

普  
通  
物  
理  
思  
考  
题  
解

高等学校理工科参考书

兵器  
工业部

中原机械工业学校普通物理

高等学校理工科参考书



# 普通物理思考题解

中原机械工业学校普通物理组编



# 前 言

南京工学院等七所工科院校编，马文蔚、柯景凤改编的《物理学》，是目前工科院校和工科中等专业学校所普遍采用的教材。书中各章都有一定量的思考问题，这对加深理解物理概念、启发学生思维；培养学生分析问题和解决问题的能力是很有帮助的。为了与南京工学院物理教研室编的计算习题解配合，提供一套完整的教学参考书，我们特将思考问题作以解答。另外，根据我校采用此教材的实践还增编和汇集了部分参考书中的思考问题解答。汇编成册，供校内和校际间资料交流使用。

本书由孙启天、唐筠生、宋九菊、耿凤琴、李金波、许冰、商亚南等同志编写。在编写过程中得到了南京工学院柯景凤教授的亲切关怀和支持；全书特邀新乡师范学院赵文桐付教授审定。借此机会深表感谢。

书中问题解答，我们力求做到紧扣物理概念、论点明确；在语言文字上，尽量做到深入浅出，叙述简练；对有些问题我们还作了少量的数学推导和论证。鉴于我们业务水平不高，能力有限，加之时间仓促，对问题解答定有许多不妥之处，敬希读者批评指正。

编者 1984.4.

1984/2/27 / of

书中除南工《物理学》各章思考题和自编思考题外，还收集了目前电视大学所采用的程守洙、江之泳编《普通物理学》和其它参考书中的思考问题。

本书适于工科大专院校、理科院校非物理专业、中专及普通中学教师教学参考；也适用于大专院校、工科中专、电视大学学员以及自学普通物理的读者学习指导和参考用书。

# 目 录

<b>第一部分</b>	<b>南工《物理学》思考问题解</b>	
第一章	质点运动学	1
第二章	牛顿运动定律	9
第三章	功与能	13
第四章	动量	18
第五章	刚体的转动	25
第六章	万有引力	32
第七章	气体分子运动论	35
第八章	热力学基础	42
第九章	静电场	50
第十章	静电场中的导体和电介质	62
第十一章	稳恒电流	80
第十二章	磁场	89
第十三章	磁介质	105
第十四章	电磁感应 电磁场	106
第十五章	机械振动	120
第十六章	机械波	127
第十七章	电磁振荡和电磁波	131
第十八章	波动光学	135
第十九章	狭义相对论	154
第二十章	量子物理	158

## 第二部分 补充思考问题解

第一章	力学	167
第二章	热学	189
第三章	电磁学	203
第四章	机械振动和机械波	245
第五章	波动光学	257
第六章	近代物理	264

## 第一部分 南工《物理学》思考问题解

### 第一章 质点运动学

1—1 在一艘内河轮船中，两个旅客有这样的对话：

甲：我静静地坐在这里好半天了，我一点也没有运动。

乙：不对，你看看窗外，河岸上的物体都飞快也向后掠去，船在飞快前进。你也在很快地运动。

试把他们讲话的含意阐述得确切一些。究竟旅客甲在运动，还是静止？你如何理解运动和静止这两个概念的。有没有绝对静止不动的物体。

答：以轮船为参照系，旅客甲相对轮船而言，没发生相对位置改变，故甲对轮船处于静止；

以河岸上相对于河岸静止的物体为参照系，则旅客甲和轮船相对于河岸上静止的物体发生了相对位置的改变，故旅客甲和轮船相对于河岸静止的物体运动着。

自然界中一切物体都在运动着，绝对静止的物体是没有的。所以，观察一个物体的运动与否，总要先选择某一个参照系。此参照系，既可以是运动物体，也可以是你认为不运动物体，还可以是观察的物体本身，等等。相对于不同的参照系，对同一物体的运动情况的描述就不同。

1—2 在变速直线运动中，各段位移内的平均速度与每一时刻的瞬时速度是否相同？为什么？平均速度总是等于瞬时速度的运动是什么运动？

答：在变速直线运动中，各段位移内的平均速度与每一

时刻的瞬时速度不相同。

平均速度仅仅表示了质点在确定时间间隔 $\Delta t$ 内运动的平均状况，由其定义式 $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ 可知，它是该段时间内的

位移 $\vec{\Delta r}$ 与该段时间 $\Delta t$ 之比，是一个 $t$ 和 $\Delta t$ 的函数（或 $r$ 和 $\Delta r$ 的）不但随 $t$ 改变，还随在 $t$ 附近取的时间段 $\Delta t$ 的大小改变。

瞬时速度真实地反映了质点在某一时刻（或某一位置）的运动状况。某一时刻的瞬时速度，是这时刻附近一段时间 $\Delta t$ 的平均速度当 $\Delta t$ 趋于零时的极限值，所以瞬时速度，只是 $t$ 的函数。

平均速度总是等于瞬时速度的运动是匀速直线运动。

1—3 “运动物体的加速度越大，则物体的速度越大”。这种说法对吗？为什么？

答：这种说法不对。

加速度是速度随时间的变化率，是描述速度大小随时间变化和方向的物理量。

速度是质点位移对时间的变化率。是描述物体运动的方向和位置变化快慢的物理量。

速度和加速度是两个不同的物理量。加速度大，速度不一定大；反之，速度大时加速度也不一定大，甚至可能为零。

例如：弹簧振子运动到平衡位置时，速度最大，而其加速度却为零。

1—4 有没有下列的运动？如果有，请举例说明：

(1)速度很大，加速度很小；(2)速度很小，加速度很大；(3)速度不等于零，加速度等于零；(4)速度等于零，



加速度大于零。

答：有上述四种运动，弹簧振子运动就是典型的一例。

① 当弹簧振子刚离开平衡位置的瞬时，其速度值较大，而加速度值却较小，几乎等于零；

② 当弹簧振子的位移即将达到最大值时，其加速度很大，而速度却很小，接近于零；

③ 当弹簧振子到达平衡位置时，其速度不等于零，为全运动过程中的最大值，而加速度却为零。

④ 当弹簧振子运动到最大位置时，其速度等于零，而加速度不等于零，而到最大值。

1—5 一物体作曲线运动，它的加速度可不可能为零？为什么？

答：不可能。因为速度是个矢量。物体作曲线运动，即使是匀速率曲线运动，速度大小不变，物体切线加速度为零，但速度的方向时刻在变化。还有法向加速度。

1—6 在同一高度平抛出质量相等的甲、乙两物体，若甲物体的初速为 $20m \cdot s^{-1}$ ，乙物体的初速为 $10m \cdot s^{-1}$ ，是否甲物体比乙物体先落地？若甲物体的质量比乙大，是否甲比乙先落地？空气的阻力略去不计。

答：①甲、乙两物体同时落地。根据运动独立性原理（亦称运动的不相干原理或运动的迭加原理），一个物体同时参加两个或更多的运动，这些运动都具有独立性，其中的任一个运动并不因为有另一个运动的存在而有所改变。所以，被平抛出去的物体的运动可以看成是由水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动的迭加。由于这两个分运动是同时进行的，所以，我们只需考虑其中任一分运动所

用的时间。

由公式：
$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

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

可知，当两物体由同一高度作平抛运动，不计空气阻力时，物体在空中运动的时间相同，故同时落地。与初速度  $\vec{v}_0$  无关。

② 甲、乙两物体仍同时落地。因为作自由下落运动的物体，在空中运动的时间也为： $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 。可见， $t$  与质量  $m$  无关，故两物体同时落地。

1—7 斜抛物体升到最高点时，其速率比初速度在水平方向的分量大还是小？

答：斜抛物体上升到最高点时，其速率等于初速度在水平方向的分量（略去空气阻力）。由运动独立性原理可知，物体在竖直方向上作匀减速直线运动，重力加速度只改变竖直方向的运动速度，不影响水平方向的运动速度。物体升到最高点时，它的竖直方向的速度等于零，而水平速度不变。故物体在最高点时的速率和初速度在水平方向的分量相同。

1—8 在什么情况下法向加速度为零？在什么情况下切向加速度为零？

答：在变速直线运动中，法向加速度为零；在匀速率圆周运动中，切向加速度为零。

1—9 举例说明一物体能不能按下述情况运动：

(1) 具有恒定的加速度，但运动方向在不断改变？

(2) 具有恒定的速率，但速度在不断改变？

(3) 具有恒定的速度，但加速度不为零？

答：(1) 有，如物体做平抛，斜抛运动，虽然物体运动的方向在不断的变化，但却具有恒定的加速度  $\vec{g}$ 。

(2) 有此种运动，如物体做匀速率圆周运动时，虽然物体速度的大小不变，但速度的方向时刻在变化，存在有向心加速度  $\frac{v^2}{R}$ 。

(3) 所谓“恒定的速度”是指速度的大小，方向均不变化，即： $\Delta \vec{v} = 0$ ，由加速度的定义式： $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ ，可知， $\Delta \vec{v}$  为零，则  $\vec{a}$  必为零，故具有恒定的速度，但加速度不为零的运动是不存在的。

1—10 位移和路程这两个概念的区别何在？在什么情况下，物体位移的大小等于它走过的路程？

答：位移是矢量。它表示质点位置矢量的变化，是质点初末位置矢量之差，一般并不是质点所经历的实际路径。

路程是标量，是质点运动的实际路径。

在运动方向不变的直线运动中，物体位移的大小等于它走过的路程。

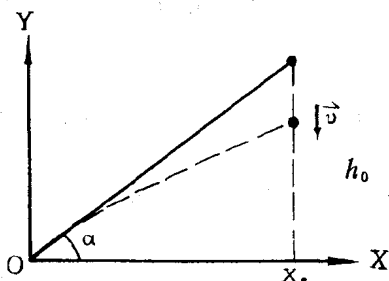
1—11 一人站在地面上用枪瞄准悬挂在树上的猴子。当击发枪机，子弹从枪口射出时，猴正好从树上由静止自由下落。试说明为什么子弹可以射中此猴？

答：根据运动独立性原理，子弹的运动可以看成是以初速的大小和方向的匀速直线运动与一自由落体运动的合成。

在给定的时间内，可认为子弹一方面以匀速直线运动到达猴子原来点 $y_0$ ，一方面在铅直方向下落了猴子作自由落体运动下落的同样的距离，而到达猴子的所在点 $y$ ，（实际上子弹是沿抛物线到 $y$ 点），因此，子弹总是可以击中此猴。

我们也可证明如下，

设开始时猴所处位置，（如图所示）



问题 1-11

$$\begin{cases} x = x_0 \\ y = h_0 \end{cases} \quad \therefore \operatorname{tg} \alpha = \frac{h_0}{x_0}$$

经过  $t$  秒时猴位置：

$$\begin{cases} x_1 = x_0 & \dots\dots\dots (1) \\ y_1 = h_0 - \frac{1}{2}gt^2 & \dots\dots\dots (2) \end{cases}$$

子弹经过  $t$  时间后位置：

$$\begin{cases} x_2 = v_0 t \cos \alpha & \dots\dots\dots (3) \\ y_2 = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2}gt^2 & \dots\dots\dots (4) \end{cases}$$

当子弹与猴横坐标一样时

$$(1) \text{ 代入 } (3) \quad t = \frac{x_0}{v_0 \cos \alpha} \dots \dots \dots (5)$$

将(5)代入(2)、(4)式

$$y_1 = h_0 - \frac{1}{2} g \frac{x_0^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$y_2 = v_0 \sin \alpha \frac{x_0}{\cos \alpha} \cdot \frac{1}{v_0} - \frac{1}{2} g \frac{x_0^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= x_0 \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} g \frac{x_0^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= h_0 - \frac{1}{2} g \frac{x_0^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\therefore y_1 = y_2$$

故子弹可击中猴子。这里附带说明的，本题所说的“瞄准”是“枪口对准”，就是子弹的初速方向。正是枪口到树上猴子的方向。而不是军事上说的“缺口、准星尖和目标，三点一线”的瞄准，军事上的瞄准，是将子弹空中受的重力考虑进去的，子弹的初速方向不与枪口到目标的方向一样。

1—12 一鸟在水平面上沿直线以恒定速率相对地面飞行，有一汽车沿公路行驶。在什么条件下，汽车的观察者观察到鸟是静止不动的？在什么条件下，他观察到小鸟似乎往回飞。

答：当汽车的速度等于鸟的速度时，汽车的观察者观察到鸟是静止不动的。

当汽车的速度大于鸟的速度时，汽车的观察者观察到鸟似乎是往回飞。

1—13 一人在以恒定速度运动的火车上铅直向上抛出一石子，此石子是否能落回人的手中？如果石子抛出后，火车以恒定的加速度前行，情况又如何？

答：火车相对于地面以恒定的速度运动，即匀速直线运动，火车是惯性参照系，由力学相对性原理，在所有相对于惯性参照系作匀速运动的参照系中的力学过程与它们静止时完全一样，全部遵从牛顿定律，即在水平方向上，石块相对于人手速度为零。所以，石块铅直向上抛出后仍能落回到人的手中。

如果石块抛出后，火车以恒定的加速度前进，则此石子不能落到人的手中，因为当火车以加速度 $\vec{a}$ 前进时，火车为一非惯性参照系，在火车上的人看来，好象石块上受到一惯性力，使石块产生一个与火车运动方向相反的加速度负 $\vec{a}$ ，所以石块不能落到人的手中。

1—14 在《关于两门新科学的对话》中，伽利略写道：“仰角（即抛射角）比 $45^\circ$ 增大或减小一个相等角度的抛体，其射程是相等的”。你能证明吗？

证明：由斜抛物体运动的轨迹方程：

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

所谓射程是物体重返 $y = 0$ 时的 $x$ 值，即：

$$0 = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

$$\begin{aligned} \text{有：} \quad x &= \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot 2v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \\ &= \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \end{aligned}$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

当  $\alpha = 45^\circ + \theta$  时,

$$x_1 = \frac{v_0^2}{g} \sin[2(45^\circ + \theta)]$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \sin(90^\circ + 2\theta)$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \cos 2\theta$$

当  $\alpha = 45^\circ - \theta$  时

$$x_2 = \frac{v_0^2}{g} \sin[2(45^\circ - \theta)]$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \sin(90^\circ - 2\theta)$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \cos 2\theta$$

所以,  $x_1 = x_2$  射程相等。

## 第二章 牛顿运动定律

2—1 有人说：“当物体所受的合外力为零时，物体一定处于静止状态”。这种说法对吗？为什么？

答：这种说法不对。因为，物体在所受合外力为零的情况下，究竟是静止还是作匀速直线运动，这除了与参照系有关外，一般要看初始运动状态。也就是当物体开始处于所受合外力为零这一时刻，物体处于怎样的状态。如果这一时刻物体处于静止状态，则它将保持静止；如果这一时刻物体处

于运动状态，则它将以当时的速度作匀速直线运动。所以物体在所受合外力为零的情况下，并不一定处于静止状态。

**2—2** 人在车上推车，车不能前进，但在地下推车，车就前进。为什么？

**答：**由牛顿第二定律可知，合外力是改变物体运动状态的原因。①人在车上推车，人和车之间的作用力是人和车组成的系统的内力，由于人手向前推车的力和人脚向后蹬车的力的作用效果相抵消，车受的合外力为零，所以不能使车前进。②仍以人和车为系统，则人给地一个斜向后下方的蹬力，而地亦给系统一个反方向的力，当这个力的水平分量大于系统所受的阻力时，车子就能前进。

**2—3** 在测力计的两端各用 $10^3 N$ 的力对拉，测力计上的示数是多少？

**答：**示数是 $10^3$ 牛顿。测力计上的示数，是测力计两端所受的一对平衡力中任一个的数值。如果测力计只受一个水平拉力时（忽略摩擦力），只有加速运动，而没有表示力大小的读数。使测力计两端受到一对平衡力，可通过两侧用力拉来实现；也可将一端固定，另一端用力拉来实现。这时固定端给测力计的反作用力，和用人拉时一样的作用力，则测力计的读数是一个拉力的数值。

**2—4** 两物体接触面之间的摩擦力的方向与物体间的相对运动速度的方向之间有什么关系？摩擦力的方向与物体加速度的方向之间又有什么关系？

**答：**如果以物体A相接触的另一物体B为参照系时，物体A受到滑动摩擦力的方向跟物体A与相接触的另一物体B的相对运动的速度方向是相反的。对于静摩擦力来说，某物



物体A受到摩擦力的方向则是跟与它相接触的另一个物体B间相对运动趋势的方向相反。

若不以与物体相接触的另一物体为参照系，则摩擦力的方向可以与运动方向一致。如皮带带动零件运动时，零件受皮带摩擦力使零件向前运动。零件受摩擦力方向与零件的速度方向一致。此时是以地面为参照系了。

摩擦力的方向与物体加速度的方向无关。因为合外力 $\vec{F}$ 才与 $\vec{a}$ 同向。一般说来，仅知道摩擦力的方向不能确定加速度的方向。

**2—5** 在略去空气阻力的情况下，轻重不等的两物体在地球表面附近从同一高度处自由下落。亚利士多德认为：“重的物体应比轻的物体先落地。”对于亚利士多德的这一观点，你觉得怎样？

**答：**亚利士多德的这一观点不对。重的物体因其质量大，所受的重力也大，但由于物体的加速度和它所受的合外力成正比，与其质量成反比，不计空气阻力时两物体的重力加速度相同。重的物体和轻的物体以同样的高度下落，所以，两物体同时落地。

**2—6** 将一质量略去不计的轻绳，跨过无摩擦的定滑轮。一只猴抓住绳的一端，绳的另一端悬挂一个质量与猴相等的镜子。开始时，猴与镜在同一水平面上。猴子为了看不到镜中的猴象，它作了下面三项尝试：（1）向上爬；（2）向下爬；（3）松开绳子自由下落。这样猴子是否看不到它在镜中的象？

**答：**在上述三种情况中，猴子都能看到自己的像。

这是因为：当猴向上爬时，猴给绳一个向下的力，绳也