

新标准精编教辅 丛书

绿

面书

物理

# 能力训练与提高

高中三年级

$$P = W/t$$

$$F = ma$$

$$E = mc^2$$



能力提高  
系列

上海教育出版社

“精心策划，精心编制，精诚奉献”

21世纪素质教育的新概念教辅书



责任编辑 章琢之  
封面设计 一步设计工作室

# 物理 能力训练与提高

“范例”：深入剖析，发掘思想方法  
“训练”：优化训练，提升综合能力  
为学有余力的同学提供更目的的挑战

时代性 适应素质教育要求  
新颖性 知识与能力的全新组合、思想与方法的巧妙融合  
同步性 与二期课改教材同步  
权威性 名师担纲、名师编写

## 新标准精编教辅丛书



学习指导系列



一课一练系列



能力提高系列

ISBN 978-7-5444-0174-6



9 787544 401746 >

易文网: [www.ewen.cc](http://www.ewen.cc)  
定 价: 14.50 元

新标准精编教辅丛书

# 物理能力训练与提高

(能力提高系列)

高中三年级

上海教育出版社

新标准精编教辅丛书  
**物理能力训练与提高**  
(能力提高系列)

高中三年级

本书编写组 编

上海世纪出版股份有限公司  
上海教育出版社 出版

易文网: [www.ewen.cc](http://www.ewen.cc)

(上海永福路123号 邮政编码:200031)

上海新华书店发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 11 字数 199,000

2005年8月第1版 2010年7月第4次印刷

ISBN 978-7-5444-0174-6/G·0138 定价:14.50元

(如发生质量问题,读者可向工厂调换)

## 《新标准精编教辅丛书》出版说明

为配合上海中小学课程教材改革委员会的二期课改,帮助学生牢固掌握基础知识和基本技能,提高学习效率,培养创新精神和探索能力,上海教育出版社组织了本市优秀的特级教师和高级教师通过潜心策划、精心编撰,推出由多系列组成的高质量教辅丛书——《新标准精编教辅丛书》。

《新标准精编教辅丛书》的物理学科按以下三个教辅系列编写:

- 《物理教学目标和测试(学习指导系列)》
- 《物理精练与博览(一课一练系列)》
- 《物理能力训练与提高(能力提高系列)》

《新标准精编教辅丛书》的三个系列在知识层面、难易程度上是互补的,各有自己的侧重面。

《物理教学目标和测试(学习指导系列)》包括学习要求、要点概述、形成性测试和总结性测试等栏目,内容针对广大中等水平的学生,引导学生重视知识学习所要达到的目标,理解教材学习要求,从而切实提高学生的分析问题与解决问题的能力。

《物理精练与博览(一课一练系列)》包括供学生学习各阶段的物理精练(课后精练、单元精练、期中精练、期末精练),丰富多彩的博览材料(物理史话、学习方法、解题技巧、实验技能等),力求使学生在做题的同时还能开阔视野、陶冶情操,从而全面提高学生的素质。

《物理能力训练与提高(能力提高系列)》按章节编写,包括范例精讲和综合训练两个部分,其中的例题难度为中等偏上,通过对例题的评注,用以指出例题本身的特点,并挖掘出其中物理思想方法和解题规律,从而达到提高物理学习能力和创造能力的目的。训练部分的习题难度与例题相当,便于学生巩固和掌握所学的各种学习方法。

上海教育出版社

## 前 言

本书以上海市二期课改物理学科课程标准(试行稿)及物理新教材(试验本)为依据进行编写,内容紧密配合课本。本书属于新标准精编教辅丛书的能力提高系列,因此适合作为高三学生的课外辅导读物。

本书由“范例精讲”和“综合训练”两部分组成。

在高三学习过程中,每个同学都要做大量的题目,但是有些学生只是为做题目而做题目,学习很用功但是学习的效率不高,主要问题是不会归纳总结,所以很多有经验的教师都对这一点非常重视。本书的“范例精讲”部分精选了每一章节中最典型的例题进行分析、解答、点评。所选的例题基本上覆盖了本章的所有知识点和物理方法,在具体每章的编写过程中又有所侧重,比如:“直线运动”和“物体的平衡”等侧重于高中物理方法的归纳总结,“电场”和“功和能 动量”等侧重于知识点的归纳总结。每章以典型例题为载体,通过分析评注,帮助学生克服学习上的困难,理解所学的知识内容,掌握学习物理的方法,增强阅读能力和自学能力,提高学生的基本素质。

本书在每道例题之后,有1~3道“同类练习”题,“同类练习”题可能用到与例题相同的物理方法,也可能用到与例题相同的知识点去解决问题。通过“同类练习”可以使学生对物理基础知识有更深入的理解,同时提高学生“举一反三”的能力,增强学生应用物理知识、物理方法解决问题的能力。每章最后的“综合训练”用于检验学生对整个一章的掌握情况,建议学完一章以后再做。

本书并没有把高中物理的所有知识点和物理方法全部罗列出来,但是物理方法和物理知识点是贯穿本书的主线。本书适合已经对物理概念规律有一定了解的基础上自学使用,因此建议同学们应该以平时学校课堂的学习为主,在课堂学习的基础上进行进一步的加深和巩固,

希望这本书对你的学习有所帮助,这也是本书编写组最高兴看到的事情!

谢谢!

本书编写组

2010年7月

# 目 录

第一章	直线运动 .....	1
第二章	物体的平衡 .....	15
第三章	力与运动 .....	31
第四章	功和能 动量 .....	46
第五章	圆周运动 万有引力 振动与波 .....	58
第六章	分子动理论 气体 .....	72
第七章	电场 .....	85
第八章	稳恒电流 .....	106
第九章	磁场 电磁感应 交流电 .....	123
第十章	光的本性 原子和原子核 .....	145
参考答案	.....	154



## 第一章 直线运动



### 范例精讲

**例 1** 一物体做初速度等于零的匀加速直线运动,在最初连续三段运动中所用时间之比为  $1:2:3$ ,则这三段运动的位移之比为\_\_\_\_\_。

**分析** 物体做初速度为零的匀加速直线运动时,前几秒内位移之比  $s_1:s_2:s_3:\dots=1:4:9:\dots$ ,第  $n$  秒内位移之比为  $s_I:s_{II}:s_{III}:\dots=1:3:5:\dots$ 。注意比例式成立的一个条件是初速度为零的匀加速直线运动,另一个条件是连续的相等时间。

**解答** 设第一段运动的时间为  $\Delta t$ ,则第二段运动的时间为  $2\Delta t$ ,第三段运动的时间为  $3\Delta t$ 。

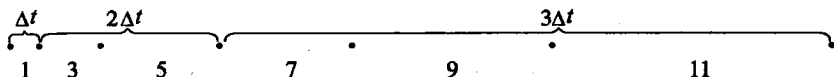


图 1-1

则有  $s_I:s_{II}:s_{III}=1:(3+5):(7+9+11)=1:8:27$ 。

**点评** 用比例的方法解题是运动学中的重要方法。

### 同类练习

**1-1** 一个质点做  $a=2\text{ m/s}^2$  的匀加速直线运动,在第  $1\text{ s}$  内位移为  $2\text{ m}$ ,则第  $4\text{ s}$  内位移是多少?下面是两个同学的解法。

甲同学:  $s_I:s_{IV}=1:7$       $s_{IV}=14\text{ m}$

乙同学:  $s_1=v_0t+\frac{1}{2}at^2$       $v_0=1\text{ m/s}$

$$s_{IV}=s_4-s_3=\left(v_0t_4+\frac{1}{2}at_4^2\right)-\left(v_0t_3+\frac{1}{2}at_3^2\right)=8(\text{m})。$$

你同意哪个同学的解法?请说明理由。

**1-2** 一物体做匀减速直线运动  $3\text{ m}$  后停下,它通过前  $1\text{ m}$ 、前  $2\text{ m}$ 、前  $3\text{ m}$  所需时间之比为\_\_\_\_\_。

**例 2** 两个质点甲和乙,同时由同一地点沿同方向做直线运动,它们的  $v-t$  图象如图 1-2 所示,则( )。

- A. 甲做匀速运动、乙做匀加速运动
- B. 2 s 前甲比乙速度大、2 s 后乙比甲速度大
- C. 在 4 s 末、乙追上甲
- D. 在第 2 s 内、甲的平均速度大于乙的平均速度

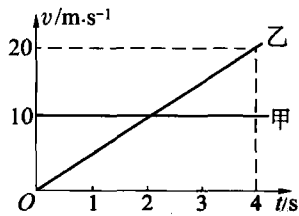


图 1-2

**分析** 在  $v-t$  图象中,如果是一条平行于时间轴的直线则表示物体做匀速直线运动;如果是一条倾斜直线表示物体做匀变速直线运动;如果是一条曲线表示物体做非匀变速直线运动。曲线上某点的切线的斜率表示这一瞬间物体加速度的大小。 $v-t$  图线与  $v$  轴、 $t$  轴所包围的面积表示物体的位移。

**解答** 答案为 ABCD。

实际的情境是:开始是甲的速度比乙的速度大,甲跑在前面,当  $t=2$  s 时甲乙速度相等,此时甲乙相距最远, $t=4$  s 时: $s_{甲} = vt = 10 \times 4 = 40$  (m), $s_{乙} = \bar{v}t = \frac{20}{2} \times 4 = 40$  (m), $s_{甲} = s_{乙}$ ,两者相遇。

**点评** 物理图象是高中物理中最重要的内容之一,要学好物理必须深刻理解物理图象的含义。

### 同类练习

**2-1** 如图 1-3 所示,为一物体做匀变速直线运动的速度图象,根据图象作出的以下判断中,正确的是( )。

- A. 物体始终沿正方向运动
- B. 物体先沿负方向运动,在  $t=2$  s 后速度开始沿正方向运动
- C. 在  $t=2$  s 前物体位于出发点负方向上,在  $t=2$  s 后位于出发点正方向上
- D. 在  $t=2$  s 时,物体距出发点最远

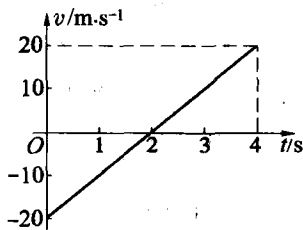


图 1-3

**2-2** 做匀加速直线运动的物体,在一段时间内通过一段位移,设这段时间中间时刻速度用  $v_1$  表示,这段位移中点的速度用  $v_2$  表示,则  $v_1$  和  $v_2$  的关系正确的是( )。

- A.  $v_1 > v_2$
- B.  $v_1 = v_2$
- C.  $v_1 < v_2$
- D. 无法判断

**提示:**用图象解会更形象,更简洁。

**2-3** 一列火车以  $\bar{v}$  的平均速度从甲地行驶到乙地所需的时间为  $t$ , 现火车以  $v_0$  的速度匀速地由甲地出发, 中途急刹车后停止, 又立即加速到  $v_0$ , 从刹车到加速到  $v_0$  所需时间为  $t_0$ , 设刹车与加速时的加速度大小相同, 若想使火车仍在时间  $t$  到达乙地, 求  $v_0$  的大小。

提示: 这道题目可以不用图象来解答, 但是应该养成画图象的习惯, 画好图象, 物理过程自然就非常清晰了。

**例 3** 汽车以  $10 \text{ m/s}$  的速度做匀速直线运动, 汽车的前方有一自行车匀速行驶, 速度为  $4 \text{ m/s}$ , 为了避免相撞, 汽车刹车, 加速度大小为  $3 \text{ m/s}^2$ , 问自行车与汽车至少保持多远的距离?

**分析** 这是一个相遇的问题, 关于相遇问题首先应搞清楚相遇的条件, 如果两物体从同一地点出发, 则相遇的条件是位移相等 ( $s_1 = s_2$ ), 如果两物体开始就相距一定的距离  $s_0$ , 则相遇的条件是两物体位移之差为  $s_0$  ( $s_1 - s_2 = s_0$ )。

本题还要理解“避免相撞”的含义。当汽车追上自行车时, 速度恰好相等即汽车恰好没撞到, 如果相遇时汽车速度大于自行车速度, 就会相撞。认识到这一点是解决这道题目的关键。

**解答** 方法一: 汽车与自行车速度相等时

$$t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{10 - 4}{3} = 2(\text{s})$$

$$\Delta s = s_{\text{汽}} - s_{\text{自}} = \left( v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \right) - vt = 14 - 8 = 6(\text{m})$$

方法二: 用图象法考虑

$$\Delta s = s_{\text{汽}} - s_{\text{自}} = \frac{1}{2} \times 2 \times (10 - 4) = 6(\text{m})$$

方法三: 用相对运动原理考虑

汽车相对自行车的速度  $v_{\text{相对}} = 10 - 4 = 6(\text{m/s})$

汽车相对自行车的加速度  $a_{\text{相对}} = -3(\text{m/s}^2)$

相遇时汽车相对自行车的速度  $v_1 = 0$

则开始时汽车相对自行车的距离:

$$\Delta s = \frac{v_1^2 - v_{\text{相对}}^2}{2a_{\text{相对}}} = \frac{-36}{2 \times (-3)} = 6(\text{m})。$$

**同类练习**

**3-1** 两辆完全相同的汽车, 沿公路一前一后匀速行驶, 速度均为  $v$ , 若前车突然以恒定的加速度开始刹车, 在它刚停下来时, 后车也以此加速度刹车, 已知

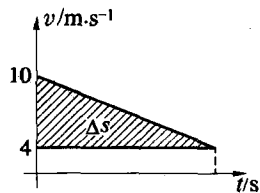


图 1-4

前车刹车后的位移为  $s$ , 若要保证两车不相撞, 问两车在匀速行驶时必须保持多大的距离?

**3-2** B 车在距 A 车前方 100 m 处做  $v_0=0, a=2 \text{ m/s}^2$  的匀加速直线运动, A 车以  $v_0=10 \text{ m/s}$  的速度做匀速直线运动, 求:

(1) A 能否追上 B? 若不能追上, 情况怎样? 若能追上, 情况怎样?

(2) 若  $s=10 \text{ m}$ , 再讨论一次。

**例 4** 一物体从某一高处自由下落, 经过一个高为 2 m 的窗户, 通过窗户的时间为 0.4 s,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 求物体下落时距窗户上沿的高度是多少?

**分析** 自由落体运动实际就是初速度为零, 加速度为  $g$  的匀加速直线运动。研究自由落体运动完全可以用初速度为零的匀加速直线运动的公式或比例式来求解。

**解答** 设物体开始距窗户上沿的距离为  $H$

$$H = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{①}$$

物体从开始下落到窗户下沿的过程中:

$$H+2 = \frac{1}{2}g(t+0.4)^2 \quad \text{②}$$

由①、②得

$$2 = 0.4gt + 0.08g$$

$$t = 0.3 \text{ s}$$

$$H = 0.45 \text{ m}$$

**同类练习**

**4-1** 把一条铁链自由下垂地悬挂在墙上, 放开后让铁链做自由落体运动。

已知铁链通过悬点下 3.2 m 处的一点历时 0.5 s, 求铁链的长度。

**4-2** 一矿井深为 125 m, 在井口每隔一定时间自由下落一个小球。当第 11 个小球刚从井口开始下落时, 第 1 个小球恰好到达井底, 则相邻两个小球下落的时间间隔为 \_\_\_\_\_ s, 这时第 3 个小球和第 5 个小球相距 \_\_\_\_\_ m。 ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )

**例 5** 一个从地面竖直上抛的物体, 它两次经过一个较低点 A 的时间间隔为  $T_A$ , 两次经过一个较高点 B 的时间间隔为  $T_B$ , 则 AB 之间的距离为多少?

**分析** 竖直上抛运动可以分段研究, 第一阶段为向上的匀减速直线运动, 第二阶段为向下的匀加速直线运动。也可以把整个运动看成整体研究。此时位移、速度前的正、负号表示位移、速度的方向。在物体上升和下降的两个阶段具有对称性。两次经过同一点, 物体速度大小相等, 方向相反。物体上升到最高点的时间与物体从最高点下落到该点的时间相等。

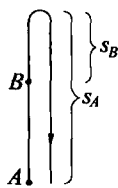


图 1-5

**解答** 物体从最高点落到 A 点的时间为  $\frac{T_A}{2}$ ,

物体从最高点落到 B 点的时间为  $\frac{T_B}{2}$ 。

$$\text{则 } s_{AB} = s_A - s_B = \frac{1}{2}g\left(\frac{T_A}{2}\right)^2 - \frac{1}{2}g\left(\frac{T_B}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}g(T_A^2 - T_B^2)$$

**点评** 此题利用竖直上抛运动的对称性解, 很方便。

**同类练习**

**5-1** 一个物体做竖直上抛运动, 从抛出时刻算起上升到最大高度一半的时间记为  $t_1$ , 速度减为抛出速度的一半的时间记为  $t_2$ , 则  $t_1$  \_\_\_\_\_  $t_2$  (选填“<”、“>”或“=”)。

**5-2** A 球以 30 m/s 的速度上抛, 2 s 后在同一地点以同样的速度抛出 B

球。问 A 球抛出几秒后两球在空中相遇？

**例 6** 某人横渡一条河流，船速与水速一定。此人过河最短时间为  $T_1$ ，过河最小位移所用时间为  $T_2$ （船速大于水速），则船速与水速之比为多少？

**分析** 小船渡河的运动可以看作船在水的作用下向下游的运动和船本身相对水的运动这两个运动的合运动。这两个运动遵循独立性和时间相等性的原则。当船头指向对岸时，船渡河的时间最短；当船头指向上游方向使船的合运动方向指向对岸时，渡河的位移最小。

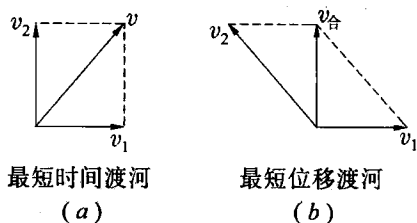


图 1-6

**解答** 设河宽为  $d$ ，水流速度为  $v_1$ ，船速为  $v_2$ 。

$$T_1 = \frac{d}{v_2} \quad T_2 = \frac{d}{v_{\text{合}}} = \frac{d}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{T_2}{\sqrt{T_2^2 - T_1^2}}$$

### 同类练习

**6-1** 已知船在静水中的速度大小为  $4 \text{ m/s}$ ，河水的流速处处相同，大小为  $2 \text{ m/s}$ ，测得该船经  $180 \text{ s}$  到达河的正对岸，则河宽为 \_\_\_\_\_  $\text{m}$ ，该船渡此河的最短时间为 \_\_\_\_\_  $\text{s}$ 。

**6-2** 渡船以  $2 \text{ m/s}$  的速度横渡  $80 \text{ m}$  宽的河流。河流的水速比船速大，为  $4 \text{ m/s}$ ，则船应如何运动，才能使过河的路程最小？最小值多大？

**例 7** 在岸上用绕过定滑轮的绳子以速度  $v$  匀速拉绳。船逐渐向岸靠拢,问船在靠岸过程中速度是否变化? 如何变化? 若船是向左做匀速直线运动,则岸上的绳子做什么运动?

**分析** 船的实际运动是水平向左的运动。设船的速度为  $v_{\text{船}}$ ,  $v_{\text{船}}$  就是船的合运动。船的运动可以看成两个分运动的合运动。一个分运动是沿绳方向的运动,另外一个分运动是垂直于绳方向的运动。这一点也可以用微元的方法来解释。当  $\theta$  很小时,  $AC$  垂直于  $OB$ ,  $s_1$  为船沿绳方向的位移,  $s_2$  为船垂直于绳方向的位移。

**解答**

$$v_{\text{船}} \cos\theta = v_1 = v$$

$$v_{\text{船}} = \frac{v}{\cos\theta}$$

船向左运动,  $\theta$  增大,  $\cos\theta$  减小,  $v_{\text{船}}$  增大。

如果船向左做匀速直线运动,即

$$v = v_{\text{船}} \cos\theta$$

当  $\theta$  增大时,  $\cos\theta$  减小,  $v$  减小,岸上绳子做减速运动。

**点评** 运动的分解一定要按照实际的运动效果分解,千万不要想当然地分解。

**同类练习**

**7-1** 如图 1-10(1)所示,一根直棒长为  $L$ , 竖直在地面上,下端有一个铰链,旁边紧靠着一个边长为  $a$  的正方体木块。当棒转到如图(2)位置时,直棒与地面的夹角为  $\theta$ ,直棒上的小球线速度为  $v$ ,求正方体的运动速度?

**提示:** 先要找出小球线速度与木块速度在垂直直棒方向分速度的关系,要用到线速度与角速度的关系这一知识点。

**7-2** 如图 1-11 所示,轻绳中间挂有一个质量为  $m$  的物体,绳的两端经过定滑轮也分别挂有质量为  $m$  的物体,当中间物体在图示位置以速度  $v$  下降时,此时绳与竖直方向的夹角为  $\alpha$ 。求此刻两侧物体上升速度各多大?

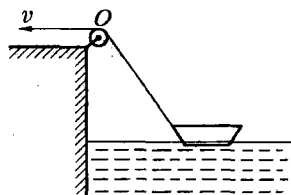


图 1-7

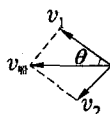


图 1-8

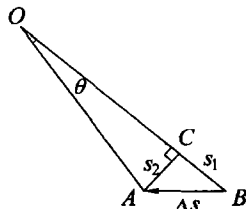


图 1-9

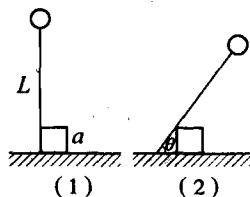


图 1-10

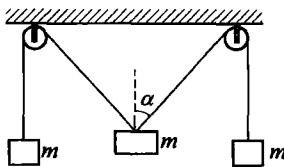


图 1-11

**例 8** 如图 1-12 所示,枪管 AB 对准小球 C, A、B、C 在同一水平线上,子弹射出枪口时, C 球正好竖直下落,已知 BC 距离为 100 m。

(1) 如果小球 C 落到  $h=20$  m 处被击中,那么子弹离开枪口时的速度为多少?

(2) 如果子弹离开枪口的速度大于所求数值,那么子弹能否击中小球?

(3) 如果子弹的速度为 20 m/s, A、B、C 离地高为 20 m, 子弹能射中小球吗? 为什么?

**分析** 平抛运动可以看作水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动的合运动。

**解答** (1)  $h = \frac{1}{2}gt^2 \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2(\text{s})$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{100}{2} = 50(\text{m/s})$$

(2) 由于竖直方向上,子弹与物体 C 均做自由落体运动,下落的位移相同,所以子弹一定能击中小球。只不过由于子弹速度大于 50 m/s,空中运动的时间小于 2 s,击中小球时小球下落的高度小于 20 m。

(3) 假设能击中小球:  $t = \frac{s}{v} = \frac{100}{20} = 5(\text{s})$

小球或子弹下落的高度  $h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 5^2 = 125(\text{m}) > 20 \text{ m}$

说明子弹无法击中小球 C。

**同类练习**

**8-1** 在匀速行驶的火车上,窗外一乘客向后水平抛出一小球(不计空气阻力)。关于物体在空中运动的轨迹可能为( )。



图 1-14

**8-2** 在离地一定的高处,向四面八方同时以相同的初速度抛出若干小球。经过时间  $t$  后,这些小球分布在( )。



- A. 球面上      B. 一条直线上      C. 椭球面上      D. 无法确定

8-3 一物体做平抛运动,在某 0.5 s 内它的速度方向由与水平方向成  $30^\circ$  角变为成  $45^\circ$  角,求  $v_0$ 。

例 9 从倾角为  $30^\circ$  的斜面顶端 A 点水平抛出一质量为  $m$  的物体。已知抛出时物体的动能为 6 J, 求物体落到斜面上 B 点时的动能是多少?

分析 此题已知抛出时物体的动能,关键是要求出落在 B 点时的速度与抛出时速度的关系,则可求解。

解答

$$\begin{aligned} x &= v_0 t \\ y &= \frac{1}{2} g t^2 \\ \tan 30^\circ &= \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2} g t^2}{v_0 t} \quad t = \frac{\sqrt{3}}{15} v_0 \\ v_y &= g t = \frac{2\sqrt{3}}{3} v_0 \end{aligned}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\frac{7}{3}} v_0$$

$$\frac{E_{k_0}}{E_k} = \frac{v_0^2}{v^2} = \frac{3}{7} \quad E_k = 14 \text{ J}$$

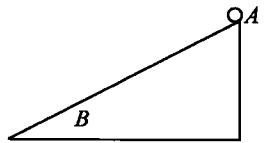


图 1-15

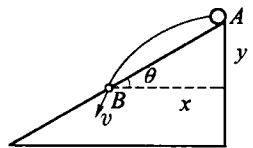


图 1-16

点评 上题的解法巧妙利用了斜面倾角为  $30^\circ$  这个已知条件,在求解平抛运动碰到斜面这种类型的题目中很有用。

同类练习

9-1 如图 1-17 所示,从倾角为  $37^\circ$  的斜坡顶端以初速度 10 m/s 水平抛出一小球。不计空气阻力,若斜坡足够长,则小球从抛出到再碰到斜坡,它的位移是( )。

- A. 1.8 m      B. 16.55 m  
C. 18.75 m      D. 28.75 m

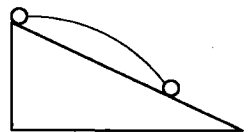


图 1-17