

# 物理教学中要注重典型例题的引申和拓展

刘白生

(江苏省溧水高级中学 江苏 南京 211200)

(收稿日期:2019-03-02)

**摘要:**典型例题是考查知识、学科思想与方法的重要载体,有一定的典型性和代表性,学生容易接受;教师通过对典型例题分析总结出它的规律,并进行引申和拓展,能使学生准确理解概念和规律,以及方法迁移、方法深化、方法灵活应用的能力。

**关键词:**典型例题 引申 扩展 方法

许多教师认为:典型例题容易,高考中一般考不到,仅做典型例题不能满足高考的要求.于是乎,扩充大量的习题,用“题海战术”来提高学生的解题水平.笔者在教学中感到,那种脱离典型例题,大量补充习题的做法是事倍功半的.本文以“物体在周期性力作用下运动”为例说明:紧紧抓住典型例题,总结出它的重要规律和特点,并注重它的引申和拓展,用以培养学生的解题能力,则事半功倍.

## 1 选好典型例题 分析总结出方法和规律

**【典型例题】**在光滑水平面上,一个质量为  $200\text{ g}$  的物体在  $1.0\text{ N}$  的水平力作用下由静止开始做匀加速直线运动.  $2.0\text{ s}$  后将此力换为相反方向的  $1.0\text{ N}$  的力,再过  $2.0\text{ s}$  将力的方向再换过来,……这样,物体受到的力的大小虽然不变,方向却每过  $2.0\text{ s}$  变换一次.求经过半分钟物体的位移.

$$\text{解析: } a = \frac{F}{m} = \frac{1.0\text{ N}}{0.2\text{ kg}} = 5\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

第一个  $2.0\text{ s}$  位移

$$s_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{1}{2} \times 5\text{ m/s}^2 \times 2.0^2\text{ s}^2 = 10\text{ m}$$

第二个  $2.0\text{ s}$  的位移为

$$s_2 = \frac{v^2}{2a} = \frac{(at)^2}{2a} = \frac{(5 \times 2.0)^2}{2 \times 5}\text{ m} = 10\text{ m}$$

半分钟内含  $\frac{30}{2+2} = 7\frac{1}{2}$  个“周期”(  $4\text{ s}$  为 1 个周期).

所以  $s = (20 \times 7 + 10)\text{ m} = 150\text{ m}$

**总结:**此典型例题的典型之处是,知识重点是考查牛顿第二定律及匀变速直线运动规律的应用,方法是对物体的每个运动过程要进行分析,并发现其中的规律.

## 2 变换素材引申题型 培养学生方法迁移的能力

**【例 1】**如图 1(a) 所示,  $A, B$  是一对平行金属板,  $A$  板的电势  $\varphi_A = 0$ ,  $B$  板的电势  $\varphi_B$  随时间的变化规律如图 1(b) 所示,现有一电子从  $A$  板上的小孔进入两板间的电场区内,电子的初速度和重力的影响均可忽略,则( )

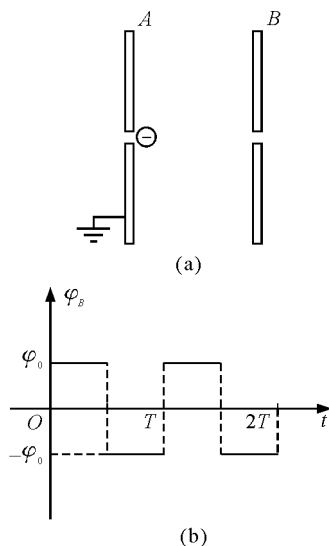


图 1 例 1 题图

A. 若电子是在  $t=0$  时刻进入的,它可能不会到达 B 板

B. 若电子是在  $t = \frac{T}{2}$  时刻进入的,它一定不能到达 B 板

C. 若电子是在  $t = \frac{T}{8}$  时刻进入的,它可能时而向 B 板运动,时而向 A 板运动,最后穿过 B 板

D. 若电子是在  $t = \frac{3T}{8}$  时刻进入的,它可能时而向 B 板运动,时而向 A 板运动,最后穿过 B 板

答案:B,C.

分析:此题虽然是电场题,但电子的受力情况与上述典型例题相似,运动情况相似,所以可用典型例题的方法去做.

解析:若电子从  $t=0$  时刻进入,电子将做单向直线运动,A 错误;若电子从  $\frac{T}{2}$  时刻进入两板,则电子受到电场力方向向左,故无法到达 B 板,B 正确;电子从  $\frac{T}{4}$  时刻进入两板时,电子先加速,经  $\frac{T}{4}$  时速度最大,此时电子受到电场力反向,经  $\frac{T}{4}$  速度减为零,再加速  $\frac{T}{4}$  反向速度最大,接着减速  $\frac{T}{4}$  回到原位,即电子在大于  $\frac{T}{4}$  时刻进入时一定不能到达 B 板,小于  $\frac{T}{4}$  时刻进入时一定能到达 B 板,所以 C 正确,D 错误. 此题作  $v-t$  图像更易理解.

### 3 改变题设条件拓展题型 培养学生方法深化的能力

**【例2】**如图 2(a) 所示,相距  $d=15\text{ cm}$  的 A、B 两极板是在真空中平行放置的金属板,当给它们加上电压后,它们之间的电场可视为匀强电场. 今在 A、B 两板之间加上如图 2(b) 所示的交变电压,交变电压的周期  $T=1.0 \times 10^{-6}\text{ s}$ ,  $t=0$  时 A 板的电势比 B 板的电势高,且  $U_0=1\ 080\text{ V}$ ,一个比荷  $\frac{q}{m}=1.0 \times 10^8\text{ C/kg}$  的带负电荷的粒子在  $t=0$  时刻从 B 板附近由静止开始运动,不计重力.

(1) 当粒子的位移为多大时,速度第一次达到最大,最大值是多少?

(2) 粒子运动过程中,将与某一极板相碰撞,求粒子碰撞极板时速度大小.

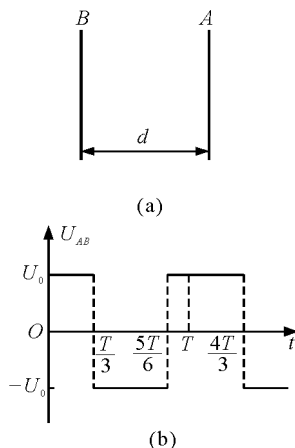


图 2 例 2 题图

分析:此题与例 1 相似,但不同方向的力作用时间不同,因而结果不相同,但所用方法相同,应注重每个过程的分析,一个周期里位移不对称.

解析:粒子在电场中的运动情况比较复杂,可借助于  $v-t$  图像分析运动的过程,如图 3 所示为一个周期的  $v-t$  图像,以后粒子将重复这种运动.

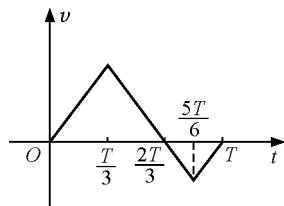


图 3 一个周期的  $v-t$  图像

(1) 在  $0 \sim \frac{T}{3}$  时间内,粒子加速向 A 板运动;当  $t = \frac{T}{3}$  时,粒子速度第一次达到最大,根据牛顿第二定律可知,粒子运动的加速度为

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qU_0}{md}$$

设粒子的最大速度为  $v_m$ ,此时位移为  $s$ ,则

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{qU_0}{md} \left(\frac{T}{3}\right)^2 = 0.04\text{ m}$$

$$v_m = at = \frac{qU_0 T}{3md} = 2.4 \times 10^5\text{ m/s}$$

(2) 粒子在一个周期的前  $\frac{2T}{3}$  时间内,先加速后减速向 A 板运动,位移为  $s_A$ ;在后  $\frac{T}{3}$  时间内,先加速后减速向 B 板运动,位移为  $s_B$ ,以后的每个周期将重复上述运动,由于粒子在加速和减速运动中的加速

度大小相等,即有

$$s_A = 2s = 0.08 \text{ m}$$

$$s_B = 2 \times \frac{qU_0 T^2}{2md \times 36} = 0.02 \text{ m}$$

所以粒子在一个周期内的位移

$$s' = s_A - s_B = 0.06 \text{ m}$$

显然,第2个周期末粒子距A板的距离为

$$L = d - 2s' = 0.03 < 0.04 \text{ m}$$

表明粒子将在第3个周期内的前  $\frac{T}{3}$  时间内到达A

板,设粒子到达A板的速度为  $v$ ,则由  $v^2 = 2aL$ ,有

$$v^2 = \frac{2qU_0 L}{md}$$

解得

$$v = 2.1 \times 10^5 \text{ m/s}$$

**【例3】**如图3(a)所示,A和B是真空中正对面积很大的平行金属板,O是一个可以连续产生粒子的粒子源,O到A,B的距离都是  $l$ .现在A,B之间加上电压,电压  $U_{AB}$  随时间变化的规律如图3(b)所示.已知粒子源在交变电压的一个周期内可以均匀产生300个粒子,粒子质量为  $m$ ,电荷量为  $-q$ .这种粒子产生后,在电场力作用下从静止开始运动.设粒子一旦碰到金属板,它就附在金属板上不再运动,且电荷量同时消失,不影响A,B板电势.不计粒子的重力,不考虑粒子之间的相互作用力.已知上述物理量  $l = 0.6 \text{ m}$ ,  $U_0 = 1.2 \times 10^3 \text{ V}$ ,  $T = 1.2 \times 10^{-2} \text{ s}$ ,  $m = 5 \times 10^{-10} \text{ kg}$ ,  $q = 1.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ .

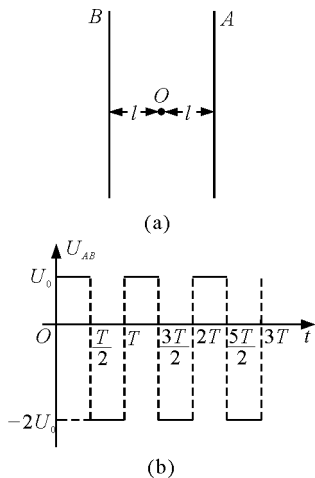


图3 例3题图

(1) 在  $t=0$  时刻产生的粒子,会在什么时刻到达哪个极板?

(2) 在  $t=0$  到  $t = \frac{T}{2}$  这段时间内哪个时刻产生的

粒子刚好不能到达A板?

(3) 在  $t=0$  到  $t = \frac{T}{2}$  这段时间内产生的粒子有

多少个可到达A板?

**分析:**此题与例1相似,但不同方向的力虽然作用时间相同,但力的大小不同,因而结果不相同,但所用方法相同,应注重每个过程的分析,一个周期里位移不对称.

**解析:**(1) 根据图3(b)可知,从  $t=0$  时刻开始粒子向A板运动.因为  $x = \frac{qU_0}{4lm} \left(\frac{T}{2}\right)^2 = 3.6 \text{ m} > l$ ,所以粒子从  $t=0$  时刻开始,一直加速到达A板.设粒子到达A板的时间为  $t$ ,则

$$l = \frac{1}{2} \frac{qU_0}{2lm} t^2$$

解得

$$t = \sqrt{6} \times 10^{-3} \text{ s}$$

(2) 在  $0 \sim \frac{T}{2}$  时间内,粒子的加速度大小为

$$a_1 = \frac{qU_0}{2lm} = 2 \times 10^5 \text{ m/s}^2$$

在  $\frac{T}{2} \sim T$  时间内,粒子的加速度大小为

$$a_2 = \frac{2qU_0}{2lm} = 4 \times 10^5 \text{ m/s}^2$$

可知  $a_2 = 2a_1$ ,若粒子在  $0 \sim \frac{T}{2}$  时间内加速  $\Delta t$ ,

再在  $\frac{T}{2} \sim T$  时间内减速  $\frac{\Delta t}{2}$  刚好不能到达A板,则

$$l = \frac{1}{2} a_1 \Delta t \cdot \frac{3}{2} \Delta t$$

解得

$$\Delta t = 2 \times 10^{-3} \text{ s}$$

因为

$$\frac{T}{2} = 6 \times 10^{-3} \text{ s}$$

所以在  $0 \sim \frac{T}{2}$  时间里  $4 \times 10^{-3} \text{ s}$  时刻产生的粒

子刚好不能到达A板.

(3) 因为粒子源在一个周期内可以产生300个粒子,而在  $0 \sim \frac{T}{2}$  时间内的前  $\frac{2}{3}$  时间内产生的粒子可以到达A板的粒子数为

$$n = 300 \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = 100(\text{个})$$

#### 4 引申和拓展题型 培养方法灵活应用的能力

**【例4】**如图4(a)所示,真空室中电极K发出的电子(初速度不计)经过电势差为 $U_1$ 的加速电场加速后,沿两水平金属板C、D间的中心线射入两板间的偏转电场,最后打在荧光屏上.C、D两板间的电势差 $U_{CD}$ 随时间变化的图像如图4(b)所示,设C、D间的电场可看作匀强电场,且两板外无电场.已知电子的质量为 $m$ ,电荷量为 $e$ (重力不计),C、D极板长为 $l$ ,板间距离为 $d$ ,偏转电压 $U_2$ ,荧光屏距C、D右端的距离为 $\frac{l}{6}$ ,所有电子都能通过偏转电场.

- (1) 求电子通过偏转电场的时间 $t_0$ ;
- (2) 若 $U_{CD}$ 的周期 $T=t_0$ ,求荧光屏上电子能够到达的区域长度;
- (3) 若 $U_{CD}$ 的周期 $T=2t_0$ ,求到达荧光屏上O点的电子的动能.

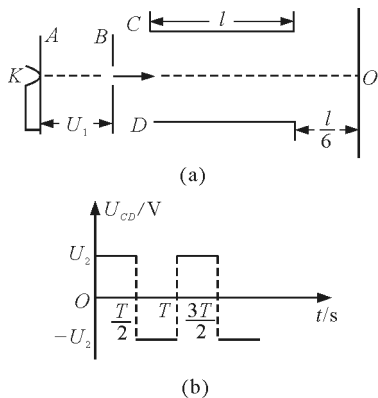


图4 例4题图

**分析:**本题中带电粒子在电场中做曲线运动,典型例题的模型隐藏在垂直于板方向的运动中,因而这个方向的运动可以用典型例题的方法求解,要分段进行分析,利用牛顿第二定律正确地判断粒子在每一段的运动情况,分段求解粒子的末速度、位移等.

**解析:**(1) 电子在加速电场的加速过程

$$U_1 e = \frac{1}{2} m v_0^2$$

在偏转电场中运动,水平方向匀速运动

$$v_0 t_0 = l$$

得

$$t_0 = l \sqrt{\frac{m}{2U_1 e}}$$

(2) 当 $T=t_0$ 时,电子在偏转电场中沿竖直方向加速半个周期,减速半个周期,最终水平飞出时,电子在竖直方向的位移最大. $t=0$ 时刻进入偏转电场的电子向上侧移距离最大值

$$y_{\pm} = \frac{1}{2} \frac{U_2 e}{dm} \left( \frac{t_0}{2} \right)^2 \times 2 = \frac{U_2 l^2}{8dU_1}$$

同理得向下侧移距离最大值

$$y_{\mp} = \frac{1}{2} \frac{U_2 e}{dm} \left( \frac{t_0}{2} \right)^2 \times 2 = \frac{U_2 l^2}{8dU_1}$$

所以电子能到达的区域长度

$$\Delta y = y_{\mp} + y_{\pm} = \frac{U_2 l^2}{4dU_1}$$

(3) 当 $T=2t_0$ 时,电子要到达O点必须在竖直方向有先加速后减速再反向加速的过程,并且加速度大小相等,整个过程向上的位移和向下的位移大小相等.设向上加速时间为 $\Delta t$ ,加速度大小为 $a$ ,则在竖直方向上有

$$y_{\pm} = \frac{1}{2} a \Delta t^2 \times 2$$

$$y_{\mp} = \frac{1}{2} a (t_0 - 2\Delta t)^2 + a (t_0 - 2\Delta t) \frac{l}{6v_0}$$

要到达O点

$$y_{\pm} = y_{\mp}$$

联立得

$$\Delta t = \frac{t_0}{3}$$

所以到达O点的电子经过偏转电场时电场力做功

$$W = \frac{1}{2} m [a(t_0 - 2\Delta t)]^2 = \frac{eU_2^2 l^2}{36U_1 d^2}$$

电子从K到O过程由动能定理得

$$E_k = U_1 e + W = U_1 e + \frac{eU_2^2 l^2}{36U_1 d^2}$$

总而言之,我们的物理教学,不能脱离典型例题,教师和学生要抓住典型例题不放,把典型例题用好、用活、用充分,用细、用实、用出成效,这样才能既提高教学质量,又减轻学生负担.

#### 参考文献

- 1 张延宗. 谈习题教学对学生创造性的培养. 物理教师, 2003, 24(1): 8
- 2 杨德琴, 卞文昌. 浅谈高中物理解题中的几种常用思维方法. 物理教学探讨, 2010, 28(2): 32 ~ 34