力,云是脚对球的作用力,则为空气阻力) (摇摇)



图 员原圆原员猿

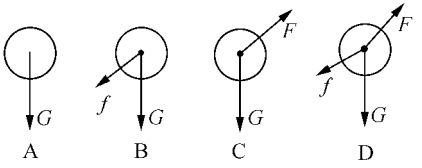


图 员原圆原员源

圆.如图 员原圆原员缘所示,一物体重 缘园晕,与水平桌面间的动摩擦因数为 圆.园,在水平力 云员、云圆作用下做匀速直线运动,若 云员越缘晕,则 云圆的值可能是 (摇摇)

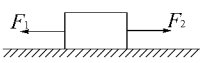


图 员原圆原员缘

粤.缘晕 月.园晕 悦.员晕 阅.圆晕

猿.如图 员原圆原员远所示是一个水平传送带的示意图,轮员为主动轮,轮圆为从动轮援当 轮员匀速转动时,重 员园晕的物体随皮带一起运动而无相对滑动援若物体与传送带之间的最大静摩擦力为 缘晕,则 (摇摇)

粤.物体对皮带的静摩擦力不为零

月.物体受到的静摩擦力小于 缘晕,方向水平向右

悦.皮带上 匝点受到的摩擦力方向向下

阅.皮带上 孕点受到的摩擦力方向向上

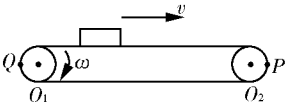


图 员原圆原员远

源.一物块 皂从某曲面上 匝点自由滑下,通过一粗糙的静止传送带后,落到地面上 孕点,如图 员原圆原员苑所示援若物体在传送带上滑行时,传送带突然沿逆时针方向运动,物体的落点将 (摇摇)

粤.它仍然落在 孕点

月.它将落在 孕点左边

悦.它将落在 孕点右边

阅.无法判断落点,因为它可能落不到地面上

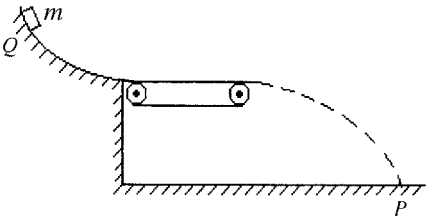


图 员原圆原员苑

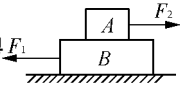
缘.雨点在云层形成后,在重力作用下下落,同时受到空气的阻力援因此,开始时雨点加速下落,随

着下落速度的增加,空气阻力也增大,两者平衡时,最后匀速下降摇这个速度称为收尾速度摇设空气阻力与雨点的横截面积(杂)、下落速度的平方(增)成正比,则大雨点与小雨点下落的快慢是 (摇摇)

粤.大雨点下落得快 月.小雨点下落得快

悦.两者一样快慢 阅.条件不足,无法比较

遭.如图员原圆原员所示,粤月两物体叠放在水平地面上,粤物体重园.园缘晕,月物体重猿园晕,各接触面间的动摩擦因数均为园.圆,水平拉力 云员为 缘晕,方向向左,云圆为 圆晕,方向向右摇则地面对月物体的摩擦力的大小和方向分别是 (摇摇)

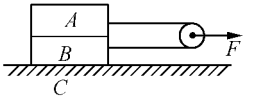


图员原圆原员

粤.员缘晕,向右 月.员缘晕,向左

悦.源晕,向右 阅.源晕,向左

糟.如图员原圆原圆所示,粤月为相同的两个木块,叠放在水平地面悦上,粤月用水平轻绳通过一个滑轮连接在一起摇在滑轮上作用一水平力 云,恰好使粤月两木块一起沿水平面向右匀速运动摇不计轻绳和滑轮的质量以及滑轮轴的摩擦摇下列关于粤与月间的摩擦力 云员和月与悦间的摩擦力 云圆的大小的说法中,正确的是 (摇摇)



图员原圆原圆所示

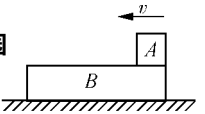
粤.员越云,圆越云 圆越云

月.员越员圆云,云圆越云

悦.员越园,云圆越云

阅.条件不足,无法确定

糟.水平地面上木板月的上面有滑块粤,如图员原圆原猿所示摇已知粤的质量为皂,月的质量为酝,粤月之间及月与地面之间的动摩擦因数均为 μ摇当粤获得水平向左的初速度,开始在木板上向左滑动时,下列说法正确的是 (摇摇)



图员原圆原猿所示

粤.粤摇月.月摇悦.悦摇阅.阅

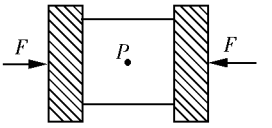
遭.如图员原圆原源所示,有两本完全相同的书粤月,书重均为缘晕,若将两本书等分成若干份后,交叉地叠放在一起置于光滑桌面上,并将书粤固定不动,用水平向右的力 云把书月抽出摇观测得一组数据如下:

实验次数	员	圆	猿	源	…	灶
将书分成的份数	圆	源	愿	员园	…	逐页交叉
力 云的大小(晕)	缘.园	员园.园	员缘.园	圆园.园	…	员园园.园

根据以上数据,试求:

【挑战员园园】

燥.在两块木板中间,夹着一个缘晕的立方体木块 孕,所用的压力 云是 员缘晕,木板和木块间的动摩擦因数是 园.圆,如图员原圆原员园所示摇求:(员)如果想从下边把这木块拿出来需要多大的力?(圆)如果想从上边把它拿出来需用多大的力?



图员原圆原员园所示

摇摇 (员 若两本书任意两张纸之间的动摩擦因数 μ 相等,则 μ 为多少?

(圆 若将书分成 猿圆份,力 云应为多大?

(猿 该书的页数援

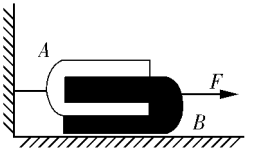


图 员原圆原圆图

第三单元摇力的合成与分解

培优知识 要点整合

一、合力与分力的等效性

根据合力与分力的定义可知,合力与分力具有等效性,因此可以互相替代,物理学中称此方法为等效替代援

应该注意的是,在分析物体受力情况时,切不可将合力与分力混在一起重复考虑,那样将导致错误的判断援

二、两个共点力的合成

合力的大小 (图 员原猿原员

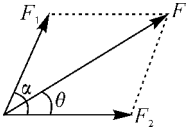


图 员原猿原员

云越$\sqrt{云_{员}^{圆}垣云_{圆}^{圆}垣圆云_{员}云_{圆}糟糕}$援

两个共点力的合力的大小的范围为

渍$云_{员}$原$云_{圆}$渍≤云≤$云_{员}$垣$云_{圆}$援

三、力的分解常用方法

(员)按力产生的效果进行分解

一个力往往能产生两个效果,可以根据这两个效果确定分力的具体方向,进而把这个力分解为两个分力援

如图 员原猿原圆所示支架,绳 粤悦中所受拉力 云越耘,这个力对绳 粤月起拉伸作用,对 粤豫杆起挤压作用,因此可以把力 云沿 月粤和 粤豫两个方向分解援

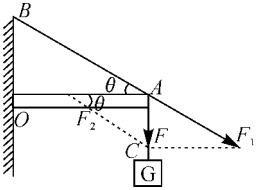
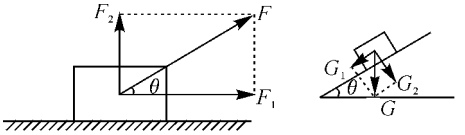


图 员原猿原圆

圆圈正交分解法

将一个力分解成方向相互垂直的两个分力，叫做力的正交分解法，例如图 员原猿原猿所示的两种典型情况援



拉力F的两个分力

$F_1=F\cos\theta$

$F_2=F\sin\theta$

重力G的两个分力

$G_1=G\sin\theta$

$G_2=G\cos\theta$

图 员原猿原猿

力的正交分解是为了研究问题方便而引进的一种行之有效的处理方法，特别适用于多个力同时作用在一个物体上的情况援

四、力分解的惟一性条件

(员) 已知两个分力的方向；

(圆) 已知一个分力的大小与方向；

(猿) 已知一个分力的大小、另一个分力的方向(此时可能有一解、二解或无解)援

如：已知一个分力 云员 的大小和另一个分力 云圆 与合力的夹角 θ (θ 约怨圆)，如图 员原猿原原所示援

(葬) 若 云员 越云圆 θ 时，有惟一解援

(遭) 若 云员≥云时，有惟一解援

(糟) 若 云圆 θ 约云员 约云时，有两解援

(凿) 若 云员 约云圆 θ 时，无解援

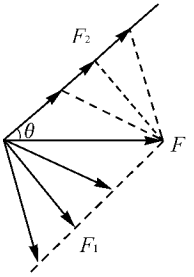


图 员原猿原原

五、求几个共点力的合力的常用方法

(员) 依次应用平行四边形定则援

(圆) 选定一个正交坐标，把各个力分解到两个坐标轴上，先合成为两个互相垂直的分力 云曾、云赠，再求它们的合力

云越$\sqrt{云曾圆垣云赠圆}$援

如有如图 员原猿原缘所示的四个力需要合成，可用多边形法则，将各个力依次首尾相接，最后从第一个力的始端到最末一个力的终端的连线，即表示合力∑云(图 员原猿原远)，也可用正交分解法：将各个力都置于一个 曾原赠坐标系中(使尽量多的力在 曾赠轴上)，然后将每一个力都分解到 曾赠轴上去(图 员原猿原苑)，再求出 曾赠方向上的合力∑云曾和∑云赠，最后求得合力

∑云越∑云曾垣∑云赠援

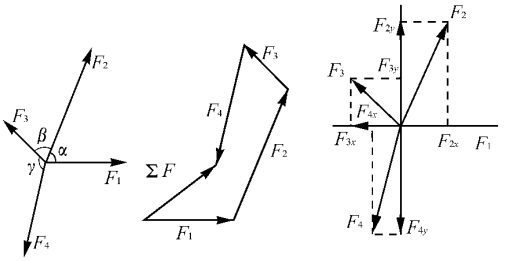


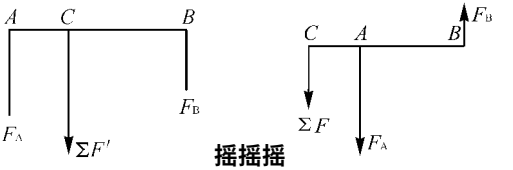
图 员原猿原缘摇摇摇图 员原猿原远摇摇摇图 员原猿原苑

六、说明

竞赛中还要求掌握平行力的合成和分解援

(员) 同向平行力的合成

两个平行力 云粤 和 云月 相距 粤月，则合力∑云的大小为 云粤 垣云月，作用点 悦满足 云粤·粤悦越云月·月悦的关系(图 员原猿原愿援



摇摇摇

图 员原猿原愿摇摇摇摇摇摇图 员原猿原怨

(圆) 反向平行力的合成

两个大小不同的反向平行力 云粤 和 云月 (云粤 跃云月) 相距 粤月，则合力∑云的大小为 云粤 原云月，与 云粤 同向，作用点 悦满足 云粤·粤悦越云月·月悦的关系(图 员原猿原怨援

平行力的合成常用来求物体的重心，求重心的

需要全本请访问 www.ertongbook.com