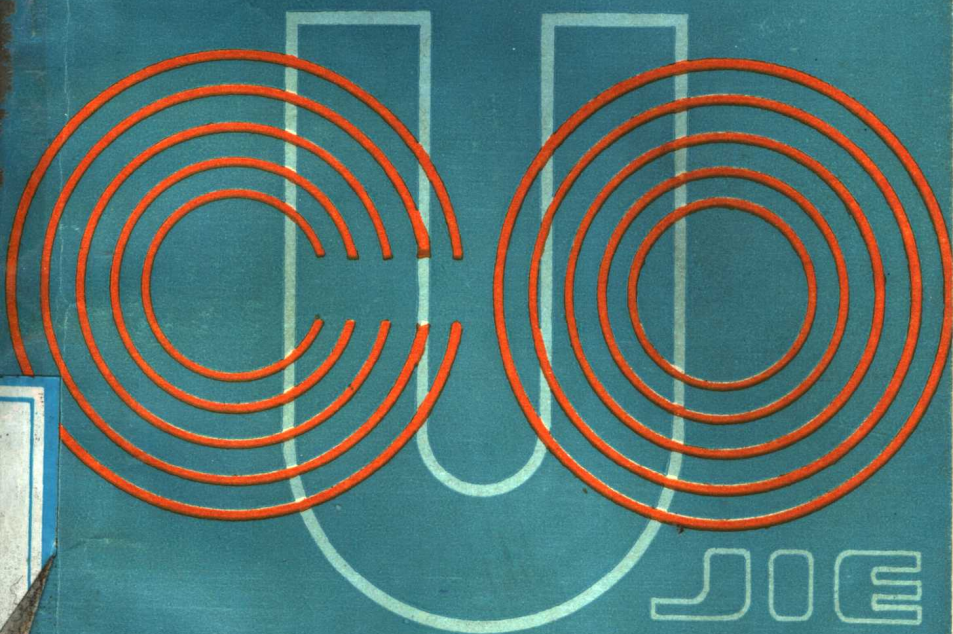


高中 物理习题错解例析

浙江科学技术出版社



GAOZHONG WULI XITI CUOJIE LIXI

高中物理习题错解例析

郑青岳 编写

浙江科学技术出版社

责任编辑：任路平 周布谷

封面设计：詹良善

高中物理习题讲解例析

郑青岳 编写

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张9 字数205,000

1988年3月第一版

1988年3月第一次印刷

印数：1—33,520

ISBN 7-5341-0051-8/O·7

统一书号：7221·112

定 价：1.55 元

前 言

学生解答物理习题时，总会犯这样那样的错误。本书从广大高中学生解答物理习题时所出现的错误中，筛选出较为典型的100个实例，进行详尽的剖析。

本书中每一例都分四部分编写，即〔题目〕、〔错解〕、〔分析〕、〔正解〕。习题选择具有较大的知识覆盖面，突出重点和难点知识；错解具有典型性和普遍性；分析部分是全书的重心所在，试图从学生的知识缺陷和思维缺陷等方面分析造成错误的原因，提出纠正错误的方法，以期达到改正一题错解，澄清一个认识，避免一类错误的目的；正确解答着重讲明解题思路，并尽可能提供不同解法。

本书的主要目的是提供给读者一份评错材料，使读者借题发挥，得以重新认识所学知识。基于这一点，本书在各节后共配备了50道改错练习题供读者练习。笔者希望，读者在阅读本书正文各例时，最好先阅读习题及其错解部分，想一想错误何在，并试作分析，提出正确解法。然后再阅读分析和正解部分，使每一道习题都成为自己的一道改错练习题。这样做，收益将会更大。

本书在编写过程中，得到了许多同志的帮助。浙江省特级教师徐承楠审阅了本书的力学部分，特级教师张培荣审阅了本书电学和热学部分。王振里老师和贺圣平老师审阅了全稿。他们都对本书的编写提出了宝贵的意见，借此一并致谢！

编者 1986.10

目 录

一、物体的平衡 物体的运动	(1)
改错练习一	(27)
二、牛顿运动定律	(32)
改错练习二	(53)
三、机械能 动量	(58)
改错练习三	(89)
四、圆周运动 振动和波	(93)
改错练习四	(115)
五、热学	(119)
改错练习五	(150)
六、静电场	(156)
改错练习六	(178)
七、稳恒电流	(182)
改错练习七	(209)
八、磁场 电磁感应	(213)
改错练习八	(239)
九、光学 原子物理	(245)
改错练习九	(274)
改错练习答案与提示	(278)

一、物体的平衡 物体的运动

【题1】 如图1—1，放在光滑的斜面和挡板之间的小球共受到的力是：

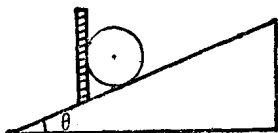


图1—1

- (1) 重力；
- (2) 重力、下滑力、对斜面的压力；

- (3) 重力、下滑力、对斜面的压力、挡板的支持力；
- (4) 重力、斜面和挡板的支持力。

【错解】 答案认为(3)正确。这是因为：

放在斜面上的物体，其重力可以分解成下滑力和对斜面的压力。小球与挡板之间有相互挤压，故它还受到挡板给予的支持力。再加上重力，小球一共受到四个力的作用。

【分析】 我们可通过以下几方面的分析，说明上述解答的错误。

(1) 力的合成和分解都是一个等效代换的过程。力的合成，是用一个力（合力）去代替若干个力（分力），这个虚设的合力对某一物体的单独作用和被代换的几个分力对同一物体的共同作用，效果相同。而力的分解，则是用几个力（分力）去代替某一个力（合力），这几个虚设的分力对某物体的共同作用和被代换的力对同一物体的单独作用，效果相同。可见，既然是等效代换，合力和分力就不能重复考虑。对于本题，如

果考虑了物体受重力作用，就不能同时考虑重力的分力；如果考虑了物体受重力的两个分力的作用，就不能同时考虑重力本身。

(2) 力的合成和分解都必须在同一物体上进行，这就是说，只有作用在同一物体上的几个力才可以合成；一个力分解后，各分力仍应作用在原物体上。因此，在力的合成和分解过程中，力的作用点不能转移。上述解答中，重力被分解成“下滑力”和“对斜面的压力”，前者尚可认为是作用在小球上，但后者却是作用在斜面上的。

(3) 不同性质的力可以合成，但一个力不能分解成几个不同性质的力。这是力的合成和分解的一个不同点。上述解答中，重力经分解所得到的两个分力，其中“下滑力”尚可认为具有重力的性质，但“对斜面的压力”却是属于弹力。当物体孤立在上斜面上时(不论它是静止的，还是运动的)，重力的两个分力还是说成“平行于斜面向下的分力”和“垂直于斜面向下的分力”为宜。

(4) 力的合成结果是唯一的，但力的分解结果在理论上却是无穷多的。实际的分解应根据力的作用效果进行。这是力的合成和分解的又一不同点。当小球孤立在上斜面上时，小球的重力会产生两个效果：使物体下滑和使物体垂直压斜面。因此，重力 G 应分解为平行于斜面和垂直于斜面的两个分力 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ ， $F_1 = G \sin \theta$ ， $F_2 = G \cos \theta$ ，如图1—2A所示。本题中，小球被竖直挡板挡在上斜面上，重力的两个作用效果是：使小球垂直压斜面和垂直压板面。因此，重力 G 应沿与挡板和斜面相垂直的两个方向去分解，如图1—2B所示。其分力的方向和大小都是会改变的，如果挡板与斜面间的夹角改变，则分力 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 的大小和方向会随之发生改变，如图1—2C所示。因此，不能将

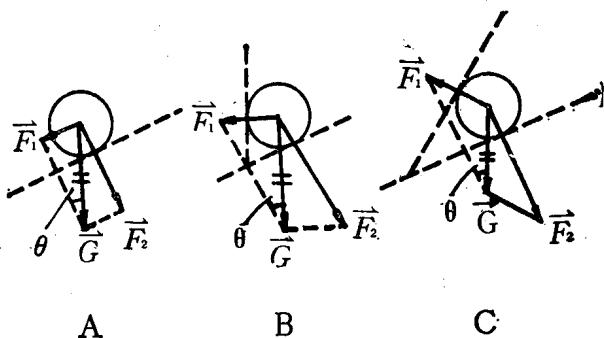


图1—2

力的分解结果看成是唯一的或恒定不变的。

【正解】 答案(4) 正确。

小球被夹在光滑斜面与竖直挡板之间，与斜面及挡板间都有挤压。故小球除了受有重力外，还受有斜面和挡板的支持力。

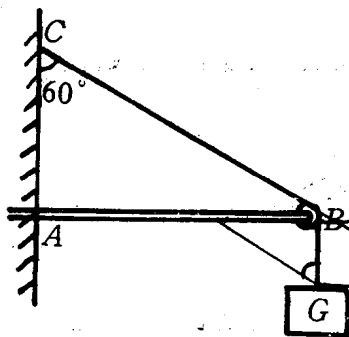


图1—3

【题2】 如图1—3，轻质硬直杆 AB 水平插入竖直墙内， B 端有一轻滑轮。现取一柔绳将其一端固定在墙上 C 点，跨过定滑轮，绳的另一端悬挂一重物 G 。已知绳与墙面间的夹角为 60° ，滑轮轴心处摩擦不计。则滑轮轴心所受的压力为

- (1) G ; (2) $2G$ (3) $\sqrt{3}G$; (4) $\frac{\sqrt{3}}{2}G$ 。

【错解】 答案认为(3) 正确。理由是：

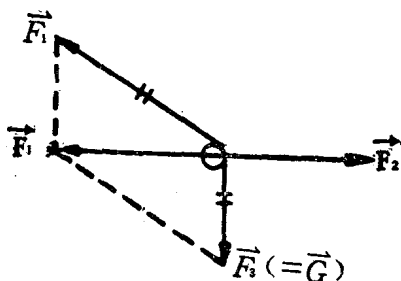


图1—4

$$F_2 = G \tan 60^\circ = \sqrt{3} G.$$

【分析】 上述解答存在两处错误：

(1) 认为斜向上方绳子的拉力 $\vec{F}_1$ 大于重力 $\vec{G}$ (由图1—4中直观可见)；

(2) 认为杆B端对滑轮的作用力 $\vec{F}_2$ 方向与杆AB共线且指向右方。

造成这些错误的主要原因是将熟知的图1—5情形中的有关结论搬用到图1—3情形上。图1—3和图1—5两情形看上去似乎没有什么两样，但仔细比较，可发现两者在一些关键之处存在着根本的差别，例如：

(1) 图1—3装置中是一段绳子跨放在无摩擦的滑轮上，而图1—5装置中却是两段绳子分别固定在杆B端上。因此，在图1—3中，应有 $F_1 = G$ ，而在图1—5中则不然。

(2) 图1—3中杆A端是“插入”墙内的，因为

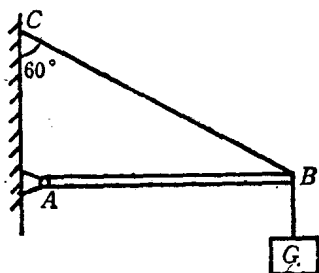


图1—5

是插入墙内，墙对杆不但施以一个力的作用，而且还提供了一个力矩。这个力矩的大小与作用在杆上其他力对 A 点的力矩大小和方向有关。可以证明，本题中这个力矩是必定存在的，因为

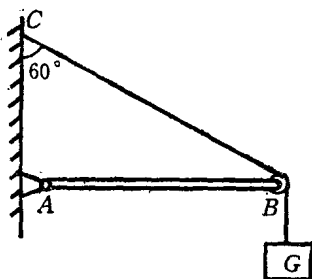


图1—6

没有这个力矩，情形将如图1—6，杆 AB 肯定不能保持平衡。而在图1—5中，杆 A 端是固定在光滑铰链上的。因此，轻杆 B 端所受的作用力必沿 AB 方向（想想，为什么？），而在图1—3中，杆 B 端所受作用力的方向则必不沿 AB 方向。

我们不但要善于发现不同事物间的共同点，也要善于发现相似事物间的差异点，不要把一种情形下得到的结论盲目套用于另一情形。

【正解】 答案(1)正确。

如图1—7，以滑轮为研

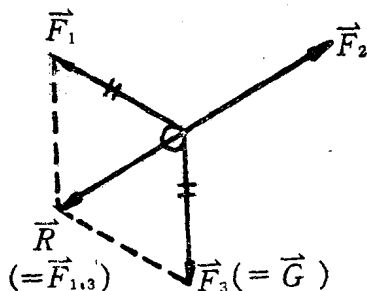


图1—7

究对象，它受到绳子压力 $\vec{R}$ ，

其大小和方向与绳子两拉力 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_3$ 的合力 $\vec{F}_{1,3}$ 相同。因为滑轮轴心无摩擦，绳子跨放在滑轮上，绳子两个方向的拉力 $\vec{F}_1$ 和 $\vec{F}_3$ 的大小都应与 G 相等，即

$$F_1 = F_3 = G,$$

由图1—7， $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_3$ 的合力大小

$$F_{1,3}=F_1=F_3=G,$$

绳子对滑轮的压力大小

$$R=F_{1,3}=G,$$

因滑轮平衡，轴心对滑轮的支持力

$$F_2=R=G,$$

据牛顿第三定律，可知滑轮对轴心的压力也为 G 。

【题3】降落伞由于受到水平方向的风力而沿与竖直方向成 θ 角的方向匀速下降，降落伞和人共重为 G ，则降落伞所受空气阻力为

- (1) G ; (2) $G \cos \theta$; (3) $G/\cos \theta$; (4) $G \tan \theta$;

【错解】答案认为(3)正确。

如图1—8所示，降落伞共受到三个力的作用：重力 $\vec{G}$ 、风力 $\vec{F}$ ，空气阻力 $\vec{f}$ 。降落伞运动方向与 $\vec{F}$ 和 $\vec{G}$ 的合力方向相同， $\vec{f}$ 与 $\vec{F}$ 、 $\vec{G}$ 的合力大小相等，方向相反，所以

$$f=G/\cos \theta.$$

【分析】上述解答的错误在于没有正确认识风力的作用及空气阻力存在的条件。

以下分析可知，认为降落伞既受水平风力 $\vec{F}$ 的推动，又受空气阻力 $\vec{f}$ 的水平分力的阻碍是自相矛盾的。

其实，降落伞在水平方向上并不受有空气阻力，同时也并非一直受到风力的作用。如果降落伞一直不受水平风力的作用，那它就应当竖直下落，水平速度为零。但由于存在水平方向的风，使得伞在开始降落时，在水平方向与空气存在着速度

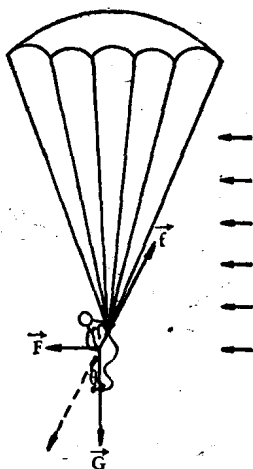


图1—8

差，因而就受到水平风力，获得水平加速度。在风力的作用下，伞的水平速度由零开始逐渐增大，空气相对于伞的水平速度逐渐减小。当伞的水平速度与水平风速达到相等时，伞受到的水平风力也就变成零了。此后，由于惯性，降落伞在水平方向上仍要保持这一速度，与水平运动的空气保持相对静止，不再受到水平风力的作用。然而，在竖直方向上，降落伞相对于空气是向下运动的。因而受到竖直向上的空气阻力。随着下落速度的不断增大，降落伞在竖直方向上所受的空气阻力也逐渐增大。待到竖直方向上的空气阻力与人和伞的重量相等时，降落伞在竖直方向上也就开始作匀速运动了。本题研究的是降落伞作匀速直线运动的阶段，即降落伞的加速度为零。可见，降落伞在水平方向不受空气阻力及风力的作用。

【正解】 答案(1) 正确。

首先分析降落伞在水平方向上是否有受到风力及空气阻力的作用。所谓作为动力的风力，是当伞的运动速度小于空气流动速度(两个速度方向相同)时表现出来的，而空气阻力，则是当伞在空气流动同一个方向上，其运动速度大于空气流动速度时，或伞在与空气流动相反的方向上有运动时才存在的。显然，水平方向上此两力不可能同时兼有，也不可能保持其一。因为无论存在哪个力，都会使伞产生水平方向的加速度，这就不符合本题“匀速”下降的条件。

在竖直方向上，由二力平衡条件可知，降落伞做匀速运

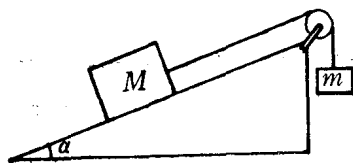


图1—9

动，必受到一个向上的空气阻力 $\vec{f}$ ，其大小与重力 $\vec{G}$ 相等。

【题4】 如图1—9，物块 M 和 m 用柔绳相连， M 静

止放在倾角为 α ，摩擦系数为 μ 的斜面上，柔绳跨放在轴心无摩擦的轻滑轮上。已知系统处于平衡状态，则斜面对物块 M 的摩擦力为

- (1) $Mg\mu \cos \alpha$; (2) $Mg \sin \alpha - mg$;
(3) $mg - Mg \sin \alpha$; (4) 0; (5) 都有可能.

【错解 I】 答案认为(1) 正确.

根据摩擦力计算公式

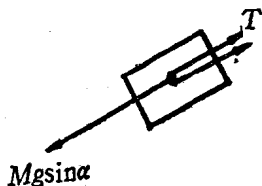
$$f = \mu N,$$

因为 $N = Mg \cos \alpha$

所以 $f = \mu N = \mu Mg \cos \alpha$.

【错解 II】 答案认为(2)正确.

物体 M 放在斜面上处于平衡状态，如果没有绳子拉力，静摩擦力 $f = Mg \sin \alpha$.



现在它受到绳子的拉力 $T (=mg)$ ，故 f 它在与斜面平行的方向上共受到三个力：重力分力 $Mg \sin \alpha$ ，绳子拉力 T ，摩擦力 f ，如图1—10，因为物块平衡，故有

$$Mg \sin \alpha = T + f = mg + f$$

所以 $f = Mg \sin \alpha - mg$.

图 1—10

【分析】 解法 I 的错误在于对静摩擦力、最大静摩擦力、滑动摩擦力等概念混淆不清。没有细致分析具体情形，滥用公式

$$f = \mu N.$$

当物体在固定平面上有滑动趋势时，静摩擦力与物体所受的其他外力的合力大小相等，方向相反。但是，静摩擦力的值有一个范围，其最小值为零，最大值称为最大静摩擦力 f_m 。当静摩擦力取最大值时，物体处于“欲动未动”的状态。

当外力大于最大静摩擦力时，物体即发生滑动，这时摩擦力即为滑动摩擦力。滑动摩擦力的大小与正压力成正比，而与其他外力无关。最大静摩擦因为对应于物体静、动的转折点，故它既具有静摩擦力的特征，即与外力大小相等，又具有滑动摩擦力的特征，即与正压力成正比。最大静摩擦力和滑动摩擦力的计算公式分别为

$$f_m = \mu_0 N,$$

$$f_{滑} = \mu N.$$

式中 μ_0 称为静摩擦系数， μ 称为滑动摩擦系数。 μ 略小于 μ_0 ，故摩擦力与外力的关系曲线如图 1—11。但在一般情形下， μ 与 μ_0 相接近，可近似视为相等。 μ_0 与 μ 也就不加区分地通称为摩擦系数。

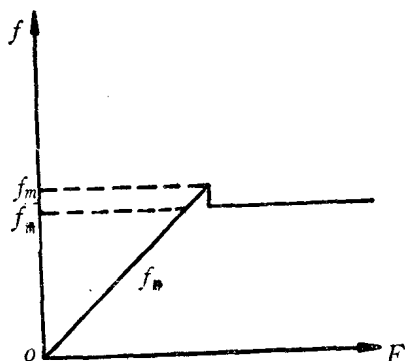


图 1—11

由于本题没有指出物体 M 是处于“欲动未动”的状态，故不能肯定其所受的静摩擦力正好为最大值 $Mg\mu \cos \alpha$ 。只能说摩擦力可能取得这个值。

解法Ⅱ的错误在于主观武断地认为物块 M 具有向下的滑动趋势，因而断定其所受的摩擦力方向向上。其实，物块 M 的滑动趋势究竟是向上还是向下，与 M 、 m 、 α 等量有关。而且，也有可能物块 M 与斜面之间根本不存在摩擦力。因为物体与物体之间若存在摩擦力，必须同时具备以下几个条件：

(1) 两物体表面相接触且相互挤压；

(2)两物体的接触面粗糙;

(3)两物体有相对滑动或相对滑动的趋势. 缺乏上述其中任一条件, 摩擦力都不可能存在. 本题中, 条件(1)、(2)已能满足, 但条件(3)是否满足仍与 M 、 m 、 α 等量有关.

【正解】 答案(5)正确.

摩擦力的存在与否, 摩擦力的大小、方向都与 M 、 m 、 α 等量有关. 以下分几种情形讨论:

(1)当 $Mg \sin \alpha > mg$ 时, 物块 M 有下滑的趋势, 静摩擦力方向沿斜面向上, 其值为 $Mg \sin \alpha - mg$;

(2)当 $Mg \sin \alpha < mg$ 时, 物块 M 有上滑的趋势, 静摩擦力方向沿斜面向下, 其值为 $mg - Mg \sin \alpha$;

(3)当 $Mg \sin \alpha = mg$ 时, 物块 M 无滑动趋势, 静摩擦力为零.

(4) 若 $\mu = \frac{|Mg \sin \alpha - mg|}{Mg \cos \alpha}$, 物体处于“欲动未动”状态, 静摩擦力取得最大值

$$f_m = Mg \mu \cos \alpha.$$

综上所述, 因为本题没有具体给出 M 、 m 、 α 、 μ 的数值, 故答案(1)~(4)提供的值都是有可能取得的.

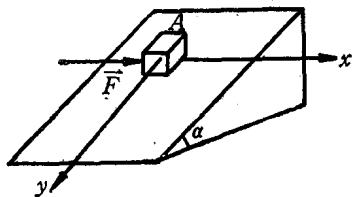


图 1—12

【题 5】 如图 1—12, 重为 G 的物块 A 静止放在粗糙的斜面上, 斜面倾角为 α , A 与斜面的滑动摩擦系数 $\mu = 2 \tan \alpha$. 现用一横向水平力 $\vec{F}$ 去推动物块, 使其在斜面上十分缓慢地

运动. 试问:

(1)物块 A 滑动的方向如何?

(2) 推力 F 为多大?

【错解】 为了便于说明, 我们在斜面上建立一直角坐标, 规定两个方向: x 方向和 y 方向, xy 平面与斜面平行, 如图1-12.

(1) 物 A 原先处于静止, 说明 A 所受到的静摩擦力与重力在 y 方向的分力 $G \sin \alpha$ 等大. x 方向的推力 F 并不会影响物块在 y 方向上的运动. 所以, 物块在推力 $\vec{F}$ 作用下的运动必定是沿 x 正方向的直线运动.

(2) 因为物块 A 运动十分缓慢, 可作为匀速运动处理, 故作用在 A 上的各力平衡. 在 y 方向上, 重力分力 $G \sin \alpha$ 和静摩擦力平衡, 在 x 方向上, 推力 $\vec{F}$ 与滑动摩擦力平衡, 即

$$F = \mu N = G \cos \alpha \mu = 2G \sin \alpha.$$

【分析】 上述解答的错误在于认为物 A 同时受到 y 方向的静摩擦力和 x 方向的滑动摩擦力, 于是认为物 A 滑动的方向与推力 $\vec{F}$ 方向相同.

顾名思义, 静摩擦力对应的是物体的静止 (相对运动趋势) 状态, 滑动摩擦力对应的则是物体的运动 (相对运动) 状态. 因为物体不可能既静止又同时运动, 所以, 静摩擦力和滑动摩擦力是不可能同时存在于同一摩擦现象中的.

上述解答中认为 x 方向的推力 $\vec{F}$ 不会影响物体在 y 方向上的运动状态 (静止), 于是物 A 沿 x 正向运动, 这也是不可能的. 因为物 A 一旦运动, y 方向的静摩擦力就自然消失, 这就势必影响物 A 在 y 方向上的运动. 如果物 A 沿 x 方向运动, 则滑动摩擦力的方向在 x 的反方向上, y 方向上物体只受到重力分力 $G \sin \alpha$ 的作用. 在此力作用下, 物 A 必在 y 方向上也运动起来, 于是仅沿 x 方向的运动是无法维持的.

【正解】 (1) 如图 1-13, 物 A 在与斜面平行的平面内所受到的力有: 水平推力 $\vec{F}$ 、重力分力 $\vec{F}_1$, 滑动摩擦力 $\vec{f}$. 因为 $\vec{F}$ 和

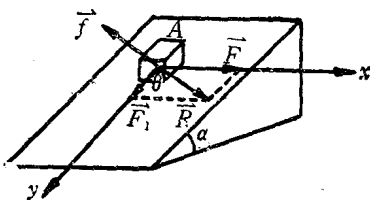


图 1—13

$\vec{F}_1$ 都是恒力, 物体初速为零且作缓慢运动, 故物体运动方向必在 $\vec{F}$ 和 $\vec{F}_1$ 的合力 $\vec{R}$ 的方向上, 物体可视为处于平衡状态. 于是有 $R=f=G\mu \cos \alpha$,

$$\begin{aligned}\cos \theta &= \frac{F_1}{R} = \frac{G \sin \alpha}{G \cos \alpha \mu} \\ &= \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha 2 \operatorname{tg} \alpha} = \frac{1}{2},\end{aligned}$$

所以 $\theta = 60^\circ$

即物 A 将沿与 y 成 60° 角的方向上作缓慢的直线运动.

(2) 由图 1—13 可见

$$\begin{aligned}F &= R \sin \theta \\ &= G \mu \cos \alpha \sin \theta \\ &= \sqrt{3} G \sin \alpha.\end{aligned}$$

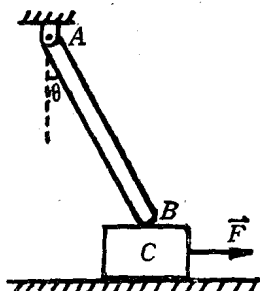


图 1—14

【题 6】如图 1—14, 一根均匀木棒 AB, A 端用光滑铰链固定在天花板上, B 端放在物体 C 上, 物体 C 放在光滑的地板上. 若以逐渐增大的水平力 $\vec{F}$ 向右拉物体 C, 当物体尚未开始运动时, 物体对地面的压力如何变化?

(1) 不变; (2) 减小; (3) 增大; (4) 无法确定.

【错解】答案认为 (1) 正确.