



新华传媒
XINHUA MEDIA



读交大之星 圆名校之梦

挑战名校压轴题

物理

高考篇

主编 吴俊



P10



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



挑战名校压轴题

物 理

(高考篇)

主编 吴 俊

上海交通大学出版社

内容提要

本书以新课标要求和高考考试说明为纲,以高考考试的态势和高中物理教学的具体情况,精心选制了23个常考专题。每个专题又设有考情分析、要点概述、典例精析、思路点拨、方法点睛、易错警示、引申拓展、友情提示、星级训练、题后感等栏目。相信本书“重审题、重方法、重构建、重发散、重回味”之内涵能让你在学习中轻松搞定压轴题。

图书在版编目(CIP)数据

挑战名校压轴题·高考篇·物理 / 吴俊主编. —上海: 上海交通大学出版社, 2014
(交大之星)
ISBN 978-7-313-11984-1

I. ①挑… II. ①吴… III. ①中学物理课—高中—习题集—升学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 199120 号

挑战名校压轴题——物理(高考篇)

主 编: 吴 俊

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 昆山市亭林印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

字 数: 346 千字

版 次: 2014 年 9 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-11984-1/G

定 价: 35.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 14

印 次: 2014 年 9 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512-57751097

前 言

圆梦名校是每个学子的梦想,为了梦想,我们看到了“今日疯狂”,有河北军事化管理的高三学生带书跑操,有湖北“最刻苦高三吊瓶班”……对于这些现象我们暂不作评判,但是99%的汗水+1%的灵感却是大家公认的求学之理,为了学生明日辉煌,广大老师也是竭尽心智,每个家长默默付出,这些都难用言语表述。为了分化计算难点、减缓高三压力以便自然提升,我们对高一、高二内容分别撰写了《挑战名校压轴题》并取得良好效果。鉴于高考命题的持续稳定和广大读者的期望,我们又隆重推出《挑战名校压轴题》高考篇。

本书的优点有以下几个方面:

宏观与微观的和谐统一 本书在【考情分析】中,对高考命题的内容和态势简明扼要,叙述了高考怎么考?考什么?结合当下教学,告诉学生我们怎么做,并用★级的数目标明了该部分的命题级别,以助学生有的放矢,直面高考。

广义与狭义的辩证关系 广义的压轴题是指高考试卷中的最后一题,既然我们要从高一高二做起,平常的教学、练习和考试中能够出现的并有“高考味”的试题和题型,都经过我们反复的筛选与论证,选用的例题和练习顾及学生的知识水平和能力储备,可谓精选得当,堪称试题中的“名题”,从有限的名题深入浅出的分析、挖掘,较好地解决了高一高二与高三高考压轴题衔接,促进学生自然过渡。

经典与时尚的碰撞交融 经典永恒,本书保留了传统的“先回顾再做题”的流程,又注入了当下时尚的元素,用题不在多,贵在精,何谓精,从表象上看,每道试题集要点知识和经典方法于一体,从本质上看,每道试题能给读者更多的思考,力求发挥母题的魅力,起到居高临下的作用,择机培养学生的模型意识。

审题与解题的过渡升级 审题是解决压轴题的首要步骤,也是关键,本书精心打造,力求助你读题,构建解题思路,培养严谨思维,逐题躬亲,集腋成裘,压轴题不再高不可攀。解题功力则水到渠成。

总结与提升的立体构建 “名题”具备更多丰富的内涵和广阔的外延,所以,总结是不可少的,但能否百尺竿头更进一步,这是本书的突破点之一。我们用表格、对列等技法将例题的功效发挥到极致。从外延方面,我们做了一些跟进式的提问,让学生自行思考探究。

易错与警示的相互弥补 防错是高考学生必备步骤,是很多状元的成功之道。因此我们采用了【易错警示】和【友情提示】的递进式描述,让学生在以后的练习中真正起到防微杜渐的效果。

例题与练习的高效转型 每道练习题都源于名校的大型考试,试题的选取考虑到基础性、



层次性、实用性和前瞻性。“精准做题,能力为上、学生为本”是本书的编写宗旨,试题后面所附【题后感】属本书独创,此种方式淡化了例题和练习的界限,让学生题题重视,不断反思,在答题过程中逐步积聚的能量,终将在考试中一举喷发。

全书从单元的命题,试题的选取、过程的讲解环环紧扣,螺旋式上升,试题数理不多,但知识覆盖面广,当下流行的考查方法亦尽在其中,书中创新性设计均以学生为本,相信同学们在使用中会得到良好的思维培训。

编者

目 录

一、直线运动规律的应用	1
二、物体的平衡规律的应用	7
三、牛顿运动定律	12
牛顿运动定律的应用	12
牛顿运动定律在多过程中的应用	18
四、曲线运动	23
平抛运动规律的应用	23
水平面内圆周运动规律的应用	27
五、万有引力定律的应用	32
六、动能定理的应用	38
七、力学重要规律的综合应用	44
启动模型	44
板块、传送带模型	48
牛顿运动定律、功能关系在多过程问题中的综合应用	54
八、带电粒子在电场中的运动	66
九、磁场	77
带电粒子在磁场中的运动	77
带电粒子在组合场中的运动	87
带电粒子在复合场中的运动	96
与现代科技相关的带电粒子在电磁场中的运动	103
带电粒子在交变电场中的运动	112
十、电磁感应规律的应用	120
十一、交流发电与远距离输电	133



十二、理想气体状态方程的应用	141
十三、振动与波动规律的应用	149
十四、光学规律的应用	154
十五、动量守恒定律的综合应用	160
参考答案	169

一、直线运动规律的应用



考情分析

不了解运动,就不了解自然。物体的运动从路径角度分为直线运动和曲线运动,直线运动中有匀速直线运动和匀变速直线运动两种理想化模型。在高考中,主要以同一物体不同时空或多个物体时空关联命题,具体有追及相遇问题、多过程问题和实际问题(体育运动和交通运输)等,涉及的方法主要有图像法和对称法等。命题指数为★★★★☆。



要点概述

1. 匀速直线运动

在相等的时间内位移总相等的直线运动。特点为： $a = 0$ ， $v =$ 恒量。速度公式为 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ，位移公式为 $\Delta s = v\Delta t$ 。

2. 匀变速直线运动

(1) 定义：沿着一条直线运动，且加速度不变的运动。

(2) 公式： $v_t = v_0 + at$ ， $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ ， $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 。三个式子皆为矢量式。

(3) 推论：

① 某段时间中点的瞬时速度 $v_{\frac{t}{2}} = \bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ ，某段位移中点的瞬时速度 $v_{\frac{s}{2}} =$

$\sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$ 。且 $v_{\frac{t}{2}} < v_{\frac{s}{2}}$ 。

② 任意两个连续相等的时间间隔(T)的运动位移之差为恒量。即 $\Delta s = aT^2$ 。



典例精析

一、追及相遇问题

【例1】 A、B两辆汽车在笔直的公路上同向行驶。当B车在A车前84 m处时，B车速度为4 m/s，且正以2 m/s²的加速度做匀加速运动；经过一段时间后，B车加速度突然变为零。A车一直以20 m/s的速度做匀速运动。经过12 s后两车相遇。问B车加速行驶的时间是多少？

思路点拨

关键词1：B车在A车前84 m处、两车相遇→找出两车的空间关系，位移差为84 m。

关键词2：B车以2 m/s²的加速度做匀加速运动；经过一段时间后，B车加速度突然变为零→构建多过程模型，即B车先做匀加速直线运动，后做匀速直线运动。

关键词 3: 12 s 后两车相遇→构建时间关系, 两车运动总时间相等。

找两车的位移关系和时间关系列式, 其中要注意的是 A 车追上 B 车是在 B 车加速时还是匀速时需要进行判断。如何判断? 利用假设法, 即假设两车速度相等, 求得两车运动时间为 8 s, A 车发生的位移为 160 m, B 车发生的位移为 96 m, 所以 A 车在 B 车加速时没有追上, 只能在匀速运动中追上。

【解析】 设 A 车的速度为 v_A , B 车加速行驶时间为 t , 两车在 $t_0 = 12$ s 时相遇。则有 A、B 两车相遇前行驶的路程分别为 $s_A = v_A t_0$ ①; $s_B = v_B t + \frac{1}{2} a t^2 + (v_B + a t)(t_0 - t)$ ②; 依题意有 $s_A = s_B + s$ ③, 式中 $s = 84$ m; 由①②③式得 $t^2 - 2t_0 t + \frac{2[(v_A - v_B)t_0 - s]}{a} = 0$ ④。

代入题给数据 $v_A = 20$ m/s, $v_B = 4$ m/s, $a = 2$ m/s², 有 $t^2 - 24t + 108 = 0$ ⑤, 式中 t 的单位为 s; 解得 $t_1 = 6$ s, $t_2 = 18$ s (不合题意, 舍去)。因此, B 车加速行驶的时间为 6 s。

方法点睛

(1) 本题中的 A 车做匀速直线运动追及 B 车, B 车的运动不是“从一而终”的, 是先做匀加速直线运动再做匀速直线运动, 所以在找时间关系时要给予区分。解析后可以作出 $v_A - t$ 和 $v_B - t$ 图像加以验证, 如图 1-1 所示。根据 $v - t$ 图像与 t 围成的面积等于位移可得, $t = 12$ s 时, $\Delta s =$

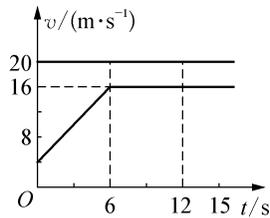
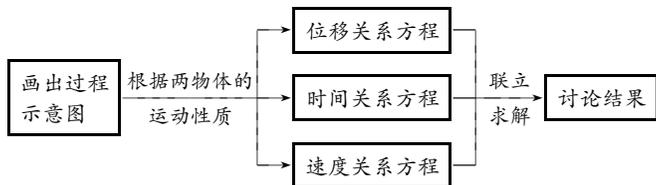


图 1-1

$$\left[\frac{1}{2} \times (16 + 4) \times 6 + 4 \times 6 \right] \text{m} = 84 \text{ m}.$$

(2) 求解追及相遇问题的基本思路流程如下:



解答时一定要紧抓“一图三式”, 即: 过程示意图, 时间关系式、速度关系式和位移关系式。审题应抓住题目中的关键字眼, 充分挖掘题目中的隐含条件, 如“刚好”、“恰好”、“最多”、“至少”等, 它们往往对应一个临界状态, 满足相应的临界条件。

易错警示

解追及问题时易犯的主要错误是对时间判断不清, 具体表现为:

(1) 若被追赶的物体做匀减速运动, 一定要注意追上前该物体是否已经停止运动, 另外还要注意最后对解的讨论分析。

(2) 对于有终极速度的运动, 像本例 B 车, 不能将加速时间与总时间混为一谈。

(3) 对变速直线运动参与的追击问题, 不会分析条件对几次相遇分不清出错。

二、匀变速直线运动规律的应用

【例2】 近来,我国多个城市开始重点治理“中国式过马路”行为,如图1-2(a)。每年全国由于行人不遵守交通规则引发的交通事故有上万起,死亡上千人。只有科学设置交通管制,人人遵守交通规则,才能保证行人的生命安全。

如图1-2(b)所示,停车线AB与前方斑马线边界CD间的距离为23 m。质量8 t、车长7 m的卡车以54 km/h的速度向北匀速行驶,当车前端刚驶过停车线AB,该车前方的机动车交通信号灯由绿灯变黄灯。

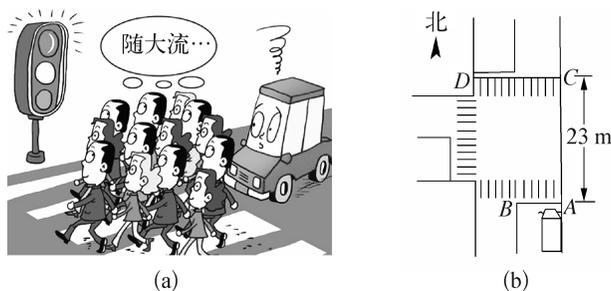


图1-2

(1) 若此时前方C处人行横道路边等待的行人就抢先过马路,卡车司机发现行人,立即制动,卡车受到的阻力为 3×10^4 N。求卡车的制动距离。

(2) 若人人遵守交通规则,该车将不受影响地驶过前方斑马线边界CD。为确保行人安全,D处人行横道信号灯应该在南北向机动车信号灯变黄灯后至少多久变为绿灯?

思路点拨

关键词1: 题干中的54 km/h、(1)中立即制动、卡车受到的阻力 \rightarrow 速度换算(1 m/s = 3.6 km/h)、忽视反应时间、已知力求运动,利用牛顿运动定律找加速度。

关键词2: (2)问中为确保行人安全 \rightarrow 必须车尾过边界CD。信号灯才能由黄灯后变为绿灯,所以此时汽车不能视为质点,应考虑其长度。

行人、卡车建立时间空间的关系解决第(2)问。

【解析】 已知卡车质量 $m = 8\text{ t} = 8 \times 10^3$ kg, 卡车所受阻力 $F_f = -3 \times 10^4$ N, 初速度 $v_0 = 54$ km/h = 15 m/s。

(1) 在制动过程中,由牛顿第二定律有 $F_f = ma$ ①; 设卡车的制动距离为 s_1 ,从制动到停车,有运动学公式 $0 - v_0^2 = 2as_1$ ②; 联立①②式,代入数据解得 $s_1 = 30$ m。

(2) 已知车长 $l = 7$ m, AB与CD的距离为 $s_0 = 23$ m。设卡车驶过的距离为 s_2 , D处人行横道信号灯至少要经过时间 Δt 后变灯,有 $s_2 = s_0 + l$ ③; $s_2 = v_0 \Delta t$ ④; 联立③④式,代入数据解得 $\Delta t = 2$ s。

方法点睛

本题实质上是利用时空关联将卡车和行人联系起来的不在一条直线上的相遇问题,所以找时间和位移关系是根本。参与此类问题的物体的运动形式可以是简单的匀速运动,也可以是匀变速直线运动。求解思路一般按如下流程图进行:



易错警示

(1) 一般情况下汽车刹车类都涉及反应时间,而有些同学忽视反应时间对应的匀速运动致错。

(2) 混淆 $s-t$ 图像与 $v-t$ 图像。

引申拓展

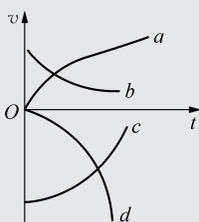
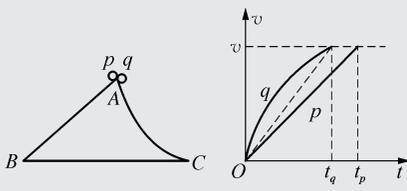
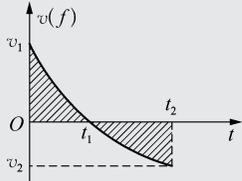
(1) 在分析追及与相遇问题时,常用以下方法:

① 临界条件法:当二者速度相等时,二者相距最远(最近)。

② 图像法:画出 $s-t$ 图像或 $v-t$ 图像,然后利用图像进行分析求解。

③ 数学判别式法:设相遇时间为 t ,根据条件列方程,得到关于 t 的一元二次方程,用判别式进行讨论,若 $\Delta > 0$,即有两个解,说明可以相遇两次;若 $\Delta = 0$,说明刚好追上或相遇;若 $\Delta < 0$,说明追不上或不能相遇。

(2) 在高考中,对直线运动规律的命题和解题经常涉及图像。常见的有位移图像、速度图像、加速度图像。对于图像,主要涉及看图、用图和画图,其中点、线、斜率、截距、面积等物理意义要清楚。如位移图像中斜率反映速度,加速度图像中的面积反映速度变化量。

看图说话	用图解决疑难杂症	
<p>a 表示物体在做加速度减小的加速运动;b 表示物体在做加速度减小的减速运动;c 表示物体在做加速度增大的减速运动;d 表示物体在做加速度增大的加速运动</p>	<p>光滑面上两球静止下滑,谁先滑到斜面底部,用图像反应最简洁</p>	<p>上抛物体受到的阻力与速率成正比,如何比较上升与下降的时间</p>
		

友情提示

(1) 要注意审题,区分平均速度、瞬时速度、平均速率和速率,理解极限思想和标矢性。

(2) 巧用逆向思维法。如物体做匀减速直线运动,当末速度为零时,可转化为一个初速度为零的匀加速直线运动。

(3) 善用对称法。像竖直上抛运动具有时间、速度对称,对称可能带来多解问题。



星级训练

1. ★★★短跑运动员完成 100 m 赛跑的过程可简化为匀加速直线运动和匀速直线运动两个阶段。一次比赛中,某运动员用 11.00 s 跑完全程。已知运动员在加速阶段的第 2 s 内通

过的距离为 7.5 m , 求该运动员的加速度及在加速阶段通过的距离。

2. ★★★一客运列车匀速行驶, 其车轮在铁轨间的接缝处会产生周期性的撞击。坐在该客车中的某旅客测得从第 1 次到第 16 次撞击声之间的时间间隔为 10.0 s 。在相邻的平行车道上有一列货车, 当该旅客经过货车车尾时, 货车恰好从静止开始以恒定加速度沿客车行进方向运动。该旅客在此后的 20.0 s 内, 看到恰好有 30 节货车车厢被他连续超过。已知每根轨道的长度为 25.0 m , 每节货车车厢的长度为 16.0 m , 货车车厢间距忽略不计。求:

- (1) 客车运行速度的大小。
- (2) 货车运行加速度的大小。

3. ★★★甲乙两辆汽车都从静止出发做加速直线运动, 加速度方向一直不变。在第一段时间间隔内, 两辆汽车的加速度大小不变, 汽车乙的加速度大小是甲的两倍; 在接下来的相同时间间隔内, 汽车甲的加速度大小增加为原来的两倍, 汽车乙的加速度大小减小为原来的一半。求甲乙两车各自在这两段时间间隔内走过的总路程之比。

4. ★★★★★在一种新的“子母球”表演中, 让同一竖直线上的小球 A 和小球 B, 从距水平地面高度为 ph ($p > 1$) 和 h 的地方同时由静止释放, 如图 1-3 所示。球 A 的质量为 m , 球 B 的质量为 $3m$ 。设所有碰撞都是弹性碰撞, 重力加速度大小为 g , 忽略球的直径、空气阻力及碰撞时间。

- (1) 求球 B 第一次落地时球 A 的速度大小。
- (2) 若球 B 在第一次上升过程中就能与球 A 相碰, 求 p 的取值范围。

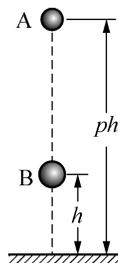


图 1-3

5. ★★★★★一弹性小球自 5 m 高处自由下落,掉在地板上,每与地面碰撞一次,速度减小到碰撞前速度的 $\frac{7}{9}$, 不计每次碰撞的时间,计算小球从开始下落到停止运动所经过的路程、时间、位移。(g 取 10 m/s^2)

6. ★★★★★水平桌面上有两个玩具车 A 和 B,两者用一轻质细橡皮筋相连,在橡皮筋上有一红色标记 R。在初始时橡皮筋处于拉直状态,A、B 和 R 分别位于直角坐标系中的 $(0, 2l)$ 、 $(0, -l)$ 和 $(0, 0)$ 点。已知 A 从静止开始沿 y 轴正向做加速度大小为 a 的匀加速运动;B 平行于 x 轴朝 x 轴正向匀速运动。在两车此后运动的过程中,标记 R 在某时刻通过点 (l, l) 。假定橡皮筋的伸长是均匀的,求 B 运动速度的大小。

二、物体的平衡规律的应用



考情分析

物体的平衡问题在高考计算题中单独考查相对不多。从高考命题情况看,主要表现为三种情况,第一种为“跨界”考查,例如电容器中粒子的平衡,安培力作用下导体杆的平衡;第二种是加强数理结合能力的考查;第三种是与其他内容进行拼合,例如,平衡问题作为几个问题中的一问并处于前置的位置,以考查学生对基础知识的理解能力,起到相应的调配均衡作用。涉及方法有正交分解法、图解法、临界与极值等思想。命题指数为★★☆☆☆。



要点概述

1. 几种常见的典型力

(1) 重力: 大小为 $G = mg$, 重力是万有引力的一个分力, 方向总是竖直向下。

(2) 弹力: ① 产生条件: 两物体要相互接触, 要有弹性形变。② 方向: 弹力的方向与物体形变的方向相反, 具体情况有: 轻绳的弹力方向是沿着绳收缩的方向; 支持力或压力的方向垂直于接触面, 指向被支撑或被压的物体; 弹簧弹力方向与弹簧形变方向相反。③ 弹簧弹力大小 $F = kx$ 。式中的 x 是弹簧在弹性限度内的形变量。

(3) 摩擦力: ① 产生条件是: 两物体相互压紧有弹力作用; 接触面不光滑; 有相对运动趋势或相对运动。② 静摩擦力的方向总是沿着接触面的切线且跟物体相对运动趋势的方向相反。滑动摩擦力方向与物体的相对运动方向一定相反。③ 静摩擦力的大小随着相对运动趋势强弱变化而在 0 到最大静摩擦力 F_{\max} 之间变化, 跟接触面相互挤压的力无直接关系, 求解大小时一般用平衡条件。④ 滑动摩擦力大小: $F = \mu F_N$ 。

(4) 电场力: ① 大小: $F = qE$ 。若为匀强电场, 电场力则为恒力; 若为非匀强电场, 电场力则与电荷所处的位置有关; 点电荷的库仑力 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 。② 方向: 正电荷所受电场力方向与场强方向一致, 负电荷所受电场力方向与场强方向相反。

(5) 安培力: ① 大小: $F = BIL$, 此式只适用于 $B \perp I$ 的情况, 且 L 是导线的有效长度。② 方向: 用左手定则判断, 安培力垂直于 B 、 I 决定的平面。

(6) 洛伦兹力: ① 大小: $F_{\text{洛}} = qvB$, 此式只适用于 $B \perp v$ 的情况。当 $B // v$ 时 $F_{\text{洛}} = 0$ 。② 方向: 用左手定则判断, 洛伦兹力垂直于 B 、 v 决定的平面, 洛伦兹力永不做功。

2. 共点力的平衡

(1) 平衡状态: 静止或匀速直线运动。

(2) 平衡条件: $F_{\text{合}} = 0$ 或 $F_x = 0, F_y = 0$ 。

(3) 常用推论: ① 二力作用下物体平衡时, 两个力等值、反向、共线。② 三力作用下物体平衡时, 任意两个力的合力与第三个力等值、反向、共线; 任一个力沿另外两个力方向所在直线分解, 分解所得的两个分力与原来两个力分别等值、反向、共线。③ 多力作用下物体平衡规律可参考以上两条做推广性的理解。比如, 受四个力作用下平衡时, 任意三个力的合力与第四个力等值、反向、共线; 或任意两个力的合力与其余两个力的合力等值、反向、共线等。



典例精析

自锁现象

【例题】 拖把是由拖杆和拖把头构成的擦地工具(如图 2-1 所示)。设拖把头的质量为 m , 拖杆质量可以忽略; 拖把头与地板之间的动摩擦因数为常数 μ , 重力加速度为 g , 某同学用该拖把在水平地板上拖地时, 沿拖杆方向推拖把, 拖杆与竖直方向的夹角为 θ 。

(1) 若拖把头在地板上匀速移动, 求推拖把的力的大小。

(2) 设能使该拖把在地板上从静止刚好开始运动的水平推力与此时地板对拖把的正压力的比值为 λ 。已知存在一临界角 θ_0 , 若 $\theta \leq \theta_0$, 则不管沿拖杆方向的推力多大, 都不可能使拖把从静止开始运动。求这一临界角的正切 $\tan \theta_0$ 。

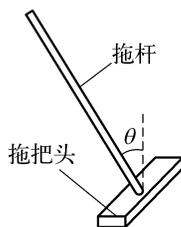


图 2-1

思路点拨

关键词 1: 拖把头的质量为 m , 拖杆质量可以忽略 → 建立滑块模型。

关键词 2: 沿拖杆方向推拖把, 拖杆与竖直方向的夹角为 θ → 受力分析, 因拖把受到多力采用正交分解法。

关键词 3: 拖把头在地板上匀速移动 → 斜推滑块, 利用平衡条件在 x 、 y 两个方向列出平衡关系式。

关键词 4: 不管沿拖杆方向的推力多大, 都不可能使拖把从静止开始运动 → 自锁现象, 推不动原因是 $F \sin \theta \leq \lambda F_N$ 。

【解析】 (1) 设该同学沿拖杆方向用大小为 F 的力推拖把。拖把受力图如图 2-2 所示, 将推拖把的力沿竖直和水平方向分解, 由平衡条件可得, 竖直方向 $F \cos \theta + mg = F_N$ ①; 水平方向 $F \sin \theta = F_f$ ②, 式中 F_N 和 F_f 分别为地板对拖把的正压力和摩擦力。由滑动摩擦公式得 $F_f = \mu F_N$ ③; 联立①②③式得 $F = \frac{\mu}{\sin \theta - \mu \cos \theta} mg$ 。

(2) 若不管沿拖杆方向用多大的力都不能使拖把从静止开始运动, 应有 $F \sin \theta \leq \lambda F_N$ ④; 这时, ①式仍满足。联立①④式得 $\sin \theta - \lambda \cos \theta \leq \lambda \frac{mg}{F}$ ⑤; 现考察使上式成立的 θ 角的取值范围。

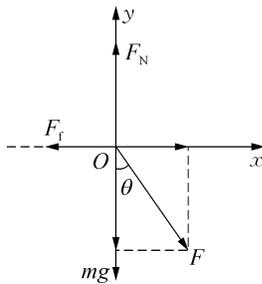


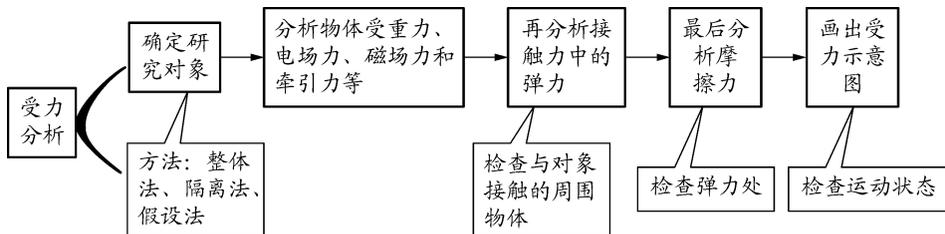
图 2-2

注意到上式右边总是大于零, 且当 F 无限大时极限为零, 有 $\sin \theta - \lambda \cos \theta \leq 0$ ⑥; 使上式成立的 θ 角满足 $\theta \leq \theta_0$, 这里 θ_0 是题中所定义的临界角, 即当 $\theta \leq \theta_0$ 时, 不管沿拖杆方向用多大的力都推不动拖把。临界角的正切为 $\tan \theta_0 = \lambda$ 。

方法点睛

(1) 处理平衡问题的基本思路：确定平衡状态(加速度为零)→巧选研究对象(整体法或隔离法)→受力分析→建立平衡方程→求解或讨论。

(2) 受力分析是解决平衡问题的首要步骤,具体程序为:



(3) 常见的临界状态有:

① 两接触物体脱离与不脱离的临界条件是相互作用的弹力为 0。

② 绳子断与不断的临界条件为绳中张力达到最大值;绳子绷紧与松弛的临界条件为绳中张力为 0。

③ 存在摩擦力作用的两物体间发生相对滑动或相对静止的临界条件为静摩擦力达到最大。

④ 临界与极值对应的关键词为:“恰好出现”或“恰好不出现”,“刚好”、“刚能”、“恰好”等。

易错警示

(1) 应用 $F = kx$ 时,误将弹簧长度当成形变量。

(2) 静摩擦力中的“静”指的是相对静止,滑动摩擦力中的“滑动”也是相对滑动,都是以施力物体为参考系的。所以,静止的物体也可能受到滑动摩擦力作用,运动的物体也可能受到静摩擦力作用。摩擦力可以是阻力,也可以是动力。

(3) 将静摩擦力和滑动摩擦力混淆,盲目套用公式 $F = \mu F_N$ 。

(4) 误将物体的速度等于零当成平衡状态。

引申拓展

(1) 受力分析中常用的方法:在判断弹力或摩擦力是否存在以及确定方向时常用假设法,根据运动状态利用牛顿运动定律判断。

(2) 平衡问题中常见的“活结”滑轮模型与“死结”模型:

① 跨过滑轮、光滑杆、光滑钉子的细绳两端张力大小相等。

② 如几个绳端有“结点”,即几段绳子系在一起,谓之“死结”,那么这几段绳中的张力不一定相等。

(3) 求解平衡问题时常用二力平衡法、矢量三角形法、正交分解法、相似三角形法、图解法等。

(4) 带电体的平衡问题仍然满足平衡条件,只是要注意准确分析场力——电场力、安培力或洛伦兹力。

(5) 如果带电粒子在重力场、电场和磁场三者组成的复合场中做直线运动,则一定是匀速直线运动,因为 $F_{\text{洛}} \perp v$ 。

(6) 三个自由点电荷的平衡问题:规律:①“三点共线”——三个点电荷分布在同一条直线上;②“两同夹异”——正负电荷相互间隔;③“两大夹小”——中间电荷的电荷量最小;④“近小远大”——中间电荷靠近电荷量较小的电荷;电荷量之间满足:
 $\sqrt{Q_{\text{外}1} Q_{\text{外}2}} = \sqrt{Q_{\text{内}} Q_{\text{外}1}} + \sqrt{Q_{\text{内}} Q_{\text{外}2}}$ (Q 表示三个电荷的电荷量)。

友情提示

对于平衡问题中的临界问题和极值问题,首先要正确进行受力分析,弄清临界条件,然后列出平衡方程。对于极值问题,要善于选择物理方法和数学方法,做到数理的巧妙结合。对于不能确定的状态,可以采用假设推理法,即先假设为某状态,然后根据平衡条件及有关知识列方程求解。



星级训练

1. ★★★2012年10月,奥地利极限运动员菲利克斯·鲍姆加特纳乘气球升至约39 km的高空后跳下,经过4分20秒到达距地面约1.5 km高度处,打开降落伞并成功落地,打破了跳伞运动的多项世界纪录,取重力加速度的大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

(1) 忽略空气阻力,求该运动员从静止开始下落到1.5 km高度处所需要的时间及其在此处速度的大小。

(2) 实际上物体在空气中运动时会受到空气阻力,高速运动受阻力大小可近似表示为 $f = kv^2$, 其中 v 为速率, k 为阻力系数,其数值与物体的形状,横截面积及空气密度有关。已知该运动员在某段时间内高速下落的 $v-t$ 图像如图2-3所示,着陆过程中,运动员和所携装备的总质量 $m = 100 \text{ kg}$, 试估算该运动员在达到最大速度时所受阻力的阻力系数。(结果保留1位有效数字)

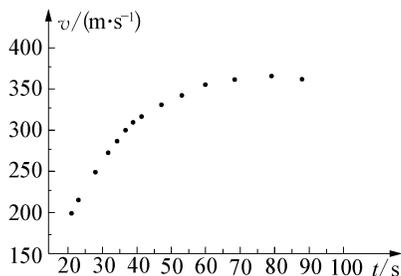


图 2-3

2. ★★★如图2-4所示,一平行板电容器的两个极板竖直放置,在两极板间有一带电小球,小球用一绝缘轻线悬挂于 O 点。现给电容器缓慢充电,使两极板所带电荷量分别为 $+Q$ 和 $-Q$, 此时悬线与竖直方向的夹角为 $\pi/6$ 。再给电容器缓慢充电,直到悬线和竖直方向的夹角增加到 $\pi/3$, 且小球与两极板不接触。求第二次充电使电容器正极板增加的电荷量。

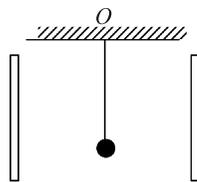


图 2-4