

◎ 教学月刊社 编

浙江高考第1套 重难点突破

江南才子书系

高考

理科综合

- ◎ 重难点突破，获取高考决定性胜利
- ◎ 一流学校奉献经典题例，题题精要
- ◎ 一流名师指点重点难点，点点到位

浙江人民出版社

前言

“浙江高考第一套·重难点突破”是“浙江高考第一套”系列图书中的一个重要品种。

早在2004年春浙江省准备第一次自主高考命题时,教学月刊社、浙江江南书社就在第一时间推出了由省内一流名师、特级教师编写的“浙江高考第一套”。经过两年的省内自主高考命题实践和应考实践,广大师生积累了不少经验,“浙江高考第一套”也与广大师生经受了实战的洗礼,为广大师生在高考中取得优异成绩作出了显著贡献,被广大师生称赞为“真正的浙江人自己的高考第一套”。

现在,“浙江高考第一套”除“实战演练”丛书(首批一级重点中学模拟卷)外,又隆重推出“重难点突破”丛书,这是在广大师生强烈要求下的又一重要举措。

“浙江高考第一套·重难点突破”共有《语文》《数学》《英语》《文科综合》《理科综合》5个分册。每个分册均抓住本科考试中出现的重点题型、难点题型、热点题型、新题型、在考试中容易失分从而影响或左右学生成绩的关键题型,对这些题型进行分类指导和提出开放性的解题思路,展开针对性的强化训练,帮助学生走出学习困境,提高高考成绩,取得高考关键分。这些题型在高考试题中比重大、分量重,并具有一定的区分度,而且又具有很强的新颖性。谁对这些题型的解法熟能生巧、灵活贯通,谁的解题水平、运用能力就提高得快,成绩也就高人一筹。

本书除了像一般复习用书关注知识、技能外,更注重的是以浙江省高考考纲为根本依据,以浙江省高考试题样式为模板,加大了对学生方法与能力培养的力度,力图体现高考新理念,同时又对书中各类题型进行了实用易懂的举例精讲,配套的训练题充分体现了高考命题新趋势,方向性明确,针对性强。因此,本丛书是学生高考复习的得力助手。

参加本书编写的作者都是浙江省的特级教师和名师。他们教学经验丰富,专业水平高,勇于探索,勤于实践。他们定能帮助莘莘学子指点迷津,解困答疑,掌握技巧,顺利解题,在高考中取得好成绩。

编者

2005年12月

目 录

物理篇

专题 1 六种运动模型	(1)
一、匀速运动或静止(共点力平衡)	(1)
二、匀变速运动	(6)
三、匀速圆周运动	(13)
四、简谐运动和简谐波	(18)
专题 2 动量和能量	(24)
一、动量和动量守恒定律	(24)
二、功和能	(29)
专题 3 热 学	(37)
专题 4 电场与磁场	(42)
一、电场的描述	(42)
二、带电粒子的运动	(47)
专题 5 电磁感应与电路	(57)
一、恒定电流电路分析	(57)
二、电磁感应	(64)
专题 6 光的发生与传播	(75)
一、光的发生	(75)
二、光的传播	(81)
专题 7 原子和原子核	(87)
专题 8 物理实验	(93)
一、实验仪器与实验电路的选择	(93)
二、设计性实验的归类与解题分析	(100)

化学篇

专题 1 氧化还原反应	(104)
专题 2 电极反应	(110)
专题 3 离子反应	(117)

专题 4	原子结构与元素周期表	(123)
专题 5	分子结构与晶体结构	(129)
专题 6	化学反应与能量变化	(134)
专题 7	化学反应速率与化学平衡	(139)
专题 8	电解质溶液	(148)
专题 9	金属及其化合物	(156)
专题 10	非金属及其化合物	(165)
专题 11	官能团	(174)
专题 12	同分异构体	(183)
专题 13	化学基本计算	(189)
专题 14	化学计算的重要方法	(195)
专题 15	化学实验设计	(201)
专题 16	化学、社会与生活	(210)

生物篇

专题 1	生命的物质基础	(214)
专题 2	生命的结构基础	(220)
专题 3	绿色开花植物的生命活动	(227)
专题 4	高等动物及人体的生命活动	(236)
专题 5	微生物的生命活动	(244)
专题 6	生命是不断延续和进化发展的过程	(250)
专题 7	生命及环境及可持续发展	(258)
专题 8	生命科学研究方法和实验设计	(265)
专题 9	生命科学的热点和前沿	(273)
专题 10	计算题、图表题和信息材料题的处理方法	(281)
参考答案		(290)

专题 1 六种运动模型

运动是物质最基本的属性,而机械运动是最简单的一种运动形式。在高中物理中,机械运动可分为匀速直线运动(静止)、匀变速直线运动、匀变速曲线运动、匀速圆周运动、简谐运动和简谐波六种运动模型。这六种运动模型涵盖着高考知识内容表中的质点的运动、力、牛顿运动定律、振动和波。下面分匀速运动(静止)、匀变速运动、匀速圆周运动、简谐运动和简谐波四个方面作一简要分析。

一、匀速运动或静止(共点力平衡)

●考点释要

本节内容包含了教材中的第一章力和第四章物体的平衡两部分,是力学的基础知识,而力的概念是贯穿于力学乃至整个物理学的重要概念。对物体进行受力分析是解决力学问题的关键。分析力的合成与分解时所遵循的平行四边形定则,也是所有矢量运算(合成与分解)时都遵循的普遍法则。三种力中的摩擦力和共点力的平衡在历年的高考试题中被反复考查。因此,本节的重点是力的概念、力的运算(合成与分解)和力的平衡。难点是力的概念中的摩擦力和共点力平衡问题的求解。

●复习点津

当物体做匀速运动或静止时,物体就处于平衡状态。其动力学特征(即平衡条件)是:物体受到的合外力为零,即 $F_{\text{合}}=0$ 。若采用正交分解,则可以写成: $F_x=0, F_y=0$ 。匀速运动或静止在高中一般不会再计算运动情况,而是重点研究该状态下的受力情况,即共点力作用下的物体的平衡问题。这一问题的处理方法可分基本方法和辅助方法两类。

一、基本方法——正交分解法

正交分解法是处理共点力作用下物体的平衡的基本方法,因为共点力作用下的物体的平衡基本上都可以用正交分解法来处理,只不过有的简单有的复杂罢了。

用正交分解法处理共点力作用下物体的平衡问题的思路:

1. 选取研究对象:一般要根据题目中的已知条件和所求量来确定。比如,求某一物体受到的力,一般取这个物体为研究对象。对多个物体组成的物体系统,往往需要选取多个研究对象。

2. 进行受力分析:一般来说,题目中描述的是多个物体,我们可以将研究对象单独隔离出来进行受力分析。分析时,要按照先重力,后弹力,然后摩擦力,最后其他力的次序进行,边分析边画受力图。

3. 建立正交坐标:有两个要求,一是让尽可能多的力落到坐标轴上,因为落到坐标轴

上的力越多,分解就越少,解题就越简单;二是用于表示力的方向的角度在坐标轴上很容易表示出来。

例 1:如图 1-1-1 所示,用细线系住一个放在斜面上的光滑的球。球的质量为 m ,斜面的倾角为 α ,细线与斜面的夹角为 β 。求斜面对球的支持力 N 和细线对球的拉力 T 。

解析:取球为研究对象,进行受力分析。

如果取水平方向为 x 轴,竖直方向为 y 轴,那么绳子拉力 T 与 x 轴之间的夹角很难表示出来,如图 1-1-2 所示。如果取沿斜面方向为 x 轴和垂直斜面方向为 y 轴,那么在坐标系中就容易把表示力的方向的角度表示出来,如图 1-1-3 所示,从而方便地运用正交分解法求解。

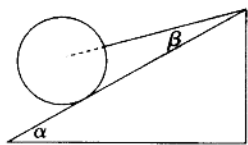


图 1-1-1

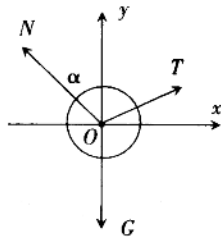


图 1-1-2

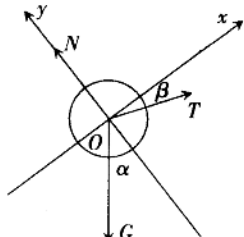


图 1-1-3

4. 进行正交分解:将不落到坐标轴上的力进行正交分解。

5. 列出 $F_x=0, F_y=0$ 求解。

二、辅助方法之一——相似三角形法

用相似三角形法处理共点力作用下的物体的平衡问题的思路:

1. 选取研究对象,进行受力分析。其要点同正交分解法。

2. 根据题目中已知长度的几何三角形形状,将三个力中的两个力合成,其合力一定与第三个力大小相等,方向相反,而平行四边形的一半即为力的矢量三角形。

3. 根据力的矢量三角形与长度的几何三角形相似,对应边成比例求解。

一般来说,用相似三角形法求解,往往比较方便。

例 2:如图 1-1-4 所示,用丝线悬挂的 A 球静止时恰好在 B 球位置,现将 B 球用绝缘支架固定,使 A 、 B 球带上同种电荷,由于电荷间的相互排斥, A 球最后静止在如图所示的位置。已知 A 、 B 两球的质量均为 m ,所带电量均为 q ,丝线长为 L ,求 A 、 B 两球心间的距离 d 。

解析: A 球受到的重力,绳子的拉力 T 、 A 、 B 间的库仑斥力三个力处于平衡。已知条件和所求量中涉及到的是几何长度的量 L 、 d 。根据以上分析,可以用相似三角形法求解。

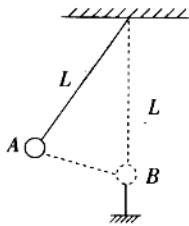


图 1-1-4

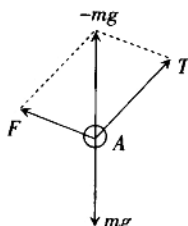


图 1-1-5

由图 1-1-5 可知三角形 mg 、 T 、 F 与三角形 L 、 L 、 d 相似,所以,对应边成比例:

$$\frac{mg}{F} = \frac{L}{d} \quad \text{又: } F = \frac{kq^2}{d^2}$$

$$\text{可得: } d = \sqrt[3]{\frac{kLq^2}{mg}}$$

评析:有的问题用正交分解法处理往往比较复杂,如果题目中已知的不是表示力的方向的角度,那么用正交分解法求解就不那么容易了;一般来说,选择用相似三角形法解题的依据是:研究对象只受三个力作用而处于平衡,题目中已知的是几何长度而不是表示力的方向的角度。

三、辅助方法之二——力的平行四边形法

力的平行四边形法,即力的合成与分解的方法。当研究对象只受三个力的时候,将三个力中的两个力合成,其合力一定与第三个力大小相等,方向相反,而平行四边形的一半即为力的矢量三角形。当力的矢量三角形为直角三角形时,利用直角三角函数就可以方便地求解。

例 3:重 G 的均匀绳两端悬于水平天花板上的 A 、 B 两点。静止时绳两端的切线方向与天花板成 α 角。求绳的 A 端所受拉力 F_1 和绳中点 C 处的张力 F_2 。

解析:以 AC 段绳为研究对象,虽然 AC 所受的三个力分别作用在不同的点(如图 1-1-6 中的 A 、 C 、 P 点),但物体在这三个处于同一平面内,又互不平行的力的作用下处于平衡,则这三个力必为共点力。设它们延长线的交点为 O ,用平行四边形定则作图可得:

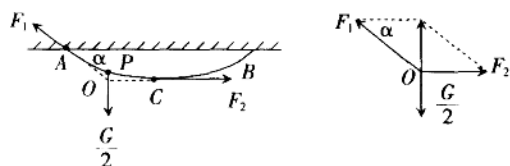


图 1-1-6

$$F_1 = \frac{G}{2\sin\alpha}, F_2 = \frac{G}{2\tan\alpha}$$

对研究对象只受三个力作用而发生缓慢变化,只作定性讨论时,用平行四边形法分析与求解往往比较简单。

● 精题集萃

1. 如图 1-1-7 所示,四个完全相同的弹簧都处于水平位置,它们的右端受到大小皆为 F 的拉力作用,而左端的情况各不相同:①中弹簧的左端固定在墙上,②中弹簧的左端受大小也为 F 的拉力作用,③中弹簧的左端拴一小物块,物块在光滑的桌面上滑动,④中弹簧的左端拴一小物块,物块在有摩擦的桌面上滑动。若认为弹簧的质量都为零,以 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 依次表示四个弹簧的伸长量,则有 ()

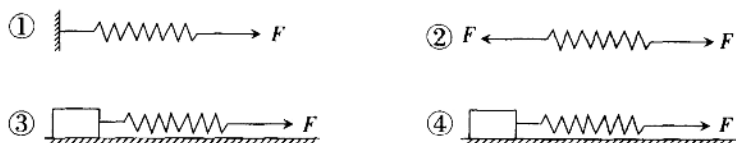


图 1-1-7

A. $l_2 > l_1$ B. $l_4 > l_3$ C. $l_1 > l_3$ D. $l_2 = l_4$

2. 如图 1-1-8 所示,人向右匀速推动水平桌面上的长木板,则

A. 木板露出桌面后,推力将逐渐减小
 B. 木板露出桌面后,木板对桌面的压力将减小
 C. 木板露出桌面后,桌面对木板的摩擦力将减小
 D. 推力、压力、摩擦力均不变

3. 如图 1-1-9 所示,两个长方体形木块 P 、 Q 叠放在水平面上。第一次仅用大小为 F 的水平拉力拉 P ,第二次仅用大小为 F 的水平拉力拉 Q ,两次都能使 P 、 Q 保持相对静止共同向右做匀速运动。设第一次 PQ 间、 Q 地间的摩擦力大小分别为 f_1 、 f_1' ,第二次 PQ 间、 Q 地间的摩擦力大小分别为 f_2 、 f_2' ,则下列结论正确的是 ()

A. $f_1 = f_1' = f_2 = f_2' = F$ B. $f_1 = f_1' = f_2 = f_2' < F$
 C. $f_1 = f_1' = f_2' = F, f_2 = 0$ D. $f_1 = f_2 = 0, f_1' = f_2' = F$

4. 如图 1-1-10 所示,物体受到与水平方向成 30° 角的拉力 F 作用向左做匀速直线运动,则物体受到的拉力 F 与地面对物体的摩擦力的合力的方向是 ()
- A. 向上偏左 B. 向上偏右
 C. 竖直向上 D. 竖直向下

5. 如图 1-1-11 所示,重 100N 的物体在水平面上向右运动,物体和水平面间的动摩擦因数 $\mu = 0.20$,同时物体还受到一个向左的 $F = 20\text{N}$ 的力作用。下列结论正确的是 ()
- A. 物体所受的摩擦力方向向右
 B. 物体所受的合外力为零
 C. 物体可能做匀速运动
 D. 物体所受的合力为 40N

6. 如图 1-1-12 所示,一个半球形的碗放在桌面上,碗口水平,碗的内表面及碗口是光滑的。一根细线跨在碗口上,线的两端分别系有质量为 m_1 和 m_2 的小球,当它们处于平衡状态时,质量为 m_1 的小球与 O 点的连线与水平线的夹角为 $\alpha = 60^\circ$ 。两小球的质量比为 ()

A. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ B. $\frac{\sqrt{2}}{3}$ C. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

7. 如图 1-1-13 所示,一个质量为 $m = 2.0\text{kg}$ 的物体,放在倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的斜面上静止不动,若用竖直向上的力 $F = 5.0\text{N}$ 提物体,物体仍静止 ($g = 10\text{m/s}^2$),下述结论正确的是 ()
- A. 物体受到的合外力减小 5.0N
 B. 物体受到的摩擦力减小 5.0N
 C. 斜面受到的压力减小 5.0N

()

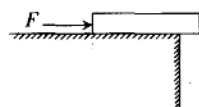


图 1-1-8

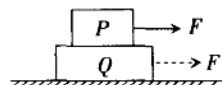


图 1-1-9

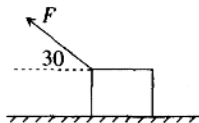


图 1-1-10

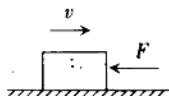


图 1-1-11

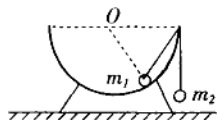


图 1-1-12

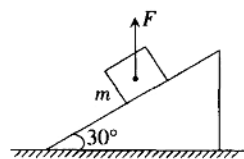


图 1-1-13

D. 物体对斜面的作用力减小 5.0N

8. 如图 1-1-14 所示,重力为 G 的光滑球放在倾角为 α 的斜面上,并被 AB 板挡住,设球对斜面的压力为 N_1 ,对挡板的压力为 N_2 ,当挡板与斜面的夹角 θ 增大到挡板呈水平的过程中 ()

A. N_1 变小, N_2 变大 B. N_1 和 N_2 都变小
C. N_1 变大, N_2 变小 D. N_1 变小, N_2 先变小后变大

9. 如图 1-1-15 所示,两木块的质量分别为 m_1 和 m_2 ,两轻质弹簧的劲度系数分别为 k_1 和 k_2 ,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。现缓慢向上提上面的木块,直到它刚离开上面的弹簧。在这过程中下面木块移动的距离为 ()

A. $\frac{m_2 g}{k_1}$ B. $\frac{m_2 g}{k_1}$ C. $\frac{m_2 g}{k_2}$ D. $\frac{m_2 g}{k_2}$

10. 如图 1-1-16 所示,水平线 NP 与斜线 OP 使质量为 m 的小球静止在位置 P , OP 与竖直方向的夹角为 θ ,这时斜线中的张力大小为 T_P ,作用于小球的合力大小为 F_P ;若剪断 NP ,使小球开始摆动,当小球摆到最右端的位置 Q 时, OQ 与竖直方向的夹角也为 θ ,这时斜线中的张力大小为 T_Q ,作用于小球的合力大小为 F_Q (不计空气阻力)。下列结论中正确的是 ()

A. $T_P > T_Q, F_P < F_Q$ B. $T_P = T_Q, F_P < F_Q$
C. $T_P > T_Q, F_P = F_Q$ D. $T_P = T_Q, F_P = F_Q$

11. 如图 1-1-17 所示,用与竖直方向成 θ 角($\theta < 45^\circ$)的倾斜轻绳 a 和水平轻绳 b 共同固定一个小球,这时绳 b 的拉力为 T_1 。现保持小球在原位置不动,使绳 b 在竖直平面内从水平方向逆时针转过 θ 角固定,绳 b 的拉力变为 T_2 ;再转过 θ 角固定,绳 b 的拉力为 T_3 ,则 ()

A. $T_1 = T_3 > T_2$ B. $T_1 < T_2 < T_3$
C. $T_1 = T_3 < T_2$ D. $T_1 > T_2 > T_3$

12. 如图 1-1-18 所示,与水平面倾角为 θ 的皮带运输机将质量为 m 的货箱从运输机底端传输到顶端。已知皮带的运转是匀速的,皮带与货箱间的动摩擦因数是 μ ,货箱从底端放上皮带时的初速度为零,到达顶端前已经和皮带相对静止。求:

(1) 货箱与皮带间相对滑动阶段,货箱受到的摩擦力;
(2) 货箱与皮带相对静止后货箱受到的摩擦力。

13. 当物体从高空下落时,空气阻力随速度的增大而增大,因此经过一段距离后将匀速下落,这个速度称为此物体下落的终极速度。已知球形物体速度不大时所受的空气阻

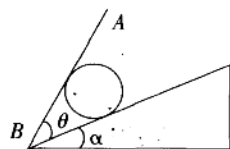


图 1-1-14

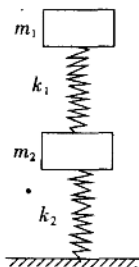


图 1-1-15

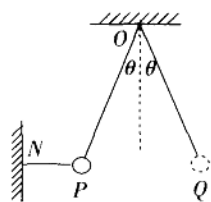


图 1-1-16

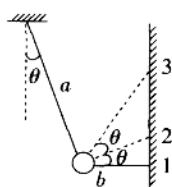


图 1-1-17

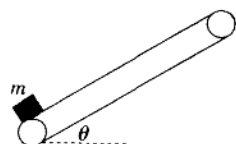


图 1-1-18

力正比于速度 v 且正比于球半径 r , 即阻力 $f = krv$, k 是比例系数。对于常温下的空气, 比例系数 $k = 3.4 \times 10^{-4} \text{Ns/m}^2$ 。已知水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$, 取重力加速度 $g = 10 \text{m/s}^2$ 。试求半径 $r = 0.10 \text{mm}$ 的球形雨滴在无风情况下的终极速度 v , (结果取两位数字)。

14. 如图 1-1-19 所示, 轻绳 AB 总长 l , 用轻滑轮悬挂重 G 的物体。绳能承受的最大拉力是 $2G$, 将 A 端固定, 将 B 端缓慢向右移动 d 而使绳不断, 求 d 的最大可能值。

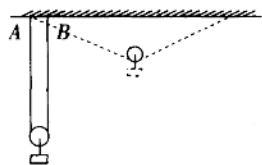


图 1-1-19

15. 有些人, 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 F_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, 如图 1-1-20 所示(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 F_T 。

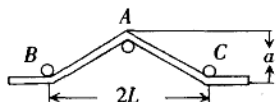


图 1-1-20

16. 质量为 m 的物体放在水平面上, 在沿水平方向大小为 F 的拉力 ($F < mg$) 作用下做匀速运动, 如图 1-1-21 所示。试问: 在物体上再施加另一个大小为 F 的力, 若要使物体仍沿原方向做匀速运动, 该力的方向如何?

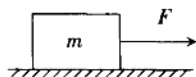


图 1-1-21

二、匀变速运动

●考点释要

本节内容包含了教材中的第二章直线运动、第三章牛顿运动定律和第五章曲线运动中的运动的合成与分解、平抛物体的运动部分。从匀变速运动的运动学角度来看, 位移、速度和加速度是本节的重要概念, 速度公式和位移公式是本节的基本公式。物体在重力作用下的运动是典型的匀变速运动。运动的合成与分解是研究复杂运动的重要方法。从匀变速运动的动力学角度来看, 牛顿运动定律是力学乃至整个物理学的基本规律, 是动力学的基础, 正确理解并能熟练运用牛顿运动定律, 将为进一步复习掌握力学部分的其他知识, 如带电粒子在电场、磁场中的运动等内容和提高分析问题、解决问题的能力奠定坚实的基础。因此, 本节的重难点是综合应用牛顿运动定律和运动学规律来分析和解决问题。

匀变速运动包括直线和曲线两类, 都是在恒力作用下的运动。直线和曲线的区别在于初始条件的不同。当初速度方向和力的方向在同一直线上时为直线运动; 当初速度方向与力的方向不在同一条直线上时为曲线运动, 这曲线是一条抛物线。

●复习点津

一、匀变速直线运动

匀变速直线运动的动力学特点是: 做匀变速运动的物体, 受到的合外力为恒量; 其运

动力学特点是:做匀变速运动的物体,其加速度为恒量。匀变速直线运动的基本公式是速度公式与位移公式,从这两个基本公式出发,可以推出一些匀变速直线运动的推论和一些有用的结论。其速度与时间的变化规律还可以用速度图像来表示。

例 1:一辆汽车从甲站由静止开始出发,前 5 分钟做匀加速直线运动,紧接着做匀减速直线运动,减速运动 3 分钟时恰好停止在乙站。已知甲、乙两站相距 2.4km。求汽车在这段路程中的最大速度。

解法一 用基本公式求解:

设加速阶段的加速度大小为 a_1 ,时间为 t_1 ,最大速度为 v_1 ,发生的位移为 s_1 ;减速阶段的加速度大小为 a_2 ,时间为 t_2 ,发生的位移为 s_2 。

$$\text{加速阶段: } v_1 = a_1 t_1 \quad ① \quad s_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \quad ② \quad ① \text{代入} ② \text{得 } s_1 = \frac{1}{2} v_1 t_1 \quad ③$$

$$\text{减速阶段: } 0 = v_1 - a_2 t_2 \quad ④ \quad s_2 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2 \quad ⑤ \quad ④ \text{代入} ⑤ \text{得 } s_2 = \frac{1}{2} v_1 t_2 \quad ⑥$$

$$③+⑥ \text{可得 } s = s_1 + s_2 = \frac{1}{2} v_1 (t_1 + t_2), \text{所以 } v_1 = \frac{2(s_1 + s_2)}{t_1 + t_2}. \text{代入数据可得 } v_1 = 10 \text{m/s}$$

解法二 用平均速度公式求解:

$$\text{加速阶段: } s_1 = \frac{0+v_1}{2} t_1 \quad ⑦ \quad \text{减速阶段: } s_2 = \frac{v_1+0}{2} t_2 \quad ⑧$$

$$⑦+⑧ \text{可得 } s = s_1 + s_2 = \frac{1}{2} v_1 (t_1 + t_2), \text{所以 } v_1 = \frac{2(s_1 + s_2)}{t_1 + t_2}. \text{代入数据可得 } v_1 = 10 \text{m/s}$$

解法三 用速度图像求解:

根据题意,画出汽车运动的 $v-t$ 图像如图 1-2-1 所示。因为图线与坐标轴围成的面积即为汽车通过的位移,

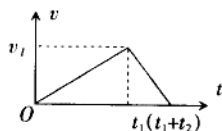


图 1-2-1

$$\text{所以: } s = \frac{(t_1 + t_2) v_1}{2}$$

$$\text{则: } v_1 = \frac{2s}{(t_1 + t_2)}, \text{代入数据可得 } v_1 = 10 \text{m/s}$$

评析:处理匀变速直线运动问题有多种方法,复习时不但要掌握用基本公式求解,更重要的是能从多种解题方法中选取简便的方法,提高我们的解题能力。

二、几种典型的匀变速运动

1. 竖直上抛运动:

竖直上抛物体运动包括了上升阶段的匀减速和下降阶段的匀加速过程。从整个过程来看,它可以看成是匀减速直线运动。解竖直上抛物体运动问题时,要注意竖直上抛运动的速率和时间的对称性。

例 2:从同一地点以相同速度先后竖直上抛两块石头。第二块比第一块晚 4s。若抛出时速度为 50m/s,问第二块石头抛出后经几秒与第一块石头相遇?

解析:设第二块抛出后经 t 秒与第一块相遇。

$$\text{解法一:根据位移相等可列方程: } v_0(t+4) - \frac{1}{2}g(t+4)^2 = v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{解之得 } t=3\text{s}$$

$$\text{解法二:根据速率对称性可以列方程: } -[v_0 - g(t+4)] = v_0 - gt \quad \text{解之得 } t=3\text{s}$$

$$\text{解法三:根据时间对称性可以列方程: } v_0 = gt' \quad (t' \text{ 为石块上升到最高点所用时间})$$

$$t=t'-2 \quad \text{解之得} \quad t=3\text{s}$$

评析:①抓住竖直上抛运动的对称性解题,往往可以使问题简单化;②由这个一题多解中可以发现发散思维的来源之一是对物理规律的深刻认识,多角度思考。

2. 平抛物体运动(运动的合成和分解):

研究曲线运动的一般方法就是正交分解。将复杂的曲线运动分解为2个互相垂直方向上的直线运动。一般以初速度或合外力的方向为坐标轴进行分解。对于平抛运动,可分解为水平方向的匀速运动和竖直方向的初速度为零的匀加速直线运动。特别要提醒的是运动的合成与分解的矢量性和分运动之间及分运动与合运动的的同时性。

例3:如图1-2-2所示,在竖直平面的 xoy 坐标系内, oy 表示竖直向上方向。该平面内存在沿 x 轴正向的匀强电场。一个带电小球从坐标原点沿 oy 方向竖直向上抛出,初动能为4J,不计空气阻力。它达到的最高点位置如图中 M 点所示。求:

- (1)小球在 M 点时的动能 E_1 ;
- (2)在图上标出小球落回 x 轴时的位置 N ;
- (3)小球到达 N 点时的动能 E_2 。

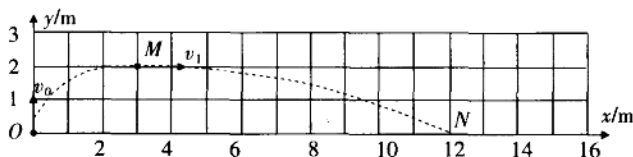


图 1-2-2

解析:(1)在竖直方向小球只受重力,从 $O \rightarrow M$ 速度由 v_0 减小到0;在水平方向小球只受电场力,速度由0增大到 v_1 ,由图可知这两个分运动平均速度大小之比为2:3,因此 $v_0:v_1=2:3$,所以小球在 M 点时的动能 $E_1=9\text{J}$ 。

(2)由竖直分运动可知, $O \rightarrow M$ 和 $M \rightarrow N$ 经历的时间相同,因此水平位移大小之比为1:3,故 N 点的横坐标为12m。

(3)小球到达 N 点时的竖直分速度为 v_0 ,水平分速度为 $2v_1$,由此可得此时动能 $E_2=40\text{J}$ 。

评析:解本题的关键一是掌握运动的分解,二是知道分运动的的同时性,三是利用比值求解。

三、匀变速直线运动的动力学

匀变速直线运动的动力学特征是物体受到的合外力为恒力,其方向与物体的初始速度相同或相反。解决匀变速直线运动的动力学问题的方法,即为牛顿运动定律。综合应用牛顿运动定律和运动学公式解题有两种情况。

1. 已知物体的受力情况,求物体的运动情况。

这类问题的解题思路是:

(1)选取研究对象。一般由题目中的已知条件和所求量来确定研究对象。

(2)进行受力分析。一般来说,题目中描述的是多个物体,我们可以将研究对象单独隔离出来进行受力分析。分析时,要按照先重力,后弹力,然后摩擦力,最后其他力的次序进行,边分析边画受力图。

(3)建立正交坐标。由于研究的对象是做匀变速直线运动,所以建立正交坐标时,一条坐标轴的正方向与物体运动的速度方向一致。如果研究对象开始时是静止的,那么一条坐标轴的正方向与物体运动的加速度方向一致,另一条坐标轴与运动方向垂直。

(4)列出物体运动方向的牛顿第二定律的表达式和另一方向的合力为零的表达式,并求出加速度。

(5)选用合适的运动学公式,求出所要求的未知的物理量。

例 4:一平板车,质量 $M=100\text{kg}$,停在水平路面上,车身的平板离地面的高度 $h=1.25\text{m}$,一质量 $m=50\text{kg}$ 的小物块置于车的平板上,它到车尾端的距离 $b=1.00\text{m}$,与车板间的动摩擦因数 $\mu=0.20$,如图 1-2-3 所示。今对平板车施一水平方向的恒力,使车向前行驶,结果物块从车板上滑落。物块刚离开车板的时刻,车向前行驶的距离 $s_0=2.0\text{m}$ 。求物块落地时,落地点到车尾的水平距离 s 。不计路面与平板车间以及轮轴之间的摩擦(取 $g=10\text{m/s}^2$)。

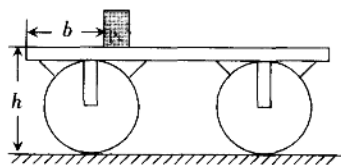


图 1-2-3

解析:画出小车与小物块运动的示意图如图 1-2-4 所示。设作用于平板车的水平恒力为 F ,物块与车板间的摩擦力为 f ,自车启动至物块离开车板经历的时间为 t_0 ,在这过程中,车的加速度为 a_1 ,物块的加速度为 a_2 。则有:

$$\text{对车: } F-f=Ma_1 \text{ 及 } s_0=\frac{1}{2}a_1t_0^2$$

$$\text{对小物块: } f=\mu mg=ma_2 \text{ 及 } s_0-b=\frac{1}{2}a_2t_0^2$$

$$\text{可得: } a_2=\mu g=0.2\times 10\text{m/s}^2=2.0\text{m/s}^2$$

$$a_1=\frac{s_0}{s_0-b}\cdot a_2=\frac{2}{2-1}\times 2\text{m/s}^2=4.0\text{m/s}^2$$

$$\text{则: } F=\mu mg+Ma_1=(0.2\times 50\times 10+100\times 4)\text{N}=500\text{N}$$

物块开始离开车板时刻,物块和车的速度分别为 v 和 V ,则:

$$V=\sqrt{2a_1s_0}=\sqrt{2\times 4\times 2}\text{ m/s}=4.0\text{m/s} \quad v=\sqrt{2a_2(s_0-b)}=\sqrt{2\times 2\times 1}\text{ m/s}=2.0\text{m/s}$$

物块离开平板车后做平抛运动,其水平速度为 v ,所经历的时间为 t_1 ,通过的水平距离为 s_1 ,则有:

$$s_1=vt_1=v\sqrt{\frac{2h}{g}}=2\times\sqrt{\frac{2\times 1.25}{10}}=1.0(\text{m})$$

$$\text{在这段时间内车的加速度: } a_1'=\frac{F}{M}=\frac{500}{100}\text{m/s}^2=5\text{m/s}^2$$

$$\text{车运动的距离: } s_2=vt_1+\frac{1}{2}a_1't_1^2=4\times 0.5+\frac{1}{2}\times 5\times 0.5^2=2.6(\text{m})$$

$$\text{所以, } s=s_2-s_1=2.6-1.0=1.6(\text{m})$$

2. 已知物体的运动情况,求物体的受力情况。

这类问题的解题思路是:

(1)选取研究对象。

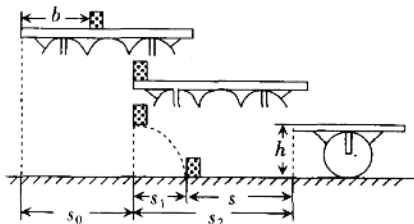


图 1-2-4

(2)进行运动情况分析。对物体运动情况分析主要有以下几个方面:一是分析研究对象的初始状态,如有无初速度,方向如何;二是分析研究对象做什么性质的运动,是匀加速运动还是匀减速运动;三是分清研究对象经历的是一个阶段的运动(a 不变),还是连续发生的分阶段的运动,相邻两阶段中的哪些物理量相同。由于物体的运动情况和物体的受力情况是密不可分的,所以物体的运动情况分析和受力分析往往是同时考虑,交叉进行的。

(3)根据运动性质和已知条件选用合适的运动学公式,求出加速度的大小和方向。

(4)进行受力情况分析。

(5)建立正交坐标。

(6)列出物体运动方向的牛顿第二定律的表达式和另一方向的合力为零的表达式,求出所要求的未知的力。

例5:如图1-2-5所示,质量 $M=10\text{kg}$ 的木楔 ABC 静置于粗糙的水平地面上,动摩擦因数 $\mu=0.02$ 。在木楔的倾角 θ 为 30° 的斜面上,有一质量 $m=1.0\text{kg}$ 的物块由静止开始沿斜面下滑。当滑行路程 $s=1.4\text{m}$ 时,其速度 $v=1.4\text{m/s}$ 。在这过程中木楔没有动,求地面对木楔的摩擦力的大小和方向(重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$)。

解析:由匀加速运动的公式 $v^2=v_0^2+2as$,得物块沿斜面下滑的加速度为:

$$a = \frac{v^2}{2s} = \frac{1.4^2}{2 \times 1.4} \text{m/s}^2 = 0.7 \text{m/s}^2 \quad ①$$

由于 $a < g\sin\theta = 5\text{m/s}^2$,可知物块受到摩擦力作用。物块受到三个力的作用,如图1-2-6所示,对于沿斜面的方向和垂直于斜面的方向,由牛顿定律,有:

$$mg\sin\theta - f_1 = ma \quad ②$$

$$mg\cos\theta - N_1 = 0 \quad ③$$

木楔受到五个力的作用,如图1-2-7所示,对于水平方向,由牛顿定律,有:

$$f_2 + f_1\cos\theta - N_1\sin\theta = 0 \quad ④$$

由此可解得地面作用于木楔的摩擦力:

$$f_2 = N_1\sin\theta - f_1\cos\theta = mg\cos\theta\sin\theta - (mg\sin\theta - ma)\cos\theta = ma\cos\theta = 1 \times 0.7 \times \cos 30^\circ \text{N} = 0.61 \text{N}$$

此力的方向与图中所设的一致(由C指向B的方向)。

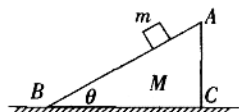


图 1-2-5

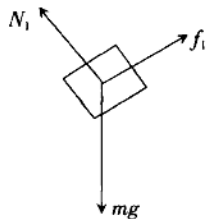


图 1-2-6

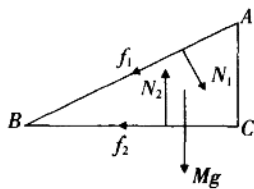


图 1-2-7

●精题集萃

1. 物体在粗糙的水平面上运动,其 $s-t$ 图像如图1-2-8所示,已知物体受到沿运动方向的作用力为 F ,滑动摩擦力为 f ,则由图可知 ()

- A. $F > f$ B. $F = f$
C. $F < f$ D. 以上三种情况都有可能

2. 一航天探测器完成对月球的探测任务后,在离开月球的过程中,由静止开始沿着与月球表面成一倾斜角的直线飞行,

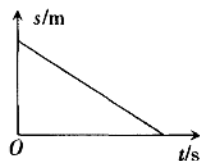


图 1-2-8

先加速运动,再匀速运动。探测器通过喷气而获得推动力。以下关于喷气方向的描述中正确的是 ()

- A. 探测器加速运动时,沿直线向后喷气
 B. 探测器加速运动时,竖直向下喷气
 C. 探测器匀速运动时,竖直向下喷气
 D. 探测器匀速运动时,不需要喷气

3. 在交通事故的分析中,刹车线的长度是很重要的依据,刹车线是汽车刹车后,停止转动的轮胎在地面上发生滑动时留下的痕迹。在某次交通事故中,汽车的刹车线长度是14m,若汽车轮胎与地面间的动摩擦因数为0.7,重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。则汽车刹车前的速度为 ()

- A. 7m/s B. 10m/s C. 14m/s D. 20m/s

4. 一个物体做加速运动,依次经过1、2、3三个位置时的瞬时速度分别为 v_1 、 v_2 、 v_3 ,若2为1、3的中点,物体在1、2段的加速度恒为 a_1 ,在2、3段的加速度恒为 a_2 ,且 $v_2 = \frac{v_1 + v_3}{2}$,则下列说法正确的是 ()

- A. $a_1 > a_2$ B. $a_1 < a_2$ C. $a_1 = a_2$ D. 不能确定

5. 两木块自左向右运动,现用高速摄影机在同一底片上多次曝光,记录下木块每次曝光时的位置,如图1-2-9所示,连续两次曝光的时间间隔是相等的,由图可知 ()

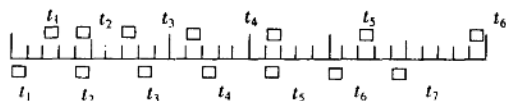


图 1-2-9

- A. 在时刻 t_2 以及时刻 t_5 两木块速度相同
 B. 在时刻 t_1 两木块速度相同
 C. 在时刻 t_3 和时刻 t_4 之间某瞬间两木块速度相同
 D. 在时刻 t_4 和时刻 t_5 之间某瞬间两木块速度相同
6. 如图1-2-10所示,水平面上B点以左是光滑的,B点以右是粗糙的。质量为 M 和 m 的两个小物块(可视为质点),在B点以左的光滑水平面上相距 L ,以相同的速度向右运动,它们先后进入粗糙区域后,最后停止运动。若它们与粗糙水平面间的动摩擦因数相同,静止后两物块间的距离为 s ,可知 ()

- A. 若 $M > m$,则 $s > L$
 B. 若 $M = m$,则 $s = L$
 C. 若 $M < m$,则 $s > L$
 D. 无论 M 、 m 取何值,都有 $s = L$

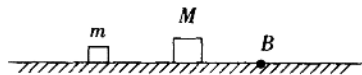


图 1-2-10

7. 已知某质点在 $t=0$ 时刻的速度为零。从该时刻起质点受到周期性的外力 F 作用, F 随时间 t 变化的规律如图1-2-11所示,力的方向始终在同一条直线上。在第一个周期内,下列说法中正确的是 ()

- A. 在 t_1 时刻质点的速度达到最大值
 B. 在 t_2 时刻质点的运动方向发生改变
 C. 在 t_3 时刻质点的反向加速度达到最大值
 D. 在 t_4 时刻质点回到出发点

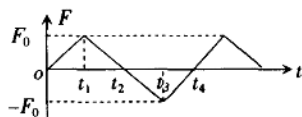
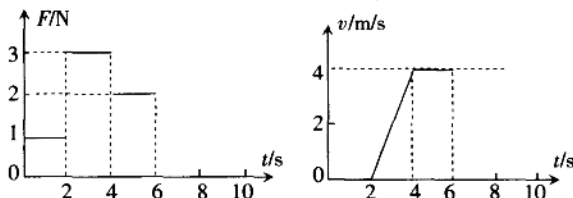


图 1-2-11

8. 放在水平地面上的一物块,受到方向不变的水平推力 F

的作用, F 的大小与时间 t 的关系和物块速度 v 与时间 t 的关系如图 1-2-12 所示。取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。由此两图线可以求得物块的质量 m 和物块与地面之间的动摩擦因数 μ 分别为

- A. $m=0.5\text{kg}, \mu=0.4$
 B. $m=1.5\text{kg}, \mu=\frac{2}{15}$
 C. $m=0.5\text{kg}, \mu=0.2$
 D. $m=1\text{kg}, \mu=0.2$



9. 一杂技演员用一只手抛球,他每隔

0.4s 抛出一球,接到球便立即把球抛

出,已知除抛、接球的时刻外,空中总有四个球,将球的运动看作是竖直方向的运动,球到达的最大高度是(高度从抛球点算起,取 $g=10\text{m/s}^2$)

- A. 1.6m B. 2.4m C. 3.2m D. 4.0m

10. 如图 1-2-13 甲,某人正通过定滑轮将质量为 m 的货物提升到高处。滑轮的质量和摩擦均不计,货物获得的加速度 a 与绳子对货物竖直向上的拉力 T 之间的函数关系如图 1-2-13 乙所示。由图,下列判断正确的是

- A. 图线与纵轴的交点 M 的值 $a_M=-g$
 B. 图线与横轴的交点 N 的值 $T_N=mg$
 C. 图线的斜率等于物体的质量 m
 D. 图线的斜率等于物体质量的倒数 $\frac{1}{m}$



甲

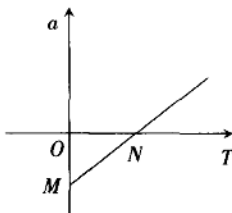


图 1-2-13

乙

11. 一小船从河岸的 A 点出发,小船保持与河

岸垂直方向航行,经 $t_1=10\text{min}$ 到达河对岸下游 120m 的 C 处。如果小船保持原来的速度逆水斜向上游与河岸成 θ 角方向航行,则经过 $t_2=12.5\text{min}$ 恰好到达正对岸的 B 处。求:

(1)水流的速度;(2) θ 角的大小;(3)河的宽度。

12. A 、 B 两球, A 从距地面高度为 h 处自由下落,同时将 B 球从地面以初速度 v_0 在 A 球正下方竖直上抛,试分析以下两种情况下, B 球初速度 v_0 的取值范围。

- (1) B 球在上升过程中与 A 球相遇;
 (2) B 球在下降过程中与 A 球相遇。

13. 一束电子以水平方向速度 v_0 从正中间射入匀强电场,如图 1-2-14 所示。如果 A 、 B 两板间距离为 d ,电势差为 U ,电子质量为 m ,电量为 e ,不计重力影响,试求:

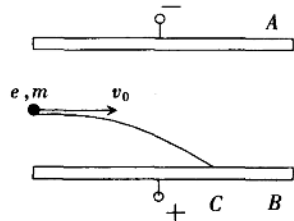


图 1-2-14

(1)电子进入电场后经过多少时间撞击到 B 板的 C 点上;

(2)电子进入电场后撞击到 B 板上的位置 C 离 B 板左端的距离 s 。

14. 一位旅客可用三种方法从某地到杭州旅游:第一种是乘普客汽车经 329 国道到达;第二种是乘快客汽车经杭甬高速公路到达;第三种是乘火车到达。下面是三种车的发车时刻及里程表,已知普客汽车全程平均时速为 60km/h ,快客汽车全程平均时速为 100km/h ,两车途中均不停站,火车在中途需停靠中转站 5min ,设火车进站和出站都做匀变速直线运动,加速度大小是 2400km/h^2 ,途中匀速行驶,速率为 120km/h ,若现在时刻是上午 8 点 05 分,这位旅客想早点到达杭州,请你通过计算说明他该选择乘什么车。

	普客汽车	快客汽车	火车
里程/km	75	80	72
班次	7:20	8:00	8:00
	8:20	8:40	8:33
	10:30	9:20	9:00
	14:30	10:55	9:43
	...	...	...

15. 如图 1-2-15 所示,有一块木板静止在光滑水平面上,木板质量为 $M=4\text{kg}$,长为 $L=1.4\text{m}$;木板右端放着一个小滑块,小滑块质量为 $m=1\text{kg}$,其尺寸远小于 L 。小滑块与木板之间的动摩擦因数为 $\mu=0.4$, $g=10\text{m/s}^2$ 。

(1)现有恒力 F 作用在木板 M 上,为了使得 m 能从 M 上面滑落下来,求: F 大小的范围;

(2)其他条件不变,若恒力 $F=22.8\text{N}$,且始终作用在 M 上,为了使得 m 能从 M 上面滑落下来,问: m 在 M 上面滑动时间是多长?

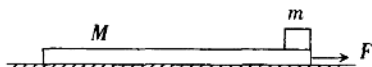


图 1-2-15

16. 水平传送带以 $v=2\text{m/s}$ 的速度匀速转动,今将一个质量为 $m=1\text{kg}$ 的物体轻轻地放在传送带左端,如图 1-2-16 所示,若物体与传送带间的动摩擦因数为 $\mu=0.1$,请你根据以上题目给予的情景,结合实际问题,假设适当数据,提出三个与物理相关的问题并给出具体解答过程。

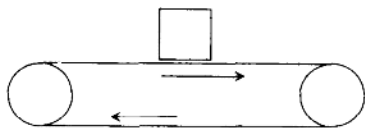


图 1-2-16

三、匀速圆周运动

●考点释要

本节内容包含了教材中的第五章曲线运动中的圆周运动部分和第六章万有引力定律。它是牛顿运动定律在圆周运动中的具体应用。复习好本节的概念、规律以及处理圆周运动的思路与方法,将加深对牛顿运动定律的理解,提高应用牛顿运动定律来分析、解决实际问题的能力;也为理解后面的带电粒子在匀强磁场中的匀速圆周运动、氢原子中电子绕核运动等做好必要的准备。本节的重难点,从匀速圆周运动的运动学角度来看,主要是理解描述匀速圆周运动的物理量及其关系;从动力学角度来看,主要是牛顿运动定律在圆周运动中的具体应用。