

最新高考复习

应试指南丛书

物 理

主编 周济源

3+2

北京师范大学出版社

“3+2”

最新高考复习应试指南

物 理

周济源 主编

徐立法 余朝龙 葛启光
刘志勇 刘长铭 周济源 编

北京师范大学出版社

(京)新登字 160 号

“3+2”

最新高考复习应试指南

物 理

主编 周济源

编者 徐立法 余朝龙 葛启光
刘志勇 刘长铭 周济源

“3+2”

最新高考复习应试指南

物 理

主编 周济源

编者 徐立法 余朝龙 葛启光
刘志勇 刘长铭 周济源

*

北京师范大学出版社出版发行

全国新华书店经销

廊坊日报社印刷一厂 印刷

开本:787×1092 1/16 印张:10.375 字数:224千

1993年10月第1版 1994年6月第2次印刷

ISBN7-303-02432-8/G·1588 定价:6.00元

编写说明

为了配合国家教委 1994 年高考在全国十几个省市实行新的“3+2”考试制度,帮助参加“3+2”高考的学生进行全面复习,作好考前准备,我社特邀请全国著名的北师大实验中学、北师大附中、北京四中、北京八中、清华附中、北大附中等十余所重点中学的部分特级、高级教师,根据会考后新高考的要求,精心编制了这套丛书,供准备参加 1994 年“3+2”高考的考生作复习应试练兵使用。它具有难度适中、针对性强、方法灵活、突出能力诸特点。

丛书各科由五到六个单元复习和二到三套模拟试题组成。单元复习有内容概述(介绍会考后新高考的特点)、考点剖析(强调针对性、实用性)、方法点拨(抓住关键、探求契机)、典型例题(举一反三、提高能力)和单元测试(查漏补缺、增强信心)。模拟试题为北京市东城、西城、海淀等命题专家按 1994 年高考最新信息及高考试卷的内容和形式精心编制而成,(卷后附有机读纸)该丛书必能使复习收到事半功倍的效果。

丛书主编 刘振贵

副主编 周济源 王礼进

各科主编

语文 陈天敏 北师大实验中学语文教研组长 高级教师

英语 沈信予 北师大实验中学 高级教师

数学 乔荣凝 北师大附中数学教研组长 高级教师

物理 周济源 北京市特级教师

化学 刘振贵 北京市特级教师

历史 杨子坤 北师大附中历史教研组长 高级教师

目 录

第一单元	牛顿运动定律	(1)
第二单元	功和能 动量	(20)
第三单元	振动和波	(42)
第四单元	电场 恒定电流	(47)
第五单元	磁场 电磁感应 交流电 电磁振荡和电磁波	(65)
第六单元	分子运动论和固体、液体、气体的性质	(82)
第七单元	几何光学和物理光学	(98)
第八单元	原子物理	(118)
第九单元	物理实验	(123)
模拟测试题(I)	北京市海淀区教师进修学校物理组供稿	(135)
模拟测试题(II)	北京市东城区教科研中心物理组供稿	(143)
模拟测试题(III)	北京市西城区北京四中董连生供稿	(152)
模拟测试题(IV)	北京市崇文区教科研中心物理组供稿	(158)

第一单元 牛顿运动定律

一、内容概述

本单元包括静力学、运动学和动力学。即大纲(1990年4月版)中的：一力；二物体的平衡；三牛顿运动定律。高中物理选修课的：一牛顿运动定律；二匀速圆周运动、万有引力定律等教学内容。

本单元以牛顿运动定律为主线，从运动状态和运动本质两方面将知识内容整理归纳如下

1. 物体平衡状态 ($\Sigma F=0, a=0$)

平动 静止 $s=0$

匀速直线运动 $v=\frac{s}{t}$

转动 $\omega=\varphi/t=2\pi/T$ $M=0$

2. 匀变速直线运动 (ΣF 一定, a 一定)

①初速度不为零的匀加速直线运动

$v_t = v_0 + at$ 辅助公式 $v_t^2 = v_0^2 + 2as$

$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)$

②自由落体运动 ($v_0=0, a=g$)

$v_t = gt$ $h = \frac{1}{2}gt^2$

③竖直上抛运动 ($v_0 \neq 0, a=g, a$ 与 v_0 反向)

$v_t = v_0 - gt$ $h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

$v_{\uparrow} = v_{\downarrow}, t_{\uparrow} = t_{\downarrow}$ (阻力不计)

3. 曲线运动

①抛体运动 (ΣF 与 v_0 成 α 角, $\Sigma F=mg, a=g$)

平抛运动 $x=v_0 t$ $y=\frac{1}{2}gt^2$

斜抛运动 v_0 与水平成 α 角

②匀速圆周运动 (v 大小一定, a 大小一定, $F_{\text{向}} = m\frac{v^2}{R} = m\omega^2 R, F$ 与 v 垂直且恒指向圆心)

$v = \omega R, a = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$

③行星的运动、万有引力定律

$F_{\text{万}} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

二、考点详析

1. 本章内容在高考中的地位

本章内容包括考纲中所列 21 个知识单元的四个单元；98 个知识点中的 20 个知识点。它的内容和处理问题的方法是学习其他物理知识的基础。物理试卷中本单元内容所占的分数，几

年来约占总分的百分之二十左右。

2. 88年以来高考对本单元内容的考查重点

88年以来下述内容在高考物理试卷中反复出现:①物体的平衡条件.②力矩的概念.③胡克定律.④摩擦力的概念.⑤匀速圆周运动.⑥行星运动、万有引力定律.⑦平抛运动.⑧匀变速运动规律.⑨牛顿三定律与其他物理现象的综合题.

3. 对高考中多次考查的重点知识的理解和复习时应注意的事项

①共点力的平衡条件是合外力为零.它的基础知识是二力平衡时此二力必大小相等方向相反.三力平衡时往往把其中二力合成,这个合力必与第三个力大小相等方向相反.多个力平衡则多用正交分解法.总之都转化成简单的一直线上的二力平衡去解决.

②力矩的概念中应注意, $M=F \cdot L$ 中的 L 是指转轴至力作用线的垂直距离.

③胡克定律 $F=kx$ 中的 x 是指形变量,即弹簧的长度与原长的差值.

④摩擦力是被动力.它的方向总跟物体间相对运动或相对运动趋势相反,而不是与物体对地的运动方向相反.滑动摩擦力大小, $f=\mu N$ 是确定值;而静摩擦力大小可以由零至最大静摩擦力之间的某个数值,其具体大小要由物理情景的特点决定.

⑤物体做曲线运动的条件是合力与初速度有一定夹角.一般是把合力分解为与速度平行和与速度垂直的两个分力.平行于速度的力的效果是改变速度的大小;垂直于速度的力的效果是改变速度的方向.匀速圆周运动的特点是在切线速度方向切向分力为零,合力就是向心力.它的公式较多,在使用时要注意具体条件.

⑥行星的运动,中学阶段按匀速圆周运动处理,万有引力充当向心力.地球上的物体所受重力是由于受地球吸引而产生的,一般问题按重力加速度数值不变处理.而行星运动中的向心加速度、周期、线速度、角速度等等彼此之间的联系关系是较为复杂的;尤其与同步地球卫星相结合的问题,就更需要选择恰当的公式解决.

⑦平抛运动是按水平匀速直线运动与自由落体运动的合运动处理.它属于匀变速曲线运动,加速度等于 g .是要重点掌握的课题.

⑧匀变速直线运动几个有用的推论:(a)任意相邻的、相等的时间间隔 T 内通过的位移之差 Δs 都相等, $\Delta s=s_{n+1}-s_n=aT^2$.(b)中间时刻的即时速度等于这段时间内的平均速度.即 $v_n =$

$$\frac{d_{n+1}-d_{n-1}}{2T}=\bar{v}. \text{ (c) 平均速度: } \bar{v}=\frac{v_0+v_t}{2}. \text{ (d) 中间位置的即时速度: } v_{\text{中点}}=\sqrt{\frac{v_0^2+v_t^2}{2}}.$$

⑨下述处理问题的方法是考查重点,必须熟练掌握.

(a)怎样分析物体的受力.

(b)用隔离法和整体法进行解题.

(c)力的独立作用原理.运动的合成和分解是解决复杂物理过程的重要手段.

(d)物理情景的建立,物理过程的分析是解决综合题的关键.要善于把一个物理过程分解为若干阶段,然后运用有关公式进行解决.

4. 高考试题对本单元内容考查手段的特点

①覆盖面大与“分不等值”的现象.一方面是对本章知识点考查面很宽,几乎无一疏漏;另一方面是同样分值的题目难易差别甚大.这就要求考生要全面复习而且要从基础抓起,保证应知应会的基础题少丢分.

②本单元的知识往往与功和能、动量冲量、热学、电学等内容结合起来进行考查.因此要在复习其他部分内容时对力学基础知识的复习和检测给予充分重视.

③分值较高的综合题一定有对本单元的基础知识的考查.因此把本单元内容处理好是综合题得分的重要手段.

三、方法点拨

1. 分析物体受力过程中注意摩擦力等被动力的特点

[例 1]如图 1-1. 一木块放在水平桌面上, 在水平方向共受到三个力即 F_1 、 F_2 和摩擦力作用, 木块处于静止状态. 其中 $F_1=10$ 牛、 $F_2=2$ 牛. 若撤去 F_1 , 则木块在水平方向受到的合力为 (92 年高考题)



图 1-1

(A) 10 牛, 方向向左. (B) 6 牛, 方向向右. (C) 2 牛, 方向向左. (D) 零.

[解析] F_1 未撤去以前, 木块静止. $f_{静}=8$ 牛, 方向向左. 由于静摩擦力可以由零变化至最大静摩擦力, 而撤去 F_1 之后, 物体有向左移动趋势. 如果能提供 2 牛的静摩擦力物体即可保持平衡状态, 它在 8 牛以内, 因此是可能的. 所以应选(D)

[例 2]如图 1-2, 位于水平地面上的质量为 M 的小木块, 在大小为 F , 方向与水平方向成 α 角的拉力作用下沿地面做加速运动. 若木块与地面之间的滑动摩擦系数为 μ , 则木块的加速度为 (92 年高考题)

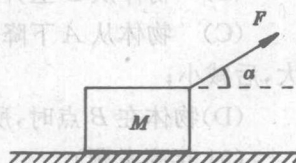


图 1-2

- (A) F/M ;
- (B) $F\cos\alpha/M$;
- (C) $(F\cos\alpha - \mu Mg)/M$;
- (D) $[F\cos\alpha - \mu(Mg - F\sin\alpha)]/M$.

[解析]对 M 进行分析. 竖直方向是平衡态, 水平方向是匀加速状态. 滑动摩擦力方向向左, 且 $f = \mu N$. 由于 F 的斜上拉, 使地面对 M 的支持力 $N = Mg - F\sin\alpha$, $f = \mu(Mg - F\sin\alpha)$. 而在水平方向应用牛顿第二定律得: $a = [F\cos\alpha - \mu(Mg - F\sin\alpha)]/M$, 选(D)

上述两题说明: 静摩擦力与滑动摩擦力都是被动力, 但具体计算时又有所不同. 滑动摩擦力是定值, 可以用 $f = \mu N$ 计算, 而静摩擦力一般在零至最大静摩擦力之间, 由具体情况决定.

2. 熟练运用整体法和隔离法两种方法解题

[例 3]ABC 三物块质量分别为 M 、 m 和 m_0 , 作如图 1-3 所示的联结, 绳子不可伸长, 且绳子和滑轮的质量、滑轮的摩擦均可不计. 若 B 随 A 一起沿水平桌面做匀速运动, 则可以断定 (93 年高考题)

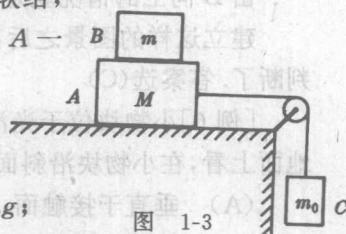


图 1-3

- (A) 物块 A 与桌面之间有摩擦力, 大小为 m_0g ;
- (B) 物块 A 与 B 之间有摩擦力, 大小为 m_0g ;
- (C) 桌面对 A, B 对 A, 都有摩擦力, 两者方向相同, 合力为 m_0g ;
- (D) 桌面对 A, B 对 A, 都有摩擦力, 两者方向相反, 合力为 m_0g .

[解析]先以 C 为研究对象. 由于它做匀速运动, 所以绳子张力 $T = m_0g$. 再以 A 和 B 为研究对象. 由于它在水平方向受绳子拉力 $T = m_0g$, 而本身又处于匀速运动状态, 故必受到水平桌面给的向左滑动摩擦力 $f = T = m_0g$. 最后对 B 进行分析. 它在水平方向做匀速运动, 因此不受摩擦力. 经过三次隔离法的受力分析, 确定选(A)

[例 4]在场强为 E , 方向竖直向下的匀强电场中, 有两个质量均为 m 的带电小球, 电量分别为 $+2q$ 和 $-q$. 两小球用长为 l 的绝缘细线相连, 另用绝缘细线系住带正电的小球悬挂于 O 点而处于平衡状态, 如图 1-4 所示. 重力加速度为 g . 细线对悬点 O 的作用力等于 (91 年高考题)

[解析]若选整体两个小球为研究对象,它受到重力 $2mg$,向下;电场力向下, $2Eq - Eq = Eq$;向上绳的拉力 T .由于系统处于平衡状态,所以 $T = 2mg + Eq$.

如果选用隔离法进行分析则麻烦得多.对 $2q$ 的小球, $T = mg + 2Eq + T' + F'$. T' 为 l 线的张力, F' 为 $+2q$ 与 $-q$ 之间的库仑力.而研究 $-q$ 的小球, $T' + F' + Eq = mg$.将两式联立解之,同样可得到 $T = 2mg + Eq$.

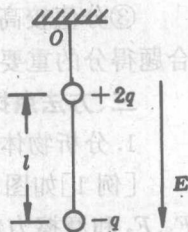


图 1-4

选择研究对象是解物理题的基本功之一.熟练运用整体法和隔离法可以简化解题手续.而一些较为复杂的问题,往往这两种方法要兼而用之.

3. 建立正确清晰的物理图景是解题的出发点和归宿

[例 5]物体从某一高度自由落下,落在直立于地面的轻弹簧上,如图 1-5 所示.在 A 点,物体开始与弹簧接触,到 B 点时,物体速度为零,然后被弹回.下列说法中正确的是

- (A) 物体从 A 下降到 B 的过程中,动能不断变小;
- (B) 物体从 B 上升到 A 的过程中,动能不断变大;
- (C) 物体从 A 下降到 B,以及从 B 上升到 A 的过程中,速率都是先增大,后减小;
- (D) 物体在 B 点时,所受合力为零.



图 1-5

(91 年高考题)

[解析]分析物块下落全过程的受力情况,加速度以及速度的变化情况.建立清晰的物理图景,找到过程的转折点.从而把物理过程分为若干阶段.

下落过程受力特点是:①受重力恒定不变.②接触弹簧开始受弹力,其方向始终向上,且不断增大.③到 AB 之间某一位置时,弹力可能与重力相等($N = mg$),这是一个转折点.④在此点以上,合力向下,加速度向下,下落加速度大小不断减小,但速度在增大.到此点合力为零,速度最大.此点以后至 B 点过程中,合力向上,且逐渐变大.加速度也向上,也逐渐变大,而速度仍向下,其大小逐渐变小,一直减到零.

由 B 向上的情况就是上述分析的逆过程.

建立这样的图景之后,其受合力、加速度以及速度的变化就很容易判断了.答案选(C)

[例 6]小物块位于光滑的斜面上,斜面位于光滑的水平地面上,从地面上看,在小物块沿斜面下滑的过程中,斜面对小物块的作用力

- (A) 垂直于接触面,做功为零;
- (B) 垂直于接触面,做功不为零;
- (C) 不垂直于接触面,做功为零;
- (D) 不垂直于接触面,做功不为零.

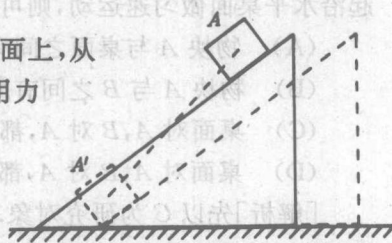


图 1-6

[解析]A 沿斜面加速下滑时受到重力和与斜面垂直的弹力 N ,B 由于地面光滑它除受到重力和地面支持力之外,还受 A 对斜面的压力 N' (N 的反作用力) N' 指向斜下方.它的水平分力使斜面要向右做加速运动.如图 1-6 的 AA' 则为物块 A 对地实际运动轨迹.建立一个这样的图景之后就不难看出斜面对小物块的作用力垂直于斜面(由弹力的定义所决定).又因为实际位移(对地)与弹力方向不垂直,所以弹力做功不为零.也可以换一个角度分析,斜面向右

的动能是小物块弹力做功的结果. 最后答案选(B)

由上述两个实例可以看出, 解决一个较为复杂或条件隐蔽的物理问题, 把它们展开、分解为若干运动阶段, 建立正确清晰的物理图景, 找到各阶段之间的联系, 问题才能迎刃而解.

4. 找到物理过程的联系或临界条件, 是解题的关键

在传动过程的分析中, 靠皮带或摩擦传动的两轮之间的联系是, 两轮边缘线速度大小相同. 同一轮上转动过程各点之间的联系是, 各点的角速度相同. 这两个特点是解决传动问题的关键.

对于其他较为复杂的物理问题, 往往要找到其物理过程的联系或者临界条件, 问题才能解决.

[例 7] 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 沿两球连心线向原来静止的 B 球运动, 如图 1-7 所示. 欲使两球不发生接触, v_0 必须满足什么条件? (91 年高考题)

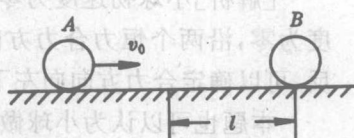


图 1-7

[解析] ① A 的受力及运动情况. 开始做匀速直线运动, 与 B 接近至 l 时, 开始受与 v_0 反向的恒力而做匀减速直线运动. ② B 球从 A 与其相近至 l 开始, 受与 v_0 同方向的恒力, 做初速度为零的匀加速直线运动. 两球间距离逐渐变小. ③ 它们不发生接触的临界条件是: 当两球速度相等时, 两球间的距离最小, 但这个距离必须大于 $2r$. 所以 $v_1 = v_2, l + s_2 - s_1 > 2r$, 是解本题的两个最重要最关键的方程 (其中 v_1, v_2 为当两球间距最小时, A, B 两球速度. s_1, s_2 为两球间距离从 l 变至最小的过程中, A, B 两球通过的路程).

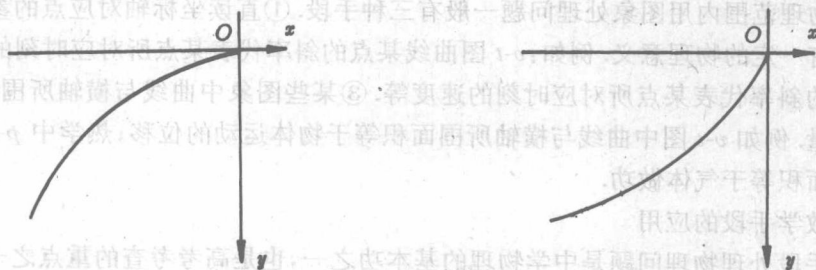
上述关键解决之后再运用其他力学知识列出下列方程: $a_1 = \frac{F}{m}, a_2 = \frac{F}{2m}$ (A, B 两球的加速度). $v_1 = v_0 - \frac{F}{m}t, v_2 = \frac{F}{2m}t$,

$$s_1 = v_0 t - \frac{1}{2} \frac{F}{m} t^2, \quad s_2 = \frac{1}{2} \frac{F}{2m} t^2.$$

联立解得 $v_0 = \sqrt{\frac{3F(l-2r)}{m}}$

5. 力的独立作用原理是解决复杂运动问题的重要手段

[例 8] 一个带负电的小球, 受水平方向的匀强电场力和重力的作用, 由静止开始运动. 不计空气阻力, 设坐标轴如图 1-8, x 轴正方向与电场方向一致, y 轴向下, 原点在小球起始位置. 在图 1-8 四个图示中, 哪个图可能表示此小球的运动轨迹? (三南地区 91 年高考题)



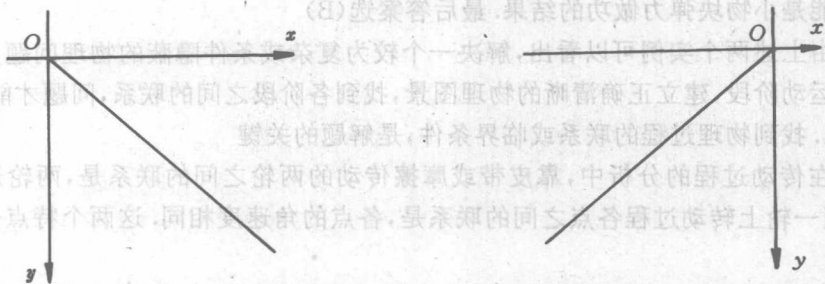


图 1-8

[解析] 小球初速度为零, 受两个恒力作用. 根据力的独立作用原理, 可以认为小球做初速度为零, 沿两个恒力合力方向的匀加速直线运动. 再注意负电荷受电场力方向与场强方向相反, 可以确定合力方向向左下方. 所以选(D)

本题也可以认为小球做向下初速为零, 由重力作用的自由落体运动, 与向左由匀强电场力作用的初速为零的匀加速直线运动的合运动. 其轨迹为直线, 方向向左下. 选(D)

[例 9] 如图 1-9 所示, 以 9.8 米/秒的水平初速度 v_0 抛出的物体, 飞行一段时间后, 垂直地撞在倾角 θ 为 30° 的斜面上. 可知物体完成这段飞行的时间是

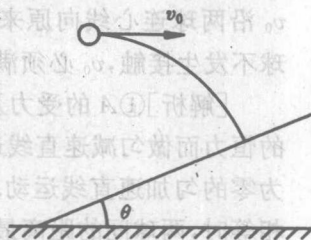


图 1-9

- (A) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ 秒; (B) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ 秒;
(C) $\sqrt{3}$ 秒; (D) 2 秒. (91 年高考题)

[解析] 平抛运动只受重力. 可以按水平以 v_0 匀速直线运动, 与自由落体的合运动进行处理. 由于垂直撞在斜面上, 其水平分速度仍应该是 9.8 米/秒, 而竖直分速度可以求出是 $\sqrt{3}v_0$ 米/秒. 由运动的独立性原理, 两种分运动的等时性可以确定: 飞行时间就是自由落体至速度为 $\sqrt{3} \times 9.8$ 米/秒的时间, 运用自由落体的公式, $v_y = gt$, 即 $t = \frac{\sqrt{3} \times 9.8}{9.8} = \sqrt{3}$ 秒. 选(C)

由上述两个例题可以看出力的独立作用原理是解决复杂运动的重要手段. 这中间也贯穿着一个变复杂为简单、变综合为基本这样一个物理学的重要学习方法.

6. 学会运用公式、图象和矢量合成与分解等多种手段处理问题

高考很重视考查用图象和用矢量的合成与分解分析处理问题的能力. 每年此类考查题目要占卷面的很大比重. 其范围从力学到热学、电学和光学. 而学生往往只熟悉用公式解题, 因此加强用图象及矢量等手段解题的训练是十分必要的.

在中学物理范围内用图象处理问题一般有三种手段. ①直读坐标轴对应点的参量. ②曲线的斜率往往有一定的物理意义. 例如: $v-t$ 图曲线某点的斜率代表某点所对应时刻的加速度; $s-t$ 图曲线某点的斜率代表某点所对应时刻的速度等. ③某些图象中曲线与横轴所围面积等于一定的物理参量. 例如 $v-t$ 图中曲线与横轴所围面积等于物体运动的位移; 热学中 $p-V$ 图中曲线与横轴所围面积等于气体做功.

7. 重视数学手段的应用

用数学手段处理物理问题是中学物理的基本功之一, 也是高考考查的重点之一. 中学物理常用的数学手段有: 用比例方法处理问题; 运用函数式讨论物理参量的变化; 二次函数求极值

等问题。

四、典型试题

说明:下述习题注明的(92年高考题;92年上海考题;92年三南考题)分别选自92年全国普通高等学校招生统一考试物理试题;92年全国普通高校招生统一考试上海物理试题;92年普通高等学校招生统一考试物理试题(湖南、云南、海南卷)。

1. 用整体法、隔离法解题

[例 10](92年上海考题)图 1-10 中 A 为电磁铁, C 为胶木秤盘, A 和 C (包括支架)的总质量为 M , B 为铁片, 质量为 m , 整个装置用轻绳悬挂于 O 点. 当电磁铁通电, 铁片被吸引上升的过程中, 轻绳上的拉力 F 的大小为

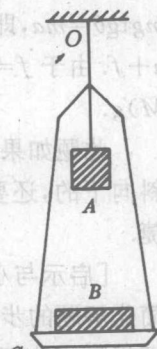


图 1-10

- (A) $F=Mg$; (B) $Mg < F < (M+m)g$;
 (C) $F=(M+m)g$; (D) $F > (M+m)g$.

[解析]对 B 进行分析. 通电后 B 由静止加速上升, 受向上的磁场力和向下的重力. 且磁场力 $F_{磁} > mg$. 对 A 和 C 进行分析. 它属于平衡状态, 其中受向上的轻绳拉力属于被动力; 向下的力有 A 和 C 的重力, 还有最关键的 B 对 A 的磁场力大小等于 $F_{磁}$. 显然 $F = F_{磁} + Mg$. 又因为 $F_{磁} > mg$, 所以 $F > (M+m)g$. 选(D)

[例 11](91年三南考题)如图 1-11 所示, 水平地面上有两个完全相同的木块 A、B, 在水平推力 F 作用下运动. 用 F_{AB} 代表 A、B 间的相互作用力.

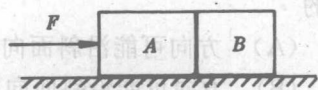


图 1-11

- (A) 若地面是完全光滑的, 则 $F_{AB} = F$;
 (B) 若地面是完全光滑的, 则 $F_{AB} = \frac{1}{2}F$;
 (C) 若地面的摩擦系数为 μ , 则 $F_{AB} = F$;
 (D) 若地面的摩擦系数为 μ , 则 $F_{AB} = \frac{1}{2}F$.

[解析]①先用隔离法分别对 A、B 进行分析. 对 A, 在水平方向. 光滑时, $F - F_{AB} = ma$, 有阻力时, $F - F_{AB} - \mu mg = ma$ (m 为 A、B 质量). 对 B, 在水平方向. 光滑时, $F_{AB} = ma$. 有阻力时, $F_{AB} - \mu mg = ma$ (联系是 A 与 B 的加速度相同; 相互作用力大小相等方向相反). 联立两种状态的方程解之得: 光滑时 $a = \frac{F}{2m}$, $F_{AB} = \frac{F}{2}$. 有阻力时, $a = \frac{F - 2\mu mg}{2m}$, $F_{AB} = \frac{F}{2}$.

②先用整体法进行分析. 光滑时水平方向 $F = 2ma$. 有阻力时 $F - 2\mu mg = 2ma$. 可以分别得出两种情况下的加速度为 $a = \frac{F}{2m}$ 或 $a = \frac{F - 2\mu mg}{2m}$. 再分析 B (同上) 联立两种状态方程也可以得出 $F_{AB} = \frac{F}{2}$. 选(B、D)

本题的启示是: ①先选整体法, 再选隔离法 (尤其隔离受力较简单的物体) 解题会简捷一些. ②相互作用物体在摩擦系数相同, 两物体加速度也相同的条件下, 相互间作用力的大小分配有一定的规律.

[例 12](93年高考题)一质量为 M , 倾角为 θ 的楔形木块, 静置在水平桌面上, 与桌面间的滑动摩擦系数为 μ . 一物块, 质量为 m , 置于楔形木块的斜面上. 物块与斜面的接触是光滑的. 为了保持物块相对斜面静止, 可用一水平力 F 推楔形木块, 如图 1-12 所示. 此水平力的大小等于_____.

[解析]对 m 和 M 整体进行研究. 在竖直方向是平衡态. 受重力 $(m+M)g$, 受地面支持力

N , 且 $N = (m + M)g$. 水平方向加速状态, 受向左推力 F , 向右滑动摩擦力 f , 且 $F - f = (m + M)a$.

对 m 进行研究. 受重力 mg 和斜面支持力 N' , 由于 m 与 M 一起向左加速而相对静止, 则判断出此题的关键条件是 mg 与 N' 合力向左, 且合力等于 ma . 由数学知识可知 $mg \tan \theta = ma$, 即 $a = g \tan \theta$. 再回到整体分析得出 $F = (m + M)a + f$. 由于 $f = \mu(m + M)g$, 所以 $F = (m + M)g \tan \theta + \mu(m + M)g$.

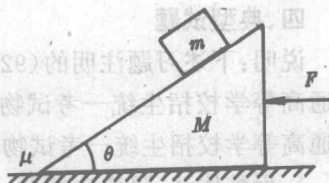


图 1-12

此题如果完全用隔离法进行分析, 在分析 M 受力时就会出现 m 对 M 压力 N' , 这个力是斜向下的, 还要对其进行分解. 这样做就不如先用整体分析 M 和 m , 再隔离分析 m 的方法简捷.

[启示与小结] 选择研究对象是解题的第一步. 而恰当地选择研究对象会减小解题的难度, 简化解题的步骤. 例 1-11 和例 1-12 全可以单纯用隔离法分析去解决问题, 但不如先用整体法再用隔离法解起来简捷. 而对例 1-10 也可以用整体法进行判断, 它相当于 AB 和 C 整体重心加速上升, 类似于超重状态. 因此绳拉力会大于整体重力.

2. 关于摩擦力等被动力的问题

[例 13] (92 年高考题) 如图 1-13 所示, 位于斜面上的物块 M 在沿斜面向上的力 F 作用下, 处于静止状态. 则斜面作用于物块的静摩擦力的

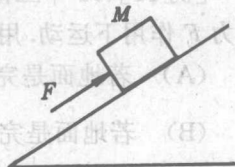


图 1-13

- (A) 方向可能沿斜面向上;
- (B) 方向可能沿斜面向下;
- (C) 大小可能等于零;
- (D) 大小可能等于 F .

[解析] 解决被动力的问题可以先假设它等于零, 由其他力之间的关系及物体的运动状态来确定被动力的大小和方向.

本题先假设斜面光滑, 倾角为 θ . 此时 M 只受重力 Mg , 斜面支持力 N 和外力 F . M 处于平衡状态. ①当 $F = Mg \sin \theta$ 时物体可以平衡, 此时静摩擦力为零. ②当 $F > Mg \sin \theta$ 时, 物体 M 有沿斜面上滑趋势, 斜面给予沿斜面向下的摩擦力, 这种静摩擦力可以由零到最大静摩擦力. 由题意可知, 此时有静摩擦力且沿斜面向下. ③当 $F < Mg \sin \theta$ 时, 物体 M 有下滑趋势, 所以斜面要给予 M 沿斜面向上的静摩擦力, 使 M 保持平衡. ④上述第③种情况, 当 $Mg \sin \theta - F = F$, 即 $Mg \sin \theta = 2F$ 时, 静摩擦力大小为 F . 所以综合上述分析, 本题应选 (ABCD)

[小结] 支持力、摩擦力等等这些被动力产生的原因, 其大小和方向, 分析起来都比较复杂. 具体处理时要抓其被动的特点, 即由物体运动状态和其他能确定力的分析, 来判断被动力的方向和大小. 被动力的另一特点是它可能有一个确定值或极大值或临界值. 像滑动摩擦力大小是确定的; 静摩擦大小有最大值; 绳的张力或板的压力可能存在临界值等等.

3. 匀速圆周运动、万有引力, 行星运动的问题

[例 14] (92 年高考题) 图 1-14 所示为一皮带传动装置, 右轮的半径为 r , a 是它边缘上的一点. 左侧是一轮轴, 大轮的半径为 $4r$, 小轮的半径为 $2r$. b 点在小轮上, 到小轮中心的距离为 r . c 点和 d 点分别位于小轮和大轮的边缘上. 若在传动过程中, 皮带不打滑. 则

- (A) a 点与 b 点的线速度大小相等;

(B) a 点与 b 点的角速度大小相等;

(C) a 点与 c 点的线速度大小相等;

(D) a 点与 d 点的向心加速度大小相等.

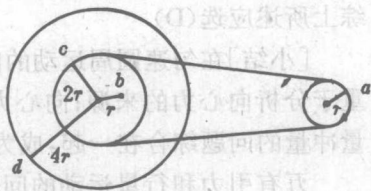


图 1-14

[解析]传动问题的基本知识是:①皮带传动中,在不打滑的条件下,边缘上各点的线速度大小相等.②由于同一轮上各点在转动中不发生扭曲,因此同一轮上各点转动的角速度大小相等.在传动问题中还要灵活使用圆周运动的主要规律,即 $v = \omega r, a = \omega^2 r = v^2 / r$.

运用上述基本知识分析此题,直接可以判断 $v_a = v_c$,选 C. 由于 $\omega_b = \omega_c = \omega_d$ 排除了 A. 由于 $\omega_c r = \omega_b 2r = \omega_d 2r$ 所以 $\omega_a \neq \omega_b$ 排除了 B. 由于 $\omega_c r = \omega_d 2r = \omega_d 2r$ 即 $\omega_a / \omega_d = 2 / 1$. 所以 $a_a / a_d = \omega_a^2 \cdot r / \omega_d^2 4r = 1$. 确定(D)正确. 综合上述分析,本题应选(CD)

[例 15](三南高考题)一质点做圆周运动,速度处处不为零.则

(A) 任何时刻质点所受合力一定不为零;

(B) 任何时刻质点的加速度一定不为零;

(C) 质点的速度大小一定不断改变;

(D) 质点的速度方向一定不断改变.

[解析]做圆周运动的物体运动的基本规律有:①轨迹的切线方向是速度方向.②与速度平行方向受合力的效果是改变速度大小;垂直于速度方向的合力效果是改变速度方向.

由题意可知速度方向时刻在改变,其必受向心力的作用,必有向心加速度.因此 A、B、D、正确. 由于题目未说明圆周运动速度大小的变化情况,因此不能选 C. 通过分析,本题应选(ABD)

[例 16](92 年高考题)图 1-15 中圆弧轨道 AB 是在竖直平面内的 $1/4$ 圆周,在 B 点,轨道的切线是水平的.一质点自 A 点从静止开始下滑,不计滑块与轨道间的摩擦和空气阻力,则在质点刚要到达 B 点时的加速度大小为____,刚滑过 B 点时的加速度大小为_____.



图 1-15

[解析]本题主要考查合力与加速度间的瞬时对应关系.刚达 B 点与刚过 B 点的联系是:质点的速度可以认为不变.区别是:刚达 B 点时质点受重力和轨道支持力,二力合力指向圆心, $ma_1 = m \frac{v^2}{R}$, 因为 $v^2 =$

$2gR$, 所以 $a_1 = 2g$. 质点刚过 B 点时,只受重力,做平抛运动(已经不是做圆周运动了).此时加速度应为 $a_2 = g$. 因此第一空应填 $2g$;第二空应填 g .

[例 17](93 年高考题)同步卫星是指相对于地面不动的人造地球卫星.

(A) 它可以在地面上任何一点的正上方,且离地心的距离可按需要选择不同值;

(B) 它可以在地面上任何一点的正上方,但离地心的距离是一定的;

(C) 它只能在赤道的正上方,但离地心的距离可以按需要选择不同值;

(D) 它只能在赤道的正上方,且离地心的距离是一定的.

[解析]本题考查以下基本知识:①地球的卫星(按匀速圆周运动处理)万有引力充当向心力.有关公式有, $F = G \frac{mM}{R^2} = mg = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R$. ②人造地球卫星的轨道半径、线速度大小、角速度和周期有对应的关系;这些参量与卫星质量无关.例如:半径大的线速度小、周期大.③同步地球卫星必须与地球同轴线运转,且与地球角速度相同.这样也就决定了这种卫星轨道平面

必与赤道平面重合,即在赤道上空.由于运转周期与地球自转周期相同,其离地高度必为定值.综上所述应选(D)

[小结]在匀速圆周运动的问题中,除应注意传动问题的特殊性之外,一般处理方法还是着重于分析向心力的来源;向心力与向心加速度的对应关系.此类问题往往还有功和能,甚至动量冲量的问题综合在一起,成为了历年高考必考的内容.

万有引力和行星运动的问题,应着重理解诸多的数学表达式的成立条件、物理意义、以及参量变化中的联系.高考中没有太难的问题出现,但此类问题往往成为难点.

4. 运动和力的问题

[例 18](上海 92 年高考题)在粗糙水平面上运动的物体,从 A 点开始受水平恒力 F 作用做直线运动到 B 点.已知物体在 B 点的速度与在 A 点的速度大小相等,则在这过程中

- (A) 物体不一定做匀速直线运动;
- (B) F 始终与摩擦力方向相反;
- (C) F 与摩擦力对物体所作总功为零;
- (D) F 与摩擦力对物体的总冲量为零.

[解析]与本题有关的基本知识有:①物体做直线运动,其受合力方向必与速度方向平行.其中滑动摩擦为被动力.当 F 与速度同向,且 $F=f$ 时,物体做匀速直线运动.当 $F>f$ 时,物体做匀加速直线运动,速度一直增加.不合题意.若 F 与速度方向相反,且 $F>f$ 时,物体由 A 减速至 C,再加速返回至 B,速度大小可能不变.在此过程中滑动摩擦力与相对运动方向相反,这样就排除了 B.②滑动摩擦力特点.③动能定理.④动量定理.

综上所述,本题答案应选(AC)

[例 19](91 年上海高考题)如图 1-16 所示,物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B,这时,突然使它所受力反向,大小不变,即由 F 变为 $-F$.在此力作用下,物体以后的运动情况,下列说法正确的是

- (A) 物体不可能沿曲线 Ba 运动;
- (B) 物体不可能沿直线 Bb 运动;
- (C) 物体不可能沿曲线 BC 运动;
- (D) 物体不可能沿原曲线由 B 返回 A.

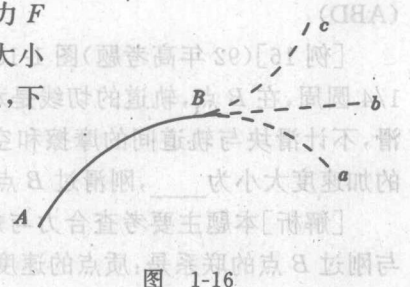


图 1-16

[解析]本题考查的知识有:①某点的速度是轨道上点的切线方向. v_A 由图 1-17 所示.②在恒力作用下 AB 是抛物线,由其形状可知受恒力方向图 1-17 中 F_A .③在 B 点速度 v_B 和 $-F$ 方向如图所示,由于 v_B 与 $-F$ 不在一直线,所以以后的运动轨迹一定不是直线(由运动独立性原理可知 v_B 是以 v_A 匀速直线运动和 F_A 方向匀加速直线运动在 B 点速度的合速度. v_B 一定不与 F_A 同向).④根据运动合成的知识,物体应该沿 BC 轨道运动.同理,物体也不会沿原曲线返回 A.

综上所述,本题答案应选(A C D)

[小结]运动和力的关系;运动轨迹形状由什么决定;物体各运动参量, a, v, s, t 等之间的相互关系是本部分内容的核心.一定要熟练掌握.上述两个考题都是考查学生逆向思维的能力.如何由轨迹形状判定速度方向和受力方向;进而在已知速度和受力方向情况下再判断轨迹的形状.

[例 20](91 年上海高考题)一平台沿竖直方向做简谐振动,一物体置于振动平台上与台一

起运动.当振动平台处于什么位置时,物体对台面的正压力最大?

- (A) 当振动平台运动到最高点时;
 (B) 当振动平台向下运动过振动中心点时;
 (C) 当振动平台运动到最低点时;
 (D) 当振动平台向上运动过振动中心点时.

[解析]①中心点是平衡位置,合力为零.②物体做简谐振动,其回复力是重力和平台对它支持力的合力,这个合力与位移成正比方向相反.③物体所受重力为恒力,而平台对物体的支持力是变化的.到达最低和最高点时合力最大.加速度最大.在最低点 $N_1 - mg = ma_1$. 在最高点 $mg - N_2 = ma_2$ (N 为平台对物体支持力,它的大小等于物体对台面正压力), 由此可知 $N_1 = mg + ma_1$, $N_2 = mg - ma_2$ 因此选(C)

[提示]这是一道简谐振动和运动学的综合题.物体受合力只与加速度有直接的对应关系.而在简谐振动中,加速度又与位移有关,除此之外合力的大小情况与速度、时间等没有直接的关系,这些干扰因素在分析时要予以排除.

[例 21](91 年三南高考题)有三个光滑的轨道 1、2、3,它们的倾角依次是 60° 、 45° 和 30° ,这些轨道交于 O 点.现有位于同一竖直线上的 3 个小物体甲、乙、丙,分别沿这三个轨道同时从静止自由下滑,如图 1-18 所示.物体滑到 O 点的先后顺序是

- (A) 甲最先,乙稍后,丙最后;
 (B) 乙最先,然后甲和丙同时到达;
 (C) 甲、乙、丙同时到达;
 (D) 乙最先,甲稍后,丙最后.

[解析]本题要考查的基本知识有:①三个轨道倾角不同,使得三个物体自由下滑的加速度不同. $a = g \sin \theta$ (θ 为斜面与水平面夹角)②下滑加速度大的轨道 1 位移最长.③三条轨道的联系是:水平面上有相等的长度,设长度为 L .④把所有的有关公式都转化成用 L 这个参量表示就成了解本题的突破口和关键.

由上述分析可以列出下面的方程: $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$, $s = L / \cos \theta$, $a = g \cdot \sin \theta$ (s 为轨道长度, t 为滑到 O 点所用时间)最后得出 $t = \sqrt{\frac{4L}{\sin 2\theta}}$. 所以当 $\theta = 45^\circ$ 时, t 有极小值,所以甲和丙同时到达. 本题正确答案应选(B)

[小结]加速度不同而位移也不相同,要比较它们的运动时间就必须找到这些运动的联系.经过整理,写出用共同参量表示的函数式,再用数学手段进行讨论.同时也告诉考生,用数学手段处理问题也是高考的考查重点.

[例 22](三南 91 年高考题)从地面竖直上抛一小球.设小球上升到最高点所用的时间为 t_1 ,下落到地面所用的时间为 t_2 .若考虑到空气阻力的作用,则

- (A) $t_1 > t_2$; (B) $t_1 < t_2$;
 (C) $t_1 = t_2$; (D) 因不知速度和空气阻力的关系,故无法断定 t_1 和 t_2 哪个较大.

[解析]本题的基本知识是:①小球上升段阻力 f 与重力 mg 方向相同,加速度 $a_{\uparrow} =$

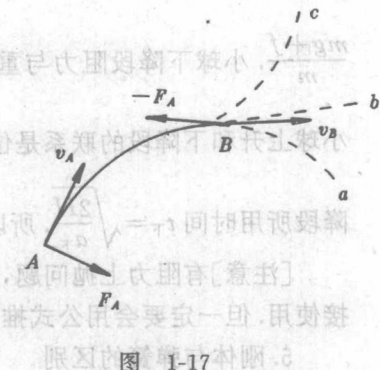


图 1-17

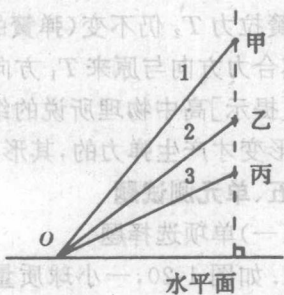


图 1-18

$\frac{mg+f}{m}$. 小球下降段阻力与重力方向相反, 加速度 $a_{\downarrow} = \frac{mg-f}{m}$. 得出 $a_{\uparrow} > a_{\downarrow}$ (加速度大小) ②

小球上升和下降段的联系是位移相等. ③ 小球上升段所用时间 $t_{\uparrow} = \sqrt{\frac{2H}{a_{\uparrow}}}$ (H 为最大高度), 下降段所用时间 $t_{\downarrow} = \sqrt{\frac{2H}{a_{\downarrow}}}$. 所以本题答案应选(B)

[注意]有阻力上抛问题, 可以改变为沿有阻力斜面上滑又返回的问题. 其结论可以记住直接使用. 但一定要会用公式推导. 推导过程使用的技巧是学习物理对应掌握的基本功.

5. 刚体与弹簧的区别

[例 23](三南 91 年高考题)一条轻弹簧和一根细线共同拉住一个质量为 m 的小球, 平衡时细线是水平的, 弹簧与竖直方向的夹角是 θ , 如图 1-19 所示. 若突然剪断细线, 则在刚剪断的瞬间, 弹簧拉力的大小是 _____, 小球加速度的方向与竖直方向的夹角等于 _____.

[解析]细线未剪断时, 小球受重力 mg , 线拉力 T_1 和弹簧拉力 T_2 , 三力平衡. $T_2 = mg/\cos\theta$. 刚剪断细线的瞬间, T_1 消失, 而重力和弹簧拉力 T_2 仍不变(弹簧的形变不能马上消失)小球变为加速态, 其合力方向与原来 T_1 方向相反. 所以答案应为 $(mg/\cos\theta, 90^\circ)$

[提示]高中物理所说的细绳, 实际按刚体线处理的. 其弹力可以瞬时产生和改变. 而弹簧是有形变才产生弹力的, 其形变不能瞬时消失, 弹力也不会在瞬时内发生变化.

五、单元测试题

(一) 单项选择题

1. 如图 1-20, 一小球质量为 m , 被三根质量可以不计的相同的橡皮条 a, b, c 拉住, c 竖直向下, a, b, c 之间的夹角都是 120° . 小球平衡时, a, b, c 伸长的长度之比是 $3:3:1$. 设重力加速度为 g . 当剪断 c 的瞬间, 球的加速度大小为

- (A) $3g$; (B) $2g$;
(C) $1.5g$; (D) $0.5g$.

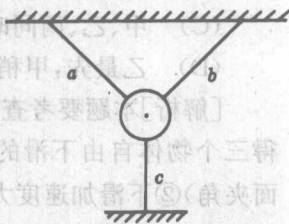


图 1-20

2. 如图 1-21, AB 两物体重力都等于 10 牛, 各接触面间的摩擦系数都等于 0.3, 同时有 $F=1$ 牛的两个水平力分别作用在 A 和 B 上. A 和 B 均静止, 则地面对 B 、 B 对 A 的摩擦力分别为

- (A) 6 牛, 3 牛;
(B) 1 牛, 1 牛;
(C) 0 牛, 1 牛;
(D) 0 牛, 2 牛.

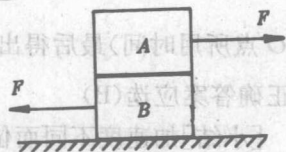


图 1-21

3. 甲、乙、丙三个相同的物体. 它们都在水平面上做匀速直线运动. 地面的摩擦系数相同. 甲受拉力 F_1 , 乙受拉力 F_2 , 丙受拉力 F_3 , 如图 1-22 所示. 它们所受的摩擦力

- (A) 都一样大;

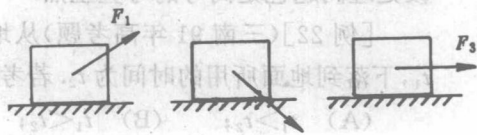


图 1-22