

2015年浙江物理联系实际类试题评析及对教学的启示

游海女

(浙江省临海回浦中学 浙江台州 317000)

(收稿日期:2015-08-07)

摘要:2015年浙江省理综命题是以“立足基础、联系实际、突出方法、考查能力”为命题总思路,而联系实际类试题,是突出考查学生能力的亮点所在.本文针对今年的联系实际类试题进行分析,希望能对高中物理教学有所启示.

关键词:高考 联系实际试题 评析

2015年浙江省高考是浙江省自主命题的第7个年头.今年的浙江仍延续了浙江理综自主命题的风格,以“立足基础、联系实际、突出方法、考查能力”为命题的总思路.而联系生活、生产、科技等实际设置试题情境,以考查考生的能力仍是命题的亮点所在,依然成为引领今后高考复习的指挥棒.

联系实际类问题,是以熟知的自然现象、体育运动和生活、生产及高新技术所涉及的物理知识为题

材而进行命制的.在功能上,不仅考查了学生对物理知识的理解和掌握程度,而且能更好地检查学生理论联系实际,灵活应用知识解决实际问题的能力.笔者就2015年浙江省理综卷物理试题中联系实际类试题进行如下分析.

1 联系实际类试题涉及的知识内容及难度分布

表1 联系实际类试题涉及的知识内容及难度分布

| 题号 | 题型 | 背景材料 | 考查的知识内容及规律 | 难度 | 分值 | 所属模块 |
|----|-----|-----------------------------|---|----|----|-----------|
| 17 | 单选题 | 体育足球运动中顶球射门 | 考查平抛运动规律、动能定理的简单应用 | 中等 | 6 | 必修2 |
| 18 | 多选题 | 前沿高新技术中航母舰载机的电磁弹射器 | 考查力和运动的关系、功和平均功率,牛顿第二定律、运动学规律的应用 | 中等 | 6 | 必修1,2 |
| 19 | 多选题 | 体育运动中赛车过弯道 | 考查圆周运动的最短路程、最小速率、最短运动时间及向心加速度大小 | 中等 | 6 | 选修1 |
| 24 | 计算题 | 电磁天平 | 考查力的平衡、安培力、法拉第电磁感应定律、圆周运动 | 中等 | 20 | 必修1,选修3-2 |
| 25 | 计算题 | 回旋加速器中离子束引出技术(磁屏蔽通道法和静电偏转法) | 带电粒子在电场和磁场中的圆周运动,考查学生建模能力、应用物理规律分析和解决物理问题的能力、空间思维和应用数学工具的能力 | 较难 | 22 | 必修2,选修3-1 |

从表1看出:2015年浙江高考物理联系实际类试题总分达60分,占物理满分120分的50%,这是自主命题以来占比最高的一年.中等难度试题为38分,占60分的63.3%,较难试题为22分,占60分的36.7%.从难度上看,联系实际类试题没有送分题,主要是考查学生的能力,突出了试题的考查功能和区分中等以上水平考生的功能.

2 联系实际类试题分析

2015年浙江高考联系实际类试题强调理论联系实际,例如第17,18,19,24,25题都强调了在实际问题中建立物理模型,考查考生对实际问题的分析、思考及物理建模的能力,运用物理概念及规律解决实际问题的能力,倡导“让物理走进生活,让生活体

现物理”的理念.

【例1】(2015年高考浙江卷第17题)如图1所示为足球球门,球门宽为 L .一个球员在球门中心正前方距离球门 s 处高高跃起,将足球顶入球门的左下方死角(图中 P 点).球员顶球点的高度为 h ,足球做平抛运动(足球可看成质点,忽略空气阻力),则

- A. 足球位移的大小 $x = \sqrt{\frac{L^2}{4} + s^2}$
- B. 足球初速度的大小 $v_0 = \sqrt{\frac{g}{2h} \left(\frac{L^2}{4} + s^2 \right)}$
- C. 足球末速度的大小 $v = \sqrt{\frac{g}{2h} \left(\frac{L^2}{4} + s^2 \right) + 4gh}$

D. 足球初速度的方向与球门线夹角的正切值

$$\tan \theta = \frac{L}{2s}$$



图1

考点分析:考查平抛运动规律以及空间思维中的几何关系.

解析:选项A考查足球的空间位移,由几何关系可知,足球的水平射程

$$x = \sqrt{s^2 + \frac{L^2}{4}}$$

足球的位移即抛出点与落地点之间的距离

$$X = \sqrt{h^2 + s^2 + \frac{L^2}{4}}$$

所以选项A错误.

选项B考查平抛运动的初速度,由足球竖直方向做自由落体运动满足

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

得

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

沿水平方向做匀速直线运动,由 $x = v_0 t$,可知

$$v_0 = \frac{x}{t} = \sqrt{\frac{g}{2h} \left(\frac{L^2}{4} + s^2 \right)}$$

所以选项B正确.

选项C求解足球的末速度,考查运动的合成与分解的规律,竖直方向的速度

$$v_y = \sqrt{2gh}$$

由速度的合成与分解可知

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{\frac{g}{2h} \left(\frac{L^2}{4} + s^2 \right) + 2gh}$$

所以选项C错误.

选项D考查初速度方向与球门线夹角的正切值,需要转化到具体的三角形关系中进行求解,即抛出点在地面的投影点 E 与 P 的连续线与球门线的夹角 θ ,作出投影点到球门线的垂线,垂点 F 、投影点 E 和 P 构成一个直角三角形,再由几何关系可知

$$\tan \theta = \frac{2s}{L}$$

所以选项D错误.

【例2】(2015年高考浙江卷第18题)我国科学家正在研制航母舰载机使用的电磁弹射器.舰载机总质量为 3.0×10^4 kg,设起飞过程中发动机的推力恒为 1.0×10^5 N;弹射器有效作用长度为100 m,推力恒定.要求舰载机在水平弹射结束时速度大小达到80 m/s.弹射过程中舰载机所受总推力为弹射器和发动机推力之和,假设所受阻力为总推力的20%,则

- A. 弹射器的推力大小为 1.1×10^6 N
- B. 弹射器对舰载机所做的功为 1.1×10^8 J
- C. 弹射器对舰载机做功的平均功率为 8.8×10^7 W
- D. 舰载机在弹射过程中的加速度大小为 32 m/s²

考点分析:考查力和运动的关系及功和功率问题.本题以航母舰载机起飞时使用的电磁弹射器为背景,要求灵活运用牛顿第二定律、运动学规律以及功和平均功率的计算式.

解析:由题意知,发动机的推力

$$F_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ N}$$

设弹射器的推力为 F_2 , 阻力为

$$F_f = (F_1 + F_2) \times 20\%$$

由牛顿第二定律

$$F_1 + F_2 - F_f = ma$$

又

$$v^2 = 2ax$$

得

$$a = \frac{v^2}{2x} = \frac{80^2}{2 \times 100} \text{ m/s}^2 = 32 \text{ m/s}^2$$

$$F_2 = 1.1 \times 10^6 \text{ N}$$

即选项 A, D 正确. 弹射器对舰载机所做的功

$$W_2 = F_2 x = 1.1 \times 10^8 \text{ J}$$

因此选项 B 正确. 由

$$\bar{P} = F_2 \bar{v} = 1.1 \times 10^6 \times \frac{80}{2} \text{ W} = 4.4 \times 10^7 \text{ W}$$

所以选项 C 错误.

【例 3】(2015 年高考浙江卷第 19 题) 如图 2 所示为赛车场的一个水平“U”型弯道, 转弯处为圆心在 O 点的半圆, 内外半径分别为 r 和 $2r$. 一辆质量为 m 的赛车通过 AB 线经弯道到达 $A'B'$ 线, 有如图 2 所示的 ①、②、③ 3 条路线, 其中路线 ③ 是以 O' 为圆心的半圆, $OO' = r$. 赛车沿圆弧路线行驶时, 赛车以不打滑的最大速率通过弯道(所选路线内赛车速率不变, 发动机功率足够大), 则

- A. 选择路线 ①, 赛车经过的路程最短
- B. 选择路线 ②, 赛车的速率最小
- C. 选择路线 ③, 赛车所用时间最短
- D. ①、②、③ 3 条路线的圆弧上, 赛车的向心加速度大小相等

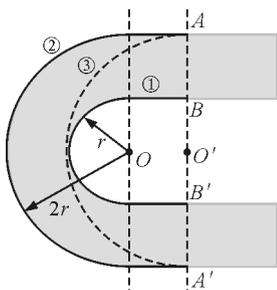


图 2

考点分析: 考查赛车做圆周运动的最短路程、最小速率、最短运动时间及向心加速度大小比较, 考查考生的建模能力、观察能力、圆周运动规律的运用能

力, 运用对比和计算的能力.

解析: 由题可知, 赛车所受的静摩擦力提供做圆周运动的向心力, 由“赛车以不打滑的最大速率通过弯道”知, 赛车所受的最大静摩擦力是相同的, 那么最大向心力也是相同的. 因此, 圆弧的半径不同相应的最大速率也会不同. 可以直观地从图像中判断路程长短, 很明显路线 ② 中的路程最长, 路线 ① 中的路程最短, 所以 A 正确;

选项 B 考查圆周运动的速率, 由于所选路线内赛车速率不变, 由 $F_n = \frac{mv^2}{r}$ 可知, F_n 相同, 路线 ① 中的半径最小, 因此路线 ① 中赛车的速率最小, 路线 ②、③ 中赛车的速率相等, 即 $v_1 < v_2 = v_3$ 且 $v_2 = \sqrt{2}v_1$, 选项 B 错误;

选项 C 在选项 A 和 B 的基础上做出判断, 由 $t = \frac{x}{v}$, 对路线 ① 所用的时间 $t_1 = \frac{2r + \pi r}{v_1}$, 对路线 ② 所用的时间 $t_2 = \frac{2r + 2\pi r}{v_2}$, 对路线 ③ 所用的时间 $t_3 = \frac{2\pi r}{v_3}$, 比较上述 3 式可知 $t_1 > t_2 > t_3$, 所以选择路线 ③ 赛车所用时间最短. 选项 C 正确;

选项 D 考查向心加速度, 根据 $a_n = \frac{F_n}{m}$, 且向心力 F_n 都相同, 因此 ①、②、③ 3 条路线的圆弧上, 赛车的向心加速度大小相等, 所以 D 正确.

【例 4】(2015 年高考浙江卷第 24 题) 小明同学设计了一个“电磁天平”, 如图 3(a) 所示, 等臂天平的左臂为挂盘, 右臂挂有矩形线圈, 两臂平衡. 线圈的水平边长 $L = 0.1 \text{ m}$, 竖直边长 $H = 0.3 \text{ m}$, 匝数为 N_1 . 线圈的下边处于匀强磁场内, 磁感应强度 $B_0 = 1.0 \text{ T}$, 方向垂直线圈平面向里. 在线圈中通有可在 $0 \sim 2.0 \text{ A}$ 范围内调节的电流 I . 挂盘放上待测物体后, 调节线圈中电流使天平平衡, 测出电流即可测得物体的质量. (重力加速度取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

(1) 为使电磁天平的量程达到 0.5 kg , 线圈的匝数 N_1 至少为多少?

(2) 进一步探究电磁感应现象, 另选 $N_2 = 100$ 匝、形状相同的线圈, 总电阻 $R = 10 \Omega$, 不接外电路, 两臂平衡. 如图 2 所示, 保持 B_0 不变, 在线圈上部另加垂直纸面向外的匀强磁场, 且磁感应强度 B 随时间均匀变大, 磁场区域宽度 $d = 0.1 \text{ m}$. 当挂盘中放

质量为 0.01 kg 的物体时,天平平衡,求此时磁感应

强度的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$.

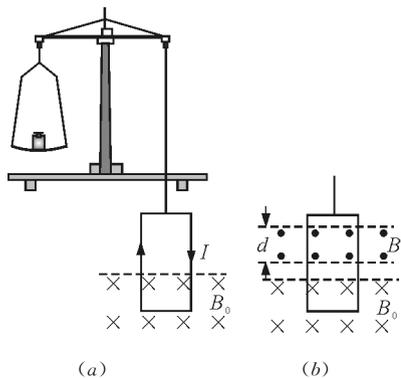


图3

考点分析: 本题以“电磁天平”为实际背景,第(1)问考查通有外接电流线圈的底边在磁场中所受安培力与重力平衡问题,第(2)问考查闭合回路中磁通量变化在线圈中产生感应电流所受到的安培力与另一重力的平衡问题;磁感应强度的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 为多少时,电磁天平才能重新平衡. 本题主要考查通电导体受到的安培力,前者考查的是外接电流在磁场中受到的安培力,后者考查的是磁通量变化引起的感应电流在磁场中受到的安培力.

解析: (1) 依据题中所提供的“电磁天平”称质量原理. 由于等臂天平的左臂为挂盘,右盘挂有矩形线圈,两臂平衡,因此左盘放上待测物体后,调节线圈中电流使天平再次平衡,此时重物的重力等于线框所受的安培力,即 $F_{\text{安}} = mg$, 又由 $F_{\text{安}} = N_1 B_0 IL$ 可知, $N_1 = \frac{mg}{B_0 IL}$, 当电流 I 最大时 N_1 最小,代入数据求得 $N_1 = 25$ 匝.

(2) 此问提供了垂直于线框平面向内的均匀变化磁场新情境,导体中的电流通过电磁感应产生,使天平平衡. 由法拉第电磁感应定律

$$E = N_2 \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

其中 $\Delta \phi = \Delta BS = \Delta B L d$, 根据 $F'_{\text{安}} = m'g$, 且 $F'_{\text{安}} =$

$N_2 B_0 IL$, $I = \frac{E}{R}$, 由以上各式可得

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0.1 \text{ T/s}$$

【例5】(2015年高考浙江卷第25题) 使用回旋

加速器的实验需要把离子束从加速器中引出,离子束引出的方法有磁屏蔽通道法和静电偏转法等. 质量为 m , 速度为 v 的离子在回旋加速器内旋转,旋转轨道是半径为 r 的圆,圆心在 O 点,轨道在垂直纸面向外的匀强磁场中,磁感应强度为 B .

为引出离子束,使用磁屏蔽通道法设计引出器. 引出器原理如图4所示,一对圆弧形金属板组成弧形引出通道,通道的圆心位于 O' 点(O' 点图4中未画出). 引出离子时,令引出通道内磁场的磁感应强度降低,从而使离子从 P 点进入通道,沿通道中心线从 Q 点射出. 已知 OQ 长度为 L . OQ 与 OP 的夹角为 θ .

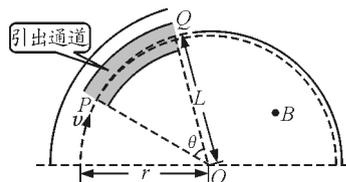


图4

(1) 求离子的电荷量 q 并判断其正负;

(2) 离子从 P 点进入, Q 点射出,通道内匀强磁场的磁感应强度应降为 B' , 求 B' ;

(3) 换用静电偏转法引出离子束,维持通道内的原有磁感应强度 B 不变,在内外金属板间加直流电压,两板间产生径向电场,忽略边缘效应. 为使离子仍从 P 点进入, Q 点射出,求通道内引出轨迹处电场强度 E 的方向和大小.

考点分析: 本题以使用回旋加速器需引出离子束为背景,设计了磁屏蔽通道法和静电偏转法引出回旋加速器中的离子束,不管以哪一种方法引出离子束,离子束在引出通道中均做圆周运动. 第(1)问考查离子束在原磁场中的匀速圆周运动,利用牛顿第二定律和左手定则,即可求出离子的电荷量及带电性. 第(2)问考查对磁屏蔽通道法引出离子束这一原理的理解,难点是如何利用几何关系求解轨迹半径. 第(3)问引入一个新的情境即在原来的磁场中增加一个径向电场,产生的效果与(2)上的轨迹相同,即匀速圆周运动. 在这个新情境中,要求学生能够分析提供圆周运动的向心力来源,从而建立圆周运动模型来解决相关的问题. 本题的3个问题层层递进,第(1)问是基础,第(2)问是过渡,第(3)问则是升华.

总之, 本题考查学生建立离子束在磁场和电场中的圆周运动模型的能力, 以及灵活迁移运用圆周运动规律的能力和应用数学知识解决物理问题的能力.

解析:

(1) 根据离子束在磁场和电场中的圆周运动规律, 洛伦兹力提供圆周运动的向心力, 即 $Bqv = \frac{mv^2}{r}$, 得 $q = \frac{mv}{Br}$, 再根据左手定则可知, 离子束带正电荷.

(2) 要求学生建立一个离子在匀强磁场中的圆周运动模型, 如图 5 所示, 并用几何方法求解半径 R . 当磁场为 B 时, 其轨迹是以 O 为圆心、以 $OP = r$ 为半径的圆. 当需要引出离子束时, 则引出通道内磁场的磁感应强度降低为 B' , 使离子从 P 点进入通道, 沿通道中心线从 Q 点射出, 其轨迹是以 O' 为圆心、以 $O'Q = R$ 为半径的圆. 已知 $OP = r, OQ = L, O'Q = R$, 根据 $\triangle O'OQ$ 的几何关系

$$R^2 = (R - r)^2 + L^2 + 2(R - r)L \cos \theta$$

可得

$$R = \frac{r^2 + L^2 - 2rL \cos \theta}{2r - 2L \cos \theta}$$

再根据圆周运动规律

$$B'qv = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{得 } B' = \frac{mv}{qR} = \frac{Br(2r - 2L \cos \theta)}{(r^2 + L^2 - 2rL \cos \theta)}$$

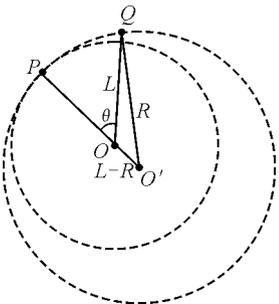


图 5

(3) 要求建立一个离子在辐向电场中的圆周运动模型. 由于原磁场不变, 要使离子束半径增大而被引出, 在两板间加径向电场, 是为了减少向心力. 因此, 电场力应该指向圆心 O' . 根据向心力

$$F_n = Bqv - qE = \frac{mv^2}{R}$$

且 $q = \frac{mv}{Br}$, 得

$$E = Bv - \frac{Bvr}{R} = Bv - \frac{Bvr(2r - 2L \cos \theta)}{(r^2 + L^2 - 2rL \cos \theta)}$$

3 联系实际类试题特点及对教学的启示

2015 年浙江省高中物理《考试大纲》坚持以能力立意的指导思想, 注重对学生基础知识、基本技能和思想方法的考查, 突出考查理解能力、运用数学知识分析解决物理问题的能力和实验探究能力. 理论联系实际, 有利于学生主流价值观的形成、有利于高校选拔高素质新生、有利于中学物理教学改革, 有利于激发学生的学习兴趣.

从 2015 年的命题来看, 实际类问题难度适中, 更加注重对本质问题的分析. 从上述这些实际类试题的容量来看, 2015 年浙江卷每道实际类试题所给的信息量并不大, 文字叙述也不多, 题干字符数适中, 一改以往让人一看就感到费力难解的状况. 特别是最后一题, 看似深奥的高科技, 其涉及的物理知识和原理就是我们高中物理学过的. 在这样的实际问题情境中, 没有了复杂的运算, 更有利于学生去分析问题的本质, 也更加突出考查学生的建模能力和灵活运用基本规律、物理方法解决问题的能力.

命题的情境与 STSE(科学、技术、社会、环境) 相联系, 更加贴近学生的实际. 不再是那种建立在理想化模型基础上的命题思路, 而是用不同的情景、问题、知识、方法考查学生的理解能力、推理能力、应用能力和探究能力, 同时能够很好地保证试卷的效度和区分度.

因此, 高中物理教学应该更加注重联系实际, 培养建模能力. 当然建模能力并不能一蹴而就, 而是需要在平时的教学中加以渗透, 需要有一个逐渐提高的过程. 特别是在高考一轮复习中要更加注重学生在现实生活的背景中复习知识. 通过联系科技或生活实际情景的设计, 减少复杂运算, 培养从背景材料中建立物理模型的能力, 着力提升灵活运用基本规律、基本方法解决问题的能力. 引领他们在解决实际问题的过程中去分析问题的本质, 从而深入地理解和牢固地掌握所学知识.