千禧状元·中高考冲刺系列

高 考 物 理 冲 刺

主编　上海中学物理组

复 旦 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 提 要

本书是《千禧状元·中高考冲刺系列》中的一种，全书根据高考命题范围和深度，将有关概念、题目类型归纳为八讲，每讲之中又分为冲刺秘笈、金牌教练、小试锋芒、分析与解等四部分。书后又附四套 2001 年高考仿真物理试题，使读者在高考复习冲刺时能够做到一书在手，胸有成竹。

图书在版编目(CIP)数据

高考物理冲刺/上海中学物理组主编. —上海：复旦大学出版社，2000.12

（上海中学毕业生远程教育辅导. 千禧状元. 中高考冲刺）

ISBN 7-309-02740-X

Ⅰ.高… Ⅱ.上… Ⅲ.物理课-高中-解题-升学参考资料 Ⅳ.G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 80661 号

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 200433

86-21-65102941(发行部)88-21-65642892(编辑部)

fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

经销 新华书店上海发行所

照排 南京理工排版校对有限公司

印刷 印刷厂

开本 787×1 092 1/16

印张 8.5 插页 00

字数 239 千

版次 2000 年 12 月第一版 2000 年 12 月第一次印刷

印数 1—10 000

定价 00.00 元

如有印装质量问题，请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

丛书组委会

丛 书 编 委：（以姓氏笔画为序）

冯大雄　伦丰和　庄起黎　朱　臻

吴　峥　张颂方　杨正家　杨新毅

沈崇娜　肖克卫　陈基福　陈　慧

俞珮华　钱君端　曹家骜　董　艳

丛 书 策 划：潘　抒

图 标 设 计：吴佳彦

本 册 主 编：上海中学物理组

本册编著者：曾建民　朱　臻　王来君　张晓红

潘　欣　贾维孝

策 划 编 辑：黄　乐

责 任 编 辑：龚少明



目　　录

近年高考物理命题趋势分析…… 1
第 一 讲　物体的运动…… 7
第 二 讲　物体的平衡 …… 16
第 三 讲　牛顿定律、圆周运动、振动和波 …… 25
第 四 讲　机械能 …… 37
第 五 讲　电场和电路 …… 51
第 六 讲　磁场和电磁感应 …… 63
第 七 讲　气体性质、物理光学和原子物理…… 74
第 八 讲　实验 …… 85
第 九 讲　冲刺大演习(仿真试题一) …… 95
第 十 讲　冲刺大演习(仿真试题二)…… 104
第十一讲　冲刺大演习(仿真试题三)…… 112
第十二讲　冲刺大演习(仿真试题四)…… 121



近年高考物理命题趋势分析

看到本书的同学，大多是在高考中要加试物理科目的。你知道近几年高考物理试卷命题的最新动态吗？在紧张的学习中抽出一些时间，了解有关这方面的情况，对你制订科学的学习策略，提高学习效益是会有所帮助的。

当今世界高新科技迅猛发展，需要大量有全面科学素养，有自我学习能力，有综合应用能力，有创新精神的人才，这种社会的需求必然或迟或早、或多或少地在高考中反映出来。综观近几年的上海高考物理试卷，这种感受是比较强烈的。

1. 强化自我学习的能力

现在知识更新越来越快，要求我们具备自我学习的能力，进行终身学习。1999 年上海物理高考第 16 题及 2000 年的第 24 题给出的阅读材料，背景知识学生是完全陌生的，要求学生能看懂并能解答所提出的问题。

1999 年物理试卷第 16 题为：

天文观测表明，几乎所有远处的恒星（或星系）都在以各自的速度背离我们而运动，离我们越远的星体，背离我们运动的速度（称为退行速度）越大；也就是说，宇宙在膨胀。不同星体的退行速度 v 和它们离我们的距离 r 成正比，即

$$v = H_0 r$$

式中 H_0 为一常量，称为哈勃常数，已由天文观察测定。为解释上述现象，有人提出一种理论，认为宇宙是从一个大爆炸的火球开始形成的。假设大爆炸时各爆炸碎块，即星体就以不同的速度向外匀速运动，并设想我们就位于其中心，则速度越大的星体现在离我们越远。这一结果与上述观测一致。

由上述理论和天文观测结果，可估算宇宙年龄 T，其计算式为 $T =$ _____。根据近期观测，哈勃常数 $H_0 = 3.0 \times 10^{-2}$ 米／秒·光年，由此估算宇宙的年龄为_____年。

解答并不难。本问题的物理模型是：从同一点以不同速率匀速运动的若干质点的情景。根据已知的假设条件 $v = H_0 r$ 及匀速直线运动规律 $r = vT$，得 $1 = H_0 T$，$T = \dfrac{1}{H_0} = \dfrac{(3 \times 10^8 \text{ 米／秒}) \cdot \text{年}}{3 \times 10^{-2} \text{ 米／秒}} = 10^{10}$ 年。但不少同学不能理解这个物理情景，不能理解越远的星体运动速度越大，但都在做匀速直线运动，导致出错。

2000 年物理试卷第 24 题：

自然界中的物体由于具有一定的温度，会不断向外辐射电磁波，这种辐射因与温度有关，称为热辐射。热辐射具有如下特点：①辐射的能量中包含各种波长的电磁波；②物体温度越高，单位时间从物体表面单位面积上辐射的能量越大；③在辐射的总能量中，各种波长所占的百分比不同。

处于一定温度的物体在向外辐射电磁能量的同时，也要吸收由其他物体辐射的电磁能量，如

需要全本请访问 www.ertongbook.com

果它处在平衡状态，则能量保持不变，若不考虑物体表面性质对辐射与吸收的影响，我们定义一种理想的物体，它能 100%地吸收入射到其表面的电磁辐射，这样的物体称为黑体。单位时间内从黑体表面单位面积辐射的电磁波的总能量与黑体绝对温度的四次方成正比，即 $P_0 = \sigma T^4$，其中常量 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}\mathrm{W/(m^2 \cdot K^4)}$。

在下面的问题中，把研究对象都简单地看作黑体。

有关数据及数学公式：太阳半径 $R_s = 696\,000\mathrm{km}$，太阳表面温度 $T = 5\,770\mathrm{K}$，火星半径 $r = 3\,395\mathrm{km}$，球面积 $S = 4\pi R^2$，其中 R 为球半径。

(1) 太阳热辐射能量的绝大多数集中在波长为 $2 \times 10^{-7}\mathrm{m} \sim 1 \times 10^{-5}\mathrm{m}$ 范围内，求相应的频率范围。

(2) 每小时从太阳表面辐射的总能量为多少？

(3) 火星受到来自太阳的辐射可认为垂直射到面积为 πr^2（r 为火星半径）的圆盘上。已知太阳到火星的距离 d 约为太阳半径的 400 倍，忽略其他天体及宇宙空间的辐射，试估算火星的平均温度。

本题从背景知识到物理规律都是学生陌生的。对学生自学能力要求更高。尤其是(2)、(3)小题。在解答过程中求每小时从太阳表面辐射的总能量要应用刚学到的知识 $P_0 = \sigma T^4$，$S = 4\pi R^2$，结合已学知识 $E = Pt$ 及注意 P_0 是单位时间(1s 内)单位面积的辐射能量，从而求出总能量 $E = P_0 St = 4\pi\sigma R_s^2 T^4 t = 1.38 \times 10^{30}\mathrm{J}$。在估算火星的平均温度时，先要求出火星在单位时间内吸收来自太阳的辐射能量 $P_{吸收}$，离太阳越远，单位时间单位面积获得的能量越少，根据材料中的已知条件 d 和 r，可求得 $P_{吸收} = 4\pi R_s^2 \sigma T^4 \cdot \dfrac{\pi r^2}{4\pi d^2}$，设火星的表面温度为 T_x，则由刚学知识，火星在单位时间内向外辐射的能量为 $P_{辐射} = 4\pi r^2 \cdot \sigma T_x^4$，当 $P_{吸收} = P_{辐射}$ 时，火星处于热平衡状态，即 $4\pi R_s^2 \sigma T^4 \cdot \dfrac{\pi r^2}{4\pi d^2} = 4\pi r^2 \sigma T_x^4$，可求得 $T_x = T/\sqrt{800} = 204\mathrm{K}$。

以上两题在各自考卷的考题中得分率最低，这类题在 1999 年试卷中作为填空题，而在 2000 年试卷中作为最后一道压轴计算题，这值得注意。

2. 归纳能力与演绎能力并重

归纳能力是通过观察具体的现象，分析实验数据等推测规律的能力，而演绎能力是从一些基本规律通过逻辑推理得到一些结论。在目前教学中演绎能力的训练比较充分与强化，而归纳能力的训练比较轻视与淡化，近来高考中对归纳能力的考查有所加强。

2000 年物理试卷第 11 题：

如图 0-1，在场强为 E 的匀强电场中有相距为 l 的 A、B 两点，连线 AB 与电场线的夹角为 θ，将一电量为 q 的正电荷从 A 点移到 B 点。若沿直线 AB 移动该电荷，电场力做的功 $W_1 =$ _____；若沿路径 ACB 移动该电荷，电场力做的功 $W_2 =$ _____；若沿曲线 ADB 移动该电荷，电场力做的功 $W_3 =$ _____。由此可知，电荷在电场中移动时，电场力做功的特点是：_____。

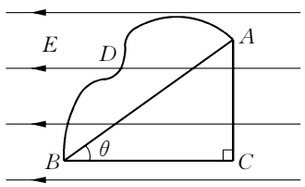


图 0-1

本题要求考生计算正电荷从 A 沿三条不同的路径移到 B，电场力做功(都为 $qEl\cos\theta$)，归纳得到相应的结论：电场力做功与路径无关，只与始末位置有关。

再如，2000 年高考物理试卷的第 16 题：

右图 0-2 为用频闪摄影方法拍摄的研究物体作平抛运动规律的照片。图中 A、B、C 为三个同时由同一点出发的小球，AA' 为 A 球在光滑水平面

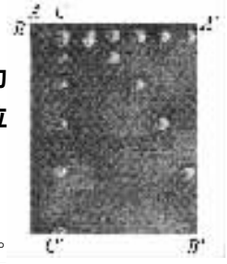


图 0-2

上以速度 v 运动的轨迹；BB' 为 B 球以速度 v 被水平抛出后的运动轨迹；CC' 为 C 球自由下落的运动轨迹。通过分析上述三条轨迹可得出结论：_____

_____。

本题要求考生根据拍摄的反映物理现象的过程的照片，比较归纳出相应的结论：作平抛运动的物体在水平方向作匀速直线运动，在竖直方向作自由落体运动。

以上两题的得分率都比较高，原因可能是其结论在教科书上都有，老师都讲过，而很难说明学生的归纳能力强。如果这类题目的相应结论是学生未知的，情况可能就会有很大的不同。归纳能力的培养今后将会越来越显得重要。

3. 强化问题意识和创新意识

美国有一所中学，曾培养出 6 位诺贝尔物理奖，该校校长在谈到其原因时说：要教学生学会提合适的问题。有扎实的学科知识，有良好的创新意识，才可能提出合适的有质量的问题。这方面的训练在日常教学中重视不够。2000 年物理高考试卷第 15 题给我们一个信号，要强调问题意识的训练。题目如下：

右图 0-3 为一名宇航员“漂浮”在地球外层空间的照片。根据照片展现的情景提出两个与物理知识有关的问题（所提问题可以涉及力学、电磁学、热学、光学、原子物理学等各个部分。只需提出问题，不必作出回答和解释）：

例如：这名“漂浮”在空中的宇航员相对地球是运动还是静止的？



图 0-3

（1）_____

（2）_____

本题的答案不是唯一的，是开放式的。这给创新提供了空间。这可以激发学生的发散性思考。其实提出合适的问题比解答更重要。你可以问：照片背景的天空为什么是黑的？宇航员如何避免宇宙射线的伤害？地球外层空间的温度约为多少？等等。解答本题所提的问题合适与否，主要看是不是有关物理方面的问题。

高考中的实验设计题，一般为任务驱动式的题目，考生为完成题目给出的任务，依据所学知识，自己选取实验器材，安排实验过程，以有效合理地完成任务，没有良好的创新意识，完成这样的任务是困难的，如 2000 年高考第 20 题：

现有一根粗细均匀长约 40cm、两端开口的玻璃管，内有一小段水银柱，一个弹簧秤，一把毫米刻度尺，一小块橡皮泥，一个足够高的玻璃容器，内盛有冰和水的混合物（见图 0-4）。选用合适的器材，设计一个实验，估测当时的室内温度，要求：(1)在右边方框中画出实验示意图；(2)写出要测定的物理量_____，写出可直接应用的物理量_____；(3)写出计算室温的表达式_____。

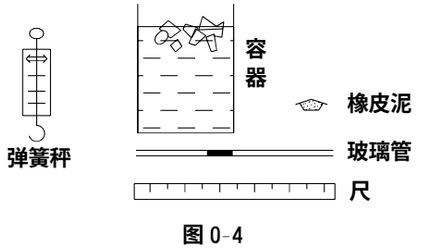


图 0-4

其解答为，选取玻璃管，刻度尺，橡皮泥，容器（内盛冰水混合物）进行实验，要测物理量：在室

温中空气柱长度 l_1，浸没在冰水中的空气柱长度 l_2，设冰水温度为 T_0（已知），则室温 $T = T_0 l_2 / l_1$ 或 $T = \frac{l_2}{l_1} 273\text{K}$。

如果这类题目条件限制再少些，开放度再大些，则考生的创新意识将会得到更好的展现。

4. 重视建立物理模型（建模）能力

怎样将一个实际问题纯化、简化，略去次要因素，把本质的东西抽象出来，建立合适的物理模型，这是应用所学知识解决实际问题的关键。

例如：1999 年高考第 20 题：

为了测定某辆轿车在平直路上起动时的加速度（轿车起动时的运动可近似看作匀加速运动），某人拍摄了一张在同一底片多次曝光的照片（如图 0-5）。如果拍摄时每隔 2s 曝光一次，轿车车身总长为 4.5m，那么这辆轿车的加速度约为

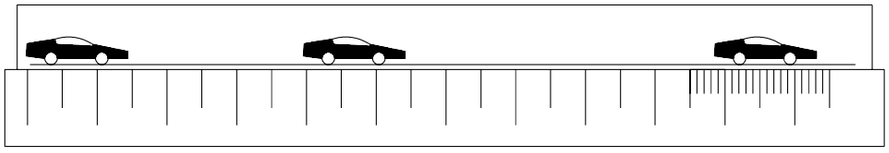


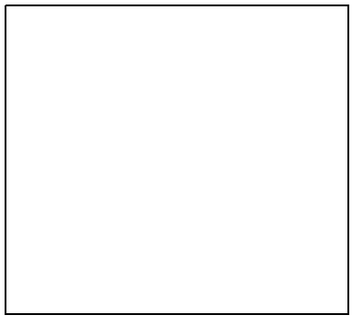
图 0-5

a. 1m/s^2；　　b. 2m/s^2；　　c. 3m/s^2；　　d. 4m/s^2。

本题的轿车上每一点的运动情况都一样，可以把轿车抽象为质点，取轿车上的哪一点研究都可以（比如取车的前端），但不能开始取车头端点，后来取车尾端点。根据公式 $a = \Delta s / T^2$ 求得为 2m/s^2。

再如 2000 年试卷第 13 题：

图 0-6 为人手臂骨骼与肌肉的生理结构示意图，手上托着重量为 G 的物体。(1)在方框中画出前臂受力示意图（手、手腕、尺骨和挠骨看成一个整体，所受重力不计。图中 O 点看作固定转动轴，O 点受力可以不画）。(2)根据图中标尺估算出二头肌此时的收缩力约为_____。



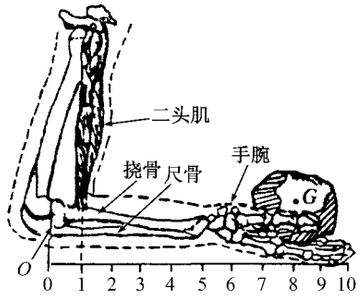


图 0-6

本题要求考生根据人手臂的生理结构抽象出杠杆的物理模型，二头肌对挠骨向上的收缩力的力臂是 1 个单位，物体对手向下的压力的力臂为 8 个单位。根据力矩平衡得到二头肌收缩力约为 $8G$ 的结论。

5. 重视观察、重视定性分析能力

目前比较新颖的题目给出的信息比较原始、初级、粗糙，更贴近自然、贴近生活，要求学生通过观察，从中提取相关的有用信息建立物理模型，解决给出的问题。比如前面提到的 2000 年试卷的第 24 题等，这有利于学生观察、分析能力的培养。下面再举两例。

2000 年试卷第 9 题：

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 0-7 所示。连续两次曝光的时间间隔是相等的，由图可知

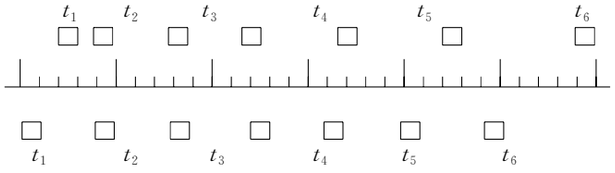


图 0-7

a. 在时刻 t_2 以及时刻 t_3 两木块速度相同；

b. 在时刻 t_3 两木块速度相同；

c. 在时刻 t_3 和时刻 t_4 之间某瞬时两木块速度相同；

d. 在时刻 t_4 和时刻 t_5 之间某瞬时两木块速度相同。

本题给出的信息是一张照片，信息是初级的，要求考生能根据不同时刻物体的不同位置，分析出上面的木块做匀加速运动，下面木块做匀速直线运动，并通过观察判断出上面的木块在 t_3 到 t_4 时间内的平均速度等于下面的木块的速度（它们在 t_3 到 t_4 都移动了 4 格），从而确定 c 选项是正确的。（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的中点时刻的瞬时速度。）

再如，2000 年试卷第 19 题：

某同学按如图 0-8 所示电路进行实验，实验时该同学将变阻器的触片 P 移到不同位置时测得各电表的示数如下表所示：

序号	A_1 示数(A)	A_2 示数(A)	V_1 示数(V)	V_2 示数(V)
1	0.60	0.30	2.40	1.20
2	0.44	0.32	2.56	0.48

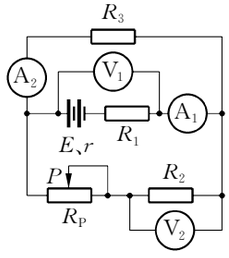


图 0-8

题目给出的信息是一组实验数据及电路图，要求考生以此为基础定性分析（估测）能求出的物理量。这种定性分析的重要性在很多场合甚至比定量分析更重要。对创新意识的要求更高。

6. 重视实践应用能力

应用所学知识，解决实际问题，历来被物理教学所重视。这在高考中反映得也很充分。仅举两例。

1999 年卷第 13 题：

如图 0-9 所示，质量不计的杆 O_1B 和 O_2A 长度均为 l，O_1 和 O_2 为光滑固定转轴，A 处有一凸起物搁在 O_1B 的中点，B 处用绳系在 O_2A 的中点，此时两短杆便组合成一根长杆。今在 O_1B 杆上的 C 点（C 为 AB 的中点）悬挂一重为 G 的物体，则 A 处受的支承力大小为_____，B 处绳子的拉力大小为_____。

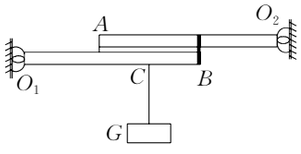


图 0-9

两根短棒捆绑成一根较长的棒，这是很常见的应急手段，然而捆绑的绳所受的功变大，是我们所关心的。这可用力矩平衡的知识来分析。AO_2 棒在 A 受向上的弹力大小为 N，其中 B 点受向下的绳子拉力大小为 T，根据力矩平衡有 $T=2N$，O_1B 杆力矩平衡方程为 $N\cdot\frac{l}{2}+G\frac{3}{4}l=Tl$。联立解得 N 为 $G/2$，T 为 G。

再如，2000 年试卷第 12 题：

一架飞机水平匀速地在某同学头顶飞过，当他听到飞机发动机的声音从头顶正上方传来时，发现飞机在他前上方约与地面成 60°的方向上，据此可估算出此飞机的速度约为声速的_____倍。

估测飞机的速度，也是个很实际的问题，用运动的等时性容易求解。$\mathrm{tg}60^\circ = \frac{v_{声} \cdot t}{v_{飞} \cdot t}$，$v_{飞} : v_{声} = \sqrt{3} : 3$。

7. 注意与当前科技发展的联系

高考试题中有不少情景来源于现代科技，同学们在学习中应尽可能地关注当前的科技发展状况。这对理解以此为情景的问题会有帮助。有不少日常科技词汇在教材中没出现过，但在考题中却会出现。比如：宇宙大爆炸、脉冲、风洞、激光、黑体辐射、反物质等，其实我们还可以想得更多，比如：磁悬浮、黑洞、红移、扫描等。

8. 近几年高考的题型、题量的变化

近三年物理高考题型、题量统计如下：

题量 / 题型 / 年份	单选	复选	填空	实验	计算	总计
1998	6	5	6	5	4	26
1999	6	5	5	5	4	25
2000	10		5	5	4	24

注意 2000 年的总题量减少到 24 题，单选、复选合并为选择题。

综上所述，为了适应社会的发展，为了对中学素质教育起良好的导向作用，高考物理试卷的命题改革力度是比较大的，尤其是 2000 年的考卷，除了题型、题量的变化外，还出现了开放式的题目，对考生考核更全面。特别是最后的压轴题，放了一道考生事先一般无法涉及的内容，这是要一点勇气的。尽管对有些题目会有不同的看法，比如说题目的信度、效度、难度、知识点的覆盖率等还不尽人意，但命题改革的方向是正确的。在以后的命题中，相信考题会更完善，考虑得更全面，更有利于人才的选拔，以便更有利于素质教育。

当然，能力是以知识为基础的。中学生正是打基础的时期，教学大纲所规定的学科知识一贯是高考的出卷所遵循的主要依据，要花大力气学好。不“拘泥于大纲”的内容在考卷中毕竟少而又少。同学们在高三紧张的学习中，要注意能给自己留一些必要的、自己支配的时间，去消化、去思考、去总结、去开拓，不要沉湎于过难、过深、过于复杂、没有现实意义的题目中，以适应新的形势。

祝你成功！



第　一　讲
物体的运动



冲刺秘笈

1. 了解质点的概念。
2. 理解位移及位移与路程的区别；知道矢量和标量。
3. 理解匀速直线运动；理解速度的概念；知道速度与速率的区别。
4. 理解变速直线运动的平均速度；知道瞬时速度。
5. 理解匀变速直线运动；理解加速度的概念。
6. 掌握匀变速直线运动的规律。
7. 知道伽利略对自由落体运动的研究；理解自由落体运动；知道重力加速度。
8. 知道匀速直线运动的位移图像和速度图像。
9. 知道匀变速直线运动的速度图像。
10. 理解运动的合成；会用平行四边形定则求合位移、分位移和合速度、分速度。
11. 理解竖直上抛运动；理解平抛运动；知道斜抛运动。



金牌教练

例 1　A、B 两个小球，同时从地面竖直向上抛出，A 球上升的最大高度比 B 球高 55m，落地时刻比 B 球晚 2s。求 A、B 两球抛出时的初速度各是多少？

需要全本请访问 www.ertongbook.com

【解析】 逆向思考，设 A、B 两球自同一高度自由下落，A 球比 B 球晚落地 1s，多下落 55m，即两物体的落点不在同一水平面上，如图 1-1 所示。若 B 球下落的时间为 t，则由题意可知 A 球下落最后 55m 的平均速度为

$$\overline{v}=\frac{h}{t_0}=\frac{gt+g(t+t_0)}{2},$$

将 $h=55\text{m}$，$t_0=1\text{s}$，$g=10\text{m/s}^2$ 代入上式得

$$t=5\text{s},$$

所以

$$v_A=g(t+t_0)=10(5+1)\text{m/s}=60\text{m/s},$$

$$v_B=gt=10\times 5\text{m/s}=50\text{m/s}。$$

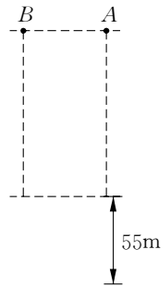


图 1-1

例 2 物体从 A 点自由落下，途中经过 B、C 两点。已知 B 点的速度为 C 点速度的 $2/3$，BC 间距离为 5m。求 AB 间距离是多少？

【解析】 设 C 点的速度为 v_C，则 $v_B=\frac{2}{3}v_C$，物体由 A 至 B 速度变化了 $\frac{2}{3}v_C$，由 B 至 C 速度变化了 $\frac{1}{3}v_C$，因而由 A 至 B 的运动时间是由 B 至 C 运动时间的 2 倍，即 $t_{AB}=2t_{BC}$。物体从 A 点出发在连续三个相等的 t_{BC} 的时间内所发生的位移之比应为

$$S_{\text{Ⅰ}}:S_{\text{Ⅱ}}:S_{\text{Ⅲ}}=1:3:5$$

而 $S_{BC}=5\text{m}$，所以 $S_{AB}=(1+3)\text{m}=4\text{m}$。

例 3 如图 1-2a 所示，甲质点沿 x_1 轴以 O_1 为平衡位置在 A_1、B_1 间作简谐运动；乙质点沿 x_2 轴从 A_2 由静止出发作匀加速直线运动。已知 $A_1O_1=A_2O_2$，两质点分别经过 O_1、O_2 时速率相等。若甲、乙两质点在 A_1O_1、A_2O_2 运动的时间分别为 t_1、t_2，试比较 t_1、t_2 的大小。

【解析】 甲质点作简谐运动，在由 A_1 至 O_1 的运动过程中速度不断增大，加速度不断减小，其速率图像切线的斜率不断减小；乙质点作初速度为零的匀加速直线运动，其速率图像为一直线。它们的 $v-t$ 图像如图 1-2b 所示。由题意，两质点到达 O_1、O_2 时速度相等，且通过的路程也相等，即速率图线“面积”相等。所以有

$$t_{\text{甲}}<t_{\text{乙}}。$$

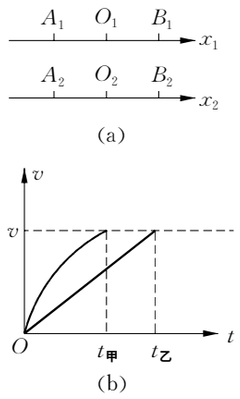


图 1-2

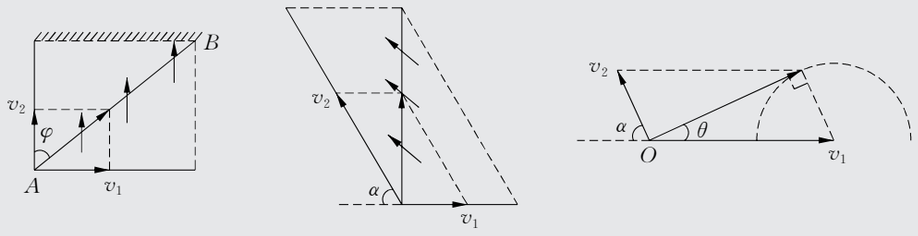
例 4 河宽为 d，水流的速度为 v_1。船在静水中的速度为 v_2。试就 $v_1<v_2$ 和 $v_1>v_2$ 两种情况，分别讨论小船的渡河时间和位移情况，并说明小船各种情况下所取的航向。

【解析】 无论船速与水速大小关系如何，要使小船以最短时间渡河，航向应与河岸垂直，经过一段时间，小船从 A 点运动到 B 点，如图 1-3a 所示。根据此图，可求得渡河的最短时间 t_1 和与之相对应的位移 S 及航向与航线的夹角分别为

$$t_1=\frac{d}{v_2},\ S_1=\frac{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}{v_2}d,\ \varphi=\text{arctg}\frac{v_1}{v_2}。$$

要使小船渡河位移最短，当 $v_2>v_1$ 时，航线应与河岸垂直，如图 1-3b 所示。此时航向与河

岸的夹角 α 及渡河时间分别为



(a)　　(b)　　(c)

图 1-3

$$\alpha = \arccos\frac{v_1}{v_2},\quad t_2 = \frac{d}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}。$$

若 $v_2 < v_1$，欲使渡河的位移最短，应使合速度的方向与河岸的夹角 θ（$\theta < \frac{\pi}{2}$）尽可能地大，由图 1-3c 可见，当航线与航向垂直时，θ 角有最大值，此时渡河位移最短。于是，渡河位移 S_2、渡河时间 t_3、航向、航线与河岸的夹角 α'、θ' 分别为

$$S_2 = \frac{v_1}{v_2}d,\qquad t_3 = \frac{dv_1}{v_2\sqrt{v_1^2 - v_2^2}},$$

$$\alpha' = \arccos\frac{v_2}{v_1},\ \theta = \arcsin\frac{v_2}{v_1}。$$

而小船此时漂向下游的距离为

$$x = \frac{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}}{v_2}d。$$

根据以上分析，也可以计算出当 $v_2 > v_1$ 时小船到达对岸任意位置时船的航向和 $v_2 < v_1$ 时小船到达对岸下游任意位置时船的航向。

例 5　小球自倾角为 θ 的足够长的斜面顶点沿水平方向以 v_0 的初速度抛出。空气阻力不计。求

(1) 小球落在斜面上的位置离顶点的距离及落到斜面上的速度大小。

(2) 小球抛出后经多长时间离斜面最远。

【解析】(1)根据平抛物体的运动特点，设抛出点是 A，落点是 B。由题意作图 1-4。由正弦定理可得

$$\frac{S}{\sin 90^\circ} = \frac{v_0 t}{\sin(90^\circ - \theta)} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{\sin\theta}$$

所以　　$$S = \frac{2v_0^2\sin\theta}{g\cos^2\theta}。$$

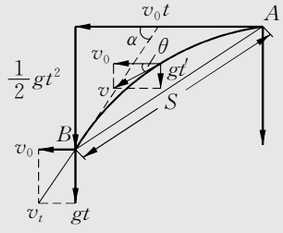


图 1-4

可以证明，在同一斜面上无论以多大的初速度将小球平抛，小球落于斜面时其速度方向与斜面夹角均相等，且该速度的反向延长线与抛出方向所在直线的交点，恰为其水平射程的中心。由图可见

$$v_t = \frac{v_0}{\cos\alpha},$$

而
$$\mathrm{tg}\alpha = 2\mathrm{tg}\theta,$$

所以
$$v_t = v_0\sqrt{1+(2\mathrm{tg}\theta)^2}。$$

（2）**当小球离斜面最远时，其速度方向与斜面平行。依旧由图可得**

$$\mathrm{tg}\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt'}{v_0},$$

因而
$$t' = \frac{v_0\mathrm{tg}\theta}{g}。$$

实际上，若将小球的运动速度 v_0 沿平行和垂直于斜面分解，当小球在垂直于斜面方向的速度减为零时，经历的时间恰为全程运动时间的一半，而此时小球在竖直方向上所下落的高度为其下落总高度的$\frac{1}{4}$。

例 6　如图 1-5 所示，纤绳以恒定速率 v 沿水平方向通过定滑轮牵引小船向岸边运动。试求当绳与水平方向夹角为 θ 时，小船的瞬时速度。

【解析】在定滑轮左侧，绳上各点速度大小和方向均恒定不变。但在定滑轮右侧，绳上各点一方面沿着绳以 v 的速率向定滑轮靠近，另一方面绕着定滑轮沿顺时针方向转动，其合速度因在右侧绳上的位置不同而不同，且随 θ 的变化而不断变化。在定滑轮右侧绳上的各点中，与小船相连接的 O 点，其合速度的方向始终沿水平方向，大小与小船的瞬时速度相等。于是由图 1-5 中各速度间的矢量关系，可求得船靠岸的瞬时速度

$$v_0 = \frac{v}{\cos\theta}。$$

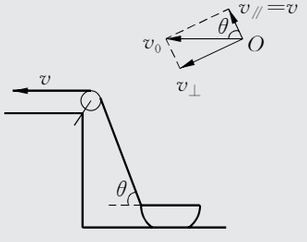


图 1-5

可见，船靠岸的速率总是大于纤绳的牵引速率。只有当 $\theta \approx 0$ 时，$v_0 = v$。



小试锋芒

一、选择题（每小题 4 分，共 48 分）

1. **以下各运动物体能视为质点的是（　　）**

a. **体积很小的物体；**　　b. **通过大桥的一长列火车；**

c. **在两城市间往返运动的公共汽车；**　　d. **作弧圈运动的乒乓球。**

2. 汽车刹车后作匀减速运动，经过 3s 停止，则在刹车后 1s 内、2s 内、3s 内汽车通过的距离之比为(　　)

a. 1∶3∶5；　　b. 1∶4∶9；　　c. 1∶2∶3；　　d. 5∶8∶9。

3. 物体由静止开始作匀加速运动，第 9s 内位移为 8.5m，下列判断正确的是(　　)

a. 物体运动的加速度为 $1m/s^2$；　　b. 物体头 9s 内的平均速度为 $8.5m/s^2$；

c. 物体头 3s 内的位移是 4.5m；　　d. 物体第 3s 内的位移是 4.5m。

4. 作匀加速直线运动的物体途中经过 A、B、C 三点，已知 $AB=BC$，AB 段的平均速度为 3m/s，BC 段的平均速度为 6m/s，则 B 点的瞬时速度为(　　)

a. 4m/s；　　b. 4.5m/s；　　c. 5m/s；　　d. 5.5m/s。

5. 甲物体从 h 高处自由下落的同时，乙物体以初速度 v 从地面竖直上抛，经 t 时间后两物体在 $\frac{h}{2}$ 高处相遇，则(　　)

a. 在 $\frac{h}{2}$ 高处相遇时，$v_{甲}=v$，$v_{乙}=0$；　　b. $t=\frac{v}{g}$；

c. $h=\frac{v^2}{g}$；　　d. 甲、乙两物体将同时落地。

6. 一羽毛球从静止开始竖直下落，经过 1s 着地，着地时速度为 7m/s。已知羽毛球下落过程中作匀加速直线运动，则羽毛球开始下落的高度为(　　)

a. 3.5m；　　b. 5m；　　c. 7m；　　d. 10m。

7. 汽车制动后作匀减速直线运动，从开始制动到停止的全过程中位移是 S，则当它的瞬时速度为初速度一半时，汽车的位移是(　　)

a. $\frac{1}{2}S$；　　b. $\frac{1}{4}S$；　　c. $\frac{2}{3}S$；　　d. $\frac{3}{4}S$。

8. 若在高楼上以 20m/s 的速度竖直向上抛出一个物体，不计空气阻力，该物体运动到离抛出点 7.2m 处所经历的时间可能是(　　)

a. 0.4s；　　b. 1.6s；　　c. 3.6s；　　d. 4.33s。

9. 作匀变速直线运动的物体，在时间 t 内位移为 S，设中间时刻的速度为 v_1，中间位置的速度为 v_2，下列判断正确的是(　　)

a. 物体作匀加速运动时，$v_1>v_2$；　　b. 物体作匀加速运动时，$v_1<v_2$；

c. 物体作匀减速运动时，$v_1>v_2$；　　d. 物体作匀减速运动时，$v_1<v_2$。

10. A、B 两球自空中某点被同时抛出，A 作平抛运动，B 作竖直上抛运动。则 B 相对于 A 的运动是(　　)

a. 匀速直线运动；　　b. 曲线运动；　　c. 匀减速直线运动；　　d. 匀加速直线运动。

11. 在空中作匀速水平飞行的飞机上每隔 1s 落下一包货物，不计空气阻力，这些货物在空中运动时(　　)

a. 都处在同一竖直线上；　　b. 它们之间的距离每隔 1s 增加 9.8m；

c. 它们都处在同一抛物线上；　　d. 它们之间的距离保持不变。

12. 如图 1-6 所示，在斜面顶点 a 处把两个小球 P 和 Q 以大小相等、方向相反的初速度水平抛出，两球分别落在倾角为 37°和 53°的斜面 ab 和 ac 上。若不计空气阻力，则 P、Q 两球在空中运动时间之比 $t_P:t_Q$ 为(　　)

a. 16∶9；　　b. 9∶16；

c. 1∶1；　　d. 4∶3。

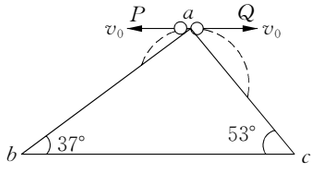


图 1-6

二、填空题(每小题 4 分,共 32 分)

13. 物体作匀变速直线运动,通过连续两段位移 S_1、S_2 所历经的时间分别为 t_1、t_2,则运动物体的加速度为_____。

14. 雨点以 3m/s 的速度竖直下落,某人坐在以 4m/s 的速度向东行驶的汽车内,人看到的雨点的速度大小为____m/s,方向_____。

15. 一个作匀变速直线运动的物体在第 3s 和第 8s 内位移分别为 15m 和 25m,则物体的加速度为_____,初速度为____。

16. 物体从塔顶开始自由下落,最后 1s 下落的距离等于全程的$\frac{16}{25}$,g 取 10m/s^2,则塔高为_____。

17. 如图 1-7 所示,从 A 点以水平速度 v_0 抛出一个小球,空气阻力不计。小球落在倾角为 α 的斜面上的 B 点,速度方向与斜面夹角为 β,则此时小球的速度大小 v_B 为_____,小球在空中的运动时间 t 为_____。

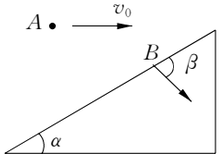


图 1-7

18. 一小船位于宽 100m 河流的正中央,从此处起,下游 150m 河流变为瀑布。设河水流速为 5m/s,为使小船不从瀑布口落下而安全到达对岸,小船所需的最小速度为_____。

19. 如图 1-8 所示,在绳的 C 端以速度 v 匀速收绳从而拉动低处的物体 M,使之水平前进。当 BC 段绳与水平成 α 角时,物体 M 的速度为_____。

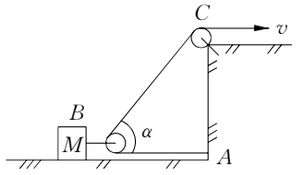


图 1-8

20. 一质点作匀减速直线运动,第 1s 内的位移为 16m,停止运动前最后 1s 内的位移为 8m,则该质点的初速度为____,加速度大小为_____。

三、计算题(第 21 题 6 分,22 题 7 分,23 题 7 分)

21. 一列货车以 28.8km/h 的速度在铁路上运行,由于调度失误,在后面 600m 处有一快车以 72km/h 的速度向它靠近。快车司机发觉后立即合上制动器,但快车要滑行 2000m 才停止。试判断两车是否会相碰。

22. 从空中同一点沿相反方向分别以 v_1 和 v_2 的速度水平抛出两个小球,当两个小球的速度方向之间夹角为 90°时,被抛出的时间是多少?

23. 如图 1-9 所示,两根竖直固定的直杆上分别套有小环 P、Q,右杆的顶点 B 处连接一根绳,使绳的另一端穿过小环 Q 后与 P 相连。当小环 Q 以恒定速率 v_0 向下运动到图示位置时,小环 P 的速率为多大?(提示:以小环 Q 为参照物)

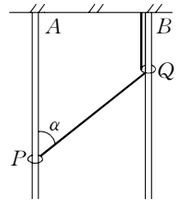


图 1-9



分析与解答

1. c。作弧圈运动的乒乓球为上旋球，因此不能作为质点。

2. d。若汽车由静止起以相同加速度作匀加速运动，则连续三个 1s 内的位移之比为 1∶3∶5，而第 3s，后 2s 与前 3s 的位移之比为 5∶8∶9。

3. ac。物体第 9s 内的位移为 8.5m，则第 9s 内的平均速度为 8.5m/s，即 8.5s 末的即时速度为 8.5m/s，物体初速度为零，所以物体的加速度为 $a=\frac{v_t}{t}=1\text{m/s}^2$，于是物体头 3s 的位移为 $S=\frac{1}{2}at'^2=4.5\text{m}$。

4. c。物体运动的平均速度增大，表明物体作匀加速直线运动。如图 1-10 所示，$AB=BC$，D、E 分别为 AB 和 BC 的中点时刻，即 $\overline{v}_{AB}=v_D=3\text{m/s}$，$\overline{v}_{BC}=v_E=6\text{m/s}$。

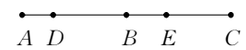


图 1-10

物体后一半位移的平均速度为前一半位移平均速度的两倍，说明后一段时间为前一段时间的二分之一，即由 D 到 B 速度的变化是由 D 到 E 速度变化的两倍，而由 D 到 E 速度变化了 3m/s，所以 B 点的瞬时速度为 5m/s。

5. abc。两物体加速度相同，即相同时间内速度的变化相同；两物体位移大小相同，即平均速度相同。

6. a。羽毛球整个下落过程中的平均速度为 3.5m/s，所以下落高度 $h=\overline{v}t=3.5\text{m}$。

7. d。汽车作匀减速直线运动，速度减半时，运动时间恰为减速运动时间的一半，而对初速为零的匀变速直线运动，在连续两个相等时间的位移之比为 1∶3。

8. acd。物体到达距抛出点 7.2m 处，可以是在抛出点的上方，也可以是抛出点的下方，物体可以是上升时通过抛出点上方 7.2m 处，也可以是上升到最高点后下落通过抛出点上方 7.2m 处，所以有 $h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$，$-h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$，将 $h=7.2\text{m}$，$v_0=20\text{m/s}$ 代入解得 $t=0.4\text{s}$、3.6s、4.33s。

9. bd。物体作匀加速运动时，中点位置在中点时刻后边，而物体作减速运动时中点位置在中点时刻前边，因而总有中点位置的瞬时速度大于中点时刻的瞬时速度。

10. a。A、B 两球均以相同的加速度作匀变速运动，在相同时间内两者速度变化相同，即它们间相对速度没有变化，B 相对于 A 作匀速直线运动。

11. ab。货物在水平方向上与飞机有相同的速度，且不受外力作用，因此它们始终处在同一竖直线上。在竖直方向上相邻两货物均以 9.8m/s 的速度作匀速直线运动，它们之间的距离每隔 1s 增加 9.8m。

12. b。由平抛运动知识可得 $\text{tg}37^\circ=\frac{\frac{1}{2}gt_P^2}{v_0t_P}$，$\text{tg}53^\circ=\frac{\frac{1}{2}gt_Q^2}{v_0t_Q}$，两式相除得 $t_P:t_Q=9:16$。

13. $\left(\frac{S_2}{t_2}-\frac{S_1}{t_1}\right)\Big/\left(\frac{t_1}{2}+\frac{t_2}{2}\right)$。物体 t_1、t_2 两段时间内的平均速度即这两段时间中点时刻的即

需要全本请访问 www.ertongbook.com