前 言

QIAN YAN

按照我国最新的教学教育改革的发展方向,《高中全程复习优化设计》系列丛书率先推出了案例探究式复习法的备考模式。

传统的备考模式大都是以讲为主,从复习目标到知识梳理,从重难点解析到典型例题剖析,依次展开,复习课往往就变成了新授课。这种模式忽视了学生在备考中的主观能动性,备考主体的潜力得不到充分挖掘,事倍而功半。案例探究式复习法就是通过案例举证来引导学生做题并发现问题,学生会什么,不会什么,一目了然,平时学习中知识的疏漏以及与高考要求的差距就会很明显地凸现出来。然后通过案例剖析和知识梳理来校正知识偏差,通过'拓展'来补充知识,开拓视野,并进行能力培养。很显然,案例探究式复习法的复习是有重点、有选择的复习,是有目的、有针对性的复习。

根据教育部最新的考试精神和考试中心制定的 2003 年《考试说明》,本书在编写中注重基础知识的复习,强调语言知识的灵活应用,注重选用真实可信、情景丰富的富有时代性、生活性和人文色彩的语言材料,强调所选材料有助于学生开阔视野、丰富语言知识、扩大词汇量和了解英语国家的社会及文化。

本书分高考知识热点专题、NMET 试题解析与能力提高及高考模拟综合训练三部分,主要特点如下:

案例探究,素质备考　素质教育,首先要有情景创设。案例探究式复习法就是通过大量与社会生产、生活实际及时事热点相结合的案例(题例)及剖析来培养学生动手实践的创造能力和人文素养。备考的关键是在夯实基础的条件下对知识的贯通,以适应综合考试。本丛书通过学科内综合专题知识和双综合模拟两个梯级,强化学生的学科内综合能力,提升学生学科间交叉综合素养,最终实现素质备考的目标。

高考提前,备考提速　2003 年高考提前到六月份,这样,以前的复习进度安排就不太适应了。本书从基础综合过关版开始,将章节复习提炼为单元复习,大部分学科还把双综合复习中的知识专题前移至基础综合过关版中,加快了复习进度。双综合模拟版语文、数学、英语三大主科分热点专题和综合模拟两部分,物理、化学、生物、政治、历史、地理六科分学科内综合热点专题、学科间交叉综合热点专题和综合模拟三部分,在强调综合复习的同时,体现单科复习过程的完整性。

模式创新,功能齐备　本套丛书采用'1+1'模式编写,即一本学生用书,相应配一本教师用书,学生用书和教师用书相互配合,各成体系。学生用书侧重于训练和知识方法的引导,提供备考复习的最佳模式;教师用书着重于指导并进行了总复习的组织与规化,使学、讲、练紧密结合,功能齐备。

两个版本,个性设计　目前,正值原人教版统编教材与试验修订教材新旧交替时期,本套丛书数学、物理、化学、生物、历史、地理新旧版内容差异较大的各科均按两个版本编写,这就满足了使用不同教材读者的不同需求。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

本书体例设计注重创新,主要由以下栏目组成:

【问题磁场】将典型问题精心设计,创设情景,引发思考。用“磁石”将读者引入设定的“磁场”之中。

【案例探究】根据问题磁场栏目中激活的思维,有目的有针对性地精选案例进行系统剖析,并培养考生的解题方法与技巧。

【知识归纳与拓展】进行知识大盘点,高度凝练知识体系,构建单元或专题考点网络,对重难点知识,特别是考生平时学习中容易疏漏或出现理解偏差的知识进行补充或详细诠释。

【备考创新训练】精心编选各类典型试题,凸现创新、综合和实践能力的培养。注重练测,以巩固知识、掌握技巧、形成技能。

本丛书全新改版,我们热切希望新的设计思想能引领新时期高三备考复习模式的新浪潮。但案例探究式复习法毕竟还是新的模式、新的探索,更需要广大读者的关心与呵护。丛书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002 年 12 月

LU MU 目录

第一篇 学科内综合专题

专题一 平衡类问题 …… (001)
专题二 恒力作用下的直线运动 …… (007)
专题三 恒力作用下的曲线运动 …… (013)
专题四 变力作用下的直线运动 …… (018)
专题五 圆周运动 …… (024)
专题六 守恒类问题 …… (032)
专题七 各类电路的分析与计算 …… (041)
专题八 粒子·微观世界的认识 …… (047)
专题九 物理实验的创新设计 …… (053)
专题十 物理图象·图象处理与应用 …… (060)
专题十一 应用·物理中的 STS …… (067)
学科内综合测试题(一) …… (079)
学科内综合测试题(二) …… (082)
学科内综合测试题(三) …… (085)

第二篇 跨学科综合专题

专题一 与力、运动相关的综合问题 …… (088)
专题二 与电磁相关的综合问题 …… (093)
专题三 与热、光、原相关的综合问题 …… (100)
专题四 现代科技中的综合应用问题 …… (107)

第三篇 高考综合能力训练

高考理科综合能力测试题(一) …… (115)
高考理科综合能力测试题(二) …… (120)
高考理科综合能力测试题(三) …… (126)
高考理科综合能力测试题(四) …… (132)
参考答案 …… (137)

第一篇　学科内综合专题

专题一　平衡类问题

问 题 磁 场

▶1. (1)～(3)小题是关于质点(或物体)处于平衡状态的论述或判断,请选择正确答案

(1)质点处于平衡状态时…… (　　)

A. 一定没有速度　　B. 一定不受力的作用

C. 一定没有加速度　　D. 一定保持静止

(2)以下四种情况中,物体处于平衡状态的有 …… (　　)

A. 竖直上抛物体达到最高点时

B. 做匀速圆周运动的物体

C. 单摆摆球通过平衡位置时

D. 弹簧振子通过平衡位置时

(3)图 1—1—1 中五幅图分别表示物体的位移 s、速度 v、加速度 a、动能 E_k、动量 p 随时间的变化图象. 如果物体处于平衡状态,则能够反映这个问题的图象是

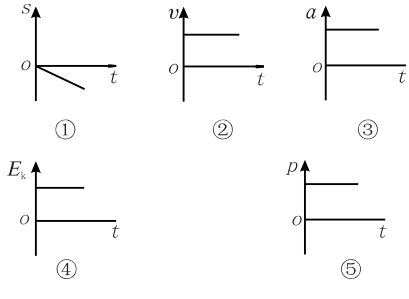

图 1—1—1

A. ①②③　　B. ①②④　　C. ①②⑤　　D. ①②④⑤

▶2. 如图 1—1—2 所示,将质量为 m 的物体置于固定的光滑斜面上,斜面倾角为 θ,水平力 F 作用在 m 上,物体 m 处于静止状态,则 m 对斜面的压力大小为 …… (　　)

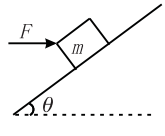

图 1—1—2

①$mg/\cos\theta$　②$F/\sin\theta$　③$\sqrt{(mg)^2+F^2}$　④$mg\cos\theta+F\sin\theta$

A. 只有④　　B. ③④

C. ①②　　D. ①②③④

▶3. 如图 1—1—3 所示,物体 a、b 和 c 叠放在水平桌面上,水平力 $F_b=5$ N、$F_c=10$N 分别作用于物体 b、c 上,a、b 和 c 仍保持静止. 以 F_{f_1}、F_{f_2}、F_{f_3} 分别表示 a 与 b、b 与 c、c 与桌面间的静摩擦力的大小,则…… (　　)

(2002 年全国高考理科·综合卷)

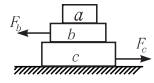

图 1—1—3

A. $F_{f_1}=5$ N,$F_{f_2}=0$,$F_{f_3}=5$ N

B. $F_{f_1}=5$ N,$F_{f_2}=5$ N,$F_{f_3}=0$

C. $F_{f_1}=0$,$F_{f_2}=5$ N,$F_{f_3}=5$ N

D. $F_{f_1}=0$,$F_{f_2}=10$ N,$F_{f_3}=5$ N

▶4. 图 1—1—4 中 a、b、c 为三个物块,M、N 为两个轻质弹簧,R 为跨过光滑定滑轮的轻绳,它们连接如图并处于平衡状态

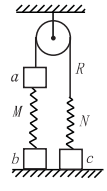

图 1—1—4

①有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于压缩状态

②有可能 N 处于压缩状态而 M 处于拉伸状态

③有可能 N 处于不伸不缩状态而 M 处于拉伸状态

④有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于不伸不缩状态

(2002 年高考·广东卷)

以上叙述正确的是 …… (　　)

A. ①③　　B. ①④　　C. ②③　　D. ①②③④

▶5. 如图 1—1—5 所示,A、B 为两个用绝缘细线悬挂起来的质量相等的带电小球,左边放一个带正电的球 C 时,两悬线都保持竖直方向(两线长度相等). 若把 C 球移走,两球没有发生接触,那么图 1—1—6 中哪个图可以表示 A、B 两球的静止位置

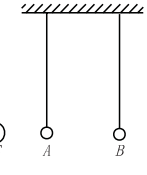

图 1—1—5

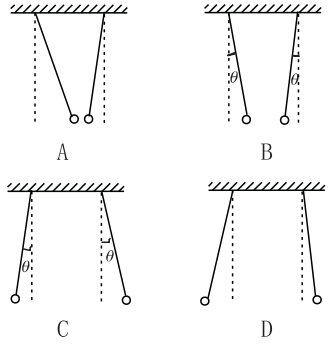

图 1—1—6

▶6. 如图 1—1—7 所示，一闭合的任一三角形的导线框 ABC 垂直于磁场方向置于匀强磁场中，如果对线框通以顺时针方向的电流（电源未画出），磁场方向垂直于纸面向里，则线框各边所受安培力的合力为 …… （　　）

A. 垂直于 AB 沿纸面向上

B. 垂直于 AB 沿纸面向下

C. 为零

D. 角度未知，不能确定

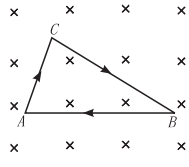

图 1—1—7

▶7. 空气对运动物体的阻力实际上与物体的速度大小有关．尤其是速度较大时更为明显，设雨滴下落时受到的空气阻力为 $F_f=kv^2$，雨滴的质量为 m，接近地面时早已做匀速运动，称之为达到了收尾速度，若在水平风力的作用下，雨滴的速度方向与竖直方向成 37°角，此时雨滴的速度大小为 _____．

案 例 探 究

案例一：重力、弹力、摩擦力作用下的平衡问题

[例1]如图 1—1—8 所示，质量为 m、横截面为直角三角形的物块 ABC，$\angle ABC=\alpha$，AB 边靠在竖直墙面上，F 是垂直于斜面 BC 的推力．现物块静止不动，则摩擦力的大小为 _____．（2001 年全国高考题）

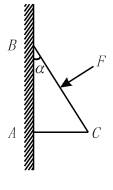

图 1—1—8

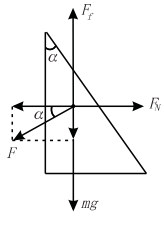

图 1—1—9

解析：以物块为研究对象，受力分析如图 1—1—9 所示．将力 F 正交分解，由竖直方向的平衡条件可得 $F_f=F\sin\alpha+mg$．

答案：$F\sin\alpha+mg$

[例2]如图 1—1—10，A、B、C 三物块质量分别为 M、m、m_0．B 随 A 一起匀速运动，则可以断定 …… （　　）

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

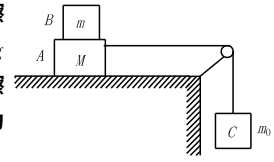

图 1—1—10

解析：以 B 为研究对象，由于它在水平方向做匀速运动，所以它在水平方向不受力的作用，即 A、B 两物体间无摩擦力作用．

以 C 为研究对象，由于它在竖直方向做匀速运动，所以绳对它的拉力等于它的重力．即 $T=m_0g$．

以 A、B 整体为研究对象，在水平方向，它受到绳对它水平向右的拉力 $T=m_0g$，而它又处于匀速运动，所以桌面对它有水平向左的力的作用，即摩擦力的作用，且 $F_f=m_0g$，故选 A．

答案：A

案例二：与弹簧弹力有关的平衡问题

[例3]如图 1—1—11 所示，重力为 G 的质点 M 与三根劲度系数相同的螺旋形轻弹簧 A、B、C 相连，C 处于竖直方向，静止时，相邻弹簧间的夹角均为 120°．已知弹簧 A 和 B 对质点的作用力的大小为 $2G$，则弹簧 C 对质点作用力的大小可能为 …… （　　）

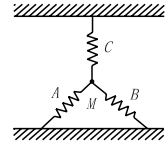

图 1—1—11

A. $2G$　　B. G

C. 0　　D. $3G$

解析：弹簧 A 和 B 对 M 的作用力有两种情况：一是拉伸时对 M 的拉力，二是压缩时对 M 的弹力．

若 A、B 两弹簧都被拉伸，两弹簧拉力与重力的合力大小为 $3G$，方向竖直向下，则弹簧 C 必被拉伸对 M 有竖直向上的大小为 $3G$ 的拉力，才能使 M 处于平衡状态．

若 A、B 两弹簧都被压缩，同理可得弹簧 C 对 M 有竖直向下的大小为 G 的弹力．A、B 两弹簧不可能一个被拉伸，一个被压缩，否则不能在题设条件下处于平衡．综上所述应选 B、D．

答案：BD

[例4]如图 1—1—12 所示，两木块质量分别为 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，直到它刚离开上面弹簧．在这个过程中下面木块移动的距离为 …… （　　）

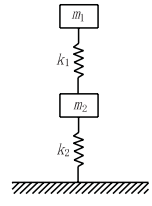

图 1—1—12

A. $\frac{m_1g}{k_1}$　　B. $\frac{m_2g}{k_1}$　　C. $\frac{m_1g}{k_2}$　　D. $\frac{m_2g}{k_2}$

解析：本题中有两个关键性词语应予重视："轻质"弹簧——即不计弹簧质量；"缓慢地"竖直上提——即匀速上提，且上提过程中系统受合力始终为零．

未提木块时，弹簧 2 压缩 $\Delta x_1=\frac{(m_1+m_2)g}{k_2}$，提起木块 m_1 时，弹簧 2 压缩 $\Delta x_2=\frac{m_2g}{k_2}$．提起木块 m_1 的过程中下面木块移动的距离 $\Delta x=\Delta x_1-\Delta x_2=\frac{m_1g}{k_2}$，故应选 C．

需要全本请访问 www.ertongbook.com

答案:C

案例三:与电场力、磁场力有关的平衡问题

[例5]有三根长度皆为 $l=1.00$ m 的不可伸长的绝缘轻线,其中两根的一端固定在天花板上的 O 点,另一端分别拴有质量皆为 $m=1.00\times10^{-2}$ kg 的带电小球 A 和 B,它们的电量分别为 $-q$ 和 $+q$,$q=1.00\times10^{-7}$ C. A、B 之间用第三根线连接起来. 空间中存在大小为 $E=1.00\times10^{6}$ N/C 的匀强电场,场强方向沿水平向右,平衡时 A、B 球的位置如图 1—1—13 所示. 现将 O、B 之间的线烧断,由于有空气阻力,A、B 球最后会达到新的平衡位置. 求最后两球的机械能与电势能的总和与烧断前相比较改变了多少.(不计两带电小球间相互作用的静电力)

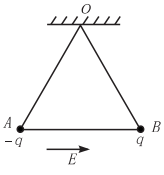

图 1—1—13

(2002 年全国高考·理综卷)

解析:图 1—1—14 中虚线表示 A、B 球原来的平衡位置,实线表示烧断后重新达到平衡的位置,其中 α、β 分别表示细线 OA、AB 与竖直方向的夹角.

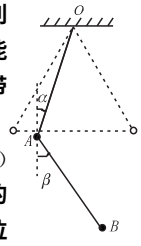

图 1—1—14

A 球受力如图 1—1—15 所示:重力 mg,竖直向下;电场力 qE,水平向左;细线 OA 对 A 的拉力 T_1,方向如图;细线 AB 对 A 的拉力 T_2,方向如图. 由平衡条件

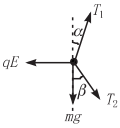

图 1—1—15

$$T_1\sin\alpha+T_2\sin\beta=qE$$

$$T_1\cos\alpha=mg+T_2\cos\beta$$

B 球受力如图 1—1—16 所示:重力 mg,竖直向下;电场力 qE,水平向右;细线 AB 对 B 的拉力 T_2,方向如图. 由平衡条件

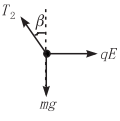

图 1—1—16

$$T_2\sin\beta=qE$$

$$T_2\cos\beta=mg$$

联立以上各式并代入数据,得

$$\alpha=0\quad\beta=45^\circ$$

由此可知,A、B 球重新达到平衡的位置如图 1—1—17 所示. 与原来位置相比,A 球的重力势能减少了

$$E_A=mgl(1-\sin60^\circ)$$

B 球的重力势能减少了

$$E_B=mgl(1-\sin60^\circ+\cos45^\circ)$$

A 球的电势能增加了

$$W_A=qEl\cos60^\circ$$

B 球的电势能减少了

$$W_B=qEl(\sin45^\circ-\sin30^\circ)$$

两种势能总和减少了

$$W=W_B-W_A+E_A+E_B$$

代入数据解得

$$W=6.8\times10^{-2}\ \text{J}$$

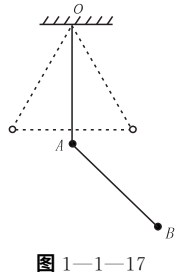

图 1—1—17

答案:6.8×10^{-2} J

[例6]如图 1—1—18 所示,有两根和水平方向成 α 角的光滑平行的金属轨道,上端接有可变电阻 R,下端足够长,空间有垂直于轨道平面的匀强磁场,磁感应强度为 B. 一根质量为 m 的金属杆从轨道上由静止滑下. 经过足够长的时间后,金属杆的速度会趋近于一个最大速度 v_m,则 (　　)

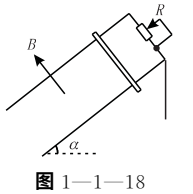

图 1—1—18

A. 如果 B 增大,v_m 将变大

B. 如果 α 变大,v_m 将变大

C. 如果 R 变大,v_m 将变大

D. 如果 m 变小,v_m 将变大 (2001 年上海高考题)

解析:导体棒切割磁感线产生感应电动势使闭合回路产生感应电流,导体棒受安培力作用,由楞次定律和左手定则可判定安培力的方向沿轨道向上,大小随运动速度的增大而增大,当速度最大时,导体棒处于平衡状态做匀速直线运动. 平衡时受力分析如图 1—1—19 所示.

由 $E=BLv_m$,$I=\dfrac{E}{R}$

$F_{安}=BIL$,得 $F_{安}=\dfrac{B^2L^2v_m}{R}$ ①

由平衡条件得 $F_{安}=mg\sin\alpha$ ②

由①②式可解出 $v_m=\dfrac{mgR\sin\alpha}{B^2L^2}$

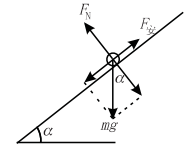

图 1—1—19

将选项中的四种情况与之比较,不难得出选项 B、C 正确.

答案:BC

归 纳 拓 展

1. 对物体的平衡状态的认识

描述物体运动状态的参量就是速度,速度变化了即物体的运动状态发生了变化,速度是矢量,大小和方向的变化都应被认为物体运动的状态发生了变化. 当物体运动的速度不变时,才能认为物体处于平衡状态. 物体处于静止或匀速直线运动时即是如此. 值得注意的是物体速度为零时,物体并不一定处于平衡状态. 例如竖直上抛运动中物体位于最高点时. 不要将速度为零的状态作为物体的平衡状态. 有固定转动轴的物体处于静止状态或匀速转动时也处于平衡状态.

2. 平衡条件及其推论

(1)共点力作用下物体的平衡条件是:$\sum F=0$,或同时满足 $\sum F_x=0$、$\sum F_y=0$. 根据平衡条件可得以下重要推论:①当物体处于平衡状态时,它所受的某一个力与它所受的其余力的合力等值反向;②当三个共点力作用于物体处于平衡时,三个力的矢量组成一封闭的矢量三角形.

(2)对于共点力作用下物体的平衡,实际上要解决两方面的问题:一方面是已知物体受力情况,判断物体是否处于平衡状态;另一方面是已知物体处于平衡状态(或要求物体处于平衡状态),讨论物体受力情况. 要求在理解概念的基础上,具有隔离法与整体法分析物体受力的能力;用平行四边形定则和正交分解法处理力的合成与分解的能力;用力的独立作用原理和等效交换的思路分析、简化、解决各种平衡的能力.

3. 物体在力作用下的平衡问题不仅仅涉及力学内容,在电磁学中常涉及带电粒子在电场或复合场中的平衡,矩形线圈在磁场中的力矩平衡等. 该类问题研究的中心问题是平衡问题,但涵盖的内容、综合的程度要高于力学中的平衡问题.

创 新 训 练

(一)判断质点(或物体)是否处于平衡状态,或处于平衡状态时物体的位置情况,是基本的平衡问题. 请你对 1~2 题所述的情况作出判断.

▶1. 一个质量为 m 的物体，在水平外力 F 作用下，沿水平面做匀速直线运动，物体与水平面间的动摩擦因数为 μ，现对该物体再施加一个力的作用，物体的运动状态未发生改变，以下说法中正确的是 ……（　　）

A. 不可能存在这样一个力

B. 只要所加的力与原水平外力 F 大小相等、方向相反就能满足要求

C. 所加外力方向应与原水平外力 F 的方向成 θ 角斜向下，且满足 $\tan\theta=\mu$

D. 所加外力方向应与原水平外力 F 的方向成 θ 角斜向下，且满足 $\tan\theta=1/\mu$

▶2. 用轻质细线把两个质量未知的小球悬挂起来，如图 1—1—20 甲所示，今对小球 a 持续施加一个向左偏下 30°的恒力，并对小球 b 持续施加一个向右偏上 30°的同样大的恒力，最后达到平衡，表示平衡状态的图可能是乙图中的……

……（　　）

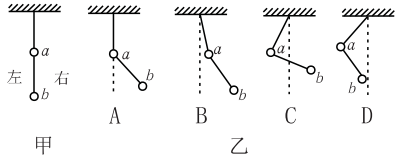

图 1—1—20

（二）有的书上说："当物体在几个力作用下达到平衡时，若去掉其中一个力，则余下的各力的合力与去掉的那个力等值反向"，你认为这个结论是否正确？_____.（请你解答完 3～4 两小题后再回答.）

▶3. 如图 1—1—21 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.

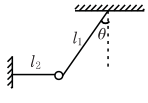

图 1—1—21

(1)下面是某同学对该题的一种解法：

解：设 l_1 线上拉力为 T_1，l_2 线上拉力为 T_2，重力为 mg，物体在三力作用下保持平衡 $T_1\cos\theta=mg$，$T_1\sin\theta=T_2$，$T_2=mg\tan\theta$

剪断线的瞬间，T_2 突然消失，物体即在 T_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 T_2 反方向.

你认为这个结果正确吗？请对该解法作出评价并说明理由.

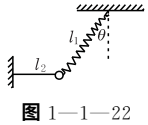

图 1—1—22

(2)若将图 1—1—21 中的细线 l_1 改为长度相同、质量不计的轻弹簧，如图 1—1—22 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.

▶4. 如图 1—1—23 所示，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 $F_1=10$ N，$F_2=2$ N，若撤去力 F_1，则木块在水平方向受到的合力为 ……

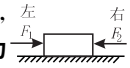

图 1—1—23

……（　　）

A. 10 N；方向向左　　B. 6 N；方向向右

C. 2 N；方向向左　　D. 零

（三）三力平衡的问题是平衡类问题中最常见的问题，请你解答完 5～8 题后认真体会各种解题方法.

▶5. 三段不可伸长的细绳 OA、OB、OC 能承受的拉力相同，它们共同悬挂一重物，如图 1—1—24 所示，其中 OB 是水平的，A 端、B 端固定，若逐渐增加 C 端所挂物体的质量，则最先断的绳 ……（　　）

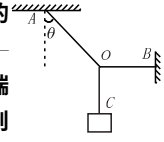

图 1—1—24

A. 必定是 OA　　B. 必定是 OB

C. 必定是 OC　　D. 可能是 OB，也可能是 OC

▶6. 如图 1—1—25 甲所示，光滑球一半由铅（阴影表示）一半由铝组成，放在支架 P、Q 上处于平衡. P 支架对它的支持力为 F_N. 如果将球在支架上转为如图乙状，仍处于平衡，则支架 P 对它的支持力为 F_N'. F_N 和 F_N' 的大小相比较 ……（　　）

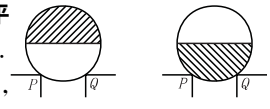

图 1—1—25

A. $F_N>F_N'$　　B. $F_N=F_N'$

C. $F_N<F_N'$　　D. 条件不足，无法判断

▶7. 如图 1—1—26 所示，小球用细绳系住放在倾角为 θ 的光滑斜面上，当细绳由水平方向逐渐向上偏移时，细绳上的拉力将……

……（　　）

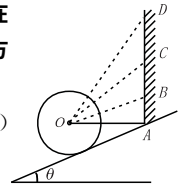

图 1—1—26

A. 逐渐增大　　B. 逐渐减少

C. 先增大后减小　　D. 先减小后增大

▶8. 如图 1—1—27 所示，有两个带有等量的同种电荷的小球 A 和 B，质量都是 m，分别悬于长度为 L 的悬线一端. 今使 B 球固定不动，并使 OB 在竖直方向上，A 可以在竖直平面里自由摆动，由于静电斥力的作用，A 球偏离 B 球的距离为 x. 如果其他条件不变，A 球的质量要增大到原来质量的几倍，才会使 AB 两球的距离缩短为 $x/2$.

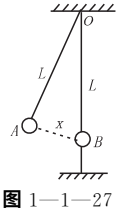

图 1—1—27

（四）利用平衡条件分析、判断物体的受力及其变化情况，是一种简单而又非常重要的方法，请你用该方法解答 9～10 题.

▶9. 如图 1—1—28 所示，物体 m 静止在倾角为 θ 的斜面上，再用水平力推物体 m，当 F 由零逐渐增大但 m 仍静止时，则

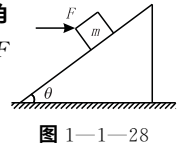

图 1—1—28

A. 物体 m 所受合外力增大

B. 斜面所受的压力增大

C. 物体 m 所受静摩擦力一定增大

D. 物体 m 所受的静摩擦力的方向一定沿斜面向下

▶10. 质量为 0.8 kg 的物块静止在倾角为 30°的斜面上，若用平行于斜面沿水平方向大小等于 3 N 的力推物块，物块仍保持静止，如图 1—1—29 所示，则物块所受的摩擦力大小等于_____.

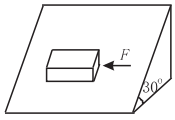

图 1—1—29

(五)平衡条件与胡克定律相结合的弹簧类问题,是中学物理中常见的一种习题类型,请你通过解答 11～13 题,认真总结和体会该类问题的分析和求解策略.

▶11. 如图 1—1—30 所示,一根轻质弹簧竖直放在桌面上,下端固定,上端放一重物 m,稳定后弹簧长 L,现将弹簧截成等长的两段,将重物等分成两块,如图连接后,稳定时两段弹簧的总长为 L',则 …… (　　)

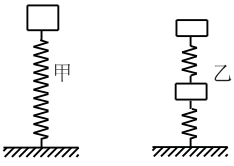

图 1—1—30

A. $L'=L$

B. $L'<L$

C. $L'>L$

D. 因不知弹簧原长,故无法确定

▶12. 如图 1—1—31 所示,A、B 是两个相同的轻弹簧,原长都是 $L_0=10$ cm,劲度系数 $k=500$ N/m,如果图中悬挂的两个物体质量均为 m,现测得两个弹簧的总长度为 26 cm,则物体质量 m 是 …… (　　)

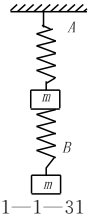

图 1—1—31

A. $m=3$ kg　　B. $m=2$ kg

C. $m=15$ kg　　D. $m=1$ kg

▶13. 如图 1—1—32 所示,两个弹簧的质量不计,劲度系数分别为 k_1、k_2,它们一端固定在质量为 m 的物体上,另一端固定在 P、Q 上,当物体平衡时上面的弹簧(k_2)处于原长,若要把物体的质量换为 $2m$(弹簧的长度不变,且弹簧均在弹性限度内),当物体再次平衡时,物体将比第一次平衡时下降的距离 x 为 …… (　　)

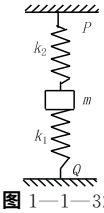

图 1—1—32

A. $mg/(k_1+k_2)$

B. $k_1k_2/(k_1+k_2)mg$

C. $2mg/(k_1+k_2)$

D. $k_1k_2/(k_1+k_2)2mg$

(六)一对"平衡力"和一对"作用力和反作用力"有本质区别,请你通过解答第 14 题认真体会一下.

▶14. 下列一些说法

①一质点受两个力作用且处于平衡状态(静止或匀速运动),这两个力在同一段时间内的冲量一定相同　②一质点受两个力作用且处于平衡状态(静止或匀速运动),这两个力在同一段时间内做的功或者都为零,或者大小相等符号相反　③在同样时间内,作用力和反作用力的功大小不一定相等,但正负号一定相反　④在同样时间内,作用力和反作用力的功大小不一定相等,正负号也不一定相反

以上说法正确的是…… (　　)

A. ①②　　B. ①③　　C. ②③　　D. ②④

(2001 年理科综合卷·全国)

(七)带电质点(或粒子)、通电导体棒(或线圈),在电场、磁场或复合场中处于平衡状态的问题,是将平衡条件与相关电磁学规律结合的力—电综合题.

▶15. 如图 1—1—33 所示,在光滑且绝缘的水平面上,有两相同的金属小球 A、B,它们用绝缘轻弹簧相连,当 AB 带上等量的同种电荷后,弹簧伸长 x_1 时平衡,如果 AB 的电量加倍,它们重新平衡时弹簧伸长 x_2,则 x_2 与 x_1 的关系为 …… (　　)

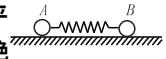

图 1—1—33

A. $x_2=2x_1$　　B. $x_2=4x_1$　　C. $x_2<4x_1$　　D. $x_2>4x_1$

▶16. 如图 1—1—34 所示,两根长为 L 的丝线下端悬挂一质量为 m,带电量分别为 $+q$ 和 $-q$ 的小球 A 和 B,处于场强为 E,方向水平向左的匀强电场之中,使长度也为 L 的连线 AB 拉紧,并使小球处于静止状态.求 E 的大小满足什么条件才能实现上述平衡状态.

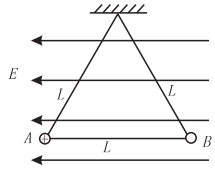

图 1—1—34

▶17. 如图 1—1—35 所示,一倾斜的金属框架上放有一根金属棒,由于摩擦力的作用,金属棒在没有磁场时处于静止状态,从 t_0 时刻开始,给框架区域加一个垂直框架平面斜向上的随时间均匀增强的匀强磁场,到时刻 t,棒开始运动,在 t_0 到 t 这段时间内,金属棒所受的摩擦力 …… (　　)

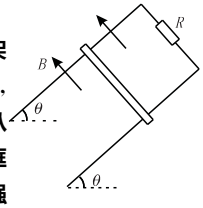

图 1—1—35

A. 保持不变　　B. 不断减小

C. 先减小后增大　　D. 先增大后减小

▶18. 设在地面上方的真空室内,存在匀强电场和匀强磁场.已知电场强度和磁感应强度的方向是相同的,电场强度的大小 $E=4.0$ V/m,磁感应强度的大小 $B=0.15$ T.今有一个带负电的质点以 $v=20$ m/s 的速度在此区域内沿垂直场强方向做匀速直线运动,求此带电质点的电量与质量之比 q/m 以及磁场所有可能的方向(角度可用反三角函数表示).

(八)平衡状态是日常生活和科技问题中常见的现象.请你利用平衡知识,联系具体问题情景解答 19～22 题.

▶19. 如图 1—1—36 所示,跳伞运动员打开伞后经过一段时间,将在空中保持匀速降落.已知运动员和他身上装备的总重量为 G_1,圆顶形降落伞伞面的重量为 G_2,有 8 条相同的拉线一端与飞行员相连(拉线重量不计),另一端均匀分布在伞面边缘上(图中没有把拉线都画出来),每根拉线和竖直方向都成 30°角.那么每根拉线上的张力大小为 …… (　　)

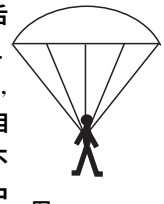
图 1—1—36

A. $\dfrac{\sqrt{3}G_1}{12}$　　B. $\dfrac{\sqrt{3}(G_1+G_2)}{12}$

C. $\dfrac{G_1+G_2}{8}$　　D. $\dfrac{G_1}{4}$

▶20. 一吊桥由六对钢杆悬吊着，六对钢杆在桥面上分列两排，其上端挂在两根钢缆上，图 1—1—37 为其一截面图，已知图中相邻两杆距离均为 9 m，靠桥面中心的钢杆长度为 2 m（即 $AA'=DD'=2$ m），$BB'=EE'$，$CC'=PP'$，又已知两端钢缆与水平面成 45°角，若钢杆自重不计，为使每根钢杆承受负荷相同，试求每根钢杆长度各应为多少米？

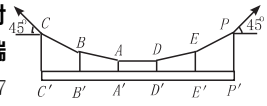

图 1—1—37

▶21. 如图 1—1—38 所示，利用一块粗糙的长木板，可以将一个装满货物的木箱推上一辆载重汽车，如果沿着木板方向施加推力，只要推力达到一定的值，总可以将木箱推上汽车，然而，如果采用水平方向的推力推这个木箱，就有可能推不上去. 假设木板与水平方向的夹角为 a，木箱的质量为 m，现用一水平力 F 去推它，如果无论用多大的水平力都不能使木箱向上滑动，则木板与木箱间的动摩擦因数应满足什么条件？

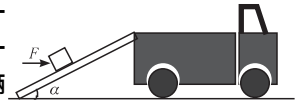

图 1—1—38

▶22. 用电学方法测水流对小球的作用力如图 1—1—39 所示，质量为 m 的小铅球 P 系在细金属丝下，悬挂在 O 点，开始时小铅球 P 沿竖直方向处于静止状态. 将小铅球 P 放入水平流动的水中时，球向左摆起一定的角度 θ，水流速度越大，θ 越大. 为了测定水流对小球作用力的大小，在水平方向固定一根电阻丝 BC，C 端在 O 点正下方，且 OC 长为 h，BC 长为 l，BC 与金属丝接触良好，接触点为 D，不计接触点 D 处的摩擦和金属丝电阻. 再取一只电动势为 E、内阻不计的电源和一只电压表，将这些器材连接成测量电路.

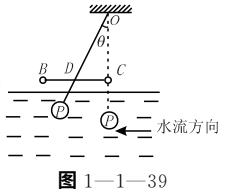

图 1—1—39

(1) 为使水流作用力增大时，电压表读数增大，四位同学分别连接成了图 1—1—40 所示的四个电路，其中接法正确的是 …… (　　)

A. 甲图　　B. 乙图

C. 丙图　　D. 丁图

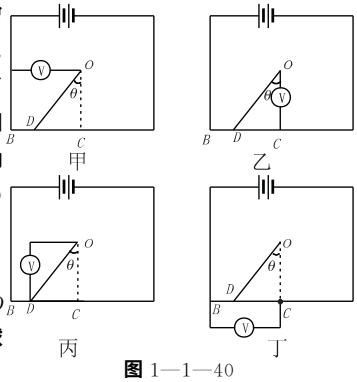

图 1—1—40

(2) 设小球平衡时，CD 长为 x，求水流对小球作用力 F 的大小.

(3) 若小球平衡时，电压表的读数为 U，请写出用 m、E、h 和 l 表示的 F 表达式.



专题二　恒力作用下的直线运动

问题磁场

▶1. 物体在恒定的外力作用下运动，请你对(1)～(2)题中的判断作出正确选择.

(1)关于该物体的运动，以下说法正确的是 …… (　　)

①一定是直线运动　②一定是单向直线运动　③一定是匀变速运动　④可能是匀速圆周运动　⑤可能是曲线运动

A. ①③⑤　　B. ②④

C. ③⑤　　D. ②③⑤

(2)该物体在相等的时间内变化量相同的物理量是…… …… (　　)

①速度　②速率　③动能　④动量

A. ①③　　B. ①④

C. ②③　　D. ①②③④

▶2. 一物体沿固定的光滑斜面体下滑过程中

①物体的加速度由物体所受重力和物体的质量共同决定

②在连续相等的时间 T 内的位移之差，$\Delta s = gT^2\sin\theta$($\theta$ 为斜面倾角)　③斜面对滑块的弹力做功为零，弹力的冲量也为零　④物体动能的增量是由重力对物体所做的功决定的　⑤物体动量的增量是由重力的冲量决定的

以上说法正确的是 …… (　　)

A. ①②④　　B. ②③④

C. ②④　　D. ②④⑤

▶3. 在与 x 轴平行的匀强电场中，一带电量为 1.0×10^{-8} C、质量为 2.5×10^{-3} kg 的物体在光滑水平面上沿着 x 轴做直线运动，其位移与时间的关系是 $x=0.16t-0.02t^2$，式中 x 以米为单位，t 以秒为单位. 从开始运动到 5 s 末物体所经过的路程为_____ m，克服电场力所做的功为_____ J.

(2002 年高考·上海卷)

▶4. 如图 1—2—1 所示，在某匀强电场中，将一质量为 m、带有电量 q 的小球由静止释放，小球沿着虚线所示的直线轨迹运动，该直线与竖直方向的夹角为 θ

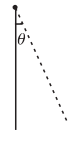

图 1—2—1

①匀强电场的场强最小值为 $\frac{mg\tan\theta}{q}$　②匀强电场的场强最小值为 $\frac{mg\sin\theta}{q}$　③小球运动的加速度大小可能为 $g\cos\theta$　④小球运动的加速度大小可能为 $\frac{g}{\cos\theta}$

以上叙述正确的是 …… (　　)

A. ①③　　B. ①④

C. ②③④　　D. ②③

▶5. 在光滑的水平面上，以初速 v_1 做匀速直线运动的物体，从某时刻开始受到一个与运动方向在同一直线上的外力作用，其速度图象如图 1—2—2 所示，则其受到外力随时间变化的图象应是图 1—2—3 中的 …… (　　)

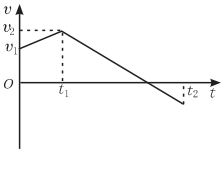

图 1—2—2

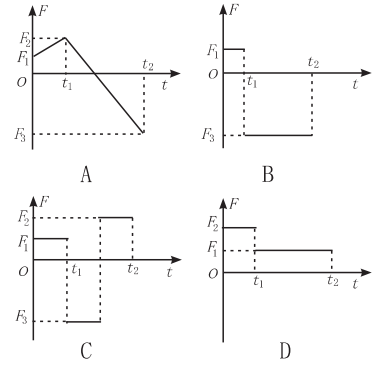

图 1—2—3

▶6. 汽车在水平路面上从静止开始做匀加速运动，到 t_1 s 末关闭发动机做匀减速运动，到 t_2 s 末静止，其速度－时间图象如图 1—2—4 所示，图中内角 $\alpha<\beta$，若汽车牵引力做功为 W，做功的平均功率为 P，汽车加速和减速过程中克服摩擦力做功分别为 W_1 和 W_2，平均功率大小分别为 P_1 和 P_2，则

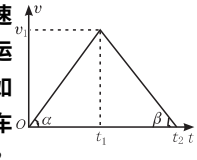

图 1—2—4

①$W=W_1+W_2$　②$W_1>W_2$　③$P=P_1+P_2$　④$P_1=P_2$

以上结论正确的是 …… (　　)

A. ①②③　　B. ②③④

C. ①③④　　D. ①②④

▶7. 物体静止在光滑水平面上，先对物体施一水平向右的恒力 F_1，经 t s 后撤去 F_1，立即再对它施一水平向左的恒力 F_2，又经 t s 后物体回到出发点，

(1)F_1 和 F_2 的大小关系是 …… (　　)

A. $F_1=F_2$　　B. $F_2=2F_1$

C. $F_2=3F_1$　　D. $F_2=5F_1$

(2)在这一过程中，F_1、F_2 对物体做功 W_1、W_2 之间的关系是 …… (　　)

A. $W_1=W_2$　　B. $W_2=2W_1$

C. $W_2=3W_1$　　D. $W_2=5W_1$

(3)若物体回到原处时的动能为 32 J，则在整个过程中，F_1 做的功 W_1=_____ J，F_2 做的功 W_2=_____ J.

▶8. “蹦极跳”是一种获得强烈超、失重感觉的非常刺激的惊险娱乐运动项目：人处在离沟底水面上方二十多层楼的高处(或悬崖上)，用橡皮绳拴住身体，让人自由落下，落到一定位置时弹性绳拉紧，设人体立即做匀减速运动，到接近水面时刚好减速为零，然后再反弹，已知某“勇敢者”头戴重量 50 N 的安全帽，开始下落的高度为 76 m，设计的系统使人落到离水面 28 m 时弹性绳才绷紧，则当他落到离水面高 50 m 左右位置时，戴着安全帽的头顶感觉如何？当他落到离水面 15 m 左右的位置时，头下脚上，则其颈部要用多大

的力才能拉住安全帽？

案 例 探 究

案例一：重力、弹力、摩擦力作用下的匀变速直线运动

[例1]蹦床是运动员在一张绷紧的弹性网上蹦跳、翻滚并做各种空中动作的运动项目. 一个质量为 60 kg 的运动员，从离水平网面 3.2 m 高处自由下落，着网后沿竖直方向蹦回到离水平网面 5.0 m 高处. 已知运动员与网接触的时间为 1.2 s. 若把这段时间内网对运动员的作用力当作恒力处理，求此力的大小. ($g=10\ \mathrm{m/s^2}$) (2002 年全国高考·理综卷)

解析：将运动员看作质量为 m 的质点，从 h_1 高处下落，刚接触网时速度的大小

$v_1=\sqrt{2gh_1}$(向下)

弹跳后到达的高度为 h_2，刚离网时速度的大小

$v_2=\sqrt{2gh_2}$(向上)

速度的改变量

$\Delta v=v_1+v_2$(向上)

以 a 表示加速度，Δt 表示接触时间，则

$\Delta v=a\Delta t$

接触过程中运动员受到向上的弹力 F 和向下的重力 mg. 由牛顿第二定律，$F-mg=ma$

由以上五式解得，

$$F=mg+m\frac{\sqrt{2gh_2}+\sqrt{2gh_1}}{\Delta t}$$

代入数值得

$F=1.5\times10^3$ N

答案：1.5×10^3 N

[例2]水平地面上的物体，在水平恒力 F 作用下由静止开始运动，在 $t=t_0$ 时撤去 F，物体继续运动，在 $t=nt_0$ 时停止. 如运动中物体受到的滑动摩擦力为 F_f，则下列说法正确的有…… (　　)

A. 恒力 F 与摩擦力 F_f 大小之比为 $n:1$

B. 恒力 F 做的功 W_F 与克服阻力 F_f 做的功 W_f 之比为 $n:1$

C. 恒力 F 撤消前、后，物体的位移之比为 $1:n$

D. 恒力 F 撤消前、后，物体的加速度大小之比为 $(n-1):1$

解析：据题意，可作物体运动的 $v-t$ 图，如图 1—2—5 所示.

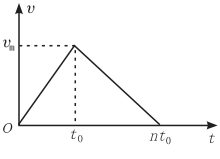

图 1—2—5

(1)运动过程的始、末，物体的动量改变量为零($\Delta p=0$)，根据动量定理，水平方向上外力的冲量也为零($I=0$)；水平恒力 F 作用时间 t_0，冲量为 $I_1=Ft_0$；滑动摩擦力 F_f 作用时间 nt_0，冲量为 $I_2=nF_ft_0$；冲量是矢量，I_1 与 I_2 的方向相反，则有 $Ft_0=nF_ft_0$　　得 $F:F_f=n:1$

可见，选项 A 正确.

(2)F 作用时，物体的加速度大小为 $a_1=\frac{F-F_f}{m}$；F 撤消后，物体的加速度大小为 $a_2=\frac{F_f}{m}$，则有

$$a_1:a_2=(F-F_f):F_f=(n-1):1$$

显然，选项 D 也正确.

(3)运动过程的始、末，物体的动能没有改变($\Delta E_k=0$)，根据动能定理，外力做功的代数和为零；F 作正功，摩擦力 F_f 作负功，显然 $W_F:W_{F_f}=1:1$，选项 B 是错误的.

(4)如 F 撤消前、后物体的位移分别为 s_1 和 s_2，根据动能定理，应有 $Fs_1=F_f(s_1+s_2)$，即 $(s_1+s_2):s_1=F:F_f=n:1$，可得 $s_1:s_2=1:(n-1)$. 选项 C 错.

答案：AD

案例二：与电场力、磁场力有关的匀变速直线运动

[例3]如图 1—2—6 所示，匀强电场的场强为 E，虚线为其理想边界. 一带负电电量为 q，质量为 m 的带电粒子(不计重力)从 Oo 处沿与电场线平行方向飞进电场，经时间 t 到达 P 点，再经时间 t，再次经过 P 点，则粒子经 P 点时速度大小为____，O、P 两点间电势差为____，距离为____.

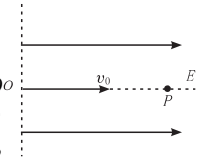

图 1—2—6

解析：粒子运动规律为匀减速直线运动，初速为 v_0，加速度为 qE/m. 粒子前进时间为 $t+\frac{t}{2}$，由动量定理：

有 $-qE(t+\frac{t}{2})=0-mv_0$. ①

粒子从 $O\to P$ 由动量定理得：

$-qEt=m(v_P-v_0)$ ②

粒子从 $O\to P$ 由动能定理得：

$-qU=\frac{1}{2}mv_P^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ ③

再：　　$U=Ed$ ④

解以上四式得：

$v_P=8Et/2m$；$U=qE^2t^2/m$；$d=qEt^2/m$

答案：$8Et/2m$；qE^2t^2/m；qEt^2/m.

[例4]如图 1—2—7 所示，两条互相平行的光滑金属导轨位于水平面内，距离为 $l=0.2$ m，在导轨的一端接有阻值为 $R=0.5\ \Omega$ 的电阻，在 $x\geqslant0$ 处有一与水平面垂直的均匀磁场，磁感应强度 $B=0.5$ T，一质量为 $m=0.1$ kg 的金属直杆垂直放置在导轨上，并以 $v_0=2$ m/s 的初速度进入磁场，在安培力和一垂直于杆的水平外力 F 的共同作用下做匀变速直线运动，加速度大小为 $a=2\ \mathrm{m/s^2}$、方向与初速度方向相反，设导轨和金属杆的电阻都可以忽略，且接触良好. 求：

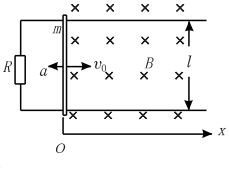

图 1—2—7

(1)电流为零时金属杆所处的位置；

(2)电流为最大值的一半时施加在金属杆上外力 F 的大小和方向；

(3)保持其他条件不变，而初速度 v_0 取不同值，求开始时 F 的方向与初速度 v_0 取值的关系.

(2002 年全国高考·上海卷)

解析：(1)由感应电动势 $E=Blv$，$I=\frac{E}{R}$ 可知，$I=0$ 时 $E=0$，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

即 $v=0$，所以 $x=\frac{v_0^2}{2a}=1$ m.

(2)最大电流 $I_m=\frac{Blv_0}{R}$，当 $I'=\frac{I_m}{2}=\frac{Blv_0}{2R}$ 时，安培力 $f=I'Bl=\frac{B^2l^2v_0}{2R}=0.02$ N.

向右运动时 $F+f=ma$　　$F=ma-f=0.18$ N 方向与 x 轴相反.

向左边运动时 $F-f=ma$，$F=ma+f=0.22$ N 方向与 x 轴相反

(3)开始时 $v=v_0$，$f=I_mBl=\frac{B^2l^2v_0}{R}$

$F+f=ma$，$F=ma-f=ma-\frac{B^2l^2v_0}{R}$

故：当 $v_0<\frac{maR}{B^2l^2}=10$ m/s 时，$F>0$　方向与 x 轴相反

当 $v_0>\frac{maR}{B^2l^2}=10$ m/s 时，$F<0$　方向与 x 轴相同

答案：(1)$x=1$ m 处　　(2)、(3)(略)

案例三：两个匀变速直线运动的相关性

[例5]甲、乙两汽车沿同一平直公路同向匀速行驶，甲车在前，乙车在后，它们行驶的速度均为 16 m/s. 已知甲车紧急刹车时加速度 $a_1=3$ m/s^2，乙车紧急刹车时加速度 $a_2=4$ m/s^2，乙车司机的反应时间为 0.5 s(即乙车司机看到甲车刹车后 0.5 s才开始刹车)，求为保证两车在紧急刹车过程中不相撞，甲、乙两车行驶过程中至少应保持多大距离？

解析：分析、解决本题时要注意明确两个问题，一是甲、乙两车的运动情况：甲、乙两车原来以相同速度同向行驶，在甲刹车后的一段时间内，甲车的速度小于乙车的速度，甲、乙两车距离将减小；二是甲、乙两车不相撞的条件：当乙车追上甲车时，只要乙车速度恰好减小到与甲车速度相等，即甲、乙两车相对速度为零，则两车不相撞. 总之，分析本题时要特别注意物体运动过程及运动的相对性.

以地面为参照物. 在甲刹车、乙未刹车的 0.5 s 内，甲车位移 s_1 和乙车位移 s_2 分别为

$s_1=v_0t-\frac{1}{2}a_1t^2$，$s_2=v_0t$

这段时间内甲、乙两车间距减小，即

$\Delta s_1=s_2-s_1=\frac{1}{2}a_1t^2=\frac{1}{2}\times3\times0.5^2$ m $=0.375$ m

乙车开始刹车时，甲、乙两车的速度分别为

$v_1=v_0-a_1t=16$ m/s-3×0.5 m/s

$=14.5$ m/s

$v_2=v_0=16$ m/s

设乙车刹车后经过 Δt 时间，甲、乙两车的速度相同，根据 $v=v_0-at$，有

$v_1-a_1\Delta t=v_2-a_2\Delta t$

所以：$\Delta t=\frac{v_2-v_1}{a_2-a_1}=\frac{16-14.5}{4-3}$ s$=1.5$ s.

在乙车开始刹车后这 1.5 s 时间内，甲、乙两车的位移分别是

$s_1'=v_1\Delta t-\frac{1}{2}a_1\Delta t^2=14.5\times1.5$ m$-\frac{1}{2}\times3\times1.5^2$ m$=18.375$ m；

$s_2'=v_2\Delta t-\frac{1}{2}a_2\Delta t^2=16\times1.5$ m$-\frac{1}{2}\times4\times1.5^2$ m$=19.5$ m.

在此过程中，两车之间距离继续减小

$\Delta s_2=s_2'-s_1'=1.125$ m

从甲车开始刹车到乙车刹车后两车速度相同，乙车向甲车靠近的距离为

$\Delta s=\Delta s_1+\Delta s_2=0.375$ m$+1.125$ m$=1.5$ m

为保证两车不相撞，行驶时两车前后间距1.5 m.

答案：1.5 m

[例6]如图 1—2—8 所示，匀强电场的场强 $E=2.0\times10^3$ V/m，方向水平. 电场中有两个带电质点，它们的质量均为 $m=1.0\times10^{-5}$ kg. 质点 A 带负电，质点 B 带正电. 电量皆为 $q=1.0\times10^{-9}$ C. 开始时，两质点位于同一等势面上，A 的初速度 $v_{A0}=2.0$ m/s，B 的初速度 $v_{B0}=1.2$ m/s，均沿场强方向. 在以后的运动过程中，若用 Δs 表示任一时刻两质点间的水平距离，问当 Δs 的数值在什么范围内，可判断哪个质点在前面(规定图中右方为前)，当 Δs 的数值在什么范围内不可判断谁前谁后？

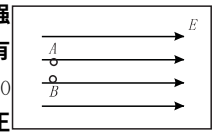

图 1—2—8

解析：由题意知，A、B 的加速度大小相等，即

$a=\frac{qE}{m}=0.20$ m/s^2

由于 A 做匀减速运动，B 做匀加速运动. A 的初速度大于 B 的初速度，故在起始阶段 A 的位移大于 B 的位移，且 A、B 间的速度差逐渐减小，而 A、B 间水平距离逐渐增大. 但过了一段时间后，B 的速度超过 A 的速度，A、B 的水平距离就开始减小，转折的条件是两者的速度相等：$v_A=v_B$，此时两者的距离最大. 即：$v_{A0}-at_1=v_{B0}+at_1$　①

$\Delta s=(v_{A0}t_1-\frac{1}{2}at_1^2)-(v_{B0}t_1+\frac{1}{2}at_1^2)$　②

$a=\frac{F}{m}=0.20$ m/s^2　③

由①②③解出 $t_1=2$ s　$\Delta s=0.8$ m

由 $t>t_1$ 时，由于 $v_B>v_A$，A、B 间的距离 l 逐渐减小，设 $t=t_2$ 时，A、B 间距离减小为 0，即 $\Delta s=0$

有 $(v_{A0}t_2-\frac{1}{2}at_2^2)-v_{B0}t_2-\frac{1}{2}at_2^2=0$

解出 $t_2=4$ s

当 $t>t_2$ 时，由于 $v_B>v_A$ 随着时间的增加 A、B 间的距离将由 0 一直增大，完全可能超过 0.8 m，所以，当 A、B 间的距离 $\Delta s\leqslant0.8$ m 时，A 可能在前，B 也可能在前，单由 A、B 间距离无法判断 A、B 哪个在前；当 A、B 间距离 $\Delta s>0.8$ m 时，B 一定在前，A 一定在后，即可由 A、B 间距离即可判断 B 在前.

答案：当 $\Delta s\leqslant0.8$ m 时无法判断 A、B 哪个在前；当 $\Delta s>0.8$ m 时可判断 B 在前.

归 纳 拓 展

1. 物体(或质点)在恒力作用下的直线运动，就是匀变速直线运动.

2. 典型的匀变速直线运动有：(1)只受重力作用的物体的自由落体运动和竖直上抛运动；(2)带电粒子在匀强电场中由静止开始被加速，或带电粒子沿着平行于电场方向射入电场中的运动；(3)静止的(或运动中的)物体、带电粒子. 封闭着一定质量

气体的玻璃管或气缸……所受的各种外力的合力恒定，且合力方向与初速度方向平行时的运动.

3. 牛顿运动定律是处理恒力作用下物体做匀变速直线运动问题，建立动力学方程的理论依据，同时它亦是推导动能定理、动量定理的依据. 因此，在处理匀变速运动类问题时，不能只拘泥于动力学方法，而应根据实际所求灵活选取规律.

4. 带电粒子、带电质点(或电流)在电场(或磁场)中所受的力跟重力、弹力、摩擦力……是不同性质的力，研究其在各种不同性质的力作用下的运动，遵循相同的力学规律，研究方法也相同. 解题关键是要了解不同性质力的基本特性，能正确分析物体的受力情况，认清不同形式问题的共同本质，灵活运用所学方法解决各种类型的实际问题.

5. 一个物体做何种形式的运动，是由它的受力情况和初始状态共同决定的，有其自己的运动规律，一般说来，跟与它没有力的联系的其他物体的运动是不相关的. 但是，在一定的时空条件下，会涉及到与其他物体运动的相互关系问题，如“追击”与“避碰”类问题等. 解决该类问题的关键是寻找两种运动的时间和空间位置关系，依据临界条件列出关联方程.

创 新 训 练

(一)在物理学中简化物理模型，由已知规律导出其他规律，是一种科学的思维方法. 请你通过研究 1、2 两题，体会一下为什么有的题目会有多种解法.

▶1. 试在下列简化情况下从牛顿定律出发，导出动能定理的表达式：物体为质点，作用力是恒力，运动轨迹为直线. 要求写出每个符号以及所得结果中每项的意义.

▶2. 试在下述简化情况下由牛顿定律导出动量守恒定律的表达式：系统是两个质点，相互作用力是恒力，不受其他力，沿直线运动. 要求说明推导过程中每步的根据，以及式中各符号和最后结果中各项的意义.

(二)物体在恒力作用下运动的问题，往往涉及多个物理量的研究，需选用不同的物理规律进行分析，体现力学内的综合.

▶3. 将甲、乙两物体自地面竖直上抛，甲的质量为 m，初速为 v，乙的质量为 $2m$，初速为 $\frac{v}{2}$. 若不计空气阻力，则 …… ( )

A. 甲比乙先到最高点

B. 甲和乙在最高点的重力势能相等

C. 落回地面时，甲的动量大小比乙的大

D. 落回地面时，甲的动能比乙的大

(2002 年广东高考·综合卷)

▶4. 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 …… ( )

①物体一定做匀速直线运动 ②物体可能做匀减速直线运动 ③F 与摩擦力对物体所做的总功为零 ④F 与摩擦力对物体的总冲量为零

A. ①③ B. ①④

C. ②③ D. ②④

▶5. 物体在恒力的合力 F 作用下做直线运动，在时间 Δt_1 内速度由 0 增大到 v，在时间 Δt_2 内速度由 v 增大到 $2v$. 设 F 在 Δt_1 内做的功是 W_1，冲量是 I_1；在 Δt_2 内做的功是 W_2，冲量是 I_2，那么 …… ( )

A. $I_1<I_2$，$W_1=W_2$ B. $I_1<I_2$，$W_1<W_2$

C. $I_1=I_2$，$W_1=W_2$ D. $I_1=I_2$，$W_1<W_2$

▶6. 甲、乙两物体分别在恒力 F_1、F_2 的作用下，沿同一直线运动. 它们的动量随时间变化的关系如图 1—2—9 所示，设甲在 t_1 时间内所受的冲量为 I_1，乙在 t_2 时间内所受的冲量为 I_2，则 F、I 的大小关系是 …… ( )

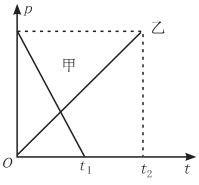

图 1—2—9

A. $F_1>F_2$；$I_1=I_2$

B. $F_1<F_2$；$I_1<I_2$

C. $F_1>F_2$；$I_1>I_2$

D. $F_1=F_2$；$I_1=I_2$

▶7. 如图 1—2—10 所示，具有初速度的物块，沿倾角为 30°、粗糙的斜面向上运动的过程中，受一个恒定的沿斜面向上的拉力 F 作用，这时物块加速度的大小为 4 m/s²，方向沿斜面向下，那么在物块向上的运动过程中 …… ( )

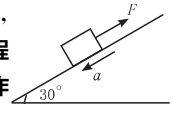

图 1—2—10

A. 物块的机械能一定增加

B. 物块的机械能一定减小

C. 物块的机械能有可能不变

D. 物块的机械能可能增加也可能减小

▶8. 用恒力 F 将质量为 m 的物体由静止举高 h，物体速度为 v，如图 1—2—11，①物体重力势能的增量为 mgh ②物体动能的增量为 Fh ③物体机械能的增量为 Fh ④F 对物体做的功一部分转化为物体的动能，另一部分克服物体重力做功

以上说法正确的是 …… ( )

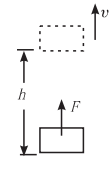

图 1—2—11

A. ①③ B. ②④

C. ①②③ D. ①③④

▶9. 将一平板支撑成一斜面，一石块可以沿着斜面往不同的方向滑行，如图 1—2—12 所示. 如果使石块具有某初速度 v，方向沿斜面向下，那么，它将做匀减速运动，经过距离 L_1 停下来；如果使石块具有同样大小的速度，但方向向上，那么它向上运动 L_2 的距离后停下来. 现在木板上沿水平方向钉一光滑木条 MN，如果要使石块在水平方向具有前两种情况同样大小的初速度紧贴着光滑木条运动，求石块在水平方向通过的距离 L.

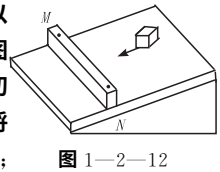

图 1—2—12

(三)物体系统在恒力作用下的运动问题,关键是通过隔离法或整体法进行受力分析和运动过程分析,找出它们之间的相互联系,选取恰当的规律解决.请你通过对 10～14 题的解答,总结和体会该类问题的分析方法.

▶10. 质量不等的 A、B 两长方体放在光滑水平面上,第一次用水平恒力 F 拉 A,第二次用水平恒力 F 拉 B,都能使它们一起沿水平面运动,而 A、B 之间没有相对滑动,如图 1—2—13 所示.比较两种情况,则下列说法错误的是 …… (　　)

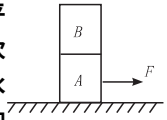

图 1—2—13

A. 它们的加速度相同

B. A、B 间摩擦力的大小相同

C. A 所受的合外力相同

D. B 所受的合外力相同

▶11. 如图 1—2—14,在光滑水平面上放一木板,木板的左端放一个物体,在水平恒力作用下,将物体从木板右端拉出,如果第一次木板被固定于地面上,第二次木板未被固定,这两种情况下

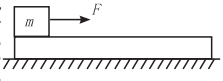

图 1—2—14

①摩擦力大小相同　②F 所做的功相同　③摩擦产生的热相同　④物体所得到的动能相同

以上说法正确的是 …… (　　)

A. ①②　　B. ①③

C. ②③　　D. ①③④

▶12. 1966 年曾在地球的上空完成了以牛顿第二定律为基础的测定质量的实验,实验时用质量为 m_1 的双子星号宇宙飞船 A 去接触正在轨道上运行的质量为 m_2 的火箭组 B,接触以后,开动 A 尾部的推进器使 A 和 B 共同加速,如图 1—2—15 所示.推进器的平均推力 $F=897$ N,从开始到 $t=7.0$ s 时间内测出 A 和 B 的速度改变量是 0.91 m/s.已知 $m_1=3400$ kg,则 $m_2=$ _____ kg.

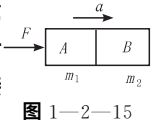

图 1—2—15

▶13. 质量为 M、长度为 L 的木板放在光滑水平地面上,在木板的左端放有一个质量为 m 的小木块,开始时小木块和木板都处于静止状态.某一时刻,用一水平恒力将小木块从木板左端推向右端,如图 1—2—16 所示.若小木块与木板之间动摩擦因数为 μ,且认为两者之间静摩擦力最大值与其间滑动摩擦力相等,试求:

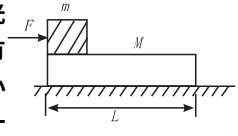

图 1—2—16

(1)若能将小木块推向木板右端,水平恒力的最小值 F_0 多大?

(2)若实际所用推力为 $F(F>F_0)$,小木块滑到木板右端时木板的速度多大?(小木块可视为质点)

▶14. 在光滑的水平地面上,静止着一个质量为 $M=4$ kg 的小车 A,(如图 1—2—17)在车的最右端有一个质量为 $m=1$ kg 的大小不计的物体 B,已知物体与小车之间的动摩擦因数为 0.2,小车的长度 $L=2$ m.现在用恒定的水平力 $F=14$ N 向右拉动小车,求:力 F 拉小车 3 s 时,小车的动能多大?($g=10$ m/s^2)

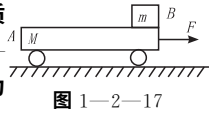

图 1—2—17

(四)物体在阶段性恒力作用下的直线运动问题,可分段研究,也可根据题目所求取全过程研究.

▶15. 一物体放在光滑水平面上,初速度为零,先对物体施加一向东的水平恒力 F,历时 1 s,随后把此力改为水平向西,大小为 F,历时 1 s,接着又把此力改为水平向东,大小为 F,历时 1 s,……,如此反复,每次只改变力的方向,共历时 1 min,则在 1 min 内 …… (　　)

A. 物体时而向东运动,时而向西运动,在 1 min 末静止于初始位置之东

B. 物体时而向东运动,时而向西运动,在 1 min 末继续向东运动

C. 物体时而向东运动,时而向西运动,在 1 min 末静止于初始位置

D. 物体始终向东运动,在 1 min 末静止于初始位置之东

▶16. 质量为 2 kg 的物体,初始速度为 2 m/s,沿运动方向受 10 N 的力作用,时间持续 0.1 s.接着在下一时间 0.2 s 内,物体沿运动方向受 20 N 的力作用,则物体的速度变为 _____ m/s.

▶17. 空间探测器从某一星球表面竖直升空,已知探测器质量为 1500 kg(设为恒量),发动机推动力为恒力.探测器升空后发动机因故障突然关闭,如图 1—2—18 是探测器从升空到落回星球表面的速度随时间变化的图线,则由图象可判断该探测器在星球表面达到的最大高度 $H_m=$ _____ m,发动机的推力 $F=$ _____ N.

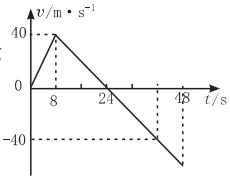

图 1—2—18

▶18. 在光滑水平面上有 A、B 两个小球,质量均为 $m=1$ kg,半径均为 $r=5$ cm,小球 A 从很远处以 $v_0=2$ m/s 的速度向静止的 B 球运动,某时刻两球间开始有 $F=2$ N 的恒引力作用,再经过一段时间,两球间距离缩小了 4 m,此后两球间有 $F'=2$ N 的恒斥力作用,那么:

(1)两球从开始有引力到开始有斥力经过了多长时间?

(2)为了使两球不相碰,开始有斥力时两球球心间距离应满足什么条件?

(五)涉及气体压力、电场力、磁场力作用的匀变速直线运动问题,涉及知识内容虽多,但最终应归属于用力学的方法分析解答.

▶19. 如图 1—2—19 所示，一玻璃管放在光滑的斜面上，管内气体被液柱封闭，则以下说法正确的是 …… (　　)

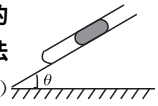

图 1—2—19

A. 当管自由下滑时，管内气体的压强等于大气压

B. 当管以一定的初速度下滑时，管内气体压强小于大气压

C. 当管以一定的初速度下滑时，管内气体的压强大于大气压

D. 给管施加外力使其匀速上滑，管内气体压强等于大气压

▶20. 在升降机中，有一重为 G 的活塞，把一定质量的理想气体密封在绝热的气缸里，如图 1—2—20 所示，设活塞可在气缸内做无摩擦滑动，当我们发现气体的温度升高时，可以做出下列判断 …… (　　)

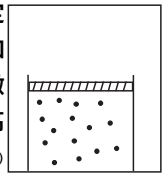
图 1—2—20

A. 升降机在匀速上升

B. 升降机在匀加速上升

C. 升降机在匀减速上升

D. 升降机在匀加速下降

▶21. 带电小球沿直线 ab 斜向上穿越水平的匀强电场，如图 1—2—21，此空间同时存在着由 b 向 a 方向的匀强磁场，下列说法中错误的是…… (　　)

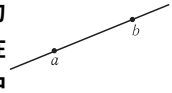

图 1—2—21

A. 若小球带负电，则电场方向水平向右

B. 小球一定做匀减速直线运动

C. 不论小球带何种电荷，电势能总是增加的

D. 小球可能沿 ab 方向做匀速运动

▶22. 电磁炮是一种理想的兵器，它的主要原理如图 1—2—22 所示. 1982 年澳大利亚国立大学制成了能把 2.2 g 的弹体(包括金属杆 EF 的质量)加速到 10 km/s 的电磁炮(常规炮弹约为 2 km/s)，若轨道宽 2 m，长为 100 m，通过的电流为10 A，则轨道间所加匀强磁场磁感应强度为_____ T，磁场力的最大功率 P=_____ W(轨道摩擦不计).

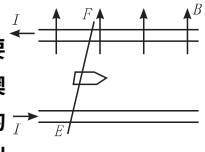

图 1—2—22

▶23. 如图 1—2—23 所示，带正电的小球套在绝缘的长直杆上，球与杆之间的动摩擦因数为 μ，匀强电场水平向右，将杆与竖直线分别成不同角度固定放置，让小球静止释放后都沿杆运动距离 s，当杆与竖直线的夹角为 θ 时，小球获得的末动能最大. 若获得同样的动能，杆竖直放置时球下滑的路程 s' 是多少？

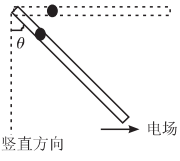

图 1—2—23

▶24. 如图 1—2—24 所示，A、B 为水平放置的平行金属板，板间距离为 d(d 远小于板的长和宽). 在两板之间有一带负电的质点 P. 已知若在 A、B 间加电压 U_0，则质点 P 可以静止平衡.

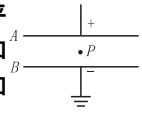

图 1—2—24

现在 A、B 间加上如图 1—2—25 所示的随时间 t 变化的电压 U. 在 t=0 时质点 P 位于 A、B 间的中点处且初速为 0. 已知质点 P 能在 A、B 之间以最大的幅度上下运动而又不与两板相碰，求图 1—2—25 中 U 改变的各时刻 t_1、t_2、t_3、t_4 及 t_n 的表达式. (质点开始从中点上升到最高点，及以后每次从最高点到最低点或从最低点到最高点的过程中，电压只改变一次.)

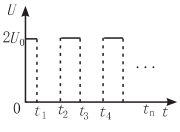

图 1—2—25

(2002 年全国高考·广东卷)

专题三　恒力作用下的曲线运动

问题磁场

▶1. (1)、(2)两小题是关于质点在不同阶段受恒力作用时，运动轨迹以及有关物理量的分析和判断，请你作出正确选择.

(1)一个物体由静止开始自由下落一小段时间后突然受一恒定水平风力影响，但着地前一小段时间风突然停止．则其运动轨迹可能的情况是图 1—3—1 中的哪一个 …… ……（　　）

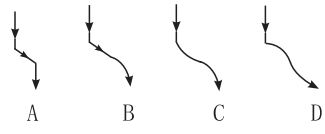

图 1—3—1

(2)对上题中有以下说法

①风力越大，物体下落时间越长

②风力越大，物体着地速度越大

③物体下落时间与风力无关

④物体着地速度与风力无关

正确的说法是 ……（　　）

A. ①②　　B. ③④　　C. ②③　　D. ①④

▶2. 平抛运动是典型的恒力作用下的曲线运动，(3)～(5)小题考查你对该种运动的理解和认识．请你对以下各题作出正确选择或解答．

(3)如图 1—3—2 所示，足够长的水平直轨道 MN 上左端有一点 C，过 MN 的竖直平面上有两点 A、B，A 点在 C 点的正上方，B 点与 A 点在一条水平线上，不计轨道阻力和空气阻力.

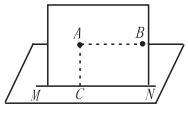

图 1—3—2

①在 A、C 两点以相同的速度同时水平向右抛出两小球，两球一定会相遇

②在 A、C 两点以相同的速度同时水平向右抛出两小球，两球一定不会相遇

③在 A 点水平向右抛出一小球，同时在 B 点由静止释放一小球，两球一定会相遇

④在 A、C 两点以相同的速度同时水平向右抛出两小球，并同时在 B 点静止释放一小球，三小球有可能在水平轨道上相遇

以上判断正确的是 ……（　　）

A. ①③④　　B. ②③

C. 只有④　　D. ①④

(4)平抛运动可以分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动，在同一坐标系中作出两分运动的 v—t 图线如图 1—3—3 所示，则以下说法正确的是 ……（　　）

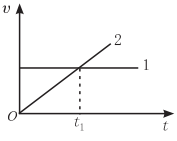

图 1—3—3

①图线 1 表示水平分运动的 v—t 图线

②图线 2 表示竖直分运动的 v—t 图线

③t_1 时刻物体的速度方向与初速度方向夹角为 45°

④若图线 2 倾角为 θ，当地重力加速度为 g，则一定有 $\tan\theta=g$

A. ①②　　B. ③④

C. ①②③　　D. ①②③④

(5)如图 1—3—4 所示，A、B 两质点从同一点 O 分别以相同的水平速度 V_0 沿 x 轴正方向被抛出，A 在竖直平面内运动，落地点为 P_1；B 沿光滑斜面运动，落地点为 P_2；P_1 和 P_2 在同一水面上，不计空气阻力，则下面说法中正确的是 ……（　　）

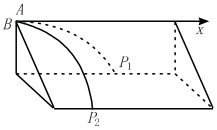

图 1—3—4

①A、B 的运动时间不同

②A、B 沿 x 轴方向的位移不同

③A、B 落地时的动量相同

④A、B 落地时的动能相同

A. ①②③④　B. ①②④　C. ①②　D. ④

▶3. 带电粒子(或)质点在匀强电场中做匀变速曲线运动的问题，其运动形式由受力情况和初速度共同决定，解题思路往往涉及独立作用规律、牛顿运动定律或动能定理的应用。请你通过解答(6)、(7)两小题细心体会．

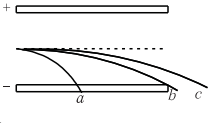

图 1—3—5

(6)三个 α 粒子在同一地点沿同一方向垂直射入偏转电场，出现图 1—3—5 所示的运动轨迹，由此可判定 …………（　　）

①在 b 飞离电场时，a 刚好打在负极板上

②b 和 c 同时飞离电场

③进入电场时，c 的速度最大，a 的速度最小

④动能的增加值 c 最小，a 和 b 一样大

A. ①②③　　B. ①③④　　C. ②③④　　D. ①②④

(7)一带负电的粒子在匀强电场中只受电场力作用时运动轨迹如图 1—3—6 中虚线所示，图中实线为没标明方向的电场线，a、b 是粒子运动轨迹上的两点，由图可知：

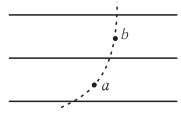

图 1—3—6

①粒子一定是从 a 向 b 运动

②a 点的电势一定比 b 点的电势大

③粒子在 a 点的电势能一定比在 b 点的电势能大

④粒子在 a 点的动能一定比在 b 点的动能大

以上叙述正确的是 …… (　　)

A. ①②③　　B. ①③　　C. ②④　　D. ①②④

(8)如图 1—3—7 所示，真空中一带电粒子，质量为 m，带电量为 q，以初速度 v_0 从 A 点竖直向上射入水平向左的匀强电场中，此带电粒子在电场中运动到 B 点时，速度大小为 $2v_0$，方向水平向左.

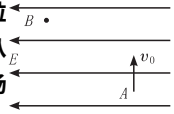

图 1—3—7

(ⅰ)在带电粒子的运动中不发生变化的是_____.

①动能　②电势能与重力势能之和　③动能与重力势能之和　④动能、电势能、重力势能三者之和

A. ①②　　B. ②③　　C. ④　　D. ②

(ⅱ)带电粒子的运动是_____.

A. 圆周运动

B. 简谐运动

C. 匀变速运动

D. 加速度随时间变化的运动

(ⅲ)该电场的场强为多少？A、B 间电势差为多少？

案例探究

案例一：重力作用下的平抛运动

[例1]宇航员站在一星球表面上的某高度处，沿水平方向抛出一个小球，经过时间 t，小球落到星球表面，测得抛出点与落地点之间的距离为 L，若抛出时初速增大到 2 倍，则抛出点与落地点之间距离为$\sqrt{3}L$，已知两落地点在同一水平面上，该星球的半径为 R，万有引力常数为 G，求该星球的质量 M.

解析：设抛出点的高度为 h，第一次平抛的水平射程为 x，则有 $x^2+h^2=L^2$　①

由平抛运动规律得知，当初速增大到 2 倍，其水平射程也增大 $2x$，可得$(2x)^2+h^2=(\sqrt{3}L)^2$　②

由①②解得 $h=\dfrac{L}{\sqrt{3}}$

设星球上重力加速度为 g，由平抛运动的规律，得 $h=\dfrac{1}{2}gt^2$

由万有引力定律与牛顿第二定律，得 $G\dfrac{Mm}{R^2}=mg$

式中 m 为小球质量，联立以上各式，解得

$$M=\frac{2\sqrt{3}LR^2}{3Gt^2}$$

答案：$\dfrac{2\sqrt{3}LR^2}{3Gt^2}$

[例2]飞机以恒定的速度 v 沿水平方向飞行，飞行高度为 2000 m，在飞行过程中释放一炸弹，经 30 s 后飞行员听见炸弹落地的爆炸声. 假设此爆炸声向空间各个方向传播速度都为320 m/s，炸弹受到的空气阻力可以忽略，取 $g=10\ \text{m/s}^2$. 则炸弹经_____ s 时间落地，该飞机的飞行速度 $v=$_____ m/s.（答案保留两位有效数字）

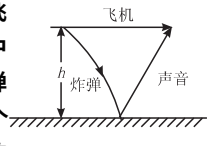

图 1—3—8

解析：炸弹在空中做平抛运动，空中飞行时间 t_1 可由竖直方向的自由落体运动求出. 由 $h=\dfrac{1}{2}gt_1^2$ 得 $t_1=\sqrt{\dfrac{2h}{g}}=\sqrt{\dfrac{2\times2000}{10}}=20$ s. 炸弹落地至声波传至飞机员耳朵，需 $t_2=10$ s，这个过程中，飞机仍做水平方向的匀速运动，相关示意图如图 1—3—8 所示.

由图可知：$h^2+(vt_2)^2=(ct_2)^2$

代入数据解得 $v=2.5\times10^2$ m/s

答案：20，2.5×10^2

[例3]如图 1—3—9 所示，从倾角为 θ 的斜面顶端以初速 v_0 水平抛出一小球，不计空气阻力，若斜面足够长，则小球抛出后经过多长时间离开斜面的距离最大？

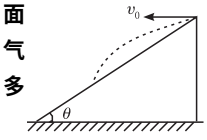

图 1—3—9

解析：小球沿垂直于斜面方向的分运动类似于竖直上抛运动，当该方向速度分量为零时，小球距斜面最远.

解法Ⅰ：建立如图 1—3—10 所示的坐标系，则小球沿坐标轴方向分运动的初速度和加速度分别为 $v_{0x}=v_0\cos\theta$，$v_{0y}=v_0\sin\theta$；$a_x=g\sin\theta$，$a_y=-g\cos\theta$. 在抛物线上任一点 P，小球沿 y 轴方向分运动的速度为 $v_y=v_{0y}+a_yt=v_0\sin\theta-g\cos\theta\cdot t$，而当 $v_y=0$ 时，小球离斜面的距离不再增大，即为最大，故可求得 $t=\dfrac{v_0\sin\theta}{g\cos\theta}=\dfrac{v_0\tan\theta}{g}$.

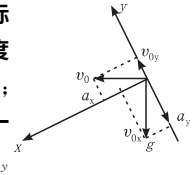

图 1—3—10

解法Ⅱ：当小球的速度方向平行于斜面时，小球到斜面的距离达到最大. 设此时小球在竖直方向速度为 v_y，作出此时的速度矢量三角形如图 1—3—11 所示. 由图可知 $v_y=v_0\cdot\tan\theta=gt$

所以 $t=\dfrac{v_0\tan\theta}{g}$.

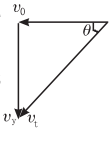

图 1—3—11

答案：$\dfrac{v_0\tan\theta}{g}$

案例二：带电粒子(或质点)在匀强电场中的偏转运动

[例4]质量为 m、带电量为 $-q$ 的粒子(重力不计)，在沿水平方向的匀强电场中运动，已知它在 A 点时速度为 v，方向与电场线垂直，在 B 点时的速度为 $2v$，如图 1—3—12 所示，已知 A、B 两点距离为 d. 求：

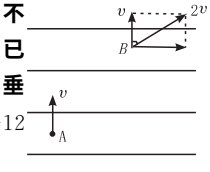

图 1—3—12

(1)A、B 两点间的电压.

(2)电场强度的大小和方向.

解析：(1)粒子带负电，它向右偏转，说明它受到的电场力水平向右，所以场强方向一定水平向左. 设 A、B 两点间电压为 U，从 A 到 B 对粒子由动能定理有 $Uq=\dfrac{1}{2}m(2v)^2-\dfrac{1}{2}mv^2$，解得 $U=3mv^2/2q$.

(2)因粒子在电场中 A 点速度的方向与受到的电场力垂直，粒子做类平抛运动，设场强为 E，粒子的水平加速度 $a=qE/m$，运动到 B 点竖直速度仍为 v，由矢量三角形知，在 B 点水平速

需要全本请访问 www.ertongbook.com