

# 大学物理 选择题解析

主编 黄新民 王剑华



# 大学物理选择题解析

主编 黄新民 王剑华

编委 (以姓氏笔划为序)

王先闻 李娜 孟继德

欧阳滨 赵迎祥 贾祥福

梁景辉 舒玉厚 韩广济

陕西人民教育出版社

# 大学物理选择题解析

大学物理选择题解析

主编 黄新民 王剑华

陕西人民教育出版社出版发行

(西安长安路南段376号)

汉中地区印刷厂印刷

850×1168毫米 1/32 开本 11.25印张 290千字

1990年11月第1版 1990年11月第1次印刷

印数：1—4,000

ISBN 7-5419-1995-0/G·1677

定价：4.85元

## 前 言

选择题是物理考题的一种重要形式，是考试改革的趋向。它对全面掌握物理学的基本理论，加深理解基本概念，澄清模糊认识，启发学生思考，培养智能有很大帮助。但如何系统分析、解答普通物理选择题，目前尚无这方面的参考书。鉴此，我们组织了陕西、山西等地多年从事普通物理教学的教师，根据教学实践中的积累，依据普通物理教学大纲，参考了国内外有关教材及研究生入学试题，编写了这本选择题解析。

本书是在充分了解普通物理教学现状和师生的迫切需要情况下编写的。它的显著特点是以概念为主、对大量具有代表性的习题进行了较详细的分析解答，以培养学生运用物理基础知识分析、解答问题的技巧和能力。全书分为力学、热学、电磁学、光学、量子物理等五编，共约700余例。选题既注意到典型性、又保持持了内容的完整性、系统性；既适合大专院校及各类成人大学师生使用，又可作为广大青年自学及中学教师的参考，也利于报考研究生的人员复习普通物理。

鉴于我们经验不足，水平有限，从选题到分析难免有不妥之处，恳请读者不吝指正。

编 者

1990年7月

# 目 录

<b>第一编 力学</b> .....	( 1 )
第一章 质点运动学.....	( 1 )
第二章 质点动力学.....	( 13 )
第三章 功和能.....	( 30 )
第四章 刚体力学.....	( 49 )
第五章 万有引力.....	( 66 )
第六章 机械振动和机械波.....	( 74 )
第七章 物质的弹性.....	( 88 )
第八章 流体力学.....	( 94 )
第九章 相对论基础.....	(100)
<b>第二编 热学</b> .....	(107)
第一章 平衡态 温度 气态方程.....	(107)
第二章 气体分子运动论.....	(114)
第三章 热力学基础.....	(121)
第四章 气体 液体 固体 相变.....	(137)
<b>第三编 电磁学</b> .....	(148)
第一章 静电场.....	(148)
第二章 静电场中的导体和电介质.....	(162)
第三章 稳恒电流 电路.....	(176)
第四章 磁场.....	(190)
第五章 电磁感应.....	(211)
第六章 交流电 电磁波.....	(221)
<b>第四编 光学</b> .....	(229)

第一章	光的反射 折射	(229)
第二章	光的干涉 衍射	(239)
第三章	光的偏振	(257)
第四章	光的吸收 散射 色散	(263)
<b>第五编</b>	<b>量子物理</b>	<b>(269)</b>
第一章	波和粒子	(269)
第二章	原子结构 玻尔理论	(279)
第三章	量子力学基础	(296)
第四章	多电子原子 分子	(304)
第五章	固体物理基础	(317)
第六章	原子核 基本粒子	(323)
附录1	综合练习题	(336)
附录2	综合练习题答案	(354)

# 第一编 力学

## 第一章 质点运动学

1.1 下列说法中正确的是 [ ]

- A. 一物体具有恒定的速度，但仍有变化的速率；
- B. 运动物体的加速度越大，物体的速度也越大；
- C. 一物体具有加速度，其速度有可能为零；
- D. 物体的加速度值很大，则物体速度的值一定要改变。

**【分析】** A说法中恒定的速度指大小、方向都不变化的运动，故不可能有变化的速率。B说法中把加速度与速度说成是正比关系，显然是错误的。C中如果该物体是上抛运动中的物体，到最高点时，它具有加速度，但速度为零。D中的物体如果是匀速圆周运动，则物体具有加速度，但速度的值却不变。故应选答案 C。

1.2 一运动物体的瞬时速度和平均速度总是相等，则该物体所作的运动为 [ ]

- A. 匀加速直线运动；
- B. 自由落体运动；
- C. 匀速圆周运动；
- D. 匀速直线运动。

**【分析】** 由定义  $v = \Delta x / \Delta t$

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

可见：只有匀速直线运动时，瞬时速度才总和平均速度相

等。故应选答案D。

1.3 氢气球下系一重物,当气球升到离地面100米的高处时,系绳突然断开,重物下落。这一重物下落到地面的运动与另一物体从100米高处自由下落到地的运动相比,正确的说法应该是 [ ]

- A. 下落的时间相同; B. 下落的位移相同;  
C. 下落的路程相同; D. 落地时速度相同。

【分析】氢气球下的重物在100米高处系绳突然断开,重物此时仍然有一个向上的速度,所以它将上升一段距离后再作自由下落运动。因此,不能与从100米高处自由下落的物体的运动等效。而由位移的定义可知,这两种情况下的位移是相等的。故应选答案B。

1.4 下列几种情况,哪一种情况是不可能的 [ ]

- A. 物体具有向东的速度和向西的加速度;  
B. 物体具有恒定的加速度和变化的速度;  
C. 物体具有向东的速度和向南的加速度;  
D. 物体具有变化的加速度和恒定的速度。

【分析】A中物体在作减速直线运动,B中物体在作匀变速运动,C中物体显见作的是圆周运动。D中物体如果作匀速圆周运动,则它具有恒定的速率,因为运动方向在不断地变化,因此这种情况是不可能的。故应选答案D。

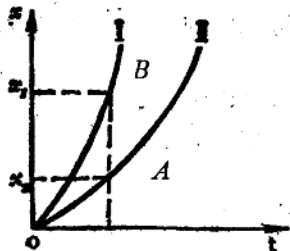


图1-1

1.5 如图1-1所示抛物线I与II分别代表两个质点的 $x-t$ 图线,试据图1-1判断下面说法中哪个正确

- [ ]  
A.  $a_I < a_{II}$ ,  $v_I > v_{II}$   
B.  $a_I < a_{II}$ ,  $v_I < v_{II}$   
C.  $a_I > a_{II}$ ,  $v_I < v_{II}$



D.  $a_1 > a_1, v_A > v_B$ .

【分析】由于是  $x-t$  图，则  $v = dx/dt$  是曲线的斜率。而  $a = dv/dt = d^2x/dt^2$ ，其抛物线方程为二次函数，则二阶导数必为常量，故二者加速度  $a_1$  和  $a_1$  皆为常量。又因  $a_1$  和  $a_1$  都大于零，故二者皆为匀加速运动。在同一时刻  $v_1 > v_1$ ，它们相应的加速度不相等，即  $a_1 \neq a_1$ ，而位移  $x_1 > x_1$ ，故  $a_1 > a_1$ 。

在抛物线 I 中，因为过 B 点切线之斜率大于过 A 点切线之斜率，故 B 点速度大于过 A 点的速度，即  $v_A < v_B$ 。故应选答案 C。

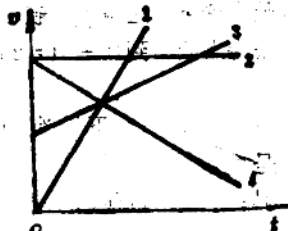


图 1-2

1.6 如图 1-2 所示  $v-t$  图的四条直线，从下面说法中选出一个正确的 [ ]

- A.  $v_{01}$  最小， $a_1$  最大；
- B.  $v_{02}$  最大， $a_2$  最小；
- C.  $v_{03}$  最大， $a_3$  最大；
- D.  $v_{04}$  最大， $a_4$  最小。

【分析】根据  $a = dv/dt$  知，直线的斜率最大时则加速度就最大，故直线 1 所表示的运动的加速度最大。而由图可知其初速度为零，所以其速度是最小的。故应选答案 A。

1.7 一物体在真空中由静止自由下落，已知其末速度，下面哪种说法是正确的 [ ]

- A. 可以算出该物体的重量；
- B. 可以确定该物体下落的距离；
- C. 不能确定出下落的时间；
- D. 以上说法都不正确。

【分析】因为是在真空中的自由落体，由公式可确定下落的距离，即  $h = v^2/2g$ ，时间  $t$  也可以确定为  $t = v/g$ 。但重量却不能确定，自由落体运动中的物体重量不能决定其速度的快慢，这在

伽利略时代就已验证过了。故应选答案B。

1.8 从港口A到港口B的行程需时12昼夜。每天中午由A到B和由B到A分别开出一艘轮船，每一艘开出的轮船在公海上遇到的轮船数为 [ ]

- A. 12; B. 23; C. 24; D. 25.

【分析】从A港口发出的轮船，一则遇到从B港口发出正行驶在中途的轮船；二则遇到正在离开B港口的轮船。从A港口发出的轮船正在出港时，已经有12艘轮船行驶在途中，正在从B港口发出的轮船也包括在内(但不包括此时刚到达A港口的一艘)，此外，从A港口发出的轮船在12昼夜行驶过程中，还遇到11艘从B港口发出的轮船，这样每一艘轮船在公海上就遇到 $12+11=23$ 艘轮船。故应选答案B。

1.9 一物体以50米/秒的速率向上竖直抛出，它在下落途中到达起点以上30米高处一点要用的时间是 [ ]

- A. 0.65秒; B. 8秒; C. 9.6秒; D. 11秒.

【分析】取向上为正方向， $a = -9.8$ 米/秒<sup>2</sup>， $v_0 = 50$ 米/秒， $s = 30$ 米。用 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ ，解出两个根0.65秒和9.6秒，显然大的值是物体下降途中经过该点的时间。故应选答案C。

1.10 某质点的运动方程为 $x = 3t^3 - 5t + 6$ ，则该质点作的运动是 [ ]

- A. 变加速直线运动; B. 曲线运动;  
C. 匀加速直线运动; D. 变速圆周运动.

【分析】因为 $dx/dt = v$ ， $dv/dt = a$ ，据题设 $dv/dt = 18t$ 米/秒<sup>2</sup>，即 $a = 18t$ ，可见该物体是在作变加速直线运动。故应选答案A。

1.11 已知质点做直线运动的运动方程为 $x = 3 + 5t + t^2$ ，式中 $x$ 以米计， $t$ 以秒计，则质点在第3秒初的速度大小等于 [ ]

A. 9米/秒; B. 11米/秒; C. 4米/秒; D. 6米/秒。

**【分析】**  $v = dx/dt = 2t + 5$ , 第3秒初即  $t = 2$  秒, 由此可得出质点在第3秒初的速率为9米/秒。故应选答案A。

1.12 以初速度20米/秒竖直上抛一物体后, 又以10米/秒的初速竖直上抛另一物体, 在高度为4米的地方相遇, 那么上抛两物体的时间差为 ( $g$ 取9.8米/秒<sup>2</sup>) [ ]

A. 4秒; B. 3.3秒; C. 5秒; D. 9秒。

**【分析】** 设在时刻  $t$  相遇, 上抛两物体的时间差为  $\Delta t$ 。在  $t$  秒处相遇时, 先抛的物体是下落, 后抛的物体是上升。由题设及公式可得

$$4 = 20t - \frac{1}{2}gt^2 \quad 4 = 10(t - \Delta t) - \frac{1}{2}g(t - \Delta t)^2$$

则  $t = \frac{20 \pm \sqrt{400 - 8g}}{g}$ ,  $t - \Delta t = \frac{10 \pm \sqrt{100 - 8g}}{g}$

上升的取负号, 下降的取正号, 解得时间差为3.3秒, 故应选答案B。

1.13 在一平直公路上, 有一轿车和一辆卡车同时由静止状态开动, 开动时轿车在卡车后某一距离, 轿车的加速度是  $a_1 = 3$  米/秒<sup>2</sup>, 卡车的加速度是  $a_2 = 2$  米/秒<sup>2</sup>。当卡车开行75米后, 轿车越过卡车, 在开动时轿车与卡车的距离是 [ ]

A. 39米; B. 36米; C. 37.5米; D. 40米。

**【分析】** 设轿车与卡车间的距离是  $x$ , 在  $t$  时间内轿车赶上卡车, 这时卡车前进了75米, 轿车前进了  $75 + x$  米, 因两车均作匀加速运动, 则

$$75 + x = \frac{1}{2}a_1t^2 \quad 75 = \frac{1}{2}a_2t^2$$

联立解得  $t = 8.7$  秒,  $x = 37.5$  米。故应选答案C。

1.14 一升降机以加速度1.22米/秒<sup>2</sup>上升, 当速度为2.44米/秒时, 有一螺帽自升降机的天花板上松落。天花板与升降机的底

面相距2.74米，螺帽从天花板落到底面所需的时间为 [ ]

- A. 1秒; B. 0.71秒; C. 2.5秒; D. 4.5秒

【分析】取向上为正方向，由题设可知螺帽下落的距离 $s_2$ 为：

$$-s_2 = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

升降机底面上升的距离 $s_1$ 为： $s_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

联立有： $s_1 + s_2 = \frac{1}{2} (g + a) t^2 = h$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g+a}} = 0.71 \text{ (秒)}$$

故应选答案B。

1.15 一列火车自车站开出，以 $a_1 = 2$ 米/秒<sup>2</sup>的加速度运行 $t_1 = 10$ 秒后，匀速运行 $t_2 = 30$ 秒，最后再以 $a_2 = -4$ 米/秒<sup>2</sup>的减速运动停入下一站，这列火车共运行的距离是 [ ]

- A. 800米; B. 850米; C. 900米; D. 750米。

【分析】据题设及运动学公式得

$$s_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 = 100 \text{ 米 (加速)}$$

$$s_2 = v t = (a_1 t_1) \cdot t_2 = 600 \text{ 米 (匀速)}$$

$$s_3 = -\frac{v^2}{2a_2} = -\frac{(a_1 t_1)^2}{2a_2} = 50 \text{ 米 (减速)}$$

所以 $s = s_1 + s_2 + s_3 = 750$ 米。故应选答案D。

1.16 甲乙两车由同一地点向同一方向行驶，甲车初速 $v_{01} = 15$ 米/秒，加速度 $a_1 = -50$ 厘米/秒<sup>2</sup>；乙车初速 $v_{02} = 11$ 米/秒，加速度 $a_2 = 0.3$ 米/秒。甲乙两车相遇的时间应为 [ ]

- A. 5秒; B. 10秒; C. 15秒; D. 30秒。

【分析】甲乙两车沿同一方向行驶，相遇时，两车行驶的路程必然相等，即 $s_1 = s_2$ 。由匀加速直线运动的公式

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

可得  $s_1 = 15t - \frac{1}{2} \times 0.5t^2$

$$s_2 = 11t + \frac{1}{2} \times 0.3t^2$$

由  $s_1 = s_2$  可解出  $t = 10$  秒。故应选答案 B。

1.17 一汽车在一分半钟内使速率从 25 公里/小时均匀地增加到 55 公里/小时。一自行车在一分半钟内从静止均匀地加速到 30 公里/小时的速率，则下面说法正确的是 [ ]

- A. 自行车加速度大于汽车加速度；
- B. 汽车加速度大于自行车加速度；
- C. 两者加速度一样大；
- D. 上面三种说法都不对。

**【分析】** 加速度的定义为

$$a = \frac{v_t - v_0}{t},$$

汽车和自行车在一分半钟的时间内，速率的增加量均为 30 公里/小时。可见两者的加速度相等。故应选答案 C。

1.18 一人站在岸上，用绳通过一定滑轮拉船靠岸。若人以恒定的速率  $v_0$  收绳，则船的速率  $v$  应满足的关系为 [ ]

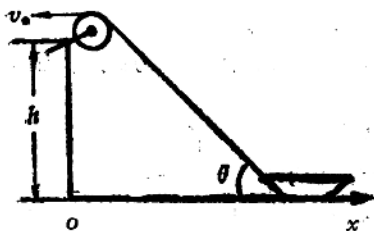


图 1-3

A.  $v < v_0$ ; B.  $v = v_0$ ;

C.  $v > v_0$ ;

D.  $v = v_0 \sin \theta$  ( $\theta$  是绳与水面的夹角)。

**【分析】** 以小船为研究对象，视为质点，它的运动是沿水面水平向左的直线运

动。取坐标系如图 1—3 所示。设岸高为  $h$ ，船与岸顶的距离为  $s$ ，当船处于  $x$  位置时， $s^2 = h^2 + x^2$ ，则  $x = \sqrt{s^2 - h^2}$ 。人在收绳时  $s$  和  $x$  都随时间的增加而减小。收绳的速率为  $v_0$ ，则有  $\frac{ds}{dt} = -v_0$ 。船的速度为

$$\begin{aligned} v &= \frac{dx}{dt} i = \frac{d}{dt} (\sqrt{s^2 - h^2}) i = \frac{s}{\sqrt{s^2 - h^2}} \frac{ds}{dt} i \\ &= -\frac{s}{x} v_0 i = -\frac{1}{\cos\theta} v_0 i \end{aligned}$$

此处负号表明船的速度沿  $x$  轴负向。由于  $x/s = \cos\theta < 1$ ，故船的速率  $v = \frac{1}{\cos\theta} v_0 > v_0$ 。应选答案 C。

1.19 某质点在  $x$ - $y$  平面内运动，其运动方程为  $x = 2t$ ， $y = 19 - 3t^2$  ( $t$  以秒计， $x$ ， $y$  以米计)，则质点在第二秒末的加速度为 [ ]

- A. 6米/秒<sup>2</sup>，方向沿  $x$  轴正向；
- B. 6米/秒<sup>2</sup>，方向沿  $y$  轴正向；
- C. 6米/秒<sup>2</sup>，方向沿  $x$  轴负向；
- D. 6米/秒<sup>2</sup>，方向沿  $y$  轴负向。

【分析】由加速度的定义可知

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2} \quad a_y = \frac{d^2y}{dt^2}$$

将  $x$  和  $y$  的表达式代入上式得

$$a_x = 0 \quad a_y = -6 \text{ (米/秒}^2\text{)}$$

显然加速度的大小  $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 6$  米/秒<sup>2</sup>，其方向沿  $y$  轴负向。故应选答案 D。

1.20 已知质点的运动方程为

$$r = a \sin \omega t i + b \cos \omega t j$$

该质点在  $x$ - $y$  平面内所作的运动是 [ ]

- A. 圆周运动；
- B. 匀速椭圆运动；

C. 变速椭圆运动, D. 抛物线运动。

【分析】质点的运动方程可分别写为

$$x = a \sin \omega t \quad y = b \cos \omega t$$

质点运动的轨迹方程为  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ , 即质点所作的运动是椭圆运动。由速度的定义可求出质点速度的表达式

$$v = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = a\omega \cos \omega t \mathbf{i} - b\omega \sin \omega t \mathbf{j}$$

此式表明, 速度  $v$  是随时间变化的。故应选答案 C。

1. 一质点沿  $x$  轴运动, 已知加速度  $a = 4t$ , 初始条件为,  $t = 0$  时,  $v_0 = 0$ ,  $x_0 = 10$ , 则其运动方程为 [ ]

A.  $x = \frac{2}{3}t^3 + 10$

B.  $x = 2t^3 + 10$

C.  $x = \frac{1}{4}t^2 + 10$

D.  $x = t^2 + 10$

【分析】由加速度的定义知

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}, \quad \text{即} \quad dv_x = a_x dt$$

$$v_x = \int a_x dt$$

把  $a_x = 4t$  代入上式, 得

$$v_x = \int 4t dt = 2t^2 + c_1$$

当  $t = 0$  时,  $v_x = 0$ , 于是得  $c_1 = 0$ ; 再由速度的定义可得

$$x = \int 2t^2 dt = \frac{2}{3}t^3 + c_2$$

当  $t = 0$  时,  $x_0 = 10$ , 于是得  $c_2 = 10$ 。所以质点的运动方程为

$$x = \frac{2}{3}t^3 + 10$$

故应选答案 A。

1. 一质点沿  $x$  轴运动, 它的加速度与速度成正比, 其方向与运动方向相反, 初始位置坐标为  $x_0$ , 初速度  $v_0$ , 则该质点位移

的表达式应为 [ ]

A.  $v_0 ke^{-kt}$ ; B.  $\frac{v_0}{k}(1 - e^{-kt})$ ; C.  $\frac{v_0}{k}e^{-kt}$ ; D.  $v_0 t$

**【分析】**由题意知质点沿x轴运动，加速度与速度之间的关系为

$$\frac{dv}{dt} = a = -kv$$

分离变量积分

$$\int \frac{dv}{v} = \int -k dt, \quad \ln v = -kt + c$$

将初始条件考虑进去可得

$$v = v_0 e^{-kt}$$

利用  $\frac{dx}{dt} = v = v_0 e^{-kt}$ ，再次积分得

$$x = -\frac{v_0}{k} e^{-kt} + c$$

当  $t=0$  时， $x=x_0$ ，代入上式求得  $c = x_0 + \frac{v_0}{k}$ ，于是可求出质点位移的表达式为

$$x - x_0 = \frac{v_0}{k} (1 - e^{-kt})$$

故应选答案B。

1.23 在平稳而匀速直线运动的火车车厢中，从某个坐上有人竖直向上抛出一石块，下列说法中正确的是 [ ]

- A. 石块落在抛出者前方；
- B. 石块落在抛出者后方；
- C. 石块落到抛出者手中；
- D. 条件不够，无法判定。

**【分析】**抛出者静止于车厢中，它抛出的石块具有和火车一



样的匀速水平运动，也就是说石块和抛出者在水平方向的相对位置不变。对于抛出者而言，石块相对它作竖直上抛运动，所以石块应落在抛出者手中。故应选答案C。

1.24 一皮球从2.5米高处自由下落，触地后竖直向上跳起，设它上跳的速率为着地时速率的 $\frac{3}{5}$ ，则球再跳起的高度为〔 〕

- A. 0.5米； B. 1.0米； C. 0.7米； D. 0.9米

【分析】皮球下落时的高度 $h_1=2.5$ 米，着地时的速率 $v_1=\sqrt{2gh_1}$ 。设皮球上跳时离地的速率为 $v_2$ ，由题意知， $v_2=\frac{3}{5}\sqrt{2gh_1}$ 。再设皮球上跳的高度为 $h_2$ ，由竖直上抛的公式得

$$h_2 = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{\left(\frac{3}{5}\sqrt{2gh_1}\right)^2}{2g} = \frac{9}{25}h_1 = 0.9 \text{ (米)}$$

故应选答案D。

1.25 设火箭信管的燃烧时间为6秒，今在与水平面成 $45^\circ$ 角的方向把火箭发射出去，欲使火箭在弹道的最高点爆炸，发射火箭的初速度应为（ $g$ 取10米/秒<sup>2</sup>）〔 〕

- A. 90米/秒； B. 100米/秒； C. 85米/秒； D. 95米/秒。

【分析】火箭发射后运动的轨迹为抛物线，当火箭达到最高点时，所用的时间 $t_h = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ ，由此可得 $v_0 = \frac{gt_h}{\sin \alpha} = \frac{10 \times 6}{\sin 45^\circ} = 85$ （米/秒）。故应选答案C。

1.26 炮弹以初速度 $v_0=400$ 米/秒，仰角 $\alpha=30^\circ$ 的方向发射。在离炮位5000米的水平距离处有一竖直的悬崖，炮弹击目标的高度为〔 〕

- A. 360米； B. 4600米； C. 1020米； D. 1807米；

【分析】炮弹的运动为一斜抛运动，它可分解为水平和竖直两个方向的运动，其运动方程为