

日照市教学研究室 编写

高考新理念 “3+X+1”

专题能力培养

物理

GAOKAO XINLINIAN

(供二轮复习使用)

W U L I

山东友谊出版社



高考新理念 “3+X+1”

专题能力培养

物理

(供二轮复习使用)

日照市教学研究室 编写

山东友谊出版社

编写说明

高三一轮复习之后,同学们已对基础知识和解题方法基本掌握,接踵而来的是二轮复习。二轮复习将对大家成绩的飞跃起到一个强劲的推动作用,二轮复习的目标就是对知识归类整理、方法训练、能力培养,把“厚”书读“薄”。为配合高三二轮复习需要,我们组织编写了这本《新课程高考学科能力培养·物理》。

本书由知识专题、实验专题、方法专题和综合能力训练等组成。各部分栏目阐述如下:
【目标聚焦】依据国家考试中心及我省高考物理《考试说明》考查目标拟定。目的在于更加符合本单元教学内容的实际,有利于物理学科能力的培养。
【思维点拨】针对高考考查要求,结合复习内容特点,精选典型的物理情境,从命题考查能力要求、命题特点等方面进行准确解析,指示学习方法,揭示解题规律,讲解应试技巧。试题、解析和点评相结合,便于学生内化掌握,形成良好思维品质,规范解题行为。
【能力培养】围绕单元重点内容设置练习题,通过不同题型、不同角度考查学生对基础知识的掌握情况,适度考查学生综合运用所学知识的能力。
【综合训练】以本专题内、学科内综合为主,精心选拟训练题目,体现训练的阶梯性,把握高考命题发展趋势,体现应试的前瞻性;训练题目难度适当、题量适中,体现了密切联系实际、联系生活、联系近代科学的高考改革的新特点新动向,便于师生使用。

参加本书编写的是高三教学一线的骨干教师和部分资深教研员,他们多年从事高三教学,熟知高考命题规律和特点。编写中深入研究《2008年高考山东卷考试说明——理科综合》,时刻关注2008年高考的新信息、新动态。因此,本书具有如下鲜明的特点:(1)同步性。本书以最新《2008年高考山东卷考试说明——理科综合》为依据,以不同版本的教材为依托,以独特的视角透视新考试说明,捕捉命题动态,把握二轮复习的命脉,命题紧扣二轮复习的步伐,在保持原创性的基础上,注入新的复习理念。(2)新颖性。本书不仅能充分体现新课标教材的特点,同时注意理论知识与生产实践、学科科技发展的密切联系,体现考查分析问题和解决问题的能力。(3)综合性。所选题目针对专题、瞄准高考,注重相关知识的内在联系,突出学科内的综合。

参加本书编写的人员有:刘超、刘玉满、惠希亮、刘耀亮、段会玉、赵朝阳、王福华、秦玉庆、孙运堂、刘巨泽、潘为森、李洪军、丁州龙、刘贤法、王丰吉、刘贤忠、宋训华、李绪宽、丁肇团、司振刚、李杰、王安伟、孙玉峰、张可鹏、郑玉峰、程明慧等。

编者本着精益求精的原则编写了这本书,希望它能对您的复习有所帮助。由于编者水平所限和时间仓促,书中一定有许多错误和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2008年1月

《高考新理念“3+X+1”专题能力培养·物理》编写委员会

总 主 编	李斌宜	王宇江				
本 册 主 编	郑玉峰					
编 者	孙运堂	刘巨泽	潘为森	秦玉庆	丁州龙	
	李 杰	刘玉满	段会玉	赵朝阳	惠希亮	
	刘耀亮	刘 超	王安伟	李洪军	王丰吉	
	刘贤法	孙玉峰	张可鹏	王福华	丁肇团	
	刘贤忠	李绪宽	宋训华	司振刚	程明慧	

高考新理念“3+X+1”专题能力培养

物 理

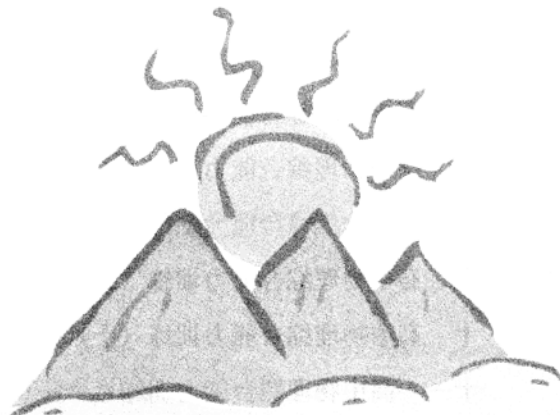
(供二轮复习使用)

日照市教学研究室 编写

出 版：山东友谊出版社
地 址：济南市胜利大街 39 号 邮编：250001
电 话：总编室(0531)82098756 82098142
 发行部(0531)82098147(传真)
发 行：山东友谊出版社
印 刷：山东省聊城市长虹彩印厂
版 次：2008 年 1 月第 1 版
印 次：2008 年 1 月第 1 次印刷
规 格：787mm×1092mm 16 开本
印 张：12
字 数：240 千字
书 号：ISBN 978 - 7 - 80737 - 265 - 3
定 价：11.40 元

(如印装质量有问题,请与出版社总编室联系调换 L)

目 录



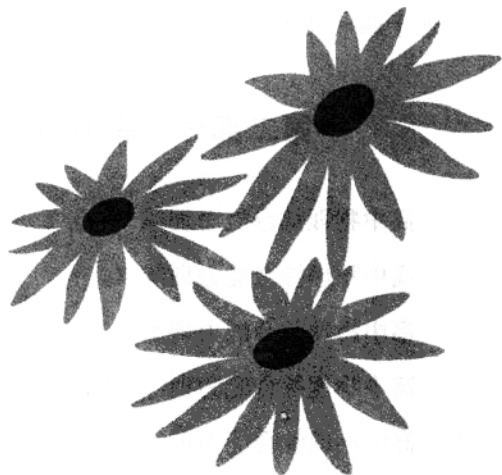
第一部分 物理专题

专题一 力和运动	1
专题二 动能定理和能量守恒	16
专题三 电磁学中的“场”	26
专题四 电磁学中的“路”	40
专题五 热 学	55
专题六 振动和波	64
专题七 光学 相对论	72
专题八 动量和动量守恒	76
专题九 原子物理学	80
专题十 物理实验	84
专题十一 物理图象	92
专题十二 物理解题	97
专题十三 物理复习应注意的问题	108
专题十四 几种科学思维方法	114

第二部分 高中物理综合能力训练

一 高中物理综合能力训练 (一) 力和运动 (A)	127
二 高中物理综合能力训练 (二) 力和运动 (B)	129
三 高中物理综合能力训练 (三) 动能定理和能量守恒 (A)	131
四 高中物理综合能力训练 (四) 动能定理和能量守恒 (B)	133
五 高中物理综合能力训练 (五) 电磁学中的“场” (A)	135

六	高中物理综合能力训练 (六)	电磁学中的“场”(B).....	137
七	高中物理综合能力训练 (七)	电磁学中的“路”(A).....	139
八	高中物理综合能力训练 (八)	电磁学中的“路”(B).....	141
九	高中物理综合能力训练 (九)	热学 (A).....	143
十	高中物理综合能力训练 (十)	热学 (B).....	145
十一	高中物理综合能力训练 (十一)	振动和波	147
十二	高中物理综合能力训练 (十二)	光 学	149
十三	高中物理综合能力训练 (十三)	动量和动量守恒	151
十四	高中物理综合能力训练 (十四)	原子物理学	153
十五	高中物理综合能力训练 (十五)	物理实验 (A)	155
十六	高中物理综合能力训练 (十六)	物理实验 (B)	159
十七	高中物理综合能力训练 (十七)	力学综合 (一).....	163
十八	高中物理综合能力训练 (十八)	力学综合 (二).....	165
十九	高中物理综合能力训练 (十九)	电学综合 (一).....	167
二十	高中物理综合能力训练 (二十)	电学综合 (二).....	170
	参考答案		172





第一部分 物理专题

专题一 力和运动

目标聚焦 I

力和运动的知识体系

力是物体间的相互作用,力不能离开物体而独立存在,力的种类有:重力(包括万有引力)、弹力、摩擦力、电场力、磁场力(安培力和洛伦兹力)以及分子力、核力等,每种力有不同的产生原因及其特征。准确把握各种力产生的条件和它们的大小、方向的特点,是对物体进行受力分析的基础。受力分析是解决力学问题至关重要的一环,是物理思维品质的体现之一。

平行四边形定则是矢量运算法则。力的合成和分解是为了研究力的作用效果,对物体的受力进行等效处理的方法。位移、速度、加速度的合成和分解是为了研究运动的效果,对物体的运动进行等效处理的方法。

物体的运动是指物体的位置随时间而变化。物体运动状态的变化是指速度的变化。为了描述质点的运动,引入了下列物理量:

质点的位置由位置坐标表示(注:根据研究的需要建立合适的坐标系),质点位置的变化叫做位移 x ,质点位置变化的快慢,即位移的变化率叫做速度 v ,质点的运动状态由速度 v 表示,质点运动状态的变化由速度增量 Δv 表示,质点运动状态变化的快慢由加速度 a 表示。

物体的运动形式有:(1)平衡(包括静止、匀速直线运动);(2)匀变速运动(包括匀变速直线运动和匀变速曲线运动);(3)变加速运动(包括圆周运动、振动等)。每种运动

形式有不同的条件和基本规律(或特征)。通过对运动过程的分析,准确掌握运动的特征及其运动规律是解决运动学问题至关重要的一环,是物理思维品质的又一重要体现。

牛顿运动定律是在研究力和运动的关系的基础上总结出来的三条基本规律,是经典力学的基础,牛顿第一定律指出了力与运动的关系——力是改变物体运动状态的原因,从而完善了力的内涵;而牛顿第二定律则进一步定量地给出了决定物体加速度的因素。牛顿第三定律则是讨论物体之间相互作用的规律。

力是改变物体运动状态即产生加速度的原因,物体的受力情况决定了它的运动情况,因此,本专题内容以牛顿运动定律为主线,从运动状态和运动本质两方面研究力和运动的关系,是解决力学问题的基本观点之一,即力的观点。

目标聚焦 II

力和物体平衡

1. 平衡状态:静止或匀速直线运动状态,运动学特征:静止 $v=0, a=0$; 匀速运动, v 不变, $a=0$ 。

2. 平衡条件: $\Sigma F=0$ ($\Sigma F_x=0; \Sigma F_y=0$) 即平衡的力学特征。

3. 平衡条件的推论:(1)物体受两个力作用处于平衡状态时,这两个力等大,反向,共线,两个力互为平衡力。

(2)物体受多个力平衡时,其中一个力与其余各力的合力等大,反向,共线。

(3) 物体受三个共点力作用处于平衡时, 三个力平移可组成一封闭的矢量三角形。

4. 对于物体的平衡, 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, 具有用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变换的思路分析、简化、解决各种平衡的能力。

思维点拨

问题情境 1

如图 1-1-1 所示, A、B 是系在绝缘细线两端, 带有等量同种电荷的小球, 其中 $m_A = 0.1 \text{ kg}$, 细线总长为 20 cm, 现将绝缘细线绕过固定于 O 点的光滑定滑轮, 将两球悬挂起来, 两球平衡时, OA 的线长等于 OB 的线长, A 球依于光滑绝缘竖直墙上, B 球悬线 OB 偏离竖直方向 60° , 求 B 球的质量和墙所受 A 球的压力。

图 1-1-1

【解析】对 B 球受力分析, 由几何 $\triangle ABC$ 与力的矢量三角形相似, 可得: $F = F_A = m_{BG}$ (见图 1-1-2)

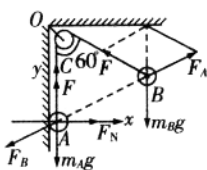


图 1-1-2

对 A 球受力分析如

图 1-1-2, 建立如图所示平面直角坐标系, 由平衡条件可得:

$$\begin{cases} F_N = F_B \cdot \sin 60^\circ \\ F = m_{AG} + F_B \cdot \cos 60^\circ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_B = 0.2 \text{ kg} \\ F_N = \sqrt{3} \text{ N} = 1.732 \text{ N} \end{cases}$$

由牛顿第三定律可得:

墙所受 A 球压力: $F'_N = F_N = 1.732 \text{ N}$

解法二: 对 B 球受力分析, 由几何三角形与矢量三角形相似可得: $F = F_A = m_{BG}$

对 AB 整体受力分析如图 1-1-3, 由平衡条件可得:

$$\begin{cases} F_N = F \cdot \sin 60^\circ \\ F + F \cdot \cos 60^\circ = (m_A + m_B)g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_B = 0.2 \text{ kg} \\ F_N = 1.732 \text{ N} \end{cases}$$

由牛顿第三定律可得: $F'_N = F_N = 1.732 \text{ N}$

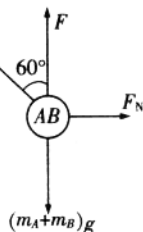


图 1-1-3

【点评】1. 本题训练了

对物体受力分析的基本方法: 整体法和隔离法。

2. 解决平衡问题的基本方法: 正交分解法、矢量三角形法、相似三角形法。

【拓展 1】若滑轮为轻滑轮, 求 OC 对滑轮的拉力?

【解析】对滑轮受力分析如图 1-1-4, 由平衡条件可得:

$$\begin{aligned} F_{OC} &= 2F \cdot \cos 30^\circ \\ &= 2 \times 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ N} \\ &= 2\sqrt{3} \text{ N} = 3.46 \text{ N} \end{aligned}$$

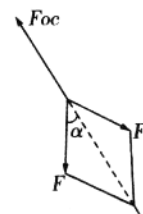


图 1-1-4

【点评】解决平衡问题的

常用方法: 图解法。

【拓展 2】若 A 球固定且 A

球电荷量缓慢减小, 则绳子对 B 球拉力 F 和两球间库仑力如何变化?

【解析】由几何三角形与力的矢量三角形相似可得: $\frac{F}{OB} = \frac{m_{BG}}{OA} \therefore F = m_{BG}$, 故 F 大小不变。

因 $F_A = 2m_{BG} \cdot \sin \frac{\theta}{2}$, θ 减小, 故 F_A 减小

【点评】A 球漏电, 电荷量减小, AB 距离靠近, A 球对 B 球的库仑力如何变化, 不能准确分析, 排除思维障碍的方法是: 求解不同的平衡问题应采用不同的方法: 一般地, 在三个共点力的平衡问题中, 若题中的

线段条件明确,且易于分析时,应采用相似三角形法考虑问题。

问题情境 2

如图 1-1-5 所示,倾角为 θ 且用绝缘材料做成的斜面上,放一个质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的小滑块,滑块与斜面的动摩擦因数为 μ ($\mu < \tan\theta$),整个装置处于匀强磁场中,磁感应强度为 B ,方向垂直斜面向上。求小滑块在斜面上运动达到稳定时的速度大小和方向。

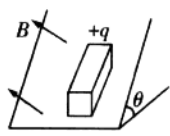


图 1-1-5

【解析】当滑块速度稳定时,速度沿斜面左下方,而 $F_{洛}$ 与 v 垂直, F_{μ} 与 v 相反,滑块在斜面上的受力情况如图 1-1-6 所示,滑块达到稳定速度 v 时,合外力为零,由力的平衡条件得:

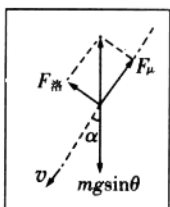


图 1-1-6

$$F_{\mu}^2 + F_{洛}^2 = m^2 g^2 \sin^2 \theta \quad (1)$$

$$\text{又 } F_{\mu} = \mu mg \cos \theta \quad (2)$$

$$F_{洛} = qvB \quad (3)$$

解①②③得:

$$v = \frac{mg}{qB} \sqrt{\sin^2 \theta - \mu^2 \cos^2 \theta}$$

设速度 v 与重力沿斜面向下的分力 $mg \sin \theta$ 之间的夹角为 α , 则 $\cos \alpha = \frac{F_{\mu}}{mg \sin \theta} = \mu \cot \theta$, 即 $\alpha = \arccos \mu \cot \theta$ 。

【点评】(1) 涉及摩擦力的问题首先判断摩擦力是滑动摩擦力还是静摩擦力。关键是判断摩擦力的方向, 滑动摩擦力的方向与物体间相对运动的方向相反, 当存在几个物体同时进行的几种运动时要特别注意, 有时需要根据运动的合成与分解求相对速度的方向, 从而确定滑动摩擦力的方向。

(2) 物体在空气中运动时, 受到的空气阻力方向也是与物体相对空气运动方向相

反, 尤其是物体在有风的情况下运动更加特别要注意。

能力培养

1. 用三根轻绳将质量为 m 的物体悬挂在空中, 如图 1-1-7 所示。

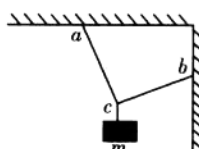


图 1-1-7

已知绳 ac 和 bc 与竖直方向的夹角分别为 30° 和 60° , 则绳 ac 和 bc 的拉力分别为

()

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}mg, \frac{1}{2}mg$ B. $\frac{1}{2}mg, \frac{\sqrt{3}}{2}mg$

C. $\frac{\sqrt{3}}{4}mg, \frac{1}{2}mg$ D. $\frac{1}{2}mg, \frac{\sqrt{3}}{4}mg$

2. 如图 1-1-8 所示, 在水平拉力 F 的作用下, 物体 A 向右缓慢运动的过程中, 若 A 所受地面的支持力为 F_N , 所受地面的滑动摩擦力为 f , 绳子的弹力为 F_T , 则在运动过程中

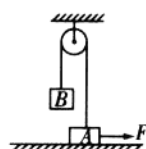


图 1-1-8

()

A. F_N 、 f 、 F_T 均增大

B. F_N 、 f 、 F_T 均减小

C. F_N 、 f 增大, F_T 不变

D. F_N 增大, f 减小, F_T 不变

3. 中子内有一个电荷量为

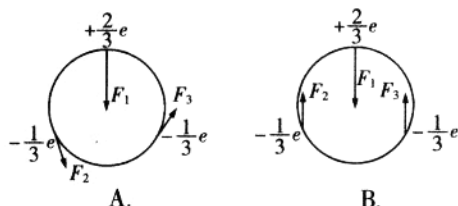
$+\frac{2}{3}e$ 的上夸克和两个电

荷量为 $-\frac{1}{3}e$ 的下夸克, 如图 1-1-9

图 1-1-9

一简单模型是三个夸克

都在半径为 r 的同一圆周上, 如图 1-1-10 所示, 图 1-1-10 给出的四幅图中, 能正确表示出各夸克所受静电力的是 ()



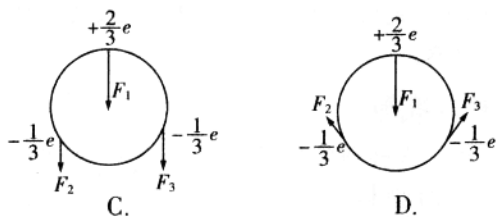


图 1-1-10

4. 如图 1-1-11 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 1-1-12 中哪个图可以表示 A、B 两球的静止位置 ()

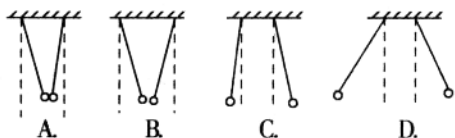


图 1-1-11

图 1-1-12

5. 如图 1-1-13 所示, 两个质量都是 m 的小球 A、B 用轻杆连接后斜放在墙上处于平衡状态, 已知墙面光滑, 水平地面粗糙。现将 A 球向上移动一小段距离, 两球再次达到平衡。那么将移动后的平衡状态和原来的平衡状态比较: 地面对 B 球的支持力 F_N 和轻杆上的压力 F 的变化情况是 ()
- A. F_N 不变, F 变大
B. F_N 不变, F 变小
C. F_N 变大, F 变大
D. F_N 变大, F 变小
6. 如图 1-1-14 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处于原长,

图 1-1-13

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 ()

A. $mg/(k_1 + k_2)$

图 1-1-14

B. $\frac{k_1 k_2}{(k_1 + k_2) mg}$

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

D. $2mgk_1 k_2 / (k_1 + k_2)$

7. 三个完全相同的金属小球 a、b、c 位于等边三角形的三个顶点上, 如图 1-1-15 所示, a 和 c 带正电, b 带负电, a 带电荷量大小比 b 小。已知 c 受 a 和 b 的静电力的合力可用图中四条有向线段中的一条表示, 它应是 ()

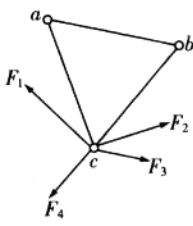


图 1-1-15

和 b 的静电力的合力可用图中四条有向线段中的一条表示, 它应是 ()

A. F_1

B. F_2

C. F_3

D. F_4

8. 如图 1-1-16 所示, 两根长为 L 的丝线下端各悬挂一质量为 m , 电荷量分别为 $+q$ 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 的丝线 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。

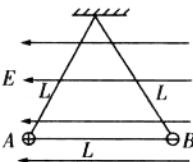


图 1-1-16

9. 如图 1-1-17 所示, 在水平面内放置的平行导轨宽 $L_1 = 40$ cm, 左端接有电阻 $R = 0.1 \Omega$, 轨道所在处有与水平面成 30° 斜向上的磁场, 磁感应强度的变化规律为 $B = (2 + 0.2t)$ T。在 $t = 0$ 时刻将一根导体杆放在导轨的右端, 并与导轨构成矩形, 矩形长 $L_2 =$

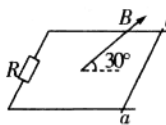


图 1-1-17

80 cm。直到 $t=10$ s 时,导体杆仍处于静止状态。求此时杆受到的摩擦力大小。

10. 如图 1-1-18, 有一半径为 $r=0.2$ m 的圆柱体绕竖直轴 OO' 以 $\omega=9$ rad/s 的角速度匀速转动。今用力 F 将质量为 1 kg 的物体 A 压在圆柱体侧面, 使其以 $v_0=2.4$ m/s 的速度匀速下降。若物体 A 与圆柱面的摩擦因数 $\mu=0.25$, 求力 F 的大小。(已知物体 A 在水平方向受光滑挡板的作用, 不能随轴一起转动。)

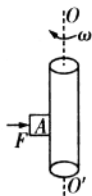


图 1-1-18

目标聚焦

力和直线运动

1. 直线运动

物体的运动轨迹是直线的运动叫直线运动。物体做直线运动的条件: 物体所受合外力的方向与速度的方向在同一直线上。

物体在运动过程中所受合外力为零时, 物体做匀速直线运动。物体受到的合外力恒定不变, 且与速度方向在同一直线上时, 物体做匀变速直线运动, 如自由落体运动, 竖直上抛运动, 带电粒子在匀强电场沿平行于电场方向的运动。物体所受的合外力变化但其方向与速度方向在同一直线上, 物体做变速直线运动, 如机车以恒定功率起动过程、弹簧振子的简谐运动等。

2. 匀变速直线运动的规律

(1) 基本公式

$$v_t = v_0 + at$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

(2) 推论

$$\text{① 位移速度关系: } v_t^2 - v_0^2 = 2ax$$

② 做匀变速直线运动的物体, 在某段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度, 即

$$v = \frac{x}{t} = \frac{v_0 + v_t}{2} = v_{\text{中}}$$

③ 匀变速直线运动中, 任意两个连续相等时间内的位移之差 Δx 都相等, 而且 $\Delta x = aT^2$, 进一步推论:

$$x_{(n+m)} - x_n = maT^2$$

其中 x_n 、 x_{n+m} 分别表示第 n 段和第 $(n+m)$ 段时间内的位移, T 为各段时间间隔。

说明: 以上各式均为矢量式, 因此求解问题时, 一定要规定好正方向, 处理好正负号。

思维点拨

问题情境 1

一宇宙空间探测器从某一行星的表面垂直升空, 假设探测器的质量恒为 1 500 kg, 发动机的推力为恒力, 宇宙探测器升空到某一高度时, 发动机突然关闭, 如图 1-1-19 表示速度随时间的变化规律。

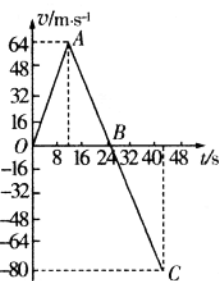


图 1-1-19

(1) 升空后 9 s、25 s、45 s 时, 即在图线上 A、B、C 三点探测器的运动情况如何?

(2) 求探测器在该行星表面达到的最大高度;

(3) 计算该行星表面的重力加速度及发动机的推动力。(假设行星表面没有空气)

【解析】(1) 由图象可知, 升空后探测器做初速度为零的匀加速直线运动, 9 s 末关闭发动机, 此时上升速度最大; 此后做匀减速运动, 25 s 末速度减为零, 此时探测器离地面最高; 然后探测器返回, 做自由落体运动, 45 s 末落地, 速度为 80 m/s。

(2) 由分析知 25 s 末探测器离地面最高, 最大高度

$$h_{\max} = \frac{v_0}{2} t = \frac{64}{2} \times 25 \text{ m} = 800 \text{ m}$$

(3) 由 25~45 s 计算图象的斜率可得

该行星表面的重力加速度 $g = \frac{80}{45-25} \text{ m/s}^2$
 $= 4 \text{ m/s}^2$

对 $0 \sim 9 \text{ s}$ 由牛顿第二定律得:

$$F - mg = ma$$

$$\text{因为 } a = \frac{64}{9} \text{ m/s}^2$$

$$\text{所以 } F = m(g + a) = 1500 \times (4 + \frac{64}{9}) \text{ N}$$

$$= 1.67 \times 10^4 \text{ N}$$

【点评】该题是利用图象解答高科技的实际问题,这类题也是由知识立意转向能力立意的体现,是高考的热点问题,解答这类题的关键是:理解图象所表示的物理意义,并能根据图象得到它反映出来的全部信息,然后利用信息结合物理规律求解待求问题。

问题情境 2

两个叠在一起的滑块,置于固定的、倾角为 θ 的斜面上,如图 1-1-20 所示,滑块 A、B 质量分别为 M 、 m , A 与斜面间的动摩擦因数为 μ_1 , B 与 A 之间的动摩擦因数为 μ_2 ,已知两滑块都从静止开始以相同的加速度从斜面滑下,滑块 B 受到的摩擦力 ()

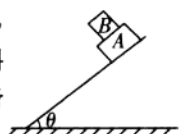


图 1-1-20

- A. 等于零
- B. 方向沿斜面向上
- C. 大小等于 $\mu_1 mg \cos \theta$
- D. 大小等于 $\mu_2 mg \cos \theta$

【解析】把 A、B 两滑块作为一个整体,设其下滑加速度为 a ,由牛顿第二定律 $(M+m)g \sin \theta - \mu_1 (M+m)g \cos \theta = (M+m)a$,

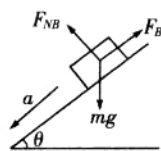


图 1-1-21

$$\text{得 } a = g(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta)$$

由于 $a < g \sin \theta$, 可见 B 随 A 一起下滑过程中, 必须受到 A 对它沿斜面向上的摩擦力, 设摩擦力为 F_B (如图 1-1-21 所示)。由牛顿第二定律 $mg \sin \theta - F_B = ma$

$$\text{得 } F_B = mg \sin \theta - ma = mg \sin \theta - mg(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta) = \mu_1 mg \cos \theta$$

故选 B、C

【点评】由于所求的摩擦力是未知力, 如果不从加速度的大小的比较先判定其方向, 也可任意假设, 若设 B 受到 A 对它的摩擦力沿斜面向下,

则牛顿第二定律的表达式为

$$mg \sin \theta + F_B = ma$$

$$\text{得 } F_B = ma - mg \sin \theta = mg(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta) - mg \sin \theta = -\mu_1 mg \cos \theta$$

式中负号表示 F_B 的方向假设的方向相反, 即沿斜面向上。

问题情境 3

一小圆盘静止在一方桌的水平桌面的中央。桌布的一边与桌的 AB 边重合, 如图 1-1-22 所示。已知盘与桌布间的动摩擦因数为 μ_1 , 盘与桌面间的动摩擦因数为 μ_2 。现突然以恒定加速度 a 将桌布抽离桌面, 加速度的方向是水平的且垂直于 AB 边。若圆盘最后未从桌面掉下, 则加速度 a 满足的条件是什么? (以 g 表示重力加速度)

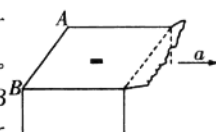


图 1-1-22

【解析】本题对学生处理实际问题的能力要求较高, 主要包括以下的四个方面:

- (1) 考生感觉物理情景模糊不清, 无从下手。
- (2) 分析不清物理过程, 研究对象不明确。
- (3) 本题共设定九个中间量, 增加了本题的难度。
- (4) 在如何处理距离关系上难度较大, 主题是确定临界条件。

圆盘只有与布相对滑动才能不从桌上掉下来, 其运动过程:

- a. 在布上做匀加速运动。
- b. 在桌面上做匀减速运动。

两过程的衔接是盘在桌布上运行的末速度。其临界条件为盘在两过程对地位移之和为半个边长。

对桌面而言,主要处理圆盘在布上运行的时间,确定好这一过程中圆盘位移和布位移的关系,两者之差也等于半个边长,体现等时性,独立性,能力要求Ⅱ级。

设圆盘的质量为 m , 桌长为 l , 在桌布上从圆盘下抽出的过程中, 盘的加速度为 a_1 , 有

$$\mu_1 mg = ma_1 \quad (1)$$

桌布抽出后, 盘在桌面上做匀减速运动, 以 a_2 表示加速度的大小, 有

$$\mu_2 mg = ma_2 \quad (2)$$

设盘刚离开桌布时的速度为 v_1 , 移动的距离为 x_1 , 离开桌布后在桌面上再移动距离 x_2 后便停下, 有

$$v_1^2 = 2a_1 x_1 \quad (3)$$

$$v_1^2 = 2a_2 x_2 \quad (4)$$

盘没有从桌面上掉下的条件是

$$x_2 \leq \frac{1}{2}l - x_1 \quad (5)$$

设桌布从盘下抽出所经历时间为 t , 在这段时间内桌布移动的距离为 x , 有

$$x = \frac{1}{2}at^2 \quad (6)$$

$$x_1 = \frac{1}{2}a_1 t^2 \quad (7)$$

$$\text{而 } x = \frac{1}{2}l + x_1 \quad (8)$$

由以上各式解得

$$a \geq \frac{\mu_1 + 2\mu_2}{\mu_2} \mu_1 g \quad (9)$$

【解法二】图象法: 做出圆盘和桌布的 $v-t$ 图象, 对盘有: $a_1 = \mu_1 g$ $a_2 = \mu_2 g$

由运动学公式可得:

$$v_1 = a_1 t_1 = a_2 t_2$$

$$\text{故 } \mu_1 g t_1 = \mu_2 g t_2$$

$$t_2 = \frac{\mu_1 t_1}{\mu_2}$$

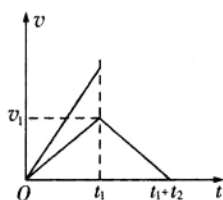


图 1-1-23

由图象可得:

$$\frac{L}{2} = \frac{1}{2}(t_1 + t_2) \cdot v_1 = \frac{1}{2}(\frac{\mu_1}{\mu_2} + 1)\mu_1 g t_1^2 \quad (1)$$

$$\frac{L}{2} = \frac{1}{2}t_1 v_1 - \frac{1}{2}a_1 t_1^2 = \frac{1}{2}t_1^2(a - \mu_1 g) \quad (2)$$

$$\text{由(1)(2)可得: } a - \mu_1 g = (\frac{\mu_1}{\mu_2} + 1)\mu_1 g$$

$$\text{故 } a = \frac{(\mu_1 + 2\mu_2)\mu_1 g}{\mu_2}$$

$$\text{所以 } a \geq \frac{(\mu_1 + 2\mu_2)\mu_1 g}{\mu_2}$$

【点评】此题是一道动力学的综合题, 以日常生活中抽取桌布为情景进行设计, 情景较为复杂, 过程较多。如果能将这样的—个现实生活情景抽象归纳出一块木板从一个小物块下面抽出的模型, 就能变为一个常规问题, 分析起来就会得心应手。

(1)做好过程分析, 挖掘隐含条件, 抓住临界状态将是解决这类题目的关键。

(2)本题也是利用了“程序法”的思想, 建立纵向关系时, 一般要设好衔接两个过程的状态量(如本例中的 v_1)。

建立横向关系时, 一般要设出与两研究对象的受力或运动过程最“密切”的物理量(如本例中抽出桌布的时间 t)。

从该题可得到启发, 一是复习中应多关注日常生活中物理现象, 学以致用; 二是应加强物理模型的建立、变换等的训练。

能力培养

1. 一只气球以一定的速度匀速上升, 某时刻在气球正下方距气球 4 m 处有一石子以 20 m/s 的初速度竖直上抛, 下列判断正确的是 ()

A. 若气球上升的速度为 10 m/s, 则石子一定会击中气球

B. 气球上升速度大于 8 m/s, 才能被石子

击中

- C. 气球上升速度大于 12 m/s , 就不会被石子击中
- D. 能否击中与气球上升速度无关, 只决定于石子的初速度

2. 图 1-1-24 中 a 、 b 是两个位于固定斜面上的正方形木块, 它们的质量相等, F 是沿水平方向作用于 a 上的外力。已知 a 、 b 的接触面, a 、 b 与斜面的接触面都是光滑的。正确的说法是 ()

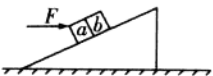


图 1-1-24

- A. a 、 b 可能沿斜面向上运动
- B. a 对 b 的作用力沿水平方向
- C. a 、 b 对斜面的正压力相等
- D. a 受到的合力沿水平方向的分力等于 b 受到的合力沿水平方向的分力

3. 如图 1-1-25 所示, 在某匀强电场中, 将一质量为 m 、电荷量为 q 的小球由静止释放, 小球沿着实线所示的直线轨迹运动, 该直线与竖直方向的夹角为 θ , 下列说法正确的是 ()

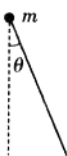


图 1-1-25

- ① 匀强电场的场强最小值为 $mg \tan \theta / q$
- ② 匀强电场的场强最小值为 $mg \sin \theta / q$
- 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 $g / \cos \theta$

- A. ①③ B. ①④
- C. ②③④ D. ②③

4. 如图 1-1-26, 在倾角为 α 的固定光滑斜面上, 有一块用绳子拴着的长木板, 木板上站着一只猫, 木板的质量是猫的质量的 2 倍。当绳子突然断开时, 猫立即沿着板向上跑, 以保持其相对斜面的位置不变。则此时木板沿斜面下滑的加速度为 ()

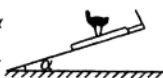


图 1-1-26

- A. $\frac{g}{2} \sin \alpha$ B. $g \sin \alpha$
- C. $\frac{3}{2} g \sin \alpha$ D. $2 g \sin \alpha$

5. 一间新房即将建成时要封顶, 考虑到下雨时落至房顶的雨滴能尽快地滴离房顶, 要设计好房顶的坡度。设雨滴沿房顶下淌时做无初速度无摩擦的运动, 那么, 如图 1-1-27 所示的四种情况中最符合要求的是 ()

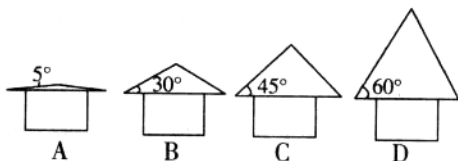


图 1-1-27

6. 如图 1-1-28 所示, 长为 L 、质量为 M 的铁板放在水平地面上, 铁板与地面间的动摩擦因数为 μ , 一质量为 m 的人, 从铁板的一端匀加速地跑到另一端, 到达另一端时骤然停在铁板上, 人在跑动过程中铁板刚好不滑动 (铁板受到的最大静摩擦力等于滑动摩擦力)。求:
- (1) 人在铁板上跑动的加速度多大?
- (2) 人跑至铁板另一端骤然停止前时的速度多大?

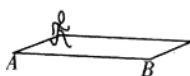


图 1-1-28

7. 如图 1-1-29 所示, 匀强电场的场强为 E , 虚线为其理想边界, 一带负电, 电荷量为 q , 质量为 m 的带电粒子 (不计重力) 从 O 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, 则粒子经过 P 的速度大小为 _____。 O 、 P 两点间的电势差为 _____, 距离为 _____。

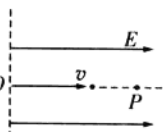


图 1-1-29

8. 如图 1-1-30 所示, 厚度不计的平板 A 长 $L = 5 \text{ m}$, 质量 $M = 5 \text{ kg}$, 放在水平桌面

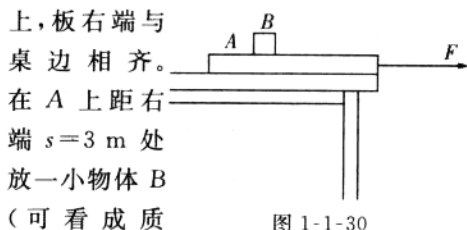


图 1-1-30

上,板右端与桌边相齐。在 A 上距右端 $s=3\text{ m}$ 处放一小物体 B (可看成质点),其质量 $m=2\text{ kg}$ 。已知 A、B 间动摩擦因数为 $\mu_1=0.1$, A 与桌面间和 B 与桌面间的动摩擦因数均为 $\mu_2=0.2$,系统原来静止,现在板的右端施一水平恒力 F 持续作用在物体 A 上,直到将 A 从 B 下抽出时撤去 F ,且使 B 最后恰好停于桌子的右边缘。 g 取 10 m/s^2 ,求:

(1) 物体 B 在 A 上运动的时间 t_1 和在桌面上运动的时间 t_2 分别是多少?

(2) 力 F 的大小为多少?

目标聚焦 IV

力和曲线运动

1. 曲线运动的特点

在曲线运动中,运动质点的某一点的瞬时速度的方向,就是通过这一点的曲线的切线方向。因质点在曲线运动中速度方向时刻改变,所以曲线运动一定是变速运动。

2. 物体做曲线运动的条件

物体所受合外力方向跟物体速度方向不在同一条直线上。

3. 平抛运动

平抛运动的加速度是一恒量,属于匀变速曲线运动。

平抛运动的三个重要推论

推论 1: 平抛运动中,任何两时刻(或两位置)间的速度变化量 $\Delta v = g \cdot \Delta t$,方向恒为竖直向下。

推论 2: 做平抛(或类平抛)运动的物体在任一时刻任一位置处,设其末速度方向与水平方向的夹角为 θ ,位移与水平方向的夹角为 φ ,则 $\tan\theta = 2\tan\varphi$ 。

推论 3: 做平抛(或类平抛)运动的物体任意时刻的瞬时速度的反向延长线一定通

过匀速运动位移的中点。

思维点拨

问题情境 1

如图 1-1-31 所示,小球在斜面顶点 A 处以 10 m/s 的水平初速度 v_0 抛出,斜面倾角 30° 。求小球抛出后经多长时间落到斜面末端 B,斜面长是多少?

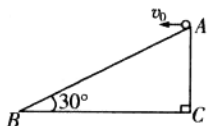


图 1-1-31

(g 取 10 m/s^2)

【解析】A→B 位移偏向角 $\varphi = 30^\circ$

所以 $\tan\theta = v_y/v_0 = gt/v_0 = 2\tan\varphi$

$t = 2v_0 \tan 30^\circ / g = 2\sqrt{3}/3\text{ s}$

竖直位移 $\overline{AC} = \frac{1}{2}gt^2$

水平位移 $\overline{BC} = v_0 t$

斜面长 $L = \sqrt{\overline{AC}^2 + \overline{BC}^2} = 13.33\text{ m}$

【点评】熟练应用平抛运动的三个重要推论,可以简化解题过程。

问题情境 2

滑雪者从 A 点由静止沿斜面滑下,经一平台后水平飞离 B 点,地面上紧靠平台有一个水平台阶,空间几何尺度如图 1-1-32 所示。斜面、平台与滑雪板之间的动摩擦因数为 μ ,假设滑雪者由斜面底端进入平台后立即沿水平方向运动,且速度大小不变,求:

(1) 滑雪者离开 B 点时的速度大小;

(2) 滑雪者从 B 点开始做第一次平抛运动的水平距离 s 。

【解析】本题考查两个观点:能量观点,动能定理和力学观点,平抛规律,能力要求 II 级。关键抓住过程及第二过程临界条件,即两种情况:

(1) 沿斜面及平台上滑行过程,全程列动能定理方程,但必须处理好角度、斜面长与水平距离间的关系,此为难点(中间量设定)。

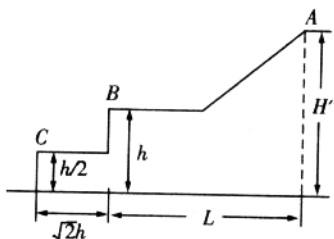


图 1-1-32

(2)平抛过程,两种情况:①水平距离小于 $\sqrt{2}h$,落在台阶上。②水平距离大于 $\sqrt{2}h$,落在地面上,则此题可解。

(3)设滑雪者质量为 m 斜面长度为 l ,斜面与水平面夹角为 θ ,滑雪者滑行过程中克服摩擦力做功

$$W = \mu mg l \cos \theta + \mu mg (L - l \cos \theta) = \mu mg L \quad ①$$

由动能定理

$$mg(H-h) - \mu mg L = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \quad ②$$

离开B点时的速度

$$v = \sqrt{2g(H-h-\mu L)} \quad ③$$

(4)设滑雪者离开B点后落在台阶上

$$\frac{h}{2} = \frac{1}{2}gt_1^2 \quad s_1 = vt_1 < \sqrt{2}h$$

$$\text{可解得 } s_1 = \sqrt{2h(H-h-\mu L)} \quad ④$$

$$\text{此时必满足 } H - \mu L < 2h \quad ⑤$$

$$\text{当 } H - \mu L > 2h \text{ 时} \quad ⑥$$

滑雪者直接落到地面上

$$h = \frac{1}{2}gt_2^2 \quad s_2 = vt_2$$

$$\text{可解得 } s_2 = 2\sqrt{h(H-h-\mu L)}$$

【点评】这种由多个过程组合在一起的试题在考查学生分析综合能力方面有较高的区分度。因此,这种形式的试题也是近年来高考中出现频率较高的试题。

处理方法:将复杂问题(或过程)分解为若干个问题(或过程),并抓住各个分过程之间的衔接量。

4. 圆周运动

物体做匀速圆周运动时是合外力充当

向心力。合外力大小、加速度大小都不变,但方向时刻在变,是变加速曲线运动。

物体做变速圆周运动时,合外力在垂直速度方向即指向圆心方向有分力以提供做圆周运动所需要的向心力。合外力在速度方向上的分力改变速度的大小。在一些特殊位置沿某方向的分力可以为零。

问题情境 3

在勇气号火星探测器着陆的最后阶段,着陆器降落到火星表面上,再经过多次弹跳才停下来。假设着陆器第一次落到火星表面弹起后,到达最高点时高度为 h ,速度方向是水平的,速度大小为 v_0 ,求它第二次落到火星表面时速度的大小,计算时不计火星大气阻力,已知火星的一个卫星的圆轨道的半径为 r ,周期为 T 。火星可视为半径为 r_0 的均匀球体。

【解析】本题重点考查了天体(卫星)运行基本规律,即万有引力提供向心力及平抛规律。突破口在两个规律联系物理参量 $g_{\text{火}}$,在能力上,突出学生处理物理情景的能力和运用基本规律处理实验问题的能力。

(1)根据平抛规律,可求出中间量 $g_{\text{火}}$ 的表达式。

(2)根据题中隐含条件:火星表面某一物体重力等于万有引力,即 $GM = g_{\text{火}}r_{\text{火}}^2$ 。

(3)根据某一卫星绕火星做匀速圆周运动,列出牛顿第二定律方程。

以 g' 表示火星表面附近的重力加速度, M 表示火星的质量, m 表示火星的卫星的质量, m' 表示火星表面处某一物体的质量,由万有引力定律和牛顿第二定律,有

$$G \frac{Mm'}{r_0^2} = m'g' \quad ①$$

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r \quad ②$$

设 v 表示着陆器第二次落到火星表面时的速度,它的竖直分量为 v_1 ,水平分量仍为 v_0 ,有

$$v_1^2 = 2g'h \quad ③$$

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_0^2} \quad (4)$$

由以上各式解得

$$v = \sqrt{\frac{8\pi^2 hr^3}{T^2 r_0^2} + v_0^2} \quad (5)$$

【点评】天体的运动近似看成匀速圆周运动，万有引力充当向心力，掌握两个公式

$$① G \frac{Mm}{r^2} = ma_{向}$$

$$② \text{黄金代换公式 } GM = gR^2$$

对人造地球卫星还应明确：①轨道圆心一定与地心重合；②环绕速度指相对于地心的速度；③地球同步卫星是相对于地面静止的人造地球卫星，它只能定位在赤道的正上方，且与地心之间的距离为一固定值。

问题情境 4

如图 1-1-33 所示，长为 L 的细线拴一带电小球，电荷量为 $-q$ ，处在场强为 E 的匀强电场中，小球质量为 m 。为使小球在竖直平面内做完整的圆周运动，在其轨道最低点 A 的最小速率是多少？

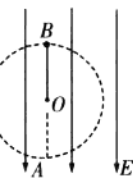


图 1-1-33

【解析】小球在竖直平面内做圆周运动受到重力、电场力和绳的拉力。其中重力、电场力方向相反。讨论：

①若 $mg = qE$ ，小球做匀速圆周运动， $v > 0$ 即可。

②若 $mg > qE$ ，小球若能通过 B 点则能做完整的圆周运动，在 B 点的最小速率 $v_{\min}$ ，则有

$$mg - qE = mv_{\min}^2 / L \quad (1)$$

此时对应小球在 A 点的最小速率是能做完整圆周运动的最小速率，根据动能定理

$$2(mg - qE)L = \frac{1}{2}mv_{A\min}^2 - \frac{1}{2}mv_{\min}^2 \quad (2)$$

$$\text{由①②式解得 } v_{A\min} = \sqrt{5(mg - qE)L/m}$$

③若 $mg < qE$ ，小球能通过 A 点，则能做完整的圆周运动，则有 $qE - mg = mv_{A\min}^2 / L$

$$v_{A\min} = \sqrt{(qE - mg)L/m}$$

【拓展 1】由问题情境 4 可知，以下说法正确的是 ()

- A. 当小球运动到最高点 B 时，细线的拉力一定最小
- B. 当小球运动到最低点 A 时，细线的拉力一定最大
- C. 当小球运动到最高点 B 时，小球电势能最小
- D. 小球在运动过程中动能可能不变

答案：C、D

【拓展 2】若此整个装置放在光滑的水平面上，如图 1-1-34 所示，现给小球一垂直于细线的初速度 v_0 ，使小球在水平面上开始运动。为使小球在水平面内做圆周运动， v_0 至少为_____。

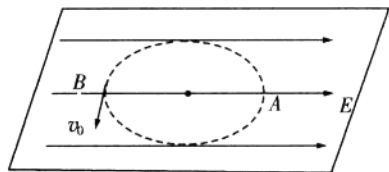


图 1-1-34

【解析】为使小球做圆周运动，则在 A 点：

$$Eq = m \frac{v_A^2}{L}$$

从 A 到 B 由动能定理可得：

$$Eq \cdot 2L + \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{故 } v_0 = \sqrt{\frac{5EqL}{m}}$$

【点评】对物体做变速圆周运动的题目一般讨论特殊点（如最高点、最低点）的受力、运动情况，利用等效思维（如本题将 mg 和 qE 等效为 G' ），然后与熟悉的竖直平面内的圆周运动进行类比是解决此类题目的重要方法。

能力培养

- 如图 1-1-35 所示的杂技演员在表演“水流星”的节目时，盛水的杯子经过最高点杯口向下时水也不洒出来。图 1-1-35



图 1-1-35