

2007 版

特级教师解密高考

高考二轮复习

Physics 物理 专题点析

◆ 主编 何庆生
沈朝晖



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社

特 级 教 师 解 密 高 考

物理专题点析

主 编 何庆生 沈朝晖

浙 江 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

物理专题点析 / 何庆生主编. —杭州:浙江大学出版社, 2004.7

ISBN7-308-03489-5

I. 物... II. 何... 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(2003)第 096070 号

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>)

责任编辑 王大根 曹发和

排 版 者 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 11

字 数 256 千字

版 印 次 2004 年 7 月第 1 版 2006 年 9 月第 2 次印刷

书 号 ISBN7-308-03489-5/G·650

定 价 13.00 元

修订说明

丛书出版后备受广大读者的青睐,许多读者对丛书提出了宝贵的建议,为此,对本丛书作了针对性的修订,以便更好地满足 2007 年高考学生复习的需要。

在艰苦的高考复习阶段,提高学习效率,是每个学生和教师追求的目标。本丛书的修订,就是以这个目标为编写宗旨,突出第二轮复习的特点,以达到事半功倍的复习效果。

在学习过程中,如何将零散的基础知识点与学科体系,有机地串联起来,将相关知识点以不同的角度活生生地组合在一起,来解决较为复杂的问题,是激发学生学习兴趣,把知识学活,提高解决问题的能力途径。这是本丛书的修订意图。

在内容的主体结构上,本丛书设计了专题的形式,提出综合性较强的问题,并作透彻细致的分析,将相关知识融会贯通,从而突破了第一轮复习中知识点的识记,对知识的理解、掌握上升到新的高度——灵活运用知识分析问题,解决问题。

在相关专题分析的基础上,按学生的认知规律设计例题和习题。例题设计配合专题内容,题型灵活,多角度分析,突出综合性;思路清晰,引导学生学会归纳。练习题的设计依据高考《考试说明》的要求和高考出题规律,题目有一定的归纳综合性,有助于激发学生的探究热情,提升实践创新的能力。这是本丛书的修订方式。

参加丛书主编的有:杭州高级中学化学特级教师赵种霞、学军中学历史特级教师戚青平、原杭州十四中特级教师孙祖英、萧山区教研室物理特级教师何庆生、嘉兴教研室英语特级教师张云青、温州二中生物特级教师赵沛荣、嘉兴一中政治特级教师李兆田、杭州市教研室政治特级教师胡柏富、浙江大学附属中学数学特级教师尚可、宁波中学地理特级教师常海东等。



目 录



一、力学的基本模型与被动力的特点	(1)
一、力学模型的基本特点	(1)
二、被动力的特点及其分析	(2)
三、巩固与拓展性训练	(5)
二、以牛顿定律为核心的动力学问题分析	(8)
一、总体研究思路	(8)
二、研究实例	(8)
三、巩固与拓展性训练	(11)
三、动量与机械能整合研究	(16)
一、研究的总体思路	(16)
二、研究实例	(16)
三、巩固与拓展性训练	(19)
四、牛顿定律、动量、机械能三种思路的选择与比较研究	(23)
一、总体方法说明	(23)
二、研究实例	(23)
三、巩固与拓展性训练	(29)
五、匀速圆周运动及其临界条件的分析	(33)
一、总体方法说明	(33)
二、研究实例	(33)
三、巩固与拓展性训练	(37)
六、与万有引力相关的若干问题研究	(40)
一、研究的基本思路	(40)
二、研究实例	(40)
三、巩固与拓展性训练	(43)
七、机械振动与机械波的重、难点分析研究	(46)
一、研究的总体思路	(46)
二、研究实例	(46)
三、巩固与拓展性训练	(50)
八、以电场为背景的动力学与能量问题	(54)
一、研究的总体思路	(54)
二、研究实例	(54)
三、巩固与拓展性训练	(60)



九、恒定电路的动态分析	(65)
一、总体研究思路	(65)
二、研究实例	(65)
三、巩固与拓展性训练	(67)
十、带电粒子在磁场中的动力学问题专题	(71)
一、总体方法与思路	(71)
二、研究实例	(71)
三、巩固与拓展性训练	(75)
十一、带电粒子在复合场中的动力学与能量问题	(78)
一、研究的总体思路	(78)
二、研究实例	(78)
三、巩固与拓展性训练	(82)
十二、电磁感应中的动力学与能量问题	(87)
一、总体研究思路	(87)
二、实例分析	(87)
三、巩固与拓展性训练	(90)
十三、电磁流量计、霍尔效应、磁流体发电机一类问题的解决	(94)
一、总体思想方法	(94)
二、研究实例	(94)
三、巩固与拓展性训练	(96)
十四、几何光学中的光路分析研究	(99)
一、总体研究方法	(99)
二、研究实例	(99)
三、巩固与拓展性训练	(103)
十五、近代物理中的重点问题研究:(一)光的本性	(107)
一、研究的总体思路	(107)
二、研究实例	(107)
三、巩固与拓展性训练	(110)
十六、近代物理中的重点问题研究:(二)原子与原子核物理	(114)
一、研究的总体思路	(114)
二、研究实例	(114)
三、巩固与拓展性训练	(117)
十七、图像法在物理问题中的应用研究	(120)
一、总体研究思路	(120)
二、应用实例分析	(122)
三、巩固与拓展性训练	(127)
十八、以图片为主要信息的物理问题的解决	(132)
一、研究的总体思路	(132)
二、研究实例	(132)
三、巩固与拓展性训练	(135)



十九、物理学中的等效研究方法及其他主要方法	(138)
一、总体思想方法	(138)
二、研究实例	(138)
三、巩固与拓展性训练	(142)
二十、高考物理实验的拓展与延伸	(145)
一、研究的总体思想方法	(145)
二、研究实例	(145)
三、巩固与拓展性训练	(151)
综合试卷	(156)
参考答案	(161)





一、力学的基本模型与被动力的特点

一、力学模型的基本特点

物理学研究的问题,直接来自于纷繁复杂的现实世界,因此研究这些问题时,我们必须采用一些独特的研究方法,模型法就是我们处理中学物理问题常用的方法。

物理模型通常分为三类:一类是概念模型,例如质点与刚体、弹簧振子与单摆、理想气体、点电荷等;一类是条件模型,例如阻力不计、热量损失不计等;还有一类过程模型,例如匀速直线运动和匀变速直线运动等。上述模型的建立过程及其含义我们清楚,但在实际问题中,我们还会碰到如下类型的模型:如轻绳、轻杆、轻弹簧之类的模型。

1. 轻绳

轻绳模型有如下特点:

- ①质量不计,形变不计,只能承受拉力不能承受压力,且拉力方向沿绳子背离受力物体;
- ②内部张力处处相等;
- ③任一时刻绳子两端点沿绳子方向的速度大小相等(见图 1-1);
- ④绳子张力变化过程的时间不计。

2. 轻杆

轻杆模型有如下特点:

- ①质量不计,形变不计,既能承受拉力也能承受压力;
- ②内部弹力处处相等;
- ③任一时刻轻杆两端点沿轻杆方向的速度大小相等(见图 1-2);
- ④轻杆弹力变化过程的时间不计。

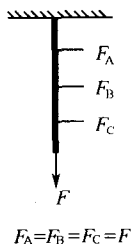
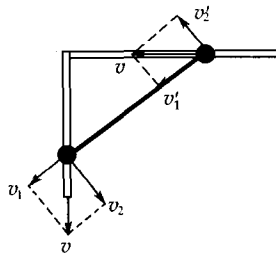


图 1-1



小球 A、B 无论是用轻绳还是用轻杆相连,在沿绳子或杆的方向,均有 $v_1 = v_2$

图 1-2

3. 轻弹簧

轻弹簧模型通常具有下列特征:

- ①质量不计、既能承受拉力也能承受压力;
- ②内部弹力处处相等;

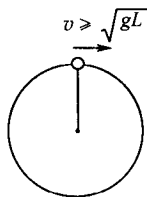


图 1-3

当小球在竖直面内做圆周运动时,在最高点的速度,若是用细线相连,由于细线不能产生支持力,则必须满足 $v \geq \sqrt{gL}$.

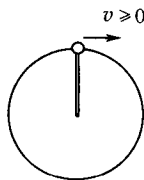


图 1-4

当小球在竖直面内做圆周运动时,在最高点的速度,若是用细杆相连,因为细杆能产生支持力,所以只要满足 $v \geq 0$.

③当弹簧与物体相连接时,弹簧的形变和由形变产生的弹力不会发生突变.

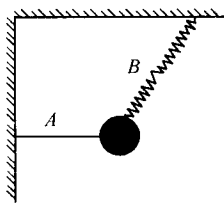


图 1-5

剪断细线 A 的前后瞬间弹簧 B 的弹力不变,想一想,剪断 A 的瞬间小球的加速度是多少?

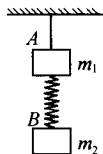


图 1-6

剪断细线 A 的前后瞬间弹簧 B 的弹力不变,想一想,剪断 A 的瞬间, m_1 和 m_2 的加速度各为多少?



图 1-7

当小球从高处下落与弹簧上端碰撞时,若弹簧的质量不能忽略不计,则碰撞前后小球的动量是要发生变化的;若弹簧的质量不计,则就不需要考虑碰撞前后小球动量的变化.



二、被动力的特点及其分析

高中物理中遇到的力主要有:重力、电场力、磁场力、弹力、摩擦力.如果从力的大小、方向与研究对象所受到的其他力的作用和运动状态是否有关的角度来考虑,这些力又可以分为主动力和被动力;如重力、电场力、磁场力属于主动力,而弹力、摩擦力属于被动力.

(一)被动力的大小和方向与研究对象所受的其他外力有关系

例 1-1 两个物体 A 和 B,质量分别为 M 和 m ,用跨过定滑轮的轻绳相连,A 静止于水平地面上,如图 1-8 所示.若不计摩擦力,则 A 对绳子的作用力的大小与地面对 A 的作用力大小分别为().

A. $mg, (M - m)g$

B. mg, Mg

C. $(M - m)g, Mg$

D. $(M + m)g, (M - m)g$

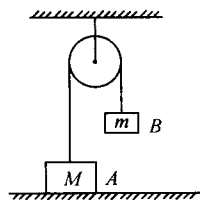


图 1-8

分析与解 本题中 B 物体受到重力 mg 、绳子拉力 T 的作用而处于静止状态,所以 $T = mg$. A 物体受到重力 Mg 、绳子拉力 T 和地面支持力 N 的作用也处于平衡状态,读者很容易得到 $N = Mg - T = (M - m)g$,答案 A 正确.

问题不在于结论是什么,而是读者是否考虑过本题中绳子的拉力 T (弹力)的大小是由物体 B 所受的重力大小以及它正处于平衡状态决定的.同理 A 物体所受的支持力的大小也是由 A 的重力大小、绳子拉力大小和它处于平衡状态决定的.本题中如果 $m > M$,则两物体将分别做匀加速直线运动,绳子的拉力 $T = 2Mmg / (M + m)$,与前述结论不同.



【点评】 弹力(特别是绳子的张力和接触面的支持力)的大小、方向与研究对象所受的其他外力及其运动状态有关,所以一般要列平衡方程或动力学方程求得.

例 1-2 如图1-9所示,位于斜面上的物块 M ,在沿斜面向上的力 F 的作用下处于静止状态,则斜面作用于物块的静摩擦力为 ().

- A. 方向可能沿斜面向上 B. 方向可能沿斜面向下
C. 大小可能为零 D. 大小可能等于 F

分析与解 本题所涉及到的静摩擦力为被动力,选物块为研究对象,它受到的外力有:重力 G 、斜面的支持力 N 、外力 F ,建立直角坐标系,并将重力 G 分解,设静摩擦力为 f_s ,如图 1-10 所示,则有: $F - G\sin\theta - f_s = 0$.

假如 $F > G\sin\theta$,静摩擦力 $f_s = F - G\sin\theta$,方向沿斜面向下;

假如 $F < G\sin\theta$,静摩擦力 $f_s = G\sin\theta - F$,方向沿斜面向上;

假如 $F = G\sin\theta$ 时, $f_s = 0$;

假如 $2F = G\sin\theta$ 时, $f_s = F$.

【点评】 从上面的分析可知,静摩擦力的大小和方向,都会随着外力大小的改变而改变,在研究这一问题时,同学们千万要注意这一点.

(二)被动力的大小和方向与研究对象所处的运动状态关系

例 1-3 如图1-11所示,一个质量为 m 的球挂在光滑车厢的竖直壁上,试求下列三种情况下竖直壁对小球的弹力和绳子对小球的拉力:

- (1)小车做匀速直线运动时;
(2)小车以一定的加速度水平向右匀加速运动时;
(3)小车以一定的加速度水平向左匀加速运动时.

分析与解 当车厢做匀速直线运动时,根据受力情况(见图 1-12)可知:

$$F_1 = F_2 \sin\theta, \quad ①$$

$$F_2 \cos\theta = mg, \quad ②$$

$$\text{解得 } F_1 = mg \tan\theta, F_2 = \frac{mg}{\cos\theta}.$$

当车厢向右做匀加速直线运动时,根据受力情况可知:

$$F_1 - F_2 \sin\theta = ma, \quad ③$$

$$F_2 \cos\theta - mg = 0, \quad ④$$

$$\text{解得 } F_1 = mg \tan\theta + ma, F_2 = \frac{mg}{\cos\theta}.$$

对于车厢向左做匀加速直线运动时,根据受力情况可知:

$$F_2 \sin\theta - F_1 = ma, \quad ⑤$$

$$F_2 \cos\theta - mg = 0, \quad ⑥$$

$$\text{解得 } F_1 = mg \tan\theta - ma, F_2 = \frac{mg}{\cos\theta}.$$

【点评】 当 $a < g \tan\theta$ 时,则表达式 $F_1 = mg \tan\theta - ma, F_2 = \frac{mg}{\cos\theta}$ 成立.

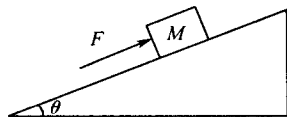


图 1-9

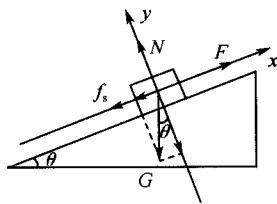


图 1-10

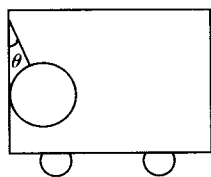


图 1-11

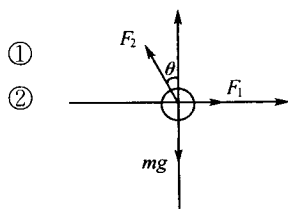


图 1-12





当 $a > g \tan \theta$ 时, 则有: $F_1 = 0$, $F_2 = \frac{mg}{\cos \alpha}$, $\alpha = \arctan \frac{a}{g}$.

从上面分析可以看出, 弹力的大小和方向, 并不是固定不变的, 它随着研究对象所处的运动状态的改变而改变. 因此在分析弹力时, 同学们务必要注意这一点.

例 1-4 如图1-13所示, 倾角为 θ 的斜面上放一个质量为 M 的盒子 A, 盒中有一个刚好与盒内壁相切的质量为 m 的球 B, 盒内光滑而底部与斜面间滑动摩擦因数为 μ , $\mu < \tan \theta$, 用与斜面平行斜向下的力 F 推 A, 问球与盒子的哪一壁相挤压, 这一压力等于多少?

分析与解 小球到底与哪一个壁有相互作用力, 将与小球的运动状态有关, 即与加速度有关, 而加速度的大小又与 F 的大小有关, 我们先不妨把箱子和球作为一个整体, 由此可知:

$$(M+m)g \sin \theta + F - \mu(M+m)g \cos \theta = (M+m)a,$$

$$a = g(\sin \theta - \mu \cos \theta) + \frac{F}{M+m}.$$

再以小球为研究对象, 假设小球受到的是沿斜面向上的力, 则有:

$$mg \sin \theta - f_1 = ma, \text{ 得: } f_1 = mg \sin \theta - ma = \mu mg \cos \theta - \frac{mF}{M+m},$$

$$f_1 = \mu mg \cos \theta - \frac{mF}{M+m}.$$

[点评] (1) 若 $\mu mg \cos \theta = \frac{mF}{M+m}$, 即: $F = \mu(m+M)g \cos \theta$, 则 $N = 0$;

(2) 若 $\mu mg \cos \theta > \frac{mF}{M+m}$, 则 N 的大小为式中所表示的值, 方向与所设方向相反;

(3) 若 $\mu mg \cos \theta < \frac{mF}{M+m}$, 则 N 的大小为式中所表示的值, 方向与所设方向一致.

例 1-5 在港口码头常用如图1-16所示的传送带运送煤炭等货物, 将物体无初速地放上传送带的 A 端, 运动到 B 点后停止相对滑动, 直到 D 点后落下, 设 CD 段水平, 木块的质量是 m , 它与传送带之间的动摩擦因数为 μ , 传送带倾斜部分与水平面的夹角是 θ , 传送带匀速. 则木块在 AB 段、BC 段、CD 段所受的摩擦力大小各为多少?

分析与解 在 AB 段, 物体与传送带之间相对滑动, 所以物体与传送带之间是滑动摩擦力, 因此摩擦力的大小为 $f = \mu mg \cos \theta$, 方向沿平行于传送带向上; 在 BC 段, 物体与传送带之间相对静止, 物体做匀速直线运动, 但物体受静摩擦力的作用, 其大小为 $f = mg \sin \theta$, 方向平行于传送带向上; 在 CD 段, 物体在水平部分做匀速直线运动, 因此所受的摩擦力应该为零.

[点评] 从上面的实例我们可以看到, 摩擦力的大小和方向, 与研究对象所处的运动状态有密切的联系.

例 1-6 如图1-17所示, C 是水平地面, A, B 是两个长方形物块, F 是作用在 B 上沿水平方向的力, 试讨论下列几种情况下 A, B 间的动摩擦因数 μ_1 和 B, C 间的动摩擦因数 μ_2 的各

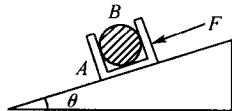


图 1-13

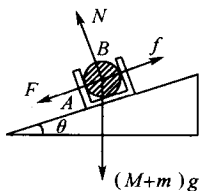


图 1-14

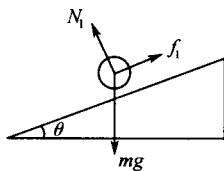


图 1-15

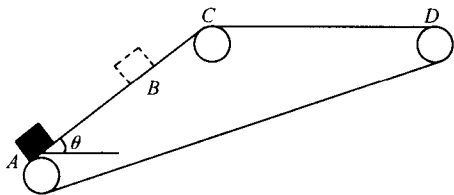


图 1-16



种可能情况:

A. $\mu_1 = 0, \mu_2 = 0$

B. $\mu_1 = 0, \mu_2 \neq 0$

C. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 = 0$

D. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

(1) 物体 A 和 B 以相同的速度向右做匀速直线运动;

(2) 物体 A 和 B 以相同的加速度向右做匀加速直线运动;

(3) 物体 A 和 B 以相同的加速度向右做匀减速直线运动.

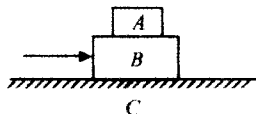


图 1-17

分析与解 (1) 以 A, B 的整体为研究对象, 在水平力 F 的作用下, 共同做匀速直线运动, 故水平面的摩擦力不为零, 而 A, B 之间无相对运动和相对运动的趋势, 故 A, B 之间的摩擦力为零, 所以它们之间的动摩擦因数可以是零, 也可以不为零. 所以答案可选 B, D.

(2) 若做匀加速直线运动, 以 A, B 的整体为研究对象, 在水平力 F 的作用下, 共同做匀加速直线运动, 故水平面的摩擦力可能为零, 也可能不为零, 而 A, B 之间有相对运动的趋势, 或者从牛顿第二定律的角度来看, A 物体在做匀加速直线运动, 所以它所受的合外力不为零, 而产生合外力的力只可能是 B 给 A 的摩擦力, 故 A, B 之间的摩擦力不为零, 所以它们之间的动摩擦因数不为零. 所以答案可选 C, D.

(3) 物体 A 和 B 以相同的加速度做匀减速直线运动, 先以 A, B 的整体作为研究对象, 做减速运动时的加速度方向向左, 所以物体所受的合外力方向一定向左, 因此水平面一定给 B 有一个向左的摩擦力 f , 且有 $f > F$. 对于 A 物体, 由于它的加速度向左, 因此相对于 B 物体有相对运动的趋势, 所以会受到向左的摩擦力. 因此答案选 D.

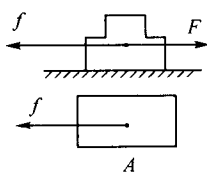


图 1-18

[点评] 从上面的实例我们可以看到, 被动力的最大特点是力的大小、方向与研究对象所受的其他外力与所处的运动状态有密切的关系. 由于弹力和摩擦力是高中物理中非常常见的两种力, 因此我们在分析它们时一定要注意这一点.



三、巩固与拓展性训练

- 当运动员沿固定竖直杆匀速攀上和匀速滑下时, 他所受到的摩擦力分别为 f_1 和 f_2 , 则 ()
 - f_1 向下, f_2 向上, 且 $f_1 = f_2$
 - f_1 向下, f_2 向上, 且 $f_1 > f_2$
 - f_1 向上, f_2 向上, 且 $f_1 = f_2$
 - f_1 向上, f_2 得下, 且 $f_1 > f_2$
- 如图 1-19 所示, 在工地上, 用皮带输送机运送货物, 下列说法中正确的是 ()
 - 把货物匀速向高处输送的过程中, 货物没有受到摩擦力
 - 把货物匀速向高处输送的过程中, 货物受到平行于传送带向上的摩擦力
 - 把货物匀速向低处输送的过程中, 货物没有受到摩擦力
 - 把货物匀速向低处输送的过程中, 货物受到平行于传送带向下的摩擦力
- 卡车上放一只木箱, 卡车在水平路面上运动, 下列说法正确的是 ()
 - 当卡车启动时, 木箱给卡车的摩擦力向前
 - 当卡车做匀速直线运动时, 卡车给木箱的摩擦力向前
 - 当卡车做匀速直线运动时, 卡车对木箱的静摩擦力为零
 - 当卡车突然制动时, 木箱获得向前的摩擦力, 使木箱向前滑动
- 如图 1-20 所示, 放在水平桌面上的木块 A 处于静止状态, 所挂的砝码和盘的总质量为 0.6 kg, 弹簧秤

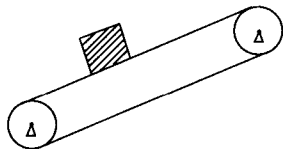


图 1-19

读数为 2N, 滑轮与轴之间的摩擦不计, 若轻轻地取走盘中的部分砝码使总质量减小到 0.3kg, 将会出现的情况是 ()

- A. 弹簧秤读数变小 B. A 仍静止不动
C. A 对桌面的摩擦力不变 D. A 所受的合力变大

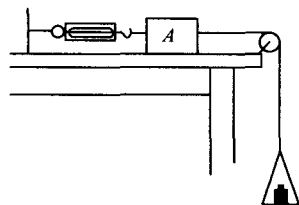


图 1-20

5. 如图 1-21 所示, 质量为 0.8kg 的物体静止在倾角为 30° 的斜面上, 若用平行于斜面、沿水平方向、大小等于 3N 的力 F 推物块, 物块仍保持静止, 则物块受到的摩擦力大小为 ()

- A. 5N B. 4N
C. 3N D. $8\sqrt{3}/3$ N

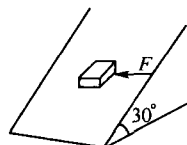


图 1-21

6. 如图 1-22 所示, 在水平力 F 的作用下物体 A 和 B 保持相对静止, 且沿水平面运动, 斜面倾角为 θ , $m_A = m_B = m$, 接触面摩擦均不计, 则 ()

- ① 物体 A 受到的支持力为 $mg/\cos\theta$
② 物体 A 受到的合力为 $mg\tan\theta$
③ A, B 的加速度的大小为 $g\tan\theta$
④ 物体 A 对斜面 B 的压力等于 $mg\cos\theta$

- A. ①②③ B. ②③④
C. ②③ D. ①②

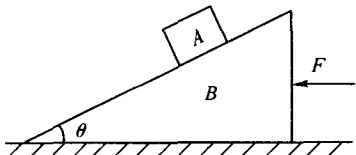


图 1-22

7. 如图 1-23 所示, 物体 B 放在倾角为 θ 的斜面上恰好能匀速下滑, 若在 B 上加一方向竖直向下的力 F , 设斜面足够长, 则 B 在斜面上 ()

- A. 继续做匀速运动
B. 下滑速度越来越大
C. 下滑速度逐渐减小, 最后将停下来
D. 无法确定 B 的运动情况

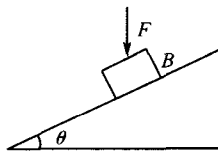


图 1-23

8. 如图 1-24 所示, 用光滑的粗铁丝做成一个直角三角形, BC 边水平, AC 边垂直, $\angle ABC = \beta$. AB 及 AC 两边上分别套有用细线系着的铜环, 当它们静止时, 细线跟 AB 所成的角 θ 的大小为 ()

- A. $\theta = \beta$ B. $\theta = \pi/2$
C. $\theta < \beta$ D. $\beta < \theta < \pi/2$

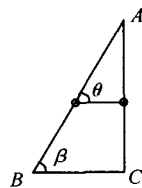


图 1-24

9. 如图 1-25 所示, 质量为 m 的质点与三根相同的螺旋形轻弹簧相连, 静止时相邻弹簧间的夹角为 120° . 已知弹簧 a, b 对质点的作用力均为 F , 则弹簧 c 对质点的作用力为 ()

- A. F B. $F + mg$
C. $F - mg$ D. $mg - F$

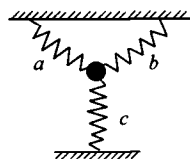


图 1-25

10. 如图 1-26 所示, 有黑、白两条毛巾交替折叠地放在地面上, 白毛巾的中部用线与墙壁连接着, 黑毛巾的中部用线拉住, 设线均呈水平. 欲将黑、白毛巾分离开来, 若每条毛巾的质量均为 m , 毛巾之间及其与地面间的动摩擦因数均为 μ , 则将黑毛巾匀速拉出需加的水平力为 ()

- A. $2\mu mg$ B. $4\mu mg$
C. $5\mu mg$ D. $5\mu mg/2$



图 1-26

11. 如图 1-27 所示, 水平放置的两固定的光滑硬杆 OA, OB 成 θ 角, 在两杆上各套轻环 P, Q, 两环用细绳相连, 现用恒力 F 沿 OB 方向拉环 Q, 当两环稳定时, 绳的张力多大?

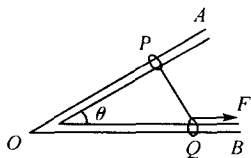


图 1-27

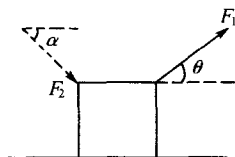


图 1-28

12. 在水平面上有一个质量为 m 的物体,物体在一个与水平方向成 θ 角的拉力 F_1 的作用下匀速运动,如图 1-28 所示,已知物体与水平面之间的动摩擦因数为 μ ,试求:
- ① 拉力 F_1 的大小.
 - ② 若拉力 F_1 的方向可以改变,那么 F 的最小值是多少?
 - ③ 若再在后面加一个大小为 F_2 的推力,为了在加推力 F_2 后使原来匀速运动的物体变为加速运动, α 角有什么要求.
13. 建造破冰船应当使它满足这样的要求:当冰块从侧面挤压过来的时候,应沿着船壳向水下滑去,这样,冰块的作用顶多是将船身稍稍抬起,但却大大减轻了挤压对船壳的伤害,如已知冰与船壳的动摩擦因数为 μ ,则设计建造破冰船时,问船舷与竖直平面间的夹角应满足什么条件?
14. 用金属制成的线材(如钢丝、钢筋)受到拉力会伸长.17 世纪英国物理学家胡克发现:金属丝或金属杆在弹性限度内它的伸长与拉力成正比.这就是著名的胡达定律.这一发现为后人对材料的研究奠定了重要基础.现在一根用新材料制成的金属杆,长为 4m,横截面积为 0.8cm^2 ,设计要求它受到拉力后的伸长不超过原长的 $1/1000$.由于这一拉力很大,杆又较长,直接测试有困难,选用同种材料制成样品进行测试,通过测试取得数据如下:

长度 (m)	伸长(cm) 截面面积(cm^2)	拉力 (N)	250	500	750	1000
1	0.05		0.04	0.08	0.12	0.16
2	0.25		0.08	0.16	0.24	0.32
1	0.10		0.02	0.04	0.06	0.08

- (1) 测试结果表明线材受拉力作用后其伸长与材料的长度成 _____ 比,与材料的截面积成 _____ 比.
- (2) 上述金属细杆承受的最大拉力为 _____ N.
15. 有些人员,如电梯修理员、牵引专家等,常需要知道绳(或金属线)中的张力 T ,可又不便到绳(或线)的自由端去测量.现某家公司制造了一种夹在绳上的仪表(图中 B 、 C 为该夹子的横截面).测量时,只要如图示那样用一硬杆竖直向上作用在绳上的某点 A ,使绳产生一个微小偏移量 a ,借助仪表很容易测出这时绳对硬杆的压力 F .现测得该微小偏移量为 $a = 12\text{mm}$, BC 间的距离为 $2L = 250\text{mm}$,绳对横杆的压力为 $F = 300\text{N}$,试求绳中的张力 T .
16. 重力 G 的小球,有一根长度为 L 的轻绳吊起来,置于一个半径为 R 的光滑球的球面上,小球的悬点的球心的正上方距球面的最小距离为 h ,小球可视为质点,如图 1-30 所示,轻绳对小球的拉力和半球体对小球的支持力分别是多少?

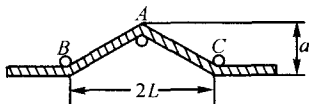


图 1-29

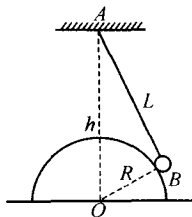


图 1-30

二、以牛顿定律为核心的动力学问题分析



一、总体研究思路

高中物理研究问题,有两条最基本的途径:一条是从运动和力的角度去进行研究,另一条是从功和能的角度去进行研究.这两条途径,几乎渗透于整个高中物理的全部,其中第一条途径的核心是牛顿运动定律.

应用牛顿定律来解决问题,我们应该遵循的最基本的方法是:

对象→受力→过程→模型→规律→方程→结果

即首先要弄清研究的对象是哪个物体,它受到哪些力,运动的过程是怎么样的;然后建立一个合理的动力学模型,研究所应用规律,列出方程,求得结果.一般来说,应用牛顿定律来解决问题通常有如下两大类问题:第一类是非常重视力和加速度的因果关系,第二类是动力学与运动学结合在一起.



二、研究实例

(一)以力和加速度的因果关系为突破口进行分析

解决此类问题的关键是从力和加速度的因果关系为突破口进行研究,即力和加速度必须相互满足.具体可见如下实例:

例 2-1 如图2-1所示,一质量为 m 的物体系于长度分别为 l_1, l_2 的两根细线上, l_1 的一端悬挂在天花板上,与竖直方向夹角为 θ , l_2 水平拉直,物体处于平衡状态,现将 l_2 线剪断,求剪断瞬时物体的加速度.

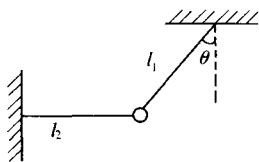


图 2-1

(1)下面是某同学的一种解法:

解 设 l_1 线上拉力为 F_1 , l_2 线上拉力为 F_2 , 重力为 mg , 物体在三力作用下保持平衡,即 $F_1 \cos \theta = mg$, $F_1 \sin \theta = F_2$, $F_2 = mg \tan \theta$.

剪断线的瞬间, F_2 突然消失,物体即在 F_2 反方向获得加速度,因为 $mg \tan \theta = ma$, 所以加速度 $a = g \tan \theta$, 方向在 F_2 的反方向.

你认为这个结果正确吗? 请对该解法做出评价并说明理由.

(2)若将图2-1中的细线 l_1 改为长度相同、质量不计的轻弹簧,如图2-2所示,其他条件不变,求解的步骤和结果与(1)完全相同,即 $a = g \tan \theta$, 你认为这个结果正确吗? 请说明理由.

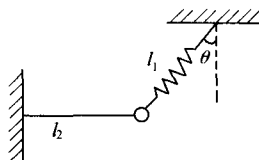


图 2-2

分析与解 (1)剪断 l_2 前,物体在线 l_1, l_2 的拉力 T_1, T_2 和重力作用下平衡,受力分析如图2-3所示.

由平衡条件 $T_1 \cos \theta = mg$, $T_1 \sin \theta = T_2$, 得 $T_2 = mg \tan \theta$. 由于 l_1 是细线,其物理模型是不可拉伸的刚性绳,当线上的张力变化时,细线的长度形变量

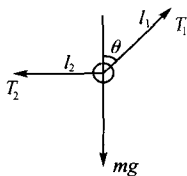


图 2-3



忽略不计,因此当剪断 l_2 的瞬间, T_2 突然消失, l_1 线上的张力发生突变,这时物体受力如图2-4所示, $T_1 = mg \cos \theta$, $mg \sin \theta = ma$ 得 $a = g \sin \theta$,所以原解给的结果错误,原因是线 l_1 上的张力大小发生了突变.

(2)轻弹簧这一物理模型是当受外力拉伸时,有明显的形变量 Δx ,在弹性限度内,弹力大小 $F = k\Delta x$,弹力方向沿弹簧方向.当剪断 l_2 的瞬间 $T_2 = 0$,弹簧的形变量未来得及发生变化, Δx 不变, l_1 上的张力大小、方向还未发生变化,所以物体所受的合力与 T_2 等反向.由牛顿第二定律 $mg \tan \theta = ma$ 得 $a = g \tan \theta$,原解给的结果正确.

图 2-4

[点评] (1)本题以共点力的平衡条件和牛顿第二定律为知识依托,涉及到细绳和轻弹簧模型,注意对理解能力和思维能力的考查.

例 2-2 如图2-5所示,质量为 m 的人站在自动扶梯上,扶梯正以加速度 a 向上减速运动, a 与水平方向的夹角为 θ .求人受的支持力和摩擦力.

分析与解 利用牛顿定律解题时,基本思路是相同的,即先确定研究对象,再对其进行受力分析,最后列方程求解.

方法 1 以人为研究对象,他站在减速上升的电梯上,受到竖直向下的重力 mg 和竖直向上的支持力 F_N ,还受到水平方向的静摩擦力 F_f ,由于物体斜向下的加速度有一个水平向左的分量,故可判断静摩擦力的方向水平向左.人受力分析如图2-6所示,建立如图所示的坐标系,并将加速度分解为水平加速度 a_x 和竖直加速度 a_y ,如图2-7所示,则 $a_x = a \cos \theta$, $a_y = a \sin \theta$.

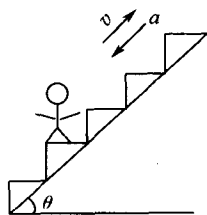


图 2-5

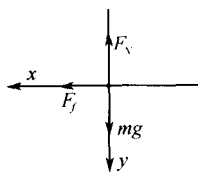


图 2-6

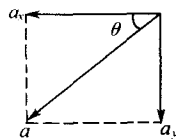


图 2-7

由牛顿第二定律得 $F_f = ma_x$, $mg - F_N = ma_y$.

求得 $F_f = ma \cos \theta$, $F_N = m(g - a \sin \theta)$.

方法 2 以人为研究对象,受力分析如图2-8所示.因摩擦力 F_f 为待求,且必沿水平方向,设为水平向右.建立图示坐标,并规定正方向.

根据牛顿第二定律得

$$x \text{ 方向 } mg \sin \theta - F_N \sin \theta - F_f \cos \theta = ma, \quad (1)$$

$$y \text{ 方向 } mg \cos \theta + F_f \sin \theta - F_N \cos \theta = 0, \quad (2)$$

由①、②两式可解得 $F_N = m(g - a \sin \theta)$, $F_f = -ma \cos \theta$.

F_f 为负值,说明摩擦力的实际方向与假设方向相反,为水平向左.

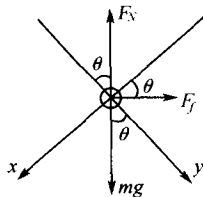


图 2-8

[点评] 1. 利用正交分解法解决动力学问题建立坐标系时,常使一个坐标轴沿着加速度方向,使另一个坐标轴与加速度方向垂直,从而使物体的合力沿其中一个轴的方向,另一轴的合力为零.但有时这种方法并不简便,例如本题,所以要根据具体问题进行分析,以解题方便为原则,建立合适的坐标系.

2. 判断静摩擦力的方向、计算静摩擦力的大小是一难点.在物体处于平衡状态时,可根据



平衡条件判断静摩擦力的方向,计算静摩擦力的大小;若物体有加速度,则应根据牛顿第二定律判断静摩擦力的方向,计算静摩擦力的大小。

(二)与运动学结合在一起的力学问题分析

解决此类问题,除了明确研究对象,做好受力分析以外,关键是做好运动过程分析,因为物体在运动的过程中,受力情况与运动情况都有可能发生变化.因此,明确运动的过程,弄清不同过程中的受力特点,是解决此类问题的前提。

例 2-3 在光滑的水平轨道上有两个半径都是 r 的小球 A 和 B ,质量分别为 m 和 $2m$.当两球心间的距离大于 l (l 比 $2r$ 大得多)时,两球之间无相互作用力;当两球心间的距离等于或小于 l 时,两球间存在相互作用的恒定斥力 F .设 A 球从远离 B 球处以速度 v_0 沿两球连线向原来静止的 B 球运动,如图 2-9 所示,欲使两球不发生接触, v_0 必须满足什么条件?

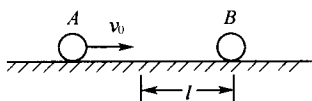


图 2-9

分析与解 A 球向 B 球接近至 A, B 间的距离小于 l 之后, A, B 两球分别受到反向的恒力作用, A 球的速度逐步减小, B 球从静止开始加速,两球间的距离逐步减小.当 A, B 的速度相等时,两球间的距离最小.若此距离大于 $2r$,则两球就不会接触。

由牛顿定律, A, B 两球的加速度大小为 $a_1 = \frac{F}{m}, a_2 = \frac{F}{2m}$.

设 v_0 为 A 球的初速度,有 $v_1 = v_0 - \frac{F}{m}t, v_2 = \frac{F}{2m}t, s_1 = v_0t - \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m}t^2, s_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{2m}t^2$.

由 $v_1 = v_2$ 及 $l + s_2 - s_1 > 2r$,解得 $v_0 < \sqrt{\frac{3F(l-2r)}{m}}$.

[点评] 本题是已知受力情况求运动情况的问题,本题的“制高点”在于分析两球不接触的条件,而不在于常规的公式运算,因为这种分析足以看得出考生基本概念的清晰程度及解决问题的能力.本题也可以用其他方法求解,而两球不接触的条件却是必须分析的。

例 2-4 如图 2-10 所示,传送带与地面倾角 $\theta = 37^\circ$,从 $A \rightarrow B$ 长度为 16m ,传送带以 10m/s 的速度逆时针转动,在传送带上端 A 无初速地放一质量为 0.5kg 的物体,它与传送带之间的动摩擦因数为 0.5 ,求物体从 A 运动到 B 所用的时间是多少? ($\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$)

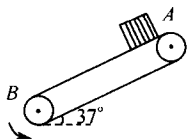


图 2-10

分析与解 物体沿传送带下滑开始阶段,摩擦力方向沿传送带向下,先做匀加速运动,当速度达到 10m/s 后,因 $mg \sin \theta > \mu mg \cos \theta$;剩下一段加速度发生改变后,再继续做匀加速运动直滑到底端。

物体刚开始一段受力分析如图 2-11 所示,据牛顿第二定律有 $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1$,则 $a_1 = g \sin \theta + \mu g \cos \theta = 10\text{m/s}^2$.

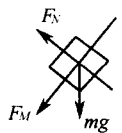


图 2-11

物体加速至速度 10m/s 时,

所用时间 $t_1 = v/a_1 = 1\text{s}$,

运动位移 $s = a_1 t_1^2/2 = 10 \times 1/2\text{m} = 5\text{m} < 16\text{m}$.

当物体速度大于传送带速度时,其受力分析如图 2-12 所示。

由牛顿第二定律得 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_2$,

即 $a_2 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta = 2\text{m/s}^2$.

此过程中物体运动时间为 t_2 ,则

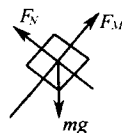


图 2-12