

三级跳

微型题库
丛书

高二
物理

根据最新教材编写

发散思维训练

综合能力立意

最新同步习题

三级层次跃进

北京考试题库研究中心
北京教育出版社

三级跳微型题库丛书

高二 物理



北京考试题库研究中心
北京教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

三级跳丛书·高二物理/北京考试题库研究中心编著. 北京:
北京教育出版社, 1999.12

ISBN 7-5303-1999-X

I. 三… II. 北… III. 物理课-高中-教学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 52656 号

三级跳丛书

高二物理

GAOER WULI

北京考试题库研究中心

北 京 教 育 出 版 社

*

北 京 教 育 出 版 社 出 版

(北京北三环中路 6 号)

邮政编码: 100011

北京出版社出版集团总发行

新 华 书 店 经 销

北京市朝阳展望印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 10 印张 200 000 字

2000 年 2 月第 1 版 2001 年 4 月第 2 版第 4 次印刷

印数 21 001-41 000

ISBN 7-5303-1999-X

C·1973 定价: 12.00 元

《三级跳丛书》

主 编 单 位：北京考试题库研究中心
北京教育出版社

语文学科主编：高石曾

数学学科主编：傅敬良

英语学科主编：李俊和（高中部分）
李 黎（初中部分）

物理学科主编：樊 福

化学学科主编：王美文

本 册 编 者：李 里
万行义

陈继蟾

樊 福

黄 韬

A2AA42/05

前 言

为了减轻学生课业负担，加强素质教育，注重能力培养，体现新世纪教育要求，适应应试教育向素质教育转轨的新形势，我们特邀北京考试题库研究中心的专家精心为大家编写了《三级跳丛书》。

这套丛书按年级编写，每年级一科一本，共包括语文、数学、英语、物理、化学五科。它特点鲜明、容量精当、适应教改要求，是最新推出的换代产品。

符合学生实际 本书的编写以教育部的最新教学大纲为依据，与课本配套；以章（单元）为序，理科同步到节，文科同步到课。在内容设置上包含例题精解和能力训练三级跳两大部分，讲练结合、层层提高。所有例题均经专家们反复筛选后确定，标准化程度高，科学性强；每道例题均安排了思路分析与讲解、说明，逐一为广大学生指明了各类题目的解题要领，重在把学习方法教给你。

训练方法先进 本书在“能力训练三级跳”中采用阶梯跃进的方法，分为能力训练一级跳、能力训练二级跳、能力训练三级跳三个层次，由浅入深、由易到难，不但可以满足不同学生的实际需要，而且可以避免滑落题海，无功而返。三级跳这一阶梯跃进训练法，既是为了适应教学

要求设定的不同标准，又是为了方便学生根据自己的能力加强主动学习的积极性。

突出能力立意 针对教育改革特别是考试改革的要求，本书在编写中特别注重突出能力立意的特点，通过“能力训练三级跳”的形式，以综合性、应用性的能力训练为主，从多角度、多侧面、多情境、多层次等不同方面展开训练，不但可以综合考查自己的知识能力应用水平，而且可以有效地帮助你灵活掌握学习方法和规律。

参考答案详细 本书的又一个特点是参考答案详细。过去学生经常发愁的是，做了题却不知究竟对不对，即便答案相符，也对解题思路一知半解，很难获得真正的收获。本书则有别于以往的教学辅导书，在参考答案上力求详尽提示，讲明步骤，准确无误，不仅要让你学会，还要帮助你会学。

为使本书能更好地为读者服务，在每本书的后面，我们均安排了意见反馈表，并特别设置了如下奖励措施：凡是发现书内差错 5 个以上的，我们将奖励下一年度同科目书一册（高三学生奖励当年《十月》杂志一册），并在此书再版时，您将作为本书特聘监督员登录在册，希望读者积极参与（注：相同差错的取前 20 名）。由于时间紧，水平有限，书中难免会有不足之处，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 电场	(1)
例题精解	(1)
能力训练一级跳	(10)
能力训练二级跳	(17)
能力训练三级跳	(33)
第二章 恒定电流	(38)
例题精解	(38)
能力训练一级跳	(50)
能力训练二级跳	(62)
能力训练三级跳	(85)
第三章 磁场	(90)
例题精解	(90)
能力训练一级跳	(101)
能力训练二级跳	(110)
能力训练三级跳	(128)
第四章 电磁感应	(134)
例题精解	(134)
能力训练一级跳	(144)
能力训练二级跳	(155)
能力训练三级跳	(173)
第五、六章 交变电流 电磁振荡和电磁波	(178)
例题精解	(178)

能力训练一级跳.....	(186)
能力训练二级跳.....	(194)
能力训练三级跳.....	(211)
第七章 光的反射和折射	(215)
例题精解.....	(215)
能力训练一级跳.....	(226)
能力训练二级跳.....	(234)
能力训练三级跳.....	(251)
第八、九章 光的本性 原子和原子核	(255)
例题精解.....	(255)
能力训练一级跳.....	(264)
能力训练二级跳.....	(272)
能力训练三级跳.....	(287)
参考答案	(290)

第一章

电 场

例题精解

例 1 真空中有两个完全相同的金属小球，带电量大小分别是 $3q$ 和 q ，两球相距为 r 时（ r 远大于小球半径），它们之间的静电引力为 F 。若将两个小球接触后再分开，并使它们相距为 $2r$ ，问：它们之间的静电力将如何变化？

分析 由原来相互作用力为引力，可知两小球分别带异种电荷，且带电量不同。两球所带电荷是守恒的，它们相接触后，一部分正、负电荷要中和，由于两金属小球大小相同，未被中和的电荷被两球平分，所以接触后两球带同种电荷，相互间静电力为斥力，其大小可由库仑定律计算得出（ r 远大于球半径，库仑定律可以使用）。

解 设两金属小球原带电量分别为 $Q_A = 3q$ ， $Q_B = -q$ 。则接触后它们带电量为 $Q'_A = Q'_B = q$ ，根据库仑定律

$$\text{接触前 } F = k \frac{Q_A Q_B}{r^2} = k \frac{3q^2}{r^2}$$

$$\text{接触后 } F' = k \frac{Q'_A Q'_B}{(2r)^2} = k \frac{q^2}{4r^2}$$

可得 $F' = \frac{1}{12}F$ ，是斥力。

说明 认真审题，由两小球间是静电引力的隐含条件，分析出

两球带异种电荷，以后的推导方可能有正确的结论。

例 2 两个点电荷 A 、 B 相距 L ，它们所带电量分别为 $q_A = 16Q$ 和 $q_B = -9Q$ ，问：将另一个点电荷 C 放在何处可使三个点电荷都处于静止状态？这时 C 带何种电荷？所带电量是多少？

分析 本题可由放入点电荷 C 后，三个点电荷都处于静止状态，得知任一点电荷受其他两个点电荷的静电力的合力为零。应用库仑定律问题可解；本题还可以考虑，三个点电荷都处于静止状态，必须满足任意两个点电荷在第三个点电荷处产生的合场强为零，即应用场的叠加思想考虑，所得结论与前面相同。以下用场强叠加来解题。

解 设两点电荷 A 、 B 保持距离 L 不变，将电荷 C 放在 A 、 B 产生的合场强为零处， C 可保持静止。由于 $q_A > q_B$ ，所以 C 电荷应放在 A 、 B 连线上 B 的外侧，如图 1-1 所示，设 C 到 B 的距离为 x 。

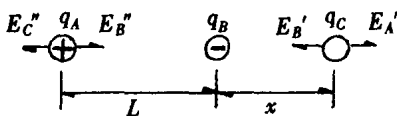


图 1-1

电荷 A 在 C 处产生的场强 $E_A' = k \frac{16Q}{(L+x)^2}$ ，方向向右。

电荷 B 在 C 处产生的场强 $E_B' = k \frac{9Q}{x^2}$ ，方向向左，则有：

$$k \frac{16Q}{(L+x)^2} = k \frac{9Q}{x^2}, \text{ 得 } x = 3L.$$

若电荷 A 静止，电荷 C 应带正电荷。设 C 所带电量为 q_C 。

电荷 B 在 A 处产生的场强 $E_B'' = k \frac{9Q}{L^2}$ ，方向向右。

电荷 C 在 A 处产生的场强 $E_C'' = k \frac{q_C}{(L+x)^2}$ ，方向向左，则

有：

$$k \frac{9Q}{L^2} = k \frac{q_C}{(L+x)^2}, \quad x=3L, \quad \text{得 } q_C=144Q.$$

由上面计算可知, 电荷 C 应放在 A 、 B 连线上 B 的外侧, 距 B 为 $3L$ 处. C 带正电荷, 电量是 $144Q$.

说明 此时电荷 A 和电荷 C 在 B 处的合场强一定是零. 以上解法有利于进一步理解各个点电荷场强的独立性和场强的叠加.

例 3 长为 L 的导体棒原来不带电, 现将一带电量为 q 的正点电荷 $\oplus$ 放在距棒左端 R 处, 如图 1-2 所示, 当达到静电平衡后, 棒上感应电荷在棒内中点 P 处产生的场强如何?

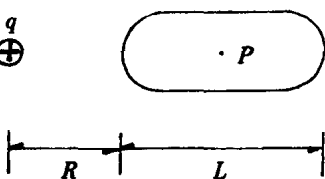


图 1-2

分析 根据静电平衡的导体, 其内部的场强处处为零这一结论可知, 导体棒内中点 P 的场强为零. 这是由于场源电荷 q 所形成的电场与棒上出现感应电荷所形成的附加电场相互叠加的结果.

题中所问的是感应电荷在棒内中点 P 产生的场强, 它的大小一定与点电荷 q 在 P 点产生的场强大小相等、且方向相反.

解 感应电荷在中点 P 的场强

$$E_{\text{感}} = k \frac{q}{\left(R + \frac{L}{2}\right)^2} = \frac{4kq}{(2R + L)^2}, \quad \text{方向是从右向左.}$$

说明 若问棒内中点 P 的场强, 是指 P 点的合场强; 本题所问是感应电荷在 P 点的场强; 还有可能问的是场源电荷在 P 点的场强. 所以回答问题前首先要明确问的是什么, 再进行下一步的分析.

例 4 如图 1-3 所示, 平行板电容器的两极板 A 和 B 水平放置, 两板分别接在电压为 60 V 的恒压源上, 它们之间的距离为 d_0

$=3.0\text{ cm}$. 电容器所带电量为 $Q=6.0\times 10^{-8}\text{ C}$, 将 A 极板接地. 求: (1) 此平行板电容器的电容; (2) 平行板电容器两极板之间的电场强度; (3) 距 B 极板为 $d'=2.0\text{ cm}$ 的 D 点的电势; (4) 将一个电量为 $q=8.0\times 10^{-9}\text{ C}$ 的正点电荷从 D 点移到 B 板电场力所做的功; (5) 若将 B 板向上移动 1.0 cm , 两板间的场强 E' , D 点的电势 U_D' , 仍将 q 从 D 点移到 B 板电场力做功 W' 如何?

分析 根据电容的定义式和匀强电场场强公式, 可分别求出电容 C 和场强 E ; 计算 D 点电势时, 应以接地的 A 极板为零电势, 求出 D 点与 A 板的电势差, 即为 D 点的电势; 确定移动电荷 q 时电场力做的功, 可由

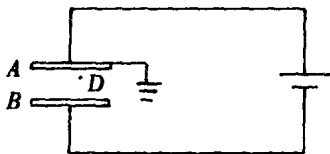


图 1-3

电场力与移动的距离求功, 亦可由 q 与电势差的乘积求功; 当极板和电源连接着改变板间距离时, 两极板间电势差不变, 可先求出场强 E' , 再求电势 U_D' 和功 W' .

解 (1) 电容器的电容

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{6.0 \times 10^{-8}}{60} \text{ F} = 1.0 \times 10^{-9} \text{ F}$$

(2) 两极板间场强

$$E = \frac{U}{d_0} = \frac{60}{3.0 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 2.0 \times 10^3 \text{ V/m}$$

(3) A 板接地, 则电势 $U_A = 0$, 因此 D 点电势为负值

$$U_D = U_{DA} = -E \times \overline{DA} = -2.0 \times 10^3 \times (3.0 - 2.0) \times 10^{-2} \text{ V} = -20 \text{ V}$$

(4) 正电荷从高电势向低电势移动, 电场力做正功

$$W = qU_{DB} = 8.0 \times 10^{-9} \times \{(-20) - (-60)\} \text{ J} = 3.2 \times 10^{-7} \text{ J}$$

(5) B 板向上移动 1.0 cm , 两板间距 $d'_0 = 2.0\text{ cm}$, 场强

$$E' = \frac{U}{d'_0} = \frac{60}{2.0 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 3.0 \times 10^3 \text{ V/m}$$

$$U'_D = U'_{DA} = -E' \times \overline{DA} = -3.0 \times 10^3 \times 1.0 \times 10^{-2} \text{ V} = -30 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} W' &= q U'_{DB} = 8.0 \times 10^{-9} \times [(-30) - (-60)] \text{ J} \\ &= 2.4 \times 10^{-7} \text{ J} \end{aligned}$$

说明 平行板电容器与电源连接，通常有 (1) 不断开电源，(2) 断开电源的两种情况下改变两板间距离，讨论电容器的带电量 Q ，两板电压 U ，以及场强 E 的变化情况。首先抓住不断开电源时两板电势差不变；断开电源时两板的带电量不变，结合电容 $C \propto \frac{\epsilon S}{d}$ ， $E = \frac{U}{d}$ ， $C = \frac{Q}{U}$ 讨论，这类问题就可解决。

例 5 在点电荷 $+Q$ 形成的电场中，同一条电场线上有 M 、 N 两点。先后把质量为 $4m$ ，带电量为 $+2q$ 的粒子 A 和另一质量为 m 的带电量为 $+q$ 的粒子 B ，从 M 点由静止释放。在电场力作用下粒子沿电场线运动经过 N 点。 B 粒子经过 N 点时动能为 E_1 ，动量大小为 p_1 ； A 粒子经过 N 点时动能为 E_2 ，动量大小为 p_2 。则 ()

- A. $E_1 > E_2$, $p_1 > p_2$ B. $E_1 > E_2$, $p_1 < p_2$
C. $E_1 < E_2$, $p_1 > p_2$ D. $E_1 < E_2$, $p_1 < p_2$

分析 带电粒子从 M 至 N 电场力做的正功转化为粒子的动能， $W_{\text{电}} = QU = E_k$ ；再根据动能与动量的关系式 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ ，可求出粒子动量进行比较。

解 设 M 、 N 之间电势差为 U ，
粒子 A 由 M 点到 N 点电场力做正功。

$$W_A = 2qU = E_2$$

$$E_2 = \frac{p_2^2}{2 \times 4m}, \quad p_2 = \sqrt{8mE_2}$$

$$\text{粒子 } B \quad W_B = qU = E_1$$

$$E_1 = \frac{p_1^2}{2m}, \quad p_1 = \sqrt{2mE_1}$$

由上面计算可知: $E_2 > E_1$, $p_2 > p_1$, 即选项 D 正确.

说明 粒子由 M 到 N 是变化的电场力做功, 由功和能的关系确定所做功转化为粒子的动能. 而且宏观物体的动能与动量关系, 对于带电粒子照样成立, 本题 A、B 粒子附标用 2、1 表示, 与通常习惯相反, 在此强调审题的重要性.

例 6 如图 1-4 所示, 在厚铅板 A 表面有一放射源 C, 可向各个方向射出速率为 v_0 的电子. 已知电子质量为 m , 电量为 e . 在金属网 B 与 A 板间加一水平向左的匀强电场, 其场强为 E . A、B 间距离为 d_1 , M 为荧光屏, B、M 间距离为 d_2 , 整个装置放在真空容器中. 试求: (1) 电子向什么方向射出时, 到达荧光屏所用时间最短? 最短时间是多少? (2) 电子向什么方向射出

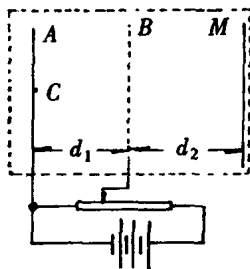


图 1-4

时, 到达荧光屏所用的时间最长? 最长时间是多少? (3) 能使屏产生荧光的最大范围是多大?

分析 放射源 C 发射速率为 v_0 的电子是向各个方向的, 若电子垂直于 A 板表面向右飞出, 则电子所受的电场力与初速度同向, 在 AB 间做匀加速直线运动, 在 BM 间做匀速直线运动, 所用时间最短, 到达 M 板上 D 点, CD 的连线垂直于 A 板和荧光屏; 若电子平行于 A 板表面飞出, 它的水平分速度为零, 在 AB 间做类似平抛运动, 在 BM 间做匀速直线运动, 所用时间最长.

解 (1) 设电子从 A 到 B 的时间为 t_1 , 它在电场中受电场力

$$F = eE, \text{ 则加速度为: } a = \frac{eE}{m}$$

电子在 AB 间做匀加速直线运动, 有:

$$v_B^2 = v_0^2 + 2ad_1 \quad t_1 = \frac{d_1}{\left(\frac{v_0 + v_B}{2}\right)}$$

$$\text{可得 } t_1 = \frac{2d_1}{v_0 + \sqrt{v_0^2 + \frac{2eEd_1}{m}}}$$

电子从 B 到 M 所用时间为: $t_2 = \frac{d_2}{v_B}$

$$\text{可得 } t_2 = \frac{d_2}{\sqrt{v_0^2 + \frac{2eEd_1}{m}}}$$

电子从 A 到 M 所用的最短时间为:

$$t_{\min} = t_1 + t_2 = \frac{2d_1}{v_0 + \sqrt{v_0^2 + \frac{2eEd_1}{m}}} + \frac{d_2}{\sqrt{v_0^2 + \frac{2eEd_1}{m}}}$$

(2) 电子平行于 A 板飞出, 到达屏的时间最长, 设其到达 B 的水平分速度为 v'_B , 所用时间为 t'_1 , 则:

$$v_B'^2 = 2ad_1$$

$$t'_1 = \frac{d_1}{v'_B/2} = \sqrt{\frac{2d_1}{a}} = \sqrt{\frac{2md_1}{eE}}$$

设电子从 B 到 M 所用时间为 t'_2 ,

$$t'_2 = \frac{d_2}{v'_B} = d_2 \sqrt{\frac{m}{2eEd_1}}$$

电子从 A 到 M 的最长时间为:

$$t_{\max} = t'_1 + t'_2 = \left(\frac{2d_1 + d_2}{2d_1}\right) \sqrt{\frac{2md_1}{eE}}$$

(3) 由于电子在垂直于 CD 的方向始终不受力, 所以在此方向电子做匀速直线运动. 它所达到的最大距离是屏上以 D 为中心的一个圆, 此圆的最大半径

$$R_{\max} = v_0 t_{\max} = v_0 \left(\frac{2d_1 + d_2}{2d_1} \right) \sqrt{\frac{2md_1}{eE}}.$$

说明 研究带电粒子在电场中的运动, 要把电场知识和力学知识结合起来, 综合分析, 要善于应用运动的合成和分解的有关概念.

例 7 如图 1-5 所示, 水平放置的两平行金属板 A、B 相距 $d = 15 \text{ cm}$, 两板间电压 $U = 210 \text{ V}$, 带正电的 A 板上有一小孔. 一电量为 $q = -5.0 \times 10^{-11} \text{ C}$, 质量为 $m = 3.0 \times 10^{-9} \text{ kg}$ 的液滴, 自小孔正上方由静止自由下落. 为保证液滴能落到 B 板上, 液滴初始时距上板 A 的竖直距离应满足什么条件? 若此距离为 35 cm , 则液滴到达 B 板时速度是多少? 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

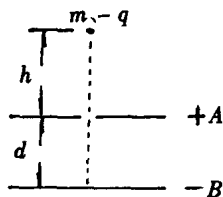


图 1-5

分析 设液滴从 A 板上方高 h 处自由下落, 在全过程重力做正功, 进入小孔后电场力对其做负功. 由功能关系可求最小高度及速度.

解 (1) 设液滴由 A 板上方高 h 处自由下落能到达 B 板. 到达 B 板即液滴速度大于或等于零. 根据动能定理可得出:

$$mg(h + d) - qU = E_k - 0$$

$$E_k \geq 0$$

$$\therefore h \geq \frac{qU}{mg} - d \quad \text{即} \quad h \geq 0.20 \text{ m}$$

$$(2) \quad mg(h + d) - qU = \frac{1}{2}mv_2^2 - 0$$

$$v_2 = \sqrt{2g(h + d) - \frac{2qU}{m}} = \sqrt{3} \text{ m/s} \approx 1.73 \text{ m/s}$$

例 8 如图 1-6 所示, 两块很大的竖立的平行金属板之间, 有

一条长为 $L = 5.0 \text{ cm}$ 的绝缘细线悬挂一个质量为 $m = 0.30 \text{ g}$ 的带电小球，其电量为 $q = 1.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ ，静止在竖直方向。现将开关 S 接通，小球摆动到悬线与竖直方向成 $\theta = 60^\circ$ 角时的速度为零，然后来回摆动。问：(1) 小球所带电性如何？(2) 板间场强多大？(3) 小球摆动过程中的最大动能是多少？取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

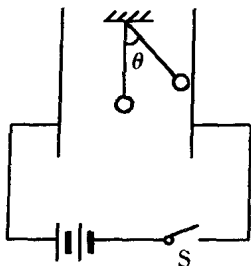


图 1-6

分析 开关 S 接通后，两板间有水平向右的电场。小球向右摆动，其所受电场力向右，可见球带正电。小球以后的运动是振动，所问的是场强和动能，不涉及悬线受的拉力，所以从功能关系去解题，较简便。

解 (1) 小球带正电。

(2) 小球从静止开始运动，到摆线与竖直方向成 $\theta = 60^\circ$ 时速度又为零。在此过程中电场力做正功，重力做负功，动能变化为零。

根据动能定理 $W = E_{k1} - E_{k2}$

$$qEL \sin 60^\circ - mgL(1 - \cos 60^\circ) = 0 - 0$$

$$\therefore E = \frac{mg(1 - \cos 60^\circ)}{q \sin 60^\circ}$$

代入数据得 $E = 1.73 \times 10^4 \text{ N/C}$

(3) 小球摆动时，最高点是摆线与竖直方向成 60° 角，最低位置是摆线竖直时。由于摆动的对称性，摆球的平衡位置是摆线与竖直方向成 30° 角的位置，在此位置时小球的速度最大，动能也最大。根据动能定理

$$qEL \sin 30^\circ - mgL(1 - \cos 30^\circ) = (E_k)_{\max}$$

代入数据得 $(E_k)_{\max} = 2.3 \times 10^{-5} \text{ J}$

说明 重力做功和电场力做功都与物体运动的路径无关，只要