



高中物理多答案题分析

朱德义 朱龙祥 方竹庭 编写

贵 州 科 技 出 版 社

高中物理多答案题分析

朱德义 朱龙祥 方竹庭 编写

贵州科技出版社

责任编辑 夏同珩

封面设计 黄小祥

高中物理多答案题分析

朱德义 朱龙祥 方竹庭 编写

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路289号)

贵阳黔春印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

787×1092毫米 32开本 3.5印张 70千字

1990年10月1版 1990年10月第1次印刷

印数 1—17000

ISBN7—80584—025—3

Z·005 定价：1.00元

前 言

一般物理习题，解题方法可以不同，而答案总是一样的。在中学物理习题中，还有一些习题，却存在着两个以上的正确答案，甚至无限多个正确答案。我们把这类习题，叫做多答案习题。

物理习题答案的多样性，是由物理量的方向性、物理现象的复杂性和物理过程的周期性、对称性等所决定的，或者运用不同的物理规律或数学方法解题所形成的。物理教学实践表明：学生解这类习题时，往往只求得到一个答案而漏去其它正确答案。这是由于对复杂的物理现象和物理过程缺乏深刻的理解，存在着思维的片面性、惰性等原因造成的。因此，在中学物理习题教学中，适当地练习解多答案习题，对掌握知识和发展思维，无疑是有益的。

我们在长期的中学物理教学实践中，注意对多答案习题的训练，积累了比较丰富的资料。现在编写成这本小册子，奉献给学习物理的中学生及自学者，以期对他们有所帮助，也可供中学物理教师参考。

书稿由朱德义、朱龙祥、方竹庭撰写，并请浙江师范大学副教授陆金生先生审阅初稿，提出了许多宝贵意见。最后由朱龙祥统稿整理成书。

由于我们学识有限，经验不足，时间又比较仓促，错误之处敬请读者和专家指正，不胜感谢。

作 者 1990年5月

1.如图1所示,重量为 G 的物体,在水平外力 F 的作用下,静止在倾角为 θ 的斜面上。求重物所受的摩擦力。

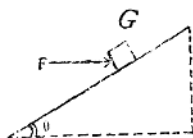


图 1

解 1: 当 $F\cos\theta > G\sin\theta$ 时, 则

$$f = F\cos\theta - G\sin\theta$$

摩擦力的方向沿斜面向下。

解 2: 当 $F\cos\theta < G\sin\theta$ 时, 则

$$f = G\sin\theta - F\cos\theta$$

摩擦力的方向沿斜面向上。

解 3: 当 $F\cos\theta = G\sin\theta$ 时, 则

$$f = 0$$

讨论: 由于静摩擦力是变力, 其大小为: $0 \leq f \leq \mu N$, 方向总是与相对运动趋势相反。因此, 计算摩擦力时, 要全面周密地考虑。

2.如图2所示, 一重为 50 牛顿的木块, 放在倾角为 30° 的斜面上, 斜面与木块间的静摩擦系数为 $\mu = 0.2$, 为使木块与斜面保持相对静止,

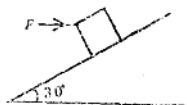


图 2

沿水平方向给木块的推力 F 多大?

分析:

取木块为研究对象, 作出木块的受力图(图3)。若 F 较大, 使木块有沿斜面向上运动的趋势, 摩擦力 f 的方向沿斜面向下; 若 F 逐渐变小, 小到木块有沿斜面向下运动的趋

势, f 的方向变为沿斜面向上。因此要分两种情况来讨论:

解1: 若 F 较大, 木块有向上趋势时, f 的方向如图3所示。根据物体的平衡条件:

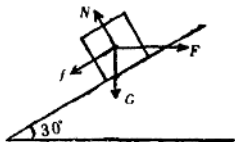


图3

$$F \cos 30^\circ = G \sin 30^\circ + f \quad \dots\dots\dots ①$$

$$N = F \sin 30^\circ + G \cos 30^\circ \quad \dots\dots\dots ②$$

$$\text{又 } f = \mu N \quad \dots\dots\dots ③$$

联立①、②、③式解得:

$$F = \frac{G (\sin 30^\circ + \mu \cos 30^\circ)}{\cos 30^\circ - \mu \sin 30^\circ}$$

$$= \frac{50 \times \left(\frac{1}{2} + 0.2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}{\frac{\sqrt{3}}{2} - 0.2 \times \frac{1}{2}} = 43.9 \text{ (牛顿)}$$

解2: 若 F 较小, 木块有下滑趋势时, f 的方向沿斜面向上。根据物体的平衡条件:

$$f + F \cos 30^\circ = G \sin 30^\circ \quad \dots\dots\dots ④$$

$$N = G \cos 30^\circ + F \sin 30^\circ \quad \dots\dots\dots ⑤$$

$$f = \mu N \quad \dots\dots\dots ⑥$$

联立④、⑤、⑥式解得:

$$F = \frac{G \cdot (\sin 30^\circ - \mu \cos 30^\circ)}{\cos 30^\circ + \mu \sin 30^\circ}$$

$$= \frac{50 \times \left(\frac{1}{2} - 0.2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}{\frac{\sqrt{3}}{2} + 0.2 \times \frac{1}{2}}$$

$$\approx 16.9 \text{ (牛顿)}$$

因此为了使木块相对于斜面保持静止，沿水平方向推力的大小应为：

$$16.9 \text{ 牛顿} \leq F \leq 43.9 \text{ 牛顿}.$$

3. 放置在竖直墙壁和水平地面组成的墙角处 A 物块，受水平推力 F 的作用，如图 4 所示。求物块 A 对墙的作用力多大？

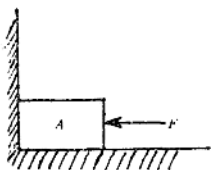


图 4

分析：

本题的题意本身就具有很大的伸缩性，可分三种情况来讨论。

解1：如果地面是光滑的，那末由题意可知， A 物体对墙的作用力为 F ；

解2：地面是粗糙的，且物体 A 与地面的静摩擦力 f 小于 F ，物体 A 对墙的作用力将小于 F ，即 $N = F - f$ 。

解3：地面是粗糙的，且物体 A 与地面间的静摩擦力大于 F ，物体 A 对墙的作用力为零。

4. 将质量是 1 千克的小球放在互成 120° 角的光滑支架上，如图 5 所示。支架的 BC 部分放在水平地面上，

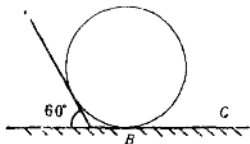


图 5

现用手推支架使其在水平地面上作匀加速直线运动，试问小球受到几个力的作用？

分析与解：

题给的已知条件具有伸缩性，从而使解答也具有多重性。我们知道，当小球以加速度 a 向右运动时， AB 板对小球一定有弹力 N_1 ，如图6所示。将 N_1 进行正交分解，得 N_{1x} 和 N_{1y} 。

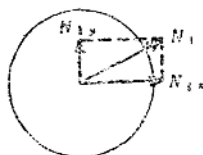


图6

(1)当 $N_{1y} < mg$ 时，小球受三个力的作用：重力 mg ， AB 板对小球的弹力 N_1 和 BC 板对小球的弹力 $N_2 = mg - N_{1y}$ 。

(2)当 $N_{1y} = mg$ 时，小球只受到两个力的作用：重力 mg 和 AB 板对小球的弹力 N_1 。

当然， N_{1y} 不可能大于 mg ，否则小球在竖直方向上也有加速度，不能按题意要求使小球在水平地面上作匀加速直线运动。

5. 已知合力及第一个分力的大小和第二个分力的方向，试求第一个分力的方向及第二个分力的大小。

对于这个问题，有人曾这样分析过：如图7所示。

已知 $\vec{F}_2$ 的方向和 $\vec{F}$ 的夹角为 α 以及 $\vec{F}_1$ 的大小。以 $\vec{F}$



图7

的端点 O 为圆心，以 $\vec{F}_1$ 的大小为半径，作弧后若与 $\vec{F}_2$ 的作用线没有交点，则此题无解。这是不妥当的。因题给的条件

是已知一个分力的大小和另一分力的方向，这就说明两个分力是客观存在的。所以图7所示的情况与题给的条件不符，违背了问题的原意。

分析与解：

正确理解题意后，本题的解答只有唯一解或两个解。

(1)当第一个分力 $\vec{F}_1$ 的大小大于合力 $\vec{F}$ 的大小时，此题有唯一解。图8中分别列出了第二个分力 $\vec{F}_2$ 和合力 $\vec{F}$ 的夹角分别为锐角、直角、钝角时的情况。从矢量三角形可见，只要 $\vec{F}_1 > \vec{F}$ ，则只有一个解：

$$F_2 = F \cdot \cos\alpha + \sqrt{F_1^2 - F^2 \sin^2 \alpha}$$

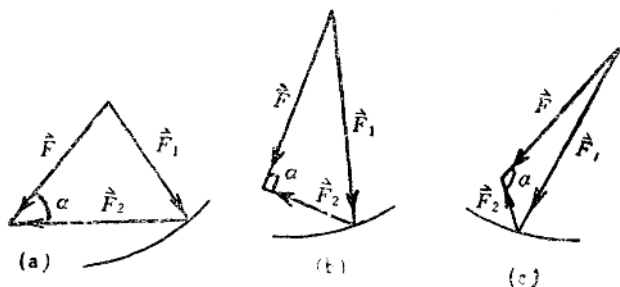


图8

(2)当 $F_1 = F$ 时，有唯一解，如图9所示

$$F_2 = 2F_1 \cos\alpha$$

(3)当 $F_1 = F \cdot \sin\alpha$ 时，也只有唯一解。

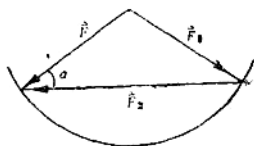


图9

矢刃三角形如图10所示，很明显，此时只有唯一解。

(4) 当： $F \sin \alpha < F_1 < F$ 时，有两个解。矢量三角形如图11所示。 F_2 的两个解为：

$$F_2 = F \cdot \cos \alpha \pm \sqrt{F_1^2 - F^2 \sin^2 \alpha}$$

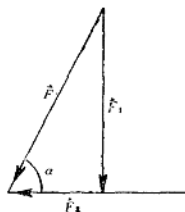


图10

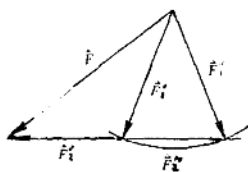


图11

6. 如图12，物体从倾角为 30° 光滑的足够长的斜面以初速度15米/秒上滑。试问，经多长时间物体的速率为5米/秒？（ g 取10米/秒²）

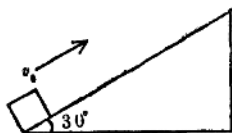


图12

分析：

解该题注意“速率”两字。

速度的大小为5米/秒，而速度的方向既可以沿斜面向上，也可以沿斜面向下。如能明确这一点，解决此题就不难。

解：物体在斜面上的加速度为

$$a = g \cdot \sin 30^\circ = 10 \times \frac{1}{2} = 5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

t 秒的速度为：

$$V_t = V_0 - at$$

根据速度的大小相等而方向相反，可得：

$$5 = 15 - 5t_1$$

$$-5 = 15 - 5t_2$$

解之可得： $t_1 = 2$ 秒， $t_2 = 4$ 秒。

7. 如图13所示， A 、 B 两质点，在 t_0 时刻位于直线 MN 上，且具有相同的速度 V_0 ，方向与直线 MN 垂直。质点 A 绕直线上的 O 点作匀速圆周运动， $\overline{AO} = R$ ，质点 B 作加速度恒定的直线运动。在某一时刻 t_1 ， A 、 B 两质点速度又相同，则 B 质点运动的加速度应满足什么条件？



图13

分析与解：

审题时要注意，加速度的方向没有指明，它既可以与 V_0 同向，也可以与 V_0 反向。若能想到这一点，再结合圆周运动的知识，就可迎刃而解。

由分析题意知， B 质点的加速度方向必与 V_0 的方向相反。当 A 质点运动到最高点时速度朝左，所需时间为：

$\frac{2\pi R}{2V_0}$ 。选取合适的加速度 a ，可使 B 质点在 $\frac{2\pi R}{2V_0}$ 的时间内

速度与 A 相同。又考虑到 A 质点做圆周运动的周期性，故对 B 质点可列式：

$$-V_0 = V_0 + at$$

$$=V_0+a\left(\frac{2}{2} \frac{\pi R}{V_0}+K \cdot \frac{2}{V_0} \frac{\pi R}{V_0}\right)$$

解得: $a=\frac{-2 V_0^2}{\pi R(2 K+1)} (K \text{ 取 } 0、1、2、3 \cdots \cdots)$

8. 甲、乙两车在平行的轨道上同向前进. 甲车以35米/秒匀速从甲站出发, 乙车在甲车出发前1分钟以0.05米/秒²的加速度从乙站出发, 且乙站在甲站前10公里处, 问何时两车相遇?

分析与解:

作两车运行示意图, 如图14所示. 设甲车开出车站7秒后两车相遇, 此时乙车由乙站开出 $(t+60)$ 秒. 根据运动学公式分别列方程:

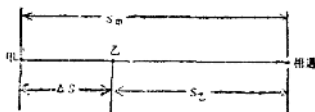


图14

$$S_{\text{甲}}=V_{\text{甲}} \cdot t;$$

$$S_{\text{乙}}=\frac{1}{2} a(t+60)^2;$$

$$\text{又 } S_{\text{甲}}=S_{\text{乙}}+\Delta S \quad \text{所以:}$$

$$V_{\text{甲}} \cdot t=\frac{1}{2} a(t+60)^2+\Delta S, \text{ 代入数据得:}$$

$$35t=\frac{1}{2} \times 0.05 \times (t+60)^2+10000$$

$$\text{整理解得: } t_1=562.54(\text{秒})$$

$$t_2=717.46(\text{秒})$$

即当 $t_1=562.54$ 秒时, 甲车赶上乙车, 此时刻后甲车暂时在前, 乙车暂时在后. 到 $t_2=717.46$ 秒时, 乙车又赶上了甲车. 这也正是时间 t 两个正值解的物理意义所在.

9. 一条平直的铁路与一条公路靠近, 并且平行. 一列以

20米/秒的速度前进的火车，以 0.1米/秒^2 的加速度刹车，此时在火车前方100米处，有一辆自行车正以4米/秒的速度同向匀速前进。问经过多长时间相遇？

解：设火车从刹车后经过 t 秒钟两车相遇，则火车的位移为：

$$S_1 = V_0 t - \frac{1}{2} a t^2 = 20t - 0.05t^2$$

同时，自行车的位移为

$$S_2 = Vt = 4t$$

根据相遇的条件： $S_1 = S_2 + 100$ ，即

$$20t - 0.05t^2 = 4t + 100$$

化简得： $t^2 - 320t + 2000 = 0$

解得： $t_1 = 6.4\text{秒}$ ， $t_2 = 313.4\text{秒}$

分析：经过 $t_1 = 6.4\text{秒}$ ，火车追上自行车。当火车超过自行车后，再经过 $\Delta t = t_2 - t_1 = 313.4 - 6.4 = 307$ （秒），自行车又追上火车。因此，本题有两解。

10. 以20米/秒的初速度将一小球竖直上抛，从抛出时开始计时，当小球位移大小为10米时，与之对应的时间为多少？

分析与解：

该题的关键是审题，特别要注意题中的“位移大小”这五个字。注意到了这点，问题就比较容易解决。根据题意，我们可以作出竖直上抛物体运动的图形如图15所示。小球从抛出点 O 上抛到最高点 C ，再从 C 自由落下来到 B 位移大小为10米的过程中，有三种可能的情况。

当 $OC > 10\text{米}$ 时，如图15(a)所示，又有三种情况： $O \rightarrow A$ ， $O \rightarrow C \rightarrow A$ ， $O \rightarrow C \rightarrow B$ 。

当 $OC = 10\text{米}$ 时，如图15(b)所示，又有两种情况：

$O \rightarrow C$, $O \rightarrow C \rightarrow B$ 。

当 $OC < 10$ 米时，
如图15(c)所示，只有一种情况，即 $O \rightarrow C \rightarrow B$ 。所以，对应的时间依次也有三个、两个、一个答案。究竟属哪种可能？只要求出竖直上抛的上升高度 H 即可确定：

$$O - V_0^2 = 2 \cdot (-g) \cdot H$$

$$20^2 = 2 \times 10 \times H \quad \text{得 } H = 20 \text{ 米}$$

可见 $OC > 10$ 米，故属图(a)情况。位移大小为10米的相应时间如下：

(1) 对于 $O \rightarrow A$: $H_{OC} = \frac{1}{2} g t_{OC}^2$ $t_{OC} = 2$ 秒；

而 $H_{CA} = \frac{1}{2} g \cdot t_{CA}^2$ $t_{CA} = \sqrt{2}$ 秒；

所以 $t_{OA} = 2 - \sqrt{2}$ 秒；

(2) 对于 $O \rightarrow C \rightarrow A$ 将有: $t_{OCA} = 2 + \sqrt{2}$ 秒。

(3) 对于 $O \rightarrow C \rightarrow B$ 将有: $t_{OCB} = 2 + \sqrt{6}$ 秒。

11. 在半径为 R 的水平圆板中心正上方高 h 处，沿水平方向抛出一小球。要使球只和板面碰撞一次，求球抛出的速度值为多大？(设球

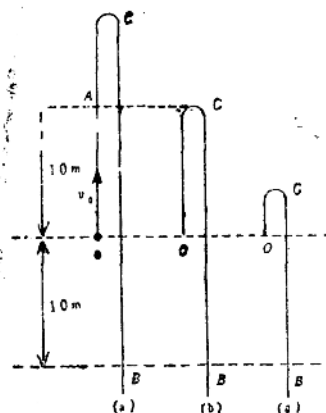


图15

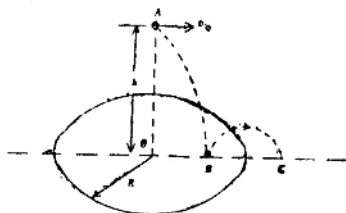


图16

和板面碰撞后水平方向的分速度不变，竖直方向的分速度量值是碰撞前的 $\frac{1}{2}$ ）。

分析与解：

设球在A点抛出的水平速度为 V_0 ，从抛出到和板碰撞的时间（下落时间）为 t ，第一次碰撞点为B。因为小球作平抛运动，故有：

$$h = \frac{1}{2}gt^2, \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

与板碰撞的竖直速度为，

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

B点和O点的距离为：

$$S = V_0 t = V_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

为使球能和板碰撞，必须满足条件： $S \leq R$ 。

所以： $V_0 \leq R\sqrt{g/2h}$ 。

据题意，第一次着板后，反跳的竖直速度 V_y 应为碰撞前速度的 $\frac{1}{2}$ ，而反跳的水平速度仍为 V_0 ，所以反跳后小球作斜抛运动。它从B点反跳到C点的飞行时间为：

$$T = 2 \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot \sqrt{2gh}}{g} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

显然 $OB + BC$ 必须大于 R ，第二次落点才会落到圆板的外面，从而避免第二次碰撞。所以 V_0 还必须满足：

$$V_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} + V_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} > R,$$

$$V_0 > \frac{R}{2} \cdot \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

最后我们可以得到，抛出速度 V_0 应满足下面的条件才能使球和板碰撞，而且只碰撞一次。即：

$$\frac{R}{2} \cdot \sqrt{\frac{g}{2h}} < V_0 \leq R \cdot \sqrt{\frac{g}{2h}}。$$

12. 在地面上以20米/秒的速度斜向上抛一物体，其射程为20米，求抛射角为多大？（不计空气阻力）

解：设抛射角为 θ ，射程为 S ，则有：

$$S = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\theta}{g}$$

$$\sin 2\theta = \frac{g \cdot S}{V_0^2} = \frac{10 \times 20}{20^2} = \frac{1}{2}$$

$$2\theta = 30^\circ \quad \theta = 15^\circ$$

如果解出这个答案就感到满足的话，那就漏掉了一个答案。

分析：

我们知道，初速度相等的两个斜抛运动，如果抛射角互为余角，则它们的射程相等。所以这个题目还有一解为 75° 。这个 75° 是怎样求出来的呢？因为 θ 为锐角，所以 2θ 可能在第一象限，也可能在第二象限。而这两个象限角的正弦值都是正值。所以，

$$\sin 2\theta = \frac{1}{2} \text{ 时, } 2\theta = 30^\circ \text{ 或 } 150^\circ,$$

因此 $\theta = 15^\circ$ 或 75° 。

13. 飞机离地面高度为 h ，以速度 V 作水平匀速飞行。今

有一高射炮欲击中飞机，炮弹的初速度 V_0 应该多大？设炮弹与水平方向夹角为 θ ，且发射时飞机在高射炮的正上方，空气阻力不计。

解：炮弹欲击中飞机，在水平方向的分速度必须与飞机的速度相等，即

$$V_0 \cos \theta = V$$

在竖直方向，炮弹上升的最大高度不小于飞机的高度，

$$\text{即 } \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \geq h$$

由于必须同时满足这两个条件，因此，联立上列两式，可解得：

$$V_0^2 \geq V^2 + 2gh$$

14. 如图17所示，以初速度 V 、抛斜角 α 斜抛一钢球，钢球落地后与地面发生完全弹性碰撞。今在离抛射点距离为 S 的水平地面上有一口井，求抛射速度 V 为何值时，抛射球恰能落入井内。



图17

解：当钢球的水平射程等于 S 时恰能落入井内，则有：

$$S = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g}$$

解得 $V = \sqrt{Sg / \sin 2\alpha}$ 。

这个答案是正确的，但不全面。

分析：